

TRENTNA SAZNANJA O UTJECAJU SUPLEMENTACIJE KREATIN MONOHIDRATA NA MOZAK I KOGNITIVNE SPOSOBNOSTI

Jozo Istuk*

Sveučilište u Mostaru, Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet, Biskupa Čule bb, 88 000 Mostar, Bosna i Hercegovina

stručni rad

Sažetak

Kreatin je organski spoj koji ima ključnu ulogu u energetskom metabolizmu, prvenstveno u mišićnom tkivu, no sve je više dokaza o njegovoj važnosti i u funkciji mozga. Kroz fosfokreatinski sustav, kreatin doprinosi održavanju stabilne razine adenozin trifosfata (ATP-a), osobito u uvjetima povećanih energetskih potreba poput mentalnog stresa, hipoksije ili starenja. Zbog toga je postavljena hipoteza da bi suplementacija kreatin monohidratom mogla imati pozitivan učinak na kognitivne funkcije. Cilj ovog rada bio je prikazati mehanizme djelovanja kreatina u mozgu te analizirati dostupne znanstvene dokaze o učincima suplementacije kreatinom na kognitivne sposobnosti kod odraslih osoba. Rezultati prikazuju da kreatin može imati pozitivan učinak na pamćenje, pažnju, radnu memoriju i brzinu obrade informacija. Najizraženiji učinci primijećeni su kod starijih osoba i populacije s potencijalno nižim razinama kreatina, poput vegetarijanaca. Učinak na izvršne funkcije i inteligenciju zasad je manje konzistentan. Zaključno, kreatin se pokazuje kao obećavajuća, relativno sigurna strategija za podršku kognitivnim funkcijama kod odraslih, no daljnja istraživanja su potrebna kako bi se potvrdila njegova učinkovitost i sigurnost u ovom području.

Ključne riječi: kreatin, suplementacija, mozak, kognitivne sposobnosti

Uvod

Kreatin je organski spoj koji igra ključnu ulogu u osiguravanju brze energije u tijelu. Primarno se nalazi u skeletnim mišićima, gdje kroz fosfokreatinski sustav omogućava regeneraciju adenozin trifosfata (ATP) – primarnog energetskog nositelja u stanicama (Wyss i Kaddurah-Daouk, 2000). Tradicionalno se kreatin doživljava kao dodatak prehrani koji podržava povećanje mišićne snage i izdržljivosti (Butts i sur., 2018), no njegova biološka važnost prelazi granice mišićnog metabolizma.

Kreatin možemo unijeti putem prehrane, osobito konzumacijom mesa i ribe (Brosnan i Brosnan, 2016), no značajan dio tijelu osigurava i endogena sinteza. Sintaza kreatina odvija se u jetri, bubrezima i gušterači, gdje se aminokiseline arginin, glicin i metionin koriste kao osnovni gradivni blokovi. Proces sinteze rezultira stvaranjem kreatina koji se potom transportira krvotokom do različitih tkiva, uključujući i mozak (Brosnan i sur., 2011). Ova endogena proizvodnja, međutim, može biti nedovoljna, osobito kod osoba s određenim prehrambenim obrascima (npr. vegetarijanci) ili u slučajevima genetskih poremećaja povezanih s kreatinskom biosintezom.

Važnost kreatina u mozgu potaknuta je otkrićem da, unatoč znatno nižoj koncentraciji u odnosu na mišiće, mozak koristi kreatin za održavanje energetskog metabolizma i podršku neuronalnim funkcijama. Prema nekim istraživanjima, kreatin posjeduje važnu ulogu u olakšavanju prijenosa energije unutar mozga,

a prisutnost kreatin kinaze u središnjem živčanom sustavu ukazuje na njegovu funkcionalnu važnost (Godwin Elechi i sur., 2024). Nedostatak kreatina u mozgu, bilo zbog genetskih poremećaja poput guanidinoacetil metiltransferazne (GAMT) ili arginin:glicin amidinotransferazne (AGAT) deficijencije, povezan je s ozbiljnim neurološkim poremećajima i odgođenim neuro-razvojem kod djece (Braissant i sur., 2011). Ove genetski uvjetovane deficijencije pokazuju koliko je kreatin ključan za normalan razvoj i funkcioniranje mozga.

Danas se sve intenzivnije istražuje mogućnost da suplementacija kreatin monohidratom, koja je već dobro dokumentirana u kontekstu poboljšanja mišićnih performansi, može imati i pozitivan učinak na kognitivne sposobnosti (Godwin Elechi i sur., 2024). Preliminarni nalazi sugeriraju da, uz povećanu dostupnost energetskog supstrata, suplementacija može doprinijeti poboljšanju pamćenja, pažnje, brzine obrade informacija i opće mentalne funkcije, osobito u situacijama povećanih kognitivnih zahtjeva, mentalnog zamora ili smanjenog energetskog kapaciteta mozga (Forbes i sur., 2022). Posebna pažnja posvećena je populacijama s većim rizikom od niskih razina kreatina – primjerice, starijim osobama, vegetarijancima, te osobama s neurodegenerativnim stanjima – gdje bi suplementacija mogla igrati preventivnu ili terapijsku ulogu (Forbes i sur., 2021). S obzirom na sve navedeno, cilj ovog rada je pružiti detaljan uvid u mehanizam djelovanja kreatina u mozgu te dati sveobuhvatan pregled trenutne literature

*Corresponding author: jozo.istuk@aptf.sum.ba

o utjecaju suplementacije kreatin monohidratom na mozak i kognitivne sposobnosti kod odraslih.

Metode

Rad je temeljen na pregledu relevantne znanstvene i stručne literature, pri čemu su korišteni izvori s međunarodnih platformi kao što su PubMed, Google Scholar, Web of Science. U pretraživanju su korišteni ključni pojmovi i njihove kombinacije, poput: *kreatin*, *kreatin monohidrat*, *kognicija*, *mozak*, *pamćenje*, *neuroprotekcija*, *sigurnost* i *nuspojave*. Poseban naglasak stavljen je na studije koje istražuju učinke suplementacije kreatinom na kognitivne funkcije kod ljudi.

U obzir su uzeti znanstveni i stručni radovi, uključujući originalne istraživačke članke, pregledne radove i meta-analize. Literatura je selektirana prema relevantnosti za temu, a prednost su imala istraživanja provedena na ljudima i radovi koji koriste objektivne mjere kognitivnih funkcija. Radovi koji se isključivo bave sportskim performansama, ispitivanjima na životinjama ili korištenjem alternativnih oblika kreatina nisu bili primarno uključeni, osim u slučajevima kada su pružali dodatne mehanističke uvide.

Rezultati i rasprava

Metabolizam i transport kreatina u mozgu

Razina kreatina u mozgu ovisi o nekoliko čimbenika, uključujući endogenu sintezu, transport preko krvno-moždane barijere (KMB) i unutarstanični metabolizam. Endogena sinteza kreatina započinje u bubrezima, gdje se iz aminokiselina arginina i glicina formira guanidino acetatna kiselina. Ovaj prekursor zatim se transportira do jetre, gdje se metilira pomoću S-adenozilmetionina, čime nastaje kreatin (Wyss i Kaddurah-Daouk, 2000). Iako se smatralo da se sinteza kreatina prvenstveno odvija izvan mozga, enzimi potrebni za sintezu, arginin:glicin amidinotransferaza (AGAT) i gvanidinacetat N-metiltransferaza (GAMT), također su pronađeni u samom mozgu, što ukazuje na lokalnu proizvodnju, iako vjerojatno u manjoj mjeri (Allen, 2012).

Zbog prisutnosti KMB, koja strogo regulira prolaz tvari iz krvi u mozak, transport kreatina zahtijeva specifične mehanizme. Glavni put unosa kreatina u mozak je putem natrij-ovisnog i klorid-ovisnog kreatinskog transportera, poznatog kao SLC6A8. Ovaj transporter nalazi se na endotelnim stanicama kapilara koje čine KMB, kao i na neuronima i oligodendrocitima (Forbes i sur., 2022). Funkcionalnost ovog transportera ključna je za

održavanje odgovarajućih razina kreatina u mozgu, a mutacije u genu SLC6A8 dovode do sindroma nedostatka kreatinskog transportera, karakteriziranog teškim neurološkim poremećajima (Farr i sur., 2020). Unutar moždanih stanica, kreatin prolazi kroz intracelularni metabolizam putem sustava kreatin kinaze/fosfokreatina (CK/PCr). Ovaj sustav uključuje enzim kreatin kinazu (CK), koji katalizira reverzibilnu reakciju prijenosa fosfatne skupine visoke energije između kreatina i adenozin trifosfata (ATP), čime se stvara fosfokreatin (PCr) i adenozin difosfat (ADP). Fosfokreatin služi kao brza rezerva energije, sposobna brzo regenerirati ATP iz ADP-a kada je energetska potražnja visoka (Hemmer i Walliman, 1993).

Uloga kreatina u bioenergetici mozga

Mozak je metabolički izuzetno aktivan organ koji troši otprilike 20 % ukupne tjelesne energije u mirovanju, unatoč tome što čini samo oko 2 % tjelesne mase (Allen, 2012). Održavanje energetske homeostaze ključno je za pravilno funkcioniranje neurona i drugih moždanih stanica. Kreatin igra vitalnu ulogu u ovom procesu putem fosfokreatinskog sustava, gdje fosfokreatin djeluje kao "skladište" fosfata za regeneraciju ATP-a. U mitohondrijima, gdje se ATP prvenstveno proizvodi putem oksidativne fosforilacije, mitohondrijska kreatin kinaza (uMt-CK) fosforilira kreatin u fosfokreatin koristeći novonastali ATP. Fosfokreatin zatim difundira kroz citosol do mjesta gdje je potrebna energija, poput ionskih pumpi na staničnoj membrani ili sinapsi. Tamo citosolna kreatin kinaza (npr., BB-CK) koristi fosfokreatin za brzu regeneraciju ATP-a iz ADP-a. Ovaj sustav osigurava da se razine ATP-a mogu brzo održavati, čak i tijekom perioda intenzivne neuronske aktivnosti (Rae i Bröer, 2015).

Sustav CK/PCr ključan je za održavanje energetske homeostaze mozga ne samo u normalnim uvjetima već i tijekom stresa. U stanjima poput hipoksije (nedostatka kisika) (Turner i sur., 2015), nedostatka sna ili intenzivne mentalne aktivnosti (Gordji-Nejad i sur., 2024), energetska potražnja mozga značajno se povećava. Kreatin pomaže u održavanju razine ATP-a u tim uvjetima, čime se štite neuroni od oštećenja uzrokovanih energetskim deficitom. S obzirom na navedeno postavljena je hipoteza da bi oralna suplementacija kreatin monohidratom – kroz povećanje razina fosfokreatina – mogla imati povoljan učinak na funkciju mozga. Ova pretpostavka potaknula je niz istraživanja koja su nastojala ispitati može li kreatin poboljšati kognitivne sposobnosti, ublažiti umor ili čak djelovati neuroprotektivno u različitim kliničkim i nekliničkim populacijama.

Nastavak rada je fokusiran na najnovije znanstvene dokaze koji ispituju učinke suplementacije kreatinom na kognitivne funkcije i mentalne izvedbe.

Učinci suplementacije kreatinom na kognitivne funkcije

Kako bi se integrirali dostupni podaci i procijenila stvarna učinkovitost suplementacije kreatin monohidratom na kognitivno zdravlje, provedeno je nekoliko sustavnih pregleda i meta-analiza (Avgerinos i sur., 2018; Prokopidis i sur., 2023; Xu i sur., 2024). U ovom radu bit će predstavljeni i uspoređeni nalazi triju ključnih pregleda literature, kao i nekih pojedinačnih istraživanja, koji su detaljno ispitali učinke suplementacije kreatina na različite domene kognitivne funkcije, uključujući pamćenje, pažnju i radnu memoriju, brzinu obrade podataka i ostale kognitivne funkcije.

a) Pamćenje

Metaanalize dosljedno ukazuju na pozitivan učinak suplementacije kreatinom na pamćenje. Prokopidis i sur. (2023) su kvantificirali ovaj učinak, otkrivši da kreatin poboljšava mjere pamćenja u usporedbi s placebom (SMD = 0,29, 95 % CI: 0,04-0,53). Ovaj rezultat sugerira malu, ali statistički značajnu korist od kreatina za pamćenje. Veličina učinka (SMD) od 0,29 ukazuje da je prosječno poboljšanje u skupini koja je uzimala kreatin bilo za 0,29 standardnih devijacija veće od poboljšanja u placebo skupini. Nadalje, autori su posebno istaknuli da je suplementacija kreatinom dovela do značajnog poboljšanja pamćenja u podskupini starijih odraslih osoba (SMD = 0,42, 95 % CI: 0,09-0,75). Ova veličina učinka je umjerena i ukazuje na izraženiji pozitivan učinak u ovoj dobnoj skupini. Xu i sur. (2024.) su također identificirali značajne pozitivne učinke suplementacije kreatinom na pamćenje kod starijih osoba. Ovi rezultati su važni jer pamćenje često opada s godinama, a kreatin bi mogao biti potencijalna intervencija za ublažavanje tog pada. Osim toga, sustavne analize su pokazale da kreatin ima pozitivan učinak na različite aspekte pamćenja (Avgerinos i sur., 2018). Suplementacija kreatinom je pozitivno utjecala i na verbalno pamćenje kroz testove „prisjećanja popisa riječi“ (Benton i Donohoe, 2011). Poboljšanja u ovim zadacima sugeriraju da kreatin može pomoći ljudima da efikasnije kodiraju, pohranjuju i dohvaćaju verbalne informacije.

b) Pažnja i radna memorija

U istraživanju koje su proveli Ling i sur. (2009) ispitani su kognitivni učinci suplementacije kreatin

etil esterom, jednim od oblika kreatina, te je pružila uvide u njegov utjecaj na pažnju i radnu memoriju. Primijetili su smanjenje lažnih alarma u zadacima "Arrow Flankers", gdje sudionici moraju identificirati smjer središnje strelice, ignorirajući strelice koje ju okružuju. Poboljšanje u ovoj izvedbi uslijed suplementacije kreatinom ukazuje na poboljšanu selektivnu pažnju i kontrolu impulsa. Također su zabilježili poboljšanje broja točnih izostanaka u zadatku održane pažnje, što sugerira da kreatin može pomoći u održavanju budnosti i koncentracije tijekom dužih razdoblja.

Ling i sur. (2009) su također pronašli dokaze da kreatin poboljšava radnu memoriju, na primjer, u zadacima "Number-Pair Matching" (uparivanje brojeva). Radna memorija je ključna za privremeno pohranjivanje i manipuliranje informacijama, a poboljšanja u ovoj domeni mogu imati široke implikacije za svakodnevno funkcioniranje.

c) Brzina obrade podataka

Avgerinos i sur. (2018) su primijetili poboljšanja u vremenu reakcije u nekoliko zadataka, što sugerira da kreatin može ubrzati brzinu obrade informacija. Vrijeme reakcije, kao mjera brzine kojom pojedinac percipira i reagira na podražaj, ukazuje da kraće vrijeme reakcije odražava bržu brzinu obrade informacija. Poboljšanja u brzini obrade mogu imati značajne implikacije za svakodnevno funkcioniranje, olakšavajući brže donošenje odluka, poboljšavajući reflekse u situacijama koje zahtijevaju brze reakcije poput vožnje ili sporta, te povećavajući efikasnost u različitim zadacima, posebno onima koji zahtijevaju mentalnu agilnost.

d) Inteligencija

Za razliku od prethodnih metrika, utjecaj suplementacije kreatinom na inteligenciju je mjeran u samo nekoliko istraživanja (Ling i sur., 2009; Rea i sur. 2003; Rawson i sur., 2008). Dokazi su heterogeni – neka istraživanja vide benefite, dok druga ne. Važno je napomenuti da su ovo izolirani slučajevi i da je potrebno više istraživanja kako bi se potvrdio utjecaj suplementacije kreatinom na inteligenciju.

Važno je uzeti u obzir nekoliko razmatranja i ograničenja prilikom interpretacije nalaza o učincima kreatina na kognitivne funkcije. Metaanalize često kombiniraju studije koje se razlikuju u dizajnu, dozama kreatina, trajanju suplementacije i karakteristikama sudionika, što može utjecati na generalizabilnost rezultata i otežati usporedbu među studijama. Neki dokazi sugeriraju da bi specifične populacije, poput vegetarijanaca koji imaju niže

početne razine kreatina, mogle imati veće koristi od suplementacije kreatinom za kogniciju (Benton i Donohoe, 2011), a starije odrasle osobe su identificirane kao populacija koja može imati značajne koristi od kreatina za pamćenje. Konačno, precizni mehanizmi kojima kreatin utječe na kogniciju još uvijek se istražuju, ali se vjeruje da uključuju poboljšanje energetske raspoloživosti u mozgu povećanjem razine fosfokreatina i neuroprotektivne učinke.

Sigurnost i preporučene doze

Kreatin monohidrat je, prema opsežnim istraživanjima, relativno siguran dodatak prehrani za zdrave pojedince, posebno u preporučenim dozama. Unatoč popularnim zabudama, kreatin ne uzrokuje dugotrajnu retenciju vode izvan mišića, nije anabolički steroid, ne uzrokuje oštećenje bubrega kod zdravih osoba, nema čvrstih dokaza da dovodi do gubitka kose, niti povećava rizik od dehidracije ili grčeva u mišićima. Kod nekih osoba, visoke doze mogu uzrokovati gastrointestinalne probleme (Antonio i sur., 2021).

Općenito, za suplementaciju kreatinom preporučuje se faza punjenja od 20 g/dan do 7 dana, nakon čega slijedi faza održavanja od 3-5 g/dan). Alternativno, može se koristiti dnevna doza od 0,10-0,14 g/kg tjelesne mase. Iako se ove preporuke prvenstveno odnose na povećanje mišićne mase i performanse, istraživanja također pokazuju blagotvorne učinke kreatina na funkciju mozga, a čini se da su opće smjernice doziranja primjenjive i kada se želi postići kognitivno poboljšanje (Candow i sur., 2024).

Zaključak

Kreatin, poznat kao dodatak za poboljšanje mišićne snage, sve više pokazuje važnu ulogu i u zdravlju mozga. Kroz fosfokreatinski sustav pomaže u održavanju stabilne razine ATP-a, osobito u uvjetima povećane mentalne aktivnosti, stresa ili starenja. Suplementacija kreatinom može imati pozitivne učinke na kognitivne funkcije, osobito pamćenje, pažnju i brzinu obrade informacija. Najveće koristi primijećene su kod starijih osoba i onih s potencijalno nižim razinama kreatina, poput vegetarijanaca. Iako su potrebna dodatna istraživanja, trenutni dokazi sugeriraju da je kreatin sigurna, dostupna i potencijalno korisna strategija za podršku kognitivnom zdravlju kod odraslih.

Literatura

- Allen, P.J. (2012): Creatine metabolism and psychiatric disorders: Does creatine supplementation have therapeutic value?, *Neurosci. Biobehav. Rev.* 36 (5), 1442–1462.
- Antonio, J., Candow, D.G., Forbes, S.C., Gualano, B., Jagim, A.R., Kreider, R.B., Rawson, E.S., Smith-Ryan, A.E., VanDusseldorp, T.A., Willoughby, D.S., Zeigenfuss, T.N. (2021): Common questions and misconceptions about creatine supplementation: what does the scientific evidence really show?, *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 18, 13.
- Avgerinos, K.I., Spyrou, N., Bougioukas, K.I., Kapogiannis, D. (2018): Effects of creatine supplementation on cognitive function of healthy individuals: A systematic review of randomized controlled trials, *Exp. Gerontol.* 108, 166–173.
- Benton, D., Donohoe, R. (2011): The influence of creatine supplementation on the cognitive functioning of vegetarians and omnivores, *Br. J. Nutr.* 105 (7), 1100–1105.
- Braissant, O., Henry, H., Béard, E., Uldry, J. (2011): Creatine deficiency syndromes and the importance of creatine synthesis in the brain, *Amino Acids* 40, 1315–1324.
- Brosnan, J.T., da Silva, R.P., Brosnan, M.E. (2011): The metabolic burden of creatine synthesis, *Amino Acids* 40, 1325–1331.
- Brosnan, M.E., Brosnan, J.T. (2016): The role of dietary creatine, *Amino Acids* 48, 1785–1791.
- Butts, J., Jacobs, B., Silvis, M. (2018): Creatine use in sports, *Sports Health* 10 (1), 31–34.
- Candow, D.G., Ostojic, S.M., Forbes, S.C., Antonio, J. (2024): Does one dose of creatine supplementation fit all?, *Adv. Exerc. Health Sci.* 1 (2), 99–107.
- Farr, C.V., El-Kasaby, A., Freissmuth, M., Sucic, S. (2020): The creatine transporter unfolded: A knotty premise in the cerebral creatine deficiency syndrome, *Front. Synaptic Neurosci.* 12, 588954.
- Forbes, S.C., Candow, D.G., Ferreira, L.H.B., Souza-Junior, T.P. (2021): Effects of creatine supplementation on properties of muscle, bone, and brain function in older adults: A narrative review, *J. Diet. Suppl.* 19 (3), 318–335.
- Forbes, S.C., Cordingley, D.M., Cornish, S.M., Gualano, B., Roschel, H., Ostojic, S.M., Rawson, E.S., Roy, B.D., Prokopidis, K., Giannos, P., Candow D.G. (2022): Effects of creatine supplementation on brain function and health, *Nutrients* 14, 921.
- Gordji-Nejad, A., Matusch, A., Kleedörfer, S., Patel, H.J., Drzezga, A., Elmenhorst, D., Binkofski, F., Bauer, A. (2024): Single dose creatine improves cognitive performance and induces changes in cerebral high energy phosphates during sleep deprivation, *Sci. Rep.* 14, 4937.
- Hemmer, W., Wallimann, T. (1993): Functional aspects of creatine kinase in brain, *Dev. Neurosci.* 15 (3–5), 249–260.

- Ling, J., Kritikos, M., Tiplady, B. (2009). Cognitive effects of creatine ethyl ester supplementation, *Behav. Pharmacol.* 20(8), 673–679.
- Prokopidis, K., Giannos, P., Triantafyllidis, K.K., Kechagias, K.S., Forbes, S.C., Candow, D.G. (2023): Effects of creatine supplementation on memory in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials, *Nutr. Rev.* 81 (4), 416–427.
- Rae, C., Digney, A.L., McEwan, S.R., Bates, T.C. (2003): Oral creatine monohydrate supplementation improves brain performance: a double-blind, placebo-controlled, cross-over trial, *Proc. Biol. Sci.* 270 (1529), 2147–2150.
- Rae, C.D., Bröer, S. (2015): Creatine as a booster for human brain function. How might it work?, *Neurochem. Int.* 89, 249–259.
- Rawson, E.S., Lieberman, H.R., Walsh, T.M., Zuber, S.M., Harhart, J.M., Matthews, T.C. (2008): Creatine supplementation does not improve cognitive function in young adults, *Physiol. Behav.* 95 (1–2), 130–134.
- Turner, C.E., Byblow, W.D., Gant, N. (2015): Creatine supplementation enhances corticomotor excitability and cognitive performance during oxygen deprivation, *J. Neurosci.* 35 (4), 1773–1780.
- Wyss, M., Kaddurah-Daouk, R. (2000): Creatine and creatinine metabolism, *Physiol. Rev.* 80 (3), 1107–1213.
- Xu, C., Bi, S., Zhang, W., Luo, L. (2024): The effects of creatine supplementation on cognitive function in adults: a systematic review and meta-analysis, *Front. Nutr.* 11, 1424972.

CURRENT KNOWLEDGE ON THE EFFECTS OF CREATINE MONOHYDRATE SUPPLEMENTATION ON THE BRAIN AND COGNITIVE ABILITIES

Jozo Ištuk

University of Mostar, Faculty of Agriculture and Food Technology, Biskupa Čule bb, 88 000 Mostar, Bosnia and Herzegovina

professional paper

Summary

Creatine is an organic compound that plays a key role in energy metabolism, primarily in muscle tissue, but increasing evidence highlights its importance in brain function as well. Through the phosphocreatine system, creatine helps maintain stable ATP levels, particularly under conditions of increased energy demand such as mental stress, hypoxia or aging. Consequently, the hypothesis has emerged that creatine monohydrate supplementation may have a positive effect on cognitive functions. The aim of this paper was to present the mechanisms of creatine action in the brain and to analyze the available scientific evidence on the effects of creatine supplementation on cognitive abilities in adults. The results indicate that creatine may positively influence memory, attention, working memory and information processing speed. The most pronounced effects have been observed in older adults and populations with potentially lower creatine levels, such as vegetarians. Effects on executive functions and intelligence are less consistent. In conclusion, creatine appears to be a promising and relatively safe strategy for supporting cognitive function in adults, but further research is needed to confirm its efficacy and safety in this context.

Keywords: creatine, supplementation, brain, cognitive function