

## PRIMJENA MODELA TOPLINSKE RAVNOTEŽE U ODREĐIVANJU TERMIČKIH OSJETA CEREBROVASKULARNIH BOLESNIKA

### Application of the Thermal Equilibrium Model in the Determination of Thermal Sensations by Cerebral Vascular Patients

JADRANKA MARUŠIĆ

Republički hidrometeorološki zavod SRH, Zagreb

Primljeno 6. svibnja, 1986, u konačnom obliku 23. rujna 1986.

**Sažetak:** Model toplinske ravnoteže, koji osim meteoroloških uključuje i nemeteorološke faktore aktivnost i odjevenost, primjenjen je za određivanje termičkih osjeta na području Zagreba u osam različitih sinoptičkih situacija. Istovremeno su vršena laboratorijska mjerenja značajnih karakteristika krvi kod cerebrovaskularnih bolesnika. Pokazano je da se prilikom frontalnih prodora PMV-vrijednosti, odnosno srednje procjene termičkog komfora, izrazito mijenjaju, a u vezi s tim mijenjaju se i promatrane karakteristike krvi CV-bolesnika: agregacija trombocita, protrombinsko vrijeme i fibrinogen.

**KLjučne riječi:** model toplinske ravnoteže, termički komfor, Zagreb, frontalni prodori, karakteristike krvi.

**Abstract:** The Thermal Equilibrium Model, which besides meteorological factors also includes non-meteorological factors of activity and clothes, has been applied to determination of thermal sensations in Zagreb during eight varied synoptic situations. At the same time, laboratory measurements of important blood characteristics by cerebral vascular patients have been done. It turned out that "Predicted Mean Vote" (PMV), as well as the trombocyte aggregation, prothrombin time and fibrinogen in the blood of CV - patients, changes significantly during atmospheric front passages.

**Key words:** Thermal equilibrium model, Thermal comfort, Zagreb, Front passages, Blood characteristics.

#### 1. UVOD

Poznato je da vremenske prilike djeluju na organizam prisiljavajući ga da im se prilagodi. Ti utjecaji mogu biti i vrlo nepovoljni, naročito kod osoba s narušenim zdravljem te starijih osoba, zbog njihove smanjene mogućnosti adaptacije. Naime, budući da je čovjek homeoterm, odnosno biće čija se normalna temperatura mora zadržati na približno 37°C da bi on bio zdrav, to mu najbolje odgovaraju takvi uvjeti u njegovoj okolini koji omogućavaju neprimjetan prijelaz suviška topline proizvedenog procesima metabolizma (izmjene tvari u organizmu) i njegovom aktivnošću na okolni zrak. Ukoliko je prijelaz topline s tijela na okolni zrak otežan zbog visokih temperatura zraka, aktiviraju se regulatorni mehanizmi. Ako je uz visoku temperaturu zraka i sadržaj vlage u zraku previsok, nastaju naročito nezdravi, sparni uvjeti, koji su čak opasni po život osoba čije je zdravlje narušeno.

Kod izrazito niskih temperatura, pogotovo ako još postoji jače strujanje zraka, situacija je obrnuta, jer postoji opasnost da se tijelo čovjeka ohladi ispod njegove normalne temperature od 37°C. Tada se čovjek štiti od prevelikog gubitka topline odjećom bolje toplinske izolacije, a osim toga opet se aktiviraju obrambeni mehanizmi organizma. Javlja se povećana potreba za proizvodnjom topline u tijelu, odnosno za kaloričnijom hranom, kao i povećana potreba za kretanjem.

S funkcioniranjem termoregulacijskih mehanizama usko su povezane i individualne karakteristike pojedinog čovjeka, u prvom redu dob i zdravstveno stanje. Zbog niza faktora koji određuju osjet ugodnosti u određenom trenutku, nemoguće ga je u cjelini predočiti jednim pokazateljem. Stoga su nužna pojednostavljenja koja ipak sadrže najbitnije elemente za termički osjet pojedinca. Budući da se kod pojedinaca javlja različit osjet, onaj osjet koji registrira većina ispitivanih osoba pridružuje se određenoj kombinaciji temperature, vlage i vjetera. Na taj način su empirički dobivene razne bioklimatske klasifikacije i pripadni indeksi (Pleško, 1983).

Bioklimatski model toplinske ravnoteže atmosfera – čovjek uvažava uz meteorološke parametre: temperaturu, vlagu, strujanje zraka i zračenje i nemeteorološke parametre: odjevenost i aktivnost čovjeka. Zbog toga je pogodan za primjenu u lječilištima, u terapijske svrhe, jer omogućuje da se u datim mikroklimatskim prilikama odredi nivo aktivnosti, uz koji termički osjet ostaje u okviru ugodnog. Poznavajući navedene faktore određuje se srednji procjenjeni osjet ugodnosti (PMV). Taj je model detaljno obradio Fanger (1972), a za upotrebu na otvorenom, uvođenjem vanjske temperature zračenja prilagodili su ga Jendritzky i Sönning (1978).

U ovom je radu taj model primijenjen za određivanje termičkih osjeta na području Zagreba u osam različitih

vremenskih situacija: za vrijeme te neposredno prije ili nakon hladnih ili toplih prodora. Pritom su promatrana trodnevna razdoblja koja najčešće obuhvaćaju dan uoči prodora fronte, dan s frontom i dan nakon prodora fronte. Naime, prilikom frontalnih prodora uslijed naglih promjena meteoroloških parametara, npr. znatnog pada temperature zraka, porasta vlage i pojačanog strujanja, naglo se mijenja i termički osjet pojedinca, što predstavlja dodatno opterećenje za organizam, naročito kod osoba s narušenim zdravljem. Izabrane su situacije kada su istovremeno vršena i laboratorijska mjerenja značajnih karakteristika krvi: agregacije trombocita, protrombinskog vremena i fibrinogena kod cerebrovaskularnih bolesnika za koje je poznato da imaju poremećene termoregulacijske mehanizme (Tromp, 1980).

Cilj rada bio je da se utvrdi kakvom su sve termičkom komforu bili podvrgnuti cerebrovaskularni bolesnici u danima mjerenja, uz pretpostavljenu aktivnost i odjevenost, i da li postoji veza između promjene termičkog komfora i promjene navedenih karakteristika krvi.

## 2. MODEL TOPLINSKE RAVNOTEŽE ATMOSFERA – ČOVJEK

Čovjek posjeduje sposobnost da pomoću svog termoregulacijskog sistema drži tjelesnu temperaturu konstantnom, neovisno o kolebanjima termičkih prilika okoline.

Veličine koje sudjeluju u toplinskoj ravnoteži između odjevenog čovjeka i atmosfere su (Fanger, 1972; Jendritzky, 1979):

$H/A_{Du}$	– unutarnja produkcija topline H po jedinici površine tijela ( $A_{Du}$ )	[W/m <sup>2</sup> ]
$I_{cl}$	– termički otpor odjeće	[clo]
$t_l$	– temperatura zraka	[°C]
$t_{mrt}$	– srednja temperatura zračenja	[°C]
$e$	– tlak vodene pare	[hPa]
$V$	– relativna brzina vjetra	[m/sek]
$t_s$	– srednja temperatura kože	[°C]
$E_{Sw}/A_{Du}$	– gubitak topline isparavanjem znoja s jedinice površine tijela	[W/m <sup>2</sup> ]

Da bi se zadržao osjećaj „komfora“, smiju se temperatura kože i sekrecija znoja mijenjati samo u relativno uskim granicama.

Fanger i ostali autori, prema Jendritzkom (1979), su utvrdili da postoji linearna zavisnost između srednje temperature kože, odnosno sekrecije znoja, i unutarnje produkcije topline. Uvrštavanjem tih dvaju odnosa u jednadžbu toplinske ravnoteže između ljudskog tijela i njegove okoline, dobije se tzv. „Jednadžba ugodnosti“, odnosno izraz za određivanje srednjeg procijenjenog osjeta ugodnosti. Ukoliko je rezultat te jednadžbe različit od nule, što znači da se pojedini članovi međusobno ne poništavaju, vlada diskomfor.

Fanger je na temelju rezultata istraživanja različitih autora na 1300 osoba odredio odnos između odstupanja i subjektivnog osjeta na psihofizičkoj skali. Na taj način može se poznavajući navedene meteorološke i nemeteo-

loške faktore odrediti vrijednost tzv. "Predicted Mean Vote" (PMV). To je srednja procjena termičkih prilika od strane većine osoba koje su sudjelovale u eksperimentu.

Jednadžba za određivanje vrijednosti PMV sastoji se od slijedećih članova:

a) Unutarnja produkcija toplina (H) po jedinici površine tijela ( $A_{Du}$ ):

$$H \cdot A_{Du}^{-1} = M \cdot A_{Du}^{-1} (1 - \eta) \quad (1)$$

M – ukupna energija, oslobođena oksidacijskim procesima u tijelu, razlikuje se od unutarnje topline H za faktor mehaničke energije W.

$$(M = H + W)$$

$\eta$  – stupanj mehaničkog djelovanja

b) Difuzija vodene pare kroz kožu:

$$E_d = 0.35 [43 - 0.061 \cdot M \cdot A_{Du}^{-1} (1 - \eta) - e] \quad (2)$$

koja je veća uz manju unutarnju produkciju topline i manju vlažnost zraka.

c) Isparavanje znoja s površine kože:

$$E_{Sw} = 0.42 [M \cdot A_{Du}^{-1} (1 - \eta) - 50]. \quad (3)$$

Intenzivnije je uz veću količinu energije, koja se oslobađa oksidacijskim procesima u tijelu.

d) Gubitak latentne topline disanjem:

$$E_{re} = 0.0023 \cdot M \cdot A_{Du}^{-1} (44 - e) \quad (4)$$

veći je uz veću unutarnju produkciju topline i manju vlažnost zraka.

e) Suhi gubitak topline disanjem:

$$L = 0.0014 \cdot M \cdot A_{Du}^{-1} (34 - t_l) \quad (5)$$

koji je veći uz veću produkciju topline i nižu temperaturu zraka.

f) Gubitak topline zračenjem

$$R = 3.4 \cdot 10^{-8} f_{cl} [(t_{cl} + 273)^4 - (t_{mrt} + 273)^4] \quad (6)$$

gdje je  $f_{cl}$  – povećanje površine zbog odjevenosti

$t_{cl}$  – temperatura površine odjeće

$$t_{cl} = \underbrace{35.7 - 0.032 \cdot M \cdot A_{Du}^{-1} (1 - \eta)}_{t_s} - 0.18 I_{cl}$$

$$[M \cdot A_{Du}^{-1} (1 - \eta) - E_d - E_{Sw} - E_{re} - L]. \quad (7)$$

Ta temperatura je funkcija srednje temperature kože ( $t_s$ ), termičkog otpora odjeće, zračenja te temperature i vlažnosti zraka.

g) Gubitak topline prisilnom konvekcijom

$$C = 10.4 \cdot f_{cl} \cdot V^{1/2} (t_{cl} - t_l), \quad (8)$$

koji je veći uz bolju odjevenost, veću relativnu brzinu vjetra i veću razliku između temperature površine odjeće i temperature okolnog zraka. Relativna brzina vjetra V izračuna se po formuli:

$$V = 4^{-1} [v + w + |v - w| + 2(v^2 + w^2)^{1/2}]. \quad (9)$$

gdje je: v – brzina vjetra (m/s)

w – relativno strujanje, izazvano tjelesnom aktivnošću (m/s)

Konačan oblik jednadžbe iz koje se određuje srednji procijenjeni osjet ugodnosti, odnosno PMV, glasi:

$$PMV = [0.352 \exp(-0.042 \cdot M \cdot A_{Du}^{-1}) + 0.032] \cdot (H \cdot A_{Du}^{-1} - E_d - E_{Sw} - E_{re} - L - R - C). \quad (10)$$

Uglata zagrada predstavlja empirički faktor koji prilagođava jednadžbu termičke bilance psihofizičkoj skali. U drugoj zagradi je razlika između unutarnje produkcije topline po jedinici površine tijela, koja ovisi o tjelesnoj aktivnosti, i gubitaka topline disanjem, znojenjem, zračenjem i prisilnom konvekcijom. Ti gubici topline ovise o meteorološkim faktorima: temperaturi i vlažnosti zraka, brzini strujanja i sunčevom zračenju, a također i o odjevenosti. Vrijednost PMV bit će veća, odnosno čovjeku će biti toplije, ukoliko je kod određene tjelesne aktivnosti otežano gubljenje topline na bilo koji od navedenih načina. To se dešava kod viših temperatura zraka uz povećanu vlažnost (sparine) i slabo strujanje te uz direktnu izloženost tijela sunčevom zračenju. Donekle se efekti otežanog gubitka topline mogu ublažiti prikladnom odjećom te ventilacijom. Zimi je neophodno da razlika između unutarnje produkcije topline i gubitaka topline bude što je moguće veća, što se postiže povećanom tjelesnom aktivnošću i sprečavanjem gubitka topline, u prvom redu toplom odjećom.

Svakoј vrijednosti PMV odgovara određeni termički osjet, kao što je prikazano tabelom 1.

Tabela 1. Odnos PMV – vrijednosti i termičkog osjeta

Table 1. Relationship PMV – values to thermal sensation

PMV	Osjet
-3	hladno
-2	svježe
-1	umjereno svježe
0	ugodno
1	umjereno toplo
2	toplo
3	vruće

### 3. ANALIZA OSJETA UGODNOSTI U NEKOLIKO SINOPTIČKIH SITUACIJA

Bioklimatski model toplinske ravnoteže atmosfera-čovjek primijenjen je za određivanje srednjeg procijenjenog osjeta ugodnosti (PMV) na području Zagreba korištenjem meteoroloških podataka Opservatorija Zagreb-Maksimir. Nemeteorološki faktori, odjevenost i tjelesna aktivnost uzeti su u pojedinim slučajevima kao konstantni kroz cijelo trodnevno razdoblje.

Odjevenost je prilagođena godišnjoj dobi, dok je za aktivnost cerebrovaskularnih bolesnika uzeta šetnja u prirodi brzinom 3.2 km/h u svim slučajevima, osim u razdoblju 6–8. srpnja 1983. godine, kada je zbog velikih vrućina tjelesna aktivnost pretpostavljamo bila smanjena.

Slikom 1. prikazani su dnevni hodovi PMV-vrijednosti u pojedinim trodnevnim razdobljima. U svakom od promatranih perioda došlo je do jednog ili dva frontalna prodora, bilo u toku ili neposredno prije ili nakon pojedinog trodnevnog razdoblja. Tako je na primjer u razdoblju od 11–13. 4. 1984. godine zabilježen najprije prolaz tople, a zatim hladne fronte. U preostala četiri trodnevna perioda, koja se odnose na topli dio godine, došlo je do hladnih prodora, bilo jednog (6–8. 7. 1983. i 20–22. 6. 1984) ili dva (27–29. 5. 1981). Za razdoblje 12–14. 6. 1984. vezana su također dva hladna prodora i to jedan neposredno prije (11. 6. krajem dana), a drugi neposredno nakon (15. 6. početkom dana) promatranog perioda.

Od tri slučaja vezana za hladni dio godine, u jednom je došlo do prolaza tople fronte (24–26. 2. 1982), u drugom (21–23. 12. 1982) prošla je najprije topla, a zatim hladna fronta, a u trećem trodnevnom periodu (20–22. 2. 1985) prošle su dvije hladne fronte.

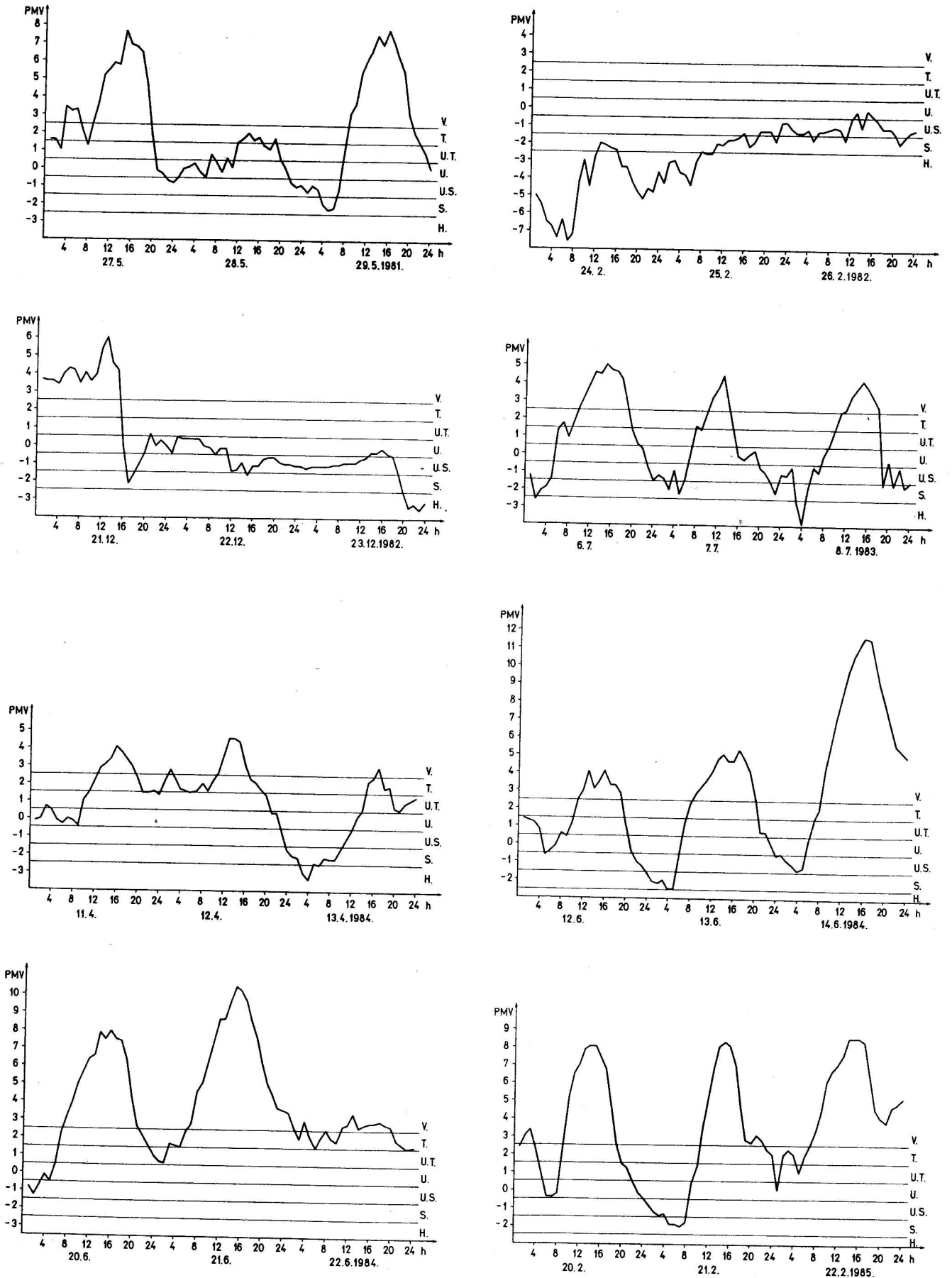
Kao što se vidi i na slici, svaki je frontalni prodor uzrokovao veće ili manje promjene u inače pravilnom dnevnom hodu PMV – vrijednosti za koji su karakteristične maksimalne vrijednosti u popodnevnim satima, a minimalne u toku noći i ranog jutra, slično kao i kod dnevnog hoda temperature zraka.

Te su promjene najizrazitije u razdoblju od 24–26. 2. 1982. i 21–23. 12. 1982. godine, kada su se PMV – vrijednosti tokom cijelog trodnevnog perioda nepravilno mijenjale uz neprekidno variranje. Sve te promjene posljedica su naglih i izrazitih promjena meteoroloških faktora, u prvom redu temperature, vlažnosti i strujanja zraka, koje su vezane uz prolaze fronti. Ljudski organizam mora se iz dana u dan, pa i tokom jednog dana, neprestano prilagođavati promijenjenim atmosferskim prilikama, što predstavlja znatno opterećenje, naročito kod bolesnih osoba, čiji mehanizmi za adaptaciju ne funkcioniraju dobro.

### 4. ANALIZA UTJECAJA TERMIČKOG KOMFORA NA KARAKTERISTIKE KRVI

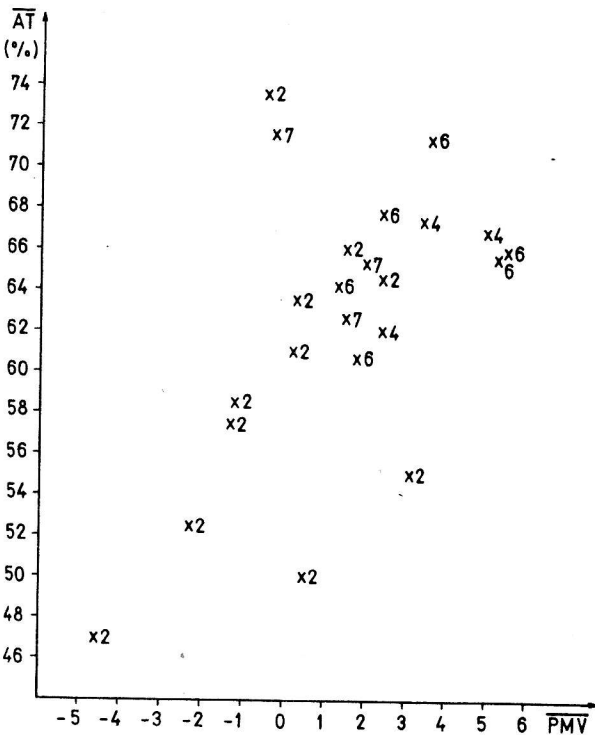
Patološko djelovanje frontalnih poremećaja na zdravstveno stanje čovjeka već je ranije proučavano i naglašavano (Tromp, 1963, 1980). U ovom su radu istovremeno uz praćenje promjena osjeta ugodnosti uvjetovanih promjenama atmosferskih prilika, praćene i reakcije organizama cerebrovaskularnih bolesnika preko rezultata laboratorijskih pretraga značajnih karakteristika krvi, da bi se utvrdio njihov međusobni odnos.

Za osam trodnevnih razdoblja određeni su za svaki dan srednji dnevni procijenjeni osjet ugodnosti (PMV) i srednje vrijednosti agregacije trombocita za taj dan (AT) (sl. 2). Srednjaci agregacije trombocita računati su iz uzoraka različite veličine budući da broj pacijenata kod kojih su vršena laboratorijska mjerenja nije bio uvijek jednak. Ti brojevi označeni su na slici uz svaku pojedinu točku.



Sl. 1. Dnevni hodovi PMV – vrijednosti za pojedina trodnevna razdoblja  
 Fig. 1. PMV daily courses for some three-days periods

Da bi se utvrdilo kako se u prosjeku mijenja agregacija trombocita kod određenih promjena prosječnih osjeta ugodnosti, određen je na temelju niza od 23 para vrijednosti koeficijent linearne korelacije za te dvije veličine i on je iznosio 0.53. Testiranje pomoću t-testa je pokazalo da je taj koeficijent signifikantan na nivou 1%. Iz toga slijedi da porastu PMV-vrijednosti odgovara i porast agregacije trombocita (sl. 2). Nažalost, za negativne vrijednosti PMV (u „hladnom“ dijelu skale) raspoložemo manjim brojem slučajeva nego za pozitivne vrijednosti, što znači da su u tom dijelu skale rezultati manje reprezentativni, odnosno manje im možemo vjerovati. Osim toga, koeficijent korelacije je po iznosu premalen da bi zaključivanje u vezi s njim bilo pouzdano.



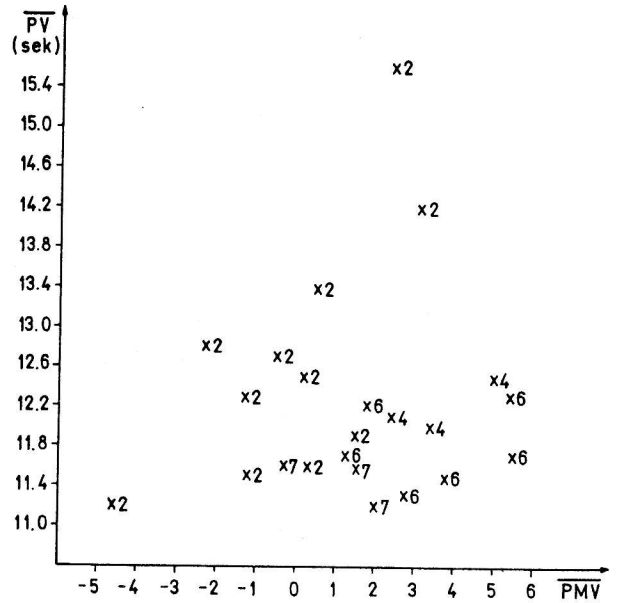
Sl. 2. Odnos između termičkog komfora i agregacije trombocita

Fig. 2. Relationship between thermal comfort and thrombocytes aggregation

Na isti način određena je povezanost osjeta ugodnosti i druge značajne karakteristike krvi — protrombinskog vremena (sl. 3). Koeficijent korelacije od -0.64, koji je prema t-testu signifikantan na nivou 0,1%, pokazuje da porastu PMV — vrijednosti odgovara skraćivanje protrombinskog vremena (u sekundama), što ima za posljedicu povećanu sklonost koagulaciji krvi.

Za određivanje zavisnosti između fibrinogena i srednjeg procijenjenog osjeta ugodnosti raspolagalo se s nešto manjim uzorkom, budući da u prva dva trodnevna perioda vrijednosti fibrinogena nisu određivane. Koeficijent korelacije od -0.02 ukazuje na to da ne postoji zavisnost između fibrinogena i osjeta ugodnosti. (sl. 4)

Prema tome, protrombinsko vrijeme pokazuje najveću ovisnost o termičkom komforu i ta je ovisnost negativ-

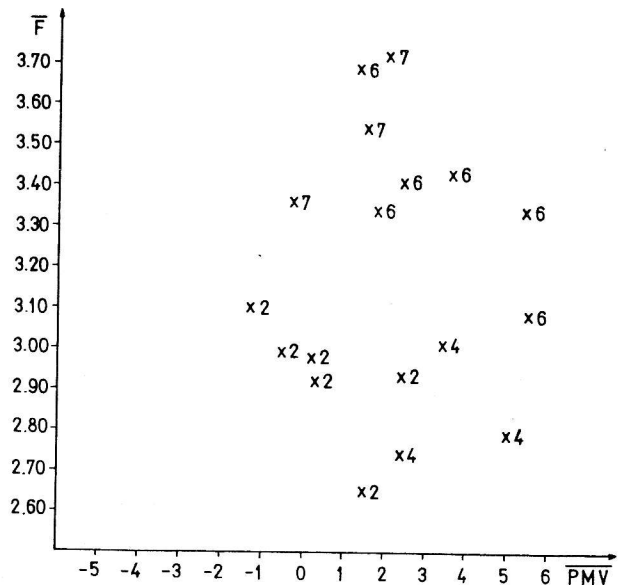


Sl. 3. Odnos između termičkog komfora i protrombinskog vremena

Fig. 3. Relationship between thermal comfort and prothrombin time

na, odnosno kada se srednji procijenjeni osjet mijenja prema toplom, protrombinsko vrijeme se skraćuje.

Već je napomenuto da su srednje vrijednosti promatranih karakteristika krvi određivane iz uzoraka različite veličine, budući da se broj pacijenata u pojedinim trodnevnim serijama mjerenja mijenjao, odnosno kretao se od 2 do 7. Osim toga, ti su uzorci bili heterogeni budući da niti pacijenti nisu bili uvijek isti, a oni se međusobno razlikuju između ostalog i po većoj ili manjoj varijabilnosti pojedinih karakteristika krvi. Svi ispitivani pacijenti nalaze se pod medikamentoznom terapijom koja ih u određenoj mjeri zaštićuje i od vremenskih efe-



Sl. 4. Odnos između termičkog komfora i fibrinogena

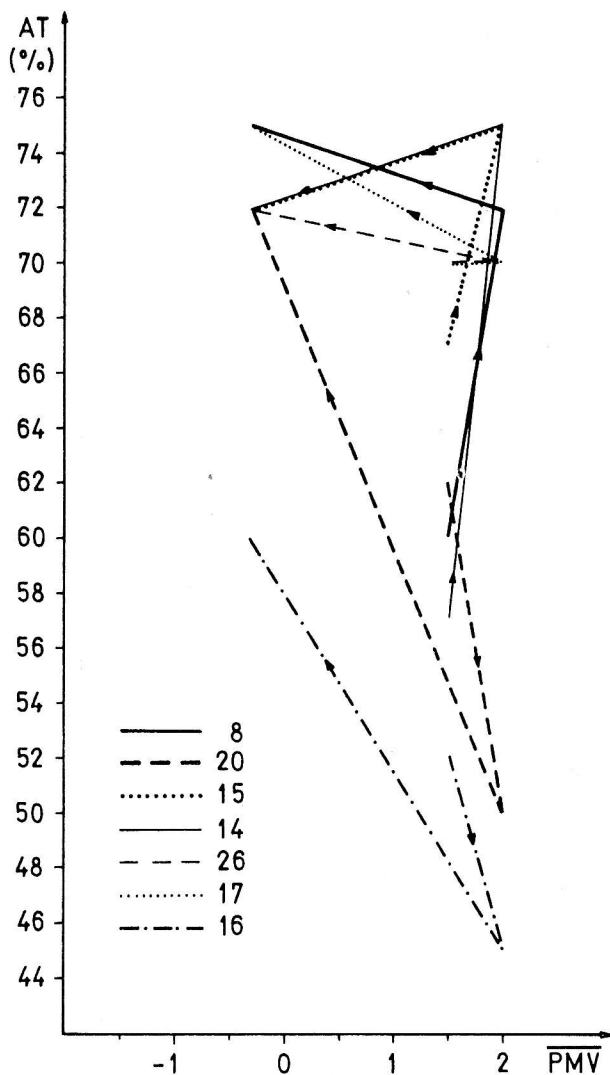
Fig. 4. Relationship between thermal comfort and fibrinogen

kata, ali ih, kao što se i u ovom radu pokazalo, ne može u potpunosti zaštititi.

Osim lijekova, na promjenljivost karakteristika krvi utječu i neki drugi nemeteorološki faktori, kao npr. prehrana, psihičko stanje, kretanje i drugi, pa je i to razlog što se kod pojedinih pacijenata značajne karakteristike krvi pri određenoj vremenskoj promjeni individualno mijenjaju.

Zbog svih tih razloga su za tri trodnevna perioda, kada su vršena laboratorijska mjerenja na većem broju cerebrovaskularnih bolesnika, analizirane promjene promatranih karakteristika krvi svakog pojedinca iz dana u dan.

Slika 5 prikazuje promjene agregacije trombocita kod sedam pacijenata u razdoblju od 11. do 13. travnja 1984. godine. Brojevi na slici označavaju brojeve pod kojima je vođena evidencija o pojedinom pacijentu. Nakon prodora tople fronte 11. travnja oko 23 sata, zatopljilo je, pa je srednji dnevni PMV slijedećeg dana veći, odnosno prosječni osjet ugodnosti promijenio se iz „umjereno toplog“ u „toplo“. Promjene agregacije trombocita, koje



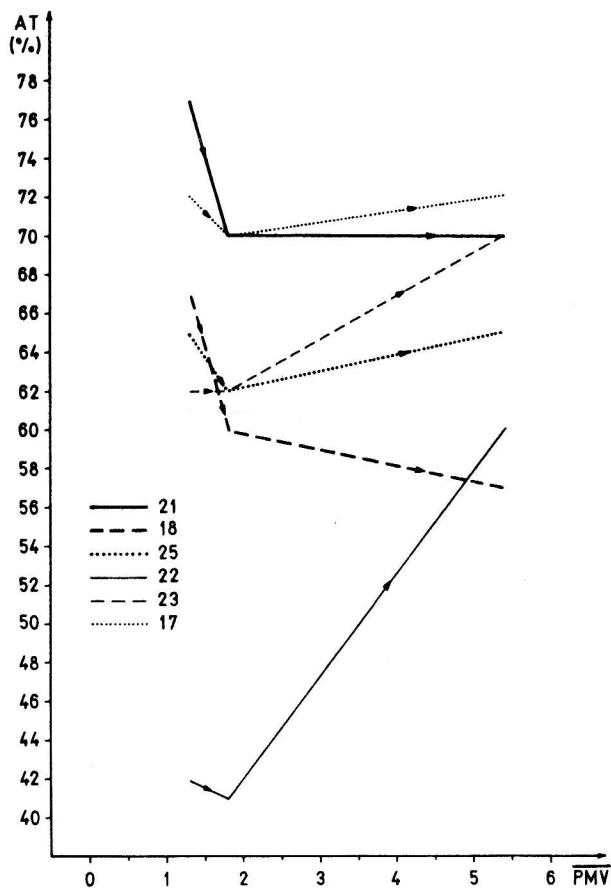
Sl. 5. Promjene agregacije trombocita u razdoblju 11–13. 4. 1984.

Fig. 5. Changes of thrombocytes aggregation, 11–13 April 1984.

su pratile promjenu termičkog komfora, kod pojedinih pacijenata dosta se razlikuju. Kod troje (42.8%) se agregacija trombocita povećala, kod dvoje se nije promjenila, a također kod dvoje se smanjila. Sa zahlađenjem, odnosno znatnijom promjenom srednjeg procijenjenog osjeta ugodnosti iz „toplog“ u „ugodno“, koje je uslijedilo nakon prolaza hladne fronte 12. travnja oko 17 sati, kod 71.4% pacijenata agregacija trombocita se povećala, što je u suprotnosti s rezultatima dobivenima na temelju srednjih vrijednosti agregacije trombocita za sve pacijente pojedinog dana.

U slijedećem trodnevnom razdoblju od 12–14. 6. 1984. obavljena su laboratorijska mjerenja kod šest pacijenata. Nakon prolaza hladne fronte 11. lipnja krajem dana srednji dnevni PMV najprije se neznatno povećao od 12. na 13. 6, a zatim znatnije od 13–14. 6. Uz manji porast PMV – vrijednosti (slabo zatopljenje) vezano je smanjenje agregacije trombocita kod većine (83.3%) pacijenata, što je ponovno u kontradikciji sa onim što su pokazali koeficijenti korelacije za prosječne vrijednosti agregacije trombocita. Kod znatnijeg porasta srednjeg procijenjenog osjeta ugodnosti zabilježen je porast agregacije trombocita kod 66.7% CV-bolesnika (sl.6).

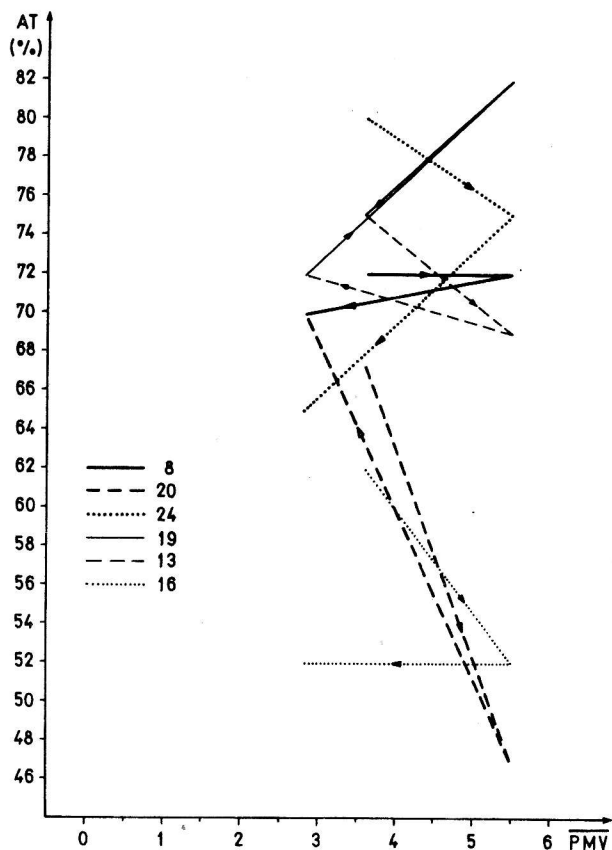
U trećem trodnevnom razdoblju (20–22. 6. 1984) za koje se ponovno raspolagalo s podacima laboratorij-



Sl. 6. Promjene agregacije trombocita u razdoblju 12–14. 6. 1984.

Fig. 6. Changes of thrombocytes aggregation, 12–14 June 1984.

skih pretraga kod 6 CV – pacijenata došlo je najprije do povećanja vrijednosti srednjeg dnevnog procijenjenog osjeta ugodnosti (zatopljenja), nakon kojeg se kod većine (66.7%) pacijenata agregacija trombocita ponovno smanjila. Hladna fronta prošla je 22. 6. oko 05 sati, pa se nakon toga srednji dnevni PMV znatno smanjio, a agregacija trombocita se istovremeno smanjila kod 3 pacijenata, kod 1 se nije promijenila, a kod dvoje se povećala (sl. 7).



Sl. 7. Promjene agregacije trombocita u razdoblju 20–22. 6. 1984.

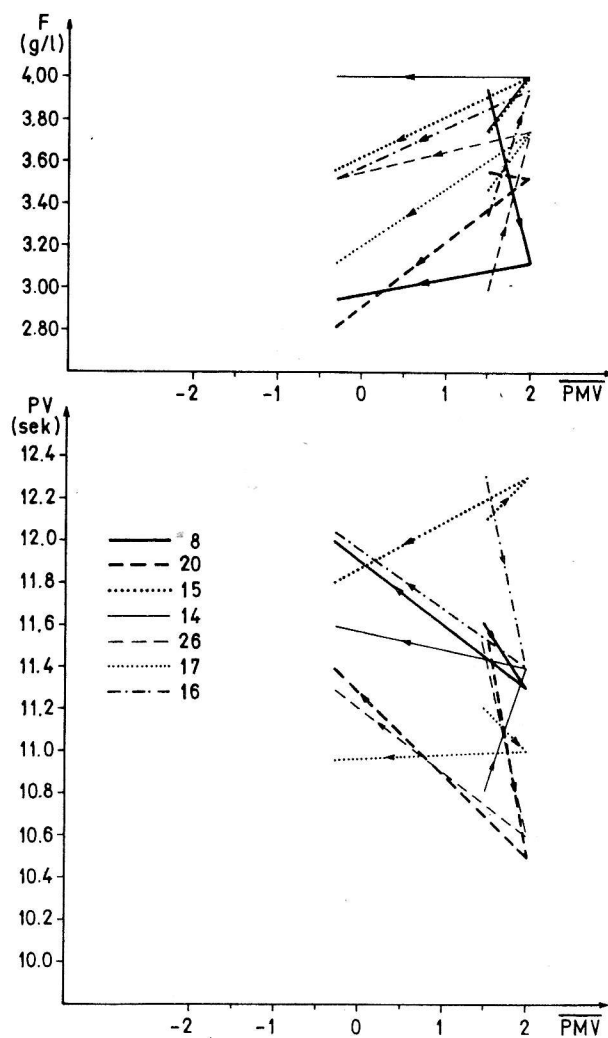
Fig. 7. Changes of thrombocytes aggregation, 20–22 June 1984.

I kod protrombinskog vremena su se u promatrana tri trodnevna perioda pokazale znatne razlike u promjenama među pojedinim pacijentima. Kod većine (52.0%) pacijenata je uz povećanje PMV – vrijednosti došlo do produljenja protrombinskog vremena, kod 4% se nije promijenilo, a kod 44% se protrombinsko vrijeme skratilo. Uz zahlađenje, odnosno smanjenje PMV – vrijednosti vezano je u većini (53.8%) slučajeva skraćanje protrombinskog vremena (sl. 8–10). Ovi rezultati ponovno se ne slažu s rezultatima koji su dobiveni određivanjem koeficijenta linearne korelacije između dnevnih srednjaka PMV i srednjih vrijednosti protrombinskog vremena iz raspoloživog uzorka pojedinog dana.

Fibrinogen se kod većine pacijenata (60.0%) uz povećanje PMV – vrijednosti smanjio, a također se kod nešto većeg broja (46.2%) pacijenata smanjio kod zahlađenja, odnosno smanjenja PMV – vrijednosti, iako se prema

koeficijentu korelacije fibrinogen pokazao neovisnim o promjenama termičkog komfora. (sl. 8–10).

Prema tome, individualne promjene značajnih karakteristika krvi kod pojedinih CV – bolesnika često su



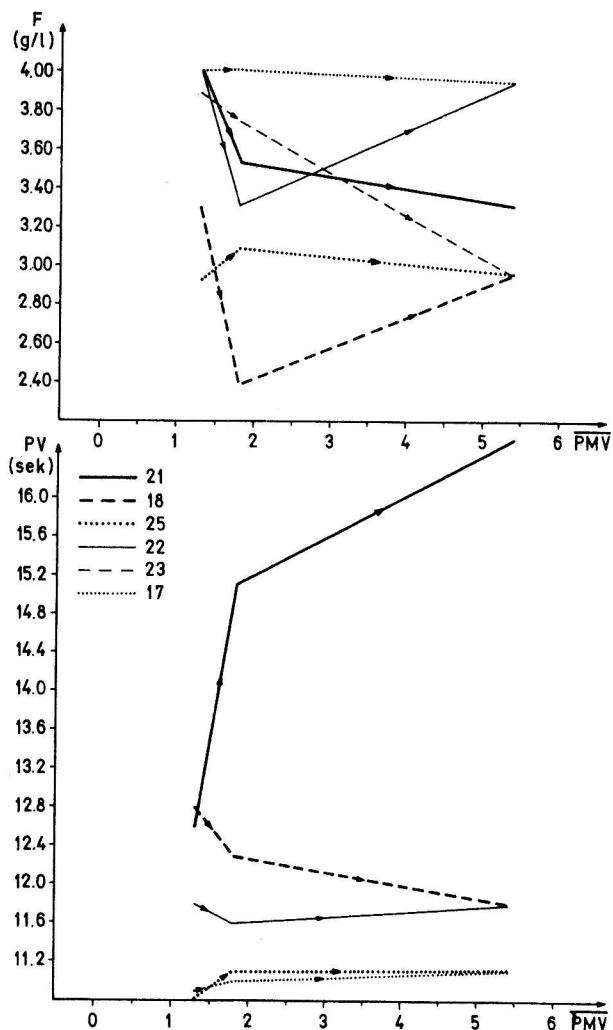
Sl. 8. Promjene protrombinskog vremena i fibrinogena u razdoblju 11–13. 4. 1984.

Fig. 8. Changes of prothrombin time and fibrinogen, 11–13 April, 1984.

suprotnog karaktera od rezultata dobivenih na temelju srednjih vrijednosti za sve pacijente, iz čega slijedi da srednjacima ipak ne smijemo vjerovati, unatoč značajnim koeficijentima korelacije, pogotovo stoga što su dobiveni iz heterogenih uzoraka malih veličina.

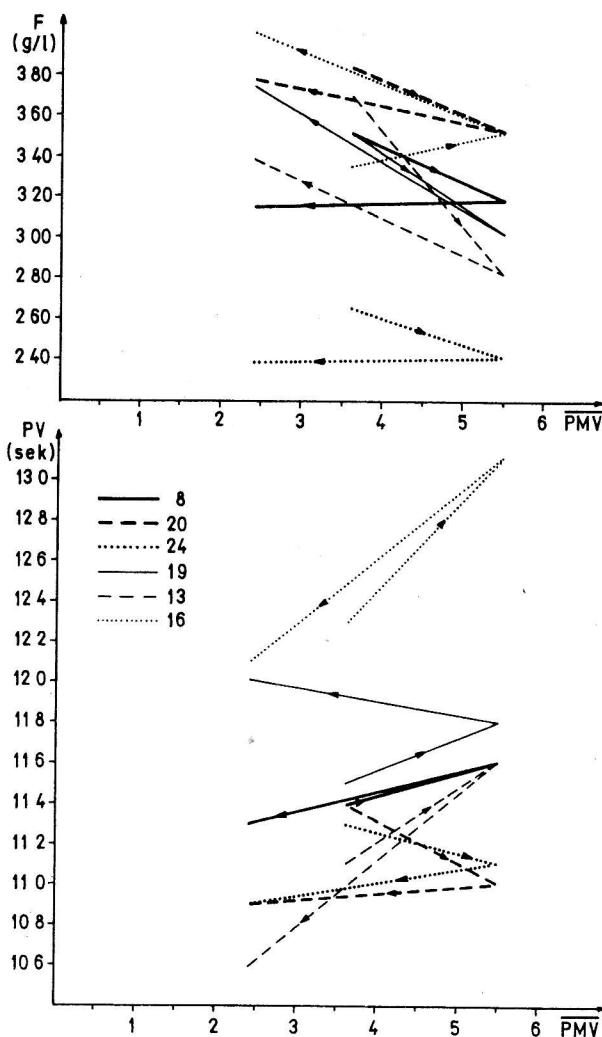
## 5. ZAKLJUČAK

Provedena analiza osjeta ugodnosti određenih pomoću modela toplinske ravnoteže atmosfera – čovjek pokazala je da prilikom frontalnih prodora dolazi do poremećaja u inače dosta pravilnom dnevnom hodu PMV – vrijednosti, dakle osjeta komfora koji unutar nekoliko



Sl. 9. Promjene protrombinskog vremena i fibrinogena u razdoblju 12–14. 6. 1984.

Fig. 9. Changes of prothrombin time and fibrinogen, 12–14 June, 1984.



Sl. 10. Promjene protrombinskog vremena i fibrinogena u razdoblju 20–22. 6. 1984.

Fig. 10. Changes of prothrombin time and fibrinogen, 20–22 June, 1984.

sati neprekidno varira. Istovremeno se mijenjaju i promatrane značajne karakteristike krvi cerebrovaskularnih bolesnika, koje su se pokazale dosta podložne djelovanju meteoroloških uvjeta, iako su svi ispitivani bolesnici bili pod medikamentoznom terapijom. U prosjeku je korelacija između srednjih dnevnih procijenjenih osjeta ugodnosti i srednjih vrijednosti agregacije trombocita za sve pacijente pozitivna, odnosno s porastom PMV agregacija trombocita se povećava, dok je kod srednjih vrijednosti protrombinskog vremena obrnuto, odnosno korelacija je negativna. Za razliku od protrombinskog vremena, koje je na našem uzorku pokazalo najveću ovisnost o vremenskim prilikama, za fibrinogen iz raspoloživih podataka nije utvrđena linearna korelacija s termičkim komforom.

No ako se promatraju promjene značajnih karakteristika krvi pojedinačno, po pacijentu, one se u pojedinim situacijama kvalitativno i kvantitativno međusobno znatno razlikuju. Osim toga često su te promjene suprotnog karaktera od promjena srednjih vrijednosti dobivenih iz

rezultata mjerenja kod svih CV – pacijenata. Također i jedan te isti pacijent ne reagira baš uvijek kod istovrsnih vremenskih promjena na jednak način.

Prema tome, često upotrebljavano osrednjavanje rezultata dobivenih iz relativno malih uzoraka, koje osim toga čine svaki puta drugi pacijenti, može dovesti do krivih zaključaka, jer veličina pojedinih promjena može znatno utjecati na srednjak, odnosno dati krivu sliku. Stoga prosječnim vrijednostima ne smijemo uvijek vjerovati, pa ni onda kada su statistički signifikantne. Naime, promjenljivost promatranih karakteristika krvi je individualna, odnosno ovisi o psihofizičkom stanju pojedinca, a također i o dobi, spolu, prehrani, stupnju aktivnosti, te o provedenoj terapiji, odnosno dozama lijekova. Budući da osim velikog broja nemeteoroloških faktora na promjenljivost značajnih karakteristika krvi utječu i meteorološki faktori, u prvom redu ukupni sadržaj topline i vlage u zraku, te brzina strujanja i sunčevo zračenje, potrebno je raspolagati uzorcima sastavljenim od većeg broja uvijek istih pacijenata, kako bi veličine pojedinih pro-



mjena što manje utjecale na prosječne vrijednosti, te da bi uzorci bili homogeni i omogućili izdvajanje meteoroloških efekata.

Stoga, budući da zbog svih navedenih razloga primjena modela toplinske ravnoteže na CV – bolesnike nije dala pouzdane i uporabive rezultate, potrebno je nastaviti istraživanja sa većim brojem po mogućnosti zdravih osoba, za koje je model i napravljen. Na taj bi se način isključio utjecaj lijekova, a također i većih ili manjih poremećaja u funkcioniranju termoregulacijskih mehanizama kod bolesnih osoba.

#### LITERATURA

- Begriffsbestimmungen für Kurorte, Erholungsorte und Heilbrunnen, 1979, Deutscher Bäderverband e.V., Bonn.
- Conrad, V. i L. W. Pollak, 1950: *Methods in Climatology*, Harvard University, Press, Cambridge, Massachusetts, 459 pp.
- Fanger, P. O., 1972: *Thermal Comfort*, Mc Graw – Hill Book Company, New York, 244 pp.
- Jendritzky, G. i W. Sönning, 1978: Die Quantitative Erfassung des Thermischen Wirkungskomplexes in der Klimatherapie, 15. Internationale Tagung für Alpine Meteorologie, Grindelwald, 19–23. Sept. 1978, 104–107.
- Jendritzky, G., W. Sönning i H. J. Swantes, 1979: Ein objektives Bewertungsverfahren zur Beschreibung des thermischen Milieus in der Stadt – und Landschaftsplanung („Klima – Michel – Modell“), Beiträge, Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Band 28, Hannover, 81 pp.
- Novaković, J., 1983: Vjerojatnost pojave i trajanja različitog toplinskog osjeta u Zagrebu tokom 1981, Rasprave 18, RHMZ SRH, Zagreb, 29–40.
- Novaković, J., 1983: Primjena modela toplinske ravnoteže u određivanju termičkog osjeta, V znanstveni skup: Proračunavanje i projektiranje pomoću računala, Zbornik radova, Stubičke Toplice, 16–18. studenog 1983, 575–580.
- Penzar, B., 1974: Studija o indeksu ohlađivanja na istočnom dijelu Jadrana, Acta Adriatica, Vol. 15, No. 6, 3–46.
- Pleško, N., 1979: Turističko – zdravstveni aspekt klimatskih prilika na Jadranu, II konferencija o zaštiti Jadrana. Zbornik referata, Hvar, 11–13. travnja 1979, 203–213.
- Pleško, N., 1983: Biometeorološki indeksi u ocjeni termičkog komfora Zagreba za vrijeme različitih sinoptičkih situacija, Rasprave 18, RHMZ SRH, Zagreb, 3–16.
- Tromp, S. W., 1980: *Biometeorology – the Impact of Weather and Climate on Humans and their Environment*, Heyden, London, 346, pp.
- Zaninović, K., 1983: Bioklimatske karakteristike Zagreba, Rasprave 18, RHMZ SRH, Zagreb, 17–27.

#### KAZALO POJMOVA

Protrombinsko vrijeme (po Quicku) – vrijeme koje je potrebno da se u citratnoj plazmi, dakle obrađenoj antikoagulansom, nakon dodatka tkivnog tromboplastina (obično ekstrakta mozga) stvori ugrušak. Normalne vrijednosti kreću se od 10 do 13 sekundi. Ovaj test otkriva deficit faktora protrombinskog kompleksa: protrombina, te faktora V, VII i X (proakcelerina, prokonvertina i Stuart – Powerovog faktora)

Fibrinogen – vezivni protein u krvi, koji se sastoji od dugačkih niti; za vrijeme zgrušavanja krvi pretvara se u manji protein fibrin, koji svojom vlaknastom strukturom stvara mrežicu vlaknaca na oštećenom mjestu. U toj se mrežici zaustavljaju krvna tjelešca, što sve zajedno čini krvni ugrušak.

Agregacija trombocita – sljepljivanje trombocita, koji za vrijeme koagulacije, kao i nakon kontakta s ozlijeđenim tkivom podliježu „visokoj metamorfozi“. Nakon agregacije, dolazi do adhezije na endotel krvne žile i do pretvaranja u amorfnu masu. Na taj način nastaje „bijeli tromb“ koji djeluje hemostatski (zaustavlja krvarenje).

Berović, R., S. Stefanović, 1958: *Klinička hematologija*, Medicinska knjiga, Beograd, Zagreb.

Mc Dermot, B., 1967: *Udžbenik interne medicine*, Medicinska knjiga Beograd, Zagreb.

Medicinska enciklopedija, Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb, 1967 – 70.

#### SUMMARY:

The Thermal Equilibrium Model (Fanger, 1972; Jendritzky and Sönning, 1978), aside from meteorological factors such as temperature, humidity, wind speed and radiation, also includes the influence of non – meteorological factors such as activity and clothes on man's comfort sensation.

Factors which take part in the thermal balance of man and his environment are represented with equations (1) to (9). Equation (10) is used for determination of "Predicted Mean Vote" (PMV). The relationship between PMV – values and thermal sensations is presented with Tab. 1.

This Model has been applied for determination of the thermal comfort of cerebral vascular patients in Zagreb during eight varied synoptic situations.

It turned out that with front passages, daily – courses of PMV – values are disturbed (Fig. 1). Hence it follows that thermal comfort varies continuously.

At the same time, laboratory measurements of important blood characteristics such as trombocyte aggregation, prothrombin time and fibrinogen by CV – patients have been made. These blood characteristics are dependent upon meteorological factors, although all CV – patients were influenced by medicaments, which must protect them from unfavourable weather conditions.

It turned out that correlation of thermal comfort with trombocyte aggregation mean values (for all patients) is positive, and with prothrombin time mean values is negative. Fibrinogen was available with a smaller number of data and did not show any linear correlation with thermal comfort (Fig. 2–4).

Individual changes of important blood characteristics are often opposite to average changes (Fig. 5–10).

From this it follows that mean values can not always be trusted, in spite of significant correlation coefficients, because they were obtained from heterogeneous, small sequences. Variability of blood characteristics is individual and dependent upon the psychophysical condition of single person and also his age, sex, nutrition, activity and medicament therapy.

Therefore it is necessary to work with greater sequences, composed with the same patients always. In this manner the influence of meteorological factors on the variability of thermal comfort and observed blood characteristics clearly can be isolated.