

Информация об авторах:

¹ Лаборант «Лаборатории спорта высших достижений» Сеченовского университета

² Кандидат медицинских наук, доцент кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации Института клинической медицины им. Н. В. Склифосовского Сеченовского университета, руководитель «Лаборатории спорта высших достижений» Сеченовского университета

³ Студент Института клинической медицины им. Н. В. Склифосовского Сеченовского университета

⁴ Заведующий отделением лечебного питания ФГБУ «Центральная клиническая больница с поликлиникой» Управления делами Президента РФ, врач-диетолог

Механизмы действия кофеина, обеспечивающие его эргогенные свойства

Введение

Кофеин (1,3,7-триметилксантин) – алкалоид с психостимулирующим действием, который можно считать наиболее часто употребляемым легальным психостимулятором в мире. Кофеин широко используется среди спортсменов для повышения работоспособности. И хотя эффективность его использования для этих целей была неоднократно подтверждена обзорами и исследованиями высокого методологического качества, до сих пор нет единого мнения о механизмах действия, посредством которых он реализует свои эргогенные эффекты. В настоящее время появляется все больше теорий, которые пытаются объяснить возможные механизмы эргогенных эффектов кофеина и поэтому представляет интерес анализ научных исследований, в которых изучаются возможные мишени действия кофеина в человеческом организме.

Цель: Анализ научных исследований, в которых проводилось изучение основных механизмов действия кофеина, способных объяснить его эргогенные эффекты.

Материалы и методы: поиск источников проводился с использованием библиографических баз данных PubMed и Google Scholar за период их создания по ноябрь 2023 года. Для поиска использовались слова и их сочетания “caffeine”, “mechanism of action”, “pharmacological target”, “ergogenic effects”, “ryanodine receptor”, “phosphodiesterase”, “placebo effect”, “metabolic effects”, “analgesia”, “muscles”, “performance”, “adenosine receptor”, “glycogen”, “adrenaline”, “free fatty acids”.

Результаты

Самой изучаемой и убедительно подтвержденной мишенью для кофеина можно считать аденозиновые рецепторы, по отношению к которым он проявляет свой антагонизм [1]. Благодаря данной активности кофеин способен снижать утомляемость и сонливость, а также совместно с модуляцией активности других нейромедиаторов влиять на мотивацию [2]. Аденозиновые рецепторы в большом количестве находятся в различных отделах центральной нервной системы, а также присутствуют в периферических тканях, регулируя деятельность сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Этим может объясняться и развитие целого ряда других эргогенных эффектов, связанных с его приемом, таких как улучшение кровоснабжения и оксигенации, в том числе работающих мышц [3].

Большой интерес вызвало предположение о том, что эргогенные эффекты кофеина могут быть связаны с неселективным ингибированием фосфодиэстеразы и/или увеличением высвобождения кальция из саркоплазматического ретикула за счет взаимодействия с рианодиновым рецептором. Однако роль данного механизма действия на данный момент ставится под сомнение, так как он не всегда наблюдается при применении стандартных доз кофеина [4].

Предлагаются и иные объяснения эргогенного действия кофеина. Например, снижение восприятия боли и плацебо-эффект. Это действительно может иметь значение в профессиональном спорте, так как боль и уровень воспринимаемой нагрузки играют ключевую роль во время выполнения физической нагрузки максимальной эффективности и способны ограничивать ее переносимость. Кофеин же известен своим анальгетическим эффектом, а также способностью снижать уровень воспринимаемой нагрузки [5]. Плацебо-эффект и вовсе является одной из самых

обсуждаемых тем в научном сообществе, так как является ключевым критерием при определении эффективности различных лекарственных субстанций. В недавнем мета-анализе Shabir и соавт., 2018 сообщили, что в 13 из 17 описанных исследованиях отмечается различный по величине эффект ожидания на физические и когнитивные показатели у спортсменов и это подтверждает идею о психологическом влиянии перорального потребления кофеина на его эргогенные эффекты [6].

К метаболическим эффектам кофеина, которые могли бы объяснить его эргогенное действие, относят: увеличение окисления жирных кислот и увеличение депонирования мышечного гликогена после окончания нагрузки [7]. Однако первый из указанных эффектов чаще наблюдается при употреблении высоких дозировок, а второй, скорее, сыграет роль только при восстановлении после нагрузки.

Помимо перорального применения возможно использование кофеина в составе раствора для полоскания ротовой полости. Эффективность данного метода неоднозначна и вовсе не связана с системным воздействием кофеина. Предполагается, что положительное влияние на спортивные показатели обусловлено стимуляцией областей мозга, связанных с обработкой информации и вознаграждением, посредством активации рецепторов горького вкуса во рту [8].

Новым и необычным объяснением эргогенных эффектов кофеина может стать теория секреции миокинов, в основе которой находится сравнение мышечной ткани с эндокринным органом [9]. Данное предположение очень интересно, однако в настоящее время данных, подтверждающих ее, слишком мало, а увеличение экспрессии миокинов наблюдается только при супрафизиолологических концентрациях кофеина.

Заключение

До сих пор не до конца выяснены механизмы действия кофеина, обеспечивающие развитие эргогенных эффектов при его применении. При этом известно большое количество факторов, в том числе конституционных, которые могут модифицировать данные эффекты кофеина. Точное понимание всех возможных механизмов действия представляет большой практический интерес, так как позволит оптимизировать протоколы его использования и минимизировать количество побочных эффектов.

Список литературы

1. Ribeiro JA, Sebastião AM. Caffeine and adenosine. *J Alzheimers Dis.* 2010;20 Suppl 1:S3-15. doi: 10.3233/JAD-2010-1379.
2. Meeusen R, Roelands B, Spriet LL. Caffeine, exercise and the brain. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser.* 2013;76:1-12. doi: 10.1159/000350223.
3. Lima-Silva AE, Cristina-Souza G, Silva-Cavalcante MD, Bertuzzi R, Bishop DJ. Caffeine during High-Intensity Whole-Body Exercise: An Integrative Approach beyond the Central Nervous System. *Nutrients.* 2021 Jul 22;13(8):2503.
4. Kolahdouzan M, Hamadeh MJ. The neuroprotective effects of caffeine in neurodegenerative diseases. *CNS Neurosci Ther.* 2017 Apr;23(4):272-290. doi: 10.1111/cns.12684.
5. Beedie CJ. All in the mind? Pain, placebo effect, and ergogenic effect of caffeine in sports performance. *Open Access J Sports Med.* 2010 Jul 1;1:87-94.
6. Shabir A, Hooton A, Tallis J, F Higgins M. The Influence of Caffeine Expectancies on Sport, Exercise, and Cognitive Performance. *Nutrients.* 2018 Oct 17;10(10):1528.
7. Barcelos RP, Lima FD, Carvalho NR, Bresciani G, Royes LF. Caffeine effects on systemic metabolism, oxidative-inflammatory pathways, and exercise performance. *Nutr Res.* 2020 Aug;80:1-17.
8. da Silva WF, Lopes-Silva JP, Camati Felipe LJ, Ferreira GA, Lima-Silva AE, Silva-Cavalcante MD. Is caffeine mouth rinsing an effective strategy to improve physical and cognitive performance? A systematic review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2023;63(3):438-446.
9. Takada S, Fumoto Y, Kinugawa S. Ergogenic effects of caffeine are mediated by myokines. *Front Sports Act Living.* 2022 Dec 8;4:969623.