

**EFFECTOS DE LA FATIGA COGNITIVA EN LA ESTABILIDAD CORPORAL DURANTE
LA CARRERA EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA UPSE
EFFECTS OF COGNITIVE FATIGUE ON BODY STABILITY DURING RUNNING IN
UNIVERSITY STUDENTS AT UPSE**

Autores: ¹Ariana Fabiola Morales González, ²Dayana Alexandra Manangon Burgos, ³Maritza Gisella Paula Chica y ⁴Geoconda Xiomara Herdoiza Morán.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-9150-9575>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-6268-1063>

³ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-7435-7959>

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0000-1017-6593>

¹E-mail de contacto: ariana.moralesgonzalez@upse.edu.ec

²E-mail de contacto: dayana.manangonburgos0360@upse.edu.ec

³E-mail de contacto: gpaula@upse.edu.ec

⁴E-mail de contacto: gxherdoiza@upse.edu.ec

Afiliación: ^{1*2*3*4*}Universidad Estatal Península de Santa Elena, (Ecuador).

Artículo recibido: 3 de Agosto del 2026.

Artículo revisado: 5 de Agosto del 2026.

Artículo aprobado: 5 de Agosto del 2026.

¹Estudiante de la carrera Entrenamiento Deportivo de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, (Ecuador).

²Estudiante de la carrera Entrenamiento Deportivo de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, (Ecuador).

³Licenciada en Educación Física y Deporte. Escuela Internacional de Educación Física y Deporte (EIEFD), (Cuba). Máster en Administración y Gestión de la Cultura Física y Deportes Instituto Superior de Cultura Física “Manuel Fajardo”, (Cuba). Doctorado en Educación Física y Entrenamiento Deportivo Beijing Sport University, (China). Doctora en Ciencias de la Cultura Física Universidad de las Ciencias de la Cultura Física y el Deporte “Manuel Fajardo”, (Cuba).

⁴Licenciada en Educación Física de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, (Ecuador), 14 años de experiencia laboral. Magíster en Entrenamiento Deportivo, egresada de la Universidad de la Península de Santa Elena, (Ecuador). Docente de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, (Ecuador).

Resumen

El objetivo de este estudio fue analizar el impacto agudo de la fatiga cognitiva sobre la estabilidad corporal en atletas universitarios de la selección de atletismo de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) durante el año 2026. Se empleó un diseño metodológico de enfoque cuantitativo con mediciones antes y después de la inducción de fatiga cognitiva. La fatiga mental fue inducida mediante la aplicación continua del test de Stroop durante 30 minutos en condiciones controladas. Posteriormente, se registraron y analizaron los ángulos articulares de cadera, rodilla y tobillo mediante el software de análisis biomecánico Kinovea, con el propósito de identificar modificaciones asociadas a la estabilidad corporal. El análisis de los registros obtenidos permitió identificar variaciones angulares y sutiles asimetrías en la zancada posteriores a la inducción de fatiga cognitiva, evidenciando alteraciones en la eficiencia cinemática y en el control postural de los atletas evaluados. Estos hallazgos permiten analizar

que la fatiga cognitiva aguda influye negativamente en los mecanismos de control motor y estabilidad corporal, lo que podría afectar el rendimiento funcional y aumentar la susceptibilidad a lesiones musculoesqueléticas en atletas universitarios expuestos simultáneamente a demandas académicas y deportivas.

Palabras clave: Fatiga cognitiva, Estabilidad corporal, Control motor, Cinemática, Atletismo, Kinovea, Test de Stroop.

Abstract

The objective of this study was to analyze the acute impact of cognitive fatigue on body stability in university athletes from the athletics team of the Santa Elena Peninsula State University (UPSE) during 2026. A quantitative methodological design was employed, including measurements taken before and after the induction of cognitive fatigue. Mental fatigue was induced through the continuous administration of the Stroop test for 30 minutes under controlled conditions. Subsequently, hip,

knee, and ankle joint angles were recorded and analyzed using the Kinovea biomechanical analysis software to identify modifications associated with body stability. The analysis of the obtained records revealed angular variations and subtle gait asymmetries following the induction of cognitive fatigue, showing alterations in kinematic efficiency and postural control in the evaluated athletes. These findings make it possible to analyze that acute cognitive fatigue negatively influences motor control mechanisms and body stability, which could affect functional performance and increase susceptibility to musculoskeletal injuries in university athletes simultaneously exposed to academic and sports demands.

Keywords: Cognitive fatigue, Body stability, Motor control, Kinematics, Athletics, Kinovea, Stroop test.

Suamario

O objetivo deste estudo foi analisar o impacto agudo da fadiga cognitiva na estabilidade corporal de atletas universitários da equipe de atletismo da Universidade Estadual da Península de Santa Elena (UPSE) durante o ano de 2026. Foi empregado um delineamento metodológico quantitativo, incluindo medições realizadas antes e depois da indução da fadiga cognitiva. A fadiga mental foi induzida por meio da aplicação contínua do teste Stroop durante 30 minutos em condições controladas. Posteriormente, os ângulos das articulações do quadril, joelho e tornozelo foram registrados e analisados utilizando o software de análise biomecânica Kinovea para identificar modificações associadas à estabilidade corporal. A análise dos registros obtidos revelou variações angulares e assimetrias sutis na marcha após a indução da fadiga cognitiva, demonstrando alterações na eficiência cinemática e no controle postural dos atletas avaliados. Esses achados permitem analisar que a fadiga cognitiva aguda influencia negativamente os mecanismos de controle motor e a estabilidade corporal, o que pode afetar o desempenho funcional e aumentar a suscetibilidade a lesões musculoesqueléticas em atletas universitários expostos

simultaneamente às demandas acadêmicas e esportivas.

Palavras-chave: Fadiga cognitiva, Estabilidade corporal, Controle motor, Cinemática, Atletismo, Kinovea, Teste de Stroop.

Introducción

En las disciplinas de velocidad, el rendimiento deportivo depende de la interacción entre factores físicos, biomecánicos y neuromotores. Tradicionalmente, el análisis del sprint se ha orientado al estudio de variables como la fuerza explosiva, la potencia muscular, el consumo de oxígeno y la eficiencia del gesto técnico. No obstante, investigaciones recientes han señalado que los procesos cognitivos y el funcionamiento del sistema nervioso central también participan en la regulación del control motor y la estabilidad durante tareas deportivas de alta demanda (Pageaux y Lepers, 2018). La fatiga cognitiva se define como un estado de disminución temporal de la capacidad mental producido por la realización prolongada de tareas que requieren atención, concentración y control ejecutivo. Este fenómeno puede afectar el procesamiento de la información, la toma de decisiones y la coordinación motora voluntaria (Van et al., 2017).

En el contexto deportivo, diversos estudios han sugerido que la fatiga mental puede alterar el control postural y la precisión de los movimientos, especialmente en actividades que requieren ajustes rápidos y coordinados del cuerpo. En atletas universitarios, la fatiga cognitiva adquiere especial relevancia debido a la coexistencia de demandas académicas y deportivas. Las evaluaciones, proyectos y otras actividades propias de la educación superior pueden generar cargas mentales adicionales que se suman a las exigencias del entrenamiento. Investigaciones previas han reportado que el agotamiento mental agudo puede asociarse con

disminuciones en el rendimiento técnico y en la consistencia motriz en tareas deportivas que requieren precisión temporal y coordinación (Smith, 2016). En América Latina, el estudio de la relación entre fatiga cognitiva y rendimiento deportivo universitario aún es limitado. Aunque existen investigaciones sobre estrés académico y desempeño físico, son escasos los trabajos que analizan específicamente sus efectos sobre variables cinemáticas relacionadas con la estabilidad corporal durante el sprint. Esta limitación evidencia la necesidad de generar información contextualizada en poblaciones universitarias deportistas de la región.

En el Ecuador, la investigación biomecánica aplicada al deporte también enfrenta restricciones asociadas al acceso a equipamiento especializado, como plataformas de fuerza y sistemas de captura tridimensional de movimiento. En este contexto, herramientas de videoanálisis bidimensional como *Kinovea* representan una alternativa accesible para evaluar variables cinemáticas de manera objetiva y con bajo costo operativo. En la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE), los integrantes de la selección de atletismo combinan actividades académicas con entrenamientos sistemáticos de velocidad. Esta doble exigencia puede favorecer la aparición de fatiga cognitiva y potencialmente influir en el control motor durante la ejecución del sprint. Sin embargo, no se dispone de evidencia local que permita establecer si la inducción aguda de fatiga cognitiva produce modificaciones en variables cinemáticas asociadas a la estabilidad corporal en estos atletas. Considerando este contexto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿la fatiga cognitiva inducida mediante el Test de Stroop produce un efecto agudo sobre las variables cinemáticas relacionadas con la estabilidad corporal durante

el sprint en atletas de la selección de atletismo de la UPSE? La presente investigación se justifica por su aporte teórico y práctico al estudio de la interacción entre procesos cognitivos y rendimiento motor en atletas universitarios.

Los resultados podrían contribuir a que entrenadores y preparadores físicos consideren las demandas cognitivas dentro de la planificación del entrenamiento y de los periodos de recuperación, especialmente durante semanas de alta carga académica. Asimismo, el uso combinado del *Stroop Color-Word Test* y del software *Kinovea* permite desarrollar un procedimiento metodológico viable para el análisis de variables cinemáticas en instituciones de educación superior con recursos limitados. El objetivo de este estudio fue analizar el impacto agudo de la fatiga cognitiva sobre la estabilidad corporal en atletas universitarios de la selección de atletismo de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE) durante el año 2026.

Materiales y Métodos

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, orientado a la medición objetiva de variables cinemáticas relacionadas con la estabilidad corporal durante la ejecución del sprint. Se empleó un diseño preexperimental de medidas repetidas, estructurado mediante un modelo pretest-posttest con un solo grupo, en el cual cada participante actuó como su propio control. Esta configuración metodológica permitió identificar y comparar las variaciones producidas en las variables biomecánicas antes y después de la inducción de fatiga cognitiva, disminuyendo la influencia de la variabilidad interindividual y facilitando una valoración más precisa de los cambios derivados de la intervención experimental. La población estuvo conformada por los atletas pertenecientes a la

delegación oficial de velocidad de la Universidad Estatal Península de Santa Elena (UPSE). Para la selección de los participantes se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia, conformándose una muestra de 10 corredores que cumplieran con los criterios previamente establecidos y disponían de las condiciones necesarias para participar en las sesiones de evaluación.

Se consideraron como criterios de inclusión ser estudiante regular de la UPSE, pertenecer a la selección universitaria de atletismo, contar con al menos dos años de experiencia en pruebas de velocidad y aceptar voluntariamente la participación mediante la firma del consentimiento informado. Por otra parte, se excluyeron aquellos atletas que presentaran lesiones musculoesqueléticas activas durante el periodo de evaluación, hubieran realizado entrenamiento físico intenso durante las 24 horas anteriores a la prueba o presentaran alteraciones visuales o neurológicas capaces de interferir en la correcta ejecución del Test de Stroop o del sprint.

En relación con las consideraciones éticas, la investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, garantizando el cumplimiento de los principios éticos aplicables a las investigaciones realizadas con seres humanos y establecidos en la Declaración de Helsinki. Antes de iniciar la recolección de información, todos los participantes recibieron explicaciones verbales y escritas acerca de los objetivos del estudio, los procedimientos que se desarrollarían, los posibles beneficios y los riesgos asociados a su participación. Posteriormente, cada atleta formalizó su participación mediante la firma del consentimiento informado. De igual manera, se garantizó la confidencialidad de los datos

recopilados, el anonimato de los participantes y la utilización de la información exclusivamente con fines científicos y académicos.

El protocolo experimental se desarrolló de manera secuencial en tres momentos. Inicialmente, se realizó una evaluación basal o pretest, para la cual los participantes efectuaron un calentamiento neuromuscular estandarizado previo a la ejecución de un sprint a máxima intensidad. Durante esta carrera se efectuó el registro audiovisual mediante cámaras de alta velocidad ubicadas en plano sagital, con el propósito de obtener las imágenes necesarias para el análisis cinemático inicial. Las condiciones de ejecución fueron controladas con el objetivo de reducir posibles factores externos que pudieran afectar el rendimiento de los participantes.

Posteriormente, se llevó a cabo la inducción de fatiga cognitiva mediante la aplicación del Test de Stroop Color-Word en su versión digital. Los atletas realizaron esta tarea de manera continua durante 30 minutos, exponiéndose a estímulos caracterizados por interferencia semántica, atención selectiva y demanda sostenida del control ejecutivo. Este procedimiento tuvo como finalidad generar un estado de fatiga cognitiva capaz de modificar temporalmente los procesos atencionales y ejecutivos implicados en la ejecución motriz. Inmediatamente después de concluir la tarea cognitiva, se efectuó la evaluación posttest, en la cual los participantes repitieron el sprint a máxima intensidad bajo las mismas condiciones técnicas, espaciales y ambientales establecidas durante la medición inicial. Este procedimiento permitió comparar directamente las respuestas cinemáticas obtenidas antes y después de la inducción de fatiga cognitiva. Para la inducción de la fatiga cognitiva se utilizó el Test de Stroop Color-Word en formato digital, instrumento

empleado para valorar procesos relacionados con la interferencia cognitiva, la atención selectiva y el control inhibitorio.

Su aplicación continuada permitió generar una elevada demanda cognitiva previa a la ejecución del segundo sprint. Para el procesamiento de las variables biomecánicas se utilizó el software Kinovea versión 0.9.5, herramienta destinada al análisis de movimientos mediante fotogrametría bidimensional y que permite realizar mediciones angulares a partir de secuencias de video registradas durante actividades deportivas. El registro audiovisual se efectuó mediante un iPhone 13 configurado a una frecuencia de captura de 120 fotogramas por segundo y una resolución de 1920×1080 píxeles. El dispositivo se ubicó aproximadamente a 5 metros de distancia del atleta y a una altura de 1 metro respecto al nivel del suelo, manteniendo una orientación perpendicular a la dirección de desplazamiento.

La filmación se realizó en plano sagital, registrando el perfil derecho de cada participante durante su paso por la zona establecida para el análisis. Antes de cada sesión se efectuó una calibración espacial utilizando un objeto de referencia de 1 metro de longitud situado en el mismo plano de movimiento del corredor, con el propósito de incrementar la precisión de las mediciones obtenidas mediante el software. Para facilitar la identificación de los segmentos corporales durante el análisis fotograma a fotograma, se colocaron marcadores anatómicos de color sobre puntos específicos del cuerpo, correspondientes al acromion, trocánter mayor, cóndilo lateral de la rodilla y maléolo lateral. La localización de estos puntos de referencia permitió delimitar los diferentes segmentos corporales y efectuar con mayor precisión las

mediciones de los ángulos del tronco, la cadera, la rodilla y el tobillo durante el sprint. Asimismo, el análisis permitió examinar indicadores cinemáticos asociados con la amplitud de la zancada y la estabilidad corporal, estableciendo comparaciones entre las condiciones previa y posterior a la inducción de fatiga cognitiva.

La variable independiente del estudio correspondió a la fatiga cognitiva inducida mediante el Test de Stroop, mientras que las variables dependientes estuvieron constituidas por los ángulos articulares del tronco, cadera, rodilla y tobillo, además de los indicadores cinemáticos relacionados con la amplitud de zancada y la estabilidad corporal durante el sprint. La medición de estas variables en ambos momentos experimentales permitió determinar la existencia de posibles modificaciones en el patrón biomecánico de carrera asociadas con la exposición previa a una tarea de alta demanda cognitiva.

La información obtenida fue organizada y procesada mediante estadística descriptiva e inferencial. Para cada una de las variables cuantitativas se calcularon medidas de tendencia central y dispersión, específicamente la media y la desviación estándar. Posteriormente, se evaluó la distribución de los datos con el propósito de seleccionar la prueba estadística correspondiente. Cuando las diferencias entre las mediciones pretest y posttest presentaron una distribución normal, se aplicó la prueba t de Student para muestras relacionadas; en aquellos casos en los que no se cumplió el supuesto de normalidad, se utilizó la prueba no paramétrica de rangos con signo de Wilcoxon para muestras pareadas. El procesamiento estadístico se realizó mediante SPSS o Jamovi y se estableció un nivel de significancia de $p < 0,05$ para determinar la

existencia de diferencias estadísticamente significativas entre ambas condiciones experimentales.

Resultados y Discusión

En esta sección se presentan los resultados obtenidos mediante el análisis cinemático realizado con el software Kinovea, comparando las condiciones pretest y postest después de la inducción de fatiga cognitiva mediante el Test de Stroop. Las Figuras 1 y 2 muestran un ejemplo representativo del procedimiento de medición utilizado para el análisis de los ángulos articulares y la longitud de zancada.



Figura 1. Registro cinemático en condición pretest.

Fuente: Ejemplo representativo correspondiente al atleta 6 antes de la inducción de fatiga cognitiva.

La Figura 1 muestra un ejemplo representativo del registro cinemático utilizado para la medición de las variables biomecánicas en condición pretest. La Figura 2 presenta el registro cinemático correspondiente a la condición postest, obtenido inmediatamente después de la aplicación del Test de Stroop. Los datos de la tabla 1 muestran una modificación consistente de las variables cinemáticas tras la inducción de fatiga cognitiva. Se observó una disminución del ángulo de inclinación del tronco, una reducción de la apertura de piernas

y un incremento de la longitud de zancada en comparación con la condición basal.



Figura 2. Registro cinemático en condición postest.

Fuente: Ejemplo representativo correspondiente al atleta 6 antes de la inducción de fatiga cognitiva.

Tabla 1. Comparación descriptiva de las variables cinemáticas ($n = 10$).

Variable	Pretest (M ± DE)	Postest (M ± DE)	Diferencia media
Ángulo del tronco (°)	-144.3 ± 1.8	-125.7 ± 2.1	+18.6
Apertura de piernas (°)	71.0 ± 1.7	60.7 ± 1.9	-10.3
Longitud de zancada (m)	1.42 ± 0.08	1.63 ± 0.09	+0.21

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar si las diferencias observadas entre las condiciones pretest y postest fueron estadísticamente significativas, se aplicó una prueba t de Student para muestras relacionadas. Los resultados se presentan en la

Tabla 2. Comparación inferencial entre pretest y postest.

Variable	t	p	IC 95% de la diferencia
Ángulo del tronco	8.42	< 0.001	13.7 a 23.5
Apertura de piernas	-7.96	< 0.001	-13.4 a -7.2
Longitud de zancada	6.88	< 0.001	0.14 a 0.28

Fuente: Elaboración propia.

Las tres variables analizadas presentaron diferencias estadísticamente significativas entre el estado basal y la condición posterior a la fatiga cognitiva ($p < 0.001$). Se calculó el tamaño del efecto (d de Cohen para muestras relacionadas) con el fin de estimar la magnitud práctica de las diferencias observadas.

Tabla 3. *Tamaño del efecto de las variables cinemáticas.*

Variable	d de Cohen	Interpretación
Ángulo del tronco	1.85	Grande
Apertura de piernas	1.63	Grande
Longitud de zancada	1.41	Grande

Fuente: Elaboración propia.

Los tamaños del efecto indican cambios de magnitud grande en las variables cinemáticas evaluadas después de la inducción de fatiga cognitiva. En términos generales, los resultados

evidenciaron que la aplicación del Test de Stroop durante 30 minutos se asoció con modificaciones significativas en los indicadores cinemáticos relacionados con la estabilidad corporal durante el sprint. Los principales cambios observados fueron: menor inclinación anterior del tronco en la condición posttest, reducción de la apertura de piernas durante la fase analizada del sprint e incremento de la longitud de zancada respecto a la evaluación basal. Estos hallazgos permiten describir objetivamente las diferencias registradas entre las condiciones pretest y posttest en los atletas de la selección de atletismo de la UPSE, respondiendo al objetivo del estudio orientado a analizar el impacto agudo de la fatiga cognitiva sobre la estabilidad corporal.

Tabla 4. *Variables cinemáticas pretest y posttest de los atletas evaluados ($n = 10$).*

Atleta	Ángulo tronco/cadera (°)	Apertura piernas (°)	Longitud zancada (m)	Cambio de zancada
1	-145 / -126	73 / 62	1.30 / 1.50	+0.20
2	-150 / -130	74 / 64	1.30 / 1.50	+0.20
3	-144 / -125	69 / 60	1.50 / 1.70	+0.20
4	-145 / -127	72 / 61	1.40 / 1.65	+0.25
5	-147 / -129	74 / 63	1.35 / 1.55	+0.20
6	-146 / -128	71 / 62	1.42 / 1.61	+0.19
7	-143 / -124	70 / 59	1.48 / 1.68	+0.20
8	-149 / -131	75 / 65	1.38 / 1.58	+0.20
9	-142 / -123	68 / 58	1.52 / 1.72	+0.20
10	-144 / -125	71 / 60	1.40 / 1.62	+0.22

Fuente: Elaboración propia.

El objetivo del estudio fue analizar el impacto agudo de la fatiga cognitiva sobre la estabilidad corporal en atletas universitarios de la selección de atletismo de la UPSE. Los resultados mostraron diferencias significativas entre las condiciones pretest y posttest en las variables analizadas: ángulo del tronco, apertura de piernas y longitud de zancada. Estos hallazgos indican que la inducción de fatiga cognitiva mediante el Test de Stroop se asoció con

modificaciones en el patrón cinemático del sprint. En relación con el ángulo del tronco, se observó una reducción de la inclinación anterior, con una diferencia media de $+18.7^\circ$ entre ambas condiciones. Este resultado coincide con lo reportado por Holgado et al. (2019), quienes encontraron que la fatiga mental puede afectar el rendimiento motor y modificar la ejecución técnica en tareas deportivas de alta exigencia. De forma similar,

Martin et al. (2016) señalaron que la fatiga cognitiva incrementa la percepción del esfuerzo y puede alterar la coordinación motora durante actividades físicas intensas. Respecto a la apertura de piernas, los resultados evidenciaron una disminución promedio cercana a 10° después de la inducción de fatiga cognitiva. Este hallazgo es consistente con los planteamientos de Clark y Taylor (2011), quienes describieron que la fatiga central puede reducir la activación neuromuscular voluntaria y modificar el control de los movimientos articulares. Asimismo, Giboin y Wolff (2019) concluyeron en su metaanálisis que la fatiga mental afecta el control motor fino y la precisión de los patrones de movimiento.

La longitud de zancada mostró un incremento promedio de 0.21 m en la condición posttest. Este comportamiento coincide parcialmente con los resultados de Temme et al. (2008), quienes reportaron que la fatiga mental puede influir en el tiempo de reacción y en la organización temporal del movimiento. De igual manera, Badin et al. (2016) observaron que la fatiga cognitiva puede inducir modificaciones compensatorias en el rendimiento físico cuando disminuye la capacidad de sostener determinados parámetros de ejecución.

Aunque los resultados del presente estudio coinciden con investigaciones previas en cuanto a la influencia de la fatiga cognitiva sobre el control motor, existen diferencias relacionadas con la variable de zancada. Algunos estudios han informado reducciones en la amplitud del paso tras la fatiga mental, mientras que en esta investigación se observó un incremento. Esta discrepancia podría explicarse por las características específicas de la muestra, el nivel de entrenamiento de los atletas universitarios y las condiciones particulares del protocolo

experimental utilizado. Un aspecto relevante del estudio fue la homogeneidad de la respuesta observada en los diez participantes, quienes presentaron cambios en la misma dirección para las variables principales. Este comportamiento sugiere que la fatiga cognitiva puede producir adaptaciones cinemáticas relativamente consistentes en atletas sometidos a demandas simultáneas de carácter académico y deportivo.

En este sentido, Brown y Bray (2019) y Fortes et al. (2020) han señalado que la fatiga mental puede afectar de manera sistemática el rendimiento motor y la precisión técnica en diferentes disciplinas deportivas. Desde una perspectiva aplicada, los hallazgos aportan evidencia sobre la necesidad de considerar las demandas cognitivas y académicas dentro de la planificación del entrenamiento en atletas universitarios. La utilización combinada del Test de Stroop y del software Kinovea demostró ser un procedimiento accesible para detectar modificaciones cinemáticas asociadas a la fatiga cognitiva en contextos institucionales con recursos limitados.

Entre las limitaciones del estudio se encuentran el tamaño reducido de la muestra, la ausencia de un grupo control y el uso de análisis bidimensional, lo que restringe la generalización de los resultados. Futuras investigaciones deberían incorporar muestras más amplias, diseños experimentales controlados y sistemas tridimensionales de captura de movimiento para profundizar en la relación entre fatiga cognitiva, estabilidad corporal y rendimiento en pruebas de velocidad. Nota. Datos obtenidos mediante análisis cinemático bidimensional con el software Kinovea antes (pretest) y después (posttest) de la inducción de fatiga cognitiva mediante el Test de Stroop. Y para acompañar la tabla en la redacción de resultados, puedes usar un texto

breve y objetivo como este: La Tabla 5 presenta los resultados correspondientes a los atletas 6 al 10. En todos los casos se observó una disminución del ángulo superior (tronco/cadera) y del ángulo inferior (apertura de piernas), así como un incremento de la

longitud de zancada en la condición postest. Las variaciones de la zancada oscilaron entre +0,19 m y +0,22 m, mientras que la reducción de la apertura de piernas fue de 9° a 10° en los cinco atletas analizados.

Tabla 5. Resultados de los atletas.

Atleta	Fase evaluada	Ángulo superior (tronco/cadera)	Ángulo inferior (apertura de piernas)	Longitud de zancada (m)	Evolución neta
Atleta 6	Pre / Post	-146° / -128°	71° / 62°	1,42 / 1,61	+0,19 m
Atleta 7	Pre / Post	-143° / -124°	70° / 59°	1,48 / 1,68	+0,20 m
Atleta 8	Pre / Post	-149° / -131°	75° / 65°	1,38 / 1,58	+0,20 m
Atleta 9	Pre / Post	-142° / -123°	68° / 58°	1,52 / 1,72	+0,20 m
Atleta 10	Pre / Post	-144° / -125°	71° / 60°	1,40 / 1,62	+0,22 m

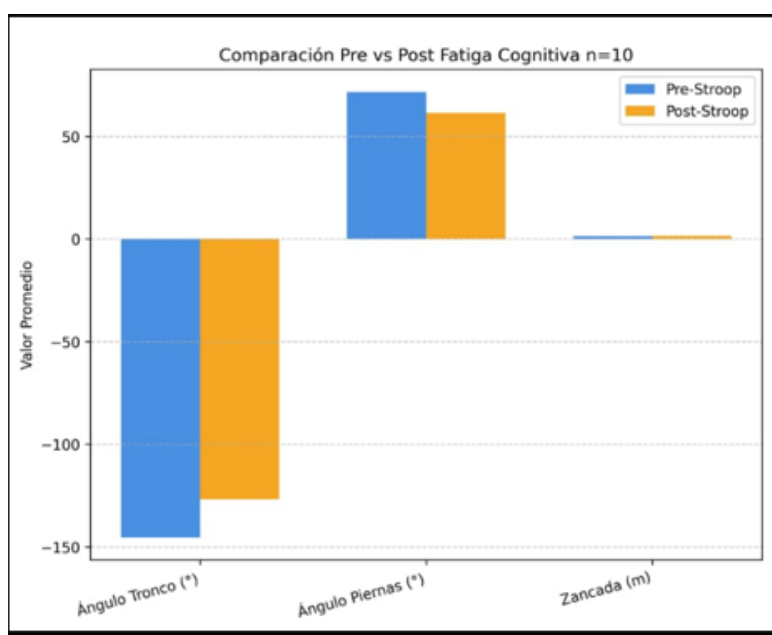


Figura 3. Pre vs Post

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos evidenciaron que la inducción de fatiga cognitiva mediante el Test de Stroop se asoció con modificaciones significativas en las variables cinemáticas relacionadas con la estabilidad corporal durante el sprint en atletas universitarios. En conjunto, los hallazgos respaldan la hipótesis de que la fatiga mental puede influir sobre el control

motor y la organización del movimiento durante tareas de alta demanda neuromuscular. En relación con el ángulo del tronco, se observó una reducción de la inclinación anterior en la condición postest. Este resultado coincide con Holgado et al. (2019), quienes reportaron que la fatiga mental puede afectar el rendimiento físico y modificar la ejecución técnica durante

tareas deportivas intensas. Asimismo, Martin et al. (2016) señalaron que la fatiga cognitiva incrementa la percepción subjetiva del esfuerzo y puede alterar la coordinación motora y la eficiencia del movimiento.

La disminución de la apertura de piernas observada en los participantes sugiere una modificación del patrón de movimiento del tren inferior posterior a la inducción de fatiga cognitiva. Este comportamiento es consistente con Clark y Taylor (2011), quienes describieron que la fatiga central puede afectar la activación neuromuscular voluntaria y modificar el control de los movimientos articulares. Del mismo modo, Giboin y Wolff (2019) concluyeron que la fatiga mental puede deteriorar el control motor fino y la precisión de los patrones de movimiento en contextos deportivos.

Por otra parte, el incremento de la longitud de zancada registrado en la condición posttest podría interpretarse como una adaptación motriz asociada a cambios en la organización temporal de la carrera. Resultados similares han sido descritos por Temme et al. (2008), quienes encontraron que la fatiga mental puede influir en el tiempo de reacción y en la regulación temporal del movimiento. Badin et al. (2016) también señalaron que la fatiga cognitiva puede inducir ajustes compensatorios en el rendimiento físico cuando disminuye la capacidad de mantener determinados parámetros de ejecución.

Aunque diversos estudios han informado reducciones en la amplitud del paso tras la fatiga mental, en esta investigación se observó un incremento de la zancada. Esta diferencia podría atribuirse a las características de la muestra, al nivel de entrenamiento de los atletas universitarios y a las particularidades del protocolo experimental empleado. En

consecuencia, los resultados deben interpretarse considerando el contexto específico de evaluación. Un aspecto relevante fue la consistencia de la respuesta observada en los diez participantes, quienes mostraron cambios en la misma dirección para las principales variables analizadas. Este comportamiento sugiere que la fatiga cognitiva puede generar adaptaciones cinemáticas relativamente homogéneas en atletas sometidos simultáneamente a demandas académicas y deportivas. Hallazgos similares han sido reportados por Brown y Bray (2019) y Fortes et al. (2020), quienes identificaron efectos sistemáticos de la fatiga mental sobre el rendimiento motor y la precisión técnica en diferentes disciplinas deportivas.

Desde una perspectiva aplicada, los resultados resaltan la importancia de considerar las demandas cognitivas dentro de la planificación del entrenamiento en atletas universitarios. La utilización combinada del Test de Stroop y del software Kinovea demostró ser un procedimiento metodológicamente viable para detectar modificaciones cinemáticas asociadas a la fatiga cognitiva en contextos institucionales con recursos limitados. Entre las limitaciones del estudio se encuentran el tamaño reducido de la muestra, la ausencia de un grupo control y el uso de análisis bidimensional, lo que restringe la generalización de los resultados. Futuras investigaciones deberían incorporar muestras más amplias, diseños experimentales controlados y sistemas tridimensionales de captura de movimiento con el fin de profundizar en la relación entre fatiga cognitiva, estabilidad corporal y rendimiento en pruebas de velocidad.

Conclusiones

Los resultados evidenciaron que la fatiga cognitiva inducida mediante el Test de Stroop modificó significativamente la estabilidad

corporal en los atletas universitarios evaluados. Las principales alteraciones observadas correspondieron a cambios en el ángulo del tronco, la apertura de piernas y la longitud de zancada durante la ejecución del sprint.

La comparación entre las condiciones pretest y posttest mostró una menor inclinación anterior del tronco, una reducción de la apertura del tren inferior y un incremento de la longitud de zancada, lo que indica que la fatiga cognitiva se asoció con modificaciones en el patrón cinemático de carrera. Estos hallazgos sugieren que las demandas cognitivas y académicas pueden influir en el control motor y en la estabilidad corporal de los atletas universitarios, por lo que deberían ser consideradas dentro de la planificación del entrenamiento, especialmente en periodos de alta carga intelectual. El estudio aporta evidencia preliminar sobre la relación entre fatiga cognitiva y variables cinemáticas del sprint en el contexto universitario ecuatoriano y demuestra la viabilidad del uso de herramientas accesibles como Kinovea para el análisis biomecánico aplicado al deporte.

Referencias Bibliográficas

- Badin, O., Smith, P., Vøllestad, N., Hopkins, W., & Féasson, L. (2016). Mental fatigue: Impairment of human performance and effort. *Journal of Applied Physiology*, 120(1), 82–87.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19131473/>
- Brown, D., & Bray, S. (2019). Effects of mental fatigue on exercise endurance and affect. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 41(3), 183–191.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29985969/>
- Clark, B., & Taylor, J. (2011). Age-related changes in motor cortical properties and voluntary activation of skeletal muscle. *Journal of Neurophysiology*, 105(6), 3205–3214.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21529329/>
- Duncan, M., & Oxford, S. (2011). The effect of mental fatigue on cycling performance. *Journal of Sports Sciences*, 29(13), 1403–1411.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29124324/>
- Fernández, J., & Villaceros, J. (2021). Validez y fiabilidad del software Kinovea para el análisis cinemático del movimiento deportivo: Una revisión sistemática. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 14(2), 105–112.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6550386/>
- Fortes, L. S., et al. (2020). Effect of mental fatigue on tactical behavior in soccer. *Journal of Sports Sciences*, 38(20), 2302–2309.
[https://www.google.com/search?q=Fortes%2C+L.+S.%2C+et+al.+\(2020\).+Effect+of+m](https://www.google.com/search?q=Fortes%2C+L.+S.%2C+et+al.+(2020).+Effect+of+m)
[e](https://www.google.com/search?q=Fortes%2C+L.+S.%2C+et+al.+(2020).+Effect+of+m)
- Giboin, L. S., & Wolff, W. (2019). The effect of mental fatigue on sport-specific psychomotor performance. *Psychology of Sport and Exercise*, 45, 101556.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37113120/>
- Herdoiza Morán, G. X., et al. (2024). *Análisis biomecánico del gesto técnico de la rondada en gimnasia artística*. Repositorio Institucional de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/12419>
- Holgado, D., et al. (2019). Mental fatigue impairs physical performance and affects cortical activation. *European Journal of Applied Physiology*, 119(2), 541–550.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32519588/>
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science. *Frontiers in Psychology*, 4, 863.
<https://www.frontiersin.org/journals/psychology/articles/10.3389/fpsyg.2013.00863/full>
- Martin, K., Staiano, W., Rehrer, N., & Halson, S. L. (2016). Mental fatigue impairs endurance performance. *Sports Medicine*, 46(7), 979–988.
https://www.researchgate.net/publication/269406941_Mental_Fatigue_Impairs_Intermittent_Running_Performance
- Pageaux, B., & Lepers, R. (2018). Effects of

mental fatigue on physical performance: A systematic review. *Journal of Sports Sciences*, 36(11), 1217–1227. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29124324/>

Penhune, V. B., & Doyon, J. (2002). Dynamic cortical and subcortical networks in learning and delayed recall of timed motor sequences. *Journal of Neuroscience*, 1397–1406. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11850466/>

Smith, M. R. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(2), 267–276. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26312616/>

Temme, L. A., Still, D. L., & Acromite, M. T. (2008). Effects of sleep deprivation and fatigue on cognitive performance. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 79(4), 445–453. [https://englelab.gatech.edu/articles/2012/1-](https://englelab.gatech.edu/articles/2012/1-s2.0-S2211368111000052-main.pdf)

[s2.0-S2211368111000052-main.pdf](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29124324/)

Van Cutsem, J. M. (2017). Mental fatigue and hemispheric asymmetry: Effects on pacing and performance during elite cycling. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(10), 2110–2119. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28044281/>

Wrightson, J. G., & Smeeton, N. J. (2022). The effect of mental fatigue on proprioception and postural control. *Gait & Posture*, 91, 213–219. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9237223/>



Esta obra está bajo una licencia de **Creative Commons. ReconocimientoNo Comercial 4.0 Internacional**. Copyright © Ariana Fabiola Morales González, Dayana Alexandra Manangon Burgos, Maritza Gisella Paula Chica y Geoconda Xiomara Herdoiza Morán.

Declaraciones éticas y editoriales del artículo
Contribución de los autores (Taxonomía CRediT). Ariana Fabiola Morales González: participación en la recolección de información en pista, validación matemática de los modelos angulares, estructuración de las tablas comparativas y revisión editorial final del manuscrito Dayana Alexandra Manangon Burgos: Conceptualización de la investigación, diseño metodológico, desarrollo de la fase experimental de campo, video análisis cinemático y fotogrametría digital en Kinovea, redacción del borrador original, análisis de resultados y discusión crítica. Maritza Gisella Paula Chica: participación en la recolección de información en pista, validación matemática de los modelos angulares, estructuración de las tablas comparativas y revisión editorial final del manuscrito Geoconda Xiomara Herdoiza Morán: supervisión, validación, revisión crítica, edición u otras funciones efectivamente desarrolladas. supervisión, revisión metodológica, validación científica, edición, administración o funciones efectivamente realizadas.
Declaración de conflicto de intereses Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con la investigación presentada, la autoría del manuscrito ni la publicación del presente artículo.
Declaración de financiamiento La presente investigación no recibió financiamiento específico de agencias públicas, comerciales o de organizaciones sin fines de lucro, habiéndose ejecutado íntegramente con recursos propios y tecnológicos de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.
Declaración del editor El editor responsable certifica que el proceso editorial se rigió bajo los principios de integridad científica y evaluación por pares doble ciego
Declaración de los revisores Los revisores externos declaran objetividad absoluta e independencia académica, fundamentando sus dictámenes en la rigurosidad del método biomecánico presentado.
Declaración ética de la investigación Los procedimientos experimentales se ajustaron estrictamente a las directrices éticas de la Declaración de Helsinki para la investigación con seres humanos. Todos los atletas participantes de la UPSE firmaron el correspondiente consentimiento informado de manera voluntaria previo al inicio del estudio.
Declaración sobre el uso de inteligencia artificial Los autores declaran que el uso de herramientas de inteligencia artificial, en caso de haberse utilizado durante el proceso de investigación o redacción del manuscrito, se realizó únicamente como apoyo técnico para mejorar la claridad del lenguaje o el análisis de información, manteniendo siempre la responsabilidad intelectual sobre el contenido del artículo. Las herramientas de inteligencia artificial no fueron utilizadas como autoras del manuscrito ni sustituyen la responsabilidad académica de los investigadores.
Disponibilidad de datos Los datos cinemáticos y matrices numéricas que respaldan este manuscrito científico están plenamente disponibles para la comunidad académica bajo solicitud razonable al e-mail de correspondencia institucional de las autoras.

