



FITOQUÍMICOS DERIVADOS DE PLANTAS PARA MEJORAR LA FUNCIÓN COGNITIVA Y LA ATENCIÓN

David O. Kennedy, PhD. | Centro de Investigación en Cerebro, Rendimiento y Nutrición | Universidad de Northumbria | Newcastle en Tyne | Reino Unido

PUNTOS CLAVE

- Los fitoquímicos psicoactivos derivados de las plantas son “metabolitos secundarios” que juegan funciones ecológicas para la planta sintetizadora.
- Los efectos de los tres grupos estructurales predominantes – fenólicos (incluyendo polifenoles), terpenos y alcaloides – sobre la función cerebral humana corresponden ampliamente a sus diferentes funciones ecológicas.
- Los polifenoles son el principal componente benéfico en las frutas, vegetales y alimentos/bebidas derivados de las plantas, y mejoran la función cardiovascular y cerebrovascular. Los efectos en la parte cognitiva y estado de ánimo son menos claros.
- Los terpenos volátiles, como los monoterpenos de una gran cantidad de hierbas culinarias, diterpenos provenientes del *Ginkgo biloba*, y triterpenos provenientes del ginseng y la bacopa, pueden ejercer efectos benéficos en la función cognitiva y atención relevantes para el deporte.
- Entre los alcaloides tóxicos, sólo la nicotina y la cafeína son legales y muestran alguna eficacia en términos de aspectos relevantes para la función cerebral. Sin embargo, su uso es confundido potencialmente por la habituación y la abstinencia.

INTRODUCCIÓN

El rendimiento deportivo óptimo depende claramente en parte a diversos aspectos del funcionamiento cognitivo. La función psicomotora y otros aspectos de la atención/concentración, la memoria espacial e informativa, y la función ejecutiva (el conjunto general de procesos cognitivos de orden superior que controlan todos los aspectos del comportamiento) son componentes intrínsecos del rendimiento deportivo, con la contribución comparativa de cada uno dependiendo de las demandas en diferentes deportes. De la misma forma, una mayor atención y menor fatiga mental tendrán naturalmente un efecto multiplicador en la función cognitiva, motivación y rendimiento. Todos estos aspectos de la función cognitiva y del estado psicológico son susceptibles a la modulación por el consumo de “fitoquímicos” derivados de plantas seleccionadas.

Estos fitoquímicos son típicamente “metabolitos secundarios” (por ejemplo, no tienen un papel en el metabolismo primario) que cumplan los papeles “ecológicos” para las plantas sintetizadoras, incrementando su capacidad para sobrevivir al permitirle interactuar con su medio ambiente. La mayoría de los fitoquímicos entran en uno de los tres grupos estructurales que pueden diferenciarse por los papeles ecológicos que juegan. “Fenoles” están presentes en todas las plantas donde juegan papeles principalmente de protección frente a estresores ambientales. Aportan color, antioxidantes, protección contra la luz ultravioleta y protección antimicrobiana, particularmente en las capas externas de las hojas, frutas, etc., y dirigen las relaciones de las plantas con microbios simbióticos en el suelo. Los “terpenos” juegan papeles duales dependiendo del tejido de la planta y el modo de suministro: los terpenos volátiles más simples actúan como atrayentes para los polinizadores u otros animales simbióticos a dosis bajas en el aire y como disuasorios tóxicos en concentraciones más altas encontradas en los tejidos de las plantas y en la superficie de las hojas. Los terpenos más complejos tienden más hacia la disuasión tóxica de insectos herbívoros e invertebrados, incluso a través de las interacciones con sus sistemas nervioso y hormonal. El último grupo estructural, los “alcaloides”, juegan un papel casi exclusivamente tóxico, incluso a través de interacciones potencialmente directas con el sistema nervioso de los

herbívoros (Kennedy, 2014a).

Los diferentes papeles ecológicos de estos fitoquímicos tienen paralelos en sus efectos en los humanos; por lo tanto, la siguiente revisión breve de sus efectos psicoactivos en este artículo de Sports Science Exchange está subdividida respectivamente. Ya que hay muy poca información recolectada en un contexto deportivo, lo siguiente se basa en artículos de pruebas controladas ampliamente en humanos (ver Kennedy, 2019 para una revisión mayor). Sería difícil de discutir que la mayoría de los hallazgos en esta investigación no aplican de la misma forma a un contexto deportivo.

FENOLES

El grupo de los fitoquímicos más estudiado intensamente, los “fenoles”, pueden incorporar uno (fenoles simples) o más (polifenoles) anillos fenil aromático hidrocarbón dentro de su estructura. Los polifenoles se pueden subdividir aún más, y la mayoría se subdivide en el grupo de los flavonoides (subdividido a su vez en flavanones, flavones, flavonoles, isoflavones, flavanoles, y antocianinas). Las unidades simples de moléculas de muchos de estos subgrupos se pueden unir entre sí en dímeros más complejos, oligómeros o polímeros (dos, algunos o muchas unidades, respectivamente) que luego típicamente deben ser desmantelados en unidades pequeñas por la microbiota del intestino grueso del consumidor.

Los polifenoles son parte inevitable de la dieta del humano, y los componentes principales que promueven la salud en las frutas y vegetales (junto con los micronutrientes y fibra). Las mayores cantidades se consumen en forma de bebidas como el vino, té, frutas, jugos de frutas y vegetales, pero existen en menores niveles en los alimentos procesados y de alta energía. Aunque se describen típicamente como antioxidantes, sus efectos en los consumidores pueden atribuirse a su capacidad de interactuar dentro de las vías de transducción de señales celulares que llevan información dentro de las células, típicamente hacia el núcleo. Algunos ejemplos incluyen información sobre el estado de energía interno y externo de la célula, y actividad externa, estresores, inflamación, e infección. Los fenoles realizan esto al interactuar con los receptores (de membrana o nucleares), o dentro de las complejas cascadas de señalización con efecto dominó. El efecto neto es la modulación de una

amplia gama de respuestas celulares, que pueden resultar en, por ejemplo antioxidantes endógenos, respuestas vasodilatadoras y antiinflamatorias en el cuerpo. En términos del cerebro, los mismos mecanismos pueden incluir interacciones directas con los receptores de los neurotransmisores, incremento en los factores de crecimiento que transmiten la plasticidad sináptica, y la síntesis de la molécula vasodilatadora de óxido nítrico (NO), llevando a un incremento en el flujo sanguíneo cerebral local, que a su vez promueve la angiogénesis/neurogénesis. Un mecanismo adicional que se está sometiendo a un escrutinio cada vez mayor es el papel de los fenoles en la modulación de las comunidades microbianas del intestino, lo que juega un papel bidireccional en la función cardiovascular y cerebral – un papel que refleja su control en la absorción de nutrientes, poblaciones microbianas simbióticas en el sistema de raíces de las plantas (Kennedy, 2014b).

Los estudios epidemiológicos individuales y meta-análisis muestran claramente que el consumo de polifenoles o alimentos ricos en polifenol está relacionado con la protección en todos los aspectos de la enfermedad cardiovascular, la incidencia de enfermedad cerebrovascular y demencia, mejoría en la función cognitiva y reducción en el deterioro cognitivo en personas de mediana edad y población mayor (Kesse-Guyot et al., 2012; Tresserra-Rimbau et al., 2014). Los beneficios cardiovasculares también han sido confirmados por una gran cantidad de estudios de intervención controlada, principalmente involucrando polifenoles derivados del cacao, que ha demostrado efectos benéficos consistentes en todos los parámetros metabólicos y cardiovasculares, incluyendo el flujo sanguíneo periférico (Lin et al., 2016). Estos efectos son alcanzados a dosis de 200-500 mg de flavonoles dentro de las 2 horas de consumo de la primera dosis.

También hay evidencia consistente, obtenida de más de una docena de estudios de imágenes cerebrales, de que las dosis únicas y el consumo crónico de polifenoles en dosis similares a las anteriores pueden aumentar el flujo sanguíneo cerebral (Bowtell et al., 2017; Kennedy et al., 2010). Sin embargo, aunque estos estudios también midieron la función cognitiva, hay muy poca evidencia de algún beneficio cognitivo concomitante.

Revisando la mayoría de la literatura, existe alguna evidencia de que una sola dosis de polifenoles, derivados, por ejemplo, del cacao y la fruta, mejoran la atención y el rendimiento de la memoria espacial de trabajo. Sin embargo, diversos estudios también han fallado en reportar algunos beneficios interpretables. La mejor evidencia viene de estudios con consumo crónico – en particular, un par de estudios metodológicamente idénticos llevados a cabo en 90 participantes ancianos saludables (Mastroiacovo et al., 2015) y en 90 que sufrían de deterioro cognitivo relacionado con la edad (Desideri et al., 2012), respectivamente. Los participantes recibieron bebidas que contenían 520 mg o 990 mg de flavonoles o control por 4 semanas. En ambos estudios, la bebida rica en flavonoles fue asociada con beneficios cardiovasculares y mejoría en el rendimiento en una o dos pruebas cognitivas que evaluaban la atención y la función ejecutiva. Sin embargo, varios estudios que evaluaron los efectos a largo plazo de los flavonoles en el cacao y polifenoles de la fruta han generado efectos discretos o nulos.

TERPENOS

Los terpenos se componen de unidades del compuesto orgánico volátil de 5 átomos de carbono, isopreno. Los monoterpenos y sesquiterpenos (2 y 3 unidades de isopreno, respectivamente) también son volátiles, se evaporan en el aire, y son sintetizados por todas las plantas como su principal componente volátil de los vapores, como en los arreglos florales, que atraen a los polinizadores y a los animales simbióticos. Un subgrupo

de plantas usa estos compuestos volátiles en papeles defensivos, y así como los liberan a mayores dosis a los herbívoros a través de mecanismos como tricomas glandulares parecidos a una vejiga en la cara inferior de la hoja, lado preferido de los insectos. Generalmente, los terpenos volátiles utilizados en estas funciones duales son los mismos químicos que sintetizan los insectos para sus propias “feromonas/alomonas” con fines de comunicación. Una minoría de clados de plantas también ha evolucionado hacia un uso específico de terpenos de mayor peso molecular, como los diterpenos y triterpenos (4 y 6 unidades de isopreno, respectivamente) en papeles ecológicos. En ambos casos ellos muestran propiedades insecticidas y anti alimentarias, potencialmente a través de interacciones directas con el sistema nervioso de los herbívoros. Los triterpenos adicionalmente interrumpen el ciclo de vida de los insectos y otros herbívoros debido a su parecido estructural con las hormonas animales. Este grupo también puede interactuar con los microorganismos patógenos y simbióticos del suelo a través de receptores bacterianos/fúngicos “parecidos a los estrógenos” (Kennedy, 2014a).

Monoterpenos

La subfamilia de *Nepetoideae* de la familia de plantas de los *Lamiaceae*, que aporta la mayoría de las hierbas culinarias y algunos aceites esenciales (terpenos volátiles destilados), es una fuente de plantas particularmente rica que usa terpenos volátiles en papeles ecológicos duales. Los miembros incluyen a plantas psicoactivas como el romero, toronjil, salvia, y menta. Este grupo sintetiza típicamente monoterpenos y sesquiterpenos como el 1,8-cineol, α -pineno alcanfor, geraniol, geranial, borneol, canfeno y β -cariofileno. Los extractos de esta familia de plantas comparten mecanismos de acción comunes (pero variables) relevantes para el cerebro, por ejemplo, inhibiendo la acetilcolinesterasa y uniéndose alostéricamente al ácido *gamma*-aminobutírico (GABA_A, parte de un complejo de canales iónicos activados), a los receptores nicotínicos y muscarínicos (Kennedy, 2014a). Los miembros de este grupo (por ejemplo., toronjil [*Melissa officinalis*]) que tiene propiedades ansiolíticas/sedativas, debido a sus propiedades GABAérgicas, sería improbable que tenga efectos benéficos en la función cognitiva en un contexto deportivo.

Salvia [*Salvia officinalis/lavandulaefolia*]. Los extractos completos y los aceites esenciales de terpenos volátiles (25-50 μ l) tienen tanto propiedades inhibitorias de la colinesterasa como efectos benéficos en la función cognitiva y/o el estado de ánimo. Para los aceites esenciales, esto ha incluido mejoría en la memoria de trabajo, función ejecutiva e incremento de la atención (Kennedy & Wightman, 2011). En el estudio más reciente controlado con placebo, el consumo de dosis únicas de 50 μ l de aceite esencial de monoterpeno, alto en 1,8-cineol, llevó a una mejoría en la memoria y en el rendimiento de las tareas de atención junto con un incremento en el estado de alerta y una menor fatiga mental por las siguientes 4 horas (Kennedy et al., 2011).

Romero [*Rosmarinus officinalis*]. Las propiedades psicoactivas pueden relacionarse con la unión con el receptor colinérgico y propiedades inhibitorias de la colinesterasa. La biodisponibilidad de los monoterpenos a través de la absorción pulmonar durante la aromaterapia han sido confirmadas en dos estudios en los cuales los niveles plasmáticos de 1,8-cineol incrementaron junto con la exposición al vapor de aceite de esencia de romero, y se correlacionaron con los cambios subsecuentes en el rendimiento de la atención, la memoria de trabajo, la memoria prospectiva y las pruebas de función ejecutiva (Moss, 2017). También se ha demostrado que las dosis únicas y crónicas comparativamente bajas (500-750 mg) de hojas secas de romero también han mostrado una mejoría subjetiva o mediciones objetivas del rendimiento en la memoria y

mejoría en la atención o estado de ánimo, pero con evidencia de que estos beneficios fueron revertidos a dosis más altas (Pengelly et al., 2012).

Menta (*Mentha piperita*). Los aceites esenciales de menta, o mentol solo, tienen propiedades inhibitorias e interactivas de la colinesterasa en los receptores nicotínicos, 5-hidroxitriptamina (HT₃), GABA_A, glicina y κ -opioides. Los estudios piloto han mostrado previamente que el té de menta y los aceites esenciales de menta goteado en la lengua, ambos comparados con el agua, pueden mejorar la memoria, la atención y el rendimiento físico en los primeros minutos de su consumo. En el único estudio doble ciego controlado con placebo realizado hasta la fecha, los jóvenes participantes recibieron aceite esencial de menta encapsulado (50 μ l/100 μ l) que se había seleccionado en base a su capacidad *in vitro* para inhibir la colinesterasa y unirse a los receptores nicotínicos y GABA_A. El consumo de la dosis más altas de aceite esencial mejoró el rendimiento de una prueba de atención enfocada, el rendimiento en la prueba de sustracción en serie y la fatiga mental en las primeras 3 horas posterior a la dosis (Kennedy et al., 2018).

Diterpenos

Ginkgo biloba. Mientras que hay un gran número de plantas que sintetizan diterpenos psicoactivos, el único miembro de este grupo con evidencia de beneficios psicológicos relevantes es el *Ginkgo biloba*. Los extractos estandarizados contienen típicamente 6% del diterpeno ginkgolides y su derivado bilobalide (junto con 24% de polifenoles). Los meta-análisis sugieren que los extractos de Ginkgo ejercen efectos cognitivos y de comportamiento promisorios en pacientes que sufren demencia. En las poblaciones sanas, los extractos tomados por varias semanas han mostrado un incremento en el flujo sanguíneo cerebral y mejoría en la función cognitiva, incluyendo en las pruebas de rendimiento de atención después de dosis únicas o consumo a largo plazo (Kennedy & Wightman, 2011). Como ejemplo, la suplementación con Ginkgo durante 12 semanas mejoró la atención, memoria y percepción subjetiva de salud física en 300 participantes (Grass-Kapanke et al., 2011).

Triterpenos

Muchas de las interacciones ecológicas de los triterpenos y sus efectos fisiológicos en los humanos pueden ser atribuidos a su semejanza estructural a las hormonas triterpenas sintetizadas endógenamente por los humanos (por ejemplo, hormonas sexuales y glucocorticoides), insectos, invertebrados y plantas. Muchos de los extractos de plantas que contienen triterpenos son tradicionalmente clasificados como “adaptógenos” – un término que denota que su función primaria es proteger al organismo consumidor del impacto negativo del estrés físico, biológico, químico y psicológico al modular el eje hipotálamo-hipófisis-suprarrenales (HPA, por sus siglas en inglés). Con respecto a esto, una variedad de triterpenos han mostrado interactuar con múltiples receptores hormonales esteroideos de mamíferos, incluyendo receptores ubicuos de estrógenos y glucocorticoides. Estas interacciones podrían ser la base para las múltiples interacciones que poseen con la función del sistema nervioso, incluyendo el estímulo para la síntesis de NO (Óxido Nítrico) y modulando la neurotransmisión (Kennedy, 2014a).

Ginseng (*Panax ginseng*). Los componentes activos aquí son los “ginsenosidos” triterpénicos. Mientras que la evidencia de sus efectos ergogénicos es un tanto dudosa, los meta-análisis muestran que el ginseng puede ser un tratamiento efectivo para la enfermedad isquémica cardiaca y la disfunción eréctil. En términos de la función del cerebro humano, varios estudios aleatorios, controlados, cruzados de dosis única (200-400 mg de extracto) han demostrado mejorías consistentes en la precisión de las

pruebas de memoria, la velocidad de rendimiento en el test de atención y mejoraron el rendimiento en las pruebas de memoria de trabajo difícil y tareas de función ejecutiva. También se han reportado los beneficios cognitivos en términos de memoria de trabajo y estado de ánimo (calma) después de 7 o más días de suplementación (Kennedy & Wightman, 2011).

Bacopa (*Bacopa monnieri*). Los constituyentes activos en este caso son los triterpenos bacosidos/bacopasidos, que pueden interactuar con los sistemas de neurotransmisores acetilcolina, opioides y GABA y el eje HPA (Kennedy, 2014a). Un reciente meta-análisis de los datos de nueve estudios en humanos, aleatorizados, controlados, de dosificación crónica (> 12 semanas), encontró que la suplementación con ~300 mg/día de extracto de Bacopa mejoró el rendimiento en la prueba de atención y velocidad de procesamiento (Kongkeaw et al., 2014).

Otros triterpenos: Un meta-análisis mostró que el consumo crónico de extractos de *Centella asiática* (Gotu kola) que contenían asiaticosidos generaron incrementos significativos en la atención subjetiva y la calma (Puttarak et al., 2017). Algunos estudios también han demostrado mejorías relevantes en la función cognitiva después de una dosis única de (800 mg) del extracto de *Avena sativa* (avena verde silvestre) y la administración de 2 meses de *Withania somnifera* y *Rhodiola rosea*, todos los cuales contienen triterpenos.

ALCALOIDES

Los alcaloides son un grupo estructuralmente diverso de compuestos de bajo peso molecular que contienen uno o más átomos de nitrógeno, típicamente como parte de un grupo amino. Se sintetizan en funciones exclusivamente defensivas, tóxicos contra insectos herbívoros e invertebrados por aproximadamente una quinta parte de todas las especies de plantas. Una de sus principales funciones es la interferencia con todos los aspectos de la neurotransmisión. Debido a esto, el grupo incluye muchas medicinas psicotrópicas y la mayoría de nuestras drogas sociales e ilícitas. Debido a su toxicidad, el estatus legal y sus propiedades psicofarmacológicas, algunos alcaloides pueden conferir algunos beneficios potenciales en el contexto deportivo, con dos excepciones.

Nicotina

La nicotina se une agonísticamente a todos los receptores nicotínicos de acetilcolina, con efectos posteriores a través de numerosos sistemas de neurotransmisores. El consumo regular produce efectos de adicción, habituación/abstinencia conforme cambia la población de receptores nicotínicos y su sensibilidad. Si bien la nicotina ejerce efectos cardiovasculares potencialmente relevantes para mejorar el rendimiento físico en los consumidores que se inician con la nicotina, existe mínima evidencia persuasiva de mejoría en el rendimiento (Johnston et al., 2017). La historia sobre la función cerebral es mejor. Un meta-análisis de la información de 50 estudios demostró que, independientemente de la abstinencia, la nicotina lleva a mejorías consistentes en el rendimiento cognitivo en diversos dominios, incluyendo las pruebas motoras finas, la velocidad de respuesta en la atención y las pruebas memoria de trabajo, así como en las pruebas de precisión de atención y memoria a corto tiempo. (Heishman et al., 2010).

Cafeína

El fitoquímico psicoactivo más comúnmente consumido, la cafeína, a diferencia de las otras metilxantinas existentes, tiene un efecto rápido y consistente en el sistema nervioso central debido a la inhibición de la unión de los receptores de adenosina A1 y A2 (McLellan et al., 2016). La cafeína, particularmente en la forma anhídrida, tiene propiedades

ergogénicas bien establecidas y ha mostrado que mejora el rendimiento tanto en el ejercicio aeróbico como en el ejercicio intermitente de alta intensidad. Estos beneficios son atribuidos principalmente a sus efectos en el sistema nervioso central a una dosis moderada/alta (~3-6 mg/kg o 225-450 mg para una persona de 75 kg) (Goldstein et al., 2010). Sin embargo, dosis bajas de 32 mg y superiores han mostrado que mejoran la función cerebral, con efectos que se estabilizan a 300 mg. Los efectos de la cafeína en la función psicológica se limitan generalmente a una sensación incrementada de alerta/atención subjetiva, y una mejoría en el rendimiento en pruebas psicomotoras y de atención "simple", enfocadas en pruebas de tipo de atención y vigilancia. La cafeína tiene efectos inconsistentes en la memoria de trabajo y en las pruebas de función ejecutiva y ningún efecto interpretable en la función de la memoria (McLellan et al., 2016). Así como con la nicotina, el uso de la cafeína en un contexto deportivo es complicado por la habituación y la abstinencia en consumidores regulares.

Interacciones de la cafeína: La cafeína consumida en otras formas naturales, como el café, también es efectiva en mejorar el rendimiento durante el ejercicio de resistencia (Higgins et al., 2016). La evidencia también sugiere que la cafeína puede disfrutar de relaciones aditivas o sinérgicas cuando se consume junto con otros componentes bioactivos. Por ejemplo, los efectos de la cafeína en la función del cerebro se modulan diferencialmente, o viceversa, por el consumo junto con otros fitoquímicos (Haskell et al., 2013), y una gran cantidad de otros componentes de alimentos. Las dosis bajas de cafeína también han mostrado incrementar la biodisponibilidad de varios compuestos fenólicos. Un estudio reciente en humanos mostró que cuando la cafeína fue consumida junto con flavanoles de cacao, los metabolitos de flavanol en el plasma y los efectos cardiovasculares se incrementaron en comparación con los flavanoles de cacao solos. La cafeína sola no tuvo efectos (Sansone et al., 2017).

Guaraná (*Paullinia cupana*): El *guaraná* es un buen ejemplo de una interacción potencial entre la cafeína y los fitoquímicos. Los efectos cognitivos y de estado de ánimo por los extractos son atribuidos típicamente por el contenido de cafeína, a pesar de la presencia de altos niveles de polifenoles y saponinas triterpénicas. La investigación muestra que el extracto de guaraná (75 mg) puede mejorar las pruebas de atención, función ejecutiva y memoria de trabajo. Así como generar, dependiendo de la dosis (37.5, 75, 150, 300 mg de guaraná) incrementos en la atención, satisfacción y rendimiento en la prueba de memoria, con las dosis más efectivas conteniendo los niveles de cafeína equivalentes a una taza de café descafeinado (4.5-9 mg) Haskell et al., 2007). Un estudio reciente también mostró que el guaraná junto con multivitámicos/minerales mejoró las pruebas de función ejecutiva y atención más que su contenido de cafeína solo (Pomportes et al., 2014).

IMPLICACIONES PRÁCTICAS

- Está claro que al consumir más polifenoles, sea de la dieta o como suplementos (dosis óptima 200-500 mg), se puede asociar con amplios beneficios casi inmediatos con la función cardiovascular y el flujo sanguíneo cerebral. Existe una alta probabilidad de que estos factores resulten en una mejora de la función cerebral a largo plazo. Sin embargo, la evidencia sobre estas mejorías en la función cognitiva y el estado psicológico después de una suplementación de corto plazo es actualmente algo equívoca.
- Los terpenos comestibles no están asociados con ningún efecto secundario negativo. Más allá de la salvia, el romero, la hoja de menta, y sus aceites esenciales (dosis efectiva: salvia 50 µL, menta 100+ µL), es posible que otras hierbas comestibles ricas en monoterenos ejerzan efectos psicoactivos benéficos. Sin embargo,

deben evitarse aquellos con usos tradicionales como ansiolíticos o sedativos, como el toronjil. Para lo triterpenos, tanto las dosis únicas de extracto de ginseng (200-400 mg) como la dosis crónica (300+ mg) con bacopa han establecido efectos benéficos, pero existe poca información sobre el régimen de tratamiento opuesto para ambos.

- El uso regular (por ejemplo durante entrenamientos) de la nicotina y la cafeína puede causar habituación y efectos potenciales de abstinencia que pudieran confundir algunos de sus beneficios agudos. Los productos que combinan bajas dosis de cafeína con otros fitoquímicos (por ejemplo., guaraná, extractos de chocolate ricos en flavanol) pueden ejercer beneficios que son mayores que aquellos asociados con sus componentes, pero sigue existiendo una posibilidad no explorada de que estos efectos pudieran atenuarse en consumidores regulares de cafeína.

RESUMEN

Varios fitoquímicos tienen efectos cognitivos y sobre la atención/excitación que pueden ser relevantes para mejorar el rendimiento deportivo. En líneas generales, estos efectos están ampliamente relacionados con los papeles ecológicos de sus grupos fitoquímicos. Los fenólicos, que actualmente atraen la atención de la investigación, son intrínsecos para una buena salud y función cardiovascular/cerebrovascular como parte de una dieta habitual. Sin embargo, la evidencia de beneficios adicionales a la función cognitiva y al estado de ánimo después de un periodo corto de suplementación es actualmente débil. Este perfil de efectos funcionales va de acuerdo a sus papeles en las plantas como protectores generales. Los terpenos y alcaloides, que no son componentes naturales e inevitables de la dieta, tienen papeles ecológicos que incluyen interacciones con el sistema nervioso central de los simbioses y/o herbívoros y por lo tanto es de esperarse que ejerzan efectos más sorprendentes en la función cerebral. Los terpenos tienden a ser ignorados, pero la evidencia de los efectos benéficos en la parte cognitiva y estado de ánimo es promisoría para varias hierbas comestibles con monoterenos como la salvia, romero y menta; Ginkgo biloba rico en diterpenos; y varios extractos ricos en triterpenos, incluyendo el ginseng y la bacopa. Si bien en algunos aspectos faltan investigaciones para todos estos extractos, todos son seguros y bien tolerados, y ninguno está asociado con efectos negativos significativos en algún parámetro. Los alcaloides, como los componentes arquetípicos de defensa de las plantas, generalmente tienen efectos intensos en la neurotransmisión tanto en herbívoros como en los consumidores humanos. Su potencia, toxicidad y estatus legal implican que solo la nicotina y cafeína tengan actualmente algún papel potencial obvio en la mejoría cognitiva en un contexto deportivo. Sin embargo, la nicotina es adictiva, y la contribución a la habituación y los efectos de abstinencia, y más aún los patrones de dosificación, para ambos componentes todavía deben ser considerados. Están surgiendo algunos resultados interesantes sobre sus posibles efectos aditivos y las sinergias cuando se consumen fitoquímicos junto con dosis bajas de cafeína, y los extractos fitoquímicos ricos en nutrientes que contienen dosis bajas de cafeína pueden ser una iniciativa racional para mejorar la función cognitiva.

REFERENCIAS

- Bowtell, J.L., Z. Aboo-Bakkar, M.E. Conway, A.R. Adlam, and J. Fulford (2017). Enhanced task-related brain activation and resting perfusion in healthy older adults after chronic blueberry supplementation. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 42:773-779.
- Desideri, G., C. Kwik-Urbe, D. Grassi, S. Necozione, L. Ghiadoni, D. Mastroiacovo, A. Raffaele, L. Ferri, R. Bocale, and M.C. Lechiara (2012). Benefits in cognitive function, blood pressure, and insulin resistance through cocoa flavanol consumption in elderly subjects with mild cognitive impairment: the Cocoa, Cognition, and Aging (CoCoA) study. *Hypertension* 60:794- 801.
- Goldstein, E.R., T. Ziegenfuss, D. Kalman, R. Kreider, B. Campbell, C. Wilborn, L. Taylor, D. Willoughby, J. Stout, and B.S. Graves (2010). *International society of sports nutrition*

- position stand: caffeine and performance. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 7:1-15.
- Grass-Kapanke, B., A. Busmane, A. Lasmanis, R. Hoerr, and R. Kaschel (2011). Effects of Ginkgo biloba special extract EGB 761® in very mild cognitive impairment (vMCI). *Neurosci. Med.* 2:48-56.
- Haskell, C.F., D.O. Kennedy, K.A. Wesnes, A.L. Milne, and A.B. Scholey (2007). A double-blind, placebo-controlled, multi-dose evaluation of the acute behavioural effects of guaraná in humans. *J. Psychopharmacol.* 21:65-70.
- Haskell, C.F., F.L. Dodd, E.L. Wightman, and D.O. Kennedy (2013). Behavioural effects of compounds co-consumed in dietary forms of caffeinated plants. *Nutr. Res. Rev.* 26:49-70.
- Heishman, S.J., B.A. Kleykamp, and E.G. Singleton (2010). Meta-analysis of the acute effects of nicotine and smoking on human performance. *Psychopharmacol.* 210:453-469.
- Higgins, S., C.R. Straight, and R.D. Lewis (2016). The effects of preexercise caffeinated coffee ingestion on endurance performance: An evidence-based review. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Met.* 26:221-239.
- Johnston, R., K. Doma, and M. Crowe (2017). Nicotine effects on exercise performance and physiological responses in nicotine-naïve individuals: a systematic review. *Clin. Physiol. Funct. Imag.* 38:527-538.
- Kennedy, D.O. (2014a). *Plants and the Human Brain*. Oxford University Press: New York.
- Kennedy, D.O. (2014b). Polyphenols and the human brain: plant "secondary metabolite" ecologic roles and endogenous signaling functions drive benefits. *Adv. Nutr.* 5:515-533.
- Kennedy, D.O. (2019). Phytochemicals for improving aspects of cognitive function and psychological state potentially relevant to sports performance. *Sports Med.* 49(Suppl 1):S39-S58.
- Kennedy, D.O., and E.L. Wightman (2011). Herbal extracts and phytochemicals: plant secondary metabolites and the enhancement of human brain function. *Adv. Nutr.* 2:32-50.
- Kennedy, D.O., E.L. Wightman, J.L. Reay, G. Lietz, E.J. Okello, A. Wilde, and C.F. Haskell (2010). Effects of resveratrol on cerebral blood flow variables and cognitive performance in humans: a double-blind, placebo-controlled, crossover investigation. *Am. J. Clin. Nutr.* 91:1590-1597.
- Kennedy, D.O., F.L. Dodd, B.C. Robertson, E.J. Okello, J.L. Reay, A.B. Scholey, and C.F. Haskell (2011). Monoterpenoid extract of sage (*Salvia lavandulaefolia*) with cholinesterase inhibiting properties improves cognitive performance and mood in healthy adults. *J. Psychopharmacol.* 25:1088-1100.
- Kennedy, D., E. Okello, P. Chazot, M.J. Howes, S. Ohiomokhare, P. Jackson, C. Haskell-Ramsay, J. Khan, J. Forster, and E. Wightman (2018). Volatile terpenes and brain function: investigation of the cognitive and mood effects of mentha. piperita L. essential oil with in vitro properties relevant to central nervous system function. *Nutrients* 10(8):E1029.
- Kesse-Guyot, E., L. Fezeu, V.A. Andreeva, M. Touvier, A. Scalbert, S. Hercberg, and P. Galan (2012). Total and specific polyphenol intakes in midlife are associated with cognitive function measured 13 years later. *J. Nutr.* 142:76-83.
- Kongkeaw, C., P. Dilokthornsakul, P. Thanarangsarit, N. Limpeanchob, and C.N. Scholfield, (2014). Meta-analysis of randomized controlled trials on cognitive effects of Bacopa monnieri extract. *J. Ethnopharmacol.* 151:528-535.
- Lin, X., I. Zhang, A. Li, J.E. Manson, H.D. Sesso, L. Wang, and S. Liu (2016). Cocoa flavanol intake and biomarkers for cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J. Nutr.* 146:2325-2333.
- Mastroiacovo, D., C. Kwik-Urbe, D. Grassi, S. Necozione, A. Raffaele, L. Pistacchio, R. Righetti, R. Bocale, M.C. Lechiara, C. Marini, C. Ferri, and G. Desideri (2015). Cocoa flavanol consumption improves cognitive function, blood pressure control, and metabolic profile in elderly subjects: the Cocoa, Cognition, and Aging (CoCoA) Study—a randomized controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr.* 101:538-548.
- McLellan, T.M., J.A. Caldwell, and H.R. Lieberman (2016). A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 71:294-312.
- Moss, M. (2017). Half way to Scarborough fair? The cognitive and mood effects of rosemary and sage aromas. *Phytothérapie* 15:38-43.
- Pengelly, A., J. Snow, S.Y. Mills, A. Scholey, K. Wesnes, and L.R. Butler (2012). Short-term study on the effects of rosemary on cognitive function in an elderly population. *J. Medicin. Food* 15:10-17.
- Pomportes, L., K. Davranche, I. Brisswalter, A. Hays, and J. Brisswalter (2014). Heart rate variability and cognitive function following a multi-vitamin and mineral supplementation with added guarana (*Paullinia cupana*). *Nutrients* 7:196-208.
- Puttarak, P., P. Dilokthornsakul, S. Saokaew, T. Dhippayom, C. Kongkaew, R. Srumsiri, A. Chuthaputti, and N. Chaiyakunapruk (2017). Effects of *Centella asiatica* (L.) Urb. on cognitive function and mood related outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Sci. Rep.* 7:10646.
- Sansone, R., J.I. Ottaviani, A. Rodriguez-Mateos, Y. Heinen, D. Noske, J.P. Spencer, A. Crozier, M.W. Merx, M. Kelm, and H. Schroeter (2017). Methylxanthines enhance the effects of cocoa flavanols on cardiovascular function: randomized, double-masked controlled studies. *Am. J. Clin. Nutr.* 105:352-360.
- Tresserra-Rimbau, A., E.B. Rimm, A. Medina-Remón, M.A. Martínez-González, R. de la Torre, D. Corella, J. Salas-Salvadó, E. Gómez-Gracia, J. Lapetra, and F. Arós (2014). Inverse association between habitual polyphenol intake and incidence of cardiovascular events in the PREDIMED study. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 24:639-647.

TRADUCCIÓN

Este artículo ha sido traducido y adaptado de: Kennedy, D. (2019). Plant-derived phytochemicals to enhance cognitive function and alertness. *Sports Science Exchange* 193, Vol. 29, No. 193, 1-5, por el Dr. Samuel Alberto García Castrejón.