

Vrijeme i akutne vaskularne bolesti

Nada Pleško

Republički hidrometeorološki zavod SRH, Zagreb

Primljeno 18. veljače 1985., u konačnom obliku 18. lipnja 1985.

Meteorotropnost vaskularnih bolesti proučavana je na temelju odnosa dnevnih učestalosti vaskularnih incidenata (srčani udar, moždani udar i plućna embolija, uključivo smrtni slučajevi) i raznih meteoroloških stanja i elemenata u Zagrebu tijekom 1976. i 1977. god.

Istraživanjem su posebno obuhvaćeni oni dani kada je registrirano više od $\bar{x} + \sigma$ slučajeva bolesti (\bar{x} je dnevni srednjak akutnih oboljenja za svaki mjesec). Za takve dane proučeno je u kojim se tipovima vremena najčešće javljaju incidenti, a zatim imaju li veze s prolazom fronti preko Zagreba. Utjecaj pojedinih meteoroloških elemenata (temperatura, tlak i vlaga zraka; njihove interdiurne promjene; amplituda temperature; vertikalni gradijent temperature u 01^h i 13^h i *Ri*-broj u 13^h) na učestalost akutnih vaskularnih bolesti proučen je izračunavanjem korelacije za sedmodnevna razdoblja u vremenskom nizu od dvije godine.

Rezultati pokazuju da se najviše akutnih bolesti javlja u advektivnim tipovima vremena koji u sjevernoj ili južnoj struji donose zračne mase termički jako različitih karakteristika od prethodnih. Zatim slijede ciklonalni tipovi i doline, a u prijelaznim sezonama još i greben povišenog tlaka. Dani s frontalnim poremećenjima su osobito značajni za pojavu akutne faze bolesti. Vaskularnih incidenata ima najviše u danu s prolazom hladne fronte, ali je njihova učestalost već povišena i dan uoči, kao i dan iza prolaza fronte. U danu s prolazom tople fronte smanjuje se broj vaskularnih incidenata, ali je povišen dva dana prije. Signifikantna korelacija nađena je između vaskularnih udara i višednevnih razdoblja čija su obilježja snižena temperatura zraka, mala amplituda temperature, velike interdiurne promjene tlaka i temperature kao i poremećena noćna i dnevna stabilnost. Najopasnija su razdoblja kada, je 100 m sloj uz tlo noću nestabilan, a danju stabilan.

Weather and vascular diseases

Meteorotropism of vascular diseases has been investigated through relationship of vascular attacks daily frequency (myocardial infarction, cerebrovascular insults and lung embolism, including lethal cases) to various meteorological states and elements in Zagreb during 1976 and 1977.

The sort of weather types prevailing on days with attacks daily frequency greater than $\bar{x} + \sigma$ (\bar{x} is a daily average of acute disease cases for each month) have been studied as well as relation to weather fronts passages, warm and cold. An influence of particular meteorological elements (air temperature, pressure and relative humidity; their interdiurnal changeability; intradiurnal temperature variability; vertical temperature gradient at 01 a. m. and 01 p. m. and *Ri*-number at 01 p. m.) upon frequency of acute vascular diseases were studied by means of linear correlation calculation.

Results reveal that the greatest frequency of acute vascular diseases appeared in advective weather types, bringing, in their northerly or southerly flow, air masses with very different thermal characteristics than formerly. They are followed by cyclonal types and throughs, and high pressure ridges in transitional seasons. Days with front passages are particularly significant for appearance of the acute phase of the disease. Vascular incidents are most frequent on days with cold front passages, but they also occur on a day before as well as a day after the front passage. On a day with warm front passage the number of vascular incidence decreases but two days earlier it increases. A significant correlation has been found between vascular incidents and periods of several days characterized by decreased air temperature, small intradiurnal variations of temperature, air pressure and temperature great interdiurnal change as well as by disturbed stability during night and day. The most dangerous seven-day periods for vascular patients were characterized with nightly instability and daily stability in the nearground atmospheric layer.

1. Uvod

Akutna faza bolesti krvnih žila u organizmu čovjeka ima, prema mišljenju mnogih liječnika i bolesnika, izuzetno meteorotropni karakter. Drugim riječima, učestala pojava infarkta miokarda, cerebrovaskularnog inzulata i plućne embolije vezana je, po njihovom mišljenju, i za vremenske prilike. Zato se u novije vrijeme i meteorološke prilike sve češće proučavaju kao faktor rizika u nizu ostalih rizičnih faktora prisutnih u organizmu ili izvan njega u trenutku akutne manifestacije bolesti.

Među faktore rizika, koji pogoduju razvoju akutne faze neke od vaskularnih bolesti, najčešće se ubraja: hipertenzija, hiperlipoproteinemija, pušenje, poremećaji u procesu koagulacije, šećerna bolest, debljina, nasljednost, nekretanje, psihički stres, a u posljednje vrijeme i meteorološke prilike.

Svakako da vrijeme, iako nepovoljnih karakteristika, neće u zdrava čovjeka izazvati infarkt srca ili moždani udar. Mehanizmi za adaptaciju na prilike u okolini, koji postoje u organizmu svakog čovjeka, u zdravog se uspješno suprotstavljaju vremenskim stresovima. Međutim, ukoliko su ti mehanizmi oštećeni bolešću, ako postoji ateroskleroza, što je nerijetka pojava u starijih osoba, adaptacija na promijenjene prilike u atmosferi je usporena i popraćena raznim zdravstvenim tegobama. To se u krajnjem slučaju kod vaskularnih bolesnika može odraziti kao moždani ili srčani udar, nerijetko i s letalnim završetkom ili pak s trajnim invaliditetom.

Svjesni mogućnosti, da i vrijeme, uz ostale faktore rizika, ima određenu ulogu, te da upravo ono možda objašnjava naročito velik porast akutnih manifestacija bolesti u nekim danima, još je 30-ih godina ovog stoljeća manji broj liječnika počeo proučavati utjecaj vremena na srčane bolesti (Tromp, 1963). Razdoblje intenzivnijih proučavanja odnosa vremena i raznih vaskularnih bolesti nastaje poslije 1950. god. U tim se studijama vrlo često opisuje sezonski karakter pojavljivanja tih bolesti, s time što je više incidenata u jesen i zimu, nego u toplom dijelu godine i to u „sjevernim” klimama s umjerenim ljetima, kako navodi Tromp (1963). To se često objašnjava niskim zimskim temperaturama, ali isto tako često posljedicom respiratornih infekcija pri niskim temperaturama zraka. No u klimama, gdje su ljeta vrlo vruća, kao npr. u Teksasu, infarkt miokarda češći je u vrijeme najtoplije sezone godine, kada maksimalne temperature zraka često prelaze 38°C, uz dosta visoku relativnu vlagu, 60–70 %.

Autori ovih ranijih radova prema navodima Trompa (1963) često spominju da porast broja oboljenja nastaje za vrijeme, ili neposredno nakon iznenadnog prodora polarnih, ili tropskih zračnih masa, koje su izazvale velike promjene temperature zraka. Isto se tako naglašavaju učestalije pojave akutnih vaskularnih bolesti na dane značajnih meteoroloških poremećenja izazvanih prolazom, bilo hladnih, bilo toplih fronti.

Istraživači u novijem razdoblju, uglavnom u periodu nakon 1960. god., pokušavaju otkriti ne samo meteorološke parametre značajne za pojavu akutnih vaskularnih bolesti, nego i mehanizme djelovanja. Tako Burch i Giles (1977) navode rezultate eksperimenata s bolesnicima izloženim hladnijim uvjetima od uobičajenih, zbog čega je došlo do refleksne konstrikcije koronarnih arterija, kako u mirovanju tako i kod vježbi. Zbog hladnoće dolazi, po njima, do porasta kateholamina u cirkulaciji i do pojave angine pektoris. No do angine pektoris dolazi i uz znatniji porast topline i vlage u okolini. U takvim uvjetima

potreban je velik porast frekvencije srca da bi se toplina iz unutrašnjosti tijela transportirala krvnim žilama na površinu tijela i predala atmosferi. Burch i Giles spominju također da, iako se u mnogim radovima iznenadan pad tlaka zraka navodi kao značajan za ishemična srčana oboljenja, „do danas nitko nije pokazao da varijacije tlaka u hipobaričkim komorama mogu proizvesti promjene u bolesti ekvivalentne onima koje se pridružuju varijacijama u vremenu”.

U najnovijem razdoblju, uglavnom poslije 1970. godine, istraživanje karakteristika vremena opasnog za razvoj akutnih vaskularnih bolesti još je više intenzificirano i provodi se za razna klimatska područja. Kompjutorska tehnika omogućava istraživanje statističkih korelacija mnogih pojedinačnih meteoroloških parametara kao i njihovih kombinacija s učestalošću bolesti. Ipak, većina autora ističe da aktivnu manifestaciju bolesti ne može izazvati jedan meteorološki elemenat, ma koliko se intenzivno mijenjao, nego ona nastaje kao posljedica kombiniranog djelovanja mnogih elemenata koji se istovremeno mijenjaju u atmosferi. Upravo zbog kompleksnog djelovanja raznih parametara u atmosferi na razvoj akutne faze vaskularnih bolesti, mnogi autori uz pojedinačne meteorološke elemente i danas istražuju statističke korelacije s tipovima vremena i frontalnim poremećenjima, kao pokazateljima kompleksnog stanja atmosfere.

Sumirati ukratko rezultate istraživanja u posljednjih 15 godina, dobivene na osnovi najčešće korištenih srednjih dnevnih vrijednosti raznih meteoroloških elemenata, te njihovih intra i interdiurnih promjena, koje su razni autori dobili uz primjenu različitih statističkih metoda, nije moguće iz jednostavnog razloga što se ti rezultati suviše razlikuju.

Tako npr. Bull (1973) ispitujući minimalne i maksimalne temperature, oborinu, sisanje sunca i brzinu vjetra na dan „n” i dan prije, nalazi visoko signifikantni negativni koeficijent korelacije između pojave vaskularnog udara kod starijih osoba i temperature zraka. Promjene temperature unutar dana i između dana nisu, po njemu, značajne. Negativni koeficijent korelacije dobio je i s trajanjem sisanja Sunca, dok su „odnosi s vjetrom komplicirani”, kako on navodi. Američki biometeorolog Driscoll (1971) pronašao je da su za vaskularne bolesti u SAD najvažniji: povišena temperatura zraka (iznad 32°C) i povišena vlaga, promjene vremena i dani s malim brzinama vjetra. Pod promjenom vremena smatra velike interdiurne promjene temperature zraka, rosišta i tlaka zraka. Proučavanje njegovih tipova vremena (4 tipa) pokazalo je, da su najopasniji predfrontalni dani, kada temperatura zraka i rosišta rastu, a tlak zraka pada.

Prema proučavanjima Cecha i sur. (1979), rađenim za neke gradove u SAD-u i Japanu, za hladnu sezonu signifikantne su niske temperature zraka i niske vlage, te velike brzine vjetra s najboljom korelacijom uz zaostajanje do oko 3 dana i ponovno 5–7 dana nakon meteorološkog događaja. Veza s tlakom zraka nije za ishemična srčana oboljenja, po Cechu i sur., naročito uvjerljiva. Za cerebrovaskularni inzult dobili su, međutim, pozitivnu i statistički signifikantnu vezu s tlakom zraka, naročito za korak od oko 7 dana zaostajanja. Za toplu sezonu veza između vaskularnih bolesti te temperature i vlage zraka i dalje ukazuje na značajnost niske temperature i niske vlage uz korak do 3 dana i ponovno 5–7 dana zaostajanja. Koeficijent korelacije s brzinom vjetra je pozitivan. Kod tlaka zraka značajni su, po Cechu i sur., pad i konsekventan porast. Nagla promjena na zahlađenje značajna je i u toploj sezoni. Smrtnost od kardiovaskularnih bolesti

povećava se iznad temperaturnih pragova od 35°C za maksimalne dnevne temperature i 26 – 27°C za noćne temperature. Ovi autori navode da postoji „kumulativni efekt totalne vremenske epizode koji se proteže u vremenu do jednog tjedna”.

Proučavajući smrtnost za ishemična srčana oboljenja, cerebrovaskularne bolesti i bolesti cirkulacionog sistema za umjerenu klimu Pittsburgha i suptropsku Birminghama i to pomoću mnogostrukih i parcijalnih korelacionih koeficijenata, za mnoge meteorološke elemente States (1977) zaključuje da je suptropska klima Birminghama vjerojatno manje stresna od umjerene klime Pittsburgha. Smrt je u umjerenom klimi češća što su niže srednje dnevne temperature zraka i što je niža temperatura rosišta, te što su veće brzine vjetra i veće interdiurne promjene tlaka zraka. Parcijalni korelacioni koeficijenti indiciraju da je najutjecajni vremenski parametar u Pittsburghu intradiurna promjena temperature zraka (pozitivni koeficijent korelacije) na dan smrti, vidljivost (negativni koeficijent) na dan smrti i donekle 2 dana prije, srednja temperatura (negativni koeficijent korelacije) 3 dana prije smrti i brzina vjetra (pozitivni koeficijent) dva dana prije smrti. U suptropskoj klimi Birminghama niti jedan od parcijalnih korelacionih koeficijenata nije signifikantan.

Na osnovi svojih rezultata States zaključuje da intenzitet efekata vremena na razne bolesti i smrt varira od klime do klime zbog čega je potrebno takva istraživanja provesti za razna klimatska područja.

Prema istraživanjima njemačkih autora (Kügler, 1972), koji najčešće na bazi Ungeheur-Brezowsky (Brezowsky, 1965) klasifikacije tipova vremena određuju nepovoljne vremenske prilike, najopasniji tip vremena za kardiovaskularne bolesti proizlazi vremenska faza 4 koja označuje situaciju ispred tople fronte, a onda tek faza 5 i 6, odnosno topli sektor i situacija iza hladne fronte.

Iz ovog kratkog pregleda rezultata istraživanja autora iz raznih krajeva svijeta o ovisnosti akutne faze neke od vaskularnih bolesti o vremenu vidi se opće prihvaćeni stav, a taj je da vrijeme nepovoljnih karakteristika neosporno pogoduje razvoju vaskularnih udara, bilo u srcu, mozgu ili plućima. No karakteristike opasna vremena različite su kod raznih autora i bez vlastitog proučavanja odnosa za naše klimatske prilike ne bismo se usudili neke prihvatiti, a druge odbaciti.

Zato se u ovom radu istražuju karakteristike atmosferskih prilika onih dana kada se u našoj kontinentalnoj klimi dešavalo mnogo infarkta miokarda, cerebrovaskularnog udara ili plućne embolije, nazvanih zajednički akutne vaskularne bolesti (VB).

U ranijem proučavanju utjecaja vremena na svaku od ovih bolesti odvojeno (Pleško i dr. 1983) pokazalo se da su vremenske prilike istih ili sličnih karakteristika značajne za svaku od njih. To je i razumljivo, jer bilo kojoj od vaskularnih bolesti prethode isti faktori rizika i isti fizikalno-kemijski procesi u krvnim žilama kojima se reagira na stanje u atmosferi. Bolest pak izbija u onom dijelu organizma gdje su krvne žile aterosklerozom najjače oštećene.

Zato su radi dobivanja pouzdanijih statističkih odnosa sve tri vaskularne bolesti (VB) u ovom radu proučavane zajedno u odnosu na meteorološke parametre.

Cilj ovog rada je konkretno proučavanje:

a) u kojim se *tipovima vremena* najvjerojatnije očekuje na području Zagreba povećan broj aktunih vaskularnih bolesti (VB),

b) da li se u danu s *prolazom fronte* („*n*“) preko Zagreba javlja više VB nego inače, ili je možda njihova učestalost veća uoči, ili iza prolaza (u periodu $n \pm 3$ dana) o čemu ne postoje ujednačena mišljenja u literaturi. Nadalje, istražiti da li postoje razlike ako prolazi topla ili hladna fronta preko Zagreba,

c) kakva je veza VB s *pojedinačnim meteorološkim elementima* u sedmodnevnim razdobljima i to: s temperaturom, tlakom i relativnom vlagom zraka, amplitudom temperature, količinom naoblake, brzinom vjetra, interdiurnim promjenama temperature, tlaka i relativne vlage zraka, vertikalnim temperaturnim gradijentom u 01h i 13h, te s brojem dana unutar sedmodnevnih razdoblja kada je Ri -broj < 0.25 .

2. Podaci

a) Medicinski podaci

Od zagrebačkih bolnica dobiveni su podaci o dnevnom prijemu u bolnicu bolesnika s akutnim infarktomiokarda (osim iz jedne bolnice) i cerebrovaskularnim inzulantom te podaci s bolničkih patologija o smrtnim slučajevima od ovih bolesti i plućne embolije tijekom 1976. i 1977. godine.

b) Meteorološki podaci

Svi meteorološki podaci za 1976. i 1977. godinu mjereni su na Meteorološko-aerološkom opservatoriju Zagreb–Maksimir ($H = 123$ m, $\varphi = 45^{\circ}49'$ N, $\lambda = 16^{\circ}01'$ E). Korišten je još i dnevni sinoptički materijal Republičkog hidrometeorološkog zavoda SRH, kao i Täglicher Wetterbericht DWD.

3. Metoda

Korištene su poznate statističke metode te je najprije:

- a) pomoću uvjetne vjerojatnosti ispitano kolika je vjerojatnost po godišnjim dobima, pojave VB, ako se pojavio određeni tip vremena.
- b) Signifikantnost promjene dnevnog broja oboljelih od VB u periodu $n \pm 3$ dana oko dana („*n*“) u kojem je prošla fronta, bilo topla, bilo hladna, ispitana je pomoću χ^2 – testa i to po godišnjim dobima, pri čemu je očekivana vrijednost u χ^2 – testu prosjek VB u periodu $n \pm 3$ dana.
- c) U istraživanju veze vremenskih nizova sedmodnevnih suma raznih meteoroloških elemenata i sedmodnevnih frekvencija VB primijenjena je korelaciona analiza. Izračunavani su koeficijenti linearne korelacije za godinu, te odvojeno za hladni (X – III) i topli (IV – IX) dio godine.

4. Rezultati i diskusija

Budući da postoji dosta velika razlika u broju akutnih VB tokom godine (tab. 1), s time što je zimi njihova učestalost najveća, u proljeće nešto manja, ali veća nego u ljeto ili jesen, sve su analize provedene po godišnjim dobima.

Tablica 1. Srednja dnevna učestalost akutnih VB (\bar{x}) sa standardnom devijacijom (σ), Zagreb, 1976 i 1977.

Table 1. Mean daily frequency of acute vascular diseases (\bar{x}) with standard deviation (σ), Zagreb 1976 i 1977.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	GOD.
\bar{x}	6.1	5.3	4.8	4.8	4.1	4.2	4.0	4.1	4.1	3.8	4.3	4.7	4.5
σ	2.3	2.9	2.2	2.3	1.7	2.1	2.1	1.9	2.3	2.0	2.0	2.0	

Osim toga, da bi se što pouzdanije izdvojile najnepovoljnije vremenske prilike, dakle upravo one koje su po našoj pretpostavci skrivile povećan broj akutnih VB, proučavanje je svedeno uglavnom na onaj kolektiv podataka kad je učestalost VB bila iznad prosjeka, odnosno $> \bar{x} + \sigma$, pri čemu je \bar{x} dnevni srednjak VB za svaki mjesec tijekom dvije godine. Takvih je dana zimi registrirano 35, u proljeće 37, ljeti 36 i u jesen 31.

4.1. Tipovi vremena i VB

Iako se akutne VB dešavaju svakog dana, prema tome u svim tipovima vremena, njihova učestalost ipak varira s tipovima. Svakako je najinteresantnije proučiti koji su tipovi najopasniji, odnosno kojem tipu pripadaju najveće vjerojatnosti za pojavu velikog broja VB. Budući da je dnevni srednjak VB (tijekom 1976. i 1977.) za zimu, kao godišnje doba s najviše VB, iznosio iznad 5 slučajeva, to je u prvom redu izračunata uvjetna vjerojatnost za pojavu barem 5 slučajeva vaskularnih udara, uz uvjet da je u Zagrebu u 07h postojao određeni tip vremena. Tipovi vremena su određeni prema Pojinoj (Poje, 1965.) klasifikaciji. Uvjetne vjerojatnosti za još veći broj akutnih VB, odnosno veći od $\bar{x} + \sigma$, a to su one za ≥ 7 slučajeva dnevno, posebno ističu najopasnije vremenske tipove (tab. 2.).

Očito, ukoliko se pojave advektivni tipovi velikih dimenzija s gotovo pravocrtnim izobarama nad srednjom Evropom, uključujući naše područje, oni spadaju po uvjetnim vjerojatnostima u svim sezonama među najopasnije za razvoj akutne faze VB. Zimi, kada se pojavljuje općenito najviše VB, naročito su opasni tipovi sa sjeveroistočnim strujanjem koji donose jaka zahlađenja. Naravno i tipovi s niskim tlakom zraka, koji donose pogoršanje vremena, po uvjetnoj su vjerojatnosti visoko na ljestvici opasnih.

Izračuna li se uvjetna vjerojatnost za pojavu određenog tipa vremena, uz uvjet da je registrirana učestalost VB $> \bar{x} + \sigma$ (tab. 3), potvrđuje se da su doista advektivni tipovi velikih dimenzija, iako su rijetki, vrlo opasni. Zimi im se pridružuju u prvom redu doline i prednje strane ciklone, u proljeće greben i bezgradijentno ciklonalno polje, ljeti hladna strana ciklone i doline, a u jesen greben. Ostalim tipovima vremena (tab. 3) pridružena je manja vjerojatnost za pojavu velikog broja VB ($> \bar{x} + \sigma$).

Tablica 2. Uvjetne vjerojatnosti (%) da će se pojaviti ≥ 5 slučajeva VB dnevno, odnosno ≥ 7 slučajeva, ako se pojavi određeni tip vremena, Zagreb, 1976 i 1977.

Table 2. Conditional probability of acute vascular diseases daily frequency (VB) ≥ 5 , respectively ≥ 7 for given weather types in Zagreb, 1976 and 1977.

≥ 5 slučajeva dnevno
 ≥ 5 cases daily

ZIMA WINTER		PROLJEĆE SPRING		LJETO SUMMER		JESEN AUTUMN	
N, NE	100	S, SW	100	B _c	55	S, SW	100
S, SW	65	W, NW	100	N ₃ N ₄	50	E, SE	51
N _c N ₁ N ₂	63	N ₃ N ₄	67	E, SE	50	g, mv	43
dol	62	N _c N ₁ N ₂	56	V _c V ₁ V ₂	42	N _c N ₁ N ₂	41
V _c V ₁ V ₂	62	V _c V ₁ V ₂	54	N, NE	40	V ₃ V ₄	40
B _a	58	B _a	49	dol	39	S, SW	33
g, mv	57	g, mv	48	B _a	32	dol	33
E, SE	55	E, SE	42	g, mv	32	B _a	32
B _c	46	dol	34	N _c N ₁ N ₂	20	B _c	31
V ₃ V ₄	45					V _c V ₁ V ₂	30
N ₃ N ₄	25					N ₃ N ₄	28

≥ 7 slučajeva dnevno
 ≥ 7 cases daily

ZIMA WINTER		PROLJEĆE SPRING		LJETO SUMMER		JESEN AUTUMN	
N, NE	100	g, mv	28	dol	25	S, SW	50
dol	42	V _c V ₁ V ₂	20	N ₃ N ₄	25	V _c V ₁ V ₂	17
S, SW	36	B _a	19	B _c	19	g, mv	16
B _a	33	N _c N ₁ N ₂	17	V _c V ₁ V ₂	14	N ₃ N ₄	14
B _c	31	dol	15	B _a	13	dol	13
V _c V ₁ V ₂	31	B _c	7	N _c N ₁ N ₂	7	E, SE	13
V ₃ V ₄	30			g, mv	4	B _c	8
N _c N ₁ N ₂	27					V ₃ V ₄	7
g, mv	27					N _c N ₁ N ₂	6
E, SE	25					B _a	3

Tablica 3. Uvjetna vjerojatnost za određeni tip vremena uz uvjet da se pojavi dnevna učestalost $VB > \bar{x} + \sigma$, Zagreb, 1976 i 1977.

Table 3. Conditional probability for definite weather type if appeared acute vascular diseases daily frequency $VB > \bar{x} + \sigma$, Zagreb 1976 and 1977.

	ZIMA WINTER	PROLJEĆE SPRING	LJETO SUMMER	JESEN AUTUMN
Dol	0.35	0.10	0.29	0.20
$N_c N_1 N_2$	0.27	0.22	0.07	0.12
$N_3 N_4$	.	.	0.50	0.14
B_c	0.15	0.28	0.23	0.08
B_a	0.10	0.22	0.17	0.13
g, mv	0.21	0.32	0.16	0.27
$V_c V_1 V_2$	.	0.21	0.21	0.17
$V_3 V_4$	0.20	.	.	0.13
E	.	.	.	.
SE	0.17	.	0.50	0.33
S	0.17	1.00	.	0.50
SW	0.25	.	.	.
W	.	.	.	0.50
NW	.	.	.	.
N	.	.	.	.
NE	0.50	.	.	.

Premda su pojedine uvjetne vjerojatnosti velike, ukazujući da su neki tipovi vremena mnogo opasniji od drugih, stvarna učestalost tih tipova pokazuje da se mnogi od njih ne pojavljuju često u našoj klimi, kao što se vidi u tab. 4.

4.2. Fronte i vaskularni udari

Već je spominjano da brojni autori ističu frontalna poremećenja kao naročito nepovoljne situacije. No, kako jedni govore o predfrontalnom utjecaju na zdravlje, drugi o postfrontalnom, a treći u analize uvrštavaju samo dan prolaza fronte, to je u ovom radu proučena učestalost akutnih VB u periodu $n \pm 3$ dana oko dana s prolazom fronte („n”). Odvojeno su ispitane hladne i tople fronte da bi se ustanovilo postoji li razlika u njihovom utjecaju. I ovaj dio istraživanja baziran je na uzorku dana kada je u zagrebačke bolnice primljeno na liječenje $> \bar{x} + \sigma$ infarkta miokarda i cerebrovaskularnog inzulta. Uključeni su i svi smrtni slučajevi od ove dvije bolesti kao i od plućne embolije.

Tablica 4. *Relativna učestalost (%) tipova vremena (a) i srednji broj VB po tipu vremena (b), Zagreb, 1976 i 1977.*

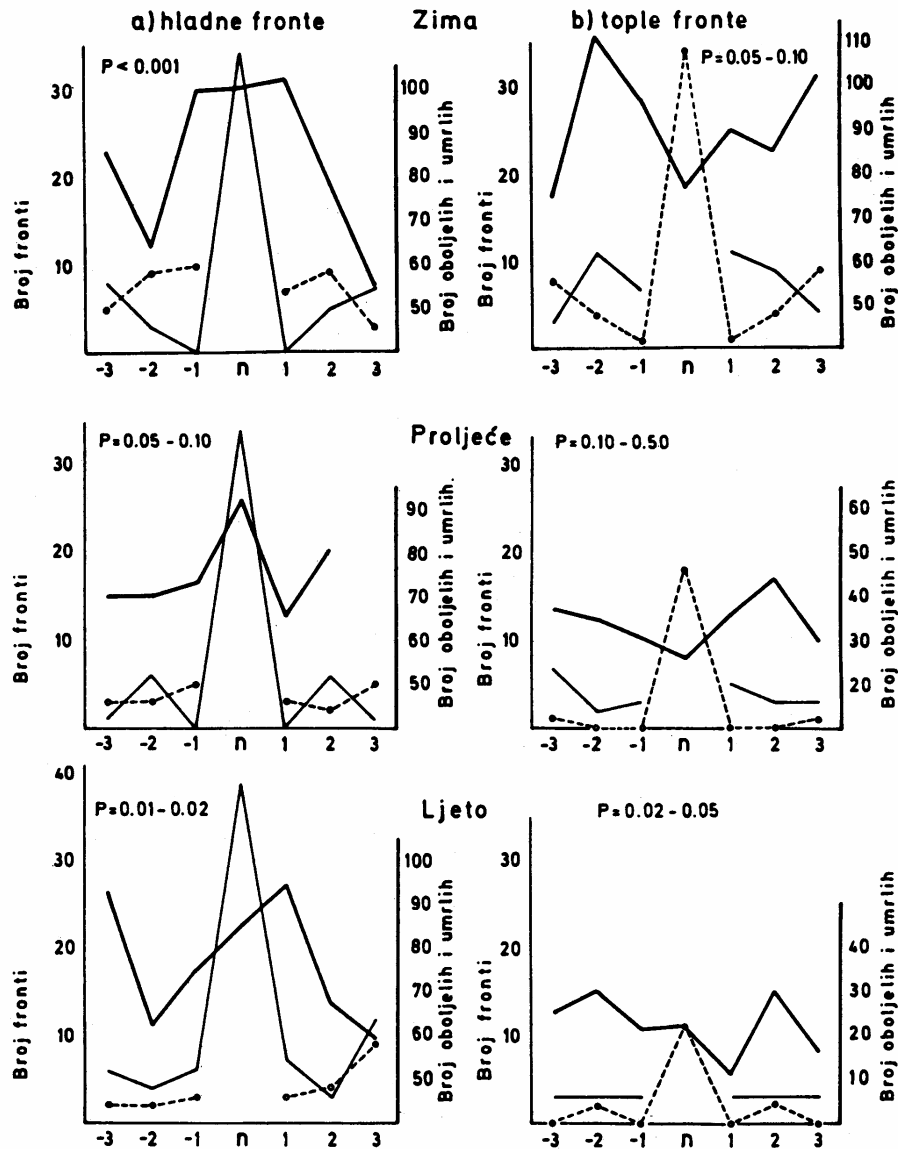
Table 4. *Relative frequency (%) of weather types (a) and vascular diseases mean number (VB) in definite weather type (b), Zagreb, 1976 and 1977.*

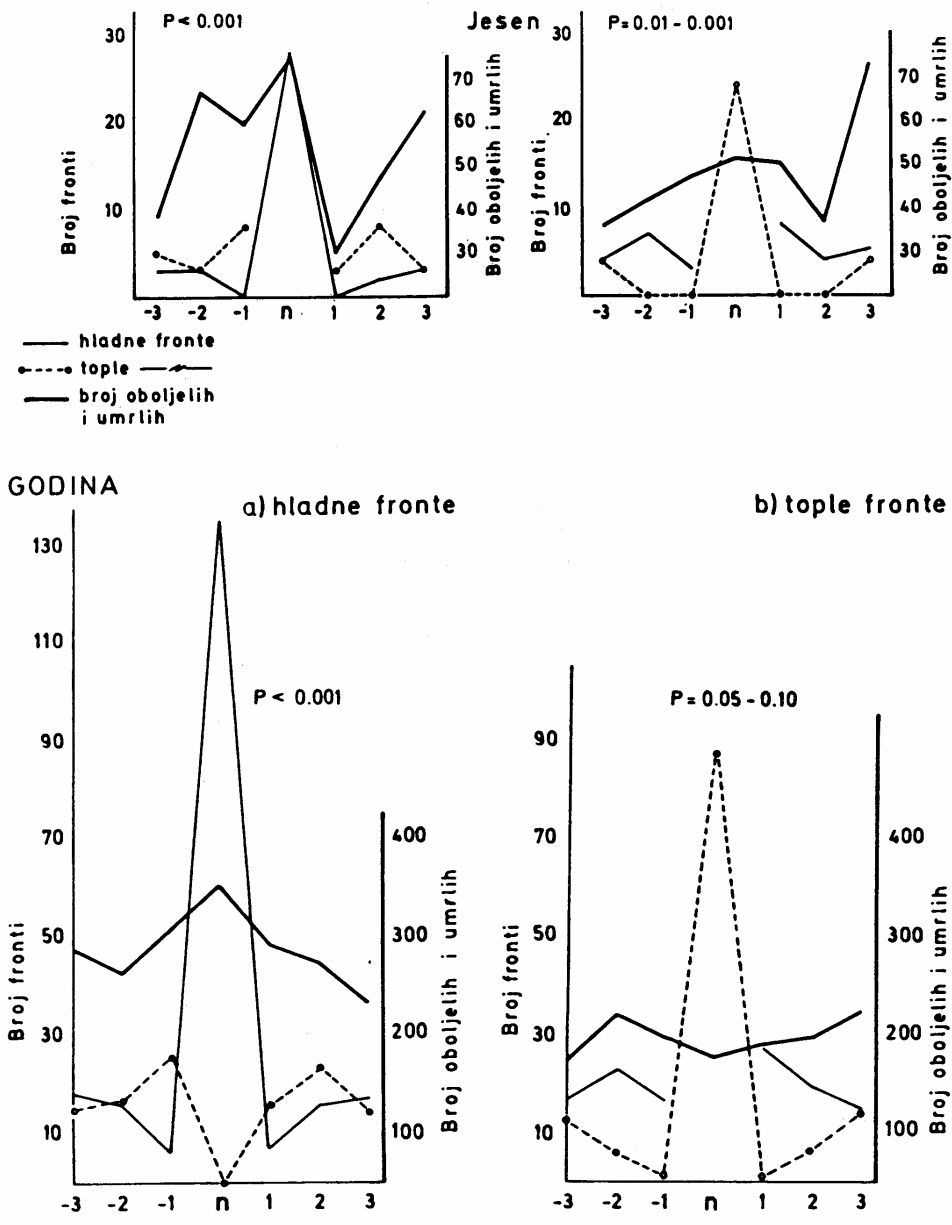
	ZIMA WINTER		PROLJEĆE SPRING		LJETO SUMMER		JESEN AUTUMN		GODINA YEAR	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Dol	3.56	6.1	2.74	4.1	3.83	4.4	4.10	4.1	14.23	4.7
N _c N ₁ N ₂	1.50	5.6	2.46	5.1	2.05	3.5	2.33	4.2	8.35	4.5
N ₃ N ₄	0.55	3.8	0.41	4.7	0.55	4.0	0.96	4.4	2.46	4.2
B _c	1.78	4.2	3.97	4.3	3.01	4.4	1.78	3.7	10.54	4.2
B _a	2.87	5.1	5.06	4.5	7.39	3.8	5.20	3.3	20.52	4.1
g, mv	4.51	4.9	3.42	4.8	3.42	3.8	3.56	4.3	14.91	4.5
V _c V ₁ V ₂	1.78	5.1	3.97	4.5	3.97	4.0	3.15	3.6	12.86	4.2
V ₃ V ₄	2.74	5.1	0.96	2.9	—	—	2.05	3.9	5.75	4.3
E	0.27	5.5	0.68	4.0	—	—	0.68	3.8	1.64	4.2
SE	2.46	5.6	0.96	4.0	0.27	5.0	0.41	5.7	4.10	5.2
S	0.82	6.0	0.14	6.0	—	—	0.27	6.0	1.23	6.0
SW	1.09	5.5	—	—	—	—	—	—	1.09	5.5
W	0.27	3.0	—	—	—	—	0.27	4.0	0.55	3.5
NW	0.27	4.0	0.27	6.0	—	—	0.14	3.0	0.68	4.6
N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
NE	0.27	8.5	0.14	3.0	0.68	3.8	—	—	1.09	4.9

Lako se uočava (sl. 1) da oko dana s prolazom fronte postoje signifikantne varijacije u broju akutnih VB i to signifikantnije oko hladne fronte nego oko tople.

U danu s prolazom hladne fronte u svim je godišnjim dobima zabilježen znatan porast broja akutnih VB. Već i u danu uoči prolaza može se zamijetiti izvjestan porast, koji je osobito izražen zimi kada se dan uoči prolaza hladne fronte dogodilo isto toliko vaskularnih udara kao i na sam dan prolaza. Dan nakon prolaza hladne fronte registrirano je i ljeti i zimi prema zagrebačkim podacima još nešto više vaskularnih udara nego u danu prolaza. Međutim, u proljeće i jesen je u danu iza prolaza hladne fronte znatno smanjen broj vaskularnih udara. Sumirano kroz cijelu godinu (sl. 1) još se izrazitije vide varijacije dnevnog broja oboljenja u periodu $n \pm 3$ dana oko dana s prolazom hladne fronte. Varijacije dnevnog broja VB su signifikantne prema χ^2 – testu u kojem je kao očekivana vrijednost uzeta srednja vrijednost za sedmodnevno razdoblje u sredini kojega je dan s prolazom hladne fronte. U svakom slučaju u danu prolaza hladne fronte treba očekivati porast akutnih VB.

Oko dana s prolazom tople fronte promjene dnevnog broja oboljelih manje su izrazite, a signifikantne su, uz $P = 0.05$, samo za ljeto i jesen. Najvažnija karakteristika, što se najbolje uočava na slici za godinu, je smanjen broj oboljenja upravo u danu prolaza tople fronte, ali zato povećan (osobito zimi) dan prije, a osobito 2 dana prije.





Slika 1. Učestalost vaskularnih udara ($> \bar{x} + \sigma$ i svih smrtnih slučajeva) u razdoblju $n \pm 3$ dana oko dana s prolazom hladnih i toplih fronti (n)

Figure 1. Vascular diseases frequency ($> \bar{x} + \sigma$ including lethal cases) over the $n \pm 3$ day period around the day with cold or warm front passage (n)

Sudeći po ovim rezultatima, frontalna poremećenja doista izazivaju ozbiljne zdravstvene probleme kod vaskularnih bolesnika. Nisu za odbacivanje niti tvrdnje onih bolesnika koji govore da predosjećaju nailazeću promjenu vremena. Posebno je, i do danas još nedovoljno objašnjeno, pitanje što je pravi uzrok tih oboljenja, a vezano je uz frontalna poremećenja. Zato se razni istraživači nerijetko priklanjaju stavu da je to kompleksno stanje atmosfere.

4.3. Korelacija meteoroloških elemenata i vaskularnih udara

Pojedinačni meteorološki elementi promatrani zajedno definiraju u svakom trenutku to kompleksno stanje atmosfere. Zato su u ovom poglavlju proučavane linearne korelacije između VB i dvanaest meteoroloških elemenata, osnovnih (mjerenih) i izvedenih (tab. 4). Pod izvedbom mislimo na interdiurne (apsolutne) promjene temperature, tlaka i relativne vlage zraka; te na vertikalni gradijent temperature i R_i – broj u sloju uz tlo debljine 100 m, kao mjeru stabilnosti sloja u kojemu živimo.

Korelacije, međutim, nisu tražene između dnevnih vrijednosti nekog meteorološkog elementa i dnevne frekvencije oboljenja, nego između sedmodnevnih suma uzetih kalendarski od 1. 1. 1976. pa do kraja 1977. godine. Više je razloga zbog kojih je tako postupljeno. Jedan je nedostatak podataka o infarktu miokarda jedne od zagrebačkih bolnica koja je u to vrijeme dežurala svaki peti dan. Sumiranjem kroz sedam dana donekle se izglađuje taj nedostatak. Drugi je taj što je nemoguće, prateći u vremenskom nizu po danima broj vaskularnih udara, lučiti one slučajeve koji su rezultat predosjetljivosti, od onih koji se javljaju uz, ili nakon frontalnog poremećenja, a jedni i drugi postoje, kao što se vidjelo kod proučavanja utjecaja fronti na vaskularne bolesnike. I zbog perzistencije određenih vremenskih karakteristika, sedmodnevna razdoblja su pogodnija za proučavanje od jednodnevnih. Konačno i korelacioni koeficijenti izračunati iz niza sedmodnevnih vrijednosti tijekom dvije godine pouzdaniji su, jer su sedmodnevne vrijednosti međusobno manje zavisne od jednodnevnih.

Tom su analizom, prema tome, obuhvaćeni svi raspoloživi podaci o akutnim VB tijekom dvije godine u Zagrebu.

Koeficijenti linearne korelacije (tab. 5), računati za cijelo dvogodišnje razdoblje i posebno za hladni (X–III) i topli (IV–IX) dio tog razdoblja, pokazuju kojim meteorološkim elementima pripada dominantna uloga u spominjanom kompleksu. Signifikantne vrijednosti (Brooks, Carruthers, 1953) označene su zvjezdicom. Pokazuju da su tijekom proučavane dvije godine najopasnija bila ona sedmodnevna razdoblja koja su imala sniženu temperaturu zraka, smanjenu amplitudu temperature, velike interdiurne promjene (apsolutne) tlaka i temperature, smanjenu stabilnost noću kao i smanjenu nestabilnost danju. Svi ovi elementi ukazuju da su to hladna sedmodnevna razdoblja s promjenjivim i nestabilnim prilikama. Temperatura zraka pri tom je faktor kojemu pripada najveća težina. To se vidi i kod podjele na hladni i topli dio godine, kada veza između temperature zraka i vaskularnih bolesti ostaje i dalje signifikantna, dok se signifikantnost mnogih drugih elemenata smanjuje ispod nivoa $P = 0.05$.

Tablica 5. Koeficijenti linearne korelacije između sedmodnevnih učestalosti vaskularnih bolesti i sedmodnevnih suma meteoroloških elemenata u Zagrebu tokom 1976. i 1977.

Table 5. Linear correlation coefficients between vascular diseases seven-day frequencies and meteorological elements seven-day sums in Zagreb, 1976 and 1977.

Meteorološki parametri	Godina (104 člana)	X – III (52 člana)	IV – IX (52 člana)
Meteorological parameters	Year (104 data)	(52 data)	(52 data)
1. Temperatura zraka Air temperature	-0.49*	-0.51*	-0.27*
2. Amplituda temperature Temperature amplitude	-0.23*	-0.03	-0.10
3. Tlak zraka Air pressure	-0.04	-0.07	-0.09
4. Relativna vlaga zraka Relative air humidity	0.01	-0.22	-0.10
5. Naoblaka Cloudiness	0.13	-0.03	0.08
6. Brzina vjetra Wind speed	0.10	0.22	0.04
7. Interdiurne apsolutne promjene temperature Absolute interdiurnal temperature changes	0.21 *	0.22	0.04
8. Interdiurne apsolutne promjene tlaka Absolute interdiurnal pressure changes	0.27*	0.29*	-0.11
9. Interdiurne apsolutne promjene relativne vlage Absolute interdiurnal changes of relative humidity	0.17	0.17	0.19
10. Vertikalni gradijent temperature, 01h ($\Delta t / \Delta z > 0$, inverzija) Vertical temperature gradient, 01 a. m. ($\Delta t / \Delta z > 0$, inversion)	-0.21*	-0.04	-0.17
11. Vertikalni gradijent temperature, 01h ($\Delta t / \Delta z > 0$, inverzija) Vertical temperature gradient, 01 a. m. ($\Delta t / \Delta z > 0$, inversion)	0.31*	0.02	0.10

Tablica 5. Nastavak

Table 5. Continued

Meteorološki parametri	Godina (104 člana)	X – III (52 člana)	IV – IX (52 člana)
Meteorological parameters	Year (104 data)	(52 data)	(52 data)
12. Broj dana s <i>Ri</i> -brojem < 0.25, 13h Number of days with <i>Ri</i> -number < 0.25, 01 p. m.	-0.24*	-0.05	-0.17

*Signifikantno uz barem $P = 0.05$ Significant with at least $P = 0.05$

5. Zaključak

Ovo je istraživanje potvrdilo da broj oboljelih od akutnog infarkta miokarda, moždanog udara i plućne embolije i u našoj kontinentalnoj klimi zavisi od karakteristika vremena.

1. Nosioi najopasnijeg vremena u unutrašnjosti Hrvatske su veliki barički tipovi koji u meridionalnoj, sjevernoj ili južnoj cirkulaciji donose zračne mase iz veoma udaljenih krajeva. Slijede ih razni tipovi niskog tlaka zraka, osobito zimi i ljeti, dok se u prijelaznim godišnjim dobima kao dosta opasan tip javlja još i greben.

2. Topla i hladna fronta razlikuju se po svom utjecaju. Atmosferski procesi vezani uz hladnu frontu djeluju tako da je najviše vaskularnih incidenata u danu prolaza hladne fronte. Učestalost incidenata smanjena je u danu prolaza tople fronte, ali zato povećana dva dana prije. Po varijacijama dnevnog broja oboljelih oko tople i hladne fronte može se zaključiti da je u našoj klimi utjecaj hladne fronte izrazitiji.

3. Prethodne zaključke upotpunjuje i signifikantna veza VB s nekim meteorološkim elementima. Posebno je značajna višednevno snižena temperatura zraka, kao i svi oni parametri koji ukazuju na promjenljivost i poremećenost vremenskih prilika. To je smanjena amplituda temperature zraka kroz više dana, velike interdiurne promjene temperature i tlaka zraka, kao i vertikalni gradijent temperature koji kao značajno ističe smanjenu noćnu stabilnost i smanjenu dnevnu nestabilnost u višednevnom razdoblju.

Literatura

- Brezowsky H. (1965): Meteorologische und Biologische Analysen nach der Tölzer Arbeitsmethode, *Meteorologische Rundschau*, 18, 5, 133–143
- Brooks C. E. P. and N. Carruthers (1953): *Handbook of Statistical Methods in Meteorology*, Her Majesty's Stationery Office, London, 221 pp.
- Bull G. M. (1973): Meteorological Correlates with Myocardial and Cerebral Infarction and Respiratory Disease, *British Journal of preventive Social Medicine* 27, 108–113
- Burch G. E. and T. D. Giles (1977): Influence of Weather and Climate on Cardiovascular Diseases, -in TROMP S. W. et al, 1977: *Progress in Biometeorology*, Div. A, Vol. 1, Part II. Period 1963–1975, Swets-Zeitlinger, Amsterdam, 52–60
- Cech I., K. Youngs, M. H. Smolensky and F. Sargent (1979): Day-to-Day and Seasonal Fluctuations of Urban Mortality in Houston, Texas, *International Journal of Biometeorology* 23, 2, 77–87
- Driscoll D. M. (1971): The Relationship Between Weather and Mortality in Ten Major Metropolitan Areas in the United States, 1962–1965, *International Journal of Biometeorology* 15, 1, 23–39
- Kügler H. (1972): *Medizin-Meteorologie nach den Wetterphasen*, J. F. Lehmanns, München, 122 pp.
- Pleško N., V. Goldner, Dž. Rezaković, K. Zaninović i D. Zečević (1983): Karakteristike vremenskih prilika u sedmodnevnim razdobljima s velikim brojem infarkta miokarda u Zagrebu, *Acta Medica Iugoslavica*, 3–17
- Pleško N. i Z. Poljaković (1983): Vremenske prilike u periodima s ekstremnim brojem cerebrovaskularnih inzulta, Savetovanje o atmosferskim i rečnim elementarnim nepogodama, Beograd, 28–30. 9. 1983., Zbornik radova, RHMZ SRS, 400–408
- Poje D. (1965): Glavni tipovi vremena u Jugoslaviji i njihova ovisnost o visinskom strujanju, Disertacija na Prir.-mat. fakultetu Sveučilišta, Zagreb
- States S. J. (1977): Weather and Death in Pittsburgh, Pennsylvania: A Comparison with Birmingham, Alabama, *International Journal of Biometeorology* 21, 1, 7–15
- Tromp S. W. (1963): *Medical Biometeorology*, Elsevier, Amsterdam, 991 pp.