



Evaluación multitarea de la carga física

V. M. IDOATE GARCÍA
Licenciado en Medicina. Técnico superior en Ergonomía y Psicología Aplicada. Servicio de Prevención de Riesgos Laborales del Servicio Navarro de Salud-Osasunbidea

M. POLLÁN RUFO
Profesora titular de Psicología. Coordinadora de Ergonomía y Psicología Aplicada. Universidad Pública de Navarra

SUMARIO

Se presenta un método de evaluación multitarea de la carga física basada en la obtención de los valores medios ponderados y el método ergonómico REBA. Se incluyen tablas de entrada para los elementos de miembro superior e inferior, acoplamiento, peso y actividad. La ponderación se realiza teniendo en cuenta la duración de las subtareas. Es posible utilizar también la evaluación a partir de los valores del método REBA para cada una de las subtareas.

Se complementa con un ejemplo de rehabilitación de la rodilla, y calculándolo de las dos formas. En el cálculo ampliado se obtiene un valor final del REBA de 13 mientras que en la forma abreviada se obtiene un valor final del REBA de 11.

Las conclusiones que se obtienen es que es un método fácil de utilizar, con un valor global para toda la tarea o actividad; se puede extender a todas las tareas que componen el puesto de trabajo; obtener unos valores más elevados que la simple media de las tareas que componen la actividad, y que existe una forma abreviada para obtener el valor completo de la actividad.

INTRODUCCIÓN

Muchas de las actividades estudiadas presentan diferentes subtareas que componen la tarea principal. De la misma manera, muchos trabajadores presentan en su trabajo habitual diferentes actividades que dificultan el estudio ergonómico. En la evaluación se realiza un estudio de las subtareas, estableciendo que en el puesto de trabajo no hay alteraciones ergonómicas si las subtareas no presentan carga física elevada.

De los evaluadores que se han enfrentado con el problema de la multitarea nos encontramos con Colombini y Occhipinti (1, 2) para los movimientos repetitivos, o la modificación de

Palabras clave: Multitarea, ergonomía, método de evaluación.

Niosh de 1991, recogida por el método Ergo-IBV (3).

En relación a los métodos ergonómicos de evaluación de la carga física nos encontramos con McAtamney y Corlett (4), que en 1993 describen el método RULA en la extremidad superior; Hignett y McAtamney (5), que utilizan la modificación para las extremidades inferiores (REBA). En 1997, Lueder modifica el método RULA y lo adapta a las pantallas de visualización de datos (6), e Idoate y cols modifican el mismo método para adaptarlo a la visión microscópica (7).

OBJETIVO

Describir un sistema de evaluación multitarea basado en el valor medio ponderado obtenido del método REBA.

MÉTODO

Utilizaremos el método ergonómico REBA (Rapid Entire Body Assessment) y el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) en el caso de que no se consideren las extremidades inferior-

res. La razón para utilizarlo es la sencillez de la evaluación que se realiza con el método, la correspondencia del método con los hallazgos de EMG de superficie (8), la obtención de un valor para las extremidades inferiores y la posibilidad de usarlo en la mayoría de las tareas desarrolladas en la actividad laboral.

Se obtendrá el valor medio ponderado de los siguientes parámetros incluidos en el método ergonómico:

- Miembro superior: compuesto por el valor del hombro, codo, mano-muñeca y acoplamiento.

- Miembro inferior: compuesto por columna cervical, columna lumbar y posición de las piernas. Se le unirá el peso.

- Del valor obtenido al utilizar las tablas descritas por Hignett y McAtamney obtendremos la puntuación REBA.

Para obtener el valor medio ponderado utilizaremos la formulación usada por Martín Andrés y Luna del Castillo (9) y por Escobar (10), que algunos investigadores como DerSimonian y Laird (11), Fleish (12) o Whitehead A y Whitehead J (13), aplican al metaanálisis. La fórmula es:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_n \omega_n}{\sum \omega_n}$$

Tenemos que x es el valor que corresponde al elemento que introducimos, y w es el valor de la duración de la subtask.

La fórmula, aunque publicada por los autores que utilizan metaanálisis puede obtenerse teóricamente de la siguiente fórmula (aunque en el ejemplo sólo consideraré el hombro):

Supongamos una serie de tareas n , con una duración de cada una de ellas de t , la exigencia biomecánica de cada una de ellas será:

$$E_t = E_1 \cdot t_1 + E_2 \cdot t_2 + \dots + E_n \cdot t_n = \sum_n E_n \cdot t_n$$

si lo referimos a una duración total de la tarea tal que,

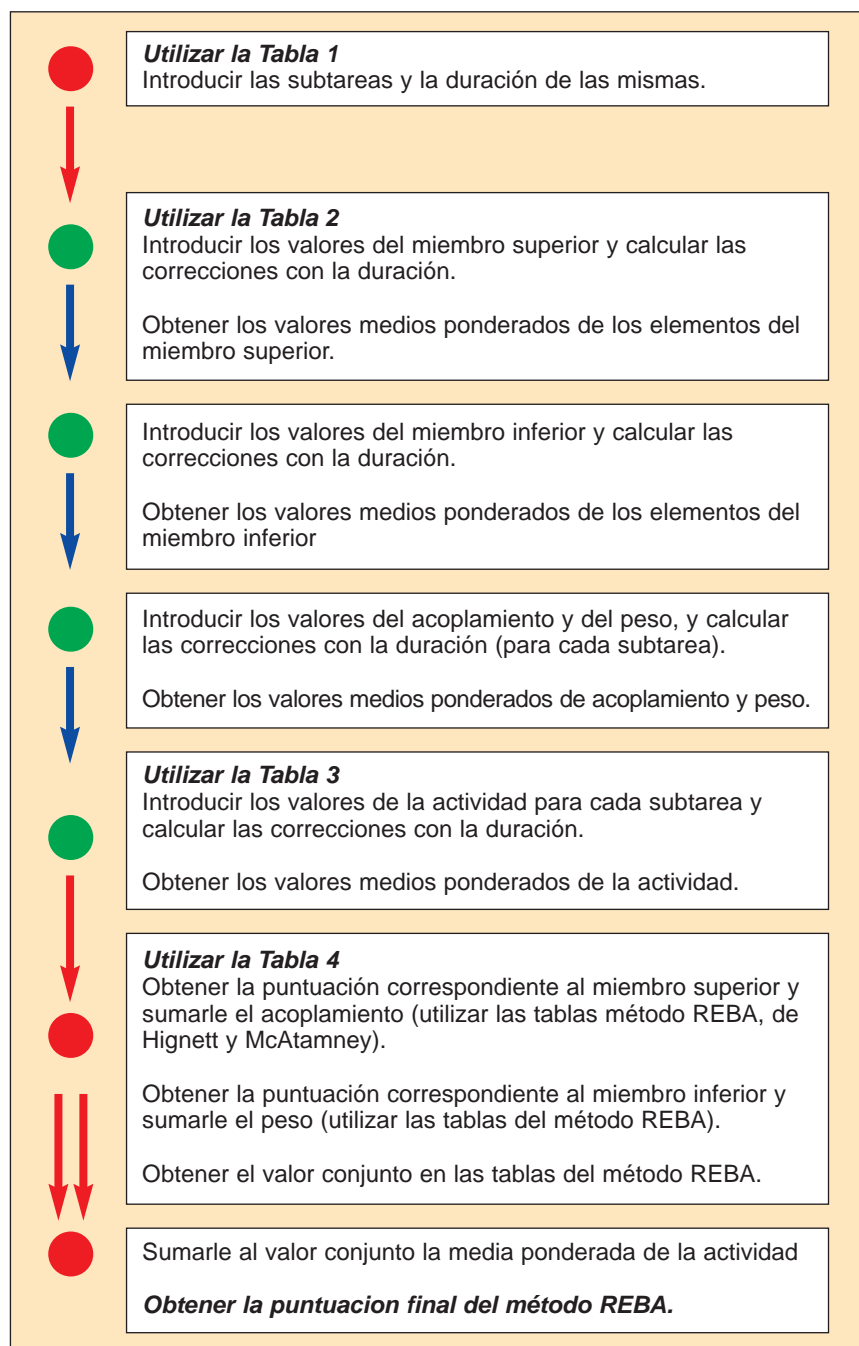
$$T = t_1 + t_2 + \dots + t_n = \sum_n t_n$$

entonces la exigencia total viene dada por la fórmula:

$$E_t = \frac{\sum_n E_n \cdot t_n}{\sum_n t_n}$$

que corresponde a la definida para el metaanálisis. También cabe la posibi-

DIAGRAMA 1. Introducción y mecánica del cálculo multitarea.





lidad de utilizar en la multitarea un estudio de metaanálisis en el que cada una de las evaluaciones coincide con un estudio de igual precisión, con varianza igual a cero, y cuyo único parámetro diferente es el tiempo de realización de la tarea. Este tipo de trabajos pueden unirse según lo publicado por Cochrane (14).

Una vez obtenido el valor medio ponderado para cada uno de los elementos que componen el método, se puede obtener la puntuación REBA del conjunto de la tarea. Para encontrar los valores en las tablas usaremos un ajuste por exceso (en caso de que el decimal sea mayor que 5), o por defecto (en el caso de que el decimal sea menor de 5), ya que necesitamos un valor entero.

Para el cálculo de la duración media es aconsejable la utilización de la grabación en vídeo digital de varios ciclos de trabajo que incluyen un número de subtareas elevadas. Para calcular la duración se obtiene la media simple de cada subtarea (para facilitar la labor se cuenta con el reloj del vídeo). La fórmula a aplicar es:

$$\bar{t} = \frac{\sum t_n}{n}$$

en la que n es el número de subtareas obtenidas, y t la duración.

Si en vez de consignar las subtareas

introducimos las tareas realizadas a lo largo de la jornada laboral y la duración de ésta, obtendremos el valor del puesto de trabajo con multitarea.

RESULTADOS

En la Tabla 1 se recogen las características del puesto de trabajo. Se

TABLA 1. Entrada de las tareas y la duración.

TAREA A EVALUAR	
Subtareas	Duración (segundos)

Ejemplo:

Tarea global: Rehabilitación de la rodilla.

TABLA 1. Entrada de las tareas y la duración.

TAREA A EVALUAR: REHABILITACIÓN DE LA RODILLA	
Subtareas	Duración (segundos)
Flexión forzada de la rodilla	87
Extensión forzada de la rodilla	30
Flexión forzada de la rodilla utilizando el tronco como palanca	57

enuncian las subtareas que se rellenan en la columna de la izquierda. La otra columna queda para recoger los tiempos medios de duración. En la Tabla 2 se introducen la duración y los valores REBA obtenidos para los elementos del miembro superior, válidos para todas las subtareas. En la parte de la derecha de la tabla se introducen los valores corregidos obtenidos de multiplicar la duración por los valores simples del REBA. Se acompaña de un apartado en el que se realiza el cálculo de los valores medios ponderados para cada una de los elementos

En esta evaluación se realiza un estudio de las subtareas, estableciendo que en el puesto de trabajo no hay alteraciones ergonómicas si las subtareas no presentan carga física elevada.

del miembro superior. La mecánica para el valor del miembro inferior es similar a la utilizada para el miembro superior.

En la misma Tabla, en la parte inferior, repite la estructura para el peso y el acoplamiento. En la parte derecha se trata del peso y acoplamiento para cada una de las subtareas. En la parte izquierda se encuentra la zona de entrada de la corrección con el tiempo (se multiplica por el tiempo). A continuación existe un apartado para el cálculo de los valores medios ponderados.

TABLA 2. Obtención de los valores corregidos con la duración.

Tarea	Duración	Valor hombro	Valor codo	Valor mano	Valor hombro corregido	Valor codo corregido	Valor mano corregido
Suma							

Valores medios ponderados			
----------------------------------	--	--	--

Tarea	Duración	Valor cuello	Valor lumbar	Valor rodilla	Valor cuello corregido	Valor lumbar corregido	Valor rodilla corregido
Suma							

Valores medios ponderados			
----------------------------------	--	--	--

Tarea	Duración	Valor acoplamiento	Valor peso	Valor acoplamiento corregido	Valor peso corregido
Suma					

Valores medios ponderados			
----------------------------------	--	--	--

Ejemplo:

TABLA 2. Obtención de los valores corregidos con la duración.

Tarea	Duración	Valor hombro	Valor codo	Valor mano	Valor hombro corregido	Valor codo corregido	Valor mano corregido
Flexión forzada	87	4	1	3	348	87	261
Extensión forz.	30	3	2	3	90	60	90
Flex. Forzada	57	2	1	3	114	57	171
Suma	174				552	204	522

Valores medios ponderados	3,17	1,17	3,05
----------------------------------	-------------	-------------	-------------

Tarea	Duración	Valor cuello	Valor lumbar	Valor rodilla	Valor cuello corregido	Valor lumbar corregido	Valor rodilla corregido
Flexión forzada	87	3	4	2	261	348	174
Extensión forz.	30	3	2	2	90	60	60
Flex. Forzada	57	2	1	1	114	57	57
Suma	174				465	465	291

Valores medios ponderados	2,67	2,67	1,67
----------------------------------	-------------	-------------	-------------

Tarea	Duración	Valor acoplamiento	Valor peso	Valor acoplamiento corregido	Valor peso corregido
Flexión forzada	87	2	2	174	174
Extensión forz.	30	1	3	30	90
Flex. Forzada	57	2	2	114	114
Suma	174			318	378

Valores medios ponderados	1,82	2,17
----------------------------------	-------------	-------------

La Tabla 3 obtiene el valor ponderado de la actividad para cada una de las subtareas. La mecánica es similar a la descrita para la Tabla 2.

El objetivo de los cálculos es obtener un único valor tanto para los elementos del miembro superior, como para el miembro inferior y para las variables de acoplamiento y peso.

En la Tabla 4, en el lado derecho se introducen los valores medios ponderados del miembro superior. Se utilizan

El objetivo de los cálculos es obtener un único valor, tanto para los elementos del miembro superior como para el miembro inferior y para las variables de acoplamiento y peso.

las tablas de Hignett y McAtamney donde se obtienen los valores REBA para el miembro superior. Se le suma el valor del acoplamiento. Se efectúa la misma operación en el miembro inferior para obtener el valor REBA y se le suma el peso. En la última parte de la tabla, se introducen los valores REBA correspondientes al miembro superior y al miembro inferior, se halla el valor final del REBA en las tablas cruzadas, y se le añade el valor correspondiente

TABLA 3. Obtención del valor ponderado de la actividad.

Tarea	Duración	Valor actividad	Valor actividad corregido
Suma			

Valores medios ponderados	
----------------------------------	--

Ejemplo:

TABLA 3. Obtención del valor ponderado de la actividad.

Tarea	Duración	Valor actividad	Valor actividad corregido
Flexión forzada	87	1	87
Extensión	30	2	60
Flexión con el cuerpo	57	2	114
Suma	174		261

Valores medios ponderados	1,5
----------------------------------	------------

a la actividad ponderada. En el diagrama 1 se puede seguir la mecánica de la transformación. Al final se encontrará un ejemplo de la mecánica a seguir.

En la Tabla 5 se expone la posibilidad de que pueda utilizarse la valoración global ponderándola con la duración. Los resultados se aproximan a

TABLA 4. Obtención del valor REBA a partir de las medias ponderadas.

Media hombro	Media codo	Media mano	Puntuación miembro superior REBA	Media acoplamiento	Total miembro superior REBA

Media cuello	Media tronco	Media piernas	Puntuación miembro inferior REBA	Media peso	Total miembro inferior REBA

Total miembro superior	Total miembro inferior	Puntuación REBA	Valor medio ponderado actividad	Puntuación final REBA

Los períodos de descanso deben incluirse como actividades de duración con carga física mínima, si se quiere que el método tenga la suficiente coherencia lógica en la evaluación.

los valores que se han utilizado en cada uno de los elementos del método. Es más sencillo pero también más impreciso.

DISCUSIÓN

La utilización de la media simple de los valores de las subtareas no es

Ejemplo:

TABLA 4. Obtención del valor REBA a partir de las medias ponderadas y corregidas.

Media hombro	Media codo	Media mano	Puntuación miembro superior REBA	Media acoplamiento	Total miembro superior REBA
4	2	3	7	2	9

Media cuello	Media tronco	Media piernas	Puntuación miembro inferior REBA	Media peso	Total miembro inferior REBA
3	3	2	6	3	9

Total miembro superior	Total miembro inferior	Puntuación REBA	Valor medio ponderado actividad	Puntuación final REBA
9	9	11	2	13

practicable, ya que las posturas de los miembros sin correcciones no deben sumarse. La presencia de una postura forzada en una subtarea no es compensable con una postura no forzada. La utilización de una ponderación temporal tiene en cuenta el tiempo de exposición a una postura concreta, y, por lo tanto, el resultado final guarda relación con la exposición.

Los valores obtenidos en cada una de las posturas que constituyen el método ergonómico no son valores cualitativos, ya que incluso en cada uno de los apartados del método se le suman puntos dependiendo de la posición adoptada. Posiblemente, guarda relación con la carga física que se obtiene en un estudio con EMG de superficie o en un estudio biomecánico. Si una

determinada postura tiene el doble de carga que otra, la primera obtiene dos puntos, mientras que la segunda, un punto.

Los períodos de descanso deben incluirse como actividades de duración con carga física mínima, si se quiere que el método tenga la suficiente coherencia lógica en la evaluación.



TABLA 5. Obtención del valor ponderado del REBA utilizando la valoración global de las subtareas.

TAREA GLOBAL			
Subtarea	Evaluación REBA	Duración	Evaluación REBA ponderado
Valor medio ponderado			

Ejemplo:

TABLA 5. Obtención del valor ponderado del REBA utilizando la valoración global de las subtareas.

TAREA GLOBAL			
Subtarea	Evaluación REBA	Duración	Evaluación REBA ponderado
Flexión forzada	12	87	1.044
Extensión	8	30	240
Flexión forzada con el cuerpo	12	57	684
Suma		174	1.968
Valor medio ponderado			11,31





Aunque aparentemente el relleno es una forma compleja, las hojas para la introducción de los datos son sencillas de realizar y permiten las correcciones que Hignett y McAtamney establecen para el método REBA.

Los métodos de evaluación multi-tarea descritos en la bibliografía internacional están circunscritos a los movimientos repetidos (Colombini y Occhipinti) o para el levantamiento de cargas (Ergo-IBV).

Aunque se ha utilizado en este caso la valoración con el método REBA, es posible también utilizar el método RULA, cuando no existen posiciones de las piernas. El uso de una evaluación con RULA modificado por Lueder, para pantallas de visualización de datos, mezclado con el RULA simple de McAtamney y Corlett, establece un error en la medida que corresponde, según Bonferroni (citado por Martín Andrés y De Luna), a la suma de los errores de todos los métodos utilizados en la evaluación. Según Calvo y cols, es pequeño en el caso de pan-

allas, y, según Idoate y cols, lo es también en el caso de la modificación para las pantallas.

No obstante, para evitar problemas, es aconsejable que todas las sub-tareas sean evaluadas con el mismo método, con lo que se obtiene el menor error posible.

Se aprecia que la evaluación amplia da un valor más elevado que la abreviada (13 en el procedimiento normal, 11 en el abreviado), y es posiblemente debido a que la exposición real en el trabajo es mayor que la que puede obtenerse de un valor medio ponderado. En cualquiera de los casos, según el método REBA, debe clasificarse la carga física como muy elevada.

CONCLUSIONES

- Es un método fácil de utilizar.
- Obtiene un valor global para toda la tarea.
- Se puede extender para todas las

tareas que componen el puesto de trabajo.

- Puede obtener unos valores más elevados que la simple media de las tareas que componen la actividad.

- Existe una forma abreviada para obtener el valor completo de la actividad.

BIBLIOGRAFÍA

- (1) COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI, E.; CAIROLI, S., y BARACCO, A.: «Proposta e validazione preliminare di una checklist per la stima dell'esposizione lavorativa a movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori», *Med Lav* 2000; 91: 470-485.
- (2) COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI, E., y GRIECO, A.: *Risk Assessment and Management of Repetitive Movements and Exertions of Upper Limbs*. Elsevier. London. 2002.
- (3) GARCÍA MOLINA, C.; CHIRIVELLA MORENO, C.; PAGE DEL POZO, A., y cols.: *Ergo-IBV. Evaluación de riesgos laborales asociados a la carga física*. Ed. IBV. Paterna. Valencia. 1997.
- (4) MCATAMNEY, L., y CORLETT N.: RULA: «A survey method for the investigation of work related upper limb disorders». *Appl. Ergonomics*, 1993; 24: 91-99.
- (5) HIGNETT, S., y MCATAMNEY, L.: «Rapid Entire Body Assessment (REBA)», *Appl. Ergonomics* 2000; 31: 201-204.
- (6) LUEDER, R.: *A proposed RULA for computer users. Proceedings of the Ergonomics Summer Workshop UC Berkeley Center for Occupational Environmental Health Continuing Education Program*. San Francisco. August 1996.
- (7) IDOATE GARCÍA, V. M.; PÉREZ DE ALBÉNIZ ANDUEZA, M. M., ÁLVAREZ ERVITI, S., y cols.: «Modificación del método RULA para el estudio ergonómico postural de la actividad de visión microscópica en los laboratorios del Servicio Navarro de Salud-Osasunbidea.» 2 International Conference for Occupational Risk. Gran Canaria. 2002.
- (8) IDOATE GARCÍA, V. M.; FRANCÉS MELLADO I.; SÁNCHEZ ARRUIZ A., y cols.: «Estudio de la carga física en la actividad de fisioterapia». III Congreso Nacional de la Asociación Española de Ergonomía. Avilés. 2002.
- (9) MARTÍN ANDRÉS, A., y LUNA DEL CASTILLO, J. D.: *Bioestadística para ciencias de la salud*. Ed. Norma. 4 Edición. Madrid. 1994. Pp 30
- (10) ESCOBAR, M.: «Análisis gráfico/exploratorio», *Cuadernos de Estadística*. La Muralla. Madrid. 1999 pp 33.
- (11) DERSIMONIAN, R., y LAIRD, N.: «Meta-analysis in clinical trials», *Cont Clin Trials* 1986; 7: 177-188.
- (12) FLEISS, J. L.: «Analysis of Data from Multiclinic Trials», *Cont. Clin Trials*. 1986; 267-275.
- (13) WHITEHEAD, A., y WHITEHEAD J.: «A General parametric to the meta-analysis of randomized clinical trials», *Stat Med* 1991; 10: 1665-1677.
- (14) COCHRAN, W. G.: «The combination of estimates from different experiments», *Biometrics* 1954; 10: 101-129.