

JUHÁSZ IMRE¹ – TIHANYI JÓZSEF² - GYÖRE ISTVÁN³:

(¹Eszterházy Károly Tanárképző Főiskola, Testnevelési és Sporttudományi Intézet – ²Semmelweis Egyetem, Testnevelési és Sporttudományi Kar –

³Országos Sportegészségügyi Intézet)

ORÁLIS KREATIN BEVITEL HATÁSA AZ ÁLLÓKÉPESSÉGRE ÉS A TESTÖSSZETÉTELRE*

EFFECT OF ORAL CREATINE SUPPLEMENTATION ON ENDURANCE AND BODY COMPOSITION*

Összefoglaló

1. Célunk volt megvizsgálni a hosszú távú, alacsony dózisú orális kreatin-monohidrát kiegészítés állóképességi teljesítményre és a testösszetételre gyakorolt hatását.
2. A vizsgálatot fiatal, egészséges, főiskolai férfi alanyok (n = 17) randomizált csoportbeosztással, kettős-vak próbával hajtották végre. Az egyik csoport (CR; n = 9) kreatin-monohidrát kiegészítésben részesült (napi 2×3 g/60 nap), míg a másik csoport (P; n = 8) placebót kapott (napi 2×3 g maltodextrin/60 nap).
3. A kiegészítés előtt és után az alanyok futószalag-ergométeren végrehajtottak egy „Vita-maxima” – fokozódó intenzitású, teljes kimerülésig tartó – jellegű gyakorlatot. A kezelés előtt és után néztük a különböző testösszetétel, vér, vizelet és teljesítmény diagnosztikai paraméterekben bekövetkező változásokat.
4. Kiegészítés után a futószalagos terhelés ideje szignifikánsan csökkent a CR. csoportnál (–6%; p<0,04), míg a P. csoportnál nem változott. A CR. csoportban kezelés után ventilációban (–7%; p<0,01), VO₂ max-ban (–6%; p<0,02) és max. tejsavban (–13%; p<0,04) szignifikáns csökkenés volt tapasztalható. Testtömegben (TTM +2%; p<0,004), összes testfolyadék mennyiségben (TF +4%; p<0,0001), extra- (EC +4%; p<0,001) és intracelluláris (IC +4%; p<0,0002) folyadék mennyiségben szignifikáns növekedést tapasztaltunk a CR. Csoportnál. P. csoportnál

* lektorált közlemény / referred article

csökkenés történt TTM-ben (-2% ; $p<0,01$), míg a többi paraméterben nem történt változás.

5. Következtetésként azt mondhatjuk, hogy a hosszú távú, alacsony dózisú kreatin-monohidrát kiegészítés hatására romlik az állóképességi teljesítmény.

Kulcsszavak: kreatin, állóképesség, testösszetétel.

Abstract

1. Our purpose was to examine the practical effect of long-term, low-dose creatine mono-hydrate supplement on the endurance performance and body composition.
2. The examination was conducted among young, healthy, P. E. students of college ($n = 17$) through a double-blind trial, and with the help of a randomised group-division. One of the groups (CR; $n = 9$) was obtained creatine mono-hydrate supplement (2×3 g/day for 60 days), while the other group received placebo (2×3 g maltodextrin/day for 60 days).
3. Before and after the supplement, the subjects performed a type of 'Vita-maxima' exercise on a running ergometer with increasing intensity, lasting till total exhaustion. Before and after the treatment, we detected different changes in body composition, blood, urine and performance diagnostic parameters.
4. In case of group CR (-6% ; $p<0,04$) after the supplement, the running ergometer loading time decreased in a significant way, while in case of group P, it did not change at all.

After treatment in group CR, a significant decline was experienced in ventilation (-7% ; $p<0,01$), VO_2 max (-6% ; $p<0,02$), and max lactate (-13% ; $p<0,04$). Examining group CR, we realised a significant increase in body-mass ($+2\%$; $p<0,004$), the quantity of total body liquid ($+4\%$; $p<0,0001$), in the extra- ($+4\%$; $p<0,001$) and intra cellular liquid ($+4\%$; $p<0,0002$). On the other hand, investigating group P, a small decline could be realised in body-mass (-2% ; $p<0,01$), while there was no change in other parameters.

5. In conclusion, we can state that due to the long-term, low-dose creatine-monohydrate supplementation the endurance performance decreased.

Keywords: creatine, endurance, body composition.

Bevezetés

ATP-Kreatin foszfát rendszer részvétele nem igazán jelentős a szubmaximális intenzitású edzések esetén, nem elsődleges energiaszubsztrát. Az izomraktárak nem ürülnek ki olyan gyorsan, mint a maximális erő kifejtésnél, azonban a kreatinfoszfát-szint csökkenése mégis megfigyelhető. Elméletileg tehát ilyen esetekben szintén előnyös lehet a kreatin-monohidrát adása. Az állóképességi teljesítmény fontos összetevője az anaerob és aerob munka aránya. Az anaerob munka részesedésének növekedésével, az állóképességi gyakorlatok rajtjánál valamint közbeeső és befejező hajrázások alatt a teljesítményben javulás várható.

Több tanulmány vizsgálta a rövid távú kreatin kiegészítés hatásait állóképességi teljesítményeknél. Azt találták, hogy a rövid távú kreatin kiegészítés nem látszik pozitív hatással bírni ezekre. BALSOM és munkatársai [1.] szerint a 6 km-es futásra még elméletileg negatív hatással is lehet a megnövekedett testsúly miatt. Megjegyzendő azonban, hogy a hosszú távú kreatin alkalmazás nem lett kutatva ezen a területen.

STROUD és munkatársai [12.] tanulmányukban az orális kreatin kiegészítés hatását vizsgálták növekvő, szubmaximális intenzitású gyakorlat és helyreállítódási időszak alatt. Eredményeik nem mutattak lemérhető változást légzési gázcserében és vér-laktát koncentrációban sem. Következtetésük szerint a kreatin kiegészítés nincs hatással az ilyen típusú gyakorlatokra.

ENGELHARDT és munkatársai [2.] szintén hasonló eredményekre jutottak. Kísérletükben egy speciális gyakorlatot alkottak, kombinálva állóképességi és intervall teljesítményt. Eredményeikben azt kapták, hogy a kreatin kiegészítés nincs hatással a kardiovasculáris rendszerre, oxigénfelvételre és vér-laktát koncentrációra sem, bár az intervall gyakorlatok pozitív, 18%-os javulást mutattak.

VANDUERIE és munkatársai [13.] tanulmányában kerékpárosok végeztek egy szabványosított állóképességi protokollt. A gyakorlatot teljes kifáradásig végezték, majd azonnal ezután teljesítettek 5 maximális intenzitású 10 sec-os vágtát, melyeket 2 min-s helyreállítódási időközökkel választottak el. Kapott eredményeik azt mutatják, hogy kreatin feltöltés hatására javul a teljesítmény az állóképességi gyakorlatok hajrájában teljes kifáradásnál.

RICO-SANZ és MENDEZ [9.] tanulmányának fő célja volt, hogy mérje a teljes oxigén felhasználást, a vérmetabolitok felhalmozódását és a teljesítményváltozást váltakozó intenzitású gyakorlat alatt, kreatin töltési időszak előtt és után.

Eredményeik azt jelzik, hogy kreatin töltésnél (20 g/nap/5 napig) növekszik az emberi izom munkakapacitása, teljesítménye. Az oxigén felhasználás

nagyobb lett kreatin töltés után, a vér-ammónia felhalmozás befejezésnél alacsonyabb lett, a húgy-sav felhalmozás kimerülésnél szintén alacsonyabb lett.

A kimerülési idő, pedig nőtt kreatin kiegészítés után (30 ± 4 percről $36,5 \pm 6$ percre). Következtetések szerint, valószínű, hogy ez egy fokozott levegőigényes foszforiláció, valamint egy állandóan mozgó kreatin-kináz rendszer következménye.

NELSON és munkatársai [8.] azt feltételezték, hogy alacsonyabb PCr (foszfokreatin) készlet fokozottabb aerob anyagcserét tesz szükségessé. Vagyis, csökkent PCr készletek következtében magasabb oxigénfogyasztást eredményeznek (VO_2) mindjárt a gyakorlat kezdetén. Azonban, ha nő az izom PCr készlete kreatin kiegészítés miatt, az aerob anyagcsere késik, így csökken a VO_2 a gyakorlat alatt.

Mérési eredményeikben azt találták, hogy a kreatin kiegészítés (20 g/nap/7 napig) javította a teljes teszt időtartamát (1217 ± 240 másodpercről 1289 ± 215 s-ra), csökkentette a VO_2 -t és a pulzust, valamint javította a légzési küszöböt.

A kreatin kiegészítés tehát képessé teszi a testet, hogy teljesítsen egy adott szubmaximális intenzitású gyakorlatot, ami egy alacsonyabb oxigén adósággal és csökkent pulzussal párosul.

JONES és munkatársai [6.] szubmaximális, kerékpár-ergométeres vizsgálatában, kreatintöltés után (20 g/nap/5 napig, majd 5 g/nap) VO_2 -ben szignifikáns ($p < 0,05$) csökkenést találtak, mely szignifikánsan összefügg a II. típusú izomrost aránnyal ($p < 0,01$).

HARRIS és munkatársai [3.] 4×1000 m-es futás idejében 2.1 ± 0.6 másodperces csökkenést tapasztaltak kreatin töltés után (30 g/nap/6 napig). ROSSITER és munkatársai [10.] 2.3 másodperces csökkenésről számoltak be 1000 m-es távon elit evezősohánál kreatin kezelés után (0,25 g/kg/nap/5 napig). SMITH és munkatársai [11.] kerékpár-ergométeres terhelésnél (3,7 w/kg) a kimerülésig tartó időben találtak javulást (236 s-ról 253 s-ra) kreatin töltés után (20 g/nap/5 napig).

Előző tanulmányok testtömeg növekedésről számolnak be, amit elsősorban a vízviSSzatartással hoznak összefüggésbe. HULTMANN és munkatársai [4.] rövid távú kreatin kiegészítés (20 g/nap/6 napig) után mértek testtömeg növekedést, ami valószínűleg a vízviSSzatartásnak az eredménye, hiszen 0.6L vizeletmennyiség csökkenést tapasztaltak. Tanulmányukban felvetik egy alacsonyabb (3 g/nap/30 napig) kreatin dózis alkalmazását, ami kevesebb vízviSSzatartást eredményezhet!? ZIEGENFUSS és munkatársai [14.] tanulmányukban 3 napos kreatin kiegészítés után találtak jelentős növekedést testtömegben, teljes testfolyadékban, amit főként intracelluláris folyadéktól növekedésével magyaráznak. Ugyancsak testtömegben és teljes test-

foliadékban találtak növekedést KERN és munkatársai [7.] a kreatinos csoportban szemben a placebo csoporttal. Egyetlen tanulmány [5.] számol be zsírmentes testtömeg növekedésről, ami nem volt hatással a teljes testfolyadékra.

Tanulmányunk célja volt, hogy megvizsgáljuk a hosszú távú, alacsony dózisú, kreatin-monohidrát bevitel állóképességi teljesítményre és a testösszetételre gyakorolt hatását.

Hipotézisünk szerint egy alacsonyabb kreatin dózis, hosszabb időszakon keresztül szedve segíti az állóképességi atlétákat az izomtömeg növelésében, megőrzésében nehéz edzés alatt, növeli az elraktározott glikogén mennyiségét, így javul az állóképességi teljesítmény és elkerüljük a túledzettség állapotát, védi az izomzatot nehéz edzés alatt, segíti a regenerálódást a pihenési időszakban.

Vizsgálatunkban a következő kérdésekre várunk választ:

1. Alkalmazhatunk-e feltöltési fázis kihagyásával, hosszabb időszakon keresztül, egy állandó, alacsonyabb dózisú kreatin-monohidrát kiegészítést az állóképességi teljesítmény fokozására?
2. Változik-e az oxigénfelvétel mennyisége kreatin-monohidrát adagolás hatására?
3. A testösszetétel jellemzői közül melyek, milyen mértékben változnak?

Módszer

Alanyok

Egészséges férfi, főiskolai hallgatók (n=17), átlag 24 évesek, írásbeli beleegyezésüket adták, hogy részt vesznek a vizsgálatban. A vizsgálatból kizáró okok: kóros vesefunkció, albuminuria, előzőleg már használt kreatint, bármilyen más táplálék kiegészítőt vagy gyógyszert szed, illetve gyógykezelés alatt áll. Az alanyoknak a szokásos táplálkozásukat és fizikai aktivitásukat kellett folytatni a tanulmány ideje alatt. Randomizált módszerrel egy kreatin (CR; n=9) és egy placebo (P; n=8) csoportba kerültek. Egyetlen alany sem tapasztalt negatív mellékhatást a vizsgálat teljes ideje alatt.

Vizsgálati protokoll

A vizsgálatot kettős – vak próbával hajtották végre 60 napon keresztül. A tanulmány összhangban van az általunk megfogalmazott etika normákkal, melyben a Helsinki Deklaráció irányelvei mérvadóak. A CR. csoport tagjai

kreatin-monohidrát kiegészítésben részesült, míg a P. csoport placebót kapott. A kreatin- monohidrát formula és dózis a következő volt: pezsgő-kreatin formula- 2×3 g kreatin-monohidrát/nap/60 napig.

A napi töltés két részre lett elosztva, reggel éhgyomorra egy zacskó és edzések után este, vacsora előtt egy zacskó, langyos, 0,5 l vízben feloldva. Egy zacskó töltőtömege 12 g; mely 3 g kreatin-monohidrátot, ezen kívül dextrózt, citromsavat, pezsgésfokozó és íz fokozó adalékanyagot tartalmaz.

A kezelés előtt és után mértük a testösszetételt (súly, zsír%, folyadékok, csont-ásványianyag tartalma)

Impedanciás méréssel, InBody 3.0 készülékkel. A kezelés előtt és után vizsgáltuk a hallgatók futószalagon nyújtott teljesítményét (terhelési idő, sebesség, aerob kapacitás). A „Vita-maxima” típusú – teljes kifáradásig tartó, fokozódó intenzitású futószalagos terhelés – protokoll alapján: kezdő intenzitás 10 km/h, intenzitás növelése 2 km/h, lépcsők ideje 3 perc, lépcsők közötti pihenő idő 1 perc volt.

Mértük nyugalomban és terhelés alatt a pulzusszámot, a vérnyomást és az O₂ felvételt, kapilláris vérmintából nyugalomban, terhelés alatt, lépcsőnként és a restitúció 5. percében (R'5) enzimatis módszerrel, fotometriásan meghatároztuk a vértejsav koncentrációt.

A futószalagos terhelés előtt és után vizelet mintát gyűjtöttünk, amiből enzimatis módszerrel, Lange LP400 készülékkel, a következő paramétereket határoztuk meg: tejsav, anorganikus foszfor, kreatinin, karbamid, húgysav, pH. Az eredmények statisztikai feldolgozása egy-, ill. kétmintás Student-féle t-próbával történt. A szignifikancia szint P<0.05. Valamennyi adatot az átlag ± SD. képlettel fejeztünk ki.

Eredmények

Testösszetétel

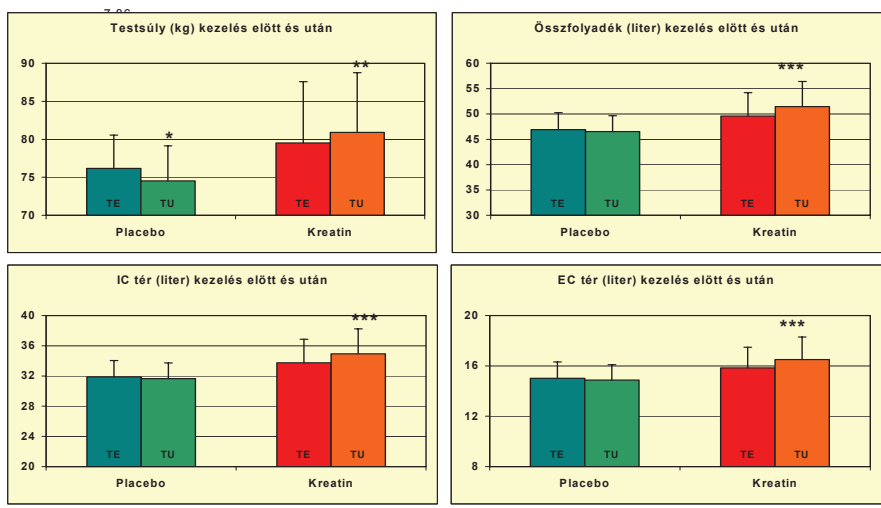
1. táblázat: Az orális kreatin – monohidrát kiegészítés hatása a testösszetételre

Az orális kreatin – monohidrát kiegészítés hatása a testösszetételre			
	Kezelés előtt	Kezelés után	P érték
Testsúly (kg)			
P.	76,16 ± 4,38	74,54 ± 4,60	0,0148
CR.	79,51 ± 8,08	80,90 ± 7,86	0,0047
Testzsír (%)			
P.	11,36 ± 3,21	10,14 ± 2,78	0,0514
CR.	10,19 ± 4,03	8,49 ± 3,64	0,0005
Protein (kg)			

P.	17,09 ± 1,23	16,98 ± 1,13	0,1197
CR.	18,06 ± 1,68	18,71 ± 1,78	0,0001
Csont-ásványi anyag (kg)			
P.	3,52 ± 0,21	3,49 ± 0,19	0,0338
CR.	3,68 ± 0,29	3,80 ± 0,31	0,0001
Összfolyadék (l)			
P.	46,90 ± 3,33	46,53 ± 3,11	0,0808
CR.	49,58 ± 4,61	51,44 ± 4,95	0,0001
IC. (l)			
P.	31,90 ± 2,14	31,66 ± 2,06	0,1122
CR.	33,74 ± 3,12	34,93 ± 3,31	0,0002
EC. (l)			
P.	15,01 ± 1,30	14,88 ± 1,22	0,1539
CR.	15,84 ± 1,63	16,50 ± 1,79	0,0011

Testtömegben szignifikáns különbség lett kezelés után a két csoport között ($p < 0,03$), a CR. csoportnál átlag 2%-os tömegnövekedés ($p < 0,004$), míg P. csoportnál 2%-os csökkenés volt tapasztalható. A két csoport között szignifikáns különbség lett a proteinben ($p < 0,02$), CR. csoportnál a protein mennyiség szignifikáns növekedést mutatott kiegészítés után (+4%; $p < 0,0001$), P. csoportnál változatlan volt. Zsír százalékban kiegészítés után a két csoport között nem lett lényeges különbség, de amíg P. csoportnál a 10%-os zsír% csökkenés egyenes arányban van a teljes testtömeg csökkenéssel, addig CR. csoportnál a szignifikáns ($p < 0,0001$) 17%-os zsír% csökkenés mellett a teljes testtömeg növekedett. A csont – ásványi anyag tartalomban szignifikáns különbség lett kiegészítés után a két csoport között ($p < 0,01$), a CR. csoportnál 3%-os növekedés történt ($p < 0,0001$), míg P. csoportnál 1%-os csökkenés ($p < 0,03$) volt tapasztalható.

Teljes testfolyadék (TF) mennyiségében, extra- (EC) és intra-celluláris (IC) folyadéktérben egyaránt szignifikáns különbség volt tapasztalható a két csoport között (teljes TF: $p < 0,01$; IC: $p < 0,01$; EC: $p < 0,02$). A CR. csoportnál teljes folyadékban, IC-ben és EC-ben szignifikáns (TF: $p < 0,0001$; IC: $p < 0,0002$; EC: $p < 0,001$) 4%-os növekedés volt tapasztalható, míg P. csoportnál nem történt változás.



Teljesítmény paraméterek futószalagon

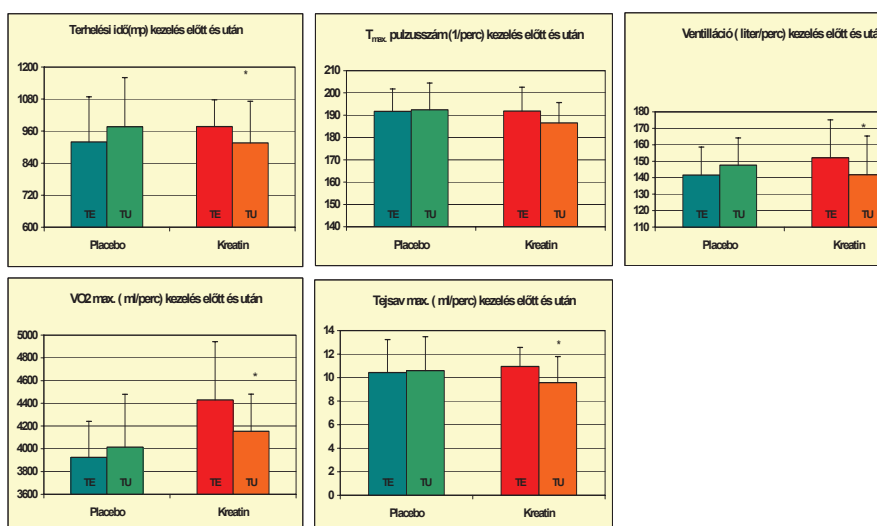
2. táblázat: Az orális kreatin-monohidrát kiegészítés állóképességi teljesítményre gyakorolt hatása

Az orális kreatin-monohidrát kiegészítés állóképességi teljesítményre gyakorolt hatása			
	Kiegészítés előtt	Kiegészítés után	P érték
Terhelési idő (mp)			
P.	919,75 ± 168,48	976,63 ± 183,29	0,0935
CR.	977,33 ± 99,46	915,89 ± 155,69	0,0384
VO ₂ max. (ml/perc)			
P.	3924,63 ± 315,46	4014,38 ± 465,11	0,3335
CR.	4429,14 ± 513,24	4154,44 ± 325,96	0,0260
Tmax. pulzusszám (1/perc)			
P.	179,25 ± 36,66	192,50 ± 11,94	0,1277
CR.	191,89 ± 10,72	186,56 ± 9,13	0,0889
Tmax. tejsav (ml/perc)			
P.	10,43 ± 2,82	10,60 ± 2,89	0,4541
CR.	10,95 ± 1,62	9,57 ± 2,23	0,0429
Ventilláció (liter/perc)			
P.	141,6 ± 17,06	147,66 ± 16,40	0,2060
CR.	152,08 ± 23,05	141,77 ± 23,47	0,0166

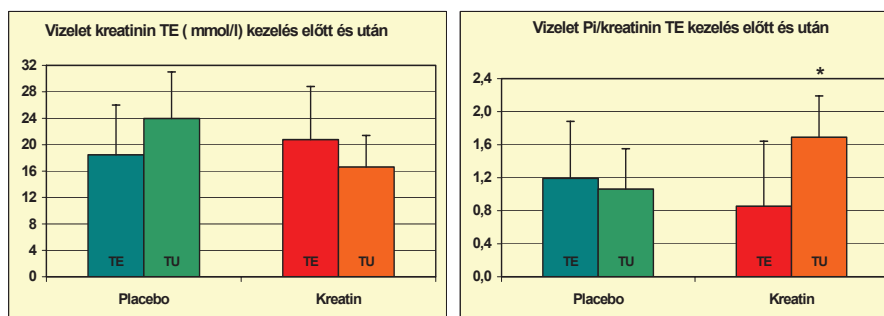
A teszt teljes időtartama a CR. csoportnál szignifikánsan 6%-kal ($p < 0,04$) csökkent, míg P. csoportnál kis mértékben javult. A max. pulzus nem változott, a ventiláció CR.-nál szignifikáns ($p < 0,01$), 7%-os csökkenést mutatott.

VO_2 max-ban kiegészítés előtt szignifikáns ($p < 0,01$) különbség volt a két csoport között (a CR-nak magasabb volt), kiegészítés után a különbség eltűnt, CR-nál szignifikáns ($p < 0,02$), 6%-os csökkenés történt, míg P-nél 2%-os növekedés volt tapasztalható.

Tejsav max.-ban CR. csoportnál szignifikáns ($p < 0,04$), 13%-os csökkenés történt, P.-nál nem változott.



Vizelet összetevők



A kreatinin koncentráció egyik csoportban sem változott a kezelés előtti állapothoz képest. A vizelet Pi/kreatinin hányadosban kezelés után, a CR.-ban szignifikáns ($p<0,02$), 97%-os növekedést tapasztaltunk, míg a másik csoportban nem történt változás.

Diszkusszió

Napi 6 g kreatin-monohidrát bevitel szignifikánsan növelte a teljes testtömeget (TTM: +2%; $p<0,004$), az összes testfolyadék mennyiségét az IC és EC tér növelésén keresztül (+4%-kal; TF: $p<0,0001$; IC: $p<0,0002$; EC: $p<0,001$), nöött a csont-ásványianyag tartalom (+3%; $p<0,0001$), valamint a protein mennyiség (+4%; $p<0,0001$). A testzsír%-ban szignifikáns csökkenés mutatkozott a kezelés után (-17%; $p<0,0001$). Eredményeink részben igazolják az eddigi tanulmányokat [4,6,13], valamint azt mondjuk, hogy a folyadékterek növekedése mellett javul a proteinszintézis, segíti az izomhipertrofiát. További vizsgálatok szükségesek, annak tisztázására, hogy melyik izomrost-típusnak, milyen mértékben változik a mérete kreatin kezelés hatására.

Az állóképességi gyakorlat eredményei azt mutatják, hogy a kreatin-monohidrát kezelés hatására szignifikánsan csökkent a terhelési idő (-6%; $p<0,04$), a maximális VO_2 felvétel (-6%; $p<0,02$), a vér-laktát koncentráció (-13%; $p<0,04$). Szemben azon tanulmányokkal [3,7-10,12], melyek pozitív változást tapasztaltak rövid távú, magas dózisú kiegészítés után, kapott eredményeink igazolni látszik azon kutatók vizsgálatait [2,11], melyek nem találtak javulást légzési gázcserében, vér-laktát koncentrációban, a terhelés idejében. Vizsgálatunk alátámasztani látszik azt a feltételezést [6.], hogy a kreatin hatás erősen kapcsolódik a motoros egységek mintáiban vagy a működő izom tömegében bekövetkező változásokhoz.

A vizelettel ürített kreatinin koncentráció nem változott lényegesen a két hónapos bevitel során, de meg kell jegyeznünk, hogy a CR. csoportban a Pi/kreatinin hányados, valamint a folyadékterek növekedése rendkívül kedvező állapotot tükröznek, ami szintén igazolhatja a fokozódó proteinszintézist, illetve a katabolikus folyamatok lassulását. Vérnyomás eltérést, vese-funkció változást és izomgörcsöt nem tapasztaltunk.

Következtetésként azt mondjuk, hogy az alacsony dózisú, hosszú távú kreatin-monohidrát kiegészítés nem látszik pozitív hatással bírni az állóképességi teljesítményre.

Irodalom

- BALSOM, P., SÖDERLUND, K., EKBLOM, B.: Creatine in humans with special references to creatine supplementation (Sports Med, 1994. 18:268–80.)
- ENGELHARDT, M., NEUMANN, G., BERBALK, A., et al: Creatine supplementation in endurance sports (Med. Sci. Sports Exerc., 1998. 30:1123–9.)
- HARRIS, R. C., VIRU, M., GREENHAFF, P. L., et al: The effect of oral creatine supplementation on running performance during maximal short term exercise in man; [abstract] (J. Physiol., 1993. 467:74 P.)
- HULTMAN, E., SÖDERLUND, K., TIMMONS, J. A., et al: Muscle creatine loading in men (J. Appl. Physiol., 1996. 81:232–7.)
- HULVER, M. W., CAMBELL, A., HAFF, G., et al: The effects of creatine supplementation on total body fluids, performance, and muscle cramping during exercise [abstract] (Med. Sci. Sports Exerc., 2000. 32: S133)
- JONES, A. M., CARTER, H., PRINGLE, J. S., et al: Effect of creatine supplementation on oxygen uptake kinetics during submaximal cycle exercise (J. Appl. Physiol., 2002. 92(6):2571–7)
- KERN, M., PODEWILS, L. J., VUKOVICH, M., et al: Physiological response to exercise in the heat following creatine supplementation (J. Exerc. Physiol., 2001. 4:18–27.)
- NELSON, A. G., DAY, R., GLICKMAN-WEISS, E. L., et al: Creatine supplementation alters the response to a graded cycle ergometer test (Eur. J. Appl. Physiol., 2000. 83:89–94.)
- RICO-SANZ, J., MENDEZ MARCO, M. T.: Creatine enhances oxygen uptake and performance during alternating intensity exercise (Med. Sci. Sports Exerc., 2000. 32:379–85.)
- ROSSITER, H. B., CANNELL, E. L., JAKEMAN, P. M.: The effect of oral creatine supplementation on the 1000 m performance of competitive rowers (J. Sports Sci., 1996. 14:175–9.)
- SMITH, J. C., STEPHENS, D. P., HALL, E. L., et al: Effect of oral creatine ingestion on parameters of the work rate-time relationship and time to exhaustion in high-intensity cycling (Eur J. Appl. Physiol., 1998. 77:360–5.)
- SROUD, M. A., HOLLIMAN, D., BELL, D., et al: Effect of oral creatine supplementation on respiratory gas exchange and blood lactate accumulation during steady-state incremental treadmill exercise and recovery in man (Clin. Sci., 1994. 87:707–10.)
- VANDEBUERIE, F., VANDEN EYNDE, B., VANDENBERGHE, K., et al: Effect of oral creatine loading on endurance capacity and sprint power in cyclist (Int. J. Sports Med., 1998. 19:490–5.)
- ZIEGUNFUSS, T. N., LOWERY, L. M., LEMON, P. W. R.: Acute Fluid Volume Changes in Men During Three Days of Creatine Supplementation (J. Exerc. Physiol., 1998. 1:1–9.)