

*Admira Koničanin-prof.  
Gimnazija i Tehnička škola  
Arif Bronja - prof.VSCG.*

## UTICAJ NADMORSKE VISINE NA FIZIOLOŠKO-FUNKCIONALNE SPOSOBNOSTI STUDENATA

### 1. UVOD

Pojedine fizičke aktivnosti se odvijaju u razređenoj ili zgusnutoj sredini (atmosfera), koja je normalnog hemijskog sastava, ali je parcijalni pritisak kiseonika i drugih gasova snižen. Od sportskih aktivnosti možemo pomenuti planinarenje i boravak u prirodi, jedrenje u vazduhu, biciklizam (zbog naglih promena nadmorske visine), ronjenje (povišeni atmosferski pritisak), alpinistička penjanja na (500,600,700,800 i preko 800m N.V.).

Svakih 1000m (N.V-nadmorske visine) pada temperatura za 6.5°C a vazduh postaje ređi. To utiče na veći gubitak tečnosti kod napora a vazдушna ventilacija suvog i hladnog vazduha može delovati nadražajno na respiratorne puteve.

Radna sposobnost opada sa visinom i to od 1200m i većim nadmorskim visinama, ako napor uključuje veći broj mišića i traje duže od 2 minuta. Kod sportista i zdravih osoba ne bi trebalo biti promena kako funkcionalnih tako i fizičkih do 3000m nadmorske visine.

#### 1.1 Visinski poremećaji

Poremećaji fizioloških funkcija koji nastaju na velikim visinama se nazivaju visinski poremećaji. Pri boravku u razređenoj planinskoj sredini na visini preko 3000m-4000m nadmorske visine dolazi kategorično do niza poremećaja fizioloških funkcija i manifestuju se na različite načine u zavisnosti od visine, dužine boravka i brzine penjanja.

#### 1.2 Reakcije organizma na raznim visinama planinska bolest-sindrom visine

Zdravi ljudi ne naviknuti na život na visinama pri laganom penjanju dospevaju do visine 3000m-3500m nadmorske visine. U početku reaguju na nastale promene nizom relativno manjih promena svojih frekvencija: dublje disanje, povećana frekvencija pulsa, smanjena osetljivost čulnih organa. Pri bržem penjanju na visine preko 3000m dolazi do bitnih i uočljivih promena, naročito kod slabo adaptiranih ljudi.

### 1.3 Aklimatizacija

Po Gajtonu i njegovim dosadašnjim istraživanjima dolazimo do zaključka da je aklimatizacija adaptacija organizma kao posledica boravka na višim nadmorskim nivoima. To je postepeno prilagođavanje, privikavanje na visoke nadmorske visine na niži atmosferski pritisak i razređeni vazduh, niske temperature, koje mogu biti smrtonosne.

Podaci o količini eritrocita kod osoba koje su dugo živeće na većim nadmorskim visinama :

Nadmorska visina ( m)	Količina eritrocita u 1mm <sup>3</sup> krvi ( mln)milioni
0	4,5 -5.0
800- 1.000	5,5-6,0
1.500 -2.000	6,0-6,5
3.600	6,8
4.500	7,0

### 1.4 Dejstvo smanjenog vazdušnog pritiska

Sa porastom nadmorske visine opada atmosferski pritisak , gustina i temperatura vazduha, smanjuje se oblačnostpovećava se intenzitet i trajanje sunčevog osvetljenja (ulavnom ultraljubičastog dela spektra), smanjuje količina padavina, veća je snaga vetrova, povećava se sposobnost hlađenja i isušivanj (dehidratacija). U atmosferi se nalazi 1/5 kiseonika=20%.Prilikom penjanja opada atmosferski pritisak i kiseonik.

### 1.5 Radovi u uslovima smanjenog atmosferskog pritiska

Normalno je da čovek neki posao u niziji obavlja za kratko vreme i sa malim utroškom energije, kiseonika nego isti taj posao da obavlja na velikim nadmorskim visinama gde se umor javlja brže sa većim gubitkom energije i kiseonika, što zahteva veći odmor.

### 1.6 Prirodna aklimatizacija osoba rođenih na velikim nadmorskim visinama- gajton

Mnogi domoroci na Andima (Južna Amerika) i Himalajima (Tibet) žive na visinama do 5000m-5300m nadmorske visine a rade u rudnicima na 5800m nadmorske visine.Deo ovog stanovništva je ovde rođen i provodi ceo svoj život vek, živeći, radeći i baveći se sportom.Proces aklimatizacije domorodaca počinje od rođenja.

### 1.7 Hipoksija i njene karakteristike

Pod hipoksijom podrazumevamo nedostatak kiseonika u tkivima ili u organizmu u celini.Ona može nastati iz više razloga:

1. krv je nedovoljna zasićena kiseonikom-DISAJNA JIPOKSIJA,

2. usled anemije , smanjena sposobnost krvi da prenosi kiseonik,
3. raznim otvorima tkiva mogu biti onesposobljena za korišćenje kiseonika-

### **1.8 Akutna planinska bolest i plućni edem na velikoj nadmorskoj visini**

Ovu oblast najviše proučavao naučnik Gajton i preko njegovih dosadašnjih zapažanja i naučnih istraživanja dolazimo do veoma važnih podataka i naučnih zaključaka. Osobe koje se popnu veoma brzo na veliku nadmorsku visinu akutno se razbole i mogu da umru ukoliko im se ne da kiseonik ili se ne spuste na manju nadmorsku visinu.

### **1.9 Hronična planinska bolest ( gajton)**

Ovoj oblasti i svim naučnim istraživanjima vezanim za nju najviše je zaslužan Gajton. Po njemu čovek može dobiti hroničnu planinsku bolest ko duže boravi na velikoj nadmorskoj planini.

### **1.10 Frekfcenija srca u normalnim uslovima radovan medved**

Kada čovek miruje srce u svakom minutu ispumpa 4-6l/min. Krvi. U toku teškog fizičkog napora srce ispumpa količinu krvi koja je čak 4-7 puta veća od ove količine.

### **1.11 Činioci koji utiču na frekfceniju srca - vesna đurđević i de vris-**

Frekfcenija srca u mirovanju široko varira od pojedinca do pojedinca, a isto tako i kod pojedinca od jednog posmatranja do drugog u sličnim okolnostima, stoga je skoro besmisleno govoriti o normalnoj frekfceniji srca.

### **1.12 merenje frekfcenije srca-radovan medved**

Frekfcenija srca se meri u sledećem položaju palpacijom na arteriju radialis u toku jedne minute ili kraće (ako se meri 15 sekundi i dobijena vrednost se pomnoži sa 4). Frekfcenija srca u mirovanju zavisi od godina, pola, stanja utreniranosti i zdravstvenog stanja.

Kod sportista sa porastom stanja utreniranosti se usporava frekfcenija srca. To je pojava takozvane sportske bradikardije uslovljene pomeranjem vegetativne ravnoteže prema parasimpatikusu. Takođe je zapaženo da postoji odnos između veličine srca i frekfcenije srca.

## **2. PREDMET, CILJ I ZADACI ISTRAŽIVANJA**

PREDMET ovog istraživanja je ispitivanje uticaja povećane nadmorske visine na fiziološko-funkcionalne sposobnosti studenata III godine fakulteta za fizičku kulturu Univerziteta u Prištini.

CILJ istraživanja je utvrđivanje promena frekfcenije pulsa na povećanim nadmorskim visinama.

**ZADACI** istraživanja su :

- utvrditi nivo frekvencije srca na nadmorskoj visini 560m-Priština,
- utvrditi nivo frekvencije srca na nadmorskoj visini 900m- Hotel Narcis,
- utvrditi nivo frekvencije srca na nadmorskoj visini 1600m-Hotel-Molika,
- utvrditi nivo frkfencije srca na nadmorskoj visini 2260m-Vrh staze Lavlja vrata.

### **3. DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA**

Dosadašnja istraživanja koja su se bavila ispitivanjem uticaja povećane nadmorske visine na fiziološko-funkcionalne sposobnosti čoveka iz literature koja nam je bila dostupna su :

- Radovan Medved,
- Gajton,
- Američka fiziologija :nadmorska visina i čovek,
- Blomkvist i Ston : kardiovaskularno prilagođavanje na stres,
- Brendel : nadmorska visina fiziologije i medicine.

### **4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA**

Na osnovu predmeta,cilja i zadataka istraživanja postavljamo hipoteze naučnog istraživanja.

H1- postoji statistički značajna razlika u frekvenciji pulsa na nadmorskoj visini 560m-900m n.v (Priština- Hotel-Narcis),

H2- postoji statistička značajna razlika u frekvenciji pulsa na nadmorskoj visini 560m-1600m n.v. (Priština-hotel-Molika),

H3- postoji statistički značajna razlika u fekvenciji pulsa na nadmorskoj visini 560m-2260m (Priština-početak staze Lavlja vrata),

H4- postoji statistički značajna razlika u frekvenciji pulsa na nadmorskoj visini 900m-1600m n.v. (Hotel Narcis-Hotel Molika),

H5- postoji statistički značajna razlika u fekvenciji pulsa na nadmorskoj visini 900m-2260m n.v. (Hotel Narcis-vrh staze Lavlja vrata),

H6- postoji statistički značajna razlika u frekvenciji pulsa na nadmorskoj visini 1600m-22600m n. (Hotel-Molika-vrh staze-Lavlja vrata).

### **5. METODE RADA**

Istraživanje je sprovedeno na Brezovici februara meseca (10.02-21.02.1998.godine) u okviru realizacije praktične nastave “Smučanje“ i to na visinama 900,1600 i 2260m nadmorske visine.

Istraživanje je obuhvatilo 43 studenta muškog pola prosečne starosti 22 godine  $\pm$  šest meseci.

Inicijalno merenje frekvencije pulsa izvršeno je na uzorku od 39 studenata nakon završene aktivnosti u vreme odmora na nadmorskoj visini 900m Hotel Narcis.

Frekvencija pulsa u svim slučajevima merna je kod studenata u uspravnom stavu s palpacijom na arteriju radijalis. Množenjem dobijenih rezultata sa 4, dobijamo frekvenciju srca u minuti. Sva mernja su obavljena van prostorije u vremenu 10,00h (pre podne).

Sledeće merenje je obavljeno na uzorku od 19 ispitanika na visini od 1600m – Hotel Molika. S obzirom da je merenje obavljeno u toku realizacije nastave, ispitanici su se pre merenja 15 minuta odmarali.

Finalno merenje je obavljeno na visini od 2260 m-početak staze Lavlja vrata na uzorku od 11 ispitanika, koji su i ovom prilikom pre merenja imali 15 minuta odmora.

Dobijeni rezultati na ovim visinama su upoređeni sa rezultatima dobijenim u mestu studiranja, na nadmorskoj visini od 560m dobijenim na uzorku od 18 ispitanika.

Statistička obrada podataka je vršena u računarskom centru fakulteta za fizičku kulturu Univerziteta u Ptištini.

## 6. REZULTATI SA DISKUSIJOM

Merenjima koja su obavljena u toku ovog-pilot istraživanja dobijena je minimalna frekvencija pulsa od  $54^{\circ}/\text{min}$  na nadmorskoj visini 2260m početak staze Lavlja vrata.

Merenjem frekvencije pulsa na nadmorskoj visini od 900m dobijena je najniža frekvencija od  $60^{\circ}/\text{min}$ . kod trojice ispitanika koji se bave sportom (atletika, fudbal i rukomet) i maksimalna frekvencija pulsa od  $112^{\circ}/\text{min}$ . kod ispitanika koji se rekreativno bave odbojkom. Nađena je srdenja vrednost frekvencije pulsa od  $84.23^{\circ}/\text{min}$  sa srednjom devijacijom 15.72 i koeficijentom varijacije 18.66%.

Merenjem izvršenim na nivou Hotel Molika utvrđena je maksimalna frekvencija pulsa od  $120^{\circ}/\text{min}$ . kod ispitanika koji se ne bave aktivno sportom i minimalna frekvencija pulsa od  $74^{\circ}/\text{min}$  takođe kod ispitanika koji se ne bave sportom aktivno. Srednja vrednost frekvencije pulsa je  $968^{\circ}/\text{min}$ . sa srednjom devijacijom 12.73 i koeficijentom varijacije od 13.15%.

Finalnim merenjem, koje je obavljeno na nadmorskoj visini 2260m dobijena je maksimalna frekvencija pulsa od  $120^{\circ}/\text{min}$ . minimalna  $75^{\circ}/\text{min}$ . Obe vrednosti se odnose na ispitanike koji se ne bave aktivno sportom. Srednja vrednost frekvencije pulsa iznosi  $99.18^{\circ}/\text{min}$ . sa srednjom devijacijom od 11.18 i koeficijentom varijacije 11.27 %.

U tabeli 6.1 su predstavljene minimalne i maksimalne vrednosti frekvencije pulsa, srednje vrednosti frekvencije pulsa, srednje devijacije i koeficijenta varijacije koji nam govori koliko procenata frekvencija odstupa od srednje vrednosti frekvencije pulsa.

Tabela 6.1 Osnovni statistički parametri frekvencije pulsa u miru

Varijable	X	Sd	CV(SD/x)•100	MIN	MAX
Priština	69.72	10.85	15.56%	54	88
Narcis	84.23	15.72	18.66%	60	112
Molika	96.84	12.73	13.15%	74	120
2500 m	99.18	11.18	11.27%	75	120

Najkompaktnija relacija frekvencije pulsa je na nadmorskoj visini od 2260m tj. samo 11.27% frekvencija odstupa od srednje vrednosti. Na nadmorskoj visini 1600m procenat je 13.15% dok je najveći procenat odstupanja zabeležen na nadmorskoj visini od 900m i iznosi 18.66%. Srednja vrednost frekvencije pulsa raste adekvatno sa porastom nadmorske visine.

Iz tabele 6.2 možemo da vidimo da kriva grafika ima umereniji rast između 1600-2260 m nadmorske visine.

U vezi sa tim očekivali bi da sa povećanjem nadmorske visine nemamo adekvatno povećanje frekvencije pulsa, zbog toga što kardiovaskularni sistem ne odgovara adekvatnom frekvencijom srca, što bi uslovalo nastanak platoa na određenom nivou.

Rezultati merenja dobijeni na visinama 900,1600 i 2260 m nadmorske visine razlikuju se od rezultata dobijenih na nadmorskoj visini 560 m tj. u mestu studiranja.

Rezultati merenja na ovoj visini nam predstavljaju vrednost maksimalne frekvencije od 88°/min, maksimalne frekvencije od 54°/min i srednje vrednosti frekvencije srca od 69.7°/min sa srednjom devijacijom od 10.85 i koeficijentom varijacije 15.56%.

Tabela 6.3 Statistička značajnost razlika aritmetičkih sredina frekvencija pulsa na visinama 500-900m

Varijable	X	SD	t	p
Priština	69.72	10.85	3.84	<0.05
Hotel Narcis	84.23	15.72		

Iz tabele 6.3 vidimo da postoji statistički značajna razlika u frekvenciji pulsa na nadmorskoj visini 560-900m ( Priština- H.Narcis).

Tabela 6.4. Statistička značajnost razlika aritmetičkih sredina frekvencije pulsa na visinama 560-1600m

Varijable	X	Sd	t	p
Priština	69.72	10.85	6.77	<0.01
H.Molika	96.84	12.73		

Iz tabele 6.4 vidimo da postoji vrlo značajna statistička razlika u frekvenciji pulsa na nadmorskoj visini 560-1600m.

Tabela 6.5. Statistička značajnost razlika aritmetičkih sredina frekvencije pulsa na visinama 560-2260m

Varijable	X	SD	t	p
Priština	69.72	10.85	6.77	<0.01
Lavlja vrata	99.18	11.18		

Iz tabele 6.5 vidimo da postoji vrlo značajna statistička razlika u frekvenciji pulsa na nadmorskoj visini 560-2260m.

Tabela 6.6. Statistička značajnost razlika aritmetičkih sredina frekvencija pulsa na visinama 900-1600m.

Varijable	X	SD	t	p
H.Narcis	84.23	15.72	2.99	>0.05
H.Molika	96.84	12.73		

Iz tabele 6.6 vidimo da ne postoji statistički značajno razlika u frekvenciji pulsa na nadmorskoj visini 900-1600m.

Tabela 6.7 Statistička značajnost razlika aritmetičkih sredina frekvencije pulsa na visinama 900-2260m

Varijable	X	SD	t	p
H.narcis	84.23	15.72	2.89	>0.05
Lavlja vrata	99.18	11.18		

Iz tabele 6.7 vidimo da ne postoji značajna statistička razlika u frekvenciji pulsa na nadmorskoj visini 900-2260m.

Tabela 6.8. Statistička značajnost razlika aritmetičkih sredina frekvencije pulsa na visinama 1600-2260m.

Varijabla	X	SD	t	p
H.Molika	96.84	12.73	0.49	>0.05
Lavlja vrata	99.18	11.18		

Iz tabele 6.8 vidimo da ne postoji statistički značajna razlika u frekvenciji pulsa na nadmorskoj visini 1600-2260m.

## **7. ZAKLJUČAK**

Sprovedenim istraživanjem smo utvrdili da povećanje nadmorske visine ima uticaja na kardiovaskularni sistem ispitanika (studenata). Upoređujući rezultate dobijene na visini od 560m sa rezultatima dobijenim na nadmorskoj visini od 900,1600 i 2260m, uočava se sa sa porastom namorske visine dolazi do ubrzanja rada srca-tahikardije.

Numeričke vrednosti su veće u Narcisu, Molici i na 2260m u odnosu na vrednosti dobijene u Prištini, tj. za jedan dan-24h-100 397 puta imamo prosečno sistola srca u Prištini, dok u Narcisu imamo 121 291 otkucaja, što je za 20894 više u odnosu na Prištinu.

Na nadmorskoj visini 1600m broj sistola je 139450, dok na 2260m iznosi 142819. Ovi podaci govore da srce racionalnije radi u Prištini, a da razlika između Narcisa i Prištine od 20894 sistola, predstavlja ubrzanje srčanog rada-tahikardiju, koja u stvari predstavlja kompenzaciju za pad parcijalnog pritiska kiseonika, tj. srce ubrzanim radom nadoknađuje smanjeno dopremanje kiseonika.

To ubrzanje srčanog rada na 1600m iznosi 39053 otkucaja, a na 2260m iznosi 42422 otkucaja.

## **8. LITERATURA**

1. Medved R. I saradnici : "Sportska medicina", Jumena. Zgreb, 1987.
2. Vesna Đurđević: "Ergometrija", Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb, 1978.
3. Zvonimir Živković: "Priroda, Alpinizam, Aklimatizacija i Logorovanje", Beograd, 1979.
4. Herbert A. De Vris: "Fiziologija fizičkog napora u sportu i fizičkom vaspitanju", Beograd. 1976.
5. Artur C. Gajton : "Medicinska fiziologija", Beograd, 1996.

### **INFLUENCE OF THE HEIGHT ABOVE SEA LEVEL TO THE PHYSIOLOGICAL-FUNCTIONAL CAPABILITES OF THE STUDENTS**

The research was donl at the sample of 43 students of male sex at the average age of 22 years.

The aim: the change of heart pulse frequency was determined by the research.

The hyphotesis that the increas went of the height above sea level has the influence to the students' cardio-vascular syystem werw determined by the research.