



KREATIN-MONOHIDRAT U DOPUNSKOJ PREHRANI SPORTAŠA

SUPPLEMENTATION OF CREATINE-MONOHYDRATE IN ATHLETES

Dražen Harasin¹, Vesna Lukinović-Škudar²

¹Kineziološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu

²Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu

SAŽETAK

Cilj ovog rada bio je pregledati rezultate najnovijih znanstvenih istraživanja koja su se bavila utjecajem suplementacije kreatinom, te ih sistematizirati obzirom na specifičnost problema koje su nastojali riješiti. U tu svrhu pregledan je i razvrstan po određenim kriterijima (utjecaji na najčešće promatrane karakteristike antropološkog statusa) veliki broj istraživanja. Nakon toga pokušali su se donijeti određeni zaključci o utjecaju suplementacije kreatinom na sportski rezultat najvažnije sposobnosti i osobine sportaša, te na markere zdravstvenog statusa. Iz pregledanih istraživanja može se zaključiti da se kreatinskom suplementacijom može povećati koncentracija ukupnog kreatina za 20%-50%, te kreatin-fosfata za 10-40%. Ova povećana koncentracija kreatina i fosfokreatina kroz veće mogućnosti ispoljavanja snage na treningu i ubrzani oporavak poslije treninga utječe na poboljšanje jakosti, količine mišićne mase, općenito sposobnosti potrebnih za kratak intenzivan rad. Posebna je pozornost usmjerena na sigurnosni aspekt suplementacije kreatinom. Ovdje je zbog manjeg broja provedenih istraživanja, i nedovoljno jasnih utjecaja suplementacije na markere zdravstvenog statusa zaključeno da je potrebno nastaviti s istraživački radom. Do tada, najmanje što se može preporučiti je: Ne prelazite doze korištene u istraživanjima, jer nisu potvrđeni jači utjecaji suplementacije s tzv. „početnim punjenjem“ većim dozama kreatina, nasuprot korištenju manjih doza tijekom dužeg vremenskog perioda. Nadamo se da će informacije koje su ovdje prezentirane pomoći sportašima, njihovim liječnicima i trenerima da koristeći se najnovijim znanstvenim spoznajama sami donesu odluku o tome da li nadopuniti prehranu sportaša ovim suplementom i na koji način.

Ključne riječi: kreatin, suplementacija

ABSTRACT

In this article we tried to review the most recent research in the field of creatine-mono-hydrate supplementation in sports. Also, we performed a categorisation of the available literature according to the problem that was addressed. The conclusions were drawn out of available data in regard to influence on results and health impact. It can be speculated that regulate creatine supplementation could increase the volume of total body creatine for 20-50% and concentration of creatine phosphate up to 10-40%. The increased volume of body creatine might influence the volume of strength training, speed up the recovery, increase the lean muscle mass and in general, positively influence activities of shorter duration and larger intensities. The health impacts of creatine are still not well researched and future investigations are necessary. For now, the only safety measure that could be applied is the dosage and the dosages used in published studies should not be exceeded. There is no scientific proof published that confirms the positive effect of larger initial doses (so called creatine loading) in oppose to lower dosage throughout time. Though, the pro and contra choice is still something that should be done by the sport doctors, coaches and the athletes themselves.

Key words: creatine, supplementation

UVOD

Prva istraživanja koja su potvrdila efikasnost kreatina kao suplementa u prehrani sportaša napravio je krajem osamdesetih godina dvadesetog stoljeća švedski znanstvenik Eric Hultman na Karolinskom institutu u Stockholmu. Nakon što su objavljena 1992. godine, ova istraživanja osim što su potakla masovnu proizvodnju i prodaju ovog energenta, potakla su i druge znanstvenike na istraživanja. Tako su od 1992. do 1997. godine provedena brojna opsežna istraživanja kojima je potvrđena efikasnost kreatina u poboljšanju sposobnosti i osobina o kojima ovisi sportski rezultat (1,2,3,5,8,9,19). Kreatin je nakon toga postao najprodavaniji suplement od kada postoji proizvodnje i prodaje sportskih nutritivnih suplemenata. Godišnja prodaja danas iznosi preko 200 miliona američkih dolara. Kreatin monohidrat je u SAD-u registriran kao dodatak prehrani ili suplement, dakle aktivna tvar koja se uzima oralno sa svrhom obogaćivanja prehrane radi prevencije bolesti, povećavanja tjelesnih sposobnosti i mišićne mase, ali uz uvjet da nije lijek. Korištenje kreatina kao suplementa nije zabranjeno uredbama međunarodnog olimpijskog odbora.

Na tržištu je dostupan u prahu, tabletama, gumama za žvakanje, i u efervetama kao kreatin monohidrat (88% kreatina, 12% vode), kreatin fosfat (62,3% kreatina, 37,7% fosfata) koji je dostupan i u otopini za intravenozno ubrizgavanje, i kao kreatin citrat (40% kreatina). U istraživanjima i u sportskoj praksi se uglavnom koristi kreatin-monohidrat, najčešće u prahu i to u novije vrijeme, zbog bolje topivosti, mikronozirani sa česticama veličine 180 mikrona. Češće korištenje upravo kreatin-monohidrata u sportu nije slučajnost. Oralna suplementacija kreatin-monohidratom, nasuprot kreatin-fosfatu bolje utječe na porast snage i mišićne komponente tjelesne mase, najvjerojatnije zbog bolje osmotske aktivnosti kreatin monohidrata u odnosu na kreatin fosfat (41). Ako se kreatin-fosfat ubrizgava intravenozno, potrebna je manja količina (2-4 g) i rezultati su znatno bolji nego kod oralne suplementacije istim kemijskim spojem. Nažalost, ova invazivna metoda u suplementaciji nije praktična, ni prihvaćena, pa je i broj istraživanja u kojima se suplementiralo intravenozno premali da bi mogli sa sigurnošću zaključivati. Nasuprot tome istraživanja u kojima se suplementiralo oralno su mnogobrojna, pa je moguće strukturirati korisne zaključke i koristiti ih u radu sa sportašima. Cilj ovog rada je pregled rezultata najnovijih znanstvenih istraživanja koja su u svojim hipotezama pretpostavljala utjecaj suplementacije kreatinom na sposobnosti i osobine sportaša, te na markere zdravstvenog statusa. Informacije koje će ovdje biti prezentirane trebale bi pomoći sportašima, njihovim liječnicima i trenerima da koristeći se najnovijim znanstvenim spoznajama sami donesu odluku o tome da li nadopuniti prehranu sportaša ovim suplementom i na koji način.

Fiziološke osnove

Svi fiziološki mehanizmi kojima je za rad potrebna energija (rad mišića, sinteza tvari, aktivan prijenos kroz membrane) dobivaju je izravno i jedino iz adenozin-trifosfata (ATP), nepostojanog kemijskog spoja koji je

nazočan u citoplazmi i nukleoplazmi svih stanica. Zalihe ATP-a u mišićnoj stanici su kod dobro pripremljenih vrhunskih sportaša dovoljne su za 2-3 submaksimalne izotoničke mišićne kontrakcije, odnosno za održavanje maksimalne izometričke mišićne kontrakcije kroz 1-2 sekunde (22). Kako su zahtjevi za mišićnim radom u sportu većinom takvi da je najčešće potrebno učiniti puno više intenzivnih mišićnih kontrakcija, jasno je da su određeni energetske mehanizmi u organizmu usmjereni na održavanje fiziološke koncentracije ATP-a u stanicama. ATP je intermedijalni spoj, tako da osim što predaje energiju mišićnim filamentima ulazi i u reakcije s drugim tvarima od kojih uzima energiju da bi ju opet mogao predati. Nekoliko puta veću zalihu energije u mišićima (2-4 puta) čini kreatin-fosfat (KP) (22). Za razliku od ATP-a kreatin-fosfat ne može služiti u prijenosu energije između hranjivih tvari i funkcionalnih staničnih sustava, ali može izmjenjivati energiju s ATP-om. Kad u stanicama ima više ATP-a nego što je potrebno, velik dio te energije se iskorištava za sintezu kreatin-fosfata te se tako ova energijska zalih povećava. Kad se ATP počne trošiti energija se iz kreatin-fosfata brzo prenosi natrag u ATP, a on je zatim predaje staničnim sustavima. Veća količina energije u fosfatnom vezu kreatin-fosfata (54,4 kJ u usporedbi s 50,2 kJ) po molu utječe da reakcija između kreatin-fosfata i ATP-a znatno više teče u smjeru stvaranja ATP-a. Zbog toga već i najmanji potrošak ATP-a u stanici pokreće energiju iz kreatin-fosfata za sintezu novog ATP-a. ATP se resintetizira iz kreatin fosfata u trajanju od 10-20 sekundi ili nešto duže ovisno o tipu aktivnosti, intenzitetu aktivnosti, prehranbenim navikama pojedinca, pripremljenosti, dobi i zdravstvenom stanju (22,27,28). Resinteza ATP-a je toliko brza da se gotovo ne može zapaziti bitan pad koncentracije ATP-a u toku mišićnog rada osim pri iznimno iscrpljujućim uvjetima. No, zato pri intenzivnom mišićnom radu značajno opada stanična koncentracija kreatin-fosfata. Radom uvjetovani pad koncentracije kreatin-fosfata jedan je od glavnih čimbenika pojave umora mišića. Ta činjenica bila je vjerojatno poticaj prvim znanstvenicima koji su se bavili ovim područjem fiziologije vježbanja i povelu ih u istraživanja krajem 80-ih da bi nakon nekoliko godina stvorili najveći „bum“ u povijesti sportske suplementacije.

Metabolizam kreatina

Kreatin je organski spoj dušika koji može biti sintetiziran u tijelu ili može biti unesen u tijelo hranom. Tijelo sintetizira kreatin u jetri, gušterači i bubrežima iz aminokiselina glicin, arginin i metionin. Jednom kada je sintetiziran kreatin se transportira u mišiće, srce i mozak gdje se koristi kao fosfageni energent (2). Kreatin se razlaže u kreatinin u neenzimskoj ireverzibilnoj reakciji i to 1,6% dnevno (8). Kreatinin se nakon toga filtrira difuzijom u bubrežima i izlučuje iz tijela putem urina. Većina kreatina u tijelu čovjeka se nalazi u mišićima (95-98%), a samo manja količina (2-5%) se distribuira u mozak, srce i testise (2). Oko 60% kreatina u tijelu je u formi kreatin-fosfata (KP), a 40% u formi slobodnog kreatina. Veća količina kreatin-fosfata nalazi se u brzim mišićnim vlaknima, a manja u sporim mišićnim vlaknima (52). Koncentracija kreatina u skeletnim mišićima

muškarca mase oko 70 kg iznosi približno 124 mmol/kg suhe muskulature, a u plazmi je 50-100 mol⁻¹ (24). Ova količina kreatina održava se u tijelu dnevnim unosom hrane i endogenom sintezom što zajedno iznosi oko 2g dnevno (2). Dnevni unos kreatina ovisi o individualnim navikama pojedinaca, jer vegetarijanci, budući da ne konzumiraju meso ne mogu unijeti toliku količinu kreatina. Istraživanja su pokazala manju koncentraciju kreatina u mišićima vegetarijanaca (24). Isti istraživači su potvrdili najveći porast koncentracije kreatina suplementacijom baš kod vegetarijanaca. Potvrđena je i manja količina kreatinina u urinu vegetarijanaca što također upućuje na manju koncentraciju kreatina u mišićima vegetarijanaca (9).

Dio slobodnog kreatina se resintetizira u kreatin fosfat drugim energetskim mehanizmima pretežno oksidativnim u mitohondrijima. Difuzija kreatina i kreatin-fosfata između mitohondrija i miozina (u slučaju mišićne kontrakcije) odnosno između mjesta proizvodnje i mjesta korištenja odvija se u procesu prijenosa energije kreatinom koji je prvi opisao Bessman 1954. godine (23). Ovaj proces može se podijeliti u tri glavne faze. Prva faza odvija se na mjestu korištenja (to je prilikom mišićne kontrakcije miosin). Na ovoj lokaciji enzim kreatinkinaza uz prisustvo ADP-a pokreće reakciju kreatinkinazu u kojoj kreatin-fosfat prepušta fosfatnu grupu ADP-u pa nastaju ATP i slobodni kreatin. Nastali slobodni kreatin putuje u intravenozni prostor, drugu fazu energijskog prijenosa kreatina. Nakon što je kreatin prešao u intravenozni prostor počinje treći dio stvaranja ili generiranja energije koji se odvija u mitohondriju. U ovom dijelu slobodni kreatin u interakciji s enzimom kreatinkinazom stvara kreatin-fosfat iz mitohondrijalnog ATP-a. Kada je kreatin fosfat resintetiziran ponovo putuje na mjesto korištenja ili utilizacije i cijeli se proces kontinuirano nastavlja. Kreatin-fosfat služi i kao pufer protona vodika (H⁺) koji nastaje kao produkt hidrolize ATP-a. Kada se kasnije u reakciji kreatin-kinaze iz kreatin-fosfata regenerira ATP taj proton vodika se koristi. Ovaj puferski kapacitet kreatin-fosfata služi kao prevencija u povećavanju kiselosti stanice te tako pomaže u održavanju normalne vrijednosti pH.

Kratki visoko-intenzivni rad uzrokuje značajan pad koncentracije kreatin-fosfata u mišićima. Ovo je jedan od glavnih uzroka pojave umora pri vježbanju visokim intenzitetom (27). Kada intramuskularne pričuve kreatin-fosfata budu potrošene kapacitet resinteze ATP-a, odnosno proizvodnje energije značajno opadne. Trenutna raspoloživost kreatin-fosfata glavni je limitirajući faktor kratkotrajnim visokointenzivnim opterećenjima (26,27). Oralno konzumiranje suplemenata kreatina može povećati koncentraciju kreatina u mišićima (24,28). Upravo ova činjenica pružila je mogućnosti korištenja kreatina kao suplementa.

Doziranje i koncentracija u mišićima

Oralnom suplementacijom 20g kreatina dnevno (4-6 puta po 5g) sadržaj kreatina u skeletnim mišićima može se povećati za 20-50% (24.), odnosno za 23,1 mmol/kg suhe tvari (17). Ovo povećanje koncentracije kreatina odnosi se i na povećanje slobodnog kreatina (65-70% od ukupnog povećanja) i kreatin fosfata (30-35% od ukupnog povećanja).

Istraživanja su također pokazala da postoji određeni varijabilitet u mogućnosti pojedinaca da uskladište kreatin. Najveći pomak u tom smislu pokazali su oni kojima je inicijalna količina kreatina bila manja (24). Akumulacija kreatina povećana je kada su kombinirani s ugljikohidratima u visokoglikemičkim napitcima (16). Povećana akumulacija kreatina može biti povezana s prisutnošću inzulina (16), trijodtironina (40), dok smanjena akumulacija može biti povezana prisutnošću tvari koje inhibiraju natrijevu i kalijevu pumpu i enzim ATP-azu (npr. derivati biljke digitalis lanata koji smanjuju koncentraciju staničnog kalija, povećavaju koncentraciju staničnog natrija i kalcija, povećavaju eliminaciju magnezija iz tijela, koji se koriste za proizvodnju lijekova za srce) i deficitom vitamina E (15). Utvrđeno je da ispitanici koji su oralno konzumirali 5g kreatina u kombinaciji s 93g jednostavnih ugljikohidrata 4 puta dnevno imaju 60% veće povećanje koncentracije kreatina u mišićima u odnosu na grupu koja je konzumirala samo 5g čistog kreatina 4 puta dnevno. Visokoglikemičke otopine jednostavnih ugljikohidrata povećavaju lučenje inzulina, a inzulin utječe na pojačani ulazak glukoze i kreatina u mišiće. Isto tako je i zapažena značajno manja količina kreatinina u urinu onih koji su uzimali kreatin u kombinaciji s ugljikohidratima (16). Kombinacija kreatina i visokoglikemičkih ugljikohidrata je omogućila pojedincima da dosegnu maksimalne koncentracije kreatina od 160 mmol/kg suhe muskulature (16). Ovaj plato dosegnut je obično nakon uzimanja 0,3g kreatina po kilogramu tjelesne mase dnevno (20-30 g raspoređemo u 4-5 manjih obroka) kroz 5-6 dana (2,24,28.). Kada se postigne maksimalna koncentracija kreatina u mišićima svako daljnje uzimanje većih količina rezultira izlučivanjem viška preko urina. Kada se oralno uzme otopina kreatin-monohidrata kreatin vrlo brzo dospijeva u krv i ako su pričuve kreatina pune ostaje u krvi 60-90 min. Ako se u tom vremenu vrši nekakav mišićni rad taj kreatin se troši, ako ne, razlaže se u kreatinin i izlučuje preko urina. Nakon početne faze punjenja koncentracija kreatina može se održavati manjim dozama. Istraživanje je ukazalo da je za to dovoljna doza od 0,03g po kilogramu tjelesne mase dnevno (28). Hultman je sa suradnicima dokazao da oralna suplementacija kreatin-monohidrata u količini od 0,03g/kg tjelesne mase povećava ukupne pričuve kreatina u mišićima tijekom 28 dana (28). Nakon ovog perioda dovoljne su i manje doze da bi se količina kreatina održavala u mišićima. Ako se uzima količina od 0,3g/kg tjelesne mase dnevno punjenje se završi nakon 5-6 dana, pa se doza može smanjiti na npr. 0,03g/kg dnevno, dok ako se uzima količina od 0,03 g/kg dnevno od početka suplementacije punjenje traje 28 dana pa se nakon toga količina suplementa može još smanjiti. Iz svega navedenog može se zaključiti da bi sportaši trebali izbjegavati visoke doze kroz duži period jer izgleda da nemaju efekta na povećanje koncentracije kreatina u mišićima. Nije utvrđena razlika između starijih (70 +/- 2.9 godina starosti) i mlađih (24 +/- 1.4 godina starosti) u koncentraciji kreatina u krvi i urinu nakon suplementacije, ali je potvrđena veća koncentracija kreatin-fosfata nakon suplementacije u mišićima kod mlađih (35% veća nego prije suplementacije), nego kod starijih (7% veća nego prije suplementacije) (47).

Utjecaj na tjelesne sposobnosti

Velik broj istraživanja koji je u svom istraživačkom protokolu koristio je multiple intenzivne serije na biciklergometrima s kratkim odmorima (manjim od 5 minuta) utvrdio je značajnije poboljšanje rezultata kod onih koji su suplementirani kreatinom (11). Ako su odmori između serija duži (20 minuta) nije potvrđena korisnost suplementacije kreatinom (7). Ako je protokol vježbanja na biciklergometru jednak, sportaši suplementirani samo sa kreatinom (5,25g kreatin-monohidrata, 4 puta dnevno, 6 dana) poboljšala je AWC za 9,4%, dok je grupa suplementirana sa kreatinom i ugljikohidratima (5,25g kreatin-monohidrata i 33g ugljikohidrata, 4 puta dnevno, 6 dana) poboljšala AWC za 30,7%. Obje grupe su imale značajnije poboljšanje od kontrolne placebo grupe (6). Earnest i Almada testirali su efekte suplementacije kreatinom na produženi anaerobni rad u trajnju od 90 s na pokretnom sagu. Grupa suplementirana s 20g kreatina 4 puta dnevno prvih 4 dana i 10g dnevno tijekom slijedećih 6 dana imala je značajnije poboljšanje rezultata u intenzivnim trčanjima u trajanju od 90 s od placebo grupe koja je na isti način suplementirana, ali glukozom. Ove razlike su bile još značajnije u drugom trčanju nakon 8 minuta odmora. Grupa suplementirana kreatinom postigla je i značajno veće vrijednosti laktata mjereno poslije trčanja (11).

Veliki broj istraživanja je potvrdilo da kreatinska suplementacija ima efekt na povećavanje sposobnosti u radu sa teretima (4,31,46,55). Suplementacija kreatinom ima značajan utjecaj na povećanje sposobnosti potrebnih za izvođenje više serija skokova iz čučnja i ležećeg potiska (55). Dokazano je da suplementacija kreatinom tijekom 42-dnevnog programa treninga s opterećenjem daje značajnije pomake u snazi pri vertikalnom skoku u odnosu na placebo grupu (31). Sportaši suplementirani kreatinom tijekom programa treninga s opterećenjem značajnije su napredovali u maksimalnoj jakosti u odnosu na placebo grupe (3).

Noonan i suradnici su eksperimentirali s različitim dozama kreatina. Tako su nakon početne faze punjenja (5 dana) u kojoj su svi oralno uzimali 20 g dnevno (4 puta po 5 g) jednoj grupi davali 300mg/kg tjelesne mase dnevno, a jednoj grupi 100mg/kg tjelesne mase dnevno. Obje grupe su nakon 8 tjedana pokazale značajniji napredak u 1RM bench pressa od kontrolne placebo grupe, ali je taj napredak bio puno izraženiji kod grupe koja je suplementirana s 300mg/kg tjelesne mase dnevno (39). Kelly i suradnici su istraživali na muškarcima powerlifterima suplementirajući njih 18 tijekom 26 dana. Puno veće napretke na 3RM bench pressa ostvarili su oni suplementirani kreatinom za razliku od placebo kontrolne skupine (30).

Iz dosada provedenih istraživanja može se zaključiti da suplementacija kreatinom ima utjecaj na sposobnosti u osnovi kojih leže fosfageni energetske mehanizmi, prvenstveno u povećavanju sposobnosti koje su dominantno potrebne u radu s teretima. No evidentno je da postoji i utjecaj na sposobnosti odgovorne za produženi anaerobni rad u trajanju do 90 sekundi maksimalnim intenzitetom.

Utjecaj na sastav tijela i na ukupnu tjelesnu masu

Jedan od glavnih efekata suplementacije kreatinom je porast tjelesne mase. Kraća suplementacija s 20-25 g dnevno u trajanju od 5-7 dana povećala je tjelesnu masu za 0,7-1,6 kg (17,54,57.). Velik broj znanstvenika vjeruje da je u osnovi povećanja tjelesne mase kratkoročnom suplementacijom retencija vode (28,57) odnosno povećavanje pričuva kreatina (17). Također je zapažena redukcija mokraćnog volumena tijekom prvih dana suplementacije kreatinom (28), registriran je porast ukupne količine vode u tijelu za 2% i porast stanične tekućine za 3% u kratkoročnom suplementiranju kreatinom kombiniranom s različitim tipovima vježbanja (57). Dugotrajni trening (30-140 dana) s opterećenjem u kombinaciji s kreatinskom suplementacijom utječe, kako na povećavanje totalne tjelesne mase, tako i na povećavanje nemasne tjelesne komponente, u prvom redu mišićne mase (2,3, 10,33). U osnovi povećanja nemasne komponente je povećanje promjera brzih glikolitičkih mišićnih vlakana (2). Ovaj se zaključak Balsoma i suradnika temelji na istraživanju Meyera i suradnika koji su utvrdili da se praznjenjem pričuva kreatina kod štakora smanjuje promjer brzih glikolitičkih vlakana (38) i Sipile i suradnika (50) koji su otkrili da je suplementacija manjim dozama kreatina tijekom 1 godine kod pacijenata s mišićnom atrofijom utjecala na povećanje promjera brzih glikolitičkih mišićnih vlakana. Balsom i suradnici (2) su mišljenja da je ovo povećanje promjera brzih glikolitičkih mišićnih vlakana rezultat povećane sinteze kontraktilnih proteina. Ovu teoriju podržavaju i istraživanja Ingwala i suradnika koji su utvrdili da kreatin ima važnu ulogu u sintezi proteina (20). Isti istraživači su mišljenja da je kreatin vjerojatno kemijski signal mišićima da povećaju sintezu kontraktilnih proteina tijekom hipertrofije. Istraživanja na štakorima su pokazala da je suplementacija kreatinom kombinirana s elektrostimulacijom utjecala na veću količinu miofibrilarnih proteina u mišićnim vlaknima (20). Vježbanje samo po sebi stimulira sintezu proteina povećavajući aktivnost kontraktilnih proteina kroz povećani prijenos energije kreatin-fosfatom, što povećava pričuve kreatin-fosfata dostupnog za mišićne kontrakcije, što još više povećava sintezu proteina, rezultat čega je povećanje promjer mišićnih vlakana (2). Neki su istraživači ponudili jednostavnije objašnjenje, pa su zaključili da dugoročna suplementacija kreatinom utječe na sportaše da treniraju sve jače i jače pa se kao logična posljedica učestalijeg i većeg opterećenja javlja i pojačana hipertrofija mišića (10,11,55). Možda su najobjektivniji oni koji su ustvrdili da mehanizam kojim povećana koncentracija kreatin fosfata utječe na povećanje nemasne tjelesne mase i radnih mogućnosti nije u potpunosti jasan (29).

Kratkoročna suplementacija kreatinom (5-7 dana) utječe na povećavanje ukupne tjelesne mase i to uglavnom zbog retencije vode, dok dugoročna suplementacija (30-140 dana) utječe na povećavanje ukupne tjelesne mase, ali i nemasne komponente, uglavnom mišićne i to zbog povećanog sadržaja miofibrilarnih proteina u mišićnim vlaknima.

Ostali utjecaji suplementacije kreatinom

Utjecaj suplementacije kreatinom nije ograničen samo na tjelesne sposobnosti i sastav tijela, dakle na čimbenike koji su neposredno povezani s uspjehom u sportu. Evidentno je po dosadašnjim istraživanjima da postoji pozitivan utjecaj na činioce koji su važni za zdravstveni status. Tako je nakon 56-dnevne suplementacije kreatinom zapažen značajan pad koncentracije kolesterola i triglicerida u krvi (10,11.). Nakon 28-dnevne suplementacije kreatinom zapažen je 13% porast lipoproteina visoke gustoće uz istovremeni pad lipoproteina niske gustoće za 13% (34). Nije potvrđen utjecaj suplementacije kreatinom i treninga s teretom tijekom 12 tjedana na koncentraciju lipida u krvi (56). Fitch i suradnici su utvrdili da abnormalnosti u metabolizmu kreatina dovode do mišićne atrofije (14). Postoje podaci da se koristi u medicini za tretmane protiv mišićne atrofije (50,51). Kreatinska suplementacije poboljšava anaerobne i aerobne sposobnosti kod bolesnika s mitohondrijalnom citopatijom (51). Andrews i suradnici (1) su otkrili da jednodnevna suplementacija kreatinom djeluje na smanjivanje srčanih aritmija kod bolesnika s kroničnom aritmijom. Ova istraživanja upućuju na to da suplementacija ima svoje mjesto i u medicini, no potrebno je više istraživanja koja bi točno definirala mogućnosti primjene kod određenih karakterističnih bolesti i način doziranja.

Dosadašnja istraživanja nisu pokazala utjecaj suplementacije kreatinom na frekvenciju srca tijekom odmora ili vježbanja (11). Engelhardt je sa suradnicima 1988. godine proveo istraživanje suplementirajući kreatinom vrhunске triatlonce. Nije utvrđen direktan utjecaj suplementacije na primitak kisika, ali teoretski time što pruža mogućnost treniranja pod većim opterećenjem i češće, kreatin indirektno utječe na povećanje primitka kisika (11). Utvrđena je povećana koncentraciju laktata u krvi kod suplementiranih kreatinom nakon bench pressa, komparirano sa kontrolnom placebo skupinom (55). Nisu utvrđene razlike u koncentraciji laktata nakon vježbanja visokim intenzitetom na biciklergometru na netreniranim osobama koje su uzimale 20-25g dnevno u trajanju od 3-7 dana (12), ali je utvrđena znatno veća količina laktata nakon anaerobnih trčanja kod suplementiranih kreatinom (11). Time što omogućuje duže vježbanje s većim opterećenjem postoji teoretska mogućnost da se stvori i više laktata u krvi, ali ne treba zaboraviti ni teoretsku mogućnost da time što na sebe veže proton vodika utječe na regulaciju pH u stanicama. Nakon oralne suplementacije sa 25g kreatina dnevno u trajanju od 7 dana zapažene su veće koncentracije testosterona u krvi nakon skokova iz čučnja (55). Isto istraživanje nije pokazalo razlike u koncentraciji testosterona nakon bench pressa. Ni poslije jedne vježbe u ovom istraživanju nije bilo razlika u koncentraciji kortisola u krvi. No, ovo povećanje količine testosterona u krvi nakon skokova iz čučnja možda i ne treba uzeti kao posljedicu kreatinske suplementacije jer je istraživanje potvrdilo povećanje količine testosterona nakon čučnjeva za razliku od bench pressa i bez suplementacije kreatinom (32). Istraživanje koje je proveo Peeters sa suradnicima (41) pokazalo je neznatno snižavanje vrijednosti sistoličkog i

diastoličkog tlaka nakon suplementacije kreatinom u trajanju od 6 tjedana.

Ovaj prostor pokriva relativno mali broj znanstvenih istraživanja, a ona koja postoje vrlo često o jednoj varijabli daju različite zaključke. Zbog toga još uvijek ne možemo iznesene informacije sa sigurnošću koristiti kao znanstvene činjenice.

Mogući loši utjecaji

Kada mišićne stanice uskladište maksimalnu količinu kreatina koju mogu uskladištiti svakim daljnjim uzimanjem višak kreatina se izlučuje. Višak kreatina prelazi u kreatinin i izlučuje se preko bubrega (8). Teoretski govoreći, prekomjerno kozumiranje kreatina kroz duži period moglo bi zbog prevelikog opterećenja bubrega prilikom eliminacije viška suplementa biti uzrokom nekih bolesnih stanja bubrega. Evidentiran je jedan slučaj akutne bubrežne disfunkcije kod zdravog mladića u dobi od 25 godina nekoliko mjeseci nakon što je počeo s kreatinskom suplementacijom. Ovaj mladić je kako se navodi, najvjerojatnije prijašnjim uzimanjem cyclosporina oštetio bubrege pa je bolest postojala i prije početka uzimanja kreatina (8). Utvrđeno je da prilikom 7-dnevne suplementacije kreatinom po 20-30g dnevno kod zdravih muškaraca ne dolazi do poremećaja u funkciji bubrega (24). Dugoročno istraživanje suplementacije kreatinom obavljeno je na 8 muškaraca i jednoj ženi, atletičarima i odbojkašima. Tijekom 1-5 godina paralelno s kreatinskom suplementacijom kontrolirana je i funkcija bubrega. Nije došlo do promjena u funkciji suplementiranih kreatinom u odnosu na kontrolnu skupinu (42). Nisu potvrđene razlike između sportaša koji su uzimali 5-10g kreatina dnevno i sportaša koji nisu uzimali kreatin tijekom 21 mjeseca uzimanja, na 54 varijable, krvnih i urinskih markera zdravstvenog statusa (33), odnosno na 27 krvnih markera zdravstvenog statusa (49). Nije utvrđen utjecaj suplementacije kreatinom u trajanju od 5 do 6 godina na disfunkciju jetre i bubrega (35). Nije utvrđen utjecaj suplementacije kreatinom tijekom 9 tjedana na hepatičke, mišićne i bubrežne funkcije kontrolirano hematološkim pretragama (13,36,42,48). Nije potvrđen utjecaj suplementacije kreatinom na nastajanje ozljeda i grčeva (18,49), čak štaviše utvrđen je utjecaj na smanjenje nastajanja ozljeda kod igrača američkog nogometa koji su uzimali kreatin (18).

Ovo je područje kreatinske suplementacije koje bi se u budućnosti trebalo detaljnije istražiti. Buduća istraživanja trebala bi odgovoriti na pitanja kojih se mjera sigurnosti treba pridržavati prilikom suplementacije kreatinom. Zasada se jedino preporučuje da se ne prekoračuju preporučene doze te da se sportaši koji imaju problema s bubrežima i jetrom uzdrže od suplementacije (15,36,42,43,44), te da ga mlađi od 18 godina, dok sigurnosni aspekti ne budu potvrđeni u potpunosti, ne uzimaju (37).

ZAKLJUČAK

Dosada je provedeno oko 500 istraživanja kojima se pokušao utvrditi utjecaj suplementacije kreatinom na

tjelesne sposobnosti, sastav tijela ili zdravstvene markere na različitim populacijama ispitanika. U oko 70% od 300 provedenih istraživanja kojima se je pokušao potvrditi utjecaj suplementacije na tjelesne sposobnosti i sastav tijela dobivene su statistički značajne razlike između onih koji su suplementirani kreatinom i onih koji nisu. Iz tih istraživanja koja su potvrdila utjecaj suplementacije kreatinom može se zaključiti da se kreatinskom suplementacijom može povećati koncentracija ukupnog kreatina za 20%-50%, te kreatin-fosfata za 10-40%. Ova povećana koncentracija kreatina i fosfokreatina utječe na poboljšanje maksimalne jakosti u radu s teretom za 5-15%, moguće količine rada s teretom pri maksimalnom opterećenju za 5-15%, brzine u sprintu za 1-5% i ukupne količine rada u maksimalnom sprintu za 5-15%. Kroz

veće mogućnosti ispoljavanja snage na treningu i ubrzani oporavak poslije treninga kreatinska suplementacija rezultira poboljšanjem jakosti, količine mišićne mase, općenito sposobnosti potrebnih za kratak intenzivan rad. Nijedno istraživanje dosada nije potvrdilo ergolitički efekt suplementacije kreatinom. Za sigurnosni aspekt suplementacije kreatinom potreban je daljnji medicinski orijentirani istraživački rad, osobito istraživački rad tijekom dužeg vremenskog perioda. Do tada, najmanje što možemo preporučiti je: Ne prelazite doze korištene u istraživanjima, jer nisu potvrđeni jači utjecaji suplementacije s tzv. „početnim punjenjem“ većim dozama kreatina, nasuprot korištenju manjih doza tijekom dužeg vremenskog perioda.

Literatura

- Andrews R, Greenhaff S, Curtis S, Perry A, Cowley A.J. The effect of dietary creatine supplementation on skeletal muscle metabolism in congestive heart failure. *Eur. Heart J.* 1998; 19:617-22.
- Balsom PD, Soderlund K, Ekblom K. Creatine in humans with special referenceto creatine supplementation. *Sports Med.* 1994; 18: 268-80.
- Becque MD, Lochmann JD, Melrose DR. Effects of oral creatine supplementation on muscular strength and body composition. *Med Sci Sports Exerc.* 2000; 3:654-8.
- Bemben MG, Bemben DA, Loftiss DD, Knehans AW. Creatine supplementation during resistance training in college football athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2001; 10:1667-73.
- Bessman SP. The creatine phosphate energy shuttle--the molecular asymmetry of a „pool“. *Anal Biochem.* 1987; 2:519-23.
- Burke DG, Smith-Palmer T, Holt LE, Head B, Chilibeck PD. The effect of 7 days of creatine supplementation on 24-hour urinary creatine excretion. *J Strength Cond Res.* 2001; 1:59-62.
- Cooke WH, Grandjean PW, Barnes WS. Effect of oral creatine supplementation on power output and fatigue during bicycle ergometry. *J Appl Physiol.* 1995; 2:670-3.
- Crim MC, Calloway DH, Margen S. Creatine metabolism in men: urinary creatine and creatinine excretions with creatine feeding. *J Nutr.* 1975; 4:428-38.
- Delanghe J, De Slypere JP, De Buyzere M, Robbrecht J, Wieme R, Vermeulen A. Normal reference values for creatine, creatinine, and carnitine are lower in vegetarians. *Clin Chem.* 1989; 8:1802-3.
- Earnest CP, Snell PG, Rodriguez R, Almada AL, Mitchell TL. The effect of creatine monohydrate ingestion on anaerobic power indices, muscular strength and body composition. *Acta Physiol Scand.* 1995; 2:207-9.
- Earnest CP., Almada AL., Mitchell TL. Effects of creatine monohydrate ingestion intermediate duration on anaerobic trademill running to exhaustion. *J. Strength and Cond. Res.* 1997; 4:234-38.
- Engelhardt M, Neumann G, Berbalk A, Reuter I. Creatine supplementation in endurance sports. *Med Sci Sports Exerc.* 1998; 7:1123-9.
- Farquhar WB, Zambraski EJ. Effects of creatine use on the athlete's kidney. *Curr Sports Med Rep.* 2002; 2:103-6.
- Fitch CD, Shields RP. Creatine metabolism in skeletal muscle. I. Creatine movement across muscle membranes. *J Biol Chem.* 1966; 15:3611-4.
- Graham AS, Hatton RC. Creatine: a review of efficacy and safety. *J Am Pharm Assoc.* 1999; 6:803-10.
- Green AL, Hultman E, Macdonald IA, Sewell DA, Greenhaff PL. Carbohydrate ingestion augments skeletal muscle creatine accumulation during creatine supplementation in humans. *Am J Physiol.* 1996; 1:821-6.
- Greenhaff PL, Bodin K, Soderlund K, Hultman E. Effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis. *Am J Physiol.* 1994; 1:725-30.
- Greenwood M, Kreider RB, Greenwood L, Byars A. Cramping and Injury Incidence in Collegiate Football Players Are Reduced by Creatine Supplementation. *J Athl Train.* 2003; 3:216-9.
- Greenwood M, Kreider RB, Melton C, Rasmussen C, Lancaster S, Cantler E, Milnor P, Almada A. Creatine supplementation during college football training does not increase the incidence of cramping or injury. *Mol Cell Biochem.* 2003; 2:83-8.
- Gregory GH. Creatine Supplementation. *J. Strength and Cond Res.* 1999; 4:13-23.
- Grindstaff PD, Kreider R, Bishop R, Wilson M, Wood L, Alexander C, Almada A. Effects of creatine supplementation on repetitive sprint performance and body composition in competitive swimmers. *Int J Sport Nutr.* 1997; 4:330-46.
- Guyton AC. Fiziologija čovjeka i mehanizmi bolesti. Zagreb: Medicinska naklada 2004.
- Haff GG, Kirksey B, Stone MH, Warren BJ, Johnson JL, Stone M, O'Bryant H, Prolux C. The Effect of 6 Weeks of Creatine Monohydrate Supplementation on Dynamic Rate of Force Development. *J. Strength and Cond. Res.* 2000; 4:426-33.
- Harris RC, Soderlund K, Hultman E. Elevation of creatine in resting and exercised muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clin Sci (Lond).* 1992; 3:367-74.

25. Hedrick A. Learning from Each Other: Creatine. *J. Strength and Cond. Res.* 2000; 22: 13-14.
26. Hirvonen J, Rehunen S, Rusko H, Harkonen M. Breakdown of high-energy phosphate compounds and lactate accumulation during short supramaximal exercise. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1987;3:253-9.
27. Hultman E, Greenhaff PL, Ren JM, Soderlund K. Energy metabolism and fatigue during intense muscle contraction. *Biochem. Soc. Trans.* 1991; 19: 347-53.
28. Hultman E, Soderlund K, Timmons JA, Cederblad G, Greenhaff PL. Muscle creatine loading in men. *J. Appl. Physiol.* 1996; 81:232-37.
29. Jacobs I. Dietary creatine monohydrate supplementation. *Can J Appl Physiol.* 1999: 6:503-14.
30. Kelly VG, Jenkins DG. Effect of Oral Creatine Supplementation on Near-Maximal Strength and Repeated Sets of High-Intensity Bench Press Exercise. *J. Strength and Cond. Res.* 1998; 2:109-15.
31. Kirksey B, Stone MH, Warren BJ, Johnson RL, Stone M, Haff GG, Williams FE, Proulx C. The Effects of 6 Weeks of Creatine Monohydrate Supplementation on Performance Measures and Body Composition in Collegiate Track and Field Athletes. *J. Strength and Cond. Res.* 1999; 2:148-56.
32. Kraemer WJ, Volek JS. Creatine supplementation. Its role in human performance. *Clin Sports Med.* 1999; 3:651-66.
33. Kreider RB, Melton C, Rasmussen CJ, Greenwood M, Lancaster S, Cantler EC, Milnor P, Almada AL. Long-term creatine supplementation does not significantly affect clinical markers of health in athletes. *Mol Cell Biochem.* 2003; 1-2:95-04.
34. Kreider RB. Effects of creatine supplementation on performance and training adaptations. *Mol Cell Biochem.* 2003; 1-2:89-94.
35. Mayhew DL, Mayhew JL, Ware JS. Effects of long-term creatine supplementation on liver and kidney functions in American college football players. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2002;4:453-60.
36. Mendes RR, Tirapegui J. Creatine: the nutritional supplement for exercise - current concepts. *Arch Latinoam Nutr.* 2002; 2:117-27.
37. Metz J, Small E, Levine SR, Gershel JC. Creatine use among young athletes. *Pediatrics.* 2001;2:421-5.
38. Meyer RA, Brown TR, Krilowicz BL, Kushmerick MJ. Phosphagen and intracellular pH changes during contraction of creatine-depleted rat muscle. *Am J Physiol.* 1986;1:264-74.
39. Noonan D, Berg K, Latin RW, Wagner JC, Reimers K. Effects of varying dosages of oral creatine relative to fat free body mass on strength and body composition. *J. Strength and Cond. Res.* 1998;2:104-08.
40. Odom JE, Kemp GJ, Radda GK. The regulation of total creatine content in a myoblast cell line. *Mol Cell Biochem.* 1996;2:179-88.
41. Peeters BM, Lantz CD, Mayhew JL. Effects of Oral Creatine Monohydrate and Creatine Phosphate Supplementation on Maximal Strength Indices, Body Composition, and Blood Pressure. *J. Strength and Cond Res.* 1999;1:3-9.
42. Poortmans JR, Auquier H, Renaut V, Durussel A, Saugy M, Brisson GR. Effect of short-term creatine supplementation on renal responses in men. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1997;6:566-7.
43. Poortmans JR, Francaux M. Adverse effects of creatine supplementation: fact or fiction? *Sports Med.* 2000;3:155-70.
44. Poortmans JR, Francaux M. Long-term oral creatine supplementation does not impair renal function in healthy athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 1999; 8:1108-10.
45. Pritchard NR, Kalra PA. Renal dysfunction accompanying oral creatine supplements. *Lancet.* 1998; 351:1252-3.
46. Racette SB. Creatine supplementation and athletic performance. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2003;10: 615-21.
47. Rawson ES, Clarkson PM, Price TB, Miles MP. Differential response of muscle phosphocreatine to creatine supplementation in young and old subjects. *Acta Physiol Scand.* 2002;1:57-65.
48. Robinson TM, Sewell DA, Casey A, Steenge G, Greenhaff PL. Dietary creatine supplementation does not affect some haematological indices, or indices of muscle damage and hepatic and renal function. *Br J Sports Med.* 2000;4:284-8.
49. Schilling BK, Stone MH, Utter A, Kearney JT, Johnson M, Coglianese R, Smith L, O'Bryant HS, Fry AC, Starks M, Keith R, Stone ME. Creatine supplementation and health variables: a retrospective study. *Med Sci Sports Exerc.* 2001;2:183-8.
50. Sipila I, Rapola J, Simell O, Vannas A. Supplementary creatine as a treatment for gyrate atrophy of the choroid and retina. *N Engl J Med.* 1981;15:867-70.
51. Tarnopolsky MA, Roy BD, MacDonald JR. A randomized, controlled trial of creatine monohydrate in patients with mitochondrial cytopathies. *Muscle Nerve.* 1997;12:1502-9.
52. Tesch PA, Thorsson A, Colliander EB. Effects of eccentric and concentric resistance training on skeletal muscle substrates, enzyme activities and capillary supply. *Acta Physiol Scand.* 1990;4:575-80.
53. Viru A. 1999. Adaptation in sport training. CRC Press Inc. 1995.
54. Volek J, Kraemer W. Creatine Supplementation: Its Effect on Human Muscular Performance and Body Composition. *J. Strength and Cond Res.* 1996;3: 200-10.
55. Volek JS, Boetes M, Bush JA, Putukian M, Sebastianelli WJ, Kraemer WJ. Exercise Following Creatine Supplementation. *J. Strength and Cond. Res.* 1997;3:182-7.
56. Volek JS, Duncan ND, Mazzetti SA, Putukian M, Gomez AL, Kraemer WJ. No effect of heavy resistance training and creatine supplementation on blood lipids. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2000;2:144-56.
57. Ziegenfuss TN, Rogers M, Lowery L, Mullins N, Mendel R, Antonio J, Lemon P. Effect of creatine loading on anaerobic performance and skeletal muscle volume in NCAA Division I athletes. *Nutrition.* 2002;5:397-02.