

# Determinación de la capacidad y la carga física de trabajo en bailarines de una escuela de baile de la ciudad de Cali

Estimation of capacity and physical work load in dancers from a Cali's city school of dance

Determinação da capacidade e ônus físico de trabalho em bailarinos de uma escola de dance da cidade de Cali

COLCIENCIAS TIPO 1. ARTÍCULO ORIGINAL

RECIBIDO: DICIEMBRE 12, 2012; ACEPTADO: MARZO 1, 2013

Teresa Arana  
teresarana@gmail.com

Juan Carlos Velásquez Valencia  
jocupa@gmail.com

Reynaldo Carvajal Ortiz  
reycarvajalo@gmail.com

Universidad Santiago de Cali, Colombia

## Resumen

Con la presente investigación se estimó la carga máxima de trabajo físico que puede soportar un(a) bailarín(a) de una escuela de ritmos populares para la realización de su trabajo, en forma segura. La media de edad de la población estudiada fue  $20 \pm 3,2$  años. Se realizaron mediciones del consumo de oxígeno y pulso ergometría los cuales se analizaron estadísticamente. Las diferencias observadas entre las medias de capacidad de trabajo físico fueron estadísticamente significantes (valor  $-p = 0.046$ ) entre las medias de carga de trabajo físico a favor de los hombres. La barrera de gasto energético para el total de bailarines fluctuó entre una y ocho horas con media de cuatro horas y trece minutos. Los resultados mostraron que la carga física es muy alta y el tiempo de práctica muy extenso en comparación con la capacidad física de los bailarines, lo cual genera alto riesgo de fatiga músculo esquelética, sobrecarga biomecánica y riesgo de lesiones y desórdenes músculo esqueléticos.

## Palabras Clave

Salud ocupacional; capacidad y carga física; gasto energético; riesgo de lesiones músculo esqueléticas.

## Abstract

With the present investigation was estimated maximum load of physical work that can support a dancer in a school of popular rhythms for carrying out their work safely. The mean age of the study population was  $20 \pm 3.2$  years. Measurements were made of the oxygen consumption and pulse ergometry which were analyzed statistically. The observed differences between the means of physical work capacity were statistically significant ( $p$ -value = 0,046) between the means of physical workload for men. The barrier for the total energy expenditure of dancers fluctuated between one and eight hours with an average of four hours and thirteen minutes. The results show that the physical load is very high as well as the practice time is very extensive compared to the physical capacity of the dancers, which creates a high risk of musculoskeletal fatigue, biomechanics overload, risk of injury and musculoskeletal disorders.

## Keywords

Occupational health; capacity and physical load; energy expenditure; musculoskeletal disorders risk.

## Resumo

Com a presente investigação estimou-se o ônus máximo de trabalho físico que pode suportar um(a) bailarino(a) de uma escola de ritmos populares para a realização de seu trabalho em forma segura. A média de idade da população estudada foi  $20 \pm 3, 2$  anos. Realizaram-se medidas do consumo de oxigênio e pulso ergometria os quais se analisaram estatisticamente. As diferenças observadas entre as médias de capacidade de trabalho físico foram estatisticamente significantes (valor  $-p = 0.046$ ) entre as médias de ônus de trabalho físico a favor dos homens. A barreira de despesa energética para o total de bailarinos flutuou entre uma e oito horas com média de quatro horas e treze minutos. Os resultados mostraram que o ônus físico é muito alta e o tempo de prática muito extenso em comparação com a capacidade física dos bailarinos, o qual gera alto risco de fadiga músculo esquelética, sobrecarga biomecânica e risco de lesões e desordens músculo esqueléticos.

## Palavras chave

Saúde ocupacional; capacidade e ônus físico; despesa energética; risco de lesões músculo esqueléticas.

## I. INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud [OMS] define la actividad física como *todos los movimientos que forman parte de la vida diaria, incluyendo el trabajo, la recreación, el ejercicio y las actividades deportivas*. Se puede considerar entonces al baile como una actividad física en la cual el bailarín coloca su cuerpo en posiciones no usuales para él, realizando esfuerzos que para una persona no entrenada serían poco comunes.

La salsa es un género musical de origen afro-caribeño incubado en el barrio latino de obreros en Nueva York, hacia 1960, sobre la base de géneros afrocubanos (i.e., el son, el danzón, la guaracha y el guaguancó), enriquecida con el aporte de los géneros populares y folclóricos de Puerto Rico (i.e., la bomba y la plena) y el de otros pueblos del área del Caribe, así como con algunos elementos procedentes de jazz norteamericano.

La salsa en Cali se convirtió en una cultura de ciudad; el imaginario de la *caleñidad* contemporánea gira en torno a la salsa caleña; ella, ha logrado sobrevivir a las nuevas culturas de la globalización y de la inmigración. Como su nombre lo indica este estilo nació en la ciudad de Cali, ciudad ubicada al suroccidente de Colombia, que es aclamada como la *Capital mundial de la salsa*.

El estilo de la salsa caleña se reconoce por sus veloces movimientos de piernas y cadera. Adicionalmente, se incorporan en la salsa caleña figuras acrobáticas. Los rápidos movimientos de pies también se emplean frecuentemente para actuaciones individuales.

En Cali hay más de cuarenta escuelas de salsa en los barrios populares, que aglutinan a más de cinco mil bailarines de todas las edades; son ellas, una raíz cultural por su arraigo popular. Generalmente los bailarines de dichas escuelas son de formación empírica –sin técnicas específicas–, de estratos populares y estilo de vida no saludable, hechos que generan un interrogante acerca de su capacidad física para enfrentar este ritmo frenético, veloz y con acrobacias, como es la salsa caleña.

El baile es una forma especial de arte que emplea los valores estéticos y los movimientos corporales de los seres humanos para expresar y comunicar; es un arte y al mismo tiempo un ejercicio físico con un alto costo energético, lo cual convierte a los bailarines en una combinación de artista y atleta; su actividad demanda un gran esfuerzo físico y energético en el individuo. Aún así, investigaciones muestran que los bailarines, a pesar de tener un mayor

poder aeróbico que las personas que no lo son, no alcanzan el rango de valores propio de los atletas de alto rendimiento<sup>1</sup>.

Según Bronner, Ojofeitimi y Spriggs<sup>2</sup>, los bailarines están expuestos a una diversidad de factores de riesgos, que ellos clasifican en dos categorías, fundamentalmente: factores de riesgo extrínsecos, como las demandas técnicas de su trabajo, el estilo de la danza, la exposición o duración de la labor, el entrenamiento o ensayo, las condiciones ambientales y su propio equipamiento (trajes, zapatos especiales, etc.); y factores de riesgo intrínsecos, entre los que se encuentran: la edad y el género, las lesiones sufridas a través de su vida profesional, la fuerza y las condiciones aeróbicas.

Todos los factores de riesgo citados influyen de una u otra manera en el desempeño de los bailarines; sin embargo, para el presente estudio son de mayor importancia las condiciones aeróbicas. Bronner et al.,<sup>2</sup> afirman que la fatiga es la variable más citada por los bailarines, puesto que el solo entrenamiento de la danza es inadecuado para preparar al bailarín para la demanda aeróbica que necesita una presentación. Por lo tanto, para evitar lesiones de cualquier tipo –y desgaste físico– en esta clase de trabajadores, es necesario determinar si existe o no una sobrecarga física de trabajo.

## II. METODOLOGÍA

### A. Población, marco muestral y área de estudio

Se estudiaron veintitrés bailarines pertenecientes a una escuela de baile de la ciudad de Cali. Los bailarines que aceptaron voluntariamente participar en el estudio tenían una permanencia mayor a doce meses en el grupo de bailarines profesionales de la escuela.

### B. Fuentes de información, técnicas de recolección y variables

En los participantes del estudio se realizaron mediciones del consumo de oxígeno y pulso ergometría. Se hicieron visitas de observación tanto a los ensayos como a las presentaciones en público.

Las dos principales variables, objeto de estudio, fueron la capacidad de trabajo y la carga de trabajo físico, las cuales se resolvieron de acuerdo con los datos que se fueron encontrando en el transcurso de la investigación exploratoria que se llevó a cabo durante el desarrollo del presente estudio. La Tabla 1 describe las variables, su definición y medida.

**Tabla 1. Variables y medidas**

Variable	Definición	Medida
Edad	Años cumplidos	Años
Sexo		Hombre, Mujer
Peso	Magnitud física del bailarín	Kg
Potencia aeróbica máxima	Capacidad máxima del uso de oxígeno por individuo	Litros por minuto
Capacidad de trabajo	Máxima capacidad energética de un individuo	Kilocalorías/minuto
Carga de trabajo físico	Requerimientos metabólicos de la actividad	Kilocalorías/minuto
Índice de costo cardíaco relativo	Proporción de frecuencia cardíaca comprometida en el trabajo	
Índice de FRIMAT	Compromiso de la variación de la frecuencia cardíaca	
Barrera de gasto energético	Umbral máximo aceptable de carga física	Kilocalorías

### C. Materiales y métodos

Se empleó la *Prueba de Escalón de Manero*<sup>3</sup>, desarrollada por Rogelio Manero en 1991 con base en la *Prueba de Escalón de Astrand*.

Esta prueba permitió estimar de manera indirecta la potencia aeróbica máxima ( $VO_2\text{max}$ ) y a partir de ella calcular la capacidad de trabajo físico. Se tomo en consideración los aspectos técnicos de la prueba tales como: no presentar fiebre o enfermedades que afecten la frecuencia cardíaca, no haber tomado estimulantes (café o bebidas de Cola) y no haber consumido alimentos en las dos a tres horas previas. Antes de la aplicación de la prueba de Escalón, se midieron la presión arterial, el peso, la estatura y la frecuencia cardíaca en reposo.

Se realizó la prueba de acuerdo con el protocolo de Manero, aplicando tres cargas crecientes de tres minutos de duración cada una, con intervalos de reposo de un minuto entre cargas.

Previo a la aplicación de la prueba se contó con la firma del consentimiento informado, donde se dieron a conocer el objetivo de la investigación, los procedimientos y las pruebas a las cuales iba a ser sometido cada uno de sus participantes, así como la disponibilidad para resolver todas las preguntas que surgieran al respecto. Esto, en cumplimiento de la Resolución 008430 de 1993 (Ministerio de Salud de Colombia), que *establece normas científicas, técnicas y aspectos éticos de la investigación en seres humanos*.

Se realizó una revisión médica a los participantes para tener una mejor percepción sobre su estado de salud antes de someterlos a las pruebas; durante ellas se tuvo el cuidado de trabajar con frecuencias cardíacas seguras, esto es 65% de la frecuencia cardíaca máxima de la teórica.

Durante el proceso de trabajo (baile), se colocó un pulsómetro a los participantes objeto del estudio y se registró:

- la frecuencia cardíaca media;
- la frecuencia cardíaca máxima; y
- el gasto energético del trabajo.

También se registraron los siguientes cálculos:

- índice de costo cardíaco relativo [ICCR];
- índice de penosidad de Frimat;
- límite de gasto energético [LGE];
- límite de gasto energético acumulado ( $LGE_a$ );
- gasto energético total del trabajo ( $GE_{tt}$ ); y
- barrera de gasto energético (BGE).

Las mediciones del gasto energético del trabajo y la monitorización de la frecuencia cardíaca se realizaron con un pulsómetro POLAR S810 i o monitor de ritmo cardíaco.

El estudio se efectuó en dos etapas; la primera, consistió en la determinación de la capacidad y la potencia aeróbica de cada individuo, y en la medición, con base en la frecuencia cardíaca, de la carga física generada por el proceso de trabajo<sup>4</sup>.

En la segunda etapa se realizaron los cálculos de los indicadores de seguridad límite de gasto energético, límite de gasto energético acumulado y barrera de gasto energético. Igualmente en esta etapa se efectuó la comparación de las mediciones en el proceso de trabajo con las mediciones realizadas en el trabajador, para obtener el grado de *riesgo* mediante el cálculo del Índice de costo cardíaco relativo, el Índice de penosidad de Frimat y la Barrera de gasto energético, para cada individuo.

La información obtenida, se llevó a una base en Excel y se analizó mediante el paquete estadístico SPSS versión 15.0 para Windows. Las variables numéricas se analizaron con base en las medidas de tendencia central (i.e., mediana, promedio y desviación estándar). Las variables categóricas se analizaron con base en distribuciones porcentuales. La comparación por género de las variables numéricas se realizó con base en el análisis de varianza de una vía,

previo el chequeo del cumplimiento de los supuestos estadísticos para su aplicación. Como nivel de significación estadística se determinó a priori un  $\alpha=0.05$ .

### III. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

Se evaluaron en total veintitrés bailarines, cuyas características describe la Tabla 2.

**Tabla 2. Características de la población**

Características	Descriptivas
Género (n=23)	
Masculino	16 (69,6%)
Femenino	7 (30,4%)
Edad (años) Hombres (n=16)	
$\bar{x} \pm \sigma$	21,1 $\pm$ 3,2
Rango	16-26
Edad (años) Mujeres (n=7)	
$\bar{x} \pm \sigma$	18,3 $\pm$ 2,3
Rango	15-22
Peso (Kg) Hombres (n=16)	
$\bar{x} \pm \sigma$	62,8 $\pm$ 8,7
Rango	48-77
Peso (Kg) Mujeres (n=7)	
$\bar{x} \pm \sigma$	49,4 $\pm$ 2,6
Rango	46-53

La media de edad de la población estudiada fue de 20 $\pm$ 3.2 años, con una proporción mayor de hombres (69.6%). En ellos, la edad fluctuó entre 16 y 26 años, con una media de 21. En mujeres la edad fluctuó entre 15 y 22 años, con una media de 18. Los resultados de la capacidad de trabajo físico se pueden observar en las Tablas 3 y 4.

**Tabla 3. Determinación de la capacidad de trabajo físico**

Capacidad de trabajo físico	Descriptivas
VO <sub>2</sub> L/min (n=23)	
$\bar{x} \pm \sigma$	3,3 $\pm$ 0,8
Rango	1,4-4,4
Mediana	3,2
Rango intercuartil	3-3,8
VO <sub>2</sub> mL/kgmin (n=23)	
$\bar{x} \pm \sigma$	56 $\pm$ 12,6
Rango	28-79
Mediana	56
Rango intercuartil	52-63
Clasificación capacidad física (n=23)	
Excelente	17 (74%)
Buena	4 (17%)
Regular	3 (9%)

Capacidad de trabajo físico	Hombres (n=16)		Mujeres (n= 7)		Valor p
	Rango	$\bar{x} \pm \sigma$	Rango	$\bar{x} \pm \sigma$	
VO <sub>2</sub> L/min	2,5-4,4	3,5 $\pm$ 0,6	1,4-3,8	2,7 $\pm$ 0,9	0,014
VO <sub>2</sub> mL/kgmin	43-79	56,6 $\pm$ 9,8	28-75	54,6 $\pm$ 18,3	0,727

La capacidad física de trabajo en hombres varió entre 2.5 y 4.4, con una media de 3.5. En mujeres fluctuó entre 1.4 y 3.8, con una media de 2.7. La diferencia observada entre las medias de capacidad de trabajo físico fueron estadísticamente significativas (valor\_p=0.014). Los resultados de la carga física se presentan en la Tabla 4.

**Tabla 4. Determinación de la carga física**

Carga Física	Descriptivas
Calificación costo cardíaco relativo	23 (100%)
Bajo	6 (26,1%)
Alto	17 (73,9%)
FRIMAT	23 (100%)
Duro	1 (4,3%)
Extremadamente duro	21(91,4%)
Penoso	1 (4,3%)

Carga de trabajo físico	Hombres (n = 16)		Mujeres (n = 7)		Valor p
	Rango	$\bar{x} + \sigma$	Rango	$\bar{x} + \sigma$	
Kcal/hora	250- 566	393,6 $\pm$ 97,7	172-523	290,6 $\pm$ 127,3	0,046

La carga de trabajo físico en hombres varió entre 250 y 566 con una media de 393.6. En mujeres la variación fluctuó entre 172 y 523 con una media de 290.6

Las diferencias observadas entre las medias de carga de trabajo físico fueron estadísticamente significativas (valor\_p=0.046). Los límites de seguridad para la tarea se pueden observar en la Tabla 5.

**Tabla 5. Límites de seguridad**

Límites de seguridad	Descriptivas
Barrera de gasto energético (minutos)	n=23
$\bar{x} \pm \sigma$	247,9 $\pm$ 132,1
Rango	60 - 480
Mediana	225
Rango intercuartil	135 - 334

Límites de seguridad	Hombres (n = 16)		Mujeres (n = 7)		Valor_p
	Rango	$\bar{x} \pm \sigma$	Rango	$\bar{x} \pm \sigma$	
Barrera de gasto energético (minutos)	60 - 480	253,8 $\pm$ 140	90 - 400	232,5 $\pm$ 118,8	0,746

La barrera de gasto energético para el total de bailarines fluctuó entre una hora y 8 horas, con una media de 4 horas y 13 minutos. Las diferencias observadas entre hombres (4 horas, 21 minutos) y mujeres (3 horas, 52 minutos) no fueron estadísticamente significantes (valor\_p = 0,746).

La capacidad física de los individuos evaluados, en comparación con la de la población general fue bastante buena, con resultados similares a los reportados por Baldary y Guidetti<sup>5</sup>, pero con diferencias a los hallazgos presentados por Koutedakis y Jamurtas<sup>6</sup>, quienes afirmaron que los bailarines profesionales de ballet presentaron un acondicionamiento físico similar a aquellos individuos sedentarios saludables de edades similares.

Las diferencias estadísticas entre la capacidad de trabajo físico absoluta en hombres y mujeres, podrían ser explicadas por el mayor contenido de masa muscular efectiva de los varones con relación a lo observado en las mujeres, con resultados similares a los reportados por Ramel<sup>7</sup>.

Cuando se comparó la capacidad de trabajo físico relativo, se observó un comportamiento similar entre hombres y mujeres, lo cual demostró que la eficiencia muscular por kilogramo de peso entre géneros fue similar, lo que sugirió que el entrenamiento de estas personas fue bastante bueno.

Sin embargo, a pesar de la buena condición física mostrada por los individuos evaluados, el 75% de ellos presentaron riesgo por sobrecarga física según el índice de costo cardíaco relativo, lo cual evidencia que el trabajo realizado es de alta demanda física y energética.

Cuando se usa un indicador de mayor sensibilidad para trabajos con ritmos variables como el índice de penosidad de Frimat, se observa que el riesgo aumenta y compromete al 96% de los individuos, lo cual puede ser explicado porque los tipos de baile observados incrementan notoriamente la frecuencia cardíaca a picos máximos cercanos a la frecuencia cardíaca máxima teórica y con valores de aceleración de la frecuencia cardíaca igualmente altos.

La carga metabólica del trabajo es significativamente más alta para los hombres, lo cual podría explicarse por el esfuerzo que representa realizar maniobras adicionales a los movimientos al bailar como son el levantamiento y transporte de cargas que se evidencian en los lanzamientos y cargas que los hombres hacen con las bailarinas.

#### IV. CONCLUSIONES

Se puede afirmar que las demandas energéticas del trabajo superan las capacidades energéticas de los individuos para realizar este tipo de trabajo.

La carga metabólica promedio de la actividad fue de 359 kcal/h para los hombres y mujeres, valores que estuvieron por encima del límite del gasto energético medio (295 kcal/h), lo cual definió que, para el promedio de los individuos evaluados, el tiempo máximo aceptable de trabajo debe estar alrededor de 225 minutos.

Tiempos de trabajo superiores a los 225 minutos pueden incrementar el riesgo de fatiga y de lesiones por sobrecarga física y biomecánica. Estas lesiones pueden presentarse con mayor frecuencia en miembros inferiores, cuello y espalda como fue reportado por Washington<sup>8</sup>, Rovere<sup>9</sup>, Solomon<sup>10</sup>, Ramel<sup>11</sup> y Logan<sup>11</sup>.

Se observaron, en el presente estudio, periodos de trabajo superiores a las ocho horas de trabajo.

En futuras investigaciones sería importante estudiar los hábitos alimenticios, los estilos de vida, el manejo de las cargas mental y psico-laboral, las condiciones del lugar y el medio ambiente de trabajo y las condiciones de reposo y recuperación, con el fin de diseñar y desarrollar un programa integral de atención y mantenimiento de la salud del bailarín.

Los resultados del estudio demostraron que la carga física es muy alta, con tiempos de práctica diaria muy extensos, comparados con la capacidad física de los bailarines, lo que genera un alto riesgo de: fatiga músculo esquelética, sobrecarga biomecánica, lesiones y desórdenes musculoesqueléticos.

#### V. REFERENCIAS

1. Cohen JL, Segal KR, Witriol I, McArdle WD. Cardio respiratory responses to ballet exercise and the  $VO_{2max}$  of elite ballet dancers. *Med Sci Sports Exerc.* 1982; 14(3):212-217.
2. Bronner S, Ojofeitimi S, Spriggs J. Occupational musculoskeletal disorder in dancers. *Physical Therapy Reviews.* 2003; 8: 57-68.
3. Manero R, Soto L, Rodríguez T. Un modelo simple para la evaluación integral del riesgo a lesiones músculo-esqueléticas (MODSI). 2006 [en línea]. Recuperado de [http://www.prevencionintegral.com/Articulos/@Datos/\\_ORP2006/0100.pdf](http://www.prevencionintegral.com/Articulos/@Datos/_ORP2006/0100.pdf)
4. Velásquez JC. Carga física de trabajo. Bases fisiológicas y metodológicas para su estudio. Pereira: Editorial Centauro; 2005.
5. Baldari C, Guidetti L.  $VO_{2max}$ , Ventilatory and anaerobic thresholds in rhythmic gymnasts and young female dancers. *J sports Med Phys Fitness.* 2001; 41(2): 177-182.
6. Koutedakis Y, Jamurtas A. The dancer as a performing athlete: Physical considerations. *Sports Med.* 2004; 34(10): 651-661.
7. Ramel EM, Moritz U. Psychosocial factors at work and their association with professional ballet dancers' musculoskeletal disorders. *Med Probl Perform.* 1998; 13(2): 66-74.
8. Washington, EL. Musculoskeletal injuries in theatrical dancers: site, frequency, and severity. *Am J Sports Med.* 1978; 6(2): 75-98.
9. Rovere GD, Webb LX, Gristina AG, Vogel JM. Musculoskeletal injuries in theatrical dance students. *Am J Sports Med.* 1983; 11(4): 195-198.

10. Solomon, R, Micheli LJ, Solomon J, Kelley T. The "cost" of injuries in a professional ballet company: anatomy of a season. *Medical Problems of Performing Artists*. 1995; 10(1): 3-10.
11. Logan-Krogstad PM. Epidemiological study of injuries in highland dancers [Tesis de maestría]. [Saskatoon, Canadá]: University of Saskatchewan; 2006.

## VI. CURRÍCULO

*Teresa Arana*. Licenciada en Biología y Química. Especialista en Docencia Universitaria y Máster en Salud Ocupacional. Profesora de tiempo completo de la Universidad Santiago de Cali.

*Juan Carlos Velásquez Valencia*. Médico, Magister en Medicina del Trabajo, Especialista en Fisiología del Trabajo, profesor e investigador de la Universidad del Valle (Cali) y la Universidad Libre (Cali). Director del presente trabajo de investigación

*Reynaldo Carvajal Ortiz*. Matemático, Estadístico, Magister en Epidemiología y Salud Ocupacional. Profesor investigador de la Universidad del Valle. Asesor estadístico, respectivamente de la presente investigación.