

## EFEKT MIŠIČNOG TRENINGA NA VREDNOSTI 17-KETOSTEROIDA U MOKRAĆI\*

DRENKA DAVIDOVIĆ-MILOVANOV i S. SEKULIĆ

*Odeljenje za eksperimentalnu fiziologiju i fiziologiju rada  
Instituta za medicinska istraživanja u Beogradu*

*(Primljeno 6. U 1968)*

Promene u izlučivanju 17-ketosteroida s mokraćom nastale pod uticajem kratkotrajnog intenzivnog mišićnog napora u toku treninga nisu još uvijek jasne niti su dovoljno proučene. Proučavali smo ovaj problem na netreniranim klinički zdravim studentima-dobrovoljcima, životne dobi od 20 do 22 godine u uslovima svakodnevnog mišićnog treninga za vreme 13 dana, i to pre i posle rada i u toku oporavka 5 sati posle rada. Određivanje 17-ketosteroida u mokraći vršeno je kvantitativno Zimmermanovom reakcijom u sopstvenoj modifikaciji. Vežba na bicikl-ergometru po Mülleru obavljena je svakog dana u 8 časova pre podne uz opterećenje od 150 mkg/min, a ukupno maksimalno opterećenje iznosilo je 18000 mkg u 12 minuta rada. Sve zdrave osobe nisu podnele ovo opterećenje, pa su u ogledu zadržane samo one osobe koje su ovu veoma napornu vežbu izdržale dokraja. Postignuti rezultati prikazani su tablicom i grafikovima. Nađeno je da postoji razlika između srednjih vrednosti 17-ketosteroida pre i posle mišićnog naprezanja te konstatovano da kod netreniranih osoba mišićni rad izaziva kratkotrajan porast izlučivanja 17-ketosteroida. Ovaj efekat bio je najjače izražen prvog dana treniranja, narednih dana bio je manji, a na kraju trinaestodnevno perioda treniranja potpuno se izgubio. U oporavku – mirovanju 5 časova posle vežbe – vrednosti 17-ketosteroida bile su niže nego pre rada. Ovaj pozni efekat mišićne vežbe na izlučivanje 17-ketosteroida s mokraćom u saglasnosti je s rezultatima naših ranijih ispitivanja koja su pokazala da nekoliko časova posle mišićnog naprezanja nastupa faza u kojoj je izlučivanje 17-ketosteroida sniženo. Međutim, nije se moglo uočiti da treniranje utiče u smislu izmene ovog poznog efekta mišićnog rada na izlučivanje 17-ketosteroida.

Poznato je da u toku rada i zamora mišića dolazi do promene aktivnosti kore nadbubrežne žlezde u sklopu složene fiziološke i biohemijske reakcije organizma pri fizičkoj aktivnosti. Mnogi su autori ovaj problem izučavali posebno se osvrćući na izlučivanje 17-ketosteroida s mokra-

\* Ovaj je rad saopšten na Drugom jugoslovenskom kongresu za medicinu rada u Splitu, 9-12. oktobra 1967. godine.

ćom. Dok smo ranije ispitivali uticaj akutnog zamora na izlučivanje 17-ketosteroida s mokraćom (1), ovaj eksperimentalni rad obuhvaća ogleda koji su vršeni u uslovima treninga, jer uticaj fizičke kondicije na pomenute promene još uvek nije jasan ni dovoljno proučen.

#### METODE RADA

Ogledi su vršeni na šest klinički zdravih studenata dobrovoljaca životne dobi od 20 do 22 godine koji se ranije nisu bavili nikakvom značajnom fizičkom aktivnošću. Period treniranja trajao je 13 dana: svaki dan naporna mišićna vežba u trajanju od 12 minuta na bicikl-ergometru po Mülleru u sedećem položaju uz opterećenje od 1500 mkg/min, tako da je ukupni svakodnevni mišićni rad iznosio 18000 mkg u 12 minuta. Prvobitno je ogledima bilo obuhvaćeno 10 osoba, ali su 4 odbačene jer nisu izdržale dokraja ovaj veoma naporni rad. Prema tome, ogledom su obuhvaćene samo osobe koje su izdržale ovu neuobičajenu tešku fizičku vežbu. Time je postignut cilj da se posmatra reakcija netreniranih osoba na ekstremno teške napore. Ostale osobe, koje su bile odbačene iz ogleda, takođe su bile u svakom pogledu zdrave, ali nisu odgovarale cilju ovih ispitivanja. Vežba je izvođena svakoga dana u 8 časova ujutru.

Prvog, sedmog i trinaestog dana, tj. u početku, u sredini i na kraju perioda treniranja uzimana je mokraća za analize i to: a) pre mišićne vežbe; b) dva sata posle početka vežbe; c) u toku oporavka, 5 sati posle napora.

Količina 17-ketosteroida u mokraći određivana je Zimmermannovom reakcijom u sopstvenoj modifikaciji (2).

#### REZULTATI I DISKUSIJA

Na tablici 1. upoređena je brzina izlučivanja 17-ketosteroida (izražena u mg/h) pre i posle izvođenja vežbe u raznim fazama trinaestodnevnog treninga. Kao osnov za poređenje uzete su vrednosti 17-ketosteroida u mokraći dobijene prethodno kod istih osoba u danu mirovanja – bez ikakve fizičke aktivnosti – u odgovarajućim periodima dana, kako bi se,

Tablica 1

Brzina izlučivanja 17-ketosteroida (mg/h) u pojedinim fazama trinaestodnevnog treninga

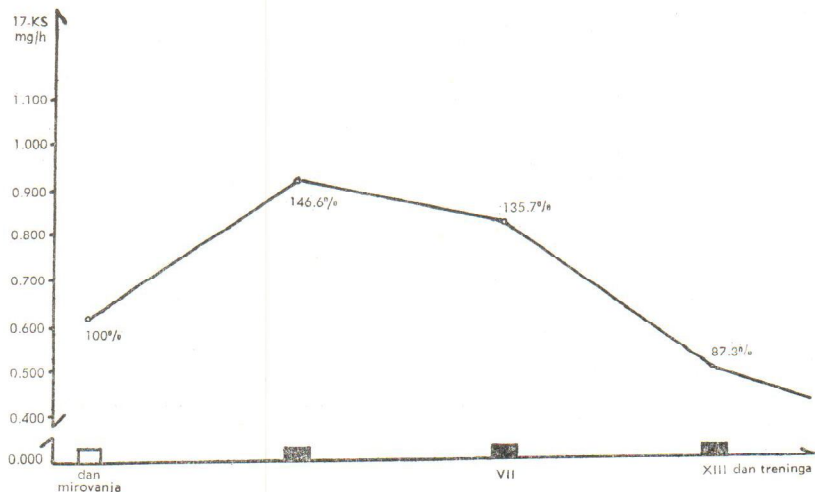
Dani	Mirovanja			I treninga			VII treninga			XIII treninga		
	17-ks u mokraći			17-ks u mokraći			17-ks u mokraći			17-ks u mokraći		
Časovi	8	10	13	8	10	13	8	10	13	8	10	13
Sred. vrednost	0.350	0.663	0.683	0.399	0.972	0.574	0.316	0.899	0.623	0.342	0.578	0.357
Stand. greška	±0.071	±0.091	±0.080	±0.073	±0.225	±0.155	±0.055	±0.220	±0.204	±0.082	±0.112	±0.041
%		100			146.6			135.7			87.3	



što je više moguće, izdvojio uticaj fizioloških dnevnih varijacija u izlučivanju 17-ketosteroida koje ne zavise od fizičke vežbe, a koje se zbog svoga jasno izraženog ciklusnog karaktera ne smeju zanemariti (1, 3).

Kada se na ovaj način uporedi izlučivanje 17-ketosteroida u periodu vršenja mišićne vežbe u pojedinim danima treninga s izlučivanjem 17-ketosteroida u isto doba dana mirovanja, vidi se da kod netreniranih osoba (tj. prvog dana treniranja) mišićni rad izaziva kratkotrajan porast izlučivanja 17-ketosteroida. Ovo je u skladu s našim ranijim ispitivanjima uticaja akutnog zamora na izlučivanje 17-ketosteroida s mokraćom (1).

Posmatranjem ovog efekta u raznim fazama trinaestodnevnog treninga (sl. 1), vidimo da je on najjače izražen prvog dana treniranja,



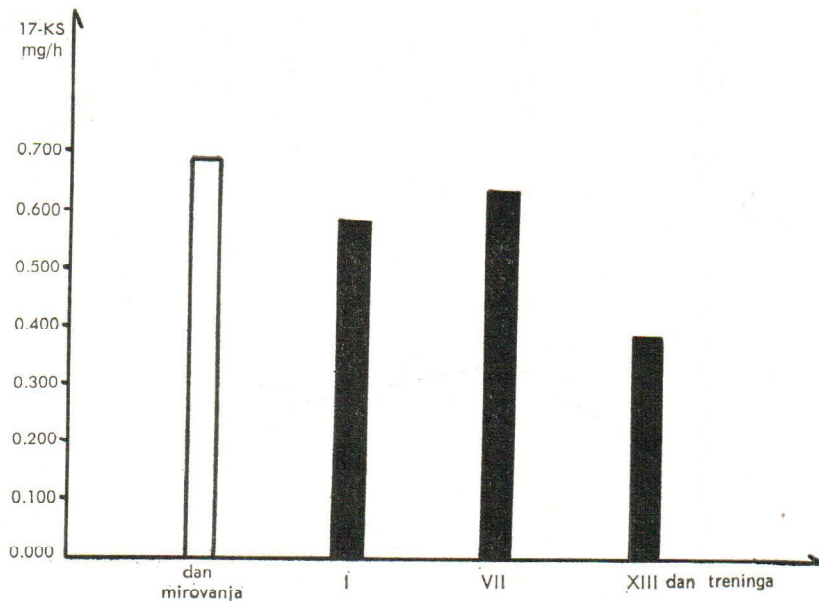
Sl. 1. Izlučivanje 17-ketosteroida u mirovanju i u raznim fazama trinaestodnevnog treninga

dakle, kada ispitivane osobe još nisu istrenirane za mišićno naprezanje. Prosečan porast izlučivanja 17-ketosteroida u dvočasovnoj porciji mokraće, koja obuhvata period izvođenja vežbe, dostiže prvog dana 146,6% od odgovarajuće vrednosti u danu mirovanja.

Sedmog dana treniranja mišićni je rad izazvao blaži porast izlučivanja 17-ketosteroida (135,7% od odgovarajuće vrednosti u danu mirovanja), dok je trinaestog dana treniranja porast izlučivanja 17-ketosteroida pod uticajem mišićne vežbe potpuno izostao.

Sl. 2. ilustruje pozni efekat mišićne vežbe na izlučivanje 17-ketosteroida u periodu između 2 i 5 časova posle mišićne vežbe u poređenju s izlučivanjem 17-ketosteroida u istom periodu dana mirovanja. Vidi se da nekoliko časova posle mišićnog rada izlučivanje 17-ketosteroida pada na niže vrednosti nego u odgovarajućem periodu dana mirovanja. Ovaj je efekat izražen kako u početku, tako i u sredini i na kraju trinaestodnevnog perioda treniranja.

Ovi rezultati su u suglasnosti s našim ranijim zapažanjima: da nekoliko časova posle mišićnog naprežanja nastupa faza u kojoj je izlučivanje 17-ketosteroida sniženo (1). Međutim, nije se moglo uočiti da treniranje utiče u smislu izmene ovog poznog efekta mišićnog rada na izlučivanje 17-ketosteroida.



Sl. 2. Izlučivanje 17-KS u restituciji (5 h posle rada) u toku trinaestodnevnog treninga (mokraća u 13 h)

Odnos između fizičke kondicije i izlučivanja 17-ketosteroida ispitivalo je nekoliko autora (4, 5, 6, 7), ali objavljeni rezultati ne omogućuju prihvatanje jedinstvenog mišljenja jer često stoje u suprotnosti. Tako *Pallardo* (4) navodi da je porast količine 17-ketosteroida u mokraći pri mišićnom naporu utoliko veći ukoliko je veća fizička kondicija ispitivanih osoba; *Pink* (5) je izneo različite rezultate, a *Mitolo* (6) je našao da porast izlučivanja 17-ketosteroida pod uticajem fizičke vežbe postaje slabije izražen ukoliko se povećava radna sposobnost.

Naši se rezultati, prema tome, slažu s rezultatima koje je objavio *Mitolo* (6). Što se tiče neslaganja u rezultatima između drugih gore pomenutih autora, nije isključeno da razlike proizlaze iz uslova u eksperimentalnoj tehnici, naročito u pogledu vremenskih perioda za skupljanje uzoraka mokraće pre i posle mišićne vežbe. Ako se uzmu u obzir nalazi dobiveni u fazi oporavka posle mišićne vežbe koji govore da iza kratkotrajnog porasta izlučivanja 17-ketosteroida u toku mišićnog napora nastupa period sniženja izlučivanja 17-ketosteroida s mokraćom, onda se može pretpostaviti da vremenski razmaci uzimanja uzoraka mokraće za analize 17-ketosteroida mogu uticati na dobijene rezultate.



Složena metodika ispitivanja 17-ketosteroida, koja zahteva mnogo vremena za analize svakako utiče na činjenicu da je teško dobiti rezultate na velikim serijama eksperimenata koji bi bili pogodni za donošenje pouzdanih zaključaka, zasnovanih na detaljnoj statističkoj analizi. To je bio nedostatak svih citiranih radova, pa i našega. Teškoće prouzrokuje činjenica da su fiziološke individualne varijacije količina izlučenih 17-ketosteroida velike i otežavaju statističku obradu pa se zaključci o promenama njihovih vrednosti donose na osnovu posmatranja srednjih vrednosti. Moguće je da su i ovi momenti doprineli nađenim razlikama u literaturi.

#### ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženih rezultata, iako je broj podataka malen za statistički pouzdane zaključke, stiče se sledeći dojam:

1) Kod odabranih netreniranih osoba intenzivan mišićni rad kratkog trajanja izazvao je kratkotrajni porast brzine izlučivanja 17-ketosteroida s mokraćom.

2) Porast izlučivanja 17-ketosteroida pri mišićnom naporu kod netreniranih osoba najjače je bio izražen prvoga dana treniranja, narednih dana je bio manji, a na kraju trinaestodnevnog treniranja potpuno se izgubio.

3) Pozni efekt mišićnog rada na izlučivanje 17-ketosteroida ogleda se u tome što su u oporavku pri mirovanju 5 časova posle vežbe vrednosti 17-ketosteroida u mokraći bile niže nego pre rada.

4) Trinaestodnevni trening nije uticao u smislu izmene ovog poznog efekta mišićnog rada na izlučivanje 17-ketosteroida.

#### Literatura

1. Davidović-Milovanov, D., Đuričić, I., Sekulić, S., Ueljkić, U., Samardžić, D., Savić, U., Petrović, M.: Uticaj akutnog zamora na izlučivanje 17-ketosteroida sa mokraćom, »Posebna izdanja« Srpske akademije nauka i umetnosti CCCLXXXIII Odeljenje medicinskih nauka, 7 (1964) 139.
2. Davidović-Milovanov, D., Grujić, B.: Izlučivanje 17-ketosteroida sa mokraćom pod raznim uslovima života, II kongresni sastanak Društva fiziologa Jugoslavije, 1-3. jun 1961, Beograd.
3. Birket-Smiths, E.: Acta psych. neurol. scand., 4, (1952) 423.
4. Pallardo, L. F., Rodriguez, P., Neira, J. M.: Glycémie, niveau, des catabolites tri-carbonés dans le sang et élimination urinaire des 17-ketosteroides chez les sportives entraînés, à la suite de l'exercice musculaire et du point de vue du syndrome général d'adaptation de Selye, IX Congrès intern. de Médecine sportive, Paris, mai-juin 1952, 84.
5. Pin, G.: Médecine, éducation physique et sport, 27 (1953), 18.

6. *Mitolo, M.*: L'entraînement a l'exercice physique dans le cadre du »syndrome général d'adaptation«, IX Congrès international de médecine sportive, Paris, 30 mai-1 juin 1952.
7. *De Marais, A., Dugal, L. P.*: Rev. Canad. de Biol., 7 (1948), 662 (cit. Mitolo).

#### Summary

#### EFFECT OF MUSCULAR TRAINING ON URINARY 17-KETOSTEROIDS

The changes in the elimination of 17-ketosteroids in the urine due to short-lasting intense muscular work in the course of training have not yet been fully explained. The problem was studied in untrained healthy students-volunteers aged 20-22 in conditions of everyday muscular work, for 13 days, before and after the exercise as well as during restitution 5 hours after the cessation of work. The determination of 17-ketosteroids in urine was carried out quantitatively using own modification of the Zimmermann reaction. The exercise on the Müller's bicycle-ergometer was performed every day at 8 a. m, with a load of 1500 mkg/min, while the total maximal load was 18,000 kgm for a 12-minute work. All healthy subjects were not able to endure the load, so that only those who accomplished this very strenuous exercise, remained in the experiment. The results are shown in tables and graphs. A difference was found in the mean 17-ketosteroid values before and after muscular effort. In untrained persons muscular effort induced a short increase in the 17-ketosteroid elimination. This effect was most marked the first day of training, it was less the following days, and completely disappeared at the end of the 13-day period. During restitution (a 5-hour rest after work) the urinary 17-ketosteroid values were lower than before work. This late effect of muscular effort on the elimination of 17-ketosteroids in urine was in agreement with the results of the authors' earlier investigations which had shown that a few hours after the muscular effort the 17-ketosteroid elimination is diminished. The training was not found to produce any changes in this late effect of muscular work on the 17-ketosteroid elimination.

*Department of Experimental Physiology  
and Physiology of Work, Institute for  
Medical Research, Belgrade*

*Received for publication  
May 6, 1968.*