

INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Fuerza muscular, flexibilidad y postura en la prevalencia de dolor lumbar de los tripulantes de helicópteros del Ejército Nacional de Colombia

Muscle strength, flexibility and posture in the prevalence of low back pain in helicopter crews of the national army of Colombia

Imma Caicedo-Molina MSc¹ • Mónica Barbosa-Peña² • William Cruz-Cruz²

• Humberto Gualtero-Ussa² • Jeisson Sanabria-Chacón²

Recibido: 12/03/2013 / Aceptado: 14/11/2013

¹ Departamento del Movimiento Corporal Humano. Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

² Fisioterapia. Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia.

Correspondencia: Imma Quitzel Caicedo Molina. Dirección: Universidad Nacional de Colombia (Ciudad Universitaria), Facultad de Medicina, Oficina 524C, Bogotá. Conmutador: 3165000; extensión 15189; telefax: 3165497. Celular: 3152374244. Correo electrónico: iqcaicedom@unal.edu.co

| Resumen |

Objetivo. Determinar la relación entre la fuerza muscular, la flexibilidad y la postura con la prevalencia de dolor lumbar en los tripulantes de helicópteros del Ejército Nacional de Colombia.

Materiales y métodos. Se realizó un estudio de tipo transversal bajo un modelo de regresión logística múltiple, enfocado en la medición de la fuerza muscular, la flexibilidad y la postura en tripulantes de helicópteros del Ejército Nacional de Colombia.

Resultados. 108 tripulantes fueron evaluados, de quienes el 59,3 % presentó dolor lumbar. Se encontró que la fuerza de los músculos extensores de tronco constituyó un factor de protección (OR= 0,98, $p<0,05$), así como el nivel de actividad física (OR=0,78, $p<0,05$), mientras que la flexibilidad y el riesgo musculo-esquelético no indicaron asociación (OR=1,0, $p>0,05$ y OR=1,04, $p<0,05$, Chi cuadrado 2,80 respectivamente).

Conclusión. La fuerza muscular adecuada de los extensores de tronco constituye un factor protector frente al dolor lumbar en los tripulantes de helicópteros. Sin embargo, es necesario desarrollar más investigaciones en esta población que permitan mayor comprensión de los factores relacionados con el dolor. Las variables intervinientes de contexto, junto con las variables fisiocinéticas, constituyen una red compleja de determinantes del dolor lumbar en los tripulantes de helicópteros.

Palabras clave: Dolor de la Región Lumbar, Docilidad, Fuerza Muscular, Postura (DeCS).

Caicedo-Molina I, Barbosa-Peña M, Cruz-Cruz W, Gualtero-Ussa H, Sanabria-Chacón J. Fuerza muscular, flexibilidad y postura en la prevalencia de dolor lumbar de los tripulantes de helicópteros del Ejército Nacional de Colombia. Rev. Fac. Med. 2013;61:357-363.

Summary

Objective. To determine the relationship between muscle strength, flexibility and posture in the prevalence of Low Back Pain (LBP) in helicopter crews (HC) of the National Army of Colombia (NAC).

Materials and methods. A cross type study was performed under a multiple logistic regression model, focused on the measurement of muscle strength, flexibility and posture in HC members of the NAC.

Results. 108 crewmen were evaluated, the 59.26 % had LBP. It was found that the strength of the trunk extensor muscles was a protective factor (OR=0.98, $p<0.05$), just as the level of physical activity (OR=0.78, $p<0.05$), whereas the flexibility and musculoskeletal risk indicated no association (OR=1.0, $p>0.05$ and OR=1.04, $p<0.05$, Chi square 2.80 respectively).

Conclusion. Adequate muscle strength of the trunk extensors is a protective factor against this health problem. However,

more research in this population is needed to achieve a better understanding of the factors related to the LBP. The context and physiokinetic variables constitute a complex structure of determinants of LBP.

Key Words: Low Back Pain, Pliability, Muscle Strength, Posture (MeSH).

.....
Caicedo-Molina I, Barbosa-Peña M, Cruz-Cruz W, Gualtero-Ussa H, Sanabria-Chacón J. Muscle strength, flexibility and posture in the prevalence of low back pain in helicopter crews of the national army of Colombia. *Rev. Fac. Med.* 2013;61:357-363.

Introducción

El dolor lumbar (DL), entendido como síntoma y no como enfermedad o diagnóstico, es una condición con una gran prevalencia e incidencia, a tal punto que el 80% de la población lo padecerá en algún momento de su vida (1); a su vez, más de una cuarta parte de los trabajadores son afectados por el DL cada año con una prevalencia de vida del 60-80%. Las causas de los desórdenes lumbares constituyen una red compleja de identificar (2,3).

El DL como condición de salud genera costos totales equivalentes al 2% del PIB y se ha convertido en la segunda causa de ausentismo laboral, generando más de 90 días de trabajo perdidos (2,4). Su impacto en el campo clínico, económico y social es innegable (2), asociándose con la ocupación laboral, al ser responsable de discapacidad con gran impacto en los primeros años de trabajo. El DL es un síntoma que consume gran parte de los recursos del sistema de salud durante su proceso de diagnóstico.

En Colombia existen reportes del Ministerio de Protección Social en los que el DL ocupa el segundo lugar de Enfermedad Profesional con un 14% de incidencia (5), que indica que la prevención, promoción e investigación del DL se deben convertir en una prioridad. A nivel mundial, los reportes epidemiológicos en tripulantes de helicópteros (TH) señalan que el DL es una condición frecuente: la incidencia anual en las Fuerzas Militares de Estados Unidos es de 2,19%, 1,02% y 1,54% para los militares del Ejército, Armada y Fuerza Aérea respectivamente (6). El 50,5% de los TH en Noruega reporta haber tenido DL en un periodo de dos años, las tripulaciones de Sea King reportan DL en el 49,3% de las operaciones aéreas realizadas (7); el 83% de los pilotos de la Real Fuerza Aérea Británica manifestó haber presentado DL en algún momento de su vida (8); el 64% de los pilotos militares de Australia reportó DL, de los cuales 28% manifestó malestar durante las actividades de vuelo. Es evidente que el DL en tripulantes de ala rotatoria es considerado el mayor problema de salud en esta población a nivel mundial (9,10) y en Colombia, donde

la prevalencia del DL en TH del Ejército de Colombia (EJC) es del 56% (11).

La literatura referente a la población aeronáutica colombiana es limitada: se tiene como antecedente principal el estudio de Alzate y cols., en donde se establecieron los factores de riesgo asociados a DL en personal TH del EJC. En dicho estudio se identifican algunos factores externos asociados con el dolor, dependientes del tiempo (horas de vuelo totales y nocturnas y años de servicio), el IMC (> 25) y el tipo de actividad realizada en la aeronave (11). Sumado a esto, existen factores individuales que pueden dar lugar al DL; sobre estos últimos existe un gran número de investigaciones que abordan cualidades físicas como la fuerza, la flexibilidad y la postura. Algunos estudios señalan que las personas con DL crónico presentan debilidad generalizada en los músculos de tronco frente a las personas sin DL, siendo el entrenamiento de fuerza un factor protector (12,13). De igual manera, se ha identificado la flexibilidad de la musculatura extensora de tronco como factor protector del DL (14).

Para algunos investigadores, el principal factor etiológico del DL es la postura que el piloto mantiene al controlar el helicóptero durante tiempos prolongados, sumado a las características del asiento y la ergonomía de la cabina, que, en la mayoría de los helicópteros, obliga al piloto a adoptar una postura asimétrica durante el vuelo (15). Sin embargo, es importante reconocer que el comportamiento de estas cualidades físicas no es aislado, sino que, por el contrario, se pueden afectar entre ellas y se comportan dentro de un contexto particular (16).

En el personal TH del EJC, las investigaciones alrededor de las cualidades fisiocinéticas de fuerza, flexibilidad y postura son controversiales y reducidas en número, por lo que el objetivo del presente estudio fue determinar la relación entre la fuerza muscular, la flexibilidad y la postura con la prevalencia de DL en los TH del EJC.

Materiales y métodos

Se realizó un estudio de tipo transversal con una regresión logística múltiple, enfocado en la medición de las variables: fuerza muscular, flexibilidad y postura, para hallar su relación con el DL.

Sujetos

Se incluyeron 108 tripulantes que cumplieron los siguientes criterios de inclusión: ser militar activo, pertenecer al grupo de TH y encontrarse en controles médicos en el Centro de Alistamiento para el Combate y Seguridad de Aviación

(CACSA) durante el mes de Abril de 2012. Se excluyeron aquellos que presentaron: dolor radicular, incapacidad médico laboral, cirugías previas de columna, infección urinaria a repetición, cáncer de próstata, diagnóstico confirmado de espondilolisis, espondilolistesis, hernia discal o trauma previo.

Cada participante conoció el objetivo del estudio y las evaluaciones a realizar, previa aceptación y aprobación mediante Consentimiento Informado. El estudio fue aprobado por el Comando General de la División de Aviación y Asalto Aéreo del EJC.

Fuerza muscular

Se utilizó el DigiMax ISO-Check para evaluar la resistencia muscular estática de los músculos flexores, extensores y flexores laterales de tronco. Se tomaron los valores individuales de peso y talla siguiendo el protocolo establecido por el instrumento. De cada tripulante se obtuvo un reporte con los valores correspondientes al torque máximo esperado (N*m), la diferencia entre el valor esperado y obtenido, así como de la media de la fuerza realizada durante las pruebas.

Flexibilidad

Se evaluó con el sujeto en posición bípeda, dándole el orden de bajar a tocar la punta de los pies con las manos, utilizando el inclinómetro Acummar TM Digital a nivel sacro y de C7. Para la evaluación del rango de movimiento (ROM) de flexión de tronco, se utilizó la media de la diferencia del ROM. El coeficiente de correlación de este instrumento fue establecido en 0,97, $p < 0,001$ para el rango de movimiento total y de 0,98, $p < 0,001$ para el movimiento de flexión (17).

Postura

Se realizó una recolección fotográfica de cada TH en su puesto de trabajo, seleccionando aquellas que significaran mayor riesgo musculoesquelético; estas fotografías se analizaron con la batería Ovako Working Analysis System (OWAS).

Análisis estadístico

Se utilizó el programa estadístico STATA versión 10 para realizar estadística descriptiva de los datos, análisis bi-variado, modelo de regresión logística múltiple y matriz de correlación. Se analizaron variables independientes como: características socio-demográficas (edad y rango militar), tarea realizada (tipo de actividad y aeronave), tiempo de servicio (en el EJC, en la aviación y horas de vuelo), medidas antropométricas (peso, talla e IMC), actividad física y cualidades físicas (fuerza muscular, flexibilidad y postura).

Para el análisis bi-variado se dividieron las variables independientes en cuantitativas y cualitativas. Con las variables independientes cuantitativas se realizó un test de igualdad de varianzas y test de la T; para las variables independientes cualitativas se utilizó el test de Chi cuadrado. En la regresión logística bi-variada se utilizaron las variables que estuvieron significativamente asociadas al DL ($p < 0,05$), en términos de la razón de odds (OR). Se realizó el análisis multivariado a partir del método "backward stepwise". Por último, se construyó la matriz de correlación de las variables fuerza, flexibilidad y postura para analizar la forma como se afectan entre sí.

Resultados

131 TH estuvieron disponibles para el desarrollo de la investigación, de los cuales 23 fueron excluidos (Figura 1). De los sujetos incluidos, 42 eran pilotos, 18 artilleros, 13 ingenieros de vuelo, 22 técnicos de vuelo y 14 correspondían a personal de rescate. La prevalencia de DL en esta población fue de 59,3%. La edad promedio de los sujetos fue de $31 \pm 3,53$ años. La media de las características antropométricas fue: talla ($1,72 \pm 0,07$ metros), peso ($76,43 \pm 9,19$ kilogramos) e IMC ($25,74 \pm 2,59$, $p < 0,05$). El promedio de años al servicio del Ejército y en la aviación fue igual a $12,1 \pm 3,25$ y $6,3 \pm 3,32$ respectivamente, tal como se muestra en la tabla 1.

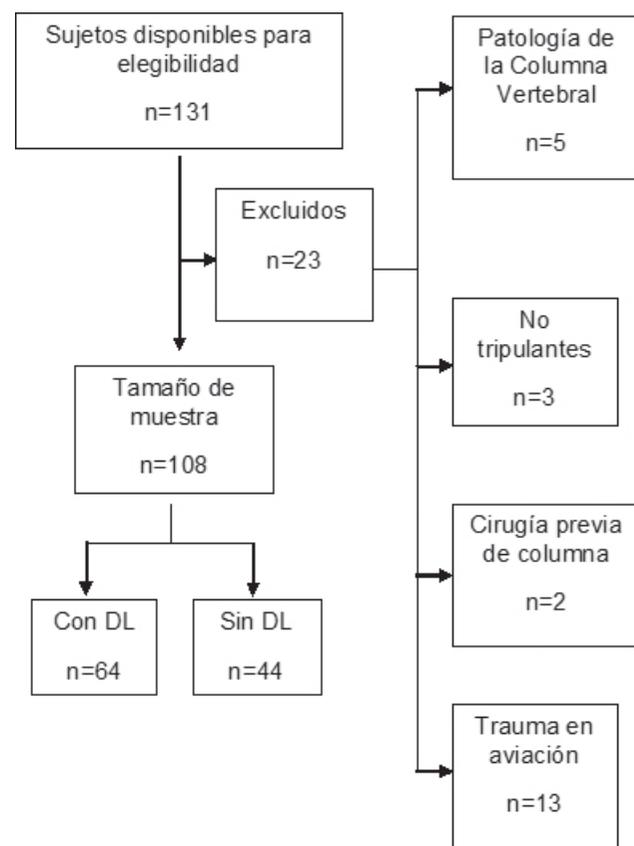


Figura 1. Diseño de estudio flujograma de sujetos.

Tabla 1. Características de la muestra.

DL	Pilotos	Técnicos de vuelo	Artilleros	Rescate	Ingenieros de vuelo	Promedio (DE)	Min.	Máx
	n=41 (38 %)	n=22 (20 %)	n=18 (17 %)	n=14 (13 %)	n=13 (12 %)			
DL	28 (68,29 %)	11 (50 %)	9 (50 %)	8 (57,14 %)	8 (61,54 %)			
Edad (años) Promedio (DE)	30 ($\pm 3,68$)	31,04($\pm 3,96$)	31,72($\pm 2,64$)	31,5($\pm 4,16$)	32,38 ($\pm 2,06$)	31 ($\pm 3,53$)	24	40
Talla (m) Promedio (DE)	1,74 ($\pm 0,06$)	1,71($\pm 0,07$)	1,68($\pm 0,05$)	1,69($\pm 0,06$)	1,75($\pm 0,06$)	1,72($\pm 0,07$)	1,59	1,93
Peso (kg) Promedio (DE)	78,9 ($\pm 7,29$)	75,95($\pm 11,4$)	73,07($\pm 7,56$)	71,28 ($\pm 7,19$)	79,61($\pm 11,47$)	76,43($\pm 9,19$)	54,5	101
IMC Peso/T2 Promedio (DE)	26,04($\pm 2,53$)	25,77($\pm 3,36$)	25,73($\pm 2,18$)	24,70($\pm 1,90$)	25,88($\pm 2,56$)	25,74 ($\pm 2,59$)	20,62	34,37

Fuerza muscular

La fuerza de los músculos extensores de tronco se constituyó en un factor de protección para prevenir el DL (OR=0,98, $p < 0,05$). Aunque la medida del torque isométrico para los músculos flexores e inclinadores laterales izquierdos de tronco son factores de protección, no son estadísticamente significativos, mientras que los inclinadores laterales derechos no muestran asociación con el DL ($p > 0,05$), como se presenta en la tabla 2.

Flexibilidad

No se encontró asociación con el DL (OR=1,0, $p > 0,05$), tal como se evidencia en la tabla 2.

Tabla 2. Medida de riesgo para Fuerza Muscular y Flexibilidad.

DL	OR	Std. Err	Z	p	[95%I.C.]
Dif. TF	0,99	0,007	-0,43	N.S.	0,98 - 1,01
Dif. TE	0,98	0,008	-2,11	0,035	0,96 - 0,99
Dif. FLD	1,00	0,009	0,34	N.S.	0,98 - 1,02
Dif. FLI	0,99	0,010	-0,88	N.S.	0,97 - 1,01
Dif. Media de ROM	1,00	0,15	0,15	N.S.	0,97 - 1,03

Postura

La medida de riesgo postural no tuvo relación con el DL ($\text{Chi}^2=2,8$, $\text{Pr}=0,246$). No se determinó la medida de riesgo (OR) por ausencia de significancia estadística. Los artilleros y técnicos obtuvieron la máxima calificación de riesgo con una puntuación de 4, mientras que para los pilotos fue de 3 y para ingenieros de vuelo y rescatistas de 2, según la Batería OWAS. El 44,4% de la muestra tuvo un nivel de riesgo músculo-esquelético de 3 y 4, máximas categorías de riesgo.

Correlación de variables

En el análisis multivariado se incluyeron variables estadísticamente asociadas con el DL y otras que no lo estuvieron, pero que contribuyen a mejorar la capacidad explicativa y predictiva del modelo. Dicho modelo mostró que una adecuada fuerza muscular en los extensores de tronco constituye un factor de protección para el DL en los TH (OR=0,92, $p < 0,05$) (Tabla 4). La significancia estadística y el valor para la medida de riesgo fueron consistentes con lo obtenido en el análisis bi-variado (OR=0,98, $p < 0,05$).

Tabla 3. Riesgo Músculo-esquelético.

Riesgo Musculo-esquelético	DL	
	Sin DL n(%)	Con DL n(%)
2	11 (40,7)	16 (59,2)
3	13 (31,7)	28 (68,2)
4	20 (50)	20 (50)
Total	44 (40,7)	64 (59,2)

Para el riesgo músculo-esquelético no existieron diferencias (OR=1,04, $p < 0,05$), ni se encontró relación con el DL ($\text{Chi}^2=2,8$, $\text{Pr}=0,246$) (Tabla 3). Al observar los valores de OR para variables diferentes a la fuerza, la flexibilidad y la postura, fue posible establecer otras mediciones como determinantes de contexto del DL en los TH.

Los resultados son consistentes entre el análisis bi-variado y multivariado. Sin embargo, en este último algunas variables adquirieron significancia estadística. En el primer análisis, los valores de la medida de riesgo para la categoría de actividad indicaron: pilotos con 2,15 veces más probabilidad de presentar DL, ingenieros de vuelo y miembros de la compañía de búsqueda y rescate (COMBR) con 1,6 y 1,33 más veces comparado con los técnicos de

vuelo. La categoría de Artillero no representó un factor de riesgo para desarrollar DL, sin tener significancia estadística (OR=1, $p>0,05$).

Tabla 4. Análisis de regresión logística multivariado.

DL	OR	Std. Err	Z	p	[95% I.C.]
Edad	0,88	0,075	-1,46	0,145	0,746 - 1,04
Piloto	3,34	1,86	2,16	0,030	1,12 - 9,98
Soldado Profesional	5,73	4,31	2,32	0,020	1,31 - 25,04
Black Hawk	3,00	1,64	2,01	0,045	1,02 - 1,10
Horas de vuelo	1,00	0,00	1,69	0,090	0,99 - 1,00
IMC	0,85	0,09	-1,38	0,169	0,688 - 1,06
Riesgo musculoesquelético	1,04	0,020	2,24	0,025	1,00 - 1,15
Torque de flexión	1,04	0,028	1,79	0,074	0,99 - 8,79
Torque de extensión	0,92	0,025	-2,74	0,006	0,88 - 0,97
UH-1N	4,15	3,29	1,80	0,072	0,87 - 19,67
Actividad física por semana	0,78	0,087	-2,19	0,028	0,62 - 0,97

Al analizar los datos por tipo de helicóptero, el valor de Pearson Chi cuadrado (5,23, $p<0,05$) permitió establecer diferencias: los tripulantes de Black Hawk (BH) tuvieron 2,82 veces más probabilidad de presentar DL frente a los tripulantes que vuelan en helicóptero MI-MD, pero la medida de riesgo mostró una tendencia a ser igual frente a los tripulantes de UH-1N (OR=2,75, $p>0,05$), tomando como referencia los tripulantes que vuelan en helicópteros UH/1H. En el análisis de regresión logística multivariado, las variables de piloto y tripulante de BH adquirieron significancia estadística como factores de riesgo (Tabla 4).

La variable actividad física (días por semana) en los dos análisis fue un factor protector (OR=0,78, $p<0,05$). En el modelo de regresión logística múltiple fue posible observar el comportamiento de otras variables y comprender que el DL no solo obedece a la fuerza, flexibilidad y postura (Tabla 4). La relación entre la diferencia de torque de extensión (d.TE) y flexión (d.TF) no fue estadísticamente significativa ($p>0,05$). Por otro lado, los torques de extensión y flexión se correlacionaron de manera directa con el torque de las flexiones laterales; el torque de flexión y la diferencia de ROM tuvo un coeficiente de correlación muy bajo ($p<0,05$), tal como se aprecia en la tabla 5.

Discusión

En concordancia con otras investigaciones (12,13), en el presente estudio el déficit de fuerza muscular de tronco se relaciona con la presencia de DL. En las personas con

DL crónico se observó debilidad generalizada de tronco, los valores pico del torque concéntrico y excéntrico de los músculos extensores y flexores fueron inferiores en el grupo de hombres y mujeres con DL en comparación con el grupo control (12).

De manera consistente, en esta investigación se observó que la fuerza muscular de los extensores de tronco se constituye en un factor protector en la prevención del DL. Sin embargo, en el análisis por coeficientes no hay relación entre la fuerza de extensión y flexión, contrario a lo reportado en la literatura, encontrando que las estructuras musculares de tronco no actúan de forma aislada. Por el contrario, un adecuado trabajo muscular sinérgico garantiza la estabilidad de la columna vertebral (3), lo que se evidencia en la relación de los músculos extensores y flexores laterales de tronco y entre estos últimos y los flexores de tronco (Tabla 5).

Tabla 5. Matriz de correlación de variables fisiocinéticas.

	Dif.med ROM	d.TF	d.TE	d.TLD	d.TLI
Dif.med. ROM	1,0000				
d.TF	0,3628 P = 0,0001	1,0000			
d.TE	-0,0679 P = 0,4851	0,1758 0,0688	1,0000		
d.TLD	0,1534 P = 0,1131	0,5277 P = 0,0000	0,2394 P = 0,0126	1,0000	
d.TLI	0,1425 P = 0,1413	0,2699 P = 0,0047	0,4011 P = 0,0000	0,3581 P = 0,0001	1,0000

El entrenamiento de resistencia de los músculos de tronco es considerado una de las estrategias centrales en el tratamiento del DL y se ha observado disminución del dolor posterior a la ejecución de programas de entrenamiento (18,19). Por otro lado, la debilidad de este grupo muscular es una de las principales causas de recurrencia de DL, con lo cual se ve comprometida la estabilidad de la columna vertebral y el nivel de tolerancia a la fatiga de los músculos extensores (20-22). Sin embargo, existen investigaciones que afirman que no hay relación entre el nivel de fuerza muscular y la intensidad y duración del DL (12), por lo que los resultados de programas de entrenamiento para los músculos para espinales son controversiales (12,23,24).

Biering-Sorenen (25) observó que la flexibilidad es un pobre predictor de ataque y severidad del DL, mientras que una adecuada resistencia isométrica de los músculos de la columna vertebral puede prevenir la aparición por primera vez de DL, hallazgo consistente con los resultados de la presente investigación. Por el contrario, existen estudios (15,26) que reportan una asociación significativa de la flexibilidad de la musculatura erectora del raquis con el DL, así como el impacto

positivo del entrenamiento de esta cualidad, manifestado en una disminución de la intensidad del dolor y de la incapacidad generada por el DL.

La relación de la flexibilidad y el DL también se sustenta desde los resultados observados posterior al entrenamiento de la flexibilidad en tronco en población con DL, evidenciándose una disminución del dolor en el 94% de las personas y ausencia de DL en el 37% de los sujetos. En cuanto a la variable de discapacidad se encontró que el 94% experimentaba disminución de la discapacidad o aumento en la funcionalidad (26). En adición, las posturas mantenidas por largos periodos en bípedo o sedente pueden generar una disminución de la flexibilidad en la espalda con efecto inmediato posterior a 90 minutos, evidenciándose reducción del ROM de flexión (26,27).

Algunos estudios (3,28) indican que la postura adoptada por los tripulantes es un determinante de DL, dado que la suma de los momentos requerida para alcanzar el equilibrio es mayor, por lo que se aumenta el stress mecánico sobre el tronco (3). Shirazi-Adl y cols., (3) observaron que al poner una carga externa a nivel anterior (como sucede con los tripulantes con el uso de los equipos de seguridad: chaleco de supervivencia y chaleco blindado), es de esperar que realicen acomodaciones, de tal manera que se minimice la suma de los momentos en el plano sagital a nivel de L1-L5 alcanzando el balance y la postura óptima determinada por una suma mínima de momentos.

Los resultados del presente estudio no indicaron asociación entre la variable postura y el DL, a pesar de que en el 44,4% de los TH la categoría de riesgo fue de 3 y 4, indicando la necesidad de tomar acciones correctivas, debido a que las posturas y cargas tienen efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético. En la postura de los TH se observaron características como: disminución de la lordosis lumbar, posturas asimétricas con flexión anterior de tronco y rotaciones dependiendo de la actividad, determinadas por la disposición de los controles del helicóptero (28), así como por el desplazamiento del centro de masa en sentido anterior debido al uso de los elementos de seguridad, cuyo peso asciende, en promedio, a 27.5 libras para los pilotos y 35,4 para los TH del EJC.

Limitaciones

Una de las limitaciones encontradas fue la omisión del efecto inmediato que pueden tener las actividades de vuelo, factor fundamental para el análisis de las variables analizadas y que puede llegar a tener un impacto negativo sobre estas últimas (27). Debe considerarse la realización de un análisis

biomecánico en cada puesto de trabajo con los elementos de protección de uso cotidiano para los TH, de tal manera que se pueda determinar la distribución de cargas entre los componentes activos y pasivos del tronco y establecer cambios mínimos en la postura que sean indicadores de riesgo (3). Es necesario considerar los factores psicosociales a los cuales están expuestos los TH, y que pueden estar asociados al DL.

Conclusión

La adecuada fuerza muscular de los extensores de tronco, constituye un factor protector frente al DL. Sin embargo, es necesario desarrollar más investigaciones en esta población que permitan mayor comprensión de los factores relacionados con el DL, siendo base para esto la utilización del modelo multivariado ajustado a la realidad, ya que muestra ser de gran utilidad en el estudio de DL en militares (29). Las variables intervinientes de contexto junto con las variables fisiocinéticas constituyen una red compleja de determinantes del DL en los TH, permitiendo comprender que el DL no solo obedece a las variables de fuerza, flexibilidad y postura.

Conflicto de intereses

Ninguno declarado por los autores.

Financiación

Ninguna declarada por los autores.

Agradecimientos

A la Universidad Nacional de Colombia, al Departamento y Laboratorio del Movimiento Corporal Humano; al Ejército Nacional de Colombia, División de Aviación y Asalto Aéreo del Ejército Nacional; a nuestra directora de trabajo de grado, Imma Quitzel Caicedo Molina; al profesor Édgar Cortes Reyes y demás personas que con su apoyo hicieron posible la realización de este trabajo.

Referencias

1. Sociedad Española del Dolor [www.sedolor.es]. El dolor de espalda afecta al 80 % de la población; 2005 [acceso el 20 de abril de 2011]. Disponible en http://portal.sedolor.es/index.php?option=com_k2&view=item&id=189:el-dolor-de-espalda-afecta-al-80-de-la-poblacion C3%B3n&Itemid=70.
2. **Krismer M.** Low back pain (non-specific). *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*. 2007;21(1):77-91.

3. **Shirazi-Adly A, El-Rich M, Pop D, Parnianpour M.** Spinal muscle forces, internal loads and stability in standing under various postures and loads: Application of kinematics-based algorithm. *Eur Spine J.* 2005;14:381-92.
4. **Eugene K, Darren M.** Causal assessment of occupational carrying and low back pain: results of a systematic review. *Spine J.* 2010;10:628-638.
5. Ministerio de la Protección Social. Guía de atención integral basada en la evidencia para Dolor Lumbar Inespecífico y Enfermedad Discal relacionados con la manipulación de cargas y otros factores de riesgo en el lugar de trabajo. (GATI - DLI-ED). Ministerio de la Protección Social, República de Colombia; 2006.
6. **Knox J, Orchowski J, Scher DL, Owens BD, Burks R, Belmont PJ.** The incidence of low back pain in active duty United States military service members. *Spine (Phila Pa 1976).* 2011;36:1492-500.
7. **Hansen OB, Wagstaff AS.** Low back pain in Norwegian helicopter aircrew. *Aviat Space Environ Med.* 2001;72:161-64.
8. **Cunningham LK, Docherty S, Tyler AW.** Prevalence of low back pain (LBP) in rotary wing aviation pilots. *Aviat Space Environ Med.* 2010;81:774-8.
9. **Thomas M, Porte J, Brock J, Allen G, Heller R.** Back pain in Australian military helicopter pilots. A preliminary. *Spine (Phila Pa 1976).* 2011;36:1492-500.
10. **Bruce-Low S, Smith D, Burnet S, Fisher J, Bissell G, Webster L.** One lumbar extension training session per week is sufficient for strength gains and reductions in pain in patients with chronic low back pain ergonomics. *Ergonomics.* 2012;55:500-7.
11. **Alzate D, Blanco M, Gómez J, Soler A.** Factores asociados a lumbalgia en el personal tripulante de helicópteros del Ejército Nacional de Colombia. Trabajo de Grado. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Medicina; 2009.
12. **Alston W, Carlson K, Feldman D, Grimm Z, Cerontinos E.** A quantitative study of muscle factors in the chronic low back syndrome. *J Am Geriatr Soc.* 1966;7:1-7.
13. Ho Jun Lee. The relationship between cross sectional area and strength of back muscles in patients with Chronic Low Back Pain. *Ann Rehabil Med.* 2012;36:173-81.
14. **Renkawitz T, Boluki D, Grifka J.** The association of low back pain, neuromuscular imbalance, and trunk extension strength in athletes. *Spine J.* 2006;6:673-83.
15. **Vallejo M.** Estudio etiopatogénico de la lumbalgia de los pilotos de helicóptero. *Medicina aeroespacial y ambiental.* 1999;2:1134-9913.
16. **Stevens VK, Parlevliet TG, Coorevits PL, Mahieu NN, Bouche KG, Vanderstraeten GG et al.** The effect of increasing resistance on trunk muscle activity during extension and flexion exercises on training devices. *J Electromyogr Kinesiol.* 2008;18:434-45.
17. **Littlewood C, May S.** Measurement of range of movement in the lumbar spine: What methods are valid? A systematic review. *Physiotherapy.* 2007;3:201-21.
18. **Pivetta F, Reinehr F, Bolli C.** Effects of a program for trunk strength and stability on pain, low back and pelvis kinematics, and body balance: A pilot study. *J Bodyw Mov Ther.* 2008;12:22-30.
19. **Lee HJ, Lim WH, Park JW, Kwon BS, Ryu KH, Lee JH et al.** The relationship between cross sectional area and strength of back muscles in patients with Chronic Low Back Pain. *Ann Rehabil Med.* 2012;36:173-81.
20. **Jaap H, Van Diec'n L, Selen P, Cholewicki J.** Trunk muscle activation in low-back pain patients, an analysis of the literature. *J Electromyogr Kinesiol.* 2003;13:333-35.
21. **Mannion AF.** Fibre type characteristics and function of the human paraspinal muscles: normal values and changes in association with Low Back Pain. *J Electromyogr Kinesiol.* 1999;9:363-77.
22. **Harrison D, Sanghak O, Croft A, Troyanovich S.** Sitting Biomechanics Part I: Review of the literature. *J Manipulative PhysiolTher.* 1999;22:594-609.
23. **Demoulin C, Crielaard J, Vanderthommen M.** Spinal muscle evaluation in healthy individuals and low-back-pain patients: A literature review. *Joint Bone Spine.* 2007;74:9-13.
24. **Biering-Sörensen F.** Physical measurements as risk indicators for low-back trouble over a one-year period. *Spine (Phila Pa 1976).* 1984;9:106-19.
25. **Purepong N, Jitvimonrat A, Boonyong S.** Effect of flexibility exercise on lumbar angle: A study among non-specific low back pain patients. *J Bodyw Mov Ther.* 2011;2:1-8.
26. **Renkawitz T, Boluki D, Grifka J.** The association of low back pain, neuromuscular imbalance, and trunk extension strength in athletes. *Spine J.* 2006;6(6):673-83.
27. **Nadine M, Dunk P, Callaghan J.** Lumbar spine movement patterns during prolonged sitting differentiate low back pain developers from matched asymptomatic controls. *Work.* 2010;35:3-14.
28. **Pelham T, White H, Holt L, Wayne S.** The etiology of low back pain in military helicopter aviators: Prevention and treatment. *Work.* 2005;24:101-10.
29. **Steven Z.** Predictors of occurrence and severity of first time Low Back Pain episodes: Findings from a military inception cohort. *PLoS One.* 2012;2:1-9.