

## POJAVA CEREBROVASKULARNOG INZULTA U OVISNOSTI O TIPOVIMA VREMENA I FRONTAMA

### Appearance of Cerebral Vascular Insults in Relation to Weather Types and Front Passages

K. ZANINOVIĆ, N. PLEŠKO

Republički hidrometeorološki zavod SR Hrvatske, Zagreb  
Primljeno 11. kolovoza 1986, u konačnom obliku 23. rujna 1987.

**Sažetak:** U radu je analizirana uvjetna vjerojatnost pojavljivanja cerebrovaskularnih inzulta kad se pojavio određeni tip vremena, kao i učestalost cerebrovaskularnih inzulta u 7-dnevnom razdoblju  $n \pm 3$  dana oko centralno smještenog dana s prolazom hladne ili tople fronte. Pokazalo se je da su cerebrovaskularni udari najčešći u tipovima vremena s niskim tlakom zraka (doline i ciklone) te u situacijama kad nad naše područje iz velikih udaljenosti dolaze zračne mase bitno drugačijih karakteristika od prevladavajućih – zimi N, NE tipovi, a u proljeće i jesen S, SW tipovi vremena. Učestalost CVI veća je u dane s hladnom frontom, a zimi i u proljeće i 1-2 dana uoči njega, a ljeti dan nakon prolaza hladne fronte.

**Ključne riječi:** cerebrovaskularni inzult, tipovi vremena, prolaz fronte

**Abstract:** The paper analyses the conditional probability of cerebral vascular appearance if the defined weather type appears as well as cerebrovascular attack frequency in a 7-day period  $n \pm 3$  days about the »n« day with a cold or a warm front passage. Cerebrovascular attacks are the most frequent in low pressure weather types (troughs and cyclones) and in situations with cold air streams from the N or NE in winter and warm and humid air-streams from S or SW in spring and autumn. The CVI frequency is greater in days with a cold front and 1-2 days before it in winter and spring, but one day after it in summer.

**Key words:** cerebral vascular attack, weather types, front passage

#### 1. UVOD

Cerebrovaskularni inzulti, pored tumora i srčanih udara, predstavljaju jedno od najčešćih oboljenja i uzroka smrti u razvijenom svijetu. Zato se velika pažnja poklanja istraživanju njihovog nastanka, a posebno faktora rizika, među koje se obrađuju i određeni meteorološki uvjeti.

Više je autora istraživalo vezu tipova vremena i frontalnih prodora s vaskularnim bolestima, odnosno njihovom učestalošću i smrtnošću od njih. Međutim, ti se rezultati dosta razlikuju. Tako je Driscoll (1971) našao opasnim predfrontalne situacije te centre i prednje strane ciklone. Sumirajući radove više autora, Tromp (1980) ističe da smrtnost od vaskularnih bolesti raste u periodima s velikom atmosferskom turbulencijom, uz nagle prodore hladnih, polarnih zračnih masa i prolaz aktivnih atmosferskih fronti. S druge strane, Driscoll i Landsberg (1967) na primjeru prolaza jedne naglašene hladne fronte preko više država u SAD nisu našli porast smrtnosti od vaskularnih udara. Pleško i Grahovac (1978) ustanovili su povećanu opasnost za miokardijalni infarkt, koji kao i cerebrovaskularni inzult nastaje kao posljedica oboljenja krvnih žila, na sjevernoj i zapadnoj strani ciklone te u situacijama sa južnim strujanjem i bezgradijentnim anticiklonalnim poljima. Pleško i suradnici (1983) povezali su veliki broj srčanih udara zimi s dolinama, južnim strujanjem i učestalim frontalnim prodorima.

U ovom radu želimo istražiti tipove vremena i uz njih vezane vremenske karakteristike značajne za nastanak cerebrovaskularnog inzulta.

#### 2. METODA I MATERIJAL

Za proučavanje veze općih vremenskih karakteristika i frontalnih prodora s cerebrovaskularnim inzultom koristili smo podatke o broju pacijenata s cerebrovaskularnim udarom primljenim na liječenje tokom 1976. i 1977. godine u tri zagrebačke bolnice: KBC »Rebro«, KB »Dr. J. Kajfeš« i »Dr. M. Stojanović«.

Za određivanje tipova vremena korištena je klasifikacija koju je dao Poje (1965), a određuju se za svaki dan u 07 h u Hidrometeorološkom zavodu prema prizemnim faksimil kartama Evropskog prognostičkog centra. Prolaz fronti nad Zagrebom određen je prema kartama Europäischer Wetterbericht i na temelju analiza prizemnih i visinskih podataka stanice Zagreb-Maksimir.

Pretpostavili smo da utjecaj vremena nije trenutačan, već da je organizmu potrebno izvjesno vrijeme da bi na njega reagirao. Međutim, meteorotropne osobe često govore i o reakciji organizma na vrijeme koje tek predstoji. Stoga smo analizirali broj cerebrovaskularnih udara 3 dana prije i tri dana nakon prolaza fronte nad Zagrebom.

Analiza utjecaja određenih tipova vremena na nastanak cerebrovaskularnog inzulta provedena je na temelju prosječnog broja udara u pojedinom tipu vremena i uvjetne vjerojatnosti pojave CVI za pojedini tip vremena. Cilj nam je bio ustanoviti da li se kod nekih tipova vremena cerebrovaskularni inzulti javljaju češće nego u ostalima.

Uzorak CVI kojim smo raspolagali tretirali smo kao slučajni i koristili statističke metode koje pretpostavljaju stoha-

stičku, a ne determinističku povezanost između vremena i cerebrovaskularnih inzulata. Naime, poznato je da kod svakog cerebrovaskularnog bolesnika postoji više faktora rizika, koji djeluju na organizam kroz duže vrijeme (povišeni krvni tlak, poremećaj masnoća u krvi, šećerna bolest, nasljedni faktor, debljina itd.). Njihova najnepovoljnija kombinacija kod velikog broja bolesnika koji se proučava za područje grada i bez efekta vremena, može se smatrati slučajnom. Zato će efekti vremena, ukoliko postoje, to značajnije promijeniti prosječnu dnevnu frekvenciju moždanih udara na području grada i ukazati na nepovoljne vremenske prilike grupirane u tim ili oko tih dana.

### 3. Rezultati i diskusija

#### 3.1. Cerebrovaskularni inzulati i tipovi vremena

Cerebrovaskularni inzulati javljali su se tokom 1976. i 1977. godine u Zagrebu gotovo svakodnevno (u 87% dana) s prosječno 2.3 inzulata dnevno, s najvećom učestalošću zimi (2.6 dnevno), a najmanjom u jesen (2.1 dnevno).

Uvjetne vjerojatnosti za pojavu bar jednog cerebrovaskularnog inzulata dnevno ako se pojavio određen tip vremena, pokazuju da nema većih razlika među vremenskim tipovima. Vjerojatnosti se, gledajući godinu u cjelini, kreću između 81-95% i u nešto većem rasponu po sezonama (Tab. 1). Izuzetak je stražnja i sjeverna strana ciklone (tip  $N_3$ ,  $N_4$ ) zimi, koja se ističe s uvjetnom vjerojatnošću od 50%, ali ovih je tipova u 76. i 77. godini bilo u svega 4 dana, pa ovaj podatak nema veliku težinu. U želji da ustanovimo u kojim se vremenskim tipovima javlja povećani broj CVI, analizirali smo uvjetne vjerojatnosti za pojavu bar 3 cerebrovaskularna inzulata dnevno (više od srednjaka za svaku sezonu) kao i vjerojatnosti za pojavljivanje  $\geq \bar{x} + \sigma$  cere-

brovaskularnih inzulata dnevno, ako se je pojavio određeni tip vremena. Pokazalo se da prema oba kriterija nešto povećanu uvjetnu vjerojatnost za pojavu većeg broja CVI imaju tipovi vremena sa sniženim tlakom zraka (doline i ciklone) i u godini i gotovo u svim sezonama. Osim njih, u toku 1976. i 1977. godine povećani broj CV udara javljao se s većom uvjetnom vjerojatnošću i u S, SW te N, NE stanju. Iako se ovaj rezultat može objasniti činjenicom da u ovim vremenskim situacijama u naše područje dolaze zračne mase s velikih udaljenosti donoseći sasvim drugačije vremenske karakteristike od prevladavajućih, što može predstavljati povećani napor za bolesni organizam, treba ga uzimati s oprezom budući da su ovi tipovi bili vrlo rijetki, pa rezultati nemaju veliku težinu.

Slični se rezultati dobivaju i analizom prosječnog broja cerebrovaskularnih inzulata u različitim tipovima vremena. Ponovo se, po prosječnom dnevnom broju CVI u pojedinom tipu većem od srednjaka za sve tipove, ističu doline i ciklone kao i veliki sistemi koji iz velikih udaljenosti nad Jugoslaviju donose sa juga i jugozapada (tip S, SW) toplije, a sa sjevera i sjeveroistoka (N, NE) hladnije zračne mase od onih koje prevladavaju. Postoje razlike i među sezonama (sl. 1). Zimi se s prosječno najvećim brojem CVI u danu ističu doline, prednji i južni dio ciklone te N, NE strujanje, a u proljeće i jesen doline, svi sektori ciklone i S, SW strujanje.

Moramo međutim naglasiti da je uzorak koji smo imali na raspolaganju relativno malen, što posebno dolazi do izražaja kod tipova vremena u kojima nad područje Jugoslavije dolaze zračne mase bitno različitih karakteristika od prethodnih (S, SW, N, NE tipovi vremena), a za koje se je pokazalo da bi mogle predstavljati povećanu opasnost za cere-

Tabela 1. Uvjetna vjerojatnost (%) za pojavu bar jednog CVI dnevno (A),  $\geq 3$  CVI dnevno (B) i  $\geq \bar{x} + \sigma$  CVI dnevno (C) u različitim tipovima vremena te učestalost pojavljivanja pojedinih tipova po sezonama, Zagreb, 1976. i 1977.  
Table 1. Conditional probability (%) for the appearance of at least one cerebrovascular insult (CVI) daily (A),  $\geq 3$  CVI daily (B) and  $\geq \bar{x} + \sigma$  CVI daily in various weather types

God. doba Tip vremena	ZIMA			PROLJEĆE			LJETO			JESEN			GODINA		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
Dol	96(26)	58	27	100(20)	40	20	89(28)	39	29	80(30)	47	20	90(104)	46	24
$N_c N_1 N_2$	91(11)	64	27	94(18)	44	33	93(15)	40	13	100(17)	41	29	95(61)	46	26
$N_3 N_4$	50(4)	—	—	100(3)	67	—	100(4)	50	50	86(7)	43	43	89(18)	39	28
$B_c$	77(13)	54	15	90(29)	38	14	82(22)	41	27	62(13)	15	8	81(77)	38	17
$B_a$	95(21)	57	14	89(57)	43	24	87(54)	24	17	71(38)	21	8	85(150)	33	16
mv, g	88(33)	45	15	88(25)	44	32	88(25)	32	16	92(26)	31	23	89(109)	39	21
$V_c V_1 V_2$	100(13)	38	8	76(29)	31	17	86(29)	34	10	91(23)	35	26	86(94)	34	16
$V_3 V_4$	85(20)	45	5	71(7)	14	—	—	—	—	87(15)	20	13	81(42)	31	7
E, SE	80(20)	35	10	100(12)	42	—	100(2)	100	50	100(8)	50	25	90(42)	43	12
S, SW	86(14)	64	—	100(1)	100	100	—	—	—	100(2)	50	50	88(17)	65	12
W, NW	100(4)	25	—	100(2)	100	50	—	—	—	67(3)	—	—	89(9)	22	11
N, NE	100(2)	100	50	100(1)	100	—	80(5)	40	—	—	—	—	88(8)	62	12
prosjeck	88(181)	49	14	89(184)	40	21	88(184)	34	19	83(182)	32	19	87(731)	39	18

$\bar{x}$  – prosječni dnevni broj CVI u sezoni ili godini

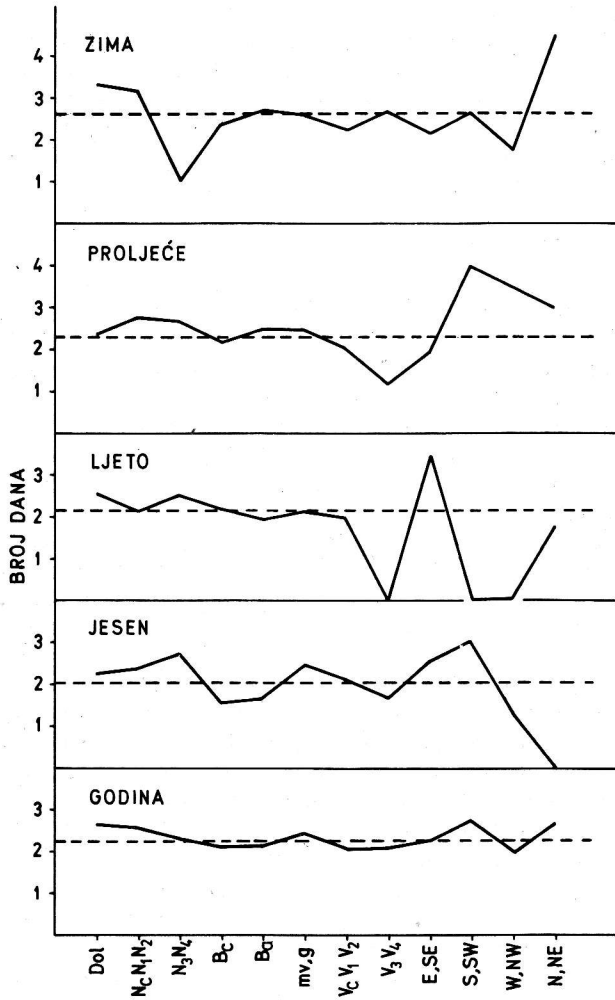
$\sigma$  – standardna devijacija dnevnog broja CVI od prosječnog dnevnog broja CVI u sezoni ili godini

() – učestalost pojavljivanja pojedinih tipova vremena u 1976. i 1977. godini.

$\bar{x}$  – CVI daily mean value in seasons or a year

$\sigma$  – standard deviation

() – frequencies of various weather type appearance during 1976 and 1977 in Zagreb



Sl. 1. Prosječan dnevni broj CVI u različitim tipovima vremena (—) i prosječan broj CVI po sezonama i u godini (---), Zagreb, 1976. i 1977.

Fig. 1. Mean daily number of CVI during various weather types (—) and mean daily values for seasons and year (---), Zagreb, 1976 and 1977.

brovaskularne bolesnike. Analizom vremenskih prilika u jedina dva zimska dana sa sjeveroistočnim strujanjem u promatranom razdoblju (27. i 28. I 1976) uočava se da je povećani broj cerebrovaskularnih inzulita uslijedio nakon višednevnog zahlađenja (srednja dnevna temperatura je od 23. do 28. I. pala za gotovo 8°C). Dana 28. I. i relativna vlaga zraka smanjila se za 11% u odnosu na prethodni dan, a sjeveroistočni vjetar puhao je brzinom većom od »normalne« za taj mjesec ( $> \bar{v} + \sigma$ ). Smanjena temperatura i vlaga zraka te pojačan vjetar »snizili« su osjet ugodnosti, odnosno povećali odvođenje topline s površine tijela i njegovo ohlađivanje u granice »znatno ispod normale«. Tako je 18. I, kad je zabilježeno čak 5 CVI, iako ne i najniže temperature, bio jedan od najhladnijih dana u siječnju 1976. godine. Na povećani broj cerebrovaskularnih inzulita u hladnim razdobljima ukazuju i korelacije dobivene s temperaturnim prilikama (Pleško i Zaninović, 1986).

Povećani broj cerebrovaskularnih inzulita u proljeće i jesen vezan uz južno ili jugozapadno strujanje pretpostavili smo da može biti uzrokovan naglim zatopljenjem. Tako je 30.10.1976, kad je u Zagrebu zabilježeno 4 CVI, južno strujanje donijelo toplu i vlažnu zračnu masu koja je prethodila prolazu tople fronte. Bila je to jedna od onih situacija tople i vlažne »južine« kad se i zdravi ljudi osjećaju tromo i

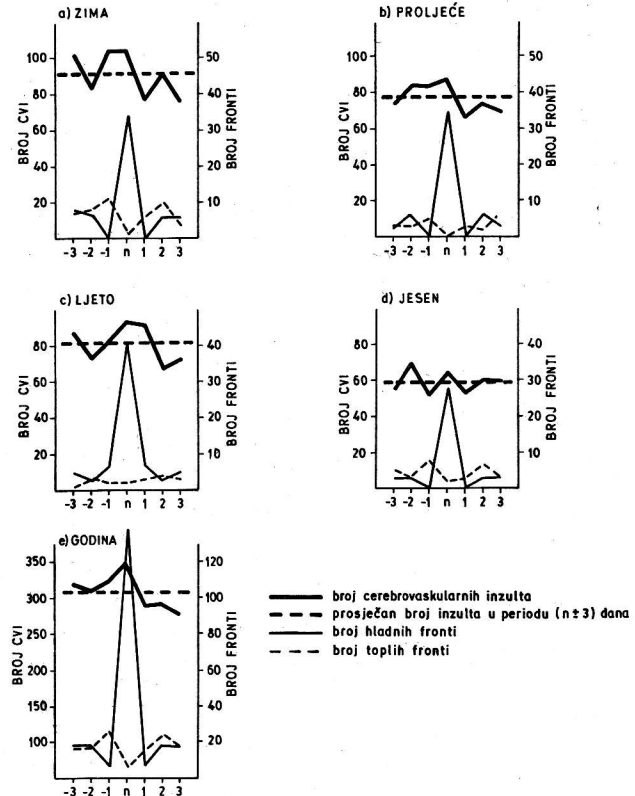
teško. Temperatura je u odnosu na prethodne dane znatno porasla i uz relativnu vlagu »iznad normale« za listopad 1976. ( $> \bar{r} + \sigma$ ), zbog smanjenog odvođenja topline s površine tijela, povećan je osjet topline koji može biti naporan za organizam naviknut već na hladnoću u ovom dijelu godine.

**3.2. Cerebrovaskularni inzuliti i frontalni prodori**

Utjecaj frontalnih prodora na učestalost cerebrovaskularnih inzulita analizirali smo za razdoblje  $n \pm 3$  dana oko dana »n« s prolazom tople ili hladne fronte nad Zagrebom po godišnjim dobima i za cijelu godinu.

**3.2.1. Hladne fronte**

Osnovna karakteristika utjecaja hladnih frontalnih prodora na akutnu fazu cerebrovaskularne bolesti, koja se nameće analizom učestalosti pojavljivanja CVI oko dana s hladnom frontom (Sl. 2), jest veći broj udara u danu prolaza hladne fronte »n« u odnosu na ostale dane i smanjen broj u danu nakon hladne fronte. Ovo je naglašeno u godišnjoj slici (Sl. 2), a i po godišnjim dobima. Ljeti povećan broj CVI zadržava se i u danu »n+1«, a smanjenje nastupa slijedećeg dana, dok zimi pa i u proljeće povećana učestalost zabilježena je ne samo u danu prolaza fronte već i uoči nje. Međutim testiranje  $\chi^2$ -testom, ako se kao očekivana vrijednost pretpostavi srednjak CVI za 7-dnevni period oko dana s hladnom frontom, pokazuje da varijacije broja cerebrovaskularnih udara oko dana s frontom ipak nisu signifikantne.



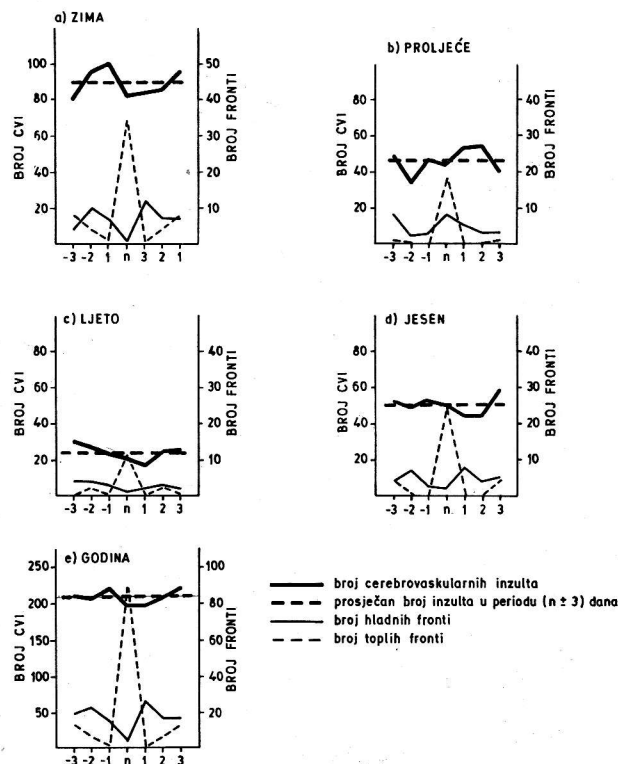
Sl. 2. Učestalost pojavljivanja CVI u periodu  $n \pm 3$  dana oko dana »n« s prolazom hladne fronte po sezonama i za godinu, Zagreb, 1976. i 1977.

Fig. 2. CVI frequency in the period »n ± 3« days around the »n« day with a cold front passage for seasons and for a year, Zagreb, 1976 and 1977.

Pokušali smo stoga drugim statističkim metodama verificirati našu pretpostavku o utjecaju hladne fronte na moždani udar. Pomoću t-testa ispitivali smo signifikantnost većeg broja CVI u pojedinim danima u odnosu na ostale dane 7-dnevnog perioda. Signifikantne razlike dobivene su samo za proljeće i ljeto. U proljeće se, uz nivo signifikantnosti manji od 1%, može očekivati veći broj cerebrovaskularnih udara 1-2 dana uoči hladne fronte i u samom danu s frontom nego u ostalim danima 7-dnevnog razdoblja. Ljeti je pak povećan broj CVI moguće očekivati u danima »n« i »n + 1« u odnosu na ostale dane oko fronte (nivo signifikantnosti 2-5%). Zimi i u jesen, kao niti za cijelu godinu, nije dobiveno signifikantno povećanje broja CVI u 7-dnevnom periodu koje bi moglo biti uzrokovano hladnom frontom. Napomenut ćemo međutim da zimi, ako se promatra samo 5-dnevni period oko dana s hladnom frontom, signifikantno veći broj moždanih udara ima u danu uoči i u dane s hladnom frontom (2-5% signifikantno). Pretpostavili smo naime da bi veći broj CVI u danu »n-3« mogao biti povezan s povećanim brojem hladnih fronti u tom danu, pa smo rubne dane 7-dnevnog perioda odbacili.

### 3.2.2. Tople fronte

Cerebrovaskularni inzultu pokazuju općenito slabiju povezanost s toplim nego s hladnim frontama. Za sve sezone i za godinu karakteristično je smanjenje broja inzulta u danu s toplom frontom u odnosu na prethodne dane, ali i na one koji slijede (sl. 3). Međutim promjene broja moždanih udara oko srednjaka za 7-dnevni period nisu signifikantne ( $\chi^2$ -test), a niti veći broj CVI u pojedinim danima nije signifikantan u odnosu na druge dane 7-dnevnog perioda (t-test) niti u jednoj sezoni niti za godinu.



Sl. 3. Učestalost pojavljivanja CVI u periodu  $n \pm 3$  dana oko dana »n« s prolazom tople fronte po sezonama i za godinu, Zagreb, 1976. i 1977.

Fig. 3. CVI frequency in the period »n ± 3« days around the »n« day with a warm front passage for seasons and for a year, Zagreb, 1976 and 1977.

Pretpostavljamo da je uzrok nepostojanju signifikantne veze između toplih fronti i cerebrovaskularnih inzulta djelomično u malom broju podataka, a djelomično i u nemogućnosti preciznog određivanja tople fronte. Osim toga, promjene meteoroloških elemenata kod prolaza tople fronte nisu toliko intenzivne i burne, pa je mogućnost adaptacije organizma na promjenu vjerojatno veća.

### 4. Zaključak

Istraživanje je pokazalo u kojim vremenskim situacijama se javlja veći broj CVI. Kao tipovi vremena kod kojih se CV inzultu javljaju najčešće i najviše ih ima ističu se doline i ciklone, koje su nad Jugoslavijom relativno čest vremenski tip. Povećana vjerojatnost za CV inzulte kao i povećan broj inzulta pojavljuje se i u 1976. i 1977. vrlo rijetkim vremenskim tipovima strujanja hladnog zraka sa sjevera ili sjeveroistoka (tip N, NE) (zimi i u proljeće), koje zbog niskih temperatura i povećane brzine vjetera pojačava osjećaj hladnoće, te toplog zraka iz južnog kvadranta (tipovi S, SW u proljeće i jesen), kad se organizam, naviknut na hladnije uvjete, zbog povišene temperature i visoke relativne vlage mora prilagoditi povećanom osjetu topline. Naglašavamo međutim da zbog vrlo malog broja ovih tipova vremena tokom 1976. i 77. godine ove rezultate treba provjeriti na većem uzorku. Iako je korištena tipizacija vremena prema Poji (1965) dala dosta dobre rezultate, smatramo da bi tipizacija vremena prilagođena potrebama humane biometeorologije, a bazirana na medicinskim podacima, mogla dati još pouzdanije i preciznije odnose. Izrada takve tipizacije predmet je budućih istraživanja.

Povećan broj moždanih udara javlja se u svim sezonama u danu prolaza hladne fronte u odnosu na ostale dane 7-dnevnog perioda oko hladne fronte, ali razlike nisu statistički signifikantne. Jedino je u proljeće broj CVI signifikantno veći 1-2 dana prije i u samom danu s hladnom frontom, a ljeti u danu s frontom i slijedećeg dana. Čini se da je zimi 7-dnevno razdoblje predugačko s obzirom na učestalost pojavljivanja hladnih fronti, pa se bolji rezultati dobivaju za 5-dnevni period oko hladne fronte, za koji je broj CV inzulta signifikantno veći u danu s hladnom frontom i uoči njega nego u ostalim danima 5-dnevnog razdoblja. Veza CV inzulta s toplim frontama je slabija, a karakterističan je smanjen broj inzulta u danu s toplom frontom u svim sezonama, ali je to statistički nesignifikantno.

### LITERATURA

- Driscoll, D. M., 1971: The Relationship between Weather and Mortality in the Major Metropolitan Areas in the United States, 1962-1965, *Int. J. Biometeor.*, Vol. 15, 23-39.
- Driscoll, D. M.; H. E. Landsberg, 1967: Synoptic Aspects of Mortality. A Case Study, *Int. J. Biometeor.*, Vol. 11, 323-328.
- Pleško, N., V. Grahovac, 1978: Miokardijalni infarkt i vremenske prilike, *Acta Med. lug.*, Vol. 32, 191-209.
- Pleško, N., V. Goldner, Dž. Rezaković, K. Zaninović, D. Zečević, 1983: Karakteristike vremenskih prilika u sedmodnevnim razdobljima s velikim brojem infarkta miokarda u Zagrebu, *Acta Med. lug.*, 37, 3-17.
- Pleško, N., K. Zaninović, 1986: Meteorološki parametri kao faktor rizika cerebrovaskularnog inzulta, *Rasprave 21, RHMZ SRH, Zagreb*, 21-28.
- Poje, D., 1965: Tipovi vremena u Jugoslaviji i njihova ovisnost o cirkulaciji atmosfere nad Jugoslavijom, *disertacija, Zagreb*, pp 215.
- Tromp, S. W., 1980: *Biometeorology*, Heyden, pp 346.

## SUMMARY

The relation between the cerebral vascular (CV) attacks and weather types as well as front passages is analysed by means of the number of patients with cerebrovascular insult in Zagreb during 1976 and 1977.

There is an increased number of vascular attacks in low pressure weather types (troughs and cyclones) in all seasons. In these situations the conditional probabilities of CV attack occurrence are the greatest as well. Besides these ones, greater number of attacks and greater conditional probabilities appear in weather types bringing very cold (N, NE weather types in winter and spring) or warm air masses (S, SW in spring and autumn). During 1976 and 1977 however, these weather types were very scarce.

The analysis of cerebrovascular attacks frequency in the period  $n \pm 3$  days around the »n« day with a front passage has shown a stronger connection with cold fronts than with warm ones. The number of cerebrovascular attacks is greater on a day with a cold front passage than on other

days of the seven-day period (Fig. 2), although, according to the  $\chi^2$ -test, variations around the mean value are not significant. By means of the t-test, however, it reveals that the number of CV attacks in the spring is significantly greater ( $P < 1\%$ ) on days »n-2«, »n-1« and »n« (where »n« is a day with a cold front passage) than in other days of the seven-day period, while in summer the number of CV attacks is greater ( $P < 5\%$ ) on a day with a cold front and the day after in comparison with other days of the  $n \pm 3$  period. In winter the number of attacks is greater on a day with a cold front and the day before, although the increment is not significant in the  $n \pm 3$  period. But supposing that the greater number of CV attacks on the »n-3« day could be caused by a greater number of cold fronts on this day, the  $n \pm 2$  period was tested only, and it reveals that the number of CV is significantly greater ( $P < 5\%$ ) on a day with a cold front and on the day before in comparison with other days of the  $n \pm 2$  day period. Contrary, the frequency of CV attacks is lower on a day with a warm front, but the differences are not significant, as the  $\chi^2$ -test has shown, neither for seasons nor for the whole year.