PubliCE, (PubliCE) 2015

Article

Características de la Fuerza y la Potencia Muscular de las Extremidades Inferiores de Ciclistas de ruta de Nivel Master y de Adultos Sedentarios de Edad Similar

Luke Del Vecchio[1], Robert Stanton[1], Nattai Borges[1], Campbell Macgregor[1], Marko T. Korhonen[2] y Peter Reaburn[1]

[1]*School of Medical and Applied Sciences, Central Queensland University, Rockhampton, Australia*
[2]*Gerontology Research Center, Department of Health Sciences, University of Jyvaskyla, Finland*

RESUMEN

Objetivo. Se sabe que el ejercicio de resistencia promueve un envejecimiento saludable del sistema cardiovascular, pero hasta el momento no están muy claros los efectos que tiene sobre las características musculares. Existe evidencia que sugiere que las carreras de resistencia proporcionan un estímulo insuficiente para prevenir las pérdidas de masa y fuerza muscular asociadas con la edad. Sin embargo, pocos estudios han evaluado las adaptaciones musculares al ciclismo de ruta de alto volumen. El propósito del estudio presente fue comparar el volumen, la fuerza muscular y la potencia muscular de los músculos del muslo de ciclistas master y de controles sedentarios.
Métodos. En el estudio participaron diez ciclistas de ruta competitivos (57,8±6,1 años) y 10 sujetos sedentarios con masa corporal y edad similares (54,3±3,7 años). El volumen del músculo del muslo se determinó a través del perímetro del muslo, la edad y la masa corporal utilizando una ecuación validada. La fuerza isométrica máxima de la pierna se midió con un dinamómetro de pierna y espalda. La fuerza dinámica relativa y la potencia de piernas se midieron por medio de un salto contramovimiento.
Resultados. No se observaron diferencias significativas (p> 0,05) entre los varones de edad avanzada sedentarios y los ciclistas de ruta master en la masa corporal (83,1 ± 9,5 vs 84,0 ± 6,7 kg), índice de masa corporal (BMI) (27,6±2,7 vs 27,0±2,1), fuerza isométrica absoluta (143,2±20,9 vs 132,9±21,2 kg), potencia dinámica relativa (28,6 ± 6,6 vs 32,5 ± 8,7 W/kg) ni en el volumen del músculo del muslo (8007±651 vs 8052±505 cm3).
Conclusión. Estos resultados sugieren que, en comparación con los adultos sedentarios de edad similar, el entrenamiento de ciclismo de resistencia competitivo no mejora la fuerza y la potencia muscular.

Palabras Clave: Envejecimiento, isométrico, fuerza, potencia, musculo, ciclismo

INTRODUCCIÓN

El proceso de envejecimiento va acompañado por una pérdida gradual de masa y fuerza muscular (1). Investigaciones recientes han sugerido que existiría una fuerte asociación inversa entre la fuerza de cuádriceps, la movilidad y la morbilidad en una población con envejecimiento normal (2). Esta relación se está volviendo cada vez mas importante porque la población del mundo envejece y, para 2050, la esperanza de vida promedio se podría extender otros diez años (3) lo que plantea un desafío futuro significativo para los médicos y para los recursos vinculados al cuidado de los ancianos (4).

La edad también se asocia con una reducción significativa en la masa muscular (1, 2). Además, la pérdida de masa muscular relacionada con la edad se asocia con la diminución en la fuerza y en la potencia muscular asociada con la edad, lo que produce una disminución en la capacidad de realizar actividades de la vida diaria (5, 6, 7). Por ejemplo, Stephen y Jansen (8) informaron que el mantenimiento de la fuerza muscular en la edad avanzada puede favorecer la reducción de factores de riesgo de sufrir enfermedades cardiovasculares que se producen con la edad. Por otra parte, otros investigadores han sugerido que la pérdida de masa muscular con la edad aumenta el riesgo de padecer numerosas condiciones crónicas como la diabetes y la dislipidemia (5, 7, 9). En conjunto, las investigaciones previas sugieren la importancia de mantener la masa, fuerza y potencia muscular en la edad avanzada. La cantidad de adultos de edad avanzada que participan en ciclismo de ruta, como ciclistas competitivos o aficionados está creciendo a gran velocidad en Australia e internacionalmente (10, 11). A pesar del aumento en la participación en el ciclismo de ruta, no se conoce con detalle la efectividad del ciclismo de resistencia para conservar la masa, fuerza y potencia muscular en ciclistas de ruta máster en comparación con adultos sedentarios de edades similares.

Una investigación previa (12) demostró que ciclistas de ruta más jóvenes poseen una masa del músculo del muslo mayor que la de individuos de edad similar normalmente activos. Estos resultados sugieren que en ciclistas de ruta más jóvenes el ciclismo de ruta podría producir aumentos en la masa muscular y por lo tanto en la fuerza. (12). Sin embargo, en estudios cruzados donde se compararon corredores de resistencia máster (n=15, 79,0±9,0 años) y varones sedentarios adultos de edad y masa corporal similares (76,0±9,0 años), no se observaron diferencias significativas en la masa, fuerza y potencia del músculo del muslo, entre estos dos grupos (13, 14).

En contraste, otros estudios sugirieron que los corredores y nadadores de resistencia máster presentan mayor fuerza y masa muscular en comparación con sujetos sedentarios de edad similar del grupo control (15, 16, 17). Por ejemplo, Zampieri et al. (17), aunque no informaron la influencia de entrenamiento de la fuerza adicional, observaron que varones deportistas senior (70,2±5,2 años) que participaban habitualmente en actividad deportiva de competición, presentaban una mayor fuerza isométrica máxima en los muslos y mayor masa muscular que los sujetos del grupo control formado por sujetos sanos pero desentrenados. Hasta la fecha ningún estudio ha examinado el efecto que podría tener el ciclismo de ruta competitivo sobre la masa, la potencia y la fuerza muscular de ciclistas de ruta máster en comparación con adultos sedentarios de edad y masa muscular similares. Por consiguiente, el propósito de esta investigación fue comparar las diferencias en el volumen del músculo del muslo, la fuerza muscular y potencia muscular entre ciclistas de ruta máster y adultos sedentarios de edad similar.

MATERIAL Y MÉTODO

Diez ciclistas de ruta máster (57,8 ±6,1 años) y 10 varones sedentarios (54,3 ±3,7 años) de edad y masa muscular similares participaron voluntariamente en este estudio. Los ciclistas de ruta máster eran miembros del Club de Ciclismo *Waratahs Masters* que entrenan regularmente (120 km por semana) y compiten mensualmente en carreras de ciclismo de ruta. Los varones sedentarios podían ser incluidos en el grupo control si no habían participado en ningún deporte organizado o competitivo y eran excluidos si habían realizado alguna experiencia previa de entrenamiento de la fuerza o si reportaban haber realizado más de 150 minutos por semana de actividad física tal como lo establece el nivel 2 del sistema de evaluación previa al ejercicio de adultos; *Ejercicio y Ciencia Deportiva de Australia/ Medicina Deportiva de Australia* (18). Con la misma herramienta de evaluación se estudió a los participantes para descartar cualquier problema de salud o lesión que pudiera limitar la participación (18). Los participantes recibieron una hoja escrita en lenguaje claro con la información sobre los riesgos y beneficios asociados con la participación en la investigación y luego firmaron un formulario de consentimiento informado. El proyecto fue aceptado por el Comité de Ética de Investigación con seres Humanos de la Universidad CQU.

Luego de que los participantes arribaran a la sesión de evaluación, un antropometrista especializado realizó la medición de

las variables antropométricas (talla, masa corporal y perímetro del muslo) siguiendo los protocolos de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cinantropometría (ISAK) (19). Para el pesaje (kg) que se realizó en una balanza de peso previamente calibrada (*Seca modelo 803, GMBH, Hamburgo*) los participantes vistieron una mínima cantidad de prendas. La talla (centímetros) se determinó mediante un estadiómetro portátil (*Seca modelo 213, GMBH, Hamburgo*). El perímetro en la parte media del muslo (centímetros) se determinó con una cinta de acero flexible (*Lufkin el W606PM Apex Tool Group, Nueva York*).

El volumen del músculo del muslo se determinó midiendo el perímetro en la parte media del muslo, la edad y masa corporal siguiendo el método descripto previamente por Chen et al, (20) y utilizando la siguiente fórmula:

Volumen del músculo (cm^3) =5226,3 – 52,5 x Edad (años) – 955,7 x género (donde varón=l y mujer =2) + 55,9 x peso corporal (kg) + 60,0 x perímetro del muslo (centímetros).

Este método ha sido validado en adultos de edad avanzada contra el método de imágenes de resonancia magnética (r^2 = 0,755, p<0,001; Error estándar de la Estimación = 581,6 cm^3) (20).

La fuerza y potencia dinámicas relativas de la pierna se determinaron con una unidad *Myotest*™ (*MYOTEST Inc. Durango, CO*). El *Myotest* es un acelerómetro liviano (<200g) comercial, tri-axial que se ha demostrado que aporta medidas válidas y confiables de la fuerza y potencia de la parte inferior del cuerpo (21, 22, 23, 24). Siguiendo las recomendaciones del fabricante y los protocolos estandarizados, la unidad Myotest fue asegurada con un cinturón al aspecto superior de la cresta iliaca (23, 24). Los participantes realizaron una entrada en calor estandarizada que consistió en cinco minutos de ejercicio aeróbico de intensidad baja (trote) seguido por una serie de ejercicios para la estabilidad del tronco (una serie de abdominales, 20 repeticiones), antes de realizar una entrada en calor específica con saltos desde sentadillas (dos series de cinco repeticiones) seguida por un descanso pasivo de cinco minutos donde los participantes permanecieron sentados. Luego del protocolo de salto de contramovimiento (CMJ) con el dispositivo Myotest, se realizaron cinco CMJ máximos separados por cinco minutos de descanso pasivo sentados. La unidad Myotest grabó la fuerza dinámica relativa ($N.kg^{-1}$), potencia dinámica relativa ($W.kg^{-1}$), altura del salto (centímetros) y velocidad de despegue ($m.s^{-1}$) de cada participante. En el análisis posterior de los datos se consideró el mayor valor de las cinco pruebas.

Después de un descanso pasivo de cinco minutos adicional, se midió la fuerza isométrica máxima de piernas del participante (kg) con un dinamómetro de pierna y espalda (*Takei, Niigata-City, Japón*) (Figura 1). El participante debía sostener la barra con ambas manos en el centro, con ambas palmas hacia abajo, de modo que la barra descansara por encima de la rótula, además se solicitó a los participantes que mantuvieran la espalda recta, la cabeza derecha y el pecho abierto. Los participantes debían flexionar las rodillas en un ángulo de 130 a 140 grados (25) y luego se los instruyó para que comenzaran a aplicar la fuerza al dinamómetro intentando extender las rodillas despacio mientras tiraban de la barra (25, 26). Para el análisis posterior de los datos se utilizó el mejor de 3 ensayos (kg).

Los datos se presentan en forma de media y desviación estándar (X±SD). Las diferencias entre los grupos se determinaron por medio del Test *t* de muestras independientes. La significancia estadística se fijó en un nivel de alfa de p <0,05. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el software SPSS Versión 20 (*IBM Corp, Nueva York*).

Figura 1. *Participante del grupo de ciclistas de ruta realizando el test de fuerza isométrica máxima de piernas.*

RESULTADOS

En la Tabla 1 se presentan los datos demográficos, las mediciones antropométricas y las mediciones de rendimiento funcional. No se observaron diferencias significativas entre los varones de edad avanzada sedentarios y los ciclistas de ruta máster en índice de masa corporal, fuerza dinámica relativa, potencia dinámica relativa, velocidad de salto, altura del salto, fuerza isométrica absoluta, fuerza isométrica relativa o volumen del músculo del muslo ($p > 0,05$).

Parámetros	Grupo control de sujetos sedentarios (n=10) (media±SD)	Grupo de Ciclistas de ruta (n=10) (media±SD)	Valor p
Edad (años)	54,3±3,7	57,8±6,2	0,14
Talla (metros)	1,73±0,5	1,76±0,6	0,24
Masa corporal (kg)	83,1±9,5	84,0±6,7	0,81
Índice de masa corporal (kg.m²)	27,6±2,7	27,0±2,1	0,60
Perímetro del muslo (cm)	53,8±2,9	56,3±3,4	0,94
Fuerza dinámica relativa (N.kg-¹)	19,1±2,0	22,6±5,3	0,68
Potencia dinámica relativa (W.kg-¹)	28,6±6,6	32,5±8,7	0,27
Velocidad de despegue (m.s-¹)	168,5±60,8	189,3±29,2	0,34
Altura de salto (cm)	27,6±4,4	23,8±3,8	0,59
Fuerza isométrica absoluta de pierna (kg)	143,2±20,9	132,9±21,2	0,28
Fuerza isométrica relativa de pierna (kg.kg-¹)	1,7±0,5	1,5 ±0,2	0,27
Volumen del musculo del muslo (cm³)	8007,4±651,6	8052,9±505,7	0,86

Tabla 1. *Características demográficas, antropométricas y de las extremidades inferiores de los participantes.*

DISCUSION

El propósito de la presente investigación fue comparar las diferencias en el volumen del músculo del muslo, la fuerza y la potencia muscular entre ciclistas de ruta master y varones sedentarios, con una edad y masa corporal similar. Los resultados del estudio presente sugieren que no existe ninguna diferencia significativa en la fuerza dinámica relativa, la potencia dinámica relativa, la velocidad de despegue y altura del salto entre los varones sedentarios y los ciclistas de ruta master de edad avanzada. Además, los resultados obtenidos sugieren que no existen diferencias significativas entre los grupos en la fuerza relativa de piernas, la fuerza absoluta de piernas ni en el volumen del muslo estimado.

La ausencia de diferencias significativas que observamos entre los grupos en la fuerza isométrica coincide con lo observado en estudios previos en los cuales se analizó la fuerza muscular en atletas de categoría master y sujetos sedentarios controles (13, 14, 25). Por ejemplo, Harridge et al. (13) y Tarpenning et al. (14) no observaron diferencias significativas en la fuerza isométrica absoluta o en la fuerza isosinética absoluta del muslo medidas mediante extensometría y dinamometría, entre corredores de fondo de categoría master (n=15, 79,0±9,0 años) (n=62, rango de edad 43-69 años) y sujetos sedentarios controles de edad similar (n=18, 76,0±9,0 años) (n=33, rango de edad 43-69 años). De manera similar, un estudio previo realizado por Klitgaard et al. (25) no observó ninguna diferencia significativa en la fuerza isométrica absoluta del músculo del muslo entre nadadores de categoría master (n=6, 69±1,9 años) y un grupo control de sujetos sedentarios de edad similar (n=8, 68,0±0,5 años). Por otra parte, Marcell et al. (27) en un estudio longitudinal, determinaron la fuerza isométrica absoluta de extensión de rodilla en corredores máster de sexo masculino (n=59, 58,6 ± 7,3 años) y femenino (n=35, 57,1±8,2 años).

Los autores informaron que, a pesar de mantener un volumen alto de entrenamiento de resistencia, la fuerza del músculo se perdía a una velocidad de 5% por año. Los resultados del estudio actual demuestran una tendencia similar a la observada en estos estudios que sugieren que el entrenamiento de resistencia podría no aumentar la fuerza isométrica absoluta del muslo en atletas de resistencia de categoría máster.

En el estudio actual no se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa en la fuerza isométrica relativa del muslo entre los ciclistas de ruta master y los varones sedentarios con similar edad y masa corporal. Investigaciones anteriores (15, 16, 17) habían sugerido que la fuerza isométrica relativa de los atletas máster entrenados en resistencia era mayor a la de los sujetos sedentarios del grupo control. Por ejemplo, Zampieri et al. (17) informaron recientemente que la fuerza isométrica relativa de los extensores de la rodilla de varones deportistas senior (n=15, 70,2±2,0 años) que habían realizado deporte de manera permanente durante más de tres días por semana, era significativamente mayor que la de los sujetos controles saludables pero sedentarios de la misma edad (n=9, 71,5±3,0 años). En un estudio previo, Alway et al. (15) informaron que corredores, nadadores y ciclistas de edad avanzada entrenados en resistencia (n=6, 62,0±1,0 años) que no habían realizado ningún tipo de entrenamiento de la fuerza durante los últimos diez años, presentaban una fuerza

isométrica relativa mayor, pero una menor fuerza isométrica absoluta y un menor volumen muscular que los varones sedentarios de la misma edad (n=6, 63,0±1,0 años). En un estudio más reciente, McCrory et al. (16) observaron que la fuerza isométrica relativa del muslo era mayor en varones y mujeres corredores, nadadores y ciclistas entrenados en resistencia de categoría master (n=95, 72,6±6,5 años) que en los controles sedentarios de la misma edad. Sin embargo, los resultados del estudio actual sugieren que el ciclismo de ruta competitivo no reduce la disminución relacionada con la edad en la fuerza isométrica relativa. Los ciclistas de ruta máster no presentaron una fuerza isométrica relativa del muslo significativamente mayor que la de los varones sedentarios con igual edad y masa corporal. Alway et al (15) y Zampieri et al (17) en sus estudios, observaron que los atletas máster entrenados en resistencia que presentaban una fuerza isométrica relativa mayor también presentaban una cantidad de masa muscular magra significativamente mayor. Así, podría plantearse, que el mantenimiento de la fuerza isométrica relativa refleja una conservación en la masa muscular. Sin embargo no se observó ninguna diferencia significativa, en el volumen del muslo estimado entre los dos grupos lo que también podría explicar por qué nosotros no observamos una diferencia significativa en la fuerza isométrica relativa del muslo.

En conjunto, estos resultados sugieren que los ciclistas de ruta máster de competición pueden perder fuerza isométrica relativa y volumen muscular del muslo en la misma proporción que sus pares sedentarios de edad similar.

Los estudios mencionados previamente (13, 14, 16, 17, 25, 27) poseen varias limitaciones. Primero, es posible que los atletas máster de estos estudios hayan realizado entrenamiento de la fuerza simultáneamente porque no se aclaró que se hubiera utilizado como criterio para seleccionar a los participantes en los estudios. Por lo tanto, es difícil identificar si la mayor fuerza relativa del muslo era el resultado del entrenamiento de la resistencia o del entrenamiento de la fuerza simultáneo que podrían haber realizado los atletas máster en estos estudios. Por tal motivo, nosotros controlamos deliberadamente el entrenamiento de la fuerza para eliminar cualquier influencia que esto pudiera haber tenido, no sólo sobre las mediciones de fuerza del muslo si no que sobre todas las otras variables de rendimiento.

En segundo lugar, otros estudios previos (13, 14, 16, 17, 25, 27) utilizaron mediciones de laboratorio aisladas de la fuerza del muslo (una sola articulación), En contraste, nosotros usamos un dinamómetro de pierna/espalda portátil que al evaluar la fuerza de la pierna no puede aislar el grupo de músculos extensores de la rodilla. Así los resultados obtenidos de nuestras mediciones de fuerza de extensión de rodilla incluyen la contribución de otros grupos musculares como los extensores de la cadera y los flexores plantares y esto podría explicar por qué nosotros no pudimos encontrar una diferencia significativa en la fuerza isométrica relativa o en la fuerza isométrica absoluta del muslo.

Otro resultado importante del estudio presente fue que no observamos ninguna diferencia significativa en la potencia relativa de piernas entre ciclistas de ruta máster y el grupo de participantes sedentarios de igual edad y masa corporal. La mayoría de las investigaciones previas que compararon las medidas de rendimiento en atletas de resistencia máster y adultos sedentarios de edad avanzada se han concentrado en la medición del área transversal y la fuerza muscular del muslo (14, 16, 26) y sólo un estudio efectuó la comparación de potencia muscular entre atletas máster y sujetos sedentarios con igual edad y masa corporal (27). Sundstrup et al. (28) realizaron una investigación con varones de edad avanzada (n=75, 69,6±1,5 años) que toda la vida habían realizado entrenamiento de fútbol americano y observaron un índice de fuerza significativamente mayor que el de los varones sedentarios de edad y masa corporal similar pertenecientes al grupo control. Además de estos resultados, otros investigadores (29, 30) han sugerido que el ejercicio vigoroso en la edad avanzada podría prevenir la denervación de unidades motoras. Por ejemplo, Power et al, (29) compararon el número de unidades motoras de los corredores de resistencia máster (n=9, 65,0±1,0 años) de adultos sedentarios de la misma edad. Los investigadores concluyeron que los corredores máster tenían una cantidad de unidades motoras significativamente mas alta en los miembros inferiores entrenados que los sujetos controles sedentarios de la misma edad. Sin embargo, los resultados del estudio presente sugieren que el ciclismo de resistencia no influye en la potencia de las piernas. Podría ser que el entrenamiento de ciclismo de resistencia regularmente no contempla las contracciones musculares explosivas rápidas necesarias para el estímulo de las unidades motoras de contracción rápida, y por lo tanto no podría aportar un estímulo lo suficientemente alto para las unidades motoras de tipo II de alto umbral necesarias para mantener la potencia muscular (31). El mantenimiento de la potencia muscular a medida que la edad avanza en los ciclistas de ruta máster tiene importantes implicaciones para la salud dado que está ampliamente documentado que la pérdida de la potencia muscular relacionada con la edad es un factor de riesgo para la pérdida de movilidad, independencia y calidad de vida (31, 32, 33).

Reconocemos que estudio presente tiene varias limitaciones. En primer lugar, nosotros sólo estimamos el volumen del músculo del muslo con un método válido y confiable de Chen et al. (20). La medición directa de masa muscular o área transversal muscular con imágenes de resonancia magnética o tomografía computada podría haber revelado resultados diferentes. El uso de las ecuaciones de Chen et al. (20) se basa en mediciones antropométricas limitadas (talla, masa, edad y circunferencia de muslo) y por lo tanto tiene un gran valor para ser utilizada en el campo o en instalaciones médicas. Así, a pesar de ser una medición validada del volumen del músculo del muslo en los individuos sedentarios de edad avanzada, los resultados presentes no son tan exactos como las mediciones más sensibles de área transversal muscular. Por otra

parte, esta ecuación sólo ha sido validada en adultos sedentarios, de edad avanzada y no en atletas máster y además no diferencia entre la masa muscular grasa y la masa magra. Sin embargo, en el estudio presente, por la ausencia de equipo de laboratorio y la necesidad de realizar el estudio a campo, el método de Chen et al. (20) permitió efectuar la comparación del volumen muscular del muslo entre los ciclistas de ruta máster y los varones sedentarios de similar edad y masa corporal del grupo control. Una segunda limitación de nuestro estudio es su naturaleza transversal.

Por ello, no podemos hacer inferencias acerca de los cambios longitudinales, relacionados con la edad en cualquier variable de los atletas máster y de los controles sedentarios. Finalmente, reconocemos que el tamaño de la muestra usado en el estudio actual fue relativamente pequeño. A pesar de estas limitaciones, la importancia del estudio actual es que incluyó mediciones realizadas en el campo que pueden ser repetidas por profesionales como los entrenadores de fuerza y acondicionamiento y por los profesionales del ejercicio que normalmente trabajan con atletas master y con adultos sedentarios, de edad avanzada en el campo. Secundariamente, a diferencia de los estudios anteriores, nosotros realizamos el control de la inclusión de sujetos que hubieran realizado entrenamiento de la fuerza, lo que reduce la probabilidad de que la diferencia en la fuerza y potencia muscular del muslo pudiera ser atribuida al entrenamiento de la fuerza y no al entrenamiento de resistencia exclusivamente.

CONCLUSIONES

Los resultados presentes sugieren que los ciclistas de ruta máster no presentan valores mayores de fuerza isométrica absoluta o relativa, potencia de piernas o volumen muscular del muslo que los sujetos controles sedentarios de la misma edad. Por lo tanto, parecería que el entrenamiento de ciclismo de resistencia por si solo, normalmente no previene las disminuciones asociadas con la edad que se observan en la fuerza isométrica de la rodilla, en la potencia de piernas o en la masa muscular en las poblaciones sedentarias de edad avanzada.

REFERENCIAS

1. Doherty T. J. (2003). Invited review: Aging and sarcopenia. *J. Appl. Physiol. 95:1717-1727.*
2. Ju C., Chen R. (2015). Factors Associated with Impairment of Quadriceps Muscle Function in Chinese Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *PloS One 9: e85167.*
3. Lunenfeld B and Stratton P. (2013). The clinical consequences of an ageing world and preventive strategies. *Best. Pract. Res. CL OB. 27:653-659.*
4. Parker M.G. and Thorslund M. (2007). Health trends in the elderly population: getting better and getting worse. *Gerontologist. 57:150-158.*
5. Liu C.J. and Latham N.K. (2009). Progressive resistance strength training for improving physical function in older adults. *Cochrane Database Syst. Rev. 3.*
6. Crane J.D., MacNeil L.G., Tamopolsky M., A. (2013). Long-term Aerobic Exercise Is Associated With Greater Muscle Strength Throughout the Life Span. *J. Gerontol. A. Bio. Sci. Med. Sci. 68:631-638.*
7. Mithal A., Bonjour J.P., Boonen S., Burckhardt P., Degens H., and Fuleihan G., E. (2013). Impact of nutrition on muscle mass, strength, and performance in older adults. *Osteoporosis Int. 25:1555-1566.*
8. Stephen, W., C., Janssen, I. (2009). Sarcopenic-obesity and cardiovascular disease risk in the elderly. *J. Nutr. Health Aging, 13:460-466.*
9. Baek S.J., Nam G. E., Han K. D., Choi S. W., Jung S.W., Bo A.R, Kim, Y.H., Lee K.S., Han B.D, Kim D.H. (2014). Sarcopenia and sarcopenic obesity and their association with dyslipidemia in Korean elderly men: The 2008-2010 Korea National Health and Nutrition Examination Survey. *J. Endocrinol. Invest. 37:247-60.*
10. Appleby K.M., Dieffenbach K., Peterson T. (2012). Demographic characteristics and motivational patterns of masters level competitive cyclists. *Athl. Insight. 4: 199-203.*
11. Australian Cycling Federation, [internet] Annual Report (2011). cited 1st December 2014. *Available from: https://secure.ausport.gov.au/__data/assets/pdf_file/0009/542466/CA_AnnualReport_ 2011.pdf*
12. Hug F., Marqueste T., Le Fur Y., Cozzone P.J, Grelot L., Bendahan D. (2006). Selective training-induced thigh muscles hypertrophy in professional road cyclists. *Eur. J. Appl. Physiol. 97: 591-597.*
13. Harridge S., Magnusson G. and Saltin B. (1997). Life-long endurance-trained elderly men have high aerobic power, but have similar muscle strength to non-active elde rly men. *Aging 9: 80*
14. Tarpenning K.M., Hawkins S.A., Marcell T.J. and Wiswell R.A. (2006). Endurance exercise and leg strength in older women. *J. Aging. Phys. Act. 15:3-11.*
15. Alway S.E., Coggan A.R., Sproul M.S., Abduljalil A.M. and Robitaille P.M. (1996). Muscle torque in young and older untrained and endurance-trained men. *J. Gerontol. A. Bio. Sci. Med. Sci. 51: B195-B201.*

16. McCrory J.L., Salacinski A.J., Hunt S.E. and Greenspan S.L. (2009). Thigh muscle strength in senior athletes and healthy controls. *J. Strength. Cond. Res. 23:2530-2536.*
17. Zampieri S., Pietrangelo L., Loefler S., Fruhmann H., Vogelauer M. and Burggraf S. (2014). Lifelong Physical Exercise Delays Age-Associated Skeletal Muscle Decline. *J. Gerontol. A. Bio. Sci. Med. Sci. 69:23-28.*
18. Norton K. (2005). Sports Medicine Australia pre-exercise screening system. *Sports Medicine Australia (SMA).*
19. Marfell-Jones M.J., Stewart A. and de Ridder J. (2012). International standards for anthropometric assessment. .
20. Chen B.B., Shih T.T., Hsu C.Y., Yu C.W., Wei S.Y., Chen C.Y. and Wu C.H. (2011). Thigh muscle volume predicted by anthropometric measurements and correlated with physical function in the older adults. *J. Nutr. Health Aging. 15:533-538.*
21. Bampouras T.M., Relph N.S., Orme D. and Esformes J.I. (2013). Validity and reliability of the Myotest Pro wireless accelerometer in squat jumps. *Isokinet. Exerc. Sci. 21: 101-105.*
22. Bubanj S., Stankovic R., Bubanj R., Bojic I., Dindic B., Dimic A. (2010). Reliability of myotest tested by a countermovement jump. *Acta Kinesiologica. 4:46-48.*
23. Castagna C., Ganzetti M. ,Ditroilo M., Giovanneli M., Rocchetti A., Manzi V. (2013). Concurrent Validity of Vertical Jump Performance Assessment Systems. *J. Strength Cond. Res. 27: 761-768.*
24. Casartelli N., Miiller R. and Maffiuletti N.A. (2010). Validity and reliability of the myotest accelerometric system for the assessment of vertical jump height. *J. Strength Cond. Res. 25: 3186-3193.*
25. Heyward V.H. (2000). Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription (4th ed). *Champaign,IL: Human Kinetics..*
26. Leelarthaepin B. (1992). Assessment of Physical Fitness. *Sydney: Leelar Biomediscience services.*
27. Marcell T.J., Hawkins S.A. and Wi swell R.A. (2015). Leg strength declines with advancing age despite habitual endurance exercise in active older adults. *J. Strength Cond. Res. 28:505-513.*
28. Sundstrup E., Jakobsen M.D., Andersen J., Randers M.B., Petersen J., Suetta C. and Aagaard P. (2010). Muscle function and postural balance in lifelong trained male footballers compared with sedentary elderly men and youngsters. *Scan. J. Med. Sci. Sports. 20:90-97.*
29. Power G.A., Dalton B.H., Behm D.G., Vandervoort A.A., Doherty T.J. and Rice C.L. (2010). Motor unit number estimates in masters runners: use it or lose it. *Med. Sci. Sports Exerc.52:1655-1650.*
30. Power G.A., Dalton B.H., Behm D.G., Vandervoort A.A., Doherty T.J. and Rice C.L. (2012). Motor unit survival is muscle dependant. *Med. Sci. Sports Exerc.44:1235-1242.*
31. Reid K.F. and Fielding R.A. (2012). Skeletal muscle power: a critical determinant of physical functioning in older adults. *Exerc. Sport. Sci. Rev.50:5-12.*
32. Deschenes M. (2011). Motor unit and neuromuscular junction remodeling with aging. *Curr. Aging. Sci. 5:209-220*
33. Bean J.F., Kiely D.K., LaRose S., Goldstein R., Frontera W.R. and Leveille S.G. (2010). Are changes in leg power responsible for clinically meaningful improvements in mobility in older adults? J. *Am. Geriatr. Soc. 58: 2363-2368.*

Cita Original

Luke Del Vecchio, Robert Stanton, Nattai Borges, Campbell Macgregor, Marko T. Korhonen and Peter Reaburn Lower limb muscular strength and power characteristics of masters road cyclists and age-matched sedentary adults