



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Balance estático y dinámico variabilidad de los movimientos oculares y lesiones musculo- esqueléticas en bailarines de danza folclórica

Diana María del Pilar Gil Cifuentes

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Maestría de Fisioterapia del Deporte y la actividad Física)

Bogotá, Colombia

2017

Balance estático y dinámico variabilidad de los movimientos oculares y lesiones musculoesqueléticas en bailarines de danza folclórica

Diana María del Pilar Gil Cifuentes

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física

Director (a):

Ph.D. FT. Karim Martina Alvis Gómez

Línea de Investigación:

Deporte y salud

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Medicina, Maestría en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física

Bogotá, Colombia

2017

*A Dios y a la Vida, por poner la danza y la
Fisioterapia en mi vida.*

*A los Ángeles por su protección, soporte y cuidado
en este camino.*

*A mi familia por su apoyo incondicional en todo
momento, en especial en los momentos más difíciles.*

*A mi compañero de camino, por su conocimiento
y su apoyo constante y desinteresado en este proceso.*

*A los Fisioterapeutas que fueron y a los que serán,
por ser la inspiración para continuar en este camino.*

Agradecimientos

A mi directora de Tesis Karim Alvis Gómez por su conocimiento y acompañamiento en este proceso formativo, A la Compañía Artística Kaluá, en cabeza de sus directores y todo el cuerpo de baile, por su colaboración como participantes en la investigación, A los demás bailarines que se hicieron partícipes del proceso de investigación, A la Profesora Mónica Forero de la Escuela de Diseño Gráfico por su disposición siempre para el préstamo y uso de Las Tobii Glasses Eye Tracker y demás tareas relacionadas, a los Profesores Jairo Zuluaga y Alejandro Múnera del Departamento de Fisiología, por su colaboración en el procesamiento de datos de los movimiento oculares, A Juan Pablo Álzate, por su colaboración en múltiples ocasiones para el procesamiento estadístico, a todos los profesionales del Laboratorio del Movimiento Corporal Humano LMCORP-HU en cabeza de su directora la profesora Beatriz Mena Bejarano por su apoyo en el préstamo de la plataforma COBS y de las instalaciones del laboratorio para realizar las mediciones.

Resumen

Esta investigación se desarrolló con un grupo de bailarines de danza folclórica de la ciudad de Bogotá para determinar la correlación que existe entre la variabilidad de los movimientos oculares, el desempeño en las pruebas del balance estático y dinámico y antecedente de lesiones musculoesqueléticas en esta población. En este Estudio no experimental, analítico de corte transversal, se evaluaron 31 bailarines (14 lesionados y 17 no lesionados) con pruebas de variabilidad visual, balance estático y dinámico y un cuestionario para indagar factores personales para identificar el tipo y la magnitud de las correlaciones y medidas de asociación entre las variables previamente descritas. Dentro de los resultados obtenidos las diferencias encontradas no fueron estadísticamente significativas para todas las variables a excepción del tiempo de práctica. Sin embargo, en, el análisis de regresión logística las variables que mostraron mayor riesgo relativo asociado a lesiones musculoesqueléticas fueron el tiempo de practica $OR=2.25$, la medida compuesta (prueba Y balance Test balance dinámico) $OR = 1,18$ y género ($OR= 0,10$) todos estos con $p<0.05$. concluyendo que la ausencia de diferencias estadísticamente significativas hacen explícita la necesidad más investigaciones analizando estas variables El comprender la complejidad del balance postural desde el procesamiento en tiempo real de señales aferentes de múltiples sistemas permitirá buscar herramientas de evaluación que estén dirigidas no solamente a analizar el balance postural desde estrategias de balance o de la base de soporte, sino que también estén dirigidas a evaluar aspectos relacionados con la ubicación espacial o el papel de la cognición en este proceso.

Palabras clave: (Balance Estático, Balance Dinámico, Bailarines, lesiones, Movimientos Oculares).

Abstract

This research was developed with a group of folkloric dancers of the city of Bogotá to determine the correlation that exists between the variability of eye movements, the performance in static and dynamic balance tests and history of musculoskeletal injuries in this population. In this non-experimental, analytical cross-sectional study, 31 dancers (14 injured and 17 non-injured) were evaluated with tests of visual variability, static and dynamic balance and a questionnaire to identify personal factors to determine the type and magnitude of correlations and measures of association between the variables previously described. Within the presented results, the differences found were not statistically significant for all the variables except for the practice time. However, in the logistic regression analysis, the variables that showed the greatest odds ratio to the association of musculoskeletal injuries were the practice time OR = 2.25, the composite measure (Y balance Test dynamic balance) OR = 1.18 and gender OR = 0.10 all these with $p < 0.05$. Concluding that the absence of statistically significant differences makes explicit the need for more research analyzing these variables. A better understanding of the complexity of the postural balance from the real-time processing of afferent signals of multiple systems will allow to pay attention to evaluation tools. Those should be directed not only to analyze the postural balance from balance strategies or the base of support, it also aimed at evaluating aspects related to spatial location or the role of cognition in this process.

Keywords: (Static Balance, Dynamic Balance, Dancers injuries, Eye movements)

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Contenido	XI
Lista de figuras	XIV
Lista de tablas	XV
Lista de Graficas	1
Introducción	2
1. Generalidades de la investigación	5
1.1 Antecedentes.....	5
1.1.1 Estado del arte en Colombia	12
1.2 Definición del problema	15
1.3 Justificación	16
1.4.1.4 Objetivos.....	18
1.4.2 Objetivo General	18
1.5.1 Objetivos Específicos	18
1.5.2.5 Hipótesis	19
1.5.3 De investigación (Hi)	19
1.5.4 Nula (H0)	19
Alternativa (Ha).....	19
Estadística	20
2. Marco Teórico	21
2.1 Danza y control del movimiento	22
2.2 Lesiones musculoesqueléticas en la danza.	27
2.3 Balance postural	33
2.4 Mediciones del Balance.....	37
2.5 Reponderación sensorial y balance postural	38
2.6 Marcos de referencia perceptuales	40
2.7 Insumos visuales y su integración en la información espacial.....	42
2.8 Copia eferente.....	46
2.9 Constancia espacial.....	46
2.10 Resumen	47

3. Marco Metodológico.....	51
3.1 Tipo y diseño de estudio:	51
3.2 Población.....	51
3.3 Muestra	51
3.4 Determinación del tamaño de la muestra:	52
3.5 Muestreo.....	52
3.6 Criterios de inclusión:	52
3.7 Criterios de Exclusión.....	52
3.8 Fuentes de información	53
3.9 Aspectos Éticos	53
Aprobación Comité de Ética.....	53
Consentimiento Informado	55
Conflictos de interés.....	55
3.9.10 Definición operativa de variables	55
3.9.11 Instrumentos y mediciones.....	57
3.9.11.1 Cuestionario de datos personales.....	57
3.9.11.2 Plataforma COBS	57
3.9.11.3 Medición de movimientos oculares con Tobbi Glasses - Eye Tracker 58	
Prueba Y balance test (balance dinámico) (114).....	58
3.9.11.4 Protocolo de medición.	60
3.9.11.5 Consideraciones del protocolo:	61
3.9.11.6 Recolección de la información.	61
3.12 Análisis de datos.....	63
3.14 Análisis estadístico	64
4. Análisis de resultados.....	67
4.1 Datos de la población.....	67
4.2 Datos de los lesionados.....	72
4.3 Análisis estadístico	74
4.3.2 Correlación de Spearman datos de 3 y 10 segundos en COBS análisis preliminar para la selección de los datos.....	74
4.4.1 Correlación de Spearman para los datos Y balance Test.....	75
4.4.2 Relaciones entre las variables estudiadas	76
4.4.3 Correlación de Spearman entre las diferentes variables estudiadas:	76
4.4.4 Diferencias de las variables estudiadas entre los grupos.....	77
4.4.5 Relación variabilidad de los movimientos oculares – antecedente de lesiones	78
4.4.6 Relación balance estático (índices de simetría y coordinación derecha izquierda en plataforma COBS) y antecedente de lesiones	80
4.4.7 Relación balance dinámico (Y balance Test) y antecedente de lesiones.....	82
Relación otras variables no cuantitativas y antecedente de lesión ..	83
Regresión logística.....	85

5. Discusión	87
5.1 Análisis preliminar de variables relevantes	87
5.2 Variabilidad de la visión	88
5.3 Balance estático	89
5.4 Balance Dinámico.....	90
5.5 Otros factores personales	91
5.6 Resumen	92
6. Conclusiones y recomendaciones	95
6.1 Limitaciones	97
6.2 Perspectivas para trabajos futuros	97
Anexo A: Acta de comité de ética	101
Anexo B: Consentimiento informado	103
A. Anexo C: Cuestionario de Google	107
B. Anexo D: Protocolo de medición	113
C. Anexo E: Glosario	127
D. Bibliografía	129
E.	

Lista de figuras

	Pág.
Ilustración 1. Marco Teórico.....	21
Ilustración 2 Prueba original SEBT, En rojo Y balance Test.....	59
Ilustración 3 Flujograma del protocolo de medición.....	60
Ilustración 4 Spot sugerido para tareas de fijación	121

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1 Estructuras cerebrales que se activan durante la danza	23
Tabla 2 Movimientos oculares.....	44
Tabla 3 Definición operativa de variables.....	55
Tabla 4 Valores de Referencia prueba posición habitual plataforma COBS.....	58
Tabla 5 Calculo de los alcances normalizados y compuestos en la prueba Y- balance test.....	59
Tabla 6 PRESUPUESTO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	65
Tabla 7 Datos Generales de la población	68
Tabla 8 Datos de los participantes lesion vs no lesion	71
Tabla 9 Coeficiente de Correlación de Spearman COBS 10 y 3 segundos	74
Tabla 10 Correlación de Spearman para los datos de Y Balance Test.....	75
Tabla 11 Correlación de Spearman entre las variables estudiadas.....	76
Tabla 12 Datos de Balance dinámico- estático y Tiempo de experiencia en Lesionados y No lesionados	77
Tabla 13 Chi- cuadrado para lesiones musculoesqueléticas y género	83
Tabla 14 Chi – cuadrado para lesiones musculoesqueléticas y Problemas visuales. ..	84
Tabla 15 Chi cuadrado para lesiones musculoesqueléticas y dominancia	84
Tabla 16 regresión logística - Odds Ratio (OR) - lesiones musculoesqueléticas factores asociados	85
Tabla 17 Recomendaciones para la prueba. Prueba Y Balance Test.....	124

Lista de Graficas

Grafica 1 Tiempo de Experiencia	69
Grafica 2 Distribución de la Población por género.	69
Grafica 3 Datos de Dominancia.....	70
Grafica 4 distribución de lesiones musculoesqueléticas	70
Grafica 5 Lesiones por distribución anatómica	72
Grafica 6 Datos de lesión respecto a localización en más de una región	73
Grafica 7 Datos Visuales comparación CV (Coeficiente de Variación) en función del tiempo	78
Grafica 8 Diagrama de cajas y bigotes coeficiente de Variabilidad entre lesionados y no lesionados.....	79
Grafica 9 Diagrama Cajas y Bigotes Simetría - COBS Lesionados VS no lesionados.....	80
Grafica 10 Diagrama Cajas y Bigotes Coordinación Izq. - Der Lesionados Vs no Lesionados .	81
Grafica 11 Diagrama de cajas y bigotes Compuesta Lesionados Vs no lesionados	82

Introducción

Actividades como la danza reflejan la belleza y perfección del movimiento en un solo gesto, lo que requiere de la interacción sincrónica de múltiples sistemas corporales durante su ejecución.

Desde lo teórico, el balance postural, como proceso dinámico, requiere de la información de diferentes sistemas sensoriales. Estos sistemas han sido estudiados ampliamente y durante este documento se presentan algunas relaciones interesantes en términos de pertinencia de la información recibida y características de las respuestas a dicha información, estudiada tanto en modelos animales como humanos e incluso mecánicos.

No obstante, de acuerdo a la información consultada, en el caso de la danza y puntualmente de la danza folclórica es poca la información descrita. Por ende es necesario identificar y comprender cuál es el tipo de relación que existe entre las diferentes aferencias sensoriales que contribuyen al balance postural, tomando como población a estudiar los bailarines.

En el primer capítulo, se expondrán elementos relacionados con los antecedentes descritos en la literatura, donde los estudios revisados brindan información

relacionada con incidencia de lesiones, alteraciones del balance y las particularidades de gesto motor que poseen los bailarines. Así mismo se presenta información relacionada con el papel de la visión en la ubicación espacio temporal y el aprendizaje del movimiento.

En el capítulo dos, se describe el marco teórico que sustenta la investigación desde la danza, lesiones musculoesqueléticas, balance postural y sus diferentes atributos, con énfasis en reponderación sensorial, marcos de referencia, visión y constancia espacial.

En el capítulo tres, se describen aspectos metodológicos, éticos, instrumentos y mediciones que permitieron resolver la pregunta de investigación. Se incluyen también aspectos relacionados con la recolección y análisis de la información.

En el capítulo cuatro, se describen los resultados obtenidos para las mediciones de variabilidad de los movimientos oculares, balance estático y dinámico y otros factores individuales asociados a las lesiones musculoesqueléticas en bailarines de danza folclórica de acuerdo a la información obtenida.

En el capítulo cinco, se discuten los resultados teniendo en cuenta lo reportado por la literatura consultada, para así finalizar con las conclusiones, limitaciones del estudio y perspectivas de trabajo futuro en el capítulo seis.

Así mismo se anexan documentos relacionados con la investigación.

Todo lo anterior está descrito dentro del objetivo de esta investigación que es determinar la correlación que existe entre la variabilidad de los movimientos oculares, el desempeño en las pruebas del balance estático y dinámico y el antecedente de lesiones musculoesqueléticas autoreportadas en bailarines de danza folclórica.

1. Generalidades de la investigación

En este apartado del documento se presentan los antecedentes del problema de investigación, el problema identificado, la justificación y los objetivos de la investigación, cerrando con las hipótesis de trabajo a desarrollar.

1.1 Antecedentes

La danza como actividad artística demandante requiere años de entrenamiento, musicalidad, control de movimiento, generación de movimientos en arcos de movimiento extremos, entrenamientos rigurosos, ensayos y calendarios de presentaciones ajustados. Todo lo anterior permitiría considerar a los bailarines como atletas de élite. Así mismo, las demandas físicas propias de la actividad podrían incrementar el riesgo de presentar lesiones musculoesqueléticas. La literatura revisada describe patrones de lesión similares entre deportistas y bailarines, y estos se relacionan directamente con la actividad y las demandas de movimiento(1).

Los bailarines, incluyendo el folclore, requieren del aprendizaje de secuencias de movimiento complejas, tarea que se logra por medio de la reproducción eficiente de movimientos observados. Lo anterior incluye la transferencia de información visual y verbal en acciones motrices, la modificación de movimientos en relación a la dirección en el espacio, velocidad, tiempo, ritmo y amplitud y las demandas asociadas a la ejecución técnica o las modificaciones del movimiento indicado entre otros factores. De la misma manera, los bailarines producen movimientos refinados de acuerdo con los requerimientos en expresión y estética solicitados ya sea por el coreógrafo y/o el

estilo de baile. Adicionalmente, en la danza en grupo, se requiere la sincronización del movimiento individual con el movimiento de otros. Lo anterior requiere generar, observar, ejecutar y coordinar patrones complejos de movimiento que demandan la interacción de habilidades cognitivas y físicas (2).

Así, las habilidades del bailarín pueden ser adquiridas por diferentes experiencias a nivel corporal y perceptual. Esto es frecuentemente evidenciado gracias a la virtuosidad física, que se relaciona con la coordinación de los diferentes segmentos corporales, flexibilidad y fuerza entre otras cualidades. Lo anterior, sumado a los elementos estéticos, determinados usualmente de manera más subjetiva, permiten distinguir a un bailarín de otros expertos en movimiento (atletas o artistas marciales) (3).

El encontrar una aparente ejecución sin esfuerzo de movimientos altamente demandantes es una característica de bailarines expertos y habilidosos. Esta característica se deriva de la optimización de sinergias musculares, llevando a la reducción del costo energético (en términos de fuerza y tensión muscular); encontrando, en términos de análisis cinemático, la habilidad de combinar eficientemente movimientos de diferentes articulaciones relacionadas en una única sinergia de movimiento. De esta forma se reduce el número de grados de libertad a nivel del control neuronal, con una reproducción altamente precisa de la orientación y forma de las trayectorias requeridas en el caso de los bailarines clásicos (4,5).

El entrenamiento en danza también mejora las funciones del control motor que se relacionan tanto con el balance estático como dinámico(6). Algunas investigaciones revelan que los bailarines entrenados en danza clásica tienen un mejor control postural (7), muestran una mejor alineación vertical durante el las secuencias de movimiento, cuando son comparados con no bailarines(8), pueden mantener posturas por más tiempo(9), tienen mejores habilidades en el balance en general (10), cuando son comparados con más jóvenes y con menor experiencia (11), incluyendo estilos como Break Dance (12), cuando son comparados con otros artistas como los músicos. Estas capacidades “excepcionales” son evidentes en: las reacciones de equilibrio (12),

que gracias a la experiencia permiten que se reduzca la magnitud de las oscilaciones corporales y que disminuya la variabilidad en el componente mediolateral explicado entre otros factores porque “los movimientos de los bailarines requieren un exacto sentido de la posición articular y un alto control postural que está relacionado con el sentido de la propiocepción” (13).

En este aspecto, se han identificado adaptaciones neuromusculares secundarias al entrenamiento de balance, que se asocian al propio del gesto de la danza. Simmons (2005) (14) encontró “un mecanismo postural superior” en bailarines de ballet, concluyendo que los sujetos entrenados presentan una mayor habilidad para mantener el balance en cuando la base de soporte es pequeña.

Los bailarines no solamente presentan cambios a nivel cinemático, las funciones somato - sensoriales también mejoran. Presentan cambios en la ponderación de los sentidos individuales en el procesamiento multimodal, ya que, al contar con mejores habilidades propioceptivas para el control postural, se interfiere con otros procesos sensoriales como la visión (13) . Siendo así, que el entrenamiento en danza incrementa la influencia relativa de la somato - sensación cambiando la dominancia sensorio-motriz de la visión a la propiocepción de acuerdo a la edad y la experiencia del bailarín (16). Sin embargo, es posible que esta información pueda ser estudiada con mayor profundidad.

En relación a la propiocepción, la información consultada muestra que los bailarines acuden más a la propiocepción, debido a que tienen un sentido más agudo de la posición (16). De la misma manera, en el caso de que tanto la información visual y propioceptiva estén disponibles, igualmente acuden más a la propiocepción; lo que se asocia a la mejor integración sensorial que muestran los bailarines para las señales propioceptivas (15). No obstante este experimento no se relacionada con la ejecución de un gesto particular de la danza, por lo que no es claro si es posible extrapolar este resultado a la práctica dancística.

Por otra parte, Kiefer, A et al (17) concluyen que los bailarines de ballet tienen mejor estabilidad, evidenciada en la disminución de la variabilidad en la coordinación cadera pie y un acoplamiento tobillo cadera menos determinístico, al ser comparado con controles, lo que se asocia posiblemente a un mejor control neuromuscular evidenciado en mayor sensibilidad perceptual. Esto indica que los bailarines tienen las habilidades suficientes para ejecutar tareas complejas de balance en función de sinergias especializadas y aprendidas(17).

Por otra parte, Golomer et al (18), analiza la relación entre los marcos de referencia perceptual de movimiento y la visión en la ejecución de giros, identificando que los individuos con imaginación kinestésica presentan mayor desplazamiento del pie de apoyo (cuando el pie de apoyo era el no dominante y los giros se realizaban en contra de las manecillas del reloj), con o sin disponibilidad de información visual, mientras que los bailarines con perfiles visuales-kinestésicos, son más dependientes de la información visual, lo que se evidencia en los desplazamientos del pie. Estos hallazgos ponen de manifiesto que los bailarines con predominio kinestésico tienen un efecto selectivo con la dirección del giro, mientras que los bailarines visuales kinestésicos son más dependientes de la visión.

Sin embargo, a pesar de la aparente dependencia propioceptiva, el control del balance requiere de la interacción de diferentes tipos de información sensitiva, dentro de las que se encuentran la visión y la información vestibular. La visión proporciona información relacionada con la orientación del eje corporal y la verticalidad principalmente en la condición estática y el sistema vestibular se encarga de la codificación de la información relacionada con el auto - movimiento, gracias a la detección de la posición y el movimiento de la cabeza en el espacio (aceleración angular y lineal) (19).

Con respecto a la contribución de la visión, autores mencionan que esta disminuye bajo el efecto de la experiencia motriz deportiva, lo que significa que la privación del input visual afecta el balance postural de una manera menos negativa en deportistas cuando se compara con no deportistas (20). Por otra parte, algunos autores reportan que entre

mayor sea la información visual usada en el proceso de aprendizaje, mayor será la reducción en el rendimiento cuando la visión se remueve (21). Esto se explica porque la privación de la información visual incrementa la dificultad de la tarea postural, dada su especialización en el aprendizaje desde la información visual; esto conduce a una mayor alteración del balance postural en los bailarines expertos cuando se suspende el apoyo visual en relación a bailarines no experimentados. (21), encontrando que “la falta de información visual incrementa los cambios en todas las variables relacionadas con el balance postural, principalmente la oscilación corporal, concluyendo que el control postural de los bailarines es dependiente de la información visual percibida” (11), esto se relaciona con que los estudios desarrollados en relación al papel de la visión en danza ha explorado lo que ocurre en relación a la disponibilidad de la información visual (ojos abiertos- ojos cerrados)(14,22-27), pero no al papel de los movimientos oculares en la estabilización postural, teniendo en cuenta que las repuestas posturales son diferentes en presencia o ausencia de la información visual. Esto se debe a que cuando la información visual está ausente lleva a que se den respuestas anticipatorias desde las eferencias propioceptivas (28).

Por su parte, otros autores reportan que aparentemente la única mejoría funcional asociada a la información visual es la óculo - motricidad (29) en el caso de adultos mayores, sugiriendo que la actividad física regular incrementa el control de la mirada y la estabilización de la postura, por medio de la optimización de los reflejos visoculares (permitiendo el seguimiento ocular mientras los objetos se encuentran en movimiento) y vestibulo oculares (estabilizando las imágenes en la retina cuando la cabeza está en movimiento, realizando movimientos de los ojos en la dirección opuesta a los movimientos de la cabeza)(30) condición que no es exclusiva de la visión, sino que requiere de la interacción viso vestibular.

Siendo el balance un resultado de la interacción entre los diferentes sistemas corporales y la tarea a realizar, se convierte en un logro de toda una vida de entrenamiento, más allá de un fenómeno meramente mecánico(31). Esto puede ser explicado desde la teoría del movimiento complejo, ya que el cerebro se encuentra en

línea, procesando información actualizada momento a momento desde los diferentes sentidos corporales y el ambiente, sintonizándose con las necesidades corporales de estabilidad en relación a la modificación de la tarea y las condiciones del ambiente, por lo que el cerebro se encarga de integrar la información de las múltiples fuerzas mecánicas que llegan de los diferentes segmentos corporales, el piso y /o los elementos circundantes, así como las percepciones, intensiones pensamientos y emociones .

Adicionalmente, el desarrollo de un balance postural eficiente no solamente reduce el riesgo de imbalance postural, caídas o las subsecuentes lesiones, sino que también contribuye a la optimización del rendimiento motor (32,33). Así que, se ha encontrado una relación entre rendimiento postural y rendimiento atlético en personas saludables que practican regularmente actividad física o deportiva (34). Por ejemplo, Los bailarines que han tenido un esguince tienen una limitación en el balance dinámico (mayor oscilación postural que los controles o bailarines no lesionados) incluso luego de retornar a una práctica normal y sin quejas en relación a la inestabilidad, encontrando diferencias cuantificables en la oscilación postural (16) Evidencias de esta condición han sido encontradas para tareas de equilibrio dinámico en bailarines profesionales de ballet, para las tareas que requieren cambios de posición (16).

En la literatura es posible hallar diversas causas potenciales que se asocian a la aparición de lesiones musculoesqueléticas. Las causas intrínsecas, están relacionadas con el bailarín y las causas extrínsecas, son propias de la actividad dancística. Russell (2013)(35), reporta diversos factores que se asocian a la aparición de lesiones como edad, género, años de experiencia en danza, nivel de ejecución, estilo, horas de entrenamiento por día, tipo de actividad (presentación, clase, ensayo), lesiones previas, rasgos de personalidad, insatisfacción en el trabajo, disfunciones menstruales, tensión muscular previa a la presentación, hipermovilidad articular, control sensorio-motriz, demandas de la coreografía, flexibilidad y entrenamiento de la flexibilidad. De las asociaciones reportadas, factores como la edad y el género no incrementan el riesgo de lesiones, pero aparentemente están más relacionadas con el nivel de demanda física del individuo (35,36). Así mismo, los estresores psicosociales tienen un efecto adverso

a nivel físico para los bailarines, contribuyendo a una mayor tasa de lesión (36) Otros aspectos como la oscilación postural se ve afectada también por las características mecánicas de la superficie de trabajo (piso)(37). Autores como Roussel (38) concluyen que la experiencia dancística se relaciona con más dolores lumbares y mayor riesgo de desarrollar lesiones musculoesqueléticas. Sin embargo, también han encontrado que factores como hipermovilidad generalizada o historia de dolor lumbar no son predictores de lesión, evidenciando la necesidad de realizar más estudios al respecto.

De la misma manera, otros estudios han descrito deficiencias de fuerza muscular, control motor alterado, baja resistencia aeróbica, flexibilidad disminuida, inestabilidad abdomino -lumbo - pélvica, horas de entrenamiento excesivas, como factores asociados a lesión (36,39,40).

Así como son múltiples los factores de riesgo asociados a la lesiones, múltiples son los patrones de lesión. En la literatura reporta diferentes patrones asociados a la presentación de lesiones en danza moderna, ballet clásico y teatro. La mayoría de las investigaciones han documentado el complejo del pie y el tobillo como la región que más se lesiona en los bailarines(11,40,41). Sin embargo estas son asociaciones preliminares. Pocos son los estudios que han realizado la medición de factores asociados (11), por lo que no existen conclusiones disponibles respecto a estas asociaciones. En relación a la incidencia, se reportan valores desde 17 hasta 95 % (1,11,42,43). Para el caso del ballet, la incidencia de lesiones en diferentes estudios ha mostrado que es mayor para los MMII (57 % a 97 %), tobillo - pie (34% - 54 %) y menos frecuentemente la región lumbar y la pelvis (12%- 23 %). Las lesiones por sobreesfuerzo son las más comunes, a nivel de los pies y tobillos, seguidas por lesiones de la cadera y columna (lumbar, torácica y cervical), luego las rodillas - piernas (1,11,38,42,43).

En este orden de ideas, la atención sobre las lesiones cobra especial relevancia puesto que algunas de las causas potenciales de discapacidad a largo plazo son las enfermedades musculoesqueléticas. Autores como Kirkness & Ren (2015) muestran que estas pueden llevar a “reducción de la calidad de vida para personas físicamente

activas” (42), y también autores como Whittaker et al (2015), han reportado que existe “asociación la entre la participación en actividades físicamente demandantes (fútbol, baloncesto y atletismo), el desarrollo de dolor crónico musculoesquelético y discapacidad” (42). Sin embargo, no hay información suficiente que permita hacer asociaciones similares en bailarines de ballet recreacionales, semi-profesionales y profesionales (44).

Estado del arte en Colombia

1.1.1

Los documentos (libros) encontrados de Guillermo Abadia Morales (1983, con reediciones en 2001) (45), Alberto Londoño (1995)(46), Cielo Escobar (2000)(47) y Javier Ospina 2011(48) revisan el concepto folclore, incluyendo sus diferentes tipos y variaciones, así mismo, las características del folclor coreográfico en relación a sus variaciones métricas, rítmicas, de compases y de figuras, incluyendo la planimetría y estereometría. En los anteriores aspectos se contempla la ubicación geográfica, el uso de indumentaria (faldas, sombreros, rabo’ e gallo, bordones, aros) y el objetivo de la danza. (45–48).

Desde otro punto de vista, Guillermo Martínez (2005), reflexiona respecto a las transformaciones de la danza folclórica, desde la influencia de diferentes formas y hechos de la cultura urbana contemporánea como elementos cruciales para dichas transformaciones (49). Este autor, divide la danza folclórica en autóctona, tradicional y de proyección. Encontrando que la primera y la segunda conservan rasgos etnoculturales y características de supervivencia propias de la población, mientras que, la danza folclórica de proyección, surge como un fenómeno más complejo, asociado a la influencia de rasgos culturales, experiencia académica del director o necesidades particulares de sus intérpretes, llevando a cambios en forma, coreografía, vestuario, utilería (49).

Hallazgo que se sustenta con la información de Memorias de Cuerpo (2007) (50), donde se reportan las experiencias de algunos bailarines colombianos como Jacinto

Jaramillo, Delia Zapata, Carlos Franco y sus grupos de bailarines. Documento que recopila buena parte de su experiencia, encontrando que la influencia de sus experiencias personales, viajes al extranjero y aprendizaje de nuevas técnicas de danza (como Graham, Müller, Limón, Cunningham, Alvin Aley, Jazz, con mezclas entre ballet y danza contemporánea) se han transferido tanto a la ejecución de las danzas tradicionales como al cuerpo “deseado” del bailarín interprete por medio de técnicas estructuradas en forma, resistencia (muscular y cardiovascular) y postura, incluyendo elementos técnicos de otros géneros como spot o demiplie y aspectos relacionados con la interpretación para así ser un “ bailarín integral”(50).

Lo anterior evidencia que la danza folclórica ha sido y está siendo permeada por otras técnicas de danza que facilitan su comprensión y aprendizaje. Esto invita a que lo tradicional o autóctono se deje influenciar por lo actual, transformando la forma en la que se hace danza, desde la ejecución pero también en aspectos relacionados con el perfil de los bailarines de la danza folclórica y las lesiones que se pueden derivar de la práctica.

La información consultada en las bases datos y de algunas instituciones de educación superior, describen algunos aspectos que podrían relacionarse con el perfil y las características de las lesiones en el bailarín interprete. Los reportes encontrados estudian el problema de las lesiones en bailarines de la una institución Universitaria de la ciudad. Sin embargo en el documento se hace un análisis de las lesiones presentadas por los estudiantes de la carrera de danza contemporanea en general(51). Siendo así que el problema de las lesiones ha sido abordado desde lo académico y el perfil de lesiones de la Universidad en el periodo 2013 - 2014 (51), danza como ocupación (52)(53) o posibilidades de intervención (51,54). Sin embargo, un estudio publicado por Cuan (2016) reporta factores de riesgo asociados a las lesiones en una compañía de ballet de la ciudad de Bogotá(55), sin contemplar el balance o los movimientos oculares como factores de riesgo.

A nivel Nacional, en Barranquilla se realizó un estudio para prevención de lesiones en compañías participantes en el carnaval de Barranquilla(56), mientras que en Cali se

realizó un auto reporte de percepción de factores de riesgo asociados a las lesiones bailarines de salsa(57). Sin embargo, ningún estudio se relacionó con el balance o la variabilidad de los movimientos oculares.

Por otra parte, en la maestría en morfología humana de la Universidad Nacional de Colombia, Contreras (2015), realizó el análisis de la postura durante una danza tradicional colombiana conocida como el ciempiés. Trabajo dirigido a mejorar la comprensión de la ejecución de estos patrones de movimiento para facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje(58).

Finalmente, Durante las conversaciones con algunos estudiantes de danza en Bogotá y lo vivenciado en la compañía artística Kaluá como parte del cuerpo de baile, las lesiones son una situación que se presenta frecuentemente. Son diversos los factores que influyen que se relacionan con el carácter de la práctica, seguimiento, evaluación, rigurosidad y planeación del entrenamiento, número de horas y horario de ensayo, entre otros, que sumado a otros hábitos puede contribuir a la presencia de lesiones en sus practicantes. Teniendo en cuenta la anterior es necesario desarrollar investigaciones en esta temática, debido a que no se cuenta con información disponible

La información presentada permite evidenciar el panorama de prevalencia de lesiones musculoesqueléticas en bailarines a nivel mundial, encontrando que las regiones más afectadas corresponden al miembro inferior, con una tasa alta de lesión a nivel del tobillo. Teniendo en cuenta que el control del balance postural se relaciona con las estrategias posturales y la orientación espacial, la información presentada no muestra que se hayan explorado hasta este momento las alteraciones en el balance postural, la variabilidad de los movimientos oculares y las lesiones musculoesqueléticas. Así mismo, es importante considerar el papel de la información visual como factor asociados al balance postural y su papel en la presentación de lesiones musculoesqueléticas.

Se debe tener en cuenta el papel del entrenamiento en danza, ya que este incrementa la influencia relativa a nivel somato sensorial, modificando la dominancia de la visión

a la propiocepción de acuerdo a la edad y la experiencia del bailarín. (16), hallazgo teórico susceptible de investigaciones que permitan construir un cuerpo teórico de justificación más fuerte desde la investigación. Aproximarse a la comprensión de la integración que existe entre la información visual y el control del balance postural permitiría dar un paso más para entender las complejas relaciones inmersas en el control neuromecánico del movimiento. Esto con el fin de identificar su implicación tanto el desempeño motor en la danza como la ocurrencia de lesiones.

Así mismo, en Colombia, a pesar del gran número de compañías de danza que existen en la ciudad y el país, aún no existe un censo y mucho menos investigaciones relacionadas con el tema de la danza folclórica, sus lesiones, implicaciones neuromecánicas y de control motor. Por lo tanto, esta investigación se convierte en una excelente oportunidad para contribuir a la construcción de conocimiento tanto en aspectos relacionados con el control neuro-mecánico del movimiento, relacionado con el balance estático y dinámico y la variabilidad visual y las lesiones musculoesqueléticas presentes en este tipo de población.

1.2 Definición del problema

Los estudios revisados brindan información relacionada con algunas de las características de los bailarines en relación a la incidencia de lesiones, alteraciones del balance y las particularidades de gesto motor, también describen el papel de la visión y su relevancia en relación a la ubicación espacio temporal y el aprendizaje del movimiento. Sin embargo, no se evidencia si existe relación entre variabilidad de los movimientos oculares, el balance postural (estático y dinámico) y la presencia de lesiones musculoesqueléticas en bailarines, particularmente en bailarines de danza folclórica, situación que no ha sido explorada a nivel Colombia y aparentemente tampoco a nivel internacional.

1.3 Justificación

De acuerdo a la revisión realizada, varios de los artículos en inglés se refieren al término a utilizar como “musculoskeletal injury”, sin embargo, aparentemente no hay un consenso claro sobre el término a usar en español ya sea lesión osteomuscular o lesión musculoesquelética. Cabe resaltar, que dentro de los ámbitos académicos es usado el término osteomuscular, por ejemplo, en la denominación de las asignaturas y las actividades académicas.

En concordancia con lo reportado por Hincapié et al (2008) (44), no existe una definición universalmente aceptada de cualquiera de los dos términos, debido a las múltiples denominaciones que se pueden encontrar en la literatura (Desorden o lesión osteomuscular, lesión o dolor musculoesquelético, entre otros).

Por eso, para este estudio, se utiliza la definición utilizada en la revisión sistemática realizada por Smith, T. Davies, L De Medisi, D et al (2016) donde: “se define lesión, dolor o disfunción músculo esquelética como una patología, lesión o trauma de la articulación, músculo, ligamento, tendón, hueso o nervio, que puede ser diagnosticada por el médico tratante, fisioterapeuta o ser autoreportada”(42).

Para estas lesiones, los datos de incidencia en estudiantes de 1.42 lesiones por bailarín, y riesgo de lesión del 76% durante un año, tasas de lesión de 1.38 / 1000 horas de práctica y 1,87 / 1000 de exposición a la danza (clase, ensayo o presentación) (59), mientras que, en bailarines profesionales los rangos oscilan entre 67 -95% (8-12). Esto se ve soportado con los datos encontrados por Liederbach et al (2013) (1) en su revisión sistemática, donde en 19 estudios revisados permiten reportar en total prevalencia de lesiones musculoesqueléticas del 280 %. En este estudio se encontraron 7332 lesiones en 2617 bailarines de ballet, con una prevalencia de lesiones alta para esta población. Brindando de esta manera un panorama general de la frecuencia de lesiones, que tienen implicaciones en las finanzas de las compañías, del propio bailarín e incluso del tiempo de práctica.

Es posible que los factores asociados a altos índices de lesiones se relacionen con deficiencias en las evaluaciones previas a la práctica de danza, reporte, evaluación y/o manejo de las lesiones presentadas durante la práctica, ausencia de programas de prevención primaria para bailarines, entre otros. El modificar cualquiera de estos factores impactaría positiva y directamente la detección y atención de factores de riesgo, que al ser claramente identificados, posiblemente reducirían la incidencia de lesiones. Este se convierte en un posible campo de acción del Fisioterapeuta, teniendo en cuenta nuestro papel y formación para el análisis del movimiento.

En este ámbito, La Fisioterapia se convierte en una herramienta que “brinda acceso directo y costo-efectivo a cuidados a la población general” (35), incluso a los bailarines, que presentan una gran variedad de desórdenes ocupacionales de origen musculoesquelético (42). La literatura muestra que “Esta población requiere atención desde aspectos preventivos, no paliativos de las lesiones, enfatizando en la necesidad de investigar en danza, incluyendo el diálogo continuo entre bailarines, profesores, coreógrafos y profesionales de la salud para su abordaje” (35,42). Todo lo anterior evidencia la necesidad de desarrollar acciones encaminadas a mejorar la calidad de la atención que recibe esta población.

Respecto a la dimensión de la persona, el que un bailarín suspenda su entrenamiento o participación en un grupo de danza implica alteraciones en procesos cognitivos y físicos esenciales para la ejecución. El desarrollar un proceso juicioso de evaluación y seguimiento, que permitiría identificar y atender a las causas de las lesiones usuales en los bailarines, que principalmente se generan por sobreuso. Teniendo en cuenta que las alteraciones pueden incluir al sistema visual o el control del balance postural y que estas podrían relacionarse con la presencia de lesiones musculoesqueléticas o en su defecto, convertirse en un factor de riesgo para su aparición.

Así mismo, existen vacíos de conocimiento respecto a los factores que se relacionan directamente con la presentación de las lesiones musculoesqueléticas y su relevancia, si las relacionadas con deficiencias en el gesto artístico de la danza (aspectos técnicos), factores intrínsecos del bailarín (edad, género), alteraciones en la integración de la

información recibida por el ambiente y la información construida a partir de las diferentes experiencias de movimiento.

Como se ha descrito, son diversos los elementos del control neuromecánico del movimiento que influyen en el balance, que para su evaluación requieren de equipos especializados y en algunos casos procedimientos invasivos que permitan obtener mediciones cada vez más precisas. En este orden de ideas, es necesario encontrar mediciones que permitan evaluar variables relacionadas con el balance estático y dinámico y otros elementos relacionados con el control del balance postural, como la variabilidad de los movimientos oculares. Mediciones que representen un mínimo riesgo para las personas a quienes se les aplica y que a la vez proporcione información válida y confiable.

De esta manera, es posible sustentar el desarrollo de investigaciones para identificar, analizar y comprender diferentes comportamientos relacionados con el balance postural para esta población específica. Lo que permitirá proporcionar información que sustente la creación e implementación de programas de seguimiento, control y/o prevención de lesiones, así como de estrategias de prevención desde el área de Fisioterapia, orientadas a la disminución de la incidencia de lesiones relacionadas con el balance y/o la optimización de diferentes características neuromecánicas del movimiento, el desempeño técnico o el rendimiento físico del bailarín.

1.4.1 **1.4 Objetivos**

Objetivo General

Determinar la correlación que existe entre la variabilidad de los movimientos oculares, el desempeño en las pruebas del balance estático y dinámico y antecedentes de lesiones musculoesqueléticas en bailarines de danza folclórica.

Objetivos Específicos

- Identificar las variables más representativas asociadas a variabilidad de los

movimientos oculares, el desempeño en las pruebas del balance estático y dinámico y el antecedente de lesiones musculoesqueléticas en bailarines de danza folclórica

- Establecer la correlación entre la variabilidad de los movimientos oculares y el antecedente de lesiones musculoesqueléticas en bailarines de danza folclórica
- Establecer la correlación entre las medidas de balance estático y dinámico y el antecedente de lesiones musculoesqueléticas en bailarines de danza folclórica.
- Identificar la magnitud de la relación de otros factores personales incluidos en el estudio y el antecedente de lesiones musculoesqueléticas en bailarines de danza folclórica.

1.5 Hipótesis

De investigación (Hi)

1.5.1

Existe asociación entre las variables del balance estático y dinámico y la variabilidad de los movimientos oculares con el antecedente de lesiones musculoesqueléticas en bailarines de danza folclórica.

1.5.2

Nula (H0)

No existe asociación entre las diferentes variables del balance dinámico y estático, la variabilidad de los movimientos oculares y antecedentes de lesiones

1.5.3 musculoesqueléticas en bailarines de danza folclórica.

Alternativa (Ha)

Existe una asociación entre los factores personales de edad, género, dominancia y tiempo de experiencia en danza con los antecedentes de lesiones musculoesqueléticas, en bailarines de danza folclórica.

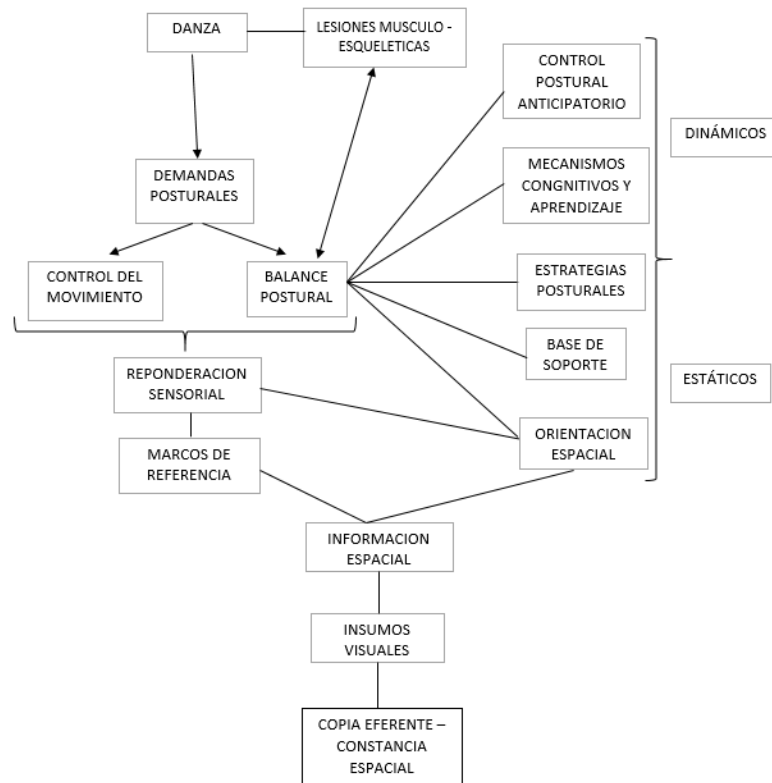
Estadística

Para los bailarines de danza folclórica, siendo X_1 la presencia de lesión, X_2 ausencia de lesión, se espera que existan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre X_1 y X_2 en cuanto a la variabilidad de los movimientos oculares, desempeño en las pruebas de balance estático y dinámico y otras variables (edad, género, problemas visuales y tiempo de experiencia) y antecedente de lesiones musculoesqueléticas.

2.Marco Teórico

El objetivo de este capítulo es presentar una revisión teórica desde la literatura disponible de los diferentes elementos que hacen de la danza una actividad altamente demandante con un riesgo asociado de lesiones musculo esqueléticas y sus relaciones con el balance postural y el marco de referencia visual espacial.

Ilustración 1. Marco Teórico



Fuente: artículos consultados. Realizado por la Investigadora.

2.1 Danza y control del movimiento

La Danza como actividad compleja a nivel sensorio-motriz permite integrar patrones de movimientos corporales organizados que se sincronizan con tiempos musicales u otros bailarines y/o se adhieren a un mapa de trayectoria del cuerpo en un espacio exocéntrico (60,61). Es así que la danza es una actividad compleja que los humanos realizan desde la racionalización y negociación en una combinación de percepción, cognición y acción dentro del cerebro(60,61), y requiere de la integración de estímulos del orden espacial y temporal para quien la práctica.

Dentro de lo descrito por diferentes autores, hay dos elementos que se consideran esenciales para la ejecución de la danza: movimientos métricos y patrones espacialmente ordenados. Los primeros se asocian con la sincronización temporal, lo que significa que el movimiento corporal se encuentra sincronizado con los golpes musicales, mientras que los segundos se refieren al movimiento corporal del bailarín, organizado en posiciones espaciales precisas y patrones específicos, que se ven reguladas ya sea por los estándares del arte o la misma ejecución. Esto permite que el bailarín cumpla con los requisitos estéticos, artísticos y de ejecución de la danza (60).

La ejecución del bailarín requiere de mapas kinestésicos y visuales del esquema corporal en el espacio egocéntrico creados por medio de la información sensorial – visual, vestibular y propioceptiva-, brindando información en tiempo real. Esta información es controlada por el sistema nervioso central, contribuyendo al control del balance postural durante las diferentes tareas realizadas por el bailarín (60,62).

De esta manera, el cerebro funciona dentro de un esquema de procesamiento e integración de información sensorio motriz - espacial y rítmica-, ajustando la actividad cerebral en la medida en que la complejidad de la tarea varia, teniendo en cuenta las demandas espaciales y de navegación en el movimiento (60).

El control y coordinación del movimiento del bailarín se da gracias a la activación de múltiples regiones cerebrales durante las tareas motrices. En imágenes de resonancia magnética funcional a bailarines se ha encontrado la activación de zonas particulares del cerebro de acuerdo a la tarea (60). Se resumen los principales hallazgos a continuación:

Tabla 1 Estructuras cerebrales que se activan durante la danza

Característica del movimiento	Área encargada del SNC
Movimientos métricos	Putamén - cerebelo - ganglios basales.
Movimientos rítmicos y timing (con o sin -la sincronización con un ritmo externo)	Giro y polo temporal superior, el núcleo geniculado medial y sus vías al tronco encefálico y cerebelo (lóbulos V y VI), ganglios basales, lóbulo parietal zona medial superior
Ritmos nuevos o no métricos	Tálamo - zona ventral derecha
Movimientos de coordinación bilateral	Área motora suplementaria y sus relaciones con el área cingulada motriz del cerebelo
Cognición espacial	Áreas somatotópicas de los mmii (regiones motoras, premotoras y áreas motoras suplementarias) Lóbulos parietales: Región medial superior guía kinestésica en la navegación Corteza posterior → esquema postural. Lóbulo parietal en su porción media → construcción del espacio egocéntrico (visión y somatoestesia)
Movimientos nuevos (tareas por aprender con alta carga cognitiva)	Cerebelo
Intensión del movimiento y localización de recursos motores.	Área motora cingulada del lado derecho
Integración de aferencias visuales - somato sensoriales	Lóbulo parietal porción superior e inferior - porción anterior.

Fuente: Brown (2005) (60)

Aunque las anteriores no son las únicas áreas que se activan durante la danza, en estas se han encontrado patrones particulares de activación en los bailarines. Esto permite comprender que la integración de la información proveniente de las regiones sensorio-motrices se relaciona principalmente con el aprendizaje motor (60,63,64). Este se da fundamentalmente por: repetición y práctica del movimiento (6,65), aprendizaje específico de secuencias de movimiento (64,66) y asociación sensorio-motriz del aprendizaje (66-68) encontrando que el entrenamiento promedio por semana influye en las propiedades funcionales del desempeño del bailarín (6,60).

Así mismo, el entrenamiento en danza tiene un efecto benéfico relacionado con el aumento de la atención en las experiencias sensoriales debido al procesamiento interno de la kinestésia, esto le permite al bailarín un mejor conocimiento de la ubicación de su cuerpo en el espacio (65). Mediado por la corteza sensorio-motriz (corteza motora primaria y corteza primaria somato-sensorial) se encarga, entre otras tareas, de coordinar el inicio y la finalización de movimientos aprendidos, optimizando así el trabajo muscular (61). De esta manera se da la reorganización de la corteza sensorio motriz llevando al bailarín a habilidades motoras más finas con propósitos artísticos(63).

Dentro de la complejidad de las tareas motrices del bailarín se encuentran los giros unipodales. Esta tarea que requiere el desarrollo de habilidades de procesamiento cognitivo superior, en términos de atención en orientación espacial y posicionamiento de los segmentos corporales, lo que requiere la disminución de la actividad refleja para evitar la inestabilidad, requiriendo un trabajo sinérgico para mantener el balance (18).

Dentro de los factores que influyen en el control unipodal durante los giros se encuentran: la postura de inicio, la preferencia individual, la habilidad de mantener la alineación postural entre otros. (18,24).

Por ejemplo, los bailarines experimentados exhiben preferencia a girar por el lado derecho (24). Sin embargo, es posible que haya preferencia innata a girar por el lado

izquierdo, debido a las contribuciones del hemisferio derecho al comportamiento visual-espacial(24). Sin embargo, la preferencia puede verse modificada por el entrenamiento en danza, diseñado usualmente para trabajar de manera simetría el movimiento (24).

Así mismo, el mantener los hombros y las caderas en bloque es independiente de la dirección del giro y la lateralidad de la pierna de soporte, estrategia de control del balance, que puede estar asociada a los efectos del entrenamiento (24,69).

En la danza folclórica colombiana, se pueden encontrar variaciones métricas, rítmicas y de compases, de figuras coreográficas, de acuerdo a la ubicación geográfica (45,48).

Figuras coreográficas como cambios de puesto, cierres y aperturas, círculos, giros, vueltas, ceros, desplazamientos por parejas o individuales, con y sin giros, valseos, trenzas, pasamanos, brazos cruzados, intercalados sueltos o unidos por las manos, túneles, cruces, molinos, entre otros(46), le proporcionan a la danza folclórica diversidad de planimetrías y estereometrías (48). De la misma manera, el uso de indumentaria como faldas, sombreros, rabo´e gallo, bordones, aros, entre otros son elementos que influyen directamente en la ejecución y el entrenamiento de los intérpretes(45,47).

Así mismo, la influencia académica del director, o las necesidades particulares de sus intérpretes llevan a cambios en forma, coreografía, vestuario, utilería y música(49). Asunto evidente también en la necesidad de un cuerpo para la danza, un cuerpo instrumento, que se forme, transmita y cumpla con estándares de acuerdo al tipo de danza(50). Donde influencias de las técnicas como Graham, Müller, Limón, Cunningham, Alvin Aley, Jazz, Ballet y danza contemporánea, han estado presentes en la construcción de la danza folclórica de proyección(49,50).

Esto se hace evidente en el entrenamiento corporal requerido, donde se buscan “músculos perfectamente desarrollados y alargados, a través del estiramiento continuo, cuerpos flexibles y resistentes o el uso de técnicas muy estructurada en el sentido de la forma física, la resistencia (de la fuerza y la condición cardiovascular) y

la postura, incluyendo trabajos desde lo técnico de las danzas, fragmentación de los segmentos corporales en el aprendizaje e inclusión de elementos provenientes de otros tipos de danza como giros técnicos con spot o puntilleos en demi-plie para no lesionarse. Concluyendo finalmente que “No es lo mismo bailar espontáneamente, libremente sin ningún tipo de rigurosidad en una técnica, que lógicamente conocerla , es decir, ser un bailarín integral”(50).

Una tesis de grado publicada en una universidad de Bogotá reporta el perfil de lesiones de los estudiantes de la carrera de Arte danzario con énfasis en danza Contemporánea de esta universidad en el periodo 2013 -2014. Se identificó un porcentaje de 61% de estudiantes lesionados en el año académico, de los cuales el 75 % referían que la lesión había ocurrido en la universidad. El 56% de las lesiones se asoció a sobrecarga, mientras que 24 % se asoció a lesiones ortopédicas y el restante 24 % a lesiones traumáticas. En relación a la localización anatómica, se encontraron lesiones en columna (cervical y lumbar), tobillo, rodilla, isquiotibiales, recto femoral y cadera y finalmente dentro del tipo de lesión se encontraron esguinces, bursitis, contracturas, desgarros, lesiones meniscales y tendinitis.(51)

Este es el único reporte disponible, de acuerdo con la información consultada, que se relaciona con los antecedentes descritos en la literatura para población extranjera. Sin embargo, cabe aclarar que aunque es en población colombiana, no se hace un análisis diferencial de la carga que podría tener la danza folclórica en las lesiones.

Lo anterior evidencia que la danza folclórica ha sido y está siendo permeada por otras técnicas de danza que facilitan su comprensión y aprendizaje. Esto invita a que lo tradicional o autóctono se deje influenciar por lo actual, transformando la forma en la que se hace danza. De esta manera, la danza se convierte en una forma de arte que requiere de aspectos mecánicos y cognitivos para el control del movimiento, relacionadas con la adaptación de las funciones de control neuro-cognitivo en la tarea (6). Sin embargo, al ser la danza una actividad físicamente demandante, predispone a sus practicantes a lesionarse.

2.2 Lesiones musculoesqueléticas en la danza.

Se define como lesión musculoesquelética en el contexto de la práctica de danza, cualquier condición que lleva a que el bailarín no pueda participar completamente en su calendario de actividades (incluyendo entrenamientos, ensayos y presentaciones) por al menos 24 horas posteriores a la ocurrencia del evento (41) o "se define lesión, dolor o disfunción musculoesquelética como una patología, lesión o trauma de la articulación, músculo, ligamento, tendón, hueso o nervio, que puede ser diagnosticada por el médico tratante, fisioterapeuta o ser autoreportada"(42). Así mismo esta condición también puede requerir un desembolso económico o un cese completo de las actividades del bailarín más allá de un día de lesión asociado al tiempo de pérdida de práctica (1,35,42,70). La severidad se relaciona con el número de días de práctica perdidos. Si este es menor a 7 días se considera una lesión menor, entre 7 y 28 días moderada y más de 28 días severa. (1,35,42,70)

La incidencia de lesiones en bailarines profesionales se encuentra entre 40% a 97% (41,44,71). También se reportan datos de incidencia que oscilan entre 0,18 hasta 4,7 por cada mil horas de práctica y datos totales de 7332 lesiones en 2617 bailarines de ballet (42,44,59,72). Dichas lesiones en su gran mayoría se derivan de la actividad de la danza(41), motivo por el cual se constituyen en objeto de prevención en salud.

Dentro de los factores de riesgo se han descrito factores extrínsecos o externos al bailarín. Estos factores incluyen: tipo de trabajo, duración de cargas (exposición), condiciones de los equipos (calzado e indumentaria) y factores ambientales (44,73). Mientras que los intrínsecos o propios del bailarín tienen en cuenta género, edad, laxitud y flexibilidad articular, lesiones previas, condición física y factores psicológicos, que pueden o no ser modificables (44,73). De la misma manera, se contemplan factores asociados al entrenamiento tales como: demandas de la técnica y/o estilos de baile (ballet, moderno, jazz, etc.), exposición- entendida como el tiempo de practica-, errores de entrenamiento, deficiencias en fuerza muscular y flexibilidad, control

motor alterado – incluyendo inestabilidad lumbo-pelvica, baja resistencia aeróbica, horas de entrenamiento excesivas, entre otros (41,44). Es necesario tener en cuenta que los diferentes factores no son mutuamente excluyentes y están íntimamente relacionados(73).

Los factores presentados previamente influyen en la ocurrencia de lesiones musculoesqueléticas. Algunos de ellos son derivados directamente de la práctica dancística y de los errores que puedan existir dentro del entrenamiento y/o ejecución y otros están asociados a condiciones no modificables del individuo. Sin embargo, aún se desconoce cuáles tiene mayor ponderación.

Las lesiones se asocian principalmente a traumas – debido a un evento específico e identificable (macrotrauma) (43) - o por sobreuso – trauma repetitivo con cargas sub-máximas sin recuperación adecuada (43,59). Dentro de las lesiones más frecuentes en los bailarines se encuentran esguinces, desgarros musculares, calambres tendinitis, bursitis o fracturas por estrés cuya etiología se asocia con eventos agudos o de sobreuso (44). Otras lesiones menos comunes como lesiones ligamentarias o meniscales en la rodilla, hernias discales o rupturas tendinosas, reportan una incidencia muy baja, en promedio de 5 por año cada tres años (41).

En relación a la zona anatómica afectada, las zonas con mayor prevalencia de lesiones en bailarines son tobillo/pie (40%), región lumbar (17%) y rodilla (16%), (38,42,44,70,74). Las lesiones del complejo pie-tobillo se asocian usualmente al trabajo en puntas, con tasas significativamente mayores en mujeres. Esto posiblemente debido a la postura del pie durante esta posición (plantiflexión máxima en tobillo, retropié y mediopié), con fuerzas de gran magnitud que cruzan por estas articulaciones y las predisponen a lesionarse por el tipo de carga que soportan(75). Mientras que en los hombres, son más frecuentes patologías de tipo tendinopatías agudas o crónicas en el tendón de Aquiles y bursitis retrocalcanea, debido a rotaciones externas forzadas del MMII que incrementan la pronación del mediopié y retropié encontrando anomalías ultrasonográficas hasta en el 12 % de bailarines asintomáticos (76). Sin embargo no es claro aún si es posible extrapolar estos comportamientos a

bailarines de danza folclórica, entre otros factores debidos al tipo de entrenamiento, actividades desarrolladas durante el gesto, dedicación en horas a la semana, entre otros.

Otras patologías relacionadas a la sobrecarga excesiva son deformidades en los artejos, espolones óseos, fracturas por estrés (más comunes en los metatarsianos), hiperqueratosis, esguinces de tobillo, tendinopatias del tendón de Aquiles o el flexor del primer artejo, síndromes de pinzamiento del astrágalo (anteriores y posteriores) y los Trigonum, en el caso del ballet (39,75). No obstante, hay carencia de reportes relacionados con el comportamiento de estos patrones en bailarines de danza folclórica.

La lesión aguda prevalente en bailarines y atletas son esguinces de tobillo o traumas en inversión (73,75). El mecanismo de lesión es típicamente la inversión (cayendo sobre el borde lateral del pie) durante los apoyos en punta o media punta o en un error en el aterrizaje luego de un salto.

El principal problema clínico derivado de esta lesión es la limitación en el control postural dinámico (cuantificado en una mayor oscilación postural) que genera la lesión ligamentaria, que incluso se puede presentar luego de retornar a una práctica normal y sin quejas en relación a la sensación de estabilidad articular (26,73,75,77,78). Estas lesiones se asocian posiblemente a la presencia de alteraciones propioceptivas y en el control del balance. No obstante, no hay datos suficientes que relacionen la presentación de estas lesiones con alteraciones propioceptivas en el bailarín (67). Sin embargo, un antecedente de esguince previo es el mayor factor de riesgo para un nuevo esguince (25,77). La razón principal de eso es la perdida de las aferencias propioceptivas como consecuencia de la lesión y/o de una inadecuada rehabilitación (67).

En las demás zonas anatómicas del MMII, en la rodilla, las lesiones por sobreuso más comunes son el síndrome de dolor patelofemoral, tendinopatía rotuliana, lesiones musculares o subluxación de la pátela. Mientras que las lesiones traumáticas como las

lesiones capsulo ligamentarias y meniscales de la rodilla son menos frecuentes (44). Para la cadera, las quejas más frecuentes son el dolor o crepitación durante las posiciones máximas de movilidad articular en flexión o abducción debidas a pinzamiento del ligamento iliofemoral, los tendones del psoas iliaco o recto anterior con el trocánter menor (39).

La aparición de dolor lumbar en el bailarín con frecuencia se asocia a desgarros musculares posiblemente ocasionados por la hiperlordosis extrema usada para llevar la columna a extensión, lo que también incrementa la tasa de fracturas por estrés y la espondilólisis (39). McMeeken et al (2001) describe que en los bailarines, el dolor lumbar se asocia a movimientos repetitivos en extensión y/o giros y flexiones de tronco realizados a alta velocidad (38), adicionalmente las posturas en arcos máximos realizadas por los bailarines que se ejecutan de manera repetitiva facilitan la aparición de dolor (38).

Dentro de los factores asociados a la lesión, la hipermovilidad ha sido estudiada en varios estudios como factor de riesgo para presentar dolor o lesiones a nivel musculoesquelético (38). Hay estudios que asocian la hipermovilidad con alteraciones del ajuste propioceptivo de la posición articular(38), en términos de la incongruencia entre la información kinestésica y la respuesta motora de estabilización (13). Este fenómeno predispone al bailarín a lesiones articulares o ligamentarias derivadas de la práctica e incluso del entrenamiento(13) y con un impacto negativo en la recuperación de las mismas. En este sentido aún resulta difícil establecer si la hipermovilidad articular de origen neuromotor, retrasa la reparación de los tejidos o si estas lesiones son de mayor severidad en comparación con otras lesiones de mecanismo traumático (31,38).

Otro aspecto biomecánico asociado a lesiones en bailarines, se relacionan con la base de sustentación. El pie como segmento distal en la cadena postural de MMII, representa una base de soporte relativamente pequeña sobre la cual el cuerpo mantiene el balance (particularmente en el apoyo unipodal). Teniendo en cuenta que las lesiones más frecuentes en los bailarines se presentan en el complejo tobillo-pie, es

posible que cualquier alteración en la biomecánica de la superficie de soporte influya en las estrategias de control del balance postural (que serán revisadas más adelante). Por ejemplo, posiciones supinadas o pronadas en el pie podrían influir en la información percibida por las aferencias somatosensoriales, modificando la sensación de posición articular y/o el área de superficie de contacto. Estas condiciones modifican las estrategias musculares que permiten mantener estable el centro de masa dentro de la base de soporte (79). Y si esto se suma a las cargas dinámicas durante el salto en danzas como el ballet clásico, existen grandes fuerzas durante las fases de impacto en los saltos que sobrecargan diferentes estructuras del complejo musculoesquelético, lo que se asocia a lesiones (80).

Desde la perspectiva del control motor, también se han identificado las relaciones existentes entre las lesiones musculoesqueléticas y las alteraciones en el control motor de la región lumbo-pélvica. Estas conducen a la aparición de movimientos compensatorios de la columna y los miembros inferiores, modificando la alineación postural y corporal aumentando el riesgo de lesión (41).

El balance se relaciona directamente con las funciones somato sensoriales, y es posible que el bailarín genere una optimización del sistema somato sensorial gracias al entrenamiento físico, llevando a un cambio en el balance entre los sentidos individuales y el procesamiento multimodal (81). Así mismo, otros autores mencionan que “la optimización de las habilidades propioceptivas asociadas a la danza se relacionan con un mejor control postural, sugiriendo que hay otros sentidos que también intervienen en el control de la postura, como la visión” (10,15).

En tareas relacionadas con el equilibrio unipodal con y sin disponibilidad de la información visual los bailarines más jóvenes son más inestables, con mayores oscilaciones y menor variabilidad en el componente medio-lateral, cuando la información visual está disponible, mientras que al ocluir la visión se incrementaban los cambios en todas las variables del balance, concluyendo que para estos bailarines el control del balance postural es dependiente de la información visual percibida” (11).

De esta manera los bailarines exhiben “un mecanismo postural superior” asociado a mayor habilidad para mantener el balance en una superficie pequeña (asociado al apoyo en puntas frecuente durante las ejecuciones de ballet) (14), con menores desplazamientos del centro de masa, evidentes en las oscilaciones posturales cuando son comparados con futbolistas(82) y en pruebas de balance como el test SEBT (Star Excursion Balance Test). Sin embargo no se encontró homogeneidad en las estrategias posturales usadas (83).

Para la identificación del tipo de organización sensorial usada para mantener el control en diferentes condiciones Simmons (2005) exploró el comportamiento en tareas que iban desde bipedestación estática hasta condiciones en las que la información visual y/o somato-sensorial se removía o no era confiable. Aunque las habilidades de balance eran similares entre bailarines y controles con ojos abiertos y cerrados, cuando la información somato-sensorial y/o visual no era confiable los bailarines fueron significativamente menos estables que los controles, utilizando la estrategia de cadera para mantener el control postural(14). Esto posiblemente se asocia a la dependencia visual del bailarín derivada de la práctica de la danza y las estrategias de aprendizaje propias de la actividad, demostrando así la dependencia visual de los bailarines en relación con el control del balance postural(14).

De la misma forma, los bailarines requieren aparentemente de un sentido más refinado de la propiocepción en comparación con la población general. Sin embargo, aún no hay suficiente información que permita clarificar cómo se da el proceso de organización/reponderación sensorial en los bailarines. Por ende aún hay mucho que estudiar respecto al papel de la propiocepción en el control del balance para los bailarines, en especial de danza folclórica.

Los altos niveles de habilidades espaciales presentes en los bailarines se asocian con la orientación espacial, habilidades que se logran gracias al entrenamiento, fuerza muscular, flexibilidad y aspectos técnicos. Estas habilidades se hacen evidentes en el control del balance, la percepción de verticalidad, localización del centro de gravedad y fluidez del movimiento(6,66). En este orden de ideas, es posible que el balance en los

bailarines se asocie a menor riesgo de lesión y se convierta en predictor del nivel de ejecución en algunos casos (9). Sin embargo, es necesario contemplar el carácter multifactorial del control postural, que por ende puede verse afectado por factores tanto del bailarín como del entrenamiento.

2.3 Balance postural

El balance postural ha sido definido frecuentemente como como la capacidad de controlar el centro de masa en relación con la base de soporte. Sin embargo en muchas fuentes (84), balance postural y equilibrio postural aparecen como términos equivalentes. No obstante, esta primera definición obedece más a la perspectiva del equilibrio físico que al proceso de integración de tipo neurosensorial y motor que se encuentra subyacente al mismo. Para autoras como Batson (2009), el balance postural va más allá de un proceso de la física mecánica (67). En ese orden, el balance postural como parte del sistema de control postural del ser humano, presenta una naturaleza multidimensional y es el resultado de la integración de múltiples sistemas biológicos inmersos en un ambiente en continuo cambio (perspectiva de la teoría de los sistemas dinámicos en el control motor) (32,85). Esta definición contempla el control del balance postural en función de las aferencias del entorno de tipo sensorial y contextual y los procesos neurales de planeación y ejecución de respuestas motoras ajustadas a los requerimientos de la tarea. De esta manera, el balance puede ser redefinido como la respuesta integrada capaz generar, por una parte, reacciones posturales para restablecer la posición de equilibrio del centro de gravedad y adicionalmente, la estabilización de la imagen en la retina mediante el control motor ocular (86). Dicha respuesta requiere de la percepción de la posición del centro de gravedad mediante aferencias vestibulares, visuales y somato-sensoriales y de las acciones biomecánicas para conservarlo dentro de los límites de la base de soporte. Tales estrategias, consisten en la generación de momentos internos que permitan resistir a los momentos de desestabilización interna o externa que actúan sobre el cuerpo y esto lleva a que se desencadenan movimientos correctivos de anticipación y retroalimentados en diferentes articulaciones para mantener la posición y orientación

de un segmento corporal relativo a otro dentro de la base de soporte (14). En otros términos, para Griemman y Guzkiewicz (2000) retomados por Sell (2011) (87) es la integración de la información sensorio motriz en el sistema nervioso central para la ejecución de respuestas adecuadas que permitan establecer un equilibrio entre fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras. Esto se manifiesta en los movimientos apropiados a nivel de cabeza, ojos, tronco y extremidades para mantener la postura (88). Tales definiciones son aplicadas por defecto al mantenimiento de la bipedestación en condiciones estáticas. Sin embargo, el balance también se manifiesta en la habilidad de “transferir la proyección vertical del centro de gravedad alrededor de la base de soporte durante el movimiento” (Goldie et al 1989), “luego de una perturbación en la base de soporte en dirección y área” (Schultz et al 2000) o “una perturbación del individuo” (Hoffman, Schrader & Koceja 1999, Hoffman & Koceja 1997), datos recopilados por Sell (2011) en su revisión sobre correlaciones de mediciones de estabilidad postural estática y dinámica en población adulta sana(87). Los procesos que hacen posible el logro del equilibrio en condiciones dinámicas reciben el nombre de balance dinámico. Por lo tanto, la interacción de los diferentes componentes del balance postural es compleja y requiere de la coordinación de múltiples sistemas corporales y del esquema corporal interno.

Son múltiples los elementos relacionados con el control del balance postural, que podríamos denotar como determinantes del balance postural los cuales se exponen a continuación:

BASE DE SOPORTE: esta se define como el área delimitada por las superficies que se encuentran en apoyo y permite ofrecer una fuerza de reacción en dirección de la normal ante los desplazamientos del centro de gravedad. Esta área define los límites de estabilidad funcional o la habilidad de desplazar el centro de masa en amplitud máxima sin perder el equilibrio ni modificar la base de soporte. Este fenómeno de los límites de estabilidad es modelado usualmente como un cono o péndulo invertido en permanente inestabilidad. La información sensorial relacionada tanto con la base de soporte y como con los límites de estabilidad, posee su representación interna en el

sistema nervioso central para el logro del control postural (32). De este modo, las modificaciones de la base de soporte ya sea en tamaño, calidad o textura afectarán el desempeño del sistema de control postural (32).

ESTRATEGIAS DE BALANCE: Las estrategias de balance se relacionan con los mecanismos reactivos que permiten mantener la postura bípeda, en la condición de estado dinámico inestable que caracteriza la bipedestación (47). Se conocen tres estrategias de balance: las dos primeras no modifican la posición de la base de sustentación, mientras que en la tercera es necesario hacer una modificación de la base de soporte desde el paso o alcance individual (32). La primera de ella es la estrategia de tobillo, en la que el cuerpo se mueve sobre el tobillo como un péndulo invertido flexible. Esta es la estrategia más adecuada cuando se presentan oscilaciones mínimas en una superficie estable (89). No obstante, el Sistema Nervioso Central se encarga de reorganizar las necesidades del sistema estabilizando primero las articulaciones cercanas a la perturbación para así luego irradiar esta respuesta a rodilla, cadera y columna y tener influencia en el centro de gravedad. Considerando que el pie es el segmento más distal de Miembros inferiores y un eje básico de estabilidad, cualquier factor que afecte el funcionamiento del tobillo, podría convertirse en un factor de riesgo para presentar lesiones (90). En segundo lugar se encuentra la estrategia de cadera en la cual el cuerpo ejerce un torque sobre la cadera para mover rápidamente el centro de masa corporal cuando la persona se encuentra con una base de sustentación reducida o sobre una superficie inestable que no permite realizar un torque adecuado en el tobillo o cuando el centro de masa debe ser desplazado rápidamente (32). Finalmente, cuando la perturbación del equilibrio es más grande, desencadena la reacción de paso.

ORIENTACIÓN ESPACIAL: se relaciona con la percepción de la gravedad y a partir de esta la percepción verticalidad, basada en la interpretación de la información sensorial que converge de los sistemas somato sensoriales, visual y vestibular (32). Por otra parte, la orientación postural se relaciona con el control activo de la alineación postural y el tono en relación a la gravedad, la superficie de soporte, el ambiente visual y las

referencias internas (32). En efecto, Una representación interna inclinada o imprecisa de la verticalidad podría resultar en una mal-alineación postural automática, que no se alinea con la gravedad y lleva a que el sujeto sea inestable.

CONTROL POSTURAL ANTICIPATORIO: se relaciona con el desplazamiento del centro de masa luego de un movimiento voluntario discreto (realizar un alcance, elevar una extremidad, etc.). Para condiciones estáticas los mecanismos anticipatorios están encargados de la modulación de la actividad tónica en los músculos extensores anti gravitatorios y la corrección de ráfagas en los músculos antagonistas, quienes juntos controlan el desplazamiento del centro de presión de los pies (91). Evidencia de estos mecanismos radica en la existencia estudios experimentales que han demostrado la activación de músculos de cuello de pie – de manera anticipatoria- previo a la realización de alguna tarea con las extremidades superiores relacionado con la planeación motriz de la tarea. Estos mecanismos se orientan a preparar eventuales modificaciones del balance (91).

MECANISMOS NEURALES Y APRENDIZAJE: Dentro de las estructuras del sistema nervioso central encargadas del control del balance se encuentran los núcleos vestibulares, la formación reticular y el colículo superior. Estos centros están encargados del balance, la estabilidad postural, el control de la mirada, comportamientos motores en las partes más distales de las extremidades y para el caso de la visión la atención a estímulos sensoriales específicos. Sin embargo estos centros motrices usualmente trabajan en conjunto con otras estructuras que se relacionan con las divisiones de la corteza cerebral que organiza los movimientos voluntarios, relacionados con la habilidad y de soporte relacionados con los reflejos. A continuación se desarrollan algunas de las funciones de estos centros. Los núcleos vestibulares reciben información desde los canales semicirculares y los órganos otolíticos, dicha información específica la posición y aceleración angular- lineal de la cabeza. La mayoría de neuronas generan los axones descendentes del haz vestíbulo-espinal que terminan en la región medial del cordón espinal – materia gris-, y algunas se extienden más lateralmente para contactar a las neuronas que se encargan del control proximal

de las extremidades de músculos antigravitatorios (32). La información procesada desde el vestíbulo también permite controlar los núcleos de los pares craneales III, IV y VI, para mantener la fijación de la mirada cuando la cabeza se mueve mediante el reflejo vestíbulo ocular (19,32). Por otra parte, la formación reticular está compuesta por una red complicada de circuitos en el tronco cerebral, en mesencéfalo y la médula encargados de la coordinación espacial y temporal de los movimientos del tronco y las extremidades y las respuestas anticipatorias de la postura en una secuencia de movimiento. Estos comandos provienen de centros motrices en la corteza cerebral, tálamo, hipotálamo o tronco cerebral y se integran en niveles inferiores por medio del haz retículo-espinal (32). Ahora bien, los complejos mecanismo involucrados en el balance postural son dinámicos en el tiempo, de tal forma que están sometidos a la experiencia y al aprendizaje (92). En efecto, en la acción del balance influyen aspectos relacionados con el aprendizaje motor y la optimización de la tarea (65). En dicho proceso, se involucran las fases de adquisición de nuevos patrones y la adaptación motora (65). En esta vía, estudios recientes explican la ganancia de las habilidades en los bailarines relacionadas con modificaciones en el control del balance. Tales adaptaciones consisten en la optimización de sinergias motoras durante la ejecución de movimientos complejos - como saltos o giros, etc. e involucran procesos atencionales, procesamiento cognitivo de alto nivel, imaginación motriz y adaptación a señales externas, acústicas o visuales para generar las respuestas esperadas de acuerdo a la actividad realizada.

2.4 Mediciones del Balance

Teniendo en cuenta todos los elementos que influyen en el balance, es lógico deducir que es un proceso difícil de medir, por ende las diferentes estrategias que se han desarrollado para su medición buscar realizar aproximaciones indirectas desde aspectos predominantemente mecánicos del control de la postura (relacionado con el desplazamiento del centro de masa) o relacionado con aspectos derivados de las estrategias de balance utilizadas para el control de la postura. Se habla de que existe una buena estabilización cuando es mínima la oscilación corporal. La oscilación

corporal es un término cinemático que se estima por el Centro de Presión. Dentro de las estrategias para medir el balance, particularmente el estático se encuentran las plataformas de fuerza (93). Mediciones como las realizadas en la plataforma COBS (94), permiten de alguna manera aproximarse al control del balance. En este caso, permiten identificar la magnitud de los cambios de peso entre las plataformas de fuerza para el lado derecho e izquierdo y las posibles oscilaciones que ocurren en cada extremidad, tomando esta medición como las oscilaciones medio-laterales se convierte en una herramienta útil en la medición del balance estático.

Para el balance dinámico la prueba Y balance Test ha sido usada ampliamente en atletas (95-97) y recientemente se han hecho algunas exploraciones en bailarines (83). Esta prueba busca por medio del apoyo unipodal y los alcances en diferentes direcciones hacer una aproximación al balance dinámico haciendo uso de una tarea funcional. La tarea funcional evaluada requiere el desplazamiento del centro de masa y centro de gravedad reduciendo la base de soporte generando un reto a nivel del balance postural por medio de los alcances en diferentes direcciones. Esta prueba es modificada de la prueba de la estrella (Star Escursion Balance Test – SEBT, por sus siglas en inglés), luego de un proceso de validación de la misma. Dicha validación encontró que las tres direcciones que brindaban mejor información relacionada con el balance postural dinámico eran el alcance anterior, lateral medial y lateral lateral(98).

2.5 Reponderación sensorial y balance postural

Por re-ponderación sensorial se entiende la habilidad de redistribuir la relevancia que aporta información percibida por cada uno de los sentidos (visual, vestibular y somato sensorial) cuando las demandas de las tareas exigen de algún tipo de información particular, o cuando alguno de los inputs es deficiente o está ausente.

Como proceso neuro-cognitivo se relaciona con la habilidad de mantener la estabilidad postural mientras se atiende a comandos durante la tarea o atender a tareas múltiples, por medio de vías atencionales. Por lo tanto la re-ponderación sensorial es un proceso esencialmente retroalimentado en el cual el sistema nervioso define la contribución de

cada información sensorial que se actualiza de acuerdo a las demandas de estabilidad que impone la tarea y las condiciones del ambiente (99). Para sujetos sanos en superficies estables se han reportado datos de ponderación sensorial en la información somato sensorial de un 70%, visual en 10% y vestibular en 20% (100). Sin embargo al encontrarse en una superficie inestable se incrementa la ponderación sensorial hacia los sistemas visual y vestibular disminuyendo así la dependencia del sistema propioceptivo y de la superficie de soporte como referente para la orientación postural. La proporción se redistribuye de la siguiente manera de la somato sensorial de un 10%, visual en 30% y vestibular en 60% (32,100). Por ejemplo, los patrones de oscilación de los bailarines durante la bipedestación en una superficie blanda con los ojos abiertos presentaron comportamientos más estacionarios (con menor recurrencia y entropía) que los atletas de pista (26), sugiriendo así que las estrategias de control sensorial podrían ser específicas de la tarea y del deporte. Por lo tanto, el entrenamiento en danza mejora la influencia relativa de la somato sensación, específicamente de la propiocepción, aun cuando las bases de soporte generen el efecto contrario. En ese sentido, existen otros factores que modifican la relevancia de los inputs sensoriales además de la base de soporte: En relación a la edad, se ha observado que los adultos generan especializaciones en la adaptación multisensorial (101) mientras que los adolescentes dependen preferentemente de la información visual (16) . Por lo tanto, la capacidad para reponderar la información proveniente de los sentidos dependerá posiblemente de la experiencia del sujeto, el tipo de superficie de trabajo y el tipo de ejecución motora.

Todos estos factores están involucrados en la ejecución dancística (7,37,69,102). En efecto, para los adultos la maduración sensorial se da gracias a los cambios en las funciones ejecutivas y la atención derivados de la experiencia; del mismo modo estos procesos, pueden tener lugar con la práctica de la danza y se evidencian gracias a las adaptaciones realizadas por los sistemas de control postural (101). En el caso de las adaptaciones visuales, donde existe mayor contribución de este tipo de información, la re-ponderación sensorial se orienta a lograr la congruencia entre la respuesta motora con la retroalimentación visual y propioceptiva para reducir rápidamente los errores

de movimiento (103). En efecto, en condiciones donde la propiocepción o la información vestibular no están disponibles, cobra relevancia la estabilización de la postura asociada a la información visual de acuerdo a lo descrito por Jahn et al 2000 en (103). Sin embargo, se encuentra que hay otros factores que influyen en una mayor ponderación del sistema visual o propioceptivo, como lo es la duración del movimiento [4,17]

2.6 Marcos de referencia perceptuales

Los marcos de referencia se asocian con el balance en términos de la ponderación sensorial. Estos son los que facilitan el proceso de orientación sensorial derivado de la cantidad y calidad de información percibida por los sentidos en relación a la ubicación del cuerpo en el espacio desde las referencias del cuerpo y del espacio externo.

Los principios de los marcos de referencia se derivan de los conceptos propuestos por Von Holst & Mittelstaedt hace más de 50 años, relacionados con la habilidad de navegación y orientación desde el ambiente. Estas habilidades requieren del conocimiento de la ubicación no solamente desde el movimiento inercial, sino también de la percepción del movimiento activo y pasivo, así como de las representaciones que finalmente tiene en la activación vestibular y visual resultante.

De esta manera, los marcos de referencia están diseñados para detectar los cambios de posición relativos a una referencia espacial o corporal específica, ubicando al individuo respecto al espacio y a si mismo codificando en el cerebro información proveniente de las señales ambientales y corporales (104). De esta manera, de acuerdo al tipo de información percibida, los marcos de referencia se dividen en *alocéntricos* y *egocéntricos*. Los alocéntricos se encargan de proporcionar información espaciotópica, por ende se fija en los objetos, localizaciones o direcciones de referencia en la escena 3D, mientras que los egocéntricos se encargan de la información relacionada con el cuerpo, incluyendo los marcos de referencia retinotópico, craneotópico, centrado en el cuerpo y centrado en la locomoción(104).

Describiendo cada uno de los marcos de referencia egocéntricos, el retinotópico abarca cualquier marco de referencia fijado en los ojos, el craneotópico se relaciona con la función del sistema vestibular, los centrados en el cuerpo se relacionan con los marcos de referencia asociados a la línea media y/o eje anteroposterior, por último, el marco de referencia para la locomoción terrestre puede ser definido por el rumbo instantáneo y su normal en el plano horizontal lo que se denomina eje locomotor(104).

Los objetivos “físicos” de los movimientos corporales y oculares requeridos para el procesamiento de la información percibida dentro del marco de referencia egocéntrico no están disponibles de manera inmediata y codificada en el cerebro. Esto es porque cada fuente de información es codificada en coordenadas ambiguas para el cerebro (retinotópicas, craneotópicas o corporales), dadas las diferencias entre la relación de la aceleración gravitacional, aceleración locomotriz, fuerzas de contacto activas y pasivas, entre otros factores(104).

Entonces, es necesario combinar relaciones aloécnicas relacionadas con la profundidad o distancia entre los objetos con la información proveniente de la integración multi-sensorial. De esta manera la ubicación espacial es la consecuencia de la combinación de señales sensoriales, copia eferente y memoria espacial, haciendo las inferencias o estimaciones respecto al automovimiento o movimiento de los objetivos, creando así el referente espacial del propio sujeto (104).

Desde este punto de vista, los cambios en la posición de los ojos con respecto a la cabeza o en relación a los segmentos corporales son interpretadas por el Sistema Nervioso Central a partir de las transformaciones del marco de referencia (104). En efecto, el procesamiento de la información sensorio-motriz y espacial en el cerebro se relaciona con las tareas de auto-movimiento o movimiento de objetivos. Gracias a esta información se puede lograr el control de los movimientos oculares y la estabilización visual (104). Entonces, la función principal del marco de referencia visual es guiar el movimiento por medio de la interacción ambiente externo - representación interna y de esta manera dirigir la acción a desarrollar (105).

Por lo tanto, la construcción de los marcos de referencia se da gracias a la información proveniente de los diferentes sistemas sensoriales que luego son traducidos por cada sistema sensorial (105). Dicha información es dependiente de la tarea (106), por ende se ve afectada por el grado de automatización de la tarea, la disponibilidad y congruencia de la información proveniente de la visión y la gravedad, entre otros factores. En el caso de algún conflicto, las estrategias de orientación corporal permiten seleccionar el marco de referencia más confiable de acuerdo a la información disponible para la realización de tareas, entre otras las asociadas al balance postural (105,106),

2.7 Insumos visuales y su integración en la información espacial

La visión es uno de los sistemas sensoriales que le permiten al sujeto relacionarse con el ambiente externo (105). Gracias a su papel como marco de referencia para la orientación del eje corporal y la verticalidad, principalmente en condición estática, garantiza la ubicación espacial por medio de los referentes aloclínicos y la horizontalización de la mirada (93). De esta manera, los cambios ópticos son los encargados de modificar patrones de flujo óptico (percepción del movimiento aparente en las escenas visuales) e información visual, integrando la información aferente relacionada con la posición de la cabeza respecto al cuerpo y de los ojos respecto a la cabeza, contribuyendo a la configuración u orientación corporal en el espacio. (107).

Así, desde tres puntos de referencia del sistema visual - central, ambiental y deslizamiento retiniano-, existe una especialización en diferentes tipos de información relacionados con percepción de movimiento, reconocimiento de objetos, características particulares de la escena, auto-movimiento y desplazamiento del sujeto (103). Esta información es registrada por los movimientos oculares y la mirada como principales fuentes de información, escaneando de esta manera el campo visual en tiempo real.

Debido a que los movimientos oculares son de alta frecuencia y altamente repetitivos, es posible que haya discontinuidad en la percepción visual, llevando a que el sujeto se “fije” en porciones particulares de la escena de tal manera que desde los movimientos de rastreo se determinen cuáles son los aspectos más importantes de la escena (104). Finalmente, esta información llega al cerebro para construir la percepción visual de manera coherente y estable, en relación a la información percibida desde el ambiente. Este proceso se relaciona con la memoria dinámica, percepción, y atención del movimiento real, influyendo directamente en la toma de decisiones y el control del movimiento por medio de la actualización de la información percibida (104). Lo anterior permite construir el ambiente externo, en relación a los referentes aloécnicos y egocéntricos, usando esta información como retroalimentación para controlar la oscilación postural del cuerpo ante las perturbaciones del equilibrio (103). En este sentido, las respuestas inducidas por el sistema visual sobre el sistema de control postural pueden ser mediadas por dos mecanismos: un sistema de latencia corta dirigido por el estímulo visual transitorio, que es muy sensible a la geometría visual (diferencias entre las posiciones aparentes de un objeto visto desde diferentes ángulos) y es responsable por los ajustes rápidos y automáticos asociados a la oscilación postural, y por otra parte, un sistema de latencia larga relacionado con la percepción consciente del auto movimiento durante desplazamientos corporales de mayor duración que ejecuta respuesta de balance más cortas (104). Sin embargo, el papel de la visión en la modulación de las adaptaciones posturales aún es un tema de estudio (91). Por ejemplo, en la bipedestación estática, la inclinación anterior del centro de presión del pie y la reducción de la oscilación corporal son las contrapartes del incremento de la capacidad de balance como consecuencia del aprendizaje según lo descrito por Tarantola, Nardone, Tacchini, & Schieppati, (1997). No obstante, la visión se asocia más con la oscilación anteroposterior que con la medio-lateral (108).

Uno de los subsistemas que participa en la construcción de la información visual involucrada en el control de la postura es el sistema motor ocular que se desarrolla a continuación. Los movimientos oculares también conocidos como eventos oculomotores (104) pueden clasificarse de acuerdo al comportamiento típico de la mirada,

que comprende desde movimientos de fijación y estabilización hasta movimientos rápidos o sácadicos. Cada uno de estos posee diferentes funciones dentro de la percepción visual y cuentan con características diferentes en relación a duración, tarea, tiempo empleado en el área de interés, amplitud y velocidad de las sacadas. En la siguiente tabla se hace un breve resumen:

Tabla 2 Movimientos oculares.

Tipo	Definición y Características
Movimientos rápidos	Rápidos incrementos en la aceleración del ojo, se caracterizan por velocidades pico, desde 10°/segundos hasta 500°/segundo. En condiciones especiales se han descrito velocidades de rotación ocular de hasta 600-800 grados por segundo. El flujo de información que proviene de esta fuente se reduce con los movimientos sácadicos.
Movimientos de fijación	Periodo de estabilización entre series de movimientos sácadicos (104). Estos tienen características particulares en relación a la duración del intervalo de fijación, y la dispersión sobre el área de interés. Los movimientos de fijación consisten usualmente en movimientos de baja amplitud y en microsacadas (movimientos conjugados a tasa de 1-2 Hz) y movimientos de tipo <i>Drift</i> (arrastre)(104).
Movimientos oculares lentos	Proporcionan estabilización de la imagen, ante el movimiento del ambiente, en el caso de los movimientos optokinéticos, o el movimiento del observador, en el caso del movimiento vestíbulo-ocular. Son considerados como movimientos compensatorios de los movimientos cefálicos (104). En condiciones reales, estas diferentes respuestas se encuentran vinculadas. La respuesta vestibulo ocular, permite la estabilización de la mirada y la postura, la percepción de automovimiento. Los ojos rotan en la dirección contraria al movimiento aunque se traten de movimientos lentos.
Nistagmo optokinético	Movimiento de carácter periódico cuyo objetivo es estabilizar la imagen sobre la retina mientras se da el movimiento de la escena. La respuesta consiste en dos fases: fase lenta, seguida del movimiento coherente de la imagen sobre la retina, y una fase sácadica - rápida de reposicionamiento. Por medio de la respuesta de dos fases disminuye el deslizamiento de la imagen, minimizando la diferencia entre el movimiento angular del globo ocular y la velocidad angular de la imagen en movimiento. Por lo tanto el reflejo optokinético se controla por medio de un marco de referencia alocéntrico. Si el sujeto observa un objeto en movimiento, la fase lenta de la respuesta OPK no se distingue del movimiento de búsqueda suave (<i>smooth pursuit</i>). La diferencia entre el nistagmo optokinético y el reflejo optokinético, es que el primero constituye la respuesta motora y el segundo el mecanismo neurológico de control cerrado que actúa solo en la fase lenta del Nistagmos.

Movimientos de búsqueda suave (*Smooth pursuit*) Son los encargados de realizar una función de tracking (seguimiento). Dependen de un objetivo en movimiento, y actúa preferencialmente en ambientes y objetivos visuales familiares al observador. De tal manera que es posible predecir y anticipar las posiciones del objeto en movimiento inclusive cuando el objetivo visual desaparece de la escena momentáneamente. Cuando los objetivos visuales superan cierta velocidad, la mirada queda retrasada con respecto del objetivo y aparecen de este modo, movimientos sácadicos de recuperación en la misma dirección del objetivo.

Fuente : Adaptado de Lappi (2016) (104)

Sin embargo, movimientos como las fijaciones, no tienen un comportamiento estricto de fijaciones, ya que en condiciones fisiológicas, los ojos nunca están completamente fijos, gracias a las compensaciones que deben hacer frente a la oscilación postural y el micro-movimiento que está dirigido a evitar la adaptación de las vías neurales frente a una imagen fija en la retina. En efecto, los movimientos pequeños de los ojos modifican la imagen en la retina evitando la adaptación (104). De la misma manera, los movimientos oculares no compensan totalmente los movimientos de la cabeza, y cuando se suman a la modulación de receptores visuales (mediado por movimientos oculares) se da la construcción perceptual de la imagen en el dominio espacial, temporal y de frecuencia. De esta manera, es posible que movimientos como las microsacadas se asocien a la captura de detalles finos o rectificación de imágenes visuales distorsionadas por percepción, durante las tareas de fijación de la mirada (104).

Así mismo, es necesario reconocer en los movimientos oculares un mecanismo de estabilización de la mirada y de control postural cuando los marcos de referencia encuentran en movimiento. Por ejemplo, durante las rotaciones de la cabeza, el reflejo vestibulo ocular responde al movimiento, a partir de la información inercial percibida por el vestíbulo, mientras que el reflejo optokinético, responde a las traslaciones mediante información visual (109). La función de estas dos respuestas es estabilizar la mirada en la retina, regulando reflejos importantes para el balance postural global del cuerpo. Esto se lleva a cabo por medio de las eferencias compensadoras que son enviadas desde el sistema vestibular a los núcleos del sistema motor ocular para regular y organizar la información percibida del ambiente externo (109).

2.8 Copia eferente

Una de las formas de lograr la estabilidad visual es usar la copia de un comando de movimiento previo que se ajusta simultáneamente a la percepción del movimiento ocular correspondiente, esto se conoce como copia eferente. Este concepto fue enunciado por primera vez por Von Helmholtz, en 1867, sugiriendo que la retroalimentación sensorial y la información actualizada internamente podría ser comparada para detectar cambios del “mundo sensorial”, pero que la suma de la información de las dos fuentes podría servir para un propósito motor útil (110).

En otras palabras, la copia eferente consiste en predecir las trayectorias de los movimientos oculares copiando las posiciones previas de los mismos y así proporcionar una mejor constancia en el espacio percibido, aspecto del que se hablara en el apartado siguiente.

Durante las traslaciones activas, la copia eferente combinada con el modelo de retroalimentación de la dinámica corporal, puede contribuir con la actualización espacial de objetivos de movimiento. Esto se logra por medio de la combinación de las señales provenientes de los diferentes marcos de referencia se logran diferentes objetivos de movimiento, que pueden ir desde tareas estáticas como la estabilización corporal luego de un movimiento específico o el desarrollo de alguna tarea dinámica. En el caso particular de las rotaciones horizontales del cuerpo, al encontrarse el cuerpo fijo en relación al eje de gravedad, la construcción de la constancia perceptual recae en las señales de copia eferente (110).

2.9 Constancia espacial

La constancia espacial es un proceso multi-sensorial, que se deriva de la representación interna derivada de la predicción de un objetivo visual futuro en el contexto del cuerpo que se encuentra en movimiento. Como ya se ha descrito tanto el movimiento activo como el movimiento pasivo es detectado por los diferentes órganos

sensoriales (somato-sensación, visión y vestíbulo). Estas señales son usadas por un modelo interno que actualiza la representación de la localización del objetivo futuro. Cuando el movimiento es auto-iniciado, el modelo interno es capaz de usar la retroalimentación continua de manera dinámica sobre el movimiento actual para actualizar la ubicación futura del objetivo, o incluso predecir la nueva localización del objetivo por medio de la reasignación basada en la copia del comando de movimiento pre-programado (copia eferente pre-programada). Sin embargo, las operaciones del modelo interno pueden agregar ruido a la representación internamente reasignada del objetivo futuro. Cuando la información visual está disponible el cerebro puede evaluar la verosimilitud de la estimación probabilística de los estados futuros, comparando la entrada sensorial actual con la posición reasignada de la localización. Para la constancia sensorio-motriz, el cerebro puede combinar la reasignación del objetivo y la nueva información aferente sobre el objetivo para dirigir la acción motriz por medio de una estimación más precisa de la localización (110).

La constancia espacial requiere de la actualización permanente de la información visual percibida por medio de movimientos sácadicos. Tales procesos se dan únicamente en el movimiento activo, e involucran neuronas del colículo superior, tálamo, campos oculares frontales, área lateral intraparietal, entre otros, para que tengan acceso a la información relacionada con el tamaño y la dirección del siguiente movimiento ocular (110).

2.10 Resumen

El bailarín se ve sometido a un flujo de información proveniente de señales auditivas, visuales y propioceptivas durante la ejecución tanto de tareas sencillas, como de tareas alta complejidad, entre ellas los giros. Las asociaciones entre las diferentes entradas sensoriales son dependientes de la frecuencia en la que se perciba dicha información para que se realicen ajustes en tiempo real que garanticen la estabilidad de la posición

en relación a la tarea reduciendo el riesgo de caída o de “fracaso” o se realice una ejecución precisa. En la danza, el papel particular de la visión se ve influenciado por la dirección y la velocidad del movimiento, además de ser una de las principales herramientas de aprendizaje. Así, durante los movimientos de rotación a gran velocidad, el sistema visual solo tiene periodos cortos de fijación en un objetivo del ambiente (Perrin et al 2002). El objetivo de esta fijación es evitar el nistagmo post rotacional (con el mecanismo vestíbulo-ocular), condición que puede estar determinada por la experiencia en el caso de los bailarines (23). Entre mayor sea la información visual usada en el proceso de aprendizaje, mayor será la reducción en el rendimiento y el equilibrio cuando la visión se remueve o se altera (23,111).

Algunos autores proponen que la contribución de la información visual en la condición dinámica se reduce, ya que los movimientos de la cabeza llevan a un conflicto en la toma e integración de la información visual, mientras que la contribución de la información propioceptiva se incrementa (93). Sin embargo, en condiciones donde la propiocepción o la información vestibular no están disponibles, Jahn et al 2000 citado en (Guerraz 2008) menciona que la estabilización de la postura se asocia a la información visual (103). De esta manera, aparentemente, el papel de la información visual en la estabilización corporal es dependiente de la tarea, la superficie de trabajo y la integridad de los demás inputs sensitivos, que retroalimentan la información percibida por el ambiente.

Así mismo, las adaptaciones vestibulares inducidas por experiencias motoras constituyen un factor clave del entrenamiento en deporte. Además, Paillard (2017) reporta de acuerdo a lo citado por otros autores que *“los estímulos al sistema vestibular derivados de la práctica de actividad física regular o actividades deportivas – como la gimnasia o la danza, originan un fenómeno de modulación y/o habituación relacionado con los reflejos vestíbulo oculares lo que facilita los movimientos compensatorios – ojo cabeza”*, y que de esta manera se reduce la susceptibilidad de mareo ante los gestos motores que demandan muchos giros (30). La naturaleza y la magnitud de las adaptaciones vestíbulo oculares y viso oculares podrían depender del deporte

practicado así como de las habilidades motoras desarrolladas en cada deporte (112,113). Sobre todo, las adaptaciones vestibulares contribuyen a proveer información relevante relacionada con el movimiento y de esta manera refinar los medios que permiten controlar la postura.

De esta manera, es necesario tener en cuenta que en la literatura revisada no se encontró evidencia de asociaciones entre la variabilidad de los movimientos oculares, y el balance postural. Las posibles correlaciones entre estas variables serán medidas a analizadas en este estudio, a la luz de la teoría aquí expuesta de la integración multimodal de información sensorial y el control de la postura en bailarines.

3.Marco Metodológico

En este apartado se describen los elementos relacionados con el proceso de investigación: metodología utilizada, conceptos éticos, variables analizadas, pruebas aplicadas, protocolo y herramientas estadísticas para el análisis descriptivo y correlacional de la información.

3.1 Tipo y diseño de estudio:

Estudio no experimental, analítico de corte transversal en el que se busca identificar cuáles y de que magnitud son las correlaciones y medidas de asociación entre el balance estático y dinámico, la variabilidad de los movimientos oculares y el antecedente de lesiones musculoesqueléticas en bailarines de danza folclórica.

3.2 Población

Bailarines activos de diferentes compañías de danza folclórica de la ciudad de Bogotá, principalmente de la Compañía Artística Kaluá, donde se convocó a participar a 41 bailarines, de los cuales participaron 27. Adicionalmente se incluyeron 4 participantes externos que no pertenecían a esta compañía pero que se enteraron del proceso de investigación y cumplían con los criterios de inclusión.

3.3 Muestra

Se trabajó con una muestra a conveniencia con un grupo compuesto por 31 bailarines, de acuerdo a lo descrito en el ítem anterior. Todos los participantes mostraron interés en participar en el proceso de investigación.

3.4 Determinación del tamaño de la muestra:

No se determinó el tamaño de la muestra debido a que se trabajó con una muestra a conveniencia.

3.5 Muestreo

Se hizo un muestreo no probabilístico, a conveniencia, basado en la respuesta a la convocatoria pública en la compañía que proporcionó la mayor parte de los participantes del estudio y por voz a voz para los demás interesados.

Los participantes debían cumplir con los criterios de inclusión planteados. Estos se enuncian a continuación.

3.6 Criterios de inclusión:

- Bailarines activos de danza folclórica en alguna compañía de danza de Bogotá.
- Realizar entrenamiento de al menos 6 a 9 horas en la semana
- Pertenecer actualmente a una compañía de danza, como bailarín activo
- Tiempo mínimo de práctica de por lo menos 6 meses consecutivos.

3.7 Criterios de Exclusión

- Vértigo no tratado
- lesiones a nivel de los sistemas auditivo, vestibular o propioceptivo que no permitan realizar las pruebas.
- Usar actualmente medicamentos que puedan afectar el balance (psicotrópicos, antidepresivos o hipnóticos).
- Cirugías recientes en los MMII o tronco que aún estén en proceso de cicatrización.
- Compromiso en la movilidad articular del tobillo u otra articulación.

3.8 Fuentes de información

Se cuenta como fuentes primarias con los datos reportados por los bailarines participantes y obtenidos por las mediciones realizadas, como fuentes secundarias los artículos consultados en las bases de datos como Pub Med, Science Direct, Springer Journal, Springer Books, Research Gate, realizando la búsqueda respectiva utilizando los siguientes términos MeSH: Dance, Musculoskeletal Injury, Prevalence, Incidence, Postural Balance, Dynamic Postural Balance, Static Postural Balance, Vision, Gaze, Fixation, Reference Frames, Sensorial Reweighting, utilizando los conectores AND - OR según correspondiera, asociando principalmente la búsqueda a la danza, buscando artículos publicados entre 2006 – 2017, con texto disponible para su consulta. Como otras fuentes de información se utilizaron algunos libros publicados entre 2006 – 2017 Relacionados con movimientos oculares, balance postural, aprendizaje y control motor, estadística y epidemiología entre otros.

3.9 Aspectos Éticos

3.9.1

Aprobación Comité de Ética

El presente trabajo fue presentado y revisado en el comité de ética de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia, luego de la verificación de los requisitos recibió concepto aprobatorio por parte del comité por medio del acta de evaluación N° 005 – 039 – 17 (ANEXO A). Este concepto fue emitido bajo los siguientes criterios

De acuerdo las disposiciones contenidas en el acuerdo de Helsinki, y la norma 8430 de 1993 (Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud) se plantean los siguientes puntos:

- El presente proyecto constituye un estudio de las técnicas y métodos que se recomienden o emplean para la prestación de servicios de salud, de la misma

forma representa una *investigación sin riesgo* asociado a la experimentación dado su carácter transversal y descriptivo, con mínimo riesgo asociado a la medición, ya que la selección de sujetos bailarines de danza folclórica potencialmente sanos.

- En el marco de la investigación propuesta se ha contemplado realizar una convocatoria y reclutamiento voluntario de bailarines con sus respectivos criterios de inclusión y exclusión. Para la realización de la misma, se ha realizado convocatoria personal - en compañías de danza e individuos particulares interesados en participar- para la convocatoria de los posibles participantes. Adicionalmente se ha diseñado el consentimiento informado (adjunto) que se dará a conocer en su totalidad a los participantes con todos los requerimientos contemplados en la norma, que para efectos de esta investigación, demanda especial énfasis en el manejo y confidencialidad de la información, datos e imágenes de los individuos así como los beneficios que proporcionará los resultados de la investigación para identificar posibles factores de riesgo.
- La CONFIDENCIALIDAD: Los registros con la información de cada individuo permanecerán archivados por parte de la estudiante de maestría y por algún tiempo en los computadores de los laboratorios de Neurociencias y Movimiento Corporal Humano de la Facultad de Medicina - Universidad Nacional de Colombia. Los resultados de las pruebas y la información que los individuos han proporcionado son de carácter absolutamente confidencial, de manera que solamente dichos participantes y el equipo de investigación tendrán acceso. Cuando los resultados de este estudio sean publicados en revistas o congresos científicos, los nombres de todos los participantes en el estudio serán omitidos. También manifestamos que los pacientes serán informados sobre la absoluta autonomía que poseen para solicitar el no uso de su información, así como la entrega de todos los documentos, datos, imágenes y archivos que la contienen en cualquier punto de la investigación

Consentimiento Informado

Este documento se encuentra anexo (ANEXO B) y contiene una breve introducción relacionada con la investigación, tipo de pruebas a realizar (movimientos oculares, balance estático y dinámico), riesgos previstos, espacio para resolución de dudas y apartado final para aceptar su participación voluntaria en el proceso.

Conflictos de interés

No existen conflictos de intereses entre el equipo de investigación y la Universidad Nacional de Colombia – el investigador - como único financiador del proyecto. El investigador ha contado con autonomía para la formulación de los objetivos, alcances y productos de acuerdo al problema de salud identificado.

3.10 Definición operativa de variables

A continuación se describen de manera operativa las variables a tratar.

Tabla 3 Definición operativa de variables

VARIABLE	TIPO	ÍNDICE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ORDINAL/NOMINAL	INDICADOR	ESCALA
Balance Estático (94)	INDEPENDIENTE	Índice de simetría (COBS) (94)	Define cuando los armónicos son los movimientos.	Ordinal	Entre más alto mejor la coherencia de los valores medidos. Máximo valor (0,95 a 1.00)	0.0-1.00
	INDEPENDIENTE	Índice de coordinación derecha e izquierda (COBS) (94)	Define la coherencia de irregularidad entre las mediciones o valores derecha/izquierda en un momento de tiempo predeterminado.	Ordinal	Entre más alto mejor la coordinación. máximo valor (0,90 a 1.00)	0.00-1.00
VARIABLE	TIPO	ÍNDICE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ORDINAL/NOMINAL	INDICADOR	ESCALA

Balance Dinámico	INDEPENDIENTE	MEDIDA COMPUESTA (Y Balance Test) (114).	Medida compuesta normalizada con la sumatoria de las tres distancias y con la longitud del MMII. Distancia alcanzada en sentido anterior, postero medial y postero lateral medida.	Ordinal	Alcance máximo en tres direcciones y su medición normalizada. Compuesta calculada. Porcentaje respecto a la longitud del MMII.	0 - 100%
Variabilidad de Movimientos oculares	INDEPENDIENTE	Coficiente de Variación CV	Cociente de la desviación estándar / promedio de la amplitud de la mirada (útil para comparar la variabilidad de los datos respecto al promedio entre dos poblaciones).	Ordinal	Valor numérico adimensional.	0-100
Lesión musculoesquelética	DEPENDIENTE	CUESTIONARIO DE INGRESO	Lesión originada por la práctica dancística que impide el desarrollo de las actividades normales por más de 24 horas	Nominal	Tipo de Lesión en el sistema musculoesquelético y región afectada	Si - No
Tiempo de practica	INTERVINIENTE	CUESTIONARIO DE INGRESO	Cantidad de tiempo que lleva desarrollando la actividad dancística	Nominal	> 1 año 1 a 3 3 a 6 6 a 10 más de 10	Rango
Edad	INTERVINIENTE	CUESTIONARIO DE INGRESO	Número de años en el momento del estudio	ordinal	0 - 100	Años
Genero	INTERVINIENTE	CUESTIONARIO		nominal	Masculino Femenino	M-F

Fuente: Investigadora.

3.11 Instrumentos y mediciones

En este apartado se describen las características relevantes de los instrumentos usados para la medición, para ver con más detalle el procedimiento y protocolo de cada prueba remitirse al ANEXO C.

Cuestionario de datos personales

Los participantes en el estudio diligenciaron de manera individual un formato de **3.11.1. Google**, que contenía un cuestionario donde consignaban datos personales (nombre, edad, genero, dominancia, profesión, correo electrónico), datos relacionados con tiempo de experiencia en danza, lesiones (localización, persistencia de síntomas, reincidencia de las mismas), antecedentes personales, alteraciones vestibulares y visual o articulares conocidas, para así también identificar criterios de inclusión y exclusión y tener los datos nominales para el análisis posterior. (ANEXO C)

3.11.2 Plataforma COBS

En esta plataforma se realizó la medición de balance estático utilizando la prueba posición habitual, de acuerdo a los criterios descritos por el fabricante. Para el análisis se seleccionaron dos mediciones: índice de simetría y coordinación derecha izquierda (94) luego de una tarea dinámica usual en la danza (giros anterógrados hacia derecha e izquierda).

El objetivo era observar la estabilización postural luego de la tarea observando la simetría entre las extremidades (cuantificando la coherencia o irregularidad entre las mediciones o valores derecha / izquierda en un tiempo determinado) y la coordinación observada entre derecha e izquierda (cuantificando la armonía de los movimientos entre las extremidades), por medio de la oscilación o la variación de la carga de peso entre los dos sensores de la plataforma. A continuación se reportan los datos de referencia.

Tabla 4 Valores de Referencia prueba posición habitual plataforma COBS.

	Derecha	Izquierda
Coordinación Derecha - izquierda	0 - 1.0	0 - 1.0
índice de simetría	0.00 - 1	0.00 - 1

Fuente: PLATAFORMA COBS-FEEDBACK (Physiomed Elektromedizin® Ag.) (94)

Medición de movimientos oculares con Tobii Glasses - Eye Tracker

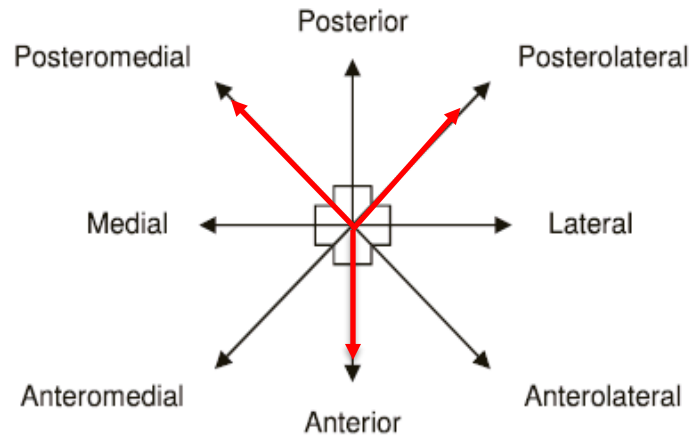
3.11.3 Usando las gafas de Tobii glasses Eye - tracker (115,116) se obtuvieron los datos de la amplitud de los movimientos oculares durante la tarea de balance estático sobre la plataforma COBS. El objetivo era estimar la posición del ojo en el espacio por medio de la medición obtenida de la amplitud de la mirada. Esta medición fue realizada en grados (°). Los movimientos fueron tomados usando una cámara que se encuentra incorporada en el lente en el ojo derecho. La información fue registrada cada 33 milisegundos y guardada en un mini computador propio del equipo. (ANEXO C).

3.11.4

Prueba Y balance test (balance dinámico) (114)

La prueba Y balance Test fue la prueba seleccionada para medir el balance dinámico. Esta prueba ha sido utilizada en atletas para medir el balance dinámico (114-120). Se deriva de la modificación de la prueba Star Excursion Balance Test (95,96,114,121), debido a que se encontró que las distancias que más proporcionan información sobre el balance son la Anterior, Postero - Medial y Postero - Lateral. Cuenta con valores de confiabilidad intraevaluador (ICC) 0.85- 0.89 e interevaluador 0.97 a 1.00 (117), datos de confiabilidad en alcance máximo 0.80 -0.94(96,122,123) y promedio de alcance 3 ensayos 0.85-0.93(96,123) (Ver Prueba ANEXO C).

Ilustración 2 Prueba original SEBT, En rojo Y balance Test



Fuente: Original (Gribble et al 2012) (95) Modificado por la Investigadora.

De la misma manera se reportan las formulas relacionados con el cálculo de los alcances normalizados y compuestos a continuación:

Tabla 5 Calculo de los alcances normalizados y compuestos en la prueba Y- balance test.

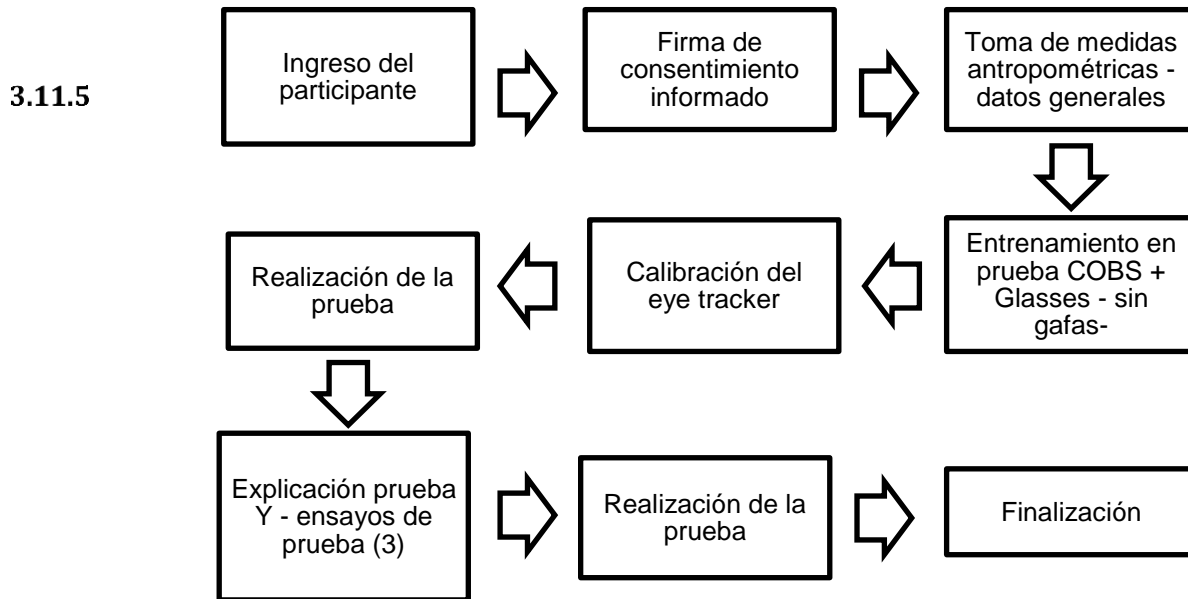
MEDIDA	FORMULA
DISTANCIA DE ALCANCE RELATIVA - NORMALIZADA (%)	Distancia absoluta de alcance (cm)/ longitud de la extremidad (cm) * 100
COMPUESTA DEL ALCANCE (%)	Sumatoria de las tres distancias de alcance (cm) - anterior, posteromedial y posterolateral - / 3 veces la longitud de la extremidad (cm) * 100

Fuente : Shaffer 2013 (124).

Para una mayor descripción de los ítems anteriores, dirigirse al ANEXO C

Protocolo de medición.

Ilustración 3 Flujoograma del protocolo de medición



Fuente: creación de la Investigadora

A continuación se describen en forma de listado las actividades del protocolo de medición:

1. Firma consentimiento informado.
2. Diligenciamiento cuestionario Google.
3. Medidas antropométricas
 - a. Longitud real MMII
 - b. Peso
 - c. Talla
 - d. Entrecejo
4. Creación del usuario en la plataforma COBS.
5. Instrucción en plataforma COBS – línea de base y giros (Ensayos de prueba para examinar la superficie y tarea solicitada)
6. Colocación y calibración Tobbi Glasses Eye Tracker
7. Realización de la prueba de balance estático en plataforma COBS
8. Realización prueba de balance dinámico prueba Y Balance test

9. Finalización del protocolo

Consideraciones del protocolo:

Para la prueba de balance estático el sujeto inicia la prueba sobre la plataforma COBS, con las gafas Tobii Glasses Eye Tracker puestas (que fueron calibradas previamente), **3.11.6** en bípedo con los pies separados en posición anatómica, de acuerdo al ancho de su cadera, usaron medias debido a la fricción con las celdas de la plataforma COBS, que no facilitaban los giros. El spot para la fijación visual se encuentra ubicado de acuerdo a la distancia entre el entrecejo y los pies + 12 cm (altura de la plataforma COBS) y el sujeto se ubicó a una distancia entre 80 y 1,60 cm (largo de la plataforma COBS). La prueba consistía en realizar cinco giros unipodales anterógrados consecutivos (donde se permitía el uso del mmii que no estaba haciendo el apoyo unipodal para “impulsarse”), luego de esto el sujeto debía apoyar los pies en cada una de las celdas de la plataforma COBS y mantener la posición durante 10 segundos. Esta prueba fue realizada para cada extremidad de manera alternada 3 veces con descansos de un minuto entre giros. Las gafas detectaron el movimiento de la pupila durante toda la prueba registrando información cada 33 ms.

Para la prueba de balance dinámico debían estar sin medias, se ubicaron en la caja de madera central en apoyo unipodal para hacer los alcances en las tres direcciones (anterior, posterolateral y posteromedial) realizando los tres alcances de manera consecutiva, se permitía hacer desplazamientos del tronco y flexión de rodilla, con la condición de ser capaz de volver a la posición, si esto no era posible la prueba debía repetirse. Esta prueba, al igual que la prueba anterior se repitió tres veces para cada extremidad, de manera alterna y con un minuto de descanso entre cada prueba.

3.12 Recolección de la información.

La encargada de la recolección de la información fue la investigadora principal, hizo uso de las siguientes estrategias:

- Cuestionario electrónico (Google Forms): se registró información relacionada con datos personales, lesiones, criterios de inclusión y exclusión. La identificación de la información diligenciada se dio por medio del nombre de cada participante. Se descargó un documento de Excel donde esta consignada la información

- Prueba Y balance test y Datos antropométricos (Diario de campo): se registraron datos generales (nombre, edad, peso, talla, distancia al pies al entrecejo (para calcular la altura del spot), longitud real de los MMII, y otros datos de interés relacionado con la realización de las pruebas) y los datos obtenidos de la ejecución de la prueba Y balance test (balance dinámico).
 - Datos prueba Y balance test, discriminados por dirección del alcance - Anterior, Postero- Medial y Postero-Lateral-, lado evaluado, intento, longitud real de cada Extremidad inferior, para facilitar el cálculo de la normalización y medida compuesta para cada una de las pruebas de acuerdo a lo descrito anteriormente.

- Plataforma COBS y datos Tobii Glasses Eye Tracker: (Documento de Excel) para facilitar la sistematización de la información se marcó cada casilla con el nombre de cada uno de los participantes allí se registró el resultado de cada una de las pruebas:
 - Datos plataforma COBS – discriminados por participante, lado evaluado intento (#3), prueba específica (índice de simetría, coordinación derecha izquierda, índice de fuerza, desviación en porcentaje).
 - Datos Tobii Glasses Eye Tracker: fueron extraídos luego del procesamiento de la información en el software propio del equipo, por intervalos de 10 segundos, con celdas marcadas para cada participante midiendo la amplitud de los movimientos oculares.

Se realizó la medición de los promedios por medio de Excel para reportar una única medición por participante de cada una de las pruebas de balance estático y dinámico.

3.13 Análisis de datos

El análisis descriptivo de los datos se realizó utilizando medidas de tendencia central como el promedio y la desviación estándar o mediana y rangos intercuartílicos según corresponda, que posteriormente permitieron tener un dato de cada medición (balance estático y dinámico, variabilidad de la fijación) para cada participante.

De acuerdo a los datos obtenidos en las pruebas de balance de la plataforma COBS, se realizó un análisis estadístico preliminar tomando los datos de 10 y 3 segundos, encontrando correlación positiva (>0.5) entre los datos de balance a los 3 y los 10 segundos, tomando los datos de 3 segundos para el análisis final.

Para el análisis final, se reportaron los datos de simetría y coordinación derecha izquierda en términos de medias para cada participante en las pruebas de balance estático a los tres segundos; mientras que para la prueba de balance dinámico se tomaron para el análisis los datos de la medición de los alcances compuestos (anterior, posteromedial y posterolateral) en concordancia con hallazgos en estudios previos, dejando una única medición por participante.

Para los movimientos oculares, los datos del Eye tracker Tobii Glasses se exportaron directamente al Software Tobii Studio versión 3.3.2, de allí se extrajeron los datos crudos tomando fragmentos de los videos de 10 segundos de duración posterior a la finalización de los giros, para cada extremidad y para cada giro. En el análisis final se tomaron en cuenta los datos de 3 segundos debido a que se encontró correlación positiva (>0.5) entre los datos de balance a los 3 y los 10 segundos. Se tomaron los datos de la variación de los movimientos oculares por medio del coeficiente de

variabilidad (CV). Este se calculó al dividir la desviación estándar del grupo de datos de amplitud de la mirada en grados sobre el promedio de las mediciones se realizó de acuerdo a los datos obtenidos cada 33 ms para cada participante y en cada extremidad, se promedió por extremidad y luego se promediaron los dos lados.

Para todas las mediciones se combinaron los datos del lado derecho e izquierdo para reducir el impacto que podría tener la dominancia en el análisis de los mismos. Se obtuvo únicamente la medición del ojo derecho por las características del instrumento de medición.

3.14 Análisis estadístico

Utilizando la herramienta estadística Stata 13.0 y 14.0 se realizó el análisis estadístico de los datos. Inicialmente se utilizó la prueba Shapiro Wilk para identificar el tipo de distribución de los datos. Como medidas de tendencia central se utilizaron la mediana y los rangos intercuartílicos, para las medidas correlacionales se aplicaron pruebas estadísticas no paramétricas como: prueba de Spearman para identificar el coeficiente de correlación entre las variables numéricas, prueba Chi cuadrado para explorar la correlación entre variables ordinales y nominales, y la prueba de Wilcoxon – Mann Withney para determinar el valor de p . Finalmente se utilizó la regresión logística para determinar si existía algún factor predictor de lesiones de acuerdo a las variables analizadas.

Tabla 6 PRESUPUESTO PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

RUBRO	CANTIDAD (HORAS)	VALOR UNIDAD (2017)	TOTAL
RECURSO HUMANO			
INVESTIGADOR PRINCIPAL	960	17.955	17.236.800
DIRECTOR TESIS	96	46.682	4.481.472
ASESOR DE PRUEBAS	30	28.727	861.810
ASESOR ESTADISTICO	18	200.000	360.000
TOTAL			22.940.082
RECURSOS FISICOS			
RUBRO	CANTIDAD (HORAS)	VALOR UNIDAD (2017)	TOTAL
COMPUTADOR	1	2.000.000	2.000.000
MATERIALES PARA PRUEBA Y	1	100.000	100.000
ALQUILER PLATAFORMA COBS	31	40.000	1.240.000
ALQUILER EYE TRACKER	31	120.000	3.720.000
MATERIAL BIBLIOGRAFICO	-	1.000.000	1.000.000
MATERIALES DE OFICINA Y OTROS	-	400.000	400.000
TOTAL			8.460.000
TOTAL RECURSO HUMANO			22.940.082
TOTAL RECURSOS FISICOS			8.460.000
IMPREVISTOS			3.140.000

66 Balance estático y dinámico, variabilidad de los movimientos oculares y de lesiones
musculoesqueléticas en bailarines de danza folclórica

GRAN TOTAL			34.450.082
-------------------	--	--	------------

4. Análisis de resultados

En este capítulo se exponen los resultados obtenidos de la investigación. Inicialmente se presentan de manera descriptiva los datos generales, sociodemográficos y las características de la población en términos de lesiones; se describe el comportamiento de cada una de las variables evaluadas y posteriormente se explican los hallazgos de las pruebas realizadas en términos de correlaciones para seleccionar los datos incluidos en el análisis final: correlaciones estadísticas entre las diferentes variables estudiadas, diferencias para las variables estudiadas entre lesionados y no lesionados y finalmente se presentan datos relacionados con el riesgo relativo de presentar lesiones por medio de una regresión logística.

4.1 Datos de la población

En el estudio participaron 31 bailarines, de los cuales el 87% pertenecían a la Compañía Artística Kaluá, el 13% restante corresponde a bailarines de otras compañías que refirieron estar interesados en participar en el estudio. Dentro de los resultados reportados, para las pruebas en la plataforma COBS y prueba Y balance Test se reportan los datos de 31 sujetos, mientras que para los datos de variabilidad visual se reportan únicamente 30 datos debido a la pérdida de uno de los videos en el proceso de transcripción de la información. En la tabla 1 se muestran los datos correspondientes a las variables sociodemográficas de los participantes.

Tabla 7 Datos Generales de la población

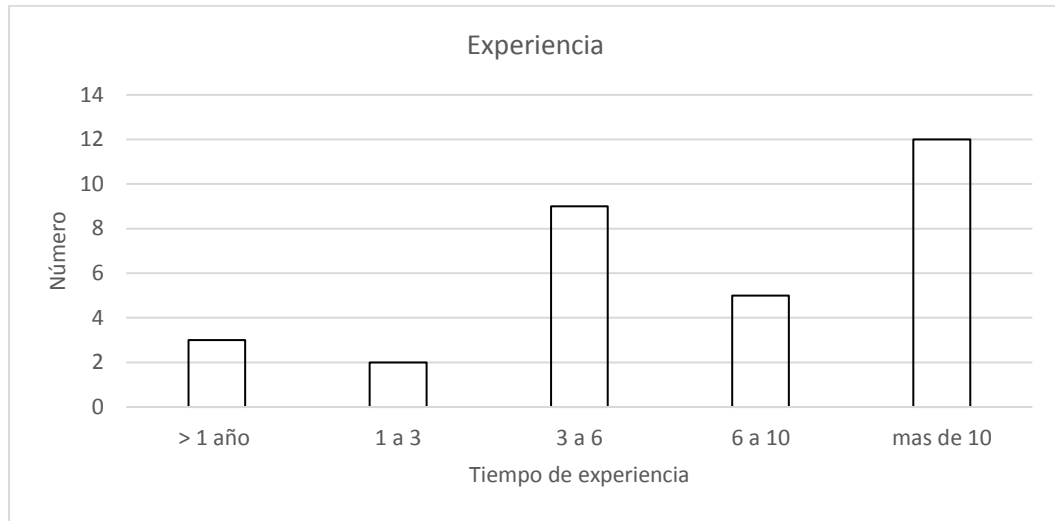
VARIABLE	VALOR	DS	
EDAD (años)	29,42	6,34	
PESO (kg)	60,14	8,76	
TALLA (cm)	164	9,42	
N (31) L:NL	14:17	NA	
GENERO (H:M)	14:17	NA	
TIEMPO DE PRÁCTICA (AÑOS)	<1 AÑO	3	NA
	1 A 3	2	NA
	3 A 6	9	NA
	6 A 10	5	NA
	MAS DE 10	12	NA
PROBLEMAS VISUALES (SI:NO)	13:18	NA	
DOMINANCIA (D:I)	28:3	NA	

Fuente: Datos de la investigación.

L: Lesionados NL: No lesionados

Se muestra que los bailarines tienen en promedio 29,42 años, las variables de peso y talla posiblemente se asocian a la edad y género de los bailarines participantes y a los promedios para la población colombiana. En esta población hay más mujeres que hombres, lo que se coincide con las poblaciones usuales de bailarines. En esta población son más los no lesionados que los lesionados y es similar la distribución poblacional entre género, lesionados y no lesionados y con problemas visuales. Estos problemas visuales se relacionan principalmente con problemas en la refracción que requieren el uso de anteojos o lentes de contacto. Finalmente en relación a la dominancia hay más diestros que zurdos.

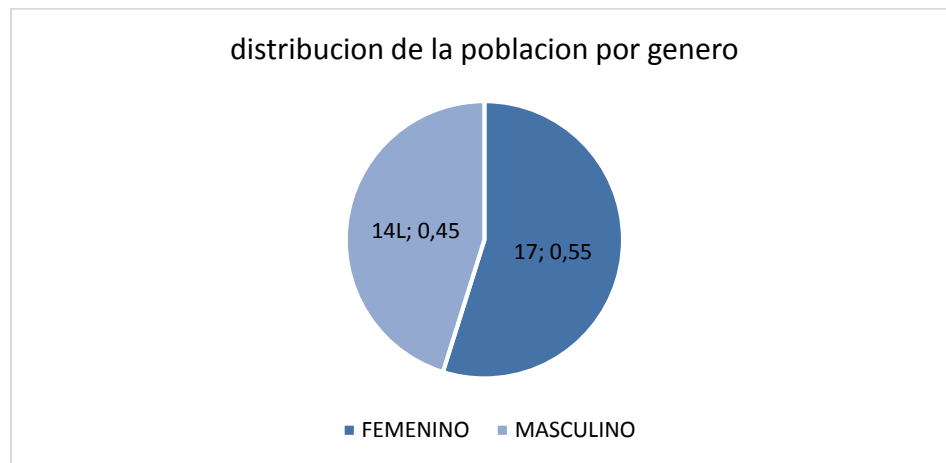
Grafica 1 Tiempo de Experiencia



Fuente: Datos de la investigación

Para el análisis de los datos, el tiempo de experiencia se agrupó por años para facilitar el análisis de la información. En este estudio, más del 50% de los bailarines participantes tienen más de 5 años de práctica en danza, y esto podría estar relacionado con los hallazgos de los resultados en las pruebas evaluadas de debido a las adaptaciones posturales, corporales y del gesto técnico derivadas de la práctica.

Grafica 2 Distribución de la Población por género.

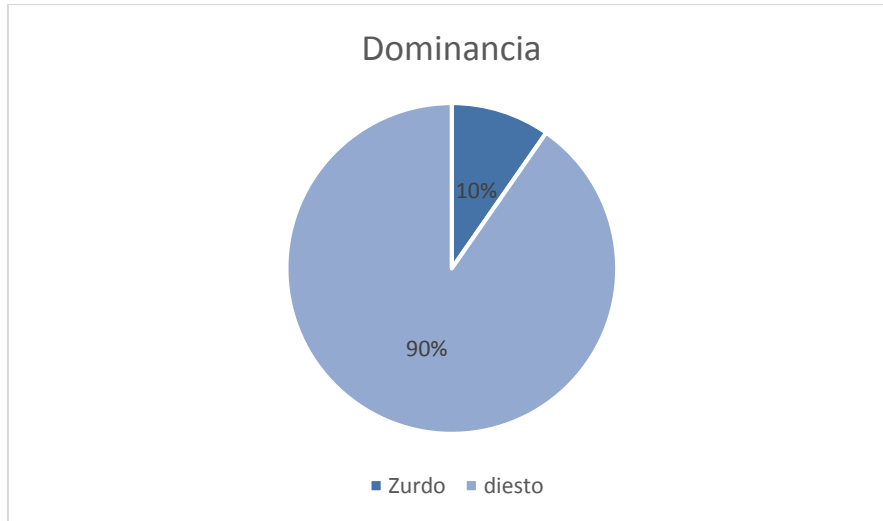


Fuente: datos de la Investigación.

Aparentemente hay una distribución similar de hombres y mujeres, sin embargo hay 3 mujeres más que hombres dentro de los participantes en la investigación, lo que

posiblemente se relaciona con la mayor frecuencia de actividades como la danza por parte del género femenino.

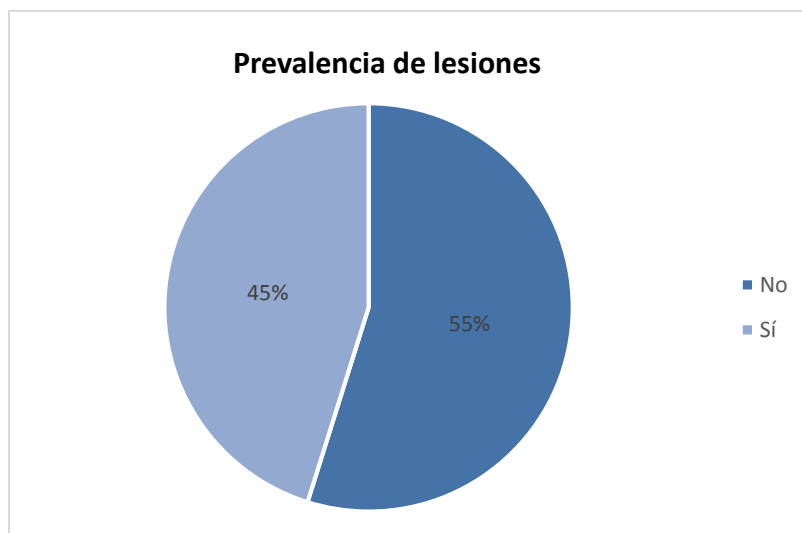
Grafica 3 Datos de Dominancia



Fuente: Datos de la investigación

La mayor parte de los bailarines evaluados son diestros, sin que esto haya mostrado alguna preferencia particular en la dirección inicial de los giros o los resultados de las pruebas.

Grafica 4 distribución de lesiones musculoesqueléticas



Fuente: datos de la investigación

Se encuentra que la distribución de lesiones musculo esqueléticas en el momento de la evaluación es de casi el 50 % de la población total, encontrando lesiones en diferentes localizaciones anatómicas y de diferente tiempo de duraciones, datos que serán explicados más adelante.

A continuación se describe la población discriminada por lesionados y no lesionados:

Tabla 8 Datos de los participantes lesion vs no lesion

VARIABLE		LESIONADOS	NO LESIONADOS
N (31)		14	17
EDAD (AÑOS)*		30,43 (6,35)	28.59 (6.40)
GENERO (H:M)		4:10	10:7
TIEMPO DE EXPERIENCIA	< 1 AÑO	0	3
	1 A 3	1	1
	3 A 6	3	6
	6 A 10	2	3
	MAS DE 10	8	4
PROBLEMAS VISUALES (SI:NO)		7:7	6:11
DOMINANCIA (D: I)		13:1	14:3
TIEMPO DE LESION (MESES)*		14,58 (11.83)	-----
* Datos reportados con promedio + Desviación estándar			

Fuente: Datos de la investigación

Se encuentra que dentro del grupo de participantes lesionados, 45% de la población total, el promedio de edad es mayor, en relación a los no lesionados, y el tiempo de práctica es de más de 3 años en el 93% de la población con esta condición y el 57% de la población lesionada tiene más de 10 años de experiencia, la distribución por problemas visuales es igual en los lesionados y son más los no lesionados sin problemas visuales. En relación a la dominancia solamente una de las personas lesionadas es zurda. Sin embargo, las asociaciones en relación a este último factor

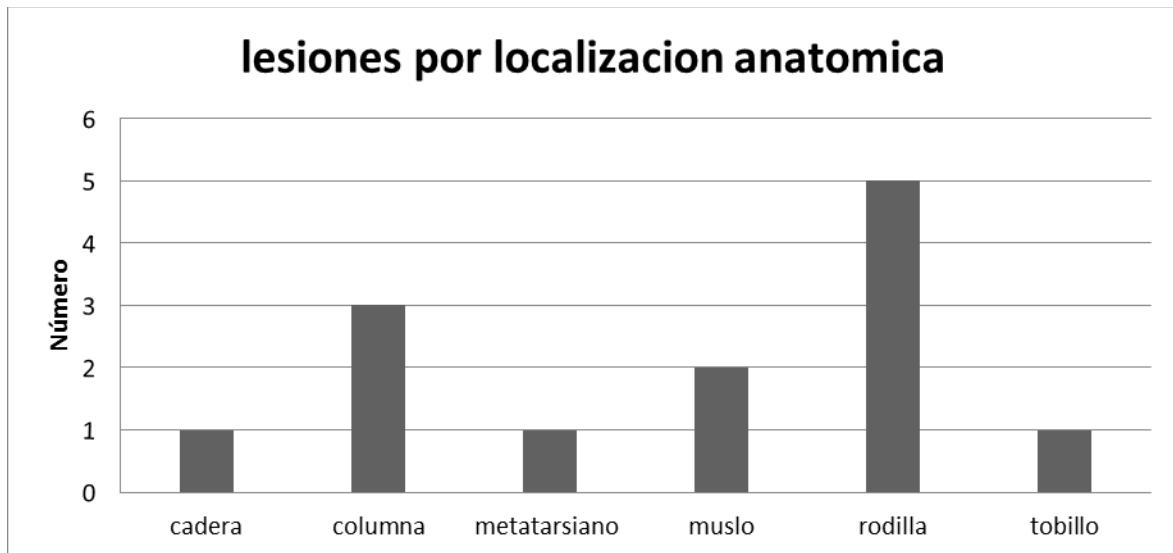
deben ser cuidadosas debido al número de participantes en relación a la dominancia y a la necesidad de estudiar todos los factores asociados con mayor fuerza.

En relación al tiempo de lesión, la mayoría cursa con lesiones de larga data, sin embargo algunos participantes se encuentran en la etapa subaguda de la lesión.

4.2 Datos de los lesionados

A continuación se muestran los datos discriminados en relación a las lesiones:

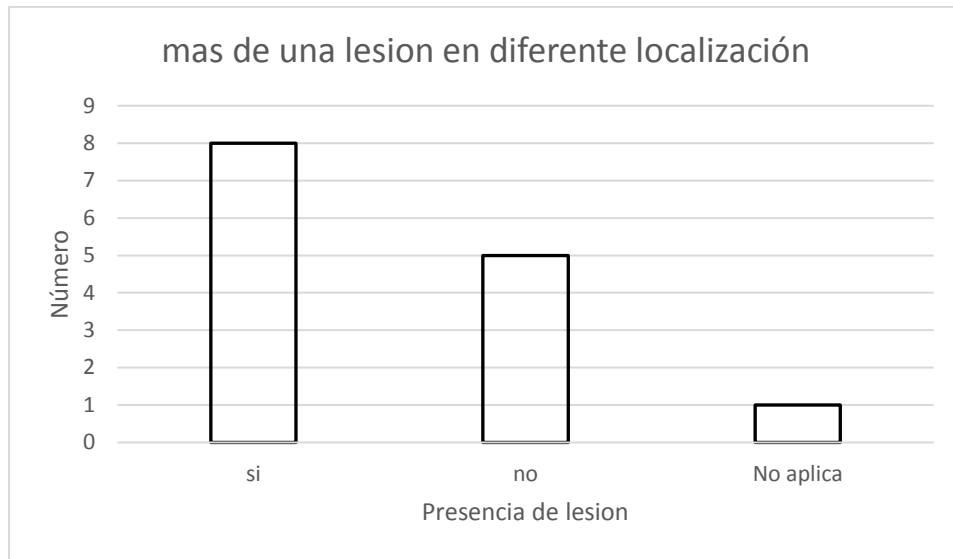
Grafica 5 Lesiones por distribución anatómica



Fuente: datos de la Investigación.

Este grupo de bailarines lesionados presenta mayor frecuencia de lesiones en la rodilla ($n=5$), relacionada con tendinopatías, principalmente del tendón cuádriceps, en segundo lugar se encuentran las lesiones en la columna ($n=3$), y en tercer lugar se encuentran las lesiones del muslo ($n=2$). Las lesiones del muslo y la columna son las que más se asocian a lesiones de origen muscular (desgarros). El 93 % de las lesiones fueron de causadas por sobreuso, mientras que solo un caso (7%) tuvo origen traumático (trauma rotacional en la rodilla).

Grafica 6 Datos de lesión respecto a localización en más de una región



Fuente: datos del estudio.

En relación a la recidiva de las lesiones, la mayoría de los bailarines refirieron no presentar lesiones de nuevo en el mismo sitio, pero el 61,54 % de los bailarines refirieron haber presentado más de una lesión en otra zona anatómica diferente a la lesionada actualmente.

4.3 Análisis estadístico

Correlación de Spearman datos de 3 y 10 segundos en COBS análisis preliminar para la selección de los datos

A continuación se presentan los datos del coeficiente de correlación para las pruebas realizadas en la plataforma COBS en 10 y 3 segundos

4.3.1

Tabla 9 Coeficiente de Correlación de Spearman COBS 10 y 3 segundos

	sim id	co mi d	fu mi d	de mi d	sim ii	co mii	fu mii	de mii	sim id	co mi d	fu mi d	De mi d	sim ii	co mii	fu mii	De mii
sim id	1,0 00															
co mi d	- 0,2 58	1,0 00														
fu mi d	0,1 89	- 0,0 45	1,0 00													
de mi d	0,0 15	- 0,1 82	0,5 38	1,0 00												
sim ii	- 0,0 16	0,0 95	- 0,2 02	0,1 31	1,0 00											
co mii	- 0,4 08	0,5 25	- 0,0 89	- 0,1 85	- 0,0 86	1,0 00										
fu mii	0,0 99	- 0,1 78	0,5 07	0,5 23	- 0,0 72	- 0,1 73	1,0 00									
de mii	0,0 25	- 0,1 15	0,2 11	0,3 93	- 0,1 12	- 0,2 59	0,6 49	1,0 00								
sim id	0,7 82	- 0,1 73	0,0 40	- 0,1 91	0,1 43	- 0,2 55	- 0,1 26	- 0,1 32	1,0 00							
co mi d	- 0,1 68	0,7 01	0,0 04	0,0 52	0,3 84	0,2 46	- 0,1 91	0,0 42	- 0,0 10	1,0 00						
fu mi d	0,1 93	- 0,0 73	0,9 90	0,5 16	- 0,2 15	- 0,1 18	0,4 97	0,2 44	0,0 10	- 0,0 10	1,0 00					
de mi d	0,1 41	- 0,2 56	0,7 46	0,8 10	- 0,2 32	- 0,2 53	0,6 28	0,4 55	- 0,1 73	- 0,1 78	0,7 45	1,0 00				
sim ii	- 0,0 25	0,1 84	- 0,1 75	0,1 04	0,7 39	- 0,1 07	- 0,0 26	- 0,0 38	- 0,1 17	0,3 12	- 0,1 45	- 0,0 64	1,0 00			

co	-	0,5	0,0	0,0	-	0,8	-	-	-	0,2	-	-	-	1,0		
mii	0,4	08	21	35	0,1	55	0,0	0,0	0,3	85	0,0	0,0	0,2	00		
	52				62		50	36	09		11	81	03			
fu	0,0	-	0,4	0,4	-	-	0,9	0,6	-	-	0,4	0,5	-	0,0	1,0	
mii	56	0,0	61	78	0,0	0,1	73	63	0,0	0,0	42	50	0,0	18	00	
		89			76	31			95	91			58			
de	0,1	-	0,3	0,5	0,1	-	0,8	0,7	0,0	0,0	0,3	0,5	0,0	-	0,8	1,0
mii	30	0,1	66	00	87	0,1	31	64	06	33	55	05	55	0,0	11	00
		67				63							71			

si: simetría, co: coordinación izquierda derecha, fu: fuerza, de: desviación (todos estos son parámetros de la plataforma COBS) mii: miembro inferior izquierdo, mid: miembro inferior derecho

Fuente: Datos del Estudio

Para efectos de este trabajo se tomaron datos de correlación < 0.5 como estadísticamente significativos. Por esta razón, se encontró correlación positiva entre los datos de 3 y 10 segundos para simetría, desviación y coordinación bilateral, con valores entre 0,7 y 0,85. Gracias a esta similitud estadística entre las mediciones, fueron empleados los índices obtenidos de la medición en los tres segundos porque es posible que contengan información relacionada a la estabilización postural inmediata posterior a la ejecución de los giros que aún no ha sido procesada. Esto se debe a la modalidad del cálculo de los índices de COBS basados en medias aritméticas.

4.3.2

Correlación de Spearman para los datos Y balance Test

Tabla 10 Correlación de Spearman para los datos de Y Balance Test

	mida	midpl	midpm	miia	miipl	miipm
mida	1,00					
midpi	0,64	1,00				
midpd	0,60	0,88	1,00			
miia	0,81	0,62	0,54	1,00		
miipi	0,55	0,91	0,87	0,65	1,00	
miipd	0,37	0,61	0,53	0,41	0,65	1,00

mida: Miembro inferior derecho anterior, midpl Miembro inferior derecho posterior lateral, midpm Miembro inferior derecho posterior medial, miia: Miembro inferior izquierdo anterior, miipl Miembro inferior izquierdo lateral, miipm: Miembro inferior izquierdo medial.

Fuente: Datos de la investigación.

La correlación de Spearman también permite calcular el grado de similitud entre dos mediciones, a fin de establecer si la información que registran es similar. En este caso, existe correlación entre las diferentes distancias alcanzadas para las dos extremidades, con correlación mayor a 0.54, en la mayoría de las mediciones. Por tal motivo, la medida compuesta permite agrupar estas mediciones contando con una medida resumida. La verificación de la coherencia entre estos datos usando el coeficiente de Spearman sustenta el uso de la medida compuesta de los alcances en esta prueba.

4.4 Relaciones entre las variables estudiadas

Correlación de Spearman entre las diferentes variables estudiadas:

4.4.1

Tabla 11 Correlación de Spearman entre las variables estudiadas

SPEARMAN	COEF VAR	COMPUESTA	SIMETRIA	COORD - ID	TIEMPO DE EXP	EDAD
COEF VAR	1					
COMPUESTA	0.45 (0.01)	1				
SIMETRIA	-0.12 (0.54)	0.02 (0.90)	1			
COORDINACION ID	-0.20 (0.29)	-0.33 (0.06)	0.15 (0.42)	1		
TIEMPO DE EXP	-0.11 (0.57)	0.02 (0.90)	0.11 (0.55)	-0.06 (0.74)	1	
EDAD	-0.13 (0.50)	-0.12 (0.51)	0.22 (0.24)	0.09 (0.63)	0.42 (0.01)	1

COEF VAR: Coeficiente de Variación de la mirada, TIEMPO DE EXP: Tiempo de experiencia. () : se reportan los valores de p en el paréntesis. Se consideran estadísticamente significativos valores < 0.05

Fuente: Datos de la investigación.

De acuerdo al análisis de correlación entre las diferentes variables independientes, se encuentra que entre ellas no existe dependencia lineal y por lo tanto se podría inferir que cada una de ellas presenta información que permite evaluar atributos diferentes relacionados con el control del balance.

Diferencias de las variables estudiadas entre los grupos

Tabla 12 Datos de Balance dinámico- estático y Tiempo de experiencia en Lesionados y No lesionados

4.4.2	CON LESIONES				SIN LESIONES				p *
	MUSCULOESQUELÉTICAS n= 14				MUSCULOESQUELÉTICAS n =17				
	MED	P 25	P 75	DS	MED	P 25	P 75	DS	
VARIABILIDAD VISUAL	0.81	0.75	0.87	0.10	0.75	0.7	0.82	0.2	0.20
COMPUESTA (%)	87	84.15	89.74	6.02	85	78.63	87.42	5.79	0,18
SIMETRIA (%)	0.80	0.79	0.85	0.46	0.82	0.78	0.85	0.48	0,90
COORDINACION D-I (%)	0.87	0.82	0.89	0.06	0.87	0.86	0.89	0.03	0,50
AÑOS DE PRACTICA	5	3	5	1.05	3	3	4	1.39	0,04
EDAD	27	26	31	6.40	29	26	34	6.35	0.42

*los valores de $p < 0.05$ fueron considerados estadísticamente significativos
MED = Mediana, P 25: Percentil 25, P 75: Percentil 75, DS: Desviación Estándar.

Fuente: Datos de la investigación

Para las pruebas de balance estático se encuentra que, de acuerdo a los parámetros proporcionados por la prueba, ambos grupos de bailarines se encuentran por debajo de lo esperado. Para la prueba de simetría, se esperan valores mayores a 95, y la población evaluada presenta valores de 0.80 y 0.82 para lesionados y no lesionados respectivamente. De la misma manera, el índice de coordinación derecha izquierda tiene el mismo comportamiento. Con un valor esperado de 0.90 los valores en medianas obtenidos fueron de 0.87 para lesionados y no lesionados. Por otra parte, en relación a la medida compuesta no hay parámetros de comparación. Sin embargo, tanto la población de lesionados como la de no lesionados tuvo valores de mediana de alcance máximo de 85 % y 82 % respectivamente. De estos resultados se puede inferir que hay diferencias pero la significancia clínica esta aun por establecerse.

De acuerdo a la información presentada en la tabla anterior, se encontraron diferencias entre los resultados de todas las variables estudiadas entre el grupo de lesionados y no lesionados, con diferencias estadísticamente significativas únicamente para la presencia de lesiones en relación al tiempo de experiencia de práctica de la danza ($p=$

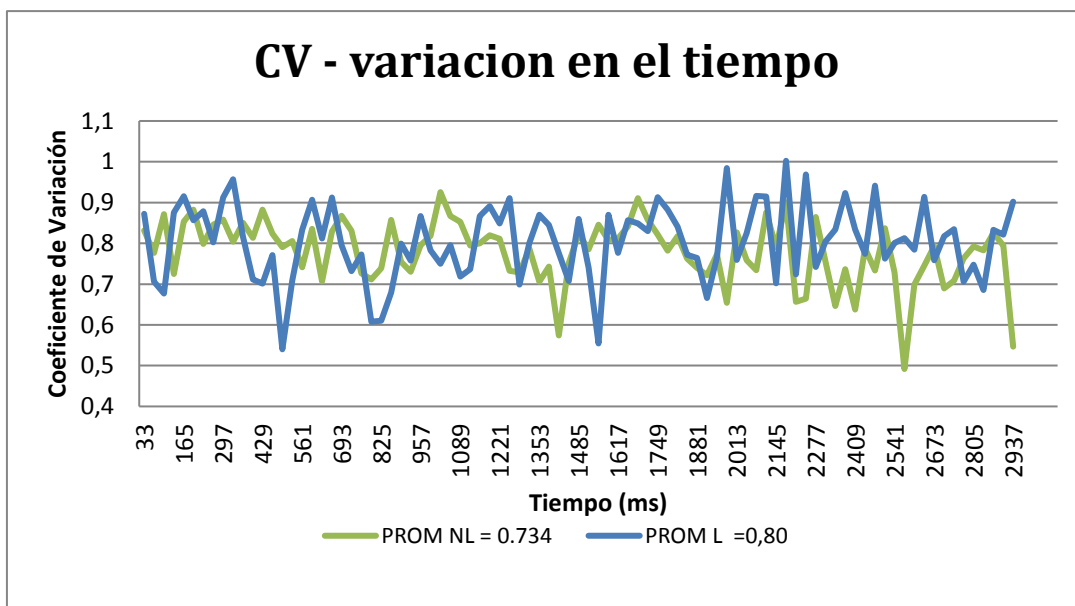
0,04), seguido de la medida compuesta de la prueba Y balance Test ($p=0,19$) y variabilidad de los movimientos oculares ($p=0,2$). Mientras que para la prueba de balance estático mostro un valor de $p=0,9$. No obstante, la significancia clínica de estas diferencias aún no ha sido descrita en la literatura. Adicionalmente, dada las características exploratorias y observacionales del presente estudio, podría realizarse un análisis comparativo entre los grupos de las medidas de tendencia central y la dispersión para cada una de las variables estudiadas. Dicho análisis se expone a continuación.

Relación variabilidad de los movimientos oculares - antecedente de lesiones

4.4.3

De acuerdo a los datos analizados, la tasa de muestreo del eye tracker permitió realizar la captura de hasta 40 datos como límite inferior. Con estos datos se realizó una aproximación a la variabilidad de los movimientos oculares calculando el coeficiente de variabilidad dividiendo la desviación estándar entre el promedio. Esta operación se realizó para el conjunto de tres datos por cada extremidad, promediados luego para dar un único valor de las dos extremidades.

Grafica 7 Datos Visuales comparación CV (Coeficiente de Variación) en función del tiempo

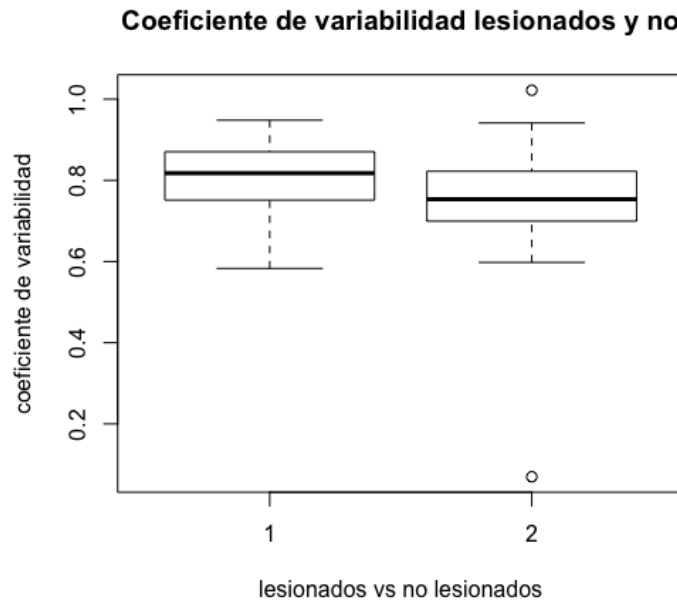


Fuente: datos de la investigación

Para el análisis de la información visual se reporta el comportamiento de la variabilidad de la mirada para lesionados y no lesionados en función del tiempo y en relación a los datos promedio de la variabilidad para cada sujeto. En la gráfica 7 se pueden apreciar los resultados visuales respecto a la comparación del Coeficiente de Variación (CV), entre el grupo de lesionados y no lesionados en función del tiempo (en milisegundos) Se puede apreciar que en el grupo que presenta lesiones presenta mayor variabilidad en cada punto del tiempo.

Ahora cuando se recalcula el promedio de todas las observaciones, se encuentra que esta información es consistente por lo que el promedio de variabilidad es mayor para los lesionados. Sin embargo, estos resultados no demostraron ser estadísticamente significativos, de tal manera que se requieren mejoras en la potencia estadística del estudio y evaluar otras medidas representativas de la variabilidad de los movimientos oculares.

Grafica 8 Diagrama de cajas y bigotes coeficiente de Variabilidad entre lesionados y no lesionados



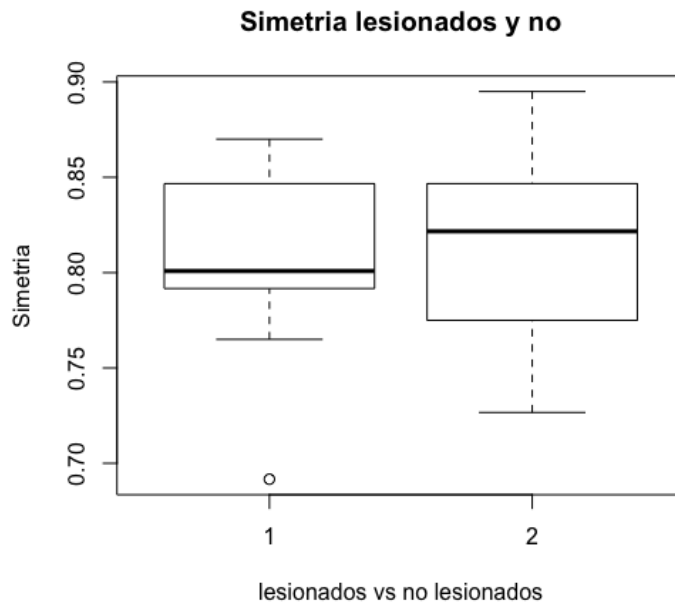
Fuente: Datos de la investigación.

En adición, la gráfica 8 evidencia que la variabilidad es mayor para los lesionados, cuando se comparan con los no lesionados, teniendo comportamientos similares, siendo consistente con los hallazgos obtenidos en relación al tiempo, donde también se evidenciaban diferencias entre los dos grupos. Es necesario tener en cuenta que encontrar diferencias sin significancia estadística esta posiblemente relacionada con el tamaño de la muestra y con el tiempo de lesión, como factor que influye en las posibles adaptaciones derivadas del entrenamiento, ya que las lesiones en promedio tienen más de un año de ocurrencia.

4.4.4 Relación balance estático (índices de simetría y coordinación derecha izquierda en plataforma COBS) y antecedente de lesiones

A continuación se muestran los datos en relación a las variables de la plataforma COBS y su comparación con los dos grupos

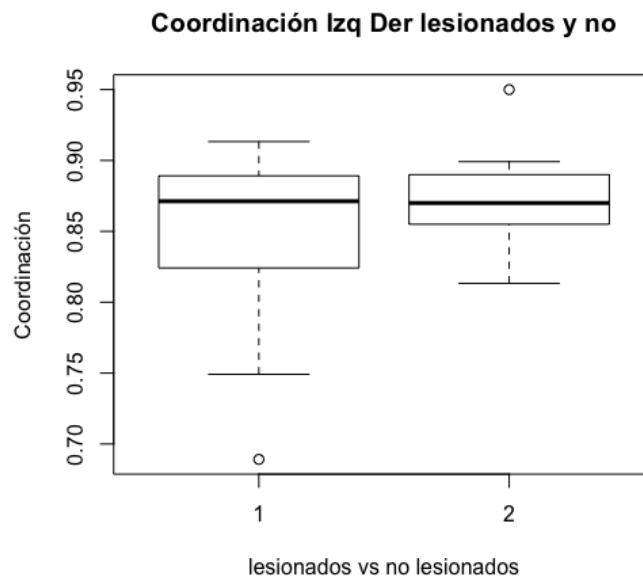
Grafica 9 Diagrama Cajas y Bigotes Simetría - COBS Lesionados VS no lesionados



Fuente: Datos de la investigación.

En relación al índice de simetría para los lesionados y no lesionados, no se evidencian diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos. La cantidad de oscilación medio-lateral cuantificada es similar para las dos poblaciones. De otra parte, se observa que siendo la dispersión similar para los dos grupos de bailarines, todas las mediciones del grupo de los lesionados se encuentran dentro del mismo rango de las del grupo de los no lesionados. Por lo tanto, esta medición no permite establecer diferencia alguna entre los dos grupos.

Grafica 10 Diagrama Cajas y Bigotes Coordinación Izq. - Der Lesionados Vs no Lesionados



Fuente: Datos de la investigación

En relación a la coordinación derecha izquierda, se aprecia que hay una mayor dispersión de los datos para los bailarines lesionados, encontrando mayor variación en el conjunto de datos. Adicionalmente, se encuentran valores promedio similares con diferencias que no son estadísticamente significativas.

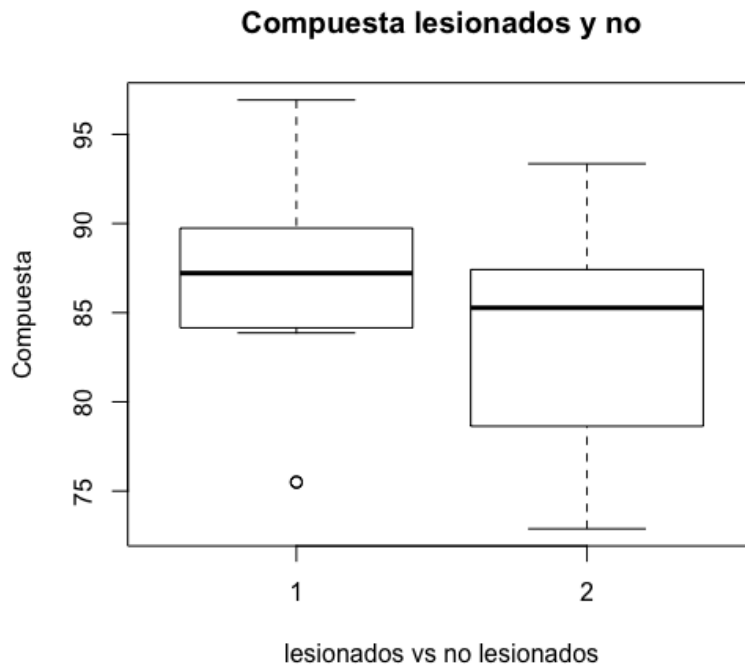
Al final se podría concluir que el índice que mejor identifico las diferencias en el balance en relación a las lesiones musculoesqueléticas para este grupo de bailarines

en la plataforma COBS fue el índice de coordinación derecha izquierda, en cuanto a la variabilidad de las observaciones comparada entre grupos.

Relación balance dinámico (Y balance Test) y antecedente de lesiones.

4.4.5 A continuación se presentan las características de los alcances analizados con la medición compuesta para las dos poblaciones.

Gráfica 11 Diagrama de cajas y bigotes Compuesta Lesionados Vs no lesionados



Fuente: Datos del estudio

De acuerdo a la información presentada en la gráfica se evidencian diferencias pequeñas entre los dos grupos, con un mejor desempeño del grupo de lesionados, que de acuerdo a la información presentada en la tabla 11, no son estadísticamente significativas entre lesionados y no lesionados. Se encuentra que los lesionados tienen

un promedio de alcance mayor en relación a los no lesionados, con un conjunto de datos con menor dispersión, mientras que los no lesionados presentan un alcance promedio levemente menor, con datos más variables.

Relación otras variables no cuantitativas y antecedente de lesión

4.4.6 Otras variables nominales (no cuantitativas) que han sido incluidas en el presente estudio, y posiblemente pueden estar asociadas al riesgo de haber presentado lesiones musculoesqueléticas son el género, la presencia o no de problemas visuales referidos por el participante (astigmatismo, hipermetropía, miopía etc.) y la dominancia motora izquierda o derecha.

La prueba de hipótesis para evaluar si cada una de las variables en cuestión es diferencial entre grupo de lesionados y no lesionados se desarrolló a través de la prueba Chi – cuadrado tal como se expone a continuación:

Tabla 13 Chi- cuadrado para lesiones musculoesqueléticas y género

Lesiones Musculoesqueléticas	Genero		Total
	Masculino n (%)	Femenino n (%)	
NO n (%)	10 (58,82)	7 (41,18)	17 (100%)
SI n (%)	4 (28,57)	10 (71,43)	14 (100%)
TOTAL	14 (45,16)	17 (54,84)	31 (100%)
Valor de $p=0.092$			

Fuente: Datos de la investigación

Para la variable nominal género (Tabla 12), no se encontró correlación estadísticamente significativa de acuerdo al valor de p , que para esta investigación se considera $< 0,05$. Sin embargo se evidencia que gran parte de la población lesionada es de género femenino. Por otro lado es necesario ser cuidadoso con la lectura de esta información, debido a que la frecuencia de lesiones en mujeres también puede estar

asociada a que son ellas quienes más practican actividades como la danza. No obstante es necesario considerar los diferentes factores de riesgo asociados a la presentación de lesiones asociados que ya han sido descritos previamente en este documento.

Tabla 14 Chi – cuadrado para lesiones musculoesqueléticas y Problemas visuales.

Lesiones musculoesqueléticas	Problemas visuales		Total
	SI n (%)	NO n (%)	
NO n (%)	11 (64,7)	6 (35,3)	17 (100%)
SI n (%)	7 (50)	7 (50)	14 (100%)
TOTAL	18 (58)	13 (42)	
Valor de p=0.409			

Fuente: Datos de la Investigación.

En relación a la asociación entre lesiones musculoesqueléticas y a la presencia de afecciones visuales referidos por los participantes (tabla 13), no se hallaron diferencias estadísticamente significativas en relación a las diferencias entre los grupos de lesionados y no lesionados.

Tabla 15 Chi cuadrado para lesiones musculoesqueléticas y dominancia

Lesiones Musculoesqueléticas	Dominancia		Total
	Diestro n (%)	Zurdo n (%)	
NO n (%)	15 (88,2)	2 (11,8)	17 (100%)
SI n (%)	13 (93)	1(7)	14 (100%)
TOTAL	28 (90)	3 (10)	
Valor de p=0.665			

Fuente: Datos de la investigación

De la misma manera, tampoco se encontraron relaciones estadísticamente significativas para lesionados y no lesionados en relación a la dominancia motora (tabla 14).

Regresión logística

4.4.7 En relación a las características del desenlace que se pretende examinar en el estudio y los hallazgos cuantitativos obtenidos previamente, se muestran los resultados de la regresión logística como análisis estadístico final. Este modelo se utilizó para determinar el riesgo relativo de lesión musculoesquelético de acuerdo a las diferentes variables evaluadas (tabla 15).

Tabla 16 regresión logística - Odds Ratio (OR) - lesiones musculoesqueléticas factores asociados

LESIONES MUSCULOESQUELÉTICAS	OR	P	[95 % Intervalo conf.]	
COMPUESTA	1,18	0,05	1.00	1.39
GENERO	0.10	0,03	0.01	0.75
TIEMPO DE PRACTICA	2.50	0.03	1.08	5.77

Fuente: datos de la investigación

En orden de importancia el factor que más se asocia con la presentación de lesiones musculoesqueléticas es el tiempo de experiencia con un OR= 2,50, seguido del resultado de la prueba de balance dinámico o compuesta con un OR = 1,18, estos dos valores con significancia estadística < 0.05, encontrando así que los factores personales asociados al tiempo de practica juegan un papel importante en la presentación de lesiones en este grupo de bailarines analizados.

Estos resultados son consistentes a toda la información presentada en este apartado, debido a que en el análisis que se realizó inicialmente comparando los dos grupos, las variables que mostraron mayor significancia fueron el tiempo de experiencia y el género como factores personales y la medida compuesta con la que se evaluó el balance dinámico. Estas variables mostraron un riesgo relativo mayor para la presencia de lesiones musculoesqueléticas.

Son diversos los factores que pueden influir en la presencia de lesiones, así como también son diversas las adaptaciones que pueden derivarse de la danza y asociarse a las lesiones o condiciones particulares del bailarín, siendo estos factores protectores o de riesgo.

Este, al ser un estudio exploratorio cuenta con un tamaño de muestra pequeño que seguramente limita la fuerza de asociación entre los diferentes factores estudiados. Por otra parte, es posible que puedan encontrarse otras asociaciones con el desempeño en el balance si se emplean plataformas que proporcionen medidas bidimensionales de la oscilación corporal, que permitan procesar las características tiempo-frecuencia de la señal, así como incluir otras medidas representativas de la variabilidad en los movimientos oculares (movimientos micro-sacádicos, nistagmus opto-kinético, movimientos de fijación etc.).

5. Discusión

El objetivo principal de este estudio era identificar las correlaciones entre las variables del balance estático y dinámico, la variabilidad de la fijación visual, otros factores del sujeto y las lesiones musculoesqueléticas en un grupo de bailarines de danza folclórica de la ciudad de Bogotá. A continuación se presentan las consideraciones relacionadas con los resultados obtenidos en términos de estas variables analizadas.

5.1 Análisis preliminar de variables relevantes

El paso preliminar para establecer las variables a analizar en el caso del balance estático y dinámico consistió en encontrar las mediciones más relevantes sin carga de redundancia utilizando principalmente los datos reportados por la correlación estadística encontrada en la prueba de Spearman. Para el análisis de las pruebas de la plataforma COBS, además de la correlación estadística, la selección del índice de simetría obedeció a la intención de observar el comportamiento de las oscilaciones corporales de una extremidad respecto a la otra, analizando las diferencias entre la carga de peso de los dos sensores. Así mismo, la selección del índice de coordinación obedeció a su similitud con otras mediciones que cuantifican la oscilación postural (centro de presión) como indicador de control del balance. Ambas mediciones se encuentran respaldadas por los respectivos coeficientes > 0.5 y con otros estudios de estabilometría que seleccionan índices que poseen un significado similar (85,93).

La selección de la variable compuesta para la prueba de balance dinámico obedeció a los hallazgos en las pruebas de correlación y a lo reportado por estudios previos donde

se empleó esta medición en el desempeño del balance dinámico en poblaciones físicamente activas (41,98,117,120,122,123,125).

Un aporte del presente estudio, consistió en la evaluación del grado de independencia lineal entre las variables que este trabajo se asumieron como determinantes de la presentación de lesión (medida compuesta de balance, índices de COBS, tiempo de experiencia) lo cual refleja el carácter multifactorial del balance postural.

5.2 Variabilidad de la visión

Algunos autores han reportado dependencia de los bailarines sobre el sistema visual (23,31,67,126) debido al rol que cumple como principal estrategia para el aprendizaje del gesto artístico. Panchuk (2011) reporta que al comparar bailarines con controles en tareas dinámicas como la marcha, la proporción de movimientos de fijación ocular de los bailarines resultaron ser mayores. Este fenómeno fue atribuido al papel del sistema visual en el inicio de tareas duales como parte de la planeación motora (28). En este aspecto, la visión actúa como referente egocéntrico (de tipo craneotópico) de la información relacionada con la verticalidad y la ubicación de la cabeza en el espacio (61). Por lo tanto, la visión ostenta un papel relevante en relación al control del balance postural y tareas motoras que se dan en simultáneo. Pese a la existencia de estas relaciones visión y desempeño motor, en literatura revisada no se encontró información relacionada con la cuantificación de los movimientos oculares una vez finalizada una tarea de movimiento. Esto es consistente con la falta de estudios que evalúan el control de la mirada en tareas de entrenamiento motriz (28).

En ese contexto, el presente estudio propone una medida de variabilidad de los movimientos oculares como medida asociada al control motor ocular durante gestos motores complejos, en este caso los giros. De acuerdo a los resultados obtenidos en las diferencias de la variabilidad de los movimientos oculares, entre bailarines con y sin lesión ($p=0,2$) es posible que hayan relaciones estadística y clínicamente significativas que requieran de la realización de más investigaciones para poder confirmarlas. A pesar de la existencia de investigaciones que evalúan el papel de la visión en el

aprendizaje de los bailarines (23,31,67,126), no se han reportados estudios con variables y experimentación similar a las de este estudio para ser usados como parámetro de comparación

Por otra parte, desde una perspectiva teórica, es posible que el incremento en la variación de los movimientos oculares (encontrado en el grupo de lesionados) se pueda asociar con una modificación en el mecanismo de copia eferente, debido a un retraso en la “predicción” de los movimientos oculares. Esto podría alterar la construcción del espacio externo debido a la presencia de posibles incongruencias entre la información sensorial percibida por las otras modalidades aferentes (vestibular, somato-sensorial) y la información registrada por los movimientos oculares. De esta manera se podría ver limitada la posibilidad de hacer ajustes posturales derivados de la información visual, convirtiéndose esto en un factor que predispone a la pérdida de estabilidad articular y por ende incrementa el riesgo de lesión(104,110). Sin embargo es necesario revisar cual es el papel de la variabilidad en las mediciones relacionadas con el balance postural.

5.3 Balance estático

Se han reportado investigaciones previas que asocian la ocurrencia de lesión musculoesquelética en miembro inferior con el consecuente déficit propioceptivo y de balance estático (16,25,26,67,77,127). En el presente estudio no se encontraron diferencias ni en las medidas de tendencia central ni en el análisis estadístico (significancia estadística o riesgo relativo OR). Una posible explicación de estos resultados se relaciona con la predominancia direccional de las alteraciones en el balance postural al desplazamiento u oscilación antero-posterior. Golomer(1999) (10) reporta que los bailarines son más sensibles a inestabilidades anteroposteriores que medio laterales en mediciones relacionadas durante 10 segundos, debido a una aparente especialización que existe en los bailarines para los estímulos medio-laterales debido al entrenamiento. Es posible incluso que la mayor sensibilidad se asocie a características de flexibilidad que presentan los bailarines (10). Calavalle 2008

también reporta una menor oscilación en sentido medio-lateral (126), en poblaciones con alta demanda de balance como los gimnastas rítmicos, siendo esto descrito previamente por Golomer (1999) para bailarines(10). Sin embargo, debido a la ausencia de información disponible sobre el balance para bailarines de danza folclórica, sería necesario evaluar como varían estas características en bailarines entrenados en ballet, folclor o cualquier otro estilo de danza.

Otro factor que puede explicar los resultados observados, se relaciona con el uso de un objetivo visual durante la tarea. Cromwell et al. (2004) en Panchuk D & Vickers J (2011) reportaron que el uso de un objetivo aloccéntrico (spot) mejora la estabilidad de la cabeza y reduce la variabilidad de los movimientos de la cabeza y el tronco (28). De esta manera se puede reducir eventualmente la variabilidad de la respuesta entre los sujetos.

5.4 Balance Dinámico

Un estudio publicado por Soto Espinoza (2015) tomó las mismas unidades de análisis (balance dinámico y lesiones) en la misma población (bailarines). El balance dinámico fue evaluado con la prueba SEBT (Start Excurtion Balance Test) y se encontraron relaciones positivas y estadísticamente significativas entre las lesiones y el balance. Sin embargo, la forma en la que se normalizó la prueba SEBT (utilizando la estatura) y las diferencias en el procesamiento estadístico de la información limitan la comparación con el presente estudio (41). Pozzi et al (2015) tampoco encontraron diferencias significativas en las diferentes direcciones de alcance, atribuyendo estos resultados al tamaño de la muestra y aspectos propios de su protocolo de investigación (128).

En concordancia con los resultados de esta investigación, De la Motte et al (129) tampoco encontraron diferencias estadísticamente significativas en población no entrenada lesionada y no lesionada, atribuyendo esto a las diferencias en las estrategias de movimiento. No obstante, aunque en el presente estudio no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el balance dinámico, la regresión logística proporcionó un valor de asociación OR igual a 1.18 (con $p < 0.05$).

De este resultado se infiere, como en los otros estudios, que el desempeño en el balance dinámico puede ser modificado por la presencia de lesiones musculoesqueléticas.

5.5 Otros factores personales

En relación a la edad y el género, estudios reportados por Motta - Valencia (39) son similares a los hallazgos de esta investigación, donde reportan que estos factores no incrementan el riesgo de lesión, atribuyendo la ocurrencia de lesiones a demandas físicas propias de la danza. Sin embargo en la revisión sistemática realizada por Hincapié et al (2008) (44), se encontraron dos estudios que asocian el género a las lesiones musculoesqueléticas en bailarines. Por su parte, Bronner et al (2003) reporta que quienes tiene mayor edad tienen mayor riesgo de lesiones. Así mismo, el mismo trabajo reporta que hay información a favor y en contra (43) respecto a la relación que existe entre el género y la ocurre de la lesión. También, Wanke et al (2013) hizo un estudio de accidentes ocupacionales en bailarines de danza clásica, reportando que al no haber tareas específicas asignadas para cada género en particular, resulta difícil clasificar los accidentes ocupacionales de los bailarines en relación a este factor (75). Todo esto asociado a un tamaño de muestra pequeño para esta investigación, evidencia que los estudios disponibles en la literatura no son concluyentes, por lo que existe una oportunidad interesante de investigación en este campo.

VARIABLES COMO EL TIEMPO DE EXPERIENCIA EN LA PRÁCTICA DE LA DANZA TAMBIÉN SE HAN ASOCIADO A LESIONES EN DANZA (44). Hincapié et al (2008) en su revisión sistemática encontró dos artículos, publicados 1989 y 1990 que apoyan esta hipótesis. Por otra parte, Bronner et al (2003) reporta que los bailarines más jóvenes y con menor experiencia tienen mayor riesgo de lesión (73). Este resultado contrasta con la asociación entre mayor tiempo de práctica y más índices de lesión ($p=0.04$) y el riesgo relativo de $OR=2.25$, encontrados en el presente estudio.

Cabe resaltar que ninguna de las revisiones sistemáticas encontradas cuenta con análisis multifactoriales que permitan identificar el riesgo relativo de presentar lesiones musculoesqueléticas. Por lo tanto, esta investigación aporta en el

conocimiento de la ponderación de los factores asociados a lesiones en esta población, así sea de manera exploratoria debido a las características de la presente investigación.

Por otra parte, dentro de otros factores descritos en la literatura se reportan diferentes factores de riesgo asociados a la presencia de lesiones musculoesqueléticas por sobreuso (tipo de lesiones predominantes en la población participante del estudio). De acuerdo a lo reportado este tipo de lesiones se asocian a factores como alteraciones en la alineación postural, propiocepción o errores técnicos (130). Factores que requieren de análisis más profundos para identificar relaciones causales.

Así mismo, en relación al perfil de regiones anatómicas afectadas, se encontró consistencia parcial en relación a estudios previos. Esto debido a que la mayor parte de las lesiones reportadas en la información revisada afectan el tobillo. Sin embargo, en este caso la mayoría de las lesiones se presentaron en la rodilla y el muslo, localizaciones anatómicas que son menos frecuentes pero que se reportan dentro de los estudios epidemiológicos (39,42,44,59,72).

5.6 Resumen

De acuerdo al desarrollo del proceso de investigación, el objetivo de realizar un análisis correlacional preliminar es facilitar la selección de los datos más relevantes para el análisis. Al tener en cuenta los resultados de las medidas estadísticas es posible justificar la selección de variables, teniendo en cuenta el carácter multifactorial del balance postural (6,30,32,66,85,131).

Así mismo, en el análisis de la información relacionada con los movimientos oculares se ponen en evidencia los propósitos que tiene la visión para el bailarín. Al bailarín la visión le permite el aprendizaje de gestos motores y la ubicación espacial, siendo estos elementos fundamentales dentro de la planeación y ejecución del movimiento. La falta de información para sustentar la discusión pone en evidencia la carencia de investigaciones que evalúen el papel de la visión en el balance postural en tareas relacionadas con la danza. De la misma manera, es necesario identificar cual es la

medición que más se relaciona con las lesiones musculoesqueléticas. Si es la variabilidad de los movimientos oculares o si existen otros factores asociados a la visión que pueden contribuir en mayor proporción al balance postural en sujetos lesionados.

Para las mediciones del balance estático y dinámico los resultados obtenidos y la poca disponibilidad de información para comparar los hallazgos de esta investigación hacen evidente la necesidad de realizar más investigaciones contando con herramientas de medición más robustas. Contar con mejores herramientas permitirá identificar y cuantificar de mejor manera los cambios asociados a las lesiones musculoesqueléticas. Una estrategia útil para este propósito serían las plataformas de fuerza bidimensionales. De la misma manera, para el balance dinámico es necesario determinar cuál es la prueba más confiable y válida para medir los atributos relacionados con esta categoría. Finalmente, contar con estrategias estandarizadas de tal manera que se relacionen con las demandas técnicas del gesto de la danza.

No hay que perder de vista que las similitudes entre los dos grupos para la mayoría de las pruebas puede deberse factores relacionados con el tamaño de la muestra o con factores propios de los participantes en la investigación. En relación al tamaño de la muestra se reduce la potencia estadística de los resultados obtenidos. Mientras que los factores propios de los participantes pueden estar relacionados con el tiempo transcurrido desde el momento de la lesión y la presente evaluación o el entrenamiento. Esto debido a que funciones básicas relacionadas con el control del equilibrio, la postura son sensibles a los efectos del entrenamiento.

Para finalizar, a pesar de la cantidad de información disponible aún no es claro cuál es el papel de cada modalidad sensorial de manera individual en el control del balance postural. Fundamentalmente, las funciones relacionadas con la visión y la somatosensación, requieren mayor clarificación (6). Realizar investigaciones dedicadas a comprender mejor como se integran estas modalidades permitiría tener una mejor

compresión de la integración multimodal y de como esta se puede ver modificada actividades como la danza o la presencia de lesiones.

6. Conclusiones y recomendaciones

En este trabajo de investigación la principal pregunta a resolver era ¿Cómo se correlacionan las variables del balance estático y dinámico, la variabilidad de la fijación visual y otros factores personales del sujeto con las lesiones musculoesqueléticas? para un grupo de bailarines de danza folclórica de la ciudad de Bogotá.

Para resolver la pregunta anterior, se evaluó el balance estático y dinámico, la variabilidad de los movimientos oculares y otras variables personales en el grupo de bailarines, reportando los resultados desde el punto de vista descriptivo y estadístico.

De esta manera se identificaron algunas variables que de manera estadísticamente significativa se asociaron al antecedente de lesiones musculoesqueléticas. Los resultados obtenidos y el análisis de los mismos a la luz del marco teórico permiten describir las conclusiones que se reportan a continuación:

1. Se encontraron diferencias en algunas medidas de tendencia central al comparar los resultados de las pruebas de variabilidad visual $p= 0,2$, balance dinámico $p= 0,19$ y $OR= 1,18$ y otras variables (tiempo de practica $p=0,04$ y $OR=2.25$) para los dos grupos (lesionados - no lesionados), sin embargo la significancia clínica de estas diferencias aun esta por establecerse.
2. Las diferencias encontradas en relación a las lesiones y variables como el balance dinámico y estático y la variabilidad de los movimientos oculares no fueron estadísticamente significativas en la comparación de los dos grupos. Esto posiblemente debido al tamaño de la muestra, tipo de prueba, nivel de entrenamiento o adaptación.

3. Es necesario identificar si existen otros aspectos, diferentes a los explorados para la presente investigación, que estén relacionados con los movimientos oculares. Esto permitiría identificar otras posibles alteraciones de la información visual que se relacionen con el diferencias en el balance o presencia de lesiones musculoesqueléticas.
4. Es posible que los hallazgos en las pruebas de balance estático (plataforma COBS) no reflejen el comportamiento estático de los bailarines. Esto debido a que la plataforma se centra en la medición del balance en sentido medio lateral, mientras que la literatura reporta que las oscilaciones en los bailarines se evidencian más en el sentido anteroposterior. Entonces es necesario contar con plataformas bidireccionales que permitan confirmar si los bailarines presentan más oscilaciones en sentido anteroposterior.
5. Aunque el desempeño en el balance dinámico tampoco reportó diferencias estadísticamente significativas, es necesario encontrar si estas diferencias tienen alguna relevancia clínica. Esto gracias a que en la regresión logística esta variable presentó $OR = 1,18$ con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,04$), sugiriendo que esta variable debe estudiarse con mayor profundidad en estudios futuros.
6. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el tiempo de experiencia y el antecedente de lesiones musculoesqueléticas, evidenciadas en la comparación entre los grupos ($p = 0,04$), y la búsqueda de relaciones causales ($OR = 2.5$) lo que permite la aceptación de la hipótesis alterna planteada para esta investigación.

6.1 Limitaciones

A continuación se mencionan las limitaciones encontradas para el presente estudio:

Contar con un tamaño de muestra pequeño reduce la posibilidad de obtener diferencias estadísticamente significativas. Así mismo, contar con tiempos de lesión en promedio mayores a 14 meses puede llevar a que ya existan adaptaciones estructurales y funcionales, lo que pudo haber sido evidenciado en los hallazgos de las pruebas las pruebas de balance estático y dinámico, donde las diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Es posible que existan sesgos debido al autoreporte de las lesiones musculoesqueléticas y alteraciones visuales, que sumado a la falta de un examen físico de las condiciones actuales de la lesión musculoesquelético lleva a desconocer la condición actual de la lesión. Así mismo, otra posible fuente de sesgo es la aplicación de las pruebas por parte del investigador principal.

De la misma manera, la ubicación anatómica de las lesiones musculoesqueléticas consideradas por el estudio no es semejante, situación que podría generar diferencias importantes en los resultados del balance estático y dinámico

6.2 Perspectivas para trabajos futuros

Dadas las características exploratorias de esta investigación es evidente que se requieren estudios que permitan poder encontrar relaciones causales con mayor fuerza de asociación para poder confirmar si existen correlaciones estadística y clínicamente fuertes entre los factores evaluados. Se proponen realizar futuras investigaciones donde se tenga en cuenta:

- Mayor tamaño de la muestra.
- Tiempo de la lesión (idealmente menor).

- Sujetos controles no bailarines o sujetos que practiquen diferentes estilos de danza.
- Uso de otras medidas representativas para evaluar la variabilidad de los movimientos oculares y el desempeño en el balance.
- Revisar que otros factores del protocolo pueden influir en el resultado (iluminación, hora del día, estandarizar la velocidad de los giros, reducir distractores –auditivos y visuales-, tamaño del spot, condiciones similares a las de la práctica, que las pruebas sean aplicadas por personal independiente etc.).
- Uso de sensores bidimensionales para el balance, medición de los movimientos oculares bilateral.

Esta investigación buscó abordar de manera exploratoria atributos del control del balance postural en bailarines en relación a la presencia o ausencia de lesiones. Usando como fuentes de información mediciones del balance postural (estático y dinámico) y la variabilidad de los movimientos oculares es posible realizar una aproximación al comportamiento de este proceso que cuenta con una gran complejidad.

El comprender la complejidad del balance postural desde el procesamiento en tiempo real de señales aferentes de múltiples sistemas permitirá buscar herramientas de evaluación que estén dirigidas no solamente a analizar el balance postural desde estrategias de balance o de la base de soporte, sino que también estén dirigidas a evaluar aspectos relacionados con la ubicación espacial o el papel de la cognición en este proceso.

Lograr abordar otras categorías de evaluación podría garantizar que se abarquen todos los aspectos relacionada con el proceso de control del balance corporal y no solamente los relacionados con componentes mecánicos.

Anexo A: Acta de comité de ética

A



ACTA DE EVALUACIÓN: N°. 005-039-17
Fecha: 23 de marzo de 2017

Nombre completo del proyecto: "BALANCE ESTÁTICO Y DINÁMICO, SU RELACIÓN CON LA COORDINACIÓN VISO-VESTIBULAR Y LESIONES MUSCOESQUELÉTICAS EN BAILARINES DE DANZA FOLCLORICA".

Versión número: 01

Sometido por: la estudiante Diana María del Pilar Gil Cifuentes

Dirigido por: la profesora Karim Martina Alvis Gómez

Presentado por: la profesora Mary Luz Ocampo Plazas, Coordinadora Académica

Departamento o Sección: Maestría en Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física de la Facultad de Medicina

Fecha en que fue sometido a consideración del Comité: 23 de marzo de 2017

EL COMITÉ DE ÉTICA DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD DE MEDICINA. Se constituyó mediante la Resolución 152, (Acta No. 43 del 5 de diciembre de 1996) actualizado mediante resolución 008 (acta 03 de 27 de enero de 2011), de Consejo de Facultad el Comité de Ética de investigación, el cual está regido por la Resolución 008430 del 4 de octubre de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia que estableció las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud; los principios de la Asamblea Médica Mundial expuestos en su Declaración de Helsinki de 1964, última revisión del año 2000; y el código de regulaciones federales, título 45, parte 46, para la protección de los sujetos humanos, del departamento de salud y servicios humanos de los institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos (Junio 18 de 1991).

1. Sus miembros revisaron los siguientes documentos del presente proyecto:

- ✓ Carta de presentación del proyecto generada por la unidad básica o el departamento.
- ✓ Copia de la evaluación de los jurados o pares académicos que evaluaron y aprobaron el trabajo)
- ✓ Copia del proyecto completo de investigación,
- ✓ Dos resúmenes ejecutivos
- ✓ Dos copias del consentimiento informado (en español y cuando la investigación lo amerite).
- ✓ Hojas de vida resumidas de los investigadores y coinvestigadores del proyecto
- ✓ Consideraciones éticas según resolución 8430 Ministerio de Salud.
- ✓ Resultados de evaluación por otros comités (si aplica)

2. El presente proyecto fue evaluado y aprobado por los siguientes miembros del Comité:

- | | | |
|---|--------------------------------|---|
| 1 | Amador Luis Roberto | Departamento de Patología |
| 2 | Arteaga Díaz Clara Eugenia | Departamento de Morfología |
| 3 | Duarte Gutiérrez Liz Marcela | Asesora Jurídica Facultad de Medicina |
| 4 | Guerrero Fonseca Carlos Arturo | Departamento de Ciencias Fisiológicas |
| 5 | Parra Pineda Mario Orlando | Departamento de Obstetricia y Ginecología |

3. El Comité consideró que el presente estudio:

- a. Es válido desde el punto vista ético. La investigación involucra un riesgo igual al promedio para los sujetos que participan en ella. La investigación se ajusta a los estándares de la buena práctica clínica.

[Página 1/1]
Elaboró Jeannette Pineda A.

Carrera 30 N°. 45-03
FACULTAD DE MEDICINA, Edificio 471 - 1 piso, Of.136
Commutador: (57) (1) 316 5000 ext. 15167
Bogotá, Colombia
eticasalud_fmboq@unal.edu.co

Patrimonio
de todos
los colombianos



Comité de Ética
Facultad de
Medicina
Sede Bogotá



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

b. El Comité considera que las medidas que están siendo tomadas para proteger a los sujetos humanos son adecuadas.

4. El Comité informará inmediatamente a las directivas institucionales:

- a. Todo desacato de los investigadores a las solicitudes del Comité.
- b. Cualquier suspensión o terminación de la aprobación por parte del Comité.

5. El Comité informará inmediatamente a las directivas, toda información que reciba acerca de:

- a. Lesiones o daños a sujetos humanos con motivo de su participación en la investigación Problemas imprevistos que involucren riesgos para los sujetos u otras personas.
- b. Cualquier cambio o modificación a este proyecto que haya sido revisado y aprobado por este comité

6. Cuando el proyecto sea aprobado, será por un periodo de un (1) año a partir de la fecha de aprobación.

7. El Investigador principal deberá:

- a. Informar de cualquier cambio que se proponga introducir en el proyecto. Estos cambios no podrán ejecutarse sin la aprobación previa del COMITÉ DE ÉTICA DE LA FACULTAD DE MEDICINA) excepto cuando sean necesarios para minimizar o suprimir un peligro inminente o un riesgo grave para los sujetos que participan en la investigación.
- b. Avisar de cualquier situación imprevista que se considere implica algún signo de riesgo para los sujetos o la comunidad o el medio en el cual se lleva a cabo el estudio.
- c. Informar de cualquier evento adverso serio de algún paciente, comunicando la situación al secretario y al presidente del Comité de Ética), de acuerdo con la normatividad que el INVIMA ha generado a este respecto.
- d. Poner en conocimiento del comité toda información nueva importante respecto al estudio, que pueda afectar la relación riesgo/beneficio de los sujetos participantes.
- e. Comunicar cualquier decisión tomada por otros comités con respecto a la investigación que se lleva a cabo.
- f. Informar de la terminación prematura o suspensión del proyecto explicando las causas o razones.
- g. Presentar a este comité un informe cuando haya transcurrido un año, contado a partir de la aprobación del proyecto. Los proyectos con duración mayor a un año, serán reevaluados a partir del informe de avance integrado.
- h. Todos los proyectos deben entregar al finalizar un informe final de cierre del estudio, este cierre puede ser el informe final en formato completo o en formato de resumen de cierre de estudio, firmado por el investigador responsable del estudio.

8. Observaciones:

El comité considera que el proyecto de investigación no presenta dilemas éticos por lo tanto emite Concepto Aprobatorio.

Nombre: CARLOS ARTURO GUERRERO FONSECA
Título: PhD Doctorado en Bioquímica, MSc. en Farmacología y MSc. en Genética Humana
Cargo: Presidente Comité de Ética

[Página 2/2]
Elaboró Jeannette Pineda A.

Carrera 30 N°. 45-03
FACULTAD DE MEDICINA, Edificio 471- 1 piso, Of. 136
Conmutador: (57) (1) 316 5000 ext. 15167
Bogotá, Colombia
eticasalud_fm bog@unal.edu.co

Patrimonio
de todos
los colombianos

Anexo B: Consentimiento informado

B. INVESTIGACION “BALANCE ESTÁTICO Y DINÁMICO, VARIABILIDAD DE LOS MOVIMIENTOS OCULARES Y LESIONES MUSCULOESQUELÉTICAS BAILARINES DE DANZA FOLCLORICA”

EL PRESENTE ES UN DOCUMENTO LLAMADO CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO, EN EL QUE USTEDES ACEPTAN PARTICIPAR EN EL ESTUDIO Y NOSOTROS COMO INVESTIGADORES NOS COMPROMETEMOS A GARANTIZAR UNA SERIE DE CONDICIONES QUE SERÁN DESCRITAS EN DETALLE A CONTINUACIÓN:

INFORMACION GENERAL: Usted va a participar en una investigación que busca identificar la relación entre la presentación de lesiones musculoesqueléticas, el balance (tanto estático como dinámico) y los movimientos oculares como bailarín de danza folclórica, dentro de las Actividades académicas desarrolladas en la Maestría de Fisioterapia del Deporte y la Actividad Física, en la cual se realizarán las valoraciones correspondientes. Inicialmente se diligenciará un cuestionario con datos personales, de las lesiones que ha presentado y del entrenamiento que realiza y ha realizado en los últimos 6 meses; adicionalmente se le explicarán los objetivos, riesgos y compromisos de su participación en la investigación. Es necesario que usted cumpla los horarios asignados, y siga las indicaciones que se le impartan.

EN QUE CONSISTE LA EVALUACIÓN DEL BALANCE: Son dos pruebas que se realizarán en el mismo día, una es en una plataforma de balance donde debe colocarse de pie y mantener una posición determinada, tendrá la oportunidad de realizar varios intentos y se tomará el mejor, la otra es la Prueba de la Y o SEBT, donde se evaluará el balance dinámico y la evaluación de los movimientos oculares con las Tobii Glasses.

COMO DEBO PREPARARME PARA LAS PRUEBAS: Debo utilizar ropa cómoda y no traer joyas ni elementos de valor, HABERSE ALIMENTADO NORMALMENTE Y NO HABER REALIZADO ACTIVIDAD FÍSICA DE ALTA INTENSIDAD EN LAS 12 HORAS PREVIAS A LA PRUEBA .

MOLESTIAS Y RIESGOS DURANTE SU PARTICIPACION

LAS PRUEBAS A APLICAR SON PRUEBAS DE RIESGO MINIMO, YA QUE NO REQUIEREN DE NINGUN PROCEDIMIENTO INVASIVO PARA SU REALIZACION, POR LO QUE ESTA INVESTIGACION ES UNA INVESTIGACION DE RIESGO MINIMO DE ACUERDO A LA RESOLUCION N° 008430 DE 1993, SIN EMBARGO ES NECESARIO TENER EN CUENTA QUE DURANTE LA REALIZACION DE CUALQUIER ACTIVIDAD FISICA PUEDEN PRODUCIRSE CIERTOS RIESGOS, QUE TIENEN UNA INCIDENCIA MUY BAJA (MENOR A 0.1%), SIN EMBARGO ES IMPORTANTE QUE LOS CONOZCA. DENTRO DE ESTOS RIESGOS SE ENCUENTRAN RESPUESTAS ANORMALES AL ESFUERZO Y AL EJERCICIO, DESMAYOS, MAREOS, FALTA DE AIRE. NO OBSTANTE, SE GARANTIZARAN TODAS LAS PRECAUCIONES PARA MINIMIZAR LA INCIDENCIA DE TALES FENOMENOS. SE CONTARA CON EL PERSONAL ENTRENADO DISPONIBLE PARA HACER FRENTE A ESTAS SITUACIONES EN EL CASO DE QUE SE PRODUZCAN.

Yo _____ mayor de edad identificado con CC. _____ actuando en nombre propio o como representante legal de _____

DECLARO

Que he sido informado hoy _____ por el/la PROFESIONAL _____ DEL AREA _____ INVESTIGADORA DE _____ SOBRE LA PARTICIPACION EN EL ESTUDIO **“BALANCE ESTATICO Y DINÁMICO, VARIABILIDAD DE LOS MOVIMIENTOS OCULARES Y LESIONES MUSCULOESQUELÉTICAS BAILARINES DE DANZA FOLCLORICA”** Se me ha informado SOBRE EL CUESTIONARIO RELACIONADO CON LESIONES MUSCULOESQUELÉTICAS Y LAS PRUEBAS PARA MEDICION DEL BALANCE ESTATICO Y DINAMICO A REALIZAR DURANTE LA INVESTIGACION , QUE NO ES FRECUENTE QUE ESTAS EVALUACIONES GENEREN ALGUNA MOLESTIA O QUE INTERVENGAN CON EL DESARROLLO DE MIS ACTIVIDADES NORMALES Y QUE TENDRE DERECHO A CONOCER EL RESULTADO DE LAS EVALUACIONES REALIZADAS.

Se me ha dado la posibilidad de preguntar y aclarar las dudas generadas sobre la PARTICIPACION EN LA INVESTIGACION, por lo que he recibido la información a satisfacción sobre la atención aquí prestada. Por lo anterior doy constancia de haber sido informado a satisfacción sobre LA INVESTIGACION **“BALANCE ESTÁTICO Y DINÁMICO, VARIABILIDAD DE LOS MOVIMIENTOS OCULARES Y LESIONES MUSCULOESQUELÉTICAS BAILARINES DE DANZA FOLCLORICA**

”y doy mi consentimiento para que se me realicen los procedimientos propios de este tipo de atención, entendiendo y aceptando los riesgos de complicaciones y daños que ellos pueden implicar. También se me ha informado de mi derecho a rechazar el tratamiento o revocar este consentimiento, además tengo derecho a DETENER LAS PRUEBAS QUE SE ESTEN REALIZANDO EN CUALQUIER MOMENTO, SIN NINGUN PERJUICIO Y. Se me ha dicho que se minimizara el riesgo de presentación de ALGUNA SITUACION QUE REPRESENTA ALGUN RIESGO PARA MI INTEGRIDAD Y SALUD por medio de la VERACIDAD DE LA INFORMACION QUE SE CONSIGNA EN EL CUESTIONARIO INICIAL.

PARTICIPANTE

Representante legal

Nombre _____

Nombre _____

Firma _____

Firma _____

Doc. de identidad _____

Doc. de Identidad _____

INVESTIGADOR _____

Firma _____

Doc. de Identidad _____

El presente documento se firma en _____ a los _____ días del mes de _____ de _____

Anexo C: Cuestionario de Google

C.

CUESTIONARIO DE PARTICIPACIÓN INVESTIGACIÓN VISIÓN BALANCE Y LESIONES OSTEOMUSCULARES EN BAILARINES DE DANZA FOLCLÓRICA

AGRADEZCO ENORMEMENTE SU INTERES EN LA PARTICIPACION EN ESTE PROCESO DE INVESTIGACION, POR FAVOR RESPONDA LAS SIGUIENTES PREGUNTAS DE LA MANERA MAS SINCERA Y PRECISA POSIBLE, SI TIENE ALGUNA DUDA PUEDE PREGUNTAR SIN INCONVENIENTE

* Required

1. Email address *

DATOS GENERALES

2. NOMBRE *

3. EDAD *

4. GENERO *

Mark only one oval.

- FEMENINO
 MASCULINO

5. PROFESION (SI ES ESTUDIANTE DE QUE CARRERA Y ULTIMO SEMESTRE CURSADO) *

6. DOMINANCIA *

Mark only one oval.

- diestro
 Zurdo
 ambidiestro

7. CUANTO TIEMPO TIENE DE EXPERIENCIA EN DANZA*Mark only one oval.*

- <1 AÑO
 1 A 3 AÑOS
 3 A 6 AÑOS
 6 A 10 AÑOS
 MAS DE 10 AÑOS

8. HA PRESENTADO LESIONES OSTEOMUSCULARES DERIVADAS DE LA DANZA **Mark only one oval.*

- Sí
 No

9. QUE TIPO DE LESION CREE QUE TUVO O HA TENIDO (marque las que corresponda)*Check all that apply.*

- MUSCULAR (DESGARRO O DISTENSION)
 ESGUINCE
 CALAMBRE
 ESPASMOS MUSCULARES
 LUXACION
 FRACTURA
 Other: _____

10. LA LESIÓN LA PRESENTO DEL LADO*Mark only one oval.*

- DERECHO
 IZQUIERDO
 AMBOS

11. DONDE HA SIDO LOCALIZADA DE LA LESION (marque las que corresponda)*Check all that apply.*

- TOBILLO
 PIERNA
 MUSLO
 REGION LUMBAR
 Other: _____

12. CONSIDERA QUE YA NO PRESENTA SINTOMAS ASOCIADOS A LA LESION*Mark only one oval.*

- Sí
 No

13. CONSIDERA QUE YA SE RECUPERO COMPLETAMENTE DE LA LESION*Mark only one oval.*

- Sí
 No

14. HA PRESENTADO MAS DE UNA LESION OSTEOMUSCULAR*Mark only one oval.*

- No
 Sí

15. EN LA MISMA REGION*Mark only one oval.*

- Sí
 No

**16. SI RESPONDIO A LA PREGUNTA ANTERIOR
SI, EN CUAL REGION CORPORAL SE
LOCALIZO**

ANTECEDENTES**17. HA TENIDO ACCIDENTES GRAVES QUE HAYAN REQUERIDO PROCEDIMIENTO QUIRURGICOS, USO DE YESOS O INMOVILIZACION PROLONGADA?***Mark only one oval.*

- Sí
 No

18. TOMA ALGUN MEDICAMENTO DE MANERA CRONICA **Mark only one oval.*

- Sí
 No

**19. SI TOMA ALGUN MEDICAMENTO CUAL ES SU
NOMBRE Y PARA QUE ES**

20. HA TENIDO LESIONES OSTEOMUSCULARES OCASIONADAS POR OTRAS CAUSAS DIFERENTES A LA DANZA*Mark only one oval.*

- Sí
 No

21. **SI RESPONDIO SI A LA PREGUNTA ANTERIOR POR FAVOR RESPONDA CUAL ES LA LESION OSTEOMUSCULAR QUE PRESENTA**

22. **TIENE PROBLEMAS VESTIBULARES CONOCIDOS (VERTIGO, SINDROME DE MENIERE)**

Mark only one oval.

- Sí
 No

23. **TIENE ALTERACIONES VISUALES CONOCIDAS**

Mark only one oval.

- Sí
 No

24. **SI RESPONDIO SI A LA PREGUNTA ANTERIOR , QUE TIPO DE ALTERACION TIENE**

25. **ES EN UN SOLO OJO O EN LOS DOS , SI ES EN UNO SOLO EN CUAL OJO ES**

26. **REQUIERE EL USO DE ANTEOJOS O LENTES DE CONTACTO**

Mark only one oval.

- Sí
 No

27. **PRESENTA ALGUN PROBLEMA DE SALUD QUE LE IMPIDA REALIZAR GIROS**

Mark only one oval.

- Sí
 No

28. **SI RESPONDIO SI A LA PREGUNTA ANTERIOR , CUAL ES**

29. **TIENE ALGUN PROBLEMA QUE LE IMPIDA APOYARSE Y GIRAR EN UN SOLO PIE**

Mark only one oval.

- Sí
 Tal vez

30. **SI RESPONDIO SI A LA PREGUNTA ANTERIOR
, CUAL ES**

Send me a copy of my responses.

Powered by



Anexo D: Protocolo de medición

D. PROTOCOLO DE MEDICION

El proceso de evaluación de los participantes fue realizado en las Instalaciones del Laboratorio del Movimiento Corporal Humano, de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia. Para garantizar que las mediciones fueran realizadas de manera sistemática se tuvieron en cuenta los siguientes factores.

- Las mediciones fueron realizadas siempre en el mismo espacio (donde se encontraba la plataforma COBS y el salón de los espejos- calibración Eye tracker), contando con condiciones de iluminación similares. En presencia de luz natural, o con iluminación artificial que siempre fue la misma, de acuerdo a la hora de evaluación.
- Para la realización de las pruebas de balance, en el caso de la COBS, la plataforma se encontraba ubicada a 80 cm de la pared y allí se encontraba ubicado el spot.
- Para la ubicación del spot (de acuerdo a la distancia entrecejo – pies de cada participante), se tuvo en cuenta la altura de la plataforma COBS (12 cm).

La distancia del spot a la que se ubicó el participante estuvo entre 80 y 160 cm, de acuerdo al tamaño de la plataforma y la ubicación del bailarín en la misma.

- Por motivos de seguridad no se retiraron las barandas de la plataforma COBS.
- Para los giros, se permitió la ubicación de las extremidades superiores en una posición cómoda para el participante, de tal manera que el gesto fuera natural y el sujeto pudiera “auto-estabilizarse” durante la prueba. Los criterios que debían cumplir los giros se relacionaban con:
 - Mirada al spot.
 - 5 giros continuos
 - En el último giro ubicar las extremidades inferiores en cada uno de los sensores de fuerza, teniendo cuidado de no dejar el talón fuera de la plataforma o apoyarse entre los dos sensores de fuerza
- Todas las mediciones fueron explicadas de manera visual y verbal por la investigadora.

PROTOCOLO

Para la prueba de balance estático el sujeto inicia la prueba sobre la plataforma COBS, con las gafas Tobii Glasses Eye Tracker puestas, en bípedo con los pies separados en posición anatómica, de acuerdo al ancho de su cadera, usaron medidas debido a la fricción con las celdas de la plataforma COBS, que no facilitaban los giros. El spot para la fijación visual se encontraba ubicado de acuerdo a la distancia entre el entrecejo y los pies + 12 cm (altura de la plataforma COBS) y el sujeto se ubicaba a una distancia entre 80 y 1,60 cm (largo de la plataforma COBS).

La prueba consistía en realizar cinco giros unipodales anterógrados consecutivos (donde se permitía el uso de la extremidad inferior que no estaba haciendo el apoyo unipodal para “impulsarse”), luego de esto el sujeto debía apoyar los pies en cada una de las celdas de la plataforma COBS y mantener la posición durante 10 segundos. Esta prueba fue realizada para cada extremidad de manera alternada 3 veces con descansos de un minuto entre grupo de giros. Las gafas detectaron el movimiento de la pupila durante toda la prueba, registrando información cada 33 ms.

Para la prueba de balance dinámico debían estar sin medias, se ubicaron en la caja de madera central en apoyo unipodal para hacer los alcances en las tres direcciones (anterior, posterolateral y posteromedial) realizando los tres alcances de manera consecutiva. Se permitía hacer desplazamientos del tronco y flexión de rodilla, con la condición de ser capaz y volver a la posición, si esto no era posible la prueba debía repetirse. Esta prueba, al igual que la prueba anterior se repitió tres veces para cada extremidad, de manera alterna y con un minuto de descanso entre cada prueba.

MEDICIONES

CUESTIONARIO DE DATOS PERSONALES

Los participantes en el estudio diligenciaron de manera individual un formato de Google, que contenía un cuestionario donde consignaban datos personales (nombre, edad, genero, dominancia, profesión, correo electrónico), datos relacionados con tiempo de experiencia en danza, lesiones (localización, persistencia de síntomas, reincidencia de las mismas), datos relacionados con antecedentes personales,

relacionados con el sistema vestibular y visual y/o alteraciones articulares-propioceptivas conocidas, para así identificar criterios de inclusión y exclusión y tener los datos nominales para el análisis posterior.

Medición de la longitud de los miembros inferiores: El participante inicia en supino con las caderas y rodillas flexionadas a 45º, realiza la maniobra del puente y posteriormente desciende la pelvis lentamente hasta la camilla, el evaluador extiende pasivamente las extremidades inferiores y realiza suavemente una distracción. La longitud de las extremidades inferiores es medida en centímetros usando una cinta métrica flexible desde la porción inferior de la espina iliaca anterosuperior (EIAS) de la pelvis, hasta el maléolo medial ipsilateral.

COBS POSICIÓN HABITUAL (94) + GIROS ANTERÓGRADOS (# 3 DERECHA - IZQUIERDA)

Generalidades: En la plataforma COBS se realizó la medición de balance estático utilizando la prueba posición habitual, de acuerdo a los criterios descritos por el fabricante. Para el análisis se seleccionaron dos mediciones: índice de simetría y coordinación derecha izquierda (94) luego de una tarea dinámica usual en la danza (giros anterógrados por cada lado). El objetivo era observar la estabilización postural luego de la tarea, observando la simetría entre las extremidades (cuantificando la coherencia o irregularidad entre las mediciones o valores derecha / izquierda en un tiempo determinado) y la coordinación observada entre derecha e izquierda

(cuantificando la armonía de los movimientos entre las extremidades), por medio de la oscilación medio-lateral sobre la plataforma.

Tiempo de medición:

- **Cada prueba en COBS:** 10 segundos (# 3 cada extremidad).
- **Descanso:** 1 minuto entre giro.

Posición inicial: El participante debía colocarse en posición postural habitual (de pie cómodamente en la plataforma, en posición anatómica, distribuyendo el peso corporal de manera lo más simétrica posible en los dos sensores de la plataforma).

Proceso de medición: El participante inicio en una posición estática en bípedo, se le indicó que fijara su mirada en el Spot (figura que más adelante se ilustra y se usó para facilitar la fijación), posterior a esto debía realizar 5 giros (132–134) en sentido anterógrado, de tal manera que se brindara un estímulo al sistema visual y vestibular, luego del 5 giro debía realizar apoyo bipodal manteniendo la posición de manera “estática” durante 10 segundos (tiempo recomendado para la prueba).

Criterios para repetir la prueba:

- Pérdida del equilibrio con estrategia de paso para reestablecer el balance.
- No completar los 10 segundos con el menor movimiento posible (que incluía hablar, elevar las extremidades o realizar movimientos, ya que esto genera

aumento de la oscilación corporal debido al cambio de peso registrado entre un sensor y otro o modificar la posición antes de completar los 10 segundos).

- No realizar los giros de manera estable, continua y fluida.
- Ubicar los pies solo en un sensor o que alguna parte del pie no se localice dentro de los mismos.

MEDICIÓN DE MOVIMIENTOS OCULARES CON TOBBI GLASSES - EYE TRACKER (115,116).

Generalidades: Usando las gafas de Tobii glasses Eye – tracker (115,116) se obtuvieron los datos de los movimientos oculares (fijación) durante la tarea de balance estático sobre la plataforma COBS. El objetivo era calcular la dirección de la mirada y estimar la posición del ojo en el espacio por medio de la grabación de la amplitud de la mirada medida en grados (°). Los movimientos del ojo derecho fueron tomados usando una cámara que se incorporada en las gafas. Los movimientos oculares fueron registrados cada 33 milisegundos y guardados en un mini computador propio del equipo.

La colocación de las gafas fue realizada por el investigador ya que por seguridad el participante no debía tener ningún tipo de contacto con el dispositivo; de la misma manera ni los lentes ni ninguno de los elementos de grabación debía ser manipulado por alguien diferente al investigador. En la fase inicial – calibración- , el eye tracker mide las características de los ojos y las usa en conjunto con un modelo interno y

fisiológico en 3D para calcular los datos de la mirada. Este modelo incluye información relacionada con la forma, propiedades de refracción y reflexión de diferentes partes del ojo (por ejemplo cornea y colocación de la fovea) y lo transfiere a la medición de los movimientos oculares durante la prueba específica, de esta manera calcula un vector formado por el ángulo entre la córnea y los reflejos pupilares. La dirección del vector, combinada con otras características geométricas de reflexión, son usadas para calcular la dirección de la mirada. Algoritmos avanzados de procesamiento de imágenes y modelos fisiológicos del ojo en 3D también son usados para estimar la posición del ojo en el espacio y del punto de mirada con alta precisión, registrando datos de información cada 33 milisegundos.

Duración:

- **Calibración:** 5 a 15 minutos
- **Prueba:** 10 segundos con descanso de 1 minuto para cada una de las pruebas, sin embargo se registra información durante el tiempo total de la prueba (la duración también dependía del número de veces que fuera necesario repetirla de acuerdo a los resultados de la prueba en la plataforma).

Posición Inicial: Para la calibración, el sujeto se ubica frente a una pared blanca a 1 metro de distancia, debe mirar al frente de tal manera que el sensor de la cámara ubique la pupila en el centro del ojo, para así continuar con el proceso de calibración. Luego, con el dispositivo de calibración (IR) se hace el seguimiento visual a 9 puntos del campo visual por medio del IR. Durante este proceso el participante no debía mover

la cabeza, ya que el aparato exige cierta precisión para tener un proceso de calibración adecuado. La realización de este proceso es sujeto dependiente. El objetivo de este proceso es que el eye tracker sea capaz de rastrear toda el área de influencia de la visión.

Proceso de Medición: Luego de realizar la calibración el sujeto se dirige a la plataforma COBS para realizar la prueba, inicialmente se le solicitó al participante que mire al spot y realizara cinco giros sin perderlo de vista. El participante contaba con descansos de 1 minuto entre giro. Debía completar 6 giros (3 series hacia cada lado de manera alternada), realizando rotaciones en sentido anterógrado. El dispositivo de medición estaba encendido durante todo el tiempo de la evaluación, incluyendo los periodos de descanso.

Era necesario monitorizar durante la medición:

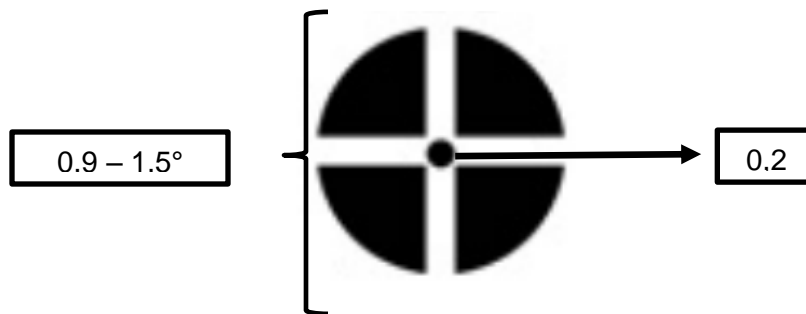
- Batería y memoria disponible.
- Calidad de la información registrada por el eye tracker.
- Cercanía de IR

Spot:

Se ubicó el spot para facilitar la tarea de fijación visual posterior al giro, seleccionando el tamaño y forma de acuerdo a lo descrito por Thaler et al (2013) para tareas de fijación visual (135,136). El spot cuenta con valores específicos de diámetros para facilitar la tarea de fijación visual, ya que el tamaño del mismo se relaciona con la estabilidad de la respuesta (136).

Giros: los participantes debían realizar 5 giros de acuerdo a la dirección de la prueba, Siempre anterógrados, no se sistematizó la posición de las extremidades superiores para darle más naturalidad al gesto y reducir el imbalance postural. El número de giros se decidió de acuerdo a varios artículos revisados (132–134) de tal manera que se buscaba brindar un estímulo suficiente al sistema vestibular para desencadenar respuestas visuales derivadas de los cambios en la posición de la cabeza.

Ilustración 4 Spot sugerido para tareas de fijación



Fuente: Thaler et al 2013 (9)

Prueba Y balance Test – modificación de la prueba SEBT (Balance Dinámico) (114)

Generalidades: La prueba Y balance Test es una prueba utilizada para medir el balance dinámico (117–120), utilizada ampliamente en atletas. Se deriva de la modificación de la prueba Star Excursion Balance Test (95,96,117,121,137–139), debido a que se encontró que las distancias que más proporcionan información sobre el balance son la Anterior, Postero- Medial y Postero- Lateral. Cuenta con valores de confiabilidad intraevaluador (ICC) 0.85- 0.89 e interevaluador 0.97 a 1.00(117), datos

de confiabilidad en alcance máximo 0.80 -0.94(96,122,123) y promedio de alcance 3 ensayos 0.85-0.93(96,123).

Tiempo de medición: 20 a 25 minutos.

Posición inicial: La prueba se realiza en tres direcciones de alcance según lo descrito en otros estudios, (95,140–142), Tres cintas de medición marcadas por milímetros se encontraban adheridas a tubos de PVC. Una de ellas se ubica hacia el ápex, definiéndose como la dirección de alcance anterior, las dos restantes son fijadas a 135° del ápex y se definen como posteromedial y posterolateral. Para facilitar el alcance sobre los tubos se ubicaron cajas de madera (para facilitar el deslizamiento hasta el alcance máximo sin generar resistencia al movimiento, pero impidiendo carga excesiva en este punto de apoyo). El participante se ubicó en una caja de madera que sirve como superficie estable para realizar la prueba La posición inicial del pie de apoyo es definida como el apoyo del segundo metatarsiano sobre la línea de referencia del alcance anterior, de acuerdo al tamaño del pie, para pies pequeños el medio pie debe ubicarse en el centro de la estrella, mientras que para pies grandes el talón se ubicó en el extremo de la caja.

La posición de inicio para el pie de alcance se definió como el área inmediatamente adyacente al pie de apoyo en una posición de no apoyo. Los participantes ubicaron sus manos en las crestas iliacas y debían estar descalzos para la estandarización de la prueba. El examinador explico la prueba de manera verbal y visual y se permitió a los participantes realizar varios ensayos de práctica en cada una de las direcciones de prueba para familiarizarse con la tarea.

Realización de la prueba: Los participantes realizaron el alcance a lo largo de la dirección de prueba (anterior, posteromedial y posterolateral) tan lejos como les fue posible, tocando suavemente la caja dispuesta para el alcance distal y regresar de una manera estable luego de la realización de la prueba, manteniendo las manos en la cadera todo el tiempo. El objetivo de esta caja era garantizar una medición con mayor precisión y reducir la posibilidad de aumento de la carga distal.

La indicación para el participante era: “debe alcanzar la distancia más lejana posible, sin perder la posición en el recorrido y volviendo al punto de inicio sin perder el equilibrio y sin descargar todo el peso en la caja”

Proceso de medición:

Para la recolección de datos, la caja permanecía ubicada en la distancia de alcance máximo. Cada distancia de alcance fue verificada visualmente y registrada en centímetros con dos decimales por el investigador principal. Se realizaron 3 pruebas para cada alcance realizando una serie completa para cada extremidad, permitiendo un minuto de descanso entre cada una de las pruebas.

Recomendaciones para la prueba. Y balance Test (89,95,121)

Tabla 17 Recomendaciones para la prueba. Prueba Y Balance Test

Recomendación
Sin calzado para estandarizar la prueba
3 intentos para reducir el efecto del aprendizaje
Controlar el orden de las pruebas, brindar consistencia en la aplicación de las pruebas
Mantener la posición de inicio del pie de apoyo en una posición uniforme y repetible que tal manera que se pueda referenciar el pie que no está apoyado para minimizar las diferencias en la longitud del pie y reducir el impacto que podría tener en las direcciones de alcance
No permitir movimiento del pie de apoyo
Permitir el movimiento controlado del tronco
Normalizar las distancias de alcance son normalizadas en relación a la longitud de la extremidad de apoyo, permitiendo la individualización de los alcances.
Estandarización de la posición de las manos (en la cadera) para cada ensayo

Fuentes: (Jancová 2008;Gribble 2003;Gribble 2012 (89,95,121))

Criterios para repetir la prueba:

Se consideró prueba no es exitosa según los siguientes criterios:

- Pérdida del balance (incapacidad de mantener el apoyo unipodal).
- Traslado del peso corporal al MMII que está realizando el alcance cuando toca el punto máximo en la caja de medición (aumentar la base de soporte).
- No controlar el regreso de la extremidad que está realizando el alcance a la posición inicial antes de iniciar un alcance en otra dirección.
- No mantener el apoyo de talón de la extremidad que está en apoyo unipodal
- Las manos no permanecen apoyadas en la pelvis
- Fallar al tocar la caja de medición

Si se consideró no exitosa, la prueba fue repetida hasta realizar completarla con calidad. Se registraron tres alcances en cada dirección, que luego se normalizaron de acuerdo a la longitud de MMII y se calculó la medida compuesta de los tres alcances.

Anexo E: Glosario

E. Lesión musculoesquelética: "se define lesión, dolor o disfunción musculoesquelética como una patología, lesión o trauma de la articulación, músculo, ligamento, tendón, hueso o nervio, que puede ser diagnosticada por el médico tratante, fisioterapeuta o ser autoreportada"(42). Esta definición fue utilizada en la revisión sistemática realizada por Smith, T. Davies, L De Medici, D et al (2016).

Variabilidad: De acuerdo a lo reportado por M. Riley y. T. Turvey (2002) esta relaciona con la idea estadística de la varianza sobre el promedio (típicamente expresada como su raíz cuadrada, la desviación estándar), es útil para cuantificar la característica evaluada, teniendo en cuenta la variabilidad en relación al comportamiento motor(143).

Balance Postural: Habilidad resultante de la integración de múltiples sistemas biológicos inmersos en un ambiente en continuo cambio desde la perspectiva de la teoría de los sistemas dinámicos en el control motor (32,85). Este funciona a expensas de las aferencias del entorno de tipo sensorial y contextual y los procesos neurales de planeación y ejecución de respuestas motoras ajustadas a los requerimientos de la tarea. Para autores como Griemman y Guzkiewicz (2000) retomados por Sell (2011) (87) este es la integración de la información sensorio motriz en el sistema nervioso central para la ejecución de respuestas adecuadas que permitan establecer un equilibrio entre fuerzas estabilizadoras y desestabilizadoras (88). Definiciones aplicadas por defecto al mantenimiento de la bipedestación en condiciones estáticas.

Balance Dinámico: Este se manifiesta en la habilidad de “transferir la proyección vertical del centro de gravedad alrededor de la base de soporte durante el movimiento” (Goldie et al 1989), “luego a una perturbación en la base de soporte en dirección y área” (Schultz et al 2000) o “una perturbación del individuo” (Hoffman, Schrader & Koceja 1999, Hoffman & Koceja 1997)(87).

Reponderación sensorial: Se entiende como la habilidad de redistribuir la relevancia que aporta la información percibida por cada uno de los sentidos (visual, vestibular y somato sensorial) cuando las demandas de las tareas exigen de algún tipo de información particular, o cuando alguno de los inputs es deficiente o está ausente. Esta también se relaciona con la habilidad de mantener la estabilidad postural mientras se atiende a comandos durante la tarea o atender a tareas múltiples, por medio de vías atencionales. Este proceso es esencialmente retroalimentado en el cual el sistema nervioso, quien define la contribución de cada información sensorial que se actualiza de acuerdo a las demandas de estabilidad que impone la tarea y las condiciones del ambiente (99).

Marcos de referencia: Estos son quienes facilitan el proceso de orientación sensorial derivado de la cantidad y calidad de información percibida por los sentidos en relación a la ubicación del cuerpo en el espacio desde las referencias del cuerpo y del espacio externo. Están diseñados para detectar los cambios de posición relativos a una referencia espacial o corporal específica, ubicando al individuo respecto al espacio y a si mismo codificando en el cerebro información proveniente de las señales ambientales y corporales (104). De acuerdo al tipo de información percibida, los marcos de referencia se dividen en *alocéntricos* y *egocéntricos*. Los alocéntricos proporciona información espaciotópica por ende se fija en los objetos, localizaciones o direcciones de referencia en la escena 3D, mientras que los egocéntricos proporcionan información relacionada con el cuerpo, incluyendo los marcos de referencia retinotópico, craneotópico, centrado en el cuerpo y centrado en la locomoción.

Bibliografía

1. Liederbach M, Schanfein L, Kremenec IJ. What Is Known About the Effect of Fatigue on Injury Occurrence Among Dancers? *J Danc Med Sci* [Internet]. 2013;17(3):101–8. Available from: <http://openurl.ingenta.com/content/xref?genre=article&issn=1089-313X&volume=17&issue=3&spage=101>
2. Bird H, Macdonald I. Expert care of the performing artist. *Clin Rheumatol*. 2013;32(4):421–3.
3. Yarrow K, Brown P, Krakauer JW. Inside the brain of an elite athlete: the neural processes that support high achievement in sports. *Nat Rev Neurosci* [Internet]. 2009;10(9):692–692. Available from: <http://www.nature.com/doi/10.1038/nrn2700>
4. Thullier F, Moufti H. Multi-joint coordination in ballet dancers. *Neurosci Lett*. 2004;369(1):80–4.
5. Wilson M, Lim B-O, Kwon Y-H. A Three-Dimensional Kinematic Analysis of Grand Rond de Jambe en l'air Skilled versus novice ballet dancers. *J Danc Med ...* [Internet]. 2004;8(4):108–15. Available from: <http://www.ingentaconnect.com/content/jmrp/jdms/2004/00000008/00000004/art00002>
6. Bläsing B, Calvo-Merino B, Cross ES, Jola C, Honisch J, Stevens CJ. Neurocognitive control in dance perception and performance. *Acta Psychol (Amst)* [Internet]. 2012;139(2):300–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actpsy.2011.12.005>
7. Rein S, Fabian T, Zwipp H, Rammelt S, Weindel S. Postural control and functional ankle stability in professional and amateur dancers. *Clin*

- Neurophysiol [Internet]. 2011;122(8):1602–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2011.01.004>
8. Chatfield SJ, Krasnow DH, Herman A, Blessing G. A Descriptive Analysis of Kinematic and Electromyographic Relationships of the Core During Forward Stepping in Beginning and Expert Dancers. *J Danc Med Sci* [Internet]. 2007;11(3):76–84. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=s3h&AN=28516834&site=ehost-live>
 9. Crotts D, Thompson B, Nahom M, Ryan S, Newton R a. Balance abilities of professional dancers on select balance tests. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1996;23(1):12–7.
 10. Golomer E, Crémieux J, Dupui P, Isableu B, Ohlmann T. Visual contribution to self-induced body sway frequencies and visual perception of male professional dancers. *Neurosci Lett*. 1999;267(3):189–92.
 11. Bruyneel A V., Mesure S, Paré JC, Bertrand M. Organization of postural equilibrium in several planes in ballet dancers. *Neurosci Lett* [Internet]. 2010;485(3):228–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2013.07.355>
 12. Ricotti L, Ravaschio A. Break dance significantly increases static balance in 9 years-old soccer players. *Gait Posture* [Internet]. 2011;33(3):462–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.12.026>
 13. Smitt MS, Bird HA. Measuring and enhancing proprioception in musicians and dancers. *Clin Rheumatol*. 2013;32(4):469–73.
 14. Simmons RW. Sensory organization determinants of postural stability in trained ballet dancers. *Int J Neurosci*. 2005;115(1):87–97.
 15. Jola C, Davis A, Haggard P. Proprioceptive integration and body representation: Insights into dancers' expertise. *Exp Brain Res*. 2011;213(2–3):257–65.
 16. Golomer E, Dupui P. Spectral analysis of adult dancers' sways: sex and interaction vision-proprioception. *Int J Neurosci*. 2000;105(1–4):15–26.

17. Kiefer AW, Riley MA, Shockley K, Sitton CA, Hewett TE, Cummins-Sebree S, et al. Multi-segmental postural coordination in professional ballet dancers. *Gait Posture* [Internet]. 2011;34(1):76–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2011.03.016>
18. Golomer EME, Gravenhorst RM, Toussaint Y. Influence of vision and motor imagery styles on equilibrium control during whole-body rotations. 2009;26(December):105–10.
19. Cullen KE. The vestibular system: Multimodal integration and encoding of self-motion for motor control. *Trends in Neurosciences*. 2012.
20. Perrin P, Deviterne D, Hugel F, Perrot C. Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait Posture*. 2002;15(2):187–94.
21. Muelas Pérez R, Sabido Solana R, Barbado Murillo D, Moreno FJ. Visual availability , balance performance and movement complexity in dancers. 2014;40:556–60.
22. Hammami R, Behm DG, Chtara M, Othman A Ben, Chaouachi A. Comparison of Static Balance and the Role of Vision in Elite Athletes. *J Hum Kinet* [Internet]. 2014;41(1):33–41. Available from: <http://www.degruyter.com/view/j/hukin.2014.41.issue-1/hukin-2014-0030/hukin-2014-0030.xml>
23. Muelas Pérez R, Sabido Solana R, Barbado Murillo D, Moreno Hernández FJ. Visual availability, balance performance and movement complexity in dancers. *Gait Posture*. 2014;
24. Golomer E, Rosey F, Dizac H, Mertz C, Fagard J. The influence of classical dance training on preferred supporting leg and whole body turning bias. *Laterality*. 2009;14(2):165–77.
25. Lin C-F, Lee I-J, Liao J-H, Wu H-W, Su F-C. Comparison of Postural Stability Between Injured and Uninjured Ballet Dancers. *Am J Sports Med* [Internet]. 2011;39(6):1324–31. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0363546510393943>

26. Schmit JM, Regis DI, Riley MA. Dynamic patterns of postural sway in ballet dancers and track athletes. *Exp Brain Res*. 2005;163(3):370–8.
27. Golomer E, Dupui P, Séréni P, Monod H. The contribution of vision in dynamic spontaneous sways of male classical dancers according to student or professional level. *J Physiol Paris*. 1999;93(3):233–7.
28. Panchuk D, Vickers JN. Effect of narrowing the base of support on the gait, gaze and quiet eye of elite ballet dancers and controls. *Cogn Process*. 2011;12(3):267–76.
29. Gauchard GC, Gangloff P, Jeandel C, Perrin PP. Physical activity improves gaze and posture control in the elderly. *Neurosci Res*. 2003;45(4):409–17.
30. Paillard T. Plasticity of the postural function to sport and/or motor experience. *Neurosci Biobehav Rev* [Internet]. 2017;72:129–52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.11.015>
31. Batson G. Understanding Balance: Applying Science to Dance Training. *IADMS Bull Teach*. 2010;2(1):14–6.
32. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 2006;35(SUPPL.2):7–11.
33. Stone JA, Maynard IW, North JS, Panchuk D, Davids K. Emergent perception–action couplings regulate postural adjustments during performance of externally-timed dynamic interceptive actions. *Psychol Res* [Internet]. 2015;79(5):829–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s00426-014-0613-1>
34. Hrysomallis C. Balance Ability and Athletic Performance. 2011;41(3):221–32.
35. Russell J. Preventing dance injuries: current perspectives. *Open Access J Sport Med* [Internet]. 2013;199. Available from: <http://www.dovepress.com/preventing-dance-injuries-current-perspectives-peer-reviewed-article-OAJSM>
36. Miller C. Dance Medicine: Current Concepts. *Phys Med Rehabil Clin N Am*.

- 2006;17(4):803–11.
37. Hopper LS, Allen N, Wyon M, Alderson JA, Elliott BC, Ackland TR. Dance floor mechanical properties and dancer injuries in a touring professional ballet company. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2014;17(1):29–33. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2013.04.013>
 38. Roussel NA, Nijs J, Mottram S, Van Moorsel A, Truijen S, Stassijns G. Altered lumbopelvic movement control but not generalized joint hypermobility is associated with increased injury in dancers. A prospective study. *Man Ther* [Internet]. 2009;14(6):630–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2008.12.004>
 39. Motta-Valencia K. Dance-Related Injury. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2006;17(3):697–723.
 40. Kadel N. Foot and ankle problems in dancers. *Phys Med Rehabil Clin N Am* [Internet]. 2014;25(4):829–44. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmr.2014.06.003>
 41. Soto Espinoza E, Breiding Ortiz G. Estabilidad abdominolumbopélvica y equilibrio como predictores de la incidencia de lesiones musculoesqueléticas en estudiantes de danza: Un estudio piloto. *Fisioterapia* [Internet]. 2015;37(5):230–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ft.2014.10.004>
 42. 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>
 43. Bronner S, Ojofeitimi S, Mayers L. Comprehensive surveillance of dance injuries. *J Danc Med Sci*. 2006;10(3):69–80.
 44. Hincapié CA, Morton EJ, Cassidy JD. Musculoskeletal Injuries and Pain in Dancers: A Systematic Review. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(9).
 45. Abadia - Morales G. ABC del folklore colombiano. Panamericana Editorial; 2001. 202 p.
 46. Londoño- Hoyos A. Baila, Colombia!: danzas para la educación. Editorial

- Universidad de Antioquia, 1995; 1995.
47. Escobar Zamora CP. danzas folcloricas colombianas. Aula Alegr.
 48. Ocampo Lopez J. Manual del folclor colombiano. Plaza y Janes Editores Colombia 2011; 2011.
 49. Martinez G. Memorias de danza III. Danza Clasica y Tradicional Colombiana. Alcaldia de Bogotá. Instituto distrital de Cultura y Turismo; 2005.
 50. Colombia Ministerio de Cultura. Maestros de la danza en Colombia Serie documental para televisión. Unimedios Television, Universidad Nacional de Colombia; 2007. p. 0-193.
 51. Paramo Torres LM. Tratamiento que brinda la ASAB a estudiantes de artes escénicas opción danza contemporánea lesionados temporalmente y propuesta de mejora, teniendo en cuenta el proceso académico en las asignaturas danza contemporánea tradicional y clásica 2013-2014. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.; 2014.
 52. Antolinez Ladino IN. Al que le gusta, le sabe: Prácticas laborales de bailarines profesionales de danza contemporánea en Bogotá. Pontificia Universidad Javeriana; 2016.
 53. Beltran Pinzon AM, Salcedo Ortiz JE. Estado del arte del Area de la danza en Bogota D. C. Alcaldia de Bogota; 2006. 151 p.
 54. Quintero- Sanchez KJ. Entrenamiento del Actor - Bailarín. Universidad Distrital Francisco Jose de Calldas; 2015.
 55. Cuan CY, Correa-Mesa, Juan Felipe García AM, Correa-Morales JC. Proporción de lesiones y factores correlacionados en bailarines de ballet clásico de una academia en Bogotá , D . C . 2016;64:127-34.
 56. Hernandez Retamozo S, Martinez Quintana S. PRINCIPIOS DE ERGONOMÍA Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES PARA LA DIRECCIÓN DE LA DANZA FOLCLÓRICA EN ACADEMIAS DE BARRANQUILLA. Universidad de La Costa; 2015.
 57. Lozano C, Mendoza J, Ocoro W, Rodriguez AM. 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.
58. Contreras-Escalante GD. ANATOMÍA FUNCIONAL DEL SISTEMA LOCOMOTOR PARA BAILARINES DE DANZAS ZOOMORFAS “Ciempiés.” Universidad Nacional de Colombia; 2015.
59. Ekegren CL, Qvested 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>
60. Brown S, Martinez MJ, Parsons LM. The neural basis of human dance. *Cereb Cortex*. 2006;16(8):1157–67.
61. Hänggi J, Koeneke S, Bezzola L, Jäncke L. Structural neuroplasticity in the sensorimotor network of professional female ballet dancers. *Hum Brain Mapp*. 2010;31(8):1196–206.
62. Haggard P, Wolpert DM. Disorders of body schema. *Higher-Order Mot Disord* Ed Freund, Jeannerod, Hallett Leiguarda, Oxford Univ Press. 2005;261--272.
63. Matsuzaka Y, Picard N, Strick PL. Skill Representation in the Primary Motor Cortex After Long-Term Practice. *J Neurophysiol* [Internet]. 2006;97(2):1819–32. Available from: <http://jn.physiology.org/cgi/doi/10.1152/jn.00784.2006>
64. Bronner S. Differences in segmental coordination and postural control in a multi-joint dance movement: développé arabesque. *J Dance Med Sci* [Internet]. 2012;16(1):26–35. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22390951>
65. Li G, He H, Huang M, Zhang X, Lu J, Lai Y, et al. Identifying enhanced cortico-basal ganglia loops associated with prolonged dance training. *Sci Rep* [Internet]. 2015;5:10271. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26035693>
66. Bläsing B, Schack T. Mental representation of spatial movement parameters in dance. *Spat Cogn Comput*. 2012;12(2–3):111–32.

67. Batson G. Update on Proprioception. *J Danc Med Sci*. 2009;13(2):35–41.
68. Miura A, Fujii S, Yamamoto Y, Kudo K. Motor Control of Rhythmic Dance from a Dynamical Systems Perspective: A Review. *J Danc Med Sci* [Internet]. 2015;19(October):11–21. Available from: <http://openurl.ingenta.com/content/xref?genre=article&issn=1089-313X&volume=19&issue=1&spage=11>
69. Golomer E, Toussaint Y, Bouillette A, Keller J. Spontaneous whole body rotations and classical dance expertise: How shoulder-hip coordination influences supporting leg displacements. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2009;19(2):314–21. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2007.08.004>
70. Roussel NA, Vissers D, Kuppens K, Franssen E, Truijten S, Nijs J, et al. Effect of a physical conditioning versus health promotion intervention in dancers: A randomized controlled trial. *Man Ther* [Internet]. 2014;19(6):562–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2014.05.008>
71. Román, E., Ronda, E. & Carrasco M. Danza Profesional: Una Revisión desde la Salud Laboral. *Rev Esp Salud Publica* [Internet]. 2009;83(4):519–32. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1135-57272009000400004&script=sci_arttext&tlng=en
72. Smith PJ, Gerrie BJ, Varner KE, McCulloch PC, Lintner DM, Harris JD. Incidence and Prevalence of Musculoskeletal Injury in Ballet. *Orthop J Sport Med* [Internet]. 2015;3(7):232596711559262. Available from: <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/2325967115592621>
73. Bronner S, Ojofeitimi S, Spriggs J. Occupational Musculoskeletal Disorders in Dancers. *Phys Ther Rev*. 2003;8(2):57–68.
74. Mistiaen W, Roussel NA, Vissers D, Daenen L, Truijten S, Nijs J. Effects of aerobic endurance, muscle strength, and motor control exercise on physical fitness and musculoskeletal injury rate in preprofessional dancers: An uncontrolled trial. *J Manipulative Physiol Ther* [Internet]. 2012;35(5):381–9. Available from:

- <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmpt.2012.04.014>
75. Wanke EM, Arendt M, Mill H, Groneberg DA. Occupational accidents in professional dance with focus on gender differences. *J Occup Med Toxicol* [Internet]. 2013;8(1):35. Available from: <http://occup-med.biomedcentral.com/articles/10.1186/1745-6673-8-35>
 76. Comin J, Cook JL, Malliaras P, McCormack M, Calleja M, Clarke A, et al. The prevalence and clinical significance of sonographic tendon abnormalities in asymptomatic ballet dancers: a 24-month longitudinal study. *Br J Sports Med* [Internet]. 2013;47(2):89–92. Available from: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2012-091303>
 77. Steib S, Zech A, Hentschke C, Pfeifer K. Fatigue-induced alterations of static and dynamic postural control in athletes with a history of ankle sprain. *J Athl Train*. 2013;48(2):203–8.
 78. Hiller CE, Kilbreath SL, Refshauge KM. Chronic ankle instability: Evolution of the model. *J Athl Train*. 2011;46(2):133–41.
 79. Cote KP, Brunet ME, Gansneder BM, Shultz SJ. Effects of pronated and supinated foot postures on static and dynamic postural stability. *J Athl Train*. 2005;40(1):41–6.
 80. Dworak LB, Gorwa J, Kmiecik K, Mączyński J. A study characterizing dynamic overloads of professional dancers. Biomechanical approach. *Acta Bioeng Biomech*. 2006;7(1):77–84.
 81. Bläsing BE, Campitelli G, Cowan E. Segmentation of dance movement : effects of expertise , visual familiarity , motor experience and music. 2015;5(January):1–11.
 82. Gerbino PG, Griffin ED, Zurakowski D. Comparison of standing balance between female collegiate dancers and soccer players. *Gait Posture*. 2007;26(4):501–7.
 83. Batson G. Validating a dance-specific screening test for balance: preliminary results from multisite testing. *Med Probl Perform Art*. 2010;25(3):110–5.
 84. Horak FB, Henry SM, Shumway-Cook a. Postural perturbations: new insights for treatment of balance disorders. *Phys Ther*. 1997;77(5):517–33.

85. Sibley KM, Beauchamp MK, Van Ooteghem K, Straus SE, Jaglal SB. Using the systems framework for postural control to analyze the components of balance evaluated in standardized balance measures: A scoping review. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2015;96(1):122–132.e29. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2014.06.021>
86. Olchowik G, Tomaszewski M, Olejarz P, Warcho?? J, R????a??ska-Boczula M, Maciejewski R. The human balance system and gender. *Acta Bioeng Biomech*. 2015;17(1):69–74.
87. Sell TC. An examination, correlation, and comparison of static and dynamic measures of postural stability in healthy, physically active adults. *Phys Ther Sport* [Internet]. 2012;13(2):80–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.06.006>
88. Horak FB. Postural compensation for vestibular loss and implications for rehabilitation. *Restor Neurol Neurosci*. 2010;28(1):57–68.
89. Jancová J. Measuring the balance control system--review. *Acta Medica (Hradec Kralove)*. 2008;51(3):129–37.
90. Mckeon PO, Hertel J. Ankle Instability , Part I : Can Deficits Be Detected. *J Athl Train* [Internet]. 2008;43(3):293–304. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2386423&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
91. Schmid M, Bottaro A, Sozzi S, Schieppati M. Adaptation to continuous perturbation of balance: Progressive reduction of postural muscle activity with invariant or increasing oscillations of the center of mass depending on perturbation frequency and vision conditions. *Hum Mov Sci* [Internet]. 2011;30(2):262–78. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2011.02.002>
92. Bhatt T, Wening JD, Pai YC. Adaptive control of gait stability in reducing slip-related backward loss of balance. *Exp Brain Res*. 2006;170(1):61–73.
93. Paillard T, Noé F. Techniques and Methods for Testing the Postural Function in

- Healthy and Pathological Subjects. *Biomed Res Int*. 2015;2015(November).
94. Physiomed. User Manual mtd balance Version 5.0 - Instalacion de hardware y software cobs.
 95. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the star excursion balance test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: A literature and systematic review. *J Athl Train*. 2012;47(3):339–57.
 96. Gribble PA, Kelly SE, Refshauge KM, Hiller CE. Interrater reliability of the Star Excursion Balance Test. *J Athl Train*. 2013;48(5):621–6.
 97. Gribble P, Robinson R. Differences in spatiotemporal landing variables during a dynamic stability task in subjects with CAI. *Scand J Med Sci Sport*. 2010;20(1):63–71.
 98. Coughlan GF, Fullam K, Delahunt E, Gissane C, Caulfield BM. A comparison between performance on selected directions of the star excursion balance test and the Y balance test. *J Athl Train*. 2012;47(4):366–71.
 99. Freiherr J, Lundström JN, Habel U, Reetz K. Multisensory integration mechanisms during aging. *Front Hum Neurosci* [Internet]. 2013;7(December):1–6. Available from: <http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fnhum.2013.00863/abstract>
 100. Peterka RJ. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. *J Neurophysiol*. 2002;88:1097–118.
 101. Nemanich ST, Earhart GM. How do age and nature of the motor task influence visuomotor adaptation? *Gait Posture*. 2015;
 102. Steinberg N, Waddington G, Adams R, Karin J, Tirosh O. The effect of textured ballet shoe insoles on ankle proprioception in dancers. *Phys Ther Sport* [Internet]. 2016;17:38–44. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2015.04.001>
 103. Guerraz M, Bronstein AM. Ocular versus extraocular control of posture and equilibrium. *Neurophysiol Clin*. 2008;38(6):391–8.
 104. Lappi O. Eye movements in the wild: Oculomotor control, gaze behavior & frames of reference. *Neurosci Biobehav Rev* [Internet]. 2016;69:49–68.

- Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.06.006>
105. St George RJ, Fitzpatrick RC. The sense of self-motion, orientation and balance explored by vestibular stimulation. *J Physiol* [Internet]. 2011;589(4):807–13. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1113/jphysiol.2010.197665>
 106. Kluzik JA, Horak FB, Peterka RJ. Differences in preferred reference frames for postural orientation shown by after-effects of stance on an inclined surface. *Exp Brain Res*. 2005;162(4):474–89.
 107. Wolsley CJ, Buckwell D, Sakellari V, Bronstein AM. The effect of eye/head deviation and visual conflict on visually evoked postural responses. *Brain Res Bull*. 1996;40(5–6):437–42.
 108. Singh NB, Taylor WR, Madigan ML, Nussbaum MA. The spectral content of postural sway during quiet stance: Influences of age, vision and somatosensory inputs. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2012;22(1):131–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2011.10.007>
 109. Brodie JA, Lobel EE. More Than Just a Mirror Image. 2011;(December 2014):37–41.
 110. Medendorp WP. Spatial constancy mechanisms in motor control. *This J is # 2011 R Soc*. 2011;476–91.
 111. Cheng HS, Law CL, Pan HF, Hsiao YP, Hu JH, Chuang FK, et al. Preliminary results of dancing exercise on postural stability in adolescent females. *Kaohsiung J Med Sci* [Internet]. 2011;27(12):566–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.kjms.2011.06.032>
 112. Alpini DC, Botta M, Mattei V, Tornese D. Vestibular adaptation in ice skaters depends on discipline rather than age: Some considerations about navigational control. *Sport Sci Health*. 2012;7(2–3):99–103.
 113. Alpini D, Botta M, Mattei V, Tornese D. Figure ice skating induces vestibulo-ocular adaptation specific to required athletic skills. *Sport Sci Health*. 2009;5(3):129–34.
 114. Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins Bryant. The

- reliability of an instrumented device for measuring components of the Star Excursion Balance Test. *N Am J Sports Phys Ther.* 2009;4(2):92–9.
115. Tobii Studio. Tobii Studio User ' s Manual Version 3.3.2. 2015.
116. Tobii Technology AB. Tobii Glasses Eye Tracker: User Manual [Internet]. 2011. p. 30. Available from:
http://www.tobii.com/Global/Analysis/Downloads/User_Manuals_and_Guides/Tobii_T60_T120_EyeTracker_UserManual.pdf
117. Plisky PJ, Gorman PP, Butler RJ, Kiesel KB, Underwood FB, Elkins B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the Star Excursion Balance Test. *North Am J Sport Phys Ther.* 2009;
118. Shaffer MA, Williams A. ACL rehabilitation. *Knee Jt Surg Tech Strateg.* 2013;269–90.
119. Chimera NJ, Smith CA, Warren M. Injury history, sex, and performance on the functional movement screen and Y balance test. *J Athl Train.* 2015;50(5):475–85.
120. Chimera NJ, Warren M. Use of clinical movement screening tests to predict injury in sport. *World J Orthop* [Internet]. 2016;7(4):202. Available from:
<http://www.wjgnet.com/2218-5836/full/v7/i4/202.htm>
121. Gribble PA, Hertel J. Considerations for Normalizing Measures of the Star Excursion Balance Test. *Meas Phys Educ Exerc Sci* [Internet]. 2003;7(2):89–100. Available from:
http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1207/S15327841MPEE0702_3
122. Plisky PJ, Rauh MJ, Kaminski TW, Underwood FB. Star Excursion Balance Test as a Predictor of Lower Extremity Injury in High School Basketball Players. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2006;36(12):911–9. Available from:
<http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2006.2244>
123. Shaffer SW, Teyhen DS, Lorenson CL, Warren RL, Koreerat CM, Straseske CA, et al. Y-Balance Test: A Reliability Study Involving Multiple Raters. *Mil Med* [Internet]. 2013;178(11):1264–70. Available from:
<http://publications.amsus.org/doi/abs/10.7205/MILMED-D-13-00222>

124. Shaffer SW, Teyhen DS, Lorensen CL, Warren RL, Koreerat CM, Straseske CA, et al. Y-Balance Test: A Reliability Study Involving Multiple Raters. *Mil Med.* 2013;
125. Gonell AC, Romero JAP, Soler LM. Relationship Between the Y Balance Test Scores and Soft Tissue Injury Incidence in a Soccer Team. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2015;10(7):955–66. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4675196&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
126. Calavalle AR, Sisti D, Rocchi MBL, Panebianco R, Del Sal M, Stocchi V. Postural trials: Expertise in rhythmic gymnastics increases control in lateral directions. *Eur J Appl Physiol.* 2008;104(4):643–9.
127. Mckee PO, Hertel J. Systematic Review of Postural Control and Lateral Ankle Instability, Part II:... 2008;43(3):3–5.
128. Pozzi F, Moffat M, Gutierrez G. Neuromuscular Control During Performance of a Dynamic Balance Task in Subjects With and Without Ankle Instability. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2015;10(4):520–9. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4527199&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
129. De La Motte S, Arnold BL, Ross SE. Trunk-rotation differences at maximal reach of the Star Excursion Balance Test in participants with chronic ankle instability. *J Athl Train.* 2015;50(4):358–65.
130. Bowerman E, Whatman C, Harris N, Bradshaw E, Karin J. Are maturation, growth and lower extremity alignment associated with overuse injury in elite adolescent ballet dancers? *Phys Ther Sport* [Internet]. 2014;15(4):234–41. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2013.12.014>
131. Paillard T. Sport-specific balance develops specific postural skills. *Sport Med.* 2014;44(7):1019–20.
132. Siegler I. Idiosyncratic orientation strategies influence self-controlled whole-body rotations in the dark. *Cogn Brain Res.* 2000;9(2):205–7.
133. Rohleder N, Otto B, Wolf JM, Klose J, Kirschbaum C, Enck P, et al. Sex-specific

- adaptation of endocrine and inflammatory responses to repeated nauseogenic body rotation. *Psychoneuroendocrinology*. 2006;31(2):226–36.
134. Zaferiou AM, Wilcox RR, Mcnitt-gray JL. Modification of Impulse Generation during Pirouette Turns with Increased Rotational Demands. *J Appl Biomech © Hum Kinet Inc*. 2016;
135. Steinman RM, Cunitz RJ, Timberlake GT, Herman M. Voluntary Control of Microsaccades during Maintained Monocular Fixation. *Science (80-) [Internet]*. 1967;155(3769):1577–9. Available from:
<http://www.sciencemag.org/cgi/doi/10.1126/science.155.3769.1577>
136. Thaler L, Schütz AC, Goodale MA, Gegenfurtner KR. What is the best fixation target? The effect of target shape on stability of fixational eye movements. *Vision Res [Internet]*. 2013;76:31–42. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.visres.2012.10.012>
137. Brumitt J. Assessing Athletic Balance with the Star Excursion Balance Test. *NSCA's Perform Train J*. 2008;7(3):6–7.
138. Gabriner ML, Houston MN, Kirby JL, Hoch MC. Contributing factors to Star Excursion Balance Test performance in individuals with chronic ankle instability. *Gait Posture [Internet]*. 2015;41(4):912–6. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.03.013>
139. Hyong IH, Kim JH. Test of Intrarater and Interrater Reliability for the Star Excursion Balance Test. *J Phys Ther Sci [Internet]*. 2014;26(8):1139–41. Available from:
<http://jlc.jst.go.jp/DN/JST.JSTAGE/jpts/26.1139?lang=en&from=CrossRef&type=abstract>
140. Fullam K, Caulfield B, Coughlan GF, McGroarty M, Delahunt E. Dynamic postural-stability deficits after cryotherapy to the ankle joint. *J Athl Train*. 2015;50(9):893–904.
141. Ness BM, Taylor AL, Haberl MD. Clinical observation and analysis of movement quality during performance on the Star Excursion Balance Test. 2015;10(2):168–77.

142. Cug M, Duncan A, Wikstrom E. Comparative effects of different balance-training-progression styles on postural control and ankle force production: A randomized controlled trial. *J Athl Train.* 2016;51(2):101–10.
143. Riley MA, Turvey MT. Variability and determinism in motor behavior. *J Mot Behav.* 2002;34(2):99–125.