

Rendimiento y balance postural en fondistas sordos expertos y novatos. Estudio de casos

Performance and postural balance in expert and novice in deaf distance runner. Cases Study

Edgardo Romero Frómeta,^I Andrea Elizabeth Franco Barcia,^I Jonathan Vinicio Muylema Montes,^I Giovanni Capote Lavandero,^{II} Germán Rafael Rojas Valdés^{III}

^I Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Ecuador.

^{II} Universidad Central del Ecuador.

^{III} Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador.

RESUMEN

Introducción: el control postural se relaciona con la capacidad corporal de mantener una alineación correcta en relación con el centro de gravedad; es una variable influyente en el rendimiento deportivo del atletismo.

Objetivo: determinar la existencia de asociación entre el balance postural de miembros inferiores y el rendimiento deportivo en corredores de fondo con deficiencia auditiva, aplicando un estudio de casos como paso preliminar.

Métodos: se estudia a tres deportistas con discapacidad auditiva, dos de élite (expertos) y uno amateur (novato). Se aplica el test de Unterberger-Fukuda y el test funcional de excursión de estrella adaptado a personas con discapacidad, valorando indicadores directos e indirectos del rendimiento como balance postural, flexibilidad, coordinación y fuerza.

Resultados: se obtuvieron distintos valores promedios en los casos estudiados que describieron la muestra. Al aplicar el momento r de Pearson se determinó una correlación inversa entre las variables estudiadas, con un índice altamente significativo, determinado con el promedio o media de los resultados obtenidos del apoyo derecho y el apoyo izquierdo en la prueba de 1 500 m (-0,993458501) y en la prueba de 5 000 m (-0,748584948).

Conclusiones: se evidencia que a mayor porcentaje del balance postural, menores son los tiempos utilizados por los deportistas para cumplimentar pruebas de 1 500 m y 5 000 m en atletismo, por lo que un mayor balance postural puede influir en un mayor rendimiento deportivo.

Palabras clave: atletas entrenados; atletas novatos; balance postural; discapacidad auditiva; carreras medio fondo y fondo.

ABSTRACT

Introduction: Postural control is related to corporal ability in maintain a correct alignment in relation to the gravity center, being an influential variable in the athletic performance.

Objective: We study to distance runner with auditory deficiency, determining the existence of an association between lower limb posture balance and sports performance, applying a case study as a preliminary step.

Methods: Three hearing impaired athletes, two elite (experts) and one amateur (novice) were studied. The Unterberger-Fukuda Test and the Star Excursion Balance Test are applied to people with disabilities, assessing direct and indirect performance indicators such as postural balance, flexibility, coordination and strength.

Results: Different mean values were obtained in studied cases that described the sample. When Pearson's r-moment was applied, an inverse correlation was determined between both variables with a highly significant index, determined with the average or mean in the results obtained from the right and left support and in the 1 500 m test (-0.993458501) and in 5000m test (-0.748584948).

Conclusions: It is evident that a greater percentage of the postural balance, the shorter times used in athletes to complete 1 500 m and 5 000 m tests in athletics, which is why a greater postural balance can influence a greater sports performance.

Keywords: trained athletes; novice athletes; postural balance; hearing impairment; middle-distance runner; long-distance runner.

INTRODUCCIÓN

La biomecánica, al estudiar el movimiento humano, permite examinar las fuerzas internas y externas que actúan sobre él, así como el efecto que estas producen.^{1,2} Según *Suárez*,³ la utilidad de esta ciencia en el entrenamiento deportivo se basa en los principios biomecánicos que permiten seleccionar las técnicas apropiadas y detectar las causas básicas de los errores en la ejecución motriz. Esto a su vez representa una herramienta para los entrenadores, en cada una de las diferentes disciplinas deportivas. Tal es el caso del atletismo y básicamente las pruebas de medio fondo y fondo de acuerdo con la Asociación Internacional de Federaciones de Atletismo.^{4,5} Se incluyen las distancias de 800, 1 500, 5 000 y 10 000 m, además la prueba de 3 000 m con obstáculos. Dichas pruebas tienen ciertas características que necesitan estudios específicos para potenciar las cualidades individuales del deportista.⁶⁻⁸

En el caso de la biomecánica aplicada a las carreras de medio fondo y fondo, de acuerdo con *Martin y Coe*,⁹ factores como la longitud de la pierna, la flexión de cadera, el ritmo respiratorio -entre otros- deben estar relacionados para que la técnica sea más pulida y coadyuve al alcance un mejor resultado deportivo en competición, por lo cual existen especificidades potenciales a ser entrenadas que permiten a mediano o largo plazo optimizar el entrenamiento.^{10,11}

Por otra parte, desde el punto de vista fisiológico, según establecen *Santos, Granados, Irazusta, Bidaurrezaga, Zabala, Tam, y otros*¹² el VO₂ máx es una variable importante que establece el límite superior para el rendimiento de resistencia, que en unión con el ciclo de paso influye en la economía de la carrera, siendo un indicador

relevante que al ser mejorado a través del entrenamiento,¹³ permite valorar un óptimo estado de rendimiento en un atleta de distancias medias y largas.

Dentro de las deficiencias más comunes a nivel motriz, la coordinación general del cuerpo es afectada, influye en el control postural y/o segmentario, además de crear dificultad en el equilibrio estático y dinámico evidenciado en casos en los que aparecen alteraciones vestibulares,^{14,15} por ejemplo, en los deportistas con deficiencias auditivas.

En la práctica deportiva se requiere fuerza, y en este caso, un conjunto de todas las manifestaciones de la fuerza para la mantención óptima del aparato locomotor adulto,^{16,17} así como mantener el equilibrio postural adecuado, el tono muscular óptimo y las fibras musculares adaptadas a soportar eficazmente la fatiga muscular.¹⁸ Al hablar de mantenimiento postural se mencionan tres requisitos principales: el apoyo contra la gravedad, la orientación en el espacio y el equilibrio.

Existen canales sensoriales que permiten el mantenimiento postural, entre ellos se encuentra el sistema visual, responsable de la orientación visual¹⁹ y el sistema vestibular, ubicado en el oído interno el cual ayuda a la posición del centro de gravedad y los cambios de aceleración o desaceleración.⁹

La sordera es la pérdida de la capacidad para percibir y discriminar los sonidos y ruidos del medio ambiente.²⁰ Su clasificación es variada y los diversos aspectos determinan características diferentes entre los sordos e hipoacúsicos,²¹ presentando características de retardo global del desarrollo a nivel motor y retraso en la adquisición de otras habilidades, esto debido a que la denominada "discapacidad" no se manifiesta por el hecho de que no oigan sino porque no han desarrollado normalmente el lenguaje y, en consecuencia, presentan limitaciones cognitivas que son evidentes ya que la comunicación tiene un rol importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.²² Es por ello que a este grupo poblacional se le brinda tratamientos diferenciados,^{23,24} realizando y validando los diseños metodológicos^{25,26} y los procedimientos de aplicación en el deporte y la educación física.^{27,28}

Dada la importancia de mantener una óptima postura en la carrera un aspecto influyente es el equilibrio, ya que al fortalecer el denominado "Core" este podría facilitar la transmisión de potencia requerida en acciones como la carrera. Hay autores quienes manifiestan que un déficit de fuerza y estabilidad central podría generar una técnica deportiva ineficiente, además de la propensión del atleta a padecer una lesión.²⁹ En este sentido se puede interpretar que el rendimiento deportivo podría verse afectado si existiera una deficiencia en el balance de la postura.³⁰ Por ello, se hace necesario profundizar en los estudios para determinar los alcances y limitaciones del entrenamiento deportivo en fondistas con dificultades auditivas, dadas las limitaciones investigativas existentes en este campo.

Expuesto esto, el objetivo de la investigación es evaluar a corredores de fondo con deficiencia auditiva, determinado la existencia de una asociación entre el balance postural de los miembros inferiores y el rendimiento deportivo, aplicando un estudio de casos como paso preliminar.

MÉTODOS

La muestra estuvo formada por tres atletas con discapacidad auditiva, dos de élite (expertos) y uno amateur (novato). Esta tuvo que ser reducida, dado que se trata de atletas especiales y el estudio va encaminado solamente hacia un grupo especial de personas con características únicas, las cuales no son comunes en Ecuador. Para

realizar el análisis del balance postural se aplicaron dos tests, que permitieron observar el balance postural, flexibilidad, coordinación y fuerza en los sujetos estudiados:

- 1) Test de Unterberger-Fukuda: Se le conoce también como test de la marcha simulada. Manteniendo los ojos cerrados y los brazos extendidos, el paciente tiene que marcar el paso en el propio terreno, levantando las rodillas, y tratando de no moverse del lugar de inicio. Se debe por lo menos realizar unos 80-100 pasos en un minuto, sin moverse del sitio en ningún sentido, es decir, sin avanzar, con los ojos tapados y los brazos extendidos, levantando la rodilla al dar cada paso. Después de dar 30-40 pasos el paciente pierde su orientación al debilitarse la imagen mental que tiene de su entorno inicial y ha de utilizar solo el sistema vestibular para orientarse. Los parámetros a valorar son:
 - a) Ángulo de desplazamiento: es el ángulo formado entre la posición inicial y la final. No debe sobrepasar aproximadamente los 45-50°.
 - b) Ángulo de rotación: es el ángulo recorrido por el paciente al girar (si es que gira) entre el inicio y el final de la prueba. Sus valores normales son similares a los del ángulo de desplazamiento.
- 2) Test funcional de excursión de estrella (SEBT, del inglés *Star Excursion Balance Test*): es un test funcional que incorpora una postura de apoyo con un solo pie con el alcance máximo de la pierna opuesta. El SEBT se realiza con el sujeto parado en el centro de un asterisco puesto en el piso, con 8 líneas extendidas a 45° del centro de este. El sujeto debe mantenerse sobre una sola pierna en el centro del asterisco mientras que alcanza con la pierna contraria lo más lejos posible a lo largo de las diferentes direcciones (A, AM, AL, L, etc.). El sujeto debe tocar ligeramente el punto más lejano posible en la línea con la parte que más sobresalga del pie de alcance. El sujeto debe volver a una posición central después de cada alcance. La pierna de apoyo requiere dorsiflexión de tobillo, flexión de rodilla y flexión de cadera en rangos de movimientos y fuerza adecuados. La meta del SEBT es alcanzar lo más lejos posible con una pierna en cada una de las 8 direcciones descritas mientras mantiene el equilibrio con la pierna contraria. El SEBT es mejor descrito como un test funcional que cuantifica el alcance de la extremidad inferior mientras son desafiados los límites de estabilidad de un individuo. Se dará un tiempo de 15 s entre los alcances a modo de descanso para evitar menor alcance a causa de fatiga muscular. Se realizarán tres alcances para cada pierna en cada una de las ocho direcciones, Todos los ensayos serán realizados en orden secuencial en cualquiera de las dos direcciones, en el sentido de las agujas del reloj con la extremidad inferior derecha (como pierna de alcance) y en el sentido contrario con la izquierda. Al final debe medirse manualmente la distancia del centro del asterisco al punto de alcance con una cinta métrica en centímetros, registrando como alcance definitivo el mejor de los tres intentos. Para el respectivo cálculo se divide la longitud lograda en centímetros para la longitud de la extremidad (sujeto en posición de decúbito supino, se mide longitud desde espina iliaca anterosuperior hasta el centro del maléolo tibial) y ese resultado se multiplica por 100. Si el resultado final no llega al 94 % de la longitud de la pierna, estos individuos tienen mayor riesgo de lesión. Este test, de acuerdo a los autores, se ha realizado bajo parámetros que corresponden a personas sin discapacidad.

Serán desechados y repetidos los alcances logrados, si el sujeto:

1. No toca la línea con el pie de alcance mientras mantiene el peso con la pierna de apoyo.
 2. Levanta el pie de apoyo del centro del asterisco.
 3. Pierde el equilibrio en cualquier punto de la prueba.
 4. No mantiene las posiciones inicial y final para un siguiente alcance.
-

Para determinar la existencia de una correlación lineal entre las variables de interés (apoyo y tiempo) se aplicó el coeficiente de correlación o momento r de Pearson.

RESULTADOS

El presente estudio determinó un promedio (movimientos con el pie de apoyo derecho) en los tres intentos de la prueba de $\bar{X}60,08$, con un promedio de la longitud coxofemoral de $\bar{X}84$ y un resultado promedio de $\bar{X}71,53$, existiendo una correlación media de $\bar{X}85,15$ (tabla 1).

Para el caso del movimiento con el pie izquierdo, la media en los tres intentos se estableció en $\bar{X}66,75$, con una longitud media en la articulación coxofemoral de $\bar{X}82$, y un resultado medio de $\bar{X}81,4$ con una correlación promedio del $\bar{X}99,27$ (tabla 2).

Tabla 1. Movimientos con el pie de apoyo derecho realizado con el test funcional de excursión de estrella. Evaluación del balance postural del Sujeto 1 (Entrenado)

Dirección	Intento 1	Intento 2	Intento 3	Promedio	Longitud coxofemoral	Resultado	% Correlación
Anterior	68	58	57	61,00	84	72,62	86,45
Anteromedial	65	63	63	63,67	84	75,79	90,23
Medial	81	63	64	69,33	84	82,54	98,26
Posteromedial	53	73	72	66,00	84	78,57	93,54
Posterior	60	69	69	66,00	84	78,57	93,54
Posterolateral	44	59	59	54,00	84	64,29	76,53
Lateral	39	47	46	44,00	84	52,38	62,36
Anterolateral	55	58	57	56,67	84	67,46	80,31
Promedio				$\square 60,08$	$\square 84,00$	$\square 71,53$	$\square 85,15$

Tabla 2. Movimientos con el pie de apoyo izquierdo realizado con el test funcional de excursión de estrella. Evaluación del balance postural del Sujeto 1 (Entrenado)

Dirección	Intento 1	Intento 2	Intento 3	Promedio	Longitud coxofemoral	Resultado	% correlación
Anterior	70	68	69	69,00	82	84,15	102,62
Anteromedial	75	65	65	68,33	82	83,33	101,63
Medial	83	80	81	81,33	82	99,19	120,96
Posteromedial	84	78	79	80,33	82	97,97	119,47
Posterior	75	70	74	73,00	82	89,02	108,57
Posterolateral	61	56	55	57,33	82	69,92	85,27
Lateral	44	43	44	43,67	82	53,25	64,94
Anterolateral	56	64	63	61,00	82	74,39	90,72
Promedio				$\square 66,75$	$\square 82,00$	$\square 81,40$	$\square 99,27$

El estudio del movimiento con el pie de apoyo derecho realizado con el test funcional determinó una media o promedio en los tres intentos de $\bar{X}56,71$, con una longitud promedio de la articulación coxofemoral de $\bar{X}85$ y un resultado de $\bar{X}66,72$ como promedio, así como una correlación de $\bar{X}78,49$ (tabla 3).

El estudio del movimiento con el pie de apoyo izquierdo realizado con el test funcional en el deportista 2 determinó una media en los tres intentos de $\bar{X}57,17$, con un promedio en la articulación coxofemoral de $\bar{X}86$ y un resultado de $\bar{X}66,47$, siendo el promedio de la correlación de $\bar{X}77,29$ (tabla 4).

Tabla 3. Movimientos con el pie de apoyo derecho realizado con el test funcional de excursión de estrella. Evaluación del balance postural del Sujeto 2 (Novato)

Dirección	Intento 1	Intento 2	Intento 3	Promedio	Longitud coxofemoral	Resultado	% correlación
Anterior	60	61	60	60,33	85	70,98	83,51
Anteromedial	61	66	65	64,00	85	75,29	88,58
Medial	72	78	76	75,33	85	88,63	104,27
Posteromedial	68	53	53	58,00	85	68,24	80,28
Posterior	64	45	44	51,00	85	60,00	70,59
Posterolateral	51	45	45	47,00	85	55,29	65,05
Lateral	47	40	41	42,67	85	50,20	59,05
Anterolateral	56	55	55	55,33	85	65,10	76,59
Promedio				$\bar{X}56,71$	$\bar{X}85,00$	$\bar{X}66,72$	$\bar{X}78,49$

Tabla 4. Movimiento con el pie de apoyo izquierdo realizado con el test funcional de excursión de estrella. Evaluación del balance postural del Sujeto 2 (Novato)

Dirección	Intento 1	Intento 2	Intento 3	Promedio	Longitud coxofemoral	Resultado	% correlación
Anterior	73	58	57	62,67	86	72,87	84,73
Anteromedial	71	61	60	64,00	86	74,42	86,53
Medial	80	64	63	69,00	86	80,23	93,29
Posteromedial	70	52	51	57,67	86	67,05	77,97
Posterior	70	57	56	61,00	86	70,93	82,48
Posterolateral	52	48	49	49,67	86	57,75	67,15
Lateral	47	35	34	38,67	86	44,96	52,28
Anterolateral	63	50	51	54,67	86	63,57	73,91
Promedio				$\bar{X}57,17$	$\bar{X}86,00$	$\bar{X}66,47$	$\bar{X}77,29$

En la tabla 5, el estudio del movimiento con el pie de apoyo derecho realizado con el test funcional del deportista 3 mostró una media o promedio de $\bar{X}79,04$, existiendo un promedio en la longitud coxofemoral de $\bar{X}91$ con un resultado medio de $\bar{X}86,86$ y una correlación promedio de $\bar{X}95,45$.

El estudio del movimiento con el pie de apoyo izquierdo realizado con el test funcional del deportista 3 (tabla 6), determinó una media o promedio de $\bar{X}75,63$, existiendo un promedio en la longitud coxofemoral de $\bar{X}90$ con un resultado medio de $\bar{X}84,03$ y una correlación promedio de $\bar{X}93,36$.

Tabla 5. Movimientos con el pie de apoyo derecho realizado con el test funcional de excursión de estrella. Evaluación del balance postural del Sujeto 3 (Entrenado)

Dirección	Intento 1	Intento 2	Intento 3	Promedio	Longitud coxofemoral	Resultado	% correlación
Anterior	74	72	71	72,33	91	79,49	87,35
Anteromedial	79	78	77	78,00	91	85,71	94,19
Medial	79	78	89	82,00	91	90,11	99,02
Posteromedial	88	89	96	91,00	91	100,00	109,89
Posterior	80	82	86	82,67	91	90,84	99,83
Posterolateral	76	79	83	79,33	91	87,18	95,80
Lateral	71	73	76	73,33	91	80,59	88,56
Anterolateral	70	75	76	73,67	91	80,95	88,96
Promedio				□79,04	□91,00	□86,86	□95,45

Tabla 6. Movimiento con el pie de apoyo izquierdo realizado con el test funcional de excursión de estrella. Evaluación del balance postural del Sujeto 3 (Entrenado)

Direcciones	Intento 1	Intento 2	Intento 3	Promedio	Longitud coxofemoral	Resultado	% correlación
Anterior	72	72	75	73,00	90	81,11	90,12
Anteromedial	73	75	76	74,67	90	82,96	92,18
Medial	68	70	74	70,67	90	78,52	87,24
Posteromedial	73	79	85	79,00	90	87,78	97,53
Posterior	76	80	91	82,33	90	91,48	101,65
Posterolateral	77	80	85	80,67	90	89,63	99,59
Lateral	76	74	73	74,33	90	82,59	91,77
Anterolateral	67	70	74	70,33	90	78,15	86,83
Promedio				□75,63	□90,00	□84,03	□93,36

La tabla 7 ilustra el análisis del movimiento de los tres sujetos con el test de Unterberger-Fukuda. En ella se evidencia un mayor desplazamiento en el deportista o sujeto 1 (110 cm), siendo menores los grados en los deportistas entrenadores (Sujeto 1: 50° y Sujeto 3: 10°) con desviaciones hacia la derecha.

Los lugares obtenidos al comparar el porcentaje del balance postural y los tiempos obtenidos en las pruebas de 1 500 m y 5 000 m se observan en la tabla 8, donde vemos una media o promedio de apoyo (apoyo derecho y apoyo izquierdo) en el sujeto 1 de $\bar{X}99,27$, en el sujeto 2 de $\bar{X}77,89$ y en el sujeto 3 de $\bar{X}94,41$.

Tabla 7. Movimiento de los tres sujetos en marcha con el test de Unterberger-Fukuda

Sujetos	Nombre	Nivel de preparación	Desplazamiento		Giro	Desviación
			cm	Grados (°)		
1	Sujeto 1	Entrenado	110	50	90°	Derecha
2	Sujeto 2	Novato	100	140	45°	Izquierda
3	Sujeto 3	Entrenado	83	10	0°	Derecha

Tabla 8. Comparación entre el porcentaje del balance postural y los tiempos obtenidos en las pruebas de 1 500 m y 5 000 m en atletismo

Sujetos	Apoyo derecho	Apoyo izquierdo	Media	Tiempo 1 500 m	Tiempo 5 000 m
Sujeto 1-Entrenado	□85,15	□99,27	□92,21	05:07,6	19:28,97
Sujeto 2-Novato	□78,49	□77,29	□77,89	07:09,4	20:09,8
Sujeto 3-Entrenado	□95,45	□93,36	□94,41	04:28,1	16:54,3

De lo anterior se infiere que el sujeto novato al poseer menos entrenamiento y experiencia tiene un nivel de apoyo inferior, lo cual entre otros aspectos se pone de manifiesto en los resultados competitivos reflejados en los tiempos alcanzados en las carreras de 1 500 m y 5 000 m.

DISCUSIÓN

El estudio de la técnica como condicionante del rendimiento deportivo aún es una tendencia mundial de importancia en el proceso de dirección del entrenamiento deportivo,¹¹ potenciando optimizaciones significativas en deportes eminentemente técnicos.¹⁰

Para el caso del estudio del movimiento con el pie de apoyo derecho realizado con el test funcional de excursión de estrella, evaluando el balance postural del Sujeto 1 entrenado (tabla 1), los resultados determinaron la existencia, como límite inferior, de un movimiento realizado hacia la dirección lateral y en un rango de alcance similar logrado entre las direcciones posterolateral y anterolateral. Se evidencia un mayor incremento en los movimientos hacia las direcciones anterior y anteromedial, alcanzando un nivel superior en la dirección medial.

Para el caso del movimiento con el pie de apoyo izquierdo realizado con el test funcional de excursión de estrella, la evaluación del balance postural del Sujeto 1 Entrenado (tabla 2), determinó un límite inferior en un movimiento realizado con dirección lateral, con un rango de alcance similar logrado hacia las direcciones posterolateral y anterolateral. Se evidencia un mayor incremento en los movimientos hacia las direcciones anterior, anteromedial y posterior, alcanzando un nivel superior en las direcciones medial y posteromedial.

Para el caso del movimiento con el pie de apoyo derecho realizado con el test funcional de excursión de estrella, evaluando el balance postural del Sujeto 2 novato (tabla 3), existió como límite inferior un movimiento realizado con dirección lateral y posterolateral, en un rango de alcance similar logrado hacia las direcciones anterolateral y posterior. Se evidencia un mayor incremento en el movimiento hacia las direcciones posteromedial, anterior y anteromedial, alcanzando un nivel superior en la dirección medial.

El movimiento con el pie de apoyo izquierdo realizado con el test funcional de excursión de estrella evaluando el balance postural del Sujeto 2, Novato (tabla 4), determinó un límite inferior de movimiento realizado hacia la dirección lateral y un rango similar entre las direcciones posteromedial y anterolateral. Se evidencia un mayor incremento en los movimientos hacia las direcciones anterior, anteromedial y posterior, alcanzando un nivel superior en la dirección medial.

Por otra parte, el estudio del movimiento con el pie de apoyo derecho realizado con el test funcional de excursión de estrella evaluando el balance postural del Sujeto 3 entrenado (tabla 5), determinó un límite inferior del movimiento realizado hacia la dirección anterior y en un rango de alcance similar logrado hacia la medial y la anteromedial. Se evidencia un mayor incremento en los movimientos hacia las direcciones anterolateral, lateral, poslateral y posterior, alcanzando un nivel superior en la dirección posteromedial.

En el caso de estudio realizado para evaluar el movimiento con el pie de apoyo izquierdo realizado con el test funcional de Excursión de Estrella para controlar el balance postural del Sujeto 3 entrenado (tabla 6), se determinó la existencia de una similitud en el alcance con el movimiento realizado hacia la parte medial y anterolateral, en un rango que va desde el 90,2 %, evidenciándose un incremento en el alcance logrado en los cinco movimientos restantes, lo que a nivel superior se evidencia un movimiento realizado hacia la posterior.

Para el caso del estudio del movimiento en los tres sujetos a partir del test de Unterberger-Fukuda (tabla 7) en lo que corresponde al giro que se evidenció, existe una mayor amplitud de movimiento en el atleta novato (Sujeto 2), aspecto negativo que influye en la desestabilización del centro de gravedad. Todos presentaron una desviación ya sea a derecha o izquierda, siendo el desplazamiento variable. Sin embargo, los atletas que tuvieron menos desplazamiento fueron los atletas entrenados.

Descriptivamente, se evidencia que a mayor porcentaje del balance postural, menores son los tiempos utilizados por los deportistas para cumplimentar pruebas de 1 500 m y 5 000 m en atletismo, según se evidencia en la tabla 8 y esto se debe a que las alteraciones vestibulares influyen en el desequilibrio motriz^{14,15} provocando menos resultados deportivos. Por lo cual existirá un mayor rendimiento deportivo que puede perfeccionarse con entrenamientos especializados que potencien la fuerza,¹⁷ entre otros aspectos de la preparación, y con un mayor control postural adquirido al ser mayor la experiencia o longevidad deportiva del sujeto estudiado.⁹ Al aplicar el momento r de Pearson, se determinó una correlación inversa entre ambas variables con un índice altamente significativo, determinado con el promedio o media de los resultados obtenidos del apoyo derecho y el apoyo izquierdo en la prueba de 1 500 m (-0,993458501) y en la prueba de 5 000 m (-0,748584948).

A modo de conclusión, los resultados obtenidos indican que cuando existe mayor porcentaje de balance postural coincide en el alcance de un tiempo menor y por ende un mayor rendimiento deportivo. Sin embargo, concurren otros factores que influyen en el rendimiento deportivo⁹ que en la presente investigación no han sido controlados,

como es el caso del efecto de la longevidad deportiva en el rendimiento, por lo cual los resultados no son concluyentes.

Por otra parte, es necesario estudiar una muestra representativa de la población, o a su haber la propia población, dadas las limitantes existentes para encontrar atletas paralímpicos de nivel internacional.

Por demás, otras variables a tener en cuenta en futuros estudios se relacionan con el plano psicológico, pues las habilidades volitivas juegan un rol importante, incluyendo la fisiología característica como tipo de fibras musculares, y un volumen de oxígeno máximo¹³ como variables significativas que no fueron estudiadas y que también se deben considerar.

Sin embargo, estudios realizados demuestran la importancia de trabajar el desarrollo de un balance postural óptimo de acuerdo a la disciplina deportiva practicada, ya que esto potencia la capacidad física de fuerza en cualquiera de sus manifestaciones, ayudando a evitar el riesgo de lesiones.²⁹

AGRADECIMIENTOS

Al proyecto de investigación "Gestión de competencias para publicaciones científicas en estudiantes de pregrado y postgrado de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE".

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fung YC. Biomechanics: mechanical properties of living tissues. 2nd ed. Springer Science & Business Media; 2013.
2. León S, Calero S, Chávez E. Morfología funcional y biomecánica deportiva. 2nd ed. Quito: Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; 2016.
3. Suárez GR. Biomecánica deportiva y control del entrenamiento. Medellín: Funámbulos Editores; 2009.
4. Blazevich AJ. Sports biomechanics: the basics: optimising human performance. 2nd ed. A&C Black; 2013.
5. Ozkaya N, Nordin M. Fundamentals of biomechanics. Springer; 2014.
6. Gallo RA, Plakke M, Silvis ML. Common leg injuries of long-distance runners: anatomical and biomechanical approach. Sports health. 2012;4(6):485-95.
7. Tartaruga MP, Brisswalter J, Peyré LA, Ávila OV, Alberton CL, Coertjens M, et al. The relationship between running economy and biomechanical variables in distance runners. Research Quarterly for Exercise and Sport. 2012;83(3):367-75.

8. Loudon JK, Reiman MP. Conservative management of femoroacetabular impingement (FAI) in the long distance runner. *Physical Therapy in Sport*. 2014;15(2):82-90.
9. Martin DE, Coe PN. Entrenamiento para corredores de fondo y medio fondo. 3rd ed. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2007.
10. Calero S. Fundamentos del entrenamiento optimizado: Cómo lograr un alto rendimiento deportivo en el menor tiempo posible. Primer Congreso de Fisioterapia y Deporte. 2014b; Villahermosa, Tabasco: Universidad del Valle de México; 2014.
11. Calero S. Nuevas tendencias mundiales en el proceso de dirección del entrenamiento deportivo. Curso de Postgrado impartido en la Universidad de Guayaquil. 2013; Instituto de Investigaciones. 2-18.
12. Santos J, Granados C, Irazusta J, Bidaurrezaga I, Zabala J, Tam N, et al. Influence of the biomechanical variables of the gait cycle in running economy. [Influencia de variables biomecánicas del ciclo de paso en la economía de carrera]. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. 2013;10(36):95-108.
13. Calero S, Moposita FG, Caizaluisa RC, Morales CF, Vera AM. Efectos de la hipoxia en atletas paralímpicos con entrenamiento escalonado en la altura. *Rev Cubana Invest Bioméd*. 2017;36(1):1-12.
14. Rodríguez E. Intervención metodológica para trabajar la sensibilización asociada a la discapacidad sensorial auditiva con estudiantes del GCCAFD. *EmásF. Revista Digital de Educación Física*. 2015;33:1-20.
15. Rajendran V, Roy FG, Jeevanantham D. Postural control, motor skills, and health-related quality of life in children with hearing impairment: a systematic review. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2012;269(4):1063-71.
16. Calero S, González SA. Preparación física y deportiva. Quito: Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; 2015.
17. Lee SS, de Boef Miara M, Arnold AS, Biewener AA, Wakeling JM. Recruitment of faster motor units is associated with greater rates of fascicle strain and rapid changes in muscle force during locomotion. *Journal of Experimental Biology*. 2013;2016(2):198-207.
18. Sant JR. Metodología y técnicas de atletismo. Barcelona: Editorial Paidotribo; 2005.
19. Tomomitsu MS, Alonso AC, Morimoto E, Bobbio TG, Greve J. Static and dynamic postural control in low-vision and normal-vision adults. *Clinics*. 2013;68(4):517-21.
20. Martínez L. Tratamiento integrado. Oftalmología y Otorrinolaringología: Materiales Académicos de Medicina China. 2nd ed. Querol: Fundación Europea de MTC; 2014.
21. Gavilán YA, Peralta EM, Guas HR, Trujillo JP, Quesada YG. Características de la sordera en un grupo de discapacitados auditivos. *Panorama Cuba y Salud*. 2009;4(1):12-20.

22. Pereda JL, Calero S. Proyecto actividad física y comunicación en personas con discapacidad en Ecuador. *Lecturas: Educación Física y Deportes*. 2015 Noviembre;20(210):1-8.
23. Barroso G, Sánchez B, Calero S. Metodología para el desarrollo de programas de actividad física adaptada: Parte I. Estudio de la discapacidad en Ecuador. *Lecturas: Educación Física y Deportes*. 2016 Enero;20(212):1-10.
24. Belleter EJ, Molina M. Alumnos con deficiencia auditiva y su tratamiento en las clases de Educación Física. *Lecturas: Educación física y deportes*. 2011 Enero;15(152):1-7.
25. Barroso G, Sánchez B, Calero S. Metodología para el desarrollo de programas de actividad física adaptada: Parte II. Diseño y validación. *Lecturas: Educación Física y Deportes*. 2016 Febrero;20(213):1-7.
26. Aragón S, Valdivieso I. Deficiencia auditiva y deporte. *Lecturas: educación física y deportes*. 2007 Julio;12(110):1-8.
27. Barroso G, Sánchez B, Calero S. Metodología para el desarrollo de programas de actividad física adaptada: Parte III. Procedimiento de aplicación. *Lecturas: Educación Física y Deportes*. 2016 Marzo;20(214):1-10.
28. Calero S, González SA. *Teoría y Metodología de la Educación Física* Quito: Editorial de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE; 2014.
29. Dicharry J. *Anatomy for Runners: Unlocking your athletic potential for health, speed, and injury prevention*. Skyhorse Publishing, Inc.; 2013.
30. Peña G, Elvar H, Ramón J, Moral S, Mata F, Da Silva Grigoletto ME. Evidencias sobre los efectos del entrenamiento inestable para la salud y el rendimiento [Online]. 2012 [cited 2017 Enero 21]. Disponible en: <http://g-se.com/es/salud-y-fitness/articulos/evidencias-sobre-los-efectos-del-entrenamiento-inestable-para-la-salud-y-el-rendimiento-1450>

Recibido: 5 de noviembre de 2015.

Aprobado: 7 de diciembre de 2016.

Edgardo Romero Frómeta. Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Ecuador.
Correo electrónico: eeromero4@espe.edu.ec (Tél: +593 987615295).