

960/3



524/3

საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

მ ო ე მ ბ ე

69

გ მ ბ ი XXIV, № 1

ძირითადი. ქართული ზამოცხეა

1960

ი ა ნ ვ ა რ ი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა  
თბილისი

შ ი ნ ა რ ს ი

მ. თეობატია



1. ნ. ვეკუა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) შენიშენა ჩენს სტ-ტრაზე—წორფივი შეუღლების ერთი სასახდვრო ამოცანის შესახებ რამდენიმე ლენობი ფუნქციისათვის*	3
2. დ. პ რ თ ე ნ ვ ლ. ბერკლის ინტეგრალის შესახებ . . . . .	7
<b>ღრმობრივი თეორია</b>	
3. ა. შარანგია. ოდნე გაღუფული შედგენილი ძელის გაქიმვის მეორადი ეფექტი . . . . .	15
<b>ფიზიკა</b>	
4. რ. კუჩეროვი და ა. ქუძივევი. დიფუზიური გამყოფი სვეტის გამოკვლევა . . . . .	23
<b>ბიოქიმია</b>	
5. ქ. გომელაური. სისხლის ცილოვან-ახლოვრ ნივთიერებათა ცვლილებები ბოტკინის დაავადების სხვადასხვა კლინიკური ფორმის დროს . . . . .	31
<b>ბიომტკაფიბა</b>	
6. ლ. მარუაშვილი. მდინარე კოდორის ტერასები როგორც მთიან ქვეყნებში ტერასთაგანის მაგალითი . . . . .	37
<b>ბალეონტოლოგია</b>	
7. ა. ვეკუა. ირულადის ( <i>Cervus (Dama) Sp.</i> ) ნაშთი სამხრეთ საქართველოს პღვის-ტოცნური ნაღებებიდან . . . . .	45
<b>საშენებლო სამეც</b>	
8. ა. სოხაძე რკინა-ბეტონის წინასწარ დაქაბული კონტურბანი სფერული დამრეცი გასოფანი პანელის ექსპერიმენტული შესწავლა . . . . .	49
<b>სამეც სამეც</b>	
9. ა. ტოპალკაროვი. შტანგური სამაგრის თეორიის შესახებ . . . . .	57
10. გ. ნახალია. დამეული ბეტონიტური სამაგრის ანგარიშისათვის . . . . .	65
<b>ბოტანიკა</b>	
11. ა. შაყრილი. ქაფურის ზის ფოთლების ეპიდერმისის ცვლებადობა . . . . .	73
<b>ზოოლოგია</b>	
12. ლ. გომელაური. გვარ <i>Tenuipalpus</i> -ს ტკბის ახალი სახეობა საქართველოდან ( <i>Acarina, Tenuipalpidae</i> ) . . . . .	77
<b>ფიზიოლოგია</b>	
13. ბ. ანთელიძე, ს. ბუთხუზი და ს. ნარიკაშვილი. სუნთქვის ცვლილებები ბადებრივი ფორმაციის გაღბიანების დროს სპინალური რეფლექსების შეკაებბასა და გაადვილებასთან დაკავშირებით . . . . .	81
<b>მასკარიპატალი მღიციბა</b>	
14. ვლ. ელენტი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ნ. კაბლანდაძე და ე. გაჩეჩილაძე. ვიტბინ B <sub>1</sub> -ის გავლების შესახებ ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის მომდინაფეობაზე . . . . .	89
15. გ. საბსონიძე თირკმლების აღღგენა გადიღებული ფუნქციონალური დატვირთვის პიოობებში . . . . .	95
16. ნ. გოგებაშვილი. სხიფური დაავადების დროს ექსპერიმენტულად თავვის ტიფთ დასწებბებული და ფაგირებული თეთრი თავგების ინფუნბიოლოგიური მაჩვენებლების ცვლილებების საკითხისათვის . . . . .	99
<b>კლინიკური მღიციბა</b>	
17. გ. ნახარიშვილი. თირკმლის ბოღენთა გამოკვლევის საკითხისათვის . . . . .	107
<b>ხელოვნების ისტორია</b>	
18. კ. მელითაური. ბერთების მონასტრის სამშენებლო-ხელომომღერული ორგანიზაცია . . . . .	115
<b>მეცნიერების ისტორია</b>	
19. პ. ფირფილაშვილი. ქირურგიული მეურნალობის ისტორიის ზოგიერთი საკითხი არქეოლოგთა ნიერ მოპოვებული ძელოვანი მასალის მიხედვით . . . . .	121



საქართველოს სსრ  
მეცნიერებათა აკადემიის  
გოგნი

გოგნი XXIV

ქირითალი. ქართული გამომცემა

1960

5208



## მათემატიკა

## ნ. შიკვაძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

შენიშვნა ჩემს სტატიაზე — „წიგნი შეშლლების ერთი სასაზღვრო ამოცანის შესახებ რამდენიმე უცნობი ფუნქციისათვის“

ვთქვათ,  $L$  მარტივი, შეკრული, საკმარისად გლოვი კონტურია  $z = x + iy$  სიბრტყეზე, რომელიც მარტივად მდებარეობს  $D^+$  არეს შემოსაზღვრავს და, ვთქვათ,  $\alpha_j(t_0)$ ,  $\delta_{kv}(t_0)$ ,  $\gamma_{kv}(t_0)$  ( $j, v = 1, 2, \dots, n$ ;  $k = 0, 1, \dots, m$ )  $L$  კონტურზე მოცემული წარმოებადი ფუნქციებია, რომელთა წარმოებულზე აკმაყოფილებენ  $H$  პირობას და განსხვავებულნი არიან ნულისაგან ყველგან  $L$ -ზე. ვიგულისხმობთ, რომ ან ფუნქციებს  $L$  კონტური თავისთავში გადაყავთ ურთიერთცალსახად, ამასთან  $\delta_{kv}(t_0)$  და  $\gamma_{kv}(t_0)$  ფუნქციები ცვლიან  $L$ -ზე შემოვლის მიმართულებას, ხოლო  $\alpha_j(t_0)$  ინარჩუნებენ შემოვლის მიმართულებას ( $t_0$  და  $\alpha_j(t_0)$  შემოწერენ  $L$  კონტურს ერთსა და იმავე მიმართულებით).

ჩემს სტატიაში [1], რომელიც მოხსენებულა ამ სტატიის სათაურში, განხილულია შემდეგი ამოცანა:

მოვწახთ  $D^+$  არეში მერომორფული ორი ვექტორი:  $\varphi(z) = (\varphi_1, \dots, \varphi_n)$   $\psi(z) = (\psi_1, \dots, \psi_n)$  შემდეგი სასაზღვრო პირობებით  $L$ -ზე:

$$\begin{aligned} \varphi_j[\alpha_j(t_0)] &= \sum_{k=0}^m \sum_{v=1}^n A_{jkv}(t_0) \psi_v^{(k)}[\delta_{kv}(t_0)] \\ &+ \sum_{k=0}^m \sum_{v=1}^n B_{jkv}(t_0) \overline{\psi_v^{(k)}[\gamma_{kv}(t_0)]} + g_j(t_0) \end{aligned} \quad (1)$$

$(j = 1, 2, \dots, n),$

სადაც  $A_{jkv}(t_0)$ ,  $B_{jkv}(t_0)$ ,  $g_j(t_0)$  ( $k = 0, 1, \dots, m$ ;  $j, v = 1, 2, \dots, n$ ) მოცემული ფუნქციებია, რომელნიც აკმაყოფილებენ  $H$  პირობას;  $\psi_v^{(k)}(t)$  აღნიშნავს  $\frac{d^k \psi_v(z)}{dz^k}$  წარმოებულის სასაზღვრო მნიშვნელობას  $L$ -ზე,  $\psi_v^{(0)}(t) \equiv \psi_v(t)$ .

სტატიის [1] ნაჩვენებია, რომ ეს ამოცანა მიიყვანება მის ეკვივალენტურ სინგულარულ ინტეგრალ-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემაზე მოცემული გადაადგილებებით, რომელსაც შემდეგი სახე აქვს:

$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^m \sum_{v=1}^n \left[ \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{K_{jkv}(t_0, t) \rho_v^{(k)}[\delta_{kv}(t)] dt}{t - t_0} + \right. \\ \left. + \frac{1}{2\pi i} \int_L H_{jkv}(t_0, t) \overline{\rho_v^{(k)}[\gamma_{kv}(t)]} dt \right] = F_j(t_0), \end{aligned} \quad (2)$$

სადაც  $K_{jkv}(t_0, t)$ ,  $F_j(t_0)$  გარკვეული ფუნქციებია, რომელნიც  $H$  პირობას აკმაყოფილებენ,

$$H_{jkv}(t_0, t) = \frac{1}{|t - t_0|^\alpha} H_{jkv}^0(t_0, t) \quad (0 \leq \alpha < 1),$$

ამასთან  $H_{jkv}^0(t_0, t)$  აკმაყოფილებენ  $H$  პირობას,  $\rho_v(t)$  საძიებელი ფუნქციებია.

სტატიის ბოლოს მითითებულია ამ სისტემის სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემამდე დაყვანის ერთი წესი, მაგრამ, როგორც აღვილი მისახვედრია, სტატიაში განხილულ ზოგად შემთხვევაში ეს წესი არ იძლევა საჭირო შედეგს. ქვემოთ მოგვყავს მე-(2) სისტემის სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემამდე დაყვანის მეტად მარტივი წესი.

თუ შემოვიღებთ აღნიშვნას

$$\rho_v^{(m)}(t) = \mu_v(t) \quad (v = 1, 2, \dots, n), \quad (3)$$

მივიღებთ (იხ. [2])

$$\rho_v^{(k)}(t) = \int_L \omega_{m-k-1}(t, t_1) \mu_v(t_1) dt_1 + C_1^{m-k-1} + \dots + C_m^{m-k}, \quad (4)$$

$$(k = 0, 1, \dots, m-1; v = 1, 2, \dots, n),$$

სადაც  $C_1^k, C_2^k, \dots, C_m^k$  ( $v = 1, 2, \dots, n$ ) ნებისმიერი მუდმივებია,

$$\omega_j(t, t_1) = \int_L \omega(t, t_2) \omega_{j-1}(t_2, t_1) dt_2 \quad (j = 1, 2, \dots, m-1),$$

ამასთან,  $\omega(t, t_1) = 1$ , როცა  $t_1 \in I^* t$  და  $\omega(t, t_1) = 0$ , როცა  $t_1 \notin I^* t$ ,  $I^*$  ფიქსირებული წერტილია  $L$  კონტურზე,  $\omega_0(t, t_1) \equiv \omega(t, t_1)$ ,  $\rho_v^{(0)}(t) \equiv \rho_v(t)$ .

მე-(2) სისტემა, ცხადია, ასე შეიძლება გადავწეროთ:

$$\sum_{k=0}^m \sum_{v=1}^n \left[ \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{K_{jkv}(t_0, t) \rho_v^{(k)}[\bar{\delta}_{kv}(t)] dt}{t - t_0} - \frac{1}{2\pi i} \int_L H_{jkv}[t_0, \gamma_{kv}^*(t)] \gamma_{kv}^*(t) \overline{\rho_v^{(k)}(t)} dt \right] = F_j(t_0),$$

სადაც  $\gamma_{kv}^*(t)$  არის  $\gamma_{kv}(t)$  ფუნქციის შებრუნებული.

მე-(3) და მე-(4)-ის ძალით, ამ სისტემიდან მარტივი გარდაქმნების შემდეგ მივიღებთ:

$$\sum_{v=1}^n \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{K_{jmv}(t_0, t) \mu_v[\bar{\delta}_{mv}(t)] dt}{t - t_0} + \sum_{v=1}^n \frac{1}{2\pi i} \int_L K_{jv}^*(t_0, t) \mu_v(t) dt + \sum_{v=1}^n \frac{1}{2\pi i} \int_L K_{jv}^{**}(t_0, t) \overline{\mu_v(t)} dt + \sum_{v=1}^n [C_1^v \chi_1^*(t_0) + C_2^v \chi_2^*(t_0) + \dots + C_m^v \chi_m^*(t_0)]$$



თუ მოვიქცევით ისევე, როგორც მე-(2) სისტემის შემთხვევაში, დავრწმუნდებით, რომ მე-(8) სისტემა მიიყვანება მეორე გვარის სინგულარულ ინტეგრალურ განტოლებათა სისტემამდე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 14.11.1959)

დაკონფიდენციალური ლიტერატურა

1. Н. П. Векуа. Об одной граничной задаче линейного сопряжения для нескольких неизвестных функций. Сообщения АН ГССР, т. XXII, № 1, 1959.
2. Н. П. Векуа. Об одной системе сингулярных интегро-дифференциальных уравнений и её приложении в граничных задачах линейного сопряжения. Труды Тбилисского математического института, т. XXIV, 1957.



დ. პ. მცხენაძე

## ბერკილის ინტეგრალის უმსახვებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. კუპრაძემ 27.2.1959)

ამ შრომაში განხილულია ბერკილის ინტეგრალი სიმრავლეთა უფრო ზოგად კლასზე განსაზღვრული ფუნქციებისათვის, ვიდრე ეს ჩვეულებრივ გვხვდება [2]. დამტკიცებულია ასეთი ინტეგრალის არსებობის აუცილებელი და საკმარისი პირობა, რომელიც შემდგომ გამოყენებული იქნება წერტილის ფუნქციის სიმრავლის არაადიტიური ფუნქციით ინტეგრებისათვის. დამტკიცებულია აგრეთვე სიმრავლის ნახევრად ადიტიური და უწყვეტი ფუნქციის ბერკილის აზრით ინტეგრებადობის აუცილებელი და საკმარისი პირობა. დაბოლოს, აგებულია მაგალითი სიმრავლის უწყვეტი ფუნქციისა, რომელსაც სასრული ვარიაცია აქვს, მაგრამ ვარიაცია არ არის უწყვეტი.

1. წინასწარი ცნობები. ვთქვათ,  $E$  არის  $R_n$  სივრცის ერთეულოვანი კუბი.  $M$  იყოს  $E$ -ს ყველა ქვესიმრავლის კლასი, ხოლო  $M$  — ეორდანის აზრით ზომად ქვესიმრავლეთა კლასი. ვთქვათ,  $M$ -ზე განსაზღვრულია სიმრავლის  $\mu(e)$  ფუნქცია.

$\mu(e)$  ფუნქციის ეწოდება ნახევრად ადიტიური ზემოდან (ქვემოდან), თუ  $M$ -დან აღებული ნებისმიერი ორი თანაუკვეთი  $e_1$  და  $e_2$  სიმრავლისათვის გვაქვს

$$\mu(e_1 + e_2) \leq \mu(e_1) + \mu(e_2) \quad (\mu(e_1 + e_2) \geq \mu(e_1) + \mu(e_2)).$$

$E$  სიმრავლის  $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  დანაწილებას თანაუკვეთ სიმრავლეებად ეწოდება  $\lambda$ -დანაწილება, თუ ყოველი  $e_k$  ( $k=1, 2, \dots, n$ ) სიმრავლის დიამეტრი  $d(e_k) < \lambda$ .

$\mu(e)$  ფუნქციის ეწოდება ფუნქცია სასრული ვარიაციით  $E$  სიმრავლეზე, თუ არსებობს ისეთი  $N > 0$  რიცხვი, რომ  $E$  სიმრავლის ნებისმიერი  $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  დანაწილებებისათვის თანაუკვეთ სიმრავლეებად ადგილი აქვს უტოლობას

$$S = \sum_{k=1}^n |\mu(e_k)| < N.$$

$S$  ჯამების ზუსტ ზედა საზღვარს ეწოდება  $\mu(e)$  ფუნქციის ვარიაცია  $E$  სიმრავლეზე და იგი აღინიშნება  $V(\mu; E)$  სიმბოლოთი ([1], 171).

$\mu(e)$  ფუნქციის მაეორანტი ეწოდოთ ისეთ ქვემოდან ნახევრად ადიტიურ  $M(e)$  ფუნქციას, რომელიც ნებისმიერ  $e \in M$  სიმრავლისათვის აკმაყოფილებს

$$|\mu(e)| \leq M(e)$$

პირობას.

ადგილი საჩვენებელია, რომ  $M$ -ზე განსაზღვრულ  $\mu(e)$  ფუნქციას აქვს სასრული ვარიაცია მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა არსებობს ამ ფუნქციის მაეორანტი.

1.1. თუ  $\mu(e)$  არის ზემოდან ნახევრად ადიტიური ფუნქცია სასრული ვარიაციით, მაშინ იგი შეიძლება წარმოვადგინოთ როგორც ორი დადებითი, ქვემოდან ნახევრად ადიტიური ფუნქციის სხვაობა ([1], 177).

$\mu(e)$  ფუნქციის ეწოდება ფუნქცია განზოგადებული სასრული ვარიაციით, ანუ  $[VBG]$  კლასის, თუ არსებობს ისეთი ორი დადებითი რიცხვი  $M$  და  $\delta$ , რომ, როცა  $\lambda < \delta$ , მაშინ

$$S = \sum_{k=1}^n |\mu(e_k)| < M.$$

$S$  ჯამების ზუსტ ზედა საზღვარს ყველა ასეთი დანაწილებისათვის (ე. ი. როცა  $\lambda < \delta$ ) ეწოდება  $\mu(e)$  ფუნქციის განზოგადებული ვარიაცია და იგი აღინიშნება  $V_{\lambda}(\mu; E)$  სიმბოლოთი.

$\mu(e)$  ფუნქციის ეწოდება  $[BG]$  კლასის, თუ არსებობს ისეთი ორი დადებითი რიცხვი  $M$  და  $\delta$ , რომ, როცა  $d(e) < \delta$ , მაშინ

$$|\mu(e)| < M.$$

$\mu(e)$  ფუნქციის ეწოდება  $\delta$ -არაუარყოფითი, თუ არსებობს ისეთი დადებითი რიცხვი  $\delta$ , რომ, როცა  $d(e) < \delta$ , მაშინ  $\mu(e) \geq 0$ .

$\mu(e)$  ფუნქციის ეწოდება უწყვეტი  $E$  სიმრავლეზე, თუ ნებისმიერი  $\varepsilon < 0$  რიცხვისათვის მოიძებნება ისეთი  $\delta > 0$  რიცხვი, რომ ყოველი  $e \in \mathfrak{M}$  სიმრავლისათვის, რომლის გარე ზომა  $m^*e < \delta$ , ადგილი აქვს უტოლობას

$$|\mu(e)| < \varepsilon.$$

ფუნქციათა  $\{\mu_n(e)\}$  მიმდევრობას ვუწოდოთ თანაბრად კრებადი  $\mu(e)$  ფუნქციისაკენ  $E$  სიმრავლეზე, თუ ნებისმიერი  $\varepsilon > 0$  რიცხვისათვის არსებობს ისეთი ნატურალური  $N$  რიცხვი, რომ ყოველი  $e \in \mathfrak{M}$ -თვის ადგილი აქვს უტოლობას

$$|\mu_n(e) - \mu(e)| < \varepsilon, \text{ როცა } n > N.$$

აშკარაა, რომ, თუ უწყვეტ ფუნქციათა  $\{\mu_n(e)\}$  მიმდევრობა თანაბრად კრებადია  $\mu(e)$  ფუნქციისაკენ  $E$  სიმრავლეზე, მაშინ  $\mu(e)$  ფუნქცია უწყვეტია  $E$  სიმრავლეზე.

$\mu(e)$  ფუნქციის ეწოდება აბსოლუტურად უწყვეტი  $E$  სიმრავლეზე, თუ ნებისმიერი  $\varepsilon > 0$  რიცხვისათვის მოიძებნება ისეთი  $\delta < 0$  რიცხვი, რომ თანაუწყვეტ სიმრავლეთა ნებისმიერი  $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  კლასისათვის გვექნება

$$\sum_{k=1}^n |\mu(e_k)| < \varepsilon$$

როცა  $m^* \left( \bigcup_{k=1}^n e_k \right) < \delta$ .

ცხადია, რომ, თუ  $\mu(e)$  ადიტიურია და უწყვეტი  $E$  სიმრავლეზე, მაშინ იგი აბსოლუტურად უწყვეტია.

შემდგომ ჩვენ ხშირად გამოვიყენებთ შემდეგ ორ დებულებას, რომელთა დამტკიცება სიძნელეს არ წარმოადგენს:

1.2. თუ  $\mu(e)$  არის ადიტიური და აბსოლუტურად უწყვეტი  $E$  სიმრავლეზე, მაშინ იგი არის ფუნქცია სასრული ვარიაციით;  $V(\mu; e)$  ადიტიურია და აბსოლუტურად უწყვეტი და  $\mu(e)$  შეიძლება წარმოვადგინოთ როგორც ორი დადებითი, ადიტიური და აბსოლუტურად უწყვეტი ფუნქციის სხვაობა.

1.3.  $\mu(e)$  ფუნქციის აქვს აბსოლუტურად უწყვეტი ვარიაცია მაშინ და მხოლოდ მაშინ, თუ არსებობს ამ ფუნქციის უწყვეტი მაჟორანტი.

2. ბერკილის ინტეგრალი. განვიხილოთ  $E$  სიმრავლის რაიმე  $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  დანაწილება და შევადგინოთ

$$S = \sum_{k=1}^n \mu(e_k)$$

ჯამი.

$$\overline{\lim}_{\lambda \rightarrow 0} S = \int_E \mu \text{ და } \underline{\lim}_{\lambda \rightarrow 0} S = \int_E \mu \text{ ვუწოდოთ } \mu(e) \text{ ფუნქციის ზედა და, სა-}$$

თანადოდ, ქვედა ინტეგრალი  $E$  სიმრავლეზე. თუ

$$\int_E \mu = \int_E \mu,$$

მაშინ  $\mu(e)$  ფუნქციას ეწოდება ბერკლის აზრით ინტეგრებადი  $E$  სიმრავლეზე და ამ ორი რიცხვის საერთო მნიშვნელობას ეწოდება  $\mu(e)$  ფუნქციის ბერკლის ინტეგრალი  $E$  სიმრავლეზე, რომელიც აღინიშნება  $\int_E \mu$  სიმბოლოთი.

თუ  $\mu(e)$  ფუნქცია ბერკლის აზრით ინტეგრებადია, ვიტყვი, რომ იგი  $[B]$  კლასისაა.

ადვილი შესამჩნევია, რომ  $\mu(e)$  ფუნქცია არის  $[VBG]$  კლასის მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა ([2]; 6.3)

$$\int_E |\mu(e)| < +\infty.$$

განმარტებიდან გამომდინარეობს, რომ, თუ  $E = E_1 \cup E_2$ ,  $E_1 \cap E_2 = \emptyset$ , მაშინ

$$\int_E \mu \equiv \int_{E_1} \mu + \int_{E_2} \mu, \quad \int_E \mu \equiv \int_{E_1} \mu + \int_{\bar{E}_2} \mu.$$

წინა უტოლობებიდან გამომდინარეობს, რომ, თუ  $\mu(e)$  ფუნქცია ინტეგრებადია  $E$  სიმრავლეზე, მაშინ იგი ინტეგრებადია ყოველ  $e \in E$  ქვესიმრავლეზე და განუსაზღვრელი ინტეგრალი  $\int_e \mu$  წარმოადგენს სიმრავლის ადიტი-

ურ ფუნქციას, განსაზღვრულს  $\mathbb{R}$  ზე.

ამგვარად, ყოველი  $E_1 \in E$  სიმრავლისათვის და  $\varepsilon > 0$  რიცხვისათვის მოიძებნება ისეთი  $\delta > 0$  რიცხვი, რომ, როცა

$$E_1 = \bigcup_{k=1}^n (e_k \cap E_1 = \emptyset, i \neq k)$$

$E_1$  სიმრავლის რაიმე  $\lambda$ -დანაწილებაა ( $\lambda < \delta$ ), გვექნება

$$\left| \sum_{k=1}^n \mu(e_k) - \int_{E_1} \mu \right| < \varepsilon. \quad (1)$$

შენიშვნა 1. ზემოაღნიშნული  $\delta$  რიცხვი შეიძლება  $E_1$  სიმრავლისაგან დამოუკიდებლად მივიჩნიოთ, ე. ი.  $\delta$  მხოლოდ  $\varepsilon$  სიდიდეზე დამოკიდებულად განვიხილოთ.

მართლაც, ვთქვათ,  $\varepsilon'$  ნებისმიერი დადებითი რიცხვია ნაკლები  $\varepsilon$ -ზე. მაშინ, პირობის ძალით, მოიძებნება ისეთი  $\delta > 0$  რიცხვი, რომ  $E$  სიმრავლის ნებისმიერი  $\{E_1, E_2, \dots, E_m\}$   $\lambda$ -დანაწილებისათვის ( $\lambda < \delta$ ) გვექნება

$$\left| \sum_{k=1}^m \mu(E_k) - \int_E \mu \right| < \varepsilon'.$$

(<sup>1</sup>  $\emptyset$  სიმბოლო ცარიელ სიმრავლეს აღნიშნავს.)

განვიხილოთ ახლა  $E_1$  სიმრავლის ნებისმიერი  $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$   $\lambda$ -დან-  
 წილება ( $\lambda < \delta$ ). ვთქვათ,  $\{e'_1, e'_2, \dots, e'_p\}$  წარმოადგენს  $CE_1 = E/E_1$  სიმრავლის  
 ნებისმიერ ასეთსავე  $\lambda$ -დანაწილებას.  $\delta$ -ს შერჩევის გამო გვექნება

$$\left| \sum_{k=1}^n \mu(e_k) - \int_{E_1} \mu + \sum_{k=1}^p \mu(e'_k) - \int_{CE_1} \mu \right| < \varepsilon',$$

თუ ახლა  $\{e'_1, e'_2, \dots, e'_p\}$  დანაწილების სიმრავლეთა მაქსიმალურ დიამეტრს  
 მივასწრებთ ნულისაკენ, მივიღებთ

$$\sum_{k=1}^n \mu(e_k) - \int_{E_1} \mu \rightarrow 0,$$

ამიტომ უკანასკნელი უტოლობა მოგვეცემს

$$\left| \sum_{k=1}^n \mu(e_k) - \int_{E_1} \mu \right| \equiv \varepsilon' < \varepsilon,$$

რის დამტკიცებაც გვსურდა.

შენიშვნა 2. თუ  $\mu(\varepsilon)$  ფუნქცია ინტეგრებადია  $E$  სიმრავლეზე, მაშინ  
 ნებისმიერი  $\varepsilon > 0$  რიცხვისათვის არსებობს ისეთი  $\delta > 0$  რიცხვი, რომ  $\mathfrak{M}$ -დან  
 ალებულ თანაუკვეთ სიმრავლეთა ნებისმიერი  $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  კლასისათვის,  
 რომლისათვისაც  $\lambda < \delta$ , ადგილი აქვს უტოლობას

$$\sum_{k=1}^n \left| \mu(e_k) - \int_{e_k} \mu \right| < \varepsilon.$$

ამ გარემოების დამტკიცება ადვილად მიიღება (1) უტოლობიდან, თუ  
 $e_k$  სიმრავლეებს გაყოფთ ორ ჯგუფად იმისდა მიხედვით,

$$\mu(e_k) - \int_{e_k} \mu$$

სხვაობა დადებითია, თუ უარყოფითი.

(1) უტოლობის გამოყენებით ადვილად ბტკიცდება

2.1. თუ ინტეგრებადი  $\mu(\varepsilon)$  ფუნქცია უწყვეტია  $E$  სიმ-  
 რავლეზე, მაშინ განუსაზღვრელი ინტეგრალი  $\int \mu$  აგრეთვე  
 უწყვეტია.

შემოვიღოთ შემდეგი

განსაზღვრება.  $\mu(\varepsilon)$  ფუნქციას ვუწოდოთ ნულის ეკვივალენტური  
 $E$  სიმრავლეზე, თუ ნებისმიერი  $\varepsilon \in \mathfrak{M}$  თვის

$$\int \mu = 0.$$

2.2.  $\mu(\varepsilon)$  ფუნქცია ნულის ეკვივალენტურია  $E$  სიმრავლე-  
 ზე მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა ნებისმიერი  $\varepsilon > 0$  რიცხვის-  
 სათვის არსებობს ისეთი  $\delta > 0$  რიცხვი, რომ  $E$  სიმრავლის  
 ნებისმიერი  $\lambda$ -დანაწილებისათვის ( $\lambda < \delta$ ) ადგილი აქვს უტო-  
 ლობას

$$\sum_{k=1}^n |\mu(e_k)| < \varepsilon.$$



პირობის საკმარისობა ცხადია, აუცილებლობა კი უშუალოდ გამომდინარეობს მეორე შენიშვნიდან.

აღვილი დასამტკიცებელია, რომ, თუ  $\mu(\epsilon)$  ბერკილის აზრით ინტეგრებადია  $E$  სიმრავლეზე, მაშინ განუსაზღვრელი ინტეგრალი

$$A(\epsilon) = \int_{\epsilon} \mu$$

წარმოადგენს  $\mu(\epsilon)$  ფუნქციის ერთადერთ ეკვივალენტურ ადიტიურ ფუნქციას. ცხადია, პირუკუც, თუ  $\mu(\epsilon)$ -ს აქვს სახე  $\mu(\epsilon) = A(\epsilon) + R(\epsilon)$ , სადაც  $A(\epsilon)$  ადიტიურია, ხოლო  $R(\epsilon)$  ნულის ეკვივალენტური, მაშინ იგი ბერკილის აზრით ინტეგრებადია. მაშასადამე, გვაქვს

2.3.  $\mu(\epsilon)$  ფუნქცია ბერკილის აზრით ინტეგრებადია მაშინ და მხოლოდ მაშინ, თუ არსებობს ისეთი ადიტიური  $A(\epsilon)$  ფუნქცია, რომ  $R(\epsilon) = \mu(\epsilon) - A(\epsilon)$  სხვაობა ნულის ეკვივალენტურია.

აქედან აღვილად მიიღება

2.4.  $\mu(\epsilon)$  ფუნქცია ბერკილის აზრით ინტეგრებადია მაშინ და მხოლოდ მაშინ, თუ არსებობს ისეთი ნულის ეკვივალენტური  $R(\epsilon)$  ფუნქცია, რომ ადგილი აქვს უტოლობას

$$\left| \mu(\epsilon) - \sum_{k=1}^n \mu(\epsilon_k) \right| \leq R(\epsilon) + \sum_{k=1}^n R(\epsilon_k)$$

ნებისმიერი  $\epsilon \in \mathbb{B}$ -თვის და ნებისმიერი  $\epsilon = \bigcup_{k=1}^n \epsilon_k$ -თვის.

2.5.  $\mu(\epsilon)$  ფუნქცია ბერკილის აზრით ინტეგრებადია მაშინ და მხოლოდ მაშინ, თუ ნებისმიერი  $\epsilon > 0$  რიცხვისათვის არსებობს ისეთი  $\delta > 0$  რიცხვი, რომ, როცა  $\lambda < \delta$ , ადგილი აქვს უტოლობას

$$\sum_k \left| \mu(\epsilon_k) - \sum_i \mu(\epsilon_{ki}) \right| < \epsilon,$$

სადაც  $E = \bigcup_k \epsilon_k$  არის  $\lambda$ -დანაწილება ( $\lambda < \delta$ ), ხოლო  $\bigcup_{k,i} \epsilon_{ki}$ -მისი ნებისმიერი შემდგომი დანაწილება.

2.6. თუ  $\mu(\epsilon)$  არის ბერკილის აზრით ინტეგრებადი, ნახევრად ადიტიური ზემოდან (ქვემოდან) უწყვეტი ფუნქცია, მაშინ იგი არის ფუნქცია სასრული ვარიაციით  $E$  სიმრავლეზე და ვარიაცია აბსოლუტურად უწყვეტია.

დამტკიცება. აშკარაა, რომ, თუ  $\mu(\epsilon)$  არის ბერკილის აზრით ინტეგრებადი ფუნქცია ნახევრად ადიტიური ზემოდან, მაშინ ნებისმიერი  $\epsilon \in \mathbb{B}$ -თვის

$$\mu(\epsilon) \equiv \int_{\epsilon} \mu. \quad \text{ამიტომ} \quad R(\epsilon) = \int_{\epsilon} \mu - \mu(\epsilon)$$

არაუარყოფითია ნებისმიერი  $\epsilon \in \mathbb{B}$ -თვის და ნახევრად ადიტიურია ქვემოდან.

1.2 და 2.1-ის თანახმად,  $V\left(\int \mu; \epsilon\right)$  აბსოლუტურად უწყვეტია. ადგილი შესამჩნევია, რომ  $V(R; \epsilon)$  აგრეთვე აბსოლუტურად უწყვეტია.



გვაქვს

$$\mu(\varepsilon) = \int_0^1 \mu - R(\varepsilon),$$

საიდანაც

$$V(\mu; \varepsilon) \equiv V\left(\int \mu; \varepsilon\right) + V(R; \varepsilon),$$

რაც, 1.3-ის თანახმად, ამტკიცებს თეორემას.

ვთქვათ, ახლა  $\mu(\varepsilon)$  განსაზღვრულია მხოლოდ სიმრავლეთა  $\mathfrak{M}$  კლასზე, მაშინ სამართლიანია

2.7. თუ  $\mu(\varepsilon)$  არის ნახევრად ადიტიური ქვემოდან (ზემოდან), უწყვეტი და  $E$  სიმრავლის  $\{e_1, e_2, \dots, e_n\}$  დანაწილებები ისათვის თანაუქვეთ სიმრავლებად

$$l = \inf \left\{ \sum_{k=1}^n \mu(e_k) \right\} \quad \left( L = \sup \left\{ \sum_{k=1}^n \mu(e_k) \right\} \right)$$

სასრული რიცხვია, მაშინ  $\mu(\varepsilon)$  ფუნქცია  $[B]$  კლასისაა და

$$\int_E \mu = l \left( \int_E \mu = L \right).$$

2.7 დებულება არ არის სამართლიანი ლებეგის აზრით ზომად სიმრავლეთა კლასისათვის. მართლაც, ვთქვათ,  $\mu(\varepsilon) = \text{mes} \varepsilon$ , თუ  $\varepsilon$  შეიცავს როგორც რაციონალურ, ისე ირაციონალურ წერტილებს, ხოლო  $\mu(\varepsilon) = 0$ , თუ  $\varepsilon$  შეიცავს მხოლოდ რაციონალურ ან მხოლოდ ირაციონალურ წერტილებს. ადვილი შესამჩნევია, რომ  $\mu(\varepsilon)$  აკმაყოფილებს 2.7 დებულების ყველა პირობას, მაგრამ იგი არ არის  $[B]$  კლასის.

2.6-სა და 2.7-დან გამომდინარეობს

2.8.  $\mathfrak{M}$ -ზე განსაზღვრული ნახევრად ადიტიური ქვემოდან (ზემოდან) უწყვეტი  $\mu(\varepsilon)$  ფუნქცია  $[B]$  კლასისაა მაშინ და მხოლოდ მაშინ, როცა  $V(\mu; \varepsilon)$  აბსოლუტურად უწყვეტია.

2.8-დან გამომდინარეობს, რომ, თუ  $\mu(\varepsilon)$  არის  $\mathfrak{M}$ -ზე განსაზღვრული ნახევრად ადიტიური ქვემოდან (ზემოდან) უწყვეტი ფუნქცია სასრული ვარიაციით, მაშინ  $V(\mu; \varepsilon)$  აგრეთვე უწყვეტია. ახლა ვაჩვენოთ, რომ, თუ  $\mu(\varepsilon)$  ფუნქციას ჩამოვაშორებთ ნახევრად ადიტიურობას, მაშინ  $V(\mu; \varepsilon)$  შეიძლება აღარ იყოს უწყვეტი. ამ მიზნით მოვიყვანოთ მაგალითი ფუნქციისა, რომელიც არის უწყვეტი ფუნქცია სასრული ვარიაციით, მაგრამ მისი ვარიაცია არაა უწყვეტი<sup>1</sup>.

ვთქვათ,  $k$  ერთეულოვანი კვადრატია. ავიღოთ  $k$ -ში ოთხი თანაუქვეთი  $k_i$  მართკუთხედი, ისეთი რომ

$$|k_i| = \frac{1}{2 \cdot 2^2} \quad (i_1 = 1, 2, 3, 4).$$

აღენიშნოთ

$$E_1 = \bigcup_{i_1=1}^4 k_{i_1}.$$

ცხადია,

$$|E_1| = \frac{1}{2}.$$

ყოველ  $k_{i_1}$  ( $i_1 = 1, 2, 3, 4$ ) მართკუთხედში ავიღოთ რვა თანაუქვეთი  $k_{i_1 i_2}$  მართკუთხედი, ისეთი რომ

<sup>1</sup> ეს მაგალითი ეკუთვნის ი. ჯარცივაძეს.

<sup>2</sup>  $|k_{i_1}|$ -თი აღნიშნულია  $k_{i_1}$  სიმრავლის ფორდანის ზომა.

$$|k i_1 i_2| = \frac{1}{2 \cdot 2^2 \cdot 3 \cdot 2^3} = \frac{1}{3! 2^5}$$

$k i_1 i_2$  მართკუთხედების რიცხვი არის  $2^2 \cdot 2^3 = 2^5$ .  
აღვნიშნოთ

$$E_2 = \sum_{i_1 i_2} k i_1 i_2,$$

ცხადია,

$$|E_2| = \sum_{i_1 i_2} \frac{1}{3! 2^5} = \frac{1}{3!}$$

ვთქვათ,  $k i_1 i_2 \dots i_{n-1}$  ( $i_1 = 1, 2, 3, 4, i_2 = 1, 2, \dots, 8, \dots, i_{n-1} = 1, 2, \dots, 2^n$ ) მართკუთხედები უკვე აგებულა. ყოველ  $k i_1 i_2 \dots i_{n-1}$  მართკუთხედში ავიღოთ  $2^{n+1}$  თანაუკვეთი  $k i_1 i_2 \dots i_n$  მართკუთხედი, ისეთი რომ

$$|k i_1 i_2 \dots i_n| = \frac{1}{2 \cdot 2^2 \cdot 3 \cdot 2^3 \cdot \dots \cdot (n+1) 2^{n+1}} = \frac{1}{(n+1)! 2^{\frac{(n+3)n}{2}}}$$

$k i_1 i_2 \dots i_n$  მართკუთხედების რიცხვი არის  $2^2 \cdot 2^3 \cdot \dots \cdot 2^{n+1} = 2^{\frac{(n+3)n}{2}}$ .  
აღვნიშნოთ

$$E_n = \sum_{i_1 i_2 \dots i_n} k i_1 i_2 \dots i_n.$$

ცხადია,

$$|E_n| = \sum_{i_1 i_2 \dots i_n} \frac{1}{(n+1)! 2^{\frac{(n+3)n}{2}}} = \frac{1}{(n+1)!}$$

აღვნიშნოთ

$$\varepsilon_n, i_n = \sum_{i_1 i_2 \dots i_{n-1}} k i_1 i_2 \dots i_{n-1} i_n.$$

გამოვთვალოთ  $\varepsilon_n, i_n$ -ის ფართობი. გვაქვს

$$|\varepsilon_n, i_n| = \sum_{i_1 i_2 \dots i_{n-1}} \frac{1}{(n+1)! 2^{\frac{(n+3)n}{2}}} = \frac{1}{(n+1)! 2^{n+1}}$$

ადვილი შესამჩნევია, რომ ფიქსირებული  $n$ -თვის

$$\varepsilon_n, \alpha \cap \varepsilon_n, \beta = \emptyset \quad (\alpha \neq \beta),$$

ხოლო  $\varepsilon_n, \alpha$  და  $\varepsilon_n, \beta$  აუცილებლად იკვეთება, თუ  $m \neq n$ ,  
ცხადია,

$$E_n = \sum_{i_n=1}^{2^{n+1}} \varepsilon_n, i_n.$$

ამის შემდეგ  $\mu(\varepsilon)$  ფუნქცია განვსაზღვროთ ასე:  $\mu(\varepsilon)$  იყოს ნული, თუ  $\varepsilon$  არ არის  $\varepsilon_n, \alpha$  ( $n=1, 2, \dots; \alpha=1, 2, \dots, 2^{n+1}$ ) სახის სიმრავლე, ხოლო

$$\mu(\varepsilon_n, \alpha) = \frac{1}{2^n}.$$

$\mu(\varepsilon)$  ფუნქცია უწყვეტია. მართლაც, ვთქვათ,  $\varepsilon > 0$  მოცემული რიცხვია.

ვიპოვოთ ისეთი  $n$ , რომ  $\frac{1}{2^n} < \varepsilon$  და, ვთქვათ,  $\delta = \frac{1}{(n+1)! 2^{n+1}}$ .

ვთქვათ,  $|\varepsilon| < \delta$ . თუ  $\varepsilon$  არ არის  $\varepsilon_{p, \alpha}$  სახის სიმრავლე, მაშინ  $\mu(\varepsilon) = 0$ , ხოლო, თუ  $\varepsilon = \varepsilon_{p, \alpha}$ , მაშინ გვაქვს

$$|\varepsilon_{p, \alpha}| = \frac{1}{(p+1)! 2^{p+1}} < \delta = \frac{1}{(n+1)! 2^{(n+1)}},$$

საიდანაც  $p > n$ . ამიტომ

$$|\mu(\varepsilon)| = \frac{1}{2^p} < \frac{1}{2^n} < \varepsilon.$$

განვიხილოთ ახლა  $k$  მართკუთხედის რაიმე დანაწილება თანაუკვეთ სიმრავლეებად  $k = \cup e_k$ . თუ  $e_k$  სიმრავლეებს შორის ერთი მაინც  $\varepsilon_{p, \alpha}$  სახისაა, მაშინ ყველა დანარჩენი სიმრავლეც, რომლებზედაც  $\mu(\varepsilon) \neq 0$ ,  $\varepsilon_{p, \beta}$  სახისაა. ამიტომ

$$\sum_k |\mu(e_k)| \cong \sum_{\alpha=1}^{2^{p+1}} |\mu(\varepsilon_{p, \alpha})| = \sum_1^{2^{p+1}} \frac{1}{2^p} = 2.$$

მაშასადამე,  $V(\mu; k) \cong 2$ .

მაგრამ

$$V(\mu; E_n) \cong \sum_{i_n=1}^{2^{n+1}} |\mu(\varepsilon_{n, i_n})| = \sum_1^{2^{n+1}} \frac{1}{2^n} = 2,$$

მაშინ როდესაც  $E_n$ -ის ფართობი

$$|E_n| = \frac{1}{(n+1)!}$$

შეისწრაფვის ნულისაკენ, როცა  $n \rightarrow \infty$ .

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის  
 გამოთვლითი ცენტრი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 27.2.1959)

დაგოწმებული ლიტერატურა

1. S. Banach. Sur une classe de fonctions d'ensemble, *Fundamenta Mathematicae*, 6, 1924, 170—178.
2. L. A. Ringenberg. The theory of the Burkil integral, *Duke Mathematical Journal*, 15, № 1, 1948, 239—270.

## დრეკადობის თეორია

ა. შარანია

ოდნავ გალუნული შედგენილი ძელის ბაზიშვილის მეორადი ეფექტი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 7.11.1959)

გაჭიმვის გრებისა და ლუნვის ამოცანების ამოხსნა სხვადასხვა დრეკადი მასალებისაგან შედგენილი პრიზმული ძელებისათვის მოგვეცა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა [1]. იგივე ამოცანები ოდნავ გალუნული ერთგვაროვანი ძელებისათვის ამოხსნილია პ. რიზის [2] და ა. რუხაძის [3], ხოლო შედგენილი ძელებისათვის ერთნაირი პუასონის კოეფიციენტების შემთხვევაში—ა. გორგიძის [4] მიერ.

ამ სტატიაში მოცემულია გაჭიმვის მეორადი ეფექტის ამოცანის ამოხსნა ოდნავ გალუნული შედგენილი ძელისათვის, როდესაც ძელის შემადგენელ ნაწილებს აქვთ ერთნაირი პუასონის კოეფიციენტი.

## ამოცანის დასმა

ვთქვათ, გვაქვს ძელი, შედგენილი სხვადასხვა მასალებისაგან, რომელთა პუასონის კოეფიციენტი ერთი და იგივეა, ხოლო დრეკადობის მოდული—სხვადასხვა.

ვგულისხმობთ, რომ დეფორმაციამდე ძელი შედგება რიგი პარალელური მთლიანი ძელებისაგან, რომლებიც ერთმანეთს არ ეხებიან, მაგრამ მათ შორის მყოფი ადგილი შევსებულია დრეკადი სივრცით; ცილინდრის მსახველები ძელების პარალელურია.

ს-ით აღვნიშნოთ ძელის განივი კვეთა დეფორმაციამდე. იგი შედგება  $S_1, S_2, \dots, S_m$  არეებისაგან, რომლებიც თითოეული ძელის განივ კვეთას შეესაბამება, და  $S_0$  არისაგან, რომელიც შემომსაზღვრელ მასალას შეესაბამება.

$S_1, S_2, \dots, S_m$  არეთა საზღვრები აღვნიშნოთ  $L_1, L_2, \dots, L_m$ ; მაშინ  $S_0$  არის საზღვარი შედგება  $L_1, L_2, \dots, L_m, L_{m+1}$  ჩაკეტილი კონტურებისაგან, რომლებიდანაც უკანასკნელი თავის შიგნით შეიცავს ყველა წინამდებარეს.

$\xi, \eta, \zeta$ -ით აღვნიშნოთ ძელის წერტილის კოორდინატები დეფორმაციამდე, ხოლო  $x, y, z$ -ით—იგივე წერტილის კოორდინატები დეფორმაციის შემდეგ.

კოორდინატთა სათავე მოვათავსოთ „ჩქვედა“ (დამაგრებული) ფუძის დაყვანილ ინერციის ცენტრში,  $o\xi$  ღერძი მივმართოთ ძელის გვერდითი ზედაპირის მსხველელის პარალელურად, ხოლო  $o\xi$  და  $o\eta$  ღერძები—იმევე კვეთის ინერციის მთავარი ღერძების გასწვრივ.



$\lambda_j, \mu_j (j=1, 2, \dots, m)$ -ით აღნიშნოთ  $S_j (j=1, 2, \dots, m)$  არის შესაბამისი ლამეს მუდმივები, ხოლო  $\lambda_0, \mu_0$ -ით შესაბამისი მუდმივები შემომსაზღვრელი არისა.

დავუშვათ, რომ დეფორმირებული ძელის გვერდითი ზედაპირი თავისუფალია გარეშე ძალებისაგან. გადაადგილების  $u, v$  და  $w$  მდგენელები უწყვეტია არეთა გამყოფ ზედაპირზე გადასვლისას, და ძალები მოქმედ  $l=\zeta$  თავისუფალ ზედაპირზე დაიყვანებიან გამჭიმავ  $F$  ძალაზე.

ამის გარდა დავუშვათ, რომ სხვადასხვა მასალის არეთა საზღვრის ელემენტებზე მოქმედი ძალები სიდიდით ტოლია, ხოლო მიმართულებით—საწინააღმდეგო.

საძიებელია ძაბვის ტენზორისა და გადაადგილების ვექტორის კომპონენტები ძელის მიერ დაკავებულ არეში.

განვიხილოთ გაღუნული ძელი შედგენილი სხვადასხვა დრეკადი მასალისაგან, რომლის ქვედა ბოლო ჩამაგრებულია.

თუ დავუშვებთ, რომ ძელის ღერძი არის ბრტყელი წირი,  $\xi$  იუ სიბრტყეში მცირე სიმრუდით, მაშინ იგი შეიძლება პარაბოლად ჩაითვალოს.

ვთქვათ,  $S_j (j=0, 1, \dots, m)$  არეთა საზღვრების  $L_j (j=1, 2, \dots, m+1)$ . განტოლებებია:

$$f_j \left( \xi_1 + \frac{1}{2} k \zeta_1^2, \eta_1 \right) = 0, \quad (1)$$

სადაც  $k$ -ს ვთვლით იმდენად მცირედ, რომ მისი კვადრატები და უფრო მაღალი ხარისხები შეიძლება უქუჟავდოთ.

ვთქვათ,

$$\xi = \xi_1 + \frac{1}{2} k \zeta_1^2, \quad \eta = \eta_1, \quad \zeta = \zeta_1, \quad (2)$$

მაშინ (1) განტოლება შემდეგნაირად ჩაიწერება:

$$f_j(\xi, \eta) = 0; \quad (3)$$

ეს კი წარმოადგენს ცილინდრული ზედაპირის განტოლებას  $\xi, \eta, \zeta$  სივრცეში.

(2) ფორმულებიდან გამომდინარეობს, რომ

$$\frac{\partial}{\partial \xi_1} = \frac{\partial}{\partial \xi}, \quad \frac{\partial}{\partial \eta_1} = \frac{\partial}{\partial \eta}, \quad \frac{\partial}{\partial \zeta_1} = \frac{\partial}{\partial \zeta} + k \zeta \frac{\partial}{\partial \xi}. \quad (4)$$

როგორც ცნობილია [5], 3 ჯუკის არაწრფივი კანონის შემთხვევაში დეფორმაციისა და ძაბვის ტენზორის კომპონენტები სხეულის საბოლოო მდგომარეობისათვის  $x, y, z$  კოორდინატებში გამოისახება შემდეგი ტოლობებით:

$$e_{xx} = \frac{\partial u}{\partial x} - \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{\partial u}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial v}{\partial x} \right)^2 + \left( \frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \right], \dots, \quad (5)$$





$$e_{xy} = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) - \frac{1}{2} \left( \frac{\partial u}{\partial x} \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial x} \frac{\partial w}{\partial y} \right), \dots$$

$$X_x = \lambda_j (e_{xx} + e_{yy} + e_{zz}) + 2\mu_j e_{xx} + \frac{3}{2} (\lambda_j + 2\mu_j) e_{xx}^2 + \frac{\lambda_j}{2} (e_{yy}^2 + e_{zz}^2) - (2\mu_j + \lambda_j) (e_{yy} + e_{zz}) e_{xx} - 2\mu_j e_{yy} e_{zz} + (3\lambda_j + 5\mu_j) (e_{yy}^2 + e_{zz}^2) + 3\lambda_j e_{zz}^2, \dots \quad (6)$$

$$X_y = 2\mu_j e_{xy} + 3\mu_j (e_{xx} + e_{zz}) e_{xy} + (\lambda_j - 2\mu_j) e_{xy} e_{zz} + 5\lambda_j e_{xx} e_{yz}, \dots$$

წარმოებულთა გარდაქმნის ფორმულებს აქვთ სახე

$$\frac{\partial}{\partial x} = \left( 1 - \frac{\partial u}{\partial \xi_1} \right) \frac{\partial}{\partial \xi_1} - \frac{\partial v}{\partial \xi_1} \frac{\partial}{\partial \eta_1} - \frac{\partial w}{\partial \xi_1} \frac{\partial}{\partial \zeta_1}, \dots \quad (7)$$

დასმული ამოცანის ამოხსნა გადაადგილების ვექტორის კომპონენტებში ვეძებთ შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned} u &= -\alpha \sigma \xi + k\alpha^2 u_1 + k\alpha w_2 + \alpha^2 u_3, \\ v &= -\alpha \sigma \eta + k\alpha^2 v_1 + k\alpha v_2 + \alpha^2 v_3, \\ w &= \alpha \zeta + k\alpha^2 w_1 + k\alpha w_2 + \alpha^2 w_3, \end{aligned} \quad (8)$$

სადაც  $\alpha = \frac{F}{S_E} \left( S_E = \sum_{j=0}^m S_j E_j, S_j \text{ და } E_j \text{ აღნიშნავენ } S_j (j=0, 1, \dots, m) \text{ არის} \right)$

ფართობსა და იუნგის მოდულს),  $u_1, v_1$  და  $w_1$  საძიებელი ფუნქციებია,  $u_2, v_2, w_2$  და  $u_3, v_3, w_3$  ცნობილი ფუნქციებია [4,7].

ძაბვის კომპონენტებს, გამოთვლილს (5), (6), (7) და (8) ფორმულების საშუალებით აქვს სახე

$$\begin{aligned} X_x &= k\alpha^2 \tau_{11} + k\alpha \tau_{11}' + \alpha^2 \tau_{11}'' + k\alpha^2 \left[ \lambda_j (\sigma - 1) \left( \frac{\partial v_2}{\partial \eta} + \frac{\partial w_2}{\partial \zeta} \right) + \lambda_j \zeta \frac{\partial w_3}{\partial \xi} \right], \\ Y_y &= k\alpha^2 \tau_{22} + k\alpha \tau_{22}' + \alpha^2 \tau_{22}'' + k\alpha^2 \left[ \lambda_j (\sigma - 1) \left( \frac{\partial u_2}{\partial \xi} + \frac{\partial w_2}{\partial \zeta} \right) + \lambda_j \zeta \frac{\partial w_3}{\partial \xi} \right], \\ Z_z &= E_j \alpha + 2E_j \sigma \alpha^2 + k\alpha^2 \tau_{33} + k\alpha \tau_{33}' + \alpha^2 \tau_{33}'' \\ &+ k\alpha^2 \left[ (2\lambda_j \sigma - E_j) \left( \frac{\partial u_2}{\partial \xi} + \frac{\partial v_2}{\partial \eta} \right) + 2\sigma (\lambda_j + 2\mu_j) \frac{\partial w_2}{\partial \xi} + (\lambda_j + 2\mu_j) \zeta \frac{\partial w_3}{\partial \xi} \right], \end{aligned} \quad (9)$$

$$X_y = k\alpha^2 \tau_{12} + k\alpha \tau_{12}' + \alpha^2 \tau_{12}'' + \mu_j (\sigma - 1) \left( \frac{\partial u_2}{\partial \eta} + \frac{\partial v_2}{\partial \xi} \right),$$

$$X_z = -k\alpha \mu_j \sigma \zeta + \frac{k\alpha^2}{2} \mu_j \sigma (1 + \nu \sigma) \zeta + k\alpha^2 \tau_{13} + k\alpha \tau_{13}' + \alpha^2 \tau_{13}'' +$$





$$+k\alpha^2 \left( \frac{3\sigma-1}{2} \mu_j \frac{\partial w_2}{\partial \xi} + \frac{5\sigma+1}{2} \mu_j \frac{\partial u_2}{\partial \zeta} + \mu_j \zeta \frac{\partial u_3}{\partial \xi} \right),$$

$$Y_s = k\alpha^2 \tau_{23} + k\alpha \tau'_{23} + \alpha^2 \tau''_{23} + k\alpha^3 \left( \frac{3\sigma-1}{2} \mu_j \frac{\partial w_2}{\partial \eta} + \frac{5\sigma+1}{2} \mu_j \frac{\partial v_2}{\partial \zeta} + \mu_j \xi \frac{\partial v_3}{\partial \xi} \right),$$

სადაც  $\tau_{11}, \tau_{22}, \dots, \tau_{23}$  ძაბვის საძიებელი კომპონენტებია, ხოლო  $\tau'_{11}, \tau'_{22}, \dots, \tau'_{23}$  და  $\tau''_{11}, \tau''_{22}, \dots, \tau''_{23}$  — ძაბვის კომპონენტები, რომლებიც შეესაბამებიან  $u_2, v_2, w_2$  და  $u_3, v_3, w_3$  გადაადგილებებს.

თუ გამოვიტოვოთ  $X_s, Y_s, \dots, Y_s$ -ის წარმოებულებს (7) ფორმულებით, ჩავსვათ მათ მნიშვნელობებს წონასწორობის განტოლებებში, და მხედველობაში მივიღებთ წონასწორობის განტოლებებს  $\tau'_{11}, \dots, \tau'_{13}$  და  $\tau''_{11}, \dots, \tau''_{13}$  ფუნქციებისათვის, მაშინ საძიებელი ძაბვის კომპონენტებისათვის მივიღებთ წონასწორობის შემდეგ განტოლებებს:

$$\frac{\partial \tau_{11}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{12}}{\partial \eta} + \frac{\partial M}{\partial \xi} - \mu_j \rho_j \frac{\zeta^2}{2} = 0,$$

$$\frac{\partial \tau_{21}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{22}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{23}}{\partial \zeta} + \frac{\partial N}{\partial \eta} = 0, \quad (10)$$

$$\frac{\partial \tau_{31}}{\partial \xi} + \frac{\partial \tau_{32}}{\partial \eta} + \frac{\partial \tau_{33}}{\partial \zeta} + \mu_j \rho_j (\sigma - 1) \xi \zeta = 0,$$

ყოველ  $S_j$  ( $j=0, 1, \dots, m$ ) არეში.

წონასწორობის განტოლებების შესაბამ თავსებადობის პირობებს ექნება სახე

$$\Delta \tau_{11} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi^2} = -\frac{\sigma}{1-\sigma} \left( \frac{\partial^2 M}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial \eta^2} \right) - 2 \frac{\partial^2 M}{\partial \xi^2} + \mu_j \rho_j \sigma \xi,$$

$$\Delta \tau_{22} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \eta^2} = -\frac{\sigma}{1-\sigma} \left( \frac{\partial^2 M}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial \eta^2} \right) - 2 \frac{\partial^2 N}{\partial \eta^2} + \mu_j \rho_j \sigma \xi,$$

$$\Delta \tau_{33} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \zeta^2} = -\frac{\sigma}{1+\sigma} \left( \frac{\partial^2 M}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial \eta^2} \right) + \mu_j \rho_j (2-\sigma) \xi,$$

$$\Delta \tau_{12} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi \partial \eta} = -\frac{\partial^2}{\partial \xi \partial \eta} (M+N). \quad (11)$$

$$\Delta \tau_{13} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \xi \partial \zeta} = \mu_j \rho_j (2-\sigma) \zeta,$$

$$\Delta \tau_{23} + \frac{1}{1+\sigma} \frac{\partial^2 T}{\partial \eta \partial \zeta} = 0.$$

დამოკიდებულება ზედაპირის ნორმალის მიმართულების კოსინუსებს შორის დეფორმაციამდე და დეფორმაციის შემდეგ  $\alpha, k$ -ს სიზუსტით იქნება:

$$\cos(n, x) = \cos \alpha, \quad \cos(n, y) = \cos \beta, \quad (12)$$

$$\cos(n, z) = k\alpha z \cos \alpha + k\alpha \left( \frac{\partial u_1}{\partial z} \cos \alpha + \frac{\partial v_1}{\partial z} \cos \beta \right).$$

მოვიქცევით რა ანალოგიურად, როგორც წონასწორობის განტოლებების შედგენისას, მივიღებთ შემდეგ სასაზღვრო პირობებს:

$$\begin{aligned} & [\tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \cos \beta]_j - [\tau_{11} \cos \alpha + \tau_{12} \cos \beta]_0 = \\ & = (A_0 - A_j) \cos \alpha + (B_0 - B_j) \cos \beta, \\ & [\tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \cos \beta]_j - [\tau_{21} \cos \alpha + \tau_{22} \cos \beta] = \\ & = (B_0 - B_j) \cos \alpha + (C_0 - C_j) \cos \beta, \\ & [\tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \cos \beta]; - [\tau_{31} \cos \alpha + \tau_{32} \cos \beta]_0 \\ & = \frac{\mu_0 b_0 - \mu_j \beta_j}{6} \zeta^3 \cos \alpha + \zeta [(P_0 - P_j) \cos \alpha + (\Theta_0 - \Theta_j) \cos \beta], \end{aligned} \quad (13)$$

$L_j (j = 1, 2, \dots, m, m+1, \mu_{m+1} = 0)$  კონტურებზე.

(10), (11) და (12) ფორმულებში  $M, N, A, B, C, P$  და  $Q, \xi, \eta$  ცნობილი ფუნქციებია.

დასმული ამოცანის ამოხსნა ძაბვის კომპონენტებში ვეძებთ შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned} \tau_{11} &= \mu_j \frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial \eta^2} - 2\mu_j (aF_1 + bf_1 + c\psi_1) - 2b\mu_j \sigma \xi \eta^2 + \frac{E_j b}{3} \xi^3 - M - \mu_j \omega, \\ \tau_{22} &= \mu_j \frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial \xi^2} - 2\mu_j (aF_1 + bf_1 + c\psi_1) - 2a\mu_j \sigma \xi^2 \eta + \frac{E_j a}{3} \eta^3 - N - \mu_j \omega, \\ \tau_{33} &= \mu_j \sigma \Delta \Phi_1 - \sigma (M + N) + 2\mu_j \omega + 4\mu_j (aF_1 + bf_1 + c\psi_1) \\ &+ 2a \left( \mu_j \sigma \xi^2 \eta - \frac{E_j}{3} \eta^3 \right) + 2b \left( \mu_j \sigma \xi \eta^2 - \frac{E_j}{3} \xi^3 \right) + (aE_j \eta + bE_j \xi) \zeta^2, \\ \tau_{12} &= -\mu_j \frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial \xi \partial \eta} - 2\mu_j c (\xi^2 - \eta^2), \\ \tau_{13} &= \mu_j \zeta \frac{\partial \omega}{\partial \xi} + \frac{\mu_j \beta_j}{6} \zeta^3 + 2\mu_j \left( a \frac{\partial F_1}{\partial \xi} + b \frac{\partial f_1}{\partial \xi} + c \frac{\partial \psi_1}{\partial \xi} - 2c\eta \right) \zeta + \\ &+ b (2\mu_j \sigma \eta^2 - E_j \xi^2) \zeta, \\ \tau_{23} &= \mu_j \zeta \frac{\partial \omega}{\partial \eta} + 2\mu_j \left( a \frac{\partial F_1}{\partial \eta} + b \frac{\partial f_1}{\partial \eta} + c \frac{\partial \psi_1}{\partial \eta} + 2c\xi \right) \zeta + a (2\mu_j \sigma \xi^2 - E_j \eta^2) \zeta, \end{aligned} \quad (14)$$

ადგილი შესამოწმებელია, რომ წონასწორობის განტოლებები (10) სასაზღვრო პირობები (13) და აგრეთვე თავსებადობის პირობები (11) დაკმაყოფილებულ-

ლი იქნებოან. თუ ჩვენ მიერ შემოკვანილი ფუნქციები  $\Phi_1, F_1, f_1, \psi_1$  და  $\omega$  აკმაყოფილებენ შემდეგ პირობებს:

$$1. \mu_j \Delta \Delta \Phi_1 = \frac{\partial^2 M}{\partial \eta^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial \xi^2} - \frac{\sigma}{1-\sigma} \left( \frac{\partial^2 M}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 N}{\partial \eta^2} \right) + \mu_j \rho_j \xi,$$

ყოველ  $S_j (j=0, 1, \dots, m)$  არეში.

$$\begin{aligned} \mu_j \left( \frac{\partial \Phi_1}{\partial \xi} \right)_j - \mu_0 \left( \frac{\partial \Phi_1}{\partial \xi} \right)_0 = \int \left\{ [2c(\mu_j - \mu_0)(\xi^2 - \eta^2) + (B_j - B_0)] \cos \alpha = \right. \\ \left. + [(C_j - C_0) + 2(\mu_j - \mu_0)(aF_1 + bf_1 + c\psi_1) + 2a(\mu_j - \mu_0)\sigma \xi \eta + \frac{a(E_0 - E_j)}{3} \eta^2 \right. \\ \left. - \mu_j \omega_j + \mu_0 \omega_0 + N_j - N_0] \cos \beta \right\} ds, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu_j \left( \frac{\partial \Phi_1}{\partial \eta} \right)_j - \mu_0 \left( \frac{\partial \Phi_1}{\partial \eta} \right)_0 = \int \left\{ [2(\mu_j - \mu_0)(aF_1 + bf_1 + c\psi_1) - 2(\mu_j - \mu_0)bc\xi\eta^2 \right. \\ \left. - \frac{E_j - E_0}{3} b\xi^3 + (M_j - M_0) - \mu_j \omega_j + \mu_0 \omega_0 + (A_j - A_0)] \cos \alpha + \right. \\ \left. + [2(\mu_j - \mu_0)c(\xi^2 - \eta^2) + (B_j - B_0)] \cos \beta \right\} ds, \end{aligned}$$

$L_j (j=1, 2, \dots, m)$  კონტურებზე.

2.  $\mu_j \Delta \omega = \mu_j \rho_j (1 - \sigma) \xi$ , ყოველ  $S_j (l=0, 1, \dots, m)$  არეში

$$\begin{aligned} \mu_j \left( \frac{d\omega}{dn} \right)_0 = \mu_0 \left( \frac{d\omega}{dn} \right)_0 = \left[ - (q_j \mu_0 - q_0 \mu_0) (\sigma - 3) \eta - \frac{\mu_j - \mu_0}{2} (5\sigma^2 + 7\sigma - 2) \right. \\ \left. + (\mu_j \rho_j - \mu_0 \rho_0) \frac{1 - 2\sigma}{2} \xi^2 + (\mu_j \rho_j - \mu_0 \rho_0) \frac{\sigma(\sigma - 1)}{1 + \sigma} \eta^2 \right. \\ \left. + \frac{3\sigma - 1}{2} (\mu_j \rho_j - \mu_0 \rho_0) \frac{\partial F}{\partial \xi} + \frac{3\sigma - 1}{2} (\mu_j \rho_j - \mu_0 \rho_0) \frac{\partial \psi}{\partial \xi} \right] \cos \alpha \\ \left. + [(\mu_j q_j - \mu_0 q_0) (\sigma - 3) \eta + (\mu_j - \mu_0) \sigma \xi \eta + \frac{3\sigma - 1}{2} (\mu_j \rho_j - \mu_0 \rho_0) \frac{\partial F}{\partial \eta} \right. \\ \left. + \frac{3\sigma - 1}{2} (\mu_j \rho_j - \mu_0 \rho_0) \frac{\partial \psi}{\partial \eta} \right] \cos \beta, \end{aligned}$$

$L_j (j=1, 2, \dots, m, m+1, \mu_{m+1}=0)$  კონტურებზე.

3.  $\mu_j \Delta F_1 = 0$ , ყოველ  $S_j (j=0, 1, \dots, m)$  არეში.

$$\mu_j \left( \frac{dF_1}{dn} \right)_j - \mu_0 \left( \frac{dF_1}{dn} \right)_0 = \frac{E_j - E_0}{2} \eta^2 \cos \beta - (\mu_j - \mu_0) \xi^2 \cos \beta,$$

$L_j (j = 1, 2, \dots, m, m+1, \mu_{m+1} = 0)$  კონტურებზე.

4.  $\mu_j \Delta f_1 = 0$ , ყოველ  $S_j (j = 0, 1, 2, \dots, m)$  არეში,

$$\mu_j \left( \frac{df_1}{dn} \right)_0 - \mu_0 \left( \frac{df_1}{dn} \right)_0 = \frac{E_j - E_0}{2} \xi^2 \cos \alpha - (E_j - E_0) \sigma \eta^2 \cos \alpha,$$

$L_j (j = 1, 2, \dots, m, m+1, \mu_{m+1} = 0)$  კონტურებზე.

5.  $\mu_j \Delta \psi_1 = 0$  ყოველ  $S_1 (j = 0, 1, \dots, m)$  არეში,

$$\mu_j \left( \frac{d\psi_1}{dn} \right)_j - \mu_0 \left( \frac{d\psi_1}{dn} \right)_0 = 2(\mu_j - \mu_0) (\eta \cos \alpha - \xi \cos \beta),$$

$L_j (S = 1, 2, \dots, m, m+1, \mu_{m+1} = 0)$  კონტურებზე.

ადგილი შესამოწმებელია, რომ ყველა, ზემოთ ჩამოთვლილი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნის არსებობის პირობები დაცულია.

გადაადგილების კომპონენტები, შესაბამისი (14) ძაბვის კომპონენტებისა, იქნება

$$\begin{aligned} u_1 &= \frac{1}{2} \int_0^\xi \frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial \eta^2} d\xi - \frac{\sigma}{2} \int_0^\xi \Delta \Phi_1 d\xi + \frac{\sigma-1}{2\mu_j} \int_0^\xi M d\xi + \frac{\sigma}{2\mu_j} \int_0^\xi N d\xi \\ &- \frac{1}{2} \int_0^\xi \omega d\xi - \int_0^\xi (aF_1 + bf_1 + c\psi_1) d\xi + \frac{b(1+2\sigma)}{12} \xi^4 + \frac{a\sigma}{3} \xi \eta^3 \\ &+ \frac{2}{3} c \eta^3 - \frac{b\sigma}{2} \xi^2 \eta^2 - 2c \eta \zeta^2 - \frac{b\zeta^4}{12} - a\sigma \xi \eta \zeta^2 \\ &= \frac{b\sigma}{2} (\xi^2 - \eta^2) \zeta^2 + \frac{P_j}{24} \zeta^4 + \int_0^\xi R_1(\eta) d\eta, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} v_1 &= \frac{1}{2} \int_0^\eta \frac{\partial^2 \Phi_1}{\partial \xi^2} d\eta - \frac{\sigma}{2} \int_0^\eta \Delta \Phi_1 d\eta + \frac{\sigma-1}{2\mu_j} \int_0^\eta N d\eta \\ &+ \frac{\sigma}{2\mu_j} \int_0^\eta M d\eta - \frac{1}{2} \int_0^\eta \omega d\eta - \int_0^\eta (aF_1 + bf_1 + c\psi_1) d\eta \\ &+ \frac{a(1+2\sigma)}{12} \eta^4 + \frac{b\sigma}{3} \xi^2 \eta - \frac{2}{3} c \xi^3 - \frac{a\sigma}{2} \xi^2 \eta^2 + 2c \xi \zeta^2 \\ &- \frac{a\zeta^4}{12} - b \sigma \xi \eta \zeta^2 - \frac{a\sigma}{2} (\xi^2 - \eta^2) \zeta^2 + \int_0^\xi R_2(\xi) d\xi, \end{aligned}$$



$$w_1 = \zeta \omega + 2\zeta (aF_1 + bf_1 + c\phi_1) + \sigma (a\xi^2\eta + b\xi\eta^2) \zeta \\ + \frac{\zeta^3}{3} (a\eta + b\xi) - \frac{2+\sigma}{3} (a\eta^3 + b\xi^3) \zeta,$$

სადაც

$$R_1 = \left\{ \frac{\partial}{\partial \xi} (F_1 + bf_1 + c\phi_1) \right\}_{\xi=0}, \quad R_2 = \left\{ \frac{\partial}{\partial \eta} (aF_1 + bf_1 + c\phi_1) \right\}_{\eta=0}$$

ადვილად შეიძლება დავარწმუნდეთ, რომ მიღებული გადაადგილების კომპონენტები იქნებიან უწყვეტი ფუნქციები არეთა გამყოფ ზედაპირზე გადასვლისას<sup>(1)</sup>.

თავისუფალ  $\zeta = l$  ზედაპირზე ამოცანის პირობის დასაკმაყოფილებლად მიღებულ ამოხსნებს უნდა დავმატოს სენ-ვენანის გარკვეული წრფივი ამოცანის ამოხსნები, რომლებიც მოახდენს ზემდეტი ძაბვების ნეიტრალიზაციას.

ლენინის სახელობის საქართველოს

პოლიტექნიკური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 19.6.1959)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. И. Мухелишвили. Некоторые основные задачи математической теории упругости. АН СССР, 1949.
2. Н. М. Риз. Деформации стержня со слабо изогнутой осью. Доклады АН СССР, т. XXIV, № 2 и 3, 1939.
3. А. К. Рухадзе. К задаче деформации стержня со слабо изогнутой осью. Сообщения АН ГССР, т. II, № 1-2, 1941.
4. А. Я. Горгидзе. Кручение и изгиб составленных брусьев со слабо изогнутыми осями. Труды Тбил. Мат. института им. А. М. Размадзе, т. XVII, 1949.
5. И. В. Зволинский и П. М. Риз. О законе Гука для конечных смещении, Изв. АН СССР, отд. тех. наук, № 8-9, 1933.
6. И. В. Зволинский. Кручение бруса, растянутого постоянными массовыми силами. Прикл. мат. мех., т. III, в 3, 1939.
7. А. Я. Горгидзе. Вторичные эффекты в задаче растяжения бруса, составленного из различных материалов. Сообщения АН ГССР, т. IV, № 2, 1943.

(1)  $\Phi_1$  ფუნქცია ყოველთვის შეიძლება შევარჩიოთ ისე, რომ გადაადგილების  $w_1$  და  $v_1$  კომპონენტები იყვნენ უწყვეტი  $L_j$  ( $j=1, 2, \dots, m$ ) კონტურებზე გადასვლისას.

რ. კუჩაროვი და ბ. ჭუბინი

## დიფუზიური გაზოვრი სვეტის გამოკვლევა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. ანდრონიკაშვილმა 25.3.1959)

შრომებში [1, 2] ვიუწყებოდით გამყოფი სვეტის გამოკვლევის პირველი შედეგების შესახებ. მაგრამ ამ შრომებში მოყვანილი ექსპერიმენტული მასალა არ არის საკმარისი შედეგების სვეტის თეორიასთან შესადარებლად. ამიტომ ჩვენ ჩავატარეთ რიგი ცდები, რომელთა მიზანი იყო სვეტის თვისებათა სისტემატური შესწავლა და მიღებული შედეგების შედარება თეორიასთან.

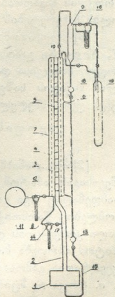
ექსპერიმენტული დანადგარის სქემა მოცემულია ნახ. 1-ზე. დანადგარი შედგება საკუთრივ სვეტისაგან გარე კონდენსატორით და ამორთქლებლით, მის შედგენილობაში შედის აგრეთვე რიგი გამზომი ხელსაწყოები (სვეტის დაწვრილებითი აღწერა მოცემულია [2]-ში).

ორთქლის სრული ხარჯვა და ორთქლის რაოდენობა, რომელიც კონდენსირდება გარე კონდენსატორზე, განისაზღვრება იმ დროის შუალედით, რომლის განმავლობაშიც სითხით ივსება (13) და (18) მინის ბურთულები. სვეტის ქვედა ბოლოში დამატებით მიწოდებული ორთქლის ნაკადის სიდიდე განისაზღვრება (14) ჰიდროდინამიკურ წინააღმდეგობაზე ორთქლის წნევის ვარდნის გაზომვით. ეს წინააღმდეგობა წარმოადგენს 12 ურთიერთ პარალელურად მდებარე ჰერეტს. ვენტილები (17) და (19) იძლევა გარე კონდენსატორისკენ გაყვანილი ორთქლის ნაკადის ცვლის საშუალებას.

სვეტი უერთდებოდა 40-ლიტრიან ბალონს, რომელშიც გასაყოფი გაზი იმყოფებოდა. ეს გარემოება უზრუნველყოფდა წნევის მუდმივობას აპარატის მუშაობის დროს.

სვეტის ქვედა ბოლოდან ხდებოდა გაზის აღება, რომლის სიდიდე იზომებოდა (12) ჰიდროდინამიკურ წინააღმდეგობაზე წნევის ვარდნით. დამატებითი კონტროლი ხორციელდებოდა წნევის ზრდის სიჩქარის საშუალებით ცნობილ მოცულობაში, რომელშიც აღებული გაზი შედიოდა.

გაყოფის კოეფიციენტი ისაზღვრებოდა სვეტის ქვედა და ზედა ბოლოში აღებული გაზის ნიმუშების მასსპექტრომეტრული გაზომვით. ანალიზის გასაადვილებლად ექსპერიმენტების უმეტეს ნაწილში გასაყოფ გაზად გამოყენებული იყო ნეონი.



ნახ. 1

## თ ე ო რ ი ა

როგორც ნაჩვენებია იყო [2]-ში, გაზის იზოტოპების გაყოფის სტაციონარული პროცესი სვეტში აღიწერება განტოლებით:

$$I_1 - I_2 = Hc(1 - c) + (K_C + K_D + K_n) \frac{dc}{dz}, \quad (1)$$

სადაც

$c$  არის მსუბუქი იზოტოპის მოლარული წილი,

$I$ —გაზის ალების ნაკადი,

$I_1$ —მსუბუქი იზოტოპის ალების ნაკადი,

$H$ —მსუბუქი იზოტოპის ნაკადის სიდიდე, რომელიც გაპირობებულია სვეტის გაყოფი მოქმედებით,

$K_C$ ,  $K_D$  და  $K_n$ —მსუბუქი იზოტოპის ამრევი ნაკადები, ამასთან  $K_C$  და-კავშირებულია გაზის კონვექციასთან,  $K_D$ —გასწვრივ დიფუზიასთან და  $K_n$ —სხვა გვარის პარაზიტულ ნაკადებთან, რომლებიც სვეტში წარმოიქმნება.

კოეფიციენტები  $H$ ,  $K_C$  და  $K_D$  განისაზღვრება სვეტის გეომეტრიით, გასაყოფი გაზისა და დამხმარე ორთქლის ფიზიკური თვისებებით და ორი განუზომლიანი პარამეტრით: პეკლეს დიფუზიური რიცხვით— $Pe_D$  და სვეტის ქვედა ნაწილში დამატებით მიწოდებული ორთქლის ნაკადის ფარდობით იმ ორთქლის ნაკადთან, რომელიც აპარატში შედის ორთქლის გამანაწილებელი მილის ნახვრეტების ერთი რიგით— $S_0$ .

[2] შრომაში მოცემულია ფორმულები, რომელთა საშუალებით შეიძლება  $H$ ,  $K_C$  და  $K_D$  გამოსახვა სვეტის კონსტრუქციული პარამეტრების, ორთქლის სრული ხარჯვისა და სვეტის ქვედა ბოლოში დამატებით მიწოდებული ორთქლის ნაკადის საშუალებით. ორი უკანასკნელი სიდიდე შეიძლება გაზომილი იქნეს ცდის მსვლელობაში.

გაყოფის კოეფიციენტის დამოკიდებულება  
წნევაზე

[2]-ის თანახმად  $H$ ,  $K_C$  და  $K_D$  სიდიდეები არ არის დამოკიდებული წნევისაგან. ამიტომ წნევის გადიდება სვეტის მუშაობაზე მოქმედებს იმდენად, რამდენადაც იგი გავლენას ახდენს  $K_n$ -ზე. გაზის პარაზიტული ნაკადები, რომლებიც წარმოიქმნება კონდენსატის დინებით გაზის წარტაცვის, თავისუფალი კონვექციის და სხვა მიზეზების გამო წნევის ზრდასთან იზრდებიან, ამიტომ იზრდება მათი გავლენაც გაყოფის პროცესზე. ეს მოვლენები უფრო მკვეთრადაა გამოხატული გაზის მცირე გასწვრივი ნაკადების შემთხვევაში, ე. ი. როცა  $S_0$  მცირეა და  $Pe_D$ —დიდი.

ეს დასკვნები დასტურდება იმ ექსპერიმენტების შედეგებით, რომლებშიც გამოკვლეულ იქნა მულმივი  $Pe_D$  და  $S_0$ -ის შემთხვევაში ალების გარეშე რეჟიმში მომუშავე აპარატის გაყოფის კოეფიციენტის დამოკიდებულება წნევისაგან. მიღებული მრუდები მოცემულია ნახ. 2-ზე.

ვერცხლისწყლის 100—150 მმ წნევის დროს გაყოფის კოეფიციენტი  $f$  არ არის დამოკიდებული  $P$ -წნევაზე.  $P$ -ს ზრდასთან ერთად მცლავნდება  $f$ -ის





ეს უკანასკნელი გამოსაკვლევი სვეტის შემთხვევაში შეადგენდა 1250 სმ<sup>2</sup>. ნამრავლი  $\rho_n D_{10}$  არ არის დამოკიდებული წნევისაგან, ამიტომ (2)-ში ჩავსვით  $\rho_n$  და  $D_{10}$ -ის მნიშვნელობები ატმოსფერული წნევის შემთხვევაში.

ნეონის დიფუზიის კოეფიციენტი ქსილოლის ორთქლში 100°C ტემპერატურისა და 1 ატმ. წნევის დროს, ჩვენი გაზომვების თანახმად,  $0,150 \pm 0,005$  სმ/სეკ შეადგენდა. დიაფრაგმის ეფექტური სისქე 0,6 სმ-ის ტოლი იყო, დიაფრაგმის ორივე მხარეს მდებარე ჰვრეტების სიგანეთა ჯამი 0,7 სანტიმეტრს შეადგენდა. ამიტომ

$$l = s + \frac{13}{35} (a + b) = 0,86 \text{ სმ.}$$

ჩავსვით  $l$ -ის მნიშვნელობა (2)-ში. მივიღებთ:

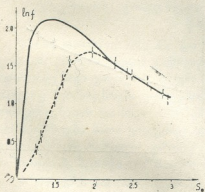
$$P_{eD} = 1,3 Q. \quad (3)$$

[2] შრომაში მოყვანილი ფორმულების საშუალებით ჩატარებული გაანგარიშება (3)-ის მხედველობაში მიღებით იძლევა ექსპერიმენტთან კარგ თანხედომას, თუ დავუშვებთ, რომ

$$K_n + K_D = 1,5 \cdot 10^{-4} \frac{\delta}{\text{სეკ}}. \quad (4)$$

იმავე სვეტზე  $S_0$ -ის სხვა მნიშვნელობისთვის ჩატარებული ცდის გაანგარიშებამ, რომელიც შესრულებულ იქნა (3) და (4) ფორმულების გამოყენებით, აგრეთვე კარგი თანხმობა გვიჩვენა ექსპერიმენტსა და თეორიას შორის. როგორც ქვემოთ იქნება ნაჩვენები, თანხმობა ექსპერიმენტსა და თეორიას შორის არსებობს აგრეთვე  $f$ -ის დამოკიდებულებაში  $S_0$ -ისაგან, როდესაც  $S_0 > 2$ .

გამოთვლებსა და ექსპერიმენტს შორის არსებული თანხედომა გვიჩვენებს, რომ სვეტის ძირითად კანონზომიერებებს თეორია სწორად ითვალისწინებს.



ნახ. 4

ნახ. 4-ზე წარმოდგენილია შედეგები ცდისა, რომელშიც ვაზომილ იქნა გაყოფის კოეფიციენტის დამოკიდებულება  $S_0$ -ისაგან ორთქლის ფიქსირებული ხარჯის  $Q=2,15$  გ/სეკ დროს. უწყვეტი მრუდი თეორიულია. იგი მიღებულია (3) და (4) ფორმულების გამოყენებით. დიდი  $S_0$ -ის შემთხვევაში ექსპერიმენტული წერტილები კარგად ლაგ-

მიუხედავად ამისა, ფორმულა (3) და განსაკუთრებით (4) ძალიან მიახლოებითია. მკაცრად რომ ვთქვათ, ექსპერიმენტული მონაცემებით სვეტში დანაკარგებისა და პეკლეს დიფუზიური რიცხვის განსაზღვრისთვის საჭირო იყო რომელიმე აპროქსიმაციული შეთოდის, მაგალითად უმცირეს კვადრატთა მეთოდის, გამოყენება. მაგრამ ეს უზარმაზარი მათემატიკური გაანგარიშების ჩატარებას მოითხოვს.

ნახ. 4-ზე წარმოდგენილია შედეგები ცდისა, რომელშიც ვაზომილ იქნა გაყოფის კოეფიციენტის დამოკიდებულება



დება თეორიულ მრუდზე, მაგრამ როდესაც  $S_0$  ხდება 2-ზე ნაკლები, ექსპერიმენტული და თეორიული მრუდები მკვეთრად შორდებიან ერთმანეთს — პირველი მათგანი მდებარეობს მეორეზე გაცილებით დაბლა.

ამ შეუსაბამობის ასახსნელად აუცილებელია დავუშვათ, რომ სვეტში გაზის მცირე ხაჯადების შემთხვევაში წარმოიქმნება ძლიერი პარაზიტული კონვექციური დენები, რომლებიც იწვევენ გაზის არევის. ეს ერთი მხრივ პარალოქსული დასვენა დასტურდება იმ გავლენის ანალიზით, რომელსაც გაყოფის პროცესზე ახდენს კონდენსატორის ზედაპირზე ჩამონადენი სითხით გაზის წართავა.

როდესაც გარე კონდენსატორიდან სვეტში შემოსული გაზის ნაკადი სითხის მიერ წარტაცული გაზის ნაკადზე ნაკლები ხდება, მაშინ დიაფრაგმითა და კონდენსატორით შემოსაზღვრულ ღრუში წარმოიქმნება გაზის ჩაკეტილი დინებები, რომლებიც იწვევენ არევის.

$Q=2,15$  გ/სეკ და  $P=120$  მმ ვერცხლისწყლის სვეტის წნევის შემთხვევისთვის, რაც შეესაბამება ცდის პირობებს, ჩატარებულმა გამოანგარიშებამ გვიჩვენა, რომ გაზის ჩაკეტილი დინებები დიაფრაგმასა და კონდენსატორს შორის მდებარე არეში წარმოიქმნება მაშინ, როდესაც  $S_0 < 2-2,5$ . ეს გარემოება ამტკიცებს იმ მოსაზრების სისწორეს, რომ მცირე  $S_0$ -ის შემთხვევაში გაყოფის მკვეთრი გაუარესება დაკავშირებულია გასაყოფი გაზის სითხის ფენით წარტაცვით გამოწვეულ დინებებთან.

### სვეტის მულმივების $H$ და $K$ -ს განსაზღვრა

იმავე დანადგარზე ჩატარდა გამოცემები, რომელთა მიზანი იყო  $Ne^{20} - Ne^{22}$  იზოტოპების ნარევის გაყოფის კოეფიციენტის დამოკიდებულების შესწავლა ალუმინის სინქარზე ფიქსირებული  $P_{E_0}$  და  $S_0$  შემთხვევაში. ამ ცდების შედეგები საშუალებას იძლევა განსაზღვრულ იქნეს სვეტის მულმივები  $H$  და  $K$

და სვეტის ხვედრითი გაყოფისუნარიანობა  $\delta u = \frac{H^2}{4K}$ . გამოანგარიშება საგრძნობლად მარტივდება  $\epsilon \ll 1$  შემთხვევაში. ამიტომ ექსპერიმენტების ჩასატარებლად გამოყენებულ იქნა ნეონი, რომელიც შეიცავდა  $Ne^{22}$ -იზოტოპს 1% ზე ნაკლები რაოდენობით. ექსპერიმენტების შედეგად მიღებულ იქნა  $f$ -ის დამოკიდებულება  $I$ -საგან, სხვადასხვა  $S_0$  და  $P_{E_0}$  შემთხვევაში. ეს შედეგები დამუშავდა უმცირესი კვადრატების მეთოდით.

განტოლება (1)-ის ამონახსენი  $\epsilon \ll 1$  შემთხვევაში შეიძლება წარმოდგინდეს შემდეგი სახით:

$$f = \frac{1 + \frac{I}{H}}{\epsilon - \frac{HL}{K} \left(1 + \frac{I}{H}\right) + \frac{I}{H}} \quad (5)$$

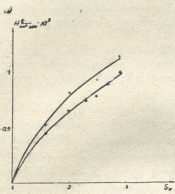
$f$ -ის დამოკიდებულება  $I$ -საგან განსაზღვრება ორი პარამეტრით  $\frac{1}{H}$  და  $\frac{HL}{K}$ . მათი ისეთი შერჩევით, რომ ექსპერიმენტული წერტილების გადახ-



რების კვადრატების ჯამი თეორიული მრუდიდან, რომელიც (5) განტოლებით განისაზღვრება, მინიმალური იყოს. შეიძლება განსაზღვრულ იქნეს პარამეტრები  $H$  და  $K$ .

$H$ -ის დამოკიდებულება  $S_0$ -საგან ორთქლის ფიქსირებული ხარჯვის შემთხვევაში ( $Q=2,15$  გ/სეკ და  $Q=1,75$  გ/სეკ) მოცემულია ნახ. 5-ზე. სვეტის თეორიის თანახმად,  $S_0$ -ის ზრდასთან ერთად  $H$  იზრდება. იგივე შედეგია მიღებული ექსპერიმენტულად. მრუდების ფორმა და მათი ურთიერთგანლაგება შეესაბამება თეორიას, მაგრამ  $H$ -ის მნიშვნელობები [2]-ის ფორმულებით გამოანგარიშებულ თეორიულ სიდიდეებზე 25%-ით ნაკლებია.

თეორიის თანახმად, თუ პარაზიტული კონვექციური ნაკადებით გამოწვეული დანაკარგები მცირეა, სვეტის ზვედრითი გაყოფისუნარიანობა  $\delta u = \frac{H_2}{4K}$



ნახ. 5

არ არის დამოკიდებული  $S_0$ -საგან, ექსპერიმენტის შედეგები (ნახ. 6) ამტკიცებს ამ დასკვნას.

მცირე  $S_0$ -ის შემთხვევაში, როცა დანაკარგების გავლენა საგრძნობი ხდება,  $\delta u$  მცირდება.

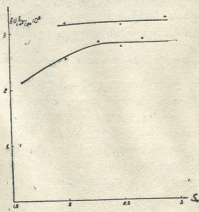
თეორიასთან თვისობრივ თანხმობაშია აგრეთვე მრუდები, რომლებიც გამოსახავენ  $H$ -ს დამოკიდებულებას  $Q$ -საგან (ნახ. 7) და  $\delta u$ -ს დამოკიდებულებას  $Q$ -საგან (ნახ. 8).

ის გარემოება, რომ უკანასკნელი მრუდის მაქსიმუმი თეორიულთან შედარებით წინაცვლებულია მარცხნივ, ალბათ, დაკავშირებულია  $Pe_D$ -ს ზრდასთან ერთად პარაზიტული ნაკადების გავლენის გადიდებასთან.

ამ ექსპერიმენტების შედეგებიდან გამოანგარიშებული  $\delta u$ -ს მაქსიმალური სიღრმე შეადგენს  $3,3 \cdot 10^{-8}$  გ/სმ<sup>2</sup>სეკ,  $H$ -ის მაქსიმალური მნიშვნელობა ტოლია  $1,15 \cdot 10^{-5}$  გ/სმ სეკ.

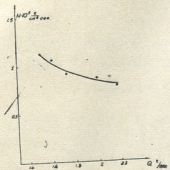
$A^{26} - A^{40}$  იზოტოპების გაყოფისას მიღებულ იქნა  $\delta u$ -ს მაქსიმალური მნიშვნელობა  $3,74 \cdot 10^{-8} \frac{გ}{სმ^2 სეკ}$ . მეთანის გაყოფისას მიღებულია

$$\delta u_{max} = 0,3 \cdot 10^{-8} \frac{გ}{სმ^2 სეკ}$$

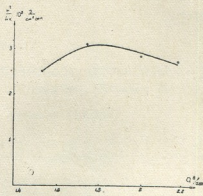


ნახ. 6

მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ ის გარემოება, რომ მცირე დიფუზიური წინააღმდეგობის მქონე დიფრაგმის გამოყენებით სვეტის ხვედრითი გაყოფისუნარიანობა შეიძლება გაზრდილ იქნეს 2—3-ჯერ.



ნახ. 7



ნახ. 8

ავტორები მადლობას უხდებიან ლ. ჩერნოვას მასსპექტრომეტრული გაზომვების ჩატარებისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ფიზიკურ-ტექნიკური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 14.1.1959)

**დამოწმებული ლიტერატურა**

1. H. Barwich, R. Kutshero w. In Proceedings of the International Symposium on Isotope Separation. Amsterdam, 1958.
2. Г. Ф. Барвих, Р. Я. Кучеров. В сборнике Труды Всесоюзной Конференции по применению изотопов и ядерных излучений. Москва, 1958.
3. K. Cohen. The Theory of Isotope Separation Mc. Graw Hill. New York, 1951.

ბიოქიმია

## ჰ გომელაური

სისხლის ცილოვან-აზოტურ ნივთიერებათა ცვლილებები  
 ბოტკინის დაავადების სხვადასხვა კლინიკური ფორმის დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 15.7.1959)

ბოტკინის დაავადების შესწავლის დროს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ღვიძლში არსებულ პათოლოგიურ პროცესთან დაკავშირებულ ნივთიერებათა ცვლის დარღვევის გამოკვლევას.

ღვიძლის მრავალფეროვან ფუნქციათა შორის უკანასკნელ წლებში ყველაზე დიდ ყურადღებას ცილოვანი ცვლის შესწავლა იპყრობს. კლინიკისათვის გაცნობიერებული ინტერესი ბოტკინის დაავადების დროს სისხლის ცილოვანი შემადგენლობის შესწავლისადმი დაკავშირებულია ღვიძლის მნიშვნელოვან ფუნქციასთან — სისხლის პლაზმის ცილების გამომუშავების უნართან. ამიტომ მრავალი მკვლევარი (ალ. მიასნიკოვი [4], ვ. ბეიერი [1], ხ. ვაინშტეინი და ა. ფრანკფურტი [2], ვ. გორბუნკოვი [3], კ. სტეპაშკინა [5]) მჭიდრო კავშირს აღნიშნავენ პლაზმის ცილოვან შემადგენლობასა და ღვიძლის ფუნქციურ მდგომარეობას შორის. ღვიძლი გადამწყვეტ როლს ასრულებს აგრეთვე ღეზამინირების პროცესებში.

მიუხედავად იმისა, რომ აღნიშნულ საკითხთა შესწავლას უკანასკნელ წლებში მნიშვნელოვანი ყურადღება აქვს დათმობილი, შრომები, მიძღვნილი სისხლის ცილოვან-აზოტურ ნივთიერებათა კომპლექსური შესწავლისადმი ბოტკინის დაავადების სხვადასხვა კლინიკური ფორმისა და პერიოდების გათვალისწინებით, ძალზე მცირე რაოდენობითაა და ისიც ძირითადად მცირერიცხოვან სასაღვთის ემყარება.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ჩვენ მიზნად დავისახეთ კომპლექსურად შეგვესწავლა ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობა ცილოვან-აზოტურ ცვლაში, ბოტკინის დაავადების სხვადასხვა კლინიკური ფორმის გათვალისწინებით.

ღვიძლის ფუნქციური მდგომარეობის დასადგენად ცილოვან-აზოტურ ცვლაში ჩვენ შევისწავლეთ შემდეგი მაჩვენებლები: სისხლის პლაზმაში — საერთო ცილის, ალბუმინის, ალფა-, ბეტა-, გამა-გლობულინებისა და ფიბრინოგენის რაოდენობა, აგრეთვე ალბუმინ-გლობულინური კოეფიციენტი — გ. გორის, კ. ფალკენბახისა და გ. ლანგენბერგის მეთოდით; სისხლში — ნარჩენი აზოტი — კიელდალის მეთოდით, პოლიპეპტიდური აზოტი — კრისტოლისა და პეპსის მეთოდით, შარდოვანას აზოტი — იოდომეტრული მეთოდით (პიპტომომიდის სხარით). მიღებული მაჩვენებლებით ვანგარიშობდით რეზიდუალური აზოტის რაოდენობასა და თანაფარდობის კოეფიციენტს შარდოვანას აზოტსა და ნარჩენ აზოტს შორის და პოლიპეპტიდების დამლის ინდექსს.

სულ შევისწავლეთ 106 ავადმყოფი; აქედან 97 შემთხვევაში ბოტკინის დაავადების მწვავე და 9 შემთხვევაში ქრონიკული მიმდინარეობა აღინიშნებოდა.





ამას გარდა ჩვენ შევისწავლეთ 11 ჯანმრთელი — პირველადი დონორი (ჩვენ გამოკვლევის პირობებისათვის შესაფერისი ნორმალური მაჩვენებლების დადგენის მიზნით). ჩვენ მიერ მიღებული ნორმალური მაჩვენებლები ემთხვევა სხვა ავტორთა მიერ მიღებულ მაჩვენებლებს.

ბოტკინის დაავადების მწვავე ფორმით დაავადებულ 97 ავადმყოფიდან 15 შემთხვევაში (15,46%) აღინიშნებოდა დაავადების მძიმე მიმდინარეობა, 54 შემთხვევაში (55,67%) — საშუალო სიმძიმის დაავადება და 28 შემთხვევაში (28,97%) — მსუბუქი მიმდინარეობა. ქრონიკული ფორმით დაავადებულ 9 ავადმყოფიდან 5 შემთხვევაში აღინიშნებოდა გახანგრძლივებული დაავადება. 4 შემთხვევაში — რეციდივული მიმდინარეობა.

ქალი იყო 28, მამაკაცი — 84. ავადმყოფთა 74,4% 16-დან 40 წლამდე ასაკისა იყო. ერთეულ შემთხვევებში გვხვდებოდა 50 წელზე მეტი ასაკის ავადმყოფი.

ჩვენ მიერ შესწავლილ ყველა ავადმყოფს აღინიშნებოდა ამა თუ იმ ხარისხით გამოხატული სიყვილო (სუსტად გამოხატული 6,61%-ში, ზომიერად — 11,32%-ში, საშუალოდ — 29,24%-ში და ინტენსიური — 52,8%-ში დაავადების სრული განვითარების პერიოდში). შემთხვევათა 98,12%-ში აღინიშნებოდა ღვიძლის გადიდება, ხოლო 31,31%-ში — ელენთის გადიდება.

ბოტკინის დაავადების მსუბუქ ფორმად ჩვენ ვვლიდით ისეთ შემთხვევებს, როცა დაავადების ზოგადი ნიშნები არამუდმივობით ხასიათდებოდა, ან სრულიად არ იყო გამოხატული. საშუალო სიმძიმის ფორმებად ვვლიდით ისეთ შემთხვევებს, როცა უფრო ხანგრძლივ სიყვილიან პერიოდთან ერთად უფრო მეტად იყო გამოხატული ზოგადი ინტოქსიკაციის მოვლენები. მძიმე ფორმად ჩავთვალეთ ის შემთხვევები, როცა ძლიერ ზოგად ინტოქსიკაციასთან ერთად მნიშვნელოვნად იყო გამოხატული ღვიძლის ნაკლოვანების მოვლენები.

სისხლის ცილოვან-აზოტურ ნივთიერებათა შემადგენლობას ვსწავლობდით დინამიკურად, დაავადების სხვადასხვა პერიოდებთან დაკავშირებით, მაგრამ წინამდებარე შრომაში აღვწერთ მხოლოდ დაავადების სრული განვითარების პერიოდში ჩატარებული გამოკვლევების მონაცემებს ბოტკინის დაავადების სხვადასხვა კლინიკურ ფორმებთან დაკავშირებით.

სისხლის ცილოვანი შემადგენლობის საშუალო მონაცემები ბოტკინის დაავადების სხვადასხვა კლინიკური ფორმების დროს მოყვანილია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1  
სისხლის პლაზმის ცილოვანი სურათი ბოტკინის დაავადების სხვადასხვა კლინიკური ფორმის დროს (საშუალო მონაცემები)

დაავადების კლინიკური ფორმები	საერთო ცილა აბს. გრ. % შუაფარდ. %-ით	ალბუმინი		გლობულინი		α გლობულინი		β გლობულინი		γ გლობულინი		ფიბრინოგენი აბს. გრ. % შუაფარდ. %-ით	ა/გ კოეფიციენტი
		აბს. გრ. %	შუაფარდ. %	აბს. გრ. %	შუაფარდ. %	აბს. გრ. %	შუაფარდ. %	აბს. გრ. %	შუაფარდ. %				
მსუბუქი	6,47	2,94 45,44	3,26 50,39	0,57 8,81	1,32 20,4	1,37 21,18	0,27 4,17	0,9					
საშუალო სიმძიმისა	6,19	2,79 45,07	3,17 51,21	0,58 9,37	1,15 18,58	1,44 23,26	0,23 3,72	0,88					
მძიმე	6,06	2,4 39,6	3,44 56,77	0,51 8,42	1,42 23,43	1,51 24,92	0,22 3,63	0,7					
ქრონიკული	6,63	2,48 37,41	3,94 59,57	0,55 8,44	1,59 23,98	1,8 27,98	0,26 3,9	0,64					

ჩვენმა გამოკვლევებმა დაგვარწმუნა, რომ სისხლის ცილოვანი შემადგენლობის შეცვლა აღინიშნება ბოტკინის დაავადების ყველა შემთხვევაში და მისი



სარისხი უმრავლეს შემთხვევაში დაავადების კლინიკური სიმძიმის პარალელურია.

პლაზმის საერთო ცილის რაოდენობა ბოტკინის დაავადების მსუბუქად მიმდინარე შემთხვევებში მერყეობდა 5,75-დან 7,96 გრ. %-ს შორის, საშუალოდ უდრიდა 6,47 გრ. %-ს; საშუალო სიმძიმით მიმდინარე შემთხვევებში მერყეობდა 4,78-დან 5,57 გრ. %-ს შორის, საშუალოდ უდრიდა 6,19 გრ. %-ს; მძიმედ მიმდინარე შემთხვევებში მერყეობდა 4,85-დან 7,48 გრ. %-ს შორის, საშუალოდ უდრიდა 6,06 გრ. %; ქრონიკულად მიმდინარე შემთხვევებში მერყეობდა 4,52-დან 8,01 გრ. %-ს შორის, საშუალოდ უდრიდა 6,63 გრ. %-ს. მკვეთრი ჰიპოპროტეინემია აღინიშნებოდა მძიმე ავადმყოფთა 42,1%-ში, საშუალო სიმძიმით, მიმდინარე — შემთხვევათა 30,61%-ში, მსუბუქად მიმდინარე — შემთხვევათა 16,67%-ში და ქრონიკული ფორმით დაავადებულთა — 15,39%-ში.

ალბუმინის აბსოლუტური რაოდენობა ბოტკინის დაავადების მსუბუქად მიმდინარე შემთხვევებში მერყეობდა 2,28-დან 3,68 გრ. %-ს შორის, საშუალოდ უდრიდა — 2,94 გრ. %-ს (მისი შეფარდებითი რაოდენობა მერყეობდა 39,11-დან 57,15%-მდე, საშუალოდ უდრიდა — 45,44 %-ს); საშუალო სიმძიმით მიმდინარე შემთხვევებში მერყეობდა 1,93-დან 3,76 გრ. %-ს შორის, საშუალოდ უდრიდა 2,79 გრ. %-ს (შეფარდებითი რაოდენობის მერყეობა — (35,51-დან 55,75%-მდე, საშუალო მაჩვენებელი — 45,07%); მძიმედ მიმდინარე შემთხვევებში მერყეობდა 1,58-დან — 3,06 გრ. %-ს შორის, საშუალოდ უდრიდა 2,4 გრ. %-ს (შეფარდებითი რაოდენობა მერყეობდა 26,33-დან 50,52%-ს შორის (საშუალოდ — 39,6%)).

მკვეთრი ჰიპოალბუმინემია აღინიშნებოდა მძიმედ მიმდინარე ავადმყოფთა 94,74%-ში, საშუალო სიმძიმით მიმდინარე — შემთხვევათა 73,47%-ში, მსუბუქად მიმდინარე — შემთხვევათა 66,66%-ში და ქრონიკული ფორმით — 76,93%-ში.

გლობულინთა აბსოლუტური რაოდენობა ბოტკინის დაავადების მსუბუქად მიმდინარე შემთხვევებში მერყეობდა 2,45-დან 4,43 გრ. %-ს შორის, საშუალოდ უდრიდა 3,26 გრ. %-ს; საშუალო სიმძიმით მიმდინარე შემთხვევებში მერყეობდა 2,08-დან 4,41 გრ. %-ს შორის, საშუალოდ უდრიდა 3,17 გრ. %-ს; მძიმედ მიმდინარე შემთხვევებში მერყეობდა 2,3-დან 4,94 გრ. %-ს შორის, საშუალოდ უდრიდა 3,44 გრ. %-ს. ქრონიკული ფორმით მიმდინარე შემთხვევებში მერყეობდა 2,94-დან 5,21 გრ. %-ს შორის, საშუალოდ უდრიდა 3,94 გრ. %-ს. ავადმყოფთა უმრავლეს შემთხვევაში აღინიშნებოდა მკვეთრი ჰიპერგლობულინემია, ბეტა- და, განსაკუთრებით, გამა-გლობულინის მატების ხარჯზე.

გლობულინის ბეტა- ფრაქციის განსაკუთრებული მატება აღინიშნებოდა მძიმე ფორმით დაავადებულთა ყველა შემთხვევაში, საშუალო სიმძიმით მიმდინარე — 71,45%-ში, მსუბუქად მიმდინარე — 91,57%-ში და ქრონიკული ფორმით დაავადებულთა თითქმის ყველა შემთხვევაში. გამაგლობულინის მნიშვნელოვანი მატება აღინიშნებოდა მძიმე ფორმით დაავადებულთა ყველა შემთხვევაში, საშუალო სიმძიმით მიმდინარე — შემთხვევათა 91,83%-ში, მსუბუქად მიმდინარე — 66,66%-ში და თითქმის ყველა ქრონიკული ფორმით დაავადებულთა შემთხვევაში.

როგორც ჩვენი გამოკვლევების მონაცემებმა დაგვარწმუნა, დაავადების სრული განვითარების პერიოდში გამა-გლობულინის მატება ჭარბობს მძიმედ და საშუალო სიმძიმით მიმდინარე შემთხვევებში, მაშინ როდესაც ბეტა-ფრაქციის მატება მეტად მსუბუქად მიმდინარე შემთხვევებშია გამოსატყულო. გლობულინის ალფა-ფრაქცია რაიმე მნიშვნელოვან ცვლილებებს არ აჩვენებდა, თუმცა აღინიშნებოდა მისი რაოდენობის როგორც უმნიშვნელო მატება, ისე დაკლებაც.

უბერინოვების რაოდენობის შემცირება აღინიშნებოდა მძიმედ მიმდინარე შემთხვევათა 42,11%-ში, საშუალო სიმძიმით მიმდინარე — 36,74%-ში, მსუბუქად მიმდინარე — 16,66%-ში და ქრონიკული ფორმით დაავადებულთა 23,1%-ში.

გლობულინის ცალკეულ ფრაქციათა შორის ნორმალური თანაფარდობის დარღვევა აპირობადებდა ალბუმინ-გლობულინური კოეფიციენტის ცვლილებებს. რაც მისი რაოდენობის შემცირებაში გამოიხატებოდა. ალბუმინ-გლობულინური კოეფიციენტის შემცირება აღინიშნებოდა ბოტკინის დაავადების თითქმის ყველა შემთხვევაში, მისი რაოდენობის მკვეთრ შემცირებას ადგილი ჰქონდა მძიმედ მიმდინარე შემთხვევათა 68,42%-ში, საშუალო სიმძიმით მიმდინარე შემთხვევათა 65,0%-ში, მსუბუქად მიმდინარე შემთხვევათა 20,83%-ში და ქრონიკული ფორმით დაავადებულთა 84,61%-ში.

ცილოვანი ცელის მაჩვენებლებთან ერთად ჩვენ შევისწავლეთ ღვიძლის უფსკეციური მდგომარეობა აზოტურ ნივთიერებათა ცვლაში.

სისხლის აზოტურ ნივთიერებათა გამოკვლევის საშუალო მონაცემები მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

სისხლის აზოტურ ნივთიერებათა სურათი ბოტკინის დაავადების სხვადასხვა კლინიკური ფორმის დროს (საშუალო მონაცემები)

დაავადების კლინიკური ფორმები	PN მგ.‰	RN მგ.‰	UrN მგ.‰	რეზიდუარული აზოტი მგ.‰	UrN/RN	პოლიპეტიდების დაშლის ინდექსი
მსუბუქი	11,24	31,79	19,92	18,27	0,41	0,27
საშუალო სიმძიმისა	13,92	37,0	13,97	23,03	0,38	0,28
მძიმე	19,61	37,07	15,25	21,81	0,41	0,35
ქრონიკული	14,93	34,89	14,92	19,97	0,43	3,3

ნარჩენი აზოტის რაოდენობა სისხლში ბოტკინის დაავადების დროს საგრძნობ ცვლილებებს არ განიცდის, იშვიათად ადგილი აქვს მხოლოდ მისი რაოდენობის მცირე მატებას, განსაკუთრებით მძიმე კლინიკური ფორმით დაავადებულთა შემთხვევაში (მაქსიმალური რაოდენობა 49,0 მგ. %). თითქმის ყველა დანარჩენ შემთხვევაში აღინიშნებოდა მისი მერყეობა ნორმალურ მაჩვენებელთა მაღალ დონეზე. სამაგიეროდ საგრძნობლად იცვლებოდა მისი ნორმალური შემადგენლობა მასში შარდოვანას აზოტის რაოდენობის დაქვეითებისა და რეზიდუალური აზოტის მატების ხარჯზე, რაც აპირობადებდა შარდოვანას აზოტის ნარჩენ აზოტთან შეფარდების გამოხატველი კოეფიციენტის დაქვეითებას. დაავადების სრული განვითარების პერიოდში შარდოვანას აზოტის ნარჩენ აზოტთან შეფარდების გამოხატველი კოეფიციენტის დაქვეითება გამოხატული იყო ავადმყოფთა თითქმის ყველა ჯგუფში (80,0—90,0%-ში).

პოლიპეტიდური აზოტის რაოდენობის მატება აღინიშნებოდა ბოტკინის დაავადების ყველა შემთხვევაში, მძიმედ მიმდინარე შემთხვევებში მისი მაქსიმალური რაოდენობა უდრიდა 32,1 მგ. %-ს, საშუალო სიმძიმით მიმდინარე შემთხვევებში 22,4 მგ. %-ს, მსუბუქად მიმდინარე — 18,2 მგ. %-ს და ქრონიკულად მიმდინარე — 18,2 მგ. %-ს.

პოლიპეტიდთა რაოდენობის მატება ყველა შემთხვევაში აპირობებდა პოლიპეტიდების დაშლის ინდექსის მატებასაც, აღწევდა რა მაქსიმალურად 0,47-

მდე, მძიმედ მიმდინარე შემთხვევებში, 0,43-მდე — საშუალო სიმძიმით მიმდინარე შემთხვევებში, 0,39-მდე — მსუბუქად მიმდინარე შემთხვევებში და 0,42-მდე — ქრონიკულად მიმდინარე ბოტკინის დაავადების შემთხვევებში.

### დასკვნები

1. ბოტკინის დაავადების დროს, განსაკუთრებით მისი სრული განვითარების პერიოდში, ავადმყოფთა უმრავლეს შემთხვევაში აღვილი აქვს ჰიპოპროტეინემიას, ჰიპოალბუმინემიას, ბეტა- და, განსაკუთრებით, გამა-გლობულინის მატებით გამოწვეულ ჰიპერგლობულინემიას, ალბუმინ-გლობულინური კოეფიციენტის დაქვეითებას.

2. ლვიძლის ფუნქციის დაქვეითება უცილო აზოტურ ნივთიერებათა ცვლაში ძირითადად გამოიხატება ნარჩენი აზოტის ნორმალური შემადგენლობის შეცვლით შარდოვანას აზოტის დაკლების ხარჯზე, პოლიპეტიდების რაოდენობისა და პოლიპეტიდების დაშლის ინდექსის მატებაში.

3. ლვიძლის ფუნქციური მდგომარეობის ცვლილებების ხარისხი ბოტკინის დაავადების დროს უმრავლეს შემთხვევაში დაავადების კლინიკური სიმძიმის პარალელურია.

4. ბოტკინის დაავადების კლინიკური მიმდინარეობის სიმძიმის საკითხის გადაწყვეტიას აუცილებელია ლვიძლის ფუნქციური მდგომარეობის კომპლექსური შესწავლის მონაცემთა გათვალისწინება.

თბილისის ექიმთა დახელოვნებას

სახელმწიფო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.5.1959)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. А. Бейер. Белковые фракции кровяной плазмы при паренхиматозных гепатитах. Клиническая медицина, т. XXII, № 5—6, 1944, 55—59.
2. Х. И. Вайнштейн и А. И. Фракфурт. Белковые фракции крови при заболеваниях печени. Врачебное дело № 7, 1948, 587—590.
3. З. А. Горбунков. Динамика протеннов крови при поражениях печени. Труды Саратовского гос. мед. института, т. III, ч. I и II, 1940, 33—43.
4. А. Л. Мясников. Болезни печени и желчных путей. Медгиз, 1956.
5. К. И. Степашкина. Заболевание печени и серумпротени крови. Труды Саратовского гос. мед. института, т. III, ч. I и II, 1940, 44—46.

## გამობრაფია

ლ. ბარშაშვილი

მდინარე კოდორის ტერასები როგორც მთიან ჭვეწყებში  
ტერასტბაჩინის მარაღიტი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ჯავახიშვილმა 19.12.1958)

მდინარეული და ზღვიური ტერასები უკანასკნელი 60 წლის განმავლობაში გაძლიერებულ ყურადღებას იპყრობენ იმ დიდი მნიშვნელობის მეოხებით, რომელიც მათს შესწავლას აქვს ახლობელი გეოლოგიური წარსულის ზოგიერთი მოვლენის—ოკეანისა და ტბათა დონეების რყევის, ტექტონიკური მოძრაობების, გაყინვარებებისა და სხვათა შემეცნებისათვის.

შ. დეპერეს [12], ფრ. ცეინერის [13], პ. ვოლდუტეტი [2], ა. ბრაუვერისა [11] და სხვა მკვლევართა შრომებით ჩამოყალიბებულია თეორიული პრინციპები, რომელთაც ეყრდნობა თანადროული შეხედულებანი ტერასტბაჩინაზე. უახლესი მოსაზრებების თანახმად, ზღვათა სანაპიროებისა და მათ მეზობლად მდებარე ხეობების ტერასების წარმოქმნა დაკავშირებული იყო ოკეანის დონის პერიოდულ ცვლილებებთან, რომელთა გამომწვევ მიზეზად ე. წ. გლაციოვესტატიზმი (ოკეანეში მოქცეული წყლის მასების ნაწილის დემობილიზაცია და მობილიზაცია კონტინენტური ყინულების დაგროვებისა და დნობის ეპოქების მორიგეობის გამო) ითვლება და რომლებიც ხდებოდნენ ოკეანური დონის დადაბლების ერთობლივი პროცესის ფონზე; ეს უკანასკნელი გამომწვეული უნდა იყოს ოკეანეთა ქვაბულების მოცულობის ტექტონიკურად გაპირობებული ზრდით და მესამეული პერიოდის შუაგულიდან წარმოიშობება. მოყვანილი დებულების დადასტურებად მიაჩნიათ: ტერასული დონეების შედარება ერთმანეთისაგან დაშორებულ სანაპიროებზე და ის გარემოება, რომ ტერასები ქვემოდან ზემოთენ მზარდი გეოლოგიური ასაკის მიხედვითაა განლაგებული.

მთიან ქვეყნებში, უფრო ზუსტად კი მოძრავ ტექტონიკურ ზონებში, სადაც დედამიწის ქერქი ნეოტექტონიკური ეტაპის განმავლობაში საგრძნობი სიჩქარისა და ამპლიტუდის მქონე მოძრაობებს განიცდიდა, ტერასული კომპლექსების აღნაგობა გართულებულია ეროზიული დონეების ვერტიკალური გადაადგილებით. ეს გარემოება აძნელებს ცალკეული დონეების გაცვენვას მთიან ხეობათა გასწვრივ და ტერასების, ზღვის დონეებისა და გაყინვარებების ურთიერთშეპირისპირებას როგორც ერთი რეგიონის ფარგლებში, ისევე, მით უფრო, სხვადასხვა რეგიონებში. მთიან ქვეყნებში ტერასტბაჩინის შესახებ არსებული თეორიული შეხედულებები უფრო ბუნდოვანი და სადავოა, ვიდრე ვაკე ქვეყნებისათვის გამოთქმული შეხედულებანი. ფრიად გავრცელებულია პიპოთეზები, რომლებიც მთიან ხეობათა გვერდების დატერასებას მთიანეთთა თალისებურ ამოზურცვებთან და გაყინვარებებთან აკავშირებენ,—ასეთი შეხედულება განსაკუთრებით კატეგორიულ ფორმაში ბ. ლიჩკოვის მიერ [3] იყო გამოთქმული. ლიჩკოვის აზრით, ხმელთაშუა ზღვის ნაპირები და მათი



შემომდარგვლელი ალპური მთიანეთები მეოთხეული პერიოდის განმავლობაში ნახტომებისებურ ახვევებს განიცდიდნენ; ახვევებანი თაღურ ხასიათს ატარებდნენ და თავიანთი ამპლიტუდის „საკვირველი მულმივობით“ განირჩეოდნენ; ამპლიტუდები თანდათანობით მატულობდა ზღვათა ნაპირებიდან მთიანეთთა ღერძებისაკენ. წარმოდგენას ტერასთა შეფარდებითი სიმაღლის წყალალმა თანდათანობით მატების შესახებ მრავალი მომხრე ჰყავს კავკასიის, ყირიმის, კარპატებისა და სხვა მთიანეთთა მკვლევარებს შორის [1, 5, 8], ხოლო ტერასების შეპირისპირება გაყინვარებებთან თითქმის ყველგანაა მიღებული, სადაც კი ეს წარმონაქმები აღწერილია.

აფხაზეთის ასსრ ტერიტორია, რომელსაც კავკასიონის სამხრეთული კალთები და მათს ძირში გადაშლილი კოლხეთის დაბლობის ჩრდ.-დასავლეთური ნაწილი უჭირავს შავი ზღვის ნაპირამდე, სამხრეთული მთიანი ზოლის იმ ნაწილს წარმოადგენს, სადაც თანადროული ყინვარები და მათი მეოთხეული წინაპრების მოქმედების კვლები ზღვის სანაპიროსთან ყველაზე უფრო ახლოსაა. ეს გარემოება და აგრეთვე კარსტულ მღვიმეთა ნალექების სტრატეგრაფიული შესწავლის სავარაუდო პერსპექტივები, რომლებიც დაკავშირებულია აფხაზეთის ვრცელ, ზღვის დონიდან 2000—2700 მ სიმაღლემდე აპართულ კირქვიან სარტყელთან, აფხაზეთის ტერასების კვლევას დიდ სამეცნიერო მნიშვნელობას ანიჭებს. განსაკუთრებით საყურადღებოა ამ მხრივ უდიდესი აქაური მდინარის — კოდორის აუზი.

კოდორის აუზის დამახასიათებელ თავისებურებად, ტერასთაგაჩენისა და მათი კვლევის თვალსაზრისით, გვევლინება: კოდორის ხეობით გადაკვეთა ტექტონიკური აღნაგობისა და ლითოლოგიური შედგენილობის მიხედვით განსხვავებული გეოლოგიური ზონების მთელი სისტემისა (დიდ სიმაღლეზე ახვევებული კავკასიონის ღერძის ძველი კრისტალური კომპლექსიდან დაძირვის პროცესში მყოფ კოლხეთის ალუვიურ დაბლობამდე), აგრეთვე თანადროული და ძველი თოვლის საზღვრების სიდაბლე, რაც ყინვართა განვითარების ხელშემწყობია.

ტერასთაგაჩენის პრობებისა და ტერასული კომპლექსების ხასიათის მიხედვით კოდორის ხეობა შეიძლება ოთხ მონაკვეთად დაიყოს, რომელთაც დელტურ, მთათაწინა, საშუალომთიანსა და მაღალმთიან მონაკვეთებს ვუწოდებთ.

კოდორის ხეობის დელტური მონაკვეთი, რომელიც 5 კმ მანძილზეა გავრცელებული რკინიგზის ხიდიდან ზღვამდე, კოლხეთის ალუვიური ვაკის ჩრდ.—დასავლეთურ კუთხეს ემთხვევა. უახლესი გეოტექტონიკური შეხედულებებით კოლხეთის დაბლობი შავი ზღვის გეოსინკლინური ღრმულის აღმოსავლეთურ დაბოლოებას წარმოადგენს და მეოთხეული პერიოდის განმავლობაში ინტენსიურ დაძირვას განიცდის. რამდენადაც კოდორის ხეობის დელტური მონაკვეთი დაძირვის ამ ზონის შემდგენელი ნაწილია, აქ ადგილი ჰქონდა აკუმულაციურ პროცესებს. ტერასები აქ წარმოდგენილი არ არის, რაც იმით აიხსნება, რომ დაძირვის ტემპი სჭარბობდა ოკეანის დონის დაწვევის ტემპს. კოდორის დელტა აგებულია გეოლოგიურად თანადროული (პოლოცენური) ნაფენებით, რომლებიც ფარავენ მათ ქვეშ მოქცეულ მდინარეოვლსა და ზღვიურ წარმონაქმებს.

ხეობის მთათაწინა მონაკვეთი, რომელიც რკინიგზიდან დაახლოებით 13—14 კმ მანძილზე ვრცელდება სოფელ ზემო ნაამდე, შავი ზღვის დაძირვადი გეოსინკლინისა და კავკასიონის ახვევებადი გეოანტიკლინის სასაზღვრო ზონის თანხვედნილია. სწორედ აქ არის კოდორის მთელი აუზისათვის უდიდესი სის-



რულითა და წესიერებით გამოხატული მეოთხეული მდინარეული ტერასების სერია.

კოდორის მთათაწინა ტერასები (ისევე როგორც ენგურისანი) აკუმულაციურ-ეროზიულ ტერასთა ტიპს მიეკუთვნება და ალუვიური ნაფენებითაა აგებული. მათ ზომიერი სიმაღლე აქვთ და მთლიანად თავსდებათ ოკეანური დონის მეოთხეულ<sup>1</sup> ცვალებადობათა პიფსომეტრიულ სარტყელში. უკეთესად არის ტერასები განვითარებული კოდორის მარჯვენა სანაპიროზე, სოფელ დრანდასა და ზემო ნაას შორის, ესტონსკოეს, ვლადიმეროვსკოესა და განანლების სანაპიროზე, სადაც გარკვეულად არის გამოსახული 4—5 ტერასული საფეხურით შედგენილი სისტემა. მდინარის მარცხენა სანაპიროზე, სოფ. აძიუბუასა და სომხურ ათარას შორის, მხოლოდ ორიოდ ტერასია წარმოდგენილი.

არსებობს საფუძველი ვიფიქროთ, რომ მეოთხეული პერიოდის დასაწყისში უნდა მომხდარიყო კოდორის ქვემო დინების მიმართულების უცაბედი ცვლილება მდ. ამტყელის შესართავსა და ზღვის ნაპირს შორის მდებარე უბანზე: მანამდე კოდორი ხსენებული შესართავის რაიონიდან პირდაპირ სამხრეთისაკენ მოედინებოდა ეხლანდელი სოფ. კინდლის მიდამოსაკენ; შავი ზღვის თანადროული ღრმულის ჩამოყალიბებასთან და პონტიკის ხმელეთის მოსპობასთან დაკავშირებით მდინარე სამხრეთ-დასავლეთისაკენ გადახარა—იგი წარიტაცა ძველმა მდინარემ, რომელსაც შავი ზღვის ახალი ნაპირის პერპენდიკულარული მიმართულება ახასიათებდა და ამიტომ ეროზიული მოქმედების უნარიც უფრო ძლიერად ჰქონდა, ვიდრე ნაპირისადმი ირიბად მიმართულ კოდორს<sup>2</sup>. ასეთ გადახარას მოწმობს ტერასული დონეების განაწილების ხასიათი კოდორის ხეობის მთათაწინა მონაკვეთზე, სახელდობრ კი ის გარემოება, რომ უძველესი (ზედა პლიოცენური) ტერასი, რომელიც წითელმიწური გამოფიტვის სქელი ქერქით მოსილი წერილმარცვლოვანი ალუვიური მასალით არის აგებული, კოდორის მარცხენა სანაპიროზეა განვითარებული სოფ. სომხურ ათარასთან, სოფ. ჩიგემის მახლობლად შემორჩენილი ძველი ნახეობრის სამხრეთულ გაგრძელებაზე. მომდევნო ასაკის ტერასი უკვე მარჯვენა სანაპიროზეა, სოფ. ზემო ნაადან ესტონსკოეს რაიონისაკენ ვრცელდება და შემდეგ დასავლეთისაკენ უხვევს გულრიფშის მიმართულებით (აქ იგი ზღვიურ ტერასში გადადის). უფრო დაბალი ტერასების ჩამოყალიბების პერიოდში კოდორის კალაპოტი თავის მდებარეობას იცვლიდა დღევანდელი კალაპოტის მიმართ სიმეტრიულად განლაგებულ ზოლში—3-5 კილომეტრით მარჯვნივ და მარცხნივ.

განივჭრილი, რომელიც კოდორის ხეობას ესტონსკოესა და სომხურ ათარას შორის კვეთს, შემდეგი ფართოდ გაიჩვილებული ტერასული დონეების არსებობას გვიჩვენებს (იხ. ცხრილი). ტერასული სიბრტყეების შეფარდებითი სიმაღლეები კოდორის თანადროული დონიდან არ ამქლავენს საგრძნობი ზრდის ტენდენციას რომელიმე (წყალაღმა ან წყალდღმა) მიმათულებით. I—IV ტერასები რიყნალეობითაა აგებული, რომლებშიც ზედა (III და IV) ტერასებში ძლიერ გამოფიტულია.

კოდორის ხეობის საშუალომთიან მონაკვეთს (სოფ. ზემო ნაადან სოფ. საკენს ზემოთ მდებარე პუნქტამდე) მდინარის საერთო სიგრძის უმეტესი ნაწილი (60 კმ) უკავია. იგი ემთხვევა კავკასიონის სამხრეთული ფერდობის ტექტონიკურ ზონას, მეზოზოური ნაოჭა წყებებით არის აგებული და ინტენსიუ-

<sup>1</sup> ზედა პლიოცენის ჩათვლით.

<sup>2</sup> ანალოგიური ბედი ეწევია აფხაზეთის სანაპიროს ზოგ სხვა მდინარესაც—ბზიფს, ლალიძგას, თეთრ წყალსა და ა. შ.



რი ეროზიული გაღრმავების გამო, რაც დადებითს ნეოტექტონიკურ მოძრაობებთან იყო დაკავშირებული, მთიანი რელიეფით ხასიათდება. აბსოლუტური სიმაღლეები აქ მერყეობენ 150—1080 მეტრიდან (ფსკერი) 1500—2500 მეტრამდე (შემომფარავლელ ქედთა თხემი)

ცხრილი

კოდორის მთათაწინა მონაკვეთის ტერასები  
(სოფ. ვსტოასკოესა და სომხურ სოფ. ათარას მიდამოები)

№№ ტერასების (ქვემოდას)	შეფარდებითი სიმაღლე მეტრებით	გეოგრაფიული მდებარეობა	საგარეუდო ასაკი <sup>(1)</sup>
I	3	ორივე ნაპირზე	სურთყელი ხანა
II	8—18	მარჯვენა ნაპირზე	კარანგატული ხანა
III	48—3ა	მარჯვენა ნაპ. (ნიწილობრივ მარცხენაზე)	ურუნჯიკული ხანა
IV	148—150	მარჯვენა ნაპირზე	ხედა პლიოცენის ბოლო (გურიული ხანა?)
V	161—170	მარცხენა ნაპირზე	ხედა პლიოცენი (კვილინკური ხანა)

საშუალომთიანი მონაკვეთის ტერასები არსებითად განსხვავდება მთათაწინა მონაკვეთის ტერასებისაგან. საშუალომთიანი მონაკვეთის ფარგლებში ჩვენ ვერ ვხედავთ რეგიონული გავრცელების მქონე ტერასული დონეების ისეთ სრულ სერიას, რომელიც ზემოთ მთათაწინა მონაკვეთისათვის გვქონდა აღწერილი. ტერასთა რაოდენობა ხეობის ერთ რომელიმე განსაზღვრულ განივკვეთში 2-3 არ აღემატება. ყველა აქაური ტერასი ეროზიული ტერასების ტიპს ეკუთვნის, — თუ მათ ზედაპირზე ოდესღაც ეყვინა მდინარეული მასალა, ამჟამად იგი, მცირე გამონაკლისების გარდა, მთლიანად გადაარეცხილია. ტერასთა შეფარდებითი სიმაღლეები დიდია და ფრიად მერყევი, რაც უახლესი ტექტონიკური მოძრაობებით არის გაპირობებული.

საშუალომთიანი მონაკვეთის ტერასები ყველაზე უკეთესად ცარცული სისტემის კირქვებზეა შენახული, რომელთაც კოდორი ბაგადის ქლდესა და სოფ. კეხს შორის კვეთს — დაახლოებით 10 კმ მანძილზე. აქ კოდორის შევიწროებული ხეობა ჩაჭრილია ბრაქიანტიკლინში, რომლის განედურად მიმართული ღერძი გარდიგარდმოდ კვეთს მდინარის მერიდიანულ ნაწილს და ემთხვევა კოდორის ქედის დასავლეთური დაბოლოების ღერძის მიმართულებას. განსაკუთრებით კარგადაა წარმოდგენილი ტერასული საფეხურები მდ. ამტყელის ქვემო დინების იმ ანტიცენენტურ ხეობაში, რომელიც ზემოხსენებული ანტიკლინის ჩრდილო ფრთაშია ჩაჭრილი. აქ დაბალი რიყის ზედა ტერასის გარდა, რომლითაც ამტყელის კანიონის ფსკერია წარმოქმნილი, განვითარებულია ორი მაღალი (250 და 500 მ) ეროზიული ტერასი, რომლითაც, მათ ზედაპირზე განლაგებული სოფლების მიხედვით, ჩინისა და ფალის ტერასებს ვუწოდებთ. პირველ მათგანზე — ჩინის 250-მეტრიან ტერასზე შემორჩენილია ძველი ალუვიონი, ჩრდილო ნაწილში მსხვილი ლოდებით გამოხატული, რომელიც ა. რეინჰარდს მორენად მიაჩნდა (4). მაღალი ტერასები, მნიშვნელოვანი ფრაგმენტებია წარმოდგენილი სოფ. კეხის მიდამოებშიც.

<sup>(1)</sup> შავი ზღვის ნალექთა სტრატეგრაფიული სქემების შესაბამისად, რომელთა ავტორებია გ. პოპოვი, ა. ებერზინი და სხ. [8,9].



ტერასთა შედარებით კარგი შენახულობა კირქვების გავრცელების ზოლში ადგილი გასაგებია, თუკი ვაგეითვალისწინებთ მათ დაკარსტულობას, მიწისქვეშა დრენაჟის განვითარებას, რაც საგრძნობლად ასუსტებს ზედაპირულ ჩამონადენს. მაღალი და საკმაოდ ძველი ტერასები კოდორის ხეობის დანარჩენ, უფრო ნგრევალი ქანებით აგებულ ნაწილებშიც გვხვდება, მაგრამ ამ შემთხვევაში ისინი უფრო ნაკლებ გარკვეულადაა გამოსახული და უფრო ნაკლებ მანძილზე ვრცელდება, ვიდრე კირქვიანი ზოლის ტერასები. ამგვარი ფრაგმენტების მიხედვით ტერასული დონეების გავლენა რეგიონულ მასშტაბში ძლიერ ძნელია, ზოგჯერ კი შეუძლებელიც.

კოდორის ხეობის მეოთხე და უკანასკნელი, ზემო მონაკვეთი სოფ. საკენს ზემოთ მდებარე პუნქტიდან კავკასიონის მთავარი ქედის თანადროულ ყინვარებამდე ვრცელდება, დაახლოებით 25 კმ მანძილზე; ჩვენ მას მაღალმთიან მონაკვეთს ვუწოდებთ. იგი ძირითადად ძველი კრისტალური კომპლექსის (გრანიტებისა და გნეისების) განვითარების არეშია მოქცეული და ოდნავ არის იურული ფლოისის ზოლში შემოჭრილი. აქ აბსოლუტური სიმაღლეები მერყეობენ 1080—1500 მეტრიდან (ხეობის ფსკერი) 3000—4000 მეტრამდე (გარშემოფარგვლელი ქედებისა და მათი ტოტების თხემი). ხეობის ამ მონაკვეთს განუცდია ყინვარის მექანიკური ზემოქმედება; მეოთხეული ყინვარი მთავარი ქედიდან ეშვებოდა და უკანასკნელი, ცხადი გაყინვარების დროს დაახლოებით 1550 მ სიმაღლეს აღწევდა ზღვის დონიდან, უფრო ძველ გაყინვარების ეპოქაში კი უფრო დაბლაც ჩამოდიოდა, — ალბათ 1080 მ სიმაღლემდე (პუნქტი სოფ. საკენსა და საკენის ხეობის მარჯვენა სანაპიროზე არსებულ ტბას შორის)!

მაღალმთიან მონაკვეთს ნამდვილი ტერასების თითქმის სრული უქონლობა ახასიათებს—ისეთი ეროზიული საფეხურების უქონლობა, რომლებიც ჩნდება ხმელეთისა და ზღვის ზედაპირის ურთიერთმდებარეობის ცვალებადობის ვაგლენით. ეს გარემოება გამოწვეულია როგორც კოდორის ძველი ყინვარის უშუალო ზემოქმედებით, ისევე დინუდაციური პროცესების დიდი ინტენსივობით ღრმა დანაწევრების მქონე ციკაბოფერლობებიანი რელიეფის პირობებში. რელიეფის საფეხურისებრი ფორმები აქ მდ. საკენის შემდინარეთა და დროებითი ნაკადების გამოზიდვის კონუსებით ან (ხეობის ზემო ნაწილისაკენ) ტროჯის ფსკერისა და მხრების ნაშთებითაა წარმოდგენილი. არც ერთი და არც ძეორე აღნიშნულ ფორმათაგანი არ შეიძლება მიეკუთვნოს ისეთ ტერასებს, რომლებიც კანონზომიერად არეკლავენ ევსტატიკურსა და ტექტონიკურ პროცესებს, ან მათთან გეოქრონოლოგიურად არიან დაკავშირებულნი, ვინაიდან მათი განვითარების კანონები განსხვავებულია და ამიტომ ისინი ერთიმეორეში არ გადადიან. ტრადიციული შეხედულება იმის შესახებ, რომ მორენები ფლუვიო-გლაცური ტერასების საშუალებით უკავშირდებიან ევსტატიკური წარმოშობის მქონე ტერასებს, კოდორის აუზში არ დასტურდება, თუმცა შეიძლება გვეფიქრა, რომ პირობები ამგვარი კავშირის არსებობისათვის აქ უფრო ხელსაყრელი უნდა ყოფილიყო, ვიდრე ზღვიდან უფრო მეტად დაშორებულ სხვა მთიან ქვეყნებში.

(<sup>1</sup>) თუ მდ. საკენს კოდორის მთავარ სათავედ მივიჩნევთ.

(<sup>2</sup>) იმის შესახებ, თუ სად მდებარეობდა კოდორის ყინვარის ქვემო ბოლო მაქსიმალური გაყინვარების ეპოქაში, აზოთა სხვადასხვაობას აქვს ადგილი: ა. რეიზნარდს ეს ადგილი თავდაპირველად წებელდასთან (350—400 მ ზღ. დონ.) ვგულებოდა; შემდგომ კი მდ. ზიასს შესართავთან [4]. დ. წერეთლის ზეპირი ცნობით, ყინვარის ბოლო სოფ. გენცვიშთან (750 მ) უნდა ყოფილიყო, ჩვენი დაკვირვებით, 1000—1100 მეტრს ქვემოთ ნამდვილი მორენები კოდორის აუზში არ მოიპოვება.

ამრიგად, ოთხ მონაკვეთს შორის, რომლებდაც კოდორის ხეობა შეიძლება დაიყოს მასში წარმოდგენილი მდინარეული ტერასების ხასიათის მიხედვით, ორი განაპირა მონაკვეთი (დელტური და მაღალმთიანი) გამარტივებული განივკვეთებით განირჩევა და რელიეფში გამოხატულ ტერასებს თითქმის მოკლებულია—ისეთ ტერასებს, რომლებიც ხეობის ევოლუციის კანონზომიერი ფაზების შესატყვისი იქნებოდნენ. დანარჩენ ორ მონაკვეთს (მთათაწინას და საშუალომთიანს) ტერასული სერიების არსებობა ახასიათებს, მაგრამ ერთიმეორისაგან ისინი არსებითად განსხვავდებიან ტერასთა აღნაგობისა და სიმაღლითი მანქნებლების მიხედვით. ამავე დროს ამ ორ მონაკვეთს შორის თანდათანობით გადასვლას არა აქვს ადგილი, მათი საზღვარი მკვეთრად და გარკვეულადაა გამოხატული. მაშასადამე, ჩვენ საქმე გვაქვს ტერასთა განენის ორ ტიპთან, რომელთაც მთათაწინეთის, ანუ ევსტატიკური ტიპი და მთიანეთის, ანუ ტექტოევისტატიკური ტიპი უწოდებენ. შეიძლება ეწოდოს და რომელთა შორის არსებული განსხვავებანი გამოწვევია, პირველ რიგში, შესაბამისი ზონების ნეოტექტონიკური მოძრაობების ინტენსივობის სხვადასხვა ხარისხით.

ტერასთა ზემოაღნიშნული ორი ტიპი ბევრ მთიანეთს ახასიათებს—კავკასიონს, კარპატებს, პირინეის, აპენინებს და ა. შ., მაგრამ ცალკეული ტიპების განვითარების ხარისხი, მათი სივრცობლივი შეფარდება ცვალებადობს მთიანეთთა ტექტონიკური რეჟიმისა და გაყინვარების სიძლიერის მიხედვით. მთიან ხეობებში ეროზიული ბაზისების გავლენის წყალაღმა გავრცელების სიშორე და მასთან დაკავშირებული ევსტატიკური ტერასიების გავრცელებაც მთიანეთის თალური სტრუქტურის ფორმაცია დამოკიდებული—რაც უფრო ციცაბოა ეს ფორმა, მით უფრო მოკლეა ის მანძილი, რომელზეც ვრცელდება აქუმულაციურ-ეროზიული ტერასები მთიანეთის ფარგლებში. ცალკეულ შემთხვევებში ევსტატიკურ ტერასთა სერიები, წყდება რა მთიანეთის პერიფერიულ ნაწილებში, შეიძლება კვლავ აღდგეს მთიანეთის შიგნით—ინტრაგეოსინკლინურ ზონაში (მაგალითი: ცაგერის ქვაბული ცხენისწყლის ხეობაში). დამრეცი თალური სტრუქტურის შემთხვევაში (მაგ., ალტაის მთიანეთში) ევსტატიკური ტერასები მთიანეთში შორს, ღრმად არის ხოლმე შეჭრილი [7]. მეოთხეული გაყინვარების ზონა ტექტოევისტატიკური ტერასების გავრცელებას შინაგანი მხრიდან ზღუდავს, ამიტომ რაც უფრო მძლიერია გაყინვარება, მით უფრო დაბლა წყდება ზემოხსენებული ტერასები.

მთიანი ქვეყნების და მათ შორის კოდორის აუზის ტერასების შესწავლის ძირითად პრობლემად გავიგონება ეროზიული ბაზისის (ზღვის დონის) განსაზღვრულ მდგომარეობებთან დაკავშირებული ტერასული დონეების გაკვლევა მდინარეთა შესართავებიდან, მთათაწინა და საშუალომთიანი ზონების გავლით, მთიანეთის ღერძისაკენ. ამ პრობლემის პირველი ნაწილი—ევსტატიკური ტერასების შეპირისპირება ზღვის ყრტილ დონეებთან—საესებით შეიძლება გადაწყვიტოს იქნეს, თუმცა სიძნელეებს აქაც ვერ ავცდებით. მთათაწინა ტერასების დათარიღებას ის გარემოება გვიადილებს, რომ მათი შეფარდებითი სიმაღლეები (ყოველ შემთხვევაში ხეობის ერთ რომელიმე განაკვეთში მიანც) უახლოვდება ზღვის შესაბამის დონეთა ნიშნულებს და სტაბილური რაიონების ტერასთა სიმაღლეებს და, მაშასადამე, ასე თუ ისე თავისთავად განსაზღვრავს ტერასების ხნოვანებას.

გაცილებით ძნელია მთათაწინა ტერასთა გაგრძელებების ძიება მთიან ზოლში და ტექტოევისტატიკური ტერასების რეგიონული დონეების გაკვლევა. კოდორის ტერასების ზემომოცემულმა აღწერილობამ დააჯანახა, რომ ტერა-



სული დონეების რიცხვი კოდორის მთათაწინა ზონაში უფრო მეტია, ვიდრე მთიან ზონაში. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ: ა) ან მხოლოდ ზოგიერთი მთათაწინა ტერასი პოულობს გაგრძელებას მთიანი ზოლის ტერასებში, ან კიდევ ბ) მთათაწინა ტერასები საერთოდ თითქმის არ გრცელდებიან მთიან ზოლში და ადგილს უთმობენ სხვაგვარი გენეზისის მქონე ტერასებს, რომლებიც დაკავშირებულია არა ბაზისის რყევასთან, არამედ რომელიღაც სხვა პროცესებთან (საფიქრებელია კავკასიონის თალური ახვევების შეჩერებებთან). ჩვენი დაკვირვებით, ორივე მოსაზრება ნაწილობრივ გამართლებულია, სახელდობრ; მთათაწინა მონაკვეთის მხოლოდ უმაღლეს აკუმულაციურ-ეროზიულ ტერასს გააჩნია მთახეთის შიგნით თავისი ანალოგი ეროზიული ტერასის სახით; უფრო დაბალი მთათაწინა ტერასების შესატყვისი დონეები საშუალომთიან ზოლში ცუდად არის გამოსახული, აკუმულაციური და ეროზიული სიბრტყეების ფრაგმენტებითაა წარმოდგენილი; მხოლოდ ყველაზე ახალგაზრდა, უმნიშვნელო სიმაღლის მქონე ტერასები მიუყვება მთიან ხეობებს საგრძნობს მანძილებზე.

მთათაწინეთის ზედა ტერასის მორფოლოგიურად გამოხატული ეროზიული ანალოგის არსებობა მთიან ზოლში უნდა აიხსნებოდეს მთათაწინეთში ნაფენების აკუმულაციისა და მთიან ზოლში ტექტონიკური სიწყნარისა და ეროზიული მოსწორების ფაზათა ურთიერთდამთხვევით. მთიანი ზოლის უფრო მაღალი ეროზიული საფეხურის 500—მეტრის ფალს ტერასის ანალოგებს ჩვენ მთათაწინა ზონაში ვერ ვხედავთ; ასეთი რამ, თუ—კი არსებობდა, უნდა მოსპობილიყო მნიშვნელოვანი დისლოკაციებისა და გადარეცხვის გამო. მთათაწინეთის 5 ტერასის ჩამოყალიბების შემდეგ კავკასიონი უწყვეტ ახეივანს განიცდის და რელიეფის მოსწორებას მის ფარგლებში მნიშვნელოვანი მასშტაბით ადგილი არ აქვს. მოყვანილი დებულება მთათაწინა ტერასული ნაფენების მექანიკური შედგენილობით მტკიცდება, სახელდობრ იმით, რომ ზედა (V) ტერასის გამოკლებით ყველა ტერასი მსხვილი მასალით არის აგებული, რაც მთიან ზოლში ძლიერი ეროზიული პროცესების მაჩვენებელია; ამავე დროს—ტერასის ამგებელ წვრილმარცვლოვან მასალას, რომელშიც მხოლოდ ცალკეული ქვის ნატეხებია ჩართული, შეესაბამება ხეობათა მომწიფებული ფორმისეული ფორმა, როგორსაც მდ. ამტყელის ქვემო წელში განვითარებული ჩინის ტერასი წარმოგვიდგენს (ძველი ხეობის ფსკერის სიღრმე აქ 3—3,5 კმ აღწევს). მთათაწინეთის ძეხუეთ ტერასი და მისი მთიური ექვივალენტი—ჩინის ტერასი ძირითად გეომორფოლოგიურ ჰორიზონტად გვეკლინება, რომლის საშუალებითაც კოდორის ხეობის გასწვრივ ეროზიული დონეების გაკვლევისას შესაძლებელი ხდება „ნახტომის ხაზის“ ანუ მთათაწინა და საშუალომთიან მონაკვეთთა მიჯნის გადალახვა. დანარჩენი ეროზიული დონეები ამ მანიშნებელ ჰორიზონტთან უნდა იქნეს დაკავშირებული. მაგრამ ჩინის ტერასის დონეც შედარებით იოლად მხოლოდ კირქვიან ზოლში გაიკვლევა, მთიანეთის უფრო ღრმა ნაწილებში კი, სადაც იურიული წყებებია გამოვლენილი, ის შეიძლება განხორციელებულ იქნეს მსხვილმასშტაბიანი ტაპოგრაფიული რუკების, ადგილზე დამატებითი ზუსტი გაზომვებისა და გეომორფოლოგიურ ლიტერატურაში მოცემული ტერასების კვლევის პრინციპების გამოყენების გზით (იხ. მაგ. [10]).

კოდორის ტერასების ზემოაღწერილი თავისებურებები მეტად თუ ნაკლებად ასახავს ტერასთაგანის სპეციფიკას ზოგადად მთიან (ტექტონიკურად ეროზიულ) მხარეებში. მთებში ტერასთაგანის ზოგადი კანონზომიერებანი, რომელთა ფორმულირებაც კოდორის ტერასების განხილვის საფუძველზე შე-





იდლება, კავკასიის სხვა რაიონების, კარპატების, ყირიმისა, ალტაის ტერასთა შესახებ ცნობილი ფაქტების გათვალისწინებით, შემდეგში მდგომარეობს:

1. მთის მდინარეები ორი ტიპის ტერასებს აკეთარებენ: ა) ევსტატიკურსა და ბ) ტექტოვესტატიკურ ტერასებს;

2. ევსტატიკური ტერასები, რომელთა სიმაღლეც ბაზისური დონეების ყოფილ დებარეობათა ამრეკლავია, ვითარდება სტაბილურ ტექტონიკურ ზონებში—უფრო ხშირად მთათაწინეთში, იშვიათად მთათაშიდა, სინკლინური სტრუქტურის მქონე ქვაბულებშიც;

3. ტექტოვესტატიკური ტერასები ტექტონიკური შესვენების ფაზებში ყალიბდება და შემდეგ გადაადგილდება ხოლმე ისეთ სიმაღლეებზე, რომლებიც ბაზისის ცვლილებებს არ შეესაბამება;

4. მთათაწინეთის ტერასების მხოლოდ ნაწილი გადადის მორფოლოგიურად გამოსახულ მთიურ ეკვივალენტებში და ეს გადასვლაც ხშირად უცაბედი და მკვეთრია. ევსტატიკური ტერასები, რომელთა ჩამოყალიბებაც თაღური აზეგების ფაზებს ემთხვევა, მთიანი ზოლის ფარგლებში სუსტ მორფოლოგიურ გამოხატულებას კპოვებენ და სწრაფად ისპობიან დენუდაციით.

5. გაყინვარებები მთიანეთებში რეგიონულ ტერასულ დონეებს არ ქმნიან და არც უკავშირდებიან ტექტოვესტატიკურსა და ევსტატიკურ ტერასებს;

6. ტერასთვაჩენის ცალკეული ტიპების გამოხატულების ხარისხი და მათი ურთიერთკავშირის ხასიათი სხვადასხვა მთიანეთებში (ჯალბაღდობს ტექტონიკური ვითარების, მეოთხეული გაყინვარების სიმძლავრისა და სხვა ფაქტორების მიხედვით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ვახუშტის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუხიდა 27.12.1958).

#### დავკრწმბული ლიტერატუმა

1. Г. П. Алферьев. Некоторые соображения о молодых движениях Карпат. Труды Львовского Геологического общества, геологич. серия, вып. I, 1948.
2. П. Вольдштедт. Проблемы террасообразования. Сборник. Вопросы геологии четвертичного периода, перевод с немецкого. Москва, 1955.
3. Б. Л. Личков. О поднятии горных систем. „Вопросы географии“, сб. 36. Москва, 1954.
4. Л. И. Маруашвили. Псевдоморена у Цебельды. Труды Инст-та географии имени Вахушти, т. VI. Тбилиси, 1955.
5. М. В. Муратов и Н. И. Николаев. Террасы горного Крыма. Бюллетень Московского общества испытателей природы. отд. геологии, т. XVI (2—3), 1939.
6. Г. И. Попов. О стратиграфическом расчленении и сопоставлении черноморских и каспийских четвертичных отложений. ДАН СССР, т. 101, № 1, 1955.
7. Л. А. Рагозин. О соотношении террас центрального Алтая и предгорий в системе р. Катунь. Труды Второго Всесоюзного Географического съезда, т. II, Москва, 1948.
8. Е. В. Шандер. Новое о террасах Черноморского побережья Кавказа. Труды Советской секции международной ассоциации по изучению четвертичного периода, вып. IV, 1939.
9. А. Г. Эберзин. Плиоцен Западного Закавказья. Геология СССР, т. X. Закавказье. ч. I. М.—Л., 1941.
10. H. Baulig. The changing Sea Level. Inst. Brit. Geographers Publs, № 3, 1956.
11. A. Brower. Thalassostatic terraces and pleistocene chronology. Leidse geol. meded., 10, 1936.
12. Ch. Deperet. Essai de classification générale des temps quaternaires. Congrès géologique Inter., Comptes rendus de la XIII session, 3, 1922.
13. Fr. Zeuner. The pleistocene period... London. 1945.

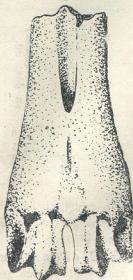
ა. მიქუა

ირემალის (*CERVUS (DAMA) SP.*) ნაშთი სამხრეთ  
საქართველოს პლეისტოცენური ნალექებიდან  
(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. დავითაშვილმა 3.4.1959)

ოროზმანის (დმანისის რაიონი) პლეისტოცენური ძუძუმწოვრების ადგილ-საბრუნებელიდან გასულ წელს ჩვენ აღმოვაჩინეთ მეოთხეული ფაუნის ზოგიერთი სინტერესო წარმომადგენელი [1]. ამას წინათ დამატებით მოხერხდა ოროზმანში მოპოვებული რამდენიმე ცუდად დაცული ძელის განსაზღვრა, რამაც საშუალება მოგვცა დაგვედგინა სამხრეთ საქართველოს პლეისტოცენში კიდევ რიგი იშვიათი ფორმა — ირემალის *Cervus (Dama) sp.* და გიგანტური ირემი *Cervus (Megaceros) sp.*

განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია ირემალის ნაშთის აღმოჩენა, რადგან ეს ფორმა უკანასკნელ დრომდე საბჭოთა კავშირის ტერიტორიიდან ცნობილი არ ყოფილა. მხოლოდ ნ. ვერეში გინი იხსენიებს ახლანდელ ვამოქვეყნებულ ნაშრომში [2] ირემალს კავკასიის მეოთხეულიდან. მაგრამ ავტორი არც მასალის აღწერას იძლევა და არც პოენის ადგილს აღნიშნავს. არსებობს მეორე წყარო, რომელიც ადასტურებს ირემალის არსებობას კავკასიის მეოთხეულში: ნ. ბურჩაკ-აბრამოვიჩის ზეპირი გადმოცემით, ირემალის ქვედა

*Cervus (Dama) sp.*



ნახ. 1

ყბა ოდესღაც უპოვნიათ ქ. ერევნის მახლობლად ეჯი-ელიაზის ქვიშის კარიერში. სამწუხაროდ, ამ იშვიათი მონაპოვრის აღწერა დღემდე არავის გამოუქვეყნებია. ამრიგად, როგორც ჩანს, ირემალის მეოთხეულში გავრცელების არე ჩვენში კავკასიის ფარგლებს არ სცილდება.

ქვემოთ ვიძლევიტ ოროზმანის ირემალის ნაშთების მოკლე აღწერას.



ადგილსაპოვებელი. სოფ. ოროზმანი, დმანისის რაიონი.

გეოლოგიური ასაკი. შუა ან ზედა პლეისტოცენი.

მასალა. მარჯვენა მეტატარსალური ძვლის დისტალური ბოლო შემორჩენილი დიაფიზის ნაწილით და მარცხენა მეტატარსალური ძვლის დისტალური ბოლოს ფრაგმენტი.

აღწერა. მეტატარსალური ძვალი ირმებისათვის დამახასიათებელი ნიშნების მქონეა. დისტალური სასახსრე ბოლოს ზემოთ წინა კიდეზე ძვალი ამოზურცულია და მომრგვალებული. გვერდებზე საიოგე ბორცვები არ გამოეყოფა, მაგრამ ამ ადგილას ძვალი ოდნავ გაფართოებულია და დიაფიზის ზედა ნაწილისაკენ თანდათან ვიწროვდება. დიაფიზის წინა მხარეზე მიუყვება საკმაოდ ღრმა არხი, რომელიც ძვლის გაფართოებულა და დიაფიზის ზედა ნაწილისაკენ თანდათან ვიწროვდება. დიაფიზის წინა მხარეზე მიუყვება საკმაოდ ღრმა არხი, რომელიც ძვლის გაფართოებულა და დიაფიზის ზედა ნაწილისაკენ თანდათან ვიწროვდება. დიაფიზის წინა მხარეზე მიუყვება საკმაოდ ღრმა არხი, რომელიც ძვლის გაფართოებულა და დიაფიზის ზედა ნაწილისაკენ თანდათან ვიწროვდება. დიაფიზის წინა მხარეზე მიუყვება საკმაოდ ღრმა არხი, რომელიც ძვლის გაფართოებულა და დიაფიზის ზედა ნაწილისაკენ თანდათან ვიწროვდება.

ოროზმანის ირემალის ნაშთების შედარებამ თანამედროვე ფორმის *C. (Dama) dama* L. შესატყვის ძვლებთან დამახასიათებელი ნიშნების სრული თანთხვევა მოგვცა, თუ არ მივიღებთ მხედველობაში უმნიშვნელო განსხვავებას ზომებში (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

№	ზომები მმ-ით	Mtt			
		<i>Cervus (Dama)</i> sp. dext. ad.	<i>Cervus (Dama)</i> sp. sin. ad.	<i>Cervus (Dama)</i> <i>dama</i> L. ზე- ოლდგის ინსტ- ტი (ლენინგრადი)	<i>Cervus (Dama)</i> <i>dama</i> L. ზე- ოლდგის ინსტ- ტი (ლენინგრადი)
1	დისტალური ბოლოს სიგანე	32,8	—	31,2	29
2	სიგანე საბრისხედა ბორცვებზე	33,5	—	32,4	29,2
3	სასახსრე ჭალის მედიალური ქედის დიამეტრი	22,7	22,8	20,4	18,8
4	სასახსრე ჭალის ლატერალური ქედის დიამეტრი	21,9	—	20,2	18,7

ირემალის ნამარხი ნაშთები რუსეთის მეოთხეულ ნალექებში ცნობილი არაა. ამიტომ უნდა ვიფიქროთ, რომ ეს ფორმა ამიერკავკასიის ტერიტორიაზე გადმოვიდა სამხრეთიდან, კერძოდ წინა აზიიდან, სადაც ცნობილია ჩვეულებრივ ირემალთან ახლოს მდგომი *C. (Dama) mesopotamica* Brooke [4].

ირემალაი, ძირითადად, მთის წინა ზოლის გორაკებიანი ადგილების ცხოველია [3, 4]. საცხოვრებლად ირჩევს ისეთ ადგილებს, სადაც სტეპური ლანდშაფტის ფონზე ხშირია ფოთლოვანი ტყის უბნები.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ოროზმანში ირემალთან ერთად ნაპოვნია, ერთი მხრივ, სტეპებისათვის დამახასიათებელი ფორმები (ცხენი, პირველყოფილი ძროხა, გიგანტური ირემი და ზაზუნა), ხოლო, მეორე მხრივ — ტყის ბუნადარი კეთილშობილი ირემი, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ ოროზმანის ძუძუ-

მწოვართა ნაშთების განამარხების დროს (შუა ან ზედა პლეისტოცენი) სამხრეთ საქართველოს ტერიტორიაზე უმთავრესად განვითარებული უნდა ყოფილიყო სტეპური ლანდშაფტი ალაგ-ალაგ ტყით დაფარული უბნებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
პალეობიოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 16.4.1959)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. ვეკუა. მეოთხეული ძუძუმწოვრების ახალი ადგილსამოკვებელი აღმოსავლეთ საქართველოში. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. XX, № 1, 1958.
2. Н. К. Верещагин. История формирования наземной фауны Кавказского перешейка. Животный мир СССР, т. 5, 1958.
3. И. Г. Пидопличко. О ледниковом периоде. Издательство АН УССР, т. 2, 1951.
4. И. И. Соколов. Фауна СССР, млекопитающие, т. 1, вып. 3, 1959.





სამშენებლო საქმე

ა. სოსხაძე

რკინა-ბეტონის წინასწარ დაძაბული კონსტრუქციის  
სვმარული დამრეცი ბარსომანი პანელის  
მასპერმენტული მესწავლა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. თინათინაძემ 30.9.1959)

ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლები არქიტექტურულ-ესთეტიკურ უპირატესობებთან ერთად უზრუნველყოფენ რკინა-ბეტონის გარსების ფართო გამოყენებას ინდუსტრიულ მშენებლობაში. დამზადებისა და ექსპლოატაციისათვის განსაკუთრებით მოსახერხებელია დამრეცი გარსები, რომლებიც ნაკრებ მშენებლობაში შეიძლება დაინერგონ გადახურვათა მთლიანი პანელების სახით. ასეთი სახის გარსები მიზანშეწონილია ტრანსპორტირებისა და მონტაჟის თვალსაზრისითაც. გარსების ექსპლოატაციური თვისებებისა და ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლების შემდგომი გაუმჯობესება შესაძლებელია მათში წინასწარი დაძაბვის გამოყენებით, მაგრამ დღეისათვის ასეთი კონსტრუქციების დამზადება იშვიათად ხდება. არ არის შესწავლილი წინასწარდაძაბული კონსტრუქციის გარსების მუშაობის სპეციფიკური მხარეები. შეუსწავლელია აგრეთვე ასეთი კონსტრუქციების დრეკად-პლასტიკური თვისებები ხანგრძლივი დატვირთვის დროს, რასაც განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს დამრეცი გარსების მდგრადობის შეფასებისათვის ექსპლოატაციის პროცესში.

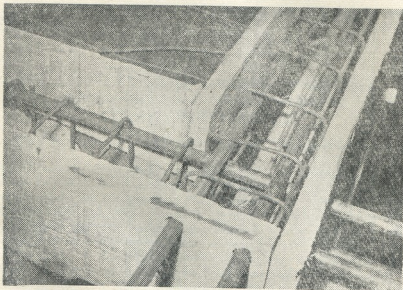
გარსების სტატიკური მუშაობის, დამზადების ტექნოლოგიისა და წინასწარი დაძაბვის ეფექტის გამოსაკვლევიად საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სამშენებლო საქმის ინსტიტუტის პოლიგონზე, ჩვენ მიერ, დამზადებული და ექსპერიმენტულად გამოკვლეულ იქნა საცდელი რკინა-ბეტონის დამრეცი სფერული გარსები, რკინა-ბეტონის კოჭებისაგან შეკრული სწორკუთხა კონსტრუქციით. ეს გარსები წარმოადგენდნენ ნაკრებ პანელებს გადახურვისათვის. აღსანიშნავია, რომ საცდელი გარსების ზომები უახლოვდებოდნენ გადახურვისათვის საჭირო რეალურ გაბარიტებს, რითაც საშუალება მოგვეცა შეგვესწავლა არა მოდელის, არამედ რეალური ნაგებობის მუშაობა.

ექსპერიმენტული გამოკვლევების პირველ ეტაპზე გამოცდილ იქნა ჩვეულებრივად არმირებული სამი სფერული გარსი [1]. დრეკადი თვისებებისა და მოქმედი ძალების წინასწარი შესწავლის მიზნით, ექსპერიმენტულად გამოკვლეულ იქნა აგრეთვე გარსის კონსტრუქციის შემადგენელი ცალკეული რკინა-ბეტონის კოჭები როგორც ჩვეულებრივი, ისე წინასწარ დაძაბული არმატურით.

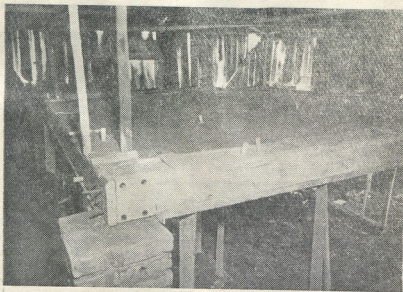
ამ სტატიაში განხილულია რკინა-ბეტონის დამრეცი სფერული გარსი წინასწარდაძაბული კონსტრუქციით. გეომეტრიული ზომები, არმირების პროცენტი, ბეტონის მარკა, დაყრდნობის სახე და გამოცდის მეთოდოლოგია იყო აღრე გამოცდილი № 3 გარსის ანალოგიური [1]. განსხვავება მდგომარეობდა მხოლოდ კონსტრუქციის წინასწარ დაძაბვაში, რომელიც განხორციელდა შემდეგნაირად: დაბეტონების წინ კონსტრუქციის ყოველ წიბოში (კოჭში) ჩალაგებული იყო ოთხ-ოთხი ფოლადის მილი დიამეტრით 1/2 (სურ. 1) მილის და ბეტონის ურთიერთ შეჭიდუ-



ლობა აცილებულ იქნა მიღების ხანგამოშვებითი ტრიალით ბეტონის გამკერი-  
 ვების პროცესში. ბეტონის განმტკიცების შემდეგ მიღები გამოღებულ იქნა და

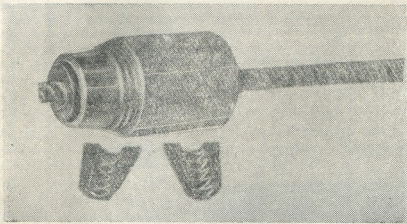


სურ. 1

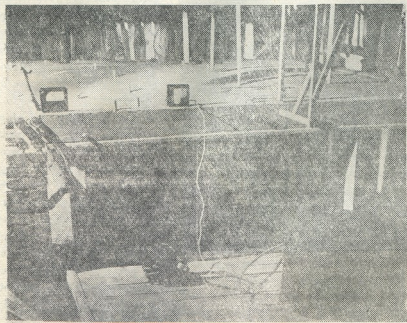


სურ. 2

წარმოქმნილ ხერვლებში მოთავსდა 25 Γ 2C მარკის, 3,5%-მდე გაჭიმვით გან-  
პტოციკებული პერიოდული პროფილის მუშა არმატურა  $\varnothing 10$  მმ (სურ. 2).  
არმატურის ღეროების ბოლოებში დამაგრებულ იქნა მარეგულირებელი ანკე-



სურ. 3



სურ. 4

რები (სურ. 3), რომელიც შემუშავებულია სამშენებლო საქმის ინსტიტუტში, ავტორის მონაწილეობით [2].

მარეგულირებელი ანკერი წარმოადგენს ფოლადის ცილინდრულ კორპუსს, რომლის შიგა ღრუ ნაწილი კონუსისებურია, ხოლო გარეთა ზედაპირზე აქვს ლენტური კუთხვილი, რომელზედაც ეხრახნება კორპუსის სიგრძის ქურო. პროფილირებული არმატურის ღეროების ბოლოებზე მჭიდროდ ედება ორი უნი-ვერსალური ქონგური, რომელთა გარე ზედაპირებს აქვთ წაკვეთილი კონუსის ფორმა კორპუსის სიღრუის შესაბამისად. უნივერსალური ქონგურების შიგა ზედაპირი ჩაღრმავებულია, ჭადრაკული განლაგებით, რაც იძლევა მჭიდროდ ჩაჭდობის საშუალებას ნებისმიერ პროფილირებულ არმატურაზე. უნივერსალური ქონგურები მუშაობენ არა მარტო ხახუნზე, არამედ ძირითადად გადამჭრ ძალაზე, თავისი შვერილების წინააღმდეგობით. უნივერსალურ ქონგურებს ზემოდან ეცემა მარეგულირებელი ანკერი და მჭიდროდ ჩასმის შემდეგ მთლიანად გამოირიცხება არმატურის გასხვრეტის შესაძლებლობა. ქუროს საშუალებით ხდება მუშა არმატურის სიგრძის რეგულირება, რაც უზრუნველყოფს წინასწარ დაძაბვის სიდიდის სიზუსტეს. ქურო წინასწარ ტარირებულია დაჰიმვის სიგრძეზე.

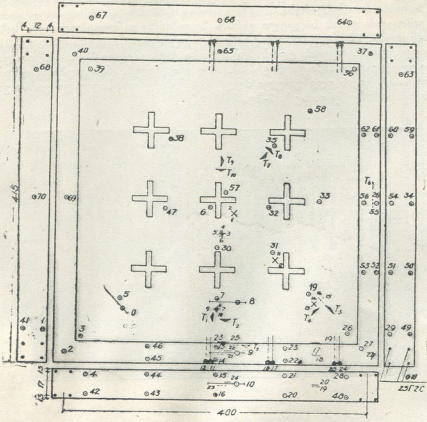


სურ. 5

გარსის კონტურის არმატურის დაძაბვა განხორციელდა ელექტროთერმული მეთოდით „СТАН-1“ ტიპის შესადღობ ტრანსფორმატორით. შედარებით ახალი, მაგრამ უდავოდ პროგრესული ელექტროთერმული მეთოდი წარმოადგენს ეფექტურ სახეობას დაძაბვის სხვა მეთოდებთან შედარებით, იძლევა დროისა და ხარჯების ეკონომიას, ადიდებს არმატურის მექანიკურ მაჩვენებლებს [3]. არმატურაში გატარებულ იქნა 450 ამპერი ძალის ელექტროდენი. ძაბვა არ აღემატებოდა 36 ვოლტს. არმატურის გახურების ტემპერატურა იზომებოდა ელექტროპირომეტრით და აღწევდა 300—350°C. გარსის ხედი დაძაბვის პროცესში ნაჩვენებია სურ. 4-ზე.

არმატურის წინასწარი დაძაბვის სიდიდე განისაზღვრებოდა არმატურის წაგრძელებით, რომელიც იზომებოდა მარეგულირებელი ანკერებისა და მექა-

ნიკური ტენზომეტრების საშუალებით. წინასწარი დაჭიმვის ძაბვა  $\sigma_{II} \approx 5000$  კგ/სმ<sup>2</sup>; წინასწარი ძაბვების გადაცემა გარსის კონტურზე ხდებოდა მარეგულირებელი დამკერების საშუალებით. როგორც საზომი ხელსაწყოების ანთვლებმა გვიჩვენა, მკუმში ძაბვა ბეტონში  $\sigma_I \approx 50$  კგ/სმ<sup>2</sup>. შესაბამისად, არმატურაში ძაბვები შემცირდა  $\sigma_{II} \approx 450$  კგ/სმ<sup>2</sup>-ით.



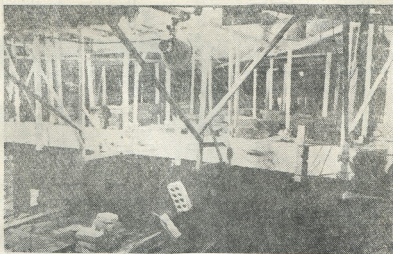
სურ. 6  
 პირობითი ნიშნები:

- ⊕ - შეფურსული ტვირთის გამანაწილებელი ჯვრისებური ხის სადებები
- ⊕ - ბეტონის დეფორმაციების გასაზომი ინდიკატორები
- - გადაადგილებათა გასაზომი ინდიკატორები
- ▼ - ტენზომეტრები ბეტონზე
- ▽ - ტენზომეტრები არმატურაზე
- ⊕ - ელექტროგადამწოდები ბეტონზე და არმატურაზე



ხერელების ინექტირება განხორციელებულ იქნა სწრაფგამაგრებადი ცემენტის ხსნარით. ცემენტის მარკა იყო 600, წყალცემენტის ფარდობა 0,45. მიღებული ხსნარი აკმაყოფილებდა დენადობისა და წყალშეიკვების მოთხოვნებს. ინექტირებისათვის გამოყენებულ იქნა ჩვეს მიერ სპეციალურად გადაკეთებული „ОПН-Г“ ტიპის პნევმატური სასხური და ავტომატქანა „ЗИС-150“-ის სახეთე დგუში (სურ. 5), რომლებმაც 5 ატმოსფერული წნევის ქვეშ უზრუნველყვეს ხარისხიანი ინექტირება.

გამოცდის დროს საცდელი გარსის ზედაპირზე განლაგებულ იქნა საზომი ხელსაწყოები: 72 ცალი საათის ტიპის ინდიკატორი დანაყოფის ფასით 0,01 მმ, 10 ცალი გუგენბერგერის ტიპის ბერკეტიანი ტენზომეტრი 20 სმ ბაზით და 27 ცალი ელექტროგადამწოდი (სურ. 6). ამ უკანასკნელის ანათვლების ფიქსირება ხდებოდა სტატიკის ელექტრული პულტის საშუალებით. საცდელი გარსი გამოცდის დროს ნაჩვენებია სურ. 7-ზე.



სურ. 7

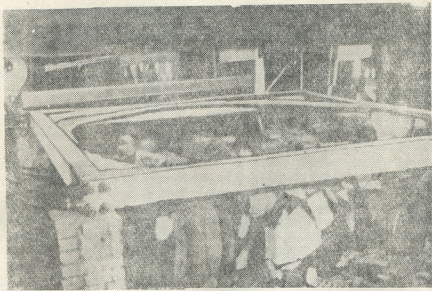
საცდელი წინასწარ დაძაბული გარსი 45 დღის განმავლობაში იმყოფებოდა 300 კგ/მ<sup>2</sup> დატვირთვის ქვეშ. ამ ხნის განმავლობაში ყოველდღიურად ხდებოდა ანათვლების აღება ზემოთჩამოთვლილ ხელსაწყოებზე. ცოცვალობის შედეგად გამოწვეული უმნიშვნელო დეფორმაციები ჩაქრნენ 15 დღის განმავლობაში. როცა ხელსაწყოებზე აღებული ანათვლები სტაბილური გახდნენ, გარსი თანდათანობით იქნა განტვირთული და მთლიანი განტვირთვის შემდეგ კვლავ დაიტვირთა სრულ დანგრევამდე.

დატვირთვა ხდებოდა 500 კილოგრამიანი საფეხურებით, მთელ ფართობზე. პირველი ბეწვა ბზარები გაჩნდნენ კონტურის კოჭების გარეთა სიბრტყეებზე მალეების შუალედებში, როდესაც დატვირთვა  $q_1 = 450$  კგ/მ<sup>2</sup>. აღსანიშნავია, რომ ზემოხსენებულ № 3 გარსში ასეთი ბზარები წარმოიშვა  $q_1 = 210$  კგ/მ<sup>2</sup> დატვირთვის დროს. დატვირთვის გადიდებასთან ერთად არსებული ბზარები განვითარდნენ ქვედა სიბრტყეებშიც. დატვირთვის შემდგომ საფეხურებზე ბზარები წარმოიშვნენ აგრეთვე გარსის ჩანისა და კონტურის შიგნითების ადგილებში, და

გავრცელდნენ გარსის ტანში კონტურის კოჭების მალეების შუა ნაწილების გასწვრივ.

გარსის რღვევა მოხდა მყისიერად,  $q_p = 550$  კგ/მ<sup>2</sup> დატვირთვის დროს, რაც ბევრად აღემატება ანალოგიურ, წინასწარ დაუძაბავი № 3 გარსის მრღვევ დატვირთვის ( $q_p = 270$  კგ/მ<sup>2</sup>).

წინასწარდაძაბული დამრეცი სფერული გარსის რღვევის სახე (სურ. 8) ძირითადად არ განსხვავდება № 3 გარსის რღვევის სქემისაგან.



სურ. 8

წინასწარდაძაბული გარსების დამზადება და დახერგვა მშენებლობის მექანიზაციის თანამედროვე პირობებში სიძნელეს არ წარმოადგენს. ვ. მ. ი. ხ. ა. ი. ლ. ო. გ. ი. ს. საბრუნო მაგიდის გამოყენებით შესაძლებელია გარსების კონტურის წინასწარი დაძაბვა განხორციელებულ იქნეს უწყვეტი არმირებით, პლატფორმის ბრუნვის საშუალებით. ამასთან ერთად სასურველია უწყვეტი არმატურის ნაწილით გარსის კუთხეების დაარმირებაც, რაც ღიდად შეუწყობს ხელს მთავარი ვამპიშავი ძაბვების კომპენსირებას.

ჩატარებულმა ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა დაამტკიცეს, რომ რკინა-ბეტონის დამრეცი სფერული გარსის კონტურის წინასწარი დაძაბვა მიზანშეწონილია, რადგანაც ჩვენი ცდების მაგალითზე სამშენებლო მასალების ხარჯის გაუდიდებლად საგრძნობლად იზრდება მისი მზიდუნარიანობა, სიხისტე, ბზარმედევობა და ტრანსპორტაბილობა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 სამშენებლო საქმის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მიუღვიდა 30.9.1959)

## დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. П. Сохадзе. Экспериментальное исследование сборных железобетонных сферических оболочек. Труды Института строительного дела АН ГССР, т. VII, Изд-во АН ГССР, Тбилиси, 1959.
2. О. И. Квициридзе, Л. О. Гвелесиани, А. П. Сохадзе, Г. М. Чубиниძე. Информационное письмо. О конструкциях анкеров при напряжении арматуры электронагревом. Издательство Академии Наук Грузинской ССР, Тбилиси, 1958.
3. ა. სოხაძე. წინასწარდაძაბული ნაკრები გარსების დამზადება ელექტროგანხურების გამოყენებით. ასპირანტთა და ახალგაზრდა მეცნიერ-მუშაკთა სამეცნიერო კონფერენცია. მოხსენებთა თეზისები. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის გამომცემლობა, თბილისი, 1959.

## ა. ტოპალკაროვი

## შტანგური სამაგრის თეორიის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ფ. თავაძემ 15.7.1959)

შტანგურმა სამაგრმა ჩვეულებრივ სამაგრთან შედარებით თავისი დიდი უპირატესობის გამო (სიიარაღი, ნაკლები შრომატევადობა და ა. შ.) ფართო გამოყენება უნდა ჰპოვოს სამთო მრეწველობაში. ფაქტობრივ კი შტანგური სამაგრი შედარებით ნელა იწარმოება. ეს ძირითადად ახალი ტიპის სამაგრის საიმედო მუშაობისადმი უნდობლობით აიხსნება, რაც დაკავშირებულია შტანგური სამაგრის მუშაობის არსის ამხსნელი, დასაბუთებული თეორიის უქონლობასთან.

ამჟამად შტანგური სამაგრის მუშაობისადმი მიძღვნილ ნაშრომთა ანგარიშის უმრავლესობა იმ აზრისაა, რომ შტანგური სამაგრით შეკრული ქანის შრეების მუშაობა შედგენილი კოჭის მუშაობის მსგავსია. პროფესორ სემეისკის აზრით, „ქანის შრეების მეტალის შტანგებით შეერთება ზრდის საშუალო წნევისადმი ჭერის წინააღმდეგობის უნარს, იმდენად, რამდენადაც შტანგებით შეკრული ქანის ფილის შედარება შეიძლება შედგენილ კოჭთან, რომლის სიმტკიცეც ვაკილებით უფრო მეტია არა მარტო ინდივიდუალურ, არამედ ცალკეულ შემადგენელ ელემენტთა ჯამურ სიმტკიცეზედაც“.

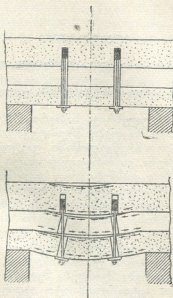
ჩვენი აზრით, სინამდვილეში შედგენილ კოჭთან არავითარ მსგავსებას არა აქვს ადგილი, ვინაიდან დატვირთვის ზემოქმედების გამო შტანგები შპურში ცურდებიან და ამ უკანასკნელთა დიამეტრი შტანგების დიამეტრზე 12—20 მმ-ით მეტია. ამის გამო იქმნება პირობები ყოველი შრის დამოუკიდებლად მუშაობისათვის, როგორც ეს სქემატურად ნაჩვენებია ნახ. 1-ზე.

არსებობს სხვა პირობებშიც, რომელთა მიხედვით შტანგური სამაგრის მუშაობის არსი უშუალო ჭერის უფრო მდგრად, ძირითად ჭერზე „მიკერებადღე“ დაიყვანება. არ იწვევს ეჭვს, რომ უშუალო ჭერის პატარა სიმძლავრის შრე შეიძლება შტანგებით „მიეკეროს“ ზემოთ მდებარე უფრო მდგრად შრეებს. მიუხედავად ამისა, არც ეს პირობეა და მით უფრო არც პირველი, ჩვენი აზრით, არ ასახავენ შტანგური სამაგრის მუშაობის ძირითად პრინციპს. საქმის არსი, რომ ზემოთ ჩამოთვლილ დაშვებებში მდებარეობდეს, რომელთა მიხედვითაც მუშაობის ეფექტი სხვადასხვა შრეებში შტანგების მოთავსებასთან არის დაკავშირებული, მაშინ შტანგური სამაგრით სამთო გამონამუშევრის ჭერის შეკავება მათი ერთგვაროვან მასივში მოთავსების შემთხვევაში შეუძლებელი უნდა იყოს. მაგრამ პრაქტიკაში ცნობილია საკმაოდ ბევრი შემთხვევა გამონამუშევრის ჭერის დაკავებისა ერთგვაროვან მასივში შტანგების მოთავსების დროს [1, 3] და სხვა.

ნახ. 2-ზე გამოსახულია მაგალითები ყარაგანდის [3] და ტყვარჩელის პრაქტიკიდან. ლიტერატურაში მოყვანილი არის აგრეთვე შტანგებით ვერტიკალური ამწევის კედლებისა და პორიზონტალური გამონამუშევრების გვერდების წარმატებით გამაგრების მაგალითები, ასეთ შემთხვევებში განშრეების სიბრტყეების პარალელურად განლაგებული შტანგები ქანის ერთ შრეში თავსდება.

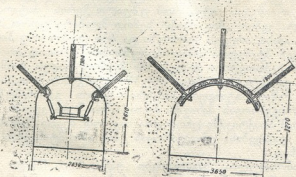


წნევის თალის ჰიპოთეზას იშვიათად მიმართავენ შტანგური სამაგრის მუშაობის არსის ააახსნელად, მაგრამ, ჩვენი აზრით, ეს ჰიპოთეზა ჯერ მხოლოდ მართო იმიტომ არის მიუღებელი, რომ არ ითვალისწინებს სამაგრის მუშაობის ხასიათთან დაკავშირებით ქანში დეფორმაციათა განვითარების პროცესს. ამრი-



ნახ. 1

გად, ალბათ შტანგური სამაგრის მუშაობის არსი მდგომარეობს სხვა, უფრო საერთო პრინციპში, რომლის დახმარებითაც შეიძლება აიხსნას ისეთი კერძო შემთხვევები, როგორიცაა უშუალო ჰერის ზემოთ მდებარე მტკიცე შრებთან „მიკერება“ ან წნევის თალის შექმნა.



ნახ. 2

გასაგებია, რომ შტანგური სამაგრის მუშაობის არსი, როგორც ყველა სხვა სამაგრისა საერთოდ, წარმოუდგენელია გამოვავლინოთ სამთო გამონამუშევ-

რების გარშემო ჰინგების გადანაწილების და ქანების დეფორმაციათა განვითარების საერთო კანონზომიერებებთან კავშირის გარეშე. ჩვენ გვგონია, რომ ჩვენი წარმოდგენები შტანგური სამაგრის მუშაობის არსის შესახებ შეივსება, მისი გამოყენების არე გავართოვდება და სამაგრის პარამეტრების ანგარიშები დაკავშირებული იქნება სამთო წნევის სიდიდესთან, თუ შტანგური სამაგრის მუშაობის პირობების ანალიზის დროს დავეყრდნობით თანამედროვე წარმოდგენებს იმ მოვლენათა შესახებ, რომელნიც თან სდევნენ მიწისქვეშა სამთო გამოჩამულშეგართა გაყვანას (კ. ვ. რუპპენეიტის, ლაბასისა და სხვათა ჰიპოთეზები).

თუ დავეყრდნობით კ. რუპპენეიტის ჰიპოთეზას გამოჩამულშეგრის გარშემო არადრეკადი დეფორმაციების არის შექმნის შესახებ [4], მაშინ გამოდის, რომ შტანგური სამაგრი დამყარებულია არადრეკადი დეფორმაციების ზონის გადაძვევით და თავისი ბოლოებით დრეკადი ზონის ხელუხლებელ ქანებში მტკიცედ ჩამაგრებული შტანგებით კონტურის გადაადგილებათა შეზღუდვის საშუალებით, კონტურზე რეაქტიულ წნევათა წარმოქმნის პრინციპზე. ამასთან აქტიური წნევა ქანების იმ ნაწილისა, რომელიც გადასულია არადრეკად დეფორმაციათა სტადიაში, შტანგების საშუალებით გადაეცემა დრეკად ზონაში მათავსებულ ქანებს, რომელთაც შეუძლიათ მიიღონ და გაუძლონ ამ დატვირთვას.

მართლაც, გამოჩამულშეგრის გაყვანის მეოხებით უკანასკნელის გარშემო დაბათა სრული გადანაწილება ხდება. ამ დროს გაუმაგრებული გამოჩამულშეგრის კონტურზე რადიალური ძაბვები ნულის ტოლი არიან, რის გამოც მთავარი ძაბვების სხევაობა მაქსიმალურ მნიშვნელობას ლებულობს, ამიტომ გამოჩამულშეგრის კონტური გვევლინება ყველაზე მეტად სამიშ ზონად, რომელშიაც შეიძლება დაიწყოს რღვევები.

ჩვეულებრივ სამაგრს პრაქტიკულად არ შეუძლია შეაკავოს რღვევის დასაწყისი, რადგან რეაქტიული წნევა გამოჩამულშეგრის კონტურზე (სამაგრის უკან სივარიელეთა არსებობის გამო) წარმოიქმნება მასივის შიგნით არადრეკადი დეფორმაციების არის გაჩენისა და განვითარების შემდეგ. ამასთან სამაგრის მუშაობაში ჩართვის მომენტისათვის არადრეკადმა ზონამ რიგ შემთხვევებში შეიძლება მიიღოს ისეთი განვითარება (ბზართა წარმოქმნის სიდიდისა და ინტენსივობის მიხედვით), რომ ქანებში შეიძლება წარმოიშვას ჩამოქცევის თაღები. შტანგური სამაგრის შემთხვევაში კი შტანგების წინასწარი დაძაბვას გამო (2—5 ტ) გამოჩამულშეგრის კონტურზე წარმოიქმნება რადიალური ძაბვები და კონტურზე მის გარშემო მდებარე ქანები აღმოჩნდებიან მოცულობითი დაძაბულობის ინდომარეობასთან ახლოს მყოფ პირობებში, რომლის დროსაც რღვევა ნაკლებად შესაძლებელია. თუ ჰერში ძაბვათა განაწილების გამო წარმოიქმნება გამჭიმავი ძაბვები, მაშინ შტანგური სამაგრის შემთხვევაში რღვევის ბზარებს შეუძლიათ გაჩნდნენ მხოლოდ სამაგრსა და კონტურის შორის წარმოქმნილი ხახუნის ძაღების გადაღალების მეოხებით. ხახუნის ეს ძაღები მით უფრო მეტი იქნებიან, რაც უფრო მეტადაა დაძაბული შტანგები. თუ ქანების შტანგებით წინასწარ მოჭერის სიდიდე ვერ შეძლებს თავიდან აგვაცილოს ქანის არადრეკად დეფორმაციათა შექმნა, მაშინ გამოჩამულშეგრის გარშემო წარმოიქმნება არადრეკად დეფორმაციათა ზონა, რომელთა მასივის შიგნით განვითარება ხდება მხოლოდ და მხოლოდ სამაგრისა და ქანის ერთად მუშაობის პირობებში. წნევა გადაეცემა შტანგებს; რომლებიც მეტალის დრეკადი ვაკუმისა და სხვების შპურში გარკვეული დაცურების ხარჯზე გადაადგილდებიან გამოჩამულშეგრისაკენ, რითაც საშუალებას აძლევენ ამავე მიმართულებით გამოჩამულშეგრის კონტურის გადაადგილებას. ამასთან, წნევა ქანებში დაიწყებს შემცირებას, შტანგის ტვირთამტანუნარიანობა კი ვაზრდას. ეს შემხვედრი პროცე-



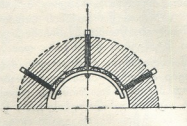
სი მანამდე გავრცელებდა, სანამ რადიალური წნევა გამონამუშევრის კონსტრუქტურზე არ შეძვირდებოდა, ხოლო შტანგის ტვირთმტანუნარიანობა არ გაიზარდებოდა იმდენად, რომ დაშტანგულ ქანში დამყარდება წონასწორობის მდგომარეობა.

თუ გავითვალისწინებთ შტანგების დათმობის უნარის შეზღუდულობას, მაშინ დრეკად დეფორმაციათა ზონას აღარ შეუძლია მეტი განვითარება მიიღოს. წონასწორობის პირობებში წნევა დაშტანგული გამონამუშევრის კონსტრუქტურზე შეიძლება განისაზღვროს წნევა-გადაადგილების დიაგრამის და შტანგური სამაგრის ძალა-გადაადგილების გრაფიკის ურთიერთდაფარებით.

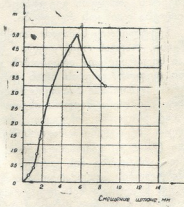
შტანგური სამაგრის წარმატებით მუშაობისათვის ძლიერ მნიშვნელოვანია, რომ დაშტანგული ქანის წონასწორობა დამყარდეს გამონამუშევრის კონსტრუქტურზე შედარებით დიდი რეაქტიული წნევის დროს, რათა არადრეკად დეფორმაციითა ზონაში მზართწარმოქმნის ინტენსივობას არ შეეძლოს ისე განვითარება, როდესაც დიწყება ჩამოქცევის თალის წარმოქმნა.

ამიტომ შტანგებისა და გამონამუშევრის ზედაპირის 1 მ<sup>2</sup>-ზე მათი რაოდენობის შერჩევისას მხედველობაში უნდა ვიქონიოთ, რომ ის ვარიანტი, რომლის დროსაც შტანგის მახასიათებელი მრუდი კვეთს ქანების წნევის მრუდს იმ წერტილზე დაბლა, რომელიც მიიღება წნევის მრუდისა და ჩამოქცევის თალით შექმნილი წნევის წრის გადაკვეთით, მუშაობისათვის უეარისია.

შტანგების გამოვლენაზე ჩატარებული მრავალრიცხოვანი გამოცდები გვიჩვენებს, რომ შტანგური სამაგრი უნდა მიეკუთვნოს მზარდი წინააღობის მცირე და მთლიან სამაგრებს. სურათ 4-ზე ნაჩვენებია სოლურთავიანი, ტყვარჩელის № 8 შახტის კვიშაქვებში ჩამაგრებული შტანგების მახასიათებლები. ეს



ნახ. 3



ნახ. 4

მახასიათებლები მიღებულია ავტორის და თ. ხვადავანიის კონსტრუქციის დამომეტრების მეშვეობით, გამონამუშევრის კონსტრუქტურზე შტანგების რადიალური განლაგების შემთხვევაში სამაგრზე მოსულ წნევასა და სამაგრის წერტილების გადაადგილებას შორის დამოკიდებულების ხასიათს შტანგების გამოვლენაზე გამოცდით მიღებული, ექსპერიმენტული დიაგრამის სახე ექნება. ექსპერიმენტულად მიღებული მრუდიდან გამონამუშევრის ზედაპირის 1 მ<sup>2</sup> მოსულ წნევასა და ამ ზედაპირის წერტილების გადაადგილებებს შორის დამოკიდებულებაზე გადასასვლელად უნდა ვისარგებლოთ პირობით:

$$P = Q \cdot n,$$

სადაც  $P$  გამონამუშევრის 1 მ<sup>2</sup> მოსული წნევაა,  $Q$  — ძალები მოდებული შტანგების გამოსავლეჯად,  $n$  — შტანგების რაოდენობა გამონამუშევრის ზედაპირის 1 მ<sup>2</sup>. შტანგური სამაგრის შემთხვევისათვის წნევის მრუდების ასაგებად აუცილებელია ვიპოვოთ ანალიტიკური დამოკიდებულება გამონამუშევრის კონტურზე ქანებში წარმოქმნილ რადიალურ ძაბვებსა და ამ კონტურის წერტილების გადაადგილებას შორის, შპურების გაბურღვით და დრეკად ზონაში შტანგების გაქექვით (მათი ჩაზაგრების ადგილზე) გამოწვეულს ადგილობრივი ხასიათის ძაბვათა გავლენის გათვალისწინებით. ცხადია, რომ აღნიშნულ ფაქტორთა გათვალისწინება სპეციალურ გამოკვლევებს მოითხოვს და საგონძობლად გართულებს ანგარიშს. მათი ზეგავლენის უგულვებელყოფა ჯერჯერობით შესაძლებელია იმ დაშვებით, რომ ისინი დიდ გავლენას არ მოახდენენ საბოლოო შედეგზე, რადგან შპურების დიახეკრი სალიან მცირეა [2]; და შტანგების გაქექვით გამოწვეული ადგილობრივი ხასიათის ძაბვები წარმოიქმნებიან დრეკად არეში, მაშინ როდესაც წნევები გამონამუშევრის კონტურზე და ამ კონტურის გადაადგილებები ძირითადად არადრეკადი არით განისაზღვრებიან.

ქანების მექანიკური თვისებების, გამონამუშევრის ზომების, ფორმისა და მისი ვანლაგების სიღრმის მხედვით არადრეკად დეფორმაციათა არეებმა შეიძლება მოიცვან გამონამუშევრის მთელი კონტური ან მისი ნაწილი. პრაქტიკაში უმთავრეს შემთხვევაში საქმე გვაქვს, უპირველესად ყოვლისა, ქანების დანალასთან გამონამუშევრის ჭერში. მაგრამ გამონამუშევრის კონტურზე წნევებისა და ამ კონტურის გადაადგილებების ამოცანა, როდესაც არადრეკადი დეფორმაციების არის საზღვრები კვეთს გამონამუშევრის კონტურს, გადაწყვეტილი არ არის. ამიტომ შეიძლება დაუშვათ, რომ არადრეკად დეფორმაციათა არით მოცულობა გამონამუშევრის მთელი კონტური და ავგოთ ქანებში წნევის წრული კ. რუპენეიტის ფორმულით:

$$P = R_0 \frac{\alpha}{2} \left( \frac{10^6}{G} \right)^{\frac{\alpha}{2}} \Omega - k \operatorname{ctg} \varphi, \quad (1)$$

$$\text{სადაც } \Omega = \left( \frac{\alpha}{4 \cdot 10^3 U_0} \right)^{\frac{\alpha}{2}} [(1 - \sin \varphi) (\lambda_3 \gamma h + k \operatorname{ctg} \varphi)]^{\frac{\alpha+2}{2}}$$

$$\alpha = \frac{2 \sin \varphi}{1 - \sin \varphi} \quad \lambda_3 = 0,5(1 + \lambda_2)$$

აქ:  $P$  (ტ/მ<sup>2</sup>) გამონამუშევრის კონტურზე დაწნევაა,  $R_0$  (მ) — გამონამუშევრის რადიუსი გაცვანაში,  $\varphi$  — ქანის შინაგანი ხახუნის კუთხე,  $G$  (ტ/მ<sup>2</sup>) — ძვრის მოდული  $K$  (ტ/მ<sup>2</sup>) — ქანის შეკიდულობის კოეფიციენტი,  $U_0$  (მმ) — გამონამუშევრის კონტურის წერტილების გადაადგილება,  $\lambda_2$  — გვერდითი წნევის კოეფიციენტი,  $\gamma$  (ტ/მ<sup>3</sup>) — ქანის მოცულობითი წონა,  $h$  (მ) — მანძილი დედამიწის ზედაპირიდან.

გრაფიკზე ჩამოქვეყნის თალის წნევის წირის დასატანად ვსარგებლობთ კ. რუპენეიტის ფორმულით

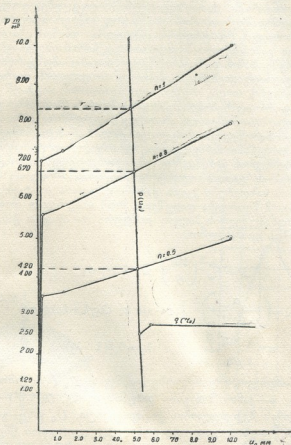
$$q = \frac{1}{2} \gamma R_0 \left( \frac{4}{3} r_0 - \frac{\pi}{2} \right), \quad (2)$$

სადაც  $r_0$  არადრეკადი დეფორმაციების უგანზომილებო საშუალო რადიუსია, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:



$$r_0 = \sqrt{\frac{1 - \sin \varphi}{P + \text{ctg } \varphi}} (\lambda_3 \gamma h + K \text{ctg } \varphi) \quad (3)$$

შტანგური სამაგრი უნდა გამოიყენებოდეს იმ შემთხვევებში, როდესაც არის საშუალება მჭიდროდ ჩაემაგროთ შტანგის საყეტი. ამიტომ შტანგური სამაგრის დანერგვა უნდა დაეიწყოს ექსპერიმენტებით შტანგების შპურიდან გამოგლეჯაზე. თუ ეს გამოცდები გვიჩვენებს, რომ პრაქტიკულად მიზანშეწო-



ნახ. 5

ნილი სიგრძის შტანგების შემთხვევაში (2,5 მ-მდე) შესაძლებელია უკანასკნელთა მჭიდროდ ჩამაგრება ქანებში, ასეთ პირობებში შესაძლებელია შტანგების გამოყენება და მიღებული ექსპერიმენტული მრუდის გამოყენებით მოვახდენთ შტანგების რაოდენობის გაანგარიშებას გამონამუშევრის ზედაპირის 1 მ<sup>2</sup>-ზე. ამისათვის (1) და (2) ფორმულებით აგებული მრუდების გრაფიკზე უნდა დაეიტანოს მრუდები, რომლებიც შტანგის მუშაობას ახასიათებენ მათი 1 მ<sup>2</sup>-ზე

სხედასხვა რაოდენობის დროს (ნახ. 5). გამოსახული პირობებისათვის მიზანშეწონილი იქნება მივიღოთ 1 შტანგა ჭერის 2 მ<sup>2</sup>.ზე, განლაგებულნი დაახლოებით ასეთი ქსელით 1,2×1,65 მ. ამ შემთხვევაში წონასწორობა დაშტანგულ ქანებში დამყარდება 4,2 ტ/მ<sup>2</sup> წნევის დროს. შტანგის სიგრძე გაანგარიშებულ უნდა იქნეს არადრეკადი დეფორმაციების არის რადიუსის მიხედვით. გამონამუშევრების სიმეტრიის ვერტიკალურ ღერძზე,

$$r_L = r_0 - \lambda r, (\theta)$$

უსაფრთხოების გადიდების მიზნით  $\lambda s, (\theta)$  შესწორებას უკულებელვყოფთ.

$$r_L = r_0$$

შტანგის სიგრძე უნდა განისაზღვროს გამოსახულებით

$$l = R_0(r_0 - 1) + C_1 + C_2,$$

სადაც  $C_1$  შტანგის ჩაღრმავების სიღიღეა დრეკადი ზონის ქანებში (18—25 სმ),  $C_2$  შტანგის შპურიდან გამოწვერილი ნაწილის სიგრძეა (8—15 სმ). მოცემული მაგალითისათვის გვექნება:

$$l = 1,4(2,23 - 1) + 0,1 + 0,2 \quad l = 2,0 \text{ მ}$$

შტანგური სამაგრის მუშაობის პრინციპის ზემოთ მოყვანილი ახსნა არსებულთან შედარებით უფრო ზოგადია. უშუალო ჭერის ზემოთ მდებარე უფრო მაგარ შრეებზე „მიკერების“ ჰიპოთეზა ახალი მიდგომის საფუძველზე შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც კერძო შემთხვევა, რომლის დროსაც არადრეკად დეფორმაციათა არე ვრცელდება უშუალო ჭერის და უფრო მაგარი შრის ურთიერთკონტაქტამდე. ჩამოქცევის თაღით გამოწვეული წნევის ჰიპოთეზა განიხილება როგორც დაშტანგული გამონამუშევრის გარშემო არადრეკადი არის ინტენსიური განვითარებისა და ამ არის ფარგლებში ჩამოქცევის თაღების განხილვის შემთხვევა.

სტატიაში განხილულია შტანგური სამაგრის მუშაობა მოსამზადებელი სა-მუშაოების პირობებში. მიუხედავად ამისა, რიც შემთხვევებში მაინც შეიძლება წამოყენებული ჰიპოთეზის გამოყენება ლაგების მუშა არეში შტანგური სამაგრის მუშაობის ასახსნელად, სადაც ეს სამაგრი გამოიყენება ჩვეულებრივი ხის ზიგებისაგან ან სპეცსამაგრისაგან შექმნილ მესერულ სამაგართან ერთად.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სამთა საქმის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.7.1959)

დამოუწმებელი ლიტერატურა

1. В. В. Семевский. Штанговая крепь. Металлургиздат, 1956
2. Е. Я. Махно. К вопросу о расчете штанговой крепи. Уголь, 5, 1959.
3. С. Я. Рахутин. Опыт применения анкерной крепи на шахте им. Костенко. Научные труды карагандинского НИУИ, в. 3, Углетехиздат, 1958.
4. Г. В. Руппнейт. Некоторые вопросы механики горных пород. Углетехиздат, 1954.

## ბ. ხაზალია

## დასმული ბეტონიტური სამაგრის ანბარის შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა თ. თინაშვილმა 10.11.1959)

სასარგებლო ნამარხთა დამუშავება მთელ რიგ შემთხვევაში დაკავშირებულია მოსამზადებელ და კაპიტალურ გამოწამყვართა შენახვის მიმე პირობებთან. საქართველოში ამ მხრივ ყველაზე დამახასიათებელია ახალციხის მურა ნახშირის საბადო.

საბადოს ყველა მომქმედ და მშენებლობაში მყოფ შახტებში მოსამზადებელ და კაპიტალურ გამოწამყვარებში ადგილი აქვს დიდ არათანაბრად განაწილებულ სამთო წნეების გამოვლინებას.

მშენებლობის დროს გამოყენებული სხვადასხვა კონსტრუქციის ლითონის, ბეტონისა და რკინა-ბეტონის ხისტი სამაგრები განიცდიდნენ რა დეფორმაციას — თვის განმავლობაში, მოითხოვდნენ მთლიან ან ნაწილობრივ გადამაგრებას. არც შემდგომმა კონსტრუქციულმა გაუმჯობესებამ შეიტანა არსებითი ცვლილება ამ სამაგრების მუშაობაში. ამასთან დაკავშირებით მიღებულ იქნა გადაწყვეტილება გამოცდილიყო პრაქტიკაში უკვე ცხოვრილი დამყოლი ბეტონიტური და მსხვილი ბლოკური სამაგრები ხის საფენებით.

ექსპერიმენტული მონაცემების შედარებამ გვიჩვენა, რომ გამოწამყვარის კონსტრუქტურა სამთო წნევის არათანაბარი განაწილება არსებითად დამოკიდებულია სამაგრის სახეობაზე. მაგალითად, მონოლითურ სამაგრებზე მოსული მინიმალური გვერდითი წნევების მნიშვნელობა 10 და უფრო მეტჯერ ნაკლებია მაქსიმალურ ვერტიკალურ წნევებზე.

სამაგრის ზიდვის უნარი ამ შემთხვევაში განისაზღვრება წრიულ არმატურაში აღძრული გამჭიმავი ძაბვებით, ე. ი. გაჭიმულ ზონაში ბზარების გაჩენით ან ბეტონის წინალობით კუმშვაზე. მაგრამ სამაგრის ნგრევა იწყებოდა სხვა მიზეზების გამო. ვანსახილავ საბადოში სამაგრის დატვირთვის სიჩქარე გაცილებით მეტი იყო ბეტონის გამაგრების სიჩქარეზე, ამიტომ გაუმაგრებელი ბეტონის ბუდეში მოთავსებული არმატურა თვით უწყობდა ხელს მის დარღვევას.

ხისტი ბეტონიტური სამაგრების გამოყენებამ შედარებით შეამცირა სამთო წნევების სიდიდე, მაგრამ ახალციხის პირობებში მაინც ვერ პოვა გამოყენება — არახელსაყრელად კონცენტრირებული მკუმშავი ძაბვები იწვევდნენ ბეტონის მსხვრვას.

მასივთან ერთად სამაგრის გადაადგილების შესაძლებლობა ხელს უწყობს ძაბვათა გადაწარმოებას და, მაშასადამე, სამთო წნევების სიდიდის შემცირებას. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ გვერდითი წნევები დამყოლ სამაგრებში ორ და უფრო მეტჯერ მეტია მონოლითურთან შედარებით, მაშინ როცა ვერტიკალური წნევები დამყოლ სამაგრებზე 5-ჯერ ნაკლებია მონოლითურზე.

საფენის დეფორმაციის შედეგად ბეტონიტები ბრუნდებიან მღუნავი მომენტის მოქმედების მიმართულებით. ეს თავის მხრივ ადიდებს ღერძული ძალების სიდიდეს. ღერძული ძალების მატება მზარდ გავლენას ახდენს სამაგრის დაძაბულ მდგომარეობაზე და ამით გამოირიცხავს გაჭიმული ზონის გაჩენის შე-

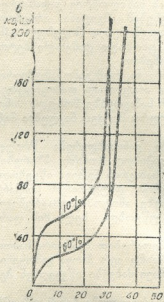


საძლებლობას, ე. ი. წრიული არმატურის საჭიროებას. მაგრამ საფენის პლასტიკურ დეფორმაციებს, რომლებიც ძირითადად წრიული მიმართულებით ვითარდება, თან ახლავს რადიალური მიმართულების დეფორმაციები. ეს უკანასკნელი ხახუნის ძალების გამო იწვევს რადიალური გამჭიმავი ძაბვების გაჩენას ბეტონიტებში. ამით დამყოლი სამაგრიის გამოყენება საშუალებას იძლევა არახელსაყრელად კონცენტრირებული წრიული არმატურა შევცვალოთ თანაბრად განაწილებული რადიალური არმატურით.

თეორიული ანგარიშის უქონლობა, როცა ვათვალისწინებელი იქნებოდა სამაგრის ქანთან ურთიერთმოქმედება, არ გვაძლევს საშუალებას გადავჭრათ ჩვენთვის საჭირო საკითხები სათანადო ექსპერიმენტული კვლევის გარეშე.

მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემები სამთო წნევების განაწილებაზე [1] და ხის საფენის დეფორმაციულ თვისებებზე [2] საშუალებას გვაძლევს სამაგრის მუშაობა განვიხილოთ როგორც დათმობის პროცესში, ისე მის სტატიკურ მდგომარეობაში, ამიტომ დამყოლი სამაგრის ანგარიში შეიძლება დავეყოთ ორ ძირითად ეტაპად: 1) ბეტონიტებში აღძრული რადიალური გამჭიმავი ძაბვების განსაზღვრა სამაგრის დათმობის პროცესში და 2) ხისტი სამაგრის ანგარიში.

პირველ შემთხვევაში დამყოლი სამაგრის ზიდვის უნარი განპირობებულია ბეტონიტებში აღძრული გამჭიმავი ძაბვებით, მეორეში კი ბეტონიტების სიმტკიცით კუმშვაზე.



ნახ. 1

ანგარიშის პირველი ეტაპი შეიცავს რიგ საკითხებს, რომლებიც მოითხოვს დამოუკიდებელ შესწავლას. მაგალითად, საფენის სისქეზე და ფიზიკო-მექანიკურ თვისებებზე დამოკიდებულია სამთო წნევების გათანაბრების ხარისხი, აგრეთვე ბეტონიტებში აღძრული გამჭიმავი ძალების სიდიდე.

რაც უფრო სქელია საფენი, მით უფრო მეტია გამჭიმავი ძალების სიდიდე და დატვირთვების გათანაბრების ხარისხი. მაგრამ საფენები, რომელთა სისქე 5 სმ და მეტია, იწვევენ სამაგრის გადამეტებულ დეფორმირებას; ეს კი თავის მხრივ ხელს უწყობს პირველსაწყისი ფორმის დიდად შეკვლას და ამით ამცირებს სამაგრის ზიდვისუნარს (მდგრადობის დაკარგვის გამო).

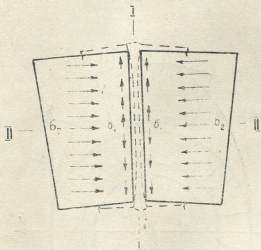
ნახ. 1-ზე  $\sigma$  და  $\Delta l$  კოორდინატთა სისტემაში ნაჩვენებია ფიჭვის საფენის კუმშვის დიაგრამა, ნიმუშის სისქე—5 სმ, წყლის შეკუთლობა—10% და 60%.

10% წყლის შეკუთლობის ნიმუშებში შეიძლება გამოვყოთ ძირითადად 3 დამახასიათებელი უბანი:  $0 \cong \sigma \cong 40$ ,  $40 \cong \sigma \cong 80$  და  $80 \cong \sigma \cong 160$ . პირველი ორი უბანი შეესაბამება დრეკად და პლასტიკურ დეფორმაციებს, ხოლო მესამე წარმოადგენს ამ დეფორმაციების დაქრობის უბანს.



60% წყალშემცველობის ნიმუშებისათვის მრუდის სახე იგივე რჩება, იცვლება მხოლოდ  $\sigma$  და  $\Delta l$ -ის სიდიდეები. ექსპერიმენტული კვლევები გვიჩვენებენ, რომ გარკვეული სისქისა და წყალშემცველობის საფენებს აქვთ დაბევის სრულიად გარკვეული მნიშვნელობა, მათი შემდგომი ზრდა პრაქტიკულად არ იწვევს საფენის დეფორმაციების გადიდებას.

დაბევის ეს მნიშვნელობა მიიღება ბეტონიტებში აღძრული გამჭიმავი დაბევის საანგარიშოდ.



ნახ. 2

ანგარიშის პირველი ეტაპი სრულდება ნახ. 2-ზე ნაჩვენები სქემის მიხედვით. საფენის განივი დეფორმაციები განპირობებულია 2—2—მიმართულებით მოქმედი  $\sigma_2$  საანგარიშო დაბევებით. იმის გამო, რომ ხის განივი დეფორმაციის კოეფიციენტი 3—4-ჯერ მეტია, ვიდრე ბეტონისა, ხე უფრო ინტენსიურად ფართოვდება. ამიტომ ხის საფენის განივი დეფორმაცია ხახუნის ძალების გამო გადაეცემა ბეტონიტებს და ქმნის მათში  $\sigma_1$  გამჭიმავ დაბევებს.

ბეტონის ფარდობითი დეფორმაცია 1—1 მიმართულებით იქნება

$$\epsilon_{\sigma} = \frac{\sigma_1}{E_{\sigma}}$$

ხის ფარდობითი დეფორმაცია იმავე მიმართულებით იქნება

$$\epsilon_{\delta} = \frac{\sigma_1}{E_{\delta}} - \mu_{\delta} \frac{-\sigma_2}{E_{\delta}}$$

ჩვენ მიერ „თბილმშენის“ ლაბორატორიაში ჩატარებულმა ცდებმა გვჩვენა, რომ საფენის ზედაპირი არ განიცდის ძვრას როგორც უარმატურო, ისე ლითონის ბადით არმირებული ბეტონიტების საფენთან შეხების სიბრტყის მიმართ. ამიტომ დეფორმაციის უწყვეტობის პრინციპის გამოყენებით ბეტონის განივი დეფორმაციას უტოლებთ საფენის განივი დეფორმაციას

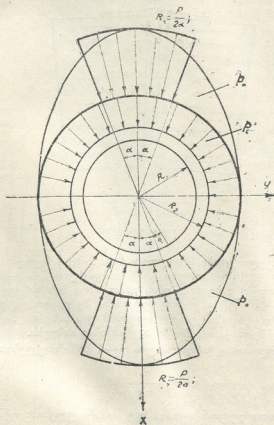
$$\epsilon_{\sigma} = \epsilon_{\delta}$$

ამ განტოლებაში, თუ  $\varepsilon_{\sigma}$  და  $\varepsilon_{\rho}$  მნიშვნელობებს ჩავსვამთ, მივიღებთ

$$\frac{\sigma_1}{E_{\sigma}} = \frac{\sigma_1}{E_{\rho}} + \nu_{\rho} \frac{\sigma_2}{E_{\rho}}$$

ყველა სიდიდე ცნობილია. განვსაზღვრავთ  $\sigma_1$  სიდიდეს

$$\sigma_1 = \sigma_2 \frac{\nu_{\rho}}{\frac{E_{\rho}}{E_{\sigma}} - 1}$$



ნახ. 3

როგორც ჩვენ მიერ ჩატარებული ცდები, ისე მრავალრიცხოვანი დაკვირვებები გვიჩვენებს, რომ ბოჭკოების გასწვრივ აღძრული დეფორმაციები შედარებით მცირეა და არ ახდენენ არსებით გავლენას ბოჭკოების განივ დეფორმაციაზე. ამიტომ ანგარიშის დროს მათ უგულვებელვყოფთ, მით უმეტეს, რომ ამ დეფორმაციების გავლენა სიმტკიცის მარაგში მიდის.

მაშინ, როდესაც გამჭიმავი ძაბვა  $\sigma_1 > [\sigma]$  ბეტონისა გაჭიმვაზე—უნდა გამ.ო-ითვალოს, საჭირო არმატურის რაოდენობა.

ანგარიშის მეორე ეტაპი სრულდება ნახ. 3-ზე ნაჩვენები სქემის მიხედვით. წნევების ექსპერიმენტული მრუდი წარმოდგენილია ელიფსის სახით. ანგარიშის გამარტივებისათვის მოცემულ დატვირთვას ვყოფთ სიმეტრიულ  $P_c$  და ღერძის მიმართ სიმეტრიულ  $P_0$  დატვირთვებად.

როგორც ცნობილია, თუ კონსტრუქციის მასალა ემორჩილება ჰუკის კანონს და განსახილველი დატვირთვები არაა დამოკიდებული დეფორმაციაზე, შეიძლება გამოვიყენოთ ძალთა მოქმედების დამოუკიდებლობის კანონი.

ჩვენს შემთხვევაში აღებული დატვირთვები ეთანადება გაწონასწორებულ სამთო წნევების მნიშვნელობებს. ამასთან ხის საფენის პლასტიკური დეფორმაციები ამოწურულია, ხოლო სამაგრის ელემენტების შემდგომი მუშაობა განიხილება დრეკადობის საზღვრებში. ამიტომ ძალთა მოქმედების დამოუკიდებლობის კანონი სავსებით მისაღებია.

ღერძის მიმართ არათანაბრად განაწილებული სიმეტრიული დატვირთვა  $P_0$  (ნახ. 3) სენ-ვენანის პრინციპის თანახმად, შეიძლება შევცვალოთ რაღაც ფართზე თანაბრადგანაწილებული ინდენტიური დატვირთვით  $\frac{P}{2\alpha}$ .

აღნიშნულის მიხედვით სამაგრის ანგარიში იყოფა ორ დამოუკიდებელ ამოცანად: სამაგრის ანგარიში სიმეტრიულ  $P_c$  და ღერძის მიმართ სიმეტრიულ  $\frac{P}{2\alpha}$  დატვირთვებზე.

ბიჰარმონიული განტოლების  $\nabla^2 \nabla^2 \varphi = 0$  ზოგადი ინტეგრალი შეკრული წრიული რგოლისათვის იქნება [3]

$$\varphi = B_0 r^2 + C_0 \ln r + \sum_k^{2,4,6} (A'_k r^k + B'_k r^{-k} + C'_k r^{k+2} + D'_k r^{-k+2}) \cos k\theta. \quad (1)$$

ძაბვები გამოისახება ფორმულით:  
რადიალური

$$R_r = \frac{1}{r} \frac{d\varphi}{dr} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \theta^2};$$

ტანგენციალური

$$\Theta_\theta = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2}; \quad (2)$$

შეგბი

$$R_{\theta z} = \Theta_r = -\frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \frac{d\varphi}{d\theta} \right).$$

სიმეტრიული დატვირთვებისათვის ავონახსნი ემორჩილება შემდეგ სასაზღვრო პირობებს:

$$\begin{aligned} R_r &= P_c, & \text{როცა } r &= R_2 \\ R_r &= 0, & \text{როცა } r &= R_1 \end{aligned} \quad (3)$$

ამ შემთხვევაში

$$\varphi = B_0 r^2 + C_0 \ln r.$$

ჩავსვით  $\varphi$  მნიშვნელობა (2) ფორმულაში და შევასრულოთ შესაბამისი დიფერენცირება, მივიღებთ

$$\begin{aligned} R_r &= -\frac{P_c R_2^2}{R_2^2 - R_1^2} \left(1 - \frac{R_1^2}{r^2}\right); \\ \Theta_r &= -\frac{P_c R_2^2}{R_2^2 - R_1^2} \left(1 + \frac{R_1^2}{r^2}\right); \\ R_\theta &= \Theta_r = 0. \end{aligned} \quad (4)$$

ღერძის მიმართ სიმეტრიული დატვირთებისათვის ამონახსნი აკმაყოფილებს შემდეგ სასაზღვრო პირობებს:

$$R_r = 0, \quad \text{როცა } r = R_1,$$

$$\Theta_r = 0, \quad \text{როცა } r = R_1,$$

$$\Theta_r = 0, \quad \text{როცა } r = R_2,$$

$$R_2 = -\frac{P}{2\alpha}, \quad \text{როცა } \begin{cases} -\alpha < \Theta < \alpha \\ \pi - \alpha < \Theta < \pi + \alpha \\ r = R_2 \end{cases}$$

$$R_r = 0, \quad \text{როცა } \begin{cases} \alpha < \Theta < \pi - \alpha \\ \pi + \alpha < \Theta < 2\pi - \alpha \\ r = R_2 \end{cases}$$

თუ რგოლის გარე ზედაპირზე დატვირთვას დავშლით ფურიეს მწკრივად, სასაზღვრო პირობები შეგვიძლია გადავწეროთ ასე:

$$R_r = -\frac{P}{\pi} \sum_k^{2,4,6} \frac{\sin k\alpha}{k\alpha} \cos k\Theta,$$

როცა  $r = R_2$ .

თუ ამონახსნს დავუქვემდებარებთ ამ სასაზღვრო პირობებს და დავტოვებთ  $K$ -ს მხოლოდ ლუწ მნიშვნელობებს, მივიღებთ

$$2B_0 + C_0 \frac{1}{R_1^2} = 0;$$

$$2B_0 + C_0 \frac{1}{R_2^2} = -\frac{P}{\pi};$$

$$-k(k-1)A'_k R_1^{k-2} - k(k+1)B'_k R_1^{k-2} - (k+1)(k-2)C'_k R_1^k - (k-1)(k+2)D'_k R_1^k = 0;$$

$$-k(k-1)A'_k R_2^{k-2} - k(k+1)B'_k R_2^{k-2} - (k+1)(k-2)C'_k R_2^k - (k-1)(k+2)D'_k R_2^k = 0;$$

$$k(k-1)A'_k R_1^{k-2} - k(k+1)B'_k R_1^{k-2} + k(k+1)C'_k R_1^k - k(k-1)D'_k R_1^k = 0;$$

$$k(k-1)A'_k R_2^{k-2} - k(k+1)B'_k R_2^{k-2} + k(k+1)C'_k R_2^k - k(k-1)D'_k R_2^k = 0.$$



თუ შევადგენთ დეტერმინანტს, ძნელი არ იქნება  $A_k, B_k, C_k, D_k$  კოეფიციენტების განსაზღვრა.

კოეფიციენტების მიღებული სიდიდეების ჩასმით ძაბვების ფუნქციაში, მივიღებთ  $R_r, \Theta_r$  და  $R_{\theta}$  მნიშვნელობებს.

ამ უკანასკნელის შეჯამებით იმ ძაბვებთან, რომლებიც მიღებულ იქნა სიმეტრიული ამოცანის განხილვისას [4], მივიღებთ ძაბვების საბოლოო მნიშვნელობებს ანგარიშის ამ მეორე ეტაპისათვისაც.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
სამთო საქმის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 14.11.1959)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. А. Ардишвили. Труды института горного дела им. Г. А. Шулюкидзе. Тбилиси, 1959.
2. А. Я. Попенко. Сборник статей по вопросу крепления горных выработок в условиях Донбасса. 1953.
3. П. Ф. Папкович. Теория упругости, 1939.



გოტანიკა

ა. შაჰრილი

## ქაფურის ხის ფოთლების ეპიდემიისის ცვალებადობა

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. კოლაკოვსკიმ 2.4.1959)

ხეებისა და ბუჩქოვან მცენარეთა ამონათხარი ჯიშების ფიტოლოგიის ეპიდემიური სტრუქტურის გამორკვევისას დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ სტრუქტურის ხასიათსა და მის ცვალებადობას. დუბის ქიშკრის დროის ფლორის დაფისებრთა ფიტოლოგიის ეპიდემიური სტრუქტურის შესწავლით გამოირკვეა, რომ ერთისა და იმავე სახეობის მცენარის ფოთლებს არ ემჩნევთ საგრძნობი ცვალებადობა არც ფორმაში და არც სიდიდეში. ამან მოგვცა შესაძლებლობა დაგვედგინა სხვაობა ცალკეულ სახეობათა შორის. გარდა ამისა, აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ ჰერბარიუმიდან აღებულ დაფისებრთა ერთისა და იმავე სახეობების ფოთლების ეპიდემიური აგებულებაც არ ხასიათდება საგრძნობი ცვლილებებით.

დაფისებრთა ეპიდემიისის უმნიშვნელო ცვალებადობის დასამტკიცებლად ჩვენ გამოვიკვლიეთ ფოთლები ორი ქაფურის ხისა, რომლებიც სოხუმის ზოტანიკური ბაღის დენდრარიუმიშია. ერთი მათგანი შზიან ადგილზეა, მეორე — ჩრდილში. ფოთლებს ვიღებდით სხვადასხვა ხნოვანებისას (ივნისი, სექტემბერი), ვარჯის სხვადასხვა იარუსიდან და ექსპოზიციიდან (ჩრდ., სამხრ.). გაცერაციისათვის ვიღებდით დაახლოებით 1 კვ. სმ ფართობს ფოთლის მთავარი ძარღვის მარჯვენა მხარის შუა ადგილიდან.

ამრიგად, 1957 წ. სექტემბერსა და 1958 წ. ივნისში გამოკვლეულ იქნა ჩრდილში მზარდი ქაფურის ხის ფოთლები, ხოლო 1958 წ. ივნისში — ღია, შზიან ადგილზე მზარდისა.

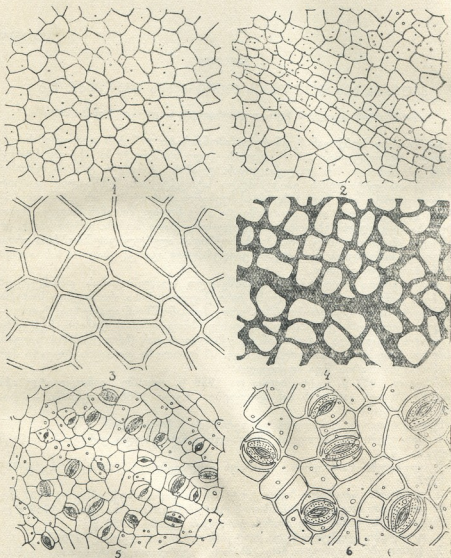
სულ გავაკეთეთ ფოთლების ეპიდემიისის 9 პრეპარატი:

1. ფოთლები ჩრდილოეთის მხრისაკენ განლაგებული ვარჯიდან. სექტემბერი, 1957 წ.;
2. ფოთლები სამხრეთის მხრისაკენ განლაგებული ვარჯიდან. სექტემბერი, 1957 წ.;
3. ფოთლები, აღებული ზედა ტოტების ვარჯიდან. სექტემბერი, 1957 წ.;
4. ფოთლები ჩრდილოეთის მხარის ტოტების ვარჯიდან. ივნისი, 1958 წ.;
5. ფოთლები სამხრეთის მხარის ვარჯიდან. ივნისი, 1958 წ.;
6. ფოთლები, აღებული ზედა ტოტების ვარჯიდან. ივნისი, 1958 წ.;
7. ფოთლები, აღებული ჩრდ. მხარის გვერდითი ტოტებიდან. ივნისი, 1958 წ.;
8. ფოთლები სამხრეთის ტოტების ვარჯიდან. ივნისი, 1958 წ.;
9. ფოთლები, აღებული ზედა ტოტების ვარჯიდან. ივნისი, 1958 წ.

ქაფურის ხის ფოთლის ეპიდემიისი ჩვენ აღწერეთ შ ა ხ ა რ ო ვ ი ჩ ი ს [2] სქემის მიხედვით, რამდენადმე შეცვლილი სახით.

ზედა ეპიდემიისის ბუდეები ბუნდოვნადაა გარემოვლებული ჰურპულ-ბოჭკოვან კონეზზე განლაგებული უჯრედებით. ბუდეები ცოტად თუ ბევრად მომრგვალო ან ოვალურია, 1,0—1,1 მმ სიგრძისა და 0,6—0,8 მმ სიგანისა. თი-

თოვულ ბუღეში 32—38 უჯრედის სხვადასხვაგვარი ფორმის ეპიდერმისით: (იხ. ნახ. I-1—3). კვადრატული, სამკუთხიანი, სწორკუთხიანი, რომბული, ტრაპე-



ნახ. I. *Cinnamomum camphora* T. Nees: 1—ზედა ეპიდერმისი 1/143; 2—ზედა ეპიდერმისი კურკელბოკოვან კონეზე მოთავსებული უჯრედებით 1/143; 3—ზედა ეპიდერმისი 1/313; 4—ქვედა ფირიდერმისის ბუდეები შემოვლებული კურკელბოკოვან კონეზე მოთავსებული უჯრედებით (კონები შავადაა მოცემული) 1/216; 5—ქვედა ეპიდერმისი 1/143; 6—იგივე 1/313

ცილიდური, ციტად თუ ბევრად სწორი ან ოდნავ მოხრილი კიდეებით, 15—17 მიკრონი სიგრძისა და 8—12 მიკრონი სიგანისა. უჯრედები განლაგებულია

ქურჭელბოჭკოვან კონებზე 1—4 მწკრივად (იხ. ცხრ., ნახ. 2). ერთ მწკრივად განლაგებული უჯრედები ოდნავ განსხვავდება ჩვეულებრივი ბუდეების ფართობის მჭარავი უჯრედებისაგან, ხოლო სამ-ოთხმწკრივიანი უმთავრესად სწორკუთხოვანია, პარალელური გვერდითი კიდეებით, 16—18 მიკრონი სიგრძისა და 7—10 მიკრონი სიგანისა. ეპიდერმისის თითქმის ყველა უჯრედში არის ზეთის წვეთები. ქვედა ეპიდერმისის ბუდეები მკვეთრად გარემოვლებულია უჯრედებით, რომლებიც განლაგებულია ქურჭ. ბოჭკოვანი კონების უქანასკნელ დატოტუანებზე. ზედა ეპიდერმისისგან განსხვავებით, უჯრედები, განლაგებულია ქურჭელბოჭკოვან კონებზე, უმთავრესად ა—4-მწკრივიანია, ძალზე იშვიათად კი ერთგვაროვანი, რის გამოც ბუდეები ბაგეებთან ერთად მკვეთრად გამოირჩევა. ბუდეების ფორმა აგრეთვე მომრგვალოა ან ოვალური (იხ. ცხრ., სურ. 1-4). უჯრედების ბუდეები ფორმით ემსგავსება ზედა ეპიდერმისის ანალოგიურ უჯრედებს, მაგრამ ხშირად უფრო მოგრძოა, 18—20 მიკრონი სიგრძისა და 6—8 მიკრონი სიგანისა (იხ. ცხრ., სურ. 1-4, 5). ბაგეები (იხ. ცხრ., სურ. 1-5, 6) ბუდეებში დიფუზიურად განლაგებული, 12—17-მდე (გვერდით მდებარე უჯრედებთან ერთად), ხოლო მჭარავ უჯრედებში — 38—42-მდე. ბაგეების რიცხვის დამოკიდებულება გვერდით მდებარე უჯრედებთან ერთად ბუდეების მჭარავი უჯრედების რიცხვთან შედარებით დაახლოებით 1:3 შეადგენს. იმასთან დაკავშირებით, რომ ეპიდერმისის უჯრედები ოდნავ განსხვავდება ბუდეების

ცხრილი 1

პრეპარატების ნომერი	ზედა ეპიდერმისის უჯრედ. რაოდენობა 1 კვ. მმ-ზე	ვადაზრა საშუალო რიცხვიდან	ზედა ეპიდერმისის უჯრედების საშ. ფართ. მიკრონებით	ვადაზრა საშუალო რიცხვიდან მიკრონებით	ქვედა ეპიდერმისის უჯრედ. რაოდენობა 1 კვ. მმ-ზე	ვადაზრა საშ. რიცხვიდან	ქვედა ბუდე უჯრედ. საშ. ფართ. მიკრონ.	ვადაზრა საშ. რიცხ. მიკრონებით	ბაგეების რაოდენობა 1 კვ. მმ-ზე	ვადაზრა საშ. რიცხვიდან	ბაგეების აპარატ. საშ. ფართობი მიკრონ.	ვადაზრა საშ. რიცხ. მიკრონ.
I	48	0	29	-1	54	-3	21	+5	15	0	1	+6
II	46	+2	30	-2	51	0	39	-13	13	+2	20	+1
III	47	+1	29	-4	55	-4	34	-8	15	0	25	-4
IV	47	+1	29	-1	48	+3	29	-5	13	+2	20	+1
V	47	+1	29	-1	51	0	27	-1	15	0	25	-4
VI	47	+1	30	-2	37	+14	37	-11	15	0	22	-1
VII	48	0	29	-1	48	+3	29	-3	16	-1	24	-3
VIII	55	-7	25	+3	63	-12	22	+4	17	+2	17	+4
IX	54	-6	26	+2	55	-4	25	-1	15	0	24	-3

დანარჩენი მჭარავი უჯრედებისაგან, ბაგეების ტიპის დადგენა ძნელია, თუმცა ზოგიერთ შემთხვევაში ვამჩნევთ ბაგეების გვერდით მოთავსებულ ეპიდერმისის უჯრედების რკალისებრ განლაგებას, რაც დაფენისებრთა ოჯახის ბევრი გვარისათვის დამახასიათებელ თვისებას წარმოადგენს. ბაგეების ჩამკეტი უჯრედები ნახევარმთვარისებრი ფორმისაა, 5—8 მიკრონი სიგრძისა და 1—1,5 მიკრონი სიგანისა. დამხმარე უჯრედებიც ასეთი ფორმისაა, მაგრამ უფრო ფართოა — 8—10 მიკრონი სიგრძისა და 3 მიკრონი სიგანისა, ზოგჯერ მათი კიდეები მიკროსკოპში არ ჩანს ან მხოლოდ ერთი მათგანი მოჩანს. დამხმარე უჯრედებიც ნახევარმთვარის ფორმისაა, 8—12 მიკრონი სიგრძისა და 2—3 მიკრონი სიგანისა, რომლებიც შეიცავენ 2—3 მსხვილ ზეთის წვეთს. გვერდით მდებარე





უჯრედები ფორმით ემსგავსება მხურავ უჯრედებს, მაგრამ უფრო წვრილებია, 3—5 მიკრონი სიგანისა. ზოგჯერ მათ ვერ ვამჩნევთ. ეპიდერმისის ზედა და ქვედა მხარეზე ზოგჯერ გვხვდება წყალგამტარი უჯრედები.

უჯრედების რაოდენობის დათვლა წარმოებდა ერთ კვ მმ ფართობზე (40) 1 გალიდების დროს, სამჯერ განმეორებით, ბაგეების აპარატის საშუალო ზომისა კი ათჯერ განმეორებით.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, კრონის სხვადასხვა იარუსიდან, სხვადასხვა დეროებიდან, აგრეთვე განსხვავებული ხნოვანების ხეებიდან აღებული ფოთლების ეპიდერმისის უჯრედების ფორმა და სიდიდე მულმივობას იჩენს თითქმის ყველა შემთხვევაში. ზედა ეპიდერმისის ბუდეების უჯრედების მაქსიმალური გადახრა საშუალო რიცხვთან შედარებით ერთ კვ. მმ ფართობზე უდრის  $\pm 2$ -ს ყველა პრეპარატისათვის, მერვე და მეცხრე პრეპარატების გამოკლებით, სადაც ეს განსხვავება —6, —7-ს აღწევს. ასეთივე გადახრა ქვედა ეპიდერმისის უჯრედებისათვის შეადგენს  $\pm 4$ -ს, მეექვსე პრეპარატის გამოკლებით, სადაც იგი უდრის + 14-ს, და მერვე პრეპარატისა, რომლის დროსაც ის შეადგენს — 12-ს. უფრო მეტი მულმივობით ხასიათდება ბაგეების რაოდენობა ყველა პრეპარატზე, სადაც გადახრა საშუალო რიცხვთან შედარებით + 2-ს უდრის. საკმაოდ მულმივია აგრეთვე ბაგეების აპარატის საშუალო სიდიდე. გადახრა ამ შემთხვევაში საშუალო რიცხვთან შედარებით უდრის  $\pm 4$  მიკრონს, მხოლოდ ერთ შემთხვევაში (პრეპ. I) იგი აღწევს 6 მიკრონამდე. საინტერესოა აღენიშნოთ, რომ, პ. ბ ა რ ა ნ ი ე ის მონაცემების მიხედვით [1], თურქმენეთის ზოგიერთი ბალახეული მცენარის სხვადასხვა იარუსების ფოთლებს ახასიათებს ბაგეების რაოდენობის მკვეთრი სხვაობა.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, შედარებით მცირე განსხვავებას ვხვდებით აგრეთვე ჭურჭელბოჭკოვანი ვარჯების ზემოთ მოთავსებული უჯრედების სიდიდეში საშუალო რიცხვთან შედარებით აქ გადახრა არ არის  $\pm$  ხუთ მიკრონზე მეტი. ყველაზე მეტი სხვაობა ქვედა ეპიდერმისის უჯრედების ფართობებს შორის, სადაც გადახრა საშუალო რიცხვთან შედარებით უდრის + 5 მიკრონიდან 11 მიკრონამდე, მაშინ როდესაც ასეთივე გადახრა ზედა ეპიდერმისის უჯრედებში მხოლოდ  $\pm 2$ —4 მიკრონს შეადგენს.

ქაფურის ხის ფოთლის ეპიდერმული სტრუქტურის ცვალებადობის შესწავლამ გვიჩვენა მათი საგრძნობი მულმივობა მსგავსად იმისა, როგორც ამას ვხედავთ პერბარიუმიდან აღებულ დაფნისებრთა სხვა სახეობებში (პერბარიუმიდან აღებული პრეპარატების მიხედვით). ყველაფერი ეს გვაძლევს შესაძლებლობას უფრო ზუსტად იჩენს გამორკვეული აღნიშნულ მცენარეთა სახეობები მათი ნაპარხი ფიტოლების სტრუქტურის დადგენის მიხედვით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სოხუმის ბოტანიკური ბაღი

(რედაქციას მოუვიდა 4.4.1959)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. А. Баранов. К методике количественно-анатомического изучения растения. Распределение устьиц. Бюллетень Среднеазиатского Государственного Университета. Вып. 7, 1924.
2. С. Ф. Захаревич. К методике описания эпидермиса листа. Вестник Ленинградского Университета. 4, 1954.
3. А. А. Колаковский. Первое дополнение к пиоценовой флоре дуаба. Труды Сухумского бот. сада, вып. XI, 1958.

## ზოოლოგია

ლ. გომელაური

გვარ *TENUIPALPUS*-ს ტიპის ახალი სახეობა საქართველოდან  
(*ACARINA, TENUIPALPIDAE*)

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 11.3.1959)

საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტში არსებულ ტიპებს კოლექციებში დადგენილ იქნა ახალი სახეობა გვარ *Tenuipalpus* Donn., 1875-დან, ამ სახეობის აღწერა, შესრულებული ჩემ მიერ ჰ. რეკის ხელმძღვანელობით, მოცემულია ქვემოთ.

*Tenuipalpus cheladzeae* Gomelauri, sp. n.

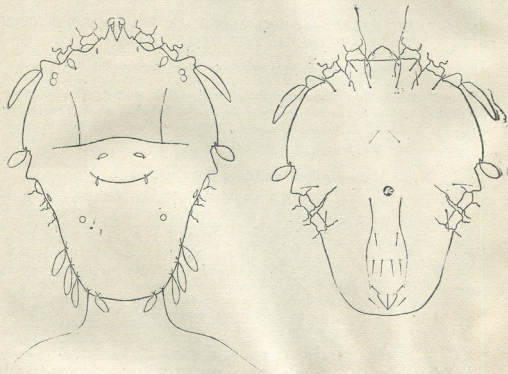
დედალი: სხეული აშვარად სოკოსებურია. პროპოდოსომის გვერდებზე II მენჯების უკან განვითარებულია თითო მომრგვალო-სამკუთხოვანი მსხვილი შეერილი. ჰისტეროსომის გვერდებზე, III მენჯებსა და ლატერალური ჯაგრების პირველ წყვილს შორის, არის აგრეთვე თითო შედარებით უფრო მსხვილი და წამახვილებული შეერილი. მრავალ ეგზემლარს პროპოდოსომის წინ გვირგვინის ორი მსხვილი შეერილის ქვეშ გამოშვებული აქვს წყვილი ასეთივე სიგრძის ძალიან წვრილი, წაწვეტებული, ვიწრო ფირფიტა. ზურგის მხარეზე პროპოდოსომასა და ჰისტეროსომას შორის კარგადაა გამოხატული განივი ღარი. პროპოდოსომაზე დორსალურად ორი მკაფიო სიგრძივი ღარია, რომლებიც მიემართე-  
ნიან ზემოთ აღნიშნული განივი ღარიდან წინ და ვერ აღწევენ თვალების ღონეა.

ჰისტეროსომაზე ცენტრალური ჯაგრების მეორე წყვილის ღონეზე კარგადაა გამოსახული უკან გადახეჩილი განივი ღარი, რომელიც ვერ აღწევს სხეულის გვერდით კიდეებს. ჰიპოსტომი მოკლეა და მომრგვალო-სამკუთხოვანია. მისი სიგრძის შეფარდება ფუძის სივანესთან უახლოვდება 12,4 : 21,1-ს. ზურგის ჯაგარი 13 წყვილია; მათგან ჰისტეროსომაზე 7 ლატერალური წყვილია. უკანას-  
კნელნი, გარდა მეექვსე მოლტისებური წყვილისა, ფოთლისებურია; მათ შორის ბოლო წყვილი გამოირჩევა გაცილებით უფრო მკირე სიდიდით; დანარჩენი ლატერალური ჯაგრები მსხვილია; მესამე, მეოთხე, მეხუთე და მეშვიდე წყვი-  
ლი ჯაგრები დაახლოებით ერთნაირი სიგრძისაა. გასინჯული ეგზემლარების დიდ უმრავლესობას ჰისტეროსტომაზე ყველა ცენტრალური ჯაგარი პატარა, ლანცეტისებური ან ვიწრო ფოთლისებური აქვს.

ცენტრალური ჯაგრების მესამე წყვილი დანარჩენ ორ წყვილზე უფრო ვი-  
წროა და პატარა. მხოლოდ ერთეულ ეგზემლარებს ჰისტეროსტომაზე გააჩნიათ მსხვილი-ფოთლისებური ცენტრალური ჯაგრები. თხემისეული ჯაგრები პატარე-  
ბია, ლანცეტისებური ან ვიწრო—ფოთლისებური; შიდა თვალისეული ჯაგრები ყოველთვის ფოთლისებურია და თხემისეულ ჯაგრებზე შესამჩნევად უფრო მსხვილი. გარეთა თვალისეული ჯაგრები ფოთლისებურია და მსხვილი. მათი სიგრძე 5—6-ჯერ მეტია სივანეზე და დაახლოებით მათ ფუძესა და პროპოდო-  
სომას უკანა კიდე შორის არსებული მანძილის ნახევრის ტოლია; ისინი გამო-

ლიან პროპოდოსომის გვერდებზე შევრილებების უკან მდებარე პატარა ბორცვა-კებიდან.

ჰიპოსტომალური ჯაგრები ნაკრტენისებურია. მენჯის ყველა ჯაგარი თითქმის ერთნაირი სიგრძისაა; I—IV მენჯებზე განლაგებულია შესაბამისად 2, 2, 1 და 1 ჯაგარი; I და II მენჯების უკანა ჯაგრები შებუსვილია, დანარჩენი მენჯის ჯაგრები გლუვია. ყველა მენჯებზეა ჯაგარი გლუვია; წინა, შუათანა და უკანა მენჯებზეა ჯაგრები ძალიან გრძელია; წინა მენჯებზეა ჯაგრები ბოლოებით თა-



ნახ. 1. *Tenuipalpus cheladzeae*, sp. n. დედალი; მარცხნივ—სხეულის ზურგის მხარე, მარჯვნივ—მუცლის მხარე

თქმის აღწევენ I ბარძაყების კიდევებს, უკანა—ანალური ჯაგრების ფუძეებს. შუათანა მენჯებზეა ჯაგრები რამდენჯერმე უფრო მოკლეა წინასა და უკანაზე.

ანალური, პრეპიგინიალური და ეპიგინიალური ჯაგრები გლუვია და დაახლოებით ერთნაირი სიგრძისაა. სტილოფორის სიგრძის შეფარდება სიგანესთან უახლოვდება 37,4 : 20,2-ს. საცეცები სამნაწევრიანია; მათი შუათანა ნაწევარი ბევრად მსხვილია დანარჩენებზე. ამ ნაწევრის წვერზე დორსალურად მდებარეობს მოხრილი ორმხრივ შებუსვილი ჯაგარი, რომელიც გადმოზნეილია უკანასკნელ ნაწევარზე. ჯაგრების რაოდენობა ფეხებზე: I და IV თათებზე შესაბამისად 9, 9, 5 და 5; I—IV წვივებზე—5, 5, 3 და 3; I—IV მუხლებზე—3, 3, 1 და 0; I—IV ბარძაყებზე—4, 4, 2 და 1; I—IV ტაბუხებზე—1, 1, 2 და 1. I, II და IV ტაბუხებზე ჯაგრები ნაკრტენისებურია; III ტაბუხზე ერთ-ერთი ჯაგარი ნაკრტენისებურია, ხოლო მეორე—ფოთლისე-



ბური. ზოგიერთი ჯაგარი I — III ფეხებზე მსხვილია, ფოთლისებური ან ლანცეტისებური; ყველა თათს თავის ბოლოზე აქვს თითო შოლტისებური ჯაგარა; I და II თათების ბოლოებზე გარეთა მხრიდან თითო ჩხირისებური ჯაგარია. სხეულის სიგრძე მიკრონებით (საშუალო 10 განაზომიდან) 371-ია, სიგანე—256.

მამალი. სხეული დედალთან შედარებით საგრძნობლად შევიწროებულ ოპისტომოსით ხასიათდება. ჰისტეროსომაზე დორსალურად უკან გადახნილი ღარი არა აქვს. ვენტრალურად ლატერალური ჯაგრების მესამე წყვილის ფუძეების დონეზე მკვეთრადაა გამოსახული განივი ღარი. ვენტრალურად ჰისტეროსომა ოპისტომოსიდან გამიჯნულია რამდენიმე პარალელური ნაოქით. შიდა თვალისებური ჯაგრები დედალთან შედარებით უფრო პატარაა.

აღწერა მოცემულია 1957 წ. მისითა და იენისით დათარიღებული მასალის მიხედვით, რომელიც შეგროვილია საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის ბათუმის ბოტანიკურ ბაღში 3 სახეობის წიწვიან ხეზე: ევროპის უთხოვარზე (*Taxus baccata*), ძლიერ სოკზე და ალტორულ სოკზე (*Abies firma*, *A. numidica*). მასალა შეგროვილია ფიტოპათოლოგის ვ. ხელაძის მიერ, რომლის სახელიც ენიჭება ახალ სახეობას.

რამდენადაც ამის შესახებ შესაძლებელია მსჯელობა არსებული ლიტერატურის მიხედვით, გვარ *Tenuipalpus*-ის ტიპებიდან წიწვიან მცენარეებზე აქამდე ცნობილი იყო მხოლოდ *T. podocarpi* Lawrence, 1943 (სამხრეთ აფრიკა) [2, 3], რომელიც კარვად გამოირჩევა ჩვენი სახეობისაგან რიგი მორფოლოგიური დეტალებით. ჩვენი ახალი სახეობა ახლო დგას *T. caudatus* (Duges, 1834)-თან, რომელიც აღნიშნულია ძახველზე საფრანგეთისა და იტალიისათვის [3]. *T. cheladzeae*, sp. n.-ის დადგენისას მორფოლოგიურ დასაბუთებად გამოდგა ის, რომ მისგან განსხვავებით *T. caudatus*-ის შუათანა მენჯებზორისი ჯაგრები შებუსხვილია; თხემისებური და შიდა თვალისებური ჯაგრები ერთნაირი ზომისაა, პატარა, ვიწრო და ლანცეტისებურია; ცენტრალური ჯაგრების პირველი და მეორე წყვილი მსხვილია და ფოთლისებურია; ლატერალური ჯაგრების მეორე წყვილი ჰისტეროსომაზე ჯაგრისებურია, ხოლო ლატერალური ჯაგრების მესამე წყვილი გაცილებით უფრო გრძელია, ვიდრე მეოთხე და მეხუთე წყვილი [1,2]. არსებული მონაცემები *T. caudatus*-ის სხეულის მუცლის მხარის ქეტომის შესახებ უკიდურესად ღარიბია და ამიტომ ამ სახეობასა და *T. cheladzeae*, sp. n.-ს შორის გამოვლინებული განსხვავებანი ძირითადად მხოლოდ ზურგის ჯაგრებს ეხება. რამდენადაც არ არის გამოორიცხული ამ ჯაგრების ფორმისა და სიდიდის ვარიაციების შესაძლებლობა სახეობის ფარგლებში, სახეობრივი დამოუკიდებლობა *T. cheladzeae*, sp. n. ჯერ კიდევ საჭიროებს დამატებით დასაბუთებას, რაც შესაძლებელი გახდება *T. caudatus*-ზე უფრო დაწვრილებითი მონაცემების დაგროვებისას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 ზოოლოგიის ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 12.3.1959)



## დაბეჭდილი ლიტერატურა

1. E. W. Baker. Mites of the genus *Tenuipalpus* (*Acarina: Trichadenidae*). Proc. Entomol. Soc. Wash., v. 47, № 2, 1945.
2. E. W. Baker and A. E. Pritchard. A review of the false spider mite genus *Tenuipalpus* Donnadieu (*Acarina: Phytoptipalpidae*). An. Entomol. Soc. Am., v. 46, № 3, 1953.
3. A. E. Pritchard and E. W. Baker Jr. The false spider mites ((*Acarina: Tenuipalpidae*). Univ. Calif. Publ. Entomol., v. 14, № 3, 1957.



ფიზიოლოგია

ბ. ანთელიძე, ს. ბუთხუზი და ს. ნარიკაშვილი

სუნთქვის ცვლილებები ბადებრივი ფორმაციის გაღიზიანების დროს სპინალური რიმულუსების შექაზებასა და გაადვილებასთან დაკავშირებით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 1.6.1959)

ცნობილია, რომ თავის ტვინის ღეროს ბადებრივი ფორმაცია ანატომიურად მჭიდროდაა დაკავშირებული სუნთქვის ცენტრთან [12, 18, 19, 21]. რიგ შრომებში, რომლებიც შეეხება სუნთქვის ცენტრალური მექანიზმების შესწავლას, დადგენილია ინსპირაციული და ექსპირაციული ცენტრების ლოკალიზაცია, სუნთქვის ნორმული რიტმის წარმოქმნის მექანიზმი, ცთომილი ნერვების აფერენტული იმპულსაციის როლი და სხვა [9, 22, 17, 8]. მეორე მხრივ, კარგადაა ცნობილი, რომ ტვინის ღეროს გაღიზიანება იწვევს რეფლექსური რეაქციების როგორც შეკავებას, ისე გაადვილებას [5, 4, 2, 13, 14, 16, 1]. ამრიგად, თავის ტვინის ღეროს ქვედა უბნების ბადებრივი ფორმაცია გავლენას ახდენს როგორც სომატურ, ისე ვეგეტატურ ფუნქციებზე, მაგალითად, სუნთქვის აქტზე. ბადებრივი ფორმაციის აღნიშნული დამავალი გავლენა სომატურ და ვეგეტატურ რეაქციებზე მეტწილად ცალცალკე შეისწავლებოდა და ამიტომ ვერ კიდევ ცოტა რამ არის ცნობილი ამ გავლენათა ურთიერთობის შესახებ. კერძოდ, ბადებრივ ფორმაციაში სომატურ და ვეგეტატურ ფუნქციათა შესაძლო ინტეგრაციის თვალსაზრისით გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს იმის დადგენა, თუ სუნთქვის რა ცვლილებები აღინიშნება სპინალური რეფლექსების შეკავებისა და გაადვილების დროს (ბადებრივი ფორმაციის გაღიზიანებისას) და რამდენად კანონზომიერია ამ ცვლილებების ერთობლივი აღმოცენება. სწორედ ამ საკითხის ექსპერიმენტულ შესწავლას ისახავს მიზნად წინამდებარე გამოკვლევა.

მ ე თ ო დ ი კ ა

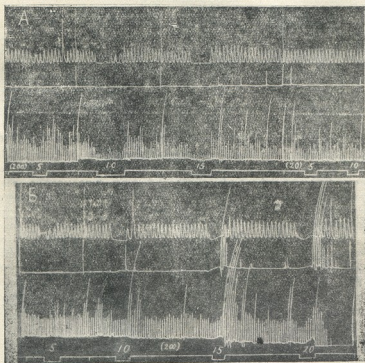
ცდები წარმოებდა კატეზზე სხვადასხვა სიღრმის ქლორალოზის ნარკოზის პირობებში (ჩვეულებრივად 20—40 მგ ქლორალოზა ცხოველის კილოგრამ წონაზე), ზოგჯერ ეთერის ნარკოზის დროს და ცხოველის ნარკოზიდან გამოსვლის პერიოდში.

ეთერის ნარკოზის ქვეშ, ტრაქეოტომიის შემდეგ, ვაცალკევებდით ბარძაყის ნახევარმეყსოვან და ოთხთავა კუნთებს. ნათხემის მოცილების შემდეგ ბადებრივი ფორმაცია ღიზიანდებოდა (რელაქსაციური გენერატორით, იმპულსის ხანგრძლივობა 0,5—1 მილისეკ.) ბიპოლარული ელექტროდებით (პოლუსთაშუა მანძილი — 1 მმ), რომლებიც ტვინში შეგვყავდა სტერეოტაქსიკური აპარატის მეშვეობით. მცირე წვივის ნერვის განმეორებითი ერთხელობრივი გაღიზიანებით გიწვევდით კუნთების რეფლექსურ შეკუმშვას, რაც აღირიცხებოდა „მომამბე“, ტ. XXIV, № 1, 1960

ბოლა კომოგრაფზე. გულ-მკერდზე დამაგრებული სპეციალური მანქეტის შემწობით კომოგრაფაზევე იწერებოდა სუნთქვითი მოძრაობანი; ზოგჯერ აღირიცხებოდა ტრაქეალური სუნთქვა.

### ცდის შედეგები და მათი განხილვა

თავის ტვინის ღეროს ბადებრივი ფორმაციის გაღიზიანებით გამოწვეული სუნთქვის ცვლილებები სხვადასხვა ხასიათისაა და გაღიზიანების ადგილისაგანაა დამოკიდებული. ბულბარული ბადებრივი ფორმაციის მედიალური ნაწილის გაღიზიანება, რეფლექსების შეკავებასთან ერთად, უზშირესად იწვევს სუნთქვის შეკავებასაც, ჩვეულებრივად ამოსუნთქვის ფაზაში (სურ. 1).



სურ. 1. ბულბარული ბადებრივი ფორმაციის გაღიზიანების გავლენა სპინალურ რეფლექსსა და სუნთქვაზე;

А—ღიზიანდება (სხვადასხვა სიხშირითა და ძალით) ბადებრივი ფორმაციის დორზომედიალური უბანი კვედა ოლიგების ზემო კიდის დონეზე;

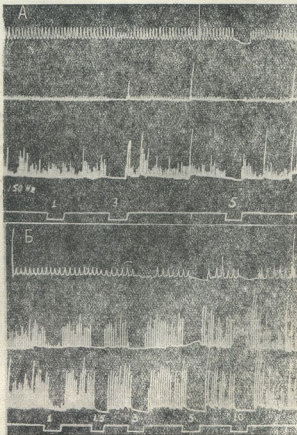
Б—ღიზიანდება ვენტრომედიალური უბანი იმავე დონეზე.

ორივე შემთხვევაში ნათლად ჩანს სუნთქვის შეკავება გაძლიერებული ექსპირაციის ფაზაში.

მრუდები ზემოდან ჰქვამთ: სუნთქვის მრუდი (ამავალი მუხლი—ინსპირაცია); ბარძაყის ოთხთავა კუნთის შეკუმშვა; ნახეგარმყესოვანი კუნთის შეკუმშვა; მოგრძო ტვინის ბადებრივი ფორმაციის გაღიზიანება. ციფრები ფრჩხილებში—გაღიზიანების სიხშირე, ფრჩხილებს გარეთ—ძაბვა ვოლტებში.

როგორც სურ. 1-დან ჩანს, სუნთქვის შეკავება დამოკიდებულია გალიზიანების ძალისა და სისხშირისაგან. რაც შეეხება რეფლექსისა და სუნთქვის შეკავების სიღრმის ურთიერთშეფარდებას, იგი იცვლება როგორც გალიზიანებული უბნის ლოკალიზაციის, ისე გალიზიანების ინტენსიობასთან (ძალა, სისხირე) დაკავშირებით.

სურ. 1-ზე ნაჩვენებია ეფექტი, რომელიც ყიილვია ზადებრივი ფორმაციის ვენტრომედიალური უბნის გალიზიანებით. მასზე ნათლად ჩანს სუნთქვის შეკავება, იმ დროს როდესაც რეფლექსის შეკავება უმნიშვნელოა.



სურ. 2. სუნთქვისა და რეფლექსების შეკავების გამომწვევი გალიზიანების ზღურბლთა შეფარდება:

A—ლიზიანდება მოგროძო ტვინის ზადებრივი ფორმაცია. სუნთქვისა და რეფლექსების შეკავების ზღურბლები ასე თუ ისე თანხვედბიან;

B—ლიზიანდება მოგროძო ტვინის ზადებრივი ფორმაციის სხვა შემაკავებელი უბანი. სუნთქვისა და რეფლექსების შეკავების ზღურბლები სხედასხვაა. ზადებრივი ფორმაციის გალიზიანების სისხირე—150/სეკ.

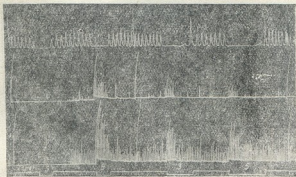


რეფლექსებისა და სუნთქვის შეკავების ზღურბლი ჩვეულებრივ მეტად თუ ნაკლებად ემთხვევა ერთმანეთს (სურ. 2 A). მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში, გალიზიანების ადგილისდა მიხედვით, შეიძლება მკვეთრად განსხვავებოდეს (სურ. 2 B, 1 A). ეს, როგორც ჩანს, იმით აიხსნება, რომ ზღურბლოვანი გალიზიანების დროს აიგუნებთან მხოლოდ ის ნეირონები, რომლებიც უშუალოდ გამაღიზიანებელ ელექტროდებთან ახლოს იმყოფებიან, რის გამოც ეფექტური იქნება ან მხოლოდ სუნთქვაზე, ან მხოლოდ რეფლექსზე. გალიზიანების გაძლიერებისას იგი ვრცელდება მეზობელ უბნებზედაც, რის გამოც ხდება როგორც სუნთქვის, ისე რეფლექსის ცვლილებები.

რეფლექსისა და სუნთქვის შეკავება გრძელდება ჩვეულებრივ გალიზიანების მთელი პერიოდის განმავლობაში, მაგრამ ზოგჯერ აღინიშნება სუნთქვის თანდათანობითი აღდგენა ჯერ კიდევ ბაღებრივი ფორმაციის გალიზიანების შეწყვეტამდე.

შემაკავებელი გალიზიანების შეწყვეტის შემდეგ რამდენიმე სეკუნდის განმავლობაში ჩვეულებრივ აღინიშნება კუნთების რეფლექსური შეკუმშვისა და სუნთქვის გაადვილება (სურ. 1 B). მაგრამ ამ მხრივაც არ არის სრული პარალელიზმი რეფლექსისა და სუნთქვას შორის.

მაგრამ სუნთქვის შეკავება ყოველთვის არ არის დაკავშირებული რეფლექსების შეკავებასთან. არც თუ ისე იშვიათად (ბულბარული ბადებრივი ფორმაციის ლატერალური უბნების გალიზიანების დროს), სუნთქვის შეკავება შეუღლებულია რეფლექსური შეკუმშვის გაადვილებასთან (სურ. 3).



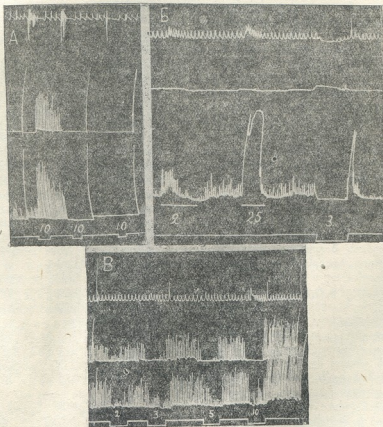
სურ. 3. სუნთქვის შეკავება რეფლექსების ერთდროული გაადვილების დროს. ღიზიანდება ბულბარული ბადებრივი ფორმაციის ლატერალური უბანი

ბულბარული ბადებრივი ფორმაციის ქვედა ნაწილების გალიზიანებას დროს ქვედა ოლივების შუა დონეზე და იქვე მათთან ახლოს აღინიშნება სუნთქვის შეკავება ინსპირაციული სპაზმის სახით. ამასთან ერთდროულად შეიძლება მოხდეს სპინალური რეფლექსების როგორც შეკავება, ისე გაადვილება.

ბადებრივი ფორმაციის უფრო როსტრალური უბნების გალიზიანებისას (შუა ტვინისა და ვაროლის ხიდის ზედა ნაწილის ბადებრივი ფორმაცია), რაც იწვევს ზურვის ტვინის რეფლექსური მოქმედების გაადვილებას, ჩვეულებრივად აღინიშნება სუნთქვის განშირება, ზოგჯერ კი გაძლიერებაც (სურ. 4 A). სურათზე 4 B ნაჩვენებია ბადებრივი ფორმაციის ბულბარული შემაკავებელი

და მეზენცეფალური გამაადვილებელი უბნის გალიზიანების გავლენა სუნთქვაზე: გამაადვილებელი უბანი ახშირებს, შემაკავებელი კი აკნინებს მას.

მაგრამ სუნთქვის განშირება ყოველთვის არ არის შეუღლებული რეფლექსების გაადვილებასთან. ზოგიერთი მეზენცეფალური უბნის გალიზიანების დროს, სპინალური რეფლექსების შეკავებასთან ერთდროულად [10] შეიძლება განვითარდეს სუნთქვით მოძრაობათა განშირება (სურ. 4 B).



სურ. 4. A — ვაროლის ბიდის საბურავის ბადებრივი ფორმაციის გამაადვილებელი უბნის გალიზიანების გავლენა სუნთქვასა და რეფლექსებზე. პირველი გალიზიანება წარმოებს რეფლექსურ, შეკუმშვათა ფონზე, ხეორე და მესამე — რეფლექსის შეწყვეტის შემდეგ იწერება ტოპოკალური სუნთქვა.

B — ლიზიანდება შუა ტვინის ბადებრივი ფორმაციის გამაადვილებელი უბანი (გალიზიანდება მთავარი აღნიშნული პოროზენტალური ნაზით კუნთის შეკუმშვის ძრუდის ჰემე) და მაგრამ ტვინის შემაკავებელი უბანი (სასიგნალო ხაზის დაწვეა).

პირველ ორ შემთხვევაში რეფლექსის გაადვილებასთან და აგრეთვე მოზროლის ტონურ შექმნებასთან ერთდროულად აღინიშნება სუნთქვის გახშირება, მესამე შემთხვევაში — რეფლექსისა და სუნთქვის შეკავება.

B — ლიზიანდება შუა ტვინის ბადებრივი ფორმაციის უბანი, რომელიც იწვევს რეფლექსების შეკავებას. რეფლექსების შეკავებასთან ერთად ადგილი აქვს ონსპირაციის გაძლიერებასა და სუნთქვით მოძრაობათა გახშირებას.

ამრიგად, მოგრობო ტენის ბადებრივი ფორმაციის გარკვეული უბნების გალიზიანების დროს სპინალური რეფლექსების შეკავებასთან ერთად სუნთქვის შეკავებაც აღინიშნება. ბადებრივი ფორმაციის სხვა უბნების გალიზიანების დროს რეფლექსების გაადვილებასთან ერთდროულად აღინიშნება სუნთქვის გაძლიერება სუნთქვითი მოძრაობების გახშირებისა ან ინსპირაციული სპაზმის სახით. ამის საფუძველზე შეიძლება იმ დასკვნამდე მივსულიყავით, როგორც ამას ზოგიერთი ავტორი ფიქრობს [6, 10, 20, 7], რომ ბადებრივი ფორმაციის გალიზიანების დროს სომატური რეაქციებისა (სპინალური რეფლექსები) და სუნთქვის ცვლილების მექანიზმი საერთოა. ეს იმას ნიშნავს, რომ სპინალური რეფლექსებისა და სუნთქვის ცვლილებები ბადებრივი ფორმაციის ერთისა და იმავე შემთავებელი და გამაადვილებელი უბნებით ხორციელდება. მაგრამ, როგორც ჩვენი ცდებიდან ჩანს, სუნთქვისა და სპინალური რეფლექსების ცვლილებები არ არის ყოველთვის იდენტური. რეფლექსის შეკავებასთან ერთდროულად შეიძლება მოხდეს სუნთქვის გახშირება ან პირუჯუ (სურ. 3, 4 B). ბადებრივი ფორმაციის გალიზიანებით ეფექტების ასეთივე დისოციაცია სუნთქვისა, სისხლის წნევისა და რეფლექსების მიმართ მიიღო აგრეთვე მონიემ [15].

ჩვენი ცდებიდან გამოდინარე, შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ რეფლექსებისა და სუნთქვის იდენტური ცვლილებები ყველაზე მკვეთრად არის გამოხატული ბულბარული ბადებრივი ფორმაციის მხოლოდ იმ უბნების გალიზიანების დროს, რომლებიც სუნთქვის ცენტრის მეზობლად მდებარეობენ.

#### დასკვნები

კატებზე, ნარკოზის პირობებში, ერთდროულად შეისწავლებოდა თავის ტენის ღეროს ბადებრივი ფორმაციის სხვადასხვა უბნის გალიზიანების გავლენა ზურგის ტენის რეფლექსურ მოქმედებასა და სუნთქვაზე.

1. ბულბარული ბადებრივი ფორმაციის ძვლიალური უბნების გალიზიანებისას სპინალური რეფლექსების შეკავებასთან ერთად ჩვეულებრივ აღინიშნება სუნთქვის შეკავება. მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში რეფლექსის შეკავებასთან ერთდროულად შეიძლება მოხდეს სუნთქვის გახშირება.

2. ბადებრივი ფორმაციის უფრო როსტრალური ნაწილის გალიზიანებისას (ხიდის როსტრალური უბნები და შუა ტენი) სპინალური რეფლექსის გაადვილებასთან ერთად მეტწილად სუნთქვის გაადვილებაც აღინიშნება, მაგრამ ზოგიერთ შემთხვევაში რეფლექსის გაადვილება შეიძლება სუნთქვის შეკავებასთან შეუღლდეს.

3. სპინალური რეფლექსებისა და სუნთქვის ერთდროული შეკავებისა და გაადვილების შემთხვევაში მათ შორის არ არის სრული პარალელიზმი. გალიზიანებული უბნისა მიხედვით უფრო მეტად იცვლება სუნთქვა ან რეფლექსი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 2.6.1959)

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. С. М. Бутхузи и С. П. Нарикашвили. О значении наркоза в проявлении тормозящего влияния бульбарного сегментарного образования на спинальную деятельность. Бюлл. эксп. биол. мед., 2, 3, 1959.
2. С. П. Нарикашвили. О роли стволовой части головного мозга в рефлекторных реакциях животного. Тр. инст. физиол. 3, 463, 1937; Бюлл. эксп. биол. мед.,

- 4, 236, 1937; Значение стволовой части головного мозга в движениях животного. Дисс., Тбилиси, 1937.
3. С. П. Нарикашвили и С. М. Бутхузи. О соотношении между нисходящим и восходящим влияниями сетевидного образования продолговатого мозга. Физиол. журн. СССР, 44, 848, 1958.
  4. Н. А. Рожанский. К вопросу о пищевом и оборонительном центрах. Физиол. журн. СССР, 19, 289, 1935.
  5. И. М. Сеченов. Исследование центров, задерживающих отраженные движения в мозгу лягушки. В кн.: Физиология нервной системы, 3, (1), 29, 1952.
  6. L. M. N. Bach. The role of bulbar facilitatory and inhibitory systems in vasomotor and respiratory activity. Fed. Proc., 7, 1, 1948.
  7. L. M. N. Bach. Studies on the relations between the respiratory and vasomotor centres of the brain stem and the somatic facilitatory and inhibitory reticular formation. J. Gerontology, 6, Suppl. 3, p. 56, 1951.
  8. E. Haber, K. W. Kohn, S. H. Ngai, D. A. Holaday and S. H. Wang. Localization of spontaneous respiratory neuronal activities in the medulla oblongata of the cat: a new location of the expiratory centre. Amer. J. Physiol., 190, 350, 1957.
  9. T. D. Harris and H. L. Borison. Effect of pentobarbital on electrical excitability of respiratory centre in the cat. Amer. J. Physiol., 176, 77, 1954.
  10. H. E. Hoff and C. G. Breckenridge. Medullary origin of respiratory periodicity in the dog. Amer. J. Physiol., 158, 157, 1949.
  11. A. Liliestrand. Respiratory reactions elicited from medulla oblongata of the cat. Acta Physiol. Scand., 29, Suppl. 106, 321, 1953.
  12. T. Lumsden. Observations on the respiratory centres in the cat. J. Physiol., 57, 153, 1923.
  13. H. W. Magoun. Bulbar inhibition and facilitation of motor activity. Science, 100, 549, 1944.
  14. H. W. Magoun and R. Rhines. An inhibitory mechanism in the bulbar reticular formation. J. Neurophysiol., 9, 165, 1946.
  15. M. M. Monnier. Physiologie des formations réticulées. II. Respiration. Effects de l'excitation faradique du bulbe chez le chat. Rev. Neurol., 69, 517, 1938.
  16. R. Rhines and H. W. Magoun. Brain stem facilitation of cortical motor response. J. Neurophysiol., 9, 219, 1946.
  17. S. H. Ngai and S. C. Wang. Organization of central respiratory mechanism in the brain stem of the cat: localization by stimulation and destruction. Amer. J. Physiol., 190, 343, 1957.
  18. K. F. Pitts, H. W. Magoun and S. W. Ranson. Localization of the medullary respiratory centres in the cat. Amer. J. Physiol., 126, 673, 1939.
  19. R. F. Pitts, H. W. Magoun and S. W. Ranson. Interrelations of the medullary respiratory centres in the cat. Amer. J. Physiol., 126, 689, 1939.
  20. W. C. Thompson and L. M. N. Bach. Functional connections between hypothalamus and medulla. Fed. Proc., 9, 1, 1950.
  21. A. Torvik and A. Brodal. The origin of reticulo-spinal fibers in the cat. An experimental study. Anat. Rec., 128, 113, 1957.
  22. S. C. Wang, S. H. Ngai and M. J. Frumin. Organization of central respiratory mechanisms in the brain stem of the cat: genesis of normal respiratory rhythmicity. Amer. J. Physiol., 190, 333, 1957.



## ემსპერიმენტული მდინცინა

ვლ. ჟღენტი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), ნ. კალანდანი და  
 ვ. ბაჩიჩილაძე

ვიტამინ B<sub>1</sub>-ის გავლენის შესახებ ემსპერიმენტული ტუბერკულოზის  
 მიმდინარეობაზე

უკანასკნელი დროის ექსპერიმენტული და პათომორფოლოგიური გამოკვლევები ცხადყოფენ, რომ ამა თუ იმ ორგანოში ტუბერკულოზური პროცესის აღმოცენებას წინ უსწრებს შესაბამისი სინერგეციო მექანიზმების სტრუქტურული ძვრები (ვლ. ჟღენტი [3], ვლ. ჟღენტი და ლ. შარაშიძე [5] და სხვ.).

სინერგეციო მექანიზმებში ყველაზე ადრეული სტრუქტურული ცვლილებანი ვითარდება აფერენტული ტიპის ნერვულ მოწყობილობებში, სტრუქტურული ძვრები ეფერენტულ ნერვულ წარმოქმნებში კი შედარებით მოგვიანებით ვითარდება. მაგრამ ეფერენტული ტიპის ყველა ნერვული წარმოქმნა ერთდროულად როდი ზიანდება. მორფოლოგიური გამოკვლევანი ცხადყოფენ ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის აღმოცენებისა და განვითარების ადრეულ ეტაპებზე ეფერენტულ ნერვულ აპარატთა სიმპათიკური ნაწილის უფრო ადრეულ და უპირატეს დაზიანებას.

გამორკვეულია, რომ ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს ადრენალინის განსაზღვრული დოზებით (1%-იანი ხსნარის 0,05 მლ) ხმარება ხელს უშლის სპეციფიკური პროცესის აღმოცენებასა და განვითარებას და ტუბერკულოზი ატარებს ლატენტური ინფექციის ხასიათს. აღნიშნული ლაპარაკობს იმის სასარგებლოდ, რომ სიმპათურ-ადრენალური სისტემის დაზიანება წარმოადგენს აუცილებელ შუამდებარე რგოლს ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის პათოგენეზში (ვლ. ჟღენტი და ლ. შარაშიძე [4]).

ცდებით დადგენილია (ა. ტიტაევი [9, 10]) უშუალო ბიოლოგიური კავშირი ადრენალინისა და ვიტამინ B<sub>1</sub>-ს, ანუ, როგორც მას სხვანაირად უწოდებენ, თიამინს, ანუ ანეირინს შორის.

ლიტერატურიდან ცნობილია, რომ ორგანიზმში ვიტამინი B<sub>1</sub>-ის ნაკლებობა, მისი დეფიციტი იწვევს ნახშირწყლოვანი ცვლის დარღვევას, კერძოდ შეუძლებელი ხდება პიროყურძნის მჟავის დაჟანგვა. იმდენად, რამდენადაც პიროყურძნის მჟავის დაშლა ხორციელდება იმ ფერმენტის საშუალებით, რომლის შედგენილობაშიც შედის ვიტამინი B<sub>1</sub>, ცხადია, რომ თიამინის უკმარობისას სისხლსა და ქსოვილებში მატულობს პიროყურძნის მჟავის რაოდენობა (კ. გურევიჩი [2] და სხვ.). პიროყურძნის მჟავის დაშლა კი, თავის მხრივ, აუცილებელი პირობაა აცეტილქოლინის წარმოქმნისათვის.

ამავე დროს ვიტამინი B<sub>1</sub> ქოლინესთერაზას ინჰიბიტორს წარმოადგენს. ის ამუხრუჭებს მის მოქმედებას და ამგვარად ხელს უშლის ამ უკანასკნელის მიერ აცეტილქოლინის ქოლინად და ძმრისმჟავად დაშლას (ს. რისი [8]).

ცნობილია (დ. ბურიჯოლცი და ტ. ზლატკინა [1], ლ. ნუსბერგი [7], ვ. მოტორინა [6] და სხვ.), რომ ტუბერკულოზით დაავა-



დებულ ორგანიზმში ადგილი აქვს ვიტამინ B<sub>1</sub>-ის დეფიციტს. პირაყურძნის მკვავა სისხლში მკვეთრად არის მომატებული (7-8 მგ %). დღე-ღამის შარდში თიამინის შეცვლობა მკვეთრად არის დაქვეითებული (საშუალოდ 38γ). ანალოგიური შედეგებია მიღებული ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის დროს (ვ. ჩაიკა და ტ. ზლატკინა [11]).

დადასტურებულია, რომ ტუბერკულოზით დაავადებულ ორგანიზმში ვიტამინ B<sub>1</sub>-ის დეფიციტის, თიამინის ჰიპოვიტამინოზის სილიფერე პირდაპირპროპორციულია ტუბერკულოზური პროცესის ინტენსიობისა.

ყველა ზემოაღნიშნულის მიხედვით საინტერესო იყო დაკვირვება მოგვეხდინა—რა გავლენას ახდენს ვიტამინი B<sub>1</sub> ექსპერიმენტული ტუბერკულოზის აღმოცენებასა და განვითარებაზე.

დაკვირვებანი წარმოებდა 15 შინაურ კურდღელზე, რომლებიც დაყოფილი იყო 3 სერიად. სამივე სერიის ცხოველები ერთდროულად დაინფექტებულ იქნენ კანქვეშ ხარის ტიპის ტუბერკულოზის მიკრობაქტერიების კულტურის ემულსიით (0,05 მგ-ის რაოდენობით). I და II სერიის ცხოველებში ინტრამუსკულურად შეგვეყავა ვიტამინი B<sub>1</sub> კვ წონაზე 0,25 მგ-ის რაოდენობით (ე. ი. 0,05%-იანი ხსნარის 0,5 მლ). თიამინის ხმარების კურსი გამოიხატებოდა ორორი კვირის განმავლობაში ყოველდღიური მიცემით და ხუთი დღის ინტერვალებით მათ შორის.

I სერიის ცხოველების ორგანიზმში ვიტამინი B<sub>1</sub> შეგვეყავა დაინფექტების მე-2 დღიდან, ხოლო II სერიის ცხოველების ორგანიზმში—დაინფექტების მე-4 კვირიდან. III სერიის ცხოველები კონტროლს წარმოადგენდნენ.

I სერიის ცხოველები დახოცილ იქნენ დაინფექტებიდან 1, 1½, 2, 2½, 3 თვის შემდეგ, II სერიის ცხოველები — 1½, 2, 2½, 3 თვის შემდეგ. საკონტროლო ჯგუფის ცხოველები I და II სერიის ცხოველთა ორგანიზმში სპეციფიკურ ცვლილებათა სიმძიმის ხარისხთან შედარების მიზნით იხოცებოდა შესაბამის ვადებში. ერთი კურდღელი ამ ჯგუფიდან დაიღუპა დაინფექტებიდან 86 დღის შემდეგ.

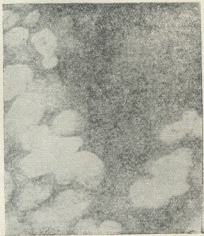
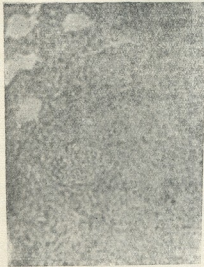
I და II სერიების ცხოველთა გაკვეთისას ყველა შემთხვევაში შინაგან ორგანოებში—ღვიძლში, თირკმლებში, განსაკუთრებით კი ფილტვებსა და ელენთაში, მიკროსკოპულად აღინიშნებოდა უწყისრიგოდ გაფანტული პატარა ზომის, ჭინძისთავის ოდენსა ნახევრად გამჭვივალე, მოყვითალო-ნაცრისფერი კვანძულები, რომლებიც ზოგჯერ ერთმანეთს უერთდებოდა და უფრო მოდიდო კვანძებს წარმოქმნიდა.

მიკრობათომორფოლოგიურად დასახელებულ ორგანოებში, განსაკუთრებით კი ფილტვებში, ადგილი ჰქონდა პატარა და საშუალო ზომის ლიმფოციტური და ეპითელიოციტური უჯრედებისაგან შემდგარი ხორკლების არსებობას, უპირატესად სისხლის მიღებისა და ბრონქების მიყოლებით, იშვიათად ხორკლებს ცენტრალურ მიდამოში ხაჭოსებრი ნეკროზით (სურ. 1 და სურ. 2).

ზემოაღნიშნული მაკრო-და მიკრომორფოლოგიური ცვლილებანი რამდენადმე უფრო ინტენსიური და უფრო გავრცელებული იყო II სერიის, ვიდრე I სერიის ცხოველებში.

საკონტროლო ჯგუფის ცხოველების გაკვეთისას ყველა შემთხვევაში შინაგან ორგანოებში—ღვიძლში, თირკმლებში, განსაკუთრებით კი ფილტვებსა და ელენთაში, მაკროსკოპულად აღინიშნებოდა სხვადასხვა ზომის — ჭინძისთავის ოდენობიდან მუხუდოს მარცვლის ოდენობამდე—ნახევრად გამჭვივალე, მოყვითალო-ნაცრისფერი მრავლობითი კვანძულები, რომლებიც ხშირად ერთმანეთს უერთდებოდა და წარმოქმნიდა უფრო მოდიდო კვანძებს ან ცალკეულ კონგლომერატებს. აქა-იქ გვხვდებოდა ხაჭოსებრი ნეკროზის ვრცელი უბნები.

მიკრომორფოლოგიურად ხსენებულ ორგანოებში, განსაკუთრებულად ფილტვებში, აღინიშნებოდა ფართო მრგვალუჯრედოვანი ინფილტრატები, უპირატესად სისხლმილთა და ბრონქების მიყოლებით (სურ. 3 და სურ. 4).



სურ. 1. ლიმფოიდურ- და ეპითელიოიდურუჯრედოვანი ინფილტრატები II სერიის ცხოველის მარჯვენა ფილტვის ქვემო წილში ვიტამინ B<sub>1</sub>-ის შეყვანის დაწყებიდან 24 დღე-ღამის შემდეგ. მიკროფოტოგრაფია. გად. 600×

სურ. 2. ექსუდატისაგან თავისუფალ ალვეოლათა დიდი რაოდენობა და პროდუქციული ანთების სურათი I სერიის ცხოველის მარცხენა ფილტვის ზემა ნაწილში ვიტამინ B<sub>1</sub>-ის შეყვანის დაწყებიდან 54 დღე-ღამის შემდეგ. მიკროფოტოგრაფია. გად. 600×

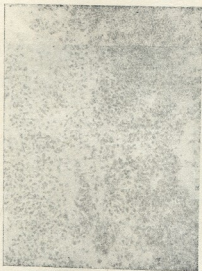
მიკროსკოპში ჭარბად მოჩანდა ეპითელიოიდური და ლიმფოიდური უჯრედებისაგან შემდგარი ზორკლები. ეპითელიოიდური უჯრედები ალაგ-ალაგ ქმნიდნენ პატარა-პატარა კონგლომერატებს, რომლებიც ძირითადად ზორკლების შუა ნაწილში მდებარეობდა. ამ ცვლილებების ფონზე აღინიშნებოდა ხაჭოსებრი ნეკროზის მრავლობითი სხვადასხვა ოდენობის უბნები, რომლებიც განსაკუთრებით მკვეთრად მოჩანდა ზორკლების ცენტრში (სურ. 5).

ამგვარად, ცდის ქვეშ მყოფ და საკონტროლო ჯგუფის ცხოველების შინაგანი ორგანოების მაკრო-და მიკრომორფოლოგიური გამოკვლევის მონაცემების ურთიერთდაბირისპირებამ დაგვანახა, რომ სპეციფიკური ცვლილებანი უფრო ნაკლებინტენსიურია და ნაკლებგაიჟრელებული საცდელი ცხოველების ორგანიზმში, ვიდრე საკონტროლოებისა.

იმ ცხოველებში, რომლების ორგანიზმშიც შეგვეყავდა ვიტამინი B<sub>1</sub> ტუბერკულოზური პროცესი უფრო კეთილთვისებიან მიმდინარეობას ღებულობდა, ასეთუ ისე ნელდებოდა სპეციფიკურ დაზიანებათა ინტენსივობა და ა. შ.

აღსანიშნავია, რომ სამივე სერიის, ძირითადად და უპირატესად კი საკონტროლო ჯგუფის ცხოველებში, რომელთა ორგანიზმშიც არ შეგვეყავდა თიამინი, ზემოაღნიშნულ სპეციფიკურ მაკრო-და მიკრომორფოლოგიურ ცვლილებათა

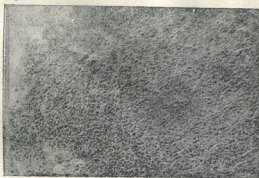
ინტენსივობა და ექსტენსივობა რამდენადმე მატულობდა დაინფექტიბიდან განვლილი დროის შესაბამისად.



სურ. 3. ლიმფოციტურუჯრედოვანი ინფილტრატები და ექსუდაციური ანთეზის სურათი საკონტროლო ცხოველის მარცხენა ფილტვის ქვემო ნაწილში დაინფექტიბიდან 2 თვის შემდეგ. მიკროფოტოგრაფია. გად. 600X

სურ. 4. მრგვალუჯრედოვანი კეროვანი ინფილტრატები საკონტროლო ცხოველის ღვიძლში დაინფექტიბიდან 3 თვის შემდეგ. მიკროფოტოგრაფია. გად. 600X

ზემოაღნიშნული ჩატარებული ცდების შედეგების საფუძველზე შეიძლება გამოეთქვათ მოსაზრება, რომ ტუბერკულოზით დაინფექტიბულ ცხოველებ-



სურ. 5. ეპითელიოიდური და ლიმფოციტური უჯრედებისაგან შემდგარი ხოვლი ცენტრში ზაქოასერი ნეკროზით საკონტროლო ცხოველის მარჯვენა ფილტვის ქვემო ნაწილში დაინფექტიბიდან 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> თვის შემდეგ. მიკროფოტოგრაფია. გად. 600X



ში ვიტამინი B<sub>1</sub>-ის შეყვანა, ჯერ-ერთი, ასე თუ ისე ხელს უშლის, აბრკოლებს სპეციფიკური პროცესის აღმოცენებასა და განვითარებას (I სერიის მაგალითზე), და მეორეც—რამდენადმე ანელებს უკვე აღმოცენებული პროცესის პროგრესირებას (II სერიის მაგალითზე).

ვიტამინისწინებთ რა, რომ ტუბერკულოზით დაავადებულ ორგანიზმში აღდგილი აქვს B<sub>1</sub> ჰიპოვიტამინოზს, ხოლო, მეორე მხრივ, თიამინის მონაწილეობა აუცილებელი პირობაა ადრენალინის აღდგენისა და აკეტილქოლინის სინთეზში (ე. ი. მედიატორების წარმოქმნაში), უნდა გივარაუდოთ, რომ ტუბერკულოზის დროს სიმპათურ-ადრენალური სისტემის დაზიანების ერთ-ერთი განმაპირობებელი ფაქტორია, ალბათ, ორგანიზმში ვიტამინ B<sub>1</sub>-ის უკმარისობა.

ზემოაღნიშნულის თვალსაზრისით, თიამინის სისტემატური შეყვანა ტუბერკულოზით დაავადებულ ორგანიზმში, მოახდენს რა სიმპათურ-ადრენალური სისტემის მდგომარეობის ნორმალიზაციას, ხელს შეუწყობს ნერვული სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის გაუმჯობესებას. ამგვარად, ტუბერკულოზის დროს ვიტამინ B<sub>1</sub>-ის სამკურნალო მიზნით ხმარება დასაბუთებულია და სასურველი. ეს, ექვეგარეშეა, გაზრდის თანამედროვე კონსერვატულ ღონისძიებათა ეფექტს ტუბერკულოზის მკურნალობისას.

საქართველოს სსრ ჯანმრთელობის

დაცვის სამინისტრო

ტუბერკულოზის სამეცნიერო-კვლევითი

რესპუბლიკური ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.4.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Д. С. Бурингольц и Т. И. Златкина. Содержание витамина B<sub>1</sub> у больных туберкулезом легких, в кн.: „К изучению роли нервной системы в патогенезе и лечении туберкулеза“, в. 1. Л., 1954, стр. 158—163.
2. К. Л. Гуревн. О содержании пировиноградной кислоты в крови после внутривенного введения аскорбиновой кислоты, никотиновой кислоты и тиамина, в кн.: „Труды Военно-морской медицинской академии“, т. 8, Ленинград, 1947, стр. 151—258.
3. В. К. Жгенти. Некоторые морфологические данные, развивающие идею нервизма в патологии. Арх. пат., 1, 1954, стр. 3—13.
4. В. К. Жгенти и Л. К. Шарашидзе. К изучению роли нейрогуморальных нарушений в возникновении и развитии экспериментального туберкулеза. Труды конференции патологоанатомов респ. Закавказья, Ср. Азии, Казахской ССР Дагист. и Башк. АССР, Баку, 1959, стр. 389—394.
5. В. К. Жгенти и Л. К. Шарашидзе. К структурным основам возникновения, локализации и исхода туберкулеза. Труды Респ. научно-исслед. института туберкулеза Минздрава ГССР, т. VIII, 1957, стр. 292—306.
6. В. В. Моторина. Обмен витамина B<sub>1</sub> и пировиноградной кислоты у больных с различными формами туберкулеза, сб. трудов Узбекского н/и туберк. ин-та, Ташкент, т. III, 1957, стр. 157—161.
7. Л. И. Нусберг. Об обмене витамина B<sub>1</sub> у детей с костно-суставным туберкулезом. Труды ин-та туберк. АМН СССР, Москва, т. IX, 1957, стр. 392—400.

8. С. М. Рысс. Витамин В<sub>1</sub> в кн.: Витамины, Ленинград, 1955, стр. 16—70.
9. А. А. Титаев. Роль витамина В<sub>1</sub> в окислительно-восстановительных реакциях. Биохимия, т. 13, в. 3, 1948, стр. 197—206.
10. А. А. Титаев. Роль витамина В<sub>1</sub> в функции симпатической нервной системы, физ. журнал СССР им. И. М. Сеченова, т. 36, 2, 1950, стр. 203—208.
11. В. В. Чайка и Т. И. Залкина. Тезисы докладов к научной сессии Ленинградского и/и института туберк., 1955, 24—26.



მეცნიერებათა აკადემიის ბიულეტენი

ბ. სამსონიძე

თირკმლის ალბინა ბაღდაშვილი ფუნქციონალური დატვირთვის პირობებში

(წარმოადგინა აკადემიოსმა ა. ხურაბაშვილმა 25.12.1958)

ჩვენ მიერ უკვე აღწერილია პროცესები, რომელთაც ადგილი აქვს ვირთავის თირკმელში მისი 1/5 — 1/3 ნაწილის რეზერვების შემდეგ მეორე თირკმლის მოცილების პირობებში. საცდელი ცხოველები ლებულობდნენ ჩვეულებრივ რაციონს. ვინაიდან ორგანოს ფუნქციის გაკვლეა მის რეგენერაციაზე საკმაოდ არ არის შესწავლილი, ხოლო მას დიდი მნიშვნელობა აქვს, ჩვენ დავყენეთ დამატებითი ცდები. ამ ცდებში ვირთავებს ისეთსავე ოპერაციებს ვუკეთებდით, როგორც ეს ხდებოდა ადრე ჩატარებულ გამოკვლევებში. ოღონდ ისინი დამატებით ლებულობდნენ შარდოვანათი „დატვირთვას“. შარდოვანას შეყვანა ხდებოდა per os 9 საათზე 0,74გ რაოდენობით მაშინვე ოპერაციის შემდეგ და ოპერაციიდან 1, 2, 5, 11, 17, 23, 29, 35, 41, 47, 53, 59, 65, 71, 77 და 83-ე დღეს. შარდოვანას აზოტის შემცველობა სისხლის შრატში თვეზე მეტ ხანს მომატებული რჩებოდა. ჩვენ მიზნად დავისახეთ გამოკვლევა, თუ როგორ წარიმართება თირკმლის რეგენერაცია, როდესაც იგი მომეტებულ ფუნქციონალურ „დატვირთვას“ ლებულობს. ცდაში იმყოფებოდა 58 ვირთავვა. დაკვირვების თვითუღ ვადაზე იკვლევოდა 4—7 ვირთავვაში. საცდელი ვირთავების თვითუღ ჭაფუს ემატებოდა 2 საკონტროლო ვირთავვა (სულ 26), რომლებიც აგრეთვე ლებულობდნენ შარდოვანათი „დატვირთვას“. საცდელი ვირთავების ოპერირებულ თირკმლებში აღმოჩენილ იქნა აღდგენითი პროცესები, ისევე, როგორც იმ ცხოველებში, რომლებიც შარდოვანათი დამატებით „დატვირთვას“ არ ლებულობდნენ და ჩვეულებრივ პირობებში იმყოფებოდნენ. თუმცა აღდგენითი პროცესები მათში სხვაგვარ ხასიათს ატარებდა. შარდოვანათი დატვირთვის პირობებში მიმდინარე აღდგენითი პროცესების თავისებურებად ითვლება ის გარემოება, რომ მკვეთრი ცვლილებები ოპერაციის შემდგომ აირველ დღეებში არ აღინიშნება.

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, ოპერირებული თირკმლის წონა და მისი ზომები მაშინვე ოპერაციის შემდეგ ისეთ საგრძნობ გადიდებას არ იძლევიან, როგორც ეს აღინიშნებოდა ჩვეულებრივ პირობებში მყოფ ვირთავებში. ისანი თანდათანობით იზრდებიან და ცდის ბოლოს (39 დღე-ღამე) ძლიერ უახლოვდებიან იმ მაჩვენებლებს, რომლითაც ხასიათდებიან შარდოვანას მიღებისაგან თავისუფალი ცხოველები.

ანალოგიურ ხასიათს ატარებენ იმ მაჩვენებლების ცვლილებანი, რომლებიც წარმოადგენს იძლევიან ოპერირებული თირკმლის მიკროსკოპულ აგებულებაზე (იხ. ცხრილი 2).

თირკმლის სხეულაქის ფართობი ოპერაციის შემდეგ მაშინვე რამდენადმე იზრდება და ამ დონეზე რჩება 70 დღემდე. 83-ე და 89-ე დღეს თირკმლს სხეულაქის ზომა მკვეთრად მატულობს. ამასთანავე ჩვეულებრივ პირობებში მყოფ ოპერირებულ ვირთავებში სხეულაქის ფართობი მომატებულია მთელი ცდის განმავლობაში. იგი გამოკვლევის პირველსავე ვალებში (12, 24 საათი) იზრდება და ცდის 89 დღემდე თითქმის არ იცვლება.



ცხრილი 1

თირკმლების წონისა და აგებულების ცვლილებანი თერკმრებულ ვირთაგვებში შარდოვანათი დატვირთვის დროს

თერკაციის შემდგომ განვლილი დრო	მარჯვენა თირკმლის დარჩენილი ნაწილის წონა		თირკმლის ზომები (მმ-ით)			ანათალის ფართობი (მმ²-ით)		
	აბსოლუტური (მგ-ით)	შეფარდებითი (მცირელებული ნაწილისთან (%/ო-ით))	სიგრძე	სიგანე	სისქე	საერთო	ქვარკოვანი შრისა	ტვირთვანი შრისა
ნორმა:								
საწყისი კონტროლი	756	0,406	16,3	9,8	7,9	31,5	27,1	4,7
საბოლოო კონტროლი	1326	0,407	19,9	11,1	9,4	46,9	41,5	5,4
ცდა:								
12 სათი	498	0,442	16,0	5,4	7,3	21,0	16,2	4,8
24 "	702,5	0,534	16,6	6,1	8,5	29,8	25,0	4,8
2 დღე-ღამე	518	0,462	14,4	6,0	7,8	23,0	18,8	4,2
5 "	560	0,580	13,3	7,3	4,5	24,0	19,2	4,8
11 "	763	0,527	16,8	6,9	8,0	32,5	27,6	5,0
17 "	763	0,591	17,3	6,9	8,1	32,3	27,2	5,1
23 "	770	0,591	16,5	6,9	8,8	35,0	30,2	4,8
35 "	1092	0,601	19,0	8,0	9,0	41,5	36,4	5,1
47 "	1008	0,512	18,0	7,4	9,8	43,7	38,9	5,1
59 "	1146	0,577	19,3	7,2	10,0	47,8	42,8	5,0
71 "	1023	0,588	18,3	7,8	8,8	44,9	40,2	4,7
83 "	1300	0,563	20,3	8,5	10,0	57,7	53,0	4,8
89 "	1349	0,635	21,0	8,7	10,1	57,1	51,8	5,4

ცხრილი 2

თირკმლების აგებულების ცვლილებანი თერკმრებულ ვირთაგვებში შარდოვანათი დატვირთვის დროს

თერკაციის შემდგომ განვლილი დრო	თირკმლის სხეულაკების რაოდენობა		თირკმლის სხეულაკების ფართობი (μ²-ით)		თირკმლის სხეულაკების ფართობის შეფარდება ქვარკოვანი შრის ფართობთან (%/ო-ით)		კლანჩილი მილაკების ზომები (μ-ით)		
	აბსოლუტური	შეფარდებითი (ქვარკოვანი შრის 1 მმ² ფართობზე)	ერთის	საერთო	ერთი სხეულაკის	ყველა სხეულაკის	მილაკების დიამეტრი	უჯრედების სიმაღლე	საბოლოო ზომა
ნორმა:									
საწყისი კონტროლი	152	5,6	3741	569637	0,014	2,10	32,4	11,3	11,4
საბოლოო კონტროლი	183	4,5	4338	793724	0,011	1,92	35,7	10,2	11,6
ცდა:									
12 სათი	81	5,0	4381	354535	0,027	2,19	35,7	12,6	5,5
24 "	98	3,9	4411	430113	0,018	1,72	37,4	13,2	7,7
2 დღე-ღამე	89	4,9	4332	366619	0,023	1,95	34,9	12,7	8,6
5 "	87	4,5	4312	369595	0,022	0,19	36,2	13,1	8,9
11 "	91	3,3	4313	390340	0,016	1,41	37,2	13,2	13,1
17 "	89	3,3	4355	389368	0,016	1,43	41,9	13,3	12,1
23 "	82	2,7	4402	358026	0,015	1,19	44,1	11,3	22,6
35 "	99	2,7	4533	454460	0,012	1,25	42,6	12,5	15,8
47 "	104	2,7	4547	475158	0,012	1,22	43,2	13,1	16,3
59 "	104	2,4	4684	490038	0,011	1,14	48,6	12,4	21,3
71 "	109	2,7	4765	522467	0,012	1,30	43,0	12,0	19,5
83 "	125	2,4	5582	723554	0,011	1,17	45,2	12,5	18,6
89 "	135	2,6	6713	925195	0,013	1,79	44,0	12,0	17,6



კლავნილი მილაკების დიამეტრი უფრო თანდათანობით იზრდება, ვიდრე სტეულაკის ზომები. ცდის ბოლოსათვის იგი საგრძნობლად აღემატება საწყის ზომებს. იზრდება როგორც ეპითელური უჯრედების სიმძლავრე, ისე სანათურის სიღრმე. ვირთაგვები, რომლებიც შარდოვანას არ ლებულობდნენ, მსგავსი ცვლილებებით ხასიათდებოდნენ. იმ ცდებში, სადაც ვირთაგვები შარდოვანას ლებულობდნენ, შედარებით იმ ვირთაგვებთან, რომლებიც შარდოვანას არ ლე-  
ბულობდნენ, შუმილიანსკის კაპსულაში და კლავნილი მილაკის კედელში ბიო-  
ივების რაოდენობის რამდენადმე ნაკლებად გამოხატული მომატება აღინიშნე-  
ბოდა. ამგვარად, ადგილი აქვს ეპითელური უჯრედების ჰიპერპლაზიის მოვლენას. ამავე დროს აღინიშნება უჯრედოვანი ელემენტების ჰიპერტროფიაც; რადგანაც იზრდება კლავნილი მილაკის ბირთვებს შორის არსებული მანძილი. მსგავსი ცვლილებები (ე. ი. ჰიპერპლაზიური და ჰიპერტროფიული მოვლენების არსე-  
ბობა) აღმოჩენილ იქნა შემკრებ მილაკებშიც.

ვაჭაბებთ რა ამ სერიის მონაცემებს, შეიძლება ითქვას, რომ ცდის ბო-  
ლოსათვის ოპერირებული თირკმელი ისევე იცვლება, როგორც იმ ვირთაგვებ-  
ში, რომლებიც შარდოვანას არ ლებულობდნენ, თუმცა ეს ცვლილებები შედა-  
რებით გვიან ვლინდება და უმრავლეს შემთხვევაში უფრო თანდათანობით წარ-  
მოიქმნება.

აღდგენის ასეთ მსვლელობას ჩვენ იმით ვხსნით, რომ იმ ოპერირებულ  
ვირთაგვებში, რომლებიც შარდოვანას არ ლებულობდნენ, თირკმლის წონის,  
ზომებისა და მისი სტრუქტურული ერთეულების სიდიდეების პირველდაწყე-  
ბითი მომატება გარდამავალ ხასიათს ატარებს. მხოლოდ ცდის შემდგომ პერი-  
ოდში ხდება მათი მდგრადი გადიდება. შარდოვანათი დატვირთვით ჩატარებულ  
ცდებში ცვლილებების პირველი ფაზა უსუსტადია გამოხატული, სამაგიეროდ  
კარგად ვლინდება მხოლოდ უკანასკნელი ფაზა. ჩვენი აზრით, პროცესების  
სწავლასზეა მსვლელობის დროს მსგავსი აღდგენის საბოლოო შედეგების მიღე-  
ბის შესაძლებლობა საგრძნობ ინტერესს იწვევს.

ჰისტოგენეზური პროცესების შესწავლამ დეფექტის ადგილში გვიჩვენა,  
იომ ისინი, ძირითადად, ისევე მიმდინარეობენ, როგორც იმ ვირთაგვებში, რომ-  
ლებიც შარდოვანას არ ლებულობდნენ. თუმცა შეიძლება აღინიშნოს, რომ იმ  
ცდებში, სადაც ხდებოდა შარდოვანას შეყვანა, ოპერაციის შემდგომ პირველ  
ტანებში (12 საათი—11 დღე-ღამე) აღინიშნება უფრო მკვეთრი ცვლილებები,  
ვიდრე იმ ვირთაგვებში, რომლებიც შარდოვანას არ ლებულობდნენ. პირველ  
წოდისა ეს ეხება სისხლის მიმოქცევის დარღვევას თირკმლის ქსოვილში. იმ  
ცდებში, რომლებიც ჩატარდა შარდოვანათი დატვირთვის გარეშე, ეპითელური  
უჯრედების დიფერენცირება კლავნილ მილაკებად და შემკრებ მილაკებად კაცი-  
ლებით უფრო ვიან ხდება. ამავე პერიოდში კაფსულის ახლოს ქერქოვან შრე-  
ში მოინახებიან პატარა თირკმლის სხეულაკები, რომლებიც კაპილარების მკა-  
რე რაოდენობასა და შემაერთებელი ქსოვილის დიდ რაოდენობას შეიცავენ.  
დაკვირვების შემდგომ ვადებში ისინი სულ უფრო და უფრო მეტად ემსგავსე-  
ბიან ნორმალურ სხეულაკებს. შარდოვანათი დატვირთვის გარეშე ჩატარებულ  
ცდებში ანალოგიური სურათი უფრო ვიან აღინიშნებოდა და ნაკლებად მკვეთ-  
რადია გამოხატული. აღსანიშნავია, რომ თირკმლის სხეულაკების რაოდენობა  
ნელა, მაგრამ მაინც იზრდება 81-დან ცდის დასაწყისში 135-მდე მის ბოლოს.  
ეს გადიდება სტატისტიკურად უეჭველია.

ტრამირებული თირკმლის ფუნქციონალური დატვირთვის გადიდების გა-  
მო ჩვენ არ მივიღეთ აღდგენითი პროცესების სტიმულაცია. თუმცა აუცილებე-  
ლია აღინიშნოს, რომ ჩვენ არა ვვაქვს მონაცემები იმ ვირთაგვებში თირკმლის  
დუნქციის მომატებაზე, რომლებიც შარდოვანას ლებულობდნენ. შეიძლება

მხოლოდ დადგენილ იქნეს თირკმლის ფუნქციის მკვეთრი დარღვევა ცდის პირველ თვეებში. ჩვენი მონაცემები გვიჩვენებს, რომ იმ ვირთაგვებში მიმდინარე ფუნქციონალური ცვლილებები, რომლებიც შარდოვანას ლეზულობდნენ, შეესაბამება მათში ნანახ მორფოლოგიურ ცვლილებებს. როგორც მორფოლოგიური, ისე ფუნქციონალური მაჩვენებლების აღდგენა ამ ვირთაგვებში უფრო ნელა ხდება, ვიდრე იმ ცხოველებში, რომლებიც შარდოვანას არ ლეზულობდნენ. თუმცა ცდის ბოლოსათვის (89 დღე-ღამე) ორივე ჯგუფის ვირთაგვებში გამოკვლეული მაჩვენებლები თანაბრდება ან ძლიერ უახლოვდება ერთმანეთს. ეს იმას მოწმობს, რომ მორფოლოგიურსა და ფუნქციონალურ აღდგენით პროცესებს შორის საგრძნობლად გამოხატული პარალელიზმი არსებობს.

თბილისის სახელმწიფო  
 სამედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 25.12.1958)



მეცნიერებათა აკადემიის მიმდინარე

6. გოგებაშვილი

სხივური დაავადების დროს მეცნიერებათა აკადემიის მიმდინარე  
დასნებოვნებული და ფაგირებული თეთრი თავგების  
იზონოტოპოლოგიური მახასიათებლების ცვლილებების  
საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 11.3.1959)

სხივური დაავადების ფონზე მიმდინარე ექსპერიმენტული თავგის ტიფის მიმართ ბაქტერიოფაგის ეფექტურობის შესწავლისას დადგინდა იქნა, რომ ფაგირება იწვევს ინფექციის მიმდინარეობის შემსუბუქებას, ამცირებს თავგის ტიფის მიკრობებით ორგანიზმის მოთესვის ხარისხს, ზრდის ცხოველების სიცოცხლის საშუალო ხანგრძლიობას დასნებებულ და უფაგოდ დატოვებულ თეთრ თავგებთან შედარებით და იკავს დაღუპვისაგან ცხოველების გარკვეულ რაოდენობას [3].

უკანასკნელი წლების განმავლობაში გამოქვეყნდა შრომების მნიშვნელოვანი რაოდენობა იმუნიტეტის რეაქციებზე მაიონიზებული გამოსხივების ზემოქმედების შესახებ. ეს შრომები ძირითადად ეხებიან დასნებებულ ორგანიზმში ანტისხეულთა წარმოქმნის განსაზღვრას, სისხლის ბაქტერიციდულობის და ლეიკოციტების ფაგოციტური აქტიურობის შესწავლას [8]. მიუხედავად ამისა, დღეისათვის ლიტერატურაში თითქმის არ არის გაშუქებული საკითხი დასნებებულ ორგანიზმში ინფექციის მიმდინარეობის პროცესში ლეიკოციტების რაოდენობის, მათი ფაგოციტური აქტიურობის ცვლილებების და ანტისხეულთა წარმოქმნის დინამიკის შესახებ.

აღნიშნული შრომის მიზანია, სხივური დაავადების დროს ექსპერიმენტულად თავგის ტიფით დასნებოვნებული და ფაგირებული თეთრი თავგების იზონოტოპოლოგიური მახასიათებლების (ლეიკოციტების რაოდენობის, მათი ფაგოციტური აქტიურობის და ანტისხეულთა წარმოქმნის დინამიკის) ცვლილებების შესწავლა საკონტროლო ჯგუფების ცხოველებთან შედარებით.

გამოკვლევები ჩატარებული იქნა 19—20 გ წონის თეთრ თავგებზე. თავგებს ვასხივებდით (1 ტოტალურად, აპარატით რუმ-3. დასნებების პირობები იყო შემდეგი:

დასნებებიდან 5 დღის შემდეგ თავგებს პერორალურად ვასნებოვნებდით თავგის ტიფის ჩხირების LD<sub>50</sub>, რაც შეადგენდა 250 მილიონ მიკრობულ სხეულს 0,1 მლ ფიზიოლოგიურ ხსნარში. დასნებოვნებიდან 2 საათის შემდეგ თავგებს პირის გზით ვაძლევდით 10<sup>-8</sup> ხარისხის პოლივალენტურ ბრესლაუ-ფაგს შემდეგი სქემით: პირველ დღეს — 0,4 მლ, მეორე დღეს — 0,2 მლ, მესამე დღეს — 0,4 მლ.

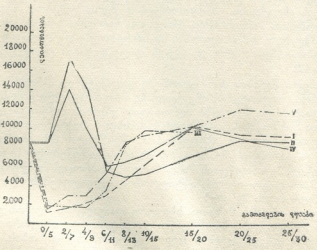
(1 დასნებება ჩატარებულია თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტის რენტგენოლოგიის და რადიოლოგიის კათედრაზე.

დაკვირვების ქვეშ მყოფი ცხოველები დაყოფილი იყო 5 ჯგუფად: I. დასხივებულები; II. დასნებოვნებულები დასხივების გარეშე; III. დასხივების შემდეგ დასნებოვნებულები; IV. დასნებოვნებულნი და ფაგირებულნი დასხივების გარეშე; V. დასხივების შემდეგ დასნებოვნებულნი და ფაგირებულნი.

აღნიშნული ჯგუფების ცხოველებს დასნებოვნების წინ და დასნებოვნებიდან მე-2, მე-4, მე-5, მე-8, მე-10, მე-15, მე-20 და 25-ე დღეს ვიკლევით ლეიკოციტების რაოდენობაზე. ამასთანავე, დასნებოვნების წინ და დასნებოვნებიდან მე-4, მე-8, მე-15 და 25-ე დღეს ვსაზღვრავდით ლეიკოციტების ფაგოციტურ რიცხვს და ანტისხეულთა ტიტრს (აგლუტინაციის რეაქციით).

ლეიკოციტების ფაგოციტური რიცხვის განსაზღვრა ხდებოდა შემდეგი მეთოდით: თავის მუცლის ღრუში შეგვყავდა 1,5 მლ ხორც-პეპტონიანი ბულიონი, 6—8 საათის შემდეგ მუცლის ღრუში შეგვყავდა თავის ტიფის მიკრობების 5 მილიარდიანი ემულსიის 1,0 მლ. მიკრობების შეყვანიდან 30 წუთის შემდეგ მუცლის ღრუდან ვიღებდით ექსუდატს, ვამზადებდით ნაცხებს, რომლებსაც ვუკეთებდით ფიქსაციას მეთილის სპირტით და ვღებავდით მეთილენის ლილის წყალხსნარით. ფაგოციტირებული მიკრობების დათვლა ხდებოდა 100 ნეტროფილში.

გამოკვლევები ჩატარებულია 545 თეთრ თავგზე.



სურ. 1. თეთრი თავგების ლეიკოციტების რაოდენობის ცვლილებები ექსპერიმენტული თავგის ტიფის დროს; I—დასხივებულები; II—დაუსხივებლები და დასნებოვნებულები; III დასხივებულები და დასნებოვნებულები; IV—დაუსხივებლები დასნებოვნებულები და ფაგირებულები; V—დასხივებულები დასნებოვნებულები და ფაგირებულები.

წილადის მრიცხველი აღნიშნავს დღეს დასნებოვნებიდან, მნიშვნელი—დასხივებიდან.

ექსპერიმენტული თავგის ტიფის დროს ფაგირებული (როგორც დასხივებული, ისე დაუსხივებელი) და შესაბამისი საკონტროლო თავგების ლეიკოციტების რაოდენობის ცვლილებები წარმოდგენილია სურ 1-ზე.

წარმოდგენილი მრუდებიდან ჩანს, რომ რენტგენის სხივების 450r დასხივებულ თავგებში აღინიშნება ლეიკოციტების რაოდენობის შემცირება, რაც

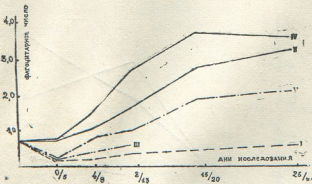


განსაკუთრებით მკვეთრადა გამოხატული დასხივებიდან მე-5 დღეს (ამ დროისათვის დასხივებულ თავგებში ლეიკოციტების რაოდენობა აღწევს 1700, ნაკვალად 8100—1 მლ. სურ. 1. — I, III, V). შემდეგში ლეიკოციტების რაოდენობა თანდათანობით მატულობს და უმნიშვნელო ლეიკოციტოზის შემდეგ (დასხივებიდან მე-20 დღე) უბრუნდება ნორმას.

თავგის ტიფის მიკრობებით დაუსხივებლად დასნებოვნებულ თავგებში პირველი 4 დღის განმავლობაში ვითარდება ლეიკოციტოზი (ლეიკოციტების რაოდენობა შეადგენს 17000—1 მლ). შემდეგში ლეიკოციტების რაოდენობა მკვეთრად კლებულობს და მე-6 დღისათვის ვითარდება ლეიკოპენია, რაც გრძელდება მე-10 დღემდის (ლეიკოციტების რაოდენობა შეადგენს 5500—5100). მე-15 დღიდან ლეიკოციტების რაოდენობა თანდათანობით მატულობს და დასნებოვნებიდან მე-20 დღისათვის უბრუნდება ნორმალურ დონეს. (სურ. 1—II).

დაუსხივებლად დასნებოვნებულ და ფაგირებულ თავგებში ლეიკოციტოზის რაოდენობის ცვლილებებს აქვს ასეთივე ხასიათი, ოღონდ პირველდაწყებითი ლეიკოციტოზი და მისი მომდევნო ლეიკოპენია უფრო ნაკლები ხარისხით არის გამოხატული (სურ. 1—IV).

დასხივების შემდეგ დასნებოვნებულ თავგებში (როგორც ფაგირებულებში, ისე არაფაგირებულებში (სურ. 1—III, V) დასხივების შედეგად განვითარებული ლეიკოპენია დასნებოვნების მე-4 დღიდან მკვეთრად მცირდება და მე-8 დღისათვის ლეიკოციტების რაოდენობა შეადგენს 8500—8700—1 მლ. შემდგომ პერიოდებში ლეიკოციტების რაოდენობა კვლავ განიცდის ზრდას და დასნებოვნების მე-20, მე-25 დღისათვის ვითარდება ლეიკოციტოზი (12000—12200—1 მლ).



სურ. 2. თეთრი თავგების ლეიკოციტების ფაგოციტური რიცხვის ცვლილებები ექსპერიმენტული თავგის ტიფის დროს; I—დასხივებულები, II—დაუსხივებულები და დასნებოვნებულები; III—დასხივებულები და დასნებოვნებულები; IV—დაუსხივებულები დასნებოვნებულები და ფაგირებულები; V—დასხივებულები, დასნებოვნებულები და ფაგირებულები (წილადის მრიცხველი აღნიშნავს დღეს დასნებოვნებიდან, მნიშვნელი—დასხივებიდან)

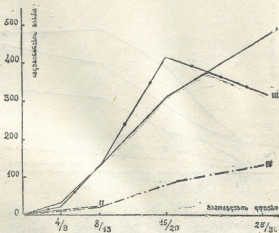
დასნებოვნებიდან სხვადასხვა დროს ლეიკოციტების ფაგოციტური რიცხვის შესწავლისას მიღებული შედეგები (სურ. 2) გვიჩვენებს, დასხივებულ

ცხოველებში (სურ. 2—I, III, V) ლეიკოციტების ფაგოციტური აქტიურობის დათრგუნვას. ფაგოციტოზი მეტად მკვეთრად და დაქვეითებულ დასხივებიდან მე-5 დღეს (ლეიკოციტების ფაგოციტური რიცხვი თავის მიკრობების მიმართ შეადგენს 0,15-ს, ნაცვლად 0,74-სა. შემდგომში დასხივებული ცხოველების ფაგოციტური რიცხვი თანდათანობით იზრდება და დასხივებიდან 32 დღისათვის უახლოვდება ნორმალურ დონეს (სურ. 2—I).

დასნებოვნებული თავგების ყველა ჯგუფში ინფექციის პროცესში ლეიკოციტების ფაგოციტური რიცხვი თავის ტიფის მიკრობების მიმართ მკვეთრად იზრდება და მე-15—25-ე დღისათვის აღწევს მაქსიმუმს (სურ. 2—II, III, IV, V). ფაგირებულ თავგებში (როგორც დასხივებულებში, ისე დაუსხივებულებში), არაფაგირებულებთან შედარებით ფაგოციტოზი მიმდინარეობს უფრო ინტენსიურად. ასე, მაგალითად: დასხივების შემდეგ დასნებოვნებულ და ფაგირებულ თავგებში (სურ. 2—V) მე-15, მე-25 დღისათვის ლეიკოციტების ფაგოციტური რიცხვი შეადგენდა 1,92—2,42-ს, მაშინ, როდესაც დასხივებულ და დასნებოვნებულ თავგებში მე-15 დღისათვის ლეიკოციტების ფაგოციტური რიცხვი 0,96-ს აღწევდა. ამ ჯგუფის ცხოველებში ფაგოციტოზის შესწავლა 25 დღისათვის არ მოხერხდა, ვინაიდან თავგები აღნიშნულ დრომდე არ ცოცხლობდნენ.

ასევე მაღალ დონეზე მიმდინარეობს ფაგოციტოზი დაუსხივებულ ფაგირებულ თავგებში (სურ. 2—4) არაფაგირებულებთან შედარებით (სურ. 2—II). პირველ შემთხვევაში მე-15—25-ე დღისათვის ლეიკოციტების ფაგოციტური რიცხვი შეადგებდა 3,76—3,62-ს, მეორე შემთხვევაში — 2,87—3,36 (შესაბამისად).

სურ. 3-ზე ასახულია ექსპერიმენტული თავგის ტიფის მიმდინარეობის პროცესში დასხივებულ, ფაგირებულ და შესაბამის საკონტროლო თავგებში აგლუტინინების წარმოქმნის დინამიკა.



სურ. 3. თეთრი თავგების ანტისხეულთა წარმოქმნის დინამიკა ექსპერიმენტული თავგის ტიფის დროს: I—დაუსხივებულები და დასნებოვნებულები; II—დასხივებულები და დასნებოვნებულები; III—დაუსხივებულები, დასნებოვნებულები და ფაგირებულები; IV—დასხივებულები, დასნებოვნებულები და ფაგირებულები (წილადის შრიცხველი აღნიშნავს დღეს დასნებოვნებიდან; მნიშვნელი—დასხივებიდან).

როგორც მოყვანილი მრუდები გვიჩვენებენ, დაუსხივებლად დასნებოვნებული თავგებში (სურ. 3—I) დასნებოვნებიდან მე-4 დღისათვის აღინიშნება აგლუტინინების დაგროვება, რომელთა ტიტრი ამ დროისათვის 1:40 აღწევს. ინფექციის პროცესში აგლუტინინების რაოდენობა სისხლში თანდათანობით მატულობს და დასნებოვნებიდან 25 დღისათვის მაქსიმუმს აღწევს (1:490).

დაუსხივებლად დასნებოვნებულ და ფაგირებულ თავგებში (სურ. 3—III) აგლუტინინების მაქსიმალური რაოდენობის დაგროვება (1:430) აღინიშნება დასნებოვნებიდან მე-15 დღეს, შემდეგში აგლუტინინების რაოდენობა ოდნავ კლებულობს და 25 დღისათვის 1:370-ს აღწევს.

ანტისხეულთა წარმოქმნის პროცესი მკვეთრად და დათრგუნვილი დასხივებულ თავგებში. დასნებოვნების მე-4 დღისათვის დასხივებული თავგების სისხლში აგლუტინინების ტიტრი შეადგენს 1:10. შემდგომ ვადებში აგლუტინინების კონცენტრაცია უმნიშვნელოდ მატულობს და 25-ე დღისათვის აღწევს 1:120 (სურ. 3—IV).

როგორც დასხივებული, ისე დაუსხივებელი ფაგირებული და არაფაგირებული თავგების ანტისხეულთა ტიტრებს შორის რაიმე შესამჩნევე სხვაობის დადგენა არ მოხერხდა.

### მიღებული შედეგების განხილვა

როგორც ცნობილია, მაიონიზებული გამოსხივების სუბლეტალური და ლეტალური დოზებით ორგანიზმის დასხივება ლეიკოციტების რაოდენობის ხანგრძლივ დაქვეითებასთან ერთად იწვევს ფაგოციტური რეაქციის მკვეთრ დათრგუნვას. როგორც ჩვენს ექსპერიმენტებში ჩანს (იხ. სურ. 1 და 2) ფაგოციტოზის მაქსიმალური დაქვეითება აღინიშნებოდა ლეიკოპენიის მკვეთრად გამოხატულ პერიოდში (დასხივებიდან მე-5 დღეს), თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ლეიკოციტების რაოდენობის შემცირებასა და ფაგოციტური რეაქციის დაქვეითებას შორის პირდაპირი პარალელიზმის დადგენა არ მოხერხდა. ფაგოციტური რეაქციის აღდგენა ხდებოდა გაცილებით გვიან ლეიკოციტების რაოდენობასთან შედარებით. ეს ფაქტი და აგრეთვე ლიტერატურული მონაცემები საფუძველს გვაძლევენ ვიფიქროთ, რომ ლეიკოციტების ფაგოციტური აქტიურობის დაქვეითება გამოწვეული უნდა იყოს, როგორც ლეიკოციტების რაოდენობრივი და ხარისხობრივი ცვლილებებით [2, 9], ისე ჰუმორალური გარემოს ცვლილებებით [10].

ინფექციის პროცესში დასხივებულ და დაუსხივებელ თავგებში ლეიკოციტების რაოდენობის ცვლილებების დინამიკის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ თავის ტიფის მიკრობებით დასნებოვნებული დასხივებული და დაუსხივებელი თავგები ჰემატოლოგიურად რეაგირებენ სხვადასხვაგვარად. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, დაუსხივებლად დასნებოვნებულ თავგებში პირველად ლეიკოციტოზის შემდეგ დასნებოვნების მე-6 დღიდან ვითარდება ლეიკოპენია, რის შემდეგ ლეიკოციტების რაოდენობა თანდათანობით მატულობს და მე-20 დღისათვის უბრუნდება ნორმალურ დონეს, დასხივებულ თავგებში კი, პირველდაწყებითი ლეიკოციტოზის ნაცვლად დასნებოვნების მე-6 დღემდის აღინიშნება წდგრადი ლეიკოპენია, შემდეგში ლეიკოციტების რაოდენობა მკვეთრად მატულობს და მე-8 დღისათვის აღწევს ნორმალურ დონეს (სურ. 1—III, V). მაშინ, როდესაც ამ დროისათვის დაუსხივებლად დასნებოვნებულ თავგებში აღინიშნება ლეიკოპენია.

ექსპერიმენტული თავგის ტიფის მიმდინარეობის პროცესში ანტისხეულთა წარმოქმნის დინამიკისა და ლეიკოციტების ფაგოციტური რიცხვის შესწავლამ გვიჩვენა, რომ დასხივებულ თავგებს შორის ინფექციის პროცესში მკვეთ-



რად არის დათრგუნვილი ანტისხეულთა წარმოქმნის რეაქცია და ფაგოციტოზის დასხივებულ თავგებში ინფექციის პროცესში აგლუტინინების ტიტრი და ლეიკოციტების ფაგოციტური რიცხვი უფრო ნაკლები ინტენსივობით მატულობს და აღწევს შედარებით დაბალ დონეს, ვიდრე ეს ხდება დაუსხივებულ თავგებში (სურ. 2—III).

დასხივებულ და დაუსხივებულ ფაგირებულ თავგებს შორის შედარებით ინტენსიურად მიმდინარე ფაგოციტოზი მიუთითებს ბაქტერიოფაგის უნარზე — გამოიწვიოს ფაგოციტური რეაქციის სტიმულაცია შესაბამისი მიკრობების მიმართ.

ამრიგად, ბაქტერიოფაგის ეფექტურობა განპირობებულია, როგორც ორგანიზმში ბაქტერიოფაგის გავლენით თავის ტიფის მიკრობების უშუალო ლიზისით [3, 5, 6, 7], ისე შესაბამისი მიკრობების მიმართ ორგანიზმის ფაგოციტურ რეაქციაზე ბაქტერიოფაგის მასტიმულირებელი მოქმედებით (ჩვენი გამოკვლევები და [1, 4]).

### დასკვნები

1. რენტგენის სხივების 450r დასხივებულ თავგებში ვითარდება ლეიკოპენია, რაც აღწევს მაქსიმუმს დასხივებიდან მე-5 დღისათვის. დასხივებულ ცხოველებში ლეიკოციტების რაოდენობა საწყის დონეს უბრუნდება დასხივებიდან 30-ე დღისათვის.

2. თავის ტიფის მიკრობებით დასნებოვნებულ დასხივებულ და არაინფიცირებულ დასხივებულ თავგებს შორის ლეიკოციტების რაოდენობის თითქმის ერთნაირი ცვლილებები მიუთითებს მიკრობული გალიზიანებისადმი დასხივებული თავგების სისხლმბადი ორგანოების რეაქტიულობის მკვეთრ დათრგუნვაზე.

3. დასხივებულ თავგებში სისხლმბადი ორგანოების ფუნქციის დარღვევის გამო თავის ტიფის მიმდინარეობის პროცესში დასხივებულ და დაუსხივებულ თავგებს შორის ლეიკოციტების რაოდენობის ცვლილებებს აქვთ დიაგნოტიკური მნიშვნელობა და საწინააღმდეგო ხასიათი, რაც მნიშვნელოვნად ამცირებს სხივური დაავადების ფონზე მიმდინარე ინფექციური დაავადების დროს სისხლის ანალიზის დიაგნოსტიკურ მნიშვნელობას.

4. რენტგენის სხივების 450r დასხივებულ თავგებში აღინიშნება ფაგოციტური რეაქციის დათრგუნვა. მისი მაქსიმალური დაქვეითება ხდება დასხივებიდან მე-5 დღისათვის, რის შემდეგ ლეიკოციტების ფაგოციტური რიცხვი თანდათანობით მატულობს და 30-ე დღისათვის ნორმალურ დონეს უახლოვდება.

5. ექსპერიმენტული თავის ტიფის მიმდინარეობის პროცესში ფაგოციტური რეაქცია თავის ტიფის მიკრობების მიმართ მკვეთრად იზრდება და დასნებოვნების მე-15—25-ე დღისათვის მაქსიმუმს აღწევს: დასხივებულ თავგებში ფაგოციტოზი შედარებით ნაკლები ინტენსივობით მატულობს და დაუსხივებულთან შედარებით, უფრო დაბალ დონეს აღწევს.

6. ფაგირებული თავგების (დასხივებულებისა და დაუსხივებულების) ლეიკოციტების ფაგოციტური რიცხვი სწრაფად იზრდება და არაფაგირებულ თავგებთან შედარებით უფრო მაღალ დონეს აღწევს. ეს მოვლენა ბაქტერიოფაგის მასტიმულირებელი მოქმედებით უნდა აიხსნას.

7. დასხივებულ თავგებში მკვეთრად არის დათრგუნვილი ანტისხეულთა წარმოქმნის რეაქცია. ექსპერიმენტული თავის ტიფის მიმდინარეობის პროცესში, ხანგრძლივი ანტიგენური გალიზიანების მიუხედავად, დასხივებულ თავგებს შორის აგლუტინინების კონცენტრაცია სისხლში უმნიშვნელოდ მატულობს და 25 დღისათვის აღწევს 1:120.





კლინიკური მდიცინა

ბ. ნაზარიშვილი

## თირკმლის ბიოღენთა ზამოკვლევების სპიტიოსისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. წულუკიძემ 18.5.1959)

თირკმლის ბიოელექტრული აქტივობის შესახებ ცოტა რამ არის ცნობილი. მ. დუნგერნის [1], ა. ტიტაევის [2], ა. გზირიშვილისა [3, 4, 5] და ა. კნოიკერის [6] გამოკვლევებმა გარკვეული როლი ითამაშეს, როგორც პირველმა ნაშრომებმა ამ მიმართულებით, მაგრამ ამ ავტორთა მონაცემები უკმარია თირკმლის ელექტრული მოქმედების ნამდვილსურათის შესაქმნელად.

დუნგერნის თანახმად, შინაური კურდღლის ელექტრონეფროგრამა შეეცავს 0,1 — 2,4 მიკროვოლტ პოტენციალებს, რომლებზეც განლაგებულია სამი სახის სპონტანური ბიოელექტრული რხევები. ცთომილი წერვის გაღიზიანება და ადრენალინის ინექცია კანონზომიერად ცვლის თირკმლის ელექტრულ აქტივობას.

ტიტაევმა შინაურ კურდღლებსა და ძაღლებზე ნახა, რომ თირკმლის ელექტრულ პოტენციალთა ოდენობა დამოკიდებულია სისხლითა და ჟანგბადით ორგანოს მომარაგებაზე. სხვადასხვა ფარმაკოლოგიურ ნევთიერებათა მოქმედება, პოტენციალის ოდენობის დამახასიათებელ ცვლილებებს იძლევა.

კნოიკერი თირკმლის ელექტრულ ეფექტებს კატებსა და ადამიანებზე სწავლობდა. ადამიანის თირკმლის ბიოდენების აღრიცხვას იგი შეეცადა ცალი ელექტროდის მოთავსებით კანის ზედაპირზე—თირკმლის საპროექციო მიდამოში, მეორე ელექტროდს კი ათავსებდა შარდის ბუშტში ან თირკმლის მენჯში. ზოგჯერ მის ცდებში ცალი ელექტროდი თავსდებოდა თირკმლის მენჯში, ხოლო მეორე კანზე, შარდის ბუშტის საპროექციო მიდამოში.

ამ გზით კნოიკერმა აღრიცხა მაღალი ვოლტაჟის ელექტრული რხევები, რომლებიც მან თირკმლის აქტივობის გამომხატველად მიიჩნია და მას დიაგნოსტიკური მნიშვნელობა მიანიჭა: ამ რხევების ამპლიტუდის შემცირებას, იგი თირკმლის დაავადებას უკავშირდებდა.

კნოიკერის მიერ მიღებული მაღალი პოტენციალები ძალზე წააგავს ამ ეფექტებს, რომლებიც მასზე უფრო ადრე აღწერა ა. გზირიშვილმა.

აღსანიშნავია, რომ დუნგერნი და ტიტაევი თირკმლის ბიოდენების აღრიცხვას სარკიანი ვალვანომეტრის საშუალებით ცდილობდნენ, ხოლო კნოიკერს თავის ცდებში ელექტროკარდიოგრაფი ჰქონდა გამოყენებული. ამგვარი მეთოდებით, ერთი მხრით, შეუძლებელი იყო დაბალი ვოლტაჟის პოტენციალთა აღრიცხვა, ხოლო მეორე მხრით, ბიოდენთა გამომყვანი ელექტროდები ამ ავტორთა ცდებში ისე იყო განლაგებული, რომ, როგორც ქვევით შევეცდებით ცხადვეყოთ, საუკეთესო პირობები იყო შექმნილი გულის ბიოდენთა აღსარისებად.

მილაკებანი გამაძლიერებლების გამოყენებამ ტროფიმოვს [8,9] საშუალება მისცა შლიფფიანი ოსცილოგრაფიით აღერიცხა ძაღლებისა და შინაური კურდღლების თირკმლის ბიოდენები ქრონიკულ ცდებში. ამ გამოკვლევების



მიხედვით. თირკმლის სპონტანტური ბიოდენები სამი სახის ელექტრონული ვებით ხასიათდება. ესენია: შედარებით ნელი რხევები—30—150 მიკროვოლტამდე ძაბვით, რომლებზედაც განლაგებულია უფრო სწრაფი პოტენციალები 20—70 მიკროვოლტამდე, ხოლო მესამეა უფრო ხშირი რხევების ჯგუფი, რომელთა ამპლიტუდა 5—50 მიკროვოლტს არ აღემატება. ტროფიკომოვი შეისწავლა ამ სპონტანტური ბიოდენების ცვლილებები მშრალი დიეტის, წყლით დატვირთვისა და სხვადასხვა ფარმაკოლოგიურ ნივთიერებათა მოქმედების დროს.

ნ. ძიძიშვილის ხელმძღვანელობით მე დაწვრილებით გამოვიკვლიე თირკმლის ბიოელექტრული აქტივობა თანამედროვე ოსცილოგრაფიული მეთოდების გამოყენებით. წინამდებარე ნაშრომში წარმოდგენილია მასალა, რომელიც შეეხება ზემოთ ჩამოთვლილ ავტორთა მიერ გამოყენებული მეთოდების დროს თირკმლის ეფექტების აღრიცხვაზე გულის ბიოდენების გავლენას.

### მეთოდიკა

თირკმლის საპროექციო კანის მიდამოში—ბუკის ხაზის მე-12 ნექთან გადაკვეთის ადგილას ვათავსებდით ვერცხლის ელექტროდს ( $3 \times 5$  სმ), მეორე ელექტროდს კი ( $1 \times 2$  სმ)—წინა აქსილარული ხაზის ნექნა რკალის გადაკვეთის ადგილზე. ცდების მეორე სერიაში ცალი ელექტროდი (ლითონის მათეთრული ქინძისთავისებრ მომრგვალებული დაბოლოებით). შარდსაწვეთის კათეტერთან ერთად შეგვყავდა, თირკმლის მეჩხში, ხოლო მეორე, ინდიფერენტულ ელექტროდად გამოყენებული იყო შარდის ბუშტში შეყვანილი ცისტოსკოპი.

ცდების სხვა სერიაში ელექტრული ეფექტები გამოვყავდა პარანეფრიუმის მიდამოდან: ადგილობრივი ანესთეზიის გამოყენებით პარანეფრიუმში შეგვყავდა შპრიცის ნემსი (როგორც ვიწმენვისკისული ბლოკადის დროს) და ამ ნემსში თირკმლამდე შევიტანდით ხოლმე წვრილი მავთულის ელექტროდს, თვით შპრიცის ნემსს ამ დროს „ინდიფერენტულ“ ელექტროდად გამოვყენებდით.

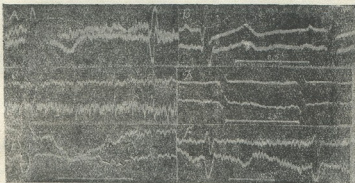
მწვავე ცდებს ვატარებდით კატებზე ნემბუტალის ნარკოზით. თირკმელს გამოვყოფდით რეტროპერიტონეალურად ისე, რომ არ ვაზიანებდით მასთან დაკავშირებულ ნერვებსა და სისხლძარღვებს. ამრიგად, გამოყოფილ თირკმელს ვათავსებდით პლასტმასის ყუთში, ოთხეულიც შტატივზე იყო დამაგრებული. ბიოდენების აღრიცხვა ხდებოდა 10—20 მიკრონის დიამეტრიანი ელექტროდებით, ბიპოლარულად. აღრიცხავდით თირკმლის ქერქოვანი და ტვინოვანი შრეების სხვადასხვა უბანს სხვადასხვა სიღრმეზე. ელექტროდების მდებარეობის ზუსტი დადგენა ხდებოდა მაკროსკოპულად თირკმლის განაკვეთზე, ცდის დამთავრების შემდეგ. ამ მიდამოებს შევისწავლიდით ჰისტოლოგიურადაც.

ერთდროულად აღრიცხებოდა ორი წერტილის აქტივობა სიმეტრიული შესავლის მქონე გამძლიერებლების გამოყენებით. რეგისტრაცია  $MnO-2$  მარკის რვაშულიფიანი ოსცილოგრაფით. ზოგიერთ შემთხვევებში რეგისტრაცია წარმოებდა ალვარის ფირმის რვაშულიფიანი ელექტრონეცეფალოგრაფიით.

### მიღებული შედეგების განხილვა

კანიდან (თირკმლის საპროექციო მიდამოდან) და თირკმლის მეჩხიდან აღრიცხება მალალი პოტენციალები სწორედ ისეთი სახისა, როგორიც თავდაპირველად ა. გზირიშვილმა აღწერა. თავის კონფიგურაციით ეს პოტენციალები გულის ელექტრულ აქტივობას წააგავს (სურ. 1-A, C, E).

იმის დასადგენად, თუ რა გენეზური კავშირი აქვს თირკმლის საპროექციო მიდამოდან და თირკმლის მენჯიდან მიღებულ ელექტრულ ეფექტებს გულის ელექტრულ ეფექტებთან, ერთდროულად ვაწარმოვეთ ორივე ამ ეფექტის აღრიცხვა როგორც ეს სურ. 1-ზე ჩანს (ოსცილოგრამა 1-B, D, F), კარდიალური დენები სავსებით შეესაბამება თირკმლის საპროექციო მიდამოდან და თირკმლის მენჯიდან მიღებულ ეფექტებს და მსგავსი კონფიგურაციისაა.



სურ. 1. ოსცილოგრამები თირკმლისა და გულის მიდამოების კანის ზედაპირიდან და თირკმლის მენჯიდან.

კანის ელექტროდები—ფირფიტოვანი, თირკმლის მენჯისა—ლითონის მავთული.

A—ადამიანისა, C—კატისა; ზემო მრუდები—ეფექტები მარჯვენა თირკმლის მიდამოებიდან, ქვემო—მარჯვენა თირკმლის მიდამოებიდან.

Б—ადამიანისა; ზემო მრუდი მარჯვენა თირკმლის მენჯიდან, ქვემო—მარჯვენა თირკმლის საპროექციო მიდამოს კანის ზედაპირიდან.

B—ადამიანისა, D—კატისა; ზემო მრუდები—ეფექტები გულის მიდამოებიდან, ქვემო—თირკმლების მიდამოებიდან.

E—ადამიანისა; ზემო მრუდები—ეფექტები გულის მიდამოდან, ქვემო—მარჯვენა თირკმლის მენჯიდან.

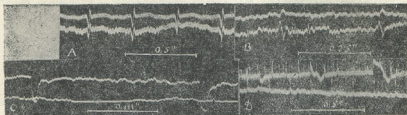
ანალოგიური სურათი მივიღეთ, როდესაც გულის ეფექტებთან ერთად აღვრიცხეთ პარანეფრიუმის ელექტრული ეფექტებიც. პარანეფრიუმის მიდამოში ნემსისებური ელექტროდების შეყვანით.

მსგავს სურათს წავაწყდით კატის თირკმლის ქერქოვანი და ტვინოვანი შრიდან მიკროელექტროდებით ბიოდენების გამოყვანისას (სურ. 2-A, B), ასევე ტვინოვანი შრის სხვადასხვა მიდამოებიდან ელექტრული ეფექტების აღრიცხვის დროსაც. თუ ელექტრულ ეფექტებს ერთდროულად აღვრიცხავთ თირკმლის ცალკე ტვინოვანი და ცალკე ქერქოვანი შრიდან, შეიძლება იყოს ისეთი პერაოდი, როდესაც კარდიალური პოტენციალები აღირიცხება მხოლოდ ტვინოვანი, ან მხოლოდ ქერქოვანი შრიდან (სურ. 2-C, D).

კარდიალური პოტენციალების დროდადრო გამოჩენა ერთსა და იმავე წერტილებში კარგად ჩანს სურ. 3-ზე მოყვანილი ოსცილოგრამებით. ამ სურათზე მოცემულია კატის ერთი და იმავე თირკმლის ტვინოვანი შრის ორი წერტილის, ზემო და ქვემო პოლუსების ელექტრული ეფექტები. დასაწყისში (სურ. 3-A), როგორც ქვემო პოლუსის (ზემო მრუდი), ასევე ზემო პოლუსის



(ქვემო მრუდი) ტვინოვანი შრიდან, აღირიცხება ნელი რხევები, რომლებიც სუსტადაა გამოხატული ქვემო მრუდზე. 2,5 წამის შემდეგ (სურ. 3-B), ზემო პოლუსის ტვინოვან შრეში (ქვემო მრუდი), წარმოიქმნება სწრაფი პოტენცია-



სურ. 2. გულის ელექტრული ეფექტები კატის თირკმლის ქერქოვანი და ტვინოვანი შრიდან და გულის მიდამოებიდან.

გამოყვანა მიკროელექტროდებით.

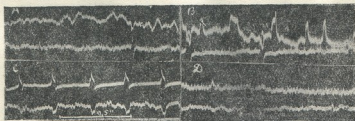
A—ზემო მრუდი—ეფექტები გულის მიდამოდან, ქვემო—თირკმლის ქერქოვანი შრიდან;

B—ზემო მრუდი—ეფექტები თირკმლის ტვინოვანი შრიდან, ქვემო—გულის მიდამოდან;

C—ზემო მრუდი—ეფექტები თირკმლის ტვინოვანი, ქვემო ქერქოვანი შრიდან;

D ზემო მრუდი—ეფექტები თირკმლის ქერქოვანი, ქვემო—ტვინოვანი შრიდან.

ლები, რომლებიც თირკმლის ნერვულ ელემენტთა აქტივობას უნდა გამოხატავდეს, ხოლო ქვემო პოლუსის ტვინოვანი შრის (ზემო მრუდი) ნელი რხევები უფრო დიდ ოდენობას აღწევს. 7,5 წამის შემდეგ (სურ. 3-C) აღნიშნული სუ-



სურ. 3. კატის თირკმლის ტვინოვანი შრის ერთსადამივე წერტილში კარდიალური დენების პერიოდული წარმოშობა.

გამოყვანა მიკროელექტროდებით.

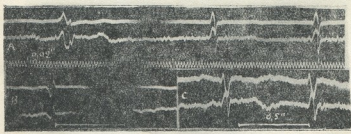
ზემო მრუდები—თირკმლის ქვემო პოლუსის ტვინოვანი შრიდან, ქვემო—ზემო პოლუსის ტვინოვანი შრიდან.

A—ელექტრული ეფექტები დასაწყისში, B—2,5 სეკუნდის, C—7,5 სეკუნდის და D—15,5 სეკუნდის შემდეგ.

რათი კვლავ იცვლება და ქვემო და ზემო პოლუსის ტვინოვანი შრიდან აღირიცხება კარდიალური წარმოშობის პოტენციალები, რომლებიც 8,5 წამს გრძელდება და ბოლოს კვლავ ქრება (სურ. 3-D). საინტერესოა, რომ თირკმლის პო-

ლუსების წერტილებიდან შებრუნებული ნიშნის მქონე პოტენციალები აღირიცხება.

გარკვეული რიტმით მიმდინარე მაღალი პოტენციალები რომ თირკმლის აქტივობის გამომხატველი არ არის, და იგი გულის ბიოდენტა ფიზიკური გავრცელების შედეგია, ამაში ასეთი ფაქტებითაც ვრწმუნდებით. იმ შემთხვევაში, როდესაც ავადმყოფის ელექტროკარდიოგრაფიაში აღინიშნება ექსტრასისტოლა, შესაბამისი სურათი აღირიცხება თირკმლის საპროექციო მიდამოს კანიდანაც (სურ. 4A); და ბოლოს მეტად დემონსტრაციულია, რომ თირკმლის საპროექციო მიდამოდან მაღალი პოტენციალები აღირიცხება თირკმლის ამოკვეთის შემდეგაც. მე-4 სურათზე ზემო მრუდი, კატის გულის მიდამოდანაა, ხოლო ქვემო — ამოკვეთილი თირკმლის არიდან, ხოლო სურ. 4 C-ზე, ადამიანის კანიდან ჩვეულებრივი წესით აღრიცხული ეფექტები, ნეფრექტომირებულ და ნორმალურ მხარეს, მხოლოდ იმით განსხვავდებიან ერთიმეორისაგან, რომ ნეფრექტომირებულ მხარეს პოტენციალის პირველი მუხლი ოდნავ უფრო დაბალია. ასეთი განსხვავება შეიძლება ნორმალურ შემთხვევებშიც აღინიშნებოდეს.



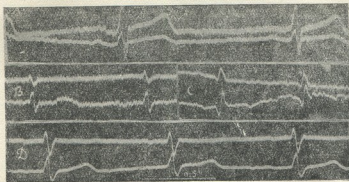
სურ. 4. გულის პათოლოგიური ეფექტები გულისა და თირკმლის მიდამოებიდან და ეფექტები თირკმლის ამოკვეთის შემდეგ. გამოყვანა ფირფიტოვანი ელექტროდებით.  
 A—ოსცილოგრაფა ადამიანისა. ზემო მრუდი—ეფექტები გულის მიდამოდან, ქვემო—მარჯვენა თირკმლის მიდამოდან.  
 B—კატისა; ზემო მრუდი—ეფექტები გულის მიდამოდან, ქვემო—ამოკვეთილ მარჯვენა თირკმლის მიდამოდან.  
 C—ადამიანისა, ზემო მრუდი—ეფექტები ამოკვეთილი მარჯვენა თირკმლის მიდამოდან, ქვემო—დარჩენილი მარცხენა თირკმლის მიდამოდან.

ა. გზირიშვილსა და კნოიკერს მოჰყავთ ისეთი მასალა, როდესაც თირკმლის სხვადასხვა დაავადების შემთხვევაში აღწერილი მაღალი ვოლტაჟის პოტენციალები არსებითად იცვლება.

ჩვენ დაწვრილებით შევისწავლეთ ეს საკითხიც და კანონზომიერი კავშირი თირკმლის დაავადებებსა და აღნიშნულ პოტენციალთა ცვლილებებს შორის ვერ დავადგინეთ. საილუსტრაციოდ მოგვყავს რამდენიმე მაგალითი. სურ. 5-A-ზე მოცემულია მარჯვენა თირკმლის კენჭით დაავადებული ადამიანის ოსცილოგრაფია. ზემო მრუდი მიღებულია მარცხენა თირკმლის საპროექციო მიდამოდან, ხოლო ქვემო—მარჯვენა თირკმლის მიდამოდან. ამ ოსცილოგრაფიის მიხედვით, დაავადებულ მხარეზე მაღალი პოტენციალი თითქოს მართლაც დაქვეითებულია. მაგრამ იმ შემთხვევებში, როდესაც დაავადებული იყო მარცხენა თირკმელი, მაღალი პოტენციალები მაინც უფრო მაღალი იყო მარცხენა მხარეს. სურ. 5-B, C და სურ. 6-A-ზე ზემო მრუდები შეესაბამება ჯანსაღი მარჯვენა თირ-

კმლებს მიდამოებს, ხოლო ქვემო და შუა მრუდები დაავადებულ, მარცხენა თირკმლის საბროექციო მიდამოებს. ერთ შემთხვევაში ავადმყოფს ჰქონდა თირკმლის კენჭი (სურ. 6-A), მეორეში — შარდსაწვეთის კენჭი (სურ. 5-B), ხოლო ბესამეში თირკმლის სიმსივნე (სურ. 5-C), რომელიც ჩვილი ბავშვის თავის ოდენობას აღწევდა.

ეს მასალა, ვფიქრობთ, აშკარად მეტყველებს, რომ თირკმლის საბროექციო მიდამოებიდან აღრიცხული მაღალი ამპლიტუდის პოტენციალთა სიდიდის მიხედვით შეუძლებელია თირკმლის დაავადებაზე მსჯელობა. მარცხენა მხარეს ეს პოტენციალები ყოველთვის მეტია, ვიდრე მარჯვენა მხარეს, სულერთია, თირკმლის დაავადებასთან გვექნება საქმე თუ არა. რომ ეს ნამდვილად ასეა, ეს ჩანს ჯანსაღი ადამიანის თირკმლების საბროექციო მიდამოებიდან ბიოღენების აღრიცხვითაც. სურათ 6-C-ზე მოყვანილია ერთ-ერთი ასეთი ჩანაწერი. აქაც მარცხენა თირკმლის მიდამოდან აღრიცხული ელექტრული ეფექტები (ქვემო მრუდი) უფრო დიდი ოდენობისაა, ვიდრე მარჯვენა თირკმლის მიდამოდან.



სურ. 5. მაღალი პოტენციალები ადამიანების თირკმლების მიდამოებიდან თირკმლების დაავადებისა და ე. წ. „მწოლიარე გულის“ დროს გამოყვანა ფირფიტოვანი ელექტროდებით.

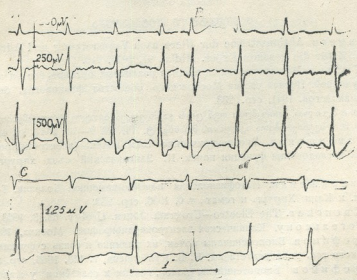
- A — ზემო მრუდი — ჯანსაღი მარცხენა თირკმლის მიდამოდან, ქვემო — დაავადებულ მარჯვენა თირკმლის მიდამოდან;  
 B, C — ზემო მრუდები — ჯანსაღი მარჯვენა თირკმლების მიდამოებიდან, ქვემო — დაავადებულ მარცხენა თირკმლების მიდამოებიდან;  
 D — ეფექტები ე. წ. „მწოლიარე გულის“ დროს. ზემო — მარჯვენა, ქვემო — მარცხენა თირკმლის მიდამოდან.

თირკმლების მიდამოებიდან სხვადასხვა სიდიდის პოტენციალების აღრიცხვის მიზეზი უნდა იხსნას უოლერის [7] მიერ დადგენილი ფაქტით. როგორც ცნობილია, მან ნახა, რომ გულის ბიოღენების მიერ შექმნილი ელექტრული ველი იზოპოტენციალების ვოლტაჟის მიხედვით სხეულის სიმეტრიულ წერტილებში სხვადასხვა სიდიდის პოტენციალებს იძლევა. უოლერის ცნობილი სქემის მიხედვით გულის პოტენციალთა აღმოცენების მომენტში ელექტრული ძალბაზების გავრცელება საერთოდ სხეულის მარცხენა მხარეს გაცილებით მეტია, ვიდრე მარჯვენა მხარეს.

თუ კარდიალურ პოტენციალებს აღვრიცხავთ ერთი თირკმლის მიდამოში, ოღონდ სხვადასხვა წერტილებიდან, იმის შესაბამისად, თუ რა ვოლტაჟის მქონე

იზოპოტენციალური წერტილები იქნება აღრიცხული, პოტენციალთა ამპლიტუდის ოდენობაც სხვადასხვა იქნება.

ცნობილია ისიც, რომ გულის ელექტრული ღერძის მდებარეობის ცვლილებასთან ერთად იცვლება იზოპოტენციალების სხეულზე განაწილების სურათიც. ამის გამო, მაგალითად, ავადმყოფის ჰორიზონტალურ მდებარეობის დროს მარჯვენა თირკმლის საპროექციო მიდამოდან (სურ. 6-A, ზემო მრუდი) აღრიცხული ბიოდენების ვოლტაჟი მერყეობს 100 მიკროვოლტიდან 125 მიკროვოლტამდე, ხოლო მარცხენასი (სურ. 6-A, შუა მრუდი) 350 მიკროვოლტიდან 400



სურ. 6. მაღალი პოტენციალები ადამიანის დაავადებული და ჯანსაღი თირკმლების მიდამოებიდან.

გამოყვანა ფირფიტოვანი ელექტროდებით.

A, B — ზემო მრუდი — ჯანსაღ მარჯვენა თირკმლის მიდამოდან, შუა-დავადებულ მარცხენა თირკმლის მიდამოდან, ქვემო — ელექტროკარდიოგრაფია;

C — ზემო მრუდი — ჯანსაღ მარჯვენა თირკმლის მიდამოდან, ქვემო — ჯანსაღ მარცხენა თირკმლის მიდამოდან.

მიკროვოლტამდე. ვერტიკალურ მდებარეობაში (დაძვარა) გადაყვანის შემდეგ კი ბიოდენების ვოლტაჟმა ორივე მხარეზე მოიმატა — მარჯვნივ (სურ. 6-B ზემო მრუდი) იგი მერყეობს 150-დან 175 მიკროვოლტამდე, ხოლო მარცხნივ (სურ. 6-B შუა მრუდი) — 400—450 მიკროვოლტის ფარგლებში, მაშინ როდესაც, მეორე განხრით მიღებული ელექტროკარდიოგრაფიის სურათი (სურ. 6-A, B ქვემო მრუდები) სხეულის მდებარეობის შეცვლასთან დაკავშირებით არ იცვლება. ე. წ. „მწოლიარე გულის“ დროს კი, ორივე თირკმლის საპროექციო მიდამოდან მიღებული ბიოდენები (სურ. 5-D) თითქმის ერთი და იმავე სიდიდისაა.



ამრიგად, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ზევით აღწერილი მაღალი ვოლტაჟის კოტენცილებს არა აქვთ რა საერთო თირკმლის ელექტრულ აქტივობასთან, რომელიც, ტროფიმოვის შრომების მიხედვით [8—9], სულ სხვაგვარი მიმდინარეობით ხასიათდება. ჩვენს მომდევნო ნაშრომებში შევეცდებით დაწვრილებით დავახასიათოთ ის თავისებური და მრავალმხრივი ელექტრული ეფექტები, რომლებიც საკუთრივ თირკმლის მოქმედების დროს აღმოცენდება.

ექიმთა დახელოვნების  
თბილისის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუყვია 22.5.1959)

#### დაკოფიბული ლიტერატურა

1. M. D u n g e r n. Aktionsströme der Niere nach Vagusreizung und Adrenalininjektion. Z für die gesamte Exper. Mediz., 97, 1935, 110.
2. А. А. Т и т а е в. Электрический потенциал различных органов, его ритмика и связь с функцией. Первая сессия Московского общества физиологов, биохимиков и фармакологов. 1941, стр. 233.
3. ა. გ ზ ი რ ი შ ვ ი ლ ი. თირკმლის ფუნქციის გამოკვლევა ბიოელექტროდენებით. საკართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შთაბეჭ., ტ. VII, № 9—10, 1947, გვ. 667.
4. А. З. Г з и р и ш в и л и. Биозлектрические токи почек (электронепрограмма), в целях исследования функции почек, III Закавказский съезд хирургов. Ереван, 1947.
5. А. З. Г з и р и ш в и л и. Патофизиология почечно-каменной болезни. Труды Инст. Эксп. и Клин. Хирург. и гемат., т. 6, 1956, стр. 252.
6. A. W. K n e u s c k e r. The Electro-Urogram. Journ. Urology. 63, 3, 1953, 458.
7. Л. И. Ф о г е л ь с о н у. Клиническая электрокардиография. Москва, 1957, стр. 54.
8. Л. Г. Т р о ф и м о в. Биопотенциалы почек, их ритмика и связь с функцией. Труды Томского гос. университета им. В. В. Куйбышева, т. 143, 1956, стр. 29.
9. Л. Г. Т р о ф и м о в. Биопотенциалы почек, печени и селезенки у животных и их изменение под влиянием некоторых факторов (фармакологических веществ питевowego режима, условных раздражителей). Автореферат. Томск, 1957.



## კ. მილითაშვილი

ბერტოლტის მონასტრის სამონასტრო-ხელოვნებათმცოდნეობის  
მოგანიშნავი

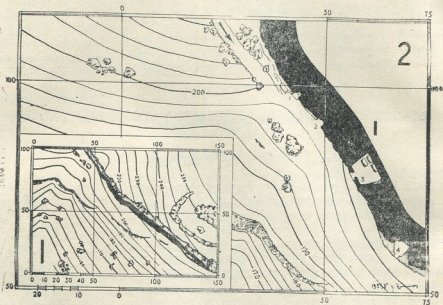
(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 13.5.1959)

1958 წ. ზაფხულში საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ივ. ჯავახიშვილის სახ. ისტორიის ინსტიტუტის ვარძიისა და ისტორიული გეოგრაფიის განყოფილების მიერ შესწავლილი იყო დავით-გარეჯის ერთი მონასტრითავე — ბერტოლტის, ჩემ მიერ შ. ი. ნათუნაძის დახმარებით აიხილა დღემდე მოღწეული მონასტრის ყველა გამოქვაბული, გარდა ტაძრისა და სატრაპეზოსი. ამ უკანასკნელთათვის მცირეოდენი შესწორებებით გამოყენებულ იქნა აკად. გ. ნ. ჩუბინაშვილის მიერ გამოქვეყნებული არქიტ. ვ. წილოსანის ნახაზები (11, ტაბ. 96—98, 113—114).

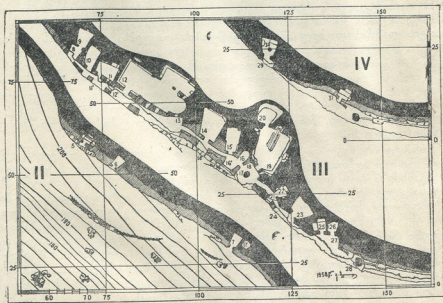
კლდეში გამოკვეთილი მონასტერი დაარსებულია 1212—1213 წწ. (11, გვ. 60). XI ს. 30-იან წლებში მონასტრის აფთხისკენა შემდგე ბერტოლტის ცხოვრება შეწყვეტილა (11, გვ. 71—72). 1707 წ. გახტეული კალიგრაფი გაბრიელ საგინაშვილი გარეჯის ნათლისმცემლის ძმობას ტოვებს და რამდენიმე ბერიოთურთ ცდილობს ბერტოლტის მონასტრის განახლებას, რისთვისაც ამ დროისათვის უკვე დაზიანებულ წინამძღვრისა და მის მეზობელ სენაქში კედლებს აგებს ყორე ქვითა და ნაშალი კლდისაგან დამზადებული ხსნარით. კახეთისათვის დამახასიათებელ ამგვარივე წყობის კედლებს მონასტრის განმახლებლები აშენებენ სატრაპეზოში და მის მახლობელ გამოქვაბულში (გამოქ. 14). მაგრამ გ. საგინაშვილი ვერ ამთავრებს ამ სამუშაოებს, რადგანაც დომენტი კათალიკოსის რჩევით იგი უბრუნდება ნათლისმცემლის მონასტრის [2]. ამგვარად, მონასტერმა ჩვენამდე თავდაპირველი სახით მოაღწია, შემდეგდროინდელი უმნიშვნელო შემატებების გარდა. დროთა განმავლობაში დაზიანდა ტაძრის სამხრეთი ნაწილი, წინამძღვრის სენაკისა და სხვა გამოქვაბულთა ქარაფისავე მიქცეული ნაწილები.

მონასტერში ძველად მისვლა საურმე გზით შეიძლებოდა, რომელიც ლავრიდან ხეობით აღმოსავლეთისაკენ მიიშრებოდა. დაახლოებით 8 კმ გავლის შემდეგ ეს გზა მთის კალთას აჰყვებოდა, გადაჭრია და მის ქედს და მეორე მხარეზე მისახვევ-მოსახვევებით ეშვებოდა; ბოლოს იგი აღმოსავლეთისაკენ მიერთებოდა და მონასტრის დასავლეთ კიდეზე მოთავსებულ შეკავებას აღგეზოდა. აქვე იყო წყალსაცავი (გამოქ. 1), სადაც სიციხისაგან დაოსებულ მგზავრს მისვლისთანავე შეეძლო პირი გაესვლებინა, სახატე ნიშთან (გამ. 2) ლოცვის პირველი მხურვალეობა დაეცხრო და შემდეგ ბუჩქნარ-ხეხილნარში მოესვენა. აღსანიშნავია, რომ მონასტრის ამ ნაწილში ბევრი მცენარეულია, აქვეა ახლა დასაცოდაებული ლეღვის ხეც. თავის დროზე ეს ადგილი ალბათ ამ უდაბნოში ლაზისის მაგვარად იყო გადაშენებული (სურ. 1—3).

სამონასტრო კომპლექსი გამოკვეთილია კლდოვან ქარაფში, რომელიც ქალაქი მთის ქედის სიახლოვეს გაჰყვება და ს-დ-დან ჩ-ა-საკენ მიემართება. კლდე



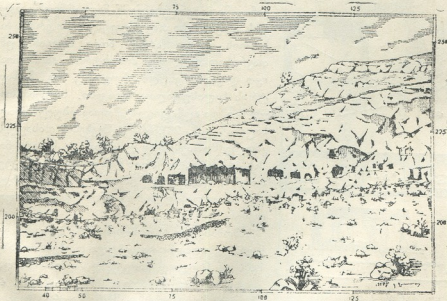
სურ. 1. 1—ბერთუბნის მონასტრის სიტუაციის გეგმა (ბადე და ნიშნულები პირობითა); 2—სართულის გეგმა, ისრით ნაჩვენებია საურზე გზის შემოსვლა მონასტერში. [ჩამონგრეული კლდის აღდგენა წაბახულია]



სურ. 2. II, III და IV სართულის გეგმა.

მოყავისფრო დაშრევებული ქვიშაქვებისაგან შედგება, რომელშიაც მაგარი ჭიშის ქვები და ლოდებია ჩაყოლილი. მთის კალთა, რომელიც კლდის ქარავს ადგება, ნაშალი კლდის ქვა-ლოდითა და მიწით არის დაფარული; მას მოეპოვება ხელოვნური ტერასებიც მშრალი წყობის კედლებით.

მონასტრის გამოქვაბულები ორ ძირითად სართულშია განლაგებული, მაგრამ იმის გამო, რომ რამდენიმე გამოქვაბული (გამ. 5, 30, 31) დამატებით სარულუბსა ქმნის, გრაფიკულ გამოსახვაში საჭირო შეიქნა კომპლექსის ოთხ სართულად წარმოდგენა, სადაც I და II სართ. გეგმა გადმოგვემს ძირითადი პირ-

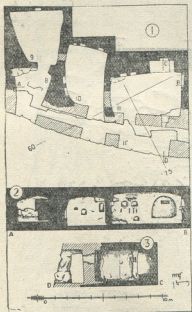


სურ. 3. კომპლექსის ფასადი ახლა

ველი სართულის გამოქვაბულებს, ხოლო III და IV სართ. გეგმა — მეორე ძირითადი სართულისას. პირველი სართულის გამოქვაბულები მიწის პირადაა გამოკვეთილი, გარდა გამოქვ. 5-ისა, რის გამოც რელიეფის მიხედვით აღმოსავლეთისაკენ უფრო და უფრო მაღლა არიან მოთავსებულნი. მეორე ძირითადი სართული კი შედარებით თარაზულია: სამონასტრო ცენტრი მოთავსებულია მეორე ძირითადი სართულის დას. ნაწილში და შედგება ვანკერძობით მოთავსებულ მონასტრის ხელისუფალთა სენაკებისაგან (გამ. 8—11), ტაძრისაგან (გამ. 12—13), სატრაპეზოსა და მასთან დაკავშირებულ გამოქვაბულთა ჯგუფისაგან (გამ. 14—20). მთელი ეს სამონასტრო ცენტრი დანარჩენი, ამ სართულში მოთავსებული, გამოქვაბულებისაგან გამოყოფილია დახურული გასასვლელით (გამ. 21), რომლის შემდეგ იწყება ძმათა სენაკების ძეგლი. ამ სართულში დიოდონ რამდენიმე ადგილას მოთავსებული ილიკით და კლდში გამოკვეთილ საფეხურებით. პირველი სართულის გამოქვაბულებიდან ყურადღებას იპყრობს დასავლეთ კიდეზე მოთავსებული ჭის მსგავსად გამართული წყალსაცავი (გამ. 1), სახატე ნიშა (გამ. 2) და საძვალე (გამ. 3). დანარჩენი გამოქვაბულები ალბათ ძმათა სენაკებს (გამ. 4—5), მეკრისა (გამ. 6) და მსახურთა (გამ. 7) სამყოფელებს წარმოადგენდა.



მთელს კომპლექსში ფუნქციის მიხედვით მკაფიოდაა გამოჩენილი: 1) სენაკები, რომელნიც ბერების ცალკეულ სამყოფელებს წარმოადგენდნენ და 2) ნაგებობები, რომელნიც მთელ სამონასტრო ძმობას და მრევლს ემსახურებოდნენ. როგორც ზოგადი აღწერილობა ვნახეთ, ეს უკანასკნელები მოთავსებულია ძირითად I და II სართულის (ნახაზებზე I და III სართ.) დასავლეთ ნაწილში და გამოყოფილია დანარჩენი გამოქვაბულებისაგან — მათა სენაკებისაგან. მაგრამ მეორე ჯგუფის ნაგებობები თავისი ფუნქციით ერთი ხასიათის როდი არის. ზოგი მათგანი უმთავრესად მხოლოდ მონასტრის ძმობასთან იყო დაკავშირებული, როგორც მაგ. მონასტრის ხელისუფალთა სენაკები, სატრაპეზოს ჯგუფი და აღმ. კიდებზე მოთავსებული წყალსაცავი (გამ. 28). რაც შეეხება დასავლეთ კიდებზე მოთავსებულ წყალსაცავს, სახატე ნიშას, ტაძარს, ქარაფის წინ მოთავსებულ ტერასებს, უნდა ვიფიქროთ სიძველესაც, მრევლის მოთხოვნილებანიც უნდა დაეკმაყოფილებინათ.



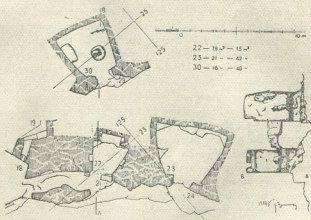
ფურ. 4. მონასტრის ხელისუფალთა სენაკები აღდგენილურთ

სამონასტრო ხელისუფალთა სენაკები განკერძობებითაა მოთავსებული და ბერ-მონაზვნებს აქ მხოლოდ გარკვეულ საქმიანობასთან დაკავშირებით შეეძლოთ მოსვლა (სურ. 4). ამ ჯგუფში გამოირჩევა წინამძღვრის სენაკი, რომლის ფართობი 21 კვ. მ. შეადგენს (გამ. 11). აღსანიშნავია მისი საწოლის

ნიშა, რომელსაც 35 სმ სიგანის დაბალი სასთუმალი აქვს გამოკვეთილი და მოებოვება 70 სმ სიგანის, 20 სმ სიღრმის და 30 სმ სიმაღლის საწიგნე თახჩა. სენაკის აღმ. კედელში კი თაღოვანი ნიშაა ღვთისმშობლის ფრესკული ხატით. ყოველივე ამას ემატება გამოქვაბულის შედარებით ფაქიზი ნაკეთობაც (11, გვ. 45). მისი მეზობელი სენაკები (გამ. 9—10) ფართობით 15 კვ. მ. შეადგენენ, უფრო დაუდევრადაა აკვეთი და ალბათ დეკაზოზს, დიდ ეკონომოსსა ან კანცელაქს ეკუთვნოდა. ამ ჯგუფს აღმ. ესაზღვრებოდა ტაძარი თავისი სტოათი და ჩრდილოეთით მოთავსებული დიდი სივრცით, რომლის ფართობი 38 კვ. მ. და სიმაღლე 4,5 მ აღწევს. უნდა ვიფიქროთ, რომ იგი, ეკლესიის სამსახურების გარდა, სამონასტრო ბიბლიოთეკასაც წარმოადგენდა. ტაძრის აღმოსავლეთით, რამდენადმე დაშორებით იწყება სატრაპეზოსთან დაკავშირებული გამოქვაბულთა ჯგუფი (გამ. 14—16), რომელთა ფართობი აღდგენით 37, 22 და 5 კვ. მ. უნდა ყოფილიყო. აქვეა სახვარბლე ხაროც (გამ. 17), რომლის მოცულობა 12 კვ. მ. უდრის. ეს ჯგუფი მთავრდება აღმ. მხრიდან მოთავსებულ 336 კვ. მ. სატრაპეზოთი. მის შუაზე გამართულია ქვის ტრაპეზი — მაგდა, რომელსაც გვერდის კედლებში გამჭურჭლის შესანახად პაწია ნიშები აქვს დაყოლებული. სოველ 55 სმ მანძილზე. ტრაპეზის გვერდებს მერხები გაპყვება, ხოლო თავში წინამძღვრის ნიშა აქვს (11, გვ. 53—54). სატრაპეზოს აქვს საგანგებოდ მოწყ-

ნიშა, რომელსაც 35 სმ სიგანის დაბალი სასთუმალი აქვს გამოკვეთილი და მოებოვება 70 სმ სიგანის, 20 სმ სიღრმის და 30 სმ სიმაღლის საწიგნე თახჩა. სენაკის აღმ. კედელში კი თაღოვანი ნიშაა ღვთისმშობლის ფრესკული ხატით. ყოველივე ამას ემატება გამოქვაბულის შედარებით ფაქიზი ნაკეთობაც (11, გვ. 45). მისი მეზობელი სენაკები (გამ. 9—10) ფართობით 15 კვ. მ. შეადგენენ, უფრო დაუდევრადაა აკვეთი და ალბათ დეკაზოზს, დიდ ეკონომოსსა ან კანცელაქს ეკუთვნოდა. ამ ჯგუფს აღმ. ესაზღვრებოდა ტაძარი თავისი სტოათი და ჩრდილოეთით მოთავსებული დიდი სივრცით, რომლის ფართობი 38 კვ. მ. და სიმაღლე 4,5 მ აღწევს. უნდა ვიფიქროთ, რომ იგი, ეკლესიის სამსახურების გარდა, სამონასტრო ბიბლიოთეკასაც წარმოადგენდა. ტაძრის აღმოსავლეთით, რამდენადმე დაშორებით იწყება სატრაპეზოსთან დაკავშირებული გამოქვაბულთა ჯგუფი (გამ. 14—16), რომელთა ფართობი აღდგენით 37, 22 და 5 კვ. მ. უნდა ყოფილიყო. აქვეა სახვარბლე ხაროც (გამ. 17), რომლის მოცულობა 12 კვ. მ. უდრის. ეს ჯგუფი მთავრდება აღმ. მხრიდან მოთავსებულ 336 კვ. მ. სატრაპეზოთი. მის შუაზე გამართულია ქვის ტრაპეზი — მაგდა, რომელსაც გვერდის კედლებში გამჭურჭლის შესანახად პაწია ნიშები აქვს დაყოლებული. სოველ 55 სმ მანძილზე. ტრაპეზის გვერდებს მერხები გაპყვება, ხოლო თავში წინამძღვრის ნიშა აქვს (11, გვ. 53—54). სატრაპეზოს აქვს საგანგებოდ მოწყ-

ცობილი მცირე წყალსაცავი და ცალკეული გამოქვაბული (გამ. 20), რომელშიაც ღვინოსა და საშემლს ინახავდნენ. გამოქვაბულთა მთელი ეს ჯგუფი წარმოგიდგება როგორც მონასტრის საკვებით უზრუნველყოფილი ერთეული თავისი სამხარეულოთი, სახაბზოთი და სახვარბლე ხაროთი. აქვე უნდა ყოფილიყო სათანადო პერსონალის — მზარეულ-ხაბაზთა და სხვ. სამყოფელები. ეს ჯგუფი, მართალია, ტაძრის მეზობლადაა მოთავსებული, მაგრამ მრევლმლოცველების გზისაგან მაინც მოწყვეტილი და იზოლირებულია.



სურ. 5 გამოქვაბულების—21—24 და 30-ის 1958 წ. ანახოში

მონასტრის ძმათა სენაკები უმეტესად მცირე ზომისაა და იმდენად დაბალი, რომ 2 მ-საც კი ძლივს აღწევენ. 8—12 კვ. მ. სულ 8 სენაკია (გამ. 4—6, 22, 24—26), 15—16 კვ. მ. ფართობის 2 (გამ. 30—31) და 21 კვ. მ. ფართობისა მხოლოდ ერთი. გვემით სენაკები უმეტესად ტრაპეციას მოგვაგონებენ, თუმცა ქვიშაქვის კლდოვან ფენაში ხშირად ჩაყოლებული მაგარი ჯიშის ქვალოდები მკაფიო ფორმებისა და სადა ზედაპირების შექმნაში კლდის მკვეთაეებს ხელს უშლიდნენ. ამ მიზეზით გამოწვეული უსწოთაასწორობები წინამძღვრის სენაკშიაც კი გვხვდება. აღსანიშნავია ზოგიერთ სენაკში (გამ. 22, 25, 30) კლდისაგან საწოლის გამოჭრა. თითოეული სენაკი სრულიად დამოუკიდებელია და მასში ბერს ხელშეუშლელად შექმლო თავისი საქმიანობა ეწარმოებინა. გამოინაკლისს შეადგენს მხოლოდ ერთი სენაკი (გამ. 30), რომელიც მის ქვეშ მოთავსებულ სენაკთანაა (გამ. 22) დაკავშირებული (სურ. 5). ყურადღებას იპყრობს მონასტრის თავზე ცალკე გამოკვეთილი ფრესკებიანი მცირე ეკლესია და მონასტრის აღმოსავლეთით დაახლოებით ერთ კმ მანძილზე კლდის ქარაფის ანალოგიურ ზოლში მოთავსებული გამოქვაბულთა ჯგუფი, რომელიც ორი სენაკისა და ერთი ეკლესიისაგან შედგება. ჩანს, მონასტრის ძმათა ნაწილი განდევნილ ცხოვრებას ეწეოდა.

მონასტრის წიელი ნაგებობა სამშენებლო-ხუროთმოძღვრული გააზრების შესანიშნავ ნიმუშს იძლევა. ფუძემდებლურად დაჯგუფებული სამყოფელები, სადაც ყოველი მათგანი ერთმანეთთანაც გააკვეთულ, ფუნქციონალურ დამოკიდებუებაშია, იმდროინდელ სამონასტრო ცხოვრებასა და ორგანიზაციის მთლიანად შეესატყვისება [3]. შესანიშნავადაა ცათვალისწინებელი მრევლმლოცველების მოთხოვნილებათა დაკმაყოფილება. აქვე უნდა აღინიშნოს ამ ნაგებობაში ასახული საქართველოს XIII ს-ის დამდეგის იმ პოლიტიკური სუ-

ლისკვეთების ანარეკლიც, რომელიც ახლო აღმოსავლეთში ქვეყნის პირველობასა და უძლეველობას გამოხატავდა. ხალხში ფეხმოდგმული ასეთი აზრისათვის ბერთუბნის მშენებლებს არ შეეძლოთ ანგარიში არ გაეწიათ. ამის გამო მათ მონასტრის შენებისას სამხედრო-თავდაცვითი საკითხები სრულიად გამოვიტყეს. საკმარისი იყო მცირე დროს გაეწეოთ და პოლიტიკური სიტუაციის შეცვლისთანავე მონასტერი იმდენად უმწეო მდგომარეობაში ჩავარდნილიყო, რომ სამუდამოდ შეეწყვიტა არსებობა.

მონასტრის ტაძრის მაღალი და სადა ფორმებით წარმოდგენილი დიდი სიერცე, ვრცელი სატრაპეზო, მათი შესანიშნავი ოსტატობით შესრულებული მხატვრობა ადამიანს საზეიმო დიდებას ავრძნობინებს. საქვალეც კი, რომლის ფართობი 30 კვ. მ. და სიმაღლე 2,9 მ შეადგენს, თავისი დახვეწილი ფორმებით ადამიანში საზეიმო მყუდროების შთაბეჭდილებას ტოვებს. ამას აძლიერებს მკაფიო ფორმების, წირვა-პანაშვიდის შესრულებისათვის განკუთვნილი საკურთხეველიც. საქვალე, რომელიც მონასტრის წარჩინებული და სახელმწიფოებრივი ბერების სამარხი უნდა ყოფილიყო, მრევლის თავყენისცემის ადგილსაც წარმოადგენდა, რასაც მისი მდებარეობაც ადასტურებს. რაც შეეხება დას. ნაწილში მოთავსებულ მწვანე ნარგავებს ცხოველმყოფელი წყალსაცავით, ისინი თავის დროზე სიცოცხლისა და ხალისის იერის მატარებელი უნდა ყოფილიყვნენ. ყოველივე ამას უპირისპირდება მონასტრის სენაკები, განსაკუთრებით ძმათა სენაკები, რომელნიც მცირე ზომებითა და ფორმების დაუხვეწელობით გამოირჩევიან, ამასთანავე ხრიკ კლდეთა შორის მდებარეობენ. აქ უკვე სრული განმარტობაა და მიწიერ სიმშვენიერეთა უარყოფა. ამგვარად, ბერთუბნის მონასტრის კლდეში გამოკვეთილი ნაგებობა სამონასტრო ცხოვრების იმ სურათს გვიჩატავს, რომელიც XIII ს. დამდეგის საქართველოს მაღალ ნივთიერი და სულიერი განვითარებიდან არის გამომდინარე.

მაქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. ი. ჯავახიშვილის სახელობის

ისტორიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 16.5.1959)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. Н. Чубинашвили. пещерные монастыри Давид-Гареджи. Тбилиси, 1948.
2. ი. ლოლაშვილი. დავით გარეჯის ლიტერატურული სკოლა და გაბრიელ მცირის უცნობი მემუარული თხრობანი. 1958.
3. ივ. ჯავახიშვილი, ქართული სამართლის ისტორია, წ. II, ნ. II, ტფილისი, 1929, გვ. 63—92, 323—356.



## მეცნიერების ისტორია

## 3. ფირფილაზვილი

ძირუბიზული მკურნალობის ისტორიის ზოგიერთი საკითხი არქეოლოგთა მიერ მოკოვიზული ძვლოვანი მასალის მიხედვით

(წარმოდგინა აკადემიოსმა ვლ. ჟღენტმა 20.3.1959)

1958 წელს საქართველოს სხვადსხვა რაიონში ქართველ არქეოლოგთა რამდენიმე ექსპედიცია მუშაობდა. ერთ-ერთ ექსპედიციაში (ძცხეთისა), რომელსაც არქეოლოგი ალ. კალანდაძე ხელმძღვანელობდა, მეც ვღებულობდი მონაწილეობას. ექსპედიციის შემადგენლობაში მუშაობამ კიდევ უფრო განამტკიცა გასულ წლებში ჩემ მიერ გამოთქმული მოსაზრება იმის შესახებ, რომ გათხრებში არქეოლოგებთან ერთად ექიმებიც უნდა ლებულობდნენ მონაწილეობას [1, 2, 3].

ექიმთა მონაწილეობა საჭიროა არა მარტო ძვლოვანი მასალის შესწავლის თვალსაზრისით, არამედ ზოგიერთი სახის კენჭოვანი დაავადების სიძველის გამოვლინების თვალსაზრისითაც. გარდა აღნიშნულისა, ექიმთა მონაწილეობა გათხრებში გამართლებულია იმითაც, რომ არქეოლოგებთან ერთად სწორად იყოს გარკვეული ზოგიერთი იარაღის, ხელსაწყოების, ჭურჭლის დანიშნულება და გაბედულად გამოითქვას სათანადო აზრი. ამ გზით გამოთქმული მოსაზრება დაზღვეული იქნებოდა მოსალოდნელი შეცდომებისაგან.

ქვემოთ ჩვენ ვიხილავთ როგორც ძცხეთის არქეოლოგიური ექსპედიციის ძვლოვან მასალას, ისე იმ მასალებს, რომლებიც შესასწავლად გადმოგვცეს ს. ჯანაშიას სახელობის საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ურბნისის. აგრეთვე საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ისტორიის ინსტიტუტის წოდებისა და „საგვარჯილის“ არქეოლოგიურმა ექსპედიციებმა.

ჩვენ გადავთვალთ ერთ საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის ექსპერიმენტული მორფოლოგიის ინსტიტუტის ანთროპოლოგიის კაბინეტის კრანოლოგიური მასალა და მიზანშეწონილად ვცანიით რამდენიმე შემთხვევის შესწავლა.

აღნიშნული მასალები საყურადღებოა პათოგეოგრაფიული თვალსაზრისითაც. ისინი გასულ წლებში ჩვენ მიერ შესწავლილ სამთავროს, იყალთოს, დიდი ლილოს და დუშეთის ძვლოვანი მასალის გვერდით გარკვეულ ყურადღებას იმსახურებენ და სათანადო ფაქტობრივ მასალას იძლევიან საქართველოს ზედიციის ისტორიისთვის.

I შემთხვევა. თავისქალა წოფის სამაროვნიდან, შემთხვევითი აღმოჩენა. წამოღებულია წოფის არქეოლოგიური ექსპედიციის მიერ. თავისქალა, ძვ. წ. I ათასწლეულის პირველ ნახევარში მცხოვრები ადამიანისაა<sup>(1)</sup>. (ტაბ. I, 1). იგი წარმოდგენილია ძირითადად ტენის ქალას: კეფის, თხემის ორივე, შუბლის, ნაწილობრივ მარცხენა საცვეთელისა და დვრილისებრი ძვლის ნაწილით.

(<sup>1</sup> თარიღი დაადგინა არქეოლოგმა რ. აბრამიშვილმა.





დანარჩენი ძელები აკლია. ყველა ნაკერი კარგადაა გამოხატული. თავისქალას გარშემოწერილობა 510 მმ. უდრის.

თავისქალის შემონახული ძელებიდან მარჯვენა თხემის ძვალი შემთხვევითი მოპოვების დროს ძლიერ დაზიანებულია, იგი ოთხადაა გატეხილი. მისი აღდგენის (შეკავშირების) შემდგომ ყურადღებას იპყრობს მასზე მოთავსებული ოვალური ფორმის დეფექტი, რომელიც იწყება ლამბდისებრი ნაკერის ახლოს, ირიბად მიიმართება წინ და მარჯვნივ. დეფექტის სიგრძე 66 მმ, ხოლო სიგანე საშუალოდ 4—11 მმ. უდრის. დეფექტი ფუძის მიმართულებით თანდათანობით ვიწროვდება, რის გამოც მისი სიგანე საშ. 2—6 მმ აღწევს. მინისებრი ფირფიტა ალაგ-ალაგ საშ. 30 მმ. სიგრძეზე 2—4 მმ. სიგანის მქონე ნაპრალით იხსნება ქალას ღრუში.

დეფექტის მარჯვენა ნაიბრი მთელ სიგრძეზე ქმნის 3—7 მმ სისქის მქონე ძვლოვან ქედს, რომელიც სადა ტალღოვანი ზედაპირით ხასიათდება. იგი მინისებრი ფირფიტის ნაპირიდან ალაგ-ალაგ 6—7 მმ შიგნითაა შეწეული.

დეფექტის მარცხენა ნაიბრი მთელ სიგრძეზე ქმნის 2—5 მმ სისქის მქონე ძვლოვან ქედს. მარჯვენასთან შედარებით იგი უფრო სადაა და ნაკლებ გასქელებული, თუმცა შიგნითა ფირფიტის ნაპირიდან ძვლოვანი ქედის ნაპირის შეწევა აქაც აღინიშნება.

ზემოაღნიშნულის გამო გარედან დათვალიერებისას დეფექტის მარჯვენა ნაპირი მარცხენასთან შედარებით უფრო სქელია და შემალლებული. დეფექტის არეში მინისებრი ფირფიტის შიგნითა ზედაპირი გასქელებული და უსწორმასწოროა.

კრანოკაუდალური მიმართულებით გადაღებულ რენტგენოგრაფიაზე (1, მარჯვენა თხემის ძვლის მიდამოში აღინიშნება უკანიდან წინ მიმართული ირიბი მდებარეობის ძვლის სიგრძივი დაზიანება, რომლის ნაპირებიც ალაგ-ალაგ ტალღისებრივია. დაზიანების ცენტრალურ მიდამოში არსებობს ნაპრალისებრი დეფექტი, რომელიც ყველგან ერთნაირი სიგანის არაა. დაზიანების სიგრძე 89 მმ, სიგანე 4—8 მმ არ აღემატება. თვით დეფექტის სიგრძე კი 77 მმ, ხოლო სიგანე 1—5 მმ აღწევს. დაზიანების მიდამოში ორივე მხარეს ნაპირები სადაა და დაზიანების კვალი თითქმის წაშლილია, რაც მის საკმაოდ დიდ ხანდაზმულობაზე უნდა მიგვითითებდეს. აღნიშნული დაზიანების წინა კიდიდან იწყება ბზარი, რომელიც ეშვება თხემის ძვალზე ქვემოთ და იქვე წყდება. მისი სიგრძე 18 მმ უდრის. ასეთივე ნაბზარი იწყება დაზიანების უკანა წვეროდან 10 მმ მოშორებით, რომელიც მიემართება ზემოდან ქვემოთ, მარჯვნივ და წყდება თხემის ძვალზე. მისი სიგრძე 10 მმ არ აღემატება. ორივე ბზარი მოპოვებითაა გამოწვეული.

წარმოდგენილ თავისქალაზე არსებული დეფექტის მაკროსკოპიული და რენტგენოლოგიური სურათის აღწერილობიდან ჩანს, რომ დეფექტი ტრავმის შედეგია. ტრავმა მიყენებულია ბასრი იარაღით უკანიდან. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, დეფექტის მიდამოში, გარდა ვარეთა ზედაპირისა, მინისებრი ფირფიტის შიგნითა ზედაპირიც გასქელებას განიცდის და უსწორმასწოროა, რაც მიგვითითებს ტრავმის გამო ჭრილობის გართულებაზე. ამ გართულების წინააღმდეგ დროული საექიმო დახმარებაა გაწეული, რაც იმით დასტურდება, რომ ტრავმის მიღების შემდგომ პიროვნება არ მოქცვლარა. პირუკუ, მას საკმაოდ დიდხანს უცოცხლია. ეს უკანასკნელი ჩანს იქიდან, რომ დაზიანების მიდამოში

(1) რენტგენოგრაფიებზე ყველა შემთხვევაში კონსულტაცია გაკვიწია პროფ. ა. კვალაიაშვილი.

დეფექტის ორივე მხარეს ნაპირები სადაა, დაზიანების კვალი თითქმის წაშლილია და საკმოდ ხანდაზმულად გამოიყურება.

II შ ე მ თ ხ ვ ე ვ ა. მარცხენა იდაყვის ძვალი, მცხეთა. მოპოვებულია არაგვის ქუჩის დასაწყისში აღმოჩენილ N 6 სამარხში მცხეთის არქეოლოგიური ექსპედიციის მიერ. ძვალი ძვ. წ. I ათასწლეულში<sup>1</sup> მცხოვრებ 25—35<sup>2</sup> წლის ღელაჯაცისაა (ტაბ. I. 2).



ტაბულა I

იდაყვის ძვალი კარგადაა შენახული. მისი სიგრძე 21 სმ უდრის. იდაყვის ძვლის ზემო და შუა მესამედის საზღვარზე ძვალი შემსხვილებულია, რის გამოც ამ მიდამოში მისი გარშემოწერილობა 62 მმ არ აღემატება. კორძის ზე-

<sup>1</sup> მცხეთის მასალა დათარიღებულია არქეოლოგ ალ. კალანდაძის მიერ.

<sup>2</sup> ასაკისა და სქესის დადგენისას დახმარება გააკვიწია ანთროპოლოგმა მ. აბდუშელიშვილმა.



მით, სადაც იდაყვის ძვალი ცვლილებებს არ განიცდის, ძვლის გარშემოწერილობა 49 მმ, ხოლო კორძის ქვემოთ 46 მმ უდრის.

რენტგენოგრაფიაზე იდაყვის ძვლის ზემო და შუა მესამედში აღინიშნება ძველი მოტეხილობის გამო კარგად განვითარებული კორძი.

III შემთხვევა. მარცხენა წვივის დიდი ძვალი. ურბნისი. მოპოვებულია № 25 უბანზე, ქალაქის აღმოსავლეთ ნაწილში, ალიზის ზღუდის ქვეშ № 31 ორმოსამარხში ურბნისის არქეოლოგიური ექსპედიციის მიერ. ყვავილი ძვ. წ. XIV—XIII სს( მცხოვრები მამაკაცისაა (ტაბ. I. 3).

წვივის დიდი ძვალი კარგად არის შენახული, მოპოვების დროს დაზიანებულია წინა კედლის შუა და ზემო მესამედი. მისი საშუალო სიგრძე 35 სმ უდრის<sup>(2)</sup>. წვივის დიდი ძვალი ქვედა, შუა მესამედის საზღვარზე შემსხვილებულია. მისი გარშემოწერილობა ამ მიდამოში 130 მმ აღწევს. კორძის ზემოთ, სადაც წვივის ძვალი ცვლილებებს არ განიცდის, ძვლის გარშემოწერილობა 110 მმ, ხოლო კორძის ქვემოთ 90 მმ არ აღემატება.

რენტგენოგრაფიაზე მარცხენა დიდი წვივის ძვლის ქვედა მესამედში აღინიშნება ძველი მოტეხილობის გამო კარგად განვითარებული ძვლოვანი კორძი.

IV შემთხვევა. მარჯვენა ბარძაყის ძვალი № 748. „საგვარჯილე“ (თერჯოლის რაიონი—სოფ. ძეგრი) მოპოვებულია 1952 წ. არქეოლოგ ნინო ბერძენიშვილის მიერ № 25 სამარხში. ეკუთვნის ახ. წ. III—VI სს. მცხოვრებ ადამიანს.

ბარძაყის ძვლის სიგრძე 37,2 სმ. უდრის. მის ზედა მესამედში სუბტროხანტერულად აღინიშნება ძვლის დეფორმირებული შეზრდა. ამ მიდამოში ძვლის ირგვლივ გამოხატულია ძვლოვანი ქსოვილის ჭარბად განვითარება კორძის სახით, რის გამოც ძვლის გარშემოწერილობა საშ. 158—213 მმ აღწევს. ძვლოვანი ქსოვილის ჭარბად განვითარების გამო მცირე ბორცვი გასქელებულია და მედიალურად ნისკარტისებურადაა გაშვებული. კორძის ქვემოთ, სადაც ძვალი ცვლილებებს არ განიცდის, გარშემოწერილობა 91 მმ უდრის, ხოლო უფრო ქვემოთ საშ. 100—125 მმ არ აღემატება. რაც შეეხება ბარძაყის ყელს, იგი დამოკლებულია, განიცდის დეფორმაციას და თითქოს ბარძაყის ძვლის პერიფერიული ნაწილი შეკრიბია მასში<sup>(4)</sup>.

დიდი და მცირე ციბრუტის მიდამოში ალაგ-ალაგ აღინიშნება ძვლის უზურაცია—არასწორზედაპირიანობა, ზოგან წანაზარდებით, რაც მიგვითითებს იმაზე, რომ ჩვენს შემთხვევაში ადგილი უნდა ჰქონოდა ღია მოტეხილობას გართულებული ჩირქოვანი ანთებით.

რენტგენოგრაფიაზე ბარძაყის ძვლის ზემო მესამედში სუბტროხანტერულად აღინიშნება ძველი მოტეხილობა, რომლის ირგვლივ ჭარბად არის განვითარებული ძვლოვანი ქსოვილი—კორძი.

V შემთხვევა. მარცხენა ბარძაყის ძვალი № 303. „საგვარჯილე“. მოპოვებულია 1952 წ. არქ. ნინო ბერძენიშვილის მიერ № 15 სამარხში. ეკუთვნის ახ. წ. III—VI სს. მცხოვრებ პირს.

ბარძაყის ძვალი ძირითადად კარგადაა შენახული, თუმცა ბარძაყის ძვლის თავისა და ქვედა ეპიფიზის მიდამოდან სასახსრე ზედაპირი საკმაო მანძილზე

<sup>(1)</sup> თარიღი დადგინა არქეოლოგმა დ. ქორიძემ.

<sup>(2)</sup> მარჯვენა წვივის დიდი ძვლის სიგრძე საშუალოდ 36,5 სმ-ია.

<sup>(3)</sup> IV და V შემთხვევის თარიღი დადგინა არქეოლოგმა გ. ცქიტიშვილმა.

<sup>(4)</sup> უნდა ვიფიქროთ, რომ ამ მოტეხილობის გამო ბარძაყის ძვალი საგრძნობლად დამოკლებდა და მისი პატრონი კოჭლი იყო.

დაზიანებულია. ბარძაყის ძვლის საერთო სიგრძე 36,5 სმ-ია. მის შუა მესამედში აღინიშნება ძვლოვანი შემსხვილება, რის გამოც გარშემოწერილობა 118 მმ უდრის. კორძის ზემოთ, სადაც ბარძაყის ძვალი ცვლილებებს არ განიცდის, გარშემოწერილობა 90 მმ, ხოლო კორძის ქვემოთ 86 მმ არ აღემატება.

რენტგენოგრაფიაზე ბარძაყის ძვლის შუა მესამედში აღინიშნება ირიბი მოტეხილობა ბოლოების სწორი დგომით და კარგად განვითარებული კორძით.

1953 წლიდან 1957 წლამდე ჩვენ აღვწერეთ მოტეხილობის ხუთი შემთხვევა I, 2, 3I. რაც შეეხება ოთხ უკანასკნელ აოწერილ შემთხვევას, ისინი მიეკუთვნება 1952, 1956 წლის გათხრებს და ასე ამრიგად მოტეხილობათა რიცხვი ქართულ არქეოლოგიურ ძვლოვან მასალაზე სადღეისოდ ცხრა შემთხვევას უდრის. აღნიშნული მასალა მიგვითითებს იმაზე, რომ მოტეხილობის მკურნალობა თითქმის სწორადაა ჩატარებული — არ არის დეფორმაციები, არასწორი შეზრდები და სხვა, რაც ლაპარაკობს იმაზე, რომ საქართველოს სახალხო ექიმებს კარგად სცოდნიათ მოტეხილობათა მკურნალობა.

VI შემთხვევა. მარცხენა მხრის აყალა (ტაბ. I. 4). მხრის ძვლის ქვედა მესამედში წინა ზედაპირზე აღინიშნება ძვლოვანი წანაზარდი, რომლის მწვერვლი ნისკარტისმავგარია, იგი ზემოდან ქვემოთ და ოდნავ გარეთაა მიქცეული. მისი სიგანე ფუძესთან 15 მმ, სიმაღლე კი 12 მმ უდრის. წანაზარდის სისქე 7 მმ, ხოლო ნისკარტის სისქე 3 მმ არ აღემატება. მხრის ძვლის საერთო სიგრძე 26 სმ-ია, გარშემოწერილობა ზემოთ საშ. 73—63 მმ, ქვემოთ საშ. 60—80 მმ უდრის.

რენტგენოგრაფიაზე მხრის ძვლის ქვედა მესამედში აღინიშნება კორტიკალური შრიდან გამომდინარე ძვლოვანი წანაზარდი ჰიპეროსტოზის სახით. მისი სიგანე ფუძესთან 10 მმ, სიმაღლე კი 8 მმ არ აღემატება.

ჰიპეროსტოზის წარმოდგენილი შემთხვევა ქართული არქეოლოგიური ძვლოვანი მასალების მიხედვით მეორეა. ანალოგიური შემთხვევა ჩვენ ავწერეთ 1957 წელს [3].

VII შემთხვევა. ქალის მენჯი ნაყოფის ჩონჩხით. მოპოვებულია 1958 წ. სამთავროში (მცხეთა) ქვის სამარხ № 790-ში მცხეთის არქეოლოგიური ექსპედიციის მიერ. ეკუთვნის ახ. წ. V—VI სს. მცხოვრებ 19—30 წლის ქალს (ტაბ. I. 5).

ქვაყუთში აღმოჩნდა ოთხი ადამიანის ჩონჩხი, მათ შორის სამი შედარებით კარგადაა შენახული და თავები აღმოსაფლეთით აქვთ, ხოლო მეოთხის ჩონჩხის ნაწილები და თავისქალა მიხვეტილია სამარხის ჩრდილო-დასავლეთისკუთხეში. დასახელებული სამი ჩონჩხიდან, პირველი და მესამე მათი აღნაგობის მიხედვით ქალებს მიეკუთვნება. ორივე ჩონჩხის ძვლები ერთი შეხედვით კარგი განვითარებისაა, რაიმე ყურადსაღებ დეფორმაციას ისინი არ განიცდიან. აღნიშნული ჩონჩხებიდან განსაკუთრებით ყურადღებას იპყრობს მესამე ჩონჩხის მენჯის მიდამო, სადაც აშკარად, თვალნათლივ ჩანს ნაყოფის ჩონჩხი, რომელიც თითქმის მთლიანად მოთავსებულია მენჯის ღრუში.

მენჯის შესწავლით დადგინდა, რომ პირდაპირი ზომა 10,8 სმ, გარდიგარდმო ზომა 12 სმ, ხოლო ირიბი 11,5 სმ აღწევს. ამასთანავე თქმის ძვლის წვეტებს შორის მანძილი 22 სმ-ია, ქედთა შორის—26 სმ, ხოლო ტაბუხის ფო-

(<sup>1</sup> იმავე პიროვნების ჩონჩხიდანაა, რომელსაც II შემთხვევაში აღვწერეთ.

(<sup>2</sup> სიბრძნის კბილები არა აქვს ამოსული. მინანქარი წინა კბილებზე მოცვეთილია, უკანაზე კი შენახული.





სიგებს შორის მანძილი 12 სმ უდრის, გარდიგარდმო ზომა საჯდომ წვეტიან შორის 8,5 სმ ან აღემატება და სხვა. თუ ფვლაყვანი მენჯის ჩვენ მიერ აღებული ზომებს მივეუმატებთ მენაბობა-გინეკოლოგიაში საყოველთაოდ მიღებული რბილი ქსოვილების სისქეს 1,5—2 სმ [4], ცხადი გახდება რომ აღნიშნული მენჯის თითქმის ყველა ზომა პატარაა, ამგვარად, ჩვენ საქმე გვაქვს ვიწრო მენჯთან.

ნაყოფის ჩონჩხიდან შეიძლება გამოვარჩიოთ ზოგიერთი მიდამოს: თავისქალას, ზედა კიდურების, გულ-მკერდისა და ქვედა კიდურების ძვლები, თუმცა ბევრი მათგანი ფრაგმენტების სახითაა წარმოდგენილი.

თავისქალას ძვლებიდან შემონახულია: თხემის, შუბლის, საფეთქლის, ზედა ყბის( ნაწილები. გულ-მკერდის ძვლებიდან კარგადაა შემონახული ლავიწის, ბეჭის, მკერდის ძვლის ტარი და 14 ნეკნი. დანარჩენი ძვლები ფრაგმენტების სახითაა წარმოდგენილი. ზედა კიდურებიდან აღსანიშნავია ძხრის ძვალი, რომლის სიგრძე 6,5 სმ უდრის, იდაყვის ძვლების მხოლოდ ნარჩენები გვაქვს. ქვედა კიდურების ძვლებიდან კარგადაა შენახული ბარძაყისა და წვივის ორივე ძვალი. ბარძაყის ძვლის სიგრძე 7 სმ, ხოლო წვივის დიდი ძვლის სიგრძე 6 სმ უდრის. წვივის მცირე ძვლის სიგრძეც 6 სმ-ია.

როგორც ირკვევა, ნაყოფის ჩონჩხის ანატომიური შესწავლა იმის სასარგებლოდ ლაბორაკობს, რომ ნაყოფი დროულად უნდა ყოფილიყო. ამგვარად, თუ გავითვალისწინებთ მესამე ჩონჩხის საპასპორტო ასაკს, სქესს და ნაყოფის ჩონჩხის ძვლების ადგილმდებარეობას მის მენჯში, შეიძლება დავუშვათ, რომ აღნიშნული პიროვნება ნაყოფის დედაა.

დიდის სიკვდილი დასაშვებია გამოწვეული იყოს რომელიმე ტრავმით, მაგრამ ჩონჩხზე ამის ნიშანწყალი ან საექვო ადგილი არ არის. რაც შეეხება ინფექციურ სნეულებებს, არც ეს არის გამორიცხული. ჩვენი აზრით, რადგან ნაყოფი დროულად უნდა ყოფილიყო, უფრო საფუძვრებელია, რომ ადგილი ჰქონდეს გაძნელებულ მშობიარობას, რასაც მოჰყვა სიკვდილი. ამგვარი მოსაზრების სასარგებლოდ მიუთითებს ის გარემოებაც, რომ მენჯის თითქმის ყველა ზომა, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, შემცირებული და დაპატარავებულია.

VIII შ ე მ თ ხ ე ე ა. თავისქალა № 203. მოპოვებულია 1955 წ. სოფელ ქინვალში (ღუშეთის) ანთროპოლოგ მ. აბდუშელიშვილის მიერ. ეკუთვნის XV—XVI სს( მცხოვრებ 25—40 წლის მამაკაცს. ქალა ძირითადად კარგადაა შენახული. აკლია ქვედა ყბა. კეფისა და თხემის ძვლები ლამბისებრი ნაკერის მიმართულებით მცირე მანძილზე აღდგენილია. თავისქალას გარშემოწერილობა 520 მმ უდრის (ტაბ. I 6).

შუბლის ძვლის მარჯვენა მიდამოში აღინიშნება ოვალური ფორმის, ქათმის საშუალო კვერცხის ოდენობის დიფექტი, რომლის წვერი მიმართულია ზემოთ და მედიალურად, ხოლო ფუძე-ქვემოთ და ლატერალურად. თავისქალას აღნი-

(<sup>1</sup> ყურადღებას იპყრობს ის გარემოება, რომ საჭრელი კბილების მიდამოში კბილბუდეები როგორც ზედა, ისე ქვედა ყბაზე გაჭრილია. მაგრამ აქვე გვინდა შევნიშნოთ, რომ სარფვე კბილებს არ აქვს ფესვის კვალი. მოლარების სადგეი ზედაპირები სადგეი აპარატის ფუნქციონირების კვალ არ ატარებს. გვირგვინოვანი მოჩინის ფუძეში კბილბუდის ლატერალური კედლის გადახრდა იმის შთაბეჭდილებას ტოვებს, რომ კბილბუდე მოლარების მიდამოში ვერ კიდევ გახსნილი არ არის. კბილბუდეების ძვლოვანი კედლები ძლიერ თხელია და ფირფიტოვანი, პედა ყბის სიმთიხის ზედაპირი აშკარად ატარებს დრტილოვანი ჩანაფენის კვალს. კბილბუდე და გვირგვინოვანი მოჩინი ბლაგვი კუთხით უერთდებიან ერთმანეთს. ყველაფერი ეს ნაყოფის დროულობის და მისი ადრეული ასაკის მაჩვენებლებია [5, 6].

(<sup>2</sup> თარიღი დაადგინა მ. აბდუშელიშვილმა,

შუალი დეფექტის კიდები მარჯვნიდან მარცხნისაკენ წათლილია. დეფექტის გარეთა კიდის ოდენობა, გარდიგარდმო დიამეტრი ფუძესთან 41 მმ, მწვერვალთან 15 მმ უდრის, ხოლო სიმაღლით 60 მმ არ აღემატება. დეფექტის შიგნითა კიდის გარდიგარდმო დიამეტრი საშუალოდ 12—30 მმ აღწევს, ხოლო სიმაღლე 43 მმ უდრის. ამასთან ერთად აღსანიშნავია, რომ მედიკალურად დაახლოებით 33 მმ მანძილზე დეფექტის ნაპირი წათლილი კი არ არის, არამედ არსებული ნაწილი გადმოტეხილია.

გარდა აღნიშნულისა, თავისქალაზე შუბლის მარცხენა ბორცვის მიდამოში აღინიშნება 8 მმ რადიუსის მქონე დაზიანების გამო განვითარებული ჩანაქნევი, რომლის ფერი ქალას ძვლების საერთო ფერიდან ოდნავ განსხვავდება.

რენტგენოგრაფიაზე შუბლის ძვლის მარჯვენა მიდამოში მარჯვენა თვალბუდის ზემო ორბიტიდან 26 მმ მოშორებით აღინიშნება ქათმის კვარცხის ფორმისა და ოდენობის დეფექტი, რომლის წვერი მიმართულია ზემოთ და მედიკალურად, ხოლო ფუძე ქვემოთ და ოდნავ ლატერალურად. დეფექტის სიმაღლე 41 მმ, ხოლო გარდიგარდმო დიამეტრი საშუალოდ 7—21 მმ აღწევს. ამ დეფექტის კიდები სადაა, ირგლივ ძვლის ქსოვილი ნორმალურია, რაც მიგვიბრუნებს იმაზე, რომ ეს დეფექტი არ არის ძვლის ქსოვილის რღვევის ან რაიმე ანთებადი პროცესის შედეგი.

ამგვარად, წარმოდგენილ თავისქალაზე არსებული დეფექტის მაკროსკოპიული და რენტგენოლოგიური სურათის აღწერილობიდან ჩანს, რომ ჩვენს შემთხვევაში დეფექტი, ბასრი იარაღის სწრაფი მოქნივითაა გამოწვეული. უნდა ვივარაუდოთ, რომ პიროვნება ტრავმის მიღებისთანავე დაიღუპა ამის სასარგებლოდ ლაპარაკობს ის გარემოება, რომ დეფექტების მიდამოში როგორც ძვლოვან ქსოვილზე, ისე რენტგენოლოგიურ სურათზე არავითარი მეორეული ხასიათის ანთებადი და რეგენერაციული ხასიათის ცვლილებები არ არსებობს. ამასთან ერთად დეფექტის ხასიათი და მიმართულება იმაზე მიგვიბრუნებს, რომ პიროვნება ვერაგულადაა მოკლული.

IX შ ე მ თ ხ ე ე ა. თავისქალა № 65. მოპოვებულია აჭარაში 1953 წელს ანთროპოლოგ მ. აბდუშელიშვილის მიერ. იგი ეკუთვნის XVIII—XIX სს. მცხოვრებ 25—40 წლის მამაკაცს.

თავისქალა მთლიანად კარგადაა შენახული. ზედა ყბაზე ორივე მხარეს აქვს ორ-ორი ძირითადი კბილი, ქვედა ყბაზე კი მარჯვნივ ორი დიდი ძირითადი, მარცხნივ ოთხი დიდი ძირითადი და ერთი მცირე კბილი. დანარჩენი კბილები როგორც ზედა, ისე ქვედა ყბაზე მოპოვების დროსაა ამოვარდნილი, რის სასარგებლოდაც მიუთითებს კბილბუდეთა სისადე. თავისქალას გარშემოწერილობა 515 მმ უდრის. (ტაბ. I. 8).

მარჯვენა თხემის ძვლის მიდამოში, საფეთქლის ძვლის ახლოს აშკარად აღინიშნება ძვლის განლევა და ჩადრეკა. ამასთან ერთად ძვალი განიცდის რეაქციული ანთებადი ხასიათის ცვლილებებს. ეს ცვლილებანი ნაწილობრივ საფეთქლის ძვლის ქიცვისებრ ნაწილზედაც გრცელდება. აღნიშნული მიდამო ოვალური ფორმისაა. მისი საშუალო სიგრძე 6 სმ, ხოლო სიგანე 5,5 სმ არ აღემატება. ამ მიდამოს ფერი ქალას სხვა დანარჩენ ძვლების საერთო ფერისაგან საგრძნობლად განსხვავდება.



რენტგენოგრაფიაზე ამ მიდამოში ყურადსაღები ცვლილება არ აღინიშნება. აღნიშნული გარემოება იმის სასარგებლოდ უნდა მიუთითებდეს, რომ ანატომიურ პრეპარატზე მარჯვენა თხემის ძვლის არეში ძვლის სტრუქტურის შეცვლის მიზეზია ანთებადი პროცესი, რბილი ქსოვილებიდან გადასული ძვალზე.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო  
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 20.3.1959)

#### დავოწმებული ლიტერატურა

1. პ. თირფილაშვილი. სამთავროს სამაროვანში გათხრებით მოპოვებული ნასაღები ძვალთა სისტემის დაავადების შესწავლისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XV, № 8, 1954, გვ. 551—559.
2. პ. თირფილაშვილი. პალეონტოლოგიური მასალები ძველ საქართველოში დაავადება-დაზიანებათა და სამკურნალო მანიპულაციების შესწავლისათვის. თბილისი, 1956.
3. პ. თირფილაშვილი. ზოგიერთი დაავადების, დაზიანებისა და სამკურნალო მანიპულაციის კვალი მცხეთასა და დუშეთში მოპოვებული პალეონტოლოგიური მასალის მიხედვით. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XX, № 6, 1958.
4. ბ. კობალეიშვილი და მ. გიგინეიშვილი. მენაობა და გინეკოლოგია. თბილისი, 1954, გვ. 90—96 220—222
5. აღ. ნათიშვილი. ადამიანის საღებო აპარატი. თბილისი, 1937, გვ. 85—87, სურ. 49, გვ. 88 92—93. 94, 96.
6. ა. ზავარზინი. ადამიანის და ხერხემლიანი ცხოველების ემბრიოლოგიის მოკლე სახელმძღვანელო, თარგმნილი მეოთხე რუსული გამოცემიდან. თბილისი, 1941, გვ. 240—247, ტაბ. V, გვ. 119—124.

მთ. რედაქტორი — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის

აკადემიკოსი რ. დვალაძე

ხელმოწერილია დასაბუქდალ 12.1.1960; შეკვ. № 2; ანაწყოების ზომა 7×11;  
ქალაქის ზომა 70×108; საალრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 8,5;  
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 10,96; უე 00602; ტირაჟი 900

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა, გ. ტაბიძის ქ. № 3/5  
Типография Издательства Академии Наук Грузинской ССР, ул. Г. Табидзе, № 3/5

დებულება „საპარტიოლოს სსრ მაცნიერებათა აკადემიის მოაზრის“ შესახებ

1. „მოამბე“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკების და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერაო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს, ან შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრი-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრი-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრი-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, სავსებით გამოხატული დასაბეჭდად. ფორმულები შეაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შექმნილი და გვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ავტორის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ავტორის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილის ბოლოში ერთვის სიის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებია უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით. ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღნიშნოს დასახელება და ავტორის დასახელება დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციის შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა შეკარად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენილობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

კვლავცინის მისამართი: თბილისი, კარაიშვილის ქ. 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XXIV, № 1, 1960

Основное, грузинское издание