

## ODREĐIVANJE NORMALNOG RASPONA ARTERIJSKOG KRVNOG TLAKA U INDUSTRIJSKOJ POPULACIJI

V. HORVAT, M. ŠARIĆ i Đ. VUKADINOVIĆ

*Visoka škola za fizičku kulturu i Institut za medicinska istraživanja  
i medicinu rada JAZU, Zagreb*

Izmjeren je sistolički i dijastolički arterijski tlak kod 3470 muškaraca i 599 žena starih od 15 do 60 godina, u ležećem položaju.

Vrijednosti sistoličkog arterijskog tlaka varirale su u muškaraca od 90 do 215 mm Hg. Srednja vrijednost odnosno aritmetička sredina sistoličkog tlaka bila je 136 mm Hg, a S. D. 17 mm Hg. Aritmetička sredina dijastoličkog tlaka bila je 85 mm Hg, S. D. 12 mm Hg, a vrijednosti su varirale od 45 do 135 mm Hg.

Kod žena aritmetička sredina sistoličkog tlaka bila je 133, a S. D. 15 mm Hg. Vrijednosti su varirale od 95 do 205 mm Hg. Dijastolički tlak je varirao od 45 do 114 mm Hg, aritmetička je sredina bila 81, a S. D. 11 mm Hg.

Analizirana je povezanost sistoličkog i dijastoličkog tlaka u muškaraca s godinama starosti, visinom, težinom, debljinom supskapularnog nabora i obujmom trbuha. Koeficijent korelacije između sistoličkog tlaka i godina života bio je 0,25, a između dijastoličkog tlaka i starosti 0,26. Koeficijent korelacije između sistoličkog tlaka i visine bio je 0,01, a između dijastoličkog tlaka i visine 0,02. Koeficijent korelacije između sistoličkog tlaka i težine bio je 0,26, a između dijastoličkog tlaka i težine 0,25. Koeficijent korelacije između debljine supskapularnog kožnog nabora i sistoličkog tlaka bio je 0,22, a dijastoličkog tlaka 0,29. Između obujma trbuha i sistoličkog tlaka koeficijent korelacije bio je 0,29, a dijastoličkog tlaka 0,32.

Multipla korelacija između sistoličkog tlaka te godina starosti, i debljine supskapularnog kožnog nabora bila je 0,34, a između dijastoličkog tlaka, godina starosti i debljine supskapularnog nabora bila je 0,33.

Iako izračunati koeficijenti korelacije nisu visoki, oni su zbog velikog broja rezultata statistički visoko značajni i dopuštaju, ako se uzmu u obzir zajedno starost (u godinama) i tjelesna težina, bolju prognozu arterijskog tlaka.

Odnos između navike pušenja i visine arterijskog tlaka ispitan je  $\chi^2$ -testom. Utvrđeno je da pušači imaju značajno viši arterijski sistolički tlak.

S obzirom na pozitivnu i značajnu korelaciju arterijskog tlaka i starosti podaci o arterijskom tlaku grupirani su po godinama starosti u osam skupina. Svaka je skupina bila dovoljno velika da se ispita pravilnost

distribucije podataka, izračunaju aritmetičke sredine i standardne devijacije. Na taj je način u svakoj grupi smanjen utjecaj dobi na rezultate arterijskog tlaka. Pokazalo se da je aritmetička sredina sistoličkog i dijastoličkog tlaka u starijim dobnim skupinama bila viša a standardna devijacija veća. Zbog toga se pristupilo određivanju normalnih vrijednosti sistoličkog i dijastoličkog tlaka za svaku dobnu skupinu od pet godišta.

Kao normalne vrijednosti nisu uzete samo aritmetičke sredine, nego raspon koji obuhvaća po jedna standardna devijacija oko aritmetičke sredine. Taj »normalni raspon« podijeljen je dalje na »prosječne vrijednosti« koje obuhvaćaju aritmetičku sredinu i po pola standardne devijacije sa svake strane aritmetičke sredine te »iznadprosječne« i »ispodprosječne vrijednosti«.

Vrijednosti koje su se nalazile udaljene od aritmetičke sredine više od jedne standardne devijacije nazvane su graničnim, a one koje su bile udaljene više od dvije standardne devijacije nazvane su povišenim odnosno sniženim.

Na osnovi tih kriterija izrađene su tablice koje za svaku grupu po 5 godina daju ocjenu izmjerenog tlaka, tj. da li je sistolički ili dijastolički tlak snižen, graničan, ispod prosjeka, prosječan, iznad prosjeka, granično povišen ili povišen.

Osim toga, izračunata je jednadžba crte multiple regresije pomoću koje se može izračunati prosječni tlak u ovisnosti o starosti i težini. Izračunate vrijednosti prikazane su grafički što omogućuje brzu orijentaciju o prosječnom tlaku u ovisnosti o starosti i tjelesnoj težini.

Otkako se u čovjeka mjeri arterijski krvni tlak bilo je pokušaja da se odredi »normalni« arterijski tlak kao jedna jedina vrijednost.

Danas je poznato da sve fiziološke veličine variraju, tj. da se mijenjaju, kako u različitim individuuma tako i u istih individuuma u različito vrijeme. Neka fiziološka veličina nikada nema jednu jedinu vrijednost, nego niz vrijednosti koje se više ili manje razlikuju. Prema tome se ne može govoriti niti o normalnoj vrijednosti arterijskog tlaka, nego samo o jednom nizu vrijednosti koje možemo nazvati normalnim rasponom varijacija arterijskog tlaka. U procjeni normalnog raspona varijacija arterijskog tlaka upotrijebljene su uglavnom dvije metode. Jedna je određivanje raspona vrijednosti arterijskog tlaka u određenom dijelu reprezentativnog uzorka populacije (1, 2, 3), a druga je određivanje gornje granice arterijskog tlaka iznad koje se povećava smrtnost (4).

Prva metoda osniva se na koncepciji o normalnoj raspodjeli frekvencija vrijednosti arterijskog tlaka u populaciji. Granice normalnog raspona mogu se postaviti različitim mjerama disperzije oko aritmetičke sredine. Sve takve granice su arbitrarne. Obično je normalni raspon varijacija ograničen sa dvije standardne devijacije iznad i dvije standardne devijacije ispod aritmetičke sredine, što podrazumijeva da 95% rezultata pada unutar tih granica.

Klasifikacija niza rezultata prema spolu i dobi daje distribuciju frekvencija za svaku klasu s različitim srednjim vrijednostima i rasponom varijacija. Srednja vrijednost koja je utvrđena za svaku klasu sa standardnom devijacijom daje točnije ograničenje onoga što se treba sma-

trati normalnim. Krivulje distribucije za mlade grupe su normalne. Kako se dob povećava, krivulja postaje nesimetrična, tj. naginje se prema većim vrijednostima a raspršenje rezultata se povećava (3, 5, 6).

Određena serija rezultata može se podijeliti i prema drugim faktorima, koji su vjerojatno povezani s arterijskim tlakom kao što je, na primjer, tjelesna visina, tjelesna težina, debljina potkožnog tkiva i drugo. To može pružiti daljnje mogućnosti za predikciju (prognozu) normalnog arterijskog tlaka u statističkom smislu.

Još je *Brunton* 1909. (7) ustanovio da gornja granica normalnog raspona arterijskog tlaka raste sa starošću ispitanika. Na osnovi tih studija on je tvrdio da je normalni tlak za mladog čovjeka 120 mm Hg s povećanjem do 150 mm Hg u starijoj dobi. Od drugih autora koji su proučavali arterijski tlak na većim grupama ljudi treba spomenuti: *Russeka* i sur. 1946. (8), *Govera* 1948. (1), *Mastera* i sur. 1950. (2), *Hamiltona* i sur. 1954. (3) i *Boea* i sur. 1957. (5). Rezultati koje su dobili spomenuti autori nešto se razlikuju. Razlike se mogu pripisati dijelom razlikama u serijama koje su ispitivane u odnosu na uzorke, ali i drugim faktorima, kao na primjer faktorima okoline i etničkim razlikama. Značenje tih radova je u tome da se je privukla pažnja na faktore koji omogućuju bolju prognozu normalnog raspona arterijskog tlaka sa statističkog stanovišta.

Druga metoda za određivanje normalnog arterijskog tlaka osniva se na biološko-medicinskom shvaćanju normalnosti, s obzirom na odnos između razine krvnog tlaka i mortaliteta. Takva istraživanja provodila su društva za osiguranje. Prema toj metodi granica normalnog tlaka određena je kao onaj arterijski tlak koji još nije povezan s povećanim mortalitetom. Na taj način pojedinac se smatra sa statističkog stanovišta kao »dobar« ili »loš« rizik, bez obzira na bilo koje patološko stanje koje može imati. Mortalitet u tim grupama proučavan je nezavisno od bilo kojih biološki uzročnih povezanosti između tlaka i mortaliteta zbog različitih bolesti. Upotrebom ove metode *Fischer* je 1914. (9) proučio skupinu od 19330 osoba jednog osiguravajućeg društva. Arterijski tlak preko 150 mm Hg bio je povezan sa znatno većim mortalitetom od prosječnog. *Symonds* (10) našao je na još većem materijalu da je za muškarce povećan mortalitet pri tlaku iznad 145 mm Hg. U muškaraca mlađih od 30 godina isti je autor ustanovio da je već tlak iznad 140 mm Hg povezan s većim mortalitetom.

Cilj je ovog rada da se statističkom metodom odredi normalni raspon arterijskog tlaka muškaraca i žena aktivne industrijske populacije u SRH i da se tom rasponu odrede kategorije koje bi predstavljale prijelaz prema povišenom ili sniženom arterijskom tlaku. Osim toga, željeli smo ustanoviti povezanost pojedinih činitelja s arterijskim tlakom u cilju bolje prognoze normalnih vrijednosti, odnosno ocjene eventualnog utjecaja tih faktora na visinu arterijskog tlaka.

## UZORAK

Ispitanici predstavljaju populaciju aktivnog stanovništva odnosno radnika iz više industrijskih poduzeća i rudnika ugljena u SRH, koja je izabrana slučajnim izborom. Za mjerenje su uzeti svi radnici koji su na dan ispitivanja bili na poslu bez obzira na eventualne kronične bolesti uz koje su mogli raditi.

Uzorak se sastojao od 3475 muških i 599 ženskih ispitanika u dobi od 15 do 60 godina. Uzorak je raspoređen u razrede po 5 godina starosti (tablica 1). U najmlađoj i najstarijoj grupi ima najmanji broj ispitanika što se moglo i očekivati.

Uzorak obuhvaća radnike različitih zanimanja, struka i specijalnosti od vrlo teških i napornih zanimanja (rudari) do lakših, i to iz različitih krajeva SR Hrvatske.

Mjerenja su vršena u zdravstvenoj stanici poduzeća ili u prikladnim prostorijama u poduzeću. Mjerenje arterijskog tlaka bilo je dio opsežnijeg pregleda i mjerenja. Mjerenja su vršena u različita godišnja doba, ali pretežno u proljeće i ljeto.

Uzorak ispitanika dovoljno je velik da reprezentira populaciju radnika iz neposredne proizvodnje u industriji i rudarstvu SRH.

Tablica 1.

*Raspodjela uzorka po dobi i spolu*

Dob	Muškarci	Žene
15-19 god.	9	18
20-24	111	70
25-29	433	96
30-34	737	132
35-39	705	117
40-44	505	96
45-49	341	44
50-54	320	16
55-59	210	10
60-64	87	—
65-69	11	—
Ukupno	3475	599

## ISPITIVANE VARIJABLE I METODE REGISTRACIJE

*Arterijski krvni tlak*

Arterijski krvni tlak može se mjeriti direktnom i indirektnom metodom. Direktnom metodom, tj. s kateterom u arteriji mjeri se stvarni krvni tlak u dotičnom segmentu arterije u toku srčanog ciklusa. Mjerenje

tlaka indirektnom metodom kada se krvna struja prekine pomoću manžete a zatim se registrira tlak dok se polagano smanjuje kompresija arterije, izloženo je nizu grešaka koje mogu utjecati na rezultat.

Uspoređivanjem dviju metoda utvrđeno je da postoji dosta dobro slaganje rezultata dobivenih direktnom i indirektnom metodom. Za sistolički tlak utvrđeno je da indirektna metoda daje vrijednosti za 3–4 mm Hg niže od direktne metode (11). *Bordey* i sur. (12) utvrdili su istu razliku s varijacijama od  $\pm 8$  mm Hg.

Slaganje između direktnog i indirektnog mjerenja dijastoličkog krvnog tlaka ovisi o kriteriju za određivanje dijastoličkog tlaka indirektnom metodom, tj. da li će se dijastolički tlak registrirati kada Korotkowljev ton upravo počinje da slabi ili kada je postao nečujan. U prvom slučaju dobivene vrijednosti bit će za 5–10 mm Hg više nego u drugom. Dijastolički krvni tlak mjeren direktnom metodom obično je mnogo niži nego vrijednost zabilježena pri smanjenju Korotkowljevog tona. U prosjeku razlika iznosi 9 mm Hg (11, 13). Dijastolički tlak registriran pri nestanku Korotkowljevog tona bliži je dijastoličkom tlaku mjerenom direktnom metodom i razlika je samo 1 mm Hg (13).

Tehnika upotrijebljena pri mjerenju arterijskog tlaka bila je u skladu sa zahtjevima koje je postavilo Američko udruženje za bolesti srca. Mjerenje je vršeno manometrom na živu. Ispitanici su ležali prije mjerenja barem 5 minuta. Manžeta je bila široka 12 cm a stavljena je na nadlakticu 2–3 cm iznad antekubitalnog prostora. Mjerenja su vršena na obje ruke, ali za obradu su uzete vrijednosti s desne ruke. Stetoskop je stavljen nad brahijalnu arteriju u antekubitalnom prostoru a manžeta je brzo napumpana. Tada je otvoren ventil i tlak je smanjivan brzinom oko 2–3 mm Hg na sekundu. Vrijednost na manometru, kada je Korotkowljev ton upravo postao čujan, registrirana je kao sistolički tlak. Vrijednost kada je Korotkowljev zvuk postao slabiji registrirana je kao dijastolički tlak. Očitavanje je vršeno s točnošću od 2 mm Hg.

#### *Antropometrijske varijable*

Visina je mjerena antropometrom u stojećem stavu s točnošću od pola centimetra. Težina je mjerena decimalnom vagom. Ispitanici su bili u donjem rublju a točnost mjerenja je bila 0,1 kilogram.

Debljina supskapularnoga kožnog nabora mjerena je kaliperom s pritiskom od 20 g/mm<sup>2</sup>. Ispitanik je bio u stojećem položaju lagano relaksiran. Mjerenje je vršeno na desnoj strani. Lijevom rukom ispipan je margo vertebralis i margo axilaris scapulae i određen je angulus inferior scapulae. U tom području odignut je prstima lijeve ruke nabor kože uzdužno i prihvaćen krakovima kalipera. Očitovanje je vršeno s točnošću od 0,5 mm. Mjera je uzimana tri puta i zabilježena je srednja vrijednost.

Obujam trbuha mjeran je centimetrom u vodoravnoj liniji ispod umbilikusa. Točnost mjerenja je 1 cm.

*Navika pušenja*

Naviku pušenja kategorizirali smo u tri skupine:

1. osobe koje ne puše
2. osobe koje puše do 20 cigareta na dan i
3. osobe koje puše više od 20 cigareta na dan.

METODE ZA GRUPIRANJE VRIJEDNOSTI  
ARTERIJSKOG TLAKA

U ocjeni onoga što treba smatrati normalnim arterijskim tlakom poslužili smo se metodom koja se osniva na hipotezi da je frekvencija vrijednosti sistoličkog i dijastoličkog arterijskog tlaka u nekoj populaciji normalno distribuirana. To znači da je najveći broj rezultata grupiran oko srednje vrijednosti, tj. da je najveća frekvencija onih rezultata koji su najbliži srednjoj vrijednosti. Frekvencija rezultata koji su veći ili manji od srednje vrijednosti utoliko je manja ukoliko se taj rezultat više udaljuje od srednje vrijednosti. Prema tome se granice normalnog arterijskog tlaka mogu odrediti različitim indeksima disperzija oko srednje vrijednosti.

Teorijski frekvencija aritmetičke sredine je najveća, ali većina autora smatra da normalne vrijednosti treba da obuhvate više rezultata. Ako se srednjoj vrijednosti doda s obje strane po jedna standardna devijacija, u tim granicama naći će se 67% rezultata, a ako se dodaju dvije standardne devijacije, u tim granicama bit će 95% rezultata. Ima mišljenje da pod normalnim vrijednostima treba smatrati sve rezultate koji se nalaze u tim granicama, tj. da normalne vrijednosti trebaju obuhvatiti 95% svih rezultata dobivenih mjerenjem neke varijable u određenoj populaciji (2). Takav kriterij mogao bi se uzeti kada bismo bili potpuno sigurni da u »izmjerenoj« populaciji nema povišenog odnosno sniženog arterijskog tlaka. Mi smo mjerili tlak u populaciji za koju ne možemo tvrditi da nije uključivala osobe s povišenim i sniženim tlakom, pa stoga smatramo da i granice normalnog tlaka moraju biti malo uže. Osim toga, mi smo željeli napraviti i finiju klasifikaciju, tj. odrediti vrijednosti arterijskog tlaka koje možemo smatrati prosječnim ili vrlo vjerojatno normalnim, zatim vrijednosti za koje možemo smatrati da su iznad ili ispod prosjeka, tj. vjerojatno normalne, te vrijednosti koje možemo smatrati graničnim ili za koje nismo više sigurni da su normalne, i napokon vrijednosti koje možemo smatrati da vjerojatno nisu više normalne, odnosno da spadaju u povišeni ili sniženi arterijski tlak.

Kao »prosječne vrijednosti« u svakoj dobnoj skupini od 5 godina uzeli smo sve vrijednosti sistoličkog i dijastoličkog arterijskog tlaka koje su obuhvaćene granicama od pola standardne devijacije ispod i pola standardne devijacije iznad aritmetičke sredine, tj. 38% rezultata. U grupu »iznad prosjeka« došle su sve vrijednosti koje su obuhvaćene između polovine i cijele standardne devijacije iznad aritmetičke sredine, tj. 14,5%

rezultata. U grupu »ispod prosjeka« došle su one vrijednosti koje su obuhvaćene između polovine i jedne cijele standardne devijacije ispod aritmetičke sredine, tj. daljnjih 14,5%. Kategorije »prosječne vrijednosti«, »ispod prosjeka« i »iznad prosjeka« predstavljaju normalni raspon vrijednosti sistoličkog arterijskog i dijastoličkog arterijskog tlaka i obuhvaćaju 67% rezultata.

Vrijednosti sistoličkog i dijastoličkog arterijskog tlaka koje su više od jedne standardne devijacije udaljene od aritmetičke sredine, predstavljaju granične i nenormalne vrijednosti. Kategorija »granično povišen tlak« obuhvaća vrijednosti sistoličkog i dijastoličkog arterijskog tlaka koje se nalaze između jedne i dvije standardne devijacije iznad aritmetičke sredine, tj. 14% rezultata. Kategorija »granično sniženi tlak« obuhvaća vrijednosti sistoličkog i dijastoličkog arterijskog tlaka koje se nalaze između jedne i dvije standardne devijacije ispod aritmetičke sredine, tj. 14% rezultata.

Vrijednosti koje se nalaze iznad granice što ih obuhvaća aritmetička sredina i dvije standardne devijacije smatraju se povišnim sistoličkim i dijastoličkim arterijskim tlakom, a vrijednosti koje se nalaze ispod tih granica smatraju se sniženim sistoličkim i dijastoličkim arterijskim tlakom. Kako je s dvije standardne devijacije oko aritmetičke sredine obuhvaćeno 95% rezultata, to snižene i povišene vrijednosti obuhvaćaju ukupno 5% rezultata populacije.

## REZULTATI

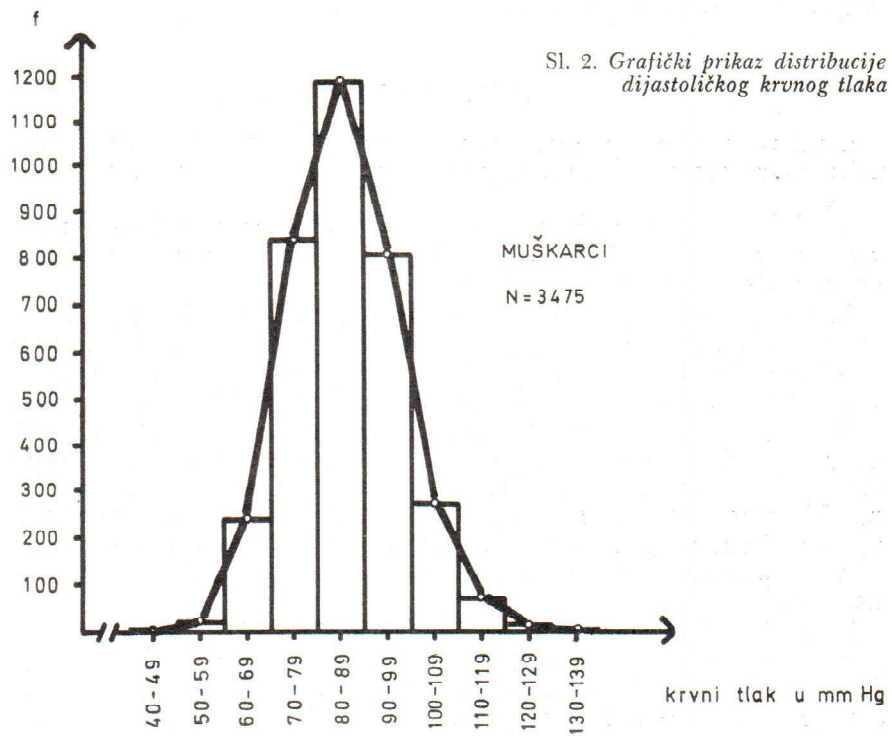
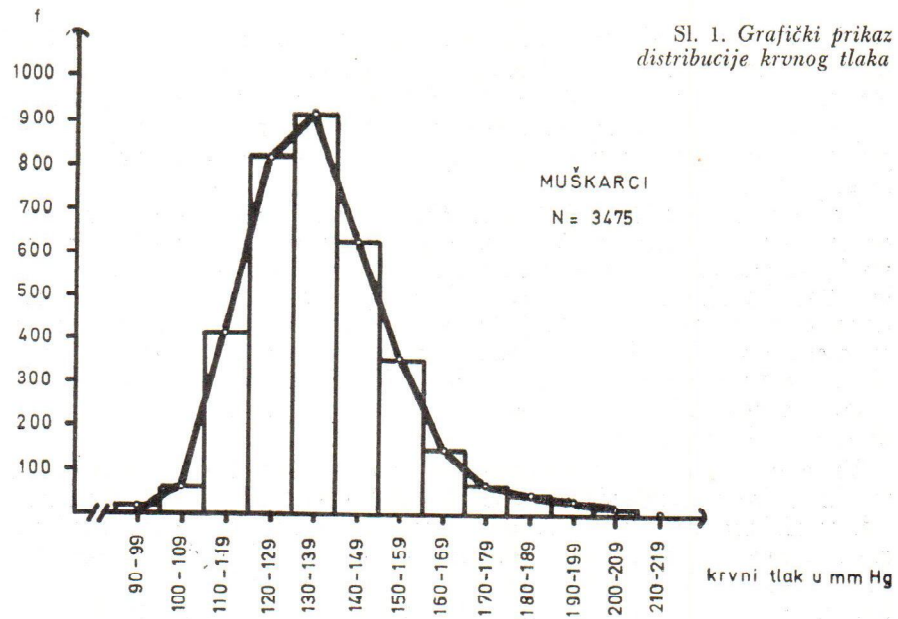
Rezultati dobiveni mjerenjem sistoličkog i dijastoličkog arterijskog tlaka u muškaraca prikazani su grafički na slici 1. i 2, a u žena na slici 3. i 4.

Sistolički arterijski tlak kod našeg uzorka muškaraca varirao je od 90 mm Hg do 215 mm Hg. Aritmetička sredina sistoličkog tlaka bila je 136 mm Hg, a standardna devijacija 17 mm Hg.

Dijastolički tlak kod muškaraca varirao je od 45 mm Hg do 135 mm Hg, s aritmetičkom sredinom od 85 mm Hg i standardnom devijacijom od 12 mm Hg. Distribucija sistoličkog i dijastoličkog tlaka u ispitanih muškaraca je pravilna i ne odstupa značajno od normalnih distribucija.

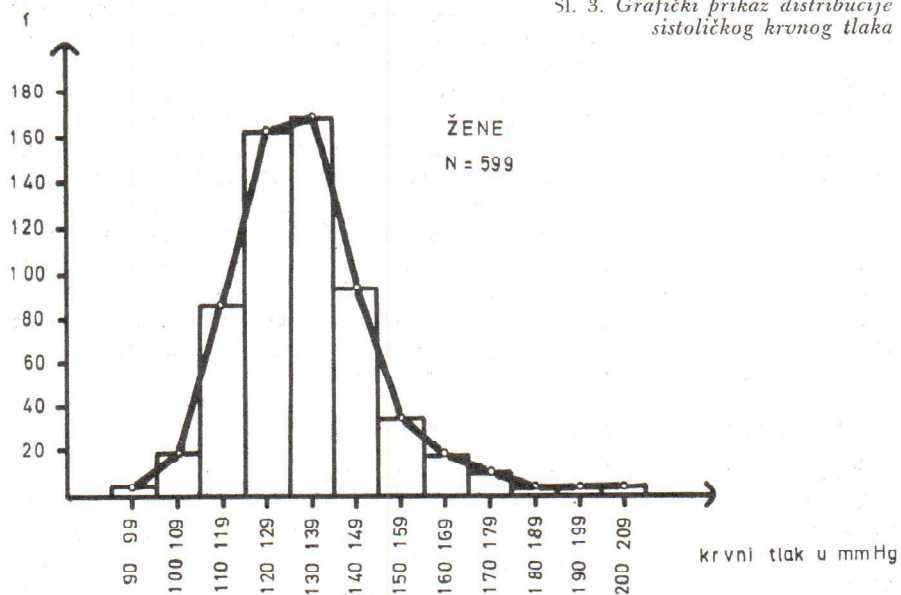
Sistolički arterijski tlak kod žena varirao je od 95 do 205 mm Hg. Aritmetička sredina sistoličkog tlaka bila je 133 mm Hg, a standardna devijacija 15 mm Hg. Dijastolički tlak varirao je od 45 mm Hg do 114 mm Hg, s aritmetičkom sredinom od 81 mm Hg i standardnom devijacijom od 11 mm Hg. Distribucija sistoličkog i dijastoličkog tlaka u ispitanoj skupini žena također je pravilna i ne odstupa značajno od normalne distribucije.

Koeficijent korelacije između sistoličkog arterijskog tlaka i starosti (izražene u godinama) kod muškaraca bio je 0,25, a između dijastoličkog tlaka i starosti 0,26. Iako nisu visoki, ovi koeficijenti su statistički visoko značajni. Koeficijent korelacije između sistoličkog arterijskog tlaka i

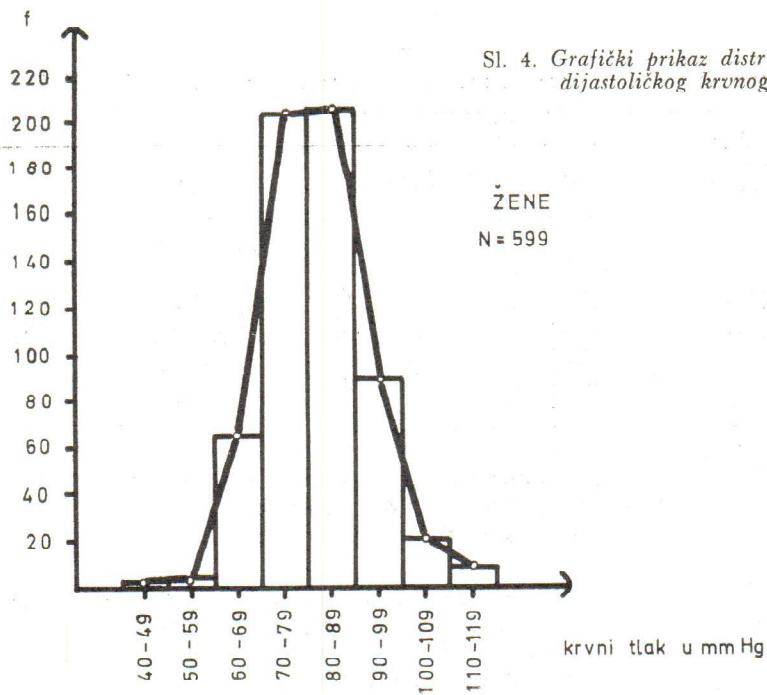




Sl. 3. Grafički prikaz distribucije sistoličkog krvnog tlaka



Sl. 4. Grafički prikaz distribucije dijastoličkog krvnog tlaka



visine ispitanika iznosio je 0,01 i nije statistički značajan. Koeficijent korelacije između sistoličkog arterijskog tlaka i težine ispitanika (u kilogramima) bio je 0,26, a između dijastoličkog arterijskog tlaka i težine 0,25. Koeficijent korelacije između sistoličkog arterijskog tlaka i debljine supskapularnog kožnog nabora bio je 0,22, a između dijastoličkog arterijskog tlaka i supskapularnog kožnog nabora 0,29. Koeficijent korelacije između sistoličkog arterijskog tlaka i obujma trbuha bio je 0,29, a između dijastoličkog arterijskog tlaka i obujma trbuha 0,32.

Multipli koeficijent korelacije između sistoličkog arterijskog tlaka, starosti i težine ispitanika bio je 0,36, a između sistoličkog arterijskog tlaka, starosti i debljine kožnog nabora 0,34.

Povezanost sistoličkog arterijskog tlaka i navike pušenja ispitana je  $\chi^2$ -testom. Utvrđena je značajna povezanost između visine sistoličkog arterijskog tlaka i navike pušenja ( $\chi^2 = 49,2$ ).

#### Podjela arterijskog tlaka po kategorijama

Budući da smo kao i drugi autori mogli ustanoviti povezanost između visine arterijskog tlaka i dobi, podijelili smo rezultate sistoličkog arterijskog tlaka i dijastoličkog arterijskog tlaka u grupe po 5 godina. Na taj smo način smanjili utjecaj dobi na varijabilitet rezultata i izračunali aritmetičke sredine i standardne devijacije za svaku dobnu grupu. Rezultati su prikazani u tablici 2.

Tablica 2.

Prosječni tlak krvi i standardne devijacije kod osoba u dobi od 20–60 god., u mm Hg

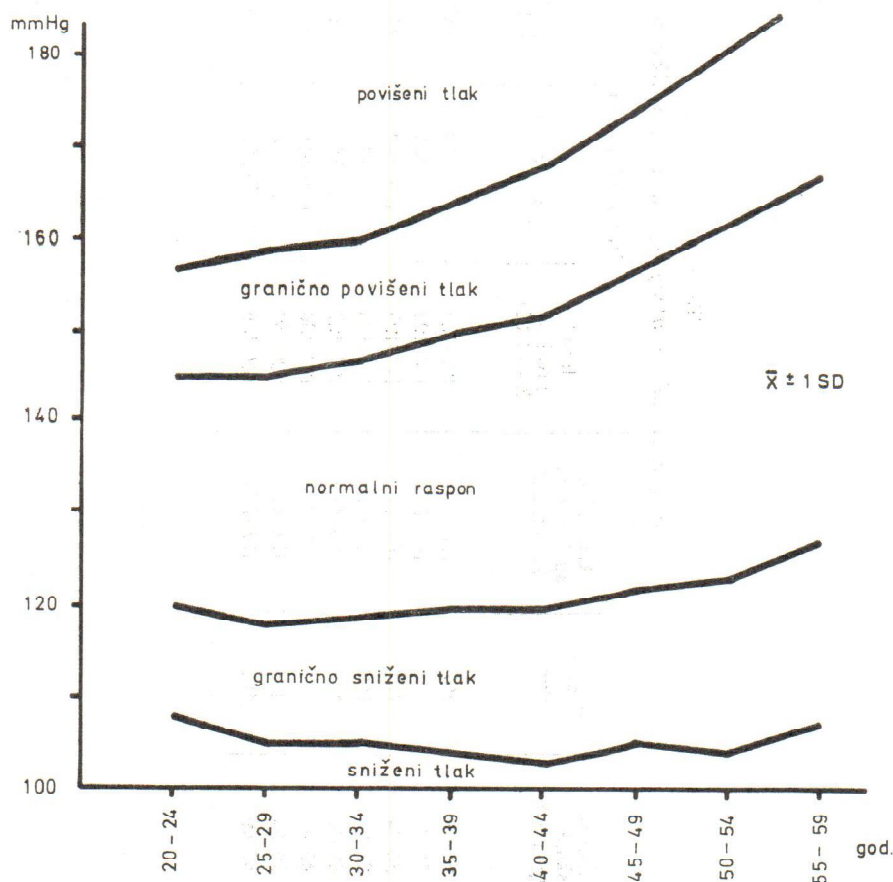
Dobna skupina (godina)	Muškarci		Žene	
	sistolički	dijastolički	sistolički	dijastolički
20–24	132,6±12,2	78,4±10,8	126,5±12,0	75,4± 8,2
25–29	131,8±13,4	80,5±10,5	127,2±11,4	77,1± 8,5
30–34	132,9±13,8	82,8±10,9	131,2±13,5	80,9±10,8
35–39	134,7±14,9	85,2±11,8	135,8±16,3	84,0± 9,8
40–44	135,8±16,2	86,4±10,9	136,9±14,4	85,3±11,2
45–49	139,4±17,4	88,9±11,8	138,8±19,5	83,6±10,6
50–54	142,3±19,4	89,8±11,9	146,5±22,9	90,5±15,4
55–59	147,2±19,9	91,2±11,6	141,8±15,4	85,4±10,8

U skupini od 25 do 29 godina arterijski sistolički tlak numerički je bio malo niži, ali to pokazuje da obje ove skupine mogu zapravo sačinjavati jednu i da se sistolički tlak nije praktički promijenio u dobi između 25. i 30. godine.

Od 30 godina nadalje aritmetička sredina sistoličkog tlaka polagano ali pravilno raste. Povećavaju se i standardne devijacije, što upućuje na sve veće raspršenje rezultata. Isto tako u starijim dobnim skupinama distribucije postaju nesimetrične »na desnu stranu«.

Kod žena aritmetičke sredine sistoličkog i dijastoličkog arterijskog tlaka pravilno rastu sa starošću a isto tako povećavaju se i standardne devijacije. Zbog malog broja izmjerenih žena u starijim godištimama nazivamo neke nepravilnosti u općem trendu. Zbog toga smo grupe žena iznad 60 godina ispustili iz daljnje obrade.

Raspon vrijednosti sistoličkog arterijskog tlaka i dijastoličkog arterijskog tlaka u kategorijama: prosječne vrijednosti, iznad prosjeka, granično povišen i povišen tlak, zatim ispod prosjeka, granično snižen i snižen tlak, prikazan je u tablici 3. i tablici 4. za muškarce a u tablici 5. i tablici 6. za žene. Zbog nedovoljnog broja rezultata u starijim dobnim skupinama izračunate su vrijednosti za dobne skupine do 50 godina.



Sl. 5. Raspon sistoličkog arterijskog tlaka u muškaraca

Tablica 3.  
*Raspon sistoličkog arterijskog tlaka kod muškaraca*

Dobne skupine (godina)	Snižen tlak	Granično snižen tlak $\bar{X} - 2 \text{ SD}$	Normalni raspon			Granično povišen tlak $\bar{X} + 2 \text{ SD}$	Povišen tlak
			Ispod prosjeka $\bar{X} - 1 \text{ SD}$	Prosjeak $\bar{X} \pm 0.5 \text{ SD}$	Iznad prosjeka $\bar{X} + 1 \text{ SD}$		
20-24	107	108-119	120-125	126-139	140-145	146-157	158
25-29	104	105-117	118-124	125-138	139-145	146-159	160
30-34	104	105-118	119-125	126-140	141-147	148-160	161
35-39	103	104-119	120-126	127-142	143-150	151-164	165
40-44	102	103-119	120-127	128-144	145-152	153-168	169
45-49	104	105-121	122-130	131-148	149-157	158-174	175
50-54	108	104-122	123-132	133-152	153-162	163-181	182
55-59	106	107-166	127-136	137-157	158-167	168-187	188

Tablica 4.  
*Raspon dijastoličkog arterijskog tlaka kod muškaraca*

Dobne skupine (godina)	Snižen tlak	Granično snižen tlak $\bar{X} - 2 \text{ SD}$	Normalni raspon			Granično povišen tlak $\bar{X} + 2 \text{ SD}$	Povišen tlak
			Ispod prosjeka $\bar{X} - 1 \text{ SD}$	Prosjeak $\bar{X} \pm 0,5 \text{ SD}$	Iznad prosjeka $\bar{X} + 1 \text{ SD}$		
20-24	56	57-67	68-72	73-84	85-89	90-100	101
25-29	59	60-69	70-74	75-86	87-91	92-102	103
30-34	60	61-71	72-76	77-88	89-94	95-105	106
35-39	61	62-72	73-78	79-91	92-97	98-109	110
40-44	64	65-75	76-80	81-92	93-97	98-108	109
45-49	64	65-76	77-82	83-95	96-101	102-112	113
50-54	65	66-77	78-83	84-96	97-102	103-114	115
55-59	67	68-79	80-84	85-97	98-103	104-114	115

Tablica 5.  
*Raspon sistoličkog arterijskog tlaka kod žena*

Dobne skupine (godina)	Snižen tlak	Granično snižen tlak $X - 2$ SD	Normalni raspon			Granično povišen tlak $X + 2$ SD	Povišen tlak
			Ispod prosjeka $X - 1$ SD	Prosjek $X \pm 0,5$ SD	Iznad prosjeka $X + 1$ SD		
20-24	101	102-113	114-119	120-132	133-138	139-150	151
25-29	103	104-115	116-121	122-133	134-139	140-150	151
30-34	103	104-117	118-123	124-138	139-145	146-158	159
35-39	101	102-117	118-126	127-143	144-151	152-167	168
40-44	107	108-121	122-129	130-144	145-151	152-166	167
45-49	99	100-118	119-128	129-148	149-158	159-178	179

Tablica 6.  
*Raspon diastoličkog arterijskog tlaka kod žena*

Dobne skupine (godina)	Snižen tlak	Granično snižen tlak $X - 2 \text{ SD}$	Normalni raspon			Granično povišen tlak $X + 2 \text{ SD}$	Povišen tlak
			Ispod prosjeka $X - 1 \text{ SD}$	Prosjek $X \pm 0,5 \text{ SD}$	Iznad prosjeka $X + 1 \text{ SD}$		
20-24	58	59-66	67-70	71-80	81-84	85-92	93
25-29	59	60-68	69-72	73-81	82-86	84-94	95
30-34	58	59-69	70-75	76-86	87-92	93-102	103
35-39	63	64-73	74-78	79-89	90-94	95-104	105
40-44	62	63-73	74-79	80-91	92-96	97-108	109
45-49	61	62-72	73-77	78-89	90-94	95-105	106

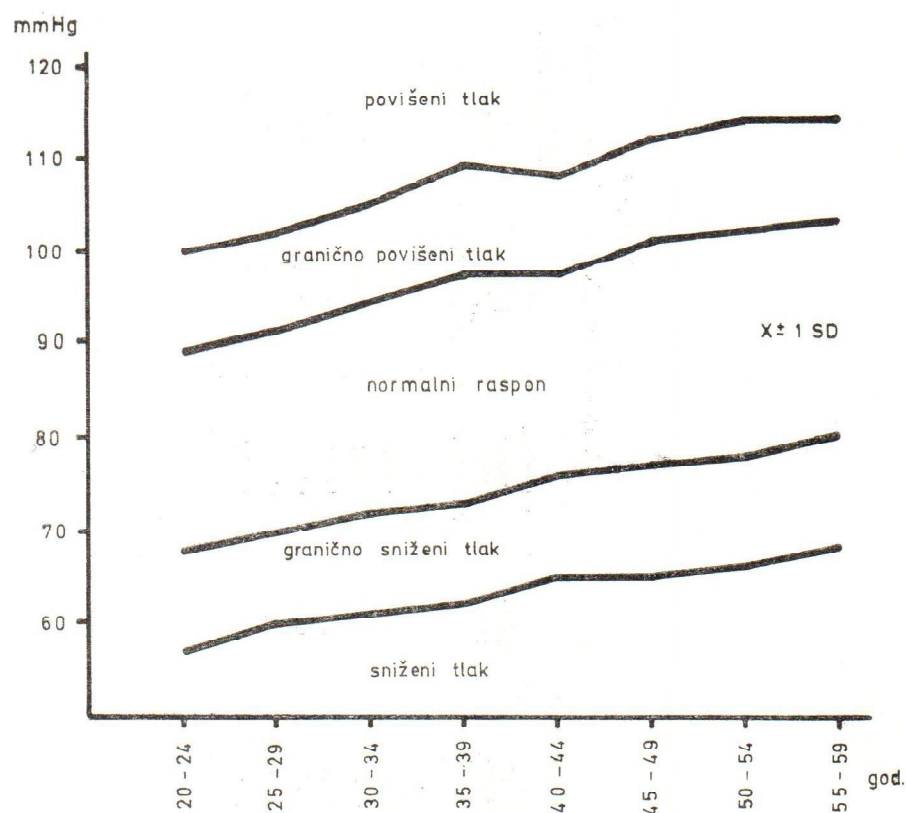
Grafički prikazi raspona vrijednosti sistoličkog i dijastoličkog arterijskog tlaka i granice za pojedine kategorije vide se na slici 4-7. Vidljivo je kako sa starošću granice postaju sve šire zbog veće standardne devijacije. Aritmetičke sredine su više. Pri tome granice za sniženi tlak ostaju praktički na istoj razini, dok se granice za povišeni tlak povećavaju.

Jednadžba crte regresije koja pokazuje ovisnost sistoličkog arterijskog tlaka o dobi izračunata je iz dobivenih podataka i glasi:

$$S. A. T. \text{ u mm Hg} = 119,5 + 0,428 \times \text{godina} \quad (1)$$

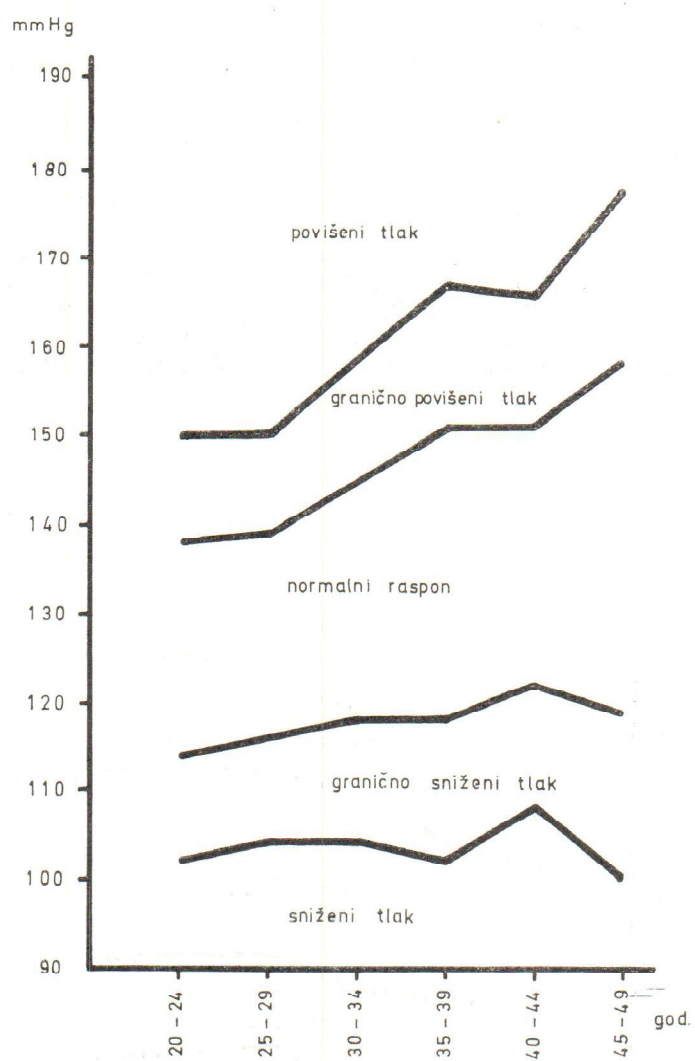
Jednadžba crte regresije, koja pokazuje ovisnost dijastoličkog arterijskog tlaka o dobi, glasi:

$$D. A. T. \text{ u mm Hg} = 72,9 + 0,387 \times \text{godina} \quad (2)$$



Sl. 6. Raspon dijastoličkog arterijskog tlaka u muškaraca





Sl. 7. Raspon sistoličkog arterijskog tlaka u žena

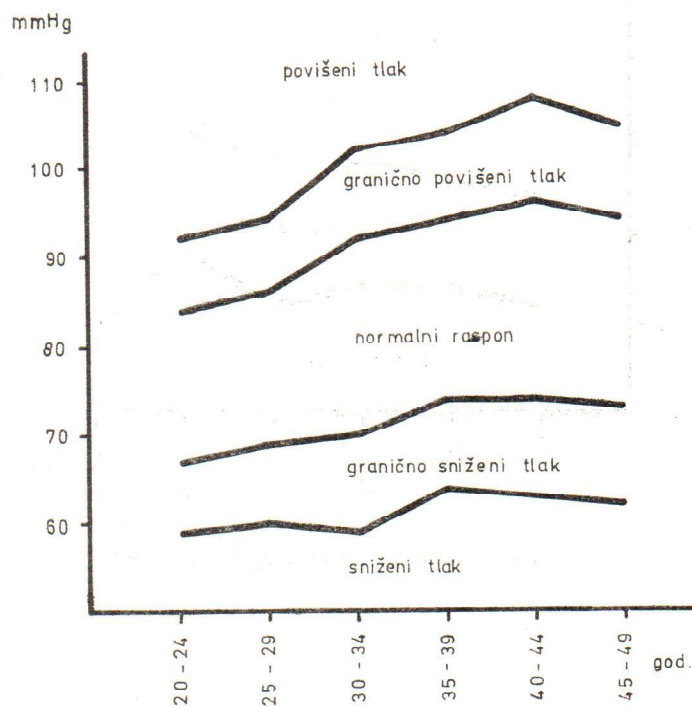
Jednadžba multiple regresije, koja pored dobi uzima u obzir i debljinu supskapularnog nabora za sistolički tlak, glasi:

$$S. A. T. \text{ u mm Hg} = 113,8 + 0,393 \times \text{godina} + 0,530 \times \text{mm} \quad (3)$$

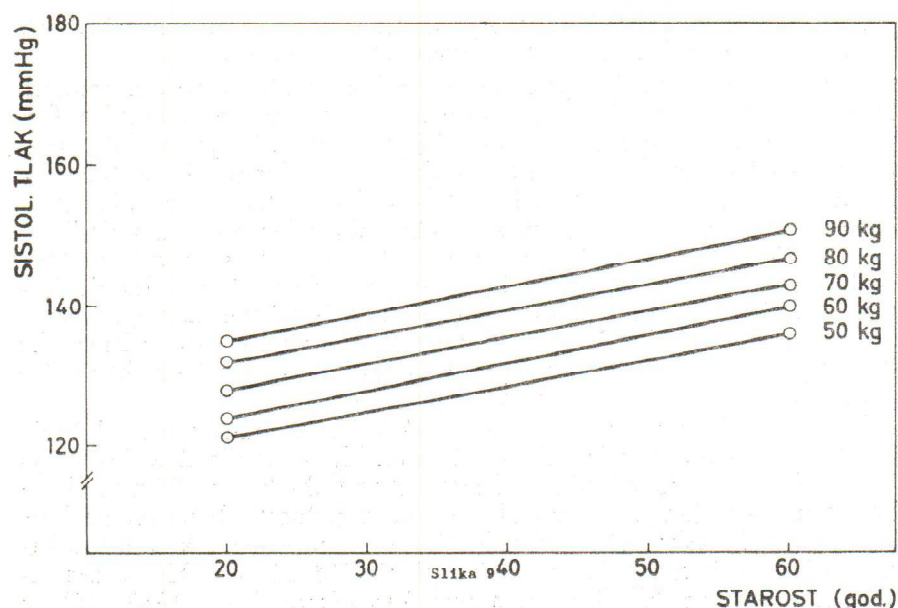
Jednadžba multiple regresije, koja pored dobi uzima u obzir i tjelesnu težinu za sistolički tlak, glasi:

$$S. A. T. \text{ u mm Hg} = 94,7 + 0,386 \times \text{godina} + 0,366 \times \text{kg} \quad (4)$$

Pomoću ove jednadžbe može se izračunati prosječni sistolički arterijski tlak za svakog pojedinca ako su poznati dob (u godinama) i težina (u kilogramima). Kod starijih i težih osoba očekuje se i viši sistolički tlak. Crte regresije izračunate iz ove jednadžbe prikazane su na slici 9. i mogu poslužiti za brzu orijentaciju o prosječnom sistoličkom arterijskom tlaku.



Sl. 8. Raspon dijastoličkog arterijskog tlaka u žena



Sl. 9. Pravci regresije sistoličkog tlaka u odnosu na dob i tjelesnu težinu

#### DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

I u ovom se ispitivanju potvrdilo da postoji povezanost između visine arterijskog tlaka i starosti, tjelesne težine, odnosno debljine kožnog nabora i obujma trbuha. Na visinu izmjerenog arterijskog tlaka utječe i tehnika mjerenja odnosno ispravnost aparata. Dalje je poznato da na visinu tlaka utječe probava, temperatura, doba dana kad se mjeri tlak i emocionalno stanje čovjeka u času mjerenja.

Zbog svega ovog obazriviji autori navode samo »gornje granice normalnog tlaka« kao onaj tlak preko kojega varijacije ne smiju prijeći. Ipak i tu postoje velika razilaženja o visini gornjih granica.

*Morsell* (14) dao je pregled publikacija koje predlažu granice normalnog tlaka prema povišenom arterijskom tlaku.

U najvećem broju slučajeva za sistolički tlak predlaže se granična vrijednost od 140 ili 150 mm Hg, ali iznimno i niža (120 mm Hg). Za dijastolički tlak granična vrijednost je 90 mm Hg – iznimno 100, ali i samo 80 mm Hg.

U svim slučajevima, međutim, predlažu se samo gornje granice tlaka s obzirom da je klinički granica prema hipertenziji svakako daleko zanimljivija nego granica prema hipotenziji.

Slabost većeg dijela tih radova je u tome što su granične vrijednosti utvrđene bez dovoljno točne znanstveno-statističke provjere.

*Master* i sur. (2) prvi su pokušali da problemu određivanja normalnih vrijednosti arterijskog krvnog tlaka pristupe statističkim metodama. Oni su kao normalni raspon sistoličkog i dijastoličkog arterijskog tlaka uzeli vrijednosti koje obuhvaćaju 1.3 standardne devijacije oko aritmetičke sredine za skupine od po 10 godina starosti. Prema tome, oni su kao normalni raspon uzeli 80% rezultata dobivenih mjerenjem u pojedinim dobnim skupinama. Kao granične vrijednosti uzeli su rezultate koje obuhvaća razlika između normalnog raspona i dvije standardne devijacije, tj. 7,5% rezultata iznad i 7,5% rezultata ispod normalnog raspona. Ostatak rezultata koji leži izvan granica što obuhvaćaju aritmetičku sredinu i dvije standardne devijacije, *Master* i sur. smatraju kao patološke odnosno kao hipertenziju i hipotenziju.

Srednja vrijednost sistoličkog arterijskog tlaka u muškaraca od 20 do 60 godina u našem uzorku bila je 136 mm Hg, a standardna devijacija 17 mm Hg. Srednja vrijednost dijastoličkog tlaka bila je 85 mm Hg, a standardna devijacija 12 mm Hg. Te su vrijednosti slične onima koje je izmjerio *Truedson* (15) u Švedskoj. On je na sličnoj skupini muškaraca našao da je sistolički arterijski tlak bio  $135 \pm 17$  mm Hg, a dijastolički  $81 \pm 8,9$  mm Hg. I drugi autori, kao *Master* i sur. 1952. (16), te *Miall* i *Oldham* (17), našli su slične vrijednosti.

Srednje vrijednosti sistoličkog i dijastoličkog tlaka u našim mlađim dobnim skupinama muškaraca razlikovale su se od vrijednosti zabilježenih u literaturi za prosječno 10 odnosno 5 mm Hg. U starijim dobnim skupinama tih razlika nije bilo. Standardne devijacije u našim dobnim skupinama slažu se s podacima iz literature, tj. znatno se povećavaju u starijim dobnim skupinama, kako u muškaraca tako i u žena.

Kod žena su razlike između naših srednjih vrijednosti u mlađim skupinama i vrijednosti zabilježenih u literaturi znatno manje.

Naša kategorizacija arterijskog tlaka razlikuje se od *Masterove* u tome što »normalne vrijednosti« obuhvaćaju 67% rezultata odnosno aritmetičku sredinu i po jednu standardnu devijaciju ispod i iznad toga. 33% rezultata spada u granične i nenormalne vrijednosti. *Robinson* i *Brucer* (18) smatraju da 40% populacije ima granični i povišeni tlak. Osim toga, i u kategoriji »normalne vrijednosti« razlikujemo prosječne, ispodprosječne i iznadprosječne vrijednosti.

Kako se iz prikazanih rezultata vidi, rasponi su sve širi što je dobnja skupina starija. To je zbog toga što su standardne devijacije u starijim skupinama veće. Kako raste i srednja vrijednost, to granice za sniženi tlak ostaju iste, a granice za povišeni tlak su sve veće što je skupina starija.

U svim slučajevima, međutim, prelazak se samo razlike između granične i normalne vrijednosti, tj. 10 mm Hg, smatra za hipertenziju.

U svim slučajevima, međutim, prelazak se samo razlike između granične i normalne vrijednosti, tj. 10 mm Hg, smatra za hipertenziju.

## Literatura

1. Gover, M.: Physical impairments of members of low-income farm families: VII. Variation of blood pressure with height and weight. *Pub. Health Rep.*, 63 (1948) 1083.
2. Master, A., Dublin, L., Marks, H.: The normal blood pressure range and its clinical implications, *J. A. M. A.*, 143 (1950) 1464.
3. Hamilton, M., Pickering, G. W., Robert, J. A. F., Sowry, G. S. C.: The aetiology of essential hypertension 1. The arterial pressure in the general population, *Clin. Sci.*, 13 (1954) 11.
4. Robinson, C., Brucer, H.: Range of normal blood pressure: Statistical and clinical study of 11,383 persons. *Arch. Int. Med.*, 64 (1939) 409.
5. Boe, J., Humerfelt, S., Wedervang, F., Aecon, C.: The blood pressure in a population, *Acta med. Scand.*, 1957, suppl. 321.
6. Pickering, G. W.: Inheritance of high blood pressure. In: Bock, K. D. & Cottier, P. T. (Ed.); *Essential Hypertension*, Berlin-Göttingen-Heidelberg, 1960, p. 30.
7. Brunton, T. L.: An address on blood pressure in man: Its estimation and indications for treatment, *Brit. Med. J.*, 2 (1909) 64.
8. Russek, H. I., Rath, M. M., Zohman, B. L., Müller, I.: Influence of age on blood pressure, *Am. Heart J.*, 32 (1946) 468.
9. Fisher, J. W.: Diagnostic value of the sphygmomanometer in examinations for life insurance, *J. A. M. A.*, 63 (1914) 1752.
10. Symonds, B.: The blood pressure of healthy men and women, *J. A. M. A.*, 80 (1923) 232.
11. Hamilton, W. F., Woodbury, R. A., Harper, H. T. Jr.: Physiologic relationships between intrathoracic, intraspinal and arterial pressures, *J. A. M. A.*, 107 (1936) 853.
12. Boydley, J. III, Conner, C. A. R., Hamilton, W. F., Kerr, W. F., Wiggers, C. J.: Recommendations for human blood pressure determinations by sphygmomanometers, *Circulation*, 4 (1951) 503.
13. Steele, J. M.: Comparison of simultaneous indirect (auscultatory) and direct (intra-arterial) measurements of arterial pressure in man, *J. Mt Sinai Hosp.*, 8 (1942) 1042.
14. Morsell, J. A.: A symposium on essential hypertension, Wright & Potter, Boston, 1951, p. 26.
15. Truedsson, E.: Variation of Arterial Blood Pressure with Age, Sex, Anthroposomatological Dimensions, Plasma Lipids in the Fasting State and after Fat Ingestion, *Acta Med. Scand.*, 1962, Suppl. 381.
16. Master, A. M., Garfield, C. L., Walters, M. B.: *Normal Blood Pressure and Hypertension*. Philadelphia, Lea & Febiger, 1952, p. 144.
17. Miall, W. E., Oldham, P. D.: A study of arterial blood pressure and its inheritance in a sample of the general population, *Clin. Sci.*, 14 (1955) 459.
18. Robinson, S. C., Brucer, M., Mass, J.: Hypertension and obesity. A statistical and clinical study of 10,833 individuals, *J. Lab. & Clin. Med.*, 25 (1939) 807.

## Summary

DETERMINATION OF THE NORMAL RANGE OF  
ARTERIAL BLOOD PRESSURE IN AN INDUSTRIAL  
POPULATION

The systolic and diastolic blood pressures were measured in a recumbent position in 3470 males and 599 females aged 15-60.

The systolic blood pressure values in males varied from 90 to 215 mm Hg. The arithmetic mean was 136 mm Hg and S. D. was 17 mm Hg. The arithmetic mean of

the diastolic pressure was 85 mm Hg, S. D. 12 mm Hg and the pressure from 45 to 135 mm Hg.

In females the arithmetic mean of the systolic pressure was 133 and S. D. 15 mm Hg. The pressure varied from 95 to 205 mm Hg. The diastolic pressure ranged from 45 to 114 mm Hg with the arithmetic mean of 81 and S. D. 11 mm Hg.

In males systolic and diastolic blood pressures were analyzed in relation to age, height, weight, subscapular skin fold thickness and abdominal circumference.

A multiple correlation between the systolic pressure on one side and age and subscapular skin fold thickness on the other was 0,34. The same correlation for the diastolic pressure was 0,33.

It was found that the arterial systolic pressure was significantly higher in smokers.

The measured blood pressure values are given in tables, by five year age groups, showing whether the systolic or diastolic pressure was reduced, borderline, below average, average, beyond average or elevated.

In addition, the equation for the line of multiple regression was calculated to be used for the calculation of the mean pressure in relation to age and weight. The calculated values are presented graphically.

*Institute for Medical Research  
and Occupational Health,  
Yugoslav Academy of Arts and  
Sciences, Zagreb*

*Received for publication  
March 15, 1972*