



FUERZA Y ACTIVIDAD MUSCULAR DURANTE LA ACTIVIDAD DE TRACCIÓN CON Y SIN EL USO DE UN CARRO

Nívia Cecília Kruta de Araújo ¹

Catarina de Oliveira Sousa ²

Tatiana de Oliveira Sato ^{3*}

Abstracto

Los recolectores de material reciclable realizan actividades manuales de manejo de materiales utilizando bolsas de nylon. En las cooperativas, estas bolsas se arrastran por el suelo; Sin embargo, esta actividad ha sido sustituida por los carros para facilitar la actividad, mejorar la logística, aumentar la vida útil de las bolsas y reducir las molestias musculoesqueléticas. Sin embargo, no hay evidencia de que el uso de carritos pueda traer beneficios a esta actividad. Por lo tanto, comparamos la fuerza de tracción y la actividad muscular de la extremidad superior durante la manipulación manual con y sin la ayuda de un carro. Quince trabajadores tiraron de sacos de plástico (20 kg), cartón (30 kg) y aluminio (40 kg), con y sin el uso de carro. La fuerza de tracción fue mayor cuando el saco se manipuló manualmente y aumentó de acuerdo con la masa del saco; No se encontraron diferencias entre las masas con el uso de la carreta. La actividad muscular fue mayor para el carro y con tendencia a aumentar la activación a medida que aumenta la masa. Así, notamos que el uso del carro reducía la fuerza de tracción y aumentaba la activación de los músculos de las extremidades superiores.

Palabras clave: Recolectores de materiales reciclables; Electromiografía; Fuerza; Manejo manual de materiales.

1. INTRODUÇÃO

El aumento de la producción de residuos pone de manifiesto la importancia del reciclaje de materiales en todo el mundo. En los países en desarrollo, el reciclaje también es una importante fuente de ingresos para los trabajadores no calificados (Medina, 2000; Miglioransa et al., 2003; Asim et al., 2012). La preocupación por la producción de residuos ha llevado a los gobiernos de muchos países de América Latina y Asia a crear políticas públicas que alienten a los recicladores a organizarse en un trabajo cooperativo (Medina, 2000; Carmo y Oliveira, 2010; Cockell et al., 2004).

Algunos estudios han identificado riesgos y condiciones de trabajo inadecuadas entre los recicladores (Carmo y Oliveira, 2010; Cockell et al., 2004; Porto et al., 2004; Alencar et al.,

¹ Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal do Piauí - UFPI.

² Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

³ Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. * tatisato@ufscar.br



2009; Castilhos Júnior et al., 2013; Gutberlet et al., 2013; Auler et al., 2014; Souza et al., 2014; Engkvist, 2010; Engkvist et al., 2011). Estos trabajadores están expuestos a factores de riesgo físicos, químicos, biológicos y ergonómicos y se han visto muy afectados por trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo. En Brasil, los trabajadores recicladores cooperados son responsables de recolectar, clasificar y vender los materiales reciclables (Guardebassio et al., 2014). Muchas de estas actividades implican la manipulación manual de materiales, como tirar de bolsas de nailon llenas de materiales reciclables.

La actividad de tirar y empujar ha sido ampliamente estudiada y aún no es concluyente qué actividad presenta un mayor esfuerzo (Garg et al., 2014). Sin embargo, se ha verificado una fuerte relación entre las fuerzas de empuje y tracción y las quejas del hombro (Hoozemans et al., 2002). El tirón se caracteriza por el ejercicio de la fuerza de la mano en dirección horizontal hacia el cuerpo con diferentes componentes verticales, dependiendo de la altura vertical de las manos durante el tirón (Garg et al., 2014). La actividad se puede realizar caminando hacia adelante con el elemento detrás del cuerpo (Laursen y Schibye, 2002; Harris-Adamson et al., 2016) o al caminar hacia atrás con el objeto delante del cuerpo (Tiwari et al., 2010; Lin et al., 2013; McDonald et al., 2012; Yu et al., 2018), utilizando uno (Laursen y Schibye, 2002; Harris-Adamson et al., 2016; Lin et al., 2013; Yu et al., 2018) o dos manos (Bennett et al., 2008, Tiwari et al., 2010). Cada técnica de tracción tiene un perfil de activación muscular individualista, lo que sugiere que los trabajadores pueden variar el método de tracción a lo largo del turno de trabajo para evitar lesiones musculoesqueléticas acumulativas (Bennett et al., 2011).

Una forma frecuente adoptada por los trabajadores de los recicladores de tirar de las bolsas hacia adelante es con la bolsa detrás de su cuerpo. En general, los trabajadores tiran de la bolsa con una mano, con el codo y el hombro completamente extendidos, el antebrazo pronado y el tronco torcido. Una posición similar de tracción se ha estudiado en otros entornos de trabajo (Laursen y Schibye, 2002; Harris-Adamson et al., 2016; Bennett et al., 2011); y se consideró favorable en cuanto a la actividad muscular de las extremidades superiores, la fuerza de compresión lumbar y las fuerzas de cizallamiento antero-posteriores en comparación con el empuje con las dos manos (Harris-Adamson et al., 2016). Las variaciones en la superficie, la velocidad y la carga causan diferencias en los pares del hombro, que son proporcionales a la velocidad y la magnitud de la carga arrastrada (Laursen y Schibye, 2002).

En algunas cooperativas brasileñas estas bolsas son arrastradas por el suelo; Sin embargo, esta tarea ha sido progresivamente sustituida por carros con el fin de facilitar la actividad, mejorar las operaciones logísticas, aumentar la vida útil de las bolsas y reducir las molestias musculoesqueléticas. Algunos estudios señalan que la actividad muscular y las



fuerzas requeridas para empujar/tirar dependen de la nivelación del piso, el modo de manejo, la fricción, el diámetro del neumático, el tipo de carro, el peso del carro, el mantenimiento adecuado del neumático y del piso, y la postura del tronco (Garg et al., 2014; Glitsch et al., 2007; Argubi-Wollesen et al., 2017). No fue posible encontrar estudios que evaluaran los requisitos biomecánicos de la manipulación de materiales reciclables en dos condiciones, con y sin la ayuda del carro, utilizando mediciones objetivas de la fuerza de tracción y la electromiografía de superficie. Además, es importante estudiar cómo las nuevas herramientas y técnicas afectan al esfuerzo del trabajador para garantizar un entorno de trabajo más seguro.

Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue comparar la fuerza de tracción y la actividad muscular de las extremidades superiores durante una actividad de manipulación manual de materiales con y sin la ayuda de un carro. La hipótesis del estudio es que el uso del carro disminuirá las fuerzas de tracción y la actividad muscular de las extremidades superiores. Además, se espera que el aumento de la masa de los sacos aumente la fuerza de tracción y la actividad muscular en ambas condiciones de manejo de materiales.

2. MÉTODOS

2.1. Diseño del estudio y participantes

Este estudio se llevó a cabo en una cooperativa de reciclaje ubicada en una ciudad de tamaño medio en el interior del estado de São Paulo, Brasil. En esta cooperativa, la clasificación y el manejo de materiales dentro del lugar de trabajo era realizado exclusivamente por mujeres. Por lo tanto, la población de este estudio estuvo compuesta únicamente por las mujeres coleccionistas. Al momento de la recolección de datos había 29 recolectores en esta cooperativa, siendo 19 mujeres en el sector de clasificación, siete hombres recolectando los materiales en las calles y tres mujeres en la oficina de administración.

Los criterios de inclusión fueron: 1. ser mujer que trabaje en el sector de la clasificación; 2. antigüedad laboral superior a tres meses; 3. No presentar síntomas físicos o enfermedad el día de la evaluación; 4. Y no presentar ninguna enfermedad crónica ni restricción de movilidad. Se invitó a participar a las personas que cumplieron con los criterios y se incluyó a las que aceptaron y firmaron un formulario de consentimiento informado. El proyecto de investigación fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Universidad (Dictamen N° 459.482).

Así, participaron en el estudio quince trabajadores que cumplieron con todos los criterios de inclusión. Todos los participantes tenían dominancia de la mano derecha. La edad



media fue de 37 años (DE=10,8); el índice de masa corporal (IMC) medio fue de 29,9 kg/m² (DE=4,9) y la antigüedad media en el empleo fue de 27,7 meses (DE=21,4).

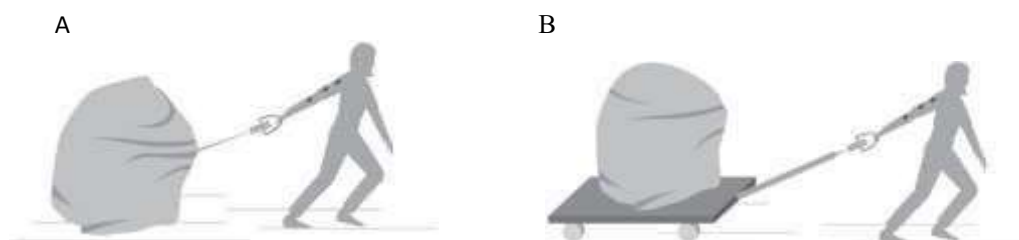
2.2. Equipos

La fuerza máxima de tracción fue registrada por un dinamómetro electrónico de tracción (Kratos, modelo DDK, São Paulo, Brasil) con una precisión de 0,5% y una capacidad máxima de 100 kgf. La actividad muscular se evaluó mediante un sistema electromiográfico de 8 canales (Trigno Wireless System, Delsys Inc., Boston, USA), compuesto por electrodos con 4 barras paralelas, dos barras activas y dos estabilizadores, que renunciaban al uso de electrodo de referencia, tamaño de contacto 5x1mm, contacto material 99,9% (Trigno™ Standard Sensor), con RRMC > 80dB. El módulo de acondicionamiento de señal cuenta con una resolución de 16 bits con una señal de 168 nV/bit, ruido de canal general <0,75 uV y frecuencia de muestreo de 2000 Hz.

2.3. Actividades

La actividad consistió en sacar materiales reciclados acomodados dentro de las bolsas. Se evaluaron dos formas de manipulación: arrastrar la bolsa por el suelo (manual) y tirar de las bolsas mediante carro (carro). Las dimensiones de la bolsa eran de 130x90x90 cm. Las bolsas se llenaron de plástico (20 kg), cartón (30 kg) y aluminio (40 kg). El carro era de metal con una plataforma de madera, de 120x60 cm, con ruedas neumáticas de 14", masa de 29,4 kg y capacidad para 500 kg (Figura 1). El orden de los tipos de actividad fue aleatorio para cada sujeto.

Figura 1. Actividades de tracción: A. Arrastrar la bolsa por el suelo (manual) y B. Tirar de la bolsa con un carro (carrito).



2.4. Procedimientos

La recolección de datos se realizó en el lugar de trabajo. Los voluntarios fueron informados e instruidos sobre los procedimientos. Se les pidió que tiraran de las bolsas durante



10 m a una velocidad natural. Cada actividad se realizó una vez para cada material, sumando seis manipulaciones para cada trabajador. El dinamómetro estaba activado en la correa de la bolsa para la actividad manual y en el asa del carro. La fuerza máxima se normalizó por la masa corporal y se expresó como el porcentaje de la masa corporal.

Se evaluó la actividad eléctrica de los músculos trapecio (superior, medio e inferior), deltoides (medio y posterior), tríceps braquial (cabeza larga y lateral) y extensor de la muñeca. Antes de colocar los electrodos, se afeitó la Bskin y se limpió con alcohol (Luca, 2003). Las ubicaciones de los sensores y las pruebas de contracción voluntaria máxima (MVC) se realizaron de acuerdo con el protocolo SENIAM (Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles) (SENIAM, 2016) para todos los músculos, excepto para el extensor de la muñeca, que no estaba disponible en la página web del SENIAM.

En el caso de los músculos extensores de la muñeca, el sensor se colocó sobre el vientre muscular localizado por palpación durante la MVC con el antebrazo pronado (Akesson et al., 1997). La prueba MVC se realizó con el sujeto sentado, con el codo flexionado a 90° y el antebrazo pronado apoyado sobre una superficie de altura ajustable. La extensión máxima de la muñeca se realizó con una banda inelástica unida a una placa metálica en el suelo (Akesson et al., 1997).

La señal electromiográfica se filtró digitalmente a través de un filtro de paso de banda de 20 a 450 Hz, se rectificó y se calculó el valor máximo RMS (Root Mean Square) mediante un algoritmo de ventana móvil de 150 ms con interposición de 50 ms utilizando el software Matlab (Math Works, Inc., versión 2013a, Massachusetts, USA). La normalización se realizó mediante el promedio de los tres valores máximos de MVC (Mathiassen et al., 1995) y la actividad muscular durante las actividades de manejo se transformó como un porcentaje de la MVC.

2.5. Análisis de datos

Los datos de fuerza de tracción (porcentaje de masa corporal) y el valor RMS máximo normalizado de cada músculo (% MVC) se analizaron con el software SPSS (versión 17.0). El análisis estadístico se realizó utilizando ANOVA de dos vías para mediciones repetidas. Los efectos fijos fueron: actividad (manual x carro) y masa (20, 30 y 40 kg). Las variables dependientes fueron la fuerza de tracción y la actividad eléctrica muscular de cada músculo. Los valores de F, P y el tamaño del efecto (η^2 parcial al cuadrado) se muestran tanto para los efectos principales de cada factor (actividad y masa) como para la interacción entre factores (actividad*masa). Cuando la interacción entre los factores fue significativa, se interpretaron los



efectos simples en lugar de los efectos principales de cada factor. Cuando la interacción fue estadísticamente significativa, se calcularon las diferencias entre las medias (DM), el intervalo de confianza de estas diferencias (IC 95%) y el tamaño del efecto (d de Cohen). El tamaño del efecto $> 0,8$ se consideró grande, $0,5-0,8$ moderado, $0,2-0,5$, pequeño y $<0,2$ pobre³¹. Para todas las comparaciones, el nivel de significancia se fijó en 5%.

3. RESULTADOS

La fuerza de tracción fue mayor cuando la bolsa fue arrastrada por el suelo en comparación con la ayuda del carro, siendo estadísticamente significativa para el cartón (MD=1,02 N/kgf; IC 95%=0,41-1,62; d=5,49) y aluminio (MD=2,25 N/kgf; IC 95%=1,39-3,11; d=10,07). Para el manejo manual, la fuerza máxima aumentó de acuerdo con la masa de la bolsa; y la fuerza fue significativamente mayor para el aluminio en comparación con el plástico (MD=1,72 N/kgf; IC 95%=1,07-2,38; d=0,65) y cartón (MD=1,25 N/kgf; IC 95%=0,96-1,55; d=0,43). Cuando la actividad se realizó con el carrito no se encontraron diferencias entre bolsas de plástico, cartón y aluminio.

Tabla 1. Media y desviación estándar [media (DE)] para la fuerza máxima de tracción (N/kgf) durante la manipulación manual y de carros para plástico (20 kg), cartón (30 kg) y aluminio (40 kg).

Masa	Actividades Tamaño del efecto		Factores	F	P
	Manual	carro			
plástico	15,19 (4,86) ^a	11,31 (6,28)	actividad	18,48	0,001
cartón	22,90 (7,37) ^{b*}	12,53 (7,24) [*]	masa	58,81	<0,001
aluminio	35,71 (9,45) ^{a,b.*}	12,69 (8,26) [*]	Actividad*Misa	42,05	<0,001

Las letras iguales representan diferencias entre masas y * representan diferencias entre actividades.

Los resultados de la activación muscular se muestran en la Tabla 2 (en el apéndice). La activación muscular fue mayor cuando la manipulación del material se realizó con la ayuda del carro, a excepción de la porción superior del trapecio. Para este músculo, el análisis post hoc indicó una diferencia entre las actividades solo para aluminio (P=0,04; MD=7,82; IC 95%=0,29-15,35; d=0,27) con mayor activación en la manipulación manual. Para los otros músculos, las diferencias entre las actividades ocurrieron para todas las masas, excepto para el manejo del aluminio en el trapecio (medio e inferior) y el deltoides posterior.



La diferencia entre las masas solo fue significativa para la manipulación manual del material, con una tendencia significativa de aumento de la activación a medida que aumenta la masa para las tres porciones de trapecio y deltoides posterior. No se identificaron diferencias entre las masas para los otros músculos.

4. DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue comparar la fuerza de tracción y la actividad muscular de las extremidades superiores durante la actividad de tirar de materiales reciclables de forma manual y utilizando un carro. Las hipótesis del estudio fueron que el uso del carro disminuiría la fuerza de tracción y la actividad muscular de las extremidades superiores, y el aumento de la masa de los sacos aumentaría la fuerza de tracción y la actividad muscular en ambas condiciones de manejo de materiales.

Nuestros resultados confirmaron parcialmente las hipótesis, ya que el uso del carro disminuyó la fuerza de tracción para la manipulación de cartón y aluminio. Sin embargo, al usar el carro, la actividad muscular aumentó para todos los músculos, excepto para el trapecio superior. Además de esto, el aumento de la masa provocó un aumento en la fuerza de tracción y la actividad de las tres porciones del trapecio y el deltoides posterior, solo para el manejo manual.

Se esperaba que la fuerza de tracción disminuyera al usar el carro, y este resultado también fue encontrado por Schibye et al. (2001), evaluando las fuerzas de tracción cuando los recolectores de residuos manejan bolsas de 25 a 50 kg. Sin embargo, no esperábamos que la activación muscular fuera mayor al usar el carrito. Algunos factores pueden haber contribuido al aumento de la actividad muscular en el manejo del carro. La varilla utilizada para tirar del carro hace que el trabajador esté lejos de él, desplazando el centro de gravedad del sistema del operador del carro, posiblemente requiriendo una mayor estabilización de la articulación para evitar movimientos no deseados y mantener el camino recto.

Además, dependiendo de la dirección de la aplicación de la fuerza, el carro podría moverse lateralmente. Entonces, podemos suponer que los músculos del hombro, especialmente las porciones media e inferior del trapecio, aumentaron su activación para estabilizar la escápula (Mottram, 1997) y evitar el desplazamiento lateral del carro. Una explicación adicional para este hallazgo puede estar relacionada con una mayor fuerza de desgaste en el manejo manual, que requiere menos actividad muscular para estabilizar la carga.



Otra hipótesis de este estudio fue que el aumento de la masa aumentaría la fuerza de tracción y la actividad muscular. Esta hipótesis también se confirmó parcialmente, ya que para la fuerza de tracción y la actividad muscular de las tres porciones del trapecio y deltoides posterior aumentó significativamente cuando la masa aumentó solo para el manejo manual. Estos hallazgos pueden explicarse por la función principal de estos músculos para tirar de la carga. El deltoides medio y el tríceps braquial no estuvieron muy activos durante la actividad, y su activación no dependió de la masa tirada. Los músculos extensores de la muñeca actúan como estabilizadores de la muñeca y su activación durante la actividad de tracción también fue independiente de la masa.

Los estudios futuros deben considerar la evaluación de la usabilidad del carro y la percepción de los trabajadores sobre el uso del carro para comprender la razón del aumento de la actividad muscular de la parte superior del brazo. También, es posible que los trabajadores utilizaran diferentes estrategias motoras de acuerdo a la estabilidad de la carga. También recomendamos que en futuros estudios se evalúen otros grupos musculares potencialmente implicados en la tarea, como los músculos del tronco y de las extremidades inferiores.

4.1. Limitaciones del estudio

Este estudio tuvo como principal limitación el reducido tamaño de la muestra, sin embargo, todos los sujetos elegibles fueron evaluados. Otro aspecto a considerar es que la muestra está constituida exclusivamente por mujeres, lo que no permite generalizaciones para los trabajadores masculinos. La técnica utilizada por los trabajadores para realizar las actividades también podría influir en nuestros resultados, lo que requiere un enfoque biomecánico más completo.

5. CONCLUSIÓN

El uso del carro para manipular los materiales reciclados redujo la fuerza de tracción, pero aumentó la activación de los músculos de las extremidades superiores. Estos resultados indican que el uso de este dispositivo puede no ser ventajoso para reducir la sobrecarga muscular de la parte superior del brazo. La implementación de carros para tirar de las bolsas requiere un estudio más profundo de las estrategias motoras y los efectos del aumento de la actividad muscular de la parte superior del brazo.

6. SUPORTE FINANCEIRO



O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERENCIAS

- Akesson I, Hansson GÅ, Balogh I, Moritz U, Skerfving S. Quantifying work load in neck, shoulders and wrists in female dentists. *Int Arch Occup Environ Health*. 1997;69(6):461–474. doi:10.1007/s004200050175.
- Alencar MCB, Cardoso CCO, Antunes MC. Condições de trabalho e sintomas relacionados à saúde de catadores de materiais recicláveis em Curitiba. *Rev Ter Ocup Univers São Paulo*. 2009;20(1):36–42. doi:10.11606/issn.2238-6149.v20i1p36-42.
- Argubi-Wollesen A, Wollesen B, Leitner M, Mattes K. Human body mechanics of pushing and pulling: analyzing the factors of task-related strain on the musculoskeletal system. *Safety Health Work*. 2017;11–18. doi:10.1016/j.shaw.2016.07.003.
- Asim M, Batool SA, Chaudhry MN. Scavengers and their role in the recycling of waste in Southwestern Lahore. *Res Conserv Recyc*. 2012;58:152–162. doi:10.1016/j.resconrec.2011.10.013.
- Auler F, Nakashima AT, Cuman RK. Health conditions of recyclable waste pickers. *J Community Health*. 2014;39(1):17–22. doi:10.1007/s10900-013-9734-5.
- Bennett AI, Desai SD, Todd AI, Freeland H. The effects of load and gradient on hand force responses during dynamic pushing and pulling tasks. *Ergonomics SA*. 2008;20:3-15.
- [Bennett AI](#), [Todd AI](#), [Desai SD](#). Pushing and pulling, technique and load effects: an electromyographical study. [Work](#). 2011;38(3):291-299. doi:10.3233/WOR-2011-1132.
- Carmo MS, Oliveira JAP. The semantics of garbage and the organization of the recyclers: implementation challenges for establishing recycling cooperatives in the city of Rio de Janeiro, Brazil. *Res Conserv Recyc*. 2010;54:1261–1268. doi:10.1016/j.resconrec.2010.04.005.
- Castilhos Júnior AB, Ramos NF, Alves CM, Forcellini FA, Graciolli OD. Catadores de materiais recicláveis: análise das condições de trabalho e infraestrutura operacional no Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil. *Cienc Saúde Coletiva*. 2013;18(11):3115–3124. doi:10.1590/S1413- 81232013001100002.



- Cockell FF, Carvalho AMC, Camarotto JA, Bento PEG. A triagem de lixo reciclável: análise ergonômica da atividade. *Rev Bras Saúde Ocup.* 2004;29(110):17–26. doi:10.1590/S0303-76572004000200003.
- Cohen J. The concepts of power analysis. In: Cohen J, editor. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* New Jersey: Academic Press, Inc; 1998. p.1–17.
- Engkvist I-L, Svensson R, Eklund EJ. Reported occupational injuries at Swedish recycling centre- based on official statistics. *Ergonomics.* 2011;54(4): 357–366. doi:10.1080/00140139.2011.556261.
- Engkvist I-L. Work conditions at recycling centers in Sweden - physical and psychosocial work environment. *Appl Ergon.* 2010;41:347–354. doi:10.1016/j.apergo.2009.06.008.
- Garg A, Waters T, Kapellusch J, Karwowski W. Psychophysical basis for maximum pushing and pulling forces: a review and recommendations. *Int J Ind Ergon.* 2014;44: 281–291. doi:10.1016/j.ergon.2012.09.005.
- Glitsch U, Ottersbach HJ, Ellegast R, Schaub K, Franz G, Jäger M. Physical workload of flight attendants when pushing and pulling trolleys aboard aircraft. *Int J Ind Ergon.* 2007;37: 845–854. doi:10.1016/j.ergon.2007.07.004.
- Guardebassio EV, Dias M, Pereira RS, Venturi L. Occupational safety and health in the screening of municipal solid waste in coop Cidade Limpa of Santo André. *Rebrae.* 2014;7(3):263–280. doi: 10.7213/rebrae.07.003.AO02.
- Gutberlet J, Baede AM, Pontuschka NN, Felipone SMN, Santos TLF. Participatory research revealing the work and occupational health hazards of cooperative recyclers in Brazil. *Int J Environ Res Public Health.* 2013;10:4607–4627. doi: 10.3390/ijerph10104607.
- Harris-Adamson C, Mielke A, Xu X, Lin JH. Ergonomic evaluation of standard and alternative pallet jack handles. *Int J Ind Ergon.* 2016; 54: 113–119. doi:10.1016/j.ergon.2016.05.00.
- Hoozemans MJM, van der Beek AJ, Frings-Dresen MHW, van der Woude LHV, Dijk FJH. Pushing and pulling in association with low-back and shoulder complaints. *Occup Environ Med.* 2002;59:696–702. doi:10.1136/oem.59.10.696.
- Laursen B, Schibye B. The effect of different surfaces on biomechanical loading of shoulder and lumbar spine during pushing and pulling of two-wheeled containers. *Appl Ergon.* 2002; 33:167–174. doi:10.1016/S0003-6870(01)00054-0.
- Lin JH, McGorry RW, Maynard, W. One-handed standing pull strength in different postures: normative data. *Appl Ergon.* 2013;44:603–608. doi:10.1016/j.apergo.2012.12.001.



- Luca, DG. Delsys: fundamental concepts in EMG signal acquisition, DelsysInc, 2003.
- Mathiassen SE, Winkel J, Hagg G.M. Normalization of surface EMG amplitude from the upper trapezius muscle in ergonomic studies: a review. *J Electromyogr Kinesiol.* 1995;5:197–226. doi:10.1016/1050-6411(94)00014-X. [McDonald A, Picco BR, Belbeck AL, Chow AY, Dickerson CR.](#) Spatial dependency of shoulder muscle demands in horizontal pushing and pulling. [Appl Ergon.](#) 2012;43(6):971-978. doi:10.1016/j.apergo.2012.01.005.
- Medina M. Scavenger cooperatives in Asia and Latin America. *Res Conserv Recyc.* 2000;31:51–69. doi:10.1016/S0921-3449(00)00071-9.
- Miglioransa MH, Rosa LC, Perin C, Ramos GZ, Fossati GF, Stein A. Epidemiologic study of the selective garbage collectors. *Rev Bras Saúde Ocup.* 2003;28:19–28. doi:10.1590/S0303-76572003000200003.
- Mottram, SL. Dynamic stability of the scapula. *Manual Therapy.* 1997;2(3):123–131. doi:10.1054/math.1997.0292.
- Porto MF, Juncá DC, Gonçalves RS, Filhote MI. Garbage, work, and health: a case study of garbage pickers at the metropolitan landfill in Rio de Janeiro, Brazil. *Cad Saude Publica.* 2004;20(6):1503–1514. doi:10.1590/S0102-311X2004000600007.
- Schibye B, Sogaard K, Martinsen D, Klausen K. Mechanical load on the low back and shoulders during pushing and pulling of two-wheeled waste containers compared with lifting and carrying of bags and bins. *Clin Biomech.* 2001;16:549–559. doi:10.1016/S0268-0033(01)00039-0.
- Seniam. Recommendations for sensors locations on individual muscles. <http://www.seniam.org>. Accessed February 2nd, 2016.
- Souza RLR, Fontes ARM, Salomão AS. A triagem de materiais recicláveis e as variabilidades inerentes ao processo: estudo de caso em uma cooperativa. *Cienc Saúde Coletiva.* 2014;19(10):4185–4195. doi:10.1590/1413-812320141910.09072014.
- [Tiwari PS, Gite LP, Majumder J, Pharade SC, Sin VV.](#) Push/pull strength of agricultural workers in central India. *Int J Ind Ergon.* 2010;40:1–7. doi:10.1016/j.ergon.2009.10.001.
- Yu D, Xu X, Lin J-H. Impact of posture choice on one-handed pull strength variations at low, waist, and overhead pulling heights. *Int J Ind Ergon.* 2018;64:226-234. doi:10.1016/j.ergon.2017.07.004.

APÉNDICE - Tabla 2. Media y desviación estándar [media (DE)] de la actividad muscular (RMS) durante la manipulación manual y de carros para plástico (20 kg), cartón (30 kg) y aluminio (40 kg).

Musculatura	Masa	Actividades		Factores	F	P	Tamaño del efecto
		Manual	carro				
Trapezio Superior	plástico	21.34 (16.46) ^{a,c}	23.51 (18.40)	actividad	0.42	0.53	0.03
	cartón	24,53 (18,65) ^{a,c}	24.86 (17.52)	masa	6.98	<0.01	0.35
	aluminio	32,71 (23,54) ^{a,b,*}	24,89 (17,52)*	Actividad*Misa	7.31	<0.01	0.36
Trapezio Medio	plástico	20,05 (16,53) ^{d,*}	37,85 (19,99)*	actividad	14.91	<0.01	0.53
	cartón	25.03 (21.16) ^{e,*}	38,32 (24,60)*	masa	4.08	0.03	0.24
	aluminio	36,39 (31,02) ^{d,t}	36.39 (20.68)	Actividad * Misa	4.99	0.02	0.28
Trapezio inferior	plástico	6,99 (5,18) ^{f,*}	15,97 (8,66)*	actividad	12.16	<0.01	0.50
	cartón	10,01 (7,19) ^{g,h,*}	14,61 (8,87)*	masa	5.08	0.01	0.30
	aluminio	14.05 (10.41) ^{t,g}	16.75 (10.76)	Actividad * Misa	3.81	0.04	0.24
Deltoides medio	plástico	6,6 (3,49)*	18,77 (9,20)*	actividad	30.58	<0.01	0.69
	cartón	7,38 (4,65)*	20,64 (14,53)*	masa	1.28	0.29	0.08
	aluminio	9,76 (6,24)*	19,75 (10,21)*	Actividad * Misa	0.62	0.48	0.04
Deltoides posterior	plástico	9,99 (5,15) ^{i,k,*}	19,74 (10,2)*	actividad	4.67	0.05	0.26
	cartón	12.32 (6.15) ^{i,k,*}	20,01 (11,54)*	masa	6.53	0.02	0.33
	aluminio	21.81 (14.04) ^{l,j}	21.42 (14.04)	Actividad * Misa	9.13	<0.01	0.41
Tríceps braquial - cabeza larga	Plástico	4,48 (2,01)*	10,38 (5,75)*	actividad	5.21	0.04	0.32
	cartón	6,50 (6,44)*	9,57 (5,70)*	masa	4.79	0.02	0.30
	de aluminio	9,43 (4,88)*	9,78 (5,25)*	Actividad * Misa	3.42	0.08	0.24
Tríceps braquial - cabeza lateral	plástico	9,31 (6,18)*	18,91 (13,69)*	actividad	11.59	<0.01	0.45
	cartón	11,76 (11,44)*	17,72 (12,69)*	masa	1.60	0.22	0.10
	aluminio	14,76 (12,75)*	18.00 (11.75)*	Actividad * Misa	1.52	0.24	0.10
Extensores de muñeca	plástico	14,92 (11,02)*	29,85 (16,65)*	actividad	25.55	<0.01	0.65
	cartón	16,11 (13,95)*	30,02 (13,94)*	masa	1.14	0.33	0.08
	aluminio	16.83 (12.09)*	31.74 (20.73)*	Actividad * Misa	0.02	0.99	0.01



Las letras iguales representan diferencias entre masas y * representan diferencias entre actividades.

