

## Da li molekularni vodonik povoljno utiče na oporavak posle vežbanja kod sportistkinja?

### Sažetak:

Ciljevi. – Svrha ove dvostruko slepe, nasumične, placebo-kontrolisane unakrsne studije bila je da se utvrde efekti unosa vode bogate vodonikom pre vežbanja na biomarkere kiselo-bazne ravnoteže i oporavak posle vežbanja kod sportistkinja.

Metode. — Osam mladih džudistkinja ( $21,4 \pm 2,2$  godine) nasumično je dobilo vodu bogatu vodonikom ili placebo vodu ~ 30 minuta pre vežbanja. Iste procedure su ponovljene 4 dana nakon prve procene u unakrsnom dizajnu. Protokol vežbanja se sastojao od povremenih vežbi visokog intenziteta po specifičnom testu za džudo. Otkucaji srca su zabeleženi u početnom trenutku i posle vežbanja. Krv učesnica je uzorkovana u cilju utvrđivanja pH vrednosti arterijske krvi, nivoa bikarbonata i laktata pre početka vežbanja (pre intervencije), 3 minuta i 5 minuta posle vežbanja.

Rezultati. — Voda bogata vodonikom značajno je uticala na pH vrednosti krvi posle vežbanja i nivoe laktata u poređenju sa placebom ( $P < 0,05$ ), dok se nivoi bikarbonata nisu menjali pre i posle intervencije. Nisu pronađene razlike između grupe koja je dobijala vodu bogatu vodonikom i placebo grupe kada su u pitanju otkucaji srca posmatrani kao odgovor na vežbanje. Nisu zabeleženi neželjeni efekti bilo koje intervencije.

### Uvod:

Dobro je poznato da ubrzani oporavak posle vežbanja pruža brojne prednosti sportistima, kao što su poboljšane performanse ili smanjena učestalost dovodenja u stanje preteranog treniranja. Čini se da je optimalan oporavak od posebnog značaja u sportovima koje karakterišu treninzi visokog intenziteta i/ili mnoštvo takmičenja, kao što su džudo ili drugi borilački sportovi. Vežbanje visokog intenziteta moglo bi da izazove poremećaje u kiselo-baznoj ravnoteži u organizmu, a ovo zakišeljavanje izazvano vežbanjem mogla bi negativno da utiče i na performanse i na oporavak posle vežbanja. Stoga, da bi kontrolisali metaboličku acidozu izazvanu vežbanjem i stimulisali urođene puferske sisteme, sportisti često koriste različite nutritivne i farmakološke agense koji mogu pozitivno uticati na pH vrednost krvi i mišića. Tradicionalno, suplementi bikarbonata su prijavljeni kao korisno sredstvo za ublažavanje acidoze i poboljšanje performansi vežbanja. Međutim, potencijalna neželjena dejstva oralnog uzimanja bikarbonata (npr. bolovi u stomaku, dijareja, mučnina, povraćanje) ometaju njihovu širu primenu kod sportista. Voda bogata vodonikom nedavno se pojavila kao nov i bezbedan nutritivni agens koji bi mogao da ima blagotvorno dejstvo za sportiste. Naša grupa je zabeležila da voda bogata vodonikom ima visoku vrednost pH i da pozitivno utiče na acidozu izazvanu vežbanjem kod zdravih muškaraca. Kada se daje 7 dana, 2L vode bogate vodonikom dnevno, povećava pH vrednost krvi natašte i posle vežbanja za ~ 6% kod zdravih muškaraca, bez prijavljenih neželjenih efekata. Ovaj efekat alkalizacije krvi vode bogate vodonikom potvrđen je u drugoj studiji, gde je unos vode bogate vodonikom značajno povećao pH vrednost arterijske krvi natašte, za 0,04 kod 52 zdrava čoveka koji su unosili 2 L/dnevno vode bogate vodonikom tokom 14 dana. Prethodne studije sa vodom bogatom vodonikom koristile su protokole neprekidnog vežbanja (npr. trčanje do iscrpljenosti) dok nijedna studija do sada nije procenjivala efektivnost vode bogate vodonikom tokom povremenih opterećenja vežbanjem, koje obično karakteriše značajna acidoza. Konkretno, voda bogata vodonikom mogla bi da bude posebno korisna u džudou koji se izdvaja visokim anaerobičnim zahtevima i smanjenjem pH vrednosti nakon vežbanja. Međutim, trenutno nema dostupnih informacija o efektivnosti vode bogate vodonikom kod džudistkinja ni kod drugih sportistkinja. Stoga je svrha ove dvostruko slepe, nasumične, placebo-kontrolisane unakrsne

studije bila da se utvrde efekti administracije vode bogate vodonikom pre vežbanja na biomarkere kiselo-bazne ravnoteže i oporavak posle vežbanja kod džudistkinja.

## **Metode:**

### **Ispitanici:**

Za ovu pilot studiju regrutovano je osam džudistkinja (uzrasta  $21,4 \pm 2,2$  godine, telesne mase  $67,9 \pm 11,0$  kg, visine  $168,8 \pm 7,2$  cm). Učesnice su vrlo iskusne sportistkinje (profesionalno džudo iskustvo od  $\sim 3$  godine) koje treniraju otprilike 10 sati nedeljno i koje nisu uzimale nikakve dodatke ishrani u proteklih 6 meseci. Sve učesnice su bile odličnog zdravlja, bez bolesti kardiovaskularnog, respiratornog ili endokrinog sistema, što je potvrđeno na preliminarnom lekarskom pregledu. Učesnice su se informisale o prirodi i zahtevima studije i dale svoj pismeni pristanak. Sve procedure sprovedene su u skladu sa Helsinškom Deklaracijom, a studiju je odobrio lokalni Institucionalni odbor za reviziju.

### **Eksperimentalni protokol:**

U ovoj dvostruko slepoj, nasumičnoj, placebo-kontrolisanoj unakrsnoj pilot studiji, učesnicama je nasumično dodeljeno da unose vodu bogatu vodonikom ili placebo. Ni učesnice ni istraživači, osim koordinatora studije, nisu znali koju vodu su učesnice dobijale. Voda bogata vodonikom je dobijena rastvaranjem formulacije vodonika u vodi iz česme, a NORP Inc. (San Diego, CA, USA) je obezbedio i vodu bogatu vodonikom i placebo. Svim učesnicama je naloženo da popiju 300 mL vode bogate vodonikom ili placebo otprilike 30 minuta pre testa vežbanja specifičnog za džudo pod nazivom Specijalni džudo fitness test. Iste procedure su ponovljene 4 dana nakon prve procene u unakrsnom dizajnu. Krv učesnica je uzorkovana iz antekubitalne vene u cilju određivanja pH vrednosti arterijske krvi, nivoa bikarbonata i laktata pre početka intervencije, 3 minuta i 5 minuta posle vežbanja. pH vrednost arterijske krvi određena je korišćenjem Cambridge pH-metra opremljenog staklenom mikroelektrodom (Pye Ltd., Cambridge, UK). Serumski bikarbonati su određeni standardnim enzimskim metodama (RocheDiagnostics Corp., Indianapolis, IN, USA) i automatizovanim analizatorom (Hitachi 704, Tokio, Japan). Laktati u krvi su određeni refleksionom fotometrijom (Accutrend lactate, Roche, Nemačka). Otkucaji srca zabeleženi su pre intervencije, odmah posle i 1 minut nakon vežbanja preko monitora otkucaja srca (Polar Electro, Oy, Kempele, Finska). Indeks performansi specifičnih za džudo izračunat je kao: finalni otkucaji srca + otkucaji srca 1 min po završetku testa/ukupan broj bacanja izvedenih u posmatranom vremenskom periodu.

### **Statistička analiza:**

Podaci su predstavljani kao srednje vrednosti  $\pm$  standardna devijacija. Korišćen je dvosmerni ANOVA test da bi se utvrdilo da li postoje statistički značajne razlike među odgovorima učesnica za vreme trajanja studije. Za vrednost verovatnoće (p-vrednost) uzeto je  $P \leq 0.05$ . Statistička obrada podataka je izvršena korišćenjem statističkog paketa (SPSS version 20.0; SPSS Inc. , Chicago, IL, USA).

### **Rezultati:**

Nijedan učesnik nije odustao pre kraja studije i nijedan nije prijavio bilo kakve neželjene efekte vode bogate vodonikom ili placebo. Promene u biomarkerima kiselo-bazne ravnoteže i oporavka posle vežbanja kod džudistkinja tokom istraživanja predstavljene su u Tabeli 1. Administracija vode bogate vodonikom značajno je uticala na pH vrednosti krvi i nivoe laktate u poređenju sa placebom, dok se nivoi serumskih bikarbonata nisu značajno razlikovali u ova dva slučaja. Vrednosti pH vrednosti krvi su se smanjile nakon napora u kontrolnoj grupi (smanjenje 5 min posle vežbanja za 0,72%), dok su u grupi koja je dobijala vodu bogatu vodonikom vrednosti pH pokazale suprotan trend sa povećanjem pH vrednosti od početnog do određivanja nakon vežbanja (povećanje 5 min posle vežbanja za 0,83%). Koncentracije laktata izazvane vežbanjem bile su značajno veće u kontrolnoj grupi (povećane su za 587% 5 min posle

vežbanja) u poređenju sa onim iz grupe vode bogate vodonikom (povećane su za 183% 5 min posle vežbanja). Pored toga, nisu pronađene razlike u srčanom ritmu i performansama između intervencija.

### Diskusija:

U ovoj pilot studiji, otkrili smo da unos vode bogate vodonikom podiže pH vrednosti arterijske krvi, čije smanjenje je izazvano vežbanjem visokog intenziteta. Stoga se čini da je suplementacija oralnim putem vodonikom povoljno uticala na kiselo-baznu ravnotežu kod sportistkinja tokom i posle vežbanja, sugerišući moguću ergogensku moć vode bogate vodonikom. Međutim, na testu nisu zabeleženi direktni efekti poboljšanja performansi, s obzirom da su sportisti postigli iste rezultate u oba slučaja. Pored toga, čini se da je voda bogata vodonikom smanjila akumulaciju laktata uzrokovanu naporom, s obzirom da su zabeležene značajne razlike između grupa za promene u eksperimentalnim vremenskim tačkama (početno merenje, 3 i 5 min posle vežbanja). Međutim, ovaj rezultat mora da se protumači imajući u vidu da postoji početna razlika između grupa u koncentracijama laktata koja nije objašnjena razlikama u karakteristikama učesnica i verovatno je posledica varijabilnosti ovog parametra tokom vremena u mirovanju.

Korišćeno je nekoliko metoda za bezbednu administraciju molekularnog vodonika u obliku gasovite smeše, vode bogate vodonikom, fiziološkog rastvora bogatog vodonikom ili rastvora za dijalizu, a čini se da je rastvor za oralnu upotrebu najpraktičniji za svakodnevnu upotrebu. Sadašnja studija pruža dodatne dokaze da se voda bogata vodonikom može smatrati sigurnim dodatkom u ljudskoj ishrani. Blagotvorno dejstvo molekularnog vodonika je dobro poznato u mnoštvu životinjskih i ljudskih patologija. Vodonik može lako da se kreće kroz celo telo i ćelije i da stigne do subcelularnih struktura gde može ispoljavati antioksidativno, antiapoptozno i antiinflamatorno dejstvo. Pored toga, utvrđeno je da je molekularni vodonik koristan sportistima, s obzirom da bi mogao da deluje kao pufer tokom acidoze izazvane vežbanjem, iako je ciljani molekul egzogenog vodonika i dalje pretežno nepoznat.

U sadašnjoj studiji potvrdili smo efekte vode bogate vodonikom na sniženje kiselosti, sa povećanjem pH vrednosti kada je učesnicama data voda bogata vodonikom pre vežbanja. Ipak, rezultati za laktate su bili zbunjujući, a intervencija nije uticala na nivo serumskih bikarbonata dok je nedavna studija naše grupe zabeležila podizanje nivoa serumskih bikarbonata posle vežbanja izazvano molekularnim vodonikom. Do ovog neslaganja može doći zbog različitih protokola vežbanja koji su upotrebljeni, doze vodonika koja se daje i/ili uzorka koji se koristi (npr. puna krv naspram seruma). Bikarbonati igraju veliku ulogu u kiselo-baznoj ravnoteži u ljudskom organizmu i očekuje se da će alkalna voda bogata vodonikom povećati njihov serumski nivo, dok kiseli proizvodi čija je produkcija indukovana vežbanjem smanjuju koncentraciju bikarbonata. Iako u našoj studiji unos vode bogate vodonikom nije uticao na nivo bikarbonata, čini se da je hidratacija ovim rastvorom pogodna za sportistkinje kako bi se sprečila i kontrolisala acidoza izazvana vežbanjem. Pored toga, bilo bi interesantno sprovesti kiselo-baznu analizu procenom promena elektrolita (*anion gap*) i viška baze u krvi.

Povećan pad srčanog ritma nakon vežbanja visokog intenziteta obično ukazuje na povoljan oporavak, zbog smanjenog kardiovaskularnog stresa i usklađenog odgovora autonomnog nervnog sistema. Međutim, nismo zabeležili značajan efekat vode bogate vodonikom na maksimalan i srčani ritam posle vežbanja, niti na poboljšanje performansi u konkretnom testu. Stoga se čini da voda bogata vodonikom nije imala direktne efekte na poboljšanje oporavka kod džudistkinja kada je data u jednoj dozi ~ 30 min pre vežbanja. Potrebne su dalje studije sa većim brojem ispitanika, dužim trajanjem administracije vodonika i većom procenom ishoda performansi kako bi se procenio ergogeni potencijal molekularnog vodonika. Da zaključimo, ova pilot studija je pokazala da bi voda bogata vodonikom mogla da bude odgovarajuća i bezbedna strategija hidratacije koja pomaže sportistima da postanu manje podložni acidozi izazvanoj vežbanjem.