

R A D O V I

Transactions Trydbi

D. STANKOVIĆ, D. RAMADANOVIĆ i T. PLEČAŠEVA

UTICAJ VITAMINA C NA FIZIČKI RAD U PREGREJANOJ SREDINI

Ispitan je sadržaj vitamina C u krvi radnika pre i posle rada u različitim toplotnim uslovima.

Radnici, koji obavljaju lak fizički rad u pregrejenoj sredini, imaju i pre i posle rada približno isti sadržaj vitamina C u krvi kao radnici, koji obavljaju težak fizički rad u normalnim klimatskim uslovima. Prema tome i lak fizički rad u pregrejenoj sredini treba smatrati kao težak rad.

Nizak sadržaj vitamina C u krvi kod radnika izloženih uticaju toplote i radnika, koji obavljaju teške fizičke poslove, pokazuje, da se ovi radnici nalaze skoro na granici avitaminoze, što, s obzirom na povećanu potrebu organizma u vitaminu C u vezi s napornim radom, može pretpostavljati opasnost, u prvom redu od infekcije. Stoga se preporučuje, da se ovim radnicima daje vitamin C.

I Saopštenje:

SADRŽAJ VITAMINA C U KRVI PRE I POSLE RADA KOD RADNIKA IZLOŽENIH UTICAJU TOPLINE

Pitanje uticaja vitamina C na fizički rad odavno privlači pažnju velikog broja istraživača. Mnogo pre nego što je bio otkriven sam vitamin C, u vreme dok su još posade na brodovima trpile od skorbuta, zapaženo je da su od ove bolesti obično među prvima obolevali baš oni mornari koji su na brodu obavljali najteže fizičke radove (1). Mnogobrojnim ogledima na životinjama, a kasnije i na čoveku, utvrđeno je da fizički rad povećava potrebe organizma za vitaminom C. Van Ekeelen (2) našao je smanjenu količinu vitamina C u jetri i nadbubrezima pacova koji su prethodno bili zamarani do potpune iscrpljenosti. Ovo su kasnije potvrdili i radovi Von Mattesa (3) i Armentanoa (4). Po Brummeru (5) švajcarski

vojnika za vreme napornog marševanja pod punom ratnom spremom troši dnevno oko 200 mg vitamina C, dok je za obavljanje običnih poslova za osobu tešku oko 60 kg dovoljno 20–30 mg. Suprotno mišljenje zauzimaju Fox i sar. (7), navodeći da rudari u Južnoj Africi primaju dnevno manje od 15 mg vitamina C, dakle, količinu koja je daleko ispod predviđenog minimuma, pa ipak su u stanju da obavljaju vrlo teške fizičke poslove. Kontradiktorni podaci bili su poslednjih godina povod za niz novih istraživanja koja su u većini slučajeva samo potvrdila da fizički napori povećavaju potrebe organizma na vitaminu C (8) (9).

U novije vreme izučavanje dejstva vitamina C na fizički rad dobija sve više endokrinološki aspekt. Utvrđeno je da promene sadržaja vitamina C u nadbubrežnim žlezdama i krvnoj plazmi stoje u tesnoj vezi sa aktivnošću sistema hipofiza – nadbubrežna žlezda (10) (11). Isto tako nađeno je da u toku kroničnog stresa dolazi do povećanog izlučivanja vitamina C u mokraći (12).

Ostavljajući po strani mnogobrojne pretpostavke o mehanizmu dejstva hipofiza – nadbubrežne žlezde na metabolizam vitamina C (13) (14) (15) (16), koje nesumnjivo imaju važan teoretski značaj, za praksu ostaje od osobite važnosti sama činjenica, da vitamin C može povoljno uticati na poboljšanje fiziološkog procesa adaptacije (17) (18) (19). Ovo je napose važno za fiziologiju rada, jer davanje vitamina C predstavlja relativno pogodan način da se, uporedo sa preduzimanjem mera tehničke zaštite, poboljša i fiziološka zaštita čoveka koji je u toku rada izložen čitavom nizu raznih štetnih uticaja, kao što su: toplina, hladnoća, vibracija, zvučni impulsi itd. Iako su davanjem vitamina C u cilju zaštite od topline činjeni izvesni pokušaji (20) (21), samo pitanje nije još u dovoljnoj meri naučno obrađeno i o njemu postoje kontradiktorni podaci. To je bio još jedan razlog da u tom pravcu preduzmemo naša ispitivanja. Kao jednu od pripremljenih radnji ispitivali smo sadržaj vitamina C pre i posle rada kod više grupa radnika koji rade u različitim klimatskim uslovima. Polazeći od utvrđene činjenice da je potrošnja vitamina C kod radnika u običnim klimatskim uslovima srazmjerna težini fizičkog rada, u ovom radu pokušali smo da ispitamo uticaj pregrejane sredine na fizički rad.

Metoda rada

Ispitivane su tri grupe radnika: jedna eksperimentalna i dve kontrolne. U eksperimentalnu grupu (I grupa) odabrani su radnici koji obavljaju lak fizički rad, ali u pregrejanim radnim prostorijama (globus temperatura: 41–69° C, suva 34–40° C, vlažna 15–20° C i brzina kretanja vazduha ispod 0,01 m/sec). Sami pogoni nisu dovoljno mehanizovani, tako da je cela eksperimentalna grupa u toku osmočasovnog radnog vremena preko pet časova direktno izložena zračenju od usijanih metalnih blokova, koji

u toku obrade povećavaju svoju usijanu površinu preko 200%. Jedan deo radnika ove grupe, koji rade na signaturi, u toku rada približava se usijanoj železnoj površini na pola metra daljine bez ikakve zaštite. Stanje je utoliko teže što ista radna prostorija istovremeno služi kao skladište, gde se obrađeni materijal drži sve dok se ne ohladi. Na taj način, prostor na kome se kreću radnici, zbog zračenja i hlađenja blokova, predstavlja neku vrstu zatvorene suve komore. Naročito su teški uslovi u kabini kranovode u odelenju dubinskih peći. Radnik je u jednoj metalnoj kabini sa drvenim podom i staklenim zidom na prednjoj strani u toku rada izložen otvorenoj dubinskoj peći na otstojanju od 3 metra (temperatura peći oko 1100° C, usijana površina iznosi 10 m²). U tom položaju radnik se nalazi svakih 10 do 15 minuta prosečno 1–2 minute. Toplotno zračenje u ovoj kabini dostiže 55° C (globus temperatura). Važno je istaći da na svim ovim radnim mestima ne postoji lična zaštita ni uređaji koji bi olakšali rad u pogledu topline. U toku osmočasovnog radnog vremena ovi radnici izlučuju oko 3 do 4 litre znoja gubeći u težini prosečno 2–3 kg. Za vreme jedne smene oni obično popiju oko 3–4 litre vode. (Gaziranu vodu, koja je bez soli, ne dobivaju redovno).

Dve kontrolne grupe su odabrane iz radionica gde se rad odvija pod normalnim klimatskim uslovima (temp. suva = 20–23° C, vlažna = 12–16° C). Jedna grupa (II) obavljala je teške fizičke poslove, utovarujući teške železne komade u vagon. Svakih dva minuta radnik je dizao teret od 50 kilograma do iznad visine glave i ubacivao ga u vagon. Druga kontrolna grupa (III), sastavljena od radnika raznih profesija, obavljala je lak fizički rad pod normalnim klimatskim uslovima.

Za ispitivanje su uzeti u obzir samo zdravi muški radnici. U odabiranju grupa nastojali smo da radnici budu iste životne dobi i da imaju približno jednake uslove života i ishrane.

Askorbinska kiselina u krvi određivana je titrimetriki sa 2,6 dihlorfenolindofenolom po Devjatninu i Josikovoj (22) (23) (24). Rastvor n/1000 2,6 dihlorfenolindofenola pravljen je sa fosfatnim puferom pH = 7, jer je u vodenom rastvoru nestabilan. Rastvor je držan u ledu u tamnoj boci. Titriran je sa sveže pripremljenom 1-askorbinskom kiselinom, koja je rastvorena u rashlađenoj prokuvanoj redestilovanoj vodi sa dodavanjem 2–3 kapi 5% metafosforne kiseline. S obzirom na teške uslove za laboratorijski rad na terenu, ova nam se metoda učinila najpristupačnijom. Dobivene rezultate kontrolisali smo rastvorom poznate koncentracije 1-askorbinske kiseline. Kako ovom metodom nije obuhvaćena dehidroaskorbinska kiselina, to je stvarna vrednost vitamina C nešto veća od naših rezultata.

Sva ispitivanja su vršena u kasno proleće, krajem maja i početkom juna, kad su obično vrednosti vitamina C u krvi najniže i varijacije uslovljene ishranom najmanje.

REZULTATI

U tablici I prikazani su rezultati ispitivanja sadržaja vitamina C u krvi radnika pre i posle rada u različitim toplotnim uslovima.

Tablica I

Tabelarni pregled koncentracija vitamina C u krvi pre i posle rada

Redni broj eksperimenta	Eksperimentalna grupa	Sadržaj vitamina C u krvi – u mg %/o		Sadržaj vitamina C u krvi – u mg %/o		Kontrolna grupa	Redni broj eksperimenta
		pre rada	posle rada	pre rada	posle rada		
1 J. J.	I	0,31	0,52				
2 B. D.	I	0,42	0,33				
3 S. I.	I	0,31	0,26				
4 Š. I.	I	0,60	0,33				
5 B. A.	I	0,78	0,43	0,40	0,30	II	1 S. R.
6 Š. E.	I	0,98	0,25	0,26	0,18	II	2 S. S.
7 D. M.	I	0,33	0,20	0,52	0,36	II	3 P. D.J.
8 H. M.	I	0,31	0,28	0,36	0,18	II	4 P. Š.
9 H. S.	I	0,78	0,31	0,36	0,26	II	5 H. N.
10 S. M.	I	0,31	0,40	0,35	0,18	II	6 S. H.
11 B. M.	I	0,26	0,46	0,28	0,16	II	7 K. B.
12 Š. A.	I	0,31	0,30	0,46	0,18	II	8 D. R.
13 M. S.	I	0,36	0,20	0,41	0,23	II	9 M. R.
14 J. A.	I	0,31	0,18	0,36	0,18	II	10 V. P.
15 M. S.	I	0,41	0,23	0,44	0,20	II	11 S. S.
16 H. N.	I	0,27	0,15				
17 H. M.	I	0,24	0,18				
18 V. M.	I	0,44	0,28				
19 M. M.	I	0,23	0,13				
20 M. I.	I	0,78	0,19	0,76	0,55	III	1 L. Š.
21 J. B.	I	0,28	0,23	1,05	0,75	III	2 M. Ž.
22 G. M.	I	0,28	0,15	0,60	0,38	III	3 A. L.
23 S. R.	I	0,31	0,14	0,70	0,52	III	4 J. Ž.
24 A. L.	I	0,33	0,15	0,55	0,30	III	5 K. O.
25 D. M.	I	0,33	0,18	0,70	0,56	III	6 Š. R.
26 M. B.	I	0,36	0,15	0,60	0,52	III	7 D. M.
27 J. M.	I	0,31	0,26				
28 K. I.	I	0,36	0,20				
29 P. B.	I	0,30	0,20				
30 B. M.	I	0,32	0,19				

Statistička analiza (Tablica II, III, IV i V) pokazuje da nema značajne razlike (uz 5%-ni nivo značajnosti) u sadržaju vitamina C u krvi radnika I i II grupe, ni pre ni posle rada, ali postoji značajna razlika u sadržaju vitamina C između radnika I odnosno II i III grupe; radnici III grupe imaju veću koncentraciju vitamina C i pre i posle rada nego radnici I i II grupe.

Tablica II

Sadržaj vitamina C u krvi pre rada

	G r u p e			Ukupno
	I	II	III	
Srednja vrednost sadržaja vitamina C u krvi u mg %/o	0,397	0,382	0,709	0,439
N	30	11	7	48

Tablica III

Analiza varijance

Varijanca	Suma kvadrata	Stepeni slobode	Srednji kvadrati
Među grupama	0,5976	2	0,2988
Unutar grupa	1,2575	45	0,0279
Ukupno	1,8542	47	

$$F = \frac{0,2988}{0,0279} = 10,71 > F_{0,01}(2,45)$$

Tablica IV

Sadržaj vitamina C u krvi posle rada

	G r u p e			Ukupno
	I	II	III	
Srednja vrednost sadržaja vitamina C u krvi u mg %/o	0,249	0,219	0,511	0,281
N	30	11	7	48

Tablica V
Analiza varijance

Varijanca	Suma kvadrata	Stepeni slobode	Srednji kvadrati
Među grupama	0,4452	2	0,2226
Unutar grupa	0,4545	45	0,0101
Ukupno	0,8997	47	

$$F = \frac{0,2226}{0,0101} = 22,0 > F_{0,1\%} (2,45)$$

Na osnovu analize varijance proizlazi da nema značajne razlike u potrošnji vitamina C između I, II i III grupe. Potrošnja je ista, bez obzira na početni nivo vitamina C u krvi.

Tablica VI
Razlike u koncentraciji vitamina C pre i posle rada

	G r u p a			Ukupno
	I	II	III	
Srednja vrednost sadržaja razlika vitamina C u krvi u mg %	0,149	0,163	0,197	0,159
N	30	11	7	48

Tablica VII
Analiza varijance

Varijanca	Suma kvadrata	Stepeni slobode	Srednji kvadrati
Među grupama	0,0136	2	0,0068
Unutar grupa	1,1677	45	0,0259
Ukupno	1,1813	47	

$$F = \frac{0,0068}{0,0259} = 0,263 < F_{0,05} (2,40)$$

DISKUSIJA I ZAKLJUČCI

Približna podudarnost srednjih vrednosti vitamina C u krvi pre i posle rada kod I i II grupe radnika pokazuje da je koncentracija vitamina C kod radnika u pregrejanom sredini koji obavljaju lak fizički rad skoro jednaka kao kod radnika koji obavljaju težak fizički rad, ali u običnim klimatskim uslovima. Male razlike u sadržaju vitamina C u krvi pre i posle rada kod I i II grupe radnika rezultat su ne toliko malog unošenja vitamina, koliko osiromašenja organizma u vitaminu C usled povećane potrošnje. Niske koncentracije vitamina C, na koje se organizam vremenom navikava time što smanjuje njegovo izlučivanje u mokraći, pokazuju da se I i II grupa radnika nalaze na granici hipovitaminoze, koja, s obzirom na težak rad i u vezi sa tim veliku potrošnju vitamina C, može imati za posledicu opštu slabost organizma, u prvom redu smanjenu otpornost prema infekcijama.

Upoređujući vrednost vitamina C u krvi pre i posle rada kod pomenutih grupa radnika, može se, prema tome, zaključiti da je radnicima u pregrejanom pogonima, bez obzira na lak fizički posao, potrebna približno ista količina vitamina C kao radnicima koji obavljaju teške radove u običnim klimatskim uslovima. Prema tome, lak fizički rad u pregrejanom sredini treba smatrati za težak rad.

Higijenski zavod
Sarajevo

Radnja primljena
16. III. 1954.

Literatura

1. Bicknell, F., Prescott, F.: The Vitamins in Medicine (1948) 443.
2. Van Eckelen, M., Emmerie, A., Wolf, L. K.: Ueber die Diagnostik der Hypovitaminosen A und C durch die Bestimmung dieser Vitamine im Blut, Ztschr. f. Vitaminforsch., 6 (1937) 150.
3. Wachholder, K., Podestà, K., H.: Unterschiede im Gehalt an Ascorbinsäure und in der Fähigkeit diese zu oxydieren und zu reduzieren bei biologisch verschiedenen beanspruchten Muskeln, Pflüg. Arch. f. die gesamte Physiologie des Menschen und der Tiere, 238, 5 (1937) 615.
4. Armentano, L., Benzath, A.: Die Wirkung der Ascorbinsäure auf den Stoffwechsel und auf das Blut, Ztschr. f. ges. exper. Med., 96 (1935) 321.
5. Brunner, H.: Vitamin C und Militärsport, Schweiz. med. Wchnschr., 71 (1941) 715.
6. Stanković, D.: Prilog izučavanju uticaja vrsta i uslova rada na krvni pritisak. - Uticaj pregrejanje sredine na krvni pritisak radnika, Glas odeljenja medicinskih nauka, SAN, 5 (1952) 117.
7. Fox, F., W., Dangerfield, L., F.: Ascorbic acid and Human Nutrition, Proc. Transvaal Mine Med. Officers' Ass., 19 (1940) 249.
8. Wachholder, K.: Steigerung des Umsatzes und des Verbrauches an Vitamin C bei der Muskelarbeit, Arbeitsphysiologie 14 (1950) 241.
9. Michelius, H., F., Straub, H., H.: Vitamin C - Bestimmung im Blute. Biochem. Z., 94 (1940) 305.

10. *Sayers, G.*: Effect of Adrenotropic Hormone on Ascorbic Acid and Cholesterol Content of the Adrenal, *Proc. Soc. exper. Biol. Med.*, 55 (1944) 238.
11. *Skelton, F. R., Fortier*: The influence of oral Ascorbic Acid administration on the adrenal cortical response to ACTH, *Canad. J. Med. Sc.* 29 (1951) 100.
12. *Selye, H.*: Stress and General Adaptation Syndrome, *Brit. Med. J.*, 17 (1950) 1383.
13. *Schroeder, H.*: Vitamin - C - Mangel durch Stress bzw. nach ACTH und Cortizondarreichung, *Med. Wchschr.*, 8 (1952) 339.
14. *Weiner, J. S., Van Heyninger, R. E.*: Salt losses of men working in hot environments, *Brit. J. Ind. Hyg.*, 1 (1951).
15. *Locke, W., Talbot, N.*: Studies on the combined use of measurement of Sweat electrolyte composition and rate of Sweating as an index of adrenal cortical activity, *J. Cl. Investig.*, XXX, 3 (1951) 642.
16. *Kajahan, S.*: The Effect of high Doses of Ascorb. Acid on Functions of the Adrenal Glands, *J. of Endocr.*, 3 (1952) 8.
17. *Théfien, M.*: Action synergique de l'acide ascorbique et du sang de rats exposées au froid sur le poids des surénales de rats normaux, *Rev. canad. biol.* 11 (1952) 190.
18. *Božović, Lj.*: Vitamin C i adaptacija na toplinu, *Arh. hig. rada*, 1 (1951) 70.
19. *Božović, Lj.*: Uticaj vitamina C na aktivnost nadbubrežne žlijezde u alarm reakciji, *Acta med. jugoslav.*, 5 (1951) 292.
20. *Weaver, W.*: The Prevention of Heat Prostration by Use of Vitamin C, *Sauth. Med. Journal*, 5 (1948) 479.
21. *Robinson, S., Kineaid, R., Rhamy, R.*: Effect of Desoxycorticosterone acetate on Acclimatization of Man to Heat, *J. of Applied Physiology*, 2 (1950) 406.
22. *Devjatnin, U. A., Josikova, M. D.*: Trudi Centr. instituta gematolog. i pereliv. krvi (1937) 15.
23. *Devjatnin, U. A.*: Vitamini (1948) 105.
24. *Conn, J., W.*: The Mechanism Acclimatization to Heat. *Advances in Internal Medicine* (1949) 101.

Summary

THE INFLUENCE OF VITAMIN C ON WORKING
EFFICIENCY IN HOT ENVIRONMENT

The content of vitamin C in blood of workers was determined before and after the work in different thermal environment.

No statistically significant difference was found in vitamin C content in blood between subjects performing light work in hot environment and those performing heavy work in normal thermal environment. Even light work in hot environment should, therefore, be concerned as heavy physical work.

The low content of vitamin C in both groups of workers (those working in hot environment and those performing heavy work in normal thermal condition) showed that these subjects were almost on the limit of avitaminosis. The administration of C vitamin is therefore recommended in such cases.

*Institute of Hygiene
Sarajevo*

*Received for publication
16. III. 1954*