

ГОДИШЕН ЗБОРНИК  
НА ФИЛОЗОФСКИОТ ФАКУЛТЕТ НА УНИВЕРЗИТЕТОТ ВО СКОПЈЕ  
Природно-математички оддел  
Книга 4 (1951), № 2  
ANNUAIRE  
DE LA FACULTÉ DE PHILOSOPHIE DE L'UNIVERSITÉ DE SKOPJE  
Section des sciences naturelles  
Tome 4 (1951), № 2

---

Lav Lozinski

O TEMPERATURI JETRE  
U EKSPERIMENTALNOJ HIPOTERMIJI

Léon Lozinski

LA TEMPÉRATURE DU FOIE  
DANS L'HYPOTHERMIE EXPÉRIMENTALE

Скопје — Skopje  
1951

THE UNIVERSITY OF CHICAGO  
DEPARTMENT OF CHEMISTRY

PHYSICAL CHEMISTRY  
BY  
RICHARD M. MAYER

LECTURE NOTES  
FOR THE COURSE  
PHYSICAL CHEMISTRY  
IN THE DEPARTMENT OF CHEMISTRY  
AT THE UNIVERSITY OF CHICAGO

1957  
CHICAGO, ILLINOIS

## O TEMPERATURI JETRE U EKSPERIMENTALNOJ HIPOTERMIJI

### UVOD

Organizam homeoterma povećava proizvodnju toplote, trošeći sve više kiseonika, kad se temperatura termične sredine, u kojoj se nalazi, snižava od granice njegove termične neutralnosti do granice njegove homeoterije (vrhunski metabolizam — Đaja). Iza te granice, u sredini još nižih temperatura, leži oblast, u kojoj homeoterm proizvodi najveće moguće za njega količine toplote, ali koje već nisu u stanju da nadoknade gubljenje toplote i — konzekventno ni da održe njegovu telesnu temperaturu na normalnoj visini (maksimalni metabolizam — Đelineo): homeoterm se hladi i postepeno smanjuje svoju termogenezu i potrošnju kiseonika. To je oblast hipotermije. Ali, u početnoj fazi hipotermije, do izvesne granične telesne temperature (koja je osobena za svaku vrstu homeoterama, a može da varira i intraspecifično pod uticajem mnogih faktora, pre svega u funkciji prethodne termične sredine) — homeoterm se još uvek bori za normu svoje telesne temperature. I tek kad je postignuta ta donja kritična temperatura njegovog tela, hemijska termoregulacija prestaje, termogeneza je abolirana i homeoterm reaguje na termične promene svoje sredine kao tipičan poikiloterm. U toj fazi hipotermije sve životne funkcije su mu temeljito promenjene: ritmika srčanog rada i disanja je usporena, osjetljivost je potisnuta do prave anestezije, životinja je potpuno nepomična. Sa daljim padom telesne temperature homeoterm dospeva do letalnih granica anabioze sa nestajanjem svih funkcija, po kojima bismo mogli prepoznati život (prestanak rada srca, disanja, gašenje svih refleksa). Ali to još nije smrt. Podesnom metodom (Andjus) i posle više časova još uvek je moguće vratiti organizam homeoterma iz duboke hladne anabioze, u kojoj telesna temperatura životinje (pacova) dostiže do blizu 0°C.

Međutim iz stanja anabiotičke anestezije,<sup>1)</sup> kod telesne temperature (pacova) u granicama 14°—18° C životinja se vraća u

<sup>1)</sup> To stanje homeoterma u hipotermiji označava se i kao hipoksična letargija (Đaja), letargična anestezija (Đaja), hipotermička anabioza, — u zavisnosti od toga, koja se karakteristika i simptom želi istaći, ili kojim se putem došlo do tog i takvog stanja jednog homeoterma.

homeotermiju pod uticajem temperature laboratorije u početku pasivnim zagrevanjem, a kasnije (kad temperatura tela dostigne  $19^{\circ}$ — $22^{\circ}\text{C}$  — rektalno) sa probuđenom termogeneozom, dakle već kao pravi homeoterm, koji mobilize svoju hemisku termoregulaciju. Videćemo kasnije da ta inicijalna termogeneza ima naročito značaja za spontano zagrevanje ohlađenog homeoterma („prva faza zagrevanja“ — Vojin Popović).

Pad telesne (rektalne) temperature kod homeoterama može se eksperimentalno prouzrokovati na više načina:

1. Hlađenjem životinje (vazduhom, vodom, krioskopskom smešom), dakle jednostavnim povećavanjem gubljenja proizvedene toplote kod inače nepromenjenih drugih uslova ogleda (hipotermija a frigore).

2. Hlađenjem životinje sa istovremenim smanjivanjem parcijalnog pritiska kiseonika u disajnom ambijentu (Đaja). — Tehnički se to postiže konfinovanjem životinje u hermetički zatvorenom sudu, ili smanjivanjem atmosferskog pritiska.

3. Primenom supstancija (parenteralno), koje blokiraju termogenezu (adrenalin — R. Hirsch; dinitrofenol, beta-tetrahidronaftilamin, ergotamin, harmin — Đaja i Dimitrijević; Đaja, Leposava Marković i Andjus; Đaja i Sahović). Neke od tih supstancija blokiraju termogenezu na visini bazalnog, drugi na znatno većoj.<sup>1)</sup>

4. Anafilatičkim šokom (Loening).

5. Ekstirpacijom jetre, kod čega opšta termogeneza organizma opada za blizu 60% (Grafe, Fischler, Grafe i Denecke) — činjenica od osobite vrednosti za ogledni materijal, koji sledi u ovom prikazu.

6. Blokodom muskulature pomoću kurare (Frank i Voit, kod kuraruziranog psa — Krogh).

7. Narkozom pomoću urethana (Henderson, Prince, Haggard).

Kod pregleda faktora i uslova, koji utiču na intenzitet sagorevanja, potrebno je podvući zavisnost visine euoksije od intenziteta rada pojedinih endokrinih žlezda i endokrinih sistema. Ekstirpacija mnogih od tih (hipofize, tireoideje, ovariuma, tekstikularnog aparata) vodi smanjivanju prometa (Grafe) i — konzenkventno — lakšem postizanju eksperimentalne hipotermije, dok bi hiperfunkcije i egzogeno povećavanje hormonalne opterećenosti otežavalo pad telesne temperature u hladnom insultu (a frigore). Isto tako „mi poznajemo čitav niz operativnih zahvata u centralnom nervnom sistemu, koji imaju za posledicu izrazite promene metabolizma (celokupnog) ili njegovih pojedinih komponenta.“<sup>2)</sup> — Od Pflügera (sa učenicima) je poznato,

1) Ivan Đaja, Leposava Marković i Radoslav Andjus: Harmin i hipoksična letargija, Glas CXCVI SAN — Odeljenje prirodno-matem. nauka, Nova serija 2, Beograd 1950.

2) Citirano po Grafe: Der Mechanismus der chemischen Wärmeregulation iz „Die pathologische Physiologie des Gesamtstoff- und Kraftwechsels usw., Bergman 1923, str. 51.

da prekidanje spinalne moždine u predelu vrata prouzrokuje kod homeoterma nestajanje hemijske termoregulacije sa svim osobinama jednog poikiloterma („marge de thermoregulation“ se svodi na nekih 2—3 stepena i — što je naročito interesantno za procenu učešća u termoregulaciji pojedinih organa — tako operisana životinja gubi sposobnost drhtanja<sup>1</sup>).

Prema ovom pregledu za eksperimentalno postizavanje hipotermičkih stanja, iako nepotpunom, već se može videti neobična složenost pitanja o lokalizaciji hemijske termoregulacije. To pitanje ostaje otvoreno utoliko pre što izgleda, da u termogenezi dopunske toplote uzimaju učešća sva tkiva homeoterma<sup>2</sup>). Međutim, prirodno je očekivati, da s onu stranu vrhunskog metabolizma, u napredujućoj hipotermiji termogenetski odnosi se menjaju. — U rezultatu oglada iznetih u ovom prikazu nameće se pretpostavka, da su pojedini organi pretežno odgovorni za termogenezu u oblasti hipotermije i to nejednako na liniji pada (odnosno uspona) telesne temperature od vrhunskog do stanja anabiotičke anestezije (dakle do rektalne 14° — 19°).

U izboru organa za merenje temperature u hipotermiji pre svega se vodilo računa o vitalnoj važnosti organa (regulativnoj, cirkulatornoj, metaboličkoj itd.), o njegovoj relativnoj masi (s obzirom na velike količine toplote, koje napuštaju organizam u hlađenju), kao i o relativnoj temperaturi organa u termičkoj neutralnosti (rektalna temperatura je svuda uzimana kao osnov za upoređenje).

Uloga jetre u hemiskoj termoregulaciji, kao značajnog termogenetskog centra, i pored mnogobrojnih diskusija, izgleda se ne može poreći. Njena relativna toplota u termičkoj neutralnosti, njena masa, njena vitalna važnost, naime uloga u svakoj vrsti metaboličkih procesa, — to su razlozi iz kojih se na jetru skrenula naročita pažnja u proučavaju termičke topografije homeoterama u hipotermiji. Kvalitativna definicija te uloge nije ulazila u zadatak ispitivanja, čiji orijentacioni rezultati slede dalje u ovom prikazu, — težilo se jedino da se odredi temperaturni izraz njene termogeneze u funkciji eksperimentalnih hipotermičnih stanja.

Jetra pretstavlja nesumnjivo najtopliji organ homeoterama. Ta činjenica se ne bi mogla objasniti isključivo centralnim položajem organa, opkoljenog tkivima — lošim toplonošama, jer je već dosta davno (C. Bernard) utvrđena razlika između temperature portalne krvi i krvi hepatičnih vena (kod C. Bernard'a je ta razlika iznosila 1,6° C) (C. Bernard, Kosak, Kumami, Sueoka), i toplotna produkcija jetre izračunata iz te razlike i veličine jetrene iroracije redovno bi pokazivala značajni porast pri

1) Nadeno ibid.

2) Po Pflügeru i učenicima.

hlađenju životinje (Freund, Kumami). S druge strane — kao što ćemo videti kasnije — specifična temperaturna reakcija jetre u stanju duboke hipotermije (anabiotičke anestezije) indirektno potvrđuje naročiti termogeni značaj tog organa u organizmovoj odbrani svoje homeotermije.

Temperature pojedinih organa u stanju duboke hipotermije raspoređene su na sledeći način:

Životinja	T <sup>0</sup> rektalna	T <sup>0</sup> hepatična	T <sup>0</sup> muskularna	T <sup>0</sup> cerebralna	T <sup>0</sup> kardialna	T <sup>0</sup> splenična
Pacov O <sup>♂</sup>	12,5	13,4	13,0	14,4	13,2	12,6
Pacov O <sup>♂</sup>	13,0	13,7	11,8	13,2	12,3	12,0
Pacov O <sup>+</sup>	13,6	15,8	12,8	16,0		15,4
Pacov O <sup>♂</sup>	16,2	20,6	15,6		18,3	17,2
Pacov O <sup>♂</sup>	16,4	20,6	14,0			17,4

Primedba: životinje pod red. br. 1 i 2 su uginule na označenim temperaturama rektuma, pod red. br. 3 tek kad se rektalna temperatura popola do 21° C.

Približno je isti odnos temperatura organa kod tekunice (*Citellus citellus*), koja je jedan izraziti prezimar. Navedene temperature su posmatrane na samom početku buđenja životinje iz zimskog sna pod uticajem temperature laboratorije (24,0° C).

Životinja	T <sup>0</sup> rektalna	T <sup>0</sup> hepatična	T <sup>0</sup> muskularna	T <sup>0</sup> cerebralna	T <sup>0</sup> kardialna	T <sup>0</sup> splenična
Tekunica O <sup>+</sup>	18,8	31,3	21,1	27,1	30,5	
Tekunica O <sup>♂</sup>	15,8	19,8	16,0	17,9	17,5	16,8
Tekunica O <sup>♂</sup>	15,8	19,2	16,9	18,1	17,5	16,7

Prema ovim podacima najtopliji organ homeoterma u hipotermiji je izgleda jetra. U opadajućoj vrednosti slede: mozak — srce — slezina — mišići. Drugim rečima i u stanju duboke hipotermije organizam je sačuvao toplotni redosled organa, koji inače ima u stanju normalne telesne temperature. Videćemo kasnije da se taj redosled menja u toku laganog pada u hipotermiju (i povratka u homeotermiju), naime na izvesnim fazama tog pada (odnosno zagrevanja), kao i to da su te faze i relativna toplota pojedinih organa karakteristične za njihovo učešće u termogenezi — u funkciji hlađenja i zagrevanja životinja.

## METODIKA

Ogledi navedeni u ovom prikazu bili su vršeni na belim pacovima. Najznačajnije karakteristike (težina i prethodna termička sredina) označavane su posebno kod svakog ogleada. Neke od tih životinja i pre ovih ogleada bile su u eksperimentalnoj hipotermiji, međutim, kao što se to vidi iz uporednih podataka, prethodno hipotermisanje nije ostavilo nikakva приметna traga na termičnu reaktivnost organizma, niti na njegovu temperaturnu topografiju. Pored toga, posle prethodnog hipotermisanja bi prošlo u svakom slučaju više od jedne nedelje. Hrana im se sastojala od punih fizioloških obroka normalne ishrane. Tamo gde to nije označavano naročito životinje su bile mlade, dobro uhranjene, bez parazita.

Hipotermisanje je vršeno a frigore, stavljanjem životinje u sitno komadje leda. Slobodne od dodira sa ledom bile su samo: glava i mesto aplikacije termoelementnih igala na površini od najmanje 4 ccm<sup>2</sup>. Zadnji ekstremiteti, na kojima je vršeno merenje muskularne temperature, bili su po celoj svojoj dužini uvek potpuno slobodni od leda. Voda otapanja je stalno oticala tako da je površina tela pacova bila vlažna, ali ne i mokra. Kod ogleada zagrevanja (povratka iz hipotermije) led je uklanjan i životinja je temeljito sušena.

Temperaturna merenja su vršena pomoću termoelementa u kombinaciji nikel-konstantan (po Bahmetjevu). Spojne igle su bile napravljene od običnih injekcionih igala raznih veličina: od hipodermičnih (№ 18 i 16) i od serumskih (№ 10,6). Za veće životinje bile su za tu svrhu iskorišćene igle za lumbalne punkcije. Kod svih igala u njihovoj šupljini je prolazila izolovana konstantanova žica zaletovana za iglu samo kod izlaznog otvora iglenog kanala. Na 2,5 cm. od vrha igle je namešten termozolacioni sloj od više navoja pamučnog debelog konca impregniranog parafinom i još povrhu pokrivenog debelim slojem parafina. Unošenje igala u telesne šupljine (rektum) i ubodi (parenteralna) uvek su išli do termoizolacionog sloja tako da ceo metalni deo termela bio unutra, da bi se sprečilo provodjenje toplote po metalnom delu termela do termoelektričnog spoja na vrhovima igala. Igla jednog kraka termela je ostavljena da bude oštra — za parenteralna merenja, igla drugog kraka je zatupljena tako da vrh pretstavlja pravilnu polusferičnu površinu — za merenja u telesnim šupljinama.

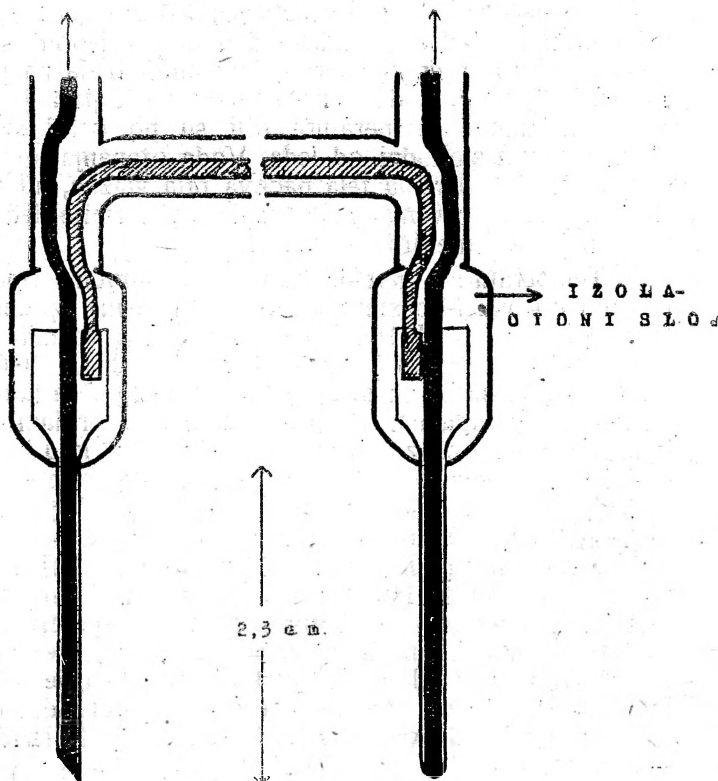
Rektalna temperatura je svuda uzimana kao osnov za upoređenje. Međutim tu se pokazalo kao neophodno, da se uslovno tačno odredi dubina rektalnih merenja. Primečeno je naime, da uobičajeno merenje temperature rektuma na dubini od 3 cm. zapravo pre svega meri temperaturu neposredne okoline jetre (kod belih pacova manje veličine do 170 gr.): na dubini od 3 do 3,5 cm. svaki milimetar dublje ili pliće (u više posmatranja

i merenja) dao bi osetnu razliku u temperaturi, uslovljenu blizinom jetre, dok na dubini od 2,5 cm. ta se razlika nije primećivala ni kod  $\mp 2$  mm.

Merenja, označena u ovom prikazu vršena su na dubini rektuma od 2,3 cm. do 2,5 cm. i termoizolacioni sloj igle postavljen tako da je njen metalni deo bio uvek potpuno u unutrašnjosti rektuma.

Merenje struje se vršilo pomoću Multiplex-galvanometra Dr. Lange'a, tipa MG 1 sa osetljivošću od  $2 \cdot 10^{-8}$  A mm.<sup>1)</sup> Me-

K A L V A N O M E T R U



Sl. 1

<sup>1)</sup> Ovaj tip (MG 1) Multiplex-galvanometra je naročito podesan za termoelektrična merenja pre svega zbog neznatne inercije, velikog (relativno) unutrašnjeg otpora, a isto tako i zbog velike skale od 200 podeoka. Sa ocenivanjem pokretne linije na  $\frac{1}{2}$  podeoka, skala ih je ustvari imala 400. Shunt sa grubim i finijim nameštanjem omogućavao je baždarenje u željenom intervalu.



đutim ta se osetljivost nije nikad iskoristila u punoj meri s obzirom na to da se bađdarilo na živin termometar sa skalom od min. 0, 1° C. Kao polazna tačka služila je smeša sitno istucanog leda (ili snega) i vode u jednom Dewar'ovom sudu, kod preciznijih merenja — tekuća voda Hoepler'ovog termostata na određenoj temperaturi.

Bađdaranje galvanometra i određivanje faktora galvanometarske skale u odnosu prema ispitanom živinom termometru bilo je vršeno pre i posle svakog ogleada. Neznatne posteksperimentalne razlike bi se uračunavale u popravku rezultata (ako razlike ne bi iznosile više od  $\pm 0,2^{\circ}$  C). Veće (prouzrokovane — vrlo retko — kakvom tehničkom nezgodom) bi se uzimale za razlog da se ogled poništi.

### OGLEDI

Ogled 6, a MM

Pacov  $\overset{\uparrow}{\circ}$  168 gr.

Ogled 6, b MM

Pacov  $\overset{+}{\circ}$  180 gr.

Obe životinje su uzete iz termičke sredine od 12 — 20° C

Hipotermija a frigore.

Uparedno merenje rektalne, jetrene, splenične, i mišićne temperature u hlađenju.

*Tabela I.*

V r e m e	Ogled 6 <sup>a</sup> MM				Ogled 6 <sup>b</sup> MM			
	R.	H.	S.	M.	R.	H.	S.	M.
Start	37,2	38,3	37,5	36,6	37,5	38,9	38,0	35,8
posle 40'	32,9	34,5	33,6	33,2	32,8	35,2		32,0
„ 80'	24,4	27,7	26,4	22,9	24,3	27,2	25,9	23,2
„ 120'	18,3	22,1	19,0		18,7	22,4		16,8
„ 130'	15,5	18,7	16,4	15,1	16,0	17,6		15,6

Obe životinje su preživjele ogled bez posledica.

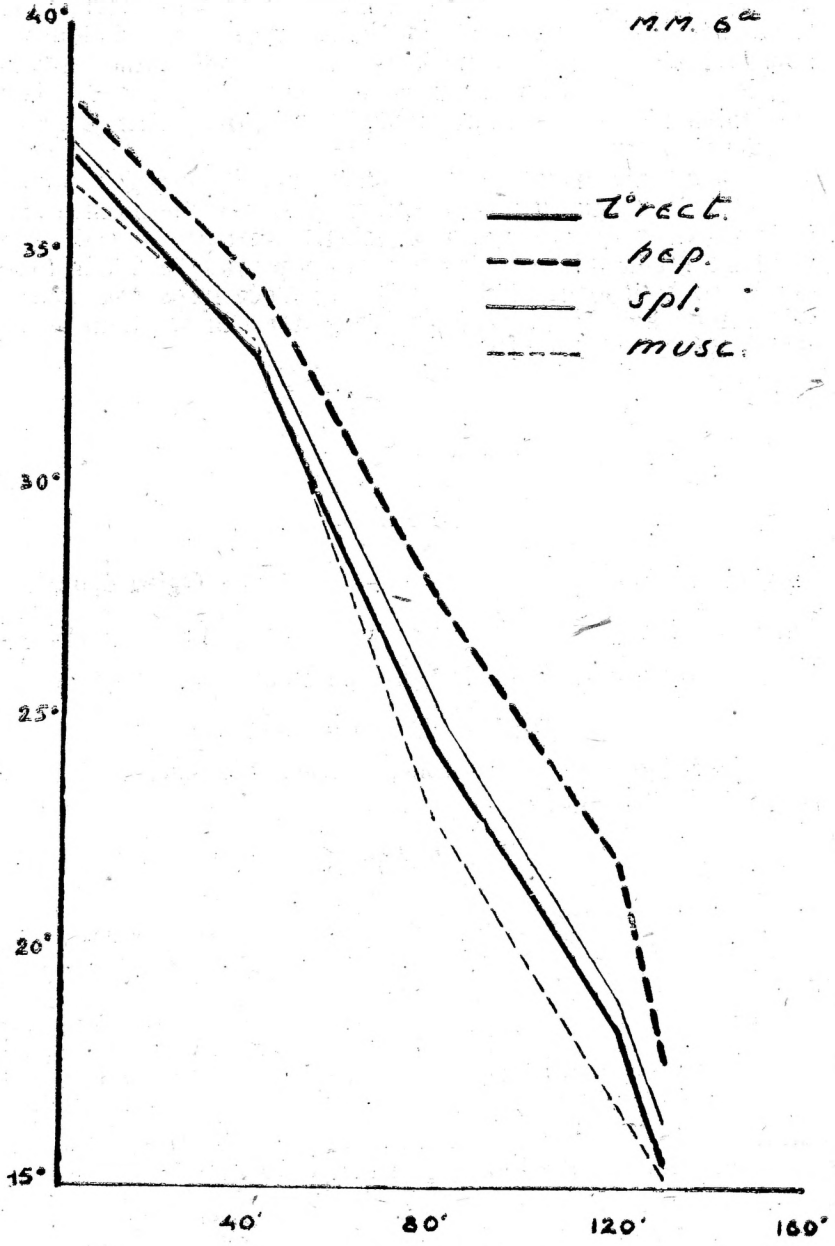


Diagram I

Već iz ovih početnih oglada, koji bi se pre mogli nazvati orijentacionim predogledima, zapažaju se sledeće markantne osobine temperaturnog kretanja organa homeoterma na putu ka dubokoj hipotermiji:

1) Temperaturni redosled organa u startu oglada (na temperaturi ambijenta vrlo bliskoj termičnoj neutralnosti pacova:  $23,6^{\circ}\text{C}$ ) bio je isti kao i u prethodnim merenjima. Naime, u opadajućoj vrednosti sledili su: jetra - slezina - rektum - mišići.

2) U zoni hlađenja između  $30^{\circ}$  i  $34^{\circ}$  rektalne temperature, t. j. u zoni drhtanja životinje (u drugim ogledima, kod kojih je prethodna termička sredina pacova bila osetno niža, zona drhtanja je zahvatala interval od oko  $25^{\circ}$  do  $30^{\circ}$ ) temperatura mišića je redovno bila viša od temperature rektuma.

3) Temperatura slezine nije pokazala u tom kretanju nikakve upadljive karakteristike. Ona je bezmalo paralelno sledila kretanje rektalne temperature i bila uvek između ove i temperature jetre, bezmalo uvek bliža rektalnoj.

4) Karakteristično temperaturno ponašanje jetre u zoni, koja je neposredno prethodila zoni likvidacije termogeneze, zahtevalo je, da se merenje vrši u mnogo kraćim vremenskim intervalima. Porast razlike temperatura između rektuma i jetre obećavao je interesantna posmatranja.

5) Temperaturni redosled organa u postignutoj dubokoj (poikilotermnoj) hipotermiji ostao je isti.

Ogled 9<sup>a</sup>Pacov ♀ težina 148 gr.  
+Ogled 9<sup>b</sup>Pacov ♀ težina 154 gr.  
+

Obe životinje su uzete iz prethodne termičke sredine od 10 - 15° C,

Hipotermija a frigore

Uporedno merenje rektalne, jetrene, splenične, i mušične temperature u hlađenju i samozagrevanju.

Temperatura laboratorije 24,05 C,

Tabela II.

Vreme	Ogled 9 <sup>a</sup> MM				Ogled 9 <sup>b</sup> MM			
	R.	H.	S.	M.	R.	H.	S.	M.
Start	37,7	39,1			37,4			
posle 10'					34,5	36,4		32,4
" 20'	31,8	33,0	32,1	30,6	31,2	34,5	33,5	31,3
" 30'						32,8		30,0
" 40'	28,0	31,9	29,4	29,3	27,5	31,4	30,0	29,3
" 50'					26,4	29,9		
" 60'	25,6	28,2	26,8	25,2	25,3	28,8	26,3	25,1
" 70'					23,5	27,6		
" 80'	22,0	25,8		20,5	21,7	26,0	23,5	19,9
" 85'					20,5	25,5	22,3	18,9
" 90'					19,2	24,4		
" 95'	17,9	22,1	20,0	18,8				
" 100'		led uklonjen			16,7	18,8	17,9	16,0
						led uklonjen		
" 105'					17,1	18,6	18,2	16,4
" 110'	18,1	21,0	18,3	17,4	17,8	22,0	18,8	17,2
" 115'					19,6	24,4		
" 120'	21,9	27,3	24,7	20,0	22,4	28,1	24,2	19,3
" 130'					24,6	28,9		24,6
" 135'					25,8	29,0		27,1
" 140'	27,0	29,2	29,0	27,1	26,4		28,6	
" 150'					27,5	30,4	29,7	28,3
" 160'					28,7	31,5		28,8
" 170'		vraćena u homeotermiju bez posledica			30,4			29,3
" 180'					32,5	vraćena u homeotermiju bez posledica		

Za diagram je uzet ogled 9<sup>b</sup> MM.

z'acet.  
" hep.  
" spl.  
" musc.

M.M. 96

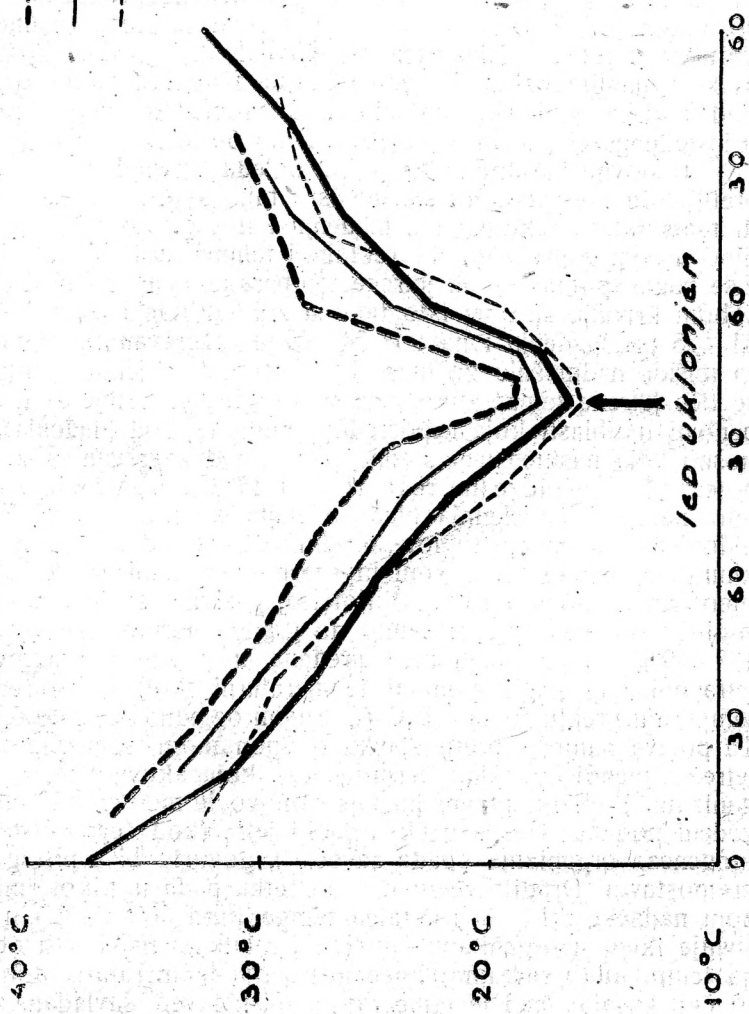


Diagram II

U ovim ogledima merenja su vršena svakih 5 minuta. Međutim u tabeli i diagramu petominutni interval je markiran samo u zoni duboke hipotermije iz razloga što u toku hipotermisanja, na višim rektalnim temperaturama nije bilo devijacija krivulje, koja bi spajala dve tačke desetominutnog intervala (odnosno dvadesetominutnog). Interferencija merenja je prouzrokovana gubljenjem vremena pri merenju velikog broja organa (4), jer se na svako merenje svakog organa trošilo prosečno od 2,5 do 3 min. Uz to je neophodno podvući, da se maksimalno definitivno skretanje galvanometra obavljalo u  $\frac{1}{2}$  min. najviše (i to kod manjih razlika između rektuma i upoređivanog organa, kod razlika, koje bi prelazile  $1^{\circ}\text{C}$  vreme krajnjeg skretanja (Einstellungszeit) je bilo od 10 sek. do 30 sek.).

Osnovne karakteristike ovih ogleda su uglavnom slične prethodnim: temperatura slezine isto tako skoro paralelno sledi temperaturu rektuma i u hlađenju i u zagrevanje životine, jedino u zoni zagrevanja na rektalnoj temperaturi od  $22^{\circ}\text{C}$  naviše nagli spontani skok jetrene temperature kao da povlači za sobom krivulju slezine; isto tako u zoni drhtanja (ovde na  $10^{\circ}$   $31 - 25$  pri hlađenju i na  $10^{\circ}$   $24 - 29$  pri zagrevanju), temperatura mišića nadmašuje za max.  $1,8^{\circ}\text{C}$  rektalnu temperaturu. Što se tiče jetrene temperature, ona pokazuje sad jasnije svoje osobnosti u oblasti koja neposredno prethodi (kod hlađenja), odnosno koja nastupa neposredno posle (kod zagrevanja) zone hipotermične anabioze (na rekt.  $10^{\circ}$   $16$ , i  $17^{\circ}\text{C}$ ). Izgleda kao da se jetra najkasnije poslednja hladi, a najbrže prva zagreva, kad je uklonjeno odvođenje toplote, drugim rečima kad je hlađenje prekinuto. Ne samo to. U zoni hipotermične anabioze, kako homeoterm se ponaša kao poikiloterm, pasivno sledeći promene spoljašne temperature, ali samo do granice termogeneze (od cca  $17^{\circ} - 19^{\circ}$ ), - čim je ta granica pređena u pasivnom zagrevanju, jetra pokazuje nagli spontani temperaturni skok, koji prednjači temperaturi rektuma za  $5,7^{\circ}\text{C}$  (u drugim ogledima čak do  $6,4^{\circ}\text{C}$ ). Ta pojava nameće pretpostavku o spontanom samozagrevanju jetre, o njenoj inicijalnoj termogenezi, koja aktivno zagreva organizam, koji tim putem postaje ponovo homeoterm. Ranije navedeni podatak Graf'a o ekstirpaciji jetre (kod čega opšta termogeneza organizma opada za  $60\%$ ), govorio bi u prilog ovoj pretpostavci. Drugim rečima, u početku pada u hipotermiju, u zoni najjačeg drhtanja (rektalna temperatura  $30^{\circ} - 24^{\circ}\text{C}$ ), najmasivnije tkivo u organizmu - mišićno, relativno najviše (u odnosu na temperaturu rektuma) povećava svoju temperaturu, dok jetra to čini kasnije, kad je temperaturna mišića već savladana hladnoćom. Nesumnjivo je od značaja centralni položaj jetre, dobro zaštićen od gubljenja toplote. - U početku zagrevanja (povratka u homeotermiju) jetra je taj organ, u kojem se inicijalno razvijaju egzotermni procesi, prema čemu izgleda, da - u ovim eksperimentalnim uslovima - jetra je organ, na kome leži odgovor-

nost za homeotermiju. Ona deluje kao inicijalni upaljač („An-lasser“) hemijske termoregulacije (u zoni od 18° do 24° C), koji neposredno predaje termogenezu muskulaturi (u zoni od 24° do 30°) baš na onoj temperaturnoj granici, na kojoj se tkivo u hlađenju naglo hladi.

Potrebno je skrenuti pažnju – pri razmatranju inicijalne termogeneze jetre, – da je jetra u tom stanju organizma veoma jako natopljena krvlju, dok je periferija, a naročito ekstremiteti, su upadljivo anemični (što redovno otežava rad sa krvlju kod životinja u dubokoj hipotermiji). Kod rektalne temperature od oko 21° – 22° C, dakle kad je jetra relativno najtoplija, krvotok periferije ponovo oživljuje i periferija se konzekventno zagreva krvlju, koja je bila magacinirana u relativno najtoplijem organu. Time, t. j. pojačanom perifernom cirkulacijom, mogao bi se objasniti izvesan zastoj u samozagrevanju jetre, koji je tako jasno vidljiv na kriviljama jetrenih temperatura u zoni inicijalnog zagrevanja („prva zona zagrevanja“ – V. Popović).

Sledeći ogledi, koji su ustvari samo rasčlanjeni već pre-gledani ogledi sa odvojenim merenjem temperatura jetre i rek-tuma pri hlađenju i pri zagrevanju, ilustruju ove pretpostavke na još jasniji način.

## Ogled 18 MM

## Ogled 19 MM

Pacov ♂ težina 172 gr.

Pacov ♀ težina 165 gr.

Obe životinje su uzete iz termičke sredine od 10 – 15° C

## Hipotermija a frigore.

Uporedno merenje rektalne i jetrene temperature u hlađenju

Tabela III.

Vreme	Ogled 18 MM		Ogled 19 MM	
	rektalna T°	jetrena T°	rektalna T°	jetrena T°
Start	37,2	38,8	36,9	
posle 10'	36,7	38,0	35,6	
” 20'	34,5	36,6	30,0	34,4
” 30'	31,2	33,8	27,8	31,0
” 40'	28,5	31,6	25,6	29,4
” 50'	25,9	28,8	23,9	28,3
” 60'	23,7	27,0	22,5	28,0
” 70'	22,4	26,0	21,8	27,7
” 80'	21,2	26,0	21,3	26,6
” 90'	20,4	25,7	20,4	22,0
” 100'	19,7	22,0	19,0	21,6
” 110'	18,5	22,2	16,5	18,7
” 120'	17,0	20,5		
” 130'	14,9	16,0		
	životinja je uginula		vraćen u homeotermiju bez posledica	

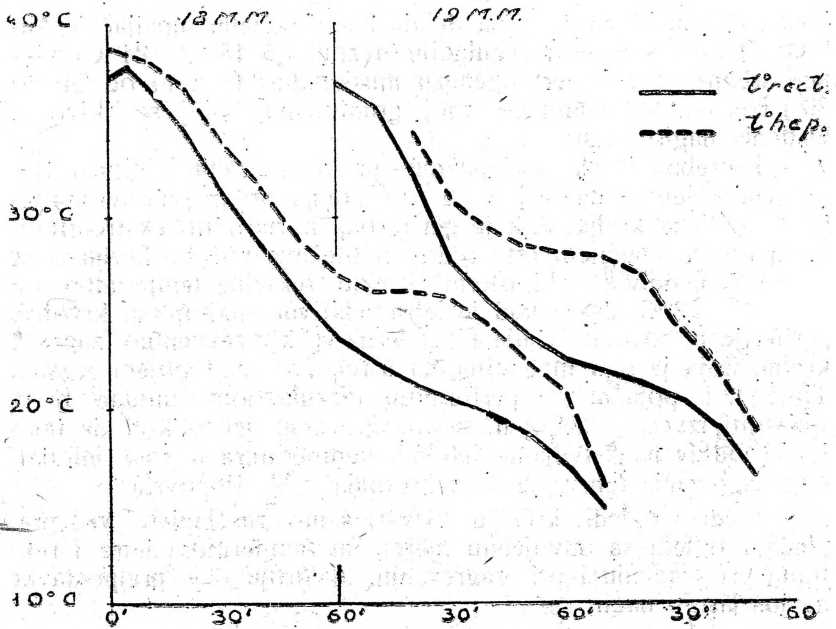


Diagram III

Ogled 5<sup>ab</sup> MM

Ogled 12 MM

Pacov O<sup>↑</sup> težina 185 gr.Pacov O<sup>+</sup> težina 168 gr.

sa termičke sredine oko 10° C

sa termičke sredine 5 - 10° C

Hipotermija a frigore

Uporedno merenje rektalne i jetrene temperature u zagrevanju.

Tabela IV.

Vreme	Ogled 5 <sup>ab</sup> MM		Ogled 12 MM	
	rektalna T°	jetrena T°	rektalna T°	jetrena T°
Start	16,8	18,5	17,0	18,9
posle 10'	18,0	20,2	18,6	20,5
" 20'	19,3	22,8	19,5	21,7
" 30'	20,5	23,9	22,1	26,4
" 40'	22,3	28,8	23,4	29,0
" 50'	24,5	30,2	25,0	30,0
" 60'	26,4	31,1	27,1	30,9
" 70'	27,8	31,9	29,1	32,2
" 80'	29,7	32,6	29,8	32,4
" 90'	30,4	32,9	30,9	32,8
" 100'	31,0	33,5	32,4	33,5
" 110'	31,8	33,8		
" 120'	32,9	34,4		
" 130'	33,3	34,9		
	životinja je vraćena u homeotermiju bez posledica		životinja je vraćena u homeotermiju bez posledica	



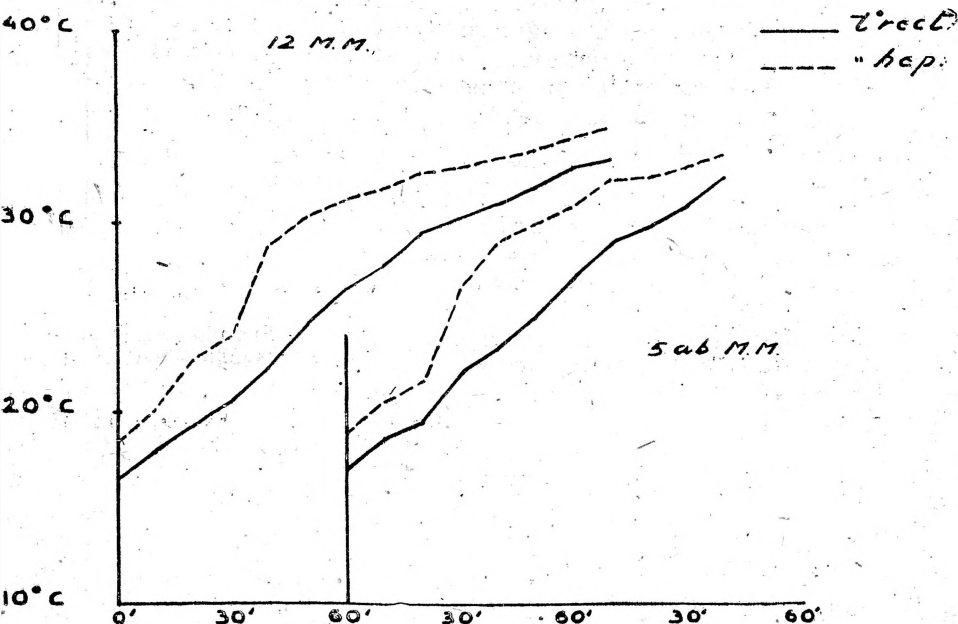


Diagram IV

## ZAKLJUČCI

U rezultatu oglada i podataka merenja temperature pojedinih organa homeoterma (belog pacova), koji je hlađen a frigore do stanja duboke hladne anabioze (hipotermična anestezija), zapažene su sledeće toplotne osobine tih organa:

1) U dubokoj hipotermiji, isto kao i kod normalne rektalne temperature belog pacova na termičnoj neutralnosti, temperaturni redosled organa ostaje nepromenjen: jetra - mozak - srce - slezina - rektum - mišići.

2. Najveća temperaturna razlika između jetre i rektuma nastaje u zoni rektalne temperature između 18° i 24° C bilo kod hlađenja životinje bilo kod zagrevanja. Kod nekih oglada ta razlika je bila veća u procesu zagrevanja (do 6,4° C).

3) U dubokoj hipotermiji temperaturna razlika između jetre i rektuma je neznatna (na rektalnoj temperaturi oko 14° - 16° C ona je čak manja od razlike na normalnoj temperaturi životine). Ona se naglo povećava u prvoj zoni zagrevanja.

4) Na osnovu ovih zaključaka iznosim pretpostavku o spontanom samozagrevanju jetre u koleraciji sa opštom organizmovom termogenezom, koja se budi - kod belog pacova - na rektalnoj temperaturi od oko  $18^{\circ}\text{C}$  u rezultatu blagog zagrevanja životinje na laboratorijskoj temperaturi od  $22^{\circ}$  -  $24^{\circ}\text{C}$ .

---

Radeno najvećim delom u Fiziološkom Zavodu Prirodno-matematičkog fakulteta u Beogradu, a manjim - u Fiziološkom Zavodu Filozofskog fakulteta u Skoplju.

---

Léon Lozinski

## LA TEMPERATURE DE LA FOIE DANS L'HYPOTHERMIE

(Extrait)

Dans cet article l'auteur expose des données thermométriques de la topographie thermique mesurée pendant la lutte d'un homéotherme (le Rat) contre le froid. Ces données permettent à remarquer la participation thermique des organes dans thermogénèse générale au delà du métabolisme de sommet. Le rôle de la foie, exprimé par sa température relativement haute même aux limites de l'homéothermie, est surtout intéressant pour les réactions exothermiques, qui se développent dans un état quand toute autre thermogénèse nous paraît-il abolie.

Les températures étaient mesurées par les aiguilles thermoélectriques avec un galvanomètre de dr. Lange (Multiplex-galvanomètre) ayant une sensibilité de  $2 \cdot 10^{-8}$  A mm et une inertie minime. La réfrigération était accomplie *a frigore* dans un bain à glace sèche à la manière que tout endroit d'application des aiguilles était parfaitement libre, les autres conditions de l'ambiance étant normales.

Par les résultats thermométriques obtenus aux moyens indiqués on peut tirer des conclusions suivantes:

1) Dans l'hypothermie profonde chez le Rat (température rectale de  $14^{\circ}$  à  $16^{\circ}\text{C}$ ), aussi bien que dans les conditions de la neutralité thermique (métabolisme de base), les températures des organes suivent constamment un rang décroissant: foie-cerveau-coeur-rate-rectum-muscles.

2) La différence de température entre la foie et le rectum au cours de refroidissement atteint un maximum dans un intervalle de  $18^{\circ}$  à  $24^{\circ}\text{C}$  de la température rectale. Pendant le réchauffement de l'organisme hypothermisé cette différence était souvent plus accentuée (jusqu'à  $6,4^{\circ}\text{C}$ ).

3) Dans l'hypothermie liminaire (autour des températures  $14^{\circ}$  -  $16^{\circ}\text{C}$ ) cette différence est bien moindre qu'elle ne l'est dans métabolisme de

base du Rat. Elle s'agrandit brusquement dans la „première zone de réchauffement“, c'est-à-dire dans l'intervalle thermométrique de 18° à 24° C du rectum.

4) Au fur et à mesure que la température rectale s'abaisse et s'approche vers les limites d'homéothermie, une anémie périphérique s'établit tandis que la foie s'imbibe de sang. Alors, la périphérie (les muscles) démontre des températures relativement les plus basses (voir les diagrammes 1 et 2). Au cours de réchauffement (dans la „première zone de réchauffement“) on peut constater une hyperémie périphérique remarquable: le sang accumulé et réchauffé dans la foie commence à transférer la chaleur à la périphérie, la différence de température entre la foie et le rectum conséquemment s'abaisse et un frisson de muscles, maintenant hyperémisés et réchauffés, se manifeste énergiquement. C'est la „seconde zone de réchauffement“ caractérisée par le frisson musculaire et la plus grande différence thermométrique entre les muscles et le rectum.

Suivant ces données, l'auteur suppose que les réactions exothermiques d'un homéotherme, préalablement porté dans l'état d'hypothermie profonde (anabiose hypothermique) et soumis ensuite aux conditions thermiques normales (température de la laboratoire de 22°—24° C), se développent en fonction de réchauffement initial et spontané de la foie. Aussi, dans la réfrigération progressive (jusqu'à l'hypothermie profonde) la foie serait l'organe unique qui maintient sa thermogénèse active jusqu'aux ultimes limites de la vie.

Ainsi, il nous semble que le rôle de la foie consiste en réchauffement initial de l'organisme entier, de sorte qu'il en résulte toute autre thermoregulation chimique de l'homéotherme refroidi.

---

Les expériences et les mesures étaient effectuées pour la plus grande partie dans l'Institut de Physiologie Générale de la Faculté des Sciences de l'Université de Belgrade (directeur M. Gijaja), et pour la moindre partie dans l'Institut de Physiologie de la Faculté de Philosophie de l'Université de Skopje.

---