

**SLOBODAN DRAGIČEVIĆ**

Mornarički školski centar »Maršal Tito« Split

Izvorni znanstveni članak

UDC 612.233.572.5:519.254

Primljeno 25. 6. 1984.

Revidirano 1. 4. 1985.

## LATENTNA STRUKTURA NEKIH MORFOLOŠKIH I FUNKCIONALNIH KARAKTERISTIKA VEZANIH ZA TRANSPORTNI SISTEM ZA KISIK

aerobni kapacitet / latentna struktura / studenti

Analiza izabranih varijabli provedena je algoritmom Little Jiff Mark IV. Izolirana su četiri faktora interpretirana kao faktor kapaciteta krvi da veže kisik faktor korpulentnosti tijela faktor regulacijske efikasnosti transportnog sistema za kisik i faktor maksimalne frekvencije pulsa.

### 1. UVOD

Ukupni ili totalni energetski kapacitet ljudskog organizma predstavljen je sumom maksimalnog primitka kisika ili anaerobnog kapaciteta. Kako ukupna količina anaerobne energije iznosi cca 100 kalorija, koja se kod velikih napora utroši u veoma kratkom vremenu, to bazičnu ili energetsku funkcionalnu sposobnost organizma vezujemo obično za aerobni kapacitet (S. Heimer i K. Štuka 1978). Problematika energetike ljudske aktivnosti uočena je, krajem devetnaestog i početkom dvadesetog stoljeća, već u prvim fazama razvoja fiziologije rada i sporta. Fletcher (1898, 1902, 1907) i Hol (1912, 1916) objavljuju niz radova o kisikovom dugu, stabilnom stanju, maksimalnom primitku kisika kod raznih sportova, koristeći i danas u preciznosti neprevaziđene postupke Douglas-Haldane, A. V. Hill (1920, 1923) istražuje odnos aerobnog i anaerobnog metabolizma u mišićima. Mnoge postavke i termini iz tog vremena održali su se i do današnjih dana.

Prostor aerobnog kapaciteta (transportnog sistema za kisik) Astrand i Rodahl (1970) definiraju slijedećim limitirajućim faktorima:

- količinom kisika u udahnutom zraku,
- ventilacijom pluća,
- difuzijom kisika iz alveola pluća do hemoglobina,
- količinom eritrocita i hemoglobina u njima,
- količinom krvi,
- sposobnošću srca da pumpa krv,
- distribucijom krvnog tlaka,
- prokrvavljenošću (kapilarizacija) mišića,
- difuzijom kisika iz kapilara do aktivnih stanica organizma,
- venskim povratom krvi u srce,
- efikasnošću mitohondrija u prenosu aerobne energije u APP-ADP sistem,
- nervno-mišićnim sistemom,
- motivacijom.

Veliki broj limitirajućih faktora, koji obuhvaćaju karlike transportnog lanca za kisik, još dovoljno ne objašnjavaju bit ovog mehanizma.

Teoretski i eksperimentalni radovi R. J. Shepharda (1967) ukazuju da su granice aerobnog kapaciteta, za mlade zdrave osobe na nivou mora, određene međusobnim djelovanjem minutnog volumena srca i koncentracijom hemoglobina. Do ovog zaključka Shephard dolazi primjenom jednadžbe provodljivosti kisika definirajući je kao sumu recipročnih vrijednosti parcijalnih segmenata četiriju osnovnih karika transportnog lanca za kisik. Na taj način je omogućio procjenu uskog grla u procesu transporta kisika na teoretskim osnovama.

S. Heimer na 216 industrijskih radnica srednje životne dobi provodi istraživanje s ciljem da se utvrde reprezentativne vrijednosti manifestiranih pokazatelja i latentnog prostora psihosomatskog statusa. Pritom je upotrijebljena barijera od 18 mjera koje su obuhvatile neke antropometrijske kao i funkcionalne karakteristike dišnog, neuromišićnog i cirkularnog sistema i jedan test za procjenu nivoa neurotičnosti. Faktoroskom analizom izolirana su tri značajna faktora:

- prvi je obuhvaćao karakteristike kojima je zajednički intenzitet emisije nervnih impulsa (reaktibilitet neuromišićnog sistema);
- drugi faktor odnosio se na kardiopulmonalnu sposobnost. Njegova struktura je upućivala na zaključak da je aerobna sposobnost značajno determinirana sposobnostima pojedinih segmenata transportnog sistema za kisik;
- na treći faktor su se projicirale varijable psihosomatskog statusa zavisne o tjelesnoj masi (arterijski krvni tlak i apneustička sposobnost).

A. I. Kaliničenko na uzorku od 20 trkača na duge staze analizira latentnu strukturu specijalne radne sposobnosti. Pritom upotrebljava bateriju testova koji pokrivaju prostor aerobnog i anaerobnog kapaciteta, te neke situacione testove za trku na 3000 m, koju simulira

na pokretnom sagu. Faktorskom analizom ekstrahirano je pet faktora od kojih su interpretirana samo tri:

- prvu latentnu dimenziju naziva faktorom kompleksnog usavršavanja motornih i vegetativnih funkcija na koji se značajno projiciraju varijable respiratornog i kardiovaskularnog sistema, kao i motorna struktura trćećeg koraka;
- drugi faktor je nazvan faktorom usavršavanja strukture trćećeg koraka;
- treći je izražen kao faktor anaerobnog kapaciteta, jer sadrži pokazatelje koji karakteriziraju sposobnost trkača da udalji moment maksimalne koncentracije nemetaboličkih viškova, a isto tako da se dostigne njihova visoka razina koncentracije u finišu.

Cilj ovog istraživanja je da se pokuša utvrditi latentna struktura nekih pokazatelja psihosomatskog statusa, koji pretežno ukazuju na ponašanje pojedinih segmenata transportnog sistema za kisik.

## 2. METODE ISTRAŽIVANJA

Uzorak ispitanika sačinjen je od 46 muškaraca, u dobi od 19—21 godine. U uzorku su zastupljeni pojedinci iz svih krajeva SFRJ, specijalistički su pregledani i proglašeni sposobnim za službu u JNA. Ispitanici žive vojničkim režimom života, a prije mjerenja su bili podvrgnuti specijalnom tromjesečnom kineziološkom tretmanu.

Uzorak mjernih instrumenata koji su korišteni nakon tromjesečnog kineziološkog tretmana usmjerenog na povećanje maksimalnog primitka kisika, konstruiran je sa svrhom da što bolje pokrije prostor aerobnog kapaciteta i omogući uvid u relevantnu strukturu funkcionalnih pokazatelja dominantnih u procjeni funkcionalnih sposobnosti organizma. Uzorak je konponiran od slijedećih varijabli:

1. Visina tijela u centimetrima (VISINA)<sup>1</sup>;
2. Težina tijela u kilogramima (TEŽINA);
3. Vitalni kapacitet u mililitrima (V. KAPAC);
4. Eritrociti u milionima po mm<sup>3</sup> krvi (ERITROC);
5. Hemoglobin u gr % u 100 ml krvi (HEMOGLOB);
6. Maksimalni pritisak kisika u ml (MAX O<sub>2</sub>);
7. Maksimalna frekvencija srca u trećoj min. rada (MAX FRQ 3);
8. Suma pulseva u tri minute oporavka (SUMA);
9. Frekvencija pulsa u miru (FRQP MIR);
10. Frekvencija disanja u miru (FRQD MIR);
11. Frekvencija disanja u trećoj minuti rada (FRQD 3R);
12. Frekvencija disanja u trećoj minuti oporavka (FRQD 30).

**Sažeti prikaz metodološkog postupka za dobijanje navedenih varijabli.**

1. Tjelesna visina mjerena je visinomjerom po Martinu s točnošću od  $\pm 0,5$  cm.

2. Tjelesna težina mjerena je standardnom medicinskom vagom s točnošću od  $\pm 0,1$  kg.
3. Vitalni kapacitet je mjereno suhim spirometrom s točnošću od  $\pm 100$  ml. Od tri uzastopna mjerenja za obradu je uzeta najveća vrijednost.
4. i 5. Broj eritrocita i konc. hemoglobina određivani su kolorimetrijskom metodom.
6. Maksimalni pritisak kisika određivan je modifikacijom Taylorovog testa prema V. Horvatu, koja se primjenjuje na Katedri za fiziologiju i patologiju Fakulteta za fizičku kulturu u Zagrebu.
7. 8. 9. Sve frekvencije srca su registrirane jednom derivacijom EKG-a na četvorokanalnom Beckmanovom aparatu, a određivane su brojanjem R-zubaca.
10. 11. i 12. Sve frekvencije disanja su također registrirane grafički na Beckmanovom aparatu.

Mjerenja su obavljena prije podne u prostorijama sa reguliranim temperaturom. Tokom čitavog procesa mjerenja kontrolirana je ispravnost aparature i otklanjani nedostaci, a svakih 30 minuta registrirani su mikroklimatski uvjeti i uzeti u obzir pri korekciji na ove uvjete osjetljivih mjera.

### Metode obrade rezultata

Analiza latentne strukture prostora transportnog lanca za kisik provedena je algoritmom programa Little Jiffy, Mark IV Kaisera i Ricea (1974), koji je adaptirao L. Pavičić. Problem odabiranja postupaka za kondenzaciju i transformaciju bazičnih kinezioloških informacija postaje iz dana u dan sve veći radi naglog »razmnožavanja«<sup>1</sup> familije procedura koje pripadaju porodičnom stablu faktorske analize, Harrisova i Kaiserova istraživanja (od 1962—74), kao i brojna istraživanja u kineziologiji, u kojima se primjenjivala faktorska analiza, pokazala su da je najoptimalnija transformacijska procedura ORTHOBLIQUE i to iz nekoliko razloga.

- veoma je pogodna za interpretaciju,
- jer omogućuje konstrukciju relativno dobro definirane grupe mjera, tako da se odbace sve varijable visokog kompleksiteta koje ne podnosi ova metoda, i
- ova je metoda stotinjak puta jeftinija od ostalih kosih solucija (K. Momirović, 1978). Istraživanja provedena ovom metodom su pokazala da ona pretražuje prostor definiran svojstvenim vektorima i rotira ih sve dok ne prođu kroz najgušće nakupine vektora varijabli. Detaljan opis algoritma ovog programa možemo naći u radu A. Hošek-Momirović, 1976, str. 171.

<sup>1</sup> U zagradi su naznačene šifre pod kojima su varijable tretirane u toku računске obrade podataka i tako su označene u prezentiranim tabelama.

### 3. REZULTATI I DISKUSIJA

#### 3. 1. Deskripcija centralnih i disperzivnih parametara uzorka varijabli

Deskriptivni prikaz osnovnih statističkih parametara iznesen je u tabeli 4.1, u kojoj simboli označavaju sljedeće:

- MIN = minimalni rezultat  
 MAX = maksimalni rezultat  
 $\bar{X}$  = aritmetička sredina  
 $D\bar{X}$  = standardna devijacija  
 KA = koeficijent asimetričnosti  
 KS = koeficijent spljoštenosti

Tabela 3. 1.

#### STATISTIKA VARIJABLI

	MIN	MAX	$\bar{X}$	$D\bar{X}$	KA	KS
1. VISINA	167,0	195,0	179,8	6,43	-.21	2,87
2. TEŽINA	61,3	87,5	72,9	6,38	.34	2,58
3. V. KAPAC	4100	6600	5424	676	-.11	2,14
4. ERITROC	4,52	5,30	4,81	,172	,57	3,40
5. HEMOGLOB	14,2	16,2	15,17	,50	,29	2,48
6. MAX O2	3133	5176	4028	432	,39	3,02
7. MAX FRQ3	168	216	187	10	,51	3,54
8. SUMA	308	467	394	34,6	-.18	2,74
9. FRQP MIR	48	84	64	9,6	,39	2,67
10. FRQD MIR	12	21	16,5	2,4	,10	2,08
11. FRQD 3R	22	56	39,3	7,8	-.15	2,52
12. FRQD 30	14	31	21,9	4,3	,26	2,26

Tabela 3.2.

#### KORELACIONA MATRICA

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1.	1.00											
2.	.64	1.00										
3.	.65	.48	1.00									
4.	.40	.38	.26	1.00								
5.	.37	.40	.19	.89	1.00							
6.	.46	.55	.46	.42	1.00							
7.	-.05	.08	-.11	-.14	-.16	.05	1.00					
8.	.12	.13	.03	-.04	-.08	.04	.65	1.00				
9.	-.05	-.02	-.02	-.24	-.24	-.42	.27	.42	1.00			
10.	-.19	-.18	-.27	-.38	-.29	-.41	.27	.15	.30	1.00		
11.	-.01	.10	-.16	-.29	-.20	-.42	.18	.32	.28	.54	1.00	
12.	-.19	.07	-.25	-.20	-.07	-.45	.00	.16	.30	.40	.61	1.00

Pregledom vrijednosti raspona rezultata možemo uočiti da je skoro u svim česticama varijabli prilično velik. Nešto izrazitiju asimetriju krivulje normalne raspodjele uočavamo kod eritrocita i maksimalne frekvencije srca u trećoj minuti rada. Naglašenu leptokurtičnost pokazuju varijable eritrociti i maksimalna frekvencija srca u trećoj minuti rada, dok veću platkurtičnost krivulje normalne raspodjele nalazimo kod varijabli vitalni kapacitet, frekvencija disanja u miru i frekvencija disanja u trećoj minuti oporavka. Sve ovo može u daljnjoj analizi uzrokovati manje korelacije i prikriti značajnost nekih veza. Za ostale mjere možemo reći da posjeduju blagu spljoštenost ili izduženost ili pak blagu asimetriju, koja neće značajno utjecati na korelacione odnose, jer krivulje distribucije varijabli ne odstupaju značajno od normalne raspodjele.

#### 3. 2. Korelacije varijabli

Medusobna povezanost varijabli data je u tabeli 4.2. Zbog boljeg pregleda veza među mjerama, koje trebaju reprezentirati prostor transportnog sistema za kisik, matrica korelacija je strukturirana tako da su varijable poredane prema pripadnosti pojedinim hipotetskim segmentima. U matrici korelacija prevladavaju niže veze na način da su raspoređene po čitavoj tabeli. Dio korelacija bez značaja može se pripisati:

- asimetričnosti i spljoštenosti nekih distribucija,
- izoliranosti nekih segmenata od ostalih (kao što je krv) i
- malom varijabilitetu nekih mjera koje loše diferenciraju ispitanike. Tako se varijabla maksimalna frekvencija pulsa u trećoj minuti rada, koja je u logičnoj vezi sa sumom pulseva u prve tri minute oporavka, ne razlikuje kod treniranih i netreniranih osoba (Medved 1979).

Pojava više blokova korelacija nagovještava ekstrakciju više latentnih dimenzija što se potvrđuje i u faktorskoj matrici. Analizirajući blokove korelacija, koji reprezentiraju pojedine segmente transportnog sistema za kisik, kao i njihove kroskorelacije, mogu se uočiti četiri bloka:

- skup korelacija između mjera težine tijela, visine tijela i vitalnog kapaciteta, koji će vjerovatno formirati faktor odgovoran za varijabilnost voluminoznosti;
- varijable krvi su u međusobno najvišim vezama, što je i logično s obzirom da je hemoglobin ingradient eritrocita. Zbog malog uzorka mjera koje reprezentiraju krv i radi izoliranosti krvi od ostalih sistema formirat će se, možda umjetno, faktor odgovoran za transportnu sposobnost krvi;
- sve mjere dišnog sistema formiraju homogenu grupu nagovještavajući ekstrakciju posebnog faktora. S ovim blokom u najvećoj je korelaciji maksimalni primitak kisika. Ova varijabla je u visokoj korelaciji i sa dva prethodna bloka, što govori o njenom visokom kompleksitetu;
- jedini skup varijabli koji nije povezan s ostalima i mjerom maksimalnog primitka kisika su varijable frekvencija pulsa u trećoj minuti rada i suma frekvencija pulseva u tri minute oporavka, pa se može pretpostaviti da će ovaj faktor biti izoliran od ostalih.

Ovu konstataciju potvrđuju i vrijednosti prosječne korelacije (RMS) u kojoj ove dvije varijable imaju najniže vrijednosti.

Tabela 3.3.

PROSJEČNE KORELACIJE (RMS), KOEFICIJENTI DETERMINACIJE (SMC) I KOEFICIJENTI REPREZENTATIVNOSTI (MSA)

	RMS	SMC	MSA
1. VISINA	.36	.62	.72
2. TEŽINA	.35	.68	.72
3. V. KAPAC	.32	.53	.76
4. ERITROC	.39	.82	.68
5. HEMOGLOB	.37	.81	.65
6. MAX O <sub>2</sub>	.41	.73	.66
7. MAX FRQ <sub>3</sub>	.25	.55	.51
8. SUMA	.27	.62	.45
9. FRQP MIR	.27	.49	.55
10. FRQD MIR	.32	.46	.72
11. FRQD 3R	.33	.42	.64
12. FRQD 30	.30	.55	.66

Koeficijent prosječne korelacije cijelog skupa (RMS) = .33

Koeficijent reprezentativnosti cijelog skupa (MSA) = .64

Koeficijent reprezentativnosti, tj. mjera adekvatnosti varijabli u uzorku, je za većinu varijabli zadovoljavajući. Jedino je neprihvatljiv za sumu pulseva u oporavku i je dva prihvatljiv za varijablu maksimalna frekvencija u trećoj minuti rada (prema Kaiseru, kada je omjer između kvadriranih antiimage korelacija i kvadriranih koeficijenata korelacije u redu svake varijable manji od 0,50 onda ta varijabla ima neprihvatljivu reprezentativnost).

Varijance glavnih komponenata definirane u metrici Harrisovog prostora odštampane su u tabeli 4.4.

Tabela 3.4.

VARIJANCE HARRISOVIH KOMPONENATA

1.	14.46
2.	5.88
3.	4.87
4.	3.28
5.	1.98
6.	1.36
7.	1.11
8.	.91
9.	.65
10.	.63
11.	.53
12.	.34

Pregledom tabele 3.4 moguće je uočiti da prva glavna komponenta čini znatniji dio zajedničkog varijabiliteta. Otuda je moguće pretpostaviti da se u osnovi, ako ne svih, a ono bar većeg dijela varijabli nalazi zajednički predmet mjerenja. Ova činjenica je sukladna s pretpostavkom o latentnom sadržaju izabranog skupa varijabli, čiji je izbor izveden s namjerom da reprezentira neke karakteristike transportnog lanca za kisik.

3.3. Faktorska struktura morfoloških i funkcionalnih karakteristika

Prema Guttman-Kaiserovom kriteriju izolirana su četiri faktora. Sklop vektora varijabli, tj. njihove koordinate u latentnom prostoru, dobijen orthoblique transformacijom zadržanih vlastitih vektora, standardiziranih po kolonama, naveden je u tabeli 3.5. U toj su tabeli i indeksi Kaiserove faktorske jednostavnosti izračunati na osnovi ovako standardizirane matrice sklopa.

Tabela 3.5.

## SKLOP DIMENZIJA PROMATRANIH MJERA PSIHOSOMATSKOG STATUSA

	1	2	3	4	IFS
1. VISINA	.01	.75	.02	-.04	.99
2. TEŽINA	.08	.77	.15	.02	.94
3. V. KAPAC	-.22	.70	-.16	-.09	.83
4. ERITROC	.86	-.00	-.07	.03	.98
5. HEMOGLOB	.90	-.01	.06	-.02	.98
6. MAX O <sub>2</sub>	.05	.40	-.53	.11	.57
7. MAX FRQ3	-.04	-.09	-.12	.72	.97
8. MAX FRQ3	-.04	-.09	-.12	.72	.97
9. SUMA	.04	.06	.05	.70	.99
10. FRQP MIR	-.07	.02	.35	.29	.57
11. FRQD MIR	-.11	-.04	.48	.11	.85
12. FRQD 3R	-.06	.25	.75	.06	.87
12. FRQD 30	.13	.08	.78	-.07	.95
ZAJEDNIČKI IFS					= .93

Tabela 3.6.

## STRUKTURA PROMATRANIH MJERA PSIHOSOMATSKOG STATUSA

	1	2	3	4
1. VISINA	.42	.74	-.28	.06
2. TEŽINA	.43	.76	-.16	.15
3. V. KAPAC	.26	.63	-.36	-.02
4. ERITROC	.88	.50	-.44	-.15
5. HEMOGLOB	.88	.48	-.35	-.16
6. MAX O <sub>2</sub>	.49	.65	-.67	-.01
7. MAX FRQ3	-.16	.02	.12	.68
8. SUMA	-.07	.15	.23	.72
9. FRQP MIR	-.27	-.12	.46	.42
10. FRQD MIR	-.36	-.27	.58	.28
11. FRQD 3R	-.27	-.06	.70	.34
12. FRQD 30	-.16	-.15	.67	.17

Tabela 3.7.

## KORELACIJE IZMEĐU FAKTORA

	1	2	3	4
1	1.00			
2	.55	1.00		
3	-.45	-.38	1.00	
4	-.18	.13	.32	1.00

Dobivena je izvanredna faktorska jednostavnost sklopa, jer zajednički IFS iznosi .93. Niske koeficijente faktorske jednostavnosti imaju varijable maksimalni primi-

tak kisika i frekvencija pulsa u miru. Ovu ocjenu u potpunosti potvrđuju i koordinate varijabli u faktorskom prostoru. Praktički svi mjerni instrumenti, osim ova dva, imaju značajne paralelne projekcije samo na jednoj od izoliranih latentnih dimenzija, dok su ostale njihove koordinate neznatno različite od nule.

Na prvi izolirani orthoblique faktor vrlo visoke paralelne projekcije imaju jedino hematološke mjere, dok su projekcije ostalih testova potpuno beznačajne. Sudeći prema tome očito se radi o onim transportnim karakteristikama krvi koje su odgovorne za njenu sposobnost da veže što veću količinu kisika po jedinici volumena. Dakle, ova latentna dimenzija predstavljala bi kapacitet krvi za vezivanje kisika. U matrici strukture (matrici korelacija varijabli i faktora) uočavaju se niske, ali ipak statistički značajne veze ovog faktora sa antropometrijskim varijablama, maksimalnim primitkom kisika i skoro na samoj granici značajnosti nalazi se varijabla frekvencija pulsa u miru. Logičko objašnjenje ove pojave nalazimo u matrici interkorelacija među faktorima. Relativno visoka veza između prvog i drugog faktora (a ovog saturiraju upravo ove tri mjere) razlog je da skoro nulte paralelne projekcije u matrici sklopa daju značajne ortogonalne projekcije u matrici strukture. Fiziološko objašnjenje veze varijabli krvi i maksimalnog primitka kisika nalazimo u tome da su koncentracija hemoglobina i broj eritrocita jedan od ograničavajućih faktora maksimalnog primitka kisika (Rodahl, 1970). Isto tako je logična veza između tjelesne mase i ukupne količine krvi, što rezultira većim ukupnim brojem eritrocita, a time i većom količinom hemoglobina.

Drugom orthoblique faktoru najbliže su izabrane antropometrijske mjere i vitalni kapacitet, dok je maksimalni primitak kisika pod nešto nižim, ali još uvijek značajnim utjecajem. U matrici strukture slika je nešto drugačija. Tu su osim spomenutih mjera u nižoj, ali još uvijek značajnoj, korelaciji s ovim faktorom i hematološke varijable. Razlog ovome je već ranije spomenuta veza između prvog i drugog faktora. Vitalni kapacitet je u osnovi morfološka varijabla. Stoga je i logična njegova visoka ortogonalna i paralelna projekcija na drugi faktor. Znatno veći varijabilitet dužine plućnog koša od varijabiliteta opsega uvjetuje u matrici interkorelacija veću povezanost vitalnog kapaciteta s visinom nego s težinom (istraživanje na studentima FFK, Zagreb, 1981, rukopis). Način na koji ove varijable saturiraju drugi faktor ide u prilog pretpostavci da osobe veće tjelesne mase i visine imaju i veći maksimalni primitak kisika, tj. veću sposobnost apsolutne aerobne potrošnje. Značajnost veze između ove latentne dimenzije, koja na neki način predstavlja voluminoznost tijela, i maksimalnog primitka kisika možda još više pospješuje koherentnost uzorka, koji je bio homogeniziran s obzirom na način života i režim ishrane. Osim toga, ispitanici su bili podvrgnuti tromjesečnom kineziološkom tretmanu koji je reducirao masno tkivo (koje ionako nalazimo u najmanjoj mjeri kod dvadesetogodišnjaka). Na taj način je povećana značajnost veze između mase i visine tijela s maksimalnim primitkom kisika, jer se zna da je mišićna masa njegov najveći potrošač. Prema tome, ovaj

bi faktor predstavljao korpulentnost tijela (voluminoznost i masu).

Osnovno obilježje trećeg faktora je da se na njega projiciraju mjere koje procjenjuju regulacijske sposobnosti dišnog sistema, kao i da je paralelna projekcija maksimalnog primitka kisika na ovu latentnu dimenziju najveća (pregledom redaka matrice sklopa i matrice strukture). Nisku paralelnu projekciju, ali najveću u odnosu na ostale faktore, ima i varijabla frekvencija pulsa u miru. Sličnu situaciju nalazimo i u matrici strukture. Tu je, osim spomenutih varijabli, u značajnoj korelaciji sa ovom latentnom dimenzijom i broj eritrocita. Pregledom redova matrice sklopa i strukture zamjećuje se da na ovaj faktor imaju najveće paralelne i ortogonalne projekcije varijable frekvencije disanja u trećoj minuti rada i trećoj minuti oporavka, frekvencija pulsa u miru, te maksimalni primitak kisika, što upućuje na zaključak da ova latentna dimenzija u promatranom sistemu predstavlja ustvari regulacijsku efikasnost transportnog sistema za kisik. Negativni odnos između maksimalnog primitka kisika i svih frekvencija disanja ukazuje da osobe s većim aerobnim energetske sposobnostima imaju manju frekvenciju u miru, te da s manjom frekvencijom disanja postižu maksimalni primitak kisika, kao i brži oporavak. Razlog ovome je vaguesna dominacija, karakteristična za trenirane osobe, koje pod skoro maksimalnim opterećenjem dišu ekonomično, s manjom frekvencijom i manjim disajnim ekvivalentom. Ovo relativno sporo disanje svodi na minimum utrošak kisika za rad respiratornih mišića, a isto tako je i efikasnije u pogledu razmjene plinova (H. A. de Vries, 1976).

Na četvrti orthoblique faktor značajne paralelne projekcije imaju samo varijable maksimalna frekvencija pulsa u trećoj minuti rada i suma pulseva u prve tri minute oporavka. U matrici strukture je, osim ove dvije, u jedva značajnoj korelaciji i varijabla frekvencija pulsa u miru, što nas navodi na zaključak da osobe s većom frekvencijom pulsa u miru postižu nešto veću frekvenciju pulsa kod maksimalnog rada i da imaju duži oporavak. Pregledom redaka matrice sklopa i strukture možemo zapaziti izoliranost ove dvije varijable od sistema ostalih. Uzrok tome je vjerovatno mali varijabilitet frekvencija pulsa kod maksimalnih napora, koji se ne razlikuje kod treniranih i netreniranih osoba iste dobi. Niska pouzdanost ovog faktora (0.73) dovodi u sumnju opravdanost njegove interpretacije. Ovaj zaključak potvrđuje i matrica interkorelacija među faktorima (tabela 4.7.), u kojoj uočavamo značajnu povezanost između prve tri latentne dimenzije, dok je četvrta ortogonalna na čitav skup.

## 5. ZAKLJUČAK

Istraživanje je provedeno s ciljem da se utvrdi faktorska struktura nekih pokazatelja psihosomatskog statusa koji pretežno ukazuju na ponašanje pojedinih segmenata transportnog sistema za kisik. U tu svrhu primijenjena je baterija od 12 mjernih instrumenata na 46 ispitanika, muškog spola, proglašenim zdravim i sposobnim za slu-

žbu u JNA. Primjenjena baterija odabrana je tako da reprezentira neke antropometrijske, kao i neke funkcionalne karakteristike dišnog i cirkulatornog sistema.

Analiza izabranih manifestnih pokazatelja psihosomatskog statusa pokazala je da uzorak ispitanika ima znatno veću vjelesnu visinu i samo nešto veću tjelesnu težinu od jugoslavenske populacije. Isto tako je znatno odstupanje, u pozitivnom smislu, i vitalnog kapaciteta u usporedbi s nekim normativima za dob. Uspoređujući dišne i cirkulacijske mjere značajno je napomenuti znatno nižu frekvenciju disanja za vrijeme maksimalnog rada i u trećoj minuti oporavka, koja se kod ovog uzorka približava donjim vrijednostima treniranih osoba. Uzrok ovom odstupanju je tromjesečni programirani kineziološki tretman kojem su bili podvrgnuti ispitanici.

Podaci su obrađeni prema programu Little Jiffy Mark IV Kaisera i Ricea. Broj značajnih latentnih dimenzija određen je prema Guttman-Kaiser-ovom kriteriju, a izolirani faktori su transformirani u ortoblique poziciju, pri čemu su izračunati: matrica sklopa, matrica strukture i matrica interkorelacija među faktorima. Pritom su još izračunati i indeksi faktorske jednostavnosti, kao i zajednički indeksi faktorske jednostavnosti cijelog uzorka varijabli. Struktura izoliranih faktora nalagala je da se interpretiraju na slijedeći način:

- prvi faktor obuhvaća mjere odgovorne za kapacitet krvi da veže što veću količinu kisika po jedinici volumena;
- drugi izolirani faktor predstavljao bi korpulentnost tijela (voluminoznost i masu). Njegova struktura upućuje na zaključak da osobe veće tjelesne mase, visine i vitalnog kapaciteta imaju i veću apsolutnu sposobnost aerobne potrošnje. Na ovako visok pozitivan odnos između korpulentnosti i aerobne sposobnosti vjerovatno je uticao i sam uzorak ispitanika, koji je bio homogeniziran s obzirom na masno tkivo, tako da se maksimizirao postotak mišićne mase, koja je najveći potrošač kisika;
- treći faktor je odgovoran za regulacijsku efikasnost transportnog sistema za kisik. Kako je projekcija kompleksne varijable maksimalni primitak kisika na ovaj faktor najveća, to nas navodi na zaključak da su aerobne energetske sposobnosti značajno determinirane regulacijskim sposobnostima respiratornog sistema;
- četvrti orthoblique faktor saturiraju varijable maksimalne frekvencije pulsa u trećoj minuti rada i suma pulseva u tri minute oporavka. Radi malog varijabiliteta ovih mjera, jer sve mlade zdrave osobe bez obzira na stupanj treniranosti postižu sličnu frekvenciju srca kod maksimalnih napora, ovaj je faktor ortogonalan na sistem ostalih, tako da njegova struktura ne predstavlja dio sistema transportnog lanca za kisik. Pogrešno bi bilo iz ovoga izvući zaključak da efikasnost srčanožilnog sistema nije u funkciji aerobnih sposobnosti, dapače, on je najznačajniji ograničavajući faktor. Stoga, kod ponovljenog istraživanja izbor varijabli koje predstavljaju ovaj sistem treba biti takav da bolje reprezentira transportne i regulacijske sposobnosti srčanožilnog sistema.

## 6. LITERATURA

1. Babskij, E. B., A. A. Zupkov, G. T. Kosikcij i B. J. Hodorov: Fiziologija čovjeka. Naučna knjiga, Beograd, 1971.
2. Berković, E. M.: Energetički obmen v norme i patologiji. Izdateljstvo Medicina, Moskva, 1964.
3. Đurđević, T.: Testovi aerobnog kapaciteta-indirektna metode. Predavanje sa seminara sportskih liječnika, Opatija, 1978.
4. Fulgozi, A.: Faktorska analiza. Školska knjiga, Zagreb, 1979.
5. Guyton, A. C.: Medicinska fiziologija. Medicinska knjiga, Beograd-Zagreb, 1981.
6. Heimer, S.: Pokazatelji sposobnosti nekih organskih sistema u funkciji preventivnog sportsko medicinskog djelovanja. Doktorska disertacija, Zagreb, 1979.
7. Horvat, V.: Analiza vrijednosti hemoglobina i broja eritrocita kod vrhunskih sportaša. Kinezeologija, 1973, Vol. 3 Br. 1.
8. Hošek-Momirović, A.: Struktura koordinacije. Magistrski rad, Fakultet za fizičku kulturu, Zagreb, 1976.
9. Kaliničenko, A. I. Korrelacionij i faktornij analize specialnoj rabotosposobnosti pri bege na dljinnye distancii. Voprosy fizičeskogo vaspitanija studentov Br 13, Leningrad 1979.
10. Karpman, V. L., Z. B. Belocerkovski, I. A. Gudkov: Ispitivanje fizičke radne sposobnosti sportista. Savez za fizičku kulturu Jugoslavije, Beograd, 1975.
11. Kurelić, N., K. Momirović, M. Stojanović, J. Šturm, Đ. Radojković i N. Viskić-Štalec. Struktura i razvoj morfoloških i motoričkih dimenzija omladine. Institut za naučna istraživanja Fakulteta za fizičko vaspitanje, Beograd, 1975.
12. Medved, R.: Sportska medicina. JUMENA, Zagreb, 1980.
13. Melerović, H. i V. Meler: Trening. Savez za fizičku kulturu Jugoslavije, Beograd, 1975.
14. Von Mellerowicz, H.: Ergometrie. Verlag Von Urban Schwancerberg, 1962.
15. Momirović, K.: Načela znanstvenog rada i kvantitativne metode u kinezeologiji. Predavanja sa postdiplomskog studija (rukopis), 1978.
16. Stojanović, M., S. Solarić, K. Momirović i R. Vukosavljević: Pouzdanost antropometrijskih mjerenja. Kineziologija, Vol. 5, Sr. 1-2, 1975.
17. Štuka, K. i S. Heimer: Utjecaj sportske rekreacije u turizmu na funkcionalne sposobnosti ljudskog organizma. Kineziologija, Vol. 2, Br. 1, 1972.
18. Štuka, K.: Fiziologija sporta. Novinsko izdavačko i propagandno poduzeće «Sportska tribina», Zagreb, 1979.
19. Štuka, K. i S. Heimer: Aerobni kapacitet-direktna metode mjerenja. Seminar sportskih liječnika, Opatija, 1978.
20. Devries, H. A.: Fiziologija fizičkih napora u sportu i fizičkom vaspitanju. NIP «Partizan», Beograd, 1976.

S. Dragičević

UDC 612.288 : 572.5 : 519.254

Navy School Center »Marschall Tito«, Split

## THE LATENT STRUCTURE OF SOME MORPHOLOGIC AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS RELATED TO THE OXYGEN TRANSPORT SYSTEM

functional characteristics, structure / anthropometric characteristics / aerobic capacity / blood, composition / males / / festing / factor analysis

The study was carried out with the aim to establish the factor structure of certain indicators of psychosomatic status which mostly point out functioning of certain segments of oxygen transport system. A battery of 12 measuring instruments was applied on the sample of 46 healthy male subjects. The applied battery was selected to represent certain anthropometric measures as well as certain functional characteristics of the respiratory and circulatory systems.

The analysis of selected manifest indicators of psychosomatic status showed that the sample had a significantly greater height and only slightly greater weight than the average Yugoslav population. Also, there was a significant aberration, in the positive sense, in the vital capacity in comparison with some norms for that age group. Comparing the respiratory and circulatory measures it is important to mention a significantly lower breathing frequency during maximum effort and in the third minute of recuperation, which in this sample approaches the bottom values of trained persons. The cause of this aberration is a three-month programmed kineziologic treatment which the subjects had undergone.

The data were processed after the program Little Jiffy Mark IV of Kaiser and Rice. The number of latent dimensions was determined according to the Guttman-Kaiser criterion, and isolated factors were transformed into orthoblique position. The structure of isolated factors demanded the following interpretation:

— the first factor includes the measures responsible for the capacity of blood to take up as much as possible of oxygen per unit of volume;

— the second isolated factor would be corpulency of the body (voluminosity and mass). Its structure suggests a conclusion that persons of greater mass, height and vital capacity have a greater absolute ability for aerobic consumption. This high positive relation between corpulency and aerobic ability was probably influenced by the sample of subjects themselves. The sample was homogeneous with respect to fat tissue with a maximum of muscle tissue mass which is the greatest consumer of oxygen;

— the third factor is responsible for regulatory efficiency of the oxygen transport system. Since the projection of complex variable, the maximum uptake of oxygen, on this factor is greatest, this suggests the conclusion that aerobic energetic abilities are significantly determined by regulatory abilities of the respiratory system;

— the fourth orthoblique factor is saturated by maximum pulse frequency in the third minute of work and the sum of pulses in the three minutes of recuperation. Because of small variability of these measures (all young people regardless of level of training achieve similar heart frequencies in maximum effort) this factor is orthogonal on the system of others, so that its structure does not represent a part of the chain in the oxygen transport system. It would be wrong to assume that the efficiency of heart and circulatory system is not a function of aerobic capacities. On the contrary, it is the most significant limiting factor. Therefore, a repeated study should select those variables which better represent the transport and regulatory abilities of the heart and circulatory system.

Слободан Драгичевич

Мореплавательное учебное заведение «Маршал Тито», Сплит

#### ЛАТЕНТНАЯ СТРУКТУРА НЕКОТОРЫХ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ КИСЛОРОДА

В исследовании использована батарея из 12 измерительных инструментов, при помощи которой проведено измерение 46 здоровых испытуемых, способных для военной службы. Батарея тестов выбрана таким способом, чтобы определить некоторые антропометрические и функциональные характеристики дыхательной и сердечно-сосудистой систем.

Анализ выбранных показателей психосоматического статуса выявил, что в настоящей выборке испытуемых рост и вес тела немного больше, чем у югославского населения. Это тоже относится к жизненной емкости легких. Сравнивая измерения дыхательной и сердечно-сосудистой систем, надо отметить, что частота дыхания в течение максимальной нагрузки и в третьей минуте отдыха значительно ниже, чем у остального населения и что приближается к значениям характерным для тренированных особ. Причиной этого является трехмесячная спортивная программа, которую проходили испытуемые.

Данные были обработаны при помощи программы Little Jiffy Mark IV Кайсера и Райса. Число достоверных латентных факторов определено на основе критерия Гуттман-Кайсера, и выделенные факторы трансформированы в ортоблик позицию, при чем вычислены матрица состава, матрица структуры и матрица интеркорреляций между факторами. Также вычислены индексы факторного тождества и общие индексы факторного тождества всех переменных. На основе структуры выделенных факторов интерпретация проведена следующим образом:

- первый фактор включает измерения, определяющие способность крови связывать как можно большее количество кислорода в единице объема;
- второй изолированный фактор представляет собой размер тела (объемность и массу, вес). На основе его структуры можно сделать вывод, что испытуемые, у которых вес, рост и жизненная емкость больше, обладают и большей абсолютной способностью аэробного потребления. Такая высокая и положительная связь между массой тела и аэробной способностью вероятно обусловлена тем, что выборка испытуемых была гомогенной по отношению к жирной ткани, так что у испытуемых имелось максимальное количество мышечной массы, которая является самым большим потребителем кислорода.
- третий фактор регулирует эффективность транспортной системы кислорода. Так как комплексная переменная максимальный прием кислорода имеет самую большую проекцию на этот фактор, можно сделать вывод, что аэробно-энергетические способности зависят от регулятивных способностей дыхательной системы.
- четвертый ортоблик фактор определяется максимальной частотой сердечных сокращений в третьей минуте работы и суммой сердечных сокращений в течение трехминутного отдыха. Из-за небольшой вариативности этих измерений (все юный здоровые особы, не смотря на степень подготовленности, имеют приблизительно одинаковую частоту сердечных сокращений при максимальной нагрузке) этот фактор является ортогональным на систему остальных факторов, так что его структура не представляет собой часть системы транспорта кислорода. Однако, на основе этого нельзя сделать вывод, что эффективность сердечно-сосудистой системы не зависит от аэробных способностей, напротив, они являются важнейшим фактором. Следовательно, в будущих исследованиях необходимо сделать такой выбор переменных, при котором сердечно-сосудистая система будет представлена системой переменных, которые удачнее переносят ее транспортные и регулятивные характеристики.