

Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya 2015



El libro Online con
ISSN
1946-5351



celaya.academiajournals.com

<http://www.academiajournals.com/inicio-celaya/>

Recopilación de Ponencias del Congreso Internacional de Investigación
Academia Journals Celaya 2015

ISSN 1946-5351

Instalaciones del Instituto Tecnológico de Celaya
Celaya, Guanajuato, México
4, 5, y 6 de noviembre de 2015

TOMO	PAGINA
01	01 – 195
02	196 – 381
03	382 – 579
04	580 – 779
05	780 – 980
06	981 – 1182
07	1183 – 1377
08	1378 – 1573
09	1574 – 1761
10	1762 – 1945
11	1946 – 2147
12	2148 – 2348
13	2349 – 2551
14	2552 – 2735
15	2736 – 2940
16	2941 – 3139
17	3140 – 3322

TOMO	PAGINA
18	3323 – 3508
19	3509 – 3688
20	3689 – 3872
21	3873 – 4070
22	4071 – 4257
23	4258 – 4450
24	4451 – 4664
25	4665 – 4869
26	4870 – 5059
27	5060 – 5246
28	5247 – 5446
29	5447 – 5635
30	5636 – 5828
31	5829 – 6022
32	6023 – 6213
33	6214 +

Diagnóstico de Factores de Riesgo Mediante el Método Ergonómico REBA en una Empresa Avícola

Michelle Pesado Rodríguez¹, Dr. Victorino Juárez Rivera²,
M. C. Erika Barojas Payán³ y Dr. Ricardo Rojas Durán⁴

Resumen—En México, las lesiones músculo-esqueléticas (LME) son las primeras causas de riesgo en el trabajo de acuerdo a las estadísticas del IMSS del año 2014. La realización de este trabajo se fundamenta en valorar la postura y el riesgo de LME en el departamento de producción y recolección en una industria avícola, mediante la aplicación del método ergonómico REBA y sensores inerciales, que en conjunto permitieron la obtención de los movimientos y posturas de trabajo. Los resultados del análisis ergonómico revelaron una puntuación mayor a 11, cuya ponderación se encuentra en un nivel muy alto en el puesto de trabajo. A partir de estos datos se elabora un control para la adecuación ergonómica del área de producción y el manejo moderado de cargas.

Palabras clave—músculo-esquelético, postura, ergonómico, sensores inerciales, movimientos.

Introducción

Toda actividad humana, y entre ellas particularmente el trabajo, conlleva ciertos riesgos para la salud. En numerosas ocasiones, durante la ejecución de la actividad ocupacional el trabajador realiza sobreesfuerzos, mantiene posturas inadecuadas por tiempo prolongado y/o lleva a cabo movimientos repetitivos que anudado a otros factores de origen laboral pueden generar alteraciones músculo esqueléticas (Bravo, et al. 1988)

Se han realizado estudios que demuestran que los problemas de salud laboral no se pueden eliminar por completo, pero si se pueden reducir al adoptar medidas ergonómicas. Se realiza esta investigación en el área de recolección de producto en una empresa avícola donde se han generado afectaciones en el cuerpo de los trabajadores, como dolor de cuello, espalda, hombros, muñecas, manos y rodillas estas molestias son originadas por las actividades repetitivas y mal ejecutadas que realizan, es por ello que se determina el grado de afectación que se pueden generar en miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas las actividades repetitivas a los trabajadores al realizar el trabajo en la empresa. Dada la problemática de la adopción de posturas inadecuadas y el riesgo de lesiones músculo esqueléticas a fin de implementar las medidas preventivas se plantea la aplicación del método Rapid Entire Body Assessment (REBA) (Hignett, et al. 2000), debido a que es un método que garantiza una buena aproximación de los grados de riesgo, variación en la fisiología individual, historia de la lesión, métodos de trabajo y otros factores que pueden influir para que una persona adopte posturas incorrectas en el puesto de trabajo incrementando la probabilidad de padecer alteraciones músculo esqueléticas.

A la vez se aplica el uso de sensores inerciales para poder precisar en qué momentos de la actividad del trabajador pueden producirse lesiones musculoesqueléticas y sobre qué articulaciones en concreto. Los sensores alojan en su interior tres tipos de sensores (acelerómetros, giróscopos y magnetómetros) cuyas señales son computadas con algoritmos específicos que fusionan las distintas señales para lograr obtener los ángulos de rotación en los tres ejes del espacio

Analizando específicamente los siguientes puntos:

- Determinar los ciclos de trabajo de los trabajadores del área de recolección.
- Analizar las posturas, movimientos y tiempos de los trabajadores.
- Aplicar el método REBA y obtener el grado de afectación.
- Aplicar la utilización de sensores inerciales para determinar los movimientos de miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas.
- Hacer recomendaciones para reducir el grado de afectación músculo-esquelético en el cuerpo de los trabajadores.

Descripción del Método

¹ C. Michelle Pesado Rodríguez, estudiante de Ingeniería Industrial en la Universidad Veracruzana Facultad de Ingeniería Campus Cd. Mendoza Ver. michelle1894@hotmail.com (Autor Corresponsal).

² Dr. Victorino Juárez Rivera catedrático en la Universidad Veracruzana Facultad de Ingeniería campus Cd. Mendoza Ver. vjuarez@uv.mx

³ M.C. Erika Barojas Payan es catedrático de la Universidad Veracruzana Facultad de Ingeniería campus Cd. Mendoza Ver. ebarojas@uv.mx

⁴ Dr Ricardo Rojas Duran es catedrático de la Universidad Veracruzana Facultad de Ingeniería campus Cd. Mendoza Ver. rduran@uv.mx

Método Aplicado

Para llevar a cabo esta investigación el método ergonómico utilizado es el REBA. Método simplificado para la evaluación de la ergonomía en los puestos de trabajo debido a que parte de su concepción se centra en un elevado número de mediciones para que los resultados obtenidos sean los más fidedignos posibles.

Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas. Se trata, por tanto, de una herramienta útil para la prevención de riesgos capaz de alertar sobre condiciones de trabajo inadecuadas

Descripción de las características más destacadas del método REBA,

- Es un método especialmente sensible a los riesgos de tipo músculo-esquelético.
- Divide el cuerpo en segmentos para ser codificados individualmente, y evalúa tanto los miembros superiores, como el tronco, el cuello y las piernas.
- Analiza la repercusión sobre la carga postural del manejo de cargas realizado con las manos o con otras partes del cuerpo.
- Considera relevante el tipo de agarre de la carga manejada, destacando que éste no siempre puede realizarse mediante las manos y por tanto permite indicar la posibilidad de que se utilicen otras partes del cuerpo.
- Permite la valoración de la actividad muscular causada por posturas estáticas, dinámicas, o debidas a cambios bruscos o inesperados en la postura.
- El resultado determina el nivel de riesgo de padecer lesiones estableciendo el nivel de acción requerido y la urgencia de la intervención.

La información requerida por el método es básicamente la siguiente:

- Los ángulos formados por las diferentes partes del cuerpo (tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo, muñeca) con respecto a determinadas posiciones de referencia.
- La carga o fuerza manejada por el trabajador al adoptar la postura en estudio indicada en kilogramos.
- El tipo de agarre de la carga manejada manualmente o mediante otras partes del cuerpo.
- Las características de la actividad muscular desarrollada por el trabajador (estática, dinámica o sujeta a posibles cambios bruscos).

La aplicación del método puede resumirse en los siguientes pasos:

- División del cuerpo en dos grupos, siendo el grupo A el correspondiente al tronco, el cuello y las piernas y el grupo B el formado por los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca). Puntuación individual de los miembros de cada grupo a partir de sus correspondientes tablas.
- Consulta de la Tabla A para la obtención de la puntuación inicial del grupo A a partir de las puntuaciones individuales del tronco, cuello y piernas.
- Valoración del grupo B a partir de las puntuaciones del brazo, antebrazo y muñeca mediante la Tabla B.
- Modificación de la puntuación asignada al grupo A (tronco, cuello y piernas) en función de la carga o fuerzas aplicadas, en adelante "Puntuación A".
- Corrección de la puntuación asignada a la zona corporal de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca) o grupo B según el tipo de agarre de la carga manejada, en lo sucesivo "Puntuación B".
- A partir de la "Puntuación A" y la "Puntuación B" y mediante la consulta de la Tabla C se obtiene una nueva puntuación denominada "Puntuación C".
- Modificación de la "Puntuación C" según el tipo de actividad muscular desarrollada para la obtención de la puntuación final del método.
- Consulta del nivel de acción, riesgo y urgencia de la actuación correspondientes al valor final calculado

A continuación en la Figura 1.se muestra la forma de evaluar del método REBA, en la Figura 2 se muestra la hoja de campo del método REBA y en la Figura 3 el nivel de riesgo dependiendo de los puntajes de evaluación.

S. Hignett, L. McAtamney / *Applied Ergonomics* 31 (2000) 201–205

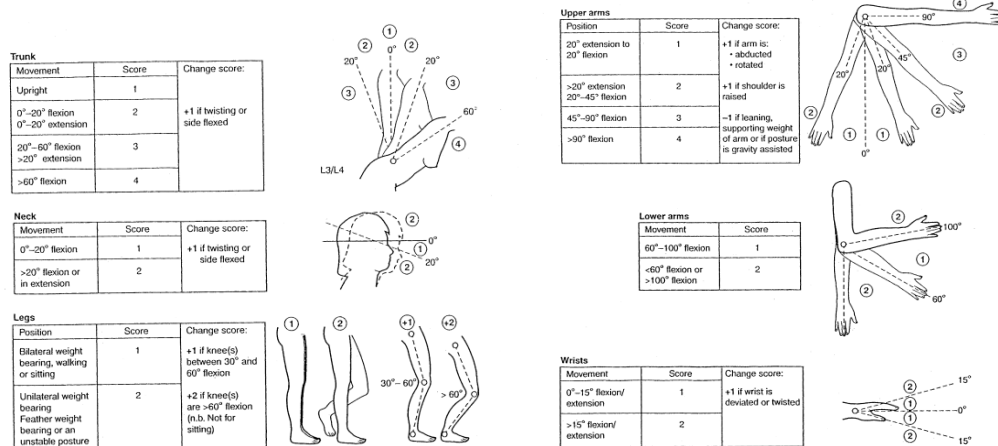


Figura 1. Evaluación método REBA

Grupo A: Análisis de cuello, piernas y tronco

CUELLO

Movimiento	Punt.	Correc.
0°–20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral
>20° flexión o extensión	2	

PIERNAS

Movimiento	Punt.	Correc.
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir +1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°
Soporte unilateral, soporta ligero o postura inestable	2	

TRONCO

Movimiento	Punt.	Correc.
Enfado	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral
0°–20° flexión	2	
0°–20° extensión	2	
20°–60° flexión	3	
>20° extensión	3	
>60° flexión	4	

CARGA / FUERZA

0	1	2	+1
< 5 Kg.	5 a 10	> 10 Kg.	Instauración rápida o

Grupo B: Análisis de brazos, antebrazos y muñecas

ANTEBRAZOS

Movimiento	Puntuación	Corrección
60°–100° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o desviación lateral
<60° flexión o >100° flexión	2	

MUÑECAS

Movimiento	Punt.	Corrección
0°–15° flexión/ extensión	1	Añadir +1 si hay torsión o desviación lateral
>15° flexión/ extensión	2	

BRAZOS

Posición	Puntuación	Corrección
0°–20° flexión/ extensión	1	Añadir: +1 si hay abducción o rotación +1 si hay elevación del hombro. –1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad.
>20° flexión	2	
20°–45° flexión	3	
>45° flexión	4	

Resultados

Resultados TABLA A

Resultados TABLA B

Puntuación final

Figura 2. Hoja de campo método REBA

Action level	REBA score	Risk level	Action (including further assessment)
0	1	Negligible	None necessary
1	2–3	Low	May be necessary
2	4–7	Medium	Necessary
3	8–10	High	Necessary soon
④	11–15	Very high	Necessary NOW

Figura 3. Riesgo según puntuación dada.

Sensores inerciales Arduino.

Arduino Sensores es un sistema de captura de movimiento y de análisis biomecánico basado en sensores inerciales. Estos sensores proporcionan orientaciones (ángulos), así como velocidades angulares y aceleraciones. Estos sensores permiten medir el movimiento de personas durante la marcha, obteniendo gráficas de datos de una alta precisión. En el laboratorio de Ingeniería Industrial existen 15 sensores para las partes del cuerpo que permiten una evaluación del cuerpo entero en la Figura 4 se encuentra la colocación de cada uno de estos sensores.

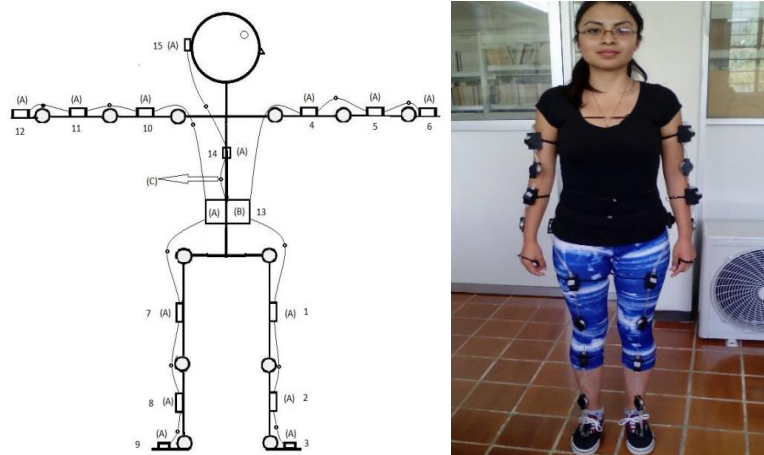


Figura. 4 Colocación de los 15 sensores inerciales.

Entorno de la Investigación

Industria Avícola

La Avicultura, es la técnica de criar y fomentar la reproducción de las aves y al mismo tiempo beneficiarse de sus productos. Ejemplo de industria avícola se muestra en la Figura 5.

La producción de huevo fértil y comercial inicia con las siguientes operaciones:

- **Recepción:** Se reciben las pollitas, normalmente de un día de vida a las granjas de crianza donde son cuidadas y alimentadas entre 16 a 22 semanas. Una vez transcurrido este periodo alcanzan la edad propicia para la siguiente etapa.
- **Postura:** Alcanzado la edad y el peso ideal para empezar la producción, las aves son trasladadas a las unidades de producción (casetas), para iniciar el proceso postura.

En esta etapa se lleva a cabo la aplicación del método REBA el cual permitirá analizar las posturas y movimientos del cuerpo de los trabajadores al momento de realizar la recolección del producto (huevo).

Se recolecta el producto cada 60 minutos dependiendo del porcentaje de postura en el que se encuentre las reproductoras al mismo tiempo se debe realizar la clasificación del huevo fértil y comercial (deforme, doble yema, sucio, y de piso).

- **Almacén:** Una vez clasificados, se pasa al departamento de asperjado, donde se lava el producto (huevo), posteriormente se procede a colocar el producto en cajas y almacenarlo en el departamento denominado “cuarto frío”.

Metodología

Se realizó una visita a la empresa y se analizó el proceso de producción con el objetivo de identificar las áreas y las tareas realizadas.

Después de analizar el proceso se determinó que existe una gran problemática en la estación de trabajo de recolección de producto fértil ya que se presenta un mayor desgaste en el personal derivado de las actividades y áreas en las que se realizan las tareas, por lo tanto se lleva a cabo un análisis para determinar el grado de afectación musculoesquelética que se puede generar en las partes superiores del cuerpo humano.

Posteriormente se realizó una grabación con la finalidad de poder analizar detenidamente cada uno de los movimientos de los trabajadores ya que se requirió establecer puntos en el espacio (x, y, z) y así obtener dirección y magnitud de los movimientos.

Más tarde en el laboratorio de Ingeniería Industrial de la Universidad Veracruzana Facultad de Ingeniería Cd. Mendoza, mediante sensores inerciales de ARDUINO y el método REBA utilizando el software ERGOFELLOW se analiza el trabajo realizado en el área de producción y recolección de producto avícola. Recreando los movimientos del trabajador mediante fases como se muestra en la Figura 6.



Figura 6. Recreación de movimientos del trabajador con sensores inerciales.

A continuación en la tabla 1 se muestran los resultados de dicho análisis en Excel.

	A	B	C	D	E	F
1						
2	SENSOR 1	SENSOR 2	SENSOR 3	SENSOR 4	SENSOR 5	SENSOR 6
3	1,23,-13	0,13,-19	-1,-4,169	14,18,-59	-53,-22,-32	23,-15,35
4	1,24,-12	0,13,-19	-1,-4,169	14,17,-60	-53,-22,-32	22,-15,34
5	2,25,-12	0,13,-20	0,-4,169	15,17,-60	-54,-22,-33	22,-14,34
6	3,27,-10	0,13,-23	1,-2,169	14,17,-60	-54,-22,-33	22,-14,34
7	5,30,-9	-1,13,-26	5,-1,169	14,17,-61	-54,-23,-33	22,-14,34
8	3,33,-15	-3,14,-29	8,-8,171	15,17,-61	55,-22,-34	25,-15,32
9	0,32,-19	-5,15,-30	9,-10,169	15,17,-61	-55,-22,-34	25,-15,32
10	-3,30,-19	-5,8,-29	5,-10,168	15,19,-61	-55,-23,-34	25,-14,32
11	-2,34,-17	-3,6,-26	3,-8,168	15,20,-61	-56,-23,-34	25,-13,33
12	-5,34,-21	-2,7,-25	3,-6,167	15,19,-61	-56,-23,-34	26,-14,33
13	-6,35,-23	-2,7,-25	2,-3,167	15,17,-60	-58,-22,-34	27,-15,32
14	-7,33,-23	-4,9,-25	2,-2,168	14,16,-59	-59,-23,-33	25,-16,34
15	-7,31,-21	-3,7,-23	0,-1,168	14,14,-58	-58,-24,-33	24,-16,35
16	-6,31,-20	-1,4,-23	0,-1,168	14,14,-58	-57,-23,-33	24,-16,36
17	-4,31,-19	-2,3,-22	0,-1,167	13,13,-58	-57,-24,-32	25,-15,36
18	-1,31,-18	-3,3,-21	0,-1,167	13,14,-58	-57,-23,-32	25,-15,36

Tabla 1. Resultado de sensores en Excel

En esta tabla según el orden de los sensores que se muestra en la Figura 4. Observamos en que parte del cuerpo se encuentran los valores más altos registrados mediante la utilización de los sensores inerciales y estas partes del cuerpo son el sensor 3 (Pie derecho), sensor 9 (pie izquierdo), sensor 12 (mano izquierda), sensor 13 (espalda baja) sensor 14 (espalda alta) y sensor 15 (cuello).

En el análisis realizado en el programa Ergofellow se determinó el resultado de 14 puntos lo cual equivale a un riesgo muy alto porque la escala de riesgos equivale de 1 a 11 puntos y este análisis arrojó un puntaje mayor al ya establecido. Por lo tanto es de gran importancia estos valores para posteriormente dar recomendaciones.

Por ultimo en la plataforma XVR se mostraron los movimientos por medio de los sensores y el avatar. Se muestra en la Figura 7.

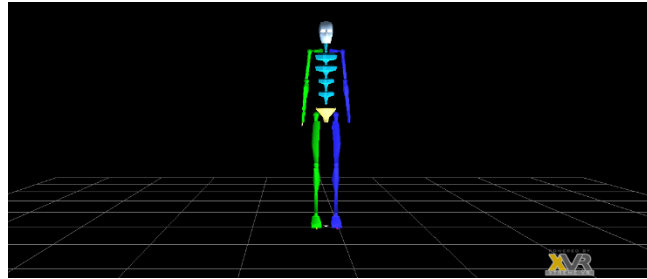


Figura 7. Plataforma XVR

Comentarios Finales

La clave más importante del éxito de todas las empresas reside en saber incrementar la productividad, pero para ello es preciso tener en cuenta el rendimiento total de las actividades productivas de los factores y no solo la productividad del trabajo.

Conclusiones

Las posturas y movimientos generados en el área de recolección, comprenden un riesgo para la salud de los trabajadores, lo cual se demuestra de acuerdo a los resultados obtenidos por el método ergonómico aplicado y el análisis por medio de los sensores inerciales.

El resultado del análisis fue realizado mediante una la evaluación por fases del trabajo de recolector de producto avícola, utilizando datos obtenidos de la simulación en el laboratorio de Ingeniería Industrial mediante los 15 sensores inerciales de ARDUINO que generaron cada movimiento en tres ejes x, y, z. Con ello se pudo observar de manera exacta el desplazamiento de cada parte del cuerpo analizado. Y se encontró que el trabajo realizado en el área de producción y recolección de producto avícola, según puntuaciones REBA en el riesgo más alto por lo tanto se requiere tomar medidas inmediatas en cuanto a la realización del proceso o el área de trabajo.

Mediante la evaluación con los sensores inerciales se encontraron partes del cuerpo con mayor afectación al realizar la tarea de recolector y estos son pie derecho, pie izquierdo, mano derecha, espalda alta y baja y cuello.

Se insta a mejorar las condiciones del área de trabajo para que a lo largo del tiempo estos factores no afecten tanto al trabajador como a la empresa.

Referencias

- Hignett, S and Mcatamney, L. Rapid Entire Body Assessment: REBA Applied Ergonomics, 31, 201-5, 2000.
- Wilson, J. 2013. Fundamentals of systems ergonomics/human factors revisited. Applied Ergonomics. 45 (1): 5 – 13.
- Hignett, S., 1998. Ergonomics. In: Pitt-Brooke, J., Reid, H., Lockwood J., Kerr, K. (Eds.), Rehabilitation of Movement. Theoretical Basis of Clinical Practice. W.B Saunders Company Ltd, London, pp. 480-486 (Chapter 13).
- Montiel, María, Valoración de la Carga Postural y Riesgo Musculo Esquelético. Revista Salud de los Trabajadores, volumen 14, enero 2006
- Bravo, P. & Chicharro, E (1988): "Problemas Posturales musculoesqueléticos en el trabajo". La Salud en el trabajo: C Tomo. 1(30), 249-264