

## Factores de Riesgo, Evaluación, Control y Prevención en el Levantamiento y Transporte Manual de Cargas.

Angélica M Caicedo G,<sup>1</sup> Jorge A Manzano G,<sup>2</sup>  
Diego F Gómez-Vélez,<sup>3</sup> Lessby Gómez<sup>4</sup>

**RESUMEN.** *Introducción:* El levantamiento y transporte manual de cargas se asocia a los desórdenes músculo esqueléticos, los cuales representan un alto costo para los sistemas de salud y las empresas. Por tanto se requieren estrategias que mitiguen o eliminen los riesgos derivados por su ejecución. El objetivo de este trabajo fue revisar conceptos actualizados sobre los factores de riesgo, métodos de evaluación, medidas de control y prevención que se asocian al levantamiento y transporte manual de cargas. *Metodología:* Se revisaron artículos publicados de 2007 - 2013 en las bases de datos EBSCO, PROQUEST Y SCIENCE sobre factores de riesgo, métodos de evaluación, medidas de control y prevención asociadas al levantamiento y transporte manual de cargas. *Resultados:* Se revisaron 43 artículos, donde se encontró que los factores de riesgos asociados fueron la magnitud de la carga, la altura de la superficie, la frecuencia y el ritmo del levantamiento. Las metodologías de evaluación más usadas fueron el método NIOSH y los análisis de videos a través de software. Las medidas de control y prevención estuvieron relacionadas en su mayoría con el control en los individuos, de las cuales el dispositivo asistencial de levantamiento personal (PLAD) fue el más citado para controlar los riesgos. *Conclusiones:* El levantamiento de carga constituye un importante factor de riesgo biomecánico en la empresa. Entre las medidas de control y prevención de lesiones en la manipulación manual de cargas, tienen relevancia los controles en el trabajador.

*Palabras claves:* Factores de riesgo, Métodos de evaluación, Medidas de control, Medidas de prevención, Levantamiento manual de cargas, Transporte manual de cargas. *Línea de investigación:* Medicina del trabajo.

**RISK FACTORS, EVALUATION, CONTROL AND PREVENTION IN LOAD LIFTING AND TRANSPORT. ABSTRACT.** *Introduction:* Manual lifting and carrying loads associated with musculoskeletal disorders, which represent a high cost for health systems and businesses. Therefore strategies to mitigate or eliminate the risks for its implementation are required. The aim of this study was to review updates on the risk factors, methods of assessment, prevention and control measures that are associated with lifting and manual handling of loads concepts. *Methodology:* published articles were reviewed 2007 - 2013 on the basis of EBSCO, PROQUEST AND SCIENCE data on risk factors, methods of assessment, prevention and control measures associated with lifting and manual handling of loads. *Results:* 43 articles where it was found that the associated risk factors were the size of the load, the height of the surface, the rate and rhythm of the uprising were reviewed. The most commonly used evaluation methodologies were the NIOSH method and the analysis of videos through software. The prevention and control measures were related mostly to control individuals, which the healthcare personnel lifting device (PLAD) was the most cited to control risks. *Conclusions:* The load lifting is an important risk factor in the company biomechanical. Among the measures of control and injury prevention in the MHL, they are relevant in the worker control.

*Keywords:* Risk factors, assessment methods, Control, Prevention, Management Operations Manual, Manual lifting of loads. Area of Research line: Occupational Medicine

Aceptado para publicación: 21 de Marzo de 2015.

## INTRODUCCIÓN

El levantamiento y el transporte manual de cargas son tareas frecuentes en las empresas que requieren para ser llevadas a cabo, el esfuerzo físico humano. Estas tareas se denominan “manipulación manual de cargas”, a la cual se atribuyen accidentes de trabajo y enfermedades laborales, dejando consecuencias en la salud de los trabajadores y en la economía de la empresa<sup>1</sup>.

En Colombia el levantamiento y transporte manual de cargas fue reglamentado por la Resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.<sup>1</sup> Existen además como referencias la Norma Técnica Colombiana NTC 5693-1 del 2009 y la Guía de Atención Integral en Salud Ocupacional basada en la evidencia para dolor lumbar inespecífico (GATI- DLI- ED) del 2006.<sup>3,4</sup>

A nivel internacional se conoce un importante volumen de información respecto a la temática de levantamiento y transporte manual de cargas a nivel mundial, sobre los métodos de evaluación y la tecnología empleada, así como las medidas de control que deben implementarse para la disminución o modificación de los riesgos detectados. Esta se encuentra dispersa en diferentes bases de datos, en diversos idiomas y disponible para los profesionales en salud ocupacional u otras personas interesadas en el tema.

El objetivo de este trabajo fue revisar conceptos sobre factores de riesgo biomecánicos, métodos de evaluación, medidas de control y prevención asociadas al transporte y levantamiento manual de cargas en artículos publicados desde 2007 - 2013 en bases de datos científicas.

## METODOLOGÍA

Se realizó una revisión de tipo descriptivo, mediante la búsqueda bibliográfica electrónica en las bases de datos científicas *Ebsco*, *Proquest* y *Science*. Se incluyeron artículos referentes a factores de riesgo biomecánicos, métodos de evaluación, medidas de control y prevención asociadas al transporte y levantamiento manual de cargas publicados, publicados de 2007 – 2103. Las palabras claves de búsqueda fueron: levantamiento manual de carga, transporte manual de cargas, factores de riesgo levantamiento de carga, medidas de control y prevención en levantamiento manual de cargas y evaluación levantamiento manual de cargas.

## RESULTADOS

Se encontraron una totalidad de 43 artículos que cumplían con los anteriores criterios, los cuales se organizaron en tres categorías: factores de riesgo ergonómico asociados al levantamiento y transporte manual de cargas, métodos de evaluación y medidas de

<sup>1</sup> Ft. Escuela Nacional del Deporte, Cali (Colombia). Especialista Salud Ocupacional, Universidad Libre Seccional Cali, Cali (Colombia). E-mail: angecaicedo\_018@hotmail.com.

<sup>2</sup> Ft. Escuela Nacional del Deporte, Cali (Colombia). Especialista Salud Ocupacional, Universidad Libre Seccional Cali, Cali (Colombia).

<sup>3</sup> MD, Universidad del Cauca, Popayán (Colombia). Especialista Salud Ocupacional. MSc Salud Ocupacional, Universidad Libre-Seccional Cali. Docente Postgrados Salud Ocupacional. Grupo de Investigación Esculapio, Universidad Libre-Seccional Cali, Cali (Colombia).

<sup>4</sup> Ft. Universidad del Valle. MSc Salud Ocupacional, Universidad del Valle. Ph Dc Ciencias Biomédicas, Universidad del Valle. Docente Postgrado Salud Ocupacional. Grupo de Investigación Esculapio. Universidad Libre-Seccional Cali, Cali (Colombia).

control y prevención. Los idiomas de los artículos fueron español, francés e inglés.

#### FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICO ASOCIADOS AL LEVANTAMIENTO Y TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS

En primer lugar, se considera a la magnitud del peso, en donde los levantamientos mayores a 25 kg en forma individual pueden incrementar el riesgo de lesiones, en especial el dolor lumbar<sup>5</sup>. En segundo lugar, se debe tener en cuenta el ritmo del levantamiento, que cuando es rápido genera mayor posibilidad de lesiones.<sup>6</sup> En tercer lugar, tenemos a la altura de la superficie, en la que a mayor altura de la carga se incrementa el riesgo de lesión. En último lugar, está el levantamiento entre varias personas, el cual puede generar aumento de las fuerzas compresivas y de las molestias de en región lumbar<sup>7,8</sup>. Deben considerarse también como factores de riesgo fueron la experiencia en el manejo de cargas,<sup>9</sup> la reducción de la flexibilidad de los isquiotibiales,<sup>7</sup> la fuerza excesiva y las posturas forzadas.<sup>10</sup> Sin embargo, no se han encontrado estudios que cumplan criterios de alta calidad científica, que demuestren que el levantamiento ocupacional es una causa independiente del dolor lumbar según lo encontrado por Wai *et al.*<sup>5</sup>

#### MÉTODOS DE EVALUACIÓN

Se encontró que el método *NIOSH* fue el más utilizado para las tareas de levantamiento.<sup>11-13</sup> Además se encontraron otras metodologías como el método *ANFIS*,<sup>14</sup> el cual también evalúa de manera específica el levantamiento. Por otra parte, el Método de Indicadores Claves (método alemán *KIM*) y el Método de Manipulación de Pacientes en el Ambiente Hospitalario (*MAPO*) evalúan la manipulación manual de cargas. El primero de estos se centra en evaluar la sobrecarga física a través de seis indicadores claves.<sup>15,16</sup> El segundo estima el nivel de riesgo por movilización de pacientes en el ambiente hospitalario.<sup>17</sup> Adicionalmente otras metodologías como el análisis de video a través de software,<sup>6,7,18,19</sup> la electromiografía,<sup>6,10</sup> la evaluación de la capacidad funcional del levantamiento,<sup>20</sup> las ecuaciones predictivas,<sup>21-24</sup> la electrogoniometría y el rastreo electromagnético,<sup>6,25</sup> fueron utilizadas para valorar factores de riesgo en específico.

#### MEDIDAS DE CONTROL Y PREVENCIÓN

Se encontró que las medidas de control y prevención están relacionadas al control en el individuo, los cuales van desde la adaptación de dispositivos que previenen la aparición del dolor lumbar,<sup>26-31</sup> hasta medidas administrativas como el levantamiento de cargas divididas,<sup>32</sup> la disminución de la carga,<sup>13</sup> la implementación de tiempos de recuperación y del peso máximo aceptable para los trabajadores.<sup>33,34</sup>

A su vez, se observó que la mayoría de las medidas de control y prevención estuvieron centradas hacia la espalda baja y la disminución de dolor lumbar,<sup>26-35</sup> dejando de lado otras partes del cuerpo que pueden verse afectadas como las extremidades superiores.<sup>10,36,37</sup>

#### DISCUSIÓN

Pese a la abundante información encontrada en el levantamiento manual de carga fue poca la información encontrada con respecto al transporte manual en cada una de las categorías de análisis. Los factores de riesgo ergonómico asociados al transporte fueron la realización simultánea de una tarea de demanda de atención y el transporte de cargas pesadas.<sup>25,38</sup> Esta tarea tampoco conto con una metodología de evaluación específica, aunque si fue tenido en cuenta en una de los métodos de manipulación manual de cargas.<sup>15,16</sup> Del mismo modo, se encontró que las medidas de control y prevención encontradas estuvieron más relacionadas hacia la manipulación de cargas y el levantamiento.

La búsqueda arrojó resultados similares a los publicados por la *GATISO* de dolor lumbar inespecífico. Esta menciona entre las metodologías de evaluación al método *NIOSH* como uno de los más utilizados concepto que sigue vigente según lo encontrado en el presente estudio,<sup>11-13</sup> al igual que los análisis de video.<sup>6,7,18</sup> El factor posturas coincidió con lo encontrado en la *GATISO*, factores como la magnitud del peso, el ritmo del levantamiento, la altura de la superficie y el levantamiento entre varias personas fueron nuevos factores asociados al dolor lumbar según lo comparado con la guía.

Con respecto a las medidas de control y prevención sugeridas por la *GATISO* de dolor lumbar inespecífico, la disminución del peso de la carga,<sup>13</sup> el diseño de puntos de agarre de la carga y las ayudas mecánicas para la manipulación,<sup>34,36,37,39,40</sup> fueron los únicos que coincidieron con la presente investigación, los dispositivos de adaptación al cuerpo, la medidas administrativa del levantamiento de cargas divididas y la implementación del peso máximo aceptable para los trabajadores fueron nuevos aportes.

Es importante mencionar que en las guías *GATISO* de dolor lumbar inespecífico se hace referencia sobre el no utilizar los cinturones de seguridad como una medida preventiva, debido a la evidencia de su ineficacia, además de la posibilidad de que estos puedan ser lesivos, al asociarse con una falsa sensación de seguridad y la percepción equivocada de los trabajadores de un aumento de la capacidad de manipulación de cargas o la percepción del empleador de estar controlando el riesgo de lesión sin haber intervenido las condiciones causales de riesgo. Contrastando con lo encontrado en la investigación realizada por Ciriello *et al.*,<sup>41</sup> se demuestra que su uso no cambia la percepción de la física de los

sujetos a las exigencias de la tarea, aliviando la noción de que el uso de los cinturones para la espalda puede dar los trabajadores la confianza para explorar los niveles más altos de trabajo. Por lo que se puede decir que el uso de los cinturones no previene el dolor lumbar ni ofrece tampoco una sensación de mejora de la capacidad de manipulación.

De igual forma, es importante mencionar que pese a que la GATISO de dolor lumbar inespecífico menciona la importancia de los programas de rehabilitación laboral, en la búsqueda que se realizó no se encontró ningún artículo que hablara sobre la importancia de estos programas.

Comparado con la Resolución 2400 de 1979, se encontró que el levantamiento de cargas pesadas entre varias personas el cual es tenido en cuenta como una opción de levantamiento en esta resolución, supera el límite de las fuerzas compresivas recomendado por la NIOSH, lo que sugeriría que los levantamientos entre varias personas incrementarían el riesgo de dolor lumbar y no serían una opción de levantamiento seguro como lo expuso Faber *et al*, Visser *et al* y Van der Molen *et al*.<sup>8</sup> Así mismo el peso límite aceptable establecido por la resolución tampoco ofrecería las mejores condiciones ergonómicas, pues la implementación de una metodología para establecer el peso máximo aceptable de acuerdo a las condiciones de trabajo,<sup>34</sup> ofrecería una manipulación más segura de las cargas y reduciría la exposición a esfuerzos de los trabajadores.

Por otra parte, pese a que en los criterios de inclusión se planteó la búsqueda de información en tres idiomas (español, inglés y francés), solo se encontraron artículos escritos en inglés. Lo cual nos indica, que la mayoría de información se encuentra en este idioma independientemente de su país de publicación, como se pudo constatar en los hallazgos. Por lo que resaltamos la importancia del dominio de esta lengua en los profesionales de nuestro país, debido a que de esta manera, se hace más fácil la interpretación, comprensión y posterior análisis de los textos. Es importante también resaltar la necesidad de una mayor publicación de artículos en español en revistas conocidas que permita un mayor acceso a la información.

Una de las limitaciones de este estudio estuvo relacionada con el acceso a las bases de datos. Por tanto, se requiere que las universidades tengan acceso a mayor cantidad de estas, con el fin de realizar investigaciones con más sustento teórico.

Se encontró que desde el año 2006 al 2013, hay nuevos hallazgos sobre la temática. Sin embargo, es importante destacar que fue muy poca la información hallada respecto al transporte manual de cargas.

De igual forma, se encontró que hasta la fecha han introducido nuevos métodos de evaluación como los

métodos *KIM* y *MAPO* que evalúan de manera general la manipulación manual de cargas. Y se logró evidenciar que el método *NIOSH* sigue siendo uno de los más utilizados.

Así mismo, se observó que las medidas de control y prevención estuvieron relacionadas en su mayoría con el control en los individuos, de las cuales el dispositivo asistencial de levantamiento personal (PLAD), fue el método más citado. Se habla sobre el uso de los cinturones de seguridad desde la perspectiva de Ciriello<sup>41</sup> y de la importancia de los cursos de manipulación de materiales.<sup>42,43</sup>

Agradecimientos: Los autores agradecen a la Universidad Libre – Seccional Cali y al postgrado de Salud Ocupacional en cabeza de su directora Liliana Parra Osorio, por brindarnos el apoyo académico necesario para llevar a cabo el presente estudio y nuestras familias, por la paciencia, ánimo y amor incondicional que nos brindaron

## REFERENCIAS

1. Ministerio de Trabajo e Inmigración. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas [Internet]. 2003. Available from: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/cargas.pdf>
2. Social M de T y S. Resolución 2400 de 1979. Bogotá; 1979 p. 126.
3. ICONTEC. Norma Técnica Colombiana 5693-1 Ergonomía. manipulación manual. parte 1: levantamiento y transporte [Internet]. 2009. Available from: <http://tienda.icontec.org/brief/NTC5693-1.pdf>
4. Ministerio de la Protección Social. Pontificia Universidad Javeriana Bogotá. Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Dolor Lumbar Inespecífico y Enfermedad Discal Relacionados con la Manipulación Manual de Cargas y otros Factores de Riesgo en el Lugar de Trabajo (GATI- DLI- ED) [Internet]. 2006. p. 135. Available from: [http://www.susalud.com/guias/dolor\\_lumbar.pdf](http://www.susalud.com/guias/dolor_lumbar.pdf)
5. Wai EK, Roffey DM, Bishop P, Kwon BK, Dagenais S. Causal assessment of occupational lifting and low back pain: results of a systematic review. *Spine J*. [Internet]. Elsevier Inc; 2010 Jun [cited 2013 Nov 14];10(6):554–66. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20494816>
6. Nordin ASJYM. The effect of load weight vs . pace on muscle recruitment during lifting. *Appl. Ergon.* [Internet]. Elsevier Ltd; 2012;43(6):1044–50. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apergo.2012.03.004>
7. Carregaro RL, Gil Coury HJC. Does reduced hamstring flexibility affect trunk and pelvic movement strategies during manual handling? *Int. J. Ind. Ergon.* [Internet]. Elsevier B.V.; 2009 Jan [cited 2013 Nov 27];39(1):115–20. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169814108000978>
8. Faber G, Visser S, van der Molen HF, Kuijjer PPFM, Hoozemans MJM, Van Dieën JH, et al. Does team lifting increase the variability in peak lumbar compression in ironworkers? *Work* [Internet]. 2012 Jan [cited 2013 Nov 13];41 Suppl 1:4171–3. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22317361>
9. Lee J, Nussbaum M a. Experienced workers may sacrifice peak torso kinematics/kinetics for enhanced balance/stability during repetitive lifting. *J. Biomech.* [Internet]. Elsevier; 2013 Apr 5 [cited 2013 Oct 22];46(6):1211–5. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23411115>
10. Oliveira AB, Silva LCCB, Coury HJCG. How do low/high height and weight variation affect upper limb movements during manual material handling of industrial boxes? *Rev. Bras. Fisioter.* [Internet]. 2011;15(6):494–502. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21877063>
11. Pires C. Ergonomic assessment methodologies in manual handling of loads--opportunities in organizations. *Work* [Internet]. 2012 Jan [cited 2013 Nov 13];41 Suppl 1:592–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22316787>

12. Vaz Junior CA. The manual transport of load and the commercial aviation in Brazil. *Work* [Internet]. 2012 Jan [cited 2013 Nov 13];41 Suppl 1:597–604. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22316788>
13. Singh S, Sinwal N, Rathore H. Gender involvement in manual material handling (mmh) tasks in agriculture and technology intervention to mitigate the resulting musculoskeletal disorders. *Work* [Internet]. 2012 Jan [cited 2013 Nov 13];41 Suppl 1:4333–41. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22317386>
14. Shi D, Zurada J, Guan J. An adaptive neuro-fuzzy inference system for predicting the risks of low back disorders due to manual material lifting jobs. *Expert Syst. Appl.* [Internet]. Elsevier Ltd; 2013 Oct [cited 2013 Nov 27];40(14):5490–500. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0957417413002443>
15. Steinberg U. New tools in Germany: development and appliance of the first two KIM (“lifting, holding and carrying” and “pulling and pushing”) and practical use of these methods. *Work* [Internet]. 2012 Jan [cited 2013 Nov 13];41 Suppl 1:3990–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22317333>
16. Klusmann A, Steinberg U, Liebers F, Gebhardt H, Rieger M a. The Key Indicator Method for Manual Handling Operations (KIM-MHO) - evaluation of a new method for the assessment of working conditions within a cross-sectional study. *BMC Musculoskelet. Disord.* [Internet]. BioMed Central Ltd; 2010 Jan [cited 2013 Dec 2];11(1):272. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3003632&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
17. Battevi N, Menoni O. Screening of risk from patient manual handling with MAPO method. *Work* [Internet]. 2012 Jan [cited 2013 Nov 7];41 Suppl 1:1920–7. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22316996>
18. Xu X, Chang C -c., Faber GS, Kingma I, Dennerlein JT. The Validity and Interrater Reliability of Video-Based Posture Observation During Asymmetric Lifting Tasks. *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.* [Internet]. 2011 Jun 24 [cited 2013 Oct 10];53(4):371–82. Available from: <http://hfs.sagepub.com/cgi/doi/10.1177/0018720811410976>
19. De Magistris G, Micaelli A, Evrard P, Andriot C, Savin J, Gaudez C, et al. Dynamic control of DHM for ergonomic assessments. *Int. J. Ind. Ergon.* [Internet]. Elsevier Ltd; 2013 Mar [cited 2013 Nov 16];43(2):170–80. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169814113000048>
20. Oesch P, Meyer K, Bachmann S, Hagen KB, Vøllestad NK. Comparison of Two Methods for Interpreting Lifting Performance During Functional Capacity Evaluation.
21. N. Arjmand. A. Plamondon. A. Shirazi-Adl. M. Parnianpour. C. Larivière. Predictive equations for lumbar spine loads in load-dependent asymmetric one- and two-handed lifting activities. *JCLB* [Internet]. Elsevier Ltd; 2012;27(6):537–44. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2011.12.015>
22. Arjmand N, Plamondon A, Shirazi-Adl A, Larivière C, Parnianpour M. Predictive equations to estimate spinal loads in symmetric lifting tasks. *J. Biomech.* [Internet]. 2011 [cited 2013 Oct 30];44(1):84–91. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021929010004720>
23. Arjmand N, Ekrami O, Shirazi-adl A, Plamondon A, Parnianpour M. Relative performances of artificial neural network and regression mapping tools in evaluation of spinal loads and muscle forces during static lifting. *J. Biomech.* [Internet]. Elsevier; 2013;46(8):1454–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2013.02.026>
24. Greenland KO, Merryweather AS, Bloswick DS. Prediction of Peak Back Compressive Forces as a Function of Lifting Speed and Compressive Forces at Lift Origin and Destination - A Pilot Study. *Saf. Health Work* [Internet]. 2011 [cited 2013 Dec 24];2(3):236–42. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S209379111230051>
25. Padula RS, de Oliveira AB, Barela AM, Barela JÂ, Coury HJCG. Are the anticipatory trunk movements occurring during load-carrying activities protective or risky? *Int. J. Ind. Ergon.* [Internet]. 2008 Mar [cited 2013 Nov 27];38(3-4):298–306. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169814107002107>
26. Paskiewicz JK, Fathallah F a. Effectiveness of a manual furniture handling device in reducing low back disorders risk factors. *Int. J. Ind. Ergon.* [Internet]. 2007 Feb [cited 2013 Nov 27];37(2):93–102. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169814106002198>
27. Abdoli-Eramaki M, Stevenson JM, Reid S a, Bryant TJ. Mathematical and empirical proof of principle for an on-body personal lift augmentation device (PLAD). *J. Biomech.* [Internet]. 2007 Jan [cited 2013 Oct 30];40(8):1694–700. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17466313>
28. Frost DM, Abdoli-E M, Stevenson JM. PLAD (personal lift assistive device) stiffness affects the lumbar flexion/extension moment and the posterior chain EMG during symmetrical lifting tasks. *J. Electromyogr. Kinesiol.* [Internet]. Elsevier Ltd; 2009 Dec [cited 2013 Nov 27];19(6):e403–12. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19200755>
29. Graham RB, Sadler EM, Stevenson JM. Does the personal lift-assist device affect the local dynamic stability of the spine during lifting? *J. Biomech.* [Internet]. Elsevier; 2011 Feb 3 [cited 2013 Nov 27];44(3):461–6. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21030023>
30. Lotz CA, Agnew MJ, Godwin AA, Stevenson JM. The effect of an on-body personal lift assist device (PLAD) on fatigue during a repetitive lifting task. *J. Electromyogr. Kinesiol.* [Internet]. Elsevier Ltd; 2009;19(2):331–40. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2007.08.006>
31. Abdoli-E M, Stevenson JM. The effect of on-body lift assistive device on the lumbar 3D dynamic moments and EMG during asymmetric freestyle lifting. *Clin. Biomech. (Bristol, Avon)* [Internet]. 2008 Mar [cited 2013 Oct 23];23(3):372–80. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18093709>
32. Faber GS, Kingma I, Bakker AJM, van Dieën JH. Low-back loading in lifting two loads beside the body compared to lifting one load in front of the body. *J. Biomech.* [Internet]. 2009 Jan 5 [cited 2013 Oct 23];42(1):35–41. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19084840>
33. Shin H-J, Kim J-Y. Measurement of trunk muscle fatigue during dynamic lifting and lowering as recovery time changes. *Int. J. Ind. Ergon.* [Internet]. 2007 Jun [cited 2013 Oct 23];37(6):545–51. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S016981410700056X>
34. Saavedra-Robinson L, Quintana L a J, Fortunato Leal LD, Niño M. Analysis of the lifted weight including height and frequency factors for workers in Colombia. *Work* [Internet]. 2012 Jan [cited 2013 Nov 13];41 Suppl 1:1639–46. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22316950>
35. Hwang-Bo G, Lee J-H. Effects of kinesio taping in a physical therapist with acute low back pain due to patient handling: a case report. *Int. J. Occup. Med. Environ. Health.* 2011 Sep;24(3):320–3.
36. Silva LCCB, Oliveira AB, Silva DC, Paschoarelli LC, Coury HJCG. 30° Inclination in Handles of Plastic Boxes Can Reduce Postural and Muscular Workload During Handling. *Brazilian J. Phys. Ther.* [Internet]. 2013;17(3):307–18. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23966148>
37. Southard S a., Freeman JH, Drum JE, Mirka G a. Ergonomic interventions for the reduction of back and shoulder biomechanical loading when weighing calves. *Int. J. Ind. Ergon.* [Internet]. 2007 Feb [cited 2013 Oct 18];37(2):103–10. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169814106002204>
38. Hawkins KM, Perry CJ, Kiriella JB, Shanahan CJ, Moore AE, Gage WH. Attentional demands associated with obstacle crossing while carrying a load. *J. Mot. Behav.* [Internet]. 2011 Jan;43(1):37–44. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21218320>
39. Lavender S a, Conrad KM, Reichelt P a, Kohok AK, Gacki-Smith J. Designing ergonomic interventions for EMS workers - part II: lateral transfers. *Appl. Ergon.* 2007 Mar;38(2):227–36.
40. Lavender S a, Conrad KM, Reichelt P a, Gacki-Smith J, Kohok AK. Designing ergonomic interventions for EMS workers, Part I: transporting patients down the stairs. *Appl. Ergon.* [Internet]. 2007 Jan [cited 2013 Nov 27];38(1):71–81. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16530721>
41. Ciriello VM. Does wearing a non-expanding weight lifting belt change psychophysically determined maximum acceptable weights and forces. *Int. J. Ind. Ergon.* [Internet]. 2008 Nov [cited 2013 Oct 23];38(11-12):1045–50. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169814108000413>
42. Hermans V, De Preter G, Verschueren T. Training in manual material handling: what is going on in the field? *Work* [Internet]. 2012 Jan

- [cited 2013 Nov 13];41 Suppl 1:588–91. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22316786>
43. Mcdermott H, Haslam C, Clemes S, Williams C, Haslam R. International Journal of Industrial Ergonomics Investigation of manual handling training practices in organisations and beliefs regarding effectiveness. *Int. J. Ind. Ergon.* [Internet]. Elsevier Ltd; 2012;42(2):206–11. Available from:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ergon.2012.01.003>