

A kreatin adagolás hatása a fizikai teljesítményre és a regenerációra  
serdülő uszonyos úszóknál

Doktori tézisek

**Juhász Imre**

Testnevelési Egyetem  
Sporttudományok Doktori Iskola



Témavezető: Dr. Tihanyi József, rector emeritus, DSc

Hivatalos bírálók: Dr. Nyakas Csaba, professor emeritus, DSc

Dr. Ihász Ferenc, egyetemi tanár, PhD

Budapest

2018

## 1. Bevezetés

A gyermek, és serdülő sportolók teljesítőképességét, eredményességét tekintve alapvetően meghatározó tényező a helyes, kiegyensúlyozott táplálkozás, mely biztosítja a potenciálisan szükséges tápanyagokat. A táplálkozás élsportolói eredményességben betöltött szerepét a következőképp fogalmazta meg Maughan (2002): *„Ha tehetséges, motivált és jól edzett sportolók versenyeznek, a győzelem és a vereség közti határmezsgye keskeny. Ha mindenben egyenlők, a táplálkozás tehet különbséget győzelem és kudarc között.”* Az optimális sportolói étrendet egyénre szabottan, tervszerűen, tudatosan, a tényleges (megnövekedett) igényeknek, szükségleteknek megfelelően kell összeállítani, és ha szükséges, kiegészíteni, hogy megakadályozzák a hiányosságokat, és/vagy optimalizálják, támogassák a teljesítménynövekedést (Maughan és mtsai 2004).

A nemzetközi adatok azt jelzik, hogy egyre több 18. év alatti fiatal sportoló használ különböző táplálékkiegészítőket teljesítményfokozás céljából (Evans és mtsai 2012). A fiatal sportolók nagy nyomás alatt állnak, az egyre magasabb teljesítményszintek elérése miatt, ezért alternatív eszközöket keresnek ahhoz, hogy céljaikat minél hamarabb elérjék (Calfee és Fadale 2006). A gyermek-, és serdülő sportolók teljesítményfokozás céljából történő étrendkiegészítése, olyan aktuális és lényeges kérdés, melyet a jelen értekezés több aspektusból tárgyal, és jövőbeli vizsgálatát is javasolja, hogy a lehető legpontosabb információkat szolgáltatssa mind a szakembereknek, mind a fogyasztóknak.

A kreatin (Cr) az egyik legtöbbet -, és legalaposabban tanulmányozott sport táplálékkiegészítő. Értekezésem a Cr adagolással, mint ergogén segítséggel foglalkozik, fókuszban a serdülő uszonyos úszók fizikai

teljesítménye (1. vizsgálat), és a túlterhelés következtében kialakuló inkárosodás rehabilitációja áll (2. vizsgálat).

## **2. Célkitűzések**

### **2.1. Első vizsgálat: Orális kreatin-monohidrát kiegészítés hatása válogatott junior uszonyos úszók anaerob teljesítményére (Juhász és mtsai 2009).**

Tanulmányunk célja az volt, hogy megvizsgáljuk a rövid távú, magas dóziszú (4x5g/nap/5 napig) Cr adagolás sorozatos, maximális intenzitású teljesítményre gyakorolt hatását serdülőkorú uszonyos úszóknál.

#### **2.1.1. Hipotézisek (H1-2)**

Vizsgálatunkat a következő feltételezéseink tesztelésre terveztük:

**H1:** A rövid távú, magas dóziszú Cr adagolás hatására jelentősen nő az anaerob teljesítmény a serdülő uszonyos úszóknál.

**H2:** A rövid távú, magas dóziszú Cr adagolás hatására jelentősen javul a maximális intenzitású, rövid távú, sorozatos úszóteljesítmény a serdülő uszonyos úszóknál.

### **2.2. Második vizsgálat: A kreatin adagolás támogatja a túlterheléses ínsérülés rehabilitációját serdülő uszonyos úszóknál (Juhász és mtsai 2018).**

Tanulmányunk célja volt, hogy megvizsgáljuk az orális Cr adagolás hatását a túlterheléses inkárosodás rehabilitációjára serdülő uszonyos versenyzőknél.

#### **2.2.1. Hipotézisek (H1-4), kérdések**

Vizsgálatunkat a következő feltételezéseink tesztelésre terveztük:

**H1:** Az orális Cr adagolás a túlterhelés következtében kialakuló inkárosodást követő relatív immobilizáció alatt, jelentősen mérsékeli a sérült végtag izomtömeg veszteségét;

**H2:** Az orális Cr adagolás a túlterhelés következtében kialakuló inkárosodást követő aktív rehabilitáció alatt, jelentősen növeli a sérült végtag izomtömegét, és erőteljesítményét;

**H3:** Az orális Cr adagolás csökkenti a gyulladással járó fájdalom intenzitását;

**H4:** Az orális Cr adagolás mindezen támogatások együttes hatására jelentősen csökkenti a sérülés utáni teljes rehabilitációs időt.

### **3. Módszerek**

#### **3.1. Első vizsgálat**

##### **3.1.1. Vizsgált személyek**

Egészséges, serdülőkorú férfi uszonyos úszók (n=16; életkor:  $15,9 \pm 1,6$ /tartomány: 14-19 év; testtömeg:  $62,4 \pm 12,8$ /tartomány: 46,4-58,0 kg; testmagasság:  $172,4 \pm 8,8$ /tartomány: 155-190 cm). Randomizált módszerrel egy Cr (CR; n = 8) és egy placebo (PL; n = 8) csoportba kerültek.

##### **3.1.2. Vizsgálati protokoll**

A vizsgálatot randomizált, placebo-kontrollált, kettős-vak kísérlettel végeztük. A tanulmány igazodik a Helsinki Nyilatkozat (1964) irányelveihez, és a Nemzetközi Sporttáplálkozási Társaság (ISSN) 2007-ben elfogadott állásfoglalásához (Buford és mtsai 2007). A tanulmányt jóváhagyta a Eszterházy Károly Főiskola kutatásetikai bizottsága.

##### **3.1.3. Vizsgálati körülmények**

A vizsgálat 2 hetes edzőtábor ideje alatt zajlott. A vizsgálati személyek kétágyas szobákban laktak, az étkezések ideje, és kalóriatartalma ugyanaz volt. Az edzések, a próbák és az úszás teszt ugyanazon vizsgálati helyiségben, medencében, és körülmények között, meghatározott időben zajlottak.

### **3.1.4. Cr adagolási protokoll**

A kísérleti (CR) csoport tagjai kreatin-monohidrát kiegészítésben részesültek. Az adagolási protokoll illeszkedett az ISSN 2007-ben elfogadott ajánlásához (Buford és mtsai 2007). A Cr formula és dózis a következő volt: 100%-os pezsgő CrM formula (Scitec USA Inc., Coral Springs, FL, US) 4x5g Cr/ nap / 5 napig. A kontroll (PL) csoport adagolási formulája dextrózt, aszkorbin-savat, pezsgés-, és ízfokozó adalékanyagot tartalmazott.

### **3.1.5. Bosco-teszt**

A tesztet a Cr kezelés előtt egy nappal (Alapállapot), és a kezelés után egy nappal hajtották végre az alanyok. A teszt előtt, bemelegítésként, 5 perc kerékpár ergométeres gyakorlatot, majd 5 perc stretching gyakorlatot végeztek. Bemelegítés után a vizsgálati személyek a maximális dinamikus erő, az anaerob teljesítmény meghatározására Bosco-tesztet (Bosco és mtsai 1983) teljesítettek, melyben maximális intenzitással, 60s-os folyamatosan ismételt felugrást (countermovement jump; CMJ) kellett teljesíteniük. MuscleLab 4000e készüléket (MuscleLab-Bosco System, Ergotest Technology A.S., Langensund, Norvégia) használtunk a test függőleges útjának méréséhez, amiből a függőleges sebességet és a mechanikai teljesítményt számoltuk.

### **3.1.6. Felszíni uszonyos úszás**

Bemelegítés után az alanyok 50m hosszú medencében, maximális intenzitással, versenykörülmények között 2x100m felszíni uszonyos úszást teljesítettek egybeépített mono-uszony, és légzőcső (sznorkel) segítségével.. Az első 100m után, 4 perc restitúciós fázist követően megismételték a távot. Az úszás időket elektronikusan mértük

### **3.1.7. Vérvétel és metabolit mérések**

Kapilláris vérmintából, fülcimpából a Bosco-teszt előtt, nyugalomban (Ny), közvetlenül a teszt után (Tmax), és a restitúció 5.

percében (R'5) enzimátikus módszerrel, fotometriásan, Lange LP 400 készülékkel (Hach Lange GmbH.-Berlin, Németország) meghatároztuk a laktát szintet (mmol/L).

### **3.1.8. Szívfrekvencia mérés**

Nyugalomban (Nyugalmi), közvetlenül terhelés után (Tmax), és a restitúció 5. percében (R'5) Polar S810i<sup>TM</sup> készülékkel (Polar Electro Oy., Finnország) 1s-os mintavétellel mértük a szívfrekvenciát (ütés/perc).

### **3.1.9. Közvetlen szegmentált multi-frekvenciás bioelektromos impedancia analízis (Direct Segmental Multi-Frequency Bioelectrical Impedance Analysis; DSM-BIA)**

DSM-BIA módszerrel mértük a Cr adagolás előtt, és után a vizsgált személyek testtömegét (kg) és testösszetételét. A méréshez InBody230 készüléket használtunk (InBody230, Biospace Co., Ltd., Seoul, Korea).

## **3.2 Második vizsgálat**

### **3.2.1. Vizsgált személyek**

A vizsgálat résztvevői sérült, serdülő, férfi és női uszonyos versenyzők (n=18; férfi=10, nő=8; életkor=15,1±1,5, tartomány:12-18 év; testtömeg: 60,8±8,9kg, tartomány: 50,5 – 82,5kg; magasság: 1,71±0,06m, tartomány: 1,59 -1,84m) voltak. A személyeket random csoportbeosztással a kísérleti (CR; n=9, férfi=5, nő=4) vagy a kontrol (PL; n=9, férfi=5, nő=4) csoportba soroltuk. A vizsgált személyek Cr-t (CR) vagy placebót (PL) kaptak a tendinopathia konzervatív kezelésének részeként. A vizsgált személyek biológiai érettségének becslését a leggyakrabban alkalmazott testdimenziók, a testmagasság (TTM) és a testtömeg (TTS), valamint a plasztikus index (PLX) és a decimális életkor (DCK) alapján, a morfológiai életkor (MK) meghatározásával végeztük (Mészáros és mtsai 1990).

### **3.2.2. Vizsgálati protokoll**

A vizsgálatot randomizált, placebo-kontrollált, kettős-vak kísérlettel végeztük. A tanulmány igazodik a Helsinki Nyilatkozat (1964) 2013-ban módosított irányelveihez, és a Nemzetközi Sporttáplálkozási Társaság (ISSN) 2017-ben elfogadott állásfoglalásához (Kreider és mtsai 2017). A tanulmányt jóváhagyta az Eszterházy Károly Főiskola kutatásetikai bizottsága.

### **3.2.3. Vizsgálati körülmények**

A tendinopathia kezelésének akut fázisát a sérült résztvevők az otthonukban végezték el, a szakorvosi előírásokhoz igazodva. A rehabilitációs edzésprogram helyreállítási és fenntartó fázisai önállóan, fizioterapeuta utasításai szerint történtek. A kezelés személyre szabott, hogy megfeleljen a különleges igényeknek. A fizioterápiás gyakorlatokat és módszereket mindkét csoportban azonos módon alkalmaztuk minden személy esetében.

### **3.2.4. Cr adagolási protokoll**

A Cr adagolás meghatározásakor a szakirodalmi referenciákhoz (Kreider és mtsai 2017), és korábbi tanulmányunkhoz igazodtunk. A CR csoport tagjait, arra kértük, hogy az akut fázis 1. napjával kezdődően, az első 5 napban (töltési fázis) 20g / nap 100% -os mikronizált Cr-t (BioTech, Inc., Ft. Lauderdale, FL, US) szedjen. A teljes napi dózist 4x5g-os részre osztottuk. A teljes súly dózisa 12g volt, amely 5g Cr-t, 7g dextrózt és 0,075g aszkorbinsavat tartalmazott. A PL csoport egy dextróz, aszkorbinsav, liszt keveréket fogyasztott, melynek az íze, textúrája, és a megjelenése megegyező volt a CR csoport keverékéhez. A következő 37 napban (szintentartó fázis) 5g/nap Cr illetve placebót fogyasztottak a már ismertetett keverékben, napi egy alkalommal reggeli előtt.

### **3.2.5. Tendinopathia kezelési terápia**

Minden vizsgált személynél szubakut (a tünetek 4-6 hetesek) musculus flexor hallucis longus (FHL) túlterheléses ínkárosodást (tendinopathia) diagnosztizáltak (Mueller-Wohlfahrt és mtsai 2013). A szakorvosi konzultációt követően, a klinikai ajánlásokhoz igazodva (Wilson és Best 2005), a teljes rehabilitációs időszakot 6 hétben határoztuk meg, amelyet 3 fázisra osztottunk (akut, helyreállító és fenntartó fázis). *Akut fázis:* egy kéthetes, relatív immobilizációs periódusból állt, amelynek során a sérült testrészt rugalmas kötéssel rögzítettük, az otthoni pihenés alatt a sérült végtag emelése, jegelése, a járáshoz pedig mankó használata volt előírva. *Helyreállító fázis:* Az akut fázis után 2 hét gyógytorna, az alsó végtagi izomzat mobilizálása, nyújtása és erősítése történt. A fájdalom intenzitásának csökkenéséhez igazodva fokozatos, izometrikus, izotonikus, és izokinetikus gyakorlatokat végeztek az alanyok. *Fenntartó fázis:* Az aktív rehabilitációs utolsó fázis utolsó 2 hete, mely a legfontosabb a maximális teljesítmény helyreállítása és az újrásérülés kockázatának minimalizálása érdekében.

### **3.2.6. Szegmentális sovány tömeg (Segmental Lean Mass; SLM) mérése**

DSM-BIA módszerrel (Bartels és mtsai 2015) mértük immobilizáció előtt, közvetlenül az immobilizáció után, és az azt követő rehabilitációs időszak 2. és 4. hetében a sérült végtag SLM-ét (kg). A méréshez InBody720 (InBody720, Biospace Co., Ltd., Seoul, Korea) készüléket használtunk (1-1000 kHz;  $r^2 = 0,99$  a DXA-val (kettős energiájú röntgen abszorpció; Dual-energy X-ray Absorptiometry) (Lim és mtsai 2009).

### **3.2.7. A talpi hajlítók forgatónyomatékának (Plantar Flexion Torque; PFT) mérése**

Egyedi készítésű dinamométerrel mértük a PFT izometrikus csúcsnyomatékát (Mmax; N·m). A PFT-t ülő helyzetben mértük, a csípő- és térdízületek 90° szögben, a bokák semleges pozícióban voltak. A vizsgálati



személyeket szóban arra ösztönöztük, hogy maximális erővel hajtsák végre a boka talpi-hajlítását. Két kísérletet rögzítettünk. A két maximális, 2-4s-os kontrakció között 30s pihenőt adtunk. Ha a relatív különbség a két maximális akaratosan összehúzódás (maximal voluntary contraction; MVC) között 10%-nál nem volt nagyobb, abban az esetben nem volt szükség további mérésre. Amennyiben a különbség nagyobb volt, akkor további vizsgálatokat javasoltunk, amíg két reprodukálható MVC-t kaptunk. A két reprodukálható vizsgálat közül, a maximális értéket használtuk fel az elemzéshez. Maximális nyomatékot számítottunk.

### **3.2.8. Numerikus értékelő skála (Numeric Rating Scale; NRS; 0-10) a fájdalom értékelésére**

A fájdalom intenzitásának értékelésére NRS-t (McCaffery és Beebe, 1993) használtunk 0-10. skálán. 0 = Nincs fájdalom; 1-3 = Enyhe fájdalom; 4-6 = Közepes fájdalom; 7-10 = Súlyos fájdalom. Csapatunk a serdülővel / családdal (ha szükséges) együttműködve meghatározta a fájdalom intenzitásának numerikus értékét.

### **3.2.9. Vérvétel és metabolit mérések**

A kreatin-kináz (CK) értékét a beavatkozás előtt (Alapállapot), majd 24 óránként négy napig mértük. Minden alkalommal, mintavétel előtt, az alanyok 5 percig, nyugalomban ültek. A szérum CK esetében a vért könyökvénából vettük egy 10 ml-es gyűjtőcsöbe Vacutainer készülék segítségével. A vérmintákat szobahőmérsékleten 10 percig hagytuk, majd 15 percig centrifugáltuk. A szérumot elválasztottuk és fagyasztottuk  $-20^{\circ}\text{C}$ -on a további analízis céljából. A teljes CK-t két mintában,  $25^{\circ}\text{C}$ -on, Beckman DU 640 spektrofotométerrel (Beckman Instruments, Inc., Fullerton, CA, US) kereskedelmi tesztkészlet használatával (Labtest, Sao Paulo, Brazília) határoztuk meg.

### **3.3. A kezelés azonosítása és mellékhatása**

Mindkét vizsgálatunk tekintetében, a vizsgálati időszak befejeztével megkérdeztük a vizsgált személyeket, hogy tudták-e azonosítani, milyen kezelésben részesültek. Kérdésünkre, nem tudtak különbséget tenni a két formula között, bizonytalanok volt a kezelésben. A vizsgálat teljes időtartama alatt spontán mellékhatások nem jelentkeztek egyetlen személynél sem.

### **3.4. Statisztikai analízis**

Mindkét vizsgálatunk tekintetében, minden statisztikai számítást a mért alapadatokon végeztünk. Minden változó esetében Shapiro-Wilk W-tesztet végeztünk a normalitás vizsgálat érdekében. Valamennyi változó normál eloszlású volt. Fisher egzakt tesztjét használtunk a varianciák homogenitásának összehasonlítására. Kétszemponos varianciaanalízist (ANOVA) alkalmaztunk a mért adatok összehasonlítására. Az ismételt mérésekhez az ANOVA-t használtuk a csoportokon belüli értékek összehasonlítására, valamint a 2. vizsgálat tekintetében, az ismétlődő ANOVA eredmények alapján intraklassz korrelációs együtthatót (ICC), standard mérési hibát (SEM) és minimális különbséget (MD) számítottunk a CR és PL csoportnál, hogy ellenőrizzük az eljárás megbízhatóságát (Weir 2005, Vincent és Weir 2012). Tukey HSD poszt-hoc elemzést végeztünk a csoportok esetében, amikor az ANOVA szignifikáns különbséget mutatott. Statisztika 7.0, majd a 2. vizsgálatnál 12.6 (StatSoft Inc., Tulsa, US) szoftvert használtunk a statisztikai elemzéshez. A táblázatok, ábrák és szövegek összes adatát átlag ( $\pm$ SD) képlettel jelenítettük meg. A  $p < 0,05$  értéket szignifikánsnak tekintettük és a szövegben jeleztük.

## **4. Eredmények**

### **4.1. Első vizsgálat**

#### **4.1.1. Bosco-teszt**

A kezelés után, a 60s-ra számított átlag mechanikai teljesítményben (P; kW) szignifikáns ( $p < 0,002$ ), 20%-os teljesítménynövekedést tapasztaltunk a CR csoportnál, míg a PL csoportnál nem történt változás. A két csoport között szignifikáns különbséget találtunk a kezelés után (a csoportok közötti interakció vizsgálatára 2X2 ANOVAt alkalmaztunk;  $df_{(between,within)}=1,14$ ;  $F=16,2$ ;  $p < 0,001$ ). Az első, második, harmadik és negyedik 15 másodpercre számított átlag mechanikai teljesítmény mindkét csoportban fokozatosan csökkent a kezelés előtt és után. A CR csoportban az első 15s-ban bekövetkezett szignifikáns, 16,5%-os ( $1/15s$ ;  $p < 0,006$ ), és a második 15s-ban létrejött szignifikáns, 24,1%-os ( $2/15s$ ;  $p < 0,008$ ) növekedés után, a 31-60s-ig terjedő időintervallumban, szintén szignifikáns, 18,8% és 22,4%-os teljesítménynövekedést tapasztaltunk ( $3/15s$ ,  $p < 0,023$ ;  $4/15s$ ,  $p < 0,003$ ) a Cr kezelés után. A két csoport között a 4x15s-os részidőkre számított mechanikai teljesítményben is szignifikáns különbséget találtunk a kezelés után ( $p < 0,000$ ).

#### **4.1.2. Felszíni uszonyos úszás**

A CR csoportnál a kezelés előtti és utáni úszás idő átlagait külön-külön összehasonlítva, szignifikáns különbséget találtunk. Az első 100m-t 3,7%-kal (-1,83s;  $p < 0,034$ ), a második 100m-t 3,8%-kal (-1,86s;  $p < 0,026$ ) rövidebb idő alatt teljesítette. Ezzel szemben a PL csoport úszás ideje nem változott lényegesen kezelés előtti és utáni összevetésben. A két csoport között, mind az első-, mind a második 100m úszásidejében szignifikáns különbséget találtunk a kezelés után ( $1/100m$ ,  $p < 0,000$ ;  $2/100m$ ,  $p < 0,000$ ).

### **4.1.3 Vér laktátszint**

Az 5 napos kiegészítést követően, a CR csoportnál szignifikánsan alacsonyabb volt a laktát szint emelkedés a nyugalmi értékhez képest (Tmax:-17%;  $p < 0,042$  és R'<sup>5</sup>:-19%;  $p < 0,0002$ ), a teljesítmény javulása mellett. PL csoportban nem találtunk szignifikáns csökkenést a vér laktát koncentrációban a nyugalmi értékhez viszonyítva. A két csoport között nem volt statisztikailag kimutatható, szignifikáns különbség a kezelés után ( $p < 0,064$ ).

### **4.1.4 Szívfrekvencia**

A Bosco-teszt előtt és után mért szívfrekvencia (ütés/perc) értékek nem változtak Cr kezelés hatására. Nem találtunk statisztikailag kimutatható, szignifikáns különbséget sem a csoportokon belül, sem a két csoport között a kezelés után ( $p < 0,88$ ).

### **4.1.5 Testtömeg**

CR csoportnál szignifikáns, 1,7%-os (+ 1,05kg;  $p < 0,007$ ) testtömeg növekedés jelentkezett, ugyanakkor a PL csoportban szignifikáns, 0,6%-os (- 0,37kg;  $p < 0,037$ ) csökkenést tapasztaltunk a kezelés után. A két csoport között szignifikáns különbséget találtunk a kezelés után ( $p < 0,000$ ).

## **4.2. Második vizsgálat**

### **4.2.1. Szegmentális sovány tömeg (SLM)**

A sérült láb kététes relatív immobilizációja után (R2) az SLM (kg) szignifikánsan csökkent ( $p < 0,01$ ) mindkét csoportban. Az SLM  $5,6 \pm 0,5\%$ -kal ( $-0,43 \pm 0,05$  kg) csökkent CR csoportban, míg a PL csoportnál szignifikánsan magasabb,  $8,9 \pm 0,9\%$ -os ( $-0,65 \pm 0,09$  kg) csökkenést

tapasztaltunk. Az aktív rehabilitációs program következő négy hete mindkét csoportban növelte a sérült láb SLM-jét (R4). A négyhetes aktív rehabilitációs időszakban a CR csoportban szignifikáns  $5,5 \pm 0,6\%$  -os növekedést ( $+0,4 \pm 0,04$  kg;  $p < 0,01$ ), valamint szignifikáns, de alacsonyabb  $3,8 \pm 0,8\%$ -os növekedést tapasztaltunk a PL csoportban ( $+0,25 \pm 0,06$  kg;  $p < 0,01$ ), az immobilizációt követő (R2) értékekhez képest. Az aktív rehabilitáció 4 hetes periódusát követően (R6) az SLM szignifikánsan különbözött a kiindulási értéktől ( $-0,4 \pm 0,04$  kg;  $p < 0,01$ ) a PL csoportban. Ezzel szemben a CR csoport elérte az alapállapotot. A két csoport között, a kezelés után szignifikáns különbséget találtunk mind a relatív immobilizáció után (R2), mind az aktív rehabilitáció második (R4) és negyedik (R6) hete után ( $p < 0,00$ ).

#### **4.2.2. A talpi hajlítók forgatónyomatéka (PFT)**

A PFT (Mmax; N·m) értékek nem voltak mérhetőek immobilizálás előtt. A CR csoportban szignifikáns növekedés volt megfigyelhető (R4  $10,4 \pm 2,9\%$ ,  $p < 0,01$ ; R6  $16,8 \pm 1,7\%$ ,  $p < 0,01$ ), míg a PL csoportban szintén szignifikáns, de alacsonyabb növekedést tapasztaltunk (R4  $7,1 \pm 2,3\%$ ,  $p < 0,01$ ; R6  $14,7 \pm 2,3\%$ ,  $p < 0,01$ ) az aktív rehabilitáció után (9. ábra). A PFT százalékos változása szignifikánsan különbözött a kezeléseket követően a vizsgálati csoportok között (CR vs PL; R2-R6;  $28,8 \pm 3,1\%$  vs.  $22,8 \pm 2,8\%$ ;  $p < 0,01$ ). Jelentős különbség volt a PFT-ben a két csoport között a kéthetes relatív immobilizáció, majd a négy hetes aktív rehabilitáció után (CR vs PL; R2 =  $103,2 \pm 10,8$  vs.  $95,9 \pm 5,5$ ;  $p < 0,05$ ; R4 =  $113,8 \pm 11,1$  vs.  $102,7 \pm 4,6$ ;  $p < 0,01$ ; R6 =  $132,8 \pm 12,4$  vs.  $117,7 \pm 5,2$ ;  $p < 0,01$ ).

#### **4.2.3. Numerikus értékelő skála (NRS)**

A fájdalomintenzitást egy 0-10-ig terjedő skálán (NRS) mértük az immobilizáció előtt (Alapállapot) és a rehabilitáció akut (R2), helyreállítási (R4) és fenntartó (R6) fázisai után. A fájdalomintenzitás szignifikánsan

alacsonyabb volt két héttel a relatív immobilizációt követően (Alapállapot-R2;  $64,4 \pm 9,6\%$ -kal csökkent;  $p < 0,01$ ), majd az aktív rehabilitáció helyreállítási fázisa (Alapállapot-R4;  $93,1 \pm 8,2\%$ -kal csökkent,  $p < 0,01$ ), és a fenntartási fázisa (Alapállapot-R6;  $98,4 \pm 4,8\%$ -kal csökkent;  $p < 0,01$ ) után, a CR csoportban. A PL csoport eredménye ugyanolyan volt, de a fájdalom intenzitásának csökkenése lassabb tendenciát mutatott a kísérleti időszakokban (Alapállapot-R2;  $57,7 \pm 9,4\%$ -kal; Alapállapot-R4  $72,4 \pm 8\%$ -kal; Alapállapot-R6  $88,8 \pm 9,6\%$ -kal csökkent;  $p < 0,01$ ). A százalékos változásban szignifikáns különbség volt a csoportok között az aktív rehabilitáció során ( $p < 0,001$ ). Az aktív rehabilitáció során a PL csoporttal szemben, a CR csoportban jelentősen gyorsabb csökkenést tapasztaltunk (CR vs PL; R2-R6,  $94,4 \pm 16,7\%$  vs.  $75 \pm 20,4\%$ ;  $p < 0,02$ ).

#### **4.2.4. Kreatin-kináz (CK)**

A CR csoportban a CK szignifikánsan ( $p < 0,01$ )  $3,2 \pm 1,7\%$ -kal emelkedett az első 24 óra alatt, majd szignifikánsan ( $p < 0,01$ )  $10,1 \pm 7,1\%$ -kal csökkent a következő három napban. A PL csoportban a CK az első két napon szignifikánsan ( $p < 0,01$ )  $12,9 \pm 5,3\%$ -kal emelkedett, majd jelentősen ( $p < 0,00$ )  $9,3 \pm 3,1\%$  -kal csökkent a következő két nap során. A vizsgálat kezdete után 48 órával szignifikáns relatív különbséget találtunk a kísérleti csoportok között (CR vs PL; 24-48 óra,  $-0,1 \pm 1,7\%$  vs.  $6,0 \pm 3,1\%$ ;  $p < 0,01$ ). Nem figyeltünk meg szignifikáns különbséget a CK (U / L) szintben a két csoport között a kezelés megkezdése előtt (CR vs PL; Alapállapot =  $444,2 \pm 184,3$  vs.  $428,9 \pm 146,8$ ), valamint 24 ( $456,4 \pm 184,7$  vs.  $453,8 \pm 149,9$ ), 72 ( $445,7 \pm 181,3$  vs.  $464,8 \pm 155,3$ ), és 96 órával ( $410,3 \pm 192,2$  vs.  $437,0 \pm 149,3$ ) a kezelés kezdete után ( $p < 0,08$ ).

## **5. Következtetések**

Az első vizsgálatunk eredményeit a szakirodalmi adatok tükrében vizsgálva, következtetésként azt mondjuk, hogy 5 napos, napi 20g Cr adagolás hatására lényegesen növekszik az anaerob teljesítmény, jelentősen javul a maximális intenzitású sprint úszásidő, az élvonalbeli, serdülő uszonyos úszók szervezete fokozottan és gazdaságosabban tud működni.

A második vizsgálatunk eredményeinek megvitatása után, következtetésként azt mondjuk, hogy az orális Cr adagolással kombinált terápiás stratégia hatékonyan támogatja a serdülőkorú uszonyos úszók túlterheléses inkárosodásának rehabilitációját.

Ha megfelelő óvintézkedéseket és felügyeletet biztosítunk, a Cr adagolás gyermek-, és serdülő sportolóknál is elfogadható, kiegészítheti és támogathatja felkészülésüket, javíthatja a képzési alkalmazkodást, és csökkentheti a sérülések kockázatát. A legfrissebb ISSN állásfoglaláshoz igazodva, azt javasoljuk, hogy a Cr-t azok a 18. év alatti sportolók használják, akik komoly, magas szintű, felügyelt képzésben vesznek részt, továbbá kiegyensúlyozott étrendet fogyasztanak, ismerik és betartják a Cr ajánlott adagolását. Eredményeink közvetlenül felhasználhatók a hazai serdülő uszonyos úszóink teljesítmény optimalizálása, és az eredményesség további javítása érdekében.

Úgy gondoljuk, hogy a Cr adagolás alkalmazása az intenzív edzésben részesülő, esetlegesen túlterhelt fiatal sportolók optimális, egyénre szabott, sportágspecifikus táplálkozási stratégiájának a része lehet, aktívan

támogatva, kiegészítve a regeneráció, és a rehabilitáció során alkalmazott konzervatív módszereket, terápiákat.

## **6. Saját publikációk jegyzéke**

### **Az értekezés témájában megjelent eredeti közlemények**

Juhász I, Györe I, Csende Z, Racz L, Tihanyi J. (2009) Creatine supplementation improves the anaerobic performance of elite junior fin swimmers. *Acta Physiol Hun*, 96: 325-36.

Juhász I, Kopkane Plachy J, Hajdu P, Szalay G, Kopper B, Tihanyi J. (2018) Creatine Supplementation Supports the Rehabilitation of Adolescent Fin Swimmers in Tendon Overuse Injury Cases. *J Sports Sci Med*, 17: 279-88.

### **Egyéb – nem az értekezés témájában megjelent – eredeti közlemények**

Juhász I. (2000) A magyarországi élsport és a dopping kapcsolata. *Magyar Sporttudományi Szemle*, 3-4: 13-7.

Tihanyi J, Juhász I. (2002) Kreatin és a fizikai teljesítőképesség. *Magyar Edző: Módszertani és Továbbképző Folyóirat*, 2: 11-16.

Juhász I, Tihanyi J, Györe I. (2006) Orális kreatin bevitel hatása az állóképességre és a testösszetételre. *Acta Academiae Paedagogicae Agriensis Nova Series: Sectio Sport*, 33: 97-107.

Juhász I, Tihanyi J, Györe I. (2006) Orális kreatin-monohidrát kiegészítés hatása válogatott uszonyos úszók anaerob teljesítményére. *Acta Academiae Paedagogicae Agriensis Nova Series: Sectio Sport*, 33:108-118.



Juhász I, Szalay G. (2007) Sporttáborok terhelésének összehasonlító vizsgálata a szívfrekvencia alapján. *Acta Academiae Paedagogicae Agriensis Nova Series: Sectio Sport*, 34: 47-55.

Müller A, Széles-Kovács Gy, Seres J, Bocz Á, Hajdú P, Sütő L, Szalay G, Szabó B, Juhász I. (2007) A sporttáborok szerepe az Eszterházy Károly Főiskolán. *Acta Academiae Paedagogicae Agriensis Nova Series: Sectio Sport*, 34: 105-17.

Müller A, Juhász I, Széles-Kovács Gy, Bocz Á, Hajdú P, Sütő L, Szalay G, Szabó B, Seres J. (2008) A sporttáborok pedagógiai és módszertani aspektusai. In: Bendiner N, Bognár J. (szerk.) VI. Országos Sporttudományi Kongresszus I. Magyar Sporttudományi Társaság, Bp, 2008: 227-31.

Hajdu P, Bocz Á, Hidvégi P, Juhász I, Szalay G. (2009) A sítábor megítélése az Eszterházy Károly Főiskola testnevelő-edző és sportszervező alapszakos hallgatói körében. *Acta Academiae Paedagogicae Agriensis Nova Series: Sectio Sport*, 36: 21-31.

Szalay G, Juhász I, Bocz Á. (2010) Étkezési szokások az Eszterházy Károly Főiskola Sport szakterületen tanuló hallgatói körében. *Acta Academiae Paedagogicae Agriensis Nova Series: Sectio Sport*, 37: 115-29.

Szalay G, Bocz Á, Juhász I. (2010) Egri vízilabdázó és főiskolai hallgató férfiak testalkatának összehasonlító vizsgálata. *Acta Academiae Paedagogicae Agriensis Nova Series: Sectio Sport*, 37: 131-39.

Müller A, Bíró M, Hidvégi P, Váczi P, Kopkáné Plachy J, Juhász I, Hajdú P, Seres J. (2013) Fitness trendek a rekreációban. *Acta Academiae Paedagogicae Agriensis Nova Series: Sectio Sport*; 40: 25-34.

Juhász I. (2015) Football. In: Bíró M. (szerk.) *Ball games: handball, football, volleyball, basketball*. EKC Líceum Press, Eger: 38-64.

Juhász I, Kopkáné Plachy J, Kiszela K, Bíró M, Müller A, Révész L. (2015) Időskorúak rekreációs fizikai aktivitásának hatása a kardiorespiratorikus rendszerre. Magyar Sporttudományi Szemle, 16: 4-8.

Kopkáné Plachy J, Juhász I, Bíró M, Fodor É, Révész L. (2015) Egerben élő nyugdíjasok egészségi állapotának és testedzési szokásainak vizsgálata. Acta Academiae Paedagogicae Agriensis Nova Series: Sectio Sport, 42: 27-36.

Bíró M, Herpainé Lako J, Juhász I, Müller A, Váczi P. (2015) Games and activities. Bíró M. (szerk.) EKC Líceum Press, Eger: 44.