



CANNABIS Y RENDIMIENTO FÍSICO: EVIDENCIAS ACTUALES

Jamie F. Burr, Christian P. Cheung | Laboratorio de Investigación en Salud y Rendimiento Humano, Departamento de Salud Humana y Ciencias de la Nutrición | Universidad de Guelph, Guelph, ON, Canadá.

PUNTOS CLAVE

- A pesar de que el cannabis permanece en la lista de sustancias prohibidas de la Agencia Mundial Antidopaje, es ampliamente conocido su consumo entre la población deportiva con fines recreativos y de rendimiento.
- Las moléculas exclusivas del cannabis se conocen como cannabinoides, y cada una de ellas ejerce efectos diversos a través de los receptores cannabinoides.
- El cannabis puede consumirse de diferentes formas, su método de consumo y la composición de cannabinoides modulan los efectos de la droga.
- Actualmente existe poca evidencia aplicable con respecto a los efectos fisiológicos del cannabis durante el ejercicio o su impacto sobre el rendimiento. Para comprender sus efectos a corto y largo plazo se requieren investigaciones específicas, realizadas en atletas, bien controladas y que ofrezcan resultados aplicados al rendimiento.
- Actualmente no está claro si el cannabis es ergogénico, ergolítico o si tiene algún efecto significativo sobre el rendimiento.

INTRODUCCIÓN

El cannabis es una de las sustancias recreativas más consumidas en el mundo, solo superada por el alcohol (Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito, 2020). Con un número creciente de gobiernos que legalizan el uso recreativo, la aceptación generalizada del cannabis está evolucionando, y el estudio científico de la administración de cannabis para afectar el funcionamiento psicológico y fisiológico se está expandiendo para incluir aplicaciones en medicina y más allá. Esto incluye aplicaciones potenciales para el rendimiento deportivo, pero la discusión empírica a favor o en contra del consumo de cannabis en el deporte sigue sin resolverse debido a las barreras regulatorias que han limitado su estudio (Haney, 2020).

USO DEL CANNABIS

Si bien existe una escasez de estudios científicos que combinen el consumo de cannabis con el ejercicio, los relatos de su uso entre los atletas son comunes (Brisola-Santos et al., 2016; Lorente et al., 2005; Peretti-Watel et al., 2003). Esto incluye tanto su uso recreativo como su consumo con la intención de obtener una ventaja competitiva. Existe evidencia de antaño de que el cannabis tiene la capacidad de alterar la fisiología cardiorrespiratoria en reposo (Jones, 2002; Ribeiro & Ind, 2016), lo que alimenta la especulación de que también podría afectar la capacidad de ejercicio. Además, los efectos psicológicos conocidos de su consumo, que incluyen su influencia sobre la activación, la ansiedad, la recuperación, la toma de decisiones y el control motor, podrían tener implicaciones para el rendimiento deportivo (Close et al., 2021; Kvålseth, 1977; Lorente et al., 2005). Una encuesta reciente de casi 50,000 atletas de diferentes edades y habilidades mostró que casi el 25% de los encuestados había consumido alguna forma de cannabis durante el año pasado (Docter et al., 2020). Los patrones actuales de uso entre atletas están asociados con el tipo de deporte (individual o de equipo), el nivel de competencia, el género y las características demográficas (Brisola-Santos et al., 2016; Lorente et al., 2005; Peretti-Watel et al., 2003). En particular, también existe una relación entre el uso de cannabis como droga recreativa y las

posibilidades de intentar usarlo para mejorar algún aspecto del rendimiento deportivo (Lorente et al., 2005). La alta prevalencia del consumo de cannabis, tanto en los atletas como en la población en general, justifica la educación sobre su uso en individuos, entrenadores y científicos (deportivos). Si bien existen problemas muy reales en torno a la idoneidad, la seguridad y el uso ético del cannabis en el deporte, el objetivo de este artículo de Sports Science Exchange es explorar los efectos del consumo total de cannabis y uno de sus cannabinoides más abundantes, el delta-9-tetrahidrocannabinol (THC), sobre la fisiología humana y el rendimiento físico. El uso de cannabidiol (CBD), otro cannabinoide prominente, que ya no es una sustancia prohibida por la Agencia Mundial Antidopaje (WADA por sus siglas en inglés), se aborda en un artículo complementario con respecto a afirmaciones, evidencia, prevalencia y preocupaciones sobre su seguridad (Close et al., 2021).

CANNABIS Y CANNABINOIDES

El cannabis contiene más de 100 moléculas de género específicas, conocidas como fitocannabinoides (Amin & Ali, 2019). Si bien es posible que cada una influya en la fisiología humana de alguna manera, las dos más estudiadas y relevantes son el THC y el CBD. La abundancia relativa de fitocannabinoides varía según las variantes de cannabis, y los productos populares para uso recreativo suelen tener como objetivo un mayor contenido de THC, ya que el THC es responsable de los efectos psicotrópicos del cannabis (Amin y Ali, 2019; Ashton, 2001). El THC actúa como un agonista parcial de los receptores cannabinoides endógenos putativos tipo 1 (CB1) y 2 (CB2), que se encuentran en una amplia gama de tejidos centrales y periféricos (Anand et al., 2009; Pertwee, 1997). Si bien el CBD no tiene propiedades psicotrópicas, existe evidencia de que puede modular los efectos del THC (Anand et al., 2009). En la actualidad, la gama completa de receptores objetivo de estos dos cannabinoides no está completamente descrita y cada uno puede ejercer acciones fisiológicas fuera de las vías CB1 y CB2 (Pertwee, 2008). El THC y el CBD suelen ser los dos cannabinoides más abundantes en los productos de cannabis debido a la demanda de los

consumidores. Esto ha llevado a la alteración de las proporciones de cannabinoides en los productos de cannabis a lo largo del tiempo, y en la actualidad los productos tienen concentraciones mucho más altas de estos cannabinoides clave que las que habían estado disponibles tradicionalmente (Ashton, 2001).

CONSUMO DE CANNABIS

El cannabis puede consumirse de varias formas, y la dosis exógena de cannabinoides individuales dependerá de las concentraciones de cannabinoides dentro del producto que se consuma, ya sea cannabis entero o derivados como productos comestibles. Si bien existe una larga historia de consumo de flores secas de cannabis a través de la inhalación de humo de material quemado en una pipa, un porro o un bong, lo que conduce a una rápida absorción y efectos (Huestis et al., 1992), métodos como la inhalación de aerosoles (comúnmente conocida como vaporización) y la ingestión se están volviendo más comunes con el desarrollo de productos disponibles comercialmente. Cuando se ingiere, en lugar de inhalar, la absorción a través del intestino se retrasa (0.5 a 1 h) y los efectos máximos se producen entre 1.5 y 3 horas después del consumo (Schlitz et al., 2020). Con la creciente aceptación del uso recreativo en muchos países, se espera que la diversidad de opciones de consumo disponibles comercialmente continúe creciendo a medida que se expanden los mercados.

EFFECTOS FISIOLÓGICOS DEL CANNABIS

Los efectos fisiológicos sistémicos del cannabis en los seres humanos se han descrito principalmente durante el reposo. Aparte de los efectos psicotrópicos bien documentados, la mayoría de las investigaciones han considerado el papel que juega el cannabis en la alteración de la función cardiovascular y respiratoria (Figura 1). La evidencia sugiere que el consumo de cannabis conduce a una amplia gama de efectos transitorios que incluyen alteraciones en la frecuencia y función cardíaca, la presión arterial en reposo, el control ortostático, la sensibilidad respiratoria y la broncodilatación (Jones, 2002; Malit et al., 1975; Tashkin et al., 1977). Se reconoce que muchos de los efectos cardiovasculares notorios que ocurren con la administración de cannabis o THC, como el aumento de la frecuencia cardíaca en reposo, la hipertensión o hipotensión y la hipotensión ortostática, disminuyen con el uso constante, ya que la tolerancia aumenta en días o semanas de consumo regular (Benowitz y Jones, 1975). Notablemente, la mayoría de la evidencia de antaño proviene de estudios que utilizaron el tabaquismo como único método de consumo, y está bien aceptado que la inhalación de humo y monóxido de carbono de forma independiente tiene una serie de efectos cardiovasculares asociados con alteraciones tanto transitorias como persistentes. Sin embargo, los estudios que administraron THC de forma aislada también mostraron que se repiten muchos de estos efectos observados, incluidas alteraciones en el flujo sanguíneo de las extremidades (Benowitz et al., 1979; Weiss et al., 1972), la frecuencia cardíaca (Benowitz & Jones, 1975; Isbell et al., 1967), la presión arterial (Benowitz y Jones, 1977; Benowitz et al., 1979) y la sensibilidad ventilatoria (Malit et al., 1975), con un posible papel en las

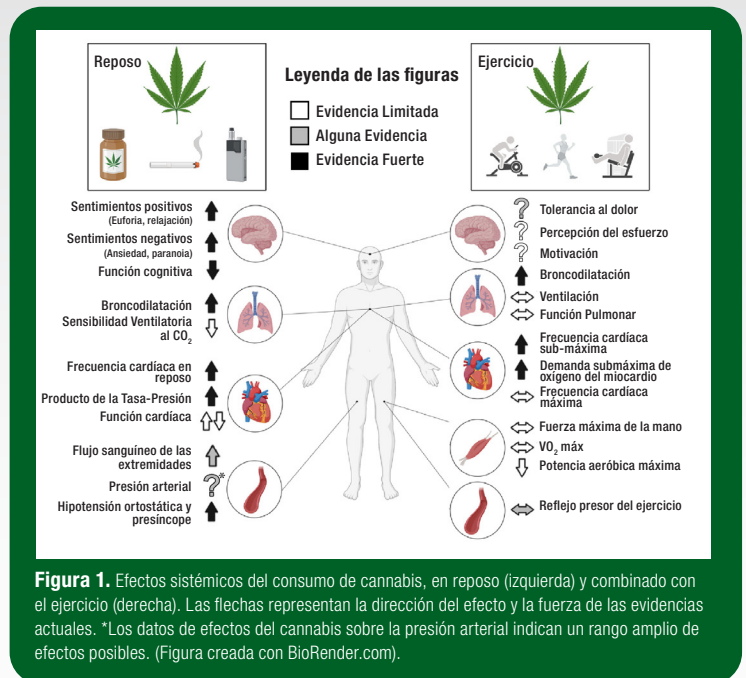


Figura 1. Efectos sistémicos del consumo de cannabis, en reposo (izquierda) y combinado con el ejercicio (derecha). Las flechas representan la dirección del efecto y la fuerza de las evidencias actuales. *Los datos de efectos del cannabis sobre la presión arterial indican un rango amplio de efectos posibles. (Figura creada con BioRender.com).

alteraciones del control del sistema nervioso autónomo. En cualquier caso, los efectos observados dan crédito a la especulación de que estas alteraciones sistémicas podrían afectar el rendimiento al alterar la respuesta fisiológica al ejercicio.

CANNABIS Y EJERCICIO: LAS EVIDENCIAS

Administración aguda de cannabis

El interés en comprender las interacciones del consumo de cannabis y el ejercicio no es nuevo. Sin embargo, la mayoría de las primeras investigaciones abordaron el tema para comprender la seguridad durante el ejercicio y no el rendimiento, con estudios que comúnmente empleaban poblaciones clínicas. Sorprende que desde estas primeras investigaciones realizadas hace 3 ó 4 décadas, se han realizado relativamente pocas investigaciones novedosas en esta área, debido en gran parte a las barreras de investigación señaladas y quizás poca motivación para estudiar una droga que era casi universalmente ilegal y prohibida en la competencia. Como resultado, gran parte de la evidencia aquí citada a favor y en contra del uso de cannabis en el ejercicio se basa en estudios que utilizaron poblaciones no atléticas, habiendo consumido cannabis que puede diferir significativamente en las concentraciones de cannabinoides en comparación con el estándar actual, y realizando mediciones con técnicas que ahora se consideran rudimentarias. Si bien los estudios iniciales sobre el ejercicio y el cannabis tienen una sólida base científica, el contexto en el que fueron diseñados y llevados a cabo limita su aplicabilidad para responder preguntas sobre el rendimiento deportivo en los atletas. Como resultado, la evidencia sobre el consumo de cannabis y THC en el ejercicio es notablemente escasa en comparación con los datos empíricos disponibles para otras drogas y suplementos relacionados con el rendimiento.

Efectos cardiovasculares. Dos de los estudios originales realizados sobre el cannabis y el ejercicio demostraron que el tiempo en bicicleta hasta el inicio de la angina se acortó en hombres con enfermedad arterial coronaria avanzada (Aronow y Cassidy, 1974; 1975). Si bien una disminución en la capacidad de ejercicio es un hallazgo importante, cabe señalar que la angina de pecho no suele ser una preocupación limitante para la mayoría de los atletas competitivos, ni siquiera para el deportista promedio. Sin embargo, sí sugiere que el cannabis podría interferir con la relación entre el suministro y la demanda de oxígeno del miocardio, lo que podría afectar la función cardíaca, aunque solo sea en aquellos con flujo coronario comprometido. En particular, estos dos primeros estudios utilizaron el tabaquismo como un medio de administración de cannabis, y la inhalación de monóxido de carbono en sí puede haber exacerbado este efecto.

Dos estudios adicionales en individuos sanos demostraron que el cannabis provocaba una elevación de la frecuencia cardíaca durante el ejercicio de intensidad submáxima (Avakian et al., 1979; Steadward y Singh, 1975). Como era común en ese momento, estos estudios utilizaron respuestas de frecuencia cardíaca submáxima o rendimiento de trabajo a una frecuencia cardíaca submáxima determinada para predecir la capacidad de ejercicio y en consecuencia, concluyeron que el cannabis reducía el rendimiento. Este mensaje de que el cannabis es, por lo tanto, ergolítico (inhibidor del rendimiento) se ha repetido comúnmente desde entonces y se incorpora en una serie de revisiones sistemáticas que también llegaron a esta conclusión (Campos et al., 2003; Docter et al., 2020; Huestis, 2002; Pesta et al., 2013). Si bien podría esperarse que una frecuencia cardíaca y un gasto cardíaco reducidos disminuyan el rendimiento máximo del ejercicio, esta lógica supone que no hay un cambio compensatorio en el volumen sistólico y que el aumento de la frecuencia se mantiene al aumentar la intensidad del ejercicio (es decir, una relación lineal consistente entre la frecuencia cardíaca y el consumo de oxígeno (VO_2)). Sin embargo, el único estudio que midió el rendimiento máximo del ejercicio después del consumo de cannabis demostró que esto no

era cierto, ya que las líneas de VO_2 que convergieron con el aumento de la intensidad del ejercicio y la frecuencia cardíaca a intensidades $>80\%$ del esfuerzo máximo fueron similares entre el cannabis y las condiciones control (Figura 2A). Además, no se informaron diferencias en la frecuencia cardíaca máxima, la ventilación por minuto o el VO_2 (Renaud y Cormier, 1986). En particular, hay muchos ejemplos de otras sustancias definitivamente ergogénicas que aumentan la frecuencia cardíaca submáxima y aún así mejoran el rendimiento del ejercicio, como la cafeína y la efedrina (Bell et al., 2000; 2001). Sin embargo, este estudio reportó una disminución en el tiempo máximo de ejercicio (Figura 2B), pero vale la pena señalar que esta diferencia no representó más que una carga de trabajo de una sola etapa de 1 minuto (aumento de 16.4 W) y, por lo tanto, las implicaciones prácticas son algo confusas (Renaud y Cormier, 1986).

Efectos respiratorios. Como se señaló anteriormente, se ha demostrado que el cannabis tiene un efecto broncodilatador en reposo y es razonable suponer que la broncodilatación también puede ocurrir durante el ejercicio dado que la función pulmonar se mantiene después del ejercicio (Renaud y Cormier, 1986). Si bien la ventilación no se considera comúnmente una limitación principal para el ejercicio máximo en atletas que no son de élite (Saltin y Calbet, 2006), alterar el trabajo respiratorio podría reducir el volumen de sangre desviado de los músculos locomotores a los músculos respiratorios, particularmente para aquellos que experimentan limitaciones de flujo (Guenette et al., 2007; Sheel et al., 2018). Se esperaría que tales efectos se acentuaran con el ejercicio para aquellos con limitaciones de flujo diagnosticadas, como las personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Esto fue explorado recientemente por Abdallah y colaboradores (2018), que examinaron el impacto de inhalar cannabis vaporizado antes de la prueba de ejercicio cardiopulmonar con síntomas limitados. Incluso entre estos pacientes con EPOC avanzada, no se demostró que la disnea mejorara durante el ejercicio y no se observó ningún efecto en las respuestas cardiorrespiratorias o en el tiempo de ejercicio, que normalmente era inferior a 5 minutos

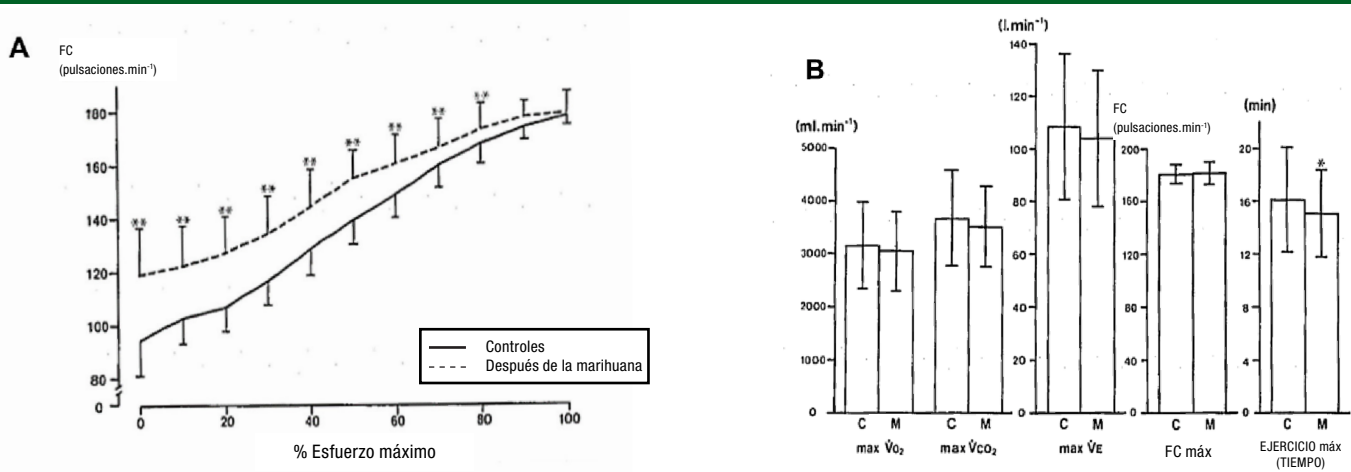


Figura 2: A. Respuesta de la frecuencia cardíaca (FC) al incremento de la intensidad del ejercicio, con o sin la administración de cannabis (marihuana). **B.** Valores máximos para el consumo de oxígeno (VO_2), producción de dióxido de carbono (VCO_2), ventilación (VE), frecuencia cardíaca (FC) y tiempo de ejercicio con (M) y sin (C) administración de cannabis antes del ejercicio. Los datos son promedios \pm DS. L, Litros. (Adaptado con permiso de Renaud y Cormier, 1986).

(Abdallah et al., 2018). Aún no se han realizado investigaciones específicas sobre los efectos respiratorios del consumo de cannabis antes o durante el ejercicio intenso en deportistas sanos. Quizás en contra de la intuición, en oposición a los efectos adversos bien conocidos que el tabaquismo tiene sobre la función pulmonar, hay poca evidencia que sugiera efectos similares entre los consumidores ocasionales de cannabis (Pletcher et al., 2012). Por lo tanto, incluso con el consumo ocasional o bajo de cannabis fuera del entorno deportivo, parece poco probable que el rendimiento se vea afectado por alteraciones persistentes en la función pulmonar que podrían impedir la función cardiorrespiratoria.

Efectos en la fuerza. Hasta la fecha, solo un estudio ha ofrecido una consideración al menos superficial de los efectos del consumo de cannabis en las medidas de fuerza, y ninguno ha considerado la resistencia muscular, la potencia o la capacidad anaeróbica. La fuerza de agarre se comparó antes y después de fumar cannabis, y Steadward y Singh (1975) concluyeron que no se observaron efectos del consumo de cannabis sobre la fuerza. Se necesitan más investigaciones que examinen el consumo de cannabis y la fuerza muscular antes de poder hacer conclusiones.

Uso crónico del cannabis

Es posible que el impacto del consumo de cannabis en el rendimiento deportivo no se limite únicamente a los efectos inmediatos, también es de interés para los atletas y los profesionales comprender los efectos potenciales del consumo fuera de competición. De los datos existentes, no se informan diferencias entre los consumidores de cannabis y los no consumidores con respecto a los resultados relacionados con el rendimiento, incluido el VO_2 máx, la fuerza muscular, la resistencia, la capacidad de trabajo o la percepción del esfuerzo (Lisano et al., 2019; Maksud & Baron, 1980; Wade et al., 2021). En los consumidores de cannabis físicamente activos, tampoco hubo diferencias en la potencia anaeróbica, ni en las medidas de estrés e inflamación (Lisano et al., 2019; 2020). Aún no se han realizado estudios longitudinales, ni estudios que utilicen específicamente poblaciones deportivas lo cual ofrecería información relevante.

BRECHAS DE CONOCIMIENTO

Hay mucho que desconocemos actualmente sobre los efectos inmediatos y a largo plazo del consumo de cannabis en el rendimiento físico. Específicamente, carecemos de estudios dirigidos que utilicen poblaciones deportivas y empleen pruebas de rendimiento contemporáneas que incluyan el ejercicio de máxima intensidad. La gran mayoría de los datos de ejercicio existentes se han generado utilizando cicloergometría submáxima, y es necesario conocer otros modos de ejercicio que utilicen sistemas de producción de energía tanto aeróbicos como anaeróbicos. Además, es necesario estudiar los impactos en la fuerza, la potencia y la resistencia muscular, así como las demandas fisiológicas y cognitivas en una variedad de deportes, incluidos los deportes de equipo. Por último, los efectos de los diferentes modos de administración de cannabis, la concentración de cannabinoides y el momento oportuno deben tenerse en cuenta utilizando una población diversa, incluidos hombres y mujeres.

También merecen atención los efectos psicotrópicos del THC sobre las calificaciones de percepción del esfuerzo, la nocicepción, la fatiga y las estrategias de ritmo. Es necesario comprender mejor los efectos del cannabis en el sistema cardiorrespiratorio y los efectos a corto y largo plazo sobre la salud general para evaluar la seguridad de su consumo en el ejercicio.

APLICACIONES PRÁCTICAS

- Se ha demostrado que el cannabis entero y el THC alteran la función cardiovascular en reposo y durante el ejercicio submáximo, por lo general al aumentar la frecuencia cardíaca. Como tal, las predicciones del rendimiento y la respuesta máxima al ejercicio pueden reflejar de manera inexacta la demanda a intensidades submáximas. Algunos efectos cardiovasculares, incluido el trabajo del corazón (gasto cardíaco), también pueden afectarse por el THC, otros cannabinoides, hidrocarburos y el monóxido de carbono.
- Diferentes métodos de consumo de cannabis y el uso de productos naturales o derivados pueden tener efectos significativos sobre la captación de cannabinoides, la farmacodinamia, la farmacocinética y las respuestas fisiológicas resultantes.
- El uso de cannabis que contenga THC en competición sigue estando prohibido en la mayoría de los deportes, específicamente en los regidos por las normas de la Agencia Mundial Antidopaje. El consumo de cannabis junto con el deporte y el ejercicio, o el uso recreativo periférico a la competición, podría producir una infracción por dopaje.
- No se comprenden todos los efectos del consumo de cannabis en los atletas, incluido el impacto del cannabis completo y el THC sobre el rendimiento máximo del ejercicio y en la seguridad tanto a corto como a largo plazo. Hasta que se disponga de esta evidencia, el cannabis en condiciones de ejercicio debe usarse con precaución.

RESUMEN

En la sociedad es frecuente el consumo de cannabis y existe la posibilidad de una mayor adopción a medida que el uso recreativo y medicinal se legaliza y es cada vez más accesible en muchas partes del mundo. Existe evidencia de que el cannabis ya es ampliamente utilizado por ciertos segmentos de la población deportiva, tanto con la intención de obtener una ventaja competitiva como fuera del entorno deportivo. Sin embargo, tanto los efectos a corto como a largo plazo de su uso no se han investigado rigurosamente utilizando técnicas y metodologías contemporáneas. Si bien la bibliografía científica sobre el ejercicio es claramente limitada, la evidencia actual demuestra que el cannabis afecta tanto al sistema cardiovascular como al respiratorio, y es posible que estas alteraciones puedan afectar el rendimiento y la seguridad del ejercicio. Si bien no es particularmente relevante para el modelado del rendimiento deportivo, la evidencia de las poblaciones clínicas destaca las posibles vías mecánicas a través de las cuales el consumo de cannabis puede afectar la función fisiológica. El limitado trabajo disponible que examina los efectos del consumo de cannabis a largo plazo no indica que el consumo crónico de cannabis necesariamente deprime el rendimiento en el ejercicio. Se necesitan

estudios sólidos y específicamente diseñados que examinen los efectos agudos y crónicos del consumo de cannabis en poblaciones deportivas y que utilicen diversas pruebas de ejercicio para comprender de manera integral las interacciones entre el cannabis y la capacidad de realizar ejercicio.

Las opiniones expresadas pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente la posición o política de PepsiCo, Inc.

REFERENCIAS

- Abdallah, S.J., B.M. Smith, M.A. Ware, M. Moore, P.Z. Li, J. Bourbeau, and D. Jensen (2018). Effect of vaporized cannabis on exertional breathlessness and exercise endurance in advanced chronic obstructive pulmonary disease: A randomized controlled trial. *Ann. Am. Thor. Soc.* 15:1146–1158.
- Amin, M.R., and D.W. Ali (2019). Pharmacology of medical cannabis. *Adv. Exp. Med. Biol.* 1162:151–165.
- Anand, P., G. Whiteside, C.J. Fowler, and A.G. Hohmann (2009). Targeting CB2 receptors and the endocannabinoid system for the treatment of pain. *Brain Res. Rev.* 60:255–266.
- Aronow, W.S., and J. Cassidy (1974). Effect of marijuana and placebo-marijuana smoking on angina pectoris. *New Engl. J. Med.* 291:65–67.
- Aronow, W.S., and J. Cassidy (1975). Effect of smoking marijuana and of a high-nicotine cigarette on angina pectoris. *Clin. Pharm. Therapeut.* 17:549–554.
- Ashton, C.H. (2001). Pharmacology and effects of cannabis: A brief review. *Br. J. Psychiat.* 178:101–106.
- Avakian, E.V., S.M. Horvath, E.D. Michael, and S. Jacobs (1979). Effect of marijuana on cardiorespiratory responses to submaximal exercise. *Clin. Pharm. Therapeut.* 26:777–781.
- Bell, D.G., I. Jacobs, T.M. McLellan, and J. Zamecnik (2000). Reducing the dose of combined caffeine and ephedrine preserves the ergogenic effect. *Aviat. Space Environ. Med.* 71:415–419.
- Bell, D.G., T.M. McLellan, and C.M. Sabiston (2001). Effect of ingesting caffeine and ephedrine on 10-km run performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34:344–349.
- Benowitz, N.L., and R.T. Jones (1975). Cardiovascular effects of prolonged delta-9-tetrahydrocannabinol ingestion. *Clin. Pharm. Therapeut.* 18:287–297.
- Benowitz, N.L., and R.T. Jones. (1977). Prolonged delta-9-tetrahydrocannabinol ingestion effects of sympathomimetic amines and autonomic blockades. *Clin. Pharm. Therapeut.* 21:336–342.
- Benowitz, N.L., J. Rosenberg, W. Rogers, J. Bachman, and R.T. Jones (1979). Cardiovascular effects of intravenous delta-9-tetrahydrocannabinol: autonomic nervous mechanisms. *Clin. Pharm. Therapeut.* 25:440–446.
- Brisola-Santos, M. B., Gallinaro, J. G. de M. e., Gil, F., Sampaio-Junior, B., Marin, M. C. D., de Andrade, A. G., ... Castaldelli-Maia, J. M. (2016). Prevalence and correlates of cannabis use among athletes—A systematic review. *American Journal on Addictions*, 25(7):518–528.
- Campos, D.R., M. Yonamine, and R.L. De Moraes Moreau (2003). Marijuana as doping in sports. *Sports Med.* 33:395–399.
- Close, G.L., S.H. Gillham, and A.M. Kasper (2021). Cannabidiol (CBD) and the athlete: Claims, evidence, prevalence, and safety concerns. *Sports Science Exchange* #213.
- Docter, S., M. Khan, C. Gohal, B. Ravi, M. Bhandari, R. Gandhi, and T. Leroux (2020). Cannabis use and sport: A systematic review. *Sports Health* 12:189–199.
- Guenette, J.A., J.D. Witt, D.C. McKenzie, J.D. Road, and A.W. Sheel (2007). Respiratory mechanics during exercise in endurance-trained men and women. *J. Physiol.* 581:1309–1322.
- Haney, M. (2020). Perspectives on cannabis research—barriers and recommendations. *J. Am. Med. Assoc. Psychiatry* 77:994–995.
- Huestis, M.A. (2002). Cannabis (marijuana) — effects on human behavior and performance. *Foren. Sci. Rev.* 14:16–60.
- Huestis, M.A., A.H. Sampson, B.J. Holicky, J.E. Henningfield, and E.J. Cone (1992). Characterization of the absorption phase of marijuana smoking. *Clin. Pharm. Therapeut.* 52:31–41.
- Isbell, H., C.W. Gorodetzky, D. Jasinski, U. Claussen, F.V. Spulak, and F. Korte. (1967). Effects of (-) Δ^9 -trans-tetrahydrocannabinol in man. *Psychopharmacologia* 11:184–188.
- Jones, R.T. (2002). Cardiovascular system effects of marijuana. *J. Clin. Pharmacol.* 42(S1):58S–63S.
- Kvålseth, T.O. (1977). Effects of marijuana on human reaction time and motor control. *Percept. Motor Skills* 45:935–939.
- Lisano, J.K., J.D. Smith, A.B. Mathias, M. Christensen, P. Smoak, K.T. Phillips, C.J. Quinn, and L.K. Stewart, L. K. (2019). Performance and health-related characteristics of physically active males using marijuana. *J. Strength Cond. Res.* 33:1658–1668.
- Lisano, J.K., J.N. Kisiolek, P. Smoak, K.T. Phillips, and L.K. Stewart (2020). Chronic cannabis use and circulating biomarkers of neural health, stress, and inflammation in physically active individuals. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 45:258–263.
- Lorente, F.O., P. Peretti-Watel, and L. Grelot (2005). Cannabis use to enhance sportive and non-sportive performances among French sport students. *Addict. Behav.* 30:1382–1391.
- Maksud, M.G., and A. Baron (1980). Physiological responses to exercise in chronic cigarette and marijuana users. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 43:127–134.
- Malit, L.A., R.E. Johnstone, D.I. Bourke, R.A. Kulp, V. Klein, and T.C. Smith (1975). Intravenous delta-9-tetrahydrocannabinol: effects on ventilatory control and cardiovascular dynamics. *Anesthesiology* 42:666–673.
- Peretti-Watel, P., V. Guagliardo, P. Verger, J. Pruvost, P. Mignon, and Y. Obadia (2003). Sporting activity and drug use: Alcohol, cigarette and cannabis use among elite student athletes. *Addiction* 98:1249–1256.
- Pertwee, R.G. (1997). Pharmacology of cannabinoid CB1 and CB2 receptors. *Pharmacol. Therapeut.* 74:129–180.
- Pertwee, R.G. (2008). The diverse CB 1 and CB 2 receptor pharmacology of three plant cannabinoids : D 9 -tetrahydrocannabinol, cannabidiol and D 9 -tetrahydrocannabivarin. *Br. J. Pharmacol.* 153:199–215.
- Pesta, D.H., S.S. Angadi, M. Burtcher, and C.K. Roberts (2013). The effects of caffeine, nicotine, ethanol, and tetrahydrocannabinol on exercise performance. *Nutr. Metab.* 10:1–15.
- Pletcher, M.J., E. Vittinghoff, R. Kalhan, J. Richman, M. Safford, S. Sidney, F. Lin, and S. Kertesz (2012). Association between marijuana exposure and pulmonary function over 20 years. *J. Am. Med. Assoc.* 307:173–181.
- Renaud, A.M., and Y. Cormier (1986). Acute effects of marijuana smoking on maximal exercise performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 18:685–689.
- Ribeiro, L.I.G., and P.W. Ind (2016). Effect of cannabis smoking on lung function and respiratory symptoms: A structured literature review. *Prim. Care Resp. Med.* 26:1–8.
- Saltin, B., and J. Calbet (2006). In health and in a normoxic environment, $\dot{V}O_2$ max is limited primarily by cardiac output and locomotor muscle blood flow. *J. Appl. Physiol.* 100:744–748.
- Schlienz, N.J., T.R. Spindle, E.J. Cone, E.S. Herrmann, G.E. Bigelow, J.M. Mitchell, R. Flegel, C. LoDico, and R. Vandrey (2020). Pharmacodynamic dose effects of oral cannabis ingestion in healthy adults who infrequently use cannabis. *Drug Alcohol Depend.* 211:107969.
- Sheel, A.W., R. Boushel, and J.A. Dempsey (2018). Competition for blood flow distribution between respiratory and locomotor muscles: Implications for muscle fatigue. *J. Appl. Physiol.* 125:820–831.
- Steadward, R.D., and M. Singh (1975). The effects of smoking marijuana on physical performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 7:309–311.
- Tashkin, D.P., S. Reiss, B.J. Shapiro, B. Calvarese, J.L. Olsen, and J.W. Lodge (1977). Bronchial effects of aerosolized Δ^9 -tetrahydrocannabinol in healthy and asthmatic subjects. *Am. Rev. Resp. Dis.* 115:57–65.
- United Nations Office on Drugs and Crime (2020). The world drug report 2020. Booklet 2 - Drug use and health consequences. United Nations publication. Retrieved from https://www.unodc.org/doc/wdr2016/WORLD_DRUG_REPORT_2016_web.pdf
- Wade, N.E., E. Gilbert, A.M. Swartz, and K.M. Lisdahl (2021). Assessing aerobic fitness level in relation to affective and behavioral functioning in emerging adult cannabis users. *Int. J. Mental Health Addict.* 19:546–559.

Weiss, J.L., A.M. Watanabe, L. Lemberger, N.R. Tamarkin, and P.V. Cardon (1972). Cardiovascular effects of delta-9-tetrahydrocannabinol in man. *Clin. Pharm. Therapeut.* 13:671–684.

TRADUCCIÓN

Este artículo ha sido traducido y adaptado de: CANNABIS AND EXERCISE PERFORMANCE: CURRENT EVIDENCE. *Sports Science Exchange*, Vol. 29, No. 218, 1-5, por el M.Sc. Pedro Reinaldo García.