

**CARACTERÍSTICAS CINEMÁTICAS Y CINÉTICAS DURANTE SALTOS  
CONTRAMOVIMIENTO DE BAILARINES PROFESIONALES  
PERTENECIENTES A ESCUELAS DE SALSA DE LA CIUDAD DE SANTIAGO  
DE CALI**

**DIANA XIMENA MARTÍNEZ ARCE  
ESTUDIANTE MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE SALUD  
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FISIOLÓGICAS  
SANTIAGO DE CALI  
2019**

**CARACTERÍSTICAS CINEMÁTICAS Y CINÉTICAS DURANTE SALTOS  
CONTRAMOVIMIENTO DE BAILARINES PROFESIONALES  
PERTENECIENTES A ESCUELAS DE SALSA DE LA CIUDAD DE SANTIAGO  
DE CALI**

**DIANA XIMENA MARTÍNEZ ARCE  
ESTUDIANTE MAESTRÍA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS**

**Trabajo de investigación para optar por el título de Magister en Ciencias  
Biomédicas**

**ALEJANDRO RODRÍGUEZ CAMPO MSc.  
DIRECTOR**

**WILFREDO ÁGREDO RODRÍGUEZ MSc.  
CO-DIRECTOR**

**JOSÉ RAFAEL TOVAR PhD.  
ASESOR ESTADÍSTICO**

**HAROLD VIAFARA SANDOVAL MEd  
ASESOR METODOLÓGICO**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE  
FACULTAD DE SALUD  
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS FISIOLÓGICAS  
SANTIAGO DE CALI  
2019**

## DEDICATORIA

Mamut, tus lágrimas valieron la pena, el orgullo que debes sentir hoy es invaluable. No pienses en el pasado, disfruta este momento que es tuyo. Gracias por trasnochar a mi lado, por cuidar de mi hija mientras mis manos escribían este proyecto y por darme tantos abrazos cuando no veía la luz.

A mi familia y especialmente a mis tías por brindarme tanto amor, por sus oraciones, por ser tan positivas y tener claro de que era posible finalizar. Sin ustedes no habría sido posible emprender este último viaje.

A mi padre por ser el impulso y mi polo a tierra, por la fe puesta en mis acciones y por creer en mí. A mi tío por ser el cómplice perfecto en todo lo que sueño, gracias a Dios sigues con nosotros para vivir conmigo este momento.

A mi hija por todo el sacrificio que hace por mí, por esperarme despierta, por pintar sus siluetas a mi lado, por jugar con mis libros, por ser incondicional y decirme que la ame y por ser mi inspiración desde el día en que la ví.

Al profesor Wilfredo Ágreto Rodríguez por ser el inicio y el fin de este proyecto, por ser mi maestro en todo el proceso académico y enseñarme todo lo que sé.

## AGRADECIMIENTOS

A la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte en cabeza del Rector José Fernando Arroyo Valencia, al Decano de la Facultad de Salud y Rehabilitación Carlos Andrés Quiroz Mora, a mis compañeros y amigos del Programa de Terapia Ocupacional y a todo el equipo de trabajo por apoyarme en mi proceso, por la confianza y la paciencia.

A los profesores Jessica Quiceno, Laura Quintero y Andrés Cárdenas del Laboratorio Integrado de Análisis del Movimiento por ser la piedra angular de esta construcción, por sentir, vivir y triunfar conmigo en cada momento y por ir todos los días construyendo conocimiento.

A los bailarines de salsa por participar de manera activa y especial en este proyecto y por estar dispuestos siempre a lo que se les convoque.

A la compañía Qualisys en cabeza de su vicepresidente Dan India por creer en nuestro trabajo y donar para el Laboratorio Integrado de Análisis del Movimiento las cámaras que necesitábamos para mejorar nuestro quehacer en el área de biomecánica.

Al profesor Alejandro Rodríguez Campo por guiarme en este proceso y ser la voz de aliento durante el camino, fuiste el faro que iluminó la oscuridad.

Al profesor José Rafael Tovar Cuevas y a su grupo de profesionales y estudiantes de estadística quienes me han apoyado en mi proceso y de quienes he aprendido a partir de los diferentes espacios de investigación, evidenciando que su labor es invaluable.

Al profesor Harold Viafara Sandoval de la Universidad San Buenaventura por retarme de manera académica y brindarme el apoyo para trabajar en algo que es fundamental en la cultura de la ciudad y es la Salsa Caleña.

...Y la ola llegó hasta esta orilla.

## TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	13
OBJETIVOS .....	15
OBJETIVO GENERAL.....	15
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	16
JUSTIFICACIÓN.....	19
MARCO TEÓRICO .....	21
FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS DE LOS SALTOS .....	21
SALTO CONTRAMOVIMIENTO.....	24
REGISTRO DEL SALTO CONTRAMOVIMIENTO.....	25
MODELO DE MARCADORES .....	27
LESIONES EN BAILE.....	27
METODOLOGÍA.....	30
ASPECTOS ÉTICOS .....	30
POBLACIÓN Y MUESTRA .....	30
MÉTODO .....	35
FASE DE AJUSTE DE PROCESO DE CAPTURA DE MOVIMIENTO .....	35
FASE DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y REGISTRO BIOMECÁNICO .....	36
FASE DE VINCULACIÓN DE LA POBLACIÓN .....	37
ANÁLISIS DE DATOS.....	39
RESULTADOS .....	40
DETERMINACIÓN DEL MODELO BIOMECÁNICO Y CALIDAD DE LOS REGISTROS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA CINEMÁTICA DURANTE SALTOS CONTRAMOVIMIENTO EN BAILARINES DE SALSA.....	40
SELECCIÓN DEL MODELO BIOMECÁNICO .....	40
ERROR ESTÁNDAR DE LA MEDICIÓN (EEM) .....	44
CARACTERÍSTICAS DEL BAILARÍN DE SALSA, EL ENTORNO Y SU OCUPACIÓN....	49
CARACTERIZACIÓN DE LAS INTERACCIONES CINEMÁTICAS ENTRE SEGMENTOS CORPORALES DE MIEMBROS INFERIORES DURANTE SALTOS CONTRAMOVIMIENTO EN BAILARINES DE SALSA.....	53
TEMPOROESPACIALES.....	53

RANGOS DE MOVILIDAD DE RODILLA.....	54
INDICE REACTIVO DE FUERZA .....	55
CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPONENTES CINÉTICOS EN MIEMBROS INFERIORES DURANTE SALTOS CONTRAMOVIMIENTO EN BAILARINES DE SALSA .....	56
FUERZA MÁXIMA DE SALTO CONTRAMOVIMIENTO .....	56
FUERZA DE ATERRIZAJE DE SALTO CONTRAMOVIMIENTO.....	57
TRABAJO EXCÉNTRICO Y CONCÉNTRICO.....	58
POTENCIA.....	59
SIMETRÍA ENTRE MIEMBROS INFERIORES.....	60
PROPUESTA DE ÍNDICE DE RIESGO DE LESIÓN PARA BAILARINES DE SALSA.....	62
TRANSFORMACIÓN DEL RANGO DE VALORES DEL IRL .....	65
SELECCIÓN DEL MEJOR ÍNDICE .....	65
PUNTOS DE CORTE.....	66
EL ÍNDICE DE RIESGO DE LESIÓN.....	67
DISCUSIÓN.....	71
CONCLUSIONES .....	73
RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS .....	76
ANEXOS .....	83
ANEXO 1. CARTA COMITÉ DE ÉTICA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ESCUELA NACIONAL DEL DEPORTE .....	83
ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO .....	84
ANEXO 3. INSTRUMENTO DE CARACTERIZACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA Y DE HISTORIAL DE LESIONES.....	89

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Variables .....	32
Tabla 2. Modelo Biomecánico No. 1 con Clúster .....	40
Tabla 3. Modelo Biomecánico No. 2 con bandas.....	42
Tabla 4. Error Estándar de la Medición con dos personas y un evaluador .....	46
Tabla 5. Error Residual de cámaras optoelectrónicas previo a las capturas de salto contramovimiento.....	47
Tabla 6. Características del grupo de bailarines de salsa.....	49
Tabla 7. Tiempo experiencia en la práctica del baile .....	51
Tabla 8. Variables Temporoespaciales.....	53
Tabla 9. Flexión de rodilla en el momento del aterrizaje .....	54
Tabla 10. Índice Reactivo de Fuerza .....	55
Tabla 11. Fuerza máxima del salto .....	56
Tabla 12. Fuerza máxima de aterrizaje.....	57
Tabla 13. Trabajo Excéntrico y Concéntrico .....	58
Tabla 14. Potencia del salto.....	59
Tabla 15. Resultado prueba de Wilcoxon .....	60
Tabla 16. Variables que conforman el Índice de Riesgo de Lesión .....	62
Tabla 17. Medidas de los tres IRL desarrollados (valor mínimo, valor máximo, mediana, media, desviación estándar del riesgo de lesión y error de estimación EE +) .....	67
Tabla 18. <i>Vector propio asociado al primer componente principal.....</i>	67
Tabla 19. <i>Valores mínimos y máximos por nivel de riesgo de lesión.....</i>	69

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Instrumentos de calibración.....	26
Figura 2. Diseño de estudio de repetibilidad para calcular el EEM.....	35
Figura 3. Plataformas de fuerza referencia 600x600 AMTI™.....	36
Figura 4. Cámaras optoelectrónicas Oqus 5 de Qualisys™.....	37
Figura 5. Bandas y Clústeres en miembros inferiores.....	40
Figura 6. Registro de los marcadores de Banda y Clúster en fémur y pierna izquierda .....	43

## RESUMEN

**Introducción.** Una cantidad importante de personas en la ciudad de Santiago de Cali, entre los cuales hay bailarines y bailarines, que practican salsa de manera regular sin tener claridad de las exigencias de entrenamiento que podrían causar lesiones a corto, mediano y largo plazo. Los bailarines son catalogados como deportistas de alto rendimiento por sus altas cargas de entrenamiento que se intensifican antes de una presentación. Los movimientos que realizan incluyen saltos y aterrizajes por lo que los miembros inferiores deben estar en condiciones para soportar la carga y la repetición pues de no ser así podrían causar lesiones importantes en los segmentos.

**Método.** Se llevó a cabo un estudio descriptivo de corte transversal con una muestra a conveniencia de 14 bailarines profesionales de salsa de diferentes escuelas adscritas a la ciudad de Santiago de Cali, quienes tuvieron una participación voluntaria. Las personas debían tener de 18 a 40 años, no tener lesiones o enfermedades de ningún tipo ni presentar dolor o fatiga muscular por actividad física antes de la prueba. El desarrollo de la investigación se hizo en el Laboratorio Integrado de Análisis del Movimiento de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte donde se caracterizó el salto contramovimiento haciendo uso de dos plataformas de fuerza y 9 cámaras optoelectrónicas Qualisys Qqus 5. Los bailarines fueron informados del procedimiento y los riesgos de manera oral y escrita siendo esta última especificada en el consentimiento informado que era firmado antes de participar en el mismo. El aval ético fue otorgado por el Comité de Ética de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte.

**Resultados.** Por una parte, se eligió el modelo biomecánico con uso de Clusters para el estudio a partir de las características del movimiento de impacto. Con la consecución del Error Estándar de la Medición en la colocación de los marcadores reflectivos en las referencias anatómicas se obtuvo un error por debajo del mínimo valor permitido que se reportó en 11.91 grados de flexión de rodilla en la fase de descenso. El reporte del error residual de las cámaras fue menor a 1 mm en todas las capturas como un factor de calidad en la obtención de los datos. Por otra parte, la descripción de los sujetos, el entorno y su ocupación se obtuvo a partir de un instrumento de historial de lesiones y condiciones sociodemográficas que permitió identificar las acciones, necesidades y comportamientos de este grupo. Los resultados en los datos cinemáticos y cinéticos tuvieron una distribución normal utilizando la prueba Kolmogorov-Smirnov-Lilliefors con un  $p > 0.05$ . El resultado de altura de salto tuvo una mediana de 37.5 cm (3.3cm), la velocidad del salto una mediana de 2,358m/s (1,033 m/s) y el tiempo de vuelo una mediana 0,498 seg (0,308seg). La mediana de flexión de la rodilla derecha fue de 87,557 (17,329) grados y de la rodilla izquierda fue de 84,690 (16,487) grados. En relación con la

fuerza máxima de aterrizaje se tuvo una mediana 1,847%PC (1,463%PC) y la fuerza máxima del salto tuvo una mediana de 1,129%PC (0,385%PC). La potencia en el salto tuvo una mediana de 1735,558 Watts (1795,521 Watts). Las variables cuantitativas y cualitativas se convirtieron en un Índice de Riesgo de Lesión que busca prevenir las alteraciones en miembros inferiores de los bailarines de salsa en Cali.

**Conclusiones.** Se muestra un comportamiento físico durante el salto contramovimiento de los bailarines de salsa caleña que puede ser importante en el proceso de prevención de riesgo de lesiones ocupacionales y de mejoras en el rendimiento de la ejecución. La altura de la mediana del grupo de bailarines fue de 37.5 cm y al comparar la media del grupo con datos publicados los valores son similares con deportistas de tenis, futbol, mayores que los deportistas de resistencia y menores que los deportistas de potencia. Es fundamental continuar con las investigaciones para determinar los rangos de normalidad del salto contramovimiento que permitan tener referencias más confiables al comparar los datos obtenidos del sujeto con respecto a la población.

**Palabras clave:** Biomecánica, Salto contramovimiento, Salsa, Cinemática, Cinética

## ABSTRACT

**Introduction.** A significant number of people in the city of Santiago de Cali, among which there are dancers, who practice salsa on a regular basis without being clear about the training load that could cause injuries in the short, medium and long term. Dancers are categorized as high performance athletes because of their high training loads, that intensify before a presentation. The movements they perform include jumps and landings so that the lower limbs must be able to withstand the load and the repetition because otherwise they could cause important injuries in the segments.

**Method.** A descriptive cross-sectional study was conducted with a convenience sample of 14 salsa dancers from different schools affiliated to the city of Santiago de Cali, who had a voluntary participation. People must be between 18 and 40 years old, have no injuries or illnesses of any kind or have muscle pain or fatigue due to physical activity before the test. The development of the research was done in the Integrated Movement Analysis Laboratory of the National School of Sports Institution where the countermovement jump was characterized making use of two force platforms and 9 Qualisys Oqus 5 optoelectronic cameras. The dancers were informed of the procedure and the risks orally and in writing, the latter being specified in the informed consent that was signed before participating in it. The ethical endorsement was granted by the Ethics Committee of the University Institution Escuela Nacional del Deporte.

**Results.** The biomechanical model with the use of Clusters was chosen for the study based on the characteristics of the impact movement. With the achievement of the Standard Error of the Measurement in the placement of the reflective markers in the anatomical references, an error was obtained below the minimum allowed value that was reported in 11.91 degrees of knee flexion in the descent phase. The report of the residual error of the cameras was less than 1 mm in all the captures as a factor of quality in obtaining the data. On the other hand, the description of the subjects, the environment and their occupation was obtained from an instrument of history of injuries and sociodemographic conditions that allowed to identify the actions, needs and behaviors of this group. The results in kinematic and kinetic data had a normal distribution using the Kolmogorov-Smirnov-Lilliefors test with  $p > 0.05$ . The jump height result had a median of 37.5 cm (3.3cm), the jump speed a median of 2.358m / s (1.033 m / s) and the flight time a median of 0.498 sec (0.308sec). The median flexion of the right knee was 87.557 (17.329) degrees and the left knee was 84.690 (16.487) degrees. In relation to the maximum landing force, there was a median of

1.847% PC (1.443% PC) and the maximum force of the jump had a median of 1.129% PC (0.385% PC). The power in the jump had a median of 1735,558 Watts (1795,521 Watts). The quantitative and qualitative variables were converted into an Injury Risk Index that seeks to prevent alterations in the lower limbs of the salsa dancers in Cali.

**Conclusions.** It shows a physical behavior during the countermovement jump of salsa dancers who may be important in the process of prevention of risk of occupational injuries and improvements in the performance of the execution. The median height of the group of dancers was 37.5 cm and when comparing the average of the group with published data, the values are similar with tennis and soccer athletes, higher than endurance athletes and smaller than power athletes. It is essential to continue with the research to determine the ranges of normality of the countermovement jump that allow having more reliable references when comparing the data obtained from the subject with respect to the population.

**Keywords:** Biomechanics, countermovement jump, Salsa, Kinematics, Kinetics

## INTRODUCCIÓN

La salsa caleña es un estilo de danza popular que se ha caracterizado por acrobacias, cargadas y figuras que se convierten en habilidades motoras aprendidas y en la que es necesaria la coordinación y el control motor, teniendo de condiciones físicas y demandas de carga que se asemejan a entrenos de deportistas de alto rendimiento. A medida que los bailarines se esfuerzan por mejorar su habilidad y su rendimiento, se requieren modificaciones en los entrenamientos, particularmente en los componentes de la carga como la frecuencia, duración e intensidad, lo que conlleva tener mayor riesgo de sufrir del sobreuso teniendo como consecuencia lesiones musculares y enfermedades ocupacionales (1).

Dentro de la ejecución de la salsa caleña se producen movimientos que involucran contracciones excéntricas y concéntricas, y estos se conocen desde el punto de vista fisiológico como acciones donde participa el ciclo de estiramiento-acortamiento. Este tipo de movimiento depende de la fuerza del sujeto, pero, también de cómo se genera está en función del tiempo. Una prueba para saber cómo desarrolla una persona esta capacidad en sus miembros inferiores es a través del salto contramovimiento. Se sabe que su confiabilidad es buena y que es relativamente fácil de aplicar, lo cual facilita su uso continuo (2). En la danza clásica, el salto es usado para la constitución de rutinas dentro de los ensayos y las presentaciones, teniendo que durante estos movimientos se pueden generar fuerzas que pueden superar hasta 20 veces el peso corporal del bailarín (3). En la salsa, no hay evidencia de su uso ni hay reportes previos al respecto. Por lo anterior, se considera de vital importancia conocer la capacidad física durante saltos contramovimiento de un grupo de bailarines de salsa de la ciudad de Cali.

En este proyecto se determinaron las características cinemáticas y cinéticas en un grupo de bailarines de escuelas de salsa de la ciudad de Cali. Para alcanzar este objetivo se eligió un modelo biomecánico para hacer la captura cinemática por medio de cámaras optoelectrónicas y se registraron los saltos contramovimiento, midiendo la fuerza, la potencia y el trabajo excéntrico y concéntrico, a través de plataformas de fuerza. Se determinaron las variables en 5 categorías que fueron variables del sujeto, del sociodemográficas, del entrenamiento, cinemáticas y cinéticas. Los análisis cinemáticos se enfocaron en la articulación de la rodilla durante el descenso del centro de masa durante el salto estableciendo grados de flexión máxima y varo o valgo de rodilla en ese mismo momento. Los análisis cinéticos fueron tomados durante el momento de contacto de los pies en las plataformas hasta la fase de despegue. Estas pruebas biomecánicas estuvieron acompañadas de una entrevista semiestructurada que dio cuenta de los hábitos

durante la práctica, historial de lesiones por la práctica dancística y diagnósticos osteomusculares asociados a otras acciones de la vida diaria como traumas por accidentes de tránsito o por caídas.

La información de la entrevista, los datos cinemáticos y cinéticos fueron procesados a partir de análisis univariado y bivariado, específicamente con medidas de tendencia central para dar cuenta de las medianas y las desviaciones estándar en términos de los sujetos y el grupo total de bailarines. El análisis multivariado permitió realizar asociaciones que conllevaron a proponer la construcción de un índice de riesgo de lesión para bailarines de salsa. Este se convierte en un insumo fundamental para las modificaciones en los componentes de la carga de la práctica dancística, del entrenamiento y la prevención de lesiones relacionadas con los saltos y la sobrecarga en miembros inferiores.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar las características cinemáticas y cinéticas durante saltos contramovimiento en bailarines de escuelas de salsa de la ciudad de Santiago de Cali.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer un modelo de segmentos corporales que permita cuantificar la cinemática durante un salto contramovimiento en los bailarines de salsa.
- Caracterizar las interacciones cinemáticas entre segmentos corporales de miembros inferiores durante saltos contramovimiento en los bailarines de salsa.
- Caracterizar los componentes cinéticos en miembros inferiores durante saltos contramovimiento en los bailarines de salsa.
- Proponer un índice de riesgo de lesión en los bailarines de salsa a partir de la caracterización cinemática y cinética

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la cultura salsera de Santiago de Cali cientos de personas bailan por ocio, actividad física o por ocupación. Según el Acuerdo 0243 de 2008 se declara la salsa como Género Musical y Patrimonio Cultural de la ciudad (4) siendo posible identificar 127 escuelas que se agrupan en 5 agremiaciones y 3 categorías, que se convierten en espacios para ensayar y enseñar. La práctica de este estilo de salsa no tiene una orientación que sea acorde entre las capacidades físicas del practicante y los componentes de la carga requeridos para bailar la salsa caleña.

En cuanto a las características de la ejecución de la salsa al estilo caleño, estas se desarrollan a partir de un aumento de la revolución de la música pasando de 33 a 45, empezando a bailar en el primer tiempo del compás. Los pasos que se han caracterizado son el Pique, las Patadas, el Básico Caleño, el Lateral Caleño, los Picos y el Jale, en los que se enfatizan los movimientos de las piernas, realizando desplazamientos y ejecución de los pasos y figuras con gran velocidad y haciendo con habilidad la subdivisión de los tiempos de la música con los pies (5).

La información que relaciona la edad de ingreso a las escuelas de salsa y la caracterización de la práctica de la salsa no es clara. Teniendo como referencia el Ballet, la Academia Americana de Pediatría en el 2000 refiere que los bailarines entrenan desde edades tempranas y frecuentemente se convierten en bailarines de tiempo completo a partir de los 15 años, y esto asociado a los picos de crecimiento y al sistema musculoesquelético en desarrollo se convierte en un factor de riesgo que puede generar lesiones musculoesqueléticas a largo plazo, produciendo consecuencias como discapacidad y disminución de la calidad de vida en personas físicamente activas (6,7).

Las lesiones causadas por la práctica de la salsa son desconocidas, no se cuenta con reportes de incidencia ni prevalencia en la población de bailarines de salsa en Santiago de Cali, solo se tiene una investigación que determina la percepción de los bailarines de salsa en una fundación de la ciudad en relación a los factores de riesgo que generan lesiones osteomusculares (8). Al analizar literatura relacionada con el Ballet, por ser una de las actividades dancísticas más demandantes (6), en un estudio de prevalencias y perfiles de lesiones musculoesqueléticas en bailarines se evidenció que las regiones con mayor reporte de lesiones son el tobillo, los pies y los dedos, la columna lumbar, la rodilla y la cadera, teniendo como patologías generadas tendinopatía de cadera, degeneración interna de rodilla, tendinopatía de rodilla, lesión del ligamento colateral de rodilla, condromalacia de rodilla, fractura

de metatarso por estrés entre otras que afectan directamente el rendimiento en la baile (9).

Las lesiones y patologías reportadas en la danza evidencian que esta es una actividad física que requiere horas de repetición con demandas físicas de ejecución desconocidas para los bailarines. Según Kotler et al “*los bailarines son un híbrido entre artista y atleta*” (10) pues su práctica tiene exigencias y demandas de carga que se asemejan a entrenos de deportistas de alto rendimiento en los que se requiere una serie de condiciones físicas que deben ser desarrolladas de manera progresiva durante los entrenos y presentaciones.

Según la Asociación Internacional para la Medicina y la Ciencia de la Danza (IADMS), el bailarín tiene como instrumento de expresión su cuerpo y por lo tanto una buena capacidad física es clave para reducir el riesgo de lesiones, mejorar la ejecución y garantizar una larga carrera. Los estilos de danza tienen diversos elementos de la capacidad física, pero de manera general es importante considerar la capacidad aeróbica y anaeróbica, resistencia muscular, fuerza física, potencia, flexibilidad, coordinación neuromuscular, composición corporal y tiempos de recuperación para tener un bailarín sano (11). Al ignorar el entrenamiento fisiológico se puede obstaculizar el desarrollo de la manifestación artística y es una responsabilidad constante de los instructores, el integrar el entrenamiento de la condición física en la técnica o implementar un proceso complementario (12)

Los movimientos de los miembros inferiores y las exigencias físicas de la salsa caleña no están caracterizados para dar cuenta de los procesos de planificación y de reducción del riesgo de lesiones que menciona la IADMS. Además, el Ministerio de Cultura de la República de Colombia hace mención en los Lineamientos del Plan Nacional de Danza 2010-2020 que “*la investigación en el área es débil*” y que “*es necesario un trabajo intersectorial que dé cuenta de las relaciones que la danza puede tener con otros sectores como la salud, educación y el deporte*” (13).

Los saltos en general forman parte de la mayoría de los espectáculos de danza e implican la utilización de la fuerza y resistencia muscular, elasticidad, flexibilidad, rangos de movilidad, coordinación neuromuscular y potencia. Los entrenamientos en pliometría han tenido efectos positivos en los bailarines, siendo fundamental hacer una planificación de este para abordarlo de manera gradual, iniciando por saltos con el fin de que salte lo más alto que sea posible para después integrarlo con la técnica de la danza (14).

Por todo lo descrito anteriormente, se plantea la pregunta **¿cuáles son las características cinemáticas y cinéticas durante saltos contra movimiento de bailarines profesionales de salsa pertenecientes a escuelas de salsa de la ciudad de Santiago de Cali?**

## JUSTIFICACIÓN

En Cali existen 127 escuelas de salsa teniendo dentro de sus Grupos Base un promedio de 3.000 bailarines. La ejecución de la salsa estilo caleño al igual que los deportes de alto rendimiento requiere unas capacidades físicas elevadas, así como una recuperación eficiente para poder mantener o incrementar el rendimiento físico y artístico. No obstante, la mayoría de las escuelas no cuentan con un equipo interdisciplinario que asesore, evalúe y ejecute programas de preparación física, prevención y control del entrenamiento, lo que predispone a tener lesiones y problemas de salud, que pueden generar incapacidades temporales o permanentes, con gastos médicos y limitaciones para el desempeño profesional. (6,11)

Como parte de este proceso se debe conocer el nivel de desarrollo que tiene un atleta, en este caso un bailarín, lo que es resultado de un proceso de planificación y entrenamiento. Sin embargo, en la salsa esto último no sucede, es decir, no se hace planificación y tampoco hay un entrenamiento físico que prepare al bailarín para un mejor desempeño y para prevenir lesiones. Según Wyon, la preparación ayuda a prevenir lesiones por fatiga, exceso de trabajo, movimientos repetitivos, coreografías nuevas y difíciles, y horarios de ensayo prolongados. Agrega que los bailarines profesionales pueden llegar a tener entre 6 a 8 horas diarias de ensayos con aumento de estas en la proximidad de los espectáculos (15). Steinacker advirtió que cuando hay volúmenes altos de ejercicio por la práctica continua, hasta el entrenamiento moderado se percibe como intenso.

Asociado a esto, un estudio realizado en una escuela de Ballet en Inglaterra mostró que el 76% de los participantes del estudio (n=203) tuvieron una lesión durante el año de estudios, lo que significaba que había 1,38 lesiones por cada 1.000 horas de danza. De estas lesiones el 72% fueron por sobreuso. Un total de 10.548 días fueron perdidos como consecuencia de las lesiones de todos los bailarines lo que lleva a destacar la importancia de un protocolo de educación y cuidado del cuerpo que incluya acciones para una adecuada recuperación (6).

En otro estudio similar en bailarines de danza contemporánea en Irlanda, se reporta una prevalencia del 86,2% en las dos escuelas a las cuales se les hizo el seguimiento durante un año completo, una siendo de ballet y otra de baile contemporáneo. La primera escuela reportó 88 lesiones con un promedio de 4,2 (2,5) por bailarín y la segunda 155 lesiones con un promedio de 5,3 (4,1) por bailarín. Los miembros inferiores y la espalda baja fueron los segmentos del cuerpo con mayor número de lesiones. Los resultados evidenciaron que en la primera escuela con 21 bailarines se tuvo un promedio de 10 días de incapacidad posterior a la lesión

de un bailarín y en la segunda escuela con 29 bailarines se tuvieron 9 días de incapacidad como promedio posterior a la lesión, sin diferencias significativas (16).

Por un lado, la danza se caracteriza por un gran número de posturas, posiciones, saltos y aterrizajes que producen tensiones excéntricas durante el ciclo estiramiento-acortamiento. Al aterrizar durante la ejecución de un salto, los extensores de los miembros inferiores actúan de manera excéntrica para desacelerar el movimiento de caída, aumentar el tiempo de aterrizaje y reducir la fuerza neta de impacto. La inapropiada preparación para ejecutar una acción excéntrica puede ocasionar lesiones caracterizadas por dolor, inflamación, disminución del rango de movilidad y la pérdida de la fuerza (17).

Por otro lado, las personas que realizan actividad física tienen dificultad para ejecutar actividades de la vida diaria después de participar en acciones desconocidas en su entrenamiento con alta carga de acciones excéntricas. Relacionado a esto, es posible suponer que las alteraciones en la propiocepción, específicamente de posición y tiempo de reacción se pueden presentar en una rutina nueva de baile que contenga acciones excéntricas, aumentando el riesgo de lesión en miembros inferiores (17).

Las demandas fisiológicas en la danza han sido clasificadas de moderada a pesada por lo que es necesario realizar un acondicionamiento de las capacidades físicas como el equilibrio, la resistencia, la fuerza y la potencia para mejorar el rendimiento durante la ejecución del baile (18). El proceso preparatorio debe ser específico a las demandas de la salsa caleña y por eso fundamental conocer las capacidades físicas que tienen los bailarines de salsa de la ciudad de Santiago de Cali, para así mismo, reducir los factores de riesgo que se asocian la ejecución y poder además mantener una carrera artística prolongada y saludable, previniendo lesiones que para esta investigación estarían asociadas a los miembros inferiores.

## MARCO TEÓRICO

### FUNDAMENTOS FISIOLÓGICOS DE LOS SALTOS

Desde el punto de vista fisiológico el salto está determinado por factores morfofuncionales, entre ellos se tiene: mecánica y morfología muscular, factores neurales y medio ambiente muscular. La mecánica muscular trata elementos como la relación fuerza-velocidad, longitud-tensión y tipos de contracción muscular. Con respecto a los tipos de contracción muscular tenemos elementos críticos como son el tiempo disponible para el desarrollo de la fuerza, el almacenamiento y la utilización de energía elástica, la interacción de los elementos contráctiles y elásticos, así como la potenciación de estos elementos, los reflejos de estiramiento y los efectos del entrenamiento sobre el funcionamiento del ciclo estiramiento-acortamiento (CEA). (19)

Con respecto al tiempo disponible para el desarrollo de la fuerza se considera que puede tener gran incidencia en el desarrollo de niveles elevados de potencia en movimientos en los que interviene el CEA comparado con acciones concéntricas solamente. Una explicación para ello está relacionada con el tiempo que toma la estimulación, excitación y contracción muscular durante el CEA ya que en la fase excéntrica se da un tiempo en el que los músculos agonistas pueden generar niveles elevados de fuerza antes de la contracción concéntrica. En contraste, en los movimientos solamente concéntricos, el desarrollo de fuerza comienza inmediatamente lo cual no permite desarrollos mayores de potencia. Por lo tanto, se puede mencionar que los movimientos en el que se combinan acciones concéntricas-excéntricas son las formas más comunes del funcionamiento muscular y las que mayor potencia desarrollan, y aunque no hay consenso sobre los posibles mecanismos involucrados en el aumento del rendimiento durante el CEA, si se acepta el efecto potenciador de este sobre el rendimiento (19).

El almacenamiento y retorno de energía elástica es considerado uno de los mecanismos fundamentales en el aumento potencia a través del CEA por medio de la energía almacenada en la unión músculo-tendón, es decir, en los elementos elásticos en serie (EES, puentes cruzados, aponeurosis y tendón). La energía almacenada es empleada para aumentar la energía mecánica y el trabajo positivo durante la contracción concéntrica, particularmente en la primera parte de esta (20–22). Durante los movimientos con CEA los elementos contráctiles actúan como un generador de fuerza produciendo altos niveles de esta a velocidades de

acortamiento relativamente bajas, mientras que la estructura tendinosa actúa como un redistribuidor de energía y un amplificador de potencia (23).

El tipo de fibra muscular está relacionado con la fuerza y la potencia. En atletas elite de resistencia predominan las fibras tipo I, mientras que en los de fuerza-potencia predominan las fibras tipo II. Se considera que el 45% de la varianza en el tipo de fibras está asociada a factores hereditarios, mientras que el entrenamiento intenso puede inducir transformaciones de tipo I a II y viceversa, este proceso de plasticidad muscular depende también de las condiciones del medio ambiente (24).

El entrenamiento tiene un efecto registrado por diferentes autores (25,26) aunque no hay una evidencia concluyente de cómo los mecanismos mencionados anteriormente influyen en el resultado de mayor potencia durante movimientos con CEA. En sujetos no entrenados o moderadamente entrenados un trabajo de fuerza de intensidad alta no solo mejora la fuerza sino también la potencia, sin embargo, en sujetos bien entrenados, el aumento de potencia por medio de aumentar la fuerza no es tan evidente, por lo cual se recurre a una amplia variedad de estrategias de entrenamiento buscando objetivos específicos en la relación fuerza-velocidad (27,28).

En la danza al igual que en diferentes deportes se ejecutan movimientos donde se requieren desarrollos elevados de fuerza y de potencia, por ejemplo, saltar vertical u horizontalmente, ejecutar pasos rápidos y precisos, sostener a otra persona por encima de los hombros, entre otros. Sin embargo, el entrenamiento de la fuerza en los bailarines no hace parte de su actividad cotidiana ya que se tiene la percepción de que esto afectará la apariencia estética del bailarín (17).

Gran parte de los movimientos ejecutados en el baile requieren contracciones musculares excéntricas, como por ejemplo en los saltos y el aterrizaje y particularmente en los músculos extensores de la rodilla (29). Este tipo de movimiento puede generar alteraciones en los sarcómeros, evidenciado a través de un ensanchamiento de los discos Z después de un entrenamiento excéntrico intenso (28,30). Además, las rutinas nuevas de baile que contengan alta cantidad de contracciones excéntricas producen mayores alteraciones propioceptivas (17).

La adaptación muscular de un bailarín a un determinado tipo de entrenamiento es fundamental para garantizar un rendimiento adecuado y una recuperación sin mayores contratiempos. Esto es válido especialmente para los movimientos excéntricos y dado que la danza involucra gran cantidad de este tipo de acciones, la preparación muscular para este tipo de acciones se vuelve determinante para

garantizar los mejores resultados. Al realizar este tipo de movimientos por primera vez, se producen alteraciones en la estructura muscular que generan inflamación y dolor postejercicio, si la actividad se repite después de un periodo adecuado de recuperación el efecto inflamatorio será menor que la primera vez, esto se conoce como “efecto por episodios repetidos” (31,32).

Con respecto a lo anterior, entre los posibles mecanismos que explican la adaptación encontramos cambios neurales, del tejido conectivo, a nivel celular y modificaciones en el mecanismo de acople excitación – contracción (33). Con respecto al componente neural se plantea que hay un aumento en la activación de unidades motoras y también un cambio de activación de fibras rápidas a fibras lentas, las cuales son más resistentes al daño, por lo tanto distribuyendo el estrés contráctil sobre un número mayor de fibras. El tejido conectivo se remodela evidenciando un aumento de este a nivel intramuscular. A nivel celular se plantea un aumento de los sarcómeros conectados en serie lo cual reduciría la distensión del mismo y el daño que esto ocasionaría (33). ¿Cuál de estos adaptativos morfofuncionales es el más importante?, es una pregunta aún sin resolver.

Desde el punto de vista biomecánico, las alteraciones musculares producidas por movimientos excéntricos pueden afectar la generación de torques a nivel articular, lo cual se ha evidenciado hasta cinco días después del mismo (32,34,35). Esto puede darse aun en bailarines bien entrenados, pero a los cuales se les pide que ejecuten una nueva rutina de movimientos, por lo cual, la adaptación mencionada previamente, es un mecanismo clave a la hora de evaluar el rendimiento y la predisposición a lesiones. El efecto por episodios repetidos con ejercicios excéntricos puede inducir grandes adaptaciones en fuerza muscular y en el control motor de los mismos comparado con ejercicios concéntricos (36).

El control motor es afectado por movimientos concéntricos de diferentes maneras. Una posición articular adecuada y un tiempo de reacción corto son necesarios para ejecutar movimientos correctamente y de manera segura, pero si la acción realizada no es familiar o no se está entrenado para ella, el control motor se afectará de forma negativa (37–39). Lo anterior también es válido para personas no bailarines las cuales tienen dificultadas para ejecutar actividades de la vida diaria después de haber realizado movimientos con componente excéntrico (40,41). En danza no hay reportes al respecto, pero se puede presumir que, al iniciar una nueva rutina de danza, la posición corporal y el tiempo de reacción se pueden afectar negativamente, lo cual, puede traer como consecuencia un detrimento en el rendimiento artístico, particularmente cuando se requieren movimientos finos y delicados.

Los movimientos excéntricos pueden aumentar la fuerza pasiva al modificar la tensión a nivel del huso muscular, lo cual a su vez puede disminuir la frecuencia de descargas de este. El huso tiene un papel importante en el sentido de posición y de movimiento de las extremidades, por lo tanto, un bailarín podría extender más los brazos de lo necesario durante un movimiento en particular dando como resultado un rendimiento menor al esperado (42).

El tiempo de reacción se puede afectar negativamente y por lo tanto alterar la respuesta muscular. Según Morgan y Whitehead, la distensibilidad de los sarcómeros en serie se aumenta por el daño causado por movimientos excéntricos dando como consecuencia un retardo en la respuesta de fuerza a un estímulo (43,44). Por lo anterior, se ha planteado la hipótesis de que los músculos afectados por movimientos excéntricos requieren más tiempo para responder a un estímulo explicado en parte por la modificación de la tensión a nivel del huso muscular y por la modificación en la distensibilidad de los sarcómeros (45). Sin embargo, estos efectos negativos, pueden ser gradualmente eliminados a través de un proceso de adaptación con el entrenamiento continuo (46).

## **SALTO CONTRAMOVIMIENTO**

El salto contra movimiento ha sido empleado para detectar fatiga neuromuscular, controlar el rendimiento y prevenir lesiones (47–49). Algunos estudios reportan la capacidad de este para cuantificar mejoras en fuerza y potencia después de un estímulo prolongado de entrenamiento (50). Se considera que tiene buena confiabilidad y es fácil de ejecutar (51). Por lo tanto, determinar regularmente el salto vertical contra movimiento puede ser de gran utilidad para prevenir lesiones y controlar el rendimiento físico de un atleta.

A pesar de lo anterior, la capacidad y particularmente la sensibilidad de detectar fatiga de origen neuromuscular a través del salto contra movimiento está aún bajo investigación (52,53). Hay numerosos factores que pueden explicar esto, además de la naturaleza misma de la fatiga, la población estudiada y los protocolos empleados. No es claro que variables cinemáticas o cinéticas son más sensibles para detectar una disminución en el rendimiento a través del salto CM. Algunos estudios no han mostrado cambios en la fase concéntrica del salto (54), sin embargo, la fase excéntrica ha sido investigada menos a pesar de ser esta fundamental en el ciclo estiramiento – acortamiento que se produce en actividades como correr, saltar y cambios de dirección.

Estudios recientes han evaluado características de la fase excéntrica y concéntrica tales como fuerza, potencia, velocidad, tiempo durante saltos CM. Además, hay algunas evidencias en cuanto al mantenimiento del rendimiento en el salto después de 72 horas, lo que sugiere que debe haber además un cambio de estrategia en el movimiento para poder mantener un buen resultado a pesar de la fatiga (48). Lo anterior está en consonancia con los resultados reportados por Knicker et al. que en personas entrenadas las cuales pueden alterar su estrategia de salto y mantener un buen rendimiento, esto sugiere que monitorear el resultado, así como la estrategia de movimiento puede ser el método más efectivo de monitorear la fatiga neuromuscular en atletas elite.

Se considera que la mejor manera de monitorear un atleta es a través de su desempeño en su actividad específica, sin embargo, esto está asociada a efectos indeseables como la fatiga neuromuscular y obviamente la reducción de su desempeño (55). Por esto, el salto contramovimiento tiene la ventaja de ser una buena solución costo – efectiva tanto en tiempo como en recursos, sin ejercer un efecto negativo sobre el desempeño del atleta.

Un número importante de entrenadores manifestaron tener incertidumbre en cuanto a saber que variables del salto CM pueden ser más sensibles para detectar fatiga neuromuscular (56), por lo cual, se hace fundamental tratar de dilucidar las asociaciones que puedan darse entre ellas, el rendimiento en general y el riesgo de lesiones. El salto CM ha sido investigado ampliamente además de existir una variedad de dispositivos que pueden medir un número importante de variables cinéticas y cinemáticas (57,58). Se ha comparado la sensibilidad de diferentes protocolos de salto para detectar fatiga neuromuscular y concluyen que en los saltos en los que se realizan contracciones rápidas del ciclo estiramiento – acortamiento, esta es mayor especialmente en los estadios tardíos de la recuperación – 48 a 72 horas – (48).

## **REGISTRO DEL SALTO CONTRAMOVIMIENTO**

El salto contramovimiento tiene una confiabilidad mayor comparado con otros tipos de salto como los alternos, además de ser más confiable cuando el protocolo tiene pruebas múltiples, de tres a cinco, generalmente para la mayor parte de variables cinéticas y cinemáticas excepto para la tasa de desarrollo de fuerza en la fase excéntrica (59). Por lo anterior se puede deducir que, por su confiabilidad y validez, el salto CM puede ser una de las pruebas más efectivas para evaluar el estado neuromuscular de una persona (60).

La cuantificación del salto contra movimiento normalmente se hace con plataformas de fuerza que la miden en los tres ejes (x,y,z); una fuerza anteroposterior, otra mediolateral y una vertical. Existen otros dispositivos como son tapetes de contacto, videografía y aplicaciones para celular, sin embargo, estos calculan la potencia que desarrolla una persona cuando salta por lo que el error de medición puede ser significativamente alto. Por lo anterior, cuando se requiere analizar todo el movimiento desde su inicio hasta el final, el método de oro son las plataformas de fuerza.

El procedimiento de calibración del sistema, permite establecer el Sistema Global de Referencia, determinando con esto las coordenadas (0,0,0) del espacio físico para iniciar la ejecución del movimiento. Las cámaras optoelectrónicas y la plataforma de fuerza son calibradas teniendo en cuenta los movimientos a ser evaluados que para esta investigación se relacionan con el salto contramovimiento. La banda de calibración tiene establecidas las distancias entre los marcadores que se encuentran en esta (Figura 1).

Figura 1. Instrumentos de calibración.



Fuente: <https://www.qualisys.com/hardware/accessories/calibration-kits/carbon-fibre-calibration-kit/>

La calibración debe tener unos rangos establecidos por los investigadores con el fin de cumplir con los parámetros de calidad de la obtención de los datos, permitiendo comunicar resultados veraces y relacionados con el estado real del sujeto.

## **MODELO DE MARCADORES**

Los sistemas de captura para análisis de movimiento en 3D utilizan métodos para calcular posiciones corporales en un espacio determinado siendo fundamental colocar referencias anatómicas sobre la piel del sujeto para luego identificar ese punto y seguirlo en el plano, siendo posible calcular movimientos articulares, velocidad y aceleración de segmentos entre muchos otros. Según Perry la colocación de las referencias anatómicas tiene dos objetivos importantes: el primero representar con precisión el movimiento del segmento y el segundo definir los centros articulares y calcular las fuerzas aplicadas en el movimiento (61).

Cada movimiento tiene unas características para ser analizadas a partir de un sistema de captura. Por ejemplo, el salto contramovimiento requiere una localización que permita la distribución de cámaras de tal manera que cada marcador reflectivo sea percibido por dos cámaras optoelectrónicas como mínimo y unas plataformas de fuerza que permitan medir la cantidad de fuerza aplicada en cada impulso y aterrizaje.

La confiabilidad de los datos es un factor importante en los análisis biomecánicos en general. Al realizar registros de salto se obtienen datos de una misma variable siendo importante desde el inicio del proceso establecer la variabilidad que tiene el evaluador al colocar los marcadores para cada caso. Se tiene que el error más común en los registros biomecánicos está relacionado con la colocación de los marcadores reflectivos en las referencias anatómicas, por lo que determinar si la variabilidad es alta o baja establece la confianza en la prueba realizada y garantiza que la opinión relacionada con los resultados es acorde a la condición física del bailarín de salsa. Debido a que en los registros observados hay un componente de puntuación real y otro que se relaciona con la posibilidad de cometer errores en el procedimiento, es necesario cuantificar cuánto error se puede tener en cada registro para lo cual se definió realizar el Error Estándar de la Medición (EEM).

## **LESIONES EN BAILE**

Las lesiones según la IADMS son un deterioro del tejido que debe ser diagnosticado por un profesional de la salud, teniendo como consecuencia fundamental la pérdida de tiempo para la ejecución del baile que en muchas ocasiones se puede convertir en días lo que afecta directamente el desempeño en su actividad. Las lesiones en la práctica de la salsa no cuentan con reportes que permitan acciones de prevención en los procesos de entrenamiento y presentación de espectáculos. En el ballet se

ha determinado que esta es una de las actividades físicas más demandantes para las personas jóvenes, teniendo reportes de inicio en el mismo desde edades tempranas, llegando a ser profesionales a los 15 años aproximadamente (9).

Según Ekegran en su estudio de incidencias y consecuencias en el ballet, definió que el 76% (n=203) tuvieron una lesión durante el año de estudios, teniendo que la mayoría de lesiones fueron por sobreuso con un 72% y el 28% restante fueron debido a incidentes traumáticos. La mayoría de lesiones involucraron miembros inferiores con un 77% seguido de tronco con un 16%, cabeza y cuello con un 3% y extremidades superiores con un 3%. De las áreas se tuvo que el segmento más afectado fue el tobillo con un 33%, pierna con un 22% y pie con un 20% seguido de la rodilla con un 13%, la cadera con un 10% y el fémur con un 2%. Un total de 10.548 días fueron perdidos como consecuencia de las lesiones en los bailarines que participaron en el estudio, por lo que una de las conclusiones del mismo menciona que los altos niveles de sobreuso en las personas que practican ballet debe ser revisada por profesionales clínicos y profesores artísticos para monitorizar las cargas y modificarlas a partir de los sujetos que practican este baile y se deben reducir las lesiones óseas con procesos educativos pues estas son las que producen la mayor pérdida de tiempo debido a la recuperación (6).

Un estudio realizado por Lozano, Mendoza, Ocoró y Rodríguez del Fisioterapia de la Universidad del Valle (2016) indagaron la percepción que tienen los bailarines de salsa de una fundación de la ciudad de Cali, en relación con los factores de riesgo que generan lesión osteomuscular, evidenciando que la población objeto de estudio relaciona el concepto de lesión a la detección de la práctica como tal produciendo “incomodidad, tristeza y aversión”, ubicando la lesión en cualquier parte del cuerpo que “afecta el desempeño” (8). Durante las entrevistas y observaciones realizadas, los autores identificaron que las regiones con mayor frecuencia de lesiones son los miembros superiores especialmente los hombros y las muñecas, mencionando que las lesiones son por una falta de fortalecimiento y poca preparación física. Otra de las regiones referidas son espalda y cuello en ambos géneros debido a diferentes acrobacias y figuras. Asociado a esto, las lesiones de miembros inferiores se reportan como crónicas por los impactos repetidos que se ejecutan sobre superficies duras o poco flexibles y los bailarines manifiestan que “la lesión de rodilla es una patología frecuente en ambos sexos y está relacionado con los espacios inapropiados para el baile”. Entre otras lesiones se reportan: “desgaste patelar, espasmos musculares, inestabilidad articular, esguince de tobillo, fractura de metatarsianos y en algunas ocasiones menos frecuentes se dará lesiones meniscales o de ligamento cruzado anterior” (8)

Entre las conclusiones del mismo se menciona que “diversos factores están relacionados entre sí por lo que aumenta la susceptibilidad de padecer de

una lesión osteomuscular” y se añade que los “bailarines logran identificar la presencia de estos, pero no tienen el conocimiento para modificarlos o prevenirlos” (8)

Por todo lo anterior, se considera de importancia determinar los niveles de fuerza y de potencia en un bailarín para así mismo hacer intervenciones para prevenir lesiones y mejorar su rendimiento. Esto lleva a plantearse el objetivo de este trabajo como parte fundamental en el manejo de los bailarines ya que particularmente en el caso de la salsa en Santiago de Cali, no se tienen evidencias de sus capacidades físicas relacionadas con movimientos donde la fuerza y la potencia son clave y particularmente en el ciclo estiramiento-acortamiento. Desde el punto de vista metodológico para llevar a cabo los objetivos propuestos, se empleará el salto contra movimiento en un grupo de bailarines de la ciudad de Santiago de Cali

## METODOLOGÍA

El estudio desarrollado fue de tipo descriptivo de corte transversal en el que se explican las variables cinemáticas y cinéticas durante el salto contramovimiento de un grupo de bailarines de salsa, utilizando un protocolo para la ejecución del mismo. La muestra fue tomada a conveniencia siendo de **14 de bailarines** de salsa que pertenecían a escuelas de salsa de Santiago de Cali.

## ASPECTOS ÉTICOS

El trabajo fue aprobado por el Comité de Ética de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte con (Anexo 1), donde se ejecutó el mismo. Se tuvieron en cuenta todos los términos definidos para el trabajo con seres humanos de acuerdo con la Declaración de Helsinki, la Declaración Universal de los Derechos Humanos y la Constitución Política de Colombia de 1991. Cabe resaltar que el riesgo de esta investigación fue **mínimo** según el artículo 11 de la Resolución No. 8430 de 1993 del Ministerio de Salud en la que se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud en Colombia, pues la investigación requirió procedimientos comunes como exámenes físicos como la palpación de las referencias anatómicas y la colocación de los marcadores reflectivos para la realización de las capturas (62).

Para cumplir con las declaraciones anteriormente mencionadas, antes de iniciar el proceso dentro de la investigación, el sujeto debió entender la descripción de esta y haber aceptado su participación lo cual quedó registrado en el consentimiento informado (Anexo 2).

## POBLACIÓN Y MUESTRA

La **población** de esta investigación fue de bailarines profesionales que practicaban salsa en las escuelas de la ciudad de Santiago de Cali. A partir de esta se seleccionó una **muestra por conveniencia de 14 bailarines**, por medio de invitaciones a los directores artísticos a través de cartas en las que se explicó el objetivo de la investigación. El director comunicaba la invitación a los bailarines y confirmaba la participación vía telefónica otorgando una cita por parte de los investigadores para asistir al Laboratorio Integrado de Análisis del Movimiento (LIAM). Durante la asistencia al espacio, se les explicó en detalle el proyecto, sus alcances, los beneficios de participar en él y los riesgos que existían.

## **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Bailarín profesional que pertenezca a una escuela de salsa de Santiago de Cali.
- Rango de edad entre los 18 y 40 años
- Ambos sexos.
- No tener lesiones osteomusculares, patologías musculo-esqueléticas, degenerativas o autoinmunes en el momento de la prueba.
- Estar activo profesionalmente

## **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Haber realizado actividad física de alta intensidad 12 horas antes de la prueba.
- Referir dolor en cualquier segmento corporal en el momento de la preparación física

## **VARIABLES**

Se midieron durante el salto contra movimiento las siguientes variables (Tabla1):

Tabla 1. Variables

NOMBRE	DEFINICIÓN	OPERACIONALIZACIÓN	POSIBLES VALORES	INSTRUMENTO
<b>VARIABLES DEL SUJETO</b>				
EDAD	Edad del participante	Tiempo transcurrido desde el nacimiento y se definirá por medio de la entrevista.	18 a 40 años	Formato de caracterización sociodemográfica y de historial de lesiones
SEXO	Sexo del participante	Conjunto de características biológicas, físicas, fisiológicas y anatómicas que definen a los seres humanos como hombre y mujer	1: Mujer 2: Hombre	
ESTATURA	Tamaño del individuo desde la cabeza hasta los pies	Cantidad de centímetros que tiene un individuo haciendo la medición por medio del tallímetro.	En metros	
MASA	Masa corporal total de un individuo	Cantidad de masa que tiene el individuo siendo este medido a través de la báscula.	En kilogramos	
DOMINANCIA	Lateralidad dominante	Preferencia debido al uso más frecuente y efectivo de una mitad lateral del cuerpo frente a la otra	1: Izquierda 2: Derecha	
<b>VARIABLES SOCIODEMOGRÁFICAS</b>				
ESTRATO	Estrato socioeconómico del participante	Clasificación en estratos de los inmuebles residenciales que deben recibir servicios públicos, para el cobro diferencial, es decir, para asignar subsidios y cobrar sobrecostos o contribuciones	1: Bajo-bajo 2: Bajo 3: Medio-bajo 4: Medio: 5: Medio alto 6: Alto	Formato de caracterización sociodemográfica y de historial de lesiones
NIVEL DE ESCOLARIDAD	Tiempo durante el que un estudiante asiste al proceso educativo en cualquier centro de enseñanza	Se pregunta al participante el nivel de escolaridad que ha finalizado.	1: Ninguno 2: Primaria incompleta 3: Primaria completa 4: Bachillerato incompleto 5: Bachillerato completo	

			6: Carrera técnica 7: Carrera universitaria	
INGRESO ECONÓMICO DEL BAILE	Ingreso económico dependiente del baile	Entrada económica que recibe una persona, una familia, una empresa, una organización, un gobierno, etc.	1: Sí 2: No	
<b>VARIABLES DEL ENTRENAMIENTO</b>				
HORAS-PRÁCTICA	Número de horas practicadas de baile	Número de horas ejecutadas durante la práctica semanalmente	Horas por semana	Formato de caracterización sociodemográfica y de historial de lesiones
TIEMPO DE PRÁCTICA	Tiempo que lleva dedicado al baile	Meses que el participante ha dedicado al baile	En meses	
LESIÓN POR LA PRÁCTICA	Presencia de lesión	Se pregunta al participante si ha presentado lesión debido a la práctica de la salsa	1: Si 2: No	
CALZADO QUE UTILIZA	Tipo de calzado que utiliza para entrenar	Se pregunta qué tipo de calzado utiliza	1: Suela Blanda 2: Suela Rígida  1: Con Tacón 2: Sin Tacón	
SUPERFICIE DE ENTRENAMIENTO	Superficie en el que se entrena	Se pregunta cuál es la superficie en la que se entrena más del 50% del tiempo	1: Madera 2: Cemento 3: Baldosa	
<b>VARIABLES CINÉTICAS</b>				
FUERZA	Causa que permite alterar el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo, o que posibilita su deformación.	Se mide por medio de las plataformas de fuerza	Newton	Dos plataformas de fuerza y nueve cámaras optoelectrónicas
POTENCIA	Fuerza que se ejecuta al realizar un desplazamiento en la menor cantidad de tiempo posible.	Se calcula a partir de la medición de la fuerza y velocidad, haciendo uso de las plataformas de fuerza y las cámaras optoelectrónicas	Watts	
TRABAJO EXCÉNTRICO	Fuerza que se genera en el primer pico por el desplazamiento que hay desde el descenso del	Se calcula a partir de la medición de la fuerza en el primer pico de la gráfica de potencia por el desplazamiento medido desde el descenso hasta el primer pico	Joule	

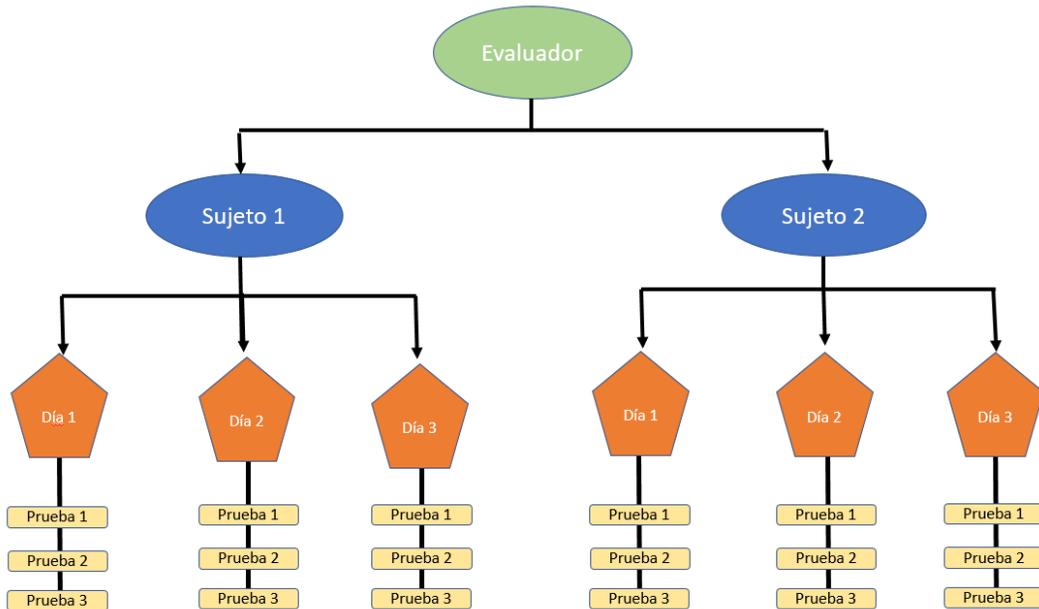
	95% del peso hasta el primer pico			
TRABAJO CONCÉNTRICO	Fuerza que se genera en el segundo pico por el desplazamiento que hay desde el primer pico hasta el segundo pico	Se calcula a partir de la medición de la fuerza en el segundo pico de la gráfica de potencia por el desplazamiento medido desde el primer pico hasta el segundo pico	Joule	
<b>VARIABLES CINEMÁTICAS</b>				
FLEXIÓN MÁXIMA DE RODILLA	Grados de flexión máxima de rodilla durante el aterrizaje	Se miden los grados de flexión a partir de la captura de movimiento realizada con las cámaras optoelectrónicas	Grados	Nueve cámaras optoelectrónicas
VALGO DE RODILLA	Grados de valgo de rodilla durante el aterrizaje	Se mide los grados de valgo a partir de la captura de movimiento realizada con las cámaras optoelectrónicas	Grados	
VARO DE RODILLA	Grados de varo de rodilla durante el aterrizaje	Se mide los grados de varo a partir de la captura de movimiento realizada con las cámaras optoelectrónicas	Grados	
ÍNDICE REACTIVO	Altura de salto sobre el tiempo de vuelo	Se calcula a partir de la altura máxima del salto sobre el tiempo de vuelo los cuales fueron medidos por medio de las cámaras optoelectrónicas	Adimensional	
ALTURA MÁXIMA DE SALTO	Distancia vertical después del despegue	Medición de la distancia vertical máxima a través del uso de las cámaras optoelectrónicas	Metros	
VELOCIDAD DE SALTO	Velocidad alcanzada durante el recorrido	Medición de la velocidad máxima a través del uso de las cámaras optoelectrónicas	En metros/segundo	
TIEMPO DE VUELO	Tiempo en que el sujeto permanece suspendido durante la ejecución del salto.	El tiempo medido desde el momento inicial de despegue en la plataforma hasta el momento del primer contacto del aterrizaje sobre la plataforma	Segundos	

## MÉTODO

### FASE DE AJUSTE DE PROCESO DE CAPTURA DE MOVIMIENTO

En las capturas el error más frecuente se relaciona con la colocación de los marcadores en las referencias anatómicas por lo que se propone un estudio de mediciones repetidas para obtener el error estándar de la medición (Figura 1) (63). En la investigación la variabilidad de este procedimiento se realizó con dos sujetos sanos a quienes un mismo examinador les hizo 3 registros durante 3 días interdiarios, utilizando el mismo protocolo de marcadores.

Figura 2. Diseño de estudio de repetibilidad para calcular el EEM



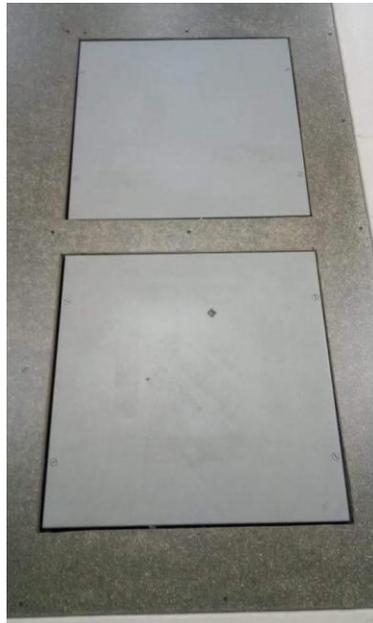
Fuente: Propia

Con este diseño se estableció el error intra-evaluador de la persona encargada de colocar los marcadores reflectivos en las referencias anatómicas y la variabilidad entre pruebas para establecer las diferencias entre saltos de un mismo sujeto.

## FASE DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y REGISTRO BIOMECÁNICO

El uso del análisis de biomecánico permite un estudio detallado de un patrón de movimiento que para este caso se relaciona con el salto contramovimiento. Para el registro de las variables cinéticas se emplearon dos plataformas de fuerza marca AMTI™ (referencia 600x600) las cuales registraron con una frecuencia de 1000 Hz (Figura 2). Para los datos de las variables cinemáticas se usaron 9 cámaras Qualisys™ (Oqus 5) con las cuales se hace el registro de datos con una frecuencia de muestreo de 180 HZ. (Figura 3)

Figura 3. Plataformas de fuerza referencia 600x600 AMTI™



Fuente: Laboratorio Integrado de Análisis del Movimiento (LIAM) de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte.

Figura 4. Cámaras optoelectrónicas Oqus 5 de Qualisys™



Fuente: Laboratorio Integrado de Análisis del Movimiento (LIAM) de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte.

El modelo de segmentos corporales para determinar la cinemática se escogió a partir de las pruebas realizadas a un mismo sujeto, teniendo como referencia más importante para tener en cuenta la colocación de los marcadores del fémur y la pierna para reconstruir dichos segmentos y medir el ángulo de flexión de rodilla. Este procedimiento se realizó con dos modelos de marcadores con el fin de determinar el más apropiado para la investigación.

## **FASE DE VINCULACIÓN DE LA POBLACIÓN**

Para vincular la población de bailarines de salsa se hizo un primer contacto con los directores artísticos y coreógrafos de las escuelas de salsa en Cali a través de una carta que invitaba a participar a los bailarines en este estudio. Las personas encargadas dentro de las escuelas transmitían la información a los bailarines de salsa y una vez aceptaba participar en el proceso de investigación, asistía al Laboratorio Integrado de Análisis del Movimiento de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte donde se explicaba de manera más amplia el estudio y sus implicaciones. Posterior a leer y firmar el consentimiento informado, se aplicó el cuestionario semiestructurado para la caracterización sociodemográfica y de historial de lesiones (Anexo 3). Con esto se recopila la información correspondiente a las variables del sujeto, sociodemográficas, datos generales de salud, información con respecto al entrenamiento y a su ocupación.

Luego se ejecuta el protocolo de captura del salto contramovimiento teniendo en cuenta el siguiente paso a paso:

1	La persona debe asistir al Laboratorio Integrado de Análisis de Movimiento de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte con ropa deportiva (pantalóneta, camiseta o top en el caso de las mujeres). Las pruebas se harán con calzado (tenis)
2	La persona debe realizar un calentamiento previo de 10 minutos que consiste en movimiento articular, estiramientos, saltos cortos y baile a ritmo suave.
3	Posteriormente se colocan los marcadores reflectivos de 12.7mm de diámetro a partir del modelo de segmentos corporales seleccionado para tal fin.
4	La persona se ubica con un pie en cada plataforma de fuerza, mirando hacia el tablero en donde se toma un registro estático para definir los segmentos.
5	Se le pide a la persona que ejecute tres saltos contra movimiento indicándole que debe realizar el movimiento haciendo una flexión rápida de rodillas e inmediatamente debe tratar de saltar con la mayor fuerza y lo más alto posible. El movimiento lo debe realizar con las manos en la cintura todo el tiempo.
6	Entre cada salto habrá una pausa mínima de 15 segundos y máxima de un minuto.
7	Si en algún salto pisa por fuera de las plataformas o pierde el equilibrio se debe repetir la ejecución del movimiento.

## **FASE DE PROCESAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS**

Los datos fueron almacenados en disco duro el cual tiene clave de acceso solo conocida por los investigadores. Los datos cinéticos registrados con plataformas de fuerza son procesados con filtro Butterworth a 50 Hz. Los datos cinemáticos obtenidos con cámaras optoelectrónicas son procesados con filtro Butterworth a 10 Hz. La identificación de los marcadores se realizó en el software QTM para ser exportados al software Visual 3D (C-Motion™) en el que se elaboró un modelo biomecánico de 7 segmentos (pelvis, dos fémures, dos piernas y dos pies).

Posteriormente los datos fueron exportados a Matlab® para realizar cálculos de las diferentes variables de los datos de fuerza como son la fase de descarga, la fase excéntrica y la fase concéntrica, igualmente se determinará el tiempo de vuelo y la altura de este. Se determinaron valores de asimetría entre las dos extremidades en la variable de fuerza para determinar las diferencias entre una pierna y la otra.

Los reportes con las gráficas fueron almacenados en el disco duro para posterior análisis de otras variables que se crean convenientes y que se relacionen con la temática en cuestión.

## **ANÁLISIS DE DATOS**

Los datos obtenidos son utilizados no solo para caracterizar las variables cinemáticas y cinéticas durante el salto contramovimiento sino también para determinar un uso integrado de las mismas en la población estudiada que permita identificar el riesgo de lesión de manera oportuna.

Para esto se desarrolló un índice mediante un Análisis Factorial Múltiple (AFM), que corresponde a un método multivariado que tiene la cualidad de realizar una representación sintética de un gran conjunto de datos, describiendo las asociaciones existentes entre individuos y entre variables, en espacios de dimensiones menores (64). Los datos utilizados para la construcción del índice fueron datos simulados vía cópula, los cuales consideraron la distribución de los datos muestrales de cada variable y la correlación entre ellas. Se propuso la simulación de los datos, debido al bajo tamaño de muestra. Al índice desarrollado se le calculó los respectivos puntos de corte usando Kmeans y bootstrap, los cuales definieron tres niveles de riesgo: leve, moderado, alto.

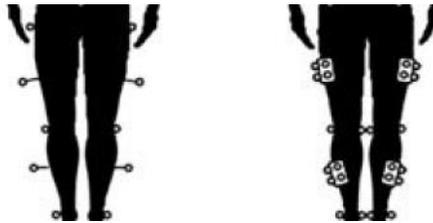
## RESULTADOS

### DETERMINACIÓN DEL MODELO BIOMECÁNICO Y CALIDAD DE LOS REGISTROS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE LA CINEMÁTICA DURANTE SALTOS CONTRAMOVIMIENTO EN BAILARINES DE SALSA

#### SELECCIÓN DEL MODELO BIOMECÁNICO

Para esta investigación se definieron dos posibles modelos de referencias anatómicas, con reconstrucción únicamente de miembros inferiores teniendo como diferencia principal el set de marcadores del fémur y la pierna ya que uno utiliza clústeres sobre los segmentos y el otro bandas (65) (Figura 4). Los dos modelos biomecánicos propuestos se pueden identificar en las tablas 2 y 3.

Figura 5. Bandas y Clústeres en miembros inferiores



Fuente: Kent J, Franklyn-Miller A. Biomechanical models in the study of lower limb amputee kinematics: a review. 2011

Tabla 2. Modelo Biomecánico No. 1 con Clúster

MODELO BIOMECÁNICO No. 1		
Referencia anatómica	Nombre del marcador	Reconstrucción del salto contramovimiento en Visual 3D
Espina iliaca anterior superior derecha e izquierda	R-LIAS L-LIAS	
Espina iliaca posterior superior derecha e izquierda	R-IPS L-IPS	
Fémur	R-TH1	

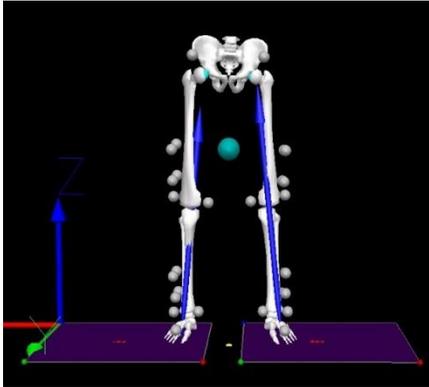
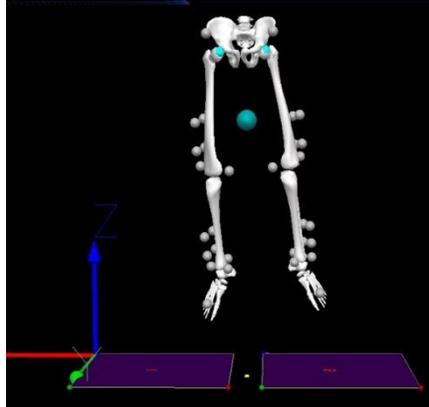
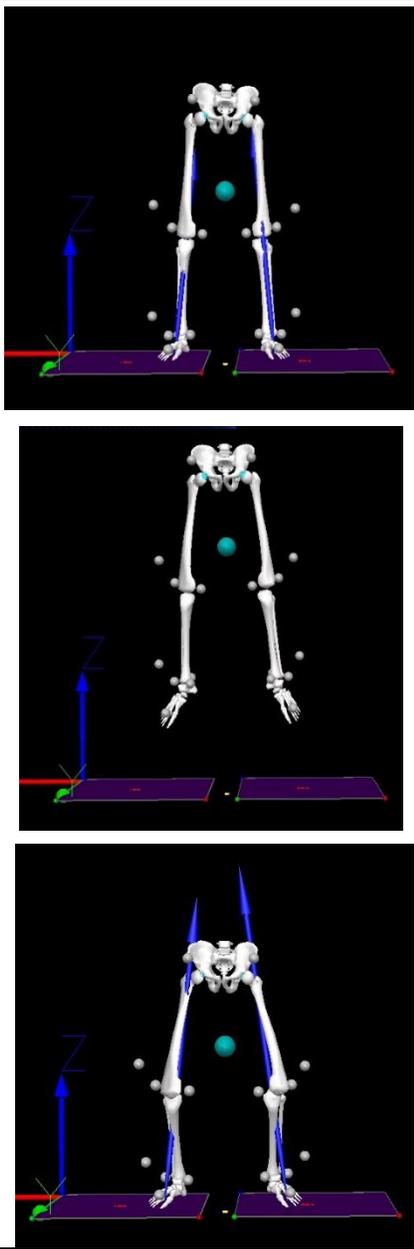
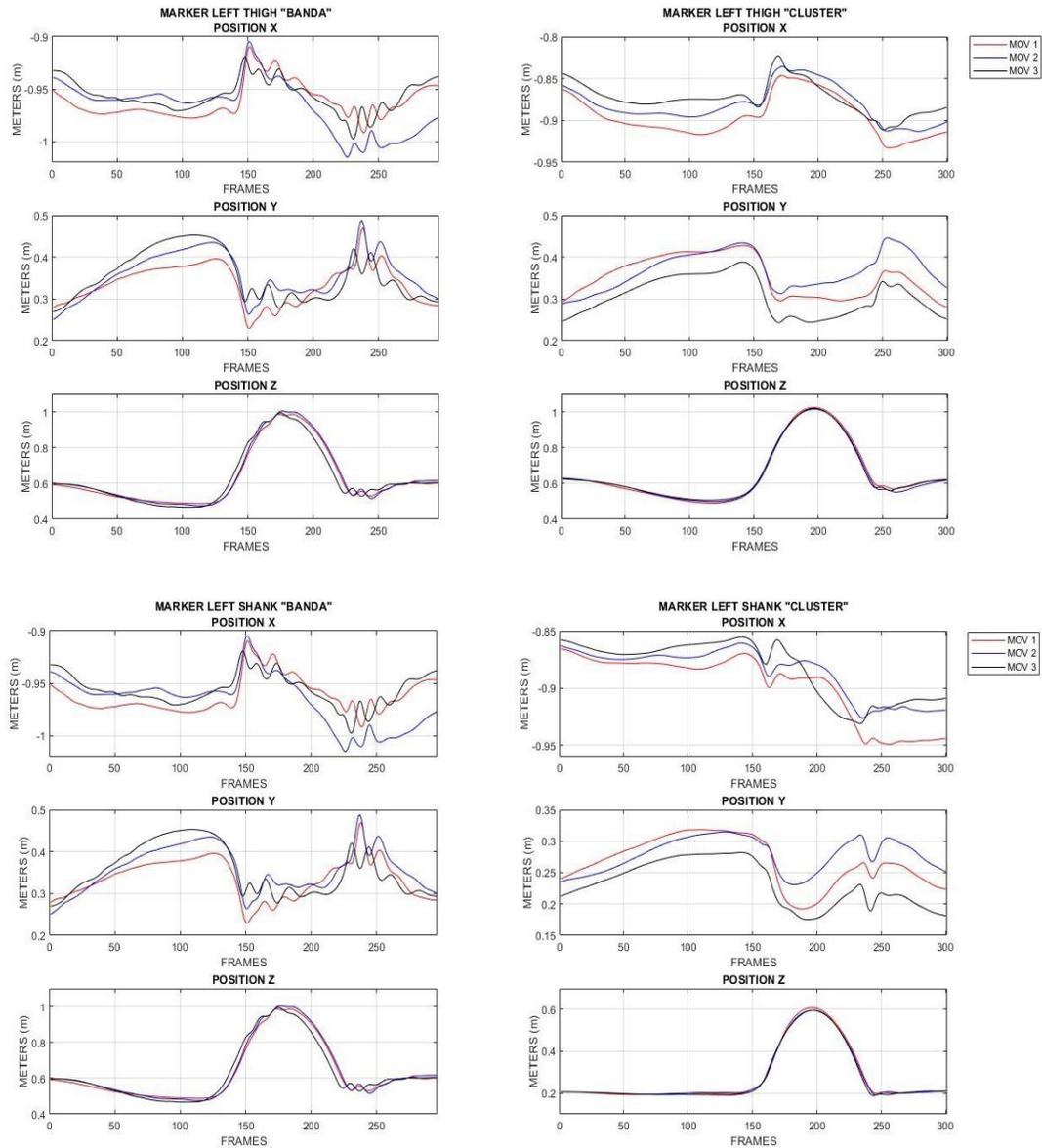
		R-TH2 R-TH3 R-TH4 L-TH1 L-TH2 L-TH3 L-TH4	
Epicóndilo lateral del fémur izquierdo	lateral derecho e	R-FLE R-FME L-FLE L-FME	
Pierna		R-SK1 R-SK2 R-SK3 R-SK4 L-SK1 L-SK2 L-SK3 L-SK4	
Maléolo lateral de la Fíbula y medial de la tibia		R-FAL R-TAM L-FAL L-TAM	
Pie		R-TOE R-HEEL L-TOE L-HEEL	

Tabla 3. Modelo Biomecánico No. 2 con bandas

<b>MODELO BIOMECÁNICO No. 2</b>		
<b>Referencia anatómica</b>	<b>Nombre del marcador</b>	<b>Reconstrucción del salto contramovimiento en Visual 3D</b>
Espina iliaca anterior superior derecha e izquierda	R-LIAS L-LIAS	
Espina iliaca posterior superior derecha e izquierda	R-IPS L-IPS	
Fémur	R-THIGH L-THIGH	
Epicóndilo lateral del fémur derecho e izquierdo	R-FLE R-FME L-FLE L-FME	
Pierna	R-SHANK L-SHANK	
Maleolo lateral de la Fíbula y medial de la tibia	R-FAL R-TAM L-FAL L-TAM	
Pie	R-TOE R-HEEL L-TOE L-HEEL	

Al realizar la captura y el procesamiento respectivo del salto contramovimiento, se determinó analizar la trayectoria de las referencias que son disímiles entre el Modelo Biomecánico No. 1 y el Modelo Biomecánico No. 2 en los segmentos de fémur y pierna encontrando las señales de las figuras 5.

Figura 6. Registro de los marcadores de Banda y Clúster en fémur y pierna izquierda



Fuente: propia

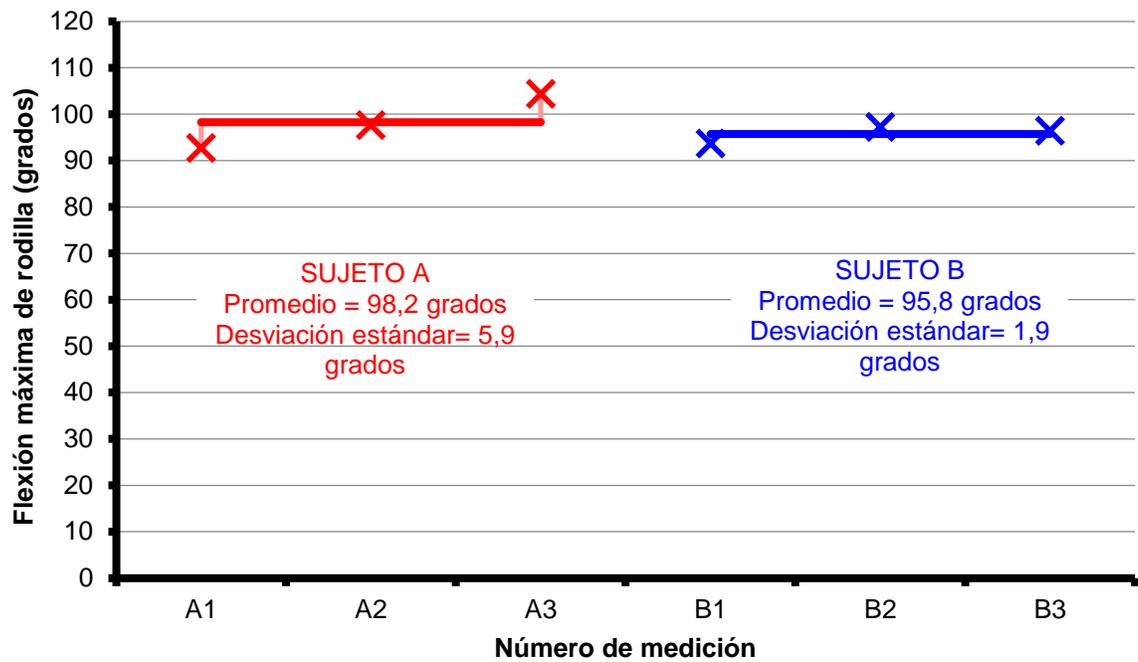
Según Winter el procedimiento de filtrar una señal se utiliza para mitigar el ruido y mantener la señal con las características del movimiento analizado (66), destacando que los filtros intensos reducen el ruido, pero al mismo tiempo comprometen la integridad de la señal (67). Como se observa en la figura 5 correspondiente a la banda en los planos X y Y del izquierdo los registros cuentan con ruido que al ser suavizado con los filtros mayores a 10 Hz modifican la señal de manera importante cambiando los resultados del salto contramovimiento.

Al analizar los registros, una de las razones que producen este ruido utilizando el Modelo Biomecánico No. 2 es que la banda vibra en el momento del vuelo y el aterrizaje ya que el marcador no está firme durante la ejecución del movimiento. A diferencia de esto, los registros con los Clústeres permiten una señal más estable que requiere filtros mínimos sin cambios significativos en los resultados, ya que los 4 marcadores están fijados al segmento. Por lo anterior se define que el Modelo Biomecánico No. 1 compuesto de Clúster en fémur y piernas es el más adecuado para el análisis del salto contramovimiento en bailarines de salsa ya que provee señales estables en los planos con requerimientos de filtros dentro de los límites establecidos para tal fin, sin modificar la señal y por ende los resultados.

## **ERROR ESTÁNDAR DE LA MEDICIÓN (EEM)**

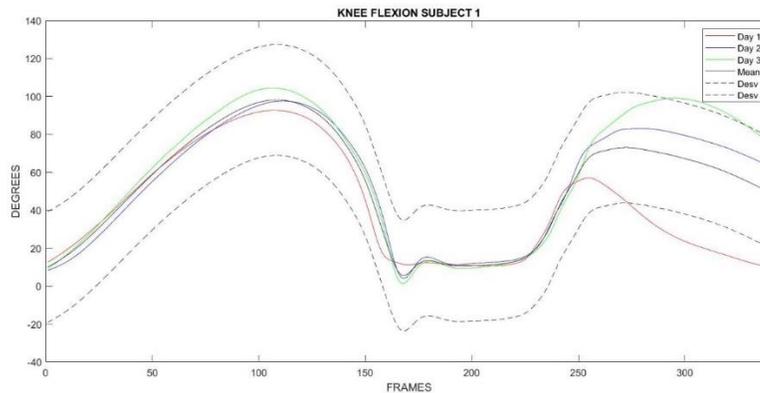
Teniendo en cuenta el modelo establecido en la metodología del trabajo se hicieron mediciones de salto contramovimiento a dos personas de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte quienes tienen condiciones físicas para practicar algún deporte. Durante una semana se hicieron mediciones interdiarias y en cada una de ellas se realizaron 3 registros estáticos y 9 registros dinámicos a cada participante (Gráfica 1).

Gráfica 1. Comparación de las mediciones repetidas de dos sujetos con un evaluador

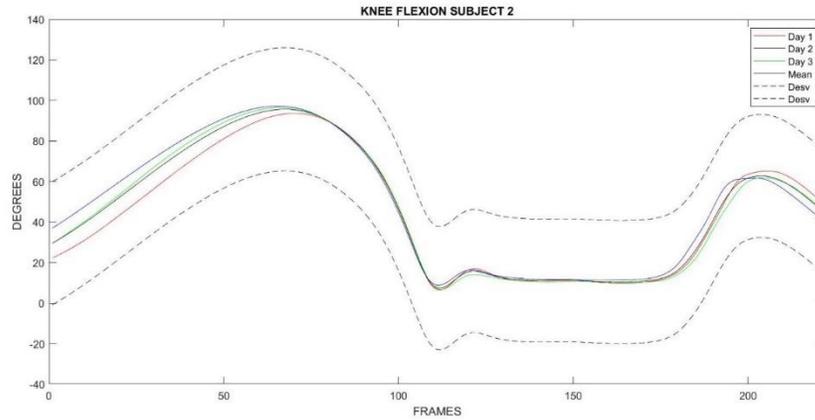


El ángulo de flexión de rodilla derecha fue elegido como parámetro de referencia para hacer los análisis de variabilidad pues este requiere de la reconstrucción de los segmentos de la pelvis, fémur y tibia por lo que es el más complejo de obtener. En las gráficas 2 y 3 se puede identificar el patrón del ángulo encontrando similitud en los mismos entre pruebas y entre sujetos.

Gráfica 2. Ángulo de flexión de Rodilla del sujeto A



Gráfica 3. Ángulo de flexión de Rodilla del sujeto B



Posteriormente, se calculó el promedio de cada día y luego se calculó el promedio de los 3 días para obtener uno total con el que se obtiene la desviación estándar. Luego se calcula la raíz cuadrada del promedio de las medidas repetidas utilizando la siguiente ecuación

$$SEM = \sqrt{MSe}$$

en donde SEM es el error estándar de la medición siendo igual a la raíz cuadrada del promedio de las medidas repetidas ANOVA, obteniendo como resultado un valor de 4,3 grados (Tabla 4).

Tabla 4. Error Estándar de la Medición con dos personas y un evaluador

	Mediciones			Promedio	Desviación Estándar
	Día1	Día2	Día3		
A	92,71	97,63	104,4	98,2	<b>5,9</b>
B	93,64	97,22	96,41	95,8	<b>1,9</b>
<b>Error Estándar de la Medición</b>					<b>4,3</b>

Para hallar la mínima diferencia a partir del error estándar con un intervalo de confianza del 95% se usa la siguiente ecuación

$$MD = SEMxZx\sqrt{2}$$

En donde MD es la mínima diferencia siendo igual al error estándar de la medición por el valor Z multiplicado por la raíz cuadrada de 2, logrando un valor equivalente a 11,91 grados.

Con todo lo anterior se asume que el evaluador al colocar los marcadores en las referencias anatómicas tuvo un error estándar de la medición de 4,3 grados siendo la mínima diferencia permitida hasta 11,91 grados por lo que los datos de salto contramovimiento de esta investigación tienen valores dentro del intervalo de confianza del 95%.

### **PROCESO DE CALIBRACIÓN DE CÁMARAS OPTOELECTRÓNICAS PARA REPORTES DE CONFIABILIDAD**

Las cámaras optoelectrónicas y la plataforma de fuerza fueron calibradas teniendo en cuenta los movimientos a ser evaluados que para esta investigación se relacionan con el salto contramovimiento.

El sistema registra un error residual de cada cámara el que es promediado por las 9 que se utilizaron para registrar los saltos contramovimiento de los bailarines. En la tabla 5 se registran los datos y el promedio de todas las capturas realizadas en el proceso de investigación.

Tabla 5. Error Residual de cámaras optoelectrónicas previo a las capturas de salto contramovimiento

<b>Sujeto</b>	<b>Error Residual promedio por captura</b>
1	0,667mm
2	0,667mm
3	0,667mm
4	0,667mm
5	0,667mm
6	0,667mm
7	0,667mm
8	0,667mm
9	0,667mm
10	0,764mm
11	0,626mm
12	0,626mm
13	0,626mm
14	0,626mm
<b>Promedio total de las capturas</b>	<b>0,662mm</b>

El promedio del Error Residual en los registros de salto contramovimiento de las cámaras fue 0,662mm lo cual indica que las capturas que se realizaron en esta investigación se encuentran dentro de los parámetros de calidad (63).

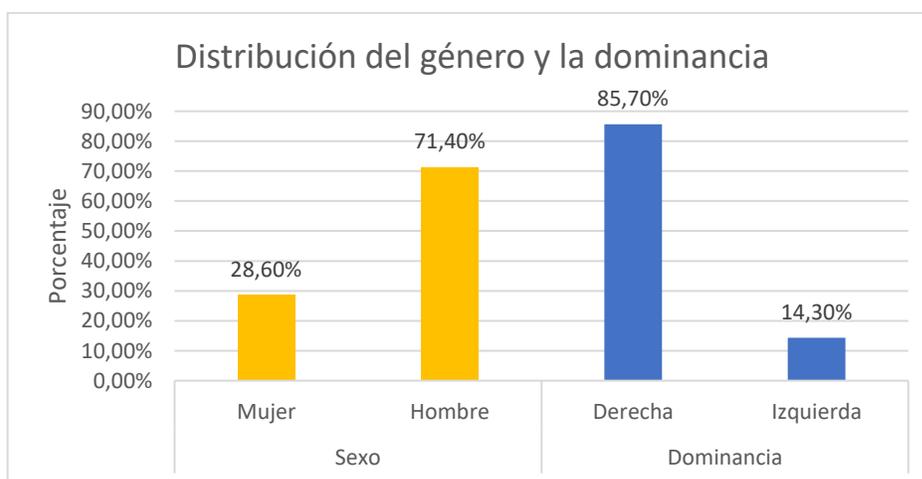
## CARACTERÍSTICAS DEL BAILARÍN DE SALSA, EL ENTORNO Y SU OCUPACIÓN

El análisis descriptivo de las variables correspondiente a los 14 bailarines de salsa evidenció que el rango de edad oscila entre los 18 a los 30 años teniendo como promedio  $21,42 \pm 3,75$  años. Además, la masa promedio de este grupo fue de  $68,82 \pm 11,60$  kg con una estatura promedio de  $1,70 \pm 0,075$  metros (Tabla 6). Con respecto a la distribución del grupo según género y dominancia se encontró que el 28,6% de los participantes son mujeres y el 71,4% son hombres, e informaron que el 85,7% de las personas son derechas y el 14,3 son zurdos (Gráfico 4).

Tabla 6. Características del grupo de bailarines de salsa

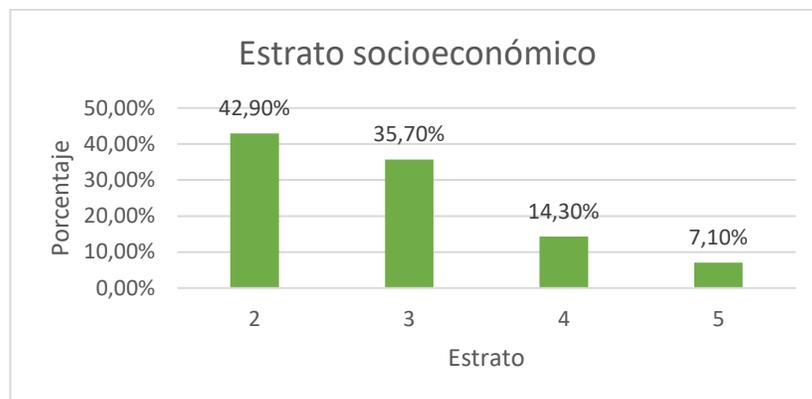
<b>Variables del sujeto</b>		
	Promedio	Desviación estándar
Edad (años)	21,42	$\pm 3,75$
Masa (kg)	68,82	$\pm 11,6$
Estatura (mt)	1,7	$\pm 0,075$

Gráfica 4. Distribución del género y la dominancia en el grupo de bailarines de salsa

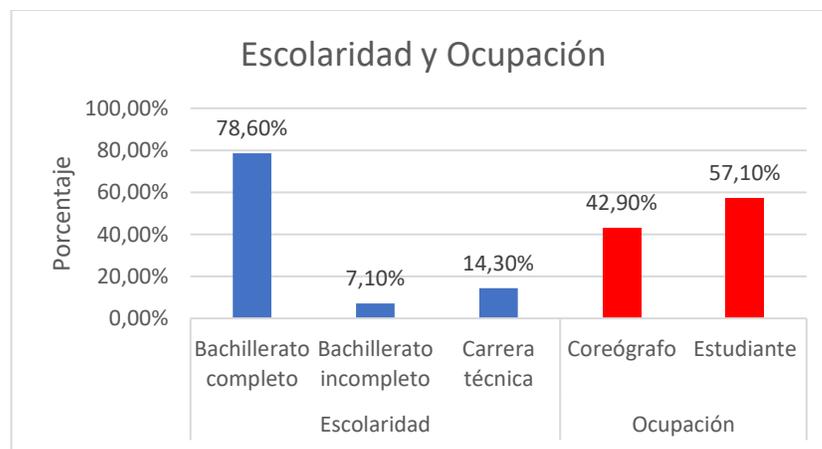


La totalidad de los bailarines viven en Cali y teniendo en cuenta la estratificación socioeconómica que se tiene, 11 bailarines se encuentran entre el estrato 2 y 3 siendo equivalente al 42,9% y al 35,7% respectivamente. El resto de las personas se encuentra entre los estratos 4 y 5 con un 14,3% y un 7,1% (Gráfico 5). Por otra parte, al indagar el nivel de escolaridad se encontró que una persona tiene bachillerato incompleto, 11 han finalizado su bachillerato y 2 tienen una carrera técnica. Relacionado con esto al preguntar la ocupación principal 6 se declaran coreógrafos y 8 refieren ser estudiantes universitarios (Gráfico 6).

Gráfica 5. Distribución del grupo de bailarines de salsa a partir del estrato socioeconómico

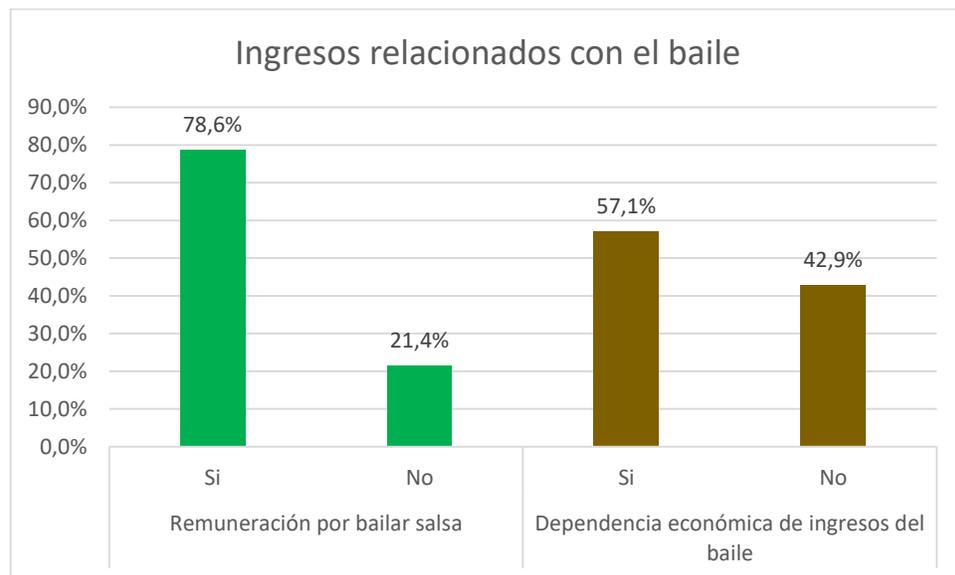


Gráfica 6. Distribución del grupo de bailarines de salsa a partir del nivel de escolaridad y la ocupación



En relación con los ingresos económicos del grupo de bailarines, se destaca que el 78,6% reciben remuneración por bailar salsa teniendo como actividades principales ser instructores de la salsa caleña en las escuelas de baile y la participación en espectáculos. De esta población el 57,1% depende exclusivamente de los ingresos obtenidos por bailar salsa mostrando la importancia que tiene para esta población la participación en el baile (Gráfico 7).

Gráfica 7. Ingresos relacionados con el baile.



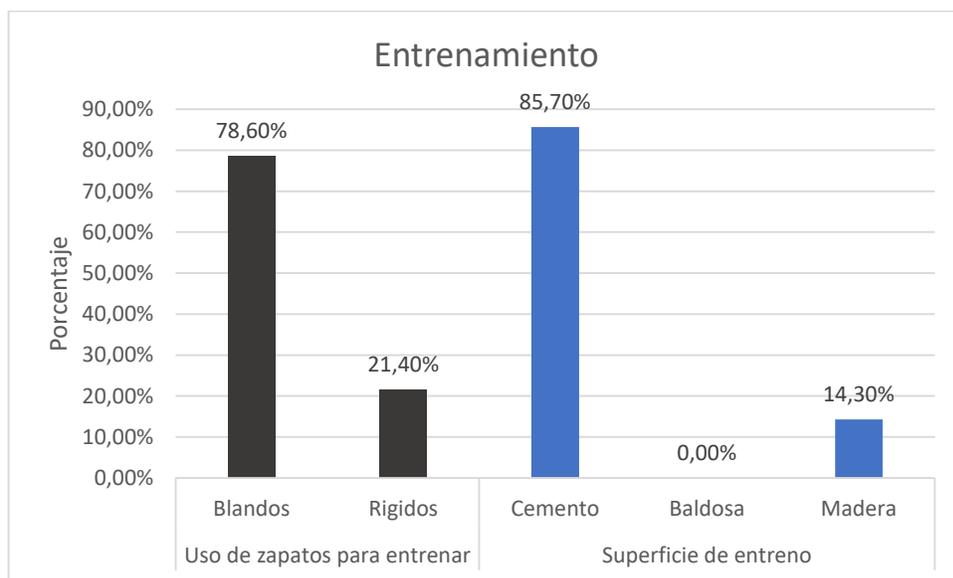
En lo correspondiente a la cuantificación del tiempo de experiencia como bailarín de salsa en meses se registró un mínimo de 8 y un máximo de 180 con una mediana de 66 meses, evidenciando que 4 personas iniciaron su práctica hace menos de 24 meses mientras que 5 bailarines tienen más de 121 meses de experiencia (más de 10 años) (Tabla 7). En relación con la práctica semanal se tiene un promedio de  $21 \pm 6,83$  horas lo que muestra que la ejecución de esta práctica requiere aproximadamente una jornada de 4 horas diarias de entrenamiento durante los 5 días de la semana. Se destaca que tres bailarines reportaron realizar una actividad física adicional a bailar, dos de ellas realizan actividad funcional y una asiste al gimnasio, teniendo como promedio de ejecución 7 horas a la semana en esta actividad.

Tabla 7. Tiempo experiencia en la práctica del baile

<b>Tiempo de práctica</b>	
	Personas
Menos de 24 meses	4
De 25 a 48 meses	2
De 49 a 120 meses	3
Más de 121 meses	5

En la ejecución del entrenamiento se obtuvo que el 78,60% de los bailarines utilizan zapatos blandos mientras que solo el 21,40% usa zapato rígido, refiriendo de esta última categoría que el promedio del tacón fue de 3,16 cm de alto. En cuanto a la superficie de entrenamiento, los bailarines entrenan sobre cemento y madera, teniendo un 85,70% y un 14,30% respectivamente, sin utilizar baldosa en el contexto (Gráfico 8).

Gráfica 8. Proceso de entrenamiento de baile



**CARACTERIZACIÓN DE LAS INTERACCIONES CINEMÁTICAS ENTRE  
SEGMENTOS CORPORALES DE MIEMBROS INFERIORES DURANTE  
SALTOS CONTRAMOVIMIENTO EN BAILARINES DE SALSA**

**TEMPOROESPACIALES**

Las variables temporoespaciales se agrupan en altura, tiempo de vuelo y velocidad. Estas se determinaron a partir de las referencias anatómicas. El sujeto 6 tuvo la mayor altura con 0,585 metros, la mayor velocidad con 3,004 m/s y fue el segundo mejor tiempo de vuelo con 0,639 segundos. De manera contraria el sujeto 7 tuvo la menor altura de salto con 0,254 metros, la menor velocidad del salto con 1,971 m/s y el menor tiempo de vuelo con 0,368 segundos (Tabla 8).

Tabla 8. Variables Temporoespaciales

<b>Temporoespaciales</b>			
Sujeto	Altura del salto [m]	Velocidad del salto [m/s]	Tiempo de vuelo [s]
1	0,397	2,415	0,518
2	0,340	2,198	0,447
3	0,299	2,108	0,426
4	0,452	2,796	0,547
5	0,472	2,849	0,546
6	<b>0,585</b>	<b>3,004</b>	<b>0,639</b>
7	<b>0,254</b>	<b>1,971</b>	<b>0,368</b>
8	0,364	2,389	0,467
9	0,487	2,899	0,560
10	0,336	2,312	0,471
11	0,366	2,289	0,480
12	0,285	2,017	0,394
13	0,385	2,327	0,617
14	0,393	2,393	<b>0,676</b>
Media	0,387 (0,088)		0,511 (0,091)
Mediana		2,358	

En rojo los valores menores, en negrilla los valores mayores

## RANGOS DE MOVILIDAD DE RODILLA

La interacción cinemática se enfocó en los rangos de movilidad de la rodilla teniendo principalmente la flexión de rodilla, el varo y el valgo como variables a indagar en el momento del aterrizaje ya que es en este instante en el que más probabilidades se tiene de lesión. En flexión de rodilla se encontró que el mayor rango lo realizó el sujeto 5 teniendo que la movilidad de su pierna derecha alcanzó 116,934 grados y la pierna izquierda 115,280 grados. La media de flexión de la rodilla derecha fue de 87,557 grados (17,329 grados) y de la rodilla izquierda fue de 84,690 grados (16,487grados) (Tabla 9).

Tabla 9. Flexión de rodilla en el momento del aterrizaje

<b>Flexión de rodilla [grados]</b>		
Sujeto	Pierna Derecha	Pierna Izquierda
1	67,159	64,143
2	78,677	76,990
3	75,866	70,651
4	103,966	100,806
<b>5</b>	<b>116,934</b>	<b>115,280</b>
6	95,497	83,122
7	90,037	88,013
8	79,650	77,317
9	85,464	78,623
10	95,909	96,198
11	91,347	93,828
<b>12</b>	<b>58,484</b>	<b>61,217</b>
13	70,975	70,537
14	115,834	108,937
Media	87,557 (17,329)	84,690 (16,487)

En rojo los valores menores, en negrilla los valores mayores

Con respecto al varo de rodilla en el momento del aterrizaje se tiene que solo el sujeto 10 tiene varo bilateral consistente en los tres registros dinámicos, mientras que los sujetos 1, 2, 4, 5, 8, 14 tienen una rodilla en varo y la contralateral en valgo. Los sujetos 3, 6, 7, 9, 11, 12 y 13 tienen valgo de rodilla bilateral en el momento del aterrizaje.

En relación con la flexión de rodilla, los sujetos que más grados de flexión tienen presentan valgo aumentado siendo el caso de los sujetos 4 y 6. Además 3 de los 4 sujetos que más Índice Reactivo de Fuerza presentan tiene reporte de valgo.

## INDICE REACTIVO DE FUERZA

El Índice Reactivo de Fuerza se correlaciona mejor que la altura del salto para determinar la condición física de un sujeto, teniendo que en los resultados el sujeto 6 consigue un Índice de 0,915 seguido del sujeto 9 y del 5. Esta variable tuvo una media de 0,769 en el grupo de bailarines (Tabla 12).

Tabla 10. Índice Reactivo de Fuerza

Índice Reactivo de Fuerza	
Sujeto	Índice Reactivo de fuerza
1	0,768
2	0,762
3	0,703
4	0,826
5	<b>0,866</b>
6	<b>0,915</b>
7	0,692
8	0,780
9	<b>0,870</b>
10	0,715
11	0,764
12	0,724
13	0,706
14	0,673
Media	0,769

En rojo los valores menores, en negrilla los valores mayores

## CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPONENTES CINÉTICOS EN MIEMBROS INFERIORES DURANTE SALTOS CONTRAMOVIMIENTO EN BAILARINES DE SALSA

### FUERZA MÁXIMA DE SALTO CONTRAMOVIMIENTO

La fuerza máxima del salto es la máxima fuerza de reacción vertical entre el inicio del movimiento hasta el momento del despegue que es expresado en relación al peso corporal. Se observa en la Tabla 10 que el sujeto 6 es quien más genera fuerza en esta fase con la pierna derecha (1,313%PC) mientras que el sujeto 1 obtiene el mejor resultado para la pierna izquierda (1,360%PC).

Tabla 11. Fuerza máxima del salto

<b>Fuerza máxima del salto [%Peso Corporal]</b>					
Sujeto	Pierna derecha	Pierna Izquierda	Asimetría	Media de fuerza	Desviación Estándar
1	1,242	<b>1,360</b>	0,091	1,301	0,083
2	1,120	1,144	0,021	1,132	0,017
3	1,118	0,980	0,132	1,049	0,098
4	1,173	1,080	0,083	1,127	0,066
5	1,094	1,252	0,135	1,173	0,112
6	<b>1,313</b>	1,345	0,024	1,329	0,023
<b>7</b>	<b>0,972</b>	<b>0,917</b>	0,058	0,945	0,039
8	1,106	1,039	0,062	1,073	0,047
9	1,147	1,261	0,095	1,204	0,081
10	1,238	1,077	0,139	1,158	0,114
11	0,995	1,091	0,092	1,043	0,068
12	1,017	0,930	0,089	0,974	0,062
13	1,098	1,102	0,004	1,100	0,003
14	1,292	1,155	0,112	1,224	0,097

En rojo los valores menores, en negrilla los valores mayores

## FUERZA DE ATERRIZAJE DE SALTO CONTRAMOVIMIENTO

Por otro lado, la fuerza de aterrizaje es la máxima fuerza de reacción vertical después del aterrizaje siendo expresado en relación al peso corporal. En la Tabla 11 se evidencia que el sujeto 6 obtiene los mejores resultados para ambos miembros inferiores con 2,480 y 3,089 %PC, una media total de fuerza máxima de aterrizaje de 2,785%PC (0,431%PC).

Tabla 12. Fuerza máxima de aterrizaje

Fuerza máxima de aterrizaje [%Peso Corporal]					
Sujeto	Pierna derecha	Pierna Izquierda	Asimetría	Media de fuerza	Desviación Estándar
1	1,495	2,218	0,386	1,857	0,511
2	1,479	2,186	0,386	1,833	0,500
3	2,451	1,844	0,283	2,148	0,429
4	2,113	1,575	0,292	1,844	0,380
5	1,246	1,451	0,152	1,349	0,145
6	<b>2,480</b>	<b>3,089</b>	0,219	2,785	0,431
7	1,405	1,324	0,059	1,365	0,057
8	2,200	1,501	0,378	1,851	0,494
9	2,059	2,071	0,006	2,065	0,008
10	1,761	1,612	0,088	1,687	0,105
11	2,244	2,275	0,014	2,260	0,022
12	1,880	2,206	0,160	2,043	0,231
13	2,148	1,511	0,348	1,830	0,450
14	1,336	1,306	0,023	1,321	0,021

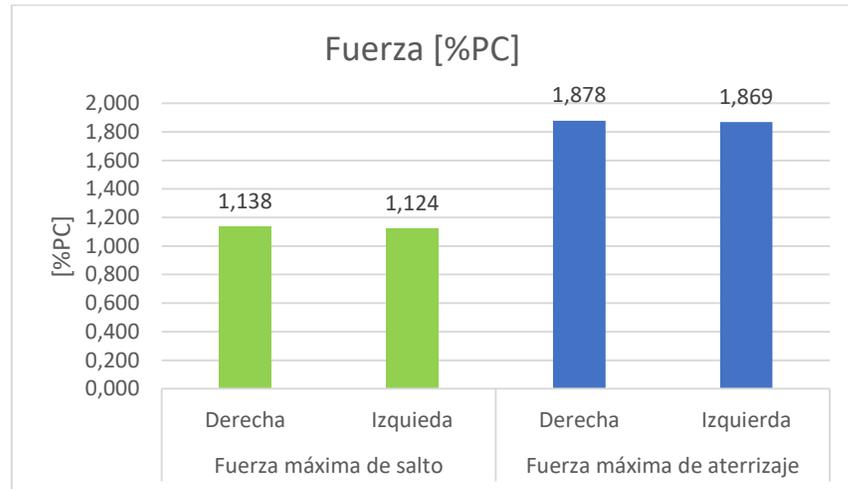
En rojo los valores menores, en negrilla los valores mayores

En los registros de fuerza máxima de salto y fuerza máxima de aterrizaje se observa que los sujetos que tienen mayor desviación estándar tienen mayor asimetría. Además, los sujetos con valores de asimetría mayores tienen promedios de fuerza máxima de aterrizaje menores.

Se tiene que en los datos obtenidos el promedio de la fuerza máxima de salto de la pierna derecha fue de 1,138 %PC (0,105%PC) mientras que la pierna izquierda fue de 1,124 %PC (0,140%PC) de los 14 bailarines. Para la fuerza máxima de aterrizaje se obtuvo un promedio de 1,878 %PC (0,422%PC) en la pierna derecha y

1,869±0,498%PC en la pierna izquierda para el grupo de bailarines (Gráfico 9). La asimetría de la fuerza máxima fue de 0,081 y para la fuerza de aterrizaje fue de 0,2.

Gráfica 9. Fuerza máxima de salto y fuerza máxima de aterrizaje



## TRABAJO EXCÉNTRICO Y CONCÉNTRICO

Con respecto al trabajo excéntrico se encuentra que el sujeto 9 alcanza los valores más altos con 195,249 Jouls y en el trabajo concéntrico consigue 109,240 Jouls. Por otra parte el sujeto 3 tiene el menor trabajo alcanzado con un valor correspondiente a 51,701 Jouls en el trabajo excéntrico y 40,850 Jouls en el trabajo concéntrico (Tabla 13). La media del grupo de bailarines en el trabajo excéntrico fue de 119,893 Jouls y para el trabajo concéntrico fue de 66,726 Jouls.

Tabla 13. Trabajo Excéntrico y Concéntrico

Trabajo Excéntrico y Concéntrico		
Sujeto	Trabajo Excéntrico [J]	Trabajo Concéntrico [J]
1	126,869	72,519
2	94,194	66,113
3	51,701	40,850
4	145,378	57,963
5	158,308	78,812
6	157,399	103,427

7	70,113	43,896
8	139,490	45,397
9	<b>195,249</b>	<b>109,240</b>
10	112,532	68,446
11	83,614	57,082
12	84,626	47,486
13	127,171	89,806
14	131,863	53,126
Media	119,893 (39,459)	66,726 (21,910)

En rojo los valores menores, en negrilla los valores mayores

Cabe mencionar que los sujetos 4, 6 y 9 con reportes destacados de fuerza de salto y aterrizaje tienen mejor trabajo excéntrico. Los sujetos que presentan mayor trabajo excéntrico presentan menores registros de trabajo concéntrico, evidenciando una mayor diferencia entre un tipo de trabajo y otro. Sin embargo, los que tienen menor trabajo excéntrico tienen menores diferencias con respecto a los valores reportados del trabajo concéntrico.

El trabajo excéntrico predomina en comparación con el trabajo concéntrico teniendo como comparación el promedio arrojado por el grupo de 14 bailarines con 119,893 Joules (39,459 Joules) en el trabajo excéntrico y 66,726 Joules (21,910 Joules) en el trabajo concéntrico.

## POTENCIA

Con respecto a la potencia se encuentra que el mayor pico lo obtuvo el sujeto 6 con 2941,879 Watts mientras que el menor pico el sujeto 12 con 1146,358 Watts. La media del pico de potencia del grupo de bailarines fue de 1876,922 Watts (596,336 Watts) (Tabla 14).

Tabla 14. Potencia del salto

<b>Potencia del Salto</b>	
Sujeto	Pico de potencia [W]
1	2112,319
2	1608,623
3	1274,379

4	2219,239
5	2266,916
6	<b>2941,879</b>
7	1236,269
8	1282,330
9	2856,984
10	1862,493
11	1580,580
12	<b>1146,358</b>
13	2376,610
14	1511,930
Media	1876,922 (596,336)

## SIMETRÍA ENTRE MIEMBROS INFERIORES

Se utilizó la prueba estadística no paramétrica de Wilcoxon para determinar si existen diferencias significativas entre las mediciones obtenidas de las variables cinéticas y cinemáticas para la pierna izquierda y para la pierna derecha. Esta prueba estadística se propuso ya que existe una dependencia entre las mediciones de las dos piernas, pues son dos mediciones de un mismo individuo.

La hipótesis nula de la prueba postula que las mediciones de cada variable en las dos piernas proceden de poblaciones con la misma distribución de probabilidad, es decir las mediciones de ambas piernas se pueden considerar similares, mientras tanto la hipótesis alternativa hace referencia a que las mediciones de cada variable en las dos piernas proceden de poblaciones con diferente distribución de probabilidad, es decir, las mediciones se consideran diferentes entre las piernas. Para la prueba de hipótesis se utilizó un nivel de significancia del 5%. Los resultados se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Resultado prueba de Wilcoxon

Variable	Valor p	Decisión
Fuerza promedio	0,3151	No rechaza Ho
Tiempo de vuelo	0,4322	No rechaza Ho
Potencia durante el salto	0,7609	No rechaza Ho
Trabajo excéntrico durante el salto	0,3107	No rechaza Ho

Trabajo concéntrico durante el salto	0,7296	No rechaza Ho
Índice Reactivo del salto	0,4893	No rechaza Ho

De acuerdo a la prueba de Wilcoxon y al nivel de significancia definido, se puede establecer que no existe diferencias estadísticamente significativas entre las dos piernas de cada individuo para las variables fuerza promedio ( $p=0,3151>0,05$ ), tiempo de vuelo ( $p=0,4322>0,05$ ), potencia durante el salto ( $p=0,7609>0,05$ ), trabajo excéntrico durante el salto ( $0,3107>0,05$ ), trabajo concéntrico durante el salto ( $0,7296>0,05$ ) e Índice Reactivo del salto ( $p=0,4893>0,05$ ).

## PROPUESTA DE ÍNDICE DE RIESGO DE LESIÓN PARA BAILARINES DE SALSA

Considerando que el riesgo de lesión en una persona que baile salsa es una variable no observable, cuya medición desde el punto de vista metodológico, no es directa; es posible asumir este concepto como una variable latente (68). Las variables latentes como conceptos medibles pueden ser aproximadas a través de variables sintéticas. Una variable sintética es una función de un conjunto de variables intermedias, relacionadas con el concepto cuya magnitud desea sintetizarse, y las cuales permiten operacionalizar el concepto y obtener una cuantificación aproximada de éste (69).

Con base en lo expuesto, sea la variable aleatoria  $Y$ , la expresión del riesgo de lesión de un bailarín de salsa puede tomar valores en el rango de cero a uno a través de una escala de intervalo. Dado el carácter aleatorio de esta variable, es posible asignar una distribución de probabilidad  $G_Y(y)$  a su comportamiento natural, la cual resulta desconocida e indexada para un conjunto de parámetros  $\vec{\theta}$ . De acuerdo a las respuestas a cada una de las variables intermedias  $X_j$  ( $j = 1, \dots, m$ ), el riesgo de lesión se expresa en términos de cada una de las  $m$  variables y su peso respectivo, es decir,  $G_Y^{-1}(y) = \beta X$ , donde  $\beta$  indica la importancia que tiene cada una de las variables intermedias y  $X$  las respuestas dadas por los individuos a las variables.

Para estimar el riesgo de lesión en bailarines de salsa se propuso la **construcción del Índice de Riesgo de Lesión a través del Análisis Factorial Múltiple (AFM)**, usando como variables intermedias la información relacionada con datos corporales del individuo, datos generales de la salud, datos sobre el entrenamiento, variables cinéticas y cinemáticas promediadas para tres saltos (Tabla 16).

Tabla 16. Variables que conforman el Índice de Riesgo de Lesión

Tipo de variable	Variable	Codificación	Respuesta
Datos corporales	Peso	$X_1$	En kilogramos
	Estatura	$X_2$	En metros
Datos generales de la salud	¿Ha tenido diagnóstico de enfermedad osteomuscular por bailar?	$X_3$	1 = Sí 0=No
	¿Ha tenido lesiones traumáticas no relacionadas con su práctica?	$X_4$	1 = Sí 0=No
Datos del entrenamiento	¿Cuántas horas a la semana dedica usted al entrenamiento?	$X_5$	0,1,2,...

	¿Practica usted algún deporte u otra actividad física con regularidad?	$X_6$	1 = Sí 0=No
	¿Ha tenido alguna lesión antigua (antes de 12 meses) debido al entrenamiento?	$X_7$	1 = Sí 0=No
Variables cinéticas	Fuerza promedio (Pierna derecha)	$X_8$	Valor
	Fuerza promedio (Pierna izquierda)	$X_9$	
	Tiempo de vuelo promedio (Pierna derecha)	$X_{10}$	
	Tiempo de vuelo promedio (Pierna izquierda)	$X_{11}$	
	Potencia promedio durante el salto (Pierna derecha)	$X_{12}$	
	Potencia promedio durante el salto (Pierna izquierda)	$X_{13}$	
	Trabajo excéntrico durante el salto (Pierna derecha)	$X_{14}$	
	Trabajo excéntrico durante el salto (Pierna izquierda)	$X_{15}$	
	Trabajo concéntrico durante el salto (Pierna derecha)	$X_{16}$	
	Trabajo concéntrico durante el salto (Pierna izquierda)	$X_{17}$	
	Índice Reactivo del salto (Pierna derecha)	$X_{18}$	
Índice Reactivo del salto (Pierna izquierda)	$X_{19}$		
	Altura máxima de salto	$X_{20}$	
	Velocidad del salto	$X_{21}$	
Variables cinemáticas	Flexión máxima de aterrizaje (Pierna derecha)	$X_{22}$	Valor
	Flexión máxima de aterrizaje (pierna izquierda)	$X_{23}$	
	Presencia de Valgo en rodilla (Pierna derecha)	$X_{24}$	1 = Sí 0=No
	Presencia de Valgo en rodilla (pierna izquierda)	$X_{25}$	1 = Sí 0=No

Debido a que se contó con un **bajo tamaño de muestra**, que afecta la formación de los componentes principales y su garantía de representación de la máxima varianza de los datos, **se propuso realizar una simulación de datos correlacionados de las 25 variables**, las cuales tienen asociadas diferentes distribuciones de probabilidad. Inicialmente se realizó la simulación de las respuestas de las 19 variables continuas, para lo cual se identificó la distribución de probabilidad asociada a cada una de ellas, evaluando diferentes distribuciones de probabilidad continuas asimétricas y simétricas, y seleccionando el mejor modelo ajustado utilizando el Criterio de Información de Akaike (AIC).

A partir de este criterio, se identificó que el modelo estadístico que mejor ajuste presentó para las **19 variables corresponde a la distribución Gamma**, cada variable con diferentes valores para los parámetros de la distribución. Además de identificar la distribución de probabilidad de las 19 variables, se estimó la matriz de correlación de Spearman, con lo cual, mediante el comando *rMvdc* del programa

estadístico R Studio, **se simularon 10.000 resultados de estas variables**, que consideran la distribución de las variables y las correlaciones muestrales.

Posteriormente **se simularon 10.000 respuestas Bernoulli de cada una de las 6 variables binarias** a través del comando *gerCorGen*, usando como parámetro la proporción de respuestas afirmativas en cada una de ellas. Para esta simulación se utilizó la estimación de la matriz de correlación tetracórica entre las variables binarias.

Una vez se simularon las 10.000 respuestas a las 25 variables, se propuso la construcción del IRL mediante tres propuestas:

- Propuesta uno: Usar AFM incluyendo todas las variables, excepto aquellas variables cinéticas y cinemáticas medidas para la pierna izquierda.
- Propuesta dos: Usar AFM incluyendo todas las variables, excepto aquellas variables cinéticas y cinemáticas medidas para la pierna derecha.
- Propuesta tres: Usar AFM incluyendo todas las variables.

Las tres propuestas surgen del resultado obtenido a través de la prueba no **paramétrica de Wilcoxon**, la cual **permitió identificar que no existían diferencias entre las mediciones de las variables cinéticas de la pierna derecha y la pierna izquierda, pero sí para la variable cinemática flexión de rodilla.**

Para cada una de las propuestas, se realizó el AFM a partir del cual se estimaron los pesos relativos ( $\beta_j$ ) de cada una de las variables, **transformando los valores del vector propio asociado al primer componente principal**, mediante la división de cada valor sobre la suma de todos ellos, multiplicado por 100; de ese modo se definió un rango de los pesos del índice entre 0 y 100.

La ecuación del IRL para el bailarín  $i$  se definió como la suma ponderada entre los pesos relativos y la respuesta a cada variable:

$$\widehat{IRL}_i = \widehat{\beta}_1 X_1 + \widehat{\beta}_2 X_2 + \dots + \widehat{\beta}_m X_m$$

Donde  $m$  corresponde al número total de variables en cada propuesta.

## TRANSFORMACIÓN DEL RANGO DE VALORES DEL IRL

Se propuso transformar el rango de los resultados del *IRL*, usando el valor mínimo que puede tomar el índice ( $IRL_{mín}$ ) cuando se consideran los valores mínimos muestrales de todas las variables, y el valor máximo que puede tomar el índice ( $IRL_{máx}$ ) cuando se consideran los valores máximos muestrales de todas las variables. La transformación se realizó utilizando la siguiente ecuación, lo cual definió el rango de los valores del  $IRL_{obs}$  entre 0 y 100.

$$IRL_i^T = \frac{IRL_{obs} - IRL_{mín}}{IRL_{máx} - IRL_{mín}} * 100$$

## SELECCIÓN DEL MEJOR ÍNDICE

Debido a que existen tres diferentes construcciones del IRL y no existe una prueba de referencia para establecer cuál de los índices presenta una mejor clasificación según el riesgo de lesión de los bailarines, se propuso la siguiente metodología para seleccionar el índice, de acuerdo a su consistencia en las estimaciones de los pesos relativos de las variables y posterior cálculo del IRL, para lo cual se calculó un error de estimación (EE). El proceso ilustrado para cada una de las propuestas del IRL es el siguiente:

1. Obtener el valor del *IRL* para cada uno de los 10.000 bailarines simulados, usando sus respuestas a cada variable considerada en el índice.
2. Transformar el rango del resultado de los valores del índice en el paso 1, usando la ecuación 2.
3. Obtener el valor de la mediana de los 10.000 valores del índice transformados en el paso 2, y definirlo como un valor de referencia del índice para todos los bailarines, que se denotará como  $IRL_{referencia}$ . Se propuso como medida resumen el valor de la mediana, ya que los valores del índice tomaron una forma asimétrica.
4. Obtener 1000 muestras aleatorias del 80% de los 10.000 bailarines simulados, realizar de nuevo la construcción del índice por AFM, aplicar el índice a los individuos de la muestra y obtener la mediana de los valores del IRL calculados con dicha muestra. En total se tienen 1000 medianas.
5. Estimar el EE del índice evaluado, calculando la diferencia entre el valor de referencia  $IRL_{referencia}$  definido en el paso 3 y la mediana calculada en el paso 4.

$$EE_f = IRL_{referencia} - IRL_{mediana}$$

En total se obtuvieron 1000 valores de  $EE$  ( $f = 1, 2, \dots, 1000$ )

6. Calcular la mediana de los 1000 EE hallados.

$$EE^+ = \text{mediana}(EE_f)$$

7. Escoger el índice con el menor  $EE^+$ .

## PUNTOS DE CORTE

Una vez seleccionado el IRL con el menor  $EE^+$  se definió los puntos de corte del índice utilizando el método de agrupamiento K-means y bootstrap. El proceso realizado para lo anterior fue el siguiente

1. Realizar un remuestreo con reemplazo de tamaño 1000 de los individuos simulados, seleccionar sus respuestas a las 25 variables del índice y calcular el valor del IRL.
2. Aplicar el método de agrupamiento K-means estableciendo la formación de tres grupos, según el valor del índice de los individuos, los cuales corresponden a tres niveles de riesgo de lesión en los individuos: riesgo leve, riesgo moderado, riesgo alto.
3. Determinar el valor mínimo y máximo de los valores del IRL para los individuos agrupados en nivel leve.
4. Determinar el valor mínimo y máximo de los valores del IRL para los individuos agrupados en nivel moderado.
5. Determinar el valor mínimo y máximo de los valores del IRL para los individuos agrupados en nivel alto.

Los pasos anteriores se realizan 10.000 veces, obteniendo así 10.000 valores mínimos y 10.000 valores máximos del IRL, por nivel de riesgo de lesión.

6. Estimar el valor de la mediana de los 10.000 valores mínimos y máximos de cada uno de los tres grupos.
7. Definir los puntos de corte a partir del valor máximo del IRL para cada grupo establecido en el paso 6. Es decir, para definir el punto de corte entre nivel leve y moderado, se estableció el punto de corte como el valor máximo del nivel leve; para definir el punto de corte entre nivel moderado y alto, se estableció el punto de corte como el valor máximo del nivel moderado.

## EL ÍNDICE DE RIESGO DE LESIÓN

Mediante la metodología propuesta y a partir del  $EE^+$ , el IRL seleccionado que presentó el menor valor del error de estimación ( $EE^+ = 0,42$ ) fue aquel construido mediante la propuesta tres (Tabla 17). El riesgo de lesión medida por este IRL en los 14 individuos presentó una media aritmética de 45,72 ( $DE = 20,30$ ) y una mediana de 48,96 ( $mín = 12,22$ ,  $máx=85,72$ ) en una escala entre 0 y 100; los IRL construidos por medio de la propuesta dos y tres presentaron resultados de la mediana del placer más bajos (45,19 y 49,38) que la del índice ya mencionado.

Tabla 17. Medidas de los tres IRL desarrollados (valor mínimo, valor máximo, mediana, media, desviación estándar del riesgo de lesión y error de estimación  $EE^+$ )

Propuesta a IRL	Mínimo	Máximo	Mediana	Media	Desviación estándar	$EE^+$
Propuesta 1	15,56	82,68	49,38	59,07	18,93	0,58
Propuesta 2	18,80	76,38	45,19	43,25	17,27	0,62
Propuesta 3	12,22	85,72	48,96	45,72	20,30	0,42

Respecto al IRL seleccionado, se puede decir que al realizar el AFM, los dos primeros ejes factoriales recogieron el 36.62% de la variabilidad de los datos. El vector propio asociado al primer componente principal se presenta en la Tabla 18.

Tabla 18. Vector propio asociado al primer componente principal

Variable	Vector propio	Vector propio transformado*100
$X_1$	0,243	2,07
$X_2$	0,308	2,62
$X_3$	0,364	3,10
$X_4$	0,020	0,17
$X_5$	0,315	2,68
$X_6$	0,530	4,51
$X_7$	0,264	2,25
$X_8$	0,512	4,36
$X_9$	0,510	4,34

$X_{10}$	0,700	5,96
$X_{11}$	0,422	3,59
$X_{12}$	0,680	5,79
$X_{13}$	0,701	5,97
$X_{14}$	0,432	3,68
$X_{15}$	0,560	4,77
$X_{16}$	0,657	5,59
$X_{17}$	0,641	5,46
$X_{18}$	0,663	5,65
$X_{19}$	0,443	3,77
$X_{20}$	0,697	5,94
$X_{21}$	0,691	5,88
$X_{22}$	0,353	3,01
$X_{23}$	0,259	2,21
$X_{24}$	0,400	3,41
$X_{25}$	0,378	3,22
	<hr/>	<hr/>
	9,787	100

Por medio del vector propio asociado al primer componente (Tabla 18) se construyó el IRL del cual se obtuvieron los pesos de las variables del índice en escala original y los pesos de las variables del índice estandarizados. Las ecuaciones de los dos índices son las siguientes:

$$\begin{aligned}
 IRL = & 0,243 * X_1 + 0,308 * X_2 + 0,364 * X_3 + 0,020 * X_4 + 0,510 * X_5 + 0,530 \\
 & * X_6 + 0,264 * X_7 + 0,512 * X_8 + 0,510 * X_9 + 0,700 * X_{10} + 0,422 \\
 & * X_{11} + 0,680 * X_{12} + 0,701 * X_{13} + 0,432 * X_{14} + 0,560 * X_{15} \\
 & + 0,657 * X_{16} + 0,641 * X_{17} + 0,663 * X_{18} + 0,433 * X_{19} + 0,697 \\
 & * X_{20} + 0,691 * X_{21} + 0,353 * X_{22} + 0,259 * X_{23} + 0,400 * X_{24} \\
 & + 0,378 * X_{25}
 \end{aligned}$$

El IRL con pesos en escala original la ecuación puede tomar valores entre 35,07 y 158,19. Con el fin de analizar el riesgo de lesión en un rango de mayor facilidad para su interpretación, se propuso el IRL con sus pesos de variables transformados el que toma valores entre 0 y 100.

$  \begin{aligned}  IRL = & 2,07 * X_1 + 2,62 * X_2 + 3,10 * X_3 + 0,17 * X_4 + 2,68 * X_5 + 4,51 * X_6 \\  & + 2,25 * X_7 + 4,36 * X_8 + 4,34 * X_9 + 5,96 * X_{10} + 3,59 * X_{11} \\  & + 5,79 * X_{12} + 5,97 * X_{13} + 3,68 * X_{14} + 4,77 * X_{15} + 5,59 * X_{16} \\  & + 5,46 * X_{17} + 5,65 * X_{18} + 3,77 * X_{19} + 5,94 * X_{20} + 5,88 * X_{21} \\  & + 3,01 * X_{22} + 2,21 * X_{23} + 3,41 * X_{24} + 3,22 * X_{25}  \end{aligned}  $
--

De la ecuación del IRL (ecuación 6) se puede observar que algunas de las variables con mayor peso con respecto al riesgo de lesión en bailarines de salsa corresponden a “Potencia promedio durante el salto- pierna izquierda”  $X_{13}$  (5,97%), “Tiempo de vuelo promedio – pierna derecha”  $X_{10}$  (5,96%), “Altura máxima promedio”  $X_{20}$  (5,94%), “Velocidad del salto”  $X_{21}$  (5,88%), “Potencia promedio durante el salto – pierna derecha”  $X_{12}$  (5,79%), “Índice Reactivo del salto – Pierna derecha”  $X_{18}$  (5,65%), “Trabajo concéntrico durante el salto – pierna derecha”  $X_{22}$  (5,59%) y “Trabajo concéntrico durante el salto – pierna izquierda”  $X_{17}$  (5,46%). Las tres variables con el menor peso en el IRL fueron “Flexión máxima de aterrizaje – pierna izquierda”  $X_{23}$  (2,21%), “Peso”  $X_1$  (2,07%) y “¿Ha tenido lesiones traumáticas no relacionadas con su práctica?”  $X_4$  (0,17%).

De acuerdo a la muestra de los 14 individuos, el valor mínimo posible que puede tomar el índice es 496,447, que corresponde al caso en que las respuestas a todas las variables cuantitativas sean el mínimo valor registrado entre los individuos, y cuando se respondió de forma negativa las variables binarias; el valor máximo posible que puede tomar el índice es 1012,396, que corresponde al caso en que las respuestas a las variables cuantitativas son los máximos valores registrados entre los individuos, y cuando la respuesta a las variables binarias sean afirmativas.

**Los puntos de corte definidos para el IRL se presentan en la Tabla 4, se puede observar que el punto de corte entre nivel alto y nivel moderado del riesgo de lesión es 36,95, y el punto de corte entre nivel moderado y nivel bajo de riesgo de lesión es 48,73. Si el resultado del IRL es cero, se entiende que el individuo presenta riesgo de lesión alto.**

Tabla 19. *Valores mínimos y máximos por nivel de riesgo de lesión*

Nivel de riesgo	Mínimo	Máximo
Alto	>0	36,95
Moderado	> 36,95	48,73
Leve	> 48,73	100

Para ejemplificar el uso del IRL, supongamos que un bailarín de salsa pesa 68,6 kg ( $X_1 = 68,6$ ), su estatura es de 1,675 ( $X_2 = 1,675$ ), no ha tenido diagnóstico de enfermedad osteomuscular por bailar ( $X_3 = 0$ ), sí ha tenido lesiones traumáticas no

relacionadas con su práctica ( $X_4 = 1$ ), dedica 21 horas a la semana al entrenamiento ( $X_5 = 21$ ), sí practica algún deporte u otra actividad física con regularidad ( $X_6 = 1$ ), y no ha tenido alguna lesión antigua debido al entrenamiento ( $X_7 = 0$ ). El valor de las variables cinéticas y cinemáticas ( $X_8$  hasta  $X_{23}$ ) son las reportadas a continuación en la ecuación del índice y en los saltos por cada pierna, la derecha tuvo presencia de valgo ( $X_{24} = 1$ ) y la izquierda no ( $X_{25} = 0$ ).

La medición del riesgo de lesión para el bailarín de salsa en este ejemplo es de 629,2957. Este valor se transforma en una escala de 0 a 100 considerando el resultado mínimo posible que puede tomar el IRL (496,477) para la muestra de los 14 individuos y el resultado máximo posible (1012,396)

$$ILP = \frac{629,2957 - 496,477}{1012,396 - 496,477} = 25,74$$

Por lo tanto, en una escala de 0 a 100, el riesgo de lesión del individuo es de 25,74, y este riesgo se puede clasificar como alto.

Respecto a los bailarines de la muestra, fueron clasificados de acuerdo al nivel de riesgo de lesión según el IRL **y el 35,71% de ellos presenta riesgo de lesión alto, el 14,29% riesgo de lesión moderado y el 50% riesgo de lesión leve.**

## DISCUSIÓN

Con respecto al modelo biomecánico los hallazgos de este estudio concuerdan con los reportados por otros autores en investigaciones en que tiene reconstrucción en 3D en miembros inferiores en cuanto al menor ruido empleando modelos con clústeres (65) siendo esto un aspecto a tener en cuenta cuando se ejecutan movimientos con impactos como lo que se dan durante los saltos. Lo anterior es clave para minimizar el uso de filtros lo que pueden modificar las señales y presentar resultados que pueden no concordar con la señal real (66). Se puede concluir que el modelo biomecánico que mejor se ajusta para el registro cinemático de movimientos con impacto es el de clústeres comparado con otros modelos que emplean un solo marcador en segmentos de muslo y pierna en cara lateral.

Con respecto al Error Estándar de la Medición (EEM) se puede decir que la metodología empleada muestra resultados que garantizan una alta confiabilidad pues el error obtenido por la colocación de marcadores está por debajo al valor máximo aceptado. No hay literatura al respecto en salto contramovimiento y solo se encuentra en análisis de marcha donde los resultados coinciden en magnitud (63). De manera asociada se tiene que el Error de calibración de las cámaras estuvo dentro de valores considerados como muy buenos. Todas las cámaras presentaron un valor residual menor de 1mm lo que garantiza una reconstrucción en 3D de alta calidad y con medidas aceptadas en clínica y en investigación (63). Se debe trabajar en desarrollo de normatividad para determinar el error máximo aceptado en movimientos con impacto, así como se ha hecho en estudios de marcha donde ya se sabe que errores son permitidos desde el punto de vista clínico.

El grupo de bailarines de salsa estuvo compuesto por mayores de edad que tienen como rol ocupacional principal estudiantes o coreógrafos, con un nivel de entrenamiento comprendido en 21 horas a la semana en promedio lo que se aproxima a lo reportado por Wyon con alto nivel de exigencia con ensayos de entre 6 a 8 horas diarias (15). Su estrato socioeconómico está distribuido entre el 2 al 5 y el 78,6% reciben retribución económica por bailar salsa de los que el 51% depende totalmente de ese ingreso.

El mejor resultado de altura de salto fue de 0,585mts y siendo comparado con la población general se ubica en un rango entre el 50 al 60%, al compararlo con deportes como fútbol americano o baloncesto se ubica en un rango entre el 20 al 30% (70). Cabe resaltar que el promedio del grupo de bailarines esta en 0,38metros lo que afecta la comparación. Sin embargo, al comparar la media del grupo con

datos publicados por Kobal et al. (71), los valores son casi iguales con deportistas de tenis, fútbol, mayores que los deportistas de resistencia y menores que los deportistas de potencia (71). No se reportan resultados en danza, así como tampoco en salsa caleña, por lo cual se considera imperativo trabajar en normatividad de las características cinemáticas y cinéticas en danza y particularmente en el objeto de estudio del presente trabajo, es decir en el baile de salsa caleña. Podemos concluir que dependiendo con quien o que población se compara, los resultados pueden ir desde muy mal a buenos o muy buenos, lo cual, hace difícil la comparación y el sacar conclusiones teniendo en cuenta solo algunas de estas variables.

En relación con la fuerza máxima de aterrizaje se tiene que esta es mayor en proporción a la fuerza máxima del salto lo que concuerda con Paschalis al referir que el aterrizaje es la fase más estresante del salto lo que conlleva a aumentar la carga en los músculos extensores de los miembros inferiores los que actúan de forma excéntrica (17). La potencia medida en el grupo de bailarines es similar a la reportada en baloncesto y fútbol americano dentro de los rangos de normalidad de Hoffman (70). De igual manera que con variables antes mencionadas, no existe normatividad al respecto por lo cual la comparación es difícil de llevar a cabo y poder sacar conclusiones de esta en particular.

Aproximadamente la totalidad del grupo de bailarines tiene buenos niveles de simetría lo que puede estar relacionado con el tipo de actividad, debido a que en la danza los movimientos se trabajan por igual los dos lados del cuerpo intentando reducir las dominancias en la ejecución. Esto concuerda con los hallazgos obtenidos a partir de la prueba de Wilcoxon para identificar las diferencias significativas en los miembros inferiores. Esto tiene relación con lo reportado por Abraham en su investigación en la que sugiere que en las mediciones el pie derecho estaba un poco más cargado en comparación al pie izquierdo pero esta no era estadísticamente significativa (72).

## CONCLUSIONES

El presente trabajo evidencia la carencia de información de variables relacionadas con riesgo de lesión en la población de estudio. No hay variables cinemáticas ni cinéticas de las características de los bailarines de salsa caleña. Tampoco existe una cuantificación del riesgo de lesión teniendo en cuenta variables fisiológicas, biomecánicas y sociodemográficas, por lo que se considera que este trabajo es el inicio de una línea de investigación. Se cuenta con una investigación de percepción de riesgo de lesión osteomuscular, sin embargo, no hay una base de datos que contenga los registros ocupacionales relacionados con las lesiones y sus implicaciones.

El modelo biomecánico empleado en esta investigación mostró datos confiables ya que características como el ruido de la señal y el error obtenido estuvieron en valores aceptados en investigaciones similares, siendo una metodología que puede ser utilizada en otros estudios similares, garantizando calidad durante la obtención de los datos.

Las características cinemáticas y cinéticas reportadas en este estudio coinciden con estudios en deporte. En algunos casos se encuentran valores muy altos comparados con los de esta investigación, pero en otros se encuentran magnitudes similares, por esto se puede decir que se hace necesario el desarrollo de una normatividad para población de bailarines de salsa de Santiago de Cali. Además se deben incluir dentro de los procesos de investigación, particularidades como los tipos de danza que practica el sujeto de manera adicional y añadir otros estilos que podrían tener riesgo de lesión dentro de la ejecución como es el caso del Joropo.

Es necesario incluir datos por género pues las particularidades de hombres y mujeres deben ser tenidas en cuenta para los procesos de preparación física y de evaluación. En el caso del estudio, el tamaño de la muestra no permitió hacer una comparación descriptiva entre los resultados por género siendo esto una cuestión que debe ser tenida en cuenta para la lectura de los resultados de esta investigación.

Se considera que la metodología propuesta en este trabajo representa una propuesta práctica y racional para medir los niveles de riesgo de lesión de los individuos, permitiendo el análisis de las relaciones entre las 25 variables consideradas en el índice y su importancia en la medición de este riesgo. Esta metodología presenta la cualidad de que puede ser replicable para diferentes

contextos o poblaciones y se puede proponer el desarrollo del índice a partir de otras variables que no se tuvieron en cuenta en esta investigación.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda continuar el presente trabajo aumentando el tamaño de la muestra y paralelamente determinar valores de normalidad para poder hacer comparaciones más acertadas.

También se considera importante analizar detalladamente el modelo propuesto para el índice de riesgo de lesión para incluir otras variables que no se consideraron en el presente estudio.

Realizar un estudio por género para especificar datos relacionados a hombres y a mujeres siendo más específico el proceso de preparación y seguimiento.

## REFERENCIAS

1. Halson SL. Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. *Sport Med.* 2014;44:139–47.
2. Curry JLM (Jabez LM, Marins JCB. Countermovement Jump (CMJ). *Rev Bras Ciência e Mov* [Internet]. 2012;19(4):318. Available from: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/RBCM/article/view/1613/2126>
3. Bazán NE, Bruzzese MF, Laiño FA, Ghioldi M, Santa María C. Evaluación de la capacidad de salto y estado ponderal en estudiantes de danza clásica de la escuela del Teatro Colón en Buenos Aires. *Apunt Med l'Esport.* 2016;51(190):56–62.
4. Consejo de Santiago de Cali. Acuerdo 2486 de 2008 “Por el cual se declara el género musical de la salsa como patrimonio cultural de Santiago de Cali y se dictan otras disposiciones” [Internet]. Cali: Alcaldía de Santiago de Cali; 2008. Report No.: 2486. Available from: [http://www.concejodecali.gov.co/Documentos/Acuerdos/acuerdos\\_2008](http://www.concejodecali.gov.co/Documentos/Acuerdos/acuerdos_2008)
5. Jaramillo V, Behar K, Urueña J, Mallarino C. Una historia bien bailada, la técnica del baile caleño. Primera. Bonaventuriana E, editor. Cali; 2014. 117 p.
6. Ekegren CL, Quested R, Brodrick A. Injuries in pre-professional ballet dancers: Incidence, characteristics and consequences. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2014;17(3):271–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2013.07.013>
7. Brenner JS. Sports Specialization and Intensive Training in Young Athletes. *Pediatrics* [Internet]. 2016;138(3):10. Available from: <http://pediatrics.aappublications.org/cgi/doi/10.1542/peds.2016-2148>
8. Lozano C, Mendoza J, Ocoró W, Rodríguez A. Percepción de los bailarines de salsa de una Fundación de la ciudad de Cali con relación a los factores de riesgo que generan lesión osteomuscular. Universidad del Valle; 2016.
9. Smith TO, Davies L, De Medici A, Hakim A, Haddad F, Macgregor A. Prevalence and profile of musculoskeletal injuries in ballet dancers: A systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport* [Internet]. 2016;19:50–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.12.007>
10. Kotler D, Lynch M, Cushman D, Hu J, Garner J. Dancers' Perceived and Actual Knowledge of Anatomy. *J Danc Med Sci* [Internet]. 2017 Jun 15 [cited 2018 Sep 1];21(2):76–81. Available from:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28535851>

11. Irvine S, Redding E, Rafferty S, IADMS IA for DM& S. Dance Fitness. Resour Pap IADMS [Internet]. 2011;1–7. Available from: <https://www.iadms.org/page/303>
12. Irvine S, Redding E, Rafferty S. La condición física en la danza. Int Assoc Danc Med Sci [Internet]. 2011;1–7. Available from: [https://cdn.ymaws.com/www.iadms.org/resource/resmgr/resource\\_papers/dance\\_fitness.pdf](https://cdn.ymaws.com/www.iadms.org/resource/resmgr/resource_papers/dance_fitness.pdf)
13. Ministerio de Cultura. Lineamientos del Plan Nacional de Danza, para un país que baila 2010-2020 [Internet]. Bogotá; 2010. Available from: <https://www.mincultura.gov.co/areas/artes/danza/Documents/LineamientosPlanDanza2aEdicion.pdf>
14. Brown AG, Wells TJ, Schade ML, Smith DL, Fehling PG. Effects of Plyometric Training Versus Traditional Weight Training on Strength, Power, and Aesthetic Jumping Ability in Female Collegiate Dancers. *J Danc Med Sci* . 2007;11(2):38–45.
15. Wyon M. Preparing to Perform periodization and dance. *J Danc Med Sci*. 2010;14(2):67–72.
16. Cahalan R, Kearney P, Ni Bhriain O, Redding E, Quin E, Mclaughlin LC, et al. Dance exposure , wellbeing and injury in collegiate Irish and contemporary dancers : A prospective study. *Phys Ther Sport* [Internet]. 2018;34:77–83. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.09.006>
17. Paschalis V, Nikolaidis MG, Jamurtas AZ, Owolabi EO, Kitas GD, Wyon M, et al. Dance as an eccentric form of exercise: practical implications. *Med Probl Perform Artist*. 2012;27(2):102–6.
18. Cohen J, Gupta P, Lichstein E, Chadda K. The heart of a dancer: Noninvasive cardiac evaluation of professional ballet dancers. *Am J Cardiol*. 1980;45(5):959–65.
19. Komi P, Bosco C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. *Med Sci Sports Exerc*. 1978;10(4):261.
20. Asmussen E, Bonde- Petersen F. Storage of Elastic Energy in Skeletal Muscles in Man. *Acta Physiol Scand*. 1974;91(3):385–92.
21. Cavagna GA, Dusman A, Margaria R. Positive work done by a previously stretched muscle. *J Appl Physiol*. 1968;24(1):21–32.

22. Gollhofer A, Kyrolainen H. Neuromuscular control of the human leg extensor muscles in jump exercises under various stretch-load conditions. *Int J Sports Med.* 1991;12:34–40.
23. Fukashiro S, Hay DC, Nagano A. Biomechanical Behavior of Muscle-Tendon Complex During Dynamic Human Movements. *J Appl Biomech.* 2006;22:131–47.
24. Simoneau JA, Bouchard C. Genetic determinism of fiber type proportion in human skeletal muscle. *FASEB J.* 1995;9:1091–5.
25. CORMIE P, McCAULLEY GO, McBRIDE JM. Power Versus Strength-Power Jump Squat Training. *Med Sci Sport Exerc.* 2007;39(6):996–1003.
26. McBride JM, Triplett-McBride T, Davie A, Newton RU. The effect of heavy- vs. light-load jump squats on the development of strength, power, and speed. *J Strength Cond Res.* 2002;16(1):75–82.
27. Kraemer WJ, Newton RU. Training for Muscular Power. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2000;11(2):341–68.
28. Newham DJ, McPhail G, Mills KR, Edwards RHT. Ultrastructural changes after concentric and eccentric contractions of human muscle. *J Neurol Sci.* 1983;61:109–22.
29. Rodacki ALF, Fowler NE. Intermuscular coordination during pendulum rebound exercises. *J Sports Sci.* 2001;19:411–25.
30. Friden J, Sjostrom M, Ekblom B. Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *Int J Sports Med.* 1983;4:170–6.
31. Jamurtas AZ, Kyriazis G, Kambas A, Taxildaris K, Buckenmeyer P, Fatouros IG, et al. Effects of Plyometric Exercise on Muscle Soreness and Plasma Creatine Kinase Levels and Its Comparison with Eccentric and Concentric Exercise. *J Strength Cond Res.* 2004;14(1):68–74.
32. Nosaka Z, Sakamoto K, Newton M, Sacco P. How long does the protective effect on eccentric exercise-induced muscle damage last? *Med Sci Sport Exerc.* 2001;33(9):1490–5.
33. McHugh MP, Connolly DAJ, Eston RG, Gleim GW. Exercise-induced muscle damage and potential mechanisms for the repeated bout effect. *Sport Med.* 1999;27(3):158–70.
34. NIKOLAIDIS MG, PASCHALIS V, GIAKAS G, FATOUROS IG,

- SAKELLARIOU GK, THEODOROU AA, et al. Favorable and Prolonged Changes in Blood Lipid Profile after Muscle-Damaging Exercise. *Med Sci Sport Exerc.* 2008;1483–9.
35. Paschalis V, Koutedakis Y, Jamurtas AZ, Mougios V, Baltzopoulos V. EQUAL VOLUMES OF HIGH AND LOW INTENSITY OF ECCENTRIC EXERCISE IN RELATION TO MUSCLE DAMAGE AND PERFORMANCE. *J Strength Cond Res.* 2005;19(1):184–8.
  36. Paschalis V, Nikolaidis MG, Theodorou AA, Panayiotou G, Fatouros IG, Koutedakis Y, et al. A weekly bout of eccentric exercise is sufficient to induce health-promoting effects. *Med Sci Sports Exerc.* 2011;1–10.
  37. Brockett C, Warren N, Gregory JE, Morgan DL, Proske U. A comparison of the effects of concentric versus eccentric exercise on force and position sense at the human elbow joint. *Brain Res.* 1997;771:251–8.
  38. Paschalis V, GIAKAS G, Baltzopoulos V, Jamurtas AZ, Theoharis V, Kotzamanidis C, et al. The effects of muscle damage following eccentric exercise on gait biomechanics. *Gait Posture.* 2007;25(2):236–42.
  39. Dedrick M, Clarkson P. The effects of eccentric exercise on motor performance in young and older women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1990;60(3):183–6.
  40. Abila B, Wilson JF, Marshall RW, Richens A. Exercise-induced hand tremor: a possible test for 132-adrenoceptor selectivity in man? *J clin Pharmacol.* 1986;22:104–7.
  41. Proske U, Allen T. Damage to Skeletal Muscle from Eccentric Exercise. *Exerc Sport Sci Rev.* 2005;33(2):98–104.
  42. Proske U, Morgan DL. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *J Physiol.* 2001;537(2):333–45.
  43. Morgan DL, Gregory JE, Proske U. The influence of fatigue on damage from eccentric contractions in the gastrocnemius muscle of the cat. *J Physiol.* 2004;561(3):841–50.
  44. N. P. Whitehead NP, Weerakkody NS, Gregory JE, Morgan DL, Proske U. Changes in passive tension of muscle in humans and animals after eccentric exercise. *J Physiol.* 2001;533:593–604.
  45. Paschalis V, Nikolaidis MG, Theodorou AA, Giakas G, Jamurtas AZ,

- Koutedakis Y. Eccentric exercise affects the upper limbs more than the lower limbs in position sense and reaction angle. *J Sports Sci.* 2010;28(1):33–43.
46. Paschalis V, Nikolaidis MG, Giakas G, Jamurtas AZ, Owolabi EO, Koutedakis Y. Position sense and reaction angle after eccentric exercise: The repeated bout effect. *Eur J Appl Physiol.* 2008;103:9–18.
  47. Balsalobre-Fernández C, Tejero-González CM, Del Campo-Vecino J. Relationships between training load, salivary cortisol responses and performance during season training in middle and long distance runners. *PLoS One.* 2014;9(8).
  48. Gathercole R, Sporer B, Stellingwerff T, Sleivert G. Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *Int J Sports Physiol Perform.* 2015;10(1):84–92.
  49. Jimenez Reyes P, Gonzalez Badillo J. Monitoring training load through the CMJ in sprints and jump events for optimizing performance in athletics. *Cult Cienc y Deport.* 2011;6(18):207.
  50. Cormie P, McGuigan MR, Newton RU. Developing Maximal Neuromuscular Power. *Sport Med.* 2011;41(2):125–46.
  51. Rodríguez-Rosell D, Mora-Custodio R, Franco-Márquez F, Yáñez-García JM, González-Badillo JJ. Traditional vs. Sport-specific vertical jump tests: Reliability, validity, and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. *J Strength Cond Res.* 2017
  52. Cormack SJ, Newton RU, Mcguigan MR. Neuromuscular and Endocrine Responses of Elite Players to an Australian Rules Football Match. *Int J Sports Physiol Perform.* 2008;3:359–74.
  53. Coutts A, Reaburn P, Piva TJ, Murphy A. Changes in selected biochemical, muscular strength, power, and endurance measures during deliberate overreaching and tapering in rugby league players. *Int J Sports Med.* 2007;28:116–24.
  54. Cone JC, Copple TJ, Henson RA, Shultz SJ, Schmitz RJ. Lower-Extremity Biomechanics and Maintenance of Vertical-Jump Height during Prolonged Intermittent Exercise. *J Sport Rehabil.* 2014;23:319–29.
  55. Bishop PA, Jones E, Woods AK. Recovery from training: a brief review. *J Strength Cond Res [Internet].* 2008;22(3):1015–24. Available from: [www.nscas-jscr.org](http://www.nscas-jscr.org)

56. Taylor K-L, Cronin J, Gill ND. Fatigue Monitoring in High Performance Sport: A Survey of Current Trends The load-power relationship during a countermovement jump: a joint level analysis. View project Comparing RPE and percentage 1RM based loading in trained lifters following a DUP program View project Australian Cycling Federation [Internet]. 2012. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/270905024>
57. Mooney MG, McGuigan M, Morgan WM, Cormack S, O'Brien BJ. Impact of Neuromuscular Fatigue on Match Exercise Intensity and Performance in Elite Australian Football. *J Strength Cond Res.* 2012;27(1):166–73.
58. Gathercole R, Sporer B, Stellingwerff T, Sleivert G. Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *Int J Sports Physiol Perform.* 2015;10:84–92.
59. Taylor K-L, Cronin J, Gill ND, Chapman DW, Sheppard J. Sources of variability in iso-inertial jump assessments. *Int J Sports Physiol Perform.* 2010;5:546–58.
60. Balloch AS. Review of the Literature Evaluation of kinetic and kinematic variables during a countermovement jump to assess neuromuscular status in team-sport athletes. *J Aust Strength Cond.* 2018;26(1):49–56.
61. Perry J, Burnfield JM. *Gait Analysis: Normal and Pathological Function.* 2 edición. Incorporated S, editor. Slack, Inc.; 2010. 576 p.
62. Ministerio de Salud. RESOLUCIÓN 8430 DE 1993: Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. [Internet]. Vol. 1993. Bogotá; 1993. Available from: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RE/SOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
63. Baker R. *Measuring Walking.* 1 Edición. Mac Keith Press; 2013. 246 p.
64. Lebart L, Morineau A, Piron M. *Statistique exploratoire multidimensionnelle : visualisations et inférences en fouille de données.* 4 edición. Dunod, editor. Paris; 2006. 453 p.
65. Kent J, Franklyn-Miller A. Biomechanical models in the study of lower limb amputee kinematics: A review. *Prosthet Orthot Int.* 2011;35(2):124–39.
66. Winter DA. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement.* 4 Edición. Wiley, editor. Wiley; 2009. 384 p.
67. Yu B, Gabriel D, Noble L, An KN. Estimate of the optimum cutoff frequency for

- the Butterworth low-pass digital filter. *J Appl Biomech*. 1999;15(3):318–29.
68. Pedrero V, Cabieses B, Bernales M. El potencial de las variables latentes en investigación en Salud. *Rev Med Chil*. 2015;143(6):814–5.
  69. Silva Ayçaguer LC. Cultura estadística e investigación científica en el campo de la salud: una mirada crítica. Díaz de Santos, editor. Madrid; 1997. 390 p.
  70. Hoffman J. Norms for fitness, performance, and Health. 1 edición. Champaign: Human kinetics; 2006. 232 p.
  71. Kobal R, Kitamura K, Nakamura FY, Cal Abad CC, Pereira LA, Loturco I. Vertical and depth jumping performance in elite athletes from different sports specialties. *Sci Sports* [Internet]. 2017;32(5):e191–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scispo.2017.01.007>
  72. Abraham A, Dunsky A, Hackney ME, Dickstein R. Kinematic and Kinetic Analysis of Repeated and Static Elevé in Adolescent Female Dance Students. *J Danc Med Sci*. 2018;22(1):33–43.

## ANEXOS

### ANEXO 1. CARTA COMITÉ DE ÉTICA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ESCUELA NACIONAL DEL DEPORTE



**MEMORANDO**  
4,1.01.03.05

Cali, enero 02 de 2019

**PARA: DIANA XIMENA MARTÍNEZ ARCE**

**DE: COMITÉ DE ETICA**

**ASUNTO: CONCEPTO DEL COMITÉ DE ÉTICA**

Cordial saludo,

Por medio de la presente el Comité de Ética de la institución quiere informar a ustedes que concede el **Aval Ético** al proyecto denominado **Características Cinemáticas y Cinéticas Durante Saltos Contra Movimiento de Ballarines Profesionales Pertenecientes a Escuelas de Salsa de la Ciudad de Santiago de Cali**, realizado por los docentes Diana Ximena Martínez Arce y Wilfredo Agredo Rodríguez.

Atentamente,

  
**SANDRA PARRA HINOJOSA**

Dirección Técnica de Investigaciones  
Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte.

## ANEXO 2. CONSENTIMIENTO INFORMADO

 INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ESCUELA NACIONAL del DEPORTE	<b>CONSENTIMIENTO INFORMADO</b> <b>PROYECTO DE INVESTIGACION</b>	Código: IV.4.1.19.04.14
		Fecha: 19/02/2016
		Versión: 5
		Página 1 de 5

### 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO

Se entiende por **consentimiento informado** el acuerdo por escrito mediante el cual el sujeto de investigación, o en su caso, su representante legal autoriza su participación en la investigación, con pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos, beneficios, y riesgos a que se someterá, con la capacidad de libre elección y sin coacción alguna; esta fase del proceso de investigación es esencial, ya que permite involucrar al participante como objeto de estudio. Este Consentimiento Informado se apoya en la Resolución N° 008430 del 4 Octubre de 1993 del Ministerio de Salud, por el cual se establecen las normas científicas y administrativas para investigación salud.

a) El proyecto:	CARACTERÍSTICAS CINEMÁTICAS Y CINÉTICAS DURANTE SALTOS CONTRA MOVIMIENTO DE BAILARINES PROFESIONALES PERTENECIENTES A ESCUELAS DE SALSA DE LA CIUDAD DE SANTIAGO DE CALI
-----------------	--

b) Investigadores:
--------------------

Nombre(s)	Apellidos	Documento de identidad	Teléfono de contacto
Diana Ximena	Martínez Arce	38.644.030	3183766658
Wilfredo	Agredo Rodríguez	16.639.187	3153031138
Alejandro	Rodríguez Campo	1.144.030.791	3016818331
Harold	Viafara Sandoval	16.677.588	3186061440
José Rafael	Tovar	16.761.775	3166673547

### 2. INFORMACIÓN SOBRE EL PROYECTO

Nota: La información que registre debe responder a los literales a,b,c,d,e,f,g,h,j,j y no debe ser mayor a 2 páginas.

a) Justificación
En Cali existen aproximadamente <b>127 escuelas de salsa</b> las cuales tienen entre sus Grupos Base un promedio de <b>3.000 bailarines</b> . La mayoría de Escuelas de Baile no cuentan con un equipo interdisciplinario que asesore, evalúe y ejecute programas de preparación física, prevención y de control del entrenamiento. Lo anterior predispone a un número indeterminado de personas a tener lesiones y problemas de salud, las cuales pueden generar incapacidades temporales o permanentes, esto a su vez hace que los costos por incapacidades, por gastos médicos y por limitación para el desempeño profesional sean elevados tanto a nivel personal como social.
b) Los Objetivos de la investigación son:
<b>OBJETIVO GENERAL</b>

	<b>CONSENTIMIENTO INFORMADO PROYECTO DE INVESTIGACION</b>	Código: IV.4.1.19.04.14
		Fecha: 19/02/2016
		Versión: 5
		Página 2 de 5

<p>Determinar las características cinemáticas y cinéticas durante salto contra movimiento en bailarines de escuelas de salsa de la ciudad de Santiago de Cali.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Determinar un modelo de segmentos corporales que permita cuantificar la cinemática durante un salto contra movimiento.</li> <li>● Caracterizar los componentes excéntricos y concéntricos durante saltos contra movimiento.</li> <li>● Determinar las características cinéticas durante salto contra movimiento en bailarines de salsa.</li> <li>● Determinar la simetría funcional entre las dos extremidades durante salto contra movimiento en bailarines de salsa.</li> </ul>
<p>c) Los Procedimientos que van a usarse y su propósito son: La responsabilidad que tiene usted inicia asistiendo al Laboratorio Integrado de Análisis de Movimiento de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte con ropa deportiva (pantalóneta, camiseta o top en el caso de las mujeres). Las pruebas se harán con calzado. Antes de la prueba debe realizar calentamiento previo de 10 minutos que consiste en movimiento articular, estiramientos, saltos cortos y baile a ritmo suave. Para los registros se colocarán los marcadores reflectivos de 12.7mm de diámetro a partir del modelo de segmentos corporales seleccionado para tal fin.</p> <p>Usted se ubicará con un pie en cada plataforma de fuerza y se tomará un registro estático para definir ejes articulares. Luego se le pedirá que ejecute tres saltos contra movimiento que debe realizar haciendo una flexión rápida de rodillas e inmediatamente debe tratar de saltar con la mayor fuerza y lo más alto posible. El movimiento lo debe realizar con las manos en la cintura todo el tiempo. Entre cada salto habrá una pausa mínima de 15 segundos y máxima de un minuto.</p> <p>Si en algún salto pisa por fuera de las plataformas o pierde el equilibrio se debe repetir la ejecución del movimiento. Hasta este punto termina su responsabilidad.</p> <p>Con estas acciones se espera obtener los datos cinemáticos y cinéticos de los saltos realizados y establecer potencia, tiempo de vuelo, ángulos articulares, posición del centro de masa, fuerza vertical entre otros factores que son importantes para prevenir lesiones articulares y musculares principalmente en miembros inferiores</p>
<p>d) Las Molestias o riesgos esperados son: El estudio en el cual participará puede presentar riesgo mínimo de acuerdo a la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud, como: caídas y molestia cutánea por la cinta doble faz y el esparadrapo. Por lo anterior se sugiere seguir las instrucciones verbales otorgadas por los investigadores de tal manera que sea posible minimizar el riesgo de caída. Para la molestia cutánea se aplicará crema hidratante.</p>
<p>e) Los Beneficios que obtendrá como participante de esta investigación son: Obtendrá un reporte de salto contra movimiento que le permitirá identificar los posibles factores de riesgo de lesión en miembros inferiores. Este estará acompañado de una explicación y unas recomendaciones básicas para prevenir posibles lesiones. Además se entregará un certificado de participación en la investigación.</p>
<p>f) Los Procedimientos alternativos que pudieran ser ventajosos para el participante son: En caso que la prueba no se pueda realizar en el horario pactado inicialmente por causas personales o institucionales se procederá a realizar una nueva citación para su desarrollo en horarios que beneficien a ambas partes.</p>
<p>g) La duración del participante en el estudio será de: El tiempo que durará el diligenciamiento del cuestionario y las pruebas de laboratorio será de una sola sesión de aproximadamente 2 horas. Los resultados serán enviados vía correo electrónico.</p>
<p>h) La forma de ingreso del participante al estudio:</p>

	<b>CONSENTIMIENTO INFORMADO PROYECTO DE INVESTIGACION</b>	Código: IV.4.1.19.04.14
		Fecha: 19/02/2016
		Versión: 5
		Página 3 de 5

Será informado por el director de la Escuela, cuando conozca y entienda el estudio podrá decidir si quiere hacer parte de él. Podrá retirarse cuando lo desee, sin tener ninguna consecuencia para usted; se le pide informar previamente al investigador las razones por las cuales se retira.

Las condiciones que debe cumplir son las siguientes:

- Ser bailarín profesional de salsa
- Pertenecer a una escuela de salsa registrada ante la Cámara de Comercio de Santiago de Cali
- Rango de edad entre los 18 y 40 años
- No tener lesiones osteomusculares en el momento de la prueba
- Estar activo profesionalmente

i) La cantidad de participantes incluidos dentro del estudio son:

Treinta (30) bailarines profesionales (15 hombres y 15 mujeres)

j) El manejo dado a la información obtenida y que garantiza la confidencialidad es:

Para proteger su identidad los datos recolectados no tendrán su nombre como participante del estudio; se manejará su registro a través de códigos (número de documento de identidad). Solo los investigadores involucrados en el proyecto tendrán el conocimiento de los datos que le pertenecen.

Los datos se podrán utilizar en investigaciones relacionadas con la temática.

El registro será entregado por correo electrónico con una explicación básica del mismo y un listado de recomendaciones dependiendo de los resultados.

	<b>CONSENTIMIENTO INFORMADO PROYECTO DE INVESTIGACION</b>	Código: IV.4.1.19.04.14
		Fecha: 19/02/2016
		Versión: 5
		Página 4 de 5

### 3. DECLARACIÓN DEL PARTICIPANTE

Este documento certifica que el participante(s) confirma por escrito su decisión VOLUNTARIA de participar en el presente estudio, después de escuchar todo lo relativo a los objetivos y la metodología que se va a utilizar durante su desarrollo. Se le ha solicitado el consentimiento al tiempo que se le ha explicado que al otorgarlo, puede revocarlo en cualquier momento cuando a juicio del participante o sus familiares lo consideren oportuno sin perjuicio de la atención a su salud y que se garantiza la confidencialidad de la información que sobre su salud se obtenga.

Yo, \_\_\_\_\_, Conociendo todo lo anterior declaro que:

1. Que toda la información brindada por mí es real y no estoy omitiendo dato alguno que perjudique el desarrollo de la investigación.
2. Tengo derecho a negarme a dar el consentimiento de participar en esta investigación, sin perjuicio de la atención que recibo en esta institución.
3. Se me ha explicado y he comprendido satisfactoriamente la naturaleza y propósito de este estudio.
4. Autorizo la realización de examen clínico o responder las preguntas o el tratamiento que sean necesarias en los cuales el manejo de la confidencialidad, privacidad e identidad serán acordes y permitidas por Ley y no estarán a disposición pública.
5. Tengo derecho a recibir respuesta oportuna y veraz a cualquier pregunta y a que se me aclare cualquier duda acerca de los procedimientos, riesgos, beneficios, y otros asuntos relacionados con la investigación y el tratamiento.
6. Además se estableció el compromiso por parte de los investigadores de proporcionar información actualizada obtenida durante el estudio, aunque esta pudiera afectar la voluntad del sujeto para continuar participando. Y
7. Se dispondrá de tratamiento médico e indemnización a que legalmente tendría derecho por parte de la institución responsable de la investigación, en el caso de daños que le afecten directamente y que sean causados en el desarrollo de la investigación.
8. Me comprometo a entregar fotocopia del carnet de la EPS y cualquier otro servicio de salud que tenga.

### 4. AUTORIZACIÓN Y FIRMAS

He comprendido todo lo anterior perfectamente y por ello Yo: \_\_\_\_\_  
 con documento de identidad: \_\_\_\_\_ expedido en: \_\_\_\_\_ doy mi  
 consentimiento para que los investigadores realicen los procedimientos descritos arriba, necesarios durante el desarrollo de este estudio, a juicio de las personas que lo llevan a cabo.

	<b>CONSENTIMIENTO INFORMADO PROYECTO DE INVESTIGACION</b>	Código: IV.4.1.19.04.14
		Fecha: 19/02/2016
		Versión: 5
		Página 5 de 5

**Persona mayor de edad participante.**

Nombre del Participante: \_\_\_\_\_ Fecha: 

--	--	--

  
N° Documento de Identidad: \_\_\_\_\_ De \_\_\_\_\_  
Dirección: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

**Información del asesor**

Nombre del Asesor: \_\_\_\_\_  
Registro: \_\_\_\_\_ N° Documento de Identidad: \_\_\_\_\_ De \_\_\_\_\_  
Firma del Asesor: \_\_\_\_\_ Fecha: 

--	--	--

**Testigos N° 1**

Nombre completo: \_\_\_\_\_  
N° Documento de Identidad: \_\_\_\_\_ De \_\_\_\_\_  
Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: 

--	--	--

**Testigos N° 2**

Nombre completo: \_\_\_\_\_  
N° Documento de Identidad: \_\_\_\_\_ De \_\_\_\_\_  
Firma: \_\_\_\_\_ Fecha: 

--	--	--

## ANEXO 3. INSTRUMENTO DE CARACTERIZACIÓN SOCIODEMOGRÁFICA Y DE HISTORIAL DE LESIONES

### Caracterización sociodemográfica y de historial de lesiones

No. Cuestionario \_\_\_\_\_



DATOS DE IDENTIFICACION			
Nombre _____ Fecha de nacimiento: DD/MM / AAAA Edad (años): _____ Sexo: Femenino __, Masculino __			
Dirección _____ Barrio _____ Estrato 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6			
Ciudad _____ Teléfono _____			
Ocupación _____			
1. Escuela en la que entrena _____		2. Hace cuánto tiempo pertenece a esta escuela _____	
Nivel de escolaridad _____ Ninguno, Primaria incompleta, primaria completa, Bachillerato incompleto, Bachillerato completo, Carrera técnica, Carrera Universitaria			
DATOS GENERALES DE SALUD			
¿Sufriste usted de alguna enfermedad?	Si	No	¿Cuál?
¿Ha tenido diagnóstico de enfermedad osteomuscular?	Si	No	¿Cuál?
¿Ha requerido alguna cirugía del sistema osteomuscular?	Si	No	¿Cuál?
Si sexo femenino ¿Ha tenido periodos de amenorrea (ausencia de la menstruación, excluyendo el embarazo)?	Si	No	Cuanto tiempo
¿Ha tenido lesiones traumáticas no relacionadas con su práctica?	Si	No	Cabeza, cuello, brazo, codo, antebrazo, muñeca, mano, espalda baja o alta, muslos, rodilla, pierna, tobillo, pie.
	1		Tipo y Mecanismo de lesión
	2		Tipo y Mecanismo de lesión
3		Tipo y Mecanismo de lesión	Tratamiento
¿Toma usted algún medicamento o suplemento vitamínico (incluidos Anticoncepcionales)?	Si	No	¿Cuál?
DATOS SOBRE EL ENTRENAMIENTO			
¿Hace cuantos años inició el entrenamiento (formal e informal)?	Informal		Formal (Escuelas)
¿Cuántas horas a la semana dedica usted al entrenamiento?	Horas/Semana		
¿Practica usted algún deporte u otra actividad física con regularidad? (mínimo 30 min x 3/semana)	Si		
¿Cuántas horas a la semana dedica usted al deporte que practica u otra actividad física?	Horas/Semana	Fútbol, natación, atletismo, baloncesto, patinaje.	
¿Qué tipo de calzado usa la mayor parte del entrenamiento?	Suela (rígida /blanda)	Tacón / Sin tacón Cm	Descalzo
¿Sobre qué tipo de superficie entrena la mayor parte del tiempo?	Madera, cemento, baldosa		
¿Ha tenido una lesión antigua (antes de 12 meses) debida al entrenamiento?	Si	No	Cuello, hombro, codo, muñeca, mano, espalda alta, espalda baja, cadera, muslo, rodilla, pierna, tobillo y pie
	1		Tipo y Mecanismo de lesión
	2		Tipo y Mecanismo de lesión

### Caracterización sociodemográfica y de historial de lesiones

¿Hay algún movimiento o paso de baile que considere de alto riesgo para producir lesiones?	3	Tipo y Mecanismo de lesión	Tratamiento
	Registro de video		Si No
DATOS SOBRE OCUPACION LABORAL Y OTROS FACTORES DE RIESGO RELACIONADOS A LESION			
¿Recibe remuneración económica por bailar/saltar?	Si		No
¿Depende exclusivamente de los ingresos del baile?	Si No		
¿Cuál es el medio de transporte en el que principalmente se desplaza?	Transporte público, carro particular, bicicleta, moto, carritas/trotar		