

1961/3

მეცნიერებათა  
აქადემია  
ბიბლიოთეკა

საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

მ ო ე მ ბ ე

გომი XXVI, № 5

პირითადი, ქართული გამოცემა

1961

მ ა ი ს ი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა  
თბილისი

## შ ი ნ ა ა რ - ს ი

### მათემატიკა

1. თ. გელმანი. გაზომვითა შედეგების სიზუსტის შეფასებაზე საზომი სკალის დისკრეტულობის გავლენის შესახებ . . . . . 513

### ჰიდრომეტეორიკა

2. რ. კილაძე. ერთი მიმართულების ტალღების ტრანსფორმაცია . . . . . 521

### პნატროგრაფია

3. მ. აბესაძე და დ. შენგელია. ხრამის კრისტალური მასივის უძველესი დანალექი მეტამორფული ქანები . . . . . 527

### ბიოქიმია

4. შ. გონაშვილი. კახეთის ხსნარის ფერმენტული შედეგების განსაკუთრებული შემთხვევა . . . . . 531

5. გ. ჩიტორელიძე. მაიონიზებული რადიაციის გავლენა მითოგენ A-ზე . . . . . 539

### სპელეოლოგია

6. ლ. მარუაშვილი, ზ. ტინტილოზოვი და გ. ჩანგაშვილი. არაბიკას კირქველ მასივზე 1960 წელს ჩატარებული სპელეოლოგიური კვლევის შედეგები . . . . . 547

### მინერალოგია

7. ნ. გვარამაძე. სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს სპილენძ-სულფიდური მადნების პირიტა და ქალკოპირიტში ტელურის სპექტრული განსაზღვრა . . . . . 555

### ტიმინიკა

8. გ. შახროშანიანი. თაღვანი კაშხლების გაანგარიშებისათვის . . . . . 557

### ენერგეტიკა

9. გ. სვანიძე. თეორიული ჰიდროლოგიური რიგის მოდელირება მონტე-კარლოს მეთოდით . . . . . 565

### მანქანათმშენებლობა

10. თ. მარგველაშვილი. გადასარბენზე ავტომობილის მოძრაობის სინქარის გაანგარიშების მეთოდი . . . . . 573

### სამთო სამუშაო

11. ი. მელიქიძე, ი. ხეცურიანი, ფ. ბეჟანოვი, თ. ცაგარელი. ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლა ბურღვის დროს მათი რღვევის თვალსაზრისით . . . . . 579

### ბოტანიკა

12. მ. იაშვილი. სიმინდის განაყოფიერების პროცესებზე დამტკიცების სხვადასხვა ხერხის გავლენის შესწავლის საკითხისათვის . . . . . 585

### ენტომოლოგია

13. დ. კობახიძე. მასალები *Vespula*-ს (*Vespidae*, *Hymenoptera*) ფაუნისტური ინვენტარიზაციისათვის საქართველოს სსრ ტერიტორიაზე . . . . . 591

### პარაზიტოლოგია

14. ვ. კვაჭაძე. კუჭის სვერეციის მდგომარეობის შესახებ ნეკატროზის დროს . . . . . 595

### ფიზიოლოგია

15. ე. ინასარიძე. პერიფერიული სისტემისა და ძვლის ტვინის ცვლილების საკითხისათვის კუჭის პარაცელური რეპექციის შემდეგ ექსპერიმენტი . . . . . 599

### მასპარეზიზმული მემორია

16. ნ. ტატიშვილი. ექსპერიმენტული ბრუცელოზის დროს ლიმფური კვანძების, ელენთისა და ღვიძლის ჰისტოქიმიური შესწავლის ზოგიერთი მონაცემი . . . . . 607

17. ე. ასლამაზოვა. ლეიკოზების მკურნალობის საკითხისათვის . . . . . 615

### კლინიკური მემორია

18. მ. ბოკერია, ბ. ნანეიშვილი და გ. ნიჭარაძე. ცენტრალური ნერვული სისტემის პათომორფოლოგიის ზოგიერთი საკითხი ფილტვების ანთების სხვადასხვა ფორმის დროს ჩველ ბავშვთა შორის . . . . . 619

19. გ. სარალიძე. სისხლის შრატის ცილების შედგენილობის დინამიკა თირეოტიკოსის დროს პირურგიულ მკურნალობასთან დაკავშირებით . . . . . 623

### ისტორია

20. არჩილ ბარამიძე. თეიმურაზ ბატრატიანი და პირველყოფილი თემური წყობილების საკითხები ქართველ ტომებში . . . . . 631

მ. ბელზანი

 ბავრიკვამთა შედეგების სიზუსტის შეფასებაზე საზომი სკალის  
 დისკრიმინაციის გავლენის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. კოლოშვილმა 15.11.1960)

თანაბრად ზუსტი გაზომვების სიზუსტის შეფასებისათვის, როდესაც სისტემატურ შეცდომებს ადგილი არ აქვს, ცდომილებათა თეორია იყენებს გამოსახულებას

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

ამასთან ინტერვალური შეფასების შემთხვევაში სიზუსტედ იგულისხმება  $2K\sigma_x$  სანდო ინტერვალის სიგრძე, რომელიც მოცემული  $P_q$  ალბათობით ფარავს  $x_0$  გასაზომი სიდიდის უცნობ მნიშვნელობას და გაზომვის იმედიანობა ეწოდება

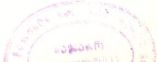
$$P_q = P \{ \bar{x} - K\sigma_x \leq x_0 \leq \bar{x} + K\sigma_x \}. \quad (2)$$

თუცა უხეში ხელსაწყოებით ჩატარებული გაზომვებისას, როდესაც სკალის ბიჯი (დანაყოფის ფასი) სტანდარტულ გაბნევისთან შედარებით გაცილებით მეტია ( $a \gg \sigma$ ), ადგილი აქვს გარკვეულ სირთულეს. სირთულე გამოწვეულია იმით, რომ (1) გამოსახულებით სიზუსტის შეფასება აშკარად გადამეტებული მიიღება [1]. ანალოგიური შემთხვევებისათვის სიზუსტის შეფასების რეკომენდებული წესი სკალის დანაყოფების განახევრებით არსებითად განსხვავდება (2) განტოლების მიხედვით მოცემული მისი განმარტებისაგან. თანაც ჩნდება ახალი დაბრკოლება იმასთან დაკავშირებით, თუ  $a$  და  $\sigma$ -ს შორის როგორი დამოკიდებულების საფუძველზე გადავიღოთ სიზუსტის სხვაგვარ შეფასებაზე.

ამ საკითხის შესწავლამ დაგვარწმუნა, რომ აღნიშნული სირთულე დამოკიდებულია შემდეგისაგან: ცდომილებათა თეორიაში სიზუსტის შეფასების გამოიყენება უწყვეტი ტიპის განაწილების ფუნქციები იმ ფაქტის გათვალისწინების გარეშე, რომ დისკრეტული გამოზომი სკალის გამოყენება მათ დისკრეტულ ფუნქციებად აქცევს.

ჩვენ მიზანშეწონილად ვცანიტ წინამდებარე შრომაში გვეჩვენებინა, რომ საზომი სკალის დისკრეტულობის ფაქტის და მისგან გამოწვეული უწყვეტი განაწილების ფუნქციის დისკრეტულად გარდაქმნის მხედველობაში მიღება საშუალებას იძლევა გაზომვათა სიზუსტის ამოცანა გადაწყვეტილ იქნეს  $a$ -სა და  $\sigma$ -ს შორის არსებული ნებისმიერი თანაფარდობისათვის. ამასთან ბუნებრივია ველოდოთ, რომ სიზუსტის ზემოთ აღნიშნული შეფასება მიიღება

ზოგადი ამოხსნიდან ორი ზღვრული  $\frac{a}{\sigma} \ll 1$  და  $\frac{a}{\sigma} \gg 1$  შემთხვევისათვის,



რომლის დროსაც სათანადო იმედიანობა დადგენილი იქნება მეორე შემთხვევისათვისაც.

ამგვარად, დაეუშვათ, რომ  $x_0$  სიდიდე იზომება ხელსაწყოთი სკალის დანაყოფების  $a$  ბიჯით. განაწილების ფუნქციასთან  $\varphi(x; x_0, \sigma)$  შემთხვევითი განფანტვის გამო ხელსაწყოს სკალაზე მიიღება  $x$  ჩვენება, რომელიც დამრგვალდება სკალის უახლოეს მთელ დანაყოფამდე

$$x_i = (i + k) a, \quad (3)$$

სადაც  $ka$  სკალის  $x_0$ -თან უახლოესი დანაყოფია, ხოლო  $i$ —ნებისმიერი მთელი რიცხვი  $-\infty$ -დან  $+\infty$ -მდე.

აღვილად შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ საწყისი განაწილების ფუნქცია ტრანსფორმირდება და ლებულობს სახეს

$$P_{i+k}(x_0, \sigma) = P\{x = (i + k) a\} = \int_{\left(i+k-\frac{1}{2}\right)a}^{\left(i+k+\frac{1}{2}\right)a} \varphi(x; x_0, \sigma) dx. \quad (4)$$

განვიხილოთ ამ გარდაქმნის გავლენა  $x_0$  სიდიდის შეფასებაზე და ამ შეფასების სიზუსტის შეფასებაზე იმ შემთხვევაში, როცა საწყისი განაწილება ნორმალურია<sup>(1)</sup>, ხოლო გამზომი ხელსაწყო უკვე შესწავლილი, ე. ი.  $a$  და  $\sigma$  ცნობილია<sup>(2)</sup>.

ამ შემთხვევაში

$$\varphi(x; x_0) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

და

$$P_{i+k}(x_0) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} \int_{\left(i+k-\frac{1}{2}\right)a}^{\left(i+k+\frac{1}{2}\right)a} e^{-\frac{(x-x_0)^2}{2\sigma^2}} dx = F\left[\frac{\left(i+\frac{1}{2}\right)a - (x_0 - ka)}{\sigma}\right] - F\left[\frac{\left(i-\frac{1}{2}\right)a - (x_0 - ka)}{\sigma}\right]. \quad (6)$$

ან, თუ შემოვიტანთ ახალ ცვლადს

$$x_0 - ka = \alpha, \quad (7)$$

$$P_i(\alpha) = F\left[\frac{\left(i+\frac{1}{2}\right)a - \alpha}{\sigma}\right] - F\left[\frac{\left(i-\frac{1}{2}\right)a - \alpha}{\sigma}\right]. \quad (8)$$

(<sup>1</sup> ეს ზოგადობას არ ზღუდავს, რადგან შემდგომი ანალიზი შეიძლება ჩატარდეს ნებისმიერი განაწილების ფუნქციის შემთხვევაში.

(<sup>2</sup> საწყისი განაწილების ფუნქციის დისკრეტისაციის გავლენა  $\sigma$  სტატისტიკურ გაფანტვის შეფასებაზე სპეციალური კვლევის საგანს წარმოადგენს.

არ შეეჩერდებით რა  $x_0$  გასაზომი სიდიდის არჩევის სტატისტიკის საკითხებზე, რაც წინამდებარე სტატიის მიზანს არ შეადგენს და სპეციალურ ძესწავლას მოითხოვს, ვაჩვენებთ, რომ ფართოდ გამოყენებული საშუალო არითმეტიკული შეფასება ამ შემთხვევაში წინაცვლებულ შეფასებად იქცევა.

მართლაც,  $x_i, \dots, x_{i_n}$ -ის არჩევისას, სადაც  $n$  გაზომვითა რიცხვია,  $x_0$ -ის შეფასებისათვის გვაქვს

$$x^{(n)} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij} = \frac{a}{n} \left( nk + \sum_{j=1}^n i_j \right), \quad (9)$$

ხოლო  $\alpha$ -სათვის

$$\alpha^{(n)} = x^{(n)} - ka = \frac{a}{n} \sum_{j=1}^n i_j. \quad (10)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ჯამის მათემატიკური მოლოდინი ტოლია აღებულ სიდიდეთა მათემატიკური მოლოდინთა ჯამისა, მივიღებთ

$$E(\alpha^{(n)}) = E\left(\frac{a}{n} \sum_{j=1}^n i_j\right) = \frac{a}{n} \sum_{j=1}^n E(i_j) = a \sum_{i=-\infty}^{\infty} i P_i(\alpha)$$

და მარტივი გარდაქმნების მეოხებით

$$E(\alpha^{(n)}) = a \sum_{i=1}^n \left\{ F\left[\frac{\left(i - \frac{1}{2}\right)a + \alpha}{\sigma}\right] - F\left[\frac{\left(i - \frac{1}{2}\right)a - \alpha}{\sigma}\right] \right\}. \quad (11)$$

[2]-ის მიხედვით განსაზღვრული  $b(\alpha)$  წინაცვლებისათვის გვაქვს

$$b(\alpha) = E(\alpha^{(n)}) - \alpha = E(x^{(n)}) - x_0 = a \sum_{i=1}^n \left\{ F\left[\frac{\left(i - \frac{1}{2}\right)a + \alpha}{\sigma}\right] - F\left[\frac{\left(i - \frac{1}{2}\right)a - \alpha}{\sigma}\right] \right\} - \alpha. \quad (12)$$

1 ცხრილის მიხედვით, სადაც მოყვანილია  $\frac{a}{\sigma}$  შეფარდების სხვადასხვა მნიშვნელობებისათვის ჩვენ მიერ გამოთვლილი წინაცვლების სიდიდეები, უკვე  $\frac{a}{\sigma} = 2$  მნიშვნელობისათვის წინაცვლების მაქსიმალური სიდიდე აღწევს 1%<sub>0</sub>-ს და სწრაფად იზრდება  $\frac{a}{\sigma}$  შეფარდების ზრდასთან დაკავშირებით.

წინაცვლების თავიდან აცილების მიზნით, შეფასების ზოგიერთი გაუმჯობესება შეიძლება მოგვეცეს იტერაციის მეთოდმა. ამ შემთხვევაში შეფასებად იღებთ მიმდევრობა

$$\begin{aligned} \alpha_0^{(n)} &= \alpha^{(n)}, \\ \alpha_1^{(n)} &= \alpha_0^{(n)} - b(\alpha_0^{(n)}), \\ &\dots \\ \alpha_l^{(n)} &= \alpha_0^{(n)} - b(\alpha_{l-1}^{(n)}). \end{aligned} \quad (13)$$

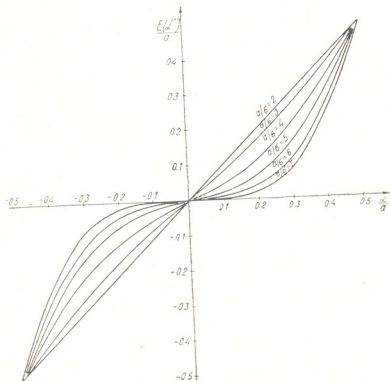
ადგილი შესაძინე, რომ  $|b'(x)| < 1$ -ისათვის  $E(x^{(n)})$ -ის ზრდასთან ერთად საკმარისად სწრაფად უნდა იკრიბებოდეს  $\alpha$ -კენ.

ცხრილი 1

საზომი სკალის დისკრეტულობით გაპირობებული საშუალოარითმეტიკული შეფასების  $b(x)$  წანაცვლების სიდიდე

$\frac{a}{\sigma}$	$-\frac{1}{a} b(x)$					
	$\frac{x}{a} = 0$	$= 0,1$	$= 0,2$	$= 0,3$	$= 0,4$	$= 0,5$
2	0	0,001	0,002	0,002	0,001	0
3	0	0,021	0,034	0,034	0,021	0
4	0	0,053	0,088	0,089	0,056	0
5	0	0,079	0,133	0,141	0,092	0
6	0	0,092	0,164	0,185	0,126	0
7	0	0,097	0,182	0,219	0,158	0

არაწანაცვლებული შეფასების მისაღებად შეიძლება ვისარგებლოთ (11) განტოლების  $\alpha$ -ს მიმართ გრაფიკული ამოხსნის მეთოდით (ნახ. 1).



ნახ. 1

საშუალოარითმეტიკული შეფასების სიზუსტის შეფასების საკითხზე გადასვლისას უნდა აღვნიშნოთ, რომ აქაც გამოზომი სკალის დისკრეტულობას არანაქლები გავლენა აქვს.

სანდო ინტერვალების მეთოდით გამოყენებული სტატისტიკის შეფასებისას, როგორც ცნობილია [2], პირველად პოულობენ სტატისტიკის განაწილების ფუნქციას.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ  $x_1, \dots, x_n$  სიდიდეების გაუმეორებელი არჩევის ალბათობა განისაზღვრება შემდეგი ნამრავლის სახით:

$$\prod_{j=1}^n x_{j+k}(x_0) = \prod_{j=1}^n x_{ij}(x)$$

როგორც ეს ადვილად შეიძლება ნახვენები იქნეს, იმ ალბათობის გამოსათვლელად, რომ

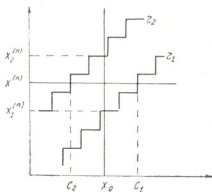
$$x_0^{(n)} = \frac{a}{n} r^{(n)},$$

ეს ნამრავლები უნდა შეჯამდეს ყველა  $i_j$ -ის მიმართ  $-\infty$ -დან  $+\infty$ -მდე შემდეგ პირობათა გათვალისწინებით:

$$\sum_{j=1}^n i_j + nk = r^{(n)},$$

$$\begin{aligned} P_{r^{(n)}}(x_0) &= P \left\{ x^{(n)} = \frac{a}{n} \left( nk + \sum_{j=1}^n i_j \right) = \frac{a}{n} r^{(n)} \right\} = \\ &= \sum_{i_1=-\infty}^{\infty} \dots \sum_{i_{n-1}=-\infty}^{\infty} \prod_{j=1}^n P_{i_j+k}(x_0). \end{aligned} \quad (14)$$

მიღებულ გამოსახულებას შეიძლება მივცეთ შემდეგი ინტერპრეტაცია: ყოველი ფიქსირებული  $x_0$ -სათვის იგი შეგვიძლია წარმოვადგინოთ როგორც



ნახ. 2

ერთეული მასის განაწილება ( $x_0, x^{(n)}$ ) სიბრტყეში მოთავსებულ ვერტიკალურ წრფეზე, რომელიც გადის წერტილზე აბსცისით  $x_0$  (ნახ. 2).

ამასთან შეიძლება განისაზღვროს ორი ისეთი რიცხვი  $x_1^{(n)}(x_0, q)$  და  $x_2^{(n)}(x_0, q)$ , რომ ალბათობა შემდეგი ცთომილებისა

$$x_1^{(n)}(x_0, q) \equiv x^{(n)} \equiv x_2^{(n)}(x_0, q), \quad (15)$$

მოცემული  $q$  სიდიდისათვის ( $0 < q < 1$ ) აკმაყოფილებდეს შემდეგ პირობას:

$$P_q = P \{x_1^{(n)} \equiv x^{(n)} \equiv x_2^{(n)}\} = \sum_{r_1^{(n)}=r_1^{(n)}}^{r_2^{(n)}} P_{r_1^{(n)}}(x_0) \equiv 1 - q, \quad (16)$$

სადაც

$$r_1^{(n)} \equiv x_1^{(n)} \frac{n}{a},$$

მაგრამ

$$r_1^{(n)} - 1 < x_1^{(n)} \frac{n}{a},$$

და

$$r_2^{(n)} \equiv x_2^{(n)} \frac{n}{a},$$

იმ პირობით, რომ

$$r_2^{(n)} + 1 > x_2^{(n)} \frac{n}{a},$$

ან, რაც ექვივალენტურია,

$$(r_1^{(n)} - 1) \frac{a}{n} < x_1^{(n)} \equiv r_1^{(n)} \frac{a}{n}, \quad (17)$$

$$r_2^{(n)} \frac{a}{n} \equiv x_2^{(n)} < (r_2^{(n)} + 1) \frac{a}{n}.$$

რადგანაც  $x_1^{(n)}$  და  $x_2^{(n)}$ , შესაბამისად  $r_1^{(n)}$  და  $r_2^{(n)}$  დამოკიდებულია  $x_0$ -ისაგან, ამიტომ  $(x_0, x^{(n)})$  სიბრტყეში  $x_1^{(n)}$  და  $x_2^{(n)}$  წყვილების ერთობლიობა კმნის ორ ტეხილს, რომელიც ნაჩვენებია ნახ. 2-ზე.

როგორც მათემატიკური სტატისტიკის შესაბამის კურსშია ნაჩვენები [2], ამ მრუდების გადაკვეთა ჰორიზონტალურ წრფესთან, რომელიც გადის  $(0, x^{(n)})$  წერტილზე, გვაძლევს ორ ისეთ  $c_1 = c_1(x^{(n)}, q)$  და  $c_2 = c_2(x^{(n)}, q)$  წერტილს (რომლებიც ატარებენ სანდო საზღვრების სახელწოდებას), რომ მიიღება (15) თანათარდობის ექვივალენტური უტოლობა

$$c_2(x^{(n)}, q) \equiv x_0 \equiv c_1(x^{(n)}, q). \quad (18)$$

სანდო ინტერვალი  $c_1 - c_2$ , რომელიც  $x_0$  სიდიდეს ფარავს  $P_q \equiv 1 - q$  ალბათობით და რომელიც განსაზღვრავს საიმედოობას, ანუ ნდობის კოეფიციენტს (ხოლო  $q$ —ნდობის დონე, ანუ შეცდომის რისკია), გამოყენებული სტატისტიკის სიზუსტის შეფასებას წარმოადგენს.

ჩვენს შემთხვევაში სანდო  $c_1$  და  $c_2$  საზღვრების განსაზღვრავად ვიპოვიტ  $r_1^{(n)}$  და  $r_2^{(n)}$ -ის დამოკიდებულებას  $x_0$ -ზე.



შევნიშნავთ რა, რომ

$$P_{i+k}(x_0) = P_i(x),$$

(14) განტოლებიდან ვღებულობთ

$$P_{r^{(n)}}(x_0) = \sum_{i_1=-\infty}^{\infty} \dots \sum_{i_{n-1}=-\infty}^{\infty} \prod_{j=1}^n P_{i_j}(x) = P_{s^{(n)}}(x),$$

სადაც  $i_j$  აკმაყოფილებენ შემდეგ პირობას:

$$\sum_{j=1}^n i_j = s^{(n)} = r^{(n)} - nk,$$

და შესაბამისად გამოსახულება (16)-თვის

$$P_q(x_0) = \sum_{s^{(n)}=s_1^{(n)}=r_1^{(n)}-nk}^{s_2^{(n)}=r_2^{(n)}-nk} P_{s^{(n)}}(x) = P_q(x) \cong 1 - q.$$

ამგვარად,  $r_1^{(n)}$  და  $r_2^{(n)}$ -თვის გვაქვს:

$$\begin{aligned} r_1^{(n)}(x_0) &= nk + s_1^{(n)}(x), \\ r_2^{(n)}(x_0) &= nk + s_2^{(n)}(x). \end{aligned} \tag{19}$$

სანდო საზღვრები

$$c_1 = a k_1 + \alpha_1$$

და

$$c_2 = a k_2 + \alpha_2$$

განისაზღვრება როგორც (19) მრუდების გადაკვეთა

$$r^{(n)} = \frac{n}{a} x^{(n)}$$

წრფესთან შემდეგი განტოლებიდან:

$$\begin{aligned} r_1^{(n)}(c_1) &= n k_1 + s_1^{(n)}(x) = r^{(n)}, \\ r_2^{(n)}(c_2) &= n k_2 + s_2^{(n)}(x) = r^{(n)}. \end{aligned} \tag{20}$$

ამ განტოლებათა ამოხსნა საიმედოობის სხვადასხვა დონისათვის, გაზომვითა სხვადასხვა რიცხვისათვის და  $a$ -სა და  $\tau$ -ს შორის არსებულ სხვადასხვა თანაფარდობათათვის, საკმაოდ შრომატევად ამოცანას წარმოადგენს.

ჩვენ ვიპოვეთ განტოლებათა ამ სისტემის ამოხსნა ერთჯერად გაზომვითა შემთხვევისათვის ( $n = 1$ ).

მე-2 ცხრილში მოცემულია შემდეგ სიდიდეთა მნიშვნელობები:

$$\frac{\Delta x}{a} = \frac{c_1 - x}{a} = \frac{x - c_2}{a},$$

რომლებიც წარმოადგენენ სანდო ინტერვალის ნახევრის შეფარდებას სკალის ბიჯთან, გამოთვლილს საიმედოობის რამდენიმე დონისათვის.

ამ მნიშვნელობათა შედარება მეზობელ სვეტებში მდგომ სიდიდესთან  $\left(\frac{\Delta x}{a}\right)^*$ , რომლებიც განსაზღვრულია (2) ფორმულის თანახმად, ე. ი. განაწილების ფუნქციის ტრანსფორმაციის გაუთვალისწინებლად, გვიჩვენებს, რომ, როცა  $\frac{a}{\sigma} \cong 0,2$ , განაწილების ფუნქციის დისკრეტულობის მხედველობაში მიღება შეიძლება უგულვებელყვით და ამ დროს ადგილი აქვს ზღვრულ შემთხვევას  $\frac{a}{\sigma} \ll 1$ .

ცხრილი 2

შეფასებათა სიზუსტის შედარება საზომი სკალის დისკრეტულობის მხედველობაში მიღებით  $\frac{\Delta x}{a}$  და მხედველობაში მიუღებლად  $\left(\frac{\Delta x}{a}\right)^*$

$\frac{a}{\sigma}$	0,5		0,32		0,10		0,05		0,01	
	$\frac{\Delta x}{a}$	$\left(\frac{\Delta x}{a}\right)^*$	$\frac{\Delta x}{a}$	$\left(\frac{\Delta x}{a}\right)^*$	$\frac{\Delta x}{a}$	$\left(\frac{\Delta x}{a}\right)^*$	$\frac{\Delta x}{a}$	$\left(\frac{\Delta x}{a}\right)^*$	$\frac{\Delta x}{a}$	$\left(\frac{\Delta x}{a}\right)^*$
0,2	3,5	3,4	5,0	5,0	8,5	8,3	10,0	9,8	13,0	12,8
0,5	1,5	1,4	2,3	2,0	3,5	3,3	4,0	3,9	5,5	5,2
1	1,0	0,7	1,4	1,0	2,0	1,6	2,3	2,0	3,0	2,6
1,5	0,7	0,5	1,0	0,7	1,5	1,1	1,7	1,3	2,0	1,7
2	0,6	0,3	1,0	0,5	1,2	0,8	1,4	1,0	1,7	1,3
3	0,6	0,2	0,7	0,3	1,0	0,5	1,1	0,6	1,2	0,8
4	0,5	0,2	0,7	0,3	0,9	0,4	1,0	0,5	1,1	0,6
5	0,5	0,1	0,6	0,2	0,8	0,3	0,9	0,4	1,0	0,5
6	0,5	0,1	0,6	0,2	0,8	0,3	0,8	0,3	0,9	0,4
7	0,5	0,1	0,6	0,1	0,7	0,3	0,8	0,3	0,9	0,4

მეორე ზღვრული შემთხვევა მიიღება, როცა  $\frac{a}{\sigma} \cong 4$ . აქ სიზუსტის შეფასება სკალის დანაყოფის ნახევრით შეესაბამება საიმედობას 50%-ით.

დასასრულ ავტორი თავის სასიამოვნო ვალად თელის გადაუხადოს მადლობა ა. ტოროზჯაძეს საყურადღებო შენიშვნებისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
 გეოლოგიური ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.11.1960)

დამცემბაშული ლიტბერატურა

1. К. К. Аглинцев. О погрешности результатов измерений. Труды Всес. ин-та метрологии им. Д. И. Менделеева, вып. 24 (84), 5, 1954.
2. Г. Крамер. Математические методы статистики. ИЛ. Москва, 1948.



რ. ძილაძე

ერთი მიმართულების ტალღების ტრანსფორმაცია

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზაერიევმა 12.11.1960)

ერთი მიმართულების ტალღების ტრანსფორმაციის შესასწავლად შეიძლება გამოვიყენოთ ღია არხებში ნაკადის დაუმყარებელი მოძრაობის განტოლებათა სისტემა [1]

$$\frac{1}{g} \left( u \frac{\partial u}{\partial s} + \frac{\partial u}{\partial t} \right) + \frac{1}{B} \frac{\partial F}{\partial s} = i_0 - i_r,$$

$$\frac{\partial F}{\partial t} + \frac{\partial (uF)}{\partial s} = 0,$$
(1)

სადაც

$$i_r = \frac{u^2}{c^2 R}.$$

მახასიათებლების შესაბამის განტოლებათა სისტემას აქვს სახე

$$ds = \left( u \pm \sqrt{\frac{gF}{B}} \right) dt,$$

$$du \pm \sqrt{\frac{g}{BF}} dF = g (i - i_r) dt.$$
(2)

ზედა ნიშნები შეესაბამება დინების მიმართულებით მოძრავ ტალღებს, ხოლო ქვედა ნიშნები — დინების წინააღმდეგ მოძრავ ტალღებს.

თუ (1) სისტემაში დამოუკიდებელ ცვლადებად მივიღებთ  $F$  და  $t$ , ხოლო საძიებელ ფუნქციებად  $u$  და  $s$  [1], (1) სისტემის პირველი განტოლება დაიყვანება შემდეგ სახეზე<sup>(\*)</sup>

$$\left( \frac{\partial u}{\partial H} \right)^2 - \frac{g}{H} = \frac{1}{H} \frac{\partial u}{\partial t} \frac{\partial s}{\partial H} - \frac{g}{H} (i - i_r) \frac{\partial s}{\partial H}.$$
(3)

თუ დავუშვებთ, რომ  $\frac{\partial u(H, t)}{\partial t} = 0$  [1], მივიღებთ

$$\frac{du}{dH} = \pm \sqrt{\frac{g}{H}} \cdot \sqrt{1 - (i - i_r) \frac{\partial s}{\partial H}}.$$
(4)

(\*) სიმარტივისათვის უგერჯერობით განიხილება სწორკუთხოვანი კვეთი.

(4) განტოლების მარჯვენა მხარე არის  $F$  და  $u$ -ს ფუნქცია, ხოლო  $x$  პარამეტრის როლს თამაშობს. ამიტომ (4) შეიძლება განვიხილოთ როგორც არაწრფივი ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლება.

საწყის პირობად მივიღოთ ნაკადის უთანაბრო დამყარებული მოძრაობა სიღრმით  $h$  და საშუალო სიჩქარით  $v$ . მაშინ (4) საწყისი პირობით:  $H = h$ ,  $u = v$ , ტოლფასია შემდეგი განტოლებისა:

$$u = v \pm \int_h^H \sqrt{\frac{g}{H}} \sqrt{1 - (i - i_T) \frac{\partial s}{\partial H}} dH, \quad (5)$$

ან, რაც იგივეა,

$$u = v \pm \int_h^H \sqrt{\frac{g}{H}} \sqrt{1 - \frac{i - i_T}{\frac{\partial H}{\partial s}}} dH, \quad (6)$$

სადაც

$$\frac{\partial s(H, t)}{\partial H} = \frac{1}{\frac{\partial H(s)}{\partial s}}$$

(6) განტოლება, თანახმად მიღებული საწყისი პირობისა, შეესაბამება ტალღას, რომელიც არღვევს დამყარებულ მოძრაობას და განსაზღვრავს  $u$ -ს ცვლილებას  $H$ -ის ცვლილების გამო. ასეთ ტალღას, რომელიც წყლის დონის მართვ აწევას ან დაწევას შეესაბამება, ეწოდება ერთი მიმართულების ტალღა.

ტალღის პროფილის იმ ნაწილს, რომლის ფარგლებში სიღრმე საგრძნობლად იცვლება  $h$ -დან  $H$ -მდე და შესაბამისად ცოცხალი კვეთი  $f$ -დან  $F$ -მდე, ვუწოდოთ ტალღის შუბლი. მაშინ  $\frac{\partial H}{\partial s}$  (6) განტოლებაში განსაზღვრავს ტალღის შუბლის ქანობს.

როდესაც ტალღის შუბლის ქანობი  $\left| \frac{\partial H}{\partial s} \right|$  საგრძნობლად აღემატება სიდიდეს  $|i - i_T|$ , (6) განტოლებაში შემავალი მეორე რადიკალი შეიძლება დაახლოებით ერთის ტოლად ჩავთვალოთ, რის შემდეგ მივიღებთ

$$u = v \pm \int_h^H \sqrt{\frac{g}{H}} dH. \quad (7)$$

თუ მიღებულ დაშვებას გავავრცელებთ ნებისმიერ კვეთზე, (7)-ის ნაცვლად მივიღებთ

$$u = v \pm \int_f^F \sqrt{\frac{g}{BF}} dF. \quad (8)$$

ეს განტოლება, რომელიც  $u$ -ს და  $F$ -ს აკავშირებს საწყისი მოძრაობის პარამეტრების საშუალებით, სამართლიანია დროის ნებისმიერ მომენტში.

გამოვიცხავთ რა  $dt$ -ეს (2) განტოლებიდან და შემდეგ  $du$ -ს (8) გამოსახულების საშუალებით, მივიღებთ

$$dv \mp \sqrt{\frac{g}{B_1 f}} df \pm 2 \sqrt{\frac{g}{BF}} dF = g(i - i_1) \frac{ds}{u \pm \sqrt{\frac{gF}{B}}} \quad (9)$$

სწორკუთხა, სამკუთხა და პარაბოლური კვეთის შემთხვევაში (8) გამოისახება ელემენტარული ფუნქციებით და აქვს სახე

$$u = v \pm \mu \sqrt{gH} \mp \mu \sqrt{gh}, \quad (10)$$

სადაც

$\mu = 2$  სწორკუთხა კვეთისათვის,

$\mu = 2\sqrt{2}$  სამკუთხა კვეთისათვის,

$\mu = 2\sqrt{p}$  პარაბოლური კვეთისათვის (კვადრატული პარაბოლისათვის  $p=1,5$ ).

ტრაპეციული კვეთის შემთხვევაში (8) გამოისახება ელიპტიკური ინტეგრალებით [1] და თუ ამ გამოსახულებას დავიყვანთ (10)-ის სახეზე, მივიღებთ

$$\mu = 2 \left\{ \sqrt{\frac{1+2\beta}{1+\beta}} + \frac{2}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{1}{\beta}} \left[ E(\varphi, 45) - E(90, 45) + \frac{1}{2} F(90, 45) - \frac{1}{2} F(\varphi, 45) \right] \right\}, \quad (11)$$

სადაც

$m$  არხის ფერდობის კოეფიციენტი,

$b$  — სიგანე ფსკერზე, ხოლო

$$\beta = \frac{mH}{b}, \quad \sin \varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\beta}}.$$

როდესაც  $\beta$  იცვლება ნულიდან (სწორკუთხა კვეთი) უსასრულობამდე (სამკუთხა კვეთი),  $\mu$  იცვლება 2-დან  $2\sqrt{2}$ -მდე. ასეთი სუსტი ცვალებადობის გამო  $\mu$  შეიძლება განვიხილოთ როგორც მუდმივი სიდიდე.

განვიხილოთ დადებითი ტალღა სიმაღლით  $z$ , რომელიც ვრცელდება ტრაპეციულ არხში. (9) განტოლებაში შემავალი სიდიდეები გამოვსახოთ შემდეგნაირად:

$$H = h + z, \quad dF = B(dh + dz), \quad B = B_1 \left( 1 + \frac{2mz}{B_1} \right),$$

$$df = B_1 dh, \quad dv = -\frac{Q_0 \cdot B_1}{f^2} dh, \quad F = f \left( 1 + \frac{z}{h} \right) \left( 1 + \frac{mz}{b+mh} \right). \quad (12)$$

(10) და (12) გამოსახულების საშუალებით (9) განტოლება შეიძლება დავიყვანოთ სახეზე:

$$2 \frac{d\zeta}{dh} = \psi(h, \zeta), \quad (13)$$

სადაც

$$\psi = (1 \pm \sqrt{F_r}) \cdot \varphi_1 - 2 + \frac{i - i'_r \cdot \varphi_2}{(1 \pm \sqrt{F_r} \cdot \varphi_3) \cdot \frac{dh}{ds}},$$

$$\varphi_1(h, \zeta) = \sqrt{1 + \frac{\zeta}{h}} \sqrt{1 + \frac{m\zeta}{b + mh}} \cdot \left(1 + \frac{2m\zeta}{B_1}\right)^{-1/2},$$

$$\varphi_2(h, \zeta) = \frac{\left[1 \pm \frac{1}{v} \sqrt{gh} \left(\sqrt{1 + \frac{\zeta}{h}} - 1\right)\right]^2}{\left(1 + \frac{\zeta}{h}\right)^{4/3} \cdot \left(1 + \frac{m\zeta}{b + mh}\right)^{4/3} \cdot \left(1 + \frac{2\sqrt{1 + m^2} \cdot \zeta}{x}\right)^{-4/3}}$$

$$\varphi_3(h, \zeta) = \frac{1 \pm \frac{1}{v} \sqrt{gh} \left(\sqrt{1 + \frac{\zeta}{h}} - 1\right)}{\varphi_1^{-1}}.$$

$F_r, x, i'_r, \frac{dh}{ds}$  შესაბამისად ფრუდის რიცხვია, სველი პერიმეტრი, ხახუნის ძალების ქანობი და თავისუფალი ზედაპირის ქანობი, დამყარებული მოძრაობის დროს.

როდესაც  $\zeta = 0$ , გვაქვს  $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = 1$ .

თუ საწყის დამყარებულ მოძრაობას არღვევს უარყოფითი ტალღა, (13)-ში  $\zeta$  ნაცვლად უნდა ვიგულისხმოთ  $-\zeta$ .

მაშინ მივიღებთ

$$-2 \frac{d\zeta}{ds} = \psi(h, -\zeta). \quad (14)$$

თუ ტალღა არღვევს თანაბარ მოძრაობას  $\left(\frac{dh}{ds} = 0, i = i'_r\right)$ , მაშინ

13)-ის  $\frac{dh}{ds}$ -ზე გამრავლების შემდეგ მივიღებთ

$$2 \frac{d\zeta}{ds} = \psi_1(\zeta), \quad (15)$$

სადაც

$$\psi_1 = \frac{i \cdot [1 - \varphi_2(\zeta)]}{1 \pm \sqrt{F_{r0}} \cdot \varphi_3(\zeta)}.$$

(15)-ის ინტეგრების შემდეგ საწყისი პირობით  $s = 0, \zeta = \zeta_1$ , მივიღებთ<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> აღვნიშნოთ, რომ უკუტალღები ვრცელდებიან  $s$ -ის უარყოფითი მნიშვნელობების მიმართულებით.

დადებითი ტალღებისათვის

$$\eta(z) - \eta(z_1) = \pm \frac{s}{2}, \quad (16)$$

უარყოფითი ტალღებისათვის

$$\eta_1(z) - \eta_1(z_1) = \pm \frac{s}{2}, \quad (17)$$

$\eta$ ,  $\eta_1$  არ გამოისახება ელემენტარული ფუნქციებით ამიტომ ისინი უნდა განისაზღვროს მიახლოებითი ინტეგრების გზით.

(13) განტოლება, რომელიც ასახავს უთანაბრო მოძრაობის დამრღვევი ტალღების ტრანსფორმაციას, საწყისი პირობით  $h = h_1$ ,  $z = z_1$  ტოლფასია შემდეგი განტოლებისა:

$$z = z_1 + \frac{1}{2} \int_{h_1}^h \psi(h, z) dh. \quad (18)$$

ამ განტოლების ამოხსნა შეიძლება ვეძიოთ მიმდევრობით მიახლოების მეთოდით, მაგრამ რადგან ინტეგრალი არ გამოისახება ელემენტარული ფუნქციებით, ამ მეთოდის გამოყენება არ არის მიზანშეწონილი.

თუ მივიღებთ მხედველობაში იმ ფაქტს, რომ  $|h - h_1|$  პრაქტიკული თვალსაზრისით მცირე სიდიდეა, მაშინ (13)-ის ამოხსნა შეიძლება წარმოვადგინოთ ხარისხოვანი მწკრივის სახით

$$z(h) = z_1 + c_1(h - h_1) + c_2(h - h_1)^2, \quad (19)$$

სადაც

$$c_1 = \frac{1}{2} \psi(h_1, z), \quad c_2 = \frac{1}{4} \left( \frac{d\psi}{dh} \right)_{h=h_1}.$$

პრაქტიკული მიზნებისათვის (13) განტოლების ამოხსნა შეიძლება გავამარტივოთ, თუ  $\psi$ -ს განვიხილავთ როგორც მუდმივ სიდიდეს, რომელიც უდრის  $\psi(h_c, z(h_c))$ ,

სადაც

$$h_c = \frac{1}{2} (h + h_1).$$

მაშინ (18)-დან მივიღებთ

$$z = z_1 + \frac{1}{2} (h - h_1) \cdot \psi(h_c, z(h_c)). \quad (20)$$

$\psi$ -ის მუდმივ სიდიდედ განხილვა იგივეა, რაც  $z$ -ის წრფივად ცვალებადობის დაშვება, რის გამოც

$$z(h_c) = \frac{1}{2} (z_1 + z).$$

მაშინ (20) მიიღებს სახეს:

$$\bar{\tau} = \bar{\tau}_1 + \frac{1}{2} (h - h_1) \cdot \psi \left( h_0, \frac{\bar{\tau}_1 + \bar{\tau}}{2} \right). \quad (21)$$

ეს განტოლება იძლევა  $z$ -ის განსაზღვრის საშუალებას  $h$ -ის ნებისმიერი ფიქსირებული მნიშვნელობისათვის.

### დასკვნები

1. მიღებული საანგარიშო დამოკიდებულებანი იძლევიან ერთი მიმართულების ტალღის ტრანსფორმაციის განსაზღვრის საშუალებას.

2. (15) განტოლების ანალიზიდან გამომდინარეობს, რომ ტალღის სიმაღლე მცირდება მისი გავრცელებისას. ეს დასკვნა ვედეგნიკოვის [2] გამოკვლევისაგან განსხვავებით მიიღება ნებისმიერი კვეთისათვის ტალღის ნებისმიერი სიმაღლის დროს, როცა  $F_r < 1$ .

3. თუ თანაბარი მოძრაობის დამრღვევი ტალღის ტრანსფორმაცია დამოკიდებულია ფრუდის რიცხვსა, ფსკერის ქანობსა და ტალღის სიმაღლისაგან, არათანაბარი მოძრაობის დამრღვევი ტალღის ტრანსფორმაცია, გარდა ზემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორებისა, დამოკიდებულია  $\frac{dh}{ds}$ -ის ნიშნისა და სიდიდისაგან.

ა. ვ. ვინტერის სახელობის  
 ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის  
 თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი  
 ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 12.11.1960)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. А. Христианович. Неустановившееся движение в каналах и реках. В сборнике „Некоторые новые вопросы механики сплошной среды“, М.—Л., 1938.
2. В. В. Ведерников. Волны пусков реальной жидкости. В сборнике: „Неустановившееся движение водного потока в открытом русле“, Москва—Ленинград; 1947.



## პატრონაჟია

მ. აბასაძე და ლ. შენგელია

 ხრამის კრისტალური მასივის უძველესი დანალექი  
 მეთამოკრფული ქანები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ძოწენიძემ 22.3.1960)

ხრამის კრისტალური მასივი, რომელიც თბილისიდან სამხრეთ-დასავლეთ მიმართულებითაა და მისგან დაახლოებით 100 კმ არის დაცილებული, ე. წ. სომხითის ბელტის გაშიშვლებულ ნაწილს წარმოადგენს.

მასივის შემსწავლელ მკვლევართაგან დავასახელებთ იმათ, რომლებიც ჩვენთვის საინტერესო საკითხს ეხებიან.

თ. ყაზახაშვილი [1] ხრამის მასივში განვითარებულ ქანებში შემდეგ ტიპებს გამოყოფს: 1) კამბრიულისწინა კრისტალური ფიქლები, 2) ქვედაპალეოზოური კვარციანი დიორიტ-გნეისები და გრანიტები (ბიოტიტაინი—ფართოდაა გავრცელებული და ალიასკიტური), 3) იურული გაბრო-დიაბაზები და 4) იურისშემდგომი და ცარცამდელი კვარცპორფირები და გრანიტპორფირები. თათრიშვილი [2] განსახილველ მასივში ქანთა შემდეგ შეფარდებით, ასაკობრივ თანამიმდევრობის სქემას იძლევა: კვარციან-დიორიტული გნეისები, გაბროიდები, გრანიტოიდები და კვარცპორფირები.

უფრო გვიან გ. ზარიძემ და ნ. თათრიშვილმა [3] შემდეგი სქემა წარმოადგინეს: ქარსიანი ფიქლები (კვარციანი დიორიტ-გნეისები), გაბროიდები, გრანიტოიდები და კვარცპორფირები. ყურადღებას იპყრობს დასახელებული ავტორების მოსახრება გრანიტოიდების გენეზისის შესახებ; ისინი გრანიტოიდებს უძველესი გეოსინკლინური ვულკანოგენი ქანების მეტასომატური გარდაქმნის პროდუქტად თვლიან.

1958 წლის ზაფხულში ჩატარებული საველე მუშაობის შემდეგ გ. ზარიძე და ნ. თათრიშვილი ხრამის მასივის შემადგენელ ქანთა შემდეგ შეფარდებით ასაკობრივ რიგს აღნიშნავენ: 1) კვარციან-დიორიტული გნეისები—კალედონური; 2) კვარციან-დიორიტული გნეისების გამკვეთი ფუძემაგმური ქანები (გაბრო-პორფირიტები, გაბრო-დიაბაზები, დიაბაზები, გაბრო, პორფირიტები); 3) გრანიტოიდები (გრანიტები, გრანოდიორიტები, კვარციანი დიორიტები), რომლებიც კვარციან-დიორიტული გნეისების მეტასომატური გრანიტიზაციის შედეგად არიან წარმოშობილი—ჰერცინული; 4) ფუძემაგმური ქანები (დიაბაზები, პორფირიტები, გაბრო-პორფირიტები, გაბრო-დიაბაზები), რომლებიც კვეთენ როგორც კვარციან-დიორიტულ გნეისებს, ასევე გრანიტოიდებს; 5) კვარცპორფირების, გრანიტპორფირებისა და გრანოფირების დაიკები (ზედაპალეოზოური ვულკანიზმის მკვეთავი არხები); 6) კვარცპორფირული ტუფოგენი—დანალექი წარმონაქმნები-ზედაპალეოზოური და 7) ფუძემაგმური ქანების დაიკები (პორფირიტები, დიაბაზ-პორფირიტები)—ზედაცარცული ვულკანიზმის ფესვები.

ხრამის მასივში შემავალ უძველეს ქანთა დანალექი ბუნების დადგენის საკითხში გარკვეულ დასაყრდენს იძლევა ერთ-ერთი ჩვენთაგანის მიერ (ღ. შენგელია) 1958 წლის ზაფხულში ნანახი ბრექჩია-კონგლომერატების დასტა,

რომელიც შემდეგ შეისწავლეს და აღწერეს გ. ზარიძემ და ნ. თათრიშვილმა [4]. ხსენებული დასტა შიშვლდება ხრამის ხეობაში შარასთან (ნიშნული „68 კმ“). დასახელებული მდინარის მარცხენა ნაპირზე დასტის სიმაღლე 10 მეტრი იქნება. ჰიფსომეტრულად ზევით დასტას საზღვრავს კვარციან-დიორიტული გნეისები, ქვევით ისინი ალუვიური ნალექებით არიან დაფარული.

ბრეჩქია-კონგლომერატებში შემავალ ნატეხებსა და კვარცვლებს შორის ვხვდებით: კვარციან-დიორიტულ გნეისებს, პორფირიტებს, მიკროდიამაზებს და გრანიტპორფირებს, მათი ზომა ერთეული სანტიმეტრებიდან 10 სმ აღემატება. წვრილმარცლოვან შემაცემენტებელ მასაში ნათლად ჩანს ნატეხური სტრუქტურა, რომელიც თლილში კვარციან-დიორიტულ გნეისს წარმოადგენს. აღსანიშნავია, რომ ასეთი შედგენილობისაა კონგლომერატებში მოქცეული, დაახლოებით 1 მ სიმაღლის დისლოცირებული და დაწყვეტილი შრე. ამ შრის ქანების გნეისებრიობის სიბრტყეების აზიმუტი არ ემთხვევა დასავლეთ კონტაქტში არსებულ კვარციან-დიორიტული გნეისების დაქანების აზიმუტს. აქ აშკარაა ტექტონიკური შეხება.

ნ. თათრიშვილი დასახელებული გნეისების მომცემ წარმონაქმებს შორის არჩევს დანალექ და ფუძე მაგმურ ქანებს, რომელთა მეტამორფიზმის შედეგად გნეისები წარმოიქმნა. პირველი ჯგუფის ქანები ქარსიანი უბნების არსებობით ხასიათდება, მეორე ჯგუფისა კი ქარსიანი უბნებს არ შეიცავს, სამაგიეროდ მათში შეიმჩნევა ფუძემამგური ქანების გარდაქმნილი რელიქტები, რადგან ბრეჩქია-კონგლომერატების დასტაში არსებული დისლოცირებულ გნეისების შუაშრეები და აგრეთვე მათი შემაცემენტებელი მასა თავისი შედგენილობით სრულიად ანალოგიურია ხრამის მასივში გავრცელებული ქარსიანი უბნების მქონე კვარციან-დიორიტული გნეისებისა, ამიტომ ხსენებული ავტორი უკანასკნელების საწყის ქანებად სედიმენტოგენურ ქანებს მიიჩნევს.

გ. ზარიძის, ნ. თათრიშვილისა და მ. აბესაძის ანგარიშში (1959) აღნიშნულია, რომ კვარციან დიორიტულ გნეისებში გნეისებრიობა ჩანს სხვადასხვა ინტენსიობით; ქანი ძირითადად შედგება კვარცის, პლაგიოკლასისა და ქარსის უბნებისაგან, რომელიც გვაგონებს ქვიშაქვის შემაცემენტებელ მასას. ქარსიანი უბნები წარმოადგენს სხვადასხვა სიდიდისა და ფორმის წარმონაქმნებს, რომლებსაც უმრავლეს შემთხვევაში არა აქვთ გარკვეული ფორმა, მათ რაიმე კრისტალოგრაფიული მოხაზულობა არ ემჩნევათ. იქ, სადაც ქარსი დიდი რაოდენობით გვხვდება, წარმოქმნის ცოტად თუ ბევრად დამრგვალებულ უბნებს, ხოლო, როდესაც ქარსიანი უბნების რაოდენობა მცირდება, ქანი მდიდრდება ბიოტიტით, იშვიათად კი ქლორიტით. ქარსიანი უბნების დარჩენილი რაოდენობა ხაზობრივად ლაგდება, დამაკავშირებელ მინერალს ხშირად ახლადწარმოქმნილი ბიოტიტი წარმოადგენს.

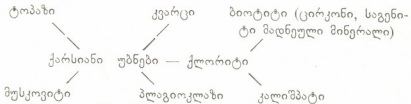
ჩვეულებრივად ქარსიანი უბნები უფერო და თითქმის გამჭვირვალეა, ზოგჯერ კი მოყვითალო, ნარინჯისფერი და მწვანე. უფერო სახეობები წარმოადგენილია აგრეგაციული პოლარიზაციისა და მალალი ინტერფერენციის მქონე წვრილქერცლოვანი სერიციტით. ქარსიანი უბნები მწვანე ელფერს იღებენ მაშინ, როდესაც მათში შედის ქლორიტი. უკანასკნელს აქვს დაბალი ინტერფერენციის ფერები, განლაგებულია უბნებრივად მცირე სიდიდის გროვების სახით. შედარებით უფრო კარგად ინდივიდუალიზებულ ქლორიტის

ფორფიტებში წვრილმარცვლოვანი მადნეული მინერალი და საგენიტი ჩნდება, რაც ბიოტიტის წარმოქმნაზე მიუთითებს. იგი ქარსიან უბნებში ლაქების ან ერთმანეთთან დაკავშირებული უსწორო წარმონაქმნების სახით გვხვდება. მათში ზოგჯერ ჩართულია ცირკონის უწვრილესი კრისტალები და მადნეული მინერალი. შეიმჩნევა აგრეთვე ბიოტიტის მოწითალო-ყავისფერი ან სრულიად სალი ქერცლები, კარგად გამოსახული ტყეჩადობით და ბუნდოვანი კონტურებით. ისინი დაკავშირებული არიან ქარსიან უბნებში შემაჯავალ სერიციტულ მასასთან. ხშირია შემთხვევები, როდესაც ქარსიან უბნებში ჩნდება მუსკოვიტი და პლაგიოკლაზის და კვარცის წვრილი უსწორო კრისტალები. მუსკოვიტი სერიციტთან, ზოგჯერ კი კალიშპატთან ერთად ქმნის გროვეს.

გარდა დასახელებულ მინერალებისა, ქარსიან უბნებში ზოგჯერ დიდი რაოდენობით გვხვდება მადნეული მინერალი, აპატიტი, ტოპაზი და აქა-იქ მსხვილი, მომრგვალებული ფორმის კვარცის ჩანართები.

დასახელებული მინერალების წარმოქმნას ჰერცინული გრანიტების ფორმირების პროცესს ვუკავშირებთ, რომლებიც კვარციან-დიორიტული გენეისების ხარჯზე წარმოიქმნენ. უკანასკნელის მეტამორფიზმს მეტასომატოზის გზით და ქარსიანი უბნების გაჩენას ადგილი ჰქონდა ალბათ კალედონურ ეპოქაში, ხოლო მათი მომცემი ქანების დალექვა გეოსინკლინურ პირობებში ქვედა პალეოზოურში მოხდა.

მიკროსკოპულ დაკვირვებათა საფუძველზე ქარსიანი უბნების თანამიმდევრობითი გარდაქმნის სქემა გ. ზარიძეს და ნ. თათრიშვილს შემდეგნაირად აქვთ წარმოდგენილი:



ბრექჩია-კონგლომერატში ვხვდებით კვარციან-დიორიტული გენეისების ქვარგვალებს და, გარდა ამისა, პორფირიტებს და გრანიტპორფირებს.

ქვარგვალისა და ცემენტის კვარციან-დიორიტული გენეისები ერთმანეთს ემსგავსებიან, რაც ჯერჯერობით ასახსნელია. თუ გენეისების და სხვა მასალის ქვარგვალებს ხრამის მასივში განვითარებულ ყველა კრისტალურ ქანზე უფრო ძველად მივიჩნევთ, მაშინ გაუგებარია ცემენტის, რომელსაც მეტამორფიზმი დალექვის შემდეგ უნდა ვანეცადო, და მასში მოქცეული გენეისის მსგავსება.

ქვარგვალის პორფირიტის სტრუქტურა პორფირულია; ძირითადი მასა არის ფელზიტური-ადიაგნოსტური, იგი გაპელიტებული, გაქლორიტებული და გასერიციტებულია.

პორფირული ჩანაწინწკლები ორნაირი ზომისაა—შედარებით მსხვილი და წვრილი. ისინი წარმოდგენილი არიან გასერიციტებული პლაგიოკლაზით და ქლორიტის სრული ფსევდომორფოზებით რქატყუარას მიმართ. ქლორიტთან დაკავშირებულია მადნეული მინერალი და ზოგჯერ ლეოკოქსენი. ქანში აგრეთვე ვხვდებით კვარცი.

პორფირიტის სხვა ქვარგვალი ძლიერ გაქლორიტებული, გაკალიციტებული და ნაწილობრივ გაკვარცებულია. ძირითადი მასის სტრუქტურა ოფიტუ-

რია; შედგება პლაგიოკლაზის ლეისტებისაგან და, გარდა ამისა, მუსკოვიტის, ქლორიტის, მადნეული მინერალისა და კვარცისაგან.

პორფირული ჩანაწინწკლები აგრეთვე ძლიერ სახეცვლილია. ჩანს მათი მთლიანი ჩანაცვლება სერიციტით და გარდა ამისა კალციტით, რომელსაც ქლორიტის არმია აკრავს. პირველი ფსევდომორფოზები წარმოქმნილია პლაგიოკლაზის, მეორენი ქა-რკინამაგნეზიური მინერალების ხარჯზე.

მესამე ტიპის ქვარგალი არის მიკროდიამაზი. იგი მოყავისფრო-ნაც-რისფერი და წვრილმარცვლოვანია. სტრუქტურა მიკროდიამაზური აქვს. არის თითქმის მთლიანად გაქლორიტებული, გაკალციტებული, გაპელიტებული და გა-ლიმიონიტებული. ძლიერ შეიმჩნევა მიკროდიამაზური სტრუქტურის რელიქტი; აქა-იქ გამოირჩევა პლაგიოკლაზის მიკროლითები და კვარცის წვრილი მარცვლები.

შემდეგი ქვარგალი არის გრანიტ-პორფირი. მისი სტრუქტურა პორ-ფირულია, ძირითადი მასა კი ფსევდოსფეროლითური. ქანი შედგება კვარცის რადიალურ-სხივოსნური წარმონაქმნებისა და მარცვლებისაგან და, გარდა ამისა, მინდვრის შპატისაგან. კვარცის წვრილი მარცვლები (გროვები და ძარ-ღვაკები) მოთავსებულია ფსევდოსფეროლითებს შორის და ქმნის მეორეული მინერალის შთაბეჭდილებას. კვარცთან ერთად ფსევდოსფეროლითების შუა-ლელ სივრცეში გვხვდება მინდვრის შპატი და მცირე რაოდენობით მადნეუ-ლი მინერალი.

ჩანაწინწკლები ცოტაა და წარმოდგენილია მხოლოდ პლაგიოკლაზით. შეიმჩნევა მალალი ინტერფერენციის მქონე კრისტალების გროვები, რომლე-ბიც ეპიდოტს მიეკუთვნება. გვხვდება აგრეთვე ქლორიტის გროვები და ძარ-ღვაკები და მუსკოვიტი მადნეულ მინერალთან ერთად.

ამგვარად, მოყვანილი ფაქტობრივი მასალის საფუძველზე დასაშვებია, რომ ბრეჩია-კონგლომერატების დასტა, მასში მოქცეულ და მის მომყოლ კვარციან-დიორიტულ გენივებთან ერთად, ხრამის კრისტალური მასივის ქან-თა შორის ყველაზე უძველესად (ქვედაპალეოზოურად) მივიჩნიათ. ცემენტის მნიშვნელოვანი მეტამორფიზმის გვერდით ქვარგვლების სუსტი მეტამორფი-ზმი ერთი შეხედვით გაუგებარია, რადგან მეტამორფიზმის დროს სისტემაში უნდა მოველოდეთ ერთგვაროვან გარდაქმნებს, მაგრამ ასეთი მოსალოდნელია ერთგვაროვან საწყის ქანში და არა ისეთში, როგორცაა მნიშვნელოვნად ჰეტეროგენული კონგლომერატი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გეოლოგიური ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მიუვცია 22.3.1960)

ღამოწმებული ლიტერატურა

1. Т. Г. Казахашвили. Геолого-петрографический очерк Храмского кристаллического массива. Мат. по петр. ГССР. Труды ГГУ, вып. 5, 1941.
2. Н. Ф. Татришвили. Магматическая деятельность в Грузии в допалеозое. Гос-техиздат ГССР, 1948.
3. Г. М. Заридзе и Н. Ф. Татришвили. О возрасте и генезисе древних гранитоидов Храмского массива. Изв. АН СССР, сер. геол., № 3, 1953.
4. Г. М. Заридзе, Н. Ф. Татришвили, Ш. И. Джавахишвили и М. Б. Абесадзе. Петрография метаморфических и магматических пород Храмско-го и локского массивов. 1959.

## ბიოქიმია

ზ. გონაშვილი

## კაზეინის ხსნარის ფერმენტული შედეგების ბანსაკუთრებული შემთხვევა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა პ. ჭომეთიანმა 26.1.1960)

მაჭიკის ფერმენტისა და სხვა პროტეინაზების მოქმედებით რძე დედდება, ამასთან რძე ზოლისებრი მდგომარეობიდან გელისებრ მდგომარეობაში გადადის. საერთოდ მიღებულია, რომ რძისა და კაზეინატ-კალციუმის ხსნარის ფერმენტული შედეგების პროცესი ორ ფაზაში მიმდინარეობს: 1) ფერმენტის მოქმედება კაზეინზე და 2) არაფერმენტული ფაზა—გარდაქმნილი კაზეინის კოაგულაცია კალციუმის იონების ან კიდევ სხვა ორვალენტიანი კატიონების მოქმედებით. ფიქრობენ, რომ ამ პროცესის მეორე ფაზა უხსნადი პარაკაზეინატ-კალციუმის წარმოქმნის შედეგია. ამიტომ, ამ შეხედულების მიხედვით შეუძლებელია კაზეინის ხსნარის ფერმენტული შედეგება, რომელშიც არაა კალციუმის იონები.

წინამდებარე შრომაში წარმოდგენილია კაზეინისა და მისი კომპონენტების ხსნარების ფერმენტული შედეგების ცდების შედეგები, რომლებშიც არაა კალციუმის იონები.

## მასალა და მუშაობის მეთოდიკა

სუბსტრატი. როგორც სუბსტრატი გამოიყენეთ კაზეინის სხვადასხვა პრეპარატები—ჰამარსტენის, კაზეინის მკავე პეროვის მიხედვით და კაზეინი ვან-სლაიკის, კაზეინის კომპონენტებიდან- $\alpha$ -კაზეინი,  $\beta$ -კაზეინი და  $\alpha$ R-კაზეინი.  $\alpha$ -კაზეინი და  $\beta$ -კაზეინი მივიღეთ ჰიპისა და სხვ. მეთოდით შარდოვანას გამოყენებით (1),  $\alpha$ R-კაზეინი მივიღეთ ლონგის, ვინკლისა და გოულდის მიხედვით [2]: 300 მლ  $\alpha$ -კაზეინის 2,61% ხსნარი (pH=6,75) მივუმატეთ 38,3 მლ  $\text{CaCl}_2$ -ის 2,0 მოლ. ხსნარი. ორი დღე-ღამის შემდეგ ცილა განიცდის კოაგულაციას. კოაგულატი გავხსენით  $\text{NaOH}$ -ის განზავებულ ხსნარში, სითხე გავფილტრეთ და ფილტრატიდან ცილა დავლექეთ შემეავეებით. ცილის ნალექს, წყლით ჩარეცხვის შემდეგ, ვიყენებდით ცდებში.

ფერმენტი. კაზეინის ხსნარის ფერმენტოლიზის ცდებში ვიყენებდით შემდეგ (გასაყიდ) პროტეოლიზურ ფერმენტებს: ქიმოზინს, პეპსინს, ტრიპსინს და სოკო კაციუურას (*Panus rudis*) პროტეინაზას [3].

კაზეინის ხსნარის დამზადება. ცილის გარკვეულ წონაკს ერლენმეიერის კოლბაში ემატებოდა 150—200 მლ წყალი, 9—12 მლ  $\text{NaOH}$ -ის 0,1 N ხსნარი, 0,5 მლ ტოლუოლი და ნარევის ვათავსებდით მაცივარში ცი-

ლის სრულ გახსნამდე. გაცივებულ ცილის ხსნარს ენერგიული შენჯღრევით წვეთ-წვეთობით ვუმატებდით მარილმჟავას 0,1 N ხსნარს სასურველ pH-მდე (5,0—5,8). დაბალი pH-ის დროს კაზეინის ხსნარი ძლიერ ოპალესცივებს. ცილის ხსნარს ვფილტრავდით.

მიღებულ კაზეინის ხსნარს ვუმატებდით ფერმენტის საჭირო რაოდენობას და ვაკვირდებოდით ცილის ხსნარის კოლოიდური მდგომარეობის შეცვლას. საკონტროლო ხსნარი შეიცავდა ადულებით ინაქტივირებულ ფერმენტს.

### ემსპარიმენტული ნაწილი

#### კაზეინის სხვადასხვა პრეპარატების ფერმენტოლიზი

ცდა 1. 10 მლ 1% კაზეინის ხსნარს ემატებოდა 0,2 მლ 1% პეპსინის ან ტრიპსინის ხსნარი, ხოლო ცდებში, სადაც გამოიყენებოდა ქიმიზინი, ემატებოდა 0,2 მლ ქიმიზინის 2% ხსნარი. სოკო კაციყურას პროტეინაზით ფერმენტოლიზის დროს 10 მლ 1% კაზეინის ხსნარს ემატებოდა 0,3 მლ სოკოდან მიღებული ექსტრაქტი. ფერმენტოლიზის ცდები ტარდებოდა 38°C დროს. მონაცემები კაზეინის ხსნარის კოლოიდური მდგომარეობის შეცვლის შესახებ მისი ფერმენტოლიზის დროს მოყვანილია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

კაზეინის პრეპარატის დასახელება	კაზეინის ხსნარის pH	კოლოიდური მდგომარეო- ბის შეცვლა 3 საათის განმავლობაში 38° დროს	ფილტრატის (შრატის) pH
პროტეოლიზი ქიმიზინით			
კაზეინი ჰამარსტენის	5,09	შედეგდა	5,10
კაზეინის მჟავა	4,93	"	—
	5,12	"	5,15
ცხვრის რმის კაზეინი	5,08	"	—
კაშენის " "	5,30	"	—
პროტეოლიზი პეპსინით			
კაზეინის მჟავა	5,18	შედეგდა	5,24
კაზეინი ვან-სლაიკის	5,15	"	5,15
პროტეოლიზი ტრიპსინით			
კაზეინის მჟავა	5,18	შედეგდა	5,19
კაზეინი ვან-სლაიკის	5,15	"	5,18
პროტეოლიზი სოკო კაციყურას პროტეინაზით			
კაზეინი ჰამარსტენის	5,40	შედეგდა	—
" ვან-სლაიკის	5,46	"	—
" ვან-სლაიკის	5,31	"	—

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ კაზეინის ხსნარი (pH 5,0—5,46) აღნიშნული ფერმენტების მოქმედებით დედდება კალციუმის მარილების მიმატების გარეშე. ფერმენტოლიზის პროცესში კაზეინის ხსნარის სიმღვრიე ძლიერდება, რამდენიმე ხნის შემდეგ რძის მაგვარი ხდება და შემდეგ კი დედდება. დროთა მსვლელობაში, შენადედიდან სინერჯისის შედეგად, გამოიყოფა გამჭვირვალე, ოპალესციენტას მოკლებული, სითხე (შრატე). რაც შეეხება კაზეინის ხსნარის შედეგების სიჩქარის დამოკიდებულებას ხმარებული ფერმენტისა და მისი კონცენტრაციისაგან, ეს მონაცემები მოყვანილია მეორე ცხრილში.

ცხრილი 2

ვან-სლაიკის კაზეინის 1% ხსნარის (pH=5.15) რაოდენობა	მიემატა 1% ფერმენტის ხსნარი	შედეგების ხანგრძლიობა		
		კიმოზინით	პეპსინით	ტრიპსინით
		პროტეოლიზის დროს		
10 მლ	0,2 მლ	130 წუთი	120 წუთი	53 წუთი
10 "	0,4 "	45 "	45 "	25 "
10 "	0,6 "	35 "	17 "	20 "
10 "	0,8 "	20 "	7 "	15 "
10 "	1,0 "	15 "	5 "	10 "

ცხრილიდან ჩანს: 1) რაც უფრო მეტია ფერმენტის კონცენტრაცია ხსნარში, მით უფრო ჩქარა დედდება კაზეინის ხსნარი; 2) ტრიპსინით პროტეოლიზის დროს კაზეინის ხსნარის შედეგდება უფრო ჩქარა ხდება, ვიდრე სხვა ფერმენტებით პროტეოლიზის დროს.

შესაბამისმა ცდებმა გვიჩვენა, რომ კაზეინის ხსნარის ფერმენტული შედეგების სიჩქარე დიდადა დამოკიდებული ხსნარის pH-გან (ცხრილი 3).

ცხრილი 3

ჰამარსტენის კაზეინის 1,5% ხსნარი	ხსნარის pH	მიემატა 2% კიმოზინის ხსნარი	შედეგების ხანგრძლიობა
20 მლ	5,12	2,0 მლ	2,5 წუთი
20 "	5,40	2,0 "	17 საათი
20 "	5,52	2,0 "	26 "
20 "	5,70	2,0 "	30 "
20 "	5,12	2,0 " ინაქტივირებული გაცხელებით	82 "

ამ მონაცემებიდან ჩანს, რომ: 1) რაც უფრო მაღალია ხსნარის pH, მით უფრო ხანგრძლივია კაზეინის ხსნარის შედეგების დრო; 2) როცა კაზეინის ხსნარის pH (5,0—5,1) ახლოა კაზეინის იზოელექტრულ წერტილთან (pH—4, 6—4,7), მაშინ კაზეინის საცდელი ხსნარის შედეგების ხანგრძლიობა 2,5 წუთის უდრის, ხოლო საკონტროლოს—82 საათს.

ხსნარის მაღალი pH-ის დროს კაზეინის ხსნარის შედეგება ხდება ხანგრძლივი ფერმენტოლიზის შემდეგ. ამ ზოგიერთი მონაცემი ამ მიმართულებით ჩატარებული ცდებისა:

1. ტექნიკური კაზეინის 3% ხსნარის 260 მლ-ს მიეუმატეთ 0,2 გ ქიმოზინი. 3 დღე-ღამის ფერმენტოლის შემდეგ, ოთახის ტემპერატურის დროს, კაზეინის ხსნარი დედდება.

2. ჰამარსტენის კაზეინის 1,2% ხსნარის (pH=5,58) 40 მლ-ს მიეუმატეთ სოკო კიციურადან მიღებული ექსტრაქტი. 22 საათის ფერმენტოლიზის შემდეგ 24—26° დროს ცილა ილეკება ჭურჭლის ფსკერზე მკერძი ფენის სახით.

კაზეინის ხსნარის (pH=5,76) სოკო კიციურადან მიღებული ექსტრაქტით ფერმენტოლიზის შემთხვევაში 24—26° დროს ცილის კოაგულაცია 48 საათის შემდეგ ხდება.

უნდა აღინიშნოს, რომ კაზეინის ხსნარის (pH<5,3) ხანგრძლივი (2—3 დღე-ღამე) ფერმენტოლიზის დროს, დაბალი ტემპერატურის პირობებში, (1—5°C) შედეგებას არა აქვს ადგილი. ოთახის ტემპერატურამდე გათბობით კაზეინის ხსნარი მაშინვე დედდება.

#### ა-კაზეინის ხსნარის ფერმენტოლიზი

რიგი ცდები ჩატარდა ა-კაზეინის ხსნარის ფერმენტოლიზისა. ზოგიერთი ცდის შედეგები მოყვანილია ქვემოთ.

ცდა 1. მოვამზადეთ ა-კაზეინის 1,15% ხსნარი, pH=5,4 8. ცდის ჩატარების პირობები და შედეგები მოყვანილია მე-4 ცხრილში.

ცხრილი 4

ა-კაზეინის ხსნარი	მიემატა	კოლოიდური მდგომარეობის შეცვლა ღამის განმავლობაში ოთახის ტემპერატურის დროს
25 მლ	2 მლ 2% ქიმოზინის ხსნარი	შედგდა
25 "	2 " " " ინაქტივირებული გატხელებით	არაა შედეგებული
25 "	2 მლ 2% პეპსინის ხსნარი	შედგდა
25 "	2 " 0,2% ტრიპსინის ხსნარი	"
25 "	2 " სოკო კიციურადან მიღებული ექსტრაქტი	"

ა-კაზეინის ხსნარის ფერმენტოლიზის ცდებშიც ცილის ხსნარის სიმღვრივ ფერმენტოლიზის პროცესში ძლიერდება—რძის მაგვარი ხდება და შემდეგ წარმოიქმნება ნადედი, რომელიც სინერგზისის შედეგად გამოყოფს გამჭვირვალე, ოპალესცენციას მოკლებულ სითხეს.

ა-კაზეინის ხსნარის, რომლის pH=5,5—5,7 შედეგება ხდება 3—5 დღე-ღამის ფერმენტოლიზის შემდეგ.



ცდა 2. ამ შემთხვევაში ფერმენტოლიზის ცდა ჩავატარეთ დაბალი ტემპერატურის (1—5°) დროს. α—კახეინის 2,1% ხსნარი გავაცივეთ 1—5°-მდე, მიუმატეთ შესაბამისი ფერმენტის ხსნარი და ერთი ღამის განმავლობაში მოვათავსეთ მაცივარში. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია მე-5 ცხრილში.

ცხრილი 5

α-კახეინის ხსნარი	მიემატა	pH	კოლოიდური მდგომარეობის შეცვლა ღამის განმავლობაში 1—5° დროს	შრატის pH
25 მლ	2 მლ 2% კიმოზინის ხსნარი	5,30	მკერძი ნადედი	5,27
25 "	იგივე	5,37	" "	5,38
25 "	2 მლ 2% პეპსინის ხსნარი	5,30	ნადედი	—
25 "	2 მლ 0,2% ტრიპსინის ხსნარი	5,30	მკერძი ნადედი	—
25 "	2 მლ სოკო კაციყურადან მიღებული ექსტრაქტი	5,30	ნადედი	5,22

როგორც ამ მონაცემებიდან ჩანს, α—კახეინის ხსნარი, კახეინის ხსნარისგან განსხვავებით, ფერმენტულად დედება დაბალი ტემპერატურის დროსაც.

β-კახეინის ხსნარის ფერმენტოლიზი

ცდა 1. მოვამზადეთ სხვადასხვა pH მქონე β-კახეინის 1,22% ხსნარი. ცდის ჩატარების პირობები და შედეგები მოყვანილია მე-6 ცხრილში.

ცხრილი 6

β-კახეინის ხსნარი	მიემატა	pH	შედეგების ხანგრძლიობა	შრატის pH
20 მლ	2 მლ 2% კიმოზინის ხსნარი	5,54	1—2 წუთი	5,58
20 "	2 მლ 2% კიმოზინის ხსნარი	5,74	3 საათი	5,74
20 "	2 მლ 2% კიმოზინის ხსნარი ინაქტივირებული გაცხელებით	5,59	ოთხი დღე-ღამის განმავლობაში არ დედდება	—
20 "	2 მლ 2% პეპსინის ხსნარი	5,54	1—2 წუთი	5,60
20 "	2 მლ 0,2% ტრიპსინის ხსნარი	5,54	10—15 "	5,61
20 "	2 მლ სოკო კაციყურადან მიღებული ექსტრაქტი	5,54	5—10 "	—

β—კახეინის ხსნარი, რომელმაც დიალიზი განიცადა 2 დღე-ღამის განმავლობაში

20 მლ	0,5 მლ 0,5% კიმოზინის ხსნარი	5,60	15 წუთი	—
20 "	1,0 მლ 0,5% კიმოზინის ხსნარი	5,60	7 "	5,66
20 "	2,0 მლ 0,5% კიმოზინის ხსნარი	5,60	4 "	5,66

ამ შემთხვევაშიც  $\beta$ -კაზეინა ხსნარის ფერმენტული შედეგება დასაკიდებელია გარემოს pH-გან. საყურადღებოა, რომ  $\beta$ -კაზეინის ხსნარის ფერმენტული შედეგება უფრო ჩქარა მიმდინარეობს და ხსნარის უფრო მაღალი pH-ის დროს, ვიდრე კაზეინისა და  $\alpha$ -კაზეინის ხსნარებისას.

ამავე მონაცემებიდან ჩანს რომ  $\beta$ -კაზეინის ხსნარის ფერმენტული შედეგების სიჩქარე დამოკიდებულია ხსნარში ფერმენტის კონცენტრაციისაგან.

ცდა 2. დავამზადეთ  $\beta$ -კაზეინის სხვა პრეპარატის 1,5% სხვადასხვა pH-ის მქონე ხსნარები. ცდის ჩატარების პირობები და შედეგები მოყვანილია მე-7 ცხრილში.

ცხრილი 7

$\beta$ -კაზეინის ხსნარი pH	$\beta$ -კაზეინის ხსნარი	მიემატა 1% ქიმო- ზინის ხსნარი	შედეგების ზანგორძლიობა	შრატის pH
5,38	20 მლ	2 მლ	1 წუთი	5,23
5,38	20 "	0,5 "	4 "	5,61
5,38	20 "	0,5 "	8—10 "	—
5,40	20 "	0,5 "	20—25 "	—
5,40	20 "	1,5 "	10 საათი	5,41

### $\alpha$ R-კაზეინის ხსნარის ფერმენტოლიზი

ცდისათვის გამოვიყენეთ  $\alpha$ R-კაზეინის 1,63% ხსნარი, pH=5,47. ცდა ტარდებოდა ოთახის ტემპერატურის დროს. მიღებული შედეგები მოყვანილია მე-8 ცხრილში.

ცხრილი 8

$\alpha$ R-კაზეინის ხსნარი	მიემატა	კოლოიდური მდგომარე- ობის შეცვლა ღამის განმავლობაში
25 მლ	2 მლ 2% ქიმოზინის ხსნარი	შედეგდა
25 "	2 " 2 " პეპსინის "	"
25 "	2 " 0,2 " ტრიპსინის "	"
25 "	2 სოკო კაციყურასაგან მიღებული ექსტრაქტი	"
25 "	2 მლ 2% ქიმოზინის ხსნარი ინაქტივირე- ბული გატყელებით	არ შედეგდა

$\alpha$ R-კაზეინის ხსნარის ფერმენტოლიზის ცდებმა დაბალი ტემპერატურის (1—5°) პირობებში გვჩვენა, რომ  $\alpha$ R-კაზეინის ხსნარი ამ პირობებში არ დეიდება: ოთახის ტემპერატურამდე გათბობით ცილა განიცდის კოაგულაციას.

### დასკვნები

კაზეინისა და მისი კომპონენტების ხსნარებზე ჩატარებული ფერმენტოლიზის ცდების საფუძველზე შეიძლება გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები:

1. კაზეინის,  $\alpha$ -კაზეინის,  $\beta$ -კაზეინის და  $\alpha$ R-კაზეინის დაბალი pH-ის (5,6—5,8) მქონე ხსნარები ქიმოზინის, პეპსინის, ტრიპსინისა და სოკო კაციყურა პროტეინაზას მოქმედებით დედლებიან კალციუმის მარილების მიუმატებლად.

2. კაზეინისა და მისი კომპონენტების ხსნარების ფერმენტული შედედების ხანგრძლიობა დამოკიდებულია ხსნარის pH-ის, ფერმენტის კონცენტრაციისა და სუბსტრატის თვისებისაგან: რაც უფრო ახლოა ხსნარის pH ცილის იზოფერტილის pH-თან, კაზეინის (და მისი კომპონენტების) ხსნარი ფერმენტულად მით უფრო ჩქარა დედდება. თანაბარ პირობებში  $\beta$ -კაზეინის ხსნარი ფერმენტულად უფრო ჩქარა დედდება, ვიდრე სხვა ცილების ხსნარები.

3. დაბალი ტემპერატურის ( $1-5^{\circ}\text{C}$ ) დროს კაზეინის,  $\beta$ -კაზეინისა და  $\alpha\text{R}$ -კაზეინის ხსნარები ფერმენტულად არ დედდება.

საქართველოს ზოოტექნიკურ-სავეტერინარო  
სასწავლო-კვლევითი ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 26.1.1960)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. N. I. Hipp, M. L. Groves etc. Separation of  $\alpha$ ,  $\beta$  and  $\gamma$ -casein. J. Dairy sci, 35 1952, 272—281.
2. I. Long, Q. Winkl and I. A. Gould. Isolation identification of  $\gamma$ -casein J. Dairy sci, 41, 1958, 317—318.
3. Ш. Т. Гонашвили. Протеолитические ферменты грибов *panus rudis*. Доклады ВАСХНИЛ, 12, 1949, 32—38.



ბ. მ. ჩიტროალიძე

ბაიონიზებული რადიაციის ბავშვანა მიოგენ A-ზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა პ. ქოშეთიანმა 4.11.1960)

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვეწყავლა კრისტალური ცილის მიოგენ A-ს ალდოლაზური აქტივობის ცვლილება რენტგენის სხივებით მოქმედების შედეგად, როგორც *in vitro*, ისე *in vivo*.

აღნიშნული ცილის კვლევის ობიექტად არჩევა განსაზღვრა კუნთოვან ქსოვილში მიმდინარე ბიოქიმიურ პროცესებში მისი მონაწილეობის დიდმა მნიშვნელობამ. მ. ა. კოლომიჩენკომ შეისწავლა ულტრაიისფერი სხივების მოქმედება ალდოლაზაზე [1]. მის მიერ მიღებული ექსპერიმენტული მონაცემები უდაოდ ადასტურებენ, რომ ულტრაიისფერი სხივების დიდი დოზებით მოქმედების შემთხვევაში ადგილი აქვს ალდოლაზის ხსნარების სიბლანტისა და აქტივობის დაქვეითებას.

ჰეინინგენმა, პირიმ და ბოიჯმა შეისწავლეს მრავალი ფერმენტისა და მათ შორის ალდოლაზის კატალიზური აქტივობის ცვლილება რენტგენის სხივების გავლენის შედეგად (1400r) და აღნიშნეს, რომ ამ ფერმენტის აქტივობა ცხოველის დასხივების შემდეგ დასაწყისში უცვლელი რჩება, ხოლო დროის მსვლელობასთან ერთად კლებულობს, ქვეითდება მისი კატალიზური მოქმედების უნარი [2,3]. ალდოლაზაზე სხივური ენერჯის გავლენის შესახებ სხვა რაიმე ცნობები ლიტერატურაში არ გვხვდება.

მეთოდები

ჩვენ მიოგენი A მივიღეთ ტ. ბარანოვსკისა [4,5] და მ. ზაალი-შვილის [6] მიხედვით. ცილის რაოდენობა განვსაზღვრეთ მიკრო-კელდალის მეთოდით. ფერმენტული მოქმედების სუბსტრატი—ჰექსოზოდიფოსფატი (გარდენ-იონგის ეთერი) დავამზადეთ ნეიბერგისა და ლუსტიგის [7,8] მეთოდით. ალდოლაზური აქტივობა განვსაზღვრეთ ჰერბერტისა და მისი თანამშრომლების [9] მეთოდით, რომელიც მოდიფიცირებულ იქნა მ. ზაალი-შვილისა და ც. ქურდოვანიძის მიერ. ცილის ხსნარის დასხივება წარმოებდა რენტგენის აპარატ PYT 11-ის გამოყენებით. დასხივების დოზა მოწმდებოდა დოზიმეტრ PM-1-ით.

მასპერიმენტული ნაწილი და შედეგების განხილვა

მიოგენ A-ს რადიომგრძნობელობის ცვლილება სხვადასხვა კონცენტრაციისა და დოზების მიხედვით (*in vitro*)

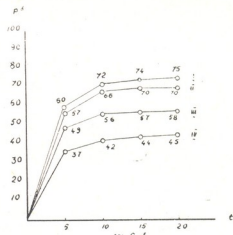
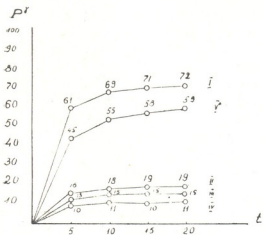
კრისტალურ მიოგენ A-ს ხსნარიდან ვამზადებდით საკონტროლოდ ცილის განზავებულ  $\left(\frac{0,2 \text{ მგ}}{1 \text{ მლ}}\right)$  ხსნარს, ხოლო სხვადასხვა დოზებით დასასხი



ველ საჭირო ხსნარებს ვიღებდით ცილის არა ერთი და იმავე კონცენტრაციით, რაც დასხივების შემდეგ დაგვყავდა  $\frac{0,2 \text{ მგ}}{1 \text{ მლ}}$  განზავებამდე, რის შემდეგაც ვსაზღვრავდით მათ აქტივობას.

საკონტროლოსა და დასასხივებელ ხსნარებს ვათავსებდით ორგანული მინისაგან დამზადებულ სპეციალურ ჭურჭელში, რომელშიც ვიცავდით მუდმივ ტემპერატურას (+14°—+15°). საკონტროლო ხსნარს სხივური ენერჯის გავლენისაგან ვიცავდით ტყვიის სქელი საფარით. დასხივებას ვაწარმოებდით რენტგენის აპარატით ფილტრის გარეშე. დასასხივებელი ხსნარის სიმაღლე უდრიდა 1 სმ, ზედაპირის ფართობი—8 სმ<sup>2</sup>, მანძილი ხსნარსა და სხივური ენერჯის წყაროს შორის 1 სმ-ს. ჭურჭელი დასასხივებელი ხსნარით დაფარული იყო 1 მმ სისქის ორგანული მინის ფირფიტით.

ჩვენ ჩავატარეთ 52 ექსპერიმენტი. მიღებული შედეგების საილუსტრაციოდ მოგვყავს მხალღ ზოგიერთი ცნობა.



სურ. 1—ა. I მრუდი — დაუსხივებელი; II—დასხივებული (5000r); III—დასხ. (50000r); IV—დასხ. (100000r); V—დასხ. (2000r); pI—გამებში გამოსახული ფოსფორი; t—დრო წუთობით;

სურ. 1—ბ. I მრუდი — დაუსხივებელი; II—დასხ. (5000r); III—დასხ. (50000r); IV—დასხ. (100000r); V—დასხ. (20000r); pI—გამებში გამოსახული ფოსფორი; t—დრო წუთობით

ცხრილი 1

დოზა r	მიოგენ A-სკონცენტრაცია	5-წუთიანი ფერმენტული აქტივობის დაქვეითება $\frac{\%}{\%}$ -ით
1.2000	$\frac{1.0 \text{ მგ}}{1 \text{ მლ}}$	26,6
2.5000		73,8
3.50000		78,7
4.100000		83,6

სურ. 1-a-სა და 1-b-ზე (შესაბამისად 1 და 2 ცხრილებით) წარმოდგენილია მიოგენ A-ს კატალიზური აქტივობის ცვლილება რენტგენის სხივების სხვადასხვა დოზებით მოქმედებისას, როდესაც მიოგენ A-ს ხსნარების განზავებები უდრიდა  $\frac{1,0 \text{ მგ}}{1 \text{ მლ}}$  და  $\frac{40,0 \text{ მგ}}{1 \text{ მლ}}$  (ფერმენტული აქტივობის განსაზღვრა წარმოებდა დასხივების დამთავრებისთანავე).

პირველი მრუდები (ან დაუსხივებელ მიოგენ A-ს ალდოლაზური აქტივობის მაჩვენებლები) მიუთითებდნენ მათ განსხვავებულ აქტივობებზე.

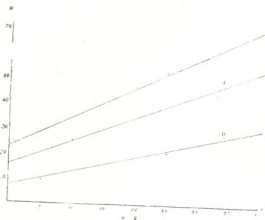
ცხრილი 2

ლოზა r	მიოგენ A-ს კონცენტრაცია	5-წუთიანი ფერმენტული აქტივობის დაქვეითება %/%-ით
1.5000	$\frac{40,0 \text{ მგ}}{1 \text{ მლ}}$	2,8
2.50000		10,0
3.100000		20,0
4.200000		44,2

ეს განსხვავება იმითაა გამოწვეული, რომ ჩვენთვის ტექნიკურად შეუძლებელი იყო ცდების ერთდროული ჩატარება აღნიშნული სიმრავლით. წარმოდგენილი სურათებიდან ნათლად ჩანს, რომ მიოგენი A (სურ. 1-a)  $\frac{1,0 \text{ მგ}}{1 \text{ მლ}}$  განზავებისას იჩენს რადიომგრძობელობას 2000r-ის მიმართ, ხოლო, როდესაც მისი განზავება უდრის  $\frac{40,0 \text{ მგ}}{1 \text{ მლ}}$  (სურ. 1-b), მაშინ 5000r-იც კი თითქმის ვერაეითარ გავლენას ვერ ახდენს. რაც უფრო დიდი დოზებით ვმოქმედებთ, მით უფრო დაბლა იწევს აქტივობის გამომსახველი მრუდი. თუ განვიხილავთ 5000, 50000 და 100000r-ით მოქმედების შესაბამის მრუდებს (სურ. 1-a და 1-b), შევამჩნევთ, რომ აღნიშნული დოზები უფრო ნაკლებად აქვეითებენ იმ ფერმენტული ხსნარის კატალიზურ აქტივობას, რომლის კონცენტრაციაც უფრო მეტია; მაგალითად, 100000r (სურ. 1-b), აღებული ცილის უმნიშვნელო ინაქტივაციას იწვევს  $\frac{40,0 \text{ მგ}}{1 \text{ მლ}}$  განზავებისას, მაშინ, როდესაც იგივე დოზა (სურ. 1-a) მიოგენ A-ს აქტივობას  $\frac{1,0 \text{ მგ}}{1 \text{ მლ}}$  განზავებისას თითქმის მთლიანად სპობს.

ვინაიდან მაიონიზებული რადიაციის გავლენის ხარისხი დამოკიდებულია მიოგენ A-ს კონცენტრაციაზე და იცვლება კონცენტრაციის ცვლასთან ერთად, არ შეგვიძლია ზუსტად დადგენა იმისა, თუ დოზის რა სიდიდისას იჩენს თავს რადიომგრძობელობა ან როდის ხდება ცილის სრული ინაქტივაცია. უფრო მთლიანი და ზოგადი სურათი ჩანს სურ. 2-ზე, რომლიდანაც ნათლად ირკვევა, თუ როგორ იცვლება ფერმენტის რადიომგრძობელობა სხვადასხვა დოზებისა და კონცენტრაციების შემთხვევებში.

I, II, და III მრუდების განხილვის შემდეგ შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა: კონცენტრაციის ზრდით მატულობს მيوგენ A-ს რეზისტენტობა და, პირიქით, ე. ი. მيوგენ A-ს რადიომგრძობელობის სიდიდე შექცევით დამოკიდებულებაშია ცილის კონცენტრაციასთან.



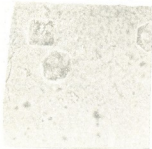
სურ. 2. I მრუდი—დასბ. (5000r), II—დასბ. (50000r); III—დასბ. (200000r);  $pH$ —გამებში გამოსახული ფოს-

ფორი;  $c$ —კონცენტრაცია  $\frac{\text{მგ. ცილა}}{1 \text{ მლ}}$ ;

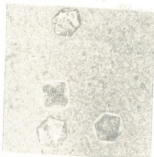
ხეთწუთიანი ლაღდოლაზური აქტივობის ცვლილება სხვადასხვა დოზებისა და განხვევების მიხედვით

პროცესის წარმოდგენის სისწორეში, საკუთარი სისწორეში დაყრდნობით აღნიშნავს, რომ მيوგენი A ნატიურ მდგომარეობაში თავისუფალი სულფიჰიდრილის ჯგუფებს არ შეიცავს. ეს ჯგუფები ცილის დენატურირების შემდეგ მქლავნდებიან [6]. ყოველივე ეს ჩვენი მოსაზრების სისწორეზე მიუთითებს.

სურ. 3-ა-სა და სურ. 3-ბ-ზე მოცემულია მيوგენ A-ს კრისტალების გამოსახულება დასხივებამდე და დასხივების შემდეგ (5000 r).



სურ. 3-ა. მيوგენ A-ს დაუსხივებელი კრისტალები. გადიდება 1:200.



სურ. 3-ბ. მيوგენ A-ს დასხივებული (5000r) კრისტალები. გადიდება 1:200.

ბარონი და დიკმენი [10] აღნიშნავენ თავისუფალი სულფიჰიდრილის ჯგუფის შემცველი ფერმენტების დიდ რადიომგრძობელობას შედარებით იმ ფერმენტებთან, რომლებიც არ შეიცავენ ამ ჯგუფებს.

ცილის—მيوგენ A-ს—შესახებ შეგვიძლია თამამად ვთქვათ, რომ ის რადიორეზისტენტულია. ამ ფაქტითაც შეგვიძლია უარყოფით მასში თავისუფალი სულფიჰიდრილის ჯგუფების არსებობა.

მ. ზაალიშვილი აკრიტიკებს რატოდრიკსა და უოკერს ზემოთ აღნიშნული ჯგუფების გამომქლავების ექსპერიმენტებისა და მოსა-

როგორც ვამჩნევთ, 5000r-ით დასხივება არ ახდენს გავლენას კრისტალების გარეგნულ ფორმაზე. ბიბირამიდული და მრავალწახნაგოვანი მოხაზულობა უცვლელი რჩება, მაშინ როდესაც იგივე დოზა აღებული ცილის ფუნქციონალური ცვლილების მიზეზად გვევლინება.

შემდეგ მოკმედეების მოვლენა

30000r-ით დასხივებთ მიოგენ A-ს ხსნარს, რომლის განზავება უდრიდა  $\frac{10,5 \text{ მგ}}{1 \text{ მლ}}$ ; ხსნარის დასხივებული და დაუსხივებელი ნაწილები ინახებოდა მაცი-

ვარში (+5° C). დასხივების დაშთაერებისთანავე და აგრეთვე რამდენიმე ხნის შემდეგაც ვსაზღვრავდით ამ ხსნარების აღდოლაზურ აქტივობას.

სურ. 4-ზე გამოსახულია მიოგენ A-ს აღდოლაზური აქტივობის ცვლილება, რომელიც განსაზღვრულ იქნა დასხივების დამთავრებისთანავე. სურ. 5. გამოსახავს ფერმენტის ინაქტივაციის ხარისხს დასხივებიდან 4 დღის შემდეგ.

ორივე სურათის პირველი მრუდები, რომლებიც დაუსხივებელ ცილის აქტივობაზე მიუთითებენ. მცირეოდენ სხვაობას იძლევიან ერთიმეორის მიმართ, რაც გამოწვეულია თვით ცდის დასაშვები ცდომილებით, ე. ი.

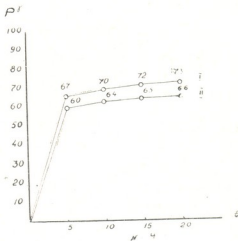
დაუსხივებელი ცილა 4 დღის განმავლობაში არ განიცდის ფერმენტული აქტივობის ცვლილებას, ხოლო დასხივებული ცილა დროის მსვლელობასთან ერთად აგრძელებს დასხივებით გამოწვეულ ქაბალიზური აქტივობის დაქვეითების მატებას.

ჩვენ მიგვაჩნია, რომ ამ ცდებით გარკვეულად საბუთდება მიოგენ A-ს ხსნარისათვის შემდეგმოკმედეების ფენომენი (in vitro).

მე-3 ცხრილი გვიჩვენებს 5-წუთიანი აღდოლაზური აქტივობის დაქვეითებას პროცენტობით 4 დღის შემდეგმოკმედეების შედეგად.

ცხრილი 3

განზავება	დოზა r	5-წუთიანი ფერმენტული აქტივობის დაქვეითება %/წ-ით	
		პირველი დღის	მეხუთე დღის
10,5 მგ./1 მლ.	30000	10,4	49,1

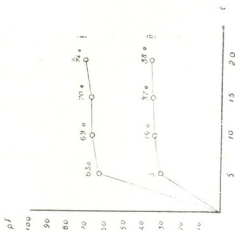


სურ. 4. I მრუდი—დაუსხივებელი II—დასხ. (30000r); p — გამებში გამოსახული ფოსფორი t—დრო წუთობით



დასხივებული სუბსტრატის გავლენა მიოგენ A-ს  
აღდოლაზურ აქტივობაზე

5000, 50000 და 100000 r-ით ვასხივებდით სუბსტრატის ნა-  
წილს; დაუსხივებელი ნაწილი კი საკონტროლო რეაქციებისათვის ინახებო-



სურ. 5. I—მრუდი დაუსხივებელი; II—დასხ.  
30000r); p<sub>1</sub>—გამებით გამოსახ. ფოსფორი; t—  
დრო წუთობით  
აღდოლაზური შემდეგმოქმედება (დასხივებიდან  
მეხუთე დღის სურათი)

და. ვაყენებდით ცდებს აღდოლა-  
ზურ აქტივობაზე, როგორც და-  
უსხივებელ მიოგენ A-სა და და-  
სხივებულ სუბსტრატის ხსნარების  
ურთიერთმოქმედებით, ისე ორი-  
ვე—ფერმენტისა და სუბსტრა-  
ტის—დაუსხივებელი ხსნარითაც  
(სურ. 5-a).

1 მრუდი გვიჩვენებს და-  
უსხივებელი სუბსტრატისა და მი-  
ოგენ A-ს ურთიერთმოქმედების  
შედეგს; II, III და IV მრუდები  
კი სხვადასხვა დოზებით დასხივებ-  
ული სუბსტრატების არსებობის  
შემთხვევაში ჩატარებულ რეაქცი-  
ების შედეგებს. II, III და IV  
მრუდები მიგვიჩვენებენ მიოგენ  
A-ს აღდოლაზური აქტივობის  
ძალზე მცირე სხვაობებზე 1 მრუდ-  
თან შედარებით, რაც ცდის ცდო-  
მილების ფარგლებიდან არ გადის,

ე. ი. ოთხივე მრუდი აღდოლაზური აქტივობის ერთსა და იმავე სიდიდეს  
აღნიშნავს.

ეს მონაცემები უარყოფენ დასხივებული სუბსტრატის გავლენას მიოგენ  
A-ს აღდოლაზურ აქტივობაზე.

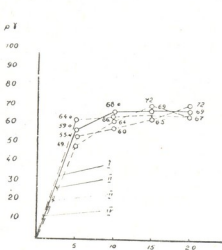
ტოტალური დასხივების გავლენა მიოგენ A-ს  
აღდოლაზურ აქტივობაზე

დავასხივებთ სამი შინაური კურდღელი (სამ-სამი თვისა) 600 r-ით; მე-  
ოთხე კურდღელი კი (სამი თვისა) დავკალით დაუსხივებლად, კუნთებიდან გა-  
მოვყავით კრისტალური მიოგენი A და განვსაზღვრეთ აღდოლაზური აქ-  
ტივობა.

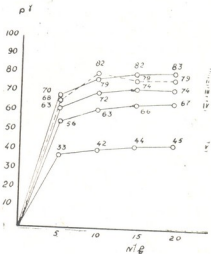
დასხივებული სამი კურდღელი დაიკლა შემდეგი თანმიმდევრობით:  
ერთი—დასხივებიდან მე-3 დღეს, მეორე—მე-6 დღეს, მესამე—მე-10 დღეს.  
ოთხივე კურდღლის კუნთებიდან მიღებულ მიოგენ A-ს აღდოლაზური აქტი-  
ვობები წარმოდგენილია გრაფიკულად სურ. 6-ს-ზე, რომლიდანაც ნათლად  
ჩანს აღდოლაზური აქტივობის თანმიმდევრული დაქვეითება დროის მსვლე-  
ლობასთან ერთად.

მე-3 დღეს დაკლული კურდღლის კუნთებიდან მიღებული მიოგენ A-ს კატალიზური აქტივობა ძალზე სუსტადაა შემცირებული დაუსხივებელი კურდღლის კუნთებიდან გამოყოფილ მიოგენ A-ს ადლოლაზურ აქტივობასთან შედარებით.

დასხივებიდან მე-6 და მე-10 დღეს დაკლული კურდღლების კუნთებიდან მიღებული ცილები საგრძნობლად ინაქტივირებულია (შედგები მოცემულია მე-4 ცხრილში).



სურ. 6—ა. I მრუდი—დაუსხივებელი; II—დასხ. (5000r); III—დასხ. (50000r); IV—დასხ. (100000 r); pI—გამებში გამოსახული ფოსფორი. t—დრო წუთობით



სურ. 6—ბ. I მრუდი—დაუსხივებელი II—დასხივებიდან 2 დღის შემდეგ; III—დასხივებიდან 5 დღის შემდეგ; IV—დასხივებიდან 9 დღის შემდეგ; pI—გამებში გამოსახული ფოსფორი; t—დრო წუთობით

ცხრილი 4

დასხივების დღე	დოზა r	5-წუთიანი ფერმენტული აქტივობის დაქვეითება %/წ-ით		
		მესამე დღის შედეგი	შექვესე დღის შედეგი	მეთექვსე დღის შედეგი
8/VII-60	600	5	18	38

თუ შევადარებთ in vitro და in vivo წარმოებული ცდების შედეგებს, ადვილად შევნიშნავთ, რომ მიოგენი A რენტგენის სხივების გავლენით უფრო ადვილად განიცდის ინაქტივაციას in vivo (არ გამოვრიცხავთ მეორადი ეფექტის არსებობის შესაძლებლობას), ვიდრე in vitro.

## დასკვნები

1. რენტგენის სხივები განსხვავებულად მოქმედებს მიოგენ A-ს ალდოლაზურ აქტივობაზე იმისდა მიხედვით, თუ როგორ ხდება მისი დასხივება: *in vivo*, თუ *in vitro*.

2. მიოგენი A *in vitro* უფრო რადიორეზისტენტულია, ვიდრე *in vivo*. რაც უფრო განხვავებულია კრისტალურ მიოგენ A-ს ხსნარი (გარკვეულ ზღვარამდე), მით უფრო მგრძობიარეა რენტგენის სხივების მიმართ და, პირიქით, კონცენტრაციის მატებით დიდად იზრდება მისი რეზისტენტობა, ე. ი. მიოგენ A-ს რადიომგრძობელობის სიდიდე შექცევით დამოკიდებულებაშია კონცენტრაციის ხარისხთან. კრისტალური მიოგენი A არ ამჟღავნებს ისეთ დიდ რადიომგრძობელობას, როგორსაც იჩენს სულფოჰიდრილის ჯგუფის შემცველი ფერმენტები. კრისტალურ მიოგენ A-ს ხსნარი ექვემდებარება შემდეგმოქმედების მოვლენას. მიოგენი A არ განიცდის გააქტივებას რენტგენის სხივების მცირე დოზებით მოქმედებისას.

3. მიოგენ A-ს კრისტალები რენტგენის სხივების გავლენის შედეგად (5000 r) არ იცვლიან თავიანთ ზომასა და ინარჩუნებენ ბიპირამიდულსა და მრავალწახნაგოვან ფორმას.

4. დასხივებული სუბსტრატი არავითარ გავლენას არ ახდენს მიოგენ A-ს ალდოლაზურ აქტივობაზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 21.11.1960)

## დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. А. Коломийченко. Влияние ультрафиолетового облучения на некоторые ферментативные белки — Укр. биохим. Ж., 28, № 2, 1956, 164—176.
2. A. Pirie, K. Heyningen, J. Voag. *Biochem. J.* 54, № 4, 1953; 682—688.
3. K. Heyningen, A. Pirie, J. Voag. *Biochem. J.* 56, № 3, 1954, 372—373.
4. Т. Барановский. *Биохимия*, т. 5, 1940, 174.
5. T. Baranowski. *Norppe—Seyl. Z.*, 260, 1939, 43.
6. М. М. Заалишвили. Физикохимическая и биохимическая характеристика миогена А. *Биохимия*, т. 16, вып. 3, 1951.
7. C. Neuberger and H. Lustig. *J. Amer. chem. Soc.* 1942, 2722.
8. C. Neuberger and H. Lustig. *Arch. Biochem.* 1, 1942, 311.
9. D. Herbert, H. Gordon, V. Subrachmanyam, D. Green. *Biochem J.* 34, 1940, 1108.
10. А. М. Кузин. Очерки по радиобиологии, АН СССР, 1956, 1—90.



საქელოლოგია

ლ. მარუაშვილი, ზ. ტინტილოხოვი და გ. ჩანავაშვილი

არაბიკას კირძვეულ მასივში 1960 წელს ჩატარებული  
საქელოლოგიური კვლევის შედეგები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 15.8.1960)

არაბიკას კირძვეული მასივი, რომელიც გაგრის რაიონის მთიან ნაწილში მდებარეობს და გაგრის ქედის ოროგრაფიულ სისტემაში შედის, დასავლეთ საქართველოს კარსტული ზოლის უმაღლესსა და ერთერთ ყველაზე საინტერესო მასივს წარმოადგენს. მან თავისი სახელწოდება მწვერვალ არაბიკასაგან (2656,6 მ) მიიღო<sup>(1)</sup>.

არაბიკას მასივის სამხრეთ-დასავლური ტოტები და კალთები გაგრა-ვანთი-ადის მიდამოებში უშუალოდ შავი ზღვის ნაპირზეა მიბჯენილი. მასივის სამხრეთ-აღმოსავლური კალთები ეშვება მდ. მდ. ბზიფისა და გეგას ხეობებში, რომელთა ფსკერიც აქ ზღვის დონიდან მხოლოდ 100—270 მ სიმაღლეზეა. მასივის ძირთან გამოედინება მძლავრი ეოკლოზური წყაროები, რომლებიც იკვებებიან მასივის თხემურ ნაწილებში არსებული ქვების, შახტების და ნაპრალების მიერ შთანთქმული წვიმისა და ლანქერის წყლებით. ასეთი წყაროები გეგვდება, როგორც ბზ-უ-გეგას ხეობებში (მაგალითად, ცისფერ ტბასთან, გეგას ჩანჩქერი). ისევე კურორტ გაგრასთანაც (რეპროა, ბეგურფესთა) და გაგრის ახლოს შავი ზღვის ფსკერზე. ამ წყაროების დიდი დებიტი მიგვიჩვენებს მასივში განვითარებულ კარსტულ დრენაჟზე და ვრცელი მიწისქვეშა სიდრაუიების სისტემის არსებობაზე.

არაბიკას მასივის კარსტული ნაჩენები უკანასკნელი საუკუნის მანძილზე ბევრი მკვლევარის ყურადღებას იპყრობდა (იხ. დამოწმებული ლიტერატურის სია). განსაკუთრებით აღსანიშნავია ედ. მარტელის [1], ა. კრუბერისა [2] და პ. პანინის [3] ნაშრომები, რომელთაც გააცნეს საზოგადოებრიობას აქაური კარსტული რელიეფის თავისებური ფორმები და კერძოდ თხემურ ზონაში არსებული ყინულოვანი ქვები.

გალრმავებული სპელეოლოგიური კვლევა არაბიკაზე 1960 წლამდე არავის ჩატარებია. ამგვარი ხასიათის პირველ ღონისძიებას წარმოადგენდა საქართველოს ალპური კლუბის მიერ 1960 წ. აგვისტო-სექტემბერში ორგანიზებული ექსპედიცია<sup>(2)</sup>. სამუშაო რაიონი, მოიცავდა არაბიკას მასივის ალპური

<sup>(1)</sup> მ. არაბიკა ამ მასივის უმაღლესი მწვერვალი არაა. უფრო ჩრდილოეთით, 3 კმ მანძილზე ავართულია 2757,6 მ სიმაღლის მწვერვალი. არაბიკას მასივის ამ უმაღლეს მწვერვალს, რომელიც რყევებზე უსახელოდ იყო დატოვებული, მასზე 1960 წ. ასულმა სპელეოლოგიური ექსპედიციის ჯგუფმა „სპელეოლოგთა მწვერვალი“ უწოდა.

<sup>(2)</sup> ექსპედიციის შემადგენლობაში შედიოდნენ გეოგრაფები ლ. მარუაშვილი (ხელმძღვანელი), გ. ჩანავაშვილი (ხელმძღვანელის მოადგილე), ზ. ტინტილოხოვი, არს. ოქროჯანაშვილი, ჯ. ჯანელიძე, ჯ. ხომასურაძე, ბ. გერგედავა, ჯ. ჯიშკარიანი, დ. ტაბიძე, გეოლოგი თ. კიკნაძე, ზოოლოგი ვლ. კურნაკოვი, შ. და ჯ. უნაქოშვილები [4, 5].

ზონის იმ დასავლურ ნაწილს, რომელსაც დახრილობა და ჩამონადენი მდ. ხა-  
შუფესეს ერთ-ერთი მდგენელის — სანდრიფშის სათავეებისაკენ აქვს.

გამოკვლეული რაიონი ზედაპირულ მდინარეულ ქსელს საეგებით მოკლე-  
ბულია (უახლოესი მდინარის — ბოგორუფშის სათავე მდებარეობს ადგ. გელ-  
გელუქს ქვემოთ. 1730 მ სიმაღლეზე, გამოკვლეული სივრცის დასავლურ საზ-  
ღვარზე და წარმოადგენს ტიობრივ ვოკლუსს, წყლის  $t=1^{\circ}$ ). მიუხედავად  
ამისა, მისი ზედაპირი საკმაოდ მკაფიოდაა დანაწილებული ეგზოგენური წარ-  
მოშობის წყალგამყოფებით და იყოფა მთელ რიგ დადაბლებებად ანუ აუზებად,  
რომლებსაც ხეობების, ქვაბულების ან ცირკების ფორმა აქვთ. ეს უარყოფითი-  
როგორაფიული ერთეულები წარმოადგენენ მკვდარ ეროზიულ ფორმებს. რო-  
მელთა გამომუშავებაც ოდესღაც არსებული მდინარეული ქსელის მიერ იქნა  
დაწყებული, და რომლებმაც შემდგომში განიცადეს ყინვარული და კარსტული  
პროცესებით გარდაქმნა. აღსაწერი რაიონის ფარგლებში შეიძლება გავარჩიოთ  
ექვსი ძირითადი ასეთი აუზი, რომელთა სპელიოლოგიური მიმოხილვაც შესრუ-  
ლებული გვექნება გეოგრაფიული თანამიმდევრობით, ჩრდილო-აღმოსავლე-  
თიდან სამხრეთ-დასავლეთისაკენ.

1. „მკვდარი ყინვარების აუზი“ მდებარეობს სპელიოლოგთა მწვერვალის  
დასავლეთით; იგი ჩრდილოეთიდან და აღმოსავლეთიდან შემოფარგლულია  
Каменный клас-ის ქედით, სამხრეთიდან გელგელუქის ქედით (უსახელო  
მ მ 2365,5 მ, 2575,5 მ და 2655,0 მ), დასავლეთისაკენ კი იხსნება სანდრიფ-  
შის ზემო წელისაკენ მდ. ჩამაშხას შესართავს ქვემოთ. აუზის ზემო ნაწილში  
არსებობს მუდმივი თოვლის მინდვრები (2300—2600 მ ზღ. დონ.) და ქვაყრი-  
ლებს ქვეშ ჩამარხული მკვდარი ყინვარების ნაშთები (2050—2150 მ). აუზის  
ეს ნაწილი იყოფა მთელ რიგ ძველყინვარულ ცირკებად, რომლებიც ზოგიერთ  
შემთხვევაში ამჟამად კარსტულ ძაბრებად არის გარდაქმნილი. ერთერთ ასეთ  
ცირკ-ძაბრში მოთავსებულია ანკარა, სასმელად ვარგისი წყლის შემცველი  
ტბა, რომელიც არ არის რუკებზე აღნიშნული. აუზის უფრო დაბალ ნაწილში  
გამოსახულია ტროგი, რომელიც შესართავთან მიახლოებისას (ზღ. დონიდან  
1850—1900 მ სიმაღლეზე) ეროზიულ ხეობაში გადადის.

„მკვდარი ყინვარების აუზის“ სხვადასხვა ნაწილებში შეინიშნება ვერტი-  
კალური მღვიმეები, რომლებითაც ზოგან (მაგალითად, სპელიოლოგიების  
მწვერვალის დასავლეთით) ზედაპირი საცირკივითაა დაჩერტილი. ეს მღვიმე-  
ები ჭეხის, შახტებისა და სასულეების (პონორების) ხასიათს ატარებენ. მღვი-  
მეები მოჩანს იმ ქარაფოვან ფერდობებშიც, რომლებიც აუზს აღმოსავლეთი-  
დან და სამხრეთიდან ზღუდავენ. უფრო დეტალური სპელიოლოგიური კვლე-  
ვა ამ აუზში არ ყოფილა განხორციელებული.

2. გელგელუქის ხეობა წარმოადგენს 4 კმ. სიგრძის მქონე ტროგს, რომე-  
ლიც მ. არაბიკას სამხრეთით იწყება და რამდენიმე საფეხურით ეშვება დიდ  
მიმართულებით — გელგელუქის ბინებისაკენ (1800 მ სიმაღლემდე ზღ. დონა-  
დან). იგი უწყლოა, თუ არ ჩაეთვლით პაწია წყაროს, რომელიც მღვიმეში გა-  
მოდის ზღვის დონიდან 2150 მ სიმაღლეზე (ზემო გელგელუქის ბინებთან) და-  
მაშინვე იკარგება ქვაყრილებში. ხეობის მარცხენა გვერდზე, კირქვებზე იზრ-  
დება დეკიანები. აქვე დიდი რაოდენობით გვხვდება კარსტული ჭიბი, შახტები  
და სასულეები.

გელგელუქის ხეობის მარჯვენა ფერდობის მაღალ ნაწილში, ზღვის დონი-  
დან 2450 მ სიმაღლეზე (2575,5 მ უსახელო მწვერვალის ქვეშ), კირქვის ვერ-  
ტიკალურ ქარაფში გამოკვლეულ იქნა ვერტიკალური ღრმა ნაპრალი. იგი უკავ-  
შირდება ვიწრო დაღმავალ ხერხელს, რომლიდანაც პაერის ძლიერი ნაკადი  
ჰქრის. მღვიმეში ბუდობს დათვი.

3. «შრატული ველის ხეობა» მდებარეობს გილგელუჯის სამხრეთ-აღმოსავლეთით, ბერჩილის ქედის აღმ. ნაწილის ჩრდილო ფერდობზე და თავისი ქვემო ნაწილით გილგელუჯის ხეობას უერთდება. ხეობის სათავეში მუდმივი თოვლით მოსილი ფერდობებია. ხეობის შუა ნაწილი უკავია მსივი კირქვის 10—15 მ სისქის მქონე შრის გამიშვლებულ ზედაპირს, რომლის ფართობიც 6 ჰექტარს აღწევს, და რომელიც ერთ მთლიან შრატულ ველს წარმოადგენს. შრე და მისი ზედაპირი დახრილია დასავლეთისაკენ 20°-ით. ამავე მიმართულებითაა ორიენტირებული შრატული ღარებიც და მათი გამყოფელი ტიხრები. შრატული ტიხრების თხემი სავარცხლისებურადაა დაკბილული. ღარების სიღრმე მეტწილად 1—1,5 მეტრია, მაგრამ ზოგან 8—12 მ სიღრმის ქებიც გვხვდება.

აღწერითი შრატული ველის ზემოთ, ხეობის მარჯვენა ფერდობზე, ზღვის დონიდან 2125 მ სიმაღლეზე იხსნება გრანდიოზული შახტი, რომელსაც ვახუშტი ბაგრატიონის სახელობის უფსკრული ეწოდა. იგი იწყება ცილინდრული მოყვანილობის ქით, რომელსაც მაღალი აღმოსავლური და დაბალი დასავლური ნაპირები აქვს. ქის დას. კიდეზე იზრდება ღეკა და სხვა ბუჩქები. საშუალო სისქის შრიანი კირქვები, რომლებიც გამიშვლებულია ქის აღმ. კედელზე, დასავლეთისაკენაა დახრილი. ქა ამოვსებულია თოვლით, რომლის ზედაპირიც დასავლური ნაპირიდან 6 მ სიღრმეში იწყობება. თოვლში წვიმის წყლის ნაკადებს. რომლებიც აღმოსავლური კედლის თავიდან გადმოსჩქეფენ ხოლმე, გაუთხრიათ ვიწრო (0,4—0,5 მ) და ღრმა (6—7 მ) ცილინდრული ვერტიკალური ხვრელები. უფსკრულში შესასვლელი მდებარეობს ქის ჩრდ.-აღმ. კუთხეში. უფსკრულში ჩასვლა იწყება 45°-ით დახრილი თოვლიანი ფერდობით, სადაც საჭირო ხდება საფეხურების გამოჭრა და მცველი თოკის დამაგრება. აღნიშნულ ფერდობს ჩავეყვართ დაქანებულ ფსკერიან დარბაზში, რომელსაც თოვლის კონუსის ირგვლივ შვეული კედლები აქვს. თოვლის კონუსი დარბაზის დახრილ ფსკერს მხოლოდ ჩრდ. დასავლურ კიდეზე ებჯინება. შემდგომი მსვლელობა ხდება თოვლის კონუსის ფერდობზე გაჭრილ საფეხურებზე გარშემოვლით. აქ თოვლი ბოლოვდება ყინულის ენით (მიწისქვეშა ყინვარიც, რომელიც უფსკრულის თავიდან 36—41 მ სიღრმეს აღწევს. თოვლის კონუსი უფრო ღრმად ვრცელდება ქვედა დარბაზში, რომლის გამოკვლევა დროის უქონლობის გამო ვერ მოხერხდა. ყინვარის ენასთან შახტი იხსნება; იგი მხოლოდ ზედა იაწილშია დაზვერილი. ამ შახტის გარშემოვლით ვხვდებით უალრესად ვიწრო ნარბაზში, რომელსაც ჩაჰყავს ადამიანი 6 მ სიღრმეში, ვერტიკალური ქის თაეთან. ამ ქის საერთო სიღრმე 86 მეტრია, მაგრამ დაახლოებით შუა ნაწილში მას მოვაკებული საფეხური აქვს. ქის ფსკერიდან (152 მ სიღრმიდან) კვლავ ვიწრო ხვრელი იწყება, რომელიც 7—20 მ სიმაღლის საფეხურებით ეშვება ქვევით. 216 მ სიღრმეში 1960 წ. ექსპედიციის წევრმა არს. ოქროჯანაშვილმა სტალაქტიტების გამტვრევით გზა გაიკვლია ვიწრო ხვრელში და დაინახა უფსკრულის შემდგომი გაგრძელება, მაგრამ გზის განგრძობა იმჯერად გაძნელდა და სამერმისოდ გადადო.

ვახუშტი ბაგრატიონის უფსკრულს სხვადასხვა ნაწილებში გახტოტებები აქვს, რომლებიც მთავარ სიღრუესთან ერთად რთულ სისტემას ქმნიან. ერთ-ერთი ასეთი განშტოება გამოვსებულია მიწისქვეშა გლეტჩერის ყინულით.

მიწისქვეშა ლაბირინთის ცალკეული დერეფნები მოკლებული არ არის კალციტოვან ნალვით წარმონაქმებს. ამ მხრივ განსაკუთრებით გამოირჩევა პატარა დარბაზი 86-მეტრიანი ქის თავზე, რომელიც სტალაქტიტის სვეტებით არის დამშვენებული; გვხვდება ბუჩქოვანი სტალაქტიტებიც, რომელთა წარმოშობა კონდენსაციური ტენიდან კალციტის გამოკრისტალებასთან უნდა იყოს დაკავშირებული. კანიონისებურ ვიწრობში, დიდი ქის თავზე, კედლებში არ-



სებობს პატარა ჯიბეები, რომლის ფსკერზეც დაგროვილია „მლიჩური მარგალიტები, (ფეტვის მარცვლის სიდიდიდან თხილის გულამდე).

ექსპედიციის მუშაობის პერიოდში (სექტემბერი) უფსკრულში ჰაერის საკმაოდ ინტენსიური დინება იგრძნობოდა, რომელიც ქვევიდან ზევით (შესასვლელისაკენ) მიემართებოდა. უფსკრულში გამიფებული იყო 3—4° ტემპერატურა. უფსკრულის გაფართოებულ მყიდრო ნაწილებში კედლები სველია, რაც აიხსნება ქვემოდან ამონაბერ ჰაერში არსებული წყლის ორთქლის კონდენსაციით.

უფსკრული იხსნება იმ ქარაფშიც, რომელიც ბერჩილის ქედის ერთერთ ჩრდილო კონტრფორსზე ამართული 2355,5 მ სიმაღლის უსახელო მწვერვალადან „შრატული ველის ხეობაში“ ეშვება. უფსკრულის შესასვლელი დაახლოებით 30 მ სიმაღლეზეა ხეობის ფსკერიდან და 2100 მ სიმაღლეზე ზღვის დონიდან. მისი საფუძვლიანი გამოკვლევა მომავლის საქმეა.

4. „დეკიანის ცირკი“ მდებარეობს გელგელუჯის სამხრეთით. ბერჩილის ქედის ზემოხსენებული კონტრფორსის ბოლოზე და აღნიშნული 2355,5 მ სიმაღლის მწვერვალით იკეტება. იგი წარმოადგენს სათავეს ძველი ყინვარისას, რომელიც იმავე მწვერვალთან 1900—1920 მ სიმაღლემდე ჩამოდიოდა. ცირკის მარცხენა მხარეზე მკვეთრად გამოიყოფა კირქვის საკმაოდ სქელი შრეები, რომლებიც ჰქმნიან დაქანებულ ბალახოვან სიბრტყეებს და მათ გამოყოფელ ქარაფოვან საფეხურებს. ცირკის შუა ნაწილში, 2100—2150 მ აბსოლუტურ სიმაღლეზე, კირქვებზე იზრდება დეკიანი, რომელსაც 1—1,5 ჰექტარი ფართობი უკავია. დეკიანის ცირკის მნიშვნელოვანი ნაწილი მოკლებულია კარსტულ ფორმებს, მაგრამ მის უკანა, მაღალ ნაწილში, ზედ თხემთან (2350 მ ზღ. დონიდან), გახსნილია უზარმაზარი შახტი, რომელიც ვულკანურ კრატერს მოაგონებს ადამიანს. მისი დიამეტრი ზედა ნაწილში 15—20 მეტრია. გამოკვლეულა სიღრმე 60 მეტრამდეა. შახტის ფსკერზე ამართულია 15—18 მ სიმაღლის თოვლის კონუსი, რომელიც გაჩენილია ზამთარში ჩაყრილი თოვლის ირგვლივ შეზონდობის შედეგად. უფსკრული ქვევით ვიწროვდება, მაგრამ მას უნდა ჰქონდეს გაგრძელება, რომელიც თოვლითაა გადაკეტილი. თოვლის გამოხეგვის საშუალებით შესაძლებელია ღრმად ჩალწევის პერსპექტივების შექმნა. უფსკრულს ეღუარდ-ალფრედ მარტელის სახელი ეწოდა.

5. ორთაბალაგანის აღმოსავლური ხეობა და მისი აღმოსავლური გაგრძელება მდებარეობენ გელგელუჯისა და დეკიანის ცირკის სამხრეთით. ორთაბალაგანის ხეობაში ზედაპირული მდინარე რომ ყოფილიყო, იგი ჩაივლიდა სანდრიფშის ხეობაში მდ. ბოგორუფშთას შესართავთან. მისი აღმოსავლური გაგრძელება გაუდინარ დებრესიას წარმოადგენს. ორივე ეს ადგილი კარსტის უალრესად ინტენსიური განვითარების არეა, ნაღვლილი სამეფო უფსკრულებისა და ყინულოვანი ჭებისა.

ვიურშილ ემოქაში მთელი ეს რაიონი ორთაბალაგანის სანახებამდე (1850—1900 მ სიმაღლემდე) ყინულქვეშ იყო; ამჟამად დარჩენილია ფირნის ციკაბო მინდვრები 2495,5 მ სიმაღლის უსახელო მწვერვალისა და სხვა მთების კალთებზე (ბერჩილის ქედი).

ტროჯს, რომელიც ეშვება 2495,5 მ მწვერვალიდან დასავლური მიმართულებით ორთაბალაგანისაკენ, დაჩერებული, დაკარსტული ფსკერი აქვს. ნორმალური (კონუსისებური) ძაბრები აქ თითქმის არ გვხვდება, არის მხოლოდ ჭები, შახტები და ნაპრალები, რომელთა სიღრმეც შეჭრილია 10—20 მეტრია. ჭების მნიშვნელოვანი ნაწილი მთელი წლის განმავლობაში ინახავს თოვლის მასებს, ბევრ მათგანში კი ყინულის ნალკენთები და მიწისქვეშა ყინვარებიცაა. ჭებში ზნორად ჰყრია კირქვის ლოდები და ნატეხები. ერთ-ერთ ასეთ ნაპრალი-

სებურ ჭაში ნახული იქნა ბროლივით გამჟვირვალე ყინულის სტალაქტიტები და მსხვილი სვეტები.

თოვლიანი და ყინულოვანი ჭები ბლომად არის ხეობის აღმოსავლურ გაგრძელებაზე მდებარე გაუდინარ ტაფობშიც. ძველი ყინვარის მიერ ჩამოტანილ გიგანტურ ერთიულ ლოდებს შორის თითქმის ყოველ ნაბიჯზე იხსნება ეს ღრმულიები. ბევრი მათგანი დახრილ ან პორიზონტალურ გვირაბებში გადადის, რომლებიც ხშირად ყინულითაა გამოვსებული. ძაბრები არც აქ არის. ბევრია ნაპრაღისებური ჭები. ჩრდილოეთური ექსპოზიციის ფერდობებზე დეკანები.

ორთა-ბალაგანის აღმ. ხეობის ზემო ნაწილის მარჯვენა ფერდობზე, ზღვის დონიდან 2320 მ სიმაღლეზე, მდებარეობს კრუბერის უფსკრული. ჩასასვლელ ნახვრეტს 6 მ სიგრძე და 2—3 მ სიგანე აქვს. უფსკრულის საწყისი ვერტიკალური მოსაკვების სიღრმე 60 მეტრამდეა. ეს მოსაკვები შუა ნაწილში ორად და განტოტებული. ჭის შვეულ კედელზე აქა-იქ შემორჩენილია შთენილი სტალაქტიტური ქერქი; ფსკერზე ჰყრია ნგრეული მასალა. ვერტიკალურ მოსაკვების მოწყვება ვიწრო, დახრილი ხვრელი, რომელშიც ადამიანის მოძრაობა ძალისმიერ ქვეძრომას მოითხოვს. ამის შემდეგ მკაფიოდ გამოხატული თხელ-შრებიანი კირქვების გასწვრივ, ვიწრო დერეფნების და მომცრო დარბაზების მორიგეობით უფსკრული საფეხურებით ეწეება 150 მ სიღრმემდე და ებჯინება ვიწრო ვერტიკალურ ნაპრაღს, რომლის დაძლევაც 1960 წელს ვერ მოხერხდა. უფსკრულის შემდგომი გაგრძელება ჭერჭერობით გამოუკვლეველი რჩება. თოვლი და ყინული კრუბერის უფსკრულში არ არის, რაც მისი ჩასასვლელ ნახვრეტს სიმკვრივით უნდა აიხსნას. ვერტიკალური საწყისი შახტის ძირიდან იწყება ნაქადული, რომელიც ჩაედისება უფსკრულის ღრმა ნაწილებსაკენ.

6. ორთაბალაგანის დასავლურ ხეობაშიც, რომელიც ბერჩილის ქედის თხემიდან ჩრდილოეთისაკენ ეშვება, კარსტული ჭები და მღვიმეები ბევრგან გვხვდება. ეს ფორმები აქ ნაწილობრივ ტროგის ფსკერზეა თავმოყრილი, ნაწილობრივაც ბერჩილის ქედის ქარაფში. ბერჩილის ქედის სამხრული ფერდობზე, ადგილ გიუზღედან ორთა-ბალაგანისაკენ მიმავალი ბილიკის ახლოს შეგვხვდა 15 მ სიღრმის ჭა, რომლის ფსკერზეც დეკანული გვიანი ეგო. ამასთან დაკავშირებით აქვე აღენიშნათ 40 მ სიღრმის ჭა, რომელიც ათვისებულ იქნა ქვემო გელგელუკის მიდამოში და რომელიც სხოველთა სასაფლაოს წარმოადგენს.

ასეთია კარსტული ფორმების გავრცელება არაბიკას მასივის იმ სექტორში, რომელშიც გელგელუკი და ორთაბალაგანია ნოქცეული. ანალოგიურ ფორმებს, ღრმა უფსკრულების და ქარაფებში გახსნილი მღვიმეების გამოკლებით, ა. კრუბერის აღწერს არაბიკას მასივის იმ სამხრული სექტორისათვის, რომელიც მდ. გაგრციფშის სათავეებს ეკვრის.

არაბიკას მასივის ჩვენ მიერ 1960 წ. გამოკვლეული სექტორის კარსტული ნაჩენების ზოგადი ხასიათი ამჟამად შეიძლება შემდეგნაირად იქნეს მოხაზული.

1. გელგელუკ-ორთაბალაგანის სექტორში კარსტული ფორმები დაკავშირებულია საშუალო (0,5—1,5 მ, იშვიათად 3—12 მ) სისქის შრეებიან კირქვებთან, რომლებსაც ასაკიც ზედაიურულად, და ქვედაცარცულად (ბარემულად) არის განსაზღვრული ნა. კირქვის ეს წყებები განსახილველ რაიონში ჰქმნიან ანტიკლინებისა და სინკლინების სისტემას; ნათქვამი დერბებს საერთო კავკასიონური მიმართულება აქვთ; გელგელუკისა და შრატული ველის ხეობები და დეკანის ცირკი მოქცეულნი არიან ქვედაცარცული ქანების სინკლინში, რომელიც ჩრდილოეთიდან იფარგლება გელგელუკის ქედისა და მკვდარი ყინვარების აუზის ზედაიურული ანტიკლინით, ხოლო სამხრეთიდან ბერჩილის ქედის აღმ. ნაწილის ზედაიურულივე ანტიკლინით. ორთაბალაგანის ხეობებში





ემთხვევიან მეორე, აგრეთვე ქვედაცარცულით აგებულ, სუსტად გაღუნულ სინკლინურ ნაოკს.

2. დაკარსტულობის სიხშირის მიხედვით, აღწერილ სექტორში გამოიყოფა რამდენიმე უბანი. ორთაბალაგანის ხეობების მნიშვნელოვანი ნაწილი და აღმოსავლური ხეობის ამ. გაგრძელება გამოირჩევიან კარსტის დიდი სიხშირით. ნაკლები სიხშირე ახასიათებს შრატული ველის ხეობაში არსებულ კარსტულ ფორმებს (თუ არ ჩავთვლით თვით შრატულ ველს, რომელზედაც მიკროკარსტულ ფორმებს მთლიანი არეალი აქვთ 6 ჰექტარზე). ძლიერ იშვიათად გვხვდება ასეთი ფორმები გელგელუკისა და ბერჩილის ქედებზე. მკვდარი ყინვარების აუზშიც არის ცალკეული უბნები მრავალრიცხოვანი კარსტული ფორმებით. ამრიგად, კარსტი ტენდენციას იჩენს ბარემულ კირქვევში განვითარებისაკენ.

3. დაკარსტების სიღრმე განხილულ რაიონში მნიშვნელოვანია. ამის მაჩვენებელია მთელი რიგი საკმაოდ ღრმა უფსკრულების არსებობა. უფსკრულთა ვერტიკალური მონაკვეთების სიღრმე 60 მეტრიდან (მარტელისა და კრუბერის უფსკრულებში) 86 მეტრამდეა (ვახუშტი ბაგრატიონის უფსკრ.), ხოლო მათი გამოკვლეული მონაკვეთების ჯამური სიღრმე, ე. ი. პიფსომეტრიული სხვაობა უმაღლეს და უდაბლეს პუნქტებს შორის 150—216 მ აღწევს. სინამდვილეში უფსკრულთა ჯამური სიღრმეც და დაკარსტების სიღრმეც (ვაცილებით მეტი უნდა იყოს. უფსკრულები საფეხურებით ეშვებიან მდ. სანდრიფშის აუზისაკენ, ე. ი. მათი მიმართულება ზოგადად ეპარალელურა ზედაპირულ რელიეფის დახრილობას, ეს კი მოწმობს სანდრიფშის ეროზიული ხეობის შეფარდებით სიძველეს. უფსკრულები შესდგებიან გაფართოებული და შევიწროებული მონაკვეთების მორიგეობისაგან.

4. კარსტული ფორმების განლაგება ზედაპირული რელიეფის ფორმების მიმართ შემდეგ კანონზომიერებებს ემორჩილება: ყველა გამოკვეთილ ღრმა შახტი და უფსკრული განლაგებულია ფერდობებზე, ქარაფებში ან მთის თხემებზე (მარტელის, კრუბერის, ვახუშტი ბაგრატიონისა და სხვა უფსკრულები). ხეობების ფსკერზე კარსტულ ჭებსა და სასაოლებს ბევრგან ვხვდებით (მაგალითად, ორთაბალაგანის ხეობებსა და მკვდარი ყინვარების აუზში), მაგრამ აქ ისინი, როგორც წესი, დიდ სიღრმეს არ აღწევენ.

5. ნორმალური (კონუსური მოყვანილობის) კარსტული ძაბრები, რომლებიც ეგზომ დამახასიათებელია დას. საქართველოს მთიანი კარსტის სხვა მასივებისათვის (მაგ. ოხაჩქუესათვის, ყვირასათვის [7], ასხისათვის, მიგარისათვის, ზეამლისათვის და ა. შ.), არაბიკაზე არ არის განვითარებული. მათ ადგილს იკავებენ ჭები და შახტები, რომლებიც ნაპრალების კოროზიული გაფართოებითა და ჩაქცევებით არის გაჩენილი. ამ გარემოებას ა. კრუბერიც აღნიშნავს არაბიკას მასივის სამხრული, გაგრიფშის სათავეებთან მდებარე ნაწილისათვის ([2], გვ. 12—16). კრუბერის აზრით, ამ მოვლენას იწვევს არაბიკაზე ქანების ძლიერი დამზარულობა, რაც საშუალებას არ აძლევს ატმოსფერულ წყლებს წარმოქმნან საკმარისად მძლავრი, ეროზიული უნარით აღჭურვილი ნაკადები.

ჩვენი დაკვირვებით, ეს განმარტება დამაჩერებლად ვერ ჩაითვლება. არაბიკას მასივი არ გამოირჩევა ჩვენი კარსტული მხარის ყველა მასივებს შორის განსაკუთრებული ნაპრალიანობით. არაბიკას კარსტული რელიეფის თავისებურების მიზეზი სხვაგან უნდა ვიძებნოთ, სახეც დობრ იმაში. რაც განასხვავებს აფხაზეთის ამ მასივის დასავლეთ საქართველოს სხვა კარსტული მასივებისაგან. ასეთი განმასხვავებელი ნიშანი არის ზედაპირითხეული გამყინვარება, რომლისგანაც არაბიკა ახლომდებარე წარსულში განთავისუფლდა, და რომელიც არ განუცდიათ სხვა, უფრო დაბალ მასივებს. როგორც უკვე აღნიშნული გვაქონდა, არაბიკას ჭები და შახტები ძირითადად ყინვარული ტროგების და ცირკების ფსკერზე თავმოყრილი და ბევრგან ისეთ ადგილებში, რომლებიც ვიწროული გამყინ-



გარეზის ბოლო სტადიებში განთავისუფლდნენ ყინულისაგან. ნორმალური ძაბვების განუვითარებლობაც სწორედ ამით უნდა აიხსნას: ყინვარის ეკვალიციური და აკუმულაციური მოქმედების პირობებში მის კალაპოტში ვერ სძლეოდა გაფართოებული ფორმის კარსტული ღრმულები, რომლებიც იესებთან მოტრეწული მასალით. ან განიცდიან ყინვარის მექანიკური ენერგიით მონგრევას. სამაგიეროდ, ვიწრო ვერტიკალური ჭეხის ღრმა ნაწილებმა გამყინვარებას გაუძლეს და ჩვენს დრომდე მიაღწიეს. ტროგების ფსკერზე წარმოდგენილი ჭეხი ყოფილი ნორმალური ძაბვების ფესვებია.

6. ზედამეოთხეული გამყინვარება არაბიკაზე ხასიათდება მუდმივი თოვლის ხაზის 600—700 მეტრიანი დეპრესიით, რაც გამომდინარეობს მკვდარი ყინვარების აუზში, გელგელეკისა და შრატული ველის ხეობებში, დეკიანის ცირკუსა და ორთაბალაგანის ხეობებში ძველი ყინვარების ბოლოთა პიფსომეტრიულ მდებარეობაზე ჩვენს მიერ ჩატარებული დაკვირვებებიდან (იხ. ზემოთ ამ ხეობების მიმოხილვა). ის ფაქტი, რომ მთელ რიგ მასივთა კალთებზე ამჟამადაც არსებობს მუდმივი ფირნის მინდორები, ბოლო მკვდარი ყინვარების აუზში შედარებით დაბალ დონეებზე (2050—2100 მ) შენახულია ყინვარული ნების ნაშთებიც, უნდა მოწმობდეს იმას, რომ არაბიკას საბოლოოდ განთავისუფლება ყინულსაბურველისაგან გეოლოგიურად სულ ახალი ამბავია. ყინვარები აქ შემორჩა ვიწროვანი გამყინვარების უკუდახევის უკანასკნელ სტადიებამდე — ისტორიულ სტადიებამდე თუ არა, ყოველ შემთხვევაში ერთ-ერთ ახალგაზრდა პრეისტორიულ სტადიამდე — და ამგვარად ყინვარების გაქრობა აქ მხოლოდ 7—8 ათასი წლის წინ. თ მომხდარა. კარსტული ჭეხისა და შახტების არსებობა ტროგების მაღალ ნაწილებსა და ცირკებში მიკვირვითებს მათ ძველ (სულ ცოტა პრერისულ) ას. კზე, ვინაიდან პოსტციურმისა და რის-ვიორმის მოკლე ეპოქების განმავლობაში კოროზია ვერ მოასწრებდა მათს გამომუშავებას. დაკარსტების სიძველეზე მეტყველებს ქარაფებში გახსნილი მღვიმეებისა და შახტების არსებობაც, რამდენადაც თანადროული რელიეფის პირობებში ამ მღვიმეთა ზემო ნაწილები არ ლეულობენ მათი გამომუშავებისათვის საჭირო წყლის რაოდენობას და ცხადი ხდება, რომ ისინი რელიეფის სხვა ვითარებაში უნდა გაჩენილიყვნენ. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ კარსტული ფორმების გამომუშავება არაბიკაზე დაიწყო სანდრიფის ხეობის ჩამოყალიბების შემდეგ (იხ. ზემოთ). მაგრამ მეზოაელიეფის დღევანდელი ხასიათის შექმნამდე.

7. არაბიკას მასივის ერთ-ერთ დამახასიათებელ თავისებურებას წარმოადგენს ლიტერატურაში არა ერთხელ ხაზგასმული ფაქტი თოვლყინულიანი ჭეხისა და შახტების ფართო გავრცელებისა, რითაც ეს მასივი ამიერკავკასიის სხვა კარსტული მასივებისაგან მკვეთრად განსხვავდება. ამგვარი ფორმები სხვა მასივებზეც გვხვდება (მაგალითად, ხეამლზე, ასხზე და ა. შ.), მაგრამ ვაკილი-ბით ნაკლები რაოდენობით. აღნიშნული გარემოების მიზეზად შეიძლება არაბიკას მეტი აბსოლუტური სიმაღლე და მუდმივი თოვლის კლიმატური სახეობის დაბალი ძდებარეობა დაგვესახელებინა. მაგრამ ამასთან ერთად მხედველობაში უნდა მიღებულ იქნას სხვა ფაქტორიც, სახელდობრ სხვა მასივებისათვის დამახასიათებელი ნორმალური ძაბვების ჩანაცვლება ვიწრო და საკმაოდ ღრმა ჭეხითა და შახტებით, რის შესახებაც უკვე თქმული იყო. თოვლი და ყინული არაბიკას ჭეხიში წარმოდგენილია სამი ძირითადი სახით: 1. თოვლი, რომელიც ზამთრობით გროვდება ჭეხიში. 2. თოვლის გადნობით და ლანქერი წყლების ხელმეორედ გაყინვით წარმოქმნილი ნალექითი ყინულები და 3. მღვიმური ყინვარები. თოვლს განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით იგროვებენ ფართო პირიანი ჭეხი და შახტები. ზაფხულობით თოვლი განიცდის დნობას, რის შედეგადაც ბევრი ღრმული ფსკერზე წვიტიანი თოვ-



ლის კონუსი წარმოიშობა. მაგრამ მთლიანად გადნობას თოვლი ყველგან როდი ასწრებს — ბევრ ქაში იგი ახალ თოვლამდე რჩება. ყინულის ნალექნთები (სტალაქტიტები, სტალაგმიტები, სეკიტები, ფარდები, სოკოები და ა. შ.) ვითარდება თოვლიანი ქედის ქვეშ, სიღრუეებში, რომელთაც შესასვლელი ხშირად სხვა, მეზობელ ქედან აქვთ ხოლმე. მიწისქვეშა ყინვარები, რომელთა წარმომადგენელიც ვახუშტი ბაგრატიონის უფსკრულში იქნა აღწერილი, წარმოიშობა თოვლის უშუალოდ გლტიჩრულ ყინულში გადასვლით.

მ. არაბიკას კარსტული სიღრუეები თავიანთ ზედა, დღემდე გამოკვლეულ ნაწილებში მოკლებულია წყლის მუდმივ ნაკადებს და წყალსატევებს. გამოჩენილი წარმომადგენს კრუბერის უფსკრული, რომლის ფსკერზეც (60 მ სიღრმიდან) პატარა ნაკადული გაედინება. მეტეოროლოგიურ რეჟიმზე ექსპედიციის მიერ მხოლოდ შემთხვევითი ვიზუალური დაკვირვებები, იქნა, ჩატარებული. ყურადღებას იპყრობს ვახუშტი ბაგრატიონის უფსკრულში ჰაერის ინტენსიური მოძრაობა აღნავალი ნაკადის სახით, რომელიც ჩნდება ალბად უფსკრულის ქვედა ნაწილებში ჰაერის გათბობის შედეგად და რომელში მოქცეული ჰაერაც მღვიმის ზედა ნაწილში დინამიკურად ცივდება და ნალექს გამოჰყოფს. ამგვარ მოვლენას ადგილი არ აქვს კრუბერის უფსკრულში, სადაც ჰაერის მოძრაობა არ იგრძნობა. კრუბერის უფსკრულში ნახულია მღვიმური ფაუნის (ტროპიკობიონტების) წარმომადგენლები, მაგრამ მათი შეგროვება ვერ მოხერხდა მუშაობის ძნელი პირობების გამო და აგრეთვე იმის შედეგად, რომ ექსპედიციის ზოლოგმა ვლ. კურნაკოვმა ამ უფსკრულის ვერტიკალური საწყისი მონაკვეთის გამოკვლევა შესწოლ მხოლოდ. სხვა უფსკრულებსა და ჭებში ფაუნა არ ყოფილა ნახული, რაც ალბად დაკავშირებული უნდა იყოს მათში გამეფებულ დაბალტემპერატურებთან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
სპელეოლოგიური კომისია

(რედაქციას მოუყვია 15.3.1960)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. E. A. Martel. La Côte d'Azur Russe (Riviera du Caucase). Paris, 1909.
2. А. А. Крубер. Поездка на Арабику. Естествознание и география, № 1, 1912.
3. П. Панютин. Известияковый Гагринский район. Землеведение. I—II, 1927.
4. თ. კიკნაძე. უფსკრულების დაპყრობა გრძელდება. გაზ. „ლელო“, 2 და 4 ოქტ., 1960.
5. Л. И. Маруашвили. Путешествие в мир вечной темноты. Газ. „Заря Востока“, 23 сентября, 1960.
6. В. И. Курочкин. Геологическое строение Западной Абхазии. Геофонды геологич. управлен. при Совете Министров Грузинской ССР, 1949.
7. ლ. მარუაშვილი. ოდიშის სპელეოლოგიური კვლევის შედეგები. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XXVI, 1961.
8. შ. ყიფიანი. არაბიკა-ახაგის ჰედის კარსტული ლანდშაფტის გეომორფოლოგიისათვის. საქ. სსრ გეოგრაფიული საზოგადოების შრომები, ტ. V, 1959.
9. Ю. Н. Воронов. Краткий очерк растительности Гагринского массива. „Известия Кавказск. отдела Русск. Географич. об-ва“, ч. 18, 1905—06, 1907.
10. А. Н. Дьячков-Тарасов. Гагры и их окрестности. Записки Кавк. отд. Русск. Геогр. об-ва, кн. 24, 1901.
11. М. В. Сергеев. Гагры, условия распределения пресных вод в ближайшем к климатической станции районе. Горный журнал, № 7, 1904.

სამხრეთ-აღმოსავლეთ საქართველოს სარკინი-სულფიდური  
მადნების პირიტსა და ქალკოპირიტში ტელურის  
სპეცტრული ბანსაზღვრა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა პ. ვაჟაფროსიძემ 22.6.1960)

ტელური სულფიდურ მინერალებში ქიმიური ანალიზის მეთოდებით ისაზღვრება, ვინაიდან სპექტრულ მეთოდს ძალიან მცირე მგრძობიარობა აქვს (პროცენტის მეთოდები და მესხეები).

ა. ფ რ ი შ ბ ე რ გ მ ა და ვ. ნ ე დ ლ ე რ მ ა [1] ტელურის სპექტრული განსაზღვრის მგრძობიარობის გაზრდის შესწავლისას შეამჩნიეს, რომ მეტალური ტელურისა და იოდის შერევისას წარმოიქმნება ადვილად ქროლადი და ადვილად აგზნებადი შენაერთი—ტელურის იოდიდი. ამავდროულად დაადგინეს, რომ  $\text{TeI}_2$  წარმოქმნის ანალოგიური რეაქცია მიმდინარეობს ტელურის შემცველი ნიმუშისა და იოდის მექანიკურ ნარევაში, თუ ამ ნარევს მოვითავსებთ გრაფიტის ელექტროდის ღრმულში და შევიყვანთ რკალურ განზუხტვაში. ამ შემთხვევაში ტელურის განსაზღვრის მგრძობიარობა  $3 \cdot 10^{-4}\%$ -მდე აღწევს. ჩვენ გამოვიყენეთ ერთ-ერთი ინსტიტუტის ზიერ დამუშავებული ტელურის ოდენობითი სპექტრული განსაზღვრის მეთოდიკა.

ტელურის ოდენობითი განსაზღვრისას გამოიყენება „სამი ეტალონის“ მეთოდი. ერთსა და იმავე ფირფიტაზე ორ-ორჯერ გადაიღება ნიმუშებისა და ეტალონების (არა ნაკლებ სამი საფეხურისა) სპექტრები. ეტალონების ფოტომეტრირების შემდეგ აიგება მრუდი, რომლის საშუალებითაც განისაზღვრება ნიმუშებში ტელურის რაოდენობა. ამ მეთოდიკის გამოყენება საშუალებას გვაძლევს თავიდან ავიცილოთ ფოტოფირფიტების არაერთგვაროვნებით და გამელაენების რეჟიმით გამოწვეული ცდომილებები.

ჩვენს შემთხვევაში ვიღებდით ეტალონების შვიდ საფეხურს: 0,0003; 0,0005; 0,001; 0,003; 0,01; 0,03 და 0,03 $\frac{1}{2}\%$ .

ფოტომეტრირება ხდებოდა ტელურის 2385,7 Å ტალღის სიგრძის მქონე სპექტრული ხაზის და ფონის (ხაზის მახლობლად) არამარვესტრირებელ მიკროფოტომეტრ 1MΦ-2-ზე. ტელურის განსაზღვრის მგრძობიარობა შეადგენდა  $3 \cdot 10^{-4}\%$ -ს, ორჯერადი განსაზღვრის ცდომილება კი— $10\%$ -ს.

ეტალონები მზადდებოდა სუფთა კვარცის ფუძეზე. ა. ფ რ ი შ ბ ე რ გ მ ა და ვ. ნ ე დ ლ ე რ მ ა [1] დაადგინეს, რომ იოდთან შერეული ნიმუშის ფოტოგრაფირებისას ტელურის სპექტრული ხაზის ინტენსივობა ზინერალის ნივთიერი შედგენილობისაგან არ არის დამოკიდებული.

ზემოაღნიშნული მეთოდიკის გამოყენებით ჩვენ გავაანალიზეთ ტელურზე მადნეულის მადნიანი კვანძიდან აღებული პირიტისა და ქალკოპირიტის მონომინერალური ფრაქციები.

ანალიზებით მიღებული მონაცემები მოყვანილია 1 ცხრილში.

პირიტი №	ტელურის შემცვ. %/‰	ქალკოპი-რიტი №	ტელურის შემცვ. %/‰	შენიშვნა
1	0,0003	1	0,0003	
2	0,0003	2	0,0003	
3	0,0003	3	0,0003	
4	0,0009	4	0,0003	
5	0,001	5	0,0003	
6	0,001	6	0,0003	
7	0,0011	7	0,0003	
8	0,0013	8	0,00035	
9	0,0014	9	0,00095	
10	0,00178	10	0,00123	
11	0,0015	11	0,00125	
12	0,0017	12	0,0013	
13	0,00176	13	0,0013	
14	0,0023	14	0,00135	
15	0,00245	15	0,00142	
16	0,00265	16	0,00145	
17	0,0031	17	0,0015	
18	0,0032	18	0,0016	
19	0,00375	19	0,0017	
20	0,0065	20	0,00176	
21	0,004	21	0,00186	
		22	0,00192	
		23	0,00215	
		24	0,00375	
		25	0,0039	
		26	0,0052	
		27	0,0715	

რაც შეეხება ტელურის კრისტალოქიმიურ ბუნებას ამ მინერალებში, როგორც ემჩნევა, იგი, ძირითადად, დამოუკიდებელი მინერალის სახით არსებობს. ჩვენ მიერ გაანალიზებულ ნიმუშებში ე. კახაძემ მინერაგრაფიულად დაადგინა ოქროს ტელურიდის—ქალკვერიტის არსებობა, რაც შემდგომ დადასტურდა გ. ცინცაძის მიერ ჩატარებული რენტგენული ფაზური ანალიზით [2]. ჩვენი აზრით, ტელურის ერთი ნაწილი იზომორფულად შედის სულფიდური მინერალების მესერში. ამის შესაძლებლობა ექსპერიმენტულად დამტკიცებულია ნ. სინდევას [3] მიერ.

როგორც ჩანს 1 ცხრილიდან, ტელური გვხვდება პირიტისა და ქალკოპირიტის ყველა გაანალიზებულ ნიმუშში. ტელურის საშუალო შემცველობა პირიტში შეადგენს  $3 \cdot 10^{-3}\%$ -ს, ქალკოპირიტში —  $5 \cdot 10^{-3}\%$ -ს, რაც ტელურის კლარკთან შედარებით —  $1 \cdot 10^{-8}\%$ -ს [4]—გაცილებით უფრო მეტია. საქ. სსრ. მეც. აკადემიის გეოლოგიური ინსტიტუტი

(რედაქციის მოთვლითა 22. 6 1960)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. А. Фришберг и В. В. Недлар. О возможности повышения чувствительности спектрального определения некоторых элементов. Сборник памяти Г. С. Ландсберга, Изд. АН СССР, Москва, 1958.
2. Э. И. Кахадзе и Г. В. Цинцадзе. Телуристый минерал из медносульфидного месторождения юго-восточной Грузии. Сообщения АН ГССР, 1960.
3. Н. Д. Синдеева. Минералогия, типы месторождений и основные черты геохимии селена и теллура. Изд. АН СССР, Москва, 1959.
4. А. П. Виноградов. Закономерности распределения химических элементов в земной коре. „Геохимия“, № 1, 1956.

## ბ. შახროშანოვი

## თალოვანი კაშხალების ბაანგარიშებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზაერძემა 6.9.1960)

თანამედროვე თალოვანი კაშხალები წარმოადგენენ ორმაგი სიმრუდისა და ცვლადი სისქის ფილებს, დრეკადად ჩამაგრებულს კონტურზე ან უწყვეტი პერიმეტრალური წიბურით (ნაქერით). მრავალი მეცნიერის თეორიული და ექსპერიმენტული გამოკვლევები გვიჩვენებენ, რომ თალოვანი ფილები, კონტრ-ფორსული და გრავიტაციულ ფილებთან შედარებით, უფრო მოქნილი, მყარი, ეკონომიური და მდგრადია გადაყირავებისა და ძვრის მიმართ.

მაღალი კაშხალებისადმი მიძღვნილ საერთაშორისო კონგრესის მასალების შესწავლა გვიჩვენებს, რომ ევროპაში, განსაკუთრებით საფრანგეთსა და იტალიაში, შეიმჩნევა გრავიტაციული კაშხალებიდან თალოვან კაშხალებზე გადასვლის ტენდენცია. აშშ უპირატესად შენდება გრავიტაციული ტიპის კაშხალები, რაც, ალბათ, აიხსნება ამ ქვეყნის ეკონომიკის სპეციფიკურობით. სსრ კავშირში უპირატესად ვაკეთა მდინარეებზე ჰიდროტექნიკურ მშენებლობათა განვითარების გამო, თალოვანმა კაშხალებმა კიდევ ვერ პოვეს გავრცელება. ამჟამად, მდ. ლაჯანურზე საბჭოთა კავშირში პირველი თალოვანი კაშხალის მშენებლობასთან ერთად, აპროექტებენ მთელ რიგ სხვა კაშხალებს.

კ. ზაერძეს, მ. გრიშინს და სხვა ცნობილ სპეციალისტებს, მიაჩნიათ, რომ თალოვანი კაშხალების სისქეთა შემცირება და მათი ფორმის გაუმჯობესება შეიძლება მიღწეულ იქნეს გაანგარიშების მეთოდთა დაზუსტებით, რაც საშუალებას მოგვცემს დაისვას საკითხი თალების აწყობისა 150—200 ტ ტვირთშიზიდობის ამწეთა საშუალებით.

თალოვანი კაშხალების გაანგარიშების მეთოდთა განვითარების ხასიათიდან ჩანს, რომ ამჟამად ასეთ ნაგებობათა გაანგარიშებისას, არის აშკარა ტენდენცია, რომ დრეკადობის თეორიის მოცულობით ამოცანებში ნაწილობრივად ან სრულად გიეწიოს ანგარიში შესაბამის ძალურ და გადაადგილების ფაქტორებს.

პირველი თალოვანი კაშხალები დაპროექტდა თხელკედლიანი ცილინდრის მებრანული უმომენტო სქემის საფუძველზე. ამის შემდეგ, შედარებით სქელი ფილებისათვის სარგებლობდნენ ლამეს ამოცანის ამოხსნით, განიხილავდნენ რა კაშხალის გაჭრილ თალებს როგორც სქელკედლიან ღრუ ცილინდრებს. ნამდვილი სასაზღვრო პირობების, ტემპერატურული ძაბვებისა და სხვა გასაანგარიშებელ ფაქტორთა ანგარიშის გასაწევად, შემდგომში თალოვან კაშხალებს ანგარიშობდნენ რიტერის მიერ წამოყენებულ „სუფთა თალის“ პრინციპით.

ერთგანზომილებიანი ამოცანიდან ორგანზომილებიანზე გადასვლა ბ. კალინოვიჩმა შეასრულა, გარეგანი დატვირთვის თალებსა და კედლებს შო-

რის განაწილების შესახებ რეზალის მოსაზრების საფუძველზე. თაღოვან კაშხალთა გაანგარიშების ეს ხერხი ლიტერატურაში იწოდება „თაღბ-კედლების“ მეთოდად. ამ მეთოდის ბაზაზე კაშხალშენების ერთ-ერთმა ამერიკულმა ფირმამ შეიმუშავა „სასინჯდატვირთვათა“ იტერაციული ხერხი. ამ ფირმამ შეადგინა ლიურანის ცნობილი ცხრილები, რომლებით აადვილებენ კაშხალთა გაანგარიშებას ჰიდროსტატიკურ დატვირთვაზე და ტემპერატურაზე, დრეკად შემოჭერაზე განივი ძალებისა და საყრდენთა დამყოლობის გავლენის ანგარიშში მიღებით.

ი. ლომბარდი, მ. ჰერცოგი, ხ. განევი და სხვები, რომლებიც გამომდინარეობენ ლიავ-კირხგოფის ჰიპოთეზიდან, თაღოვან კაშხალებს განიხილვენ როგორც თხელკედლიან გარსს. ისინი უგულვებელყოფენ დეფორმაციის ტენზორის ზოგიერთ კომპონენტს, რაც ამარტივებს გარსი-კაშხალის გაანგარიშებას.

თაღოვან კაშხალთა გაანგარიშების ზემომოყვანილი ჩამოთვლა, ცხადია, სრული არ არის. უნდა ითქვას, რომ ყველა ძირითადი მეთოდი, ხერხი და წესი, სხვადასხვა ჰიპოთეზაზე დამყარებული, შესაძლოა არასაკმოდ ზუსტი აღმოჩნდეს.

ამ სტატიის მიზანია, დრეკადობის თეორიის ძირითად განტოლებათა საფუძველზე მიღება გამოსავალ დიფერენციალური განტოლებებისა, რომლებიც აუცილებელია თაღოვანი კაშხალის, როგორც სამგანზომილებიანი სისტემის გასაანგარიშებლად.

როგორც ცნობილია ([1], § 58), სივრცეში ელემენტარულ მრუდწირულ პარალელოპიპედის წონასწორობის ექვსი პირობა, ნებისმიერ სამორთოგონალურ მრუდწირულ კოორდინატთა სისტემის მიმართ, ძაბვის კომპონენტებში წარმოიდგინება შემდეგი სამი განტოლებით:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial}{\partial \alpha} (h_2^{-1} h_3^{-2} \sigma_{\alpha\alpha}) + \frac{\partial}{\partial \beta} (h_1^{-1} h_3^{-1} \sigma_{\alpha\beta}) + \frac{\partial}{\partial \gamma} (h_1^{-1} h_2^{-1} \sigma_{\alpha\gamma}) - \sigma_{\beta\beta} h_2^{-1} \frac{\partial h_2^{-1}}{\partial \alpha} - \\ & - \sigma_{\gamma\gamma} h_2^{-1} \frac{\partial h_2^{-1}}{\partial \alpha} + \sigma_{\alpha\beta} h_3^{-1} \frac{\partial h_1^{-1}}{\partial \beta} + \sigma_{\alpha\gamma} h_2^{-1} \frac{\partial h_1^{-1}}{\partial \gamma} + h_1^{-1} h_2^{-1} h_3^{-1} p_\alpha = 0, \\ & \frac{\partial}{\partial \beta} (h_1^{-1} h_3^{-1} \sigma_{\beta\beta}) + \frac{\partial}{\partial \gamma} (h_1^{-1} h_2^{-1} \sigma_{\beta\gamma}) + \frac{\partial}{\partial \alpha} (h_2^{-1} h_3^{-1} \sigma_{\beta\alpha}) - \sigma_{\gamma\gamma} h_1^{-1} \frac{\partial h_2^{-1}}{\partial \beta} - \\ & - \sigma_{\alpha\alpha} h_2^{-1} \frac{\partial h_1^{-1}}{\partial \beta} + \sigma_{\beta\gamma} h_1^{-1} \frac{\partial h_2^{-1}}{\partial \gamma} + \sigma_{\alpha\beta} h_2^{-1} \frac{\partial h_2^{-1}}{\partial \alpha} + h_1^{-1} h_2^{-1} h_3^{-1} p_\beta = 0, \quad (1) \\ & \frac{\partial}{\partial \gamma} (h_1^{-1} h_2^{-1} \sigma_{\gamma\gamma}) + \frac{\partial}{\partial \alpha} (h_2^{-1} h_3^{-1} \sigma_{\gamma\alpha}) + \frac{\partial}{\partial \beta} (h_1^{-1} h_3^{-1} \sigma_{\gamma\beta}) - \sigma_{\alpha\alpha} h_2^{-1} \frac{\partial h_1^{-1}}{\partial \gamma} - \\ & - \sigma_{\beta\beta} h_1^{-1} \frac{\partial h_2^{-1}}{\partial \gamma} + \sigma_{\alpha\gamma} h_2^{-1} \frac{\partial h_2^{-1}}{\partial \alpha} + \sigma_{\beta\gamma} h_1^{-1} \frac{\partial h_2^{-1}}{\partial \beta} + h_1^{-1} h_2^{-1} h_3^{-1} p_\gamma = 0. \end{aligned}$$

განტოლებებში (1)  $h_1 = h_1(\alpha, \beta, \gamma)$ ,  $h_2 = h_2(\alpha, \beta, \gamma)$ ,  $h_3 = h_3(\alpha, \beta, \gamma)$  — პირველი გვარის დიფერენციალური პარამეტრებია, რომლებიც წარმოადგე-

ნენ ლამეს კოეფიციენტთა შებრუნებულ მნიშვნელობებს. საკოორდინატო ფართეულთა სამორთოგონალობის გამო, ლამეს კოეფიციენტები  $H_4 = H_5 = H_6 = 0$ . როცა კაშხალის შუა ფართეულისათვის  $\gamma = 0$ , ხოლო კოეფიციენტები  $H_1$  და  $H_2$  შესაბამისად ემთხვევიან გარსის პირველ კვადრატულ ფორმათა კოეფიციენტებს:  $A = A(\alpha, \beta)$  და  $B = B(\alpha, \beta)$ -ს.

თუ უგულვებელყოფთ გადაადგილების მთავარი ვექტორის  $u, v, w$  კომპონენტთა კვადრატებსა და ნამრავლებს, დეფორმაციის ტენზორის ექვსი დამოუკიდებელი კომპონენტისთვის მივიღებთ შემდეგ ფორმულებს ([1], §20):

$$\begin{aligned}
 e_{\alpha\alpha} &= h_1 \frac{\partial u}{\partial \alpha} + h_1 h_2 v \frac{\partial h_1^{-1}}{\partial \beta} + h_2 h_3 w \frac{\partial h_1^{-1}}{\partial \gamma} \\
 e_{\beta\beta} &= h_2 \frac{\partial v}{\partial \beta} + h_2 h_3 w \frac{\partial h_2^{-1}}{\partial \gamma} + h_1 h_2 u \frac{\partial h_2^{-1}}{\partial \alpha} \\
 e_{\gamma\gamma} &= h_3 \frac{\partial w}{\partial \gamma} + h_1 h_3 u \frac{\partial h_3^{-1}}{\partial \beta} + h_2 h_3 v \frac{\partial h_3^{-1}}{\partial \alpha} \\
 e_{\beta\gamma} &= \frac{h_2}{h_3} \frac{\partial}{\partial \beta} (h_3 w) + \frac{h_2}{h_3} \frac{\partial}{\partial \gamma} (h_2 v) \\
 e_{\gamma\alpha} &= \frac{h_3}{h_1} \frac{\partial}{\partial \gamma} (h_1 u) + \frac{h_1}{h_3} \frac{\partial}{\partial \alpha} (h_3 w) \\
 e_{\alpha\beta} &= \frac{h_1}{h_2} \frac{\partial}{\partial \alpha} (h_2 v) + \frac{h_3}{h_1} \frac{\partial}{\partial \beta} (h_1 u).
 \end{aligned} \tag{2}$$

იზოტროპული და ერთგვაროვანი დრეკად სხეულისათვის გუკის განზოგადებულ კანონს, რომელიც ძაბვის ექვს კომპონენტს აკავშირებს დეფორმაციის ექვს კომპონენტთან ორთოგონალ კოორდინატთა ნებისმიერ სისტემაში, აქვს სახე

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\alpha\alpha} &= \lambda \Delta + 2\mu e_{\alpha\alpha}, & \sigma_{\alpha\beta} &= \mu e_{\alpha\beta} \\
 \sigma_{\beta\beta} &= \lambda \Delta + 2\mu e_{\beta\beta}, & \sigma_{\beta\gamma} &= \mu e_{\beta\gamma} \\
 \sigma_{\gamma\gamma} &= \lambda \Delta + 2\mu e_{\gamma\gamma}, & \sigma_{\gamma\alpha} &= \mu e_{\gamma\alpha}
 \end{aligned} \tag{3}$$

სადაც  $\lambda$  და  $\mu$  ლამეს მუდმივებია. (2)-ის შესაბამისად კაშხალის მასალის მოცულობითი გაფართოებისათვის მცირე დეფორმაციის შემთხვევაში გვაქვს:

$$\Delta = e_{\alpha\alpha} + e_{\beta\beta} + e_{\gamma\gamma} \approx h_1 h_2 h_3 \left[ \frac{\partial}{\partial \alpha} \left( \frac{u}{h_2 h_3} \right) + \frac{\partial}{\partial \beta} \left( \frac{v}{h_1 h_3} \right) + \frac{\partial}{\partial \gamma} \left( \frac{w}{h_1 h_2} \right) \right]. \tag{4}$$

საძებნ განტოლებათა გამოსაყვანად, ვისარგებლებთ მოძრავი სამორთოგონალური მრუდწირული შერეული ტიპის კოორდინატებით. ამასთან, მრუდწირულ კოორდინატთა წირები შესაბამისად მიემართოთ კაშხალის სიმალლისა და განის გასწვრივ, ხოლო წრფივი საკოორდინატო წირი  $\gamma$  მიემართოთ კაშხალის სისქეზე.

გარე დატვირთვისა და ძაბვის კომპონენტებს შორის კავშირი განვახორციელოთ სასაზღვრო პირობებით. ეს პირობებია:

$$\begin{aligned}
 \text{ბ ი ე ფ ე ბ ზ ე: } & X_{\xi} = \sigma_{\alpha\alpha} \cos(\alpha, \xi) + \sigma_{\alpha\beta} \cos(\beta, \xi) + \sigma_{\alpha\gamma} \cos(\gamma, \xi) \\
 & Y_{\xi} = \sigma_{\beta\alpha} \cos(\alpha, \xi) + \sigma_{\beta\beta} \cos(\beta, \xi) + \sigma_{\beta\gamma} \cos(\gamma, \xi) \\
 & Z_{\xi} = \sigma_{\gamma\alpha} \cos(\alpha, \xi) + \sigma_{\gamma\beta} \cos(\beta, \xi) + \sigma_{\gamma\gamma} \cos(\gamma, \xi).
 \end{aligned} \tag{5}$$



თხემზე:  $\sigma_{xx} = \sigma_{yy} = \sigma_{zz} = 0$ . (6)  
 საძირკველთან კაშხალის შეუღლების სიბრტყეში:

$$u = v = w = \frac{\partial w}{\partial z} = 0. \quad (7)$$

კაშხალის დახრილ ნაპირებზე:

$$u = v = w = \frac{\partial w}{\partial t} = 0. \quad (8)$$

(5) ფორმულაში  $X_{\xi}$ ,  $Y_{\xi}$ ,  $Z_{\xi}$  წარმოადგენენ გარე ძალთა გეგმილებს შესაბამისად  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  საკოორდინატო წირთა მხარეზე.  $\xi$  ასოთი აღნიშნულია ელემენტარული ტეტრაედრის დახრილ სიბრტყისადმი ნორმალის მიმართულება. (8) ფორმულაში  $t$  ასოთი აღნიშნულია ნებისმიერი მიმართულება. რადგან განზრახულია საძიებელ განტოლებათა გამოყენება გადაადგილებათა მიმართ, ამიტომ დეფორმაციათა უწყვეტობის პირობების დაცვად გვეჭირდება.

განვიხილოთ ცილინდრული ფორმის თაღოვანი კაშხალი. (2) განტოლებებში თუ დამოუკიდებელ  $\beta$  ცვლადს შევცვლით უგანზომილებო  $\theta$  კოორდინატით და, თუ მხედველობაში მივიღებთ დიუპენის თეორემას [1, § 19], გვექნება

$$e_{xx} = \frac{\partial u}{\partial x}; \quad l_{\theta\theta} = \frac{1}{R} \left( \frac{\partial v}{\partial \theta} + w \right); \quad l_{\gamma\gamma} = \frac{\partial w}{\partial \gamma}; \quad l_{\theta\gamma} = \frac{\partial v}{\partial \gamma} + \frac{1}{R} \frac{\partial w}{\partial \theta} - \frac{v}{R} \quad (9)$$

$$l_{\gamma x} = \frac{\partial u}{\partial \gamma} + \frac{\partial w}{\partial x}; \quad l_{\theta x} = \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{1}{R} \frac{\partial u}{\partial \theta}.$$

(4)-ის შესაბამისად მოცულობითი გაფართოებისთვის გვექნება

$$\Delta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{R} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{\partial w}{\partial \theta} + \frac{w}{R}. \quad (10)$$

თუ (3)-ში შევიტანთ (9) და (10)-ს, ძაბვათა კომპონენტებისთვის მივიღებთ შემდეგ ფორმულებს:

$$\sigma_{xx} = 2\mu \frac{\partial u}{\partial x} + \lambda \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{R} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{\partial w}{\partial \theta} + \frac{w}{R} \right),$$

$$\sigma_{\theta\theta} = 2\mu \left( \frac{1}{R} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{w}{R} \right) + \lambda \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{R} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{\partial w}{\partial \theta} + \frac{w}{R} \right),$$

$$\sigma_{\gamma\gamma} = 2\mu \frac{\partial w}{\partial \gamma} + \lambda \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{R} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{\partial w}{\partial \theta} + \frac{w}{R} \right), \quad \sigma_{\theta\gamma} = \mu \left( \frac{\partial v}{\partial \gamma} + \frac{1}{R} \frac{\partial u}{\partial \theta} \right),$$

$$\sigma_{\gamma x} = \mu \left( \frac{\partial v}{\partial \gamma} + \frac{1}{R} \frac{\partial w}{\partial \theta} - \frac{v}{R} \right), \quad \sigma_{\gamma z} = \mu \left( \frac{\partial u}{\partial \gamma} + \frac{\partial w}{\partial x} \right). \quad (11)$$

თუ (1) განტოლებიდან გამოვრიცხავთ (11)-ის საშუალებით ძაბვათა მნიშვნელობებს, მივიღებთ ცილინდრული მოხაზულობის თაღოვანი კაშხალის გასაანგარიშებლად გამოსავალ განტოლებებს:

$$(1 - \nu) \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{1 - 2\nu}{2} \left( \frac{\partial^2 u}{\partial \gamma^2} + \frac{1}{R} \frac{\partial u}{\partial \gamma} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 u}{\partial \theta^2} \right) + \frac{1}{2R} \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{1}{2R} \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial \theta} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial \gamma} + \frac{\nu}{\lambda} p_x = 0, \quad (12)$$

$$\frac{1-\nu}{R^2} \frac{\partial^2 v}{\partial \theta^2} + \frac{1-2\nu}{2} \left( \frac{\partial^2 v}{\partial \gamma^2} + \frac{1}{R} \frac{\partial v}{\partial \gamma} - \frac{v}{R^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} \right) + \frac{3-4\nu}{2R^2} \frac{\partial w}{\partial \theta} + \frac{1}{2R} \frac{\partial^2 w}{\partial \theta \partial \gamma} + \frac{1}{2R} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial \theta} + \frac{\nu}{\lambda} p_3 = 0, \quad (12)$$

$$(1-\nu) \left( \frac{\partial^2 w}{\partial \gamma^2} + \frac{1}{R} \frac{\partial w}{\partial \gamma} - \frac{w}{R^2} \right) + \frac{1-2\nu}{2} \left( \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 w}{\partial \theta^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) - \frac{3-4\nu}{2R^2} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial \gamma} + \frac{1}{2R} \frac{\partial^2 v}{\partial \theta \partial \gamma} + \frac{\nu}{\lambda} p_2 = 0.$$

(2) განტოლებებში  $\nu$  არის პუასონის კოეფიციენტი. თუ კაშხალის დაბეტონება შესრულდება ბლოკური ხერხით, ჩაჯდომის დეფორმაციის ნაწილობრივი სტაბილიზებისათვის, მაშინ მოცულობით ძალთა კომპონენტები  $p_a = p_\beta = p_\gamma = 0$ , რადგან საკუთარი წონისაგან დეფორმაციები წარმოიშობიან უკანასკნელი ბლოკის შეკვრამდე. მიუხედავად ამისა, საჭიროა საკუთარი წონის გავლენა გათვალისწინებულ იქნეს სენარატული გზით.

თუ კაშხალს ჰორიზონტალურ კვეთში აქვს მუდმივი სისქე, ქუსლისკენ გაუთხლებლად (პრაქტიკაში ეს პირობა ჩვეულებრივ დაცულია), მაშინ (5) სასაზღვრო პირობები ლებულობენ სახეს

$$\sin \delta \left[ 2\mu \frac{\partial u}{\partial x} + \lambda \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{R} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{\partial w}{\partial \gamma} + \frac{w}{R} \right) \right] + \cos \delta \left[ \mu \left( \frac{\partial u}{\partial \gamma} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) \right] = X_2,$$

$$\cos \delta \left[ \mu \left( \frac{\partial v}{\partial \gamma} + \frac{1}{R} \frac{\partial w}{\partial \theta} - \frac{v}{R} \right) \right] + \sin \delta \left[ \mu \left( \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{1}{R} \frac{\partial u}{\partial \theta} \right) \right] = Y_2, \quad (13)$$

$$\cos \delta \left[ 2\mu \frac{\partial w}{\partial \gamma} + \lambda \left( \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{1}{R} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{\partial w}{\partial \gamma} + \frac{w}{R} \right) \right] + \sin \delta \left[ \mu \left( \frac{\partial u}{\partial \gamma} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) \right] = Z_2,$$

სადაც  $\delta$  კუთხვა საზღვრით მრუდის დახრილობისა საკოორდინატო  $x$  წირის მიმართულებასთან.

(12) და (13) დიფერენციალურ განტოლებათა წრფივობის გამო, შეკვრების პრინციპიდან გამომდინარე, შესაძლო ხდება კაშხალის საერთო დამაბულ მდგომარეობაზე ცალკეულ ძალურ ფაქტორთა (ჰიდროსტატიკური დატვირთვა, სეისმური ძალები და სხვა) გავლენის შესწავლა. კ. ზაგრაივის [2] ცნობილი თეორიის მიხედვით, ჩვენ მიერ შესრულებული მიახლოებითი სქემით გაანგარიშებანი ლაჯანურისა და ენგურის ჰესების თაღოვანი კაშხალებისა სეისმურ ძალებზე, გვიჩვენებენ, რომ ნიშანცვლადი ფიბრული ძაბვები ზედა თაღთა ქუსლებზე მეტად დიდ მნიშვნელობებს აღწევენ ( $\pm 62,87$  კგ/სმ<sup>2</sup>). ეს შედეგები შესაძლოა დაზუსტებულ იქნეს აქ მოყვანილ გასათვლელ განტოლებათა დახმარებით კაშხალთა გაანგარიშების გზით.

საჭიროა შეენიშნოთ, რომ (12) განტოლებები გამოყვანლად მოცემულია ა. ალენის [3] შრომაში. ამ შრომაში მოყვანილია დოკანის (ერაყი) კაშხალის გაანგარიშების შედეგი, მათემატიკოსებისა და ინჟინერთა ჯგუფის მიერ შესრულებული (12) განტოლებების საშუალებით. აღნიშნულ განტოლებათა ინტეგრებისათვის გამოყენებულია სასრულ სხვაობათა მეთოდი, ხოლო მიღებულ ალგებრულ განტოლებათა სისტემა ამოხსნილია რელაქსაციის მეთოდით.

„რესორული“ ტიპის თალოვან კაშხალებს დიშინგერ-კომენდანტის სისტემისას, იტალიის კაშხალს კორფინოს, საფრანგეთის კაშხალს ბრომს და ავსტრალიის ზოგიერთ კაშხალს, თუმცა აქვთ სუფთად ცილინდრული მოხაზულობა, მაგრამ ტოპოგრაფული პირობები იშვიათად იძლევიან ნებას განხორციელდეს ცილინდრული ფორმის კაშხალი. ამიტომ პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს გვექონდეს გამოსავალი განტოლებები კონუსური და სფერული კაშხალებისა, და ორმაგი ცვლადი სიმრუდის კაშხალებისათვის.

თუ (2) განტოლებებში დამოუკიდებელ ცვლადებს  $\alpha$  და  $\beta$ -ს შევცვლით შესაბამისად უგანზომილებო  $\psi$  და  $\theta$  კოორდინატებით და, თუ  $\alpha$  და  $\beta$  საკოორდინატო წირთა სიმრუდის რადიუსებს შესაბამისად  $R_1(\theta, \gamma) = \chi$  და  $R_2(\psi, \gamma) = \eta$ -თი აღვნიშნავთ, ორმაგი ცვლადი სიმრუდის თალოვანი კაშხალის დეფორმაციის კომპონენტათვის მივიღებთ შემდეგ ფორმულებს:

$$e_{\psi\psi} = \frac{1}{\chi} \left( \frac{\partial u}{\partial \psi} + \frac{v}{\eta} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + w \right), \quad l_{\theta\theta} = \frac{1}{\eta} \left( \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{u}{\chi} \frac{\partial \eta}{\partial \psi} + w \right),$$

$$l_{\psi\theta} = \frac{\partial w}{\partial \gamma}, \quad l_{\theta\psi} = \frac{\partial v}{\partial \gamma} + \frac{1}{\eta} \frac{\partial w}{\partial \theta} - \frac{v}{\eta}, \quad (14)$$

$$e_{\psi\theta} = \frac{1}{\chi} \frac{\partial w}{\partial \psi} + \frac{\partial u}{\partial \gamma} - \frac{u}{\chi}, \quad l_{\psi\gamma} = \frac{1}{\eta} \frac{\partial u}{\partial \theta} - \frac{u}{\eta \chi} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + \frac{1}{\chi} \frac{\partial v}{\partial \psi} - \frac{v}{\eta \chi} \frac{\partial \eta}{\partial \psi}.$$

(4)-ის შესაბამად მოცულობითი ვაფართოებისათვის გვექნება

$$\Delta = \frac{u}{\chi \eta} \frac{\partial \eta}{\partial \psi} + \frac{1}{\chi} \frac{\partial u}{\partial \psi} + \frac{v}{\chi \eta} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + \frac{1}{\eta} \frac{\partial v}{\partial \theta} + w \left( \frac{1}{\chi} + \frac{1}{\eta} \right) + \frac{\partial w}{\partial \gamma}. \quad (15)$$

(14) და (15)-ს თუ შევიტანთ (3)-ში, მივიღებთ

$$\sigma_{\psi\psi} = \lambda \left\{ \frac{1}{\chi} \left[ \frac{u}{\eta} \frac{\partial \eta}{\partial \psi} + \left( 1 + \frac{2\mu}{\lambda} \right) \left( \frac{\partial u}{\partial \psi} + \frac{v}{\eta} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \right) \right] + \frac{1}{\eta} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{\partial w}{\partial \gamma} + w \left[ \left( \frac{1}{\chi} + \frac{1}{\eta} \right) + \frac{2\mu}{\eta \lambda} \right] \right\},$$

$$\sigma_{\theta\theta} = \lambda \left\{ \frac{1}{\eta} \left[ \frac{v}{\chi} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + \left( 1 + \frac{2\mu}{\lambda} \right) \left( \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{u}{\chi} \frac{\partial \eta}{\partial \psi} \right) \right] + \frac{1}{\chi} \frac{\partial u}{\partial \psi} + \frac{\partial w}{\partial \gamma} + w \left[ \left( \frac{1}{\chi} + \frac{1}{\eta} \right) + \frac{2\mu}{\eta \lambda} \right] \right\},$$

$$\sigma_{\psi\theta} = \lambda \left[ \frac{1}{\chi} \left( \frac{u}{\eta} \frac{\partial \eta}{\partial \psi} + \frac{\partial u}{\partial \psi} \right) + \frac{1}{\eta} \left( \frac{v}{\chi} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + \frac{\partial v}{\partial \theta} \right) + w \left( \frac{1}{\chi} + \frac{1}{\eta} \right) + \frac{\partial w}{\partial \gamma} \left( 1 + \frac{2\mu}{\lambda} \right) \right], \quad (16)$$

$$\sigma_{\psi\gamma} = \mu \left( \frac{\partial v}{\partial \gamma} - \frac{v}{\eta} + \frac{1}{\eta} \frac{\partial w}{\partial \theta} \right), \quad \sigma_{\theta\gamma} = \mu \left( \frac{1}{\chi} \frac{\partial w}{\partial \psi} - \frac{u}{\chi} + \frac{\partial u}{\partial \gamma} \right),$$

$$\sigma_{\gamma\gamma} = \mu \left( \frac{1}{\eta} \frac{\partial u}{\partial \theta} - \frac{u}{\eta \chi} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + \frac{1}{\chi} \frac{\partial v}{\partial \psi} - \frac{v}{\eta \chi} \frac{\partial \eta}{\partial \psi} \right).$$

თუ (1) განტოლებიდან გამოვრიცხავთ ძაბვის კომპონენტებს (16)-ის საშუალებით, მივიღებთ ორმაგი ცვლადი სიმრუდის თალოვანი კაშხალის გასაანგარიშებლად შემდეგ განტოლებებს:

$$\begin{aligned}
 & \lambda \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \left\{ \frac{1}{\chi} \left[ \frac{u}{\eta} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} + \left( 1 + \frac{2\mu}{\lambda} \right) \left( \frac{\partial u}{\partial \phi} + \frac{v}{\eta} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \right) \right] + \frac{1}{\eta} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{\partial w}{\partial z} + \right. \\
 & + w \left[ \left( \frac{1}{\chi} + \frac{1}{\eta} \right) + \frac{2\mu}{\chi \lambda} \right] \left. \right\} + \eta \chi \left\{ \frac{1}{\chi} \left[ \frac{1}{\eta^2} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \left( \eta \frac{\partial u}{\partial \phi} - u \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \right) + \frac{u}{\eta} \frac{\partial^2 \eta}{\partial \phi^2} + \right. \right. \\
 & + \left. \left. \left( 1 + \frac{2\mu}{\lambda} \right) \left( \frac{\partial^2 u}{\partial \phi^2} + \frac{1}{\eta} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \frac{\partial v}{\partial \phi} - \frac{v}{\eta^2} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} + \frac{v}{\eta} \frac{\partial^2 \chi}{\partial \theta^2} \right) \right] + \frac{1}{\eta} \frac{\partial^2 v}{\partial \theta^2} - \right. \\
 & - \frac{1}{\eta^2} \frac{\partial^2 v}{\partial \theta^2} - \frac{1}{\eta^2} \frac{\partial v}{\partial \theta} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} + \frac{\partial^2 w}{\partial \phi \partial z} + \frac{1}{\chi} \frac{\partial w}{\partial \phi} + \frac{1}{\eta} \frac{\partial w}{\partial \phi} - \frac{w}{\eta^2} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \left. \right\} + 2\mu \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \left( \frac{1}{\eta} \frac{\partial u}{\partial \theta} - \right. \\
 & - \frac{u}{\eta \chi} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + \frac{1}{\chi} \frac{\partial v}{\partial \phi} - \frac{v}{\eta \chi} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \left. \right) + \chi \mu \left[ \frac{1}{\eta} \frac{\partial^2 u}{\partial \theta^2} - \frac{1}{\eta \chi^2} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \left( \chi \frac{\partial u}{\partial \theta} - u \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \right) - \right. \\
 & - \frac{u}{\chi \eta} \frac{\partial^2 \chi}{\partial \theta^2} - \frac{1}{\chi^2} \frac{\partial v}{\partial \phi} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + \frac{1}{\chi} \frac{\partial^2 v}{\partial \phi \partial \theta} - \frac{1}{\eta \chi^2} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \left( \chi \frac{\partial v}{\partial \theta} - v \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \right) - \\
 & - \left. \frac{v}{\chi \eta} \frac{\partial^2 \eta}{\partial \phi \partial \theta} \right] + \left( \frac{1}{\chi} \frac{\partial w}{\partial \phi} + \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{u}{\chi} \right) (\eta + \chi) \mu + \eta \chi \mu \left( \frac{1}{\chi} \frac{\partial^2 w}{\partial z \partial \theta} - \right. \\
 & - \frac{1}{\chi^2} \frac{\partial w}{\partial \phi} \frac{\partial \chi}{\partial z} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} - \frac{1}{\chi} \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{u}{\chi^2} \frac{\partial \chi}{\partial z} \left. \right) - \lambda \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \left\{ \frac{1}{\eta} \left[ \frac{v}{\chi} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + \right. \right. \\
 & + \left. \left. \left( 1 + \frac{2\mu}{\lambda} \right) \left( \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{u}{\chi} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \right) \right] + \frac{1}{\chi} \frac{\partial u}{\partial \phi} + \frac{\partial w}{\partial z} + w \left[ \left( \frac{1}{\chi} + \frac{1}{\eta} \right) + \right. \right. \\
 & \left. \left. + \frac{2\mu}{\eta \lambda} \right] \right\} + \eta \mu \left( \frac{1}{\chi} \frac{\partial w}{\partial \phi} + \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{u}{\chi} \right) + \kappa \eta \rho z = 0, \quad (17)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \lambda \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \left\{ \frac{1}{\eta} \left[ \frac{v}{\chi} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + \left( 1 + \frac{2\mu}{\lambda} \right) \left( \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{u}{\chi} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \right) \right] + \frac{1}{\chi} \frac{\partial u}{\partial \phi} + \frac{\partial w}{\partial z} + \right. \\
 & + w \left[ \left( \frac{1}{\chi} + \frac{1}{\eta} \right) + \frac{2\mu}{\eta \lambda} \right] \left. \right\} + \chi \lambda \left\{ \frac{1}{\eta} \left[ \frac{1}{\chi^2} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \left( \chi \frac{\partial v}{\partial \theta} - v \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \right) + \frac{v}{\chi} \frac{\partial^2 \chi}{\partial \theta^2} + \right. \right. \\
 & + \left. \left. \left( 1 + \frac{2\mu}{\lambda} \right) \cdot \left( \frac{1}{\chi} \frac{\partial u}{\partial \theta} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} - \frac{u}{\chi^2} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 v}{\partial \theta^2} \right) \right] + \frac{1}{\chi} \frac{\partial^2 u}{\partial \phi \partial \theta} - \frac{1}{\chi^2} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \frac{\partial u}{\partial \phi} + \right. \\
 & + \frac{1}{\chi} \frac{\partial w}{\partial \theta} - \frac{w}{\chi^2} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + \frac{1}{\eta} \frac{\partial w}{\partial \theta} + \frac{2\mu}{\eta \lambda} \frac{\partial w}{\partial \theta} + \frac{\partial^2 w}{\partial z \partial \theta} \left. \right\} + \mu \left( \frac{\partial v}{\partial z} - \frac{v}{\eta} + \right. \\
 & + \frac{1}{\eta} \frac{\partial w}{\partial \theta} \left. \right) \cdot (\eta + \chi) + \chi \eta \mu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} - \frac{1}{\eta} \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{v}{\eta^2} + \frac{1}{\eta} \frac{\partial^2 w}{\partial z \partial \theta} - \frac{1}{\eta^2} \frac{\partial w}{\partial \theta} \right) + \\
 & + \eta \mu \left[ \frac{1}{\eta} \frac{\partial^2 u}{\partial \theta \partial \phi} - \frac{1}{\eta^2} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \frac{\partial u}{\partial \theta} - \frac{1}{\chi \eta} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \frac{\partial u}{\partial \phi} + \frac{u}{\chi \eta^2} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} + \frac{1}{\chi} \frac{\partial^2 v}{\partial \phi^2} - \right. \\
 & - \frac{v}{\chi \eta} \frac{\partial^2 \eta}{\partial \phi^2} - \frac{1}{\chi \eta} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \frac{\partial v}{\partial \phi} + \frac{v}{\chi \eta^2} \left( \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \right)^2 \left. \right] + 2\mu \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \left( \frac{1}{\eta} \frac{\partial u}{\partial \theta} - \frac{u}{\eta \chi} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + \right. \\
 & + \frac{1}{\chi} \frac{\partial v}{\partial \phi} - \frac{v}{\eta \chi} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \left. \right) - \lambda \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \left\{ \frac{1}{\chi} \left[ \frac{u}{\eta} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} + \left( 1 + \frac{2\mu}{\lambda} \right) \left( \frac{\partial u}{\partial \phi} + \frac{v}{\eta} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \right) \right] + \right. \\
 & + \frac{1}{\eta} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{\partial w}{\partial z} + w \left[ \left( \frac{1}{\chi} + \frac{1}{\eta} \right) + \frac{2\mu}{\chi \lambda} \right] \left. \right\} + \chi \mu \left( \frac{\partial v}{\partial z} - \frac{v}{\eta} + \frac{1}{\eta} \frac{\partial w}{\partial \theta} \right) + \\
 & + \chi \eta \rho z = 0,
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \lambda(\chi + \eta) \left[ \frac{1}{\chi} \left( \frac{u}{\eta} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} + \frac{\partial u}{\partial \phi} \right) + \frac{1}{\eta} \left( \frac{v}{\chi} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + \frac{\partial v}{\partial \theta} \right) + w \left( \frac{1}{\chi} + \frac{1}{\eta} \right) + \right. \\ & \left. + \frac{\partial w}{\partial z} \left( 1 + \frac{2\mu}{\lambda} \right) \right] + \chi \eta \lambda \left[ \frac{\partial \eta}{\partial \phi} \left( \frac{1}{\chi \eta} \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{u}{\chi^2 \eta} - \frac{u}{\chi \eta^2} \right) + \frac{1}{\chi} \frac{\partial^2 u}{\partial \phi^2} - \right. \\ & \left. - \frac{1}{\chi^2} \frac{\partial u}{\partial \phi} + \frac{\partial \chi}{\partial \phi} \left( \frac{1}{\eta \chi} \frac{\partial v}{\partial z} - \frac{v}{\chi \eta^2} - \frac{v}{\chi^2 \eta} \right) + \frac{1}{\eta} \frac{\partial^2 v}{\partial \theta^2} - \frac{1}{\eta^2} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \right. \\ & \left. + \frac{\partial v}{\partial z} \left( \frac{1}{\chi} + \frac{1}{\eta} \right) - w \left( \frac{1}{\chi^2} + \frac{1}{\eta^2} \right) \right] + \mu \frac{\partial \eta}{\partial z} \left( \frac{1}{\chi} \frac{\partial v}{\partial \phi} + \frac{\partial u}{\partial z} - \frac{u}{\chi} \right) + \\ & + \eta \mu \left( \frac{1}{\chi} \frac{\partial^2 w}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial \phi^2 \partial z} - \frac{1}{\chi} \frac{\partial u}{\partial \phi} \right) + \chi \mu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial z \partial \theta} - \frac{1}{\eta} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{1}{\eta} \frac{\partial^2 v}{\partial \theta^2} \right) + \\ & + \mu \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \left( \frac{\partial v}{\partial z} - \frac{v}{\eta} + \frac{1}{\eta} \frac{\partial w}{\partial \theta} \right) - \eta \lambda \left\{ \frac{1}{\chi} \left[ \frac{\partial \eta}{\eta} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} + \left( 1 + \frac{2\mu}{\lambda} \right) \left( \frac{\partial u}{\partial \phi} + \right. \right. \right. \\ & \left. \left. + \frac{v}{\eta} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} \right) \right] + \frac{1}{\eta} \frac{\partial v}{\partial \theta} + \frac{\partial w}{\partial z} + w \left[ \left( \frac{1}{\chi} + \frac{1}{\eta} \right) + \frac{2\mu}{\chi \lambda} \right] \right\} - \chi \lambda \left\{ \frac{1}{\eta} \left[ \frac{v}{\eta} \frac{\partial \chi}{\partial \theta} + \right. \right. \\ & \left. \left. + \left( 1 + \frac{2\mu}{\lambda} \right) \left( \frac{u}{\chi} \frac{\partial \eta}{\partial \phi} + \frac{\partial v}{\partial \theta} \right) \right] + \frac{1}{\chi} \frac{\partial u}{\partial \phi} + \frac{\partial w}{\partial z} + w \left[ \left( \frac{1}{\chi} + \frac{1}{\eta} \right) + \frac{2\mu}{\chi \lambda} \right] \right\} + \\ & \left. + \eta \chi \rho_T = 0. \right. \end{aligned}$$

(16) და (17) ზოგადი განტოლებებიდან, როგორც კერძო შემთხვევა, მიიღებინ კონუსურ და სფერულ მოხაზულობათა თაღოვანი კაშხალების გასაანგარიშებელი განტოლებანი. ორმაგი სიმრუდის თაღოვანი კაშხალები გავრცელებულია იტალიაში გუმბათიანი კაშხალების სახელით.

კერძო შემთხვევაში, თუ მრუდწირული  $\alpha, \beta, \gamma$  კოორდინატებიდან გადავალთ დეკარტის კოორდინატებზე  $X, Y, Z$ , მაშინ (1), (14) და (17) განტოლებებიდან მივიღებთ შესაბამისად ნავიეს, კოშისა და ლამეს განტოლებებს.

დრეკადობის თეორიის ზოგადი ფორმულებიდან გამომდინარე, შესაძლოა მიღებულ იქნეს საანგარიშო განტოლებანი ტემპერატურული გავლენისთვისაც, და აგრეთვე გათვალისწინებულ იქნეს კაშხალის საფუძვლისა და ნაპირების დამყოლობის გავლენა, ფოგტის ნიახლოებითი ფორმულებით.

ამრიგად, არსებობს რეალური შესაძლებლობა თაღოვანი კაშხალების გაანგარიშებებისა, როგორც სამგანზომილებიანი სხეულისა, გამამარტივებელი ჰიპოთეზების გარეშე, რომლებიც ამახინჯებენ დაძაბულ მდგომარეობას.

საჭიროა შევნიშნოთ, რომ, (17) განტოლებებს აქვთ საკმაოდ რთული სახე, მაგრამ ამ განტოლებათა ინტეგრება გამოთვლითი მათემატიკის მეთოდებით საკარგობლად მარტივდება. ამჟამად დაბრკოლებას არ წარმოადგენს დიდრიცხვ განტოლებათა ამოხსნა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
გამოთვლითი ცენტრი

(რედაქციას მიუვცია 21.9.1960)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. Ляв. Математическая теория упругости, Москва-Ленинград, 1935.
2. К. С. Завриев. Динамика сооружений. Тбилиси, 1943.
3. А. Аллен. Расчет Доканской Плотины. Перевод с английского. Лондон, 1957.

ბ. სვანიძე

## თეორიული ჰიდროლოგიური რიგის მოდელირება მონტე-კარლოს მეთოდით

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. თნაშვილმა 18.12.1960)

მდინარეთა რეჟიმზე ნატარებული ჰიდრომეტრიული დაკვირვებები უმეტეს შემთხვევაში მხოლოდ რამდენიმე ათეულ წელს მოიცავს და უპირატესად განსაზღვრულია 20—50 წლების ფარგლებში. მხოლოდ ზოგი დიდი მდინარისათვის (ეოლგა, დნებრი, ნემანი) არსებობს უფრო ხანგრძლივი დაკვირვებების მონაცემები. არსებული მასალა ხშირად არასაკმარისია რიგი მეტად მნიშვნელოვანი წყალსამეურნეო ამოცანების გადასაწყვეტად, განსაკუთრებით, მდინარის ჩანადენის მრავალწლიური რეგულირებისას. ამის გამო დიდი მნიშვნელობა აქვს ისეთი ეფექტური მეთოდების დამუშავებას, რომელთა საშუალებით შესაძლოა დაკვირვების მასალებიდან მაქსიმალური ინფორმაციის მიღება. ჩანადენის აღწერის ერთ-ერთი ასეთ ეფექტური საშუალებაა თეორიული ჰიდროლოგიური რიგების მიღების ქვემოთ აღწერილი მეთოდი. იგი ემყარება შემთხვევითი გამოცდის ხერხს, რომელიც ცნობილია მონტე-კარლოს მეთოდის სახელწოდებით<sup>1</sup>.

მონტე-კარლოს მეთოდის მოდელირების უნარის ძირითადი არსი შემდგომი მდგომარეობს. ვთქვათ, ცნობილია რალაც შემთხვევითი  $X$  სიდიდის ალბათობის განაწილების კანონი. არსებული ექსპერიმენტული (დაკვირვებითი) მონაცემების საფუძველზე განისაზღვრება პარამეტრები და აიგება განაწილების ცალსახა ინტეგრალური ფუნქცია

$$F(x) = \int_x^{-\infty} x f(x) dx,$$

რაც აღნიშნავს იმის ალბათობას, რომ  $X < x$ .

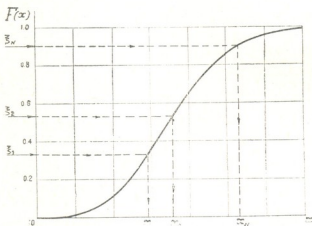
აქ  $f(x)$  ალბათობის სიმკვრივეა.

შემდეგ გათამაშების საშუალებით წარმოებს შემთხვევითი სიდიდის სხვადასხვა მნიშვნელობათა გენერაცია  $(0,1)$  ინტერვალში თანაბრად განაწილებული შემთხვევითი რიცხვების ცხრილის მეშვეობით (იხ., მაგალითად, [3]). ამ მიზნით ცხრილიდან ალაღბებულზე აიღება ზოგიერთი შემთხვევითი რიცხვი  $\xi_j$ ,

<sup>1</sup> მეთოდი ჩამოყალიბებულია მათემატიკოსების ულამისა და ნეიმანის მიერ 1947 წ. [1]. შემდგომ მეთოდი უფრო სრულყოფილ იქნა და მან ფართო გამოყენება ჰპოვა ფიზიკის სხვადასხვა ამოცანის ამოხსნისას ბერნარდინის, ბუსის, ლინდენბაუმის, ვილსონის, ჰაუკანდიხის, შადურის, ქუმსიშვილისა და სხვათა შრომებში. ყველაზე უფრო მისაწვდომი სახით მეთოდის აღწერა მოცემულია ვ. ჰაუკანდიხის შრომაში [2].

$\xi_1, \dots, \xi_N$ , რომლებიც ჩაითვლება ალბათობად  $F(x_1), F(x_2), \dots, F(x_N)$  და გრაფიკში შესვლით თანმიმდევრულად განისაზღვრება შესაბამისი შემთხვევითი სიდიდეები  $(x_1, x_2, \dots, x_N)$ . გათამაშების მრავალჯეროვანი განმეორებით მიღებული შემთხვევითი სიდიდის  $x_i$  მნიშვნელობები დაექვემდებარება  $F(x)$  განაწილების კანონს და მით უფრო ზუსტად, რაც უფრო მეტია ამონაკრები  $N$ .

ამრიგად, თუ გვაქვს ექსპერიმენტული მონაცემების განსაზღვრული რაოდენობა ( $n$ ), მაშინ ცნობილი ან რაიმე ჰიპოთეზით აღებული განაწილების კანონისათვის შეიძლება მივიღოთ პრაქტიკულად განუსაზღვრელი რაოდენობის მონაცემები ( $N$ ) გამოსაკვლევი შემთხვევითი სიდიდის შესახებ ( $N$  არსებითად მეტია  $n$ -ზე).



ნახ. 1

მდინარის ჩანადენი წარმოდგენს უწყვეტ სტოქასტურ პროცესს [4], მაგრამ წყალსამეურნეო ანგარიშებისათვის იგი შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც მარკოვისებური პროცესი დისკრეტული დროით და მდგომარეობის უსასრულო რიცხვით.

ჰიდროლოგიასა და მდინარის ჩანადენის რეგულირების თეორიაში ჩანადენის განაწილების კანონი წარმოდგენილია როგორც უზრუნველყოფის მრუდი  $P(x)$ . ამ მრუდის კავშირი ალბათობის თეორიაში და მათემატიკურ სტატისტიკაში ჩვეულებრივ ხმარებულ განაწილების ფუნქციასთან გამოიხატება დამოკიდებულებით

$$P(x) = 1 - F(x) = \int_x^{\infty} f(x) dx,$$

რაც ნიშნავს  $X \cong x$  ალბათობას.

წინამდებარე შრომაში აღწერილი მეთოდის არსის განსამარტავად არა აქვს მნიშვნელობა იმას, თუ ანგარიშისათვის სახელდობრ რომელი სახის უზრუნველყოფის მრუდია გამოყენებული. მთავარია, რომ მიღებული ჰიპოთეზა



შეძლებისდაგვარად საიმედო იყოს და კარგად ეთანხმებოდეს ჩანადენის და-  
 ლებადობის ზოგად კანონზომიერებებს და უშუალო ჰიდრომეტრიული და-  
 კვირების მონაცემებს<sup>(1)</sup>. შეიძლება, მაგალითად, ამ მიზნისათვის გამოყენე-  
 ბულ იქნეს ალბათურ უჯრაქალაღზე უშუალო დაკვირვებების საფუძველზე  
 აგებული ლოგარითული ანამორფოზა, უზრუნველყოფის ნატურალური მრუ-  
 დები და ა. შ., მაგრამ უპირატესობა უნდა მიენიჭოს თეორიული განაწილე-  
 ბის ისეთ მრუდებს, როგორცაა ბინომიალური მრუდი (პირსონის III ტიპის  
 მრუდი), ს. კრიცკისა და მ. მენკელის მრუდი [5] და ა. შ., ვინაიდან  
 ეს მრუდები კარგად ეთანხმება დაკვირვების შედეგებს, მათ ასაგებად არსე-  
 ბობს მზა ცხრილები და ბოლოს, რაც მეტად არსებითია, ანგარიშების ჩატა-  
 რებისას აღნიშნული მრუდების ანალიზური გამოსახულება შეიძლება პრო-  
 გრამის სახით გადაეცეს სათვლელ მანქანას.

ჰიდროლოგიური რიგების სტატისტიკური აღწერა სავსებით ცალსახად  
 წარმოებს ისეთი პარამეტრების მეშვეობით, როგორცაა საშუალო ჩანადენი  
 $\bar{W}$  (ან საშუალო ხარჯი  $Q$ ), ვარიაციის კოეფიციენტი  $C_v$ , ასიმეტრიის კო-  
 ეფიციენტი  $C_s$  (ზშირად აიღება  $2C_s$ -ს ტოლად) და კორელაციის კოეფიცი-  
 ენტი  $r$ . აქედან გამომდინარე, განხილულ უნდა იქნეს ორი შემთხვევა, იმისდა  
 მიხედვით, ჩანადენის მოცულობა (ან საშუალო ხარჯი) დროის სხვადასხვა  
 მონაკვეთში (დაზაში) სტატისტიკური აზრით ა) დამოუკიდებელია, თუ ბ) დამო-  
 კიდებულია.

თეორიული ჰიდროლოგიური რიგების მოდელირების ჩვენ მიერ დამუ-  
 შავებული მეთოდის აღწერა მოსახერხებელია ჩატარდეს წლიური ჩანადენის  
 მაგალითზე, თუმცა მეთოდის გამოყენება შეიძლება აგრეთვე უფრო მოკლე  
 დახის შემთხვევაშიაც.

კორელაციური კავშირის არარსებობის შემთხვევაში რიგის აგება შე-  
 მდეგი წმინდევრობით უნდა მოხდეს.

ვთქვათ, ჩანადენის წლიური მოცულობების უზრუნველყოფის მრუდი  
 ცნობილია და გამოხატულია ბინომიალური მრუდის სახით. დაკვირვებით მი-  
 ლებული ჰიდროლოგიური რიგის მონაცემებით წარმოებს პარამეტრების გან-  
 საზღვრა და ფოსტერ-რიბკინის ცხრილის მეშვეობით აიგება მოდულური კო-  
 ეფიციენტების  $k_i = \frac{W_i}{\bar{W}} = \frac{Q_i}{Q}$  უზრუნველყოფის მრუდი. აქ  $W_i$  ჩანადე-  
 ნის მოცულობაა და  $Q_i$  საშუალო წლიური ხარჯი ნებისმიერი  $i$ -წლისათვის.

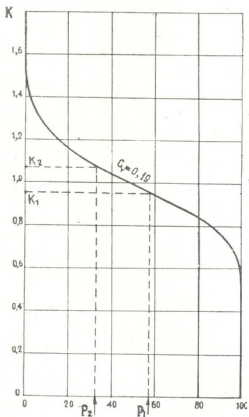
შემდეგ შემთხვევითი რიცხვების ცხრილის მეშვეობით წარმოებს გათა-  
 მაშება და თანამიმდევრულად განისაზღვრება მდინარის წლიური ჩანადენის  
 (უფრო სწორედ, მისი მოდულური კოეფიციენტის) მნიშვნელობები. ცხრილი-  
 დან ალაღებდზე აიღება რომელიღაც რიცხვი (თუნდაც 5732), და, ვთქვათ,  
 პირველი სამი ნიშანი მიიღება წლიური ჩანადენის უზრუნველსაყოფად პრო-

(1) მრუდის არჩევა, რომელიც ყველაზე უკეთ დააკმაყოფილებს აღნიშნულ მოთხოვნი-  
 ლებებს, მეტად ნიშნავსაა საკითხია. იგი დამოუკიდებელ ინტერესს წარმოადგენს და აქ  
 არ განიხილება.



ცენტის მეათედ ნაწილებში (57,3%). უზრუნველყოფის ამ მნიშვნელობით წარმოებს შესვლა გრაფიკში და განისაზღვრება პირველი წლის ჩანადენი  $k_1$ . მსგავსად ხდება  $k_2$ ,  $k_3$  და ა. შ. მნიშვნელობების განსაზღვრა (ნახ. 2).

იმისათვის, რომ უზრუნველყოფილ იქნეს არჩევის შემთხვევითობა, საჭიროა ცხრილის სარგებლობა მოხდეს რაიმე წინასწარ განსაზღვრული წესით. მაგალითად, რიცხვების აღება მოხდეს მიმდევრობით ზევიდან ქვევით, ქვევიდან ზევით, ორი რიცხვის გამოშვებით ზევიდან ქვევით და ა. შ. მიღებული წესი



ნახ. 2

არ უნდა შეიცვალოს გათამაშების მოცემული სერიის დამთავრებამდე. არ შეიძლება აგრეთვე მოცემული ანგარიშის განმავლობაში ორჯერ იქნეს აღებული ცხრილის ერთი და იგივე მონაკვეთი.

ამ გზით შეიძლება ჩატარდეს ნებისმიერი სიგრძის თეორიული ჰიდროლოგიური რიგის გენერირება (მაგალითად, რამდენიმე ასეული ან ათასი წლისათვის).

მსგავს ანგარიშებს ჩვეულებრივი ამოკრეფის საშუალებით ზოგიერთი მკვლევარი ადრეც ატარებდა. სადღერმა 1927 წელს გამოაქვეყნა ნაშრომი [7], სადაც წინადადებას იძლეოდა უზრუნველყოფის მრუდი 50 თანაბრად-ალბათურ ნაწილად გაყოფილიყო და შემთხვევითი ამოკრეფით აგებულიყო ხელოვნური ჰიდროლოგიური რიგი 1000 წლისათვის. მეთოდმა შემდგომ გამოყენება ჰპოვა ს. რიბკინის (1940), ი. ბურლაის (1957) და სხვათა შრომებში.

მიუხედავად იმისა, რომ ამოკრეფის ტექნიკა (ურნის სქემა ბურთის დაბრუნებით) პრიმიტიული იყო, თეორიული რიგების აგების იდეა უთუოდ პროგრესულად და პერსპექტიულად უნდა ყოფილიყო მიჩნეული. ამ ორიგინალურმა მიმართულებამ აქამდე ვერ ჰპოვა საკმარისი გავრცელება, კერძოდ იმ ნაკლოვანებათა გამო, რაც მეთოდს ახასიათებდა თავდაპირველი დასმისას. უზრუნველყოფის მრუდის დაყოფა მცირე რაოდენობის თანაბრად-ალბათურ საფეხურებად (ინტერვალებად) ზღუდავდა ჩანადენის მოცულობას მხო-

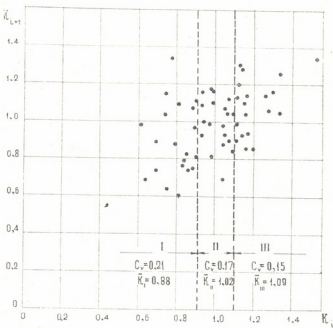
ლოდ წინასწარ არჩეული მნიშვნელობებით, მხედველობაში არ მიიღწევა კორელაციური კავშირი მეზობელი წლების ჩანადენს შორის, არ ყოფილა ცდა წლის დაყოფისა დამახასიათებელ ფაზებად, გამოიყენებოდა ანგარიშის პრიმიტიული ტექნიკა და ა. შ.

სპეციალურ ლიტერატურაში შეიძლება შევხვდეთ ამოკრეფის საშუალებით თეორიული რიგის აგების წინააღმდეგ გამოსვლის შემთხვევებს, ჩვეულებრივ ეს დავა რაიმე მტკიცების გარეშე ხდება და, როგორც წესი, სრულიად დაუსაბუთებელია. თუ მიღებულია პოსტულატი, რომ რიგის წევრები ურთიერთდამოუკიდებლებია, მაშინ ამოკრეფა უზრუნველყოფის მრუდის შემეფობით ისევე უფლებამოსილია, როგორც ნებისმიერი სხვა მეთოდის შემთხვევაში, რომელიც ამავე მრუდით სარგებლობს (მაგალითად, ჩანადენის რეგულირების განზოგადებული მეთოდები).

მეზობელი ფაზების ჩანადენის მოცულობებს შორის კორელაციური კავშირის მხედველობაში მიღება შეიძლება განხორციელდეს ჩანადენის როგორც მარკოვის პროცესად განხილვისას დისკრეტული დროით. პირველი მიხედვებით მიზანშეწონილია დაეკმაყოფილდეთ მეზობელ წლებს შორის არსებული სტოქასტური კავშირის გათვალისწინებით. ეს იმას ნიშნავს, რომ ჩანადენის ცვალებადობა განხილულ იქნეს როგორც მარკოვის უბრალო ჯაჭვი. ამ შემთხვევაში ჰიდროლო-

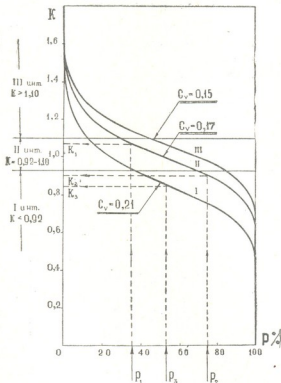
გიური რიგის მოდელირება მონტე-კარლოს მეთოდის გამოყენებით შეიძლება ჩატარდეს შემდეგი მიმდევრობით.

პირველ რიგში საჭიროა აიგოს გარდამავალი ფუნქცია  $F(k_{i+1}/k_i)$ , რომელიც გამოხატავს  $k_{i+1}$ -ის მნიშვნელობის განსაზღვრის პირობით ალბათობას, თუკი ცნობილია  $k_i$ . დასმული ამოცანის გრაფიკული ამოხსნისას გარდამავალი ფუნქცია გამოისახება მრუდთა ოჯახით. მეზობელი წლებისათვის დაკვირვებით მიღებული ჩანადენის სიდიდეები წყვილ-წყვილად გამოიყენება კორელაციური ველის ასაგებად (ნახ. 3). ველი იყოფა ინტერვალებად იმ ვარაუდით,



ნახ. 3

რომ ყოველი მათგანი შეიცავდეს დაახლოებით  $\frac{n-1}{m}$  წერტილს  $k_i$  და  $k_{i+1}$  კოორდინატებით ( $n$ -დაკვირვებით მიღებული პიდროლოგიური რიგის წევრთა საერთო რიცხვია). ამის შემდეგ ყოველი  $j$  ინტერვალისათვის განისაზღვრება პარამეტრები ( $k_j, C_{rj}, C_{sj}$ ) და იგება შესაბამისი უზრუნველყოფის მრუდი. ფოსტერ-რიბკინის ცხრილიდან აღებული ორდინატების მნიშვნელობები უნდა გამრავლდეს შესაბამის  $k_j$ -ზე იმისათვის, რომ უზრუნველყოფის მრუდთა მთელი ოჯახისათვის გვექონდეს ერთიანი მოდულური კოეფიციენტი  $k_i$  (ნახ. 4).



ნახ. 4.

(ვთქვათ, II მრუდი) მოიძებნება პირველი წლის ჩანადენი  $k_1$ . განისაზღვრება, თუ რომელ ინტერვალში მოხვდა  $k_1$  და მეორე გათამაშებისას გამოიყენება შესაბამისი მრუდი. ცხრილიდან აიღება შემდეგი შემთხვევითი სიდიდე ( $p_2 = 75,1\%$ ) და გრაფიკში შესვლით მოიძებნება მეორე წლის ჩანადენი  $k_2$ . განისაზღვრება, თუ რომელ ინტერვალში მოხვდა  $k_2$  (III ინტ.) და  $k_2$ -ს დადგენისას გამოიყენება შესაბამისი მრუდი (III მრუდი) და ა. შ.

(<sup>1</sup> პროცესის სტაციონარობის გამო მნიშვნელობა არა აქვს, თუ საიდან იწყება რიგის აგება.)

ინტერვალზე დაყოფა შეიძლება მოხდეს კორელაციური ველის აუგებლად. ამისათვის ამოსავალი დაკვირვებების შედეგები ( $k_i$ ) ჩაიწერება ცხრილში ვარიაციული რიგის სახით და იყოფა დაახლოებით თანაბარ  $m$  ინტერვალად. ყოველი  $k_i$ -ს პირდაპირ ცხრილის მეზობელ სვეტში იწერება  $k_{i+1}$ -ის მნიშვნელობა.  $j$  ინტერვალში მოხვედრილი  $k_{i+1}$ -ის მნიშვნელობების საფუძველზე განისაზღვრება პარამეტრები და იგება უზრუნველყოფის მრუდი. ანალოგიური გზით იგება მრუდები ყველა დანარჩენი ინტერვალისთვისაც.

შემდეგ შემთხვევითი რიცხვების ცხრილის მეშვეობით წარმოებს გათამაშება. ალაღბედზე აიღება რიცხვი (მაგალითად,  $p_1 = 38,4\%$ ) და გრაფიკში შესვლით, ნებისმიერად აღებული უზრუნველყოფის მრუდის გამოყენებით<sup>1</sup>

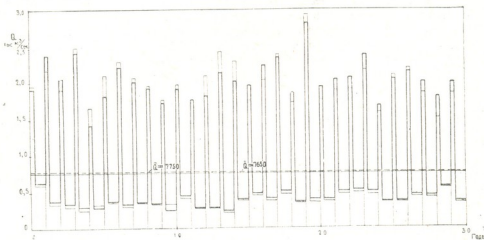
ცდის მრავალჯერ განმეორებით წარმოებს ნებისმიერი სიგრძის თეორიული მრუდის გენერირება.

ზოგჯერ ანგარიშისათვის უფრო მოსახერხებელია არა მოდულური კოეფიციენტების, არამედ უშუალოდ ჩანადენის მოცულობების გამოყენება. ამ შემთხვევაში ჩანადენის მოცულობის ან საშუალო ხარჯის აბსოლუტური მნიშვნელობები განისაზღვრება მოდულური კოეფიციენტების გადამრავლებით შესაბამის საშუალო მნიშვნელობაზე, ე. ი.

$$W_i = k_i \bar{W}, \quad Q_i = k_i \bar{Q}.$$

მიზანი კიდევ უფრო მარტივად შეიძლება იქნეს მიღწეული, როდესაც უზრუნველყოფის მრუდები აგებულია  $W(p)$  ან  $Q(p)$  კოორდინატებში. მაშინ გათამაშებით უშუალოდ მივიღებთ  $W_i$  და  $Q_i$ -ის აბსოლუტურ მნიშვნელობებს.

საანგარიშო ჰიდროლოგიური რიგების მოდელირების აღწერილი მეთოდი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს აგრეთვე იმ შემთხვევაშიაც, როდესაც წელი იყოფა ცალკეულ ფაზებად. ნახ. 5-ზე მოყვანილია მაგალითი წლის გაყოფისა



სურ. 5

წყალდიდობისა და წყალმცირობის პერიოდებად. მსხვილი ხაზით ნაჩვენებია საშუალო ხარჯების ცვლადობის გრაფიკი კორელაციის გათვალისწინებისა და წერილი ხაზით მისი გაუთვალისწინებლობის შემთხვევაში. ვინაიდან გარდამავალი ფუნქცია  $F(Q_n/Q_m)$  ჩვეულებრივ განსხვავდება  $\Phi(Q_n/Q_m)$  გარდამავალი ფუნქციისაგან, ამიტომ საჭიროა მეზობელ ფაზებს შორის არსებული კორელაციური კავშირის გათვალისწინებისას (მარკოვის მარტივი ჯაჭვი) ცალკე იქნეს აგებული მრუდები წყალდიდობიდან  $Q_n$  წყალმცირობაზე  $Q_m$  გადასვლისას და ცალკე წყალმცირობიდან წყალდიდობაზე გადასვლისას. სხვა მხრივ ანგარიშის მეთოდი უცვლელი რჩება დროის ნებისმიერი ინტერვალისათვის (წელი, წყალდიდობა-წყალმცირობა, წლის დროები, თვე) (1). ამავე დროს არ

(1) აქ არ განიხილება საკითხი, თუ რამდენად საფუძვლიანია ცალკეული პერიოდების ჩანონადენის დაყოფა უცვლელი კალენდარული თარიღების საშუალებით. ამ საკითხის შეახებ იხ. [5].



უნდა იქნეს დავიწყებული, რომ გადასვლას წლიდან უფრო მოკლე ინტერვალებზე თან სდევს ცდომილების ზრდა არამეზობელ ფაზებს შორის კორელაციის გაუთვალისწინებლობის გამო.

იმის შემოწმება, თუ აღწერილი მეთოდით მიღებული რიგი რამდენად ესატყვისება დაკვირვების შედეგებს, შეიძლება შემოწმდეს ამოსავალი თეორიული უზრუნველყოფის მრუდისა და გათამაშებით მიღებული ემპირიული მრუდის ურთიერთშედარებით.

როგორც ამას შესრულებული მაგალითები მოწმობს, პროცესი დიდი რიცხვების კანონს ემორჩილება, ვინაიდან ამოკრეუთ მიღებული რიგის გაზრდისას მიღებული შედეგების თანდათანობით სტაბილიზაცია ხდება. 500 წლისათვის აგებული მრუდი საკმარისად ახლოს არის ამოსავალი მრუდიდან. 1000-წლიანი რიგისათვის აღვილი აქვს მრუდების თითქმის სრულ თანხედენას.

შემოწმების მეორე საშუალებას წარმოადგენს ამოსავალი და მიღებული რიგების ძირითადი პარამეტრების ურთიერთშედარება.

გათამაშების შედეგზე დიდ გავლენას ახდენს შემთხვევითი სიდიდეების ცხრილის ხარისხი. მაგალითად, მ. კადროვის ცხრილის ზოგიერთი გვერდი სისტემატურ ცდომილებას იძლევა (0,5-ზე ნაკლები რიცხვები უფრო ხშირად გვხვდება, ვიდრე 0,5-ზე მეტი რიცხვები), რაც იწვევს გათამაშებით მიღებული მრუდის გადაადგილებას ამოსავალი მრუდის მიმართ. ამასთან დაკავშირებით დიდი მნიშვნელობა ენიჭება არსებული ცხრილების შესწორებას მკაცრი კრიტერიუმების (მაგალითად, კოლმოგოროვის კრიტერიუმის) მიხედვით, ან ახალი ცხრილების შედგენას.

ჰიდროლოგიური რიგების მოდელირებისას სათვლელ მანქანებზე გათამაშება კვანძრიცხვების საშუალებით ხდება, ამიტომ შემთხვევითი რიცხვების ცხრილები საჭირო აღარ არის.

უნდა აღინიშნოს, რომ შესაძლებელია სათვლელ მანქანებზე წინასწარი გათამაშების საშუალებით აიგოს ჰიდროლოგიური რიგების აგებისათვის საჭირო სპეციალური ცხრილები, რომლებშიც მოცემული იქნება მოდულური კოეფიციენტების  $k$ -ს მნიშვნელობები სხვადასხვა  $C_r$ -სა და  $C_s$ -ისათვის და  $C_r$ -სა და  $C_s$ -ს შორის გარკვეული შეფარდებისათვის (მაგალითად,  $C_s = 2C_r$  და ა. შ.), ამგვარი ცხრილები შესაძლოს გახდეს გათამაშების გარეშე იქნეს მიღებული მოდულური კოეფიციენტების თანმიმდევრული მნიშვნელობები და აიგოს საანგარიშო ჰიდროლოგიური რიგი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ა. დიუბულოძის სახ. ენერგეტიკის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 18.12.1960)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. S. Ulam and I. Von. Neuman. Bull. Am. math. Soc. 53, 1120, 1947.
2. В. В. Чавчанидзе. Метод случайных испытаний (метод Монте-Карло). Труды Инст. физики АН ГССР, т. III, 1955.
3. М. Кадыров. Таблицы случайных чисел. 1936
4. Н. А. Картвелишвили. О математическом описании и методике расчета регулирования речного стока. Известия АН СССР, ОТН № 1, 1956.
5. С. Н. Крицкий, М. Ф. Менкель. Гидрологические основы речной гидротехники, 1950.
6. Г. Г. Сванидзе, Т. В. Швелидзе. Исследование коррелятивных связей для стока рек Грузии. Труды Инст. энергетики АН ГССР, т. XV, 1961.
7. Ch. Sudler. Storage for regulation of stream flow. TASCE, 1927.
8. Г. Г. Сванидзе. Методика стохастического моделирования гидрологических рядов и некоторые вопросы многолетнего регулирования речного стока. Труды Инст. энергетики АН ГССР, т. XIV, 1961.

განკანთმცოდნეობა

ო. მარბველაშვილი

ბადასარბენში ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარის  
ბანახარისების მეთოდი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. დვალმა 5.1.1961)

გადასარბენზე ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრისათვის სარგებლობენ ავტომობილის დინამიკური და გზის წინააღმდეგობის მახასიათებლების გრაფიკებით. როგორც ცნობილია, ორივე გრაფიკს განლაგებენ ისე, რომ ორდინატის ღერძის მასშტაბი იყოს საერთო, როგორც დინამიკური ფაქტორისათვის  $D = \frac{P_k - P_w}{G}$ , ისე გზის წინააღმდეგობის ჯამური კოეფიციენტისათვის  $\psi = i + f$ .

აქ

$P_k$  — არის ავტომობილის მხები წვევის ძალა,

$P_w$  — ჰაერის წინააღმდეგობის ძალა,

$G$  — ავტომობილის წონა,

$i$  — გზის პროფილის სიგრძივი ქანობი,

$f$  — გორვის წინააღმდეგობის კოეფიციენტი.

ამ მეთოდით სარგებლობენ ავტომობილის აღმართზე მოძრაობის შემთხვევაში, როდესაც გზის წინააღმდეგობის ჯამური კოეფიციენტი დადებითია [1]. იმ შემთხვევაში, როცა მოძრაობის წინააღმდეგობის ჯამური კოეფიციენტი უარყოფითია, ე. ი. როცა ავტომობილი მოძრაობს დაღმართზე და  $i > f$  დინამიკური მახასიათებლის დახმარებით მისი მოძრაობის სიჩქარეების განსაზღვრა არ შეიძლება, ვინაიდან ამ შემთხვევაში ავტომობილის ძრავას მუშაობა გადადის წვევის რეჟიმიდან სამუხრუჭო რეჟიმზე. ამრიგად, დაღმართზე მოძრაობის სიჩქარეები დამოკიდებულია არა ეფექტურ სიმძლავრეზე, არამედ ძრავას სამუხრუჭო სიმძლავრეზე. ამიტომ, ძრავას სამუხრუჭო რეჟიმზე მუშაობის შემთხვევაში საჭიროა შემოვიღოთ ავტომობილის სამუხრუჭო ფაქტორის ცნება, რომელიც ანალოგიურია ავტომობილის დინამიკური ფაქტორისა.

იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ავტომობილი მოძრაობს დაღმართზე რალაც დამყარებული სიჩქარით, შეგვიძლია დავწეროთ შემდეგი გამოსახულება:

$$P_i = P_m + P_f + P_w,$$

სადაც

$P_i$  არის ავტომობილის სიმძიმის ძალის მდგენელი,  
 $P_m$ —ძრავიდან თვლებთან მიყვანილი სამუხრუჭო ძალა,  
 $P_f$ —გორვის წინააღმდეგობის ძალა,  
 $P_w$ —ჰაერის წინააღმდეგობის ძალა;

აქედან

$$P_m + P_w = P_i - P_f.$$

ამ გამოსახულების გაყოფით ავტომობილის წონაზე, მივიღებთ

$$\frac{P_m + P_w}{G} = i - f.$$

გამოსახულება

$$\frac{P_m + P_w}{G} = D_m$$

წარმოადგენს ავტომობილის სამუხრუჭო ფაქტორს. საბოლოოდ ეს გამოსახულება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$D_m = \psi.$$

ზემოთაღნიშნულის საფუძველზე შეგვიძლია ავაგოთ სამუხრუჭო მახასიათებელი, რისთვისაც სამუხრუჭო ძალა  $P_m$  განისაზღვრება ფორმულით

$$P_m = \frac{270 N_m}{\eta \cdot V},$$

სადაც

$N_m$  არის ძრავას სამუხრუჭო სიმძლავრე,  
 $\eta$ —ტრანსმისიის მექანიკური მ. ქ. კ.  
 $V$ —ავტომობილის ზომბრაობის სიჩქარე.

$N_m$ -ს განსაზღვრისათვის საჭიროა გვეკონდეს ძრავას სამუხრუჭო რეჟიმზე მუშაობის მახასიათებელი  $N_m = f(n)$ . აქ მხედველობაში უნდა მივიღოთ, რომ  $N_m$ -ს სიდიდე დამოკიდებულია იმაზე—აქვს თუ არა ძრავას შეზღუდვები მუხრუჭი. ნახ. 1-ზე მოცემულია ავტომობილის ЗИЛ—150 ძრავას მახასიათებელი, რომელიც აღჭურვილია შეზღუდვებილი გაზბოლქვი მუხრუჭით [2, 3].

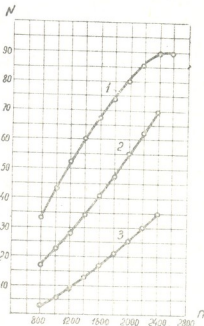
ამ გრაფიკზე მრული 1 შეესაბამება ძრავას ეფექტურ სიმძლავრეს (გარე მახასიათებელი), მრული 2—ძრავას სამუხრუჭო სიმძლავრეს გამბოლქვი მუხრუჭის გამოყენებით და მრული 3—ძრავას სიმძლავრეს იძულებით უქმ სვლაზე.

ამ გრაფიკის მონაცემებით ნახ. 2-ზე აგებულია ავტომობილ 3H.I.—150 სამუხრუჭო მახასიათებელი. აქ მრუდები  $D_{m1}$ ;  $D_{m2}$ ;  $D_{m3}$  და  $D_{m4}$  შეესაბამება დამუხრუჭებას ძრავას საშუალებით სხვადასხვა ვადაცემებზე, გამბოლქვი მუხრუჭის გარეშე; მრუდები  $D_{m81}$ ;  $D_{m82}$ ;  $D_{m83}$  და  $D_{m84}$  კი შეესაბამება დამუხრუჭებას გამბოლქვი მუხრუჭის საშუალებით.

ამ მრუდების საშუალებით ისაზღვრება ავტომობილის მოძრაობის  $V$  სიჩქარის გზის წინააღმდეგობის ჯამურ  $\psi$ -კოეფიციენტთან დამოკიდებულება. როგორც ნახ. 2-დან ჩანს, როდესაც გზის წინააღმდეგობის ჯამური კოეფიციენტი 0,15-ზე ნაკლებია, ავტომობილის ძრავით დამუხრუჭება შეგვიძლია განვხორციელოთ ორი მეთოდით: გამბოლქვი მუხრუჭის გამოყენებლად და გამბოლქვი მუხრუჭის საშუალებით. ორივე შემთხვევაში ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარე გამოდის დაახლოებით ერთი და იგივე, მაგრამ მეორე შემთხვევაში შეგვიძლია სიჩქარეთა კოლოფში ჩაერთოთ მაღალი ვადაცემა, რაც ამცირებს ძრავას ჯამურ ბრუნთა რიცხვს.

თუ ავტომობილი მოძრაობს ტრასაზე, რომელზეც გეხვდება როგორც აღმართები, ისე დაღმართები, მისი სიჩქარე ისაზღვრება ნახ. 3-ზე მოცემული გრაფიკის საშუალებით. ამ ნახაზზე წარმოდგენილია გაერთიანებული გრაფიკი, რომელიც შედგება 1 მრუდის საფუძველზე აგებული ავტომობილის დინამიკური მახასიათებლისა და მე-2 და მე-3 მრუდების (ნახ. 1) საშუალებით აგებული სამუხრუჭო მახასიათებლისაგან. ნახ. 3-ზე მოცემული გრაფიკის ზედა მარჯვენა კვადრანტში აგებულია ავტომობილის დინამიკური მახასიათებელი, ხოლო ზედა მარცხენა კვადრანტში—აღმართზე გადარბენისას ჯამური წინააღმდეგობის მახასიათებელი.

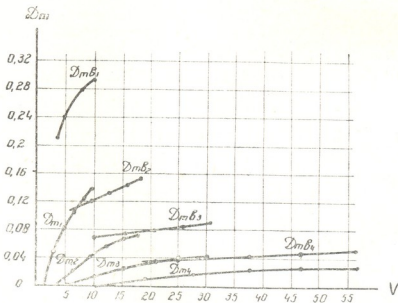
ორივე ზედა კვადრანტს ორდინატის ლერძის მასშტაბი უნდა ჰქონდეს საერთო. ქვედა მარჯვენა კვადრანტში აგებულია ავტომობილის სამუხრუჭო მახასიათებელი, ხოლო ქვედა მარცხენა კვადრანტში დაღმართზე ვადასარბენისას გზის ჯამური წინააღმდეგობის მახასიათებელი.



ნახ. 1



იმისათვის, რომ განსაზღვროთ მოძრაობის სიჩქარე აღმართზე, როდესაც გზის ჯამური წინააღმდეგობა უდრის  $\psi_1$ -ს,  $\sigma$  წერტილიდან მარჯვნივ უნდა გავატაროთ ჰორიზონტალური ხაზი დინამიკური მახასიათებლის რომელიმე მრუდის გადაკვეთამდე. ჩვენს შემთხვევაში მივიღებთ მრუდთან  $D_1$  გადაკვეთის წერტილს— $\sigma$ . ამ წერტილიდან აბსცისის ღერძზე პერპენდიკულარის დაშვებით ვპოულობთ საძიებელ სიჩქარეს. დაღმართზე მოძრაობის დროს, როდესაც ჯამური წინააღმდეგობა უდრის  $\psi_2$ -ს, სიჩქარის განსაზღვრისათვის  $\mu$  წერტილიდან ვატარებთ ჰორიზონტალურ ხაზს სამუხრუჭო მახასიათებლის მრუდის გადაკვეთამდე ( $\mu$  წერტილი), რომლითაც ისაზღვრება ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარე მოცემულ გადასარბენზე.

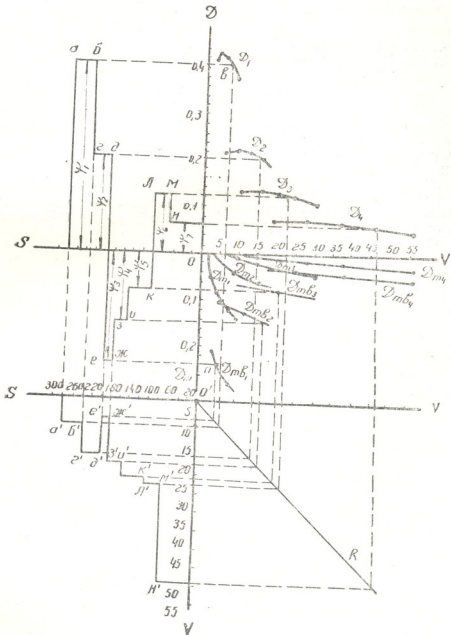


ნახ. 2

ანალოგიურად ისაზღვრება ავტომობილის მოძრაობის სიჩქარე დანარჩენ გადასარბენებზე.

მთელ ტრასაზე ავტომობილის მოძრაობის საშუალო სიჩქარის განსაზღვრისათვის დიაგრამის ქვედა ნაწილში ვავლებთ დამატებითს აბსცისათა ღერძს, რომელზეც კოორდინატთა საწყისიდან (წერტილი  $O'$ ) მარცხნივ გადაიზომება გზის სიგრძე— $S$ , ხოლო მარჯვნივ—მოძრაობის სიჩქარე. თუ  $\sigma$  წერტილიდან  $O'R$  მონაკვეთის გადაკვეთამდე დავუშვებთ სწორ ხაზს და შემდეგ, გადაკვეთის ამ წერტილიდან მარცხნივ გავავლებთ ჰორიზონტალურ ხაზს  $a$  და  $\sigma$  წერტილებიდან დაშვებული სწორების გადაკვეთამდე, მივიღებთ

ა'ს' მონაკვეთს, რომელიც  $\psi_1$  ჯამური წინააღმდეგობის მქონე გალასარბენებზე მოძრაობის სიჩქარეს გვაჩვენებს.



ნახ. 3

ანალოგიური მეთოდით ყველა გადასარბენისათვის შეიძლება ავარით ტეხილი ხაზი ა' რ' დ' ე' კ' ჯ' ნ' კ' ლ' მ' ნ': ამ ტეხილით შემოსაზღვრული ფართობის ტრასის სიგრძეზე გაყოფით შეიძლება სათანადო მასშტაბში მივიღოთ ავტომობილის მოძრაობის საშუალო სიჩქარე ამ ტრასაზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
მანქანათმშენებლობის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.1.1961)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. В. Зимелев. Теория автомобиля. Машгиз, 1959.
2. И. Я. Жебашвили. Система торможения двигателем на автомобиле ЗИЛ—150. Доклады научно-производственной конференции машиностроителей и приборостроителей. Судпромгиз, Ленинград, 1959.
3. И. В. Матикашвили. Автоматизация управления выхлопным тормозом. Доклады научно-производственной конференции машиностроителей и приборостроителей. Судпромгиз, Ленинград, 1959.



ი. მელიქიძე, ი. ხეცურიანი, ვ. ბაშანოვი, თ. ცაბაკალო

ქანების ფიზიკურ-მიქანიკური თვისებების შესწავლა ბურღვის დროს მათი რღვევის თვალსაზრისით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. აგლაძემ 27.5.1960)

სამუშაო შესრულებულია 1957—1958 წლებში საქართველოს სსრ მიცნიერებათა საბჭოსთან არსებული გეოლოგიური სამმართველოს თხოვნით<sup>(1)</sup> ჩვენ მიზნად დავისახეთ სპილენძ-პოლიმეტალური საბადოს მაგალითზე გამოგვევლინა ქანის ფიზიკურ-მექანიკური თვისებათა ის მაჩვენებელი, რომელიც ბურღვის დროს მის რღვევისადმი წინაღობას დაახასიათებდა.

გენეზისის მიხედვით საბადო ჰიდროთერმულს მიეკუთვნება. იგი სპილენძისა და ტყვია-თუთიის ძარღვეებითაა წარმოდგენილი, რომელთა სიმძლავრე რამდენიმე სანტიმეტრიდან 2,5 მეტრამდე იცვლება.

უმთავრესი მადანაშენი მინერალებია: ქალკობირიტი ( $CuFeS_2$ ), გალენიტი ( $PbS$ ) და სფალერიტი ( $ZnS$ ). შემცველ ქანებს, ძირითადად, ტუფბრექჩიები და პორფირიტები შეადგენს. ძარღვების მახლობლად ისინი ჰიდროთერმული ხსნარების ზეგავლენით საგრძნობლადაა შეცვლილი, რაც ქანების სიმაგრეზე და მდგრადობაზე საკმაოდ დიდ გავლენას ახდენს.

საბადოზე მთავრდება გეოლოგიურ-საძიებო სამუშაოები და მარაგის გამოთვლისა და დამტკიცების შემდეგ იგი სახალხო მეურნეობას საექსპლოატაციოდ უნდა გადაეცეს. ამის გამო სამუშაოს პროგრამა ისეთ საკითხებსაც მოიცავდა, რომელთა შესწავლა საბადოს მარაგის დასამტკიცებლად და მისი დამუშავების პროექტის შესადგენად სათანადო ბაზას მოამზადებდა. კერძოდ, მიღებული მადნებისა და შემცველი ქანების კომპლექსური ფიზიკურ-მექანიკური დაახასიათება, აგებულია მათი კლასიფიკაციები სიმაგრისა და ბურღვადობის მიხედვით თანახმად მოქმედი დარგობლივი სკალებისა.

რეკომენდებულია მადნისა და შემცველი ქანების მონგრევის რაციონალური მეთოდები და აგრეთვე საბადოს დამუშავების მიზანშეწონილი წესი და სისტემები.

წინა შრომებში [4—6] დაეადგინეთ, რომ სიმაგრის განსაზღვრის ე. წ. ჩქარული მეთოდები (მსხვერვისა და ქანქარის მეთოდი) ქანის სიმყიფესა და პლასტიკურობას არ ითვალისწინებს და არც ბურღვის დროს ქანის წინაღობას ახასიათებს. სიმტკიცის ან სისალის განსაზღვრის სხვა სტანდარტული მეთოდები ნიმუშების სტატიკურ გამოცდაზეა დამყარებული (ერთლერძული კუმშვა,

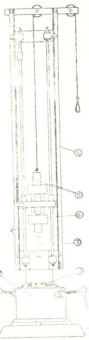
<sup>(1)</sup> ექსპერიმენტული ნაწილის შესრულებაში მონაწილეობდნენ რ. ლარანი, მ. კვანჭახაძე, მ. თურნავა, შ. ბუხაძე, ზ. ოზოლაძე და კ. გოგუაძე.

კრა, ჩაწყლტა და სხვ.) მაშინ, როდესაც მოპოვების რეალურ ტექნოლოგიურ პროცესებში რღვევა დინამიკური ძალის შედეგად წარმოებს.

რეალური პროცესის ქრონომეტრული მიღებული ბურღვადობის მაჩვენებელი, ქანის სიმაგრის გარდა, ცდის პირობებზედაცაა დამოკიდებული, სახელობარ: პერფორატორის ტიპზე, შეკუმშული ჰაერის წნევაზე, საჭრის მასალასა და გეომეტრიაზე და სხვა. მაგალითად, ჩვენი წინანდელი ცდებით ბურღვადობის მაჩვენებლებზე პერფორატორის წონის გავლენა რაოდენობრივად გამოეხატეთ [4—6].

შემასწორებელი კოეფიციენტები, რომლებიც ე. წ. „სტანდარტული“ პირობებისაგან გადახრას ითვალისწინებენ, სხვადასხვა ორგანიზაციისათვის არაა ერთი და იგივე. სხვადასხვა თვით „სტანდარტული“ პირობებიც. ყოველივე ამის შედეგად სამოცამდე საუწყებო კლასიფიკაცია გაჩნდა, რამაც ქანების კატეგორიის დადგენისა და დანორმების საქმეში ერთგვარი არეულობა შეიტანა.

ამის გამო ჩვენ შევეცადეთ შეგვემუშაებინა ბურღვადობის განსაზღვრის ლაბორატორიული მეთოდი, რაც ცდის ერთნაირ პირობებს უზრუნველყოფდა.



ნახ. 1. ლაბორატორიული საბურღი ხელსაწყო: 1—ფუძე, 2—ნიმუშის დასამაგრებელი ცილინდრი, 3—ქანის ნიმუში, 4—ურნალი, 5—მიმართველები, 6—ტვირთი, 7—ბურღი

მეთოდის გამოსაცდელად დავამზადეთ ლაბორატორიული ხელსაწყო (ნახ. 1), რომელმაც ბურღვის პროცესის მოდელირების შესაძლებლობა მოგვცა.

15 მმ დიამეტრის ბურღი BK—10 ტიპის სალი შენადნობითაა დაარმატურებული. საჭრის წამახვის კუთხე  $110^{\circ}$ — $120^{\circ}$ .

ყოველი დარტყმის შემდეგ ცილინდრი (2)  $15^{\circ}$  შემობრუნდება. ბურღვა ოთხი ციკლის განმავლობაში წარმოებს. თითოეულ ნიმუშზე 5 შპური იბურღება, ხოლო თითო შპურზე სულ 4 მ დარტყმის მუშაობა (72 კგმ) იხარჯება.

მეთოდის ფიზიკურ არსს რღვევის ენერგეტიკული კანონი შეადგენს, რომლის თანახმად, რღვევის ენერგია მონტრეული ქანის მოცულობის პროპორციულად იცვლება.

ხელსაწყოზე წინასწარ ჩატარებული ცდების შედეგად აღნიშნული კანონი დადასტურდა. როგორც ნახ. 2-დან ჩანს, დახარჯულ მუშაობასა A და შპურის მოცულობას  $\Delta V$  შორის პირდაპირი პროპორციულობა არსებობს.

ამ სიდიდეთა შორის პროპორციულობის კოეფიციენტი

$$f_v = \frac{A}{\Delta V} \text{ კგმ/სმ}^3$$

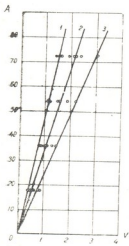
რღვევის ხვედრით მუშაობას წარმოადგენს. აქ  $A \cong 72 \text{ კგმ} \cong \text{const}$ ;

$\Delta V$  — ქანის სიმაგრეზეა დამოკიდებული და  $f_v$  უკუპროპორციულია. წინასწარი ცდების პერიოდში 6 ნაირსახეობის ქანის 24 ნიმუშზე 106 შპური დაიბურლა.

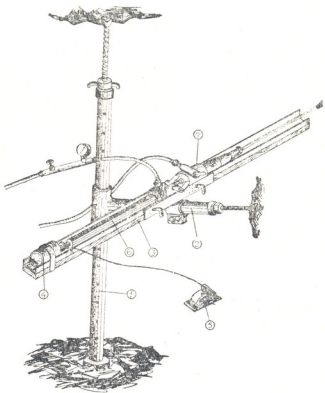
$f_v$  ბურღვაზე სიმაგრის მაჩვენებელს ვარიაციის მცირე კოეფიციენტი ( $3-9\%$ ) ახასიათებს, რაც მიღებულ მონაცემების სტაბილობაზე მიგვიითებებს.

ლაბორატორიული მონაცემების საწარმოო პირობებში შემოწმების მიზნით გეოლოგიურ-საძიებო გვირაბებში შპურების ბურღვის ქრონომეტრაჟი ჩავატარეთ. ერთდროულად გამოყენებითი ხასიათის საკითხიც შევისწავლეთ: დავადგი-

ნეთ მადნებისა და შემცველი ქანების კატეგორიები ბურღვადობის მიხედვით. ცდების უფრო სრულყოფილად ჩატარების მიზნით ნ.ხ. 3-ზე წარმოდგენილი



ნახ. 2. დამოკიდებულება დაზარაჯულ მუშაობას A და მონგრეული ქანის მოცულობას  $\Delta V$  შორის: 1 — წვრილმარცვლოვანი ჭვისაქვა, 2 — სახეცვლილი ტუფბრექჩია, 3 — კირქვის ბრექჩია



ნახ. 3. საბურღი მოწყობილობა პნევმატური მიმწოდებლით: 1—სვეტი, 2—კონსოლი, 3—ხის ფუძე, 4—დინამომეტრი [1], 5—ჩამწერი ხელსაწყო [1], 6—პნევმატური მიმწოდებელი, 7—PPI-17 ტიპის პერფორატორი

სამარჯვი გამოვიყენეთ. დაცულ იქნა ცდების შემდეგი პირობები: ბურღვა PII-17 ტიპის აერფორატორით ხორციელდებოდა; 40 მმ დიამეტრის ერთსატეხიანი ბურღები BK-10 ტიპის სალი შენადნობით იყო დაარმატურებული. საპრისის წამახვის კუთხე  $110^{\circ}-120^{\circ}$  შეადგენდა; შეკუმშული ჰაერის წნევა 4,5-5 ატ მერყეობდა და პერფორატორის ახლო მილსადენში ჩართული მანომეტრით მოწმდებოდა.



ბურღვადობის მაჩვენებელი—ბურღვის სუფთა დრო  $t$  განისაზღვრებოდა, როგორც ყველა შპურის ბურღვის დროის საშუალო არითმეტიკული. საბადოს მადნებისა და შემცველი ქანების 9 ნაირსახეობაში სულ 430 შპური გაიბურღა. შპურების სიღრმე 1—1,2 მ არ აღემატებოდა.

ნახ. 4-ზე ურთიერთშედარებულია ერთი და იმავე ქანის ბურღვადობის მაჩვენებლები, რომლებიც პერფორატორით სანგრევეში და ჩვენი ხელსაწყოთი ლაბორატორიაშია მიღებული. ამ მაჩვენებელთა შორის არსებული მრუდნახოვანი კორელაციური დამოკიდებულება ემპირიული განტოლებით გამოიხატება.

$$f_v = \frac{t}{0,02t + 0,09}$$

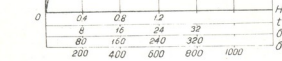
რომელიც პრინციპში ლაბორატორიულ პირობებში ქანთა კატეგორიის განსაზღვრის შესაძლებლობას გვაძლევს.

გარდა ზემოაღწერილი კვლევებისა, სიმაგრის განსაზღვრის მეთოდების შესწავლასაც განვავარძობდით. კერძოდ, დადასტურდა ერთსიბრტყიან ჭრაზე

ჩვენ მიერ შემუშავებული სქემით გამოცდის მიზანშეწონილობა [4]. დადასტურდა აგრეთვე უსწორო ფორმის ნიმუშებით ქანთა სიმტკიცის განსაზღვრის შესაძლებლობა.

უსწორო ფორმის ნიმუშების სიმტკიცე  $\sigma'$  გამჟყლეთი ძალისა  $P$  და პირობითი ფართის  $S$  შეფარდებით გამოითვლება. ფართი  $S$  თავდაპირველად განისაზღვრებოდა ფორმულით [2]

$$S = \left( \frac{q}{\gamma} \right)^{2/3} \text{ სმ}^2.$$



აქ  $q$ —ნიმუშის წონაა, გ;  
 $\gamma$ —ქანის ხვედრითი წონა, გ/სმ<sup>3</sup>.

ნახ. 4. დამოკიდებულება ბურღვაზე სიმაგრის  $f_v$ , ბურღვადობის (PII-17 ტიპის პერფორატორით)  $t$ , დინამიკური სიმაგრისა  $H$  და სწორი და უსწორო ფორმის ნიმუშების კუმშვაზე სიმტკიცის  $\sigma$  და  $\sigma'$  მაჩვენებელთა შორის და შრომატევადი წესი შეცვალოს. გარდა ამისა, ერთი და იმავე პეტროგრაფიული სახეობის მადნებისა და ქანების ნიმუშები ხვედრითი წონით ძლიერ

განსხვავებულ მინერალურ კომპონენტს (მაგ., ვალენიტი და სფალერიტი) სხვადასხვა რაოდენობით შეიცავენ, რის გამოც ამ ნიმუშებისათვის  $\gamma$  მუდმივი არ იქნება.

მეთოდის გამარტივების მიზნით ჩვენ უშუალოდ ნიმუშების მოცულობას ვზომავდით, ნაცვლად მათი აწონისა და ხვედრითი წონის განსაზღვრისა. ნიმუშების სიმტკიცეს შემდეგი გამოსახულებით განვსაზღვრავდით [6]

$$\sigma' = \frac{P}{V^{2/3}} \text{ კგ/სმ}^2.$$

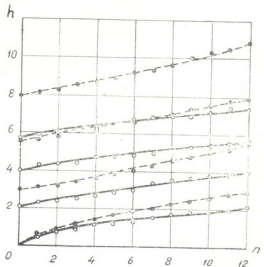
როგორც აღვნიშნეთ, მოპოვების ყველა ტექნოლოგიურ პროცესში ქანების რღვევა დინამიკური ძალების ზეგავლენით ხდება; ზემოაღწერილი მეთოდები კი სტატიკურ გამოცდაზე დამყარებული, რაც მათ უარყოფით მხარედ უნდა ჩაითვალოს. ამის გამო ჩვენ შევეცადეთ უსწორო ფორმის ნიმუშებზე დინამიკური სიმაგრის განსაზღვრის მეთოდის გამოყენებას. წინასწარი ცდებით მეთოდის გამოყენების შესაძლებლობა დადასტურდა. დინამიკური სიმაგრის მაჩვენებელი — რღვევის ხვედრითი მუშაობა  $H$  მრღვევი მუშაობისა  $A$  კგ/სმ და პირობითი ფართის  $S = V^{2/3}$  სმ<sup>2</sup> შეფარდებიდან განისაზღვრებოდა:

$$H = \frac{A}{V^{2/3}} \text{ კგ სმ/სმ}^2.$$

საქარმოო და ლაბორატორიული ცდების შედეგად სწორი და უსწორო ფორმის ნიმუშთა სიმტკიცისა და იმავე ქანების ბურღვაობის მაჩვენებელთა შორის კოორდინირებული კავშირი გამოვლინდა.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე აგებულია საბადოს მადნებისა და შემცველი ქანების კლასიფიკაცია ბურღვაობის მიხედვით [6].

ცდებმა გვიჩვენა, რომ ქანების სიმაგრეზე ძირითადად 3 ფაქტორი ახდენს გავლენას: მადანში სასარგებლო კომპონენტის შემცველობა, გაკვარცხა და კაოლინიზაცია. პირველი ფაქტორი მადნის სიმაგრეს ამცირებს: რაც უფრო მდიდარია მადანი, მით უფრო მცირე სიმაგრისა იგი.



ნახ. 5. დამოკიდებულება ბურღვის ჩაჭრის სიღრმესა  $h$  და დარტყმათა რიცხვს  $n$  შორის



მეორე და მესამე ფაქტორები ჰიდროთერმული ხსნარების გავლენითაა გამოწვეული და ურთიერთსაწინააღმდეგო მიმართულებით მოქმედებენ: გაკვარცხება აღიდეგს, ხოლო კაოლინიზაცია ამცირებს შემცველი ქანების სიმეგრეს.

დასასრულ, უნდა აღინიშნოს ყურადსაღები მოვლენა: ლაბორატორიული ხელსაწყოთი ქანის რღვევის პროცესის შესწავლის დროს აღმოჩნდა, რომ ყოველი მომდევნო დარტყმის შემდეგ ნიმუშში ბურღის ჩაჭრის სიღრმე იზრდება (ნახ. 5). ეს ეწინააღმდეგება დარტყმითი ბურღვის თეორიას, რომლის თანახმად ბურღვის პირველი ჩაჭრის სიღრმე მუდმივი რჩება. რღვევის პროცესის შემდგომი გამოკვლევები საშუალებას მოგვცემს უკეთესად ავხსნათ ეს საინტერესო და უდაოდ რთული მოვლენა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გ. წულუკიძის სახელობის

სამთო საქმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 27.5 1960)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. Я. Шхвацабая. Энергетическая тележка. Труды НИИЭМСХ, вып. 1, Тбилиси, 1957.
2. М. М. Протодьяконов, В. С. Вобликов. Определение крепости горных пород на образцах неправильной формы. Уголь, № 4, 1957.
3. И. А. Остроушко. Разрушение горных пород при бурении. Госгеолиздат. Свердловск, 1952.
4. ი. მელიქიძე. ქანების ფიზიკურ-მექანიკური თვისებების შესწავლის ზოგიერთი შედეგი. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XXIII, № 2, 1959.
5. ი. მელიქიძე, ს. სენიუკი. ქანქარით ქანების სიმაგრის განსაზღვრისათვის. ლითონისა და სამთო საქმის ინსტიტუტის შრომები, ტ. IX, თბილისი, 1958.
6. И. Г. Меликидзе, И. А. Хещуриани, Ф. Х. Бежанов. Исследование метода определения прочности горных пород раздавливанием образцов неправильной формы. Труды ИГД АН Грузинской ССР, т. II, 1960.

## მ. იაშვილი

## სიმინდის განაყოფიერების პროცესებზე დამტვერვის სხვადასხვა ხეობისა გავლენის შესწავლის მიზნით

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. მენაბდემ 4.9.1960)

სიმინდის განაყოფიერების პროცესებზე დამტვერვის სხვადასხვა ხეობის გავლენის შესწავლის საკითხს, მიუხედავად მისი დიდი მნიშვნელობისა, მეტად მცირე გამოკვლევები აქვს მიძღვნილი [1,2,3,4,5,6,9,10]. დღესდღეობით კი განაყოფიერების პროცესის ბიოლოგიის ახსნა-დადგენის საქმეში განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს როგორც მის წინა—გენერაციული ორგანოების ფორმირების ეტაპების, ისე თვით განაყოფიერების პროცესის ხასიათისა და მისი მომდევნო—ჩანასახის ფორმირების—ეტაპების შესწავლას. ამასთან დაკავშირებით ჩვენ შევეცადეთ შეგვესწავლა სიმინდის განაყოფიერების პროცესი დამტვერვის სხვადასხვა ხეობის გამოყენების პირობებში.

აქედან გამომდინარე, ჩვენ შევისწავლეთ თვითდამტვერვის, საკუთარი ჯიშის სხვა მცენარის მტვერის, საკუთარი ჯიშის მტვერის ნარევისა და სხვა ჯიშის მტვერის გავლენა სიმინდის განაყოფიერების პროცესებზე. კვლევის ობიექტად ავიღეთ სიმინდის ქართული ჯიშები: იმერული ჰიბრიდი და ქართული კრუგი. ცდის ვარიანტები იყო: 1. იმერული ჰიბრიდი—თავისი მტვერით დამტვერილი (თვითდამტვერვა); 2. იმერული ჰიბრიდი—საკუთარი ჯიშის სხვა მცენარის მტვერით დამტვერილი; 3. იმერული ჰიბრიდი—საკუთარი ჯიშის ნარევი მტვერით დამტვერილი; 4. იმერული ჰიბრიდი×ქართული კრუგი.

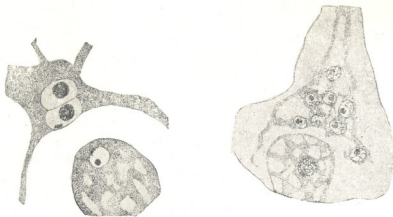
ცდები ტარდებოდა საქ. სსრ სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის მიწათმოქმედების ინსტიტუტის გარდაბნის საცდელ მიწოდორზე 1956—1958 წლების განმავლობაში.

ქეჩი და ტარო გამოსვლისთანავე პერგამენტის პარკებით იზოლირდებოდა. მტვრიანებისა და ბუტკოს მომწიფებისას მათი დამტვერვა ამგვარად წარმოებდა: იზოლირებული ქეჩები იჭრებოდა პერგამენტის პარკებთან ერთად. პარკში ჩამოკვნილი მტვერით იმტვერებოდა იზოლირებული ტაროები და ეცემებოდა მათ.

მასალა (ნასკვები) ფიქსირდებოდა ყოველ 1—2 ს-ში დამტვერვიდან 1-დან 72 საათის განმავლობაში. ფიქსატორად ვიყენებდით კარნუას, ნავაშინისა და მოდილეგსის ფიქსაცს. დაფიქსირებული მასალა მუშავდებოდა ციტოლოგიაში მიღებული ჩვეულებრივი მეთოდით. პარაფინში ჩაყალიბებული ნასკვები იჭრებოდა მიკროტომზე 15 მიკრონზე. პრეპარატები იღებებოდა ჰემატოქსილენით ჰეიდენჰაინის მიხედვით, აგრეთვე ჰემატოქსოლენ-ერიტროზინით, ფოლგენისა და მოდილეგსის მიხედვით. —

ამგვარად, დამუშავებული პრეპარატები, რომელიც მიღებული იყო ცალკეული ნიმუშის 4—5 ნასკვის დაჭრით, 2000 ცალის რაოდენობით ისინჯებოდა ჩვეულებრივი ბიოლოგიური მიკროსკოპით (გადიდება  $15 \times 90$ ). ჩახატვა წარმოებდა PA—1 სახატავი აპარატით.

ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევის ციტო-ემბრიოლოგიურმა მონაცემებმა გვიჩვენა, რომ იმერული ჰიბრიდის განაყოფიერების პროცესი გარდაბნის რაიონის პირობებში ნორმალურად დამტვერვიდან 21 ს-ზე ხდება. კვერცხუჯრედისა და პოლარული ბირთვების განაყოფიერება წარმოებს ერთდროულად ან თითქმის ერთდროულად. დამტვერვიდან 20 ს-ის შემდეგ ჩვენს პრეპარატებზე შემჩნეული იყო კვერცხუჯრედი და პოლარული ბირთვები სპერმიებით, ხოლო 21 ს-ზე—ერთერთი პოლარული ბირთვი სპერმიით, რომელიც იწყებს გახსნას და მის განაყოფიერებას, მეორე კი მიახლოებულია კვერცხუჯრედთან, მხოლოდ ჯერ კიდევ არ დაუწყია გახსნა (სურ. 1). გახსნილი



სურ. 1. ორმაგი განაყოფიერება იმერულ ჰიბრიდში. ერთი სპერმა პოლარულ ბირთვში იწყებს გახსნას, მეორე კი კვერცხუჯრედთან მხოლოდ მიახლოებულია და ჯერ არ დაუწყია გახსნა  
 სურ. 2. 8-ბირთვიანი ენდოსპერმი და კვერცხუჯრედი დაყოფის პირველ ფაზაში—პროფაზაში

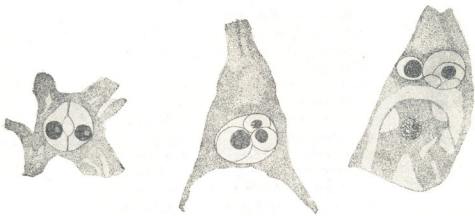
სპერმა კარგად ჩანს ნავაშინის მიხედვით ფიქსირებისა და ფოლგენის მიხედვით შეღების შემთხვევაში.

უნდა აღინიშნოს, რომ პირველად ერთ-ერთი პოლარული ბირთვი განაყოფიერდება და მხოლოდ ამის შემდეგ მაშინვე ხდება მათი შერწყმა. ჩვენს პრეპარატებზე კარგად ჩანს პოლარული ბირთვების შერწყმა, ხოლო მათი ბირთვაკების შეერთებას არ შევხვდით.

სპერმას მდებარეობით ბირთვებთან (კვერცხუჯრედი და პოლარული ბირთვები) შერწყმის შემდეგ დგება მოსვენების პერიოდი. პირველად პოლარული ბირთვები იწყებენ დაყოფას—დაახლოებით სპერმის ერთ-ერთ ბირთვთან შერწყმიდან 1—2 ს-ის შემდეგ; კვერცხუჯრედი კი განაგრძობს სიმშვი-

დის მდგომარეობაში ყოფნას და მხოლოდ მაშინ, როდესაც ვითარდება 6—8-ბირთვიანი ენდოსპერმი, ე. ი. დაახლოებით პოლარული ბირთვების დაყოფის დაწყებიდან 2—3 ს-ის შემდეგ, იგი შედის დაყოფის პირველ ფაზაში (სურ. 2).

ზემოთ აწერილი იყო განაყოფიერების პროცესის ნორმალური მსვლელობა იმერულ ჰიბრიდში გარდაბნის პირობებში, როდესაც იგი საკუთარი ჯიშის ნარევი მტვრით იყო დამტვერილი (საკონტროლო ვარიანტი). ახლა განვიხილოთ, როგორ მიმდინარეობს ეს პროცესი იმერულ ჰიბრიდში სხვადასხვა ხერხით დამტვერვისას ცდის იმავე პირობებში.



სურ. 3. ფორმაშეცვლილი პოლარული ბირთვები, რომლებიც შეღრმავებული ნაწილებით ერთმანეთისაკენა მიმართული

სურ. 4. პოლარული ბირთვების არანორმალური დაყოფა მათი დაკვირტვის, ანუ ფრაგმენტაციის გზით

სურ. 5. განაყოფიერებული პოლარული ბირთვები და კვერცხუჯრები პროფაზაში

ჯიშის შიგნით დამტვერვის სხვადასხვა ხერხის გამოყენება, როგორცაა თვითდამტვერვა, საკუთარი ჯიშის სხვა მცენარის მტვრით დამტვერვა და საკუთარი ჯიშის ნარევი მტვრით დამტვერვა იწვევს რიგ ცვლილებებს როგორც განაყოფიერების განხორციელების, ისე მისი მიმდინარეობის მხრივ. მაგალითად, განაყოფიერების ნორმალურად მიმდინარეობის მაჩვენებელია ის, რომ გასინჯული პრეპარატების 56% შემთხვევაში გვაქვს ნორმალურად განაყოფიერებული ჩანასახის პარკები, საკუთარი ჯიშის მტვერის ნარევით დამტვერვისას. საკუთარი ჯიშის სხვა მცენარის მტვრით დამტვერვისას ეს პროცენტი კლებულობს (38%) და ყველაზე უფრო ნაკლებია თვითდამტვერვის დროს (18%). უკანასკნელ შემთხვევაში გარდა იმისა, რომ განაყოფიერება იშვიათად ხორციელდება, რიგი დარღვევები არის შემჩნეული როგორც განაყოფიერების წინ, ჩანასახის პარკის ელემენტების განვითარებაში, ისე განაყოფიერების განხორციელებაში და ემბრიოგენეზის საწყისი ეტაპების მიმდინარეობაში. შემჩნეული ანომალიებიდან განსაკუთრებით ხშირია ფორმაშეცვლილი პოლარული ბირთვები, რომლებიც შეღრმავებული ნაწილებით ერთმა-

ნეთისაქენა მიმართული (სურ., 3). ასეთი პოლარული ბირთვების განაყოფიერება და მათი შემდგომი განვითარება ჩვენ არ შეგვიძინებია. აღნიშნული იყო აგრეთვე პოლარული ბირთვების არანორმალური დაყოფა მათი დაკვირვების ანუ ფრაგმენტაციის გზით (სურ., 4). აღსანიშნავია აგრეთვე განაყოფიერების პროცესების დარღვევის შემთხვევებიც. როდესაც პოლარულ ბირთვებს ჯერ კიდევ არ ჰქონდათ დაწყებული განვითარება, კვერცხუჯრედი იწყებდა დაყოფას და იგი პროფაზის სტადიაში იმყოფებოდა (სურ., 5), და პირუქუ, კვერცხუჯრედის განვითარებაში შემჩნეული იყო შეფერხება—მრავალბირთვიანი ენდოსპერმის შემთხვევაში იგი სიმშვიდის სტადიაში იმყოფებოდა.

ზემოაღნიშნული ანომალიები, რომელთაც ადგილი აქვს განაყოფიერების პროცესის დროს ან წინ—ჩანასახის ჰარკის ელემენტების განვითარებაში, იწვევს არანორმალური თესლის განვითარებას. საგულისხმოა, რომ მკვეთრი და ღრმა დარღვევები განვითარების ნორმალურ მსვლელობაში, როგორცაა ჩვენს შემთხვევაში კვერცხუჯრედის ან პოლარული ბირთვების დეგენერაცია, რის გამოც განაყოფიერების პროცესები არ ხორციელდება, იწვევს თესლის განუვითარებლობას და ამის გამო მიღებული ტაროები შეუესებელი და არანორმალურია: იმ შემთხვევაში კი, როდესაც ეს ანომალიები ნაკლები სიმკვეთრით არის გამოხატული, მაგ., განაყოფიერების პროცესის თანმიმდევრობის დარღვევა, როდესაც კვერცხუჯრედი ნაყოფიერდება და პოლარული ბირთვები არაა (უენდოსპერმო თესლი) ან პირუქუ (უჩანასახო თესლი), ვლტულობთ ბეირ ან აღმოცენების უნარმოკლებულ თესლებს.

თვითდამტვერვის დროს შემჩნეული ანომალიები აიხსნება იმ ურთიერთშეთავსებლობით, რომელიც არსებობს მამრობითი ელემენტებისა და მდედრობითი აპარატის ქსოვილებს შორის მტვერის მარცვლის დინგზე გაზრდის მომენტიდან განაყოფიერების პროცესების განხორციელებამდე [2,8,10).

თვითდამტვერვისას შემჩნეული შეუთავსებლობა მდედრობით და მამრობით ელემენტებს შორის გამოწვეულია იმ გარემოებით, რომ საკუთარი მტვერი უჩეტესად (განსაკუთრებით სიმინდის შემთხვევაში) ნაკლებდიფერენცირებულია და მათდამი შერჩევითობის უნარი ნასკვის სხვადასხვა ნაწილში სხვადასხვაგვარად არის შესუსტებული; თუ იგი განსაკუთრებით გამოსახულია მის ზედა ნაწილში (დინგი, სვეტი), მაშინ მტვერის მილის ზრდის შეჩერება ადრევე ხდება, იგი ჩანასახის პარკს ვეღარ აღწევს და დინგის ან სვეტის რომელიმე მიდამოში წყვეტს ზრდას. იმ შემთხვევაში კი, როდესაც ეს შეთავსებლობა შედარებით სუსტად არის გამოხატული ნასკვის ზედა ნაწილში (დინგი, სვეტი), მაშინ მტვერი ახერხებს ამ ქსოვილებსა გავლას და ჩანასახის პარკში მოხვედრას, მაგრამ აქ უკვე თავს იჩენს შეუთავსებლობა მამრობით ბირთვებსა და ჩანასახის ჰარკის ელემენტებს შორის და ამიტომ განაყოფიერება არც აქ ხდება, გარდა იმ მცირე პროცენტისა (18%), რომელიც ჩვენი ცდების დროს იყო მიღებული თვითდამტვერვისას.

თვითდამტვერვით გამოწვეული გამეტა შეუთავსებლობა გარდა იმისა, რომ ვლინდება უშუალოდ განაყოფიერების პროცესზე, იგი იწვევს აგრეთვე გაუნაყოფიერებელი ჩანასახის პარკის ელემენტების განვითარებაში რიც

ცვლილებებს. მაგ., ჩვენს მასალაზე შემჩნეული გაუნაყოფიერებელი პოლარული ბირთვების დაყოფა დაკვირვების გზით გამოწვეული უნდა იყოს დამტვერვის გავლენით, ჩანასახის პარკის მანამდე მოსვენებულ მდგომარეობაში მყოფი ელემენტების (ამ შემთხვევაში პოლარული ბირთვების) ამ უმოქმედო მდგომარეობიდან გამოყვანით.

როგორც ი. ვისოკოვსკი [2] აღნიშნავს, ჩანასახის პარკის ყველა ნაწილი დამტვერვის გავლენით გამოადის დამტვერვამდე არსებული უმოქმედო მდგომარეობიდან და ემზადება განაყოფიერებისათვის, რაც ნივთიერებათა ცვლის გაძლიერებით გამოიხატება. პოლარული ბირთვები ჩვენს შემთხვევაში განიცდიან მასტიმულირებელ გავლენას დამტვერვისაგან და ამის გამო ისინი გაუნაყოფიერებლად იწყებენ დაყოფას დაკვირვების ანუ ფრაგმენტაციის გზით.

ამასთანავე უნდა აღინიშნოს, რომ ჯიშის შიგნით სხვადასხვა ხერხის დამტვერვის ყველა შემთხვევაში (თვითდამტვერვა, საკუთარი ჯიშის სხვა მცენარის მტვერით და საკუთარი ჯიშის ნარევი მტვერით დამტვერვა), როდესაც განაყოფიერების პროცესები ხორციელდება, ის იწყება დამტვერვიდან 21 ს-ზე, რაზედაც მივითითებებს პრეპარატები, რომლებზედაც ჩანან პოლარული ბირთვები გახსნილი სპერმიებით და კვერცხუჯრედი მასთან მიახლოებული სპერმათი. რაც შეეხება განაყოფიერების პროცესის განხორციელებას, იგი ვარიანტების მიხედვით ასე იცვლება: თვითდამტვერვის დროს მათი რაოდენობა შეადგენს ყველა შესწავლილი (500) პრეპარატის 18%, საკუთარი ჯიშის სხვა მცენარის მტვერით დამტვერვისას—38%, ხოლო საკუთარი ჯიშის ნარევი მტვერით დამტვერვისას—56%. ასევე კანონზომიერებით მიმდინარეობს ემბრიოგენეზის დაწყებითი ფაზები. ამ სამ ვარიანტში დამტვერვიდან 32 ს-ზე ჩვენ მიერ აღნიშნული იყო ჩანასახის პარკები მრავალბირთვიანი ენდოსპერმითა და პროფაზის სტადიაში მყოფი კვერცხუჯრედით, ხოლო დამტვერვიდან 44 ს-ის შემდეგ—მრავალბირთვიანი ენდოსპერმითა და ორუჯრედიანი ჩანასახით.

რამდენადმე განსხვავებული სურათი მოგვცა სხვა ჯიშით დამტვერვის ვარიანტმა. ყველა შემთხვევაში, როცა კი განაყოფიერება ხორციელდება, იგი 2 ს-ით უფრო გვიან ხდება, ვიდრე ჯიშის შიგნით დამტვერვის შემთხვევაში. დამტვერვიდან 23 ს-ზე ჩვენს პრეპარატებზე ჩანს პოლარული ბირთვები გახსნილი სპერმიებით და კვერცხუჯრედი მიახლოებული სპერმათი, რომელიც ჯერ არ შერწყმია. ამაზე აღრე არც ერთ პრეპარატზე არ ყოფილა ფიქსირებული განაყოფიერების პროცესის არც ერთი შემთხვევა.

ამგვარად, ჯიშის შიგნით დამტვერვის სხვადასხვა ხერხის გამოყენებისას შემჩნეულია მისი აშკარა გავლენა განაყოფიერების პროცესის განხორციელებაზე. მაგრამ ამასთან ერთად უნდა აღინიშნოს ის გარემოება, რომ განაყოფიერების პროცესი თუკი ხორციელდება თუნდაც იმ მცირე პროცენტით, რომელსაც თვითდამტვერვის დროს ვიღებთ, დამტვერვიდან ერთსა და იმავე დროს ხდება, ე. ი. დროის მონაკვეთი დინგზე მტერის მიხედვრიდან გამეტების შერწყმამდე ერთნაირია შიდაჯიშობრივი დამტვერვის ყველა ვა-

რიანტის დროს. ჩვენ მიერ მიღებული ეს შედეგები ეთანხმება გ. ბენეცკაიას [1] მონაცემებს იმის შესახებ, რომ დამტვერვის სხვადასხვა ხერხის გამოყენებისას განაყოფიერება დამტვერვიდან ერთსა და იმავე დროს ხდება. ასევე ერთნაირად მიმდინარეობს ემბრიოგენეზის პირველი ეტაპებიც.

ჩვენ მიერ ჩატარებული ექსპერიმენტული კვლევა სიმინდის ქართული ჯიშის იმერული ჰიბრიდის განაყოფიერების პროცესზე დამტვერვის სხვადასხვა ხერხის გავლენის შესასწავლად გვაძლევს შემდეგი დასკვნის გამოყენის უფლებას: დამტვერვის სხვადასხვა ხერხი წარმოადგენს განმსაზღვრელ მომენტს იმერული ჰიბრიდის განაყოფიერების პროცესის განხორციელებაზე. ეს გავლენა გამოიხატება, ერთი მხრივ, ნორმალურად განხორციელებული განაყოფიერების პროცესების ცვალებადობით ვარიანტების მიხედვით (უკეთეს შემდეგს გვაძლევს საკუთარი ჯიშის ნარევი მტვერით დამტვერვა (56%), უფრო ნაკლებს (38%)—საკუთარი ჯიშის სხვა მცენარის მტვერით დამტვერვა, ხოლო სულ მცირეს (18%)—თვითდამტვერვა); ხოლო, მეორე მხრივ, განაყოფიერების პროცესის ნორმალური მსვლელობის რიგი დარღვევებით, რაც განსაკუთრებული სიმკვეთრით არის გამოხატული თვითდამტვერვის დროს.

შემჩნეულია აგრეთვე, რომ ჯიშის შიგნით დამტვერვის სხვადასხვა ხერხის გამოყენებისას დამტვერვიდან განაყოფიერების მომენტამდე დროს მონაკვეთი ყველა ვარიანტში, რაც კი იგი ხორციელდება, ერთნაირია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 4.9.1960)

#### დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. К. Бенецкая. Оплодотворение и эмбриогенез у подсолнечника при различных способах опыления. Изв. АН Арм. ССР, т. V, № 7, 1952.
2. И. Б. Высокоостровская. Некоторые данные по изучению процесса оплодотворения у краснокочанной капусты при инцухте, перекрестном опылении и инцухте с добавлением чужеродной пыльцы. Учёные записки ЛГУ, вып. 33, № 165, 1953.
3. Е. И. Заливская, В. Е. Бормотов. К вопросу об оплодотворении и темпах развития зародыша пшеницы при разных условиях опыления. Изв. АН Белор. ССР, № 6, 1955.
4. С. С. Замотайлов. Эмбриология инжира при разных вариантах опыления. Изв. АН СССР, Серия биологич., № 2, 1955.
5. С. Н. Мовсесян. Эмбриогенез у кукурузы при различных вариантах опыления. Изв. АН Арм. ССР, т. VII, № 10, 1954.
6. Е. И. Устинова. Эмбриологический анализ завязей подсолнечника при опылении смесью пыльцы. Агробиология, 3, 1951.
7. Е. И. Устинова. Влияние количества и разнообразия пыльцы на оплодотворение и развитие зародыша у подсолнечника. Изв. АН СССР, Серия биологич., № 5, 1954.
8. Е. И. Устинова и Т. Т. Нестерова. Развитие зародыша у подсолнечника при различных вариантах опыления. Докл. ВСХК, вып. 11, 1951.
9. Д. П. Чолахян, А. Н. Даниелян. Изучение процесса оплодотворения и начальные фазы эмбриогенеза у кукурузы при разных способах опыления. Изв. АИ Арм. ССР, т. XI № 6, 1958.
10. Р. Н. Щедрина. Изучение процесса оплодотворения кукурузы при разных способах опыления. Агробиология, № 2, 1959.

ენტომოლოგია

დ. კობახიძე

**მასალები *VESPULA*-ს (*VESPIDAE*, *HYMENOPTERA*)  
ფაუნისტური ინვენტარიზაციისათვის საქართველოს სსრ  
ტერიტორიაზე**

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 29.10.1960)

საქართველოს სსრ ვესპიდოფაუნა მთლიანად და, კერძოდ, *Vespula*-ს გვარის ფარგლებში, სპეციალურად არ შესწავლილა, ამიტომ ჩვენ არ მოგვეპოვება თითქმის არავითარი, ინვენტარიზაციულიც კი მონაცემი მწერების ამ მნიშვნელოვანი ჯგუფის შესახებ. ამასთან დაკავშირებით, საქართველოს სსრ ვესპიდოფაუნის მრავალრიცხოვანი (ხშირად სერიული) მასალების დაგროვების შემდეგ გადაწყვიტეთ პირველ რიგში დაგვემუშავებინა მასალები გვარ *Vespula*-ს შესახებ. ქვემოთ მოგვყავს გვარ *Vespula*-ს ფაუნისტური შედგენილობა და ცალკეულ სახეობათა ვერტიკალურ-ლანდშაფტობრივი გავრცელება საქართველოს სსრ ტერიტორიაზე. სახეობათა გარკვევის სისწორე შემოწმებულია ა. ელოხოვეცევის მიერ.

გვარი *Vespula*

ქვეგვარი *Vespula*

1. *Vespula germanica* Fabr. ცნობილია დასავლეთ ევროპიდან და სსრკ მრავალი ადგილიდან. ჩვენ მიერ ნაპოვნია: სუბტროპიკულ ზონაში—ფოთი (20.X.1938), სოხუმი (3.X.1958), მახარაძე (23.VIII.1959), —0—20 მ სიმაღლის ფარგლებში ზ. დ.; მთისწინა ზონაში—წყნეთი (2.VIII.1959), —800 მ სიმაღლეზე ზ. დ.; ტყის ზონაში—ხაშური—იტრია (12.VIII.1946), ხაიში (13.VII.1935), გენცევი (18.VIII.1958), ხულო (17.VIII.1958), —800—1200 მ სიმაღლეზე ზ. დ. ამგვარად, ეს სახეობა გვხვდება როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოში, თუმცა ჯერხნობით ნაპოვნი არაა ველისა და მაღალმთიან ზონებში (სუბალპურ და ალპურ ზონებში).

2. *Vespula vulgaris* L. ცნობილია დასავლეთ ევროპიდან და სსრკ მრავალი ადგილიდან. ჩვენ მიერ ნაპოვნია: ტყის ქვედა და შუა ზონაში—ხულო (26.VII.1958), რიწა (15.IX.1958), იფუშარა (13.X.1958), მდ. ქლიჩის მიდამოები (25.XI.1958), ლაგოდეხის ნაკრძალი (14.VIII.1938), ხაშური—იტრია (12.VIII.1946), მესტია (7.VIII.1935), —800—1400 მ სიმაღლეზე ზ. დ.; ტყის ზონის ზედა სარტყელში და სუბალპური ზონის დასაწყისში—ავადხარა (28.VIII.1958), —2000 მ-მდე სიმაღლეზე ზ. დ. ამგვარად, ეს სახეობა გვხვდება როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოში, თუმცა ჯერხნობით



ნაპოენი არაა რესპუბლიკის „განაპირა ზონებში“—სუბალპურსა და ალპურ ზონებში.

3. *Vespula rufa* L. ცნობილია მთელი ევროპიდან და სსრკ მრავალი ადგილიდან. ჩვენ მიერ ნაპოენია: ტყის შუა ზონაში—ლაგოდების ნაკრძალი (7.VIII.1938), ხულო (17.VIII.1958),—600—800 მ სიმაღლეზე ზ. დ.; ტყის ზონის ზედა სარტყელში—ცანა (21.VII,1957),—1900 მ სიმაღლეზე ზ. დ.; ტყის ზონის ზედა სარტყელში და სუბალპური ზონის დასაწყისში—ავადხარა (14.VIII.1958, 17.IX.1959), ზემო ომალო (6.VIII.1959),—1800—2200 მ სიმაღლეზე ზ. დ. ამგვარად, ეს სახეობა ნაპოენია როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოში და უფრო მეტად აღინიშნება, ალბათ, მაღალმთიანეთში.

4. *Vespula austriaca* Fabr. ცნობილია დას. ევროპიდან და სსრკ მრავალი ადგილიდან. ჩვენ მიერ ნაპოენია ჯერ მხოლოდ საქართველოს სსრკ მომიჯნავე ტერიტორიაზე—ვოროშილოვკოშ—ხურხუჯში (6.VIII.1958), კავკასიონის ჩრდილოეთ კალთებზე, სუბალპურ ზონაში (2000 მ სიმაღლეზე ზ. დ.).

#### ქვევგარი *Dolichovespula*

5. *Dolichovespula norvegica* Fabr. ცნობილია ევროპის განაპირა ჩრდილოეთიდან და ციმბირიდან სამხრეთისაკენ მნიშვნელოვან ტერიტორიაზე მთებში. ჩვენ მიერ ნაპოენია ტყის ზონის ზემო სარტყელში—ცანა (11.VIII.1957),—1900 მ სიმაღლეზე ზ. დ.; სუბალპურ ზონაში—უშგული (16.VIII.1957),—2300 მ სიმაღლეზე ზ. დ. (ორივე ადგილი დასავლეთ საქართველოში). დასავლეთ საქართველოს მომიჯნავე ტერიტორიაზე ნაპოენია უჩქულანის მთის ველებების ზონაში (3.VIII.1954),—1400 მ სიმაღლეზე ზ. დ. და ვოროშილოვკოშის ალპურ ზონაში (5.VIII.1954),—2400 მ სიმაღლეზე ზ. დ. ამგვარად, აღმოსავლეთ საქართველოში და მრავალ ლანდშაფტურ ზონაში ჯერჯერობით არაა ნაპოენი.

5. *Dolichovespula silvestris* Fabr. ცნობილია მთელ დასავლეთ ევროპიდან და სსრკ მრავალი ადგილიდან. ჩვენ მიერ ნაპოენია: მთისწინა ზონაში—წყნეთი (8.VII.1952),—800 მ სიმაღლეზე ზ. დ.; ტყის ზონაში—ხაშური—იტრია (12.VIII.1946), მანგლისი (20.VIII.1922), ხულო (13.VIII.1958), ლაგოდების ნაკრძალი (28.VIII.1938), მესტია (2.VIII.1935),—600—1200 მ სიმაღლეზე ზ. დ.; ტყის ზონის ზედა სარტყელში—ცანა (21.VIII.1957),—1900 მ სიმაღლეზე ზ. დ.; ტყის ზონის ზედა სარტყელში და სუბალპურ ზონაში—ლაგილდა—წულარი (18.VIII.1935), ლებარდე (10.VIII.1959, 17.VIII.1959), ყორულდაში (7.VIII.1957), ლურშევი (12.IX.1956),—1700—2000 მ სიმაღლეზე ზ. დ.; სუბალპურ ზონაში—უშგული (19.VIII.1957),—2300 მ სიმაღლეზე ზ. დ.; მთის ველებების ზონაში—კეტრისი (2.VIII.1955), აბანო (18.VIII.1955),—2100 მ სიმაღლეზე ზ. დ.; ალპურ ზონაში—ზემო ომალო (37.VII.1959, 4.VIII.1959, 17.VIII.1959), ლაგოდების ნაკრძალი—ქოჩალოს მთა (10.VIII.1959),—2500—2700 მ-მდე სიმაღლეზე ზ. დ. ამგვარად, ეს სახეობა თუმცა გვხვდება აღმოსავლეთ და დასავლეთ საქართველოში და ბინადრობს სხვადასხვა ლანდშაფ-

ტურ ზონაში, მაგრამ ზოგიერთებში (სუბტროპიკულ, ველის) ჯერჯერობით არაა ნაპოვნი.

7. *Dolichovespula saxonica* Fabr. აქვს შედარებით მცირე არეალი და ჩვენ მიერ ნაპოვნია: ტყის ზონის ზედა სარტყელში—ცანა (2.VIII.1957),—1900 მ სიმაღლეზე ზ. დ.; ტყის ზონის ზედა სარტყელში და სუბალპური ზონის დასაწყისში—აეაღბარა (15.VIII.1958), ლურწვევი (12.IV.1956); ზემო ომალო (5.VIII.1959),—2000—2200—მ სიმაღლეზე ზ. დ. ამგვარად, ეს სახეობა ნაპოვნია დასავლეთ და აღმოსავლეთ საქართველოში და მხოლოდ მაღალმთიანეთიდან. ანალოგიურ პირობებში ნაპოვნია დასავლეთ საქართველოს მომიჯნავე ტერიტორიაზე — დომბაისა (24.VIII.1954) და კოლტუბეს (19.VIII.1959) ტყის ზონაში.

8. *Dolichovespula media* Rtz. ცნობილია ჩრდილოეთიდან ველის ზონამდე. ჩვენ მიერ ნაპოვნია: მთისწინა ზონაში—წყნეთი (8.VIII.1952),—800 მ სიმაღლეზე ზ. დ. და სუბალპურ ზონაში—უშგული (24.VIII.1957),—2300 მ სიმაღლეზე ზ. დ. ამგვარად, ჩვენი მონაცემებით, ამ სახეობას არეალი რესპუბლიკაში ძლიერ შეზღუდულია.

9. *Dolichovespula ingrica* (Bir.). ა. ბირულას მონაცემებით (ი. კოსტილევის ცნობით<sup>1</sup>) ნაპოვნია მაღალმთიანეთში—ყაზბეგში, თუმცა ჩვენს მრავალრიცხოვან მასალებში ეს სახეობა არ არის.

მაშასადამე, გვ. *Vespula*-ს საქართველოს სსრ ტერიტორიაზე რეგისტრირებული 8 სახეობიდან 3 სახეობა ეკუთვნის ქვეგვარ *Vespula*-ს და 5 სახეობა ქვეგვარ *Dolichovespula*-ს. რა თქმა უნდა, ზემოაღნიშნული შედგენილობით ჩვენ არ შეგვიძინია მთლიანად ამოწურულად გვ. *Vespula*-ს ფაუნისტური შედგენილობა საქართველოს ტერიტორიაზე.

საქართველოს სსრ ტერიტორიაზე რეგისტრირებულ გვ. *Vespula*-ს ყველა სახეობას შორის ზოგიერთს (მაგალითად, *Dolichovespula silvestris*) აქვს შედარებით ფართო რესპუბლიკის შიგნითი არეალი, მაშინ, როცა ზოგიერთი (მაგალითად, *Dolichovespula ingrica*, *Dolichovespula media*) ამეღანებს თავისებურ სტენოზონალურობას.

საქართველოს სსრ ტერიტორიაზე რეგისტრირებულ გვ. *Vespula*-ს ყველა სახეობას შორის უმრავლესობა ევროპული სახეობებია (მაგალითად, *Vespula rufa*, *Vespula vulgaris*, *Vespula germanica*, *Dolichovespula silvestris*), ხოლო კავკასიისათვის პირობითად ენდემებიდან მოყვანილია მხოლოდ *Dolichovespula ingrica*.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია  
ზოოლოგიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციას მოუვლიდა 21.10.1959)

<sup>1</sup> ი. კოსტილევ ი. დაკვიღვრთიანი კრახანები (ხელნაწერი), 1940.

პარაზიტოლოგია

მ. კვამაძე

კუჭის სმკრამციის მღვრეობის შესახებ ნექატოროზის დროს

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. ტატიშვილმა 12.12.1960)

ნექატოროზი, რომელიც ჩვენში საკმაოდ გავრცელებული დაავადებაა, აზიანებს ორგანიზმის რიგ სისტემებს და ამის გამო სიმპტომთა მრავალფეროვნებით ხასიათდება.

გავითვალისწინეთ რა ანკილოსტომიდოზის პრობლემის საერთო აქტუალობა და განსაკუთრებით კი აჭარის სს ავტონომიური რესპუბლიკისათვის, გადავწყვიტეთ ძირითადად შეგვესწავლა ის ცვლილებები, რომლებსაც გვაძლევს ანკილოსტომიდებით ინვაზია გულსისხლძარღვთა სისტემის მხრივ.

ვინაიდან არსებობს ლიტერატურული მონაცემები იმის შესახებ, რომ ანკილოსტომოზი კლინიკურად უფრო მძიმედ მიმდინარეობს, ვიდრე ნექატოროზი, ხოლო აჭარის ასს რესპუბლიკაში მხოლოდ *Necator americanus*-ის სახეა გავრცელებული. ამიტომ გულსისხლძარღვთა სისტემის მხრივ არსებული ცვლილებების პარალელურად ჩვენ სხვა კლინიკური გამოვლინებაც შევისწავლეთ (კლინიკური მიმდინარეობა, სისხლის სურათი და მკურნალობის ეფექტურობა, ცვლილებები კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის მხრივ და სხვა).

ჩვენ დაკვირვებაში მყოფი 80 ავადმყოფი ჰემოგლობინის დაქვეითების ხარისხისა და კლინიკური ნიშნების—სიხშირისა და სიმძიმის მიხედვით დაყოფილ იქნა 3 ჯგუფად.

პირველი ჯგუფი—39 ავადმყოფი (ჰემოგლობინი 11—40%), მეორე ჯგუფი—26 ავადმყოფი (ჰემოგლობინი 41—60%), მესამე ჯგუფი—15 ავადმყოფი (ჰემოგლობინი 61—75%). სქესის მიხედვით მამაკაცი იყო 18, ქალი—62. ასაკის მიხედვით 10-დან—20 წლამდე—52 ავადმყოფი, 21-დან—30 წლამდე—16 ავადმყოფი, 31-დან—50 წლამდე 12 ავადმყოფი.

გულსისხლძარღვთა სისტემის მხრივ მოსალოდნელი ცვლილებების დასადგენად წარმოებდა: 1. პულსის გამოკვლევა, გულის საზღვრებისა და ტონების განსაზღვრა; 2. არტერიული წნევის გასინჯვა დინამიკაში; 3. ვენური წნევის გასინჯვა მკურნალობამდე და მკურნალობის შემდეგ; 4. სისხლის ნაკადის სისწრაფის განსაზღვრა მკურნალობამდე და მკურნალობის შემდეგ; 5. ელექტროკარდიოგრაფიული გამოკვლევა დინამიკაში.

ჩვენ მიერ გულსისხლძარღვთა სისტემის მხრივ დადგენილი ცვლილებები, ასევე ანემიის ხასიათი და მკურნალობის ეფექტურობა ადრევე გამოქვეყნებული. მოცემულ შრომაში მკითხველთა ყურადღებას მივაქცევთ იმ ცვლილებებს, რომლებიც ჩვენ ვნახეთ კუჭის წვენის მცაობის მხრივ, მით

უმეტეს, რომ სპეციალურად ამ საკითხზე არც თუ ისე ბევრი შრომაა გამოქვეყნებული.

შეიძლება აღნიშნულ იქნეს, რომ კუჭის წვენის მგაობის შესახებ ანკილოსტომიდოზის დროს არ არსებობს ერთიანი აზრი. ავტორები, რომლებსაც შეუსწავლიათ ეს საკითხი, სხვადასხვა მონაცემებს იძლევიან.

პ. შევალაიე და ლ. ბრუმპტი (1939) ხშირად ნახულობენ კუჭის წვენის მგაობის დაქვეითებას და აქილიას, თუმცა აღნიშნავენ შემთხვევებს, როცა დაავადება მიმდინარეობდა კუჭის წვენის ნორმალური მგაობით.

გ. მარუაშვილი და თ. წუწუნავა (1939) იმავადმყოფებში, რომელთაც ჰემოგლობინი ჰქონდათ 60%/მდე, აღნიშნავენ მგაობის დაქვეითებას. თ. წუწუნავა (1952) უმრავლეს შემთხვევებში მიუთითებს დაქვეითებულ მგაობაზე, რომელიც მკურნალობის შემდეგ განიცდის მატებას. ნ. კამალოვი და თ. წუწუნავა (1954) აღნიშნავენ ახალ შემთხვევებში მგაობის მომატებას. ი. თოფურიცა (1935) მიუთითებს კუჭის სეკრეტორული ფუნქციის მოშლაზე.

კუჭის სეკრეციის მდგომარეობა ჩვენ შევისწავლეთ 73 ავადმყოფზე, რომელთაც ანემიის სიმძიმის ხარისხი და დაავადების სიმძიმე სხვადასხვანაირი ჰქონდათ. მოგვყავს ჩვენი მასალა კუჭის წვენის მგაობაზე მკურნალობამდე და მკურნალობის შემდეგ (იხ. ცხრილი 1).

კუჭის წვენის მგაობა მკურნალობამდე

ცხრილი 1

კუჭის წვენის მგაობა	1 ჯგ. 34 ავად.			2 ჯგ. 24 ავად.		3 ჯგ. 15 ავად.	
	აბს. %	აბს. %	აბს. %	აბს. %	აბს. %	აბს. %	
ნორმალური	11 32,4	13 54,2	12 80				
მომატებული	3 8,8	4 16,7	2 13,4				
დაქვეითებული	10 29,4	7 29,1	—				
აქილია	10 29,4	—	1 6,6				

როგორც 1 ცხრილი გვიჩვენებს, პირველი ჯგუფის ავადმყოფებში კუჭის წვენის მგაობა მკურნალობის დაწყებამდე ნორმალური იყო 11 შემთხვევაში, (32,4%), მომატებული—3 შემთხვევაში (8,8%), დაქვეითებული აღმოჩნდა 10 (29,4%) და აქლორჰიდრია 10 (29,4%) შემთხვევაში. მეორე ჯგუფის ავადმყოფებში კუჭის წვენის ნორმალური მგაობა აღმოჩნდა 13 შემთხვევაში (54,2%), მომატებული—4 შემთხვევაში (16,7%), დაქვეითებული—7 (29,1%) შემთხვევაში. აქლორჰიდრია ამ ჯგუფის ავადმყოფებში ნახული არ ყოფილა. მესამე ჯგუფის ავადმყოფებში კუჭის წვენის მგაობა ნორმალური იყო 12 შემთხვევაში (80%), მომატებული—2 შემთხვევაში (13,4%). ამ ჯგუფში კუჭის წვენის მგაობის დაქვეითება დადგენილი არ ყოფილა, ხოლო 1 შემთხვევაში

(6,7%) აღმოჩნდა აქლორჰიდრია. როგორც ვხედავთ, კუჭის წვენის მჟაობის დაქვეითება ჭარბობს პირველი ჯგუფის ავადმყოფებში. საგრძნობლად შეიცვალა სურათი პათოგენეზური და სპეციფიკური მკურნალობის შედეგ. აღნიშნული მოცემულია მე-2 ცხრილზე.

კუჭის წვენის მჟაობა მკურნალობის შემდეგ ცხრილი 2

კუჭის წვენის მჟაობა		1 ჯგ. 34 ავად.	2 ჯგ. 24 ავად.	3 ჯგ. 15 ავად.
ნორმალური	აბს	16	12	12
	‰	47	50	80
მომატებული	აბს	4	5	2
	‰	11,8	20,7	13,3
დაქვეითებული	აბს	5	7	1
	‰	14,7	29,3	6,7
აქილია	აბს	9	—	—
	‰	26,5	—	—

პირველი ჯგუფის ავადმყოფებში კუჭის წვენის მჟაობა ნორმალური გახდა 16 შემთხვევაში (47%), მომატებული დარჩა 4 შემთხვევაში (11,8%) დაქვეითებული—5 შემთხვევაში (14,7%), ხოლო 9 შემთხვევაში (26,5) აღნიშნულ იქნა აქილია.

მე-2 ჯგუფის ავადმყოფებში არსებითი ცვლილებები არ მომხდარა. კუჭის წვენის მჟაობა ნორმალური აღმოჩნდა 12 შემთხვევაში (50%), მომატებული დარჩა 5 (20,7%), ხოლო დაქვეითებული 7 შემთხვევაში (29,3%).

მე-3 ჯგუფის ავადმყოფებში კუჭის წვენის მჟაობა ჩატარებული მკურნალობის შედეგით თითქმის არ შეცვლილა. ნორმალური დარჩა ის 12 შემთხვევაში (80%), მომატებული—2 შემთხვევაში (13,8%), ხოლო დაქვეითებული—1 შემთხვევაში (6,7%). ჩვენი შემთხვევების ანალიზმა დაგვანახა, რომ კუჭის წვენის მჟაობის ცვლილებებზე მკურნალობამდე და მკურნალობის შემდეგ ერთგვარი გავლენა აქვს დაავადების ხანგრძლივობას. სათანადო მკურნალობის ჩატარების შემდეგ კუჭის წვენის მჟაობის მომატება მოხდა უფრო მეტად იმ ავადმყოფებში, რომელთა ავადმყოფობა არ იყო ხანგრძლივი და პირუტყუ.

ზემოთქმულიდან გამომდინარეობს, რომ მკურნალობის შემდეგ მჟაობის დაქვეითებისა და აქილიის შემთხვევათა რიცხვი შედარებით უფრო ნაკლებია, ვიდრე მკურნალობამდე, რაც ჩატარებული მკურნალობის ეფექტურობაზე მეტყველებს. მკურნალობის შემდეგ მჟაობის დაქვეითებისა და აქილიის მეტი რიცხვი მოდის იმ ავადმყოფებზე, რომელთა დაავადების ხანგრძლივობა უფრო დიდია (10 თვიდან 2 წლამდე). ასეთია სურათი კუჭის წვენის მჟაობის მკურნალობამდე და მკურნალობის შემდეგ პირველი ჯგუფის ავადმყოფებში.

მე-2 ჯგუფის ავადმყოფებშიც დაქვეითებული მჟაობა ჭარბობს იმ შემთხვევებში, სადაც დაავადების ხანგრძლივობა უფრო დიდი იყო, კერძოდ 10 თვიდან 2 წლამდე; ნორმალური მჟაობის შემთხვევათა რიცხვი კი ჭარბობს იმ ავადმყოფებში, რომელთა დაავადების ხანგრძლივობა რამდენიმე

თვით განისაზღვრება. ჩვენი აზრით, მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ისიც, რომ ამ ჯგუფში ანემიის სიმძიმის ხარისხი ნაკლებია წინა ჯგუფთან შედარებით, რასაც ერთგვარი ზეგავლენა უნდა ჰქონდეს კუჭის წველის მკაობაზე.

აღსანიშნავია ისიც, რომ მკურნალობის ჩატარების შემდეგ ამ ჯგუფში საგრძნობი ცვლილებები მკაობის მატების მხრივ არ გვინახავს, რაც შეიძლება აიხსნას ანემიის შედარებით მსუბუქი ხარისხით ამ ჯგუფის ავადმყოფებში.

მესამე ჯგუფის ავადმყოფებში არსებითი ცვლილებები კუჭის წველის მკაობის მხრივ ჩვენ მიერ დადგენილი არ ყოფილა. ამრიგად, ჩვენი აზრით, რაც უფრო მძიმეა ანემია და ხანგრძლივად მიმდინარეობს დაავადება, იმდენად უფრო მკვეთრად არის გამოხატული ცვლილებები კუჭის სეკრეტორული ფუნქციის მოშლის მხრივ.

კუჭის სეკრეტორული ფუნქციის აღდგენა ზანტად ხდება, რაც ლიტერატურული წყაროებიდან ჩანს და ჩვენი მასალითაც დასტურდება. მაგ., ყველა ჯგუფში მკურნალობამდე არსებული კუჭის წველის მკაობის დაქვეითების ან აქილიის 28 შემთხვევიდან მკურნალობის შემდეგ 6 შემთხვევაში მივიღეთ მკაობის მომატება, ხოლო 22 შემთხვევაში ისევ დარჩა მკაობის დაქვეითება ან აქილია.

#### დასკვნები

1. კუჭის წველის მკაობის მკვეთრი ცვლილებები, რაც გამოიხატება მისი დაქვეითებით ან აქილით, გამოხატული ჰქონდათ პირველი ჯგუფის ავადმყოფებს, რომელთაც ჰქონდათ მძიმე ანემია.

2. მეორე ჯგუფის ავადმყოფებს, რომელთა კლინიკური მიმდინარეობა და ანემიის ხარისხი მსუბუქი იყო, კუჭის წველის მკაობა მეტწილად ნორმალური ან მომატებული ჰქონდათ.

3. კუჭის წველის მკაობის დაქვეითებაზე ჩვენი მასალით ინიშვნელობა აქვს დაავადების (ანემიის) სიმძიმესა და ხანგრძლივობას.

4. პათოგენეზური და სპეციფიკური მკურნალობის ჩატარების შემდეგ ადგილი აქვს კუჭის წველის მკაობის მომატებას, რაც ნელა ხდება და, ჩვენი აზრით, ხანგრძლივ დროს საჭიროებს.

თბილისის ექიმთა დახელოვნების ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 12.12.1960)

### ფიზიოლოგია

მ. ინასარიძე

პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის ცვლილების საკითხი-სათვის კუჭის პარცინალური რეზერვების შემდეგ ექსპერიმენტში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაქურაძემ 12.7.1960)

კუჭისა და 12-გოჯა ნაწლავის წყლულოვანი დაავადების გამო კუჭის პარცინალური რეზერვების შემდგომ პერიფერიულ სისხლში გამოვლინებული ცვლილებების შესახებ მრავალი ცნობა მოიპოვება ლიტერატურაში. ცვლილებები ძირითადად აღინიშნება წითელი სისხლის მხრივ, მაგრამ ზოგი ავტორი აღნიშნავდა რაოდენობითსა და თვისებით ცვლილებას თეთრი სხეულაკებისა და თრომბოციტების მხრივაც.

ამასთანავე, ლიტერატურაში არსებული მონაცემების განხილვა გვარწმუნებს, რომ მეტწილად ლაპარაკია ძვლის ტვინის რომელიმე ცალკეულად აღებული განშტოების ფუნქციის დარღვევაზე. ძვლის ტვინის ჰემოპოეტური სისტემის მთლიან ფუნქციურ შეცვლაზე მითითებას თითქმის არ ვხვდებით.

ბორჯომ-ლიჯანის სანატორიუმში სამკურნალოდ ჩამოსულ ავადმყოფთა შორის ჩვენ მიერ ჩატარებულმა მრავალრიცხოვანმა გამოკვლევებმა დაგვანახა, რომ წყლულოვანი დაავადების გამო გაკეთებული რეზერვების შემდგომ ადგილი აქვს არა მარტო ჰიპორეგენერაციული და ჰიპოქრომული ანემიის განვითარებას, არამედ ერთდროულად ლეიკოპენიას) ნეიტროპენიასა და შედარებით ლიმფოციტოზს. ამასთანავე ერთად აღინიშნება თრომბოციტოპენიაც. ყველაფერი ეს უნდა მიგვითითებდეს იმაზე, რომ კუჭის რეზერვების შემდგომ ადგილი აქვს ძვლის ტვინის ჰემოპოეტური ფუნქციის ერთიან დაქვეითებას.

ჩვენი მონაცემებით პერიფერიული სისხლის ცვლილებები არ არის დაკავშირებული არც დაავადებულთა ასაკთან, არც ოპერაციის შემდგომ განვლილ დროსთან და არც ოპერაციის სახეობასთან. იქნება შთაბეჭდილება, რომ თვით ფაქტი ოპერაციის შედეგად კუჭის მეტი ნაწილის მოცილებისა უნდა იყოს სისხლის ამ ცვლილებების მიზეზი. ამან გვაიძულა მივემართა საკითხის ექსპერიმენტულად შესწავლისათვის.

### მასალა და მეთოდიკა

ცდები დაყენებული იყო ექვს ხვად ძალზე. ცალკეულ ძალზე პერიფერიული სისხლის და ძვლის ტვინის მდგომარეობის წინასწარი დადგენის შემდეგ (რაც გამოიხატებოდა ერითროციტების, ჰემოგლობინის, ლეიკოციტების, რეტიკულოციტებისა და თრომბოციტების რაოდენობისა და ლეიკოციტური ფორმულის, ერითროციტომეტრიის, სისხლის შედეგება-წებოვნების მრავალჯერადს გამოკვლევაში, ხოლო ძვლის ტვინის მხრივ—ერითრობლასტებისა და ნეიტრო-

ფილების მომწიფებისა და ლეიკობლასტური ინდექსების გამოანგარიშებაში), ძალს უკეთებოდა კუჭის პარციალური რეზექცია (კუჭის  $\frac{2}{3}$ -ის მოცილება) ბილროტ I-ის ან ბილროტ II-ის წესით. ოპერაციის შემდგომ ხანაში, რაც საშუალოდ ხუთ თვეს შეადგენდა, ზემოთ მოყვანილ გამოკვლევას კვლავ რამდენჯერმე ეაწარმოებდით. სულ ჩატარდა პერიფერიული სისხლის 64 გამოკვლევა, ხოლო ძვლის ტვინისა—30. გამოკვლევების მონაცემების შეფასებისათვის დაკვირვების მთელი დრო პირობით დავეყავით სამ პერიოდად. ესენია: ოპერაციამდელი, ოპერაციის შემდგომი ადრინდელი (ერთი თვე ოპერაციის შემდეგ) და ოპერაციის შემდგომი მოგვიანებითი (ოპერაციის შემდგომ ერთ თვეზე მეტი) პერიოდები. ცალკეული ძალის გამოკვლევების თითოეულ პერიოდში მიღებული რაოდენობითი შედეგები გამოვხატეთ საშუალო არითმეტიკულებით და საბოლოოდ მათგან გამოვეყავით ვარიაციულ-სტატისტიკური საშუალოები ყველა ძალის ცალკეული პერიოდისათვის. გამოკვლევების ამ წესმა, ცალკეული ძალების შემთხვევაში მიღებული მონაცემების განხილვასთან ერთად, მოგვცა საშუალება შეგვედარებინა ერთმანეთთან სხვადასხვა პერიოდის საშუალოები და გვემსჯელა აერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის ამა თუ იმ შემადგენელი ნაწილის ცვლილების ხასიათზე. სისხლის ზოგიერთი მაჩვენებლის ცვლილების დამაჯერებლობის დასადასტურებლად მივმართეთ ვარიაციულ-სტატისტი-

კური დამაჯერებლობის ინდექსის  $\left( \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}} \cong 3 \right)$  გამოყენას.

### მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

ქვემოთ მოყვანილი ცხრილები თვალნათლივ გვიჩვენებს პერიფერიული სისხლისა და ძვლის ტვინის როგი კომპონენტების ცვლილებას ძალის კუჭის რეზექციასთან დაკავშირებით.

ოპერაციამდელ პერიოდში მიღებული მონაცემები სავსებით ეგუება ლიტერატურაში არსებულ საშუალო მონაცემებს ჯანსაღი ძალების პერიფერიული სისხლის რაოდენობითი და მორფოლოგიური შემადგენლობის შესახებ [5,7,11]; ძვლის ტვინის ზოგიერთი ჩვენი ინდექსი კი განსხვავდება ზოგიერთი ავტორის [7] მონაცემისაგან.

ცხრილი 1  
 წითელი სისხლის გამოკვლევის საშუალო მონაცემები ოპერაციამდელ და მის შემდგომ პერიოდებში

გამოკვლევის სახე	ოპერაციამდელი პერიოდი	ოპერაციის შემდგომი ადრინდელი პერიოდი	ოპერაციის შემდგომი მოგვიანებითი პერიოდი
ერითროციტები ათასობით ერთ კუბ. მმ	6598მ ± 136,3	6510	5708მ ± 205
ჰემოგლობინი საღის ერთეულებში	86მ ± 2,5	80,85	78მ ± 4,02
ფერადობის მაჩვენებლები	0,66	0,616	0,67
ერითროციტების დაღმკვის რეაქცია მმ/საათში	5,8	10,5	8,2
რეტროქლოციტები %	17,0	4,3	5,8



როგორც ცხრილი 1 გვიჩვენებს, ერითროციტების საშუალო რაოდენობა ოპერაციამდელ პერიოდში 6,598 მილიონს უდრიდა. ოპერაციის შემდგომ ის თანდათანობით კლებულობს და ბოლო პერიოდისათვის 5,708 მილიონამდე დადის. ერითროციტების რაოდენობის ეს დაკლება სტატისტიკურად სარწმუნოა, რამდენადაც დამაჯერებლობის ინდექსი 3,6-ს უდრის. ასევე შესამჩნევია ჰემოგლობინის დაკლება ოპერაციის შემდგომ მოგვიანებით პერიოდში ოპერაციამდელ პერიოდთან შედარებით, თუმცა სტატისტიკური დამაჯერებლობის მხრივ ამ დაკლებას სარწმუნოდ ვერ მივიჩნევთ (დამაჯერებლობის ინდექსი 1,75-ს უდრის). ფერადობის მაჩვენებელი მყარად ერთსა და იმავე დონეზე დგას.

ზემოთ დასახელებული რიცხვები გვიჩვენებენ ერითროციტების რაოდენობის აშკარად დაკლებას, მაგრამ ჰემოგლობინის შესაბამის დაკლებას არა აქვს ადგილი. შესაძლებელია, ეს დაკავშირებულია ძვლის ტენიის ერითროპოეზური განშტოების რეგენერაციული ფუნქციის შემცირებასთან. ყოველ შემთხვევაში რეტიკულოციტების რაოდენობის სტატისტიკურად დამაჯერებელი დაკლება (დამაჯერებლობის ინდექსი 4,6—3,86)—17%<sub>100</sub> ოპერაციამდელ პერიოდში, 5,8%<sub>100</sub> ოპერაციის შემდგომ მოგვიანებით პერიოდში—ამის სასარგებლოდ უნდა დააბარაქობდეს.

ცხრილიდან ისიც ჩანს, რომ ერითროციტების დალექვის რეაქცია ოპერაციის შემდგომ პერიოდში მატულობს, მაგრამ სტატისტიკურად ეს მომატება დამაჯერებლად არ ჩაითვლება (ინდექსი—2,7).

ცხრილი 2  
 ერითროციტების საშუალო მონაცემები ოპერაციამდელ და მის შემდგომ პერიოდებში

გამოკვლევის სახე	ოპერაციამდელი პერიოდი	ოპერაციის შემდგომი ადრინდელი პერიოდი	ოპერაციის შემდგომი მოგვიანებითი პერიოდი
ჰმატოკრიტი %-ში	47,5	47,6	45,16
ერითროციტის დიამეტრი მიკრონებში	6,53	6,74	6,48
ერითროციტის სისქე მიკრონებში	2,16	2,05	2,48
ერითროციტის მოცულობა კუბ. მიკრონებში	71,9მმ ± 1,23	73,3	79,9მმ ± 1,18
ერითროციტის ზედაპირი კვ. მიკრონებში	111	114,8	115,1
სფერულობის ინდექსი	3,06	3,32	2,677

ერითროციტომეტრიამ (ცხრილი 2) გამოავლინა, რომ ჰმატოკრიტის მაჩვენებელი მხოლოდ უმნიშვნელო ტენდენციას იძლევა დაკლებისაკენ ოპერაციის შემდგომი მოგვიანებითი პერიოდისათვის. ცალკეული ერითროციტის დიამეტრიც მცირედ მერყეობას იძლევა, ხოლო ცალკეული ერითროციტის სისქე საგრძნობლად მატულობს ოპერაციის შემდგომ მოგვიანებით პერიოდში. ცალკეული ერითროციტის მოცულობა დამაჯერებლად მატულობს ოპერაციის შემდგომ მოგვიანებით პერიოდში (დამაჯერებლობის ინდექსი—4,6), ცალკეული ერითროციტის ზედაპირი კი ცვლილებას არ გვიჩვენებს. მკვეთრ დაკლებას



გვიჩვენებს სფერულობის ინდექსი: იგი 3,06-დან ეცემა ოპერაციის შემდეგ მოგვიანებით პერიოდში 2,67-მდე, რაც სტატისტიკურად დამაჯერებელია, რადგან ინდექსი 3,2-ს გვიჩვენებს.

ცხრილი 3

თეთრი სისხლის გამოკვლევის საშუალო მონაცემები ოპერაციამდე და მის შემდგომ პერიოდებში

გამოკვლევის სახე	ოპერაციამდე პერიოდი	ოპერაციის შემდგომი ადრინდელი პერიოდი	ოპერაციის შემდგომი მოგვიანებითი პერიოდი
ლეიკოციტები ათასობით ერთ კუბ. მმ	10,74მ ± 0,64	11,63 2,8	7,832მ ± 0,579
ჩხირბირთვიანი ნეოროფილები, %	1,66		3,14
სეგმენტბირთვიანი ნეიტროფილები %	64,6	63,27	62,6
ეოზინოფილები, %	6,45	5,02	6,72
ლიმფოციტები, %	20,5	15,15	17,9
მონოციტები %	5,66	8,3	8,9
ბაზოფილები %	0,47	0,37	0,5

რაც შეეხება თეთრი სისხლის საშუალო მონაცემებს (ცხრილი 3) უნდა აღვნიშნოთ, რომ ლეიკოციტები ოპერაციამდე პერიოდში საშუალოდ 70,74 ათასს უდრიდა და ოპერაციის შემდგომ მოგვიანებით პერიოდში 7,83 ათასამდე დაეცა. ეს დაცემა შემთხვევითი არ არის, რადგანაც დამაჯერებლობის ინდექსი 3,4-ს უდრის და, მაშასადამე, სარწმუნოდ ხდის ლეიკოციტების რაოდენობის დაცემას ოპერაციასთან დაკავშირებით.

ლეიკოციტების ფორმულის განხილვა რაიმე ცვლილებას ნეიტროფილების, ეოზინოფილებისა ან ბაზოფილების პროცენტულ შემადგენლობაში არ გვიჩვენებს. შესამჩნევია მხოლოდ ლიმფოციტების მცირედი დაკლება და მონოციტების მატება ოპერაციის შემდგომ პერიოდში.

ცხრილი 4

თრომბოციტების რაოდენობისა, სისხლის შედედების და წებოვნების საშუალო მონაცემები ოპერაციამდე და მის შემდგომ პერიოდებში

გამოკვლევის სახე	ოპერაციამდე პერიოდი	ოპერაციის შემდგომი ადრინდელი პერიოდი	ოპერაციის შემდგომი მოგვიანებითი პერიოდი
თრომბოციტები ათასებში კუბ. მმ სისხლის შედედება წუთებში	299,0მ ± 19,4	287,9	250,0მ ± 19,56
სისხლის წებოვნება	2,31 4,4	3,82 4,99	4,36 4,87

ცხრილი 4-დან შეღავნდება, რომ თრომბოციტების რაოდენობა ოპერაციამდე საშუალოდ 299,000-ს გვიჩვენებდა და ოპერაციის შემდგომ მოგვიანებით ხანაში 250.000-მდე დაეცა. მიუხედავად თრომბოციტების რაოდენობის ასეთი დაკლებისა, იგი სარწმუნო არ არის, რადგან დამაჯერებლობის ინდექსი 1,79-ს უდრის.

მკვეთრი ცვლილება განიცადა სისხლის შედედებამ, რომელიც ციამდელ პერიოდში საშუალოდ 2,13 წუთს უდრიდა, ხოლო ოპერაციის შემდგომ მოგვიანებით ხანაში 4,87-ს მიაღწია. სისხლის შედედების ეს გახანგრძლივება სტატისტიკურად დამაჯერებელია, რადგან ინდექსი 4,0-ს უდრის. სისხლის წებოვნებამ მომატების ტენდენცია გვიჩვენა, მაგრამ სტატისტიკურად დამაჯერებელი მომატება მისი ჩვენ ვერ მივიღეთ.

ცხრილი 5  
ძვლის ტვინის გამოკვლევის საშუალო მონაცემები ოპერაციამდელ და მის შემდგომ პერიოდში

გამოკვლევის სახე	ოპერაციამდელი პერიოდი	ოპერაციის შემდგომი მოგვიანებითი პერიოდი
ერთობლასტების მოწიფების ინდექსი	0,77	0,849
ლეიკობლასტიური ინდექსი	1,85	1,97
ნეიტროფილების მონწიფების ინდექსი	0,38	0,396

ძვლის ტვინის გამოკვლევის შედეგების განხილვა გვიჩვენებს ერთობლასტების და ნეიტროფილების მოწიფების ინდექსების მატებას, ისევე როგორც ლეიკობლასტური ინდექსის მატებასაც, თუმცა ამ ინდექსების მატების რიცხობრივი გამოხატულება მეტად მცირეა, რაც, ყოველ შემთხვევაში, ძვლის ტვინის ფუნქციის აშკარა ცვლილებას არ უნდა ნიშნავდეს.

პერიფერიული სისხლის ანემიზაციის მონაცემები, მიღებული ჩვენს მიერ ექსპერიმენტში ნაწარმოებ კუჭის პარციალური რეზექციის შემდეგ, ძირითადად ეგუება ლიტერატურაში არსებულ მითითებებს, თუმცა ზოგი მკვლევარი ძალღებში ნახულობდა ხანმოკლე ქლორანემიას, ხოლო მყარი ანემიის გამოწვევას კუჭის რეზექციასთან დაკავშირებით საეჭვოდ ხდიდა [9]. ზოგნი პარციალური რეზექციის შემდგომ მხოლოდ ხანმოკლე ანემიას ნახულობდნენ, ხოლო სუბტოტალური და ტოტალური რეზექციის შემდგომ განვითარებული ანემიის ხანგრძლივობაზე არაფერს მიუთითებენ, რადგან ასეთი მძიმე ოპერაციის შემდგომ ძალღები მალე იღუპებიან [6]. იმასაც მიუთითებენ, რომ ექსპერიმენტული პოსტრეზექციული ანემია ერთ-ორ თვეში აღდგება, თუმცა სისხლის რეგენერაცია ამ დროს შეგვიანებულია [1,10]; საწინააღმდეგო აზრის შესაბამისად კი რეზექციის შემდგომი ჰიპოქრომული ანემია პროგრესულად ვითარდება, განსაკუთრებით ძალღების საკვებში ხორცეულის გამორიცხვის შემთხვევაში [2]. ლაპარაკობენ მკვეთრი ანემიის განვითარების შესაძლებლობაზეც [4] და პოსტრეზექციული ანემიის რეგენერატორულ-ჰიპოქრომულ ხასიათზეც [3].

რეტიკულოციტოპენია მხოლოდ ტოტალური რეზექციის შემდეგ უნახავთ [8]. პარციალური რეზექციის შემდეგ ასეთი თითქოს არ ვითარდება [3], პირიქით რეზექციის უშუალოდ მომდევნო პერიოდში ზოგი რეტიკულიტების მომატებასაც ნახულობდა. [5].

ყველაფერი ეს გვიჩვენებს, რომ წითელი სისხლის ცვლილებების გარშემო აზრთა სხვაობა არსებობს, მაგრამ ჰიპორგენერატორულ ხასიათს ერთროციტების დაკლებისას კუჭის პარციალური რეზექციის შემდეგ გვერდს მაინც ვერ ავუვლით.

ძალღებისათვის გაკეთებული კუჭის რეზექციის შემდგომ ერთროციტო-მეტრიის მონაცემები ლიტერატურაში ვერ ვნახეთ, მაგრამ მიუთითებენ რეზექციის შემდგომ უახლოეს ხანაში მაკროციტოზისადმი მიდრეკილების განვითარებაზე [3]. ჩვენს შედეგებში ამ მხრივ ხაზგასასმელია ცალკეული ერთროციტის მოცულობის მომატება და სფერულობის ინდექსის დაკლება. ერთროციტის მოცულობის მომატება ეთანხმება ადამიანებისათვის წყლულოვანი დაავადების გამო გაკეთებული კუჭის რეზექციის შემდგომ ჩვენ მიერ მიღებულ მონაცემებს. მეორე მხრივ, ძალღებში აღნიშნული სფერულობის ინდექსის დაკლება არ ეგუება ადამიანებში ნახულ სფერულობის ინდექსის მატების ტენდენციას. ყოველ შემთხვევაში, ერთროციტების სფერულობის ინდექსის დაკლება უნდა მიუთითებდეს კუჭის რეზექციის შემდეგ ძალღებში განვითარებული პლანოციტოზის საწინააღმდეგო მდგომარეობაზე.

რაც შეეხება ლეიკოპენიას, იგი ძალღებისათვის გაკეთებული კუჭის რეზექციის შემდეგ სხვასაც უნახავს [9]. ლეიკოციტური ფორმულის მხრივ შესაძლებელი ცვლილებების გარშემო კი მრავალ სხვადასხვა აზრს ვხვდებით. ზოგი რეზექციის მომდევნო პერიოდში ნეიტროფილების ბირთვის მარცხნივ გადახრას, ლიმფოციტოპენიას და მონოციტოპენიას აღნიშნავს [5], მეორენი ტოტალური გასტრექტომიის შემდეგაც კი ლიმფოციტოზს [9] ან ეოზინოფილიას აღნიშნავენ [3]. ყოველ შემთხვევაში, ხაზი უნდა გაესვას იმას, რომ ადამიანების მსგავსად ძალღებშიც ადგილი აქვს კუჭის პარციალური რეზექციის შემდგომ ლეიკოპენიის განვითარებას, მაგრამ ნეიტროპენიისა და ლიმფოციტოზის მაგნიტად ძალღებში ლიმფოპენია მელავნდება.

ჩვენ მიერ ნახული იყო თრომბოციტოპენიისადმი მიდრეკილება. ტოტალური გასტრექტომიის შემდგომ მზარდ თრომბოპენიას სხვაც აღნიშნავდა [9].

რაც შეეხება სისხლის შედედების დროს, მისი მომატება ძალღებისათვის გაკეთებული კუჭის პარციალური რეზექციის შემდგომ ჯერჯერობით აუხსნელი რჩება, ისევე როგორც სისხლის წებოვნების მომატების ტენდენცია. უკანასკნელი მით უფრო გაუგებარია, რომ ერთროციტების რაოდენობის აშკარა დაკლებას რეზექციის შემდგომ წებოვნების შემცირება უნდა მოეცა.

### დასკვნები

1. ძალღებისათვის გაკეთებული კუჭის პარციალური რეზექციის შემდგომ მოგვიანებულ ხანაში ვითარდება: ა) ერთროციტების რაოდენობის, ერთროციტის სფერულობის ინდექსისა და რეტიკულოციტების რაოდენობის დაკლება და ცალკეული ერთროციტის მოცულობის მომატება; ბ) ლეიკოციტების რაოდენობის დაკლება ლეიკოციტურ ფორმულაში დამაჯერებელი ცვლილებების გარეშე; გ) თრომბოციტების რაოდენობის დაკლების ტენდენცია.





ექსპერიმენტული მემორია

6. ტატიშვილი

ექსპერიმენტული ბრუნვითი დროს ლიმფური კვანძების, ელენთისა და ლვიძლის ჰისტოქიმიური შესწავლის ზოგიერთი მონაცემი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვლ. კლემტმა 25.9.1960)

სხვადასხვა ჰისტოქიმიური მეთოდით ამჟამად დადგენილია ნუკლეინის მჟავებისა და გლიკოგენის მნიშვნელოვანი როლი ადამიანისა და ცხოველის ორგანიზმში მიმდინარე მრავალმხრივი სასიცოცხლო პროცესების დროს. ნუკლეინის მჟავებს დიდ მნიშვნელობას ანიჭებენ ცილის სინთეზში, უჯრედების ზრდასა და გამრავლებაში, შთამომავლობითი თვისებების გადაცემაში; გლიკოგენი აქტიურ მონაწილეობას ლეზულობს ორგანიზმის ენერგეტიკულ პროცესებში, ნახშირწყლების შუამდებარე ცვლაში და ა. შ. [1,2,3] აქედან გამომდინარე, განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს უჯრედშიდა მეტაბოლიზმის შესწავლა ინფექციური დაავადებების დროს. ნუკლეინის მჟავებისა და გლიკოგენის ცვლის შესწავლამ ამ დროს შეიძლება ხელი შეუწყოს იმუნიტეტის მექანიზმის, გამოჯანმრთელების და სხვა საკითხების ახსნას. ეს მით უფრო სნიშვნელოვანია, რომ ჰისტოქიმიური ცვლილებები წინ უძღვის სტრუქტურულს, რასაც შეიძლება დიაგნოსტიკური და პროგნოსტიკული მნიშვნელობა ჰქონდეს.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ ნუკლეოპროტეიდებისა და გლიკოგენის ცვლის შესწავლა ზღვის გოჭების ლიმფური კვანძების, ელენთისა და ლვიძლის უჯრედებში ექსპერიმენტული ბრუნვითი დროს.

ბრუნვითი ინფექციის დროს ლიმფური კვანძებისა და ელენთის ჰისტოქიმიურ შესწავლას ფელგენის მეთოდით დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავაზე და ბრაშეს მეთოდით რიბონუკლეინის მჟავაზე აწარმოებდა ჩერნი-შევა [4], მაგრამ შრომაში არ აღინიშნება ინფექციის დროს ლიმფური კვანძებისა და ელენთის უჯრედების ბირთვებში დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავას შემცველობის რაიმე მერყეობა, ხოლო ბრაშეს მეთოდით არასავსებით ზუსტად შეიძლება მსჯელობა რიბონუკლეინის მჟავას რაოდენობრივ და ხარისხობრივ ცვლილებებზე.

ბრუნვითი ინფექციის და ვაქცინაციის დროს გლიკოგენის ჰისტოქიმიურ შესწავლას მაკროფაგებში აწარმოებდნენ პ. ვერშილოვა და ნ. გრეკოვა [5]. მათი მონაცემებით, გლიკოგენის რაოდენობა მაკროფაგებში შეიძლება მათი ფაგოციტარული აქტიურობის მაჩვენებელი იყოს.

ჩვენ ცდები ჩავატარეთ ზღვის გოჭებზე წონით 350—400 გ. ცხოველებს ვასნებოვნებდით კანქვეშ მარცხენა ბარძაყის მიდამოში ცხერის ტიპის

ბრუცელების ვირულენტური შტამის 1000 მიკრობთა სხეულის შეყვანით. ბრუცელებით დასნებოვნებულ ზღვის გოქებს ვაკუუმით დინამიკაში ინფიცირების 2, 3, 5, 7, 11, 18, 30, 46, 60, 90, 121, 150, 180, 210, 240, 270 დღეზე (2 ზღვის გოქს თითოეულ ვადაზე). სულ ცდები ჩატარებულია 32 ცხოველზე. კონტროლის მიზნით ვისარგებლეთ 6 ჯანმრთელი ზღვის გოქის ორგანოებით.

როგორც საცდელ, ისე საკონტროლო ცხოველებს ვაძინებდით ეთერის ორთქლით და ვკვებავდით. თხელ ნაჭრებს, სისქით არა უმეტეს 2—3 მმ, ამოჭრილს მარცხენა საზარდულის (რეგიონული), მარჯვენა საზარდულის, უბისქვეშა და პარააორტალური ლიმფური კვანძებიდან, ელენთიდან და ლვილიდან სწრაფად ვათავსებდით შაბადაშის მიერ მოწოდებულ ნეიტრალურ საფიქსაციო სითხეში, აგრეთვე კარნას სითხეში.

პარათინში ჩაყალიბების შემდეგ ანათლებს, სისქით 3—5 $\mu$ , ჩვეულებრივ პისტოლოგიურ მეთოდებთან ერთად (ჰემატოქსილინ-ეოზინი, პიკროფუქსინი და ა. შ.), ვღებავდით შაბადაშის მეთოდით გლიკოგენზე (ანათლების ნაწილს ვამუშავებდით ამილაზით), ფელგენის მეთოდით დეჰოქსირიბონუკლეოპროტეიდებზე (დნპ) და შაბადაშის მეთოდით მეთილენის ლურჯას ბუფერულ ხსნარებში რიბონუკლეოპროტეიდებზე (რნპ). გამოყენებული იყო ბიფტალატური ბუფერები pH-ით 2,2; 2,4; 2,6; 2,8; 3,0; 3,2; 3,4; 3,6; 3,8; 4,0; 4,2; 4,4; 4,8; 5,2; და 5,6. ანათლების ნაწილი იღებებოდა ბრაშეს და ანდრესის მორფოციკრებული მეთოდებით. საკონტროლო ანათლებს ვამუშავებდით რიბონუკლეაზით.

ჩენს შემთხვევებში დასნებოვნების პირველი დღეებიდანვე ლიმფურ კვანძებსა და ელენთაში ადგილი აქვს რეტოკულური და ენდოთელური უჯრედების ძლიერ ჰიპერპლაზიას. რეტოკულურ და ენდოთელურ უჯრედებში, მაკროფაგებში რიგ შემთხვევებში აღინიშნება მიტოქონდრიების, ბირთვაკებისა და ერგასტოპლაზმის რნვ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის არამკვეთრად გამოხატული აწევა ტუტემხარეს, რასაც შემდგომ აქვს ტენდენცია დაქვეითებისაკენ. დასაწყისში რნვ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის დაქვეითებისას არ ხდება უჯრედებში რნვ საერთო რაოდენობის (ზოგადი ციტოპლაზმატური ბაზოფილია) შემცირება. თუმცა შემდგომ მცირდება რნვ საერთო რაოდენობაც ბირთვაკსა და ციტოპლაზმაში. 2—5-ბირთვიანი გიგანტური რეტოკულური უჯრედები აგრეთვე ღარიბია რნვ. ამ ორგანოების ლიმფოიდური უჯრედების მიტოქონდრიების, ბირთვაკებისა და ერგასტოპლაზმის რნვ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის დაქვეითებაც კარგადაა გამოხატული, თუმცა ლიმფოიდურ უჯრედებში რნვ საერთო რაოდენობის შემცირება ნაკლებად ხდება.

ღვიძლში ჰიპერპლაზიური კუბურის უჯრედებში, ისევე, როგორც ლიმფური კვანძებისა და ელენთის რეტოკულურ-ენდოთელურ ელემენტებში, აღინიშნება რნვ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის ძვრა დასაწყისში უმნიშვნელოდ ტუტე, ხოლო შემდეგ მკაფი მხარეს. აღინიშნება აგრეთვე რნვ საერთო რაოდენობის შემცირება ამ უჯრედებში, თუმცა ეს მოვლენები ღვიძლის კუბურის უჯრედებში ნაკლებადაა გამოხატული, ვიდრე ლიმფური კვანძებისა და ელენთის რეტოკულურ და ენდოთელურ უჯრედებში.



ინფექციური პროცესის მძვინვარების პერიოდში (30-90 დღე) მიტოქონდრიების, ერგასტოპლაზმისა და ბირთვაციის რნვ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის დაქვეითება ყველაზე მკვეთრად აღინიშნება ლიმფური კვანძების, შემდეგ ელენთის, ხოლო ბოლოს ღვიძლის უჯრედოვან ელემენტებში. ყველაზე უფრო ძლიერ ძვრას მყავე მხარეს ნორმასთან შედარებით ადგალი აქვს მიტოქონდრიების, შემდეგ ბირთვაციის და ბოლოს ერგასტოპლაზმის რნვ მხრივ. აღინიშნება მიტოქონდრიების ფორმის შეცვლა. მიტოქონდრიები ხშირად არასწორი ფორმისაა, ზოგჯერ მძიმის, ნახევარწრის ფორმის, ზოგჯერ აღინიშნება მათი გადიდება, შესიება, ზოგჯერ დაპატარავება. მცირდება აგრეთვე მიტოქონდრიების საერთო რაოდენობა უჯრედში.

ლიმფური კვანძებისა და ელენთის რეტოკულურ უჯრედებში, ღვიძლის კუბურის უჯრედებში, რომლებიც ქმნიან ბრუკელოზურ გრანულომებს, აღინიშნება ბირთვაციებისა და ერგასტოპლაზმის რნვ საერთო რაოდენობის მკვეთრი შემცირება. გრანულომის უჯრედების მიტოქონდრიები ზოგჯერ გამოვლინდება pH 2,2-2,4. გრანულომის პერიფერიასზე გვხვდება ერთეული ლიმფოციტური და პლაზმური უჯრედები, მდიდარი რნვ.

ეპითელიოიდურ და ლანგჰანისის ტიპის გიგანტურ უჯრედებში რნვ უმნიშვნელო რაოდენობითაა. ღვიძლის პარენქიმული უჯრედების ბირთვაციებსა და ერგასტოპლაზმში აგრეთვე აღინიშნება რნვ რაოდენობის შემცირება. ნალღლის სადინარების ეპითელიური უჯრედების რნვ განსაკუთრებულ ცვლილებებს არ განიცდიან.

უჯრედების ბირთვებში დნვ შემცველობის ცვლილებები ნაკლებად ხდება. პათოლოგიური პროცესის განვითარებისას ლიმფური კვანძებისა და ელენთის ჰიპერპლაზიური რეტოკულური და ენდოთელიური უჯრედების ბირთვები ღარიბდება დნვ, რაც გამოიხატება უფრო მკრთალი შედეგით. ზოგჯერ აღინიშნება დნვ შემცველობის შემცირება ღვიძლის კუბურის უჯრედების ბირთვებშიც, მაგრამ უფრო იშვიათად, ვიდრე ლიმფური კვანძის და ელენთის რეტოკულურ უჯრედებში. გრანულომების უჯრედოვან ელემენტებში, როგორც წესი, დნვ შემცველობა საგრძნობლად შემცირებულია. გაღარიბებულია დნვ ღვიძლის პარენქიმული უჯრედების ბირთვებშიც.

ინფექციის მე-4-მე-5 თვიდან ლიმფურ კვანძებსა და ელენთაში აღინიშნება ლიმფაციდური ქსოვილის აღორძინება. ამ ორგანოების ლიმფოციდური უჯრედები მდიდრდება რნვ და დნვ. რნვ და დნვ რაოდენობა მატულობს კუბურისა და ღვიძლის პარენქიმის უჯრედებში. ლიმფური კვანძების, ელენთისა და ღვიძლის უჯრედების მიტოქონდრიების, ბირთვაციებისა და ერგასტოპლაზმის რნვ გამოვლინების იზოელექტრულ წერტილს აქვს ტენდენცია ნორმას დაუბრუნდეს. რიგ შემთხვევებში ინფექციის მე-9 თვეზე ლიმფური კვანძებისა და ელენთის უჯრედებში აღინიშნება რნვ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის უმნიშვნელო ძვრა ტუტე მხარეს ნორმასთან შედარებით.

რაც შეეხება გლიკოგენს, უნდა აღვნიშნოთ, რომ უკვე დასნებოვნების პირველი დღეებიდანვე ლიმფურ კვანძებში აღინიშნება გლიკოგენით მდი-



დარი ნეიტროფილური ლეიკოციტების რაოდენობის მომატება; ნეიტროფილების ნაწილში ნორმასთან შედარებით გლიკოგენის რაოდენობა დაკლებულია. ჩნდება მკროფაგები, რომელთა ციტოპლაზმაშიც აგრეთვე აღინიშნება გლიკოგენის მარცვლები. დასნებოვნების შემდგომ ვადებში გლიკოგენის შემცველობა მცირდება როგორც მკროფაგებში, ასევე ნეიტროფილებშიც. ზოგჯერ მკროფაგების ციტოპლაზმაში აღინიშნება სხვა რთული პოლისახარიდების არსებობა. დიფუზურად ჰიპერპლაზიური რეტაკულური უჯრედები დასნებოვნების ადრეულ ვადებში (2—18 დღე) არ შეიცავენ გლიკოგენს. პათოლოგიური პროცესის განვითარებისას (30—50) ყალიბდება გრანულომები, შემდგარი რეტაკულური უჯრედებისა, რომელთა ციტოპლაზმაშიც ზოგჯერ აღინიშნება გლიკოგენი და სხვა რთული პოლისახარიდები. უფრო მოგვიანებით ვადებში რეტაკულური უჯრედები გლიკოგენს უკვე აღარ შეიცავენ.

ელენთაში, ისე როგორც ლიმფურ კვანძებში, დასნებოვნების პირველი დღეებიდანვე აღინიშნება გლიკოგენის რაოდენობის მომატება უჯრედოვანი ელემენტების ციტოპლაზმაში. თუმცა ელენთაში გლიკოგენის შემცველი უჯრედების რაოდენობის მომატება (ნეიტროფილური ლეიკოციტები, მკროფაგები, ზოგჯერ ჰიპერპლაზიური რეტაკულური და ენდოთელური უჯრედები) უპირატესად პულსაში აღინიშნება.

ღვიძლის პარენქიმის უჯრედებში უკვე დასნებოვნების მე-3 დღიდან აღინიშნება გლიკოგენის შემცველობის შეზღუდვა. მე-18 დღეზე ღვიძლის უჯრედები ძალიან ღარიბია გლიკოგენით. ღვიძლის უჯრედების ციტოპლაზმაში გლიკოგენი განაწილებულია არათანაბრად. ამავე დროს ის წარმოდგენილია ხან წვრილი, ხან უწვრილესი მარცვლების და მტვრის სახით. მოგვიანებით ვადებში (60—120 დღე) ღვიძლში არის ხაკმაოდ დიდი უბნები, რომლებიც არ შეიცავენ გლიკოგენს. აღინიშნება გლიკოგენის რაოდენობის შემცირება ნალელის სადინრის გაზომვენ ებითელიურ უჯრედებშიც. ჰიპერპლაზიურ კუბურის უჯრედებში გლიკოგენი იშვიათად არის ნახული.

ინფექციის მე-9 თვიდან გლიკოგენის რაოდენობა ღვიძლის პარენქიმის უჯრედების ციტოპლაზმაში მატულობს და მე-9 თვეზე როგორც გლიკოგენის საერთო რაოდენობა, ასევე მისი განაწილება უჯრედოვან ელემენტებში თითქმის უბრუნდება ნორმას.

ამგვარად, დასნებოვნების პირველი დღეებიდანვე ლიმფური კვანძების, ელენთისა და ღვიძლის უჯრედებში აღინიშნება პისტოქიმიური ცვლილებები როგორც გლიკოგენის, ასევე ნუკლეოპროტეიდების შემცველობაში.

დასნებოვნების ადრეულ ვადებში აღინიშნება ლიმფური კვანძებისა და ელენთის რეტაკულური უჯრედების და ღვიძლის კუბურის უჯრედების რნპ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის არამკვეთრად გამოხატული მომატება. უჯრედების რნპ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის ძვრატუტე მხარეს მიუთითებს თავისუფალი ფოსფორმეაეა ჯგუფების რაოდენობის შემცირებაზე, რაც თავის მხრივ ლაპარაკობს კომპლექს რიბონუკლეინის მკავა-ცილას გაძლიერებაზე. ნეიტროფილები და მკროფაგები მდიდრდებიან



გლიკოგენით. ცნობილია, რომ ლეიკოციტების ფაგოციტური თვისებები დამოკიდებულია მათში არსებული გლიკოგენის რაოდენობისაგან [6]. ამიტომ გლიკოგენით გამდიდრება უნდა მიუთითებდეს ამ უჯრედების აქტივაციას, რომლებიც ნამდვილად ლეზულობენ აქტიურ მონაწილეობას მიკრობების ფაგოციტოზში. როგორც ცნობილია, ბრუცელების ფაგოციტოზი მაკროფაგებისა ნეიტროფილების მიერ ხდება არასრულად, ე. ი. თვითონ ფაგოციტები იღუპებიან ამ დროს. ჩვენს შემთხვევებში ეს პროცესი გამოხატება რჩება გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის დაქვეითებით, რასაც შემდგომ თან სდევს რჩება საერთო რაოდენობის შემცირება. ამ უჯრედოვან ელემენტებში მცირდება გლიკოგენის რაოდენობაც.

ლიმფური კვანძებისა და ელენთის ჰიპერპლაზიური რეტეკულური და ენდოთელური უჯრედები, ლეიძლის კუბფერის უჯრედები ხშირად ქმნიან დიფუზურ და გრანულომატოზურ გროვებს. ამ პროცესს თან სდევს უჯრედების ნიტოქონდრიების, ბირთვებისა და ერგასტოპლაზმის რჩება გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის ძვრა მყავე მხარეს. რჩება გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის დაწვევა ლიმფურ კვანძებში უფრო მეტად ხდება, ვიდრე ელენთაში. ლეიძლში რჩება გამოვლინების იზოელექტრული წერტილების დაწვევის მაჩვენებელი ნაკლებადაა გამოხატული. პათოლოგიური პროცესის გამოხატვისას რჩება გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის მკვეთრი დაწვევა მიუთითებს ამ დროს ნორმასთან შედარებით დიდი რაოდენობით თავისუფალი ფოსფორმევაა ჯგუფების არსებობაზე, რასაც თავის მხრივ თან სდევს ღრმა სტრუქტურული ძვრები. ზოგჯერ უჯრედებში ნიტოქონდრიების რჩება ელინდება pH 2,2—2,4. იორ დანის [7] მიხედვით, თავისუფალი რიბონუკლეინის მყავეა pH უდრის ან უახლოვდება 2,0. გამომდინარე აქედან, როგორც სამართლიანად მიუთითებენ ცანევი და შაბადაში [8], ნიტოქონდრიებში რჩება დაბეგებას pH 2,2-მდე უნდა სდევდეს თან უჯრედთა ამ ფერმენტული ცენტრების შეუქცევადი დაზიანება.

ამგვარად, ნიტოქონდრიების გამოვლინება pH-ის ამ მაჩვენებელზე მიუთითებს კომპლექს რიბონუკლეინის მყავე-ცილის საგრძნობ დაშლაზე, რასაც ჰემოლიტიზად თან სდევს ჩვენს შემთხვევაში უჯრედოვანი ელემენტების დეგენერაცია და დაღუპვა.

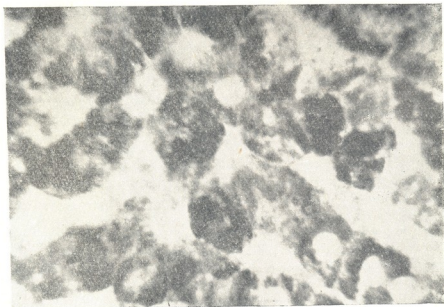
ჩვენ მიერ აღნიშნული ნიტოქონდრიების ფორმის ცვლილებები მათი შემსხვილების, შესიებისა და რაოდენობაში შემცირების სახით ანალიზური ბრაუდეს [9], შაბადაშის [10] მიერ ნახული ცვლილებებისა. შემსხვილება ალბათ არის ცალკეული უფრო წერილი მარცვლების შერწყმის შედეგი, რადგანაც მათი საერთო რაოდენობა მცირდება.

როგორც ჩვენი ფაქტობრივი მასალის გადმოცევიდან ჩანს, უჯრედების ბირთვებში დნა შედგენილობის ცვლილებები ნაკლებადაა გამოხატული. ჩვეულებრივ იმ უჯრედებში, სადაც მკვეთრად არის შემცირებული დნა შემცველობა, შემდგომ ვითარდება შეუქცევადი დისტროფიული პროცესები.

ინფექციური პროცესის მძვინვარებისას ლიმფური კვანძებისა და ელენთის რეტეკულური და ენდოთელური უჯრედებისა, ლეიძლის კუბფერის

უჯრედების ციტოპლაზმაში აღინიშნება გლიკოგენის მარცვლების დაგროვება. გამომდინარე იქიდან, რომ ამ უჯრედოვან ელემენტებში გლიკოგენის დაგროვების პროცესს თან სდევს რნპ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის მკვეთრი დაქვეითება, რნპ და დნპ საერთო რაოდენობის შემცირება, შეიძლება ვთქვათ, რომ გლიკოგენის ამგვარი დაგროვება არის უჯრედის პათოლოგიური მდგომარეობის მაჩვენებელი.

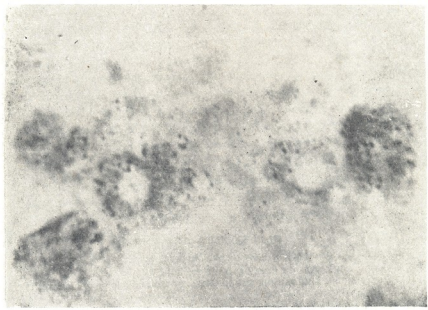
გლიკოგენის ცვლის ყველაზე ძლიერი მოშლა ჩვენ მიერ აღინიშნება ლვიძლის პარენქიმულ უჯრედებში. ლვიძლის უჯრედები, რომლებიც ჩვეულებრივ ძალიან მდიდარია გლიკოგენით, უკვე დასნებოვნების პირველი დღე-



მიკროფოტო 1. გლიკოგენი ზღვის გოჭების ლვიძლის პარენქიმულ უჯრედებში (საკონტროლო)

ებიდანვე პროგრესულად ღარიბდებიან ამ პოლისახარიდით. ეპინგერის [11] მიხედვით, ლვიძლის უჯრედების გლიკოგენით გაღარიბებისას მკვეთრად ეცემა მათი გამაუფნებელი თვისებები და მათში ვითარდება დესტრუქციული და დეგენერაციული ცვლილებები. [11] ის მიხედვით, ლვიძლის პარენქიმის ფუნქციური და მორფოლოგიური სრულყოფილების აღდგენა მკიდროდ არის დამოკიდებული გლიკოგენის ენდოცელულარული სინთეზისა და დაგროვების შესაძლებლობაზე. ჩვენ მიერ ლვიძლის უჯრედებში აღნიშნულ გლიკოგენის შემცველობის შემცირებას თან სდევს ამ უჯრედთა ბირთვებში დნპ და რნპ საერთო რაოდენობის შემცირება და მიტოქონდრიების, ბირთვებისა და ერგასტოპლაზმის რნპ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის დაქვეითება.

თანდათან, გამოჯანმრთელებასთან ერთად, აღინიშნება მიტოქონდრიების, ბირთვებისა და ერგასტოპლაზმის რნპ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის აწევა, რნპ და დნპ საერთო რაოდენობის მომატება. ლეიძლის პარენქიმატოზულ უჯრედებში მატულობს გლიკოგენის რაოდენობა. მაგრამ აღსანიშნავია, რომ ლეიძლში გლიკოგენის დაგროვების პროცესი არ ხდება ნუკლეოპროტეიდების შემცველობის ნორმალიზაციის პარალელურად. ამ უჯრედებში მიტოქონდრიების, ბირთვებისა და ერგასტოპლაზმის რნპ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის აწევა და რნპ და დნპ საერთო რაოდენობის მომატება იწყება და ხდება უფრო ადრე, ვიდრე გლიკოგენის რაოდენობის აღდგენა.



მიკროფოტო 2. გლიკოგენი ბრუცელებით დაინფიცირებულ ზღვის გოკების ლეიძლის პარენქიმულ უჯრედებში

როგორც უკვე იყო მითითებული ჩვენ მიერ, დასნებოვნების მე-9 თვეზე ლიმფურ კვანძებსა და ელენთაში აღინიშნება უჯრედოვანი ელემენტების გამდიდრება დნპ და რნპ. ერთდროულად ხდება რნპ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის არამკვეთრად გამოხატული ძვრა ტუტე მხარეს, რაც მიუთითებს თავისუფალ ფოსფორმეჯა ჯგუფების რაოდენობის შემცირებაზე, ე. ი. კომპლექსი რიბონუკლეინის მეთავა-ცილა მტკიცდება. რნპ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილის მომატება, ე. ი. უჯრედოვან ელემენტებში ამ დროს ცილის დაგროვება შესაძლოა არის ორგანიზმის იმუნური მდგომარეობის მაჩვენებელი და გამოჯანმრთელებას კრიტერიუმი.

ამგვარად, ექსპერიმენტული ბრუცელოზის დროს ზღვის გოჭების ლიმფური კვანძების, ელენთისა და ლეიძლის უჯრედოვან ელემენტებში აღინიშნება გლიკოგენისა და ნუკლეოპროტეიდების ცვლის დარღვევა. რნმ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილი მკვეთრად იწევეს დაბლა, ციტოპლაზმისა და ბირთვებში მცირდება რნმ საერთო რაოდენობა. დნმ შემცველობის ცვლილებები გამოხატულია ნაკლებად. ლეიძლის პარენქიმულ უჯრედებში მკვეთრად ეცემა გლიკოგენის რაოდენობა. აღნიშნული პისტოქიმიური ცვლილებები შექცევადი ხასიათისაა. ცხოველების გამოჯანმრთელების პროცესის პარალელურად რნმ გამოვლინების იზოელექტრული წერტილი იწევა მაღლა, ხდება ნუკლეოპროტეიდების საერთო რაოდენობის აღდგენა. ლეიძლის უჯრედებში აღინიშნება გლიკოგენის რაოდენობის მომატება.

ზღვის გოჭების პისტოქიმიური შესწავლის მონაცემების შედარებისას ზოგადპათომორფოლოგიური შესწავლის მონაცემებთან, შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ ცვლილებები გლიკოგენისა და ნუკლეოპროტეიდების შემცველობაში ნახულია უფრო ადრე, ვიდრე განვითარდებოდა მძიმე პათომორფოლოგიური ცვლილებები ორგანოებში. ამავ დროს, პათომორფოლოგიური სურათის სიმძიმე შეფარდება ამ ნივთიერებების ცვლის მოშლის ინტენსივობას. ყველაფერი ეს გვაძლევს უფლებას ვიგულისხმოთ, რომ ნუკლეოპროტეიდებისა და გლიკოგენის ცვლის დარღვევა წამყვან როლს თამაშობს ბრუცელოზის დროს ნახული პათომორფოლოგიური ცვლილებების განვითარებაში.

ს. ვირსალაძის სახელობის სამედიცინო  
 პარახიტოლოგიისა და ტროპიკული მედიცინის  
 სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი  
 თბილისი

(რედაქციას მიუვლიდა 25.9.1960)

#### დაბოწვებულ ლიტერატურა

1. Ж. Браше. Биохимическая цитология. Москва, 1960.
2. И. Б. Збарский. Химия клетки. БМЭ, т. 13, 1963.
3. А. Л. Шабадаш. Гистохимия гликогена нормальной нервной системы. Москва, 1949.
4. М. И. Чернышева. К гистохимической характеристике морфологических реакций при бруцеллезной инфекции. Бюлл. экп. биол. и мед., № 9, 1958.
5. П. А. Вершилова и Н. А. Грекова. К вопросу о гистохимической характеристике макрофагов при бруцеллезной вакцинации и инфекции ЖМЭИ, № 7, 1960.
6. П. Ф. Солдатов. Обмен сахара и гликогена в стенке пищеварительного тракта и в печени. Автореф. докт. дисс. Свердловск, 1948.
7. D. Jordan. Progr. Biophys. and biophys. chem., 2, 51, 1951.
8. Р. Г. Цанев и А. Л. Шабадаш. Качественные изменения рибонуклеопротеидов при повреждении и регенерации фибробластов и эпителия кожи. ДАН СССР, т. 114, № 5, 1958.
9. А. И. Брауде. Митохондрии клеток опухоли Эрлиха и их изменения при экспериментальных воздействиях. ДАН СССР, т. 130, № 2, 1960.
10. А. Л. Шабадаш. Цитохимические особенности рибонуклеопротеидов митохондрии и эргастоплазмы. Цитология, т. 1, № 1, 1960.
11. М. П. Покровская, И. Г. Макаренко, Н. А. Краскина, Н. И. Брауде, М. Д. Прядкина и Н. М. Гуторова. Значение цитохимических исследований для изучения вопросов иммунологии. ЖМЭИ, № 1, 1956.

## მასპერმინტული მილიციონა

ე. ასლამაზოვა

## ლეიკოზების მკურნალობის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვლ. ქლენტმა 28.1.1961)

ამჟამად ზომინარობს ლეიკოზების წინააღმდეგ მოქმედ სამკურნალო საშუალებათა მრავალმხრივი კვლევა მათ შორის აღსანიშნავია იმუნოლოგიური გამოკვლევა. დიდი მუშაობა ტარდება სპეციფიკური ანტიგენების გამოსაყოფად, მიზონსპეციფიკური შრატების, მალალი ეფექტურობის ანტიმეტაბოლიტების, ჰიპოფიზურ-თირკმელზედა ჯგუფის ჰორმონთა, ანტიბიოტიკთა და ახალ ქიმიოთერაპიულ საშუალებათა მისილებად, რომელთაც ექმნებათ მკვეთრად გამოხატული არჩევითი ციტოსტატიური მოქმედება ლეიკემიურ ინფილტრატებზე.

ლეიკოზების მკურნალობის საკითხი ერთ-ერთი უმწველესი პრობლემა თერაპიაში, რომლის გადაწყვეტაზე ამჟამად მუშაობენ გამოჩენილი მეცნიერები და პრაქტიკოსი ექიმები.

ზივილეთ რა მხედველობაში ბრომის, როგორც ადამიანთა სამკურნალო საშუალების ფართო გამოყენება და ექსპერიმენტში მისი შემკავებელი მოქმედება სიმსივნეთა განვითარებასა და სიმსივნურ უჯრედთა ინდუცირებაზე, ჩვენ გადავწყვიტეთ ექსპერიმენტულად შეგვესწავლა ბრომიანი ხატრიუმის მოქმედება სპონტანური ლეიკოზის განვითარების პროცესზე.

ლიტერატურულ წყაროებში ჩვენ ვერ ვნახეთ შრომა სპონტანური ლეიკოზით დაავადებულ ცხოველებზე (ძაღვები, კატები, თაგვები, ქათმები) ბრომიანი ნატრიუმის მოქმედების შესახებ. ამ ცხოველთა შორის, რომელნიც სპონტანურად ავადდებიან ლეიკოზით, ჩვენ ავარჩიეთ მალალი ლეიკოზური ხაზის თაგვები Afh. ამ ხაზის თაგვები იმით განირჩევიან, რომ ისინი ლეიკოზით ავადდებიან შემთხვევითაა 40% -ის ფარგლებში.

ჩვენ მიერ ექსპერიმენტი ჩატარებულია პირველად და რამდენადღე ავსებს ლეიკოზების სამკურნალო საშუალებების გამოანახვის მიზნით ცხოველებზე ჩატარებულ მთელ რიგ ექსპერიმენტებს. გამოსაკვლევი თაგვების რაოდენობა 30-ს შეადგენდა; მათ შორის 175 საკონტროლო იყო და 175 საცდელი. გამოკვლევა ტარდებოდა 3 სერიად. ყველა საცდელი თაგვი იმყოფებოდა ერთნაირ პირობებში, როგორც კვებით. ასევე მოვლის მხრივ.

თაგვები ერთნაერთისაგან განირჩეოდნენ ყურის ნივარებზე გაკეთებული ხერგლების ადგილმდებარეობით. ქილების ეტიკეტებზე და კარტოთეკაში დედალი თაგვების სქესი აღინიშნებოდა საყოველთაოდ მიღებული ნიშნებით. ნიშნების მარჯვენა ზევით და ქვევით აღნიშნული იყო ცხოველის ნომრები.

თაგვების ორგანიზმში ბრომის ნატრიუმი შეგვეყვდა მანის ფაფის საშუალებით. იგი მზადდებოდა შემტკბარ წყალზე სანახევროდ რძესთან, რომელშიც საკონტროლო ჯგუფის თაგვებისათვის ემატებოდა NaCl 1 %-იანი ხსნარი, ხოლო საცდელი თაგვებისათვის NaBr 1 %-იანი ხსნარი ანგარიშით 2 მგ 1 თაგვზე დღე-ღამეში.



ყველა საცდელი თავი იმყოფებოდა მუდმივი ობიექტური კონტრაქტის ქვეშ, სისხლს გამოსაკვლევად ვილებდით თავის კუდიდან, ყოველთვიურად სამი თვის ასაკამდე, ხოლო შემდეგ ყოველ კვირაში. სისხლის ნაცხი იღებებოდა რომანოვსკის წესით. ყველა ცვლილება როგორც თავის ქვევის, ისე სისხლის მხრივ და ობიექტური გამოკვლევების შედეგები შეგვეკონდა კარტოთეკაში. სისხლწარმოქმნელ ორგანოებში მომხდარ ადრეულ მიკრომორფოლოგიურ ცვლილებათა გამოვლინების მიზნით თავივებს ეხოცავდით ორი თვის ასაკიდან და ზევით (როგორც საცდელ, ისე საკონტროლო ჯგუფში).

სხვადასხვა შინაგანი ორგანოდან (ლიმფური კვანძები, მკერდუკანა ჯირკვალი, ძვლის ტვინი, ელენთა, ღვიძლი, თირკმელი და სხვა ორგანოები) მომზადებული ანათლები (ზოგი ცელულოზითა და ზოგიც პარაფინით) იღებებოდა ერლიძის ჰემოტოქსილინით, პიკროფუქსინით ვანგინზონის წესით და რომანოვსკი-პაპენჰეიმის მეთოდებით.

საკონტროლო ჯგუფის თავების მაკროსკოპული გამოკვლევისას ენახულობდით ყველა ლიმფური კვანძის უნივერსალურ გადიდებას—დიამეტრით  $0,6 \times 2,5$  სმ; ნორმალურად კი, როგორც ცნობილია, ისინი ძლივს შეიმჩნევა თვალთ.

მკერდუკანა ჯირკვალი წარმოადგენდა დიდ სიმსივნურ წარმონაქმნს. ბარძაყის ძვლის ტვინი მაკროსკოპულად აგრეთვე შეცვლილი იყო. ჰქონდა თხელი კონსისტენცია, მოყვითალო-მორუხო ფერი, ელენთა მკვეთრად იყო გადიდებული (6—7-ჯერ). ღვიძლიც აგრეთვე გადიდებული იყო. სისხლწარმოქმნელ ორგანოებში არსებულ ცვლილებებთან ერთად აღინიშნებოდა ცვლილებები იმ ორგანოებშიც, რომელთაც ნორმალურად არ აკისრიათ სისხლწარმოქმნელი ფუნქციები.

როგორც ჩანს, შინაგან ორგანოთა ასეთი მოკლე მაკრომორფოლოგიური აღწერაც კი ტოვებს შთაბეჭდილებას, რომ ამ თავებს განუუიოარდათ ლეიკოზი.

პრეპარატებში მიკრომორფოლოგიური ცვლილებანი სავსებით ადასტურებენ წინასწარ დასკვნას საკონტროლო თავებში ლეიკოზის განვითარების შესახებ. აღინიშნება ინტენსიურად გამოხატული ზრდაუმწიფარი სისხლწარმოქმნელი უჯრედები, რომელნიც ხშირად მთელ ორგანოს იკავებდნენ და ჩაიზრდებოდნენ უახლოეს ქსოვილებში და ორგანოებში.

საკონტროლო თავებში (5—6 თვის ასაკში) მიკრომორფოლოგიურად აღმოჩნდა ლეიკოზის წინამორბედი ცვლილებები. ლეიკოზი ამ ჯგუფში ჩნდებოდა სპონტანურად (7—8 თვის ასაკში). ამასთან თავები იღუბებოდნენ 1—1,5 თვის განმავლობაში და მხოლოდ ერთეულები აღწევდნენ 11—12 თვის ასაკს. ლეიკოზი მიმდინარეობდა როგორც სისხლწარმოქმნელი აპარატის სისტემური გენერალიზებული დაზიანება.

პერიფერიულ სისხლში სისტემატურად აღინიშნებოდა მზარდი ლეიკოციტოზი და უმწივიარი ფორმების ლეიკოციტები.

1 ცხრილი გვიჩვენებს საკონტროლო თავებში ლეიკოზის ფორმებს მათი მორფოლოგიური ცვლილებების მიხედვით.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ლეიკოზები თავებში უმეტეს წილად გამოვლინდა ჰემოციტობლასტოზის ფორმით.

საკონტროლო ჯგუფის პარალელურად იკვლეოდა ამავე ხაზის ბის საცდელი ჯგუფი, რომელსაც ერთი თვის ასაკიდან ან უფრო ადრე ეძლეოდა NaBr 1%-იანი ხსნარი. მიცემული NaBr-ის დოზები ამ ჯგუფის თავებში იწვევდა სპონტანური ლეიკოზის განვითარებისა და მიმდინარეობის

ცხრილი 1

ასაკი (თვეები-ში)	თავების რაოდენობა ექსპერიმენტში	ლეიკოზი არ განვითარდა	ლეიკოზის ფორმები				ლეიკოზით დაავადების საერთო რაოდენობა	ლეიკოზით დაავადებულთა %
			ლეიკოზია ხანადრევი ცვლილებები	მუსიკიტობლასტობი	მიელოიდური ლეიკოზი	ლეიკოზი		
2—5,0	20	20	—	—	—	—	—	
5,5—7,5	62	29	27	6	—	33	53,2	
8—10,5	39	12	—	57	20	77	86,5	
11—12	4	—	—	—	4	4	100	
ს უ ლ	175	61	27	63	24	114	65,1	

შეკავებას. მაკროსკოპული გამოკვლევით ლიმფური კვანძები ოდნავ გადიდებული იყო, ხოლო მოზრდილ თავებში (20—22 თვის ასაკში) მუხუდოს მარცვალზე მეტი ოდენობის აღმოჩნდა. მკერდუკანა ჯირკვალიც ასევე უმნიშვნელოდ იყო გადიდებული. ბარძაყის ძვლის ტვინი მაკროსკოპულად არ იყო შეცვლილი. ელენთა და ლეიქლიც შედარებით ნაკლებ გადიდებული იყო.

მიკრომოროფოლოგიური გამოკვლევით ორგანოები იმ თავებებისა, რომლებიც NaBr-ს ღებულობდნენ, ისეთ მკვეთრ მორფოლოგიურ ცვლილებებს არ განიცდიდნენ, როგორსაც ჩვენ ვხედავდით საკონტროლო ჯგუფის თავებში. ამის შედეგად ორგანოთა უმეტესი ნაწილი პრეპარატში არ განიცდიდა მორფოლოგიურ ცვლილებას. ყველაზე ადრეული ცვლილებანი სისხლწარმოქმნელ ორგანოებში შემჩნეულ იქნა ამ თავებში 8,5—17 თვის ასაკში, ხოლო ლეიკოზის ტიპის სურათი საცდელი ჯგუფის თავებში ყალიბდებოდა გაცილებით გვიან ასაკში, ვიდრე საკონტროლო ჯგუფის თავებში. საცდელი ჯგუფის თავებში ლეიკოზი გამოქვლავებისას ნელა მიმდინარეობდა. ლეიკოზის დასაწყისი ფორმის პირველი ოთხი შემთხვევა ჩვენ შევამჩნიეთ 13-დან 17 თვემდე; საკონტროლო ჯგუფის თავებში კი იხსოვებოდნენ 8—10 თვის ასაკში.

პერიფერიული სისხლის მხრივ ცვლილებები, როგორც წესი, ვლინდებოდა მხოლოდ 17 თვის ასაკიდან და გამოიხატებოდა ლეიკოციტების რაოდენობის ნელ და შედარებით უმნიშვნელო მატებაში. მასში ჭარბობდა მომწიფებული ფორმიანი ელემენტები და მხოლოდ 20—22 თვის ასაკში დაიწყო მატება უმწიფარი რიგის უჯრედებმა.

საცდელ თავებში ლეიკოზების წარმოშობისა და მიმდინარეობის დინამიკა ნაჩვენებია მე-2 ცხრილში, საიდანაც ჩანს, რომ ლეიკოზი იმ ხაზის თავებებისა, რომლებიც NaBr-ს ღებულობდნენ, სხვადასხვა სახით გამოვლინდა იმისდა მიხედვით, თუ რომელი მიელოიდური რიგის ელემენტი ჭარბობდა სისხლში და სისხლწარმოქმნელ ორგანოებში.



ცხრილი 2

ასაკი (თვე- ებში)	თავების რაოდენობა ექსპერიმენტში	ლეიკოზი არ გან- ვითარდა	ლეიკოზის ფორმები							ლეიკოზი დაავა- დებულთა საერთო რაოდენობა	ლეიკოზით დაავა- დებულთა %/6
			ლეიკოზის ნა- დრევი ცელი- ლები	ჰემოციტობლა- სტოზის დასაწ- ყისი ფორმა	ჰემოციტობლა- სტოზი ლეიკო- ზი	ჰემოციტობლა- სტოზი ლეიკო- ზი	ჰემოციტობლა- სტოზი ლეიკო- ზი გარდაიქმე- ლი ნივლით- დურ ფორმაში	ნივლითდური ლეიკოზი	ლეიკოზით დაავა- დებულთა საერთო რაოდენობა		
2—5,0	13	13	—	—	—	—	—	—	—	—	
5,5—7,5	58	58	—	—	—	—	—	—	—	—	
8—10,5	45	29	16	—	—	—	—	—	16	35,5	
11—12	5	—	1	—	—	—	—	—	1	20,0	
13—14	6	—	2	—	—	—	—	—	4	66,6	
15—17	6	2	2	—	—	—	—	—	4	66,6	
18—19	4	—	2	—	—	—	—	—	4	100,0	
20—22	38	4	—	2	8	—	—	—	16	84,4	
ს უ ლ	175	112	21	6	10	—	—	10	34	36,0	

დასკვნა

1. ლეიკოზიანი ხაზის თავებში ბრომიანი ნატრიუმის 1%-იანი ხსნარის 2 მგ სისტემური შეყვანა იწვევს სპონტანური ლეიკოზის გამოვლინების შეკავებას. ამასთან ლეიკოზს შედარებით მსუბუქი მიმდინარეობა აქვს: ა) დაავადება ვლინდება სიცოცხლის შედარებით მოგვიანებით პერიოდში (13—19 თვეზე); ბ) საკონტროლო ცხოველებთან შედარებით, რომლებიც 8—10 თვეს ცოცხლობენ, საცდელი თავების სიცოცხლე ხანგრძლივდება 20—22 თვემდე; გ) ლეიკოზის კლინიკური მიმდინარეობა ნაკლები სიმწვავეით ხასიათდება და ლეიკოზურ ინფილტრატებს არა აქვთ ტენდენცია აგრესიული ზრდისაკენ უფროსი ასაკის თავებშიც კი.

2. საკონტროლო თავებს, რომლებიც არ ღებულობდნენ ბრომიან ნატრიუმს, ლეიკოზი უფთარდებოდათ სიცოცხლის 7—8 თვეზე. ლეიკოზური ინფილტრატები, საცდელ თავებთან შედარებით, უფრო დიფუზურად არის გავრცელებული და ორგანოთა უჯრო მეტ რიცხვს აზიანებს. ეს ახლად შექმნილი ინფილტრატები იჩენენ ნიდრეკილებას აგრესიული ზრდისაკენ და მთლიანად იკავებენ ორგანოს. საცდელ ჯგუფში ორგანოთა სტრუქტურა უფრო უკეთესად იყო შენახული.

3. გამოკვლევის შედეგები გვიჩვენებს, რომ ბრომიანი ნატრიუმის სისტემური ხმარება კლინიკის პირობებშიც გარკვეულ ეფექტს მოგვცემს როგორც მწვავე, ისე ქრონიკული ლეიკოზის მკურნალობის საქმეში.

4. დაავადების ადრეული დიაგნოსტიკა, ავადმყოფთა დროული დისპანსერიზაცია, კომპლექსური თერაპია ბრომიანი ნატრიუმის ხმარებით აუცილებლად მოგვცემს ხანგრძლივი რემისიის განვითარების შესაძლებლობას არა მხოლოდ ქრონიკული, არამედ წვავე ლეიკოზების მიმდინარეობაშიც.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციას წოვიდა 28.1.1961)



კლინიკური მდიცინა

მ. ბოკიჩი, ბ. ნანიშვილი და ბ. ნიჟარაძე

ცენტრალური ნერვული სისტემის პათოლოგიური  
ზოგადი საკითხი ფილტვების ანთების  
სხვადასხვა ფორმის დროს ჩვილ  
ბავშვთა შორის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ხურბაძემ 21.4.1960)

თანამედროვე პედიატრიის თეორიისა და პრაქტიკის ერთ-ერთ აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს სასუნთქავი გზების დაავადებები, რომელთა შორის შედარებით დიდი ხვედრითი წილი აქვს და პროგნოზის სიმძიმით ხასიათდება ფილტვების ანთება.

მიუხედავად უკანასკნელ წლებში მიღწეული წარმატებებისა, ფილტვების ანთება, განსაკუთრებით ჩვილ ბავშვთა შორის, ჯერ კიდევ დაავადებისა და სიკვდილიანობის მაღალ მაჩვენებლებს იძლევა. ამიტომ მისი პათოგენეზის, კლინიკისა და მკურნალობის საკითხები მკვლევართა დიდ ინტერესს იწვევს.

ფილტვების ანთების დროს ორგანიზმის საბ.სუბო რეაქცია მიკრობულ გამაღიზიანებელზე ძირითადად რეფლექსურ ხასიათს ატარებს, რაც არ შემოიფარგლება მხოლოდ სასუნთქავი სისტემის ცვლილებებით, არამედ სხვა ორგანოებისა და სისტემების, პირველ რიგში კი—ნერვული და გულსისხლძარღვოვანი სისტემის ფუნქციურ და მორფოლოგიურ ძვრებს მოიცავს.

რიგი კლინიკური და ექსპერიმენტული მონაცემებით დადგენილია, რომ ფილტვების ანთების რთულ პათოგენეზურ მექანიზმებში და კლინიკურ სურათში წამყვანი მნიშვნელობა ნერვული სისტემის მდგომარეობას ენიჭება, სადაც ამ დროს, ძირითადად, ნეიროდისტროფიული და ცერკულატორული ცვლილებები ვითარდება [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7].

საკუთარი მასალა წარმოდგენილია ფილტვების ანთების 12 სექციური შემთხვევით. 7 შემთხვევაში დაავადება მიმდინარეობდა ტოქსიკური, ხოლო 5 შემთხვევაში ტოქსიკურ-სეფსისური მოვლენებით. როგორც კლინიკური, ისე მორფოლოგიური შესწავლით ყველა შემთხვევაში დადასტურდა ფილტვების წვრილკეროვანი ანთება.

მასალა ასაკის მიხედვით შემდეგნაირადაა წარმოდგენილი: 0—3 თვემდე—4 შემთხვევა, 3-დან 6 თვემდე—3 შემთხვევა და 6 თვიდან 1 წლამდე—5 შემთხვევა; კვების ხასიათის მიხედვით კი შემდეგი სურათია: ბუნებრივ კვებაზე იყო — 7, ხოლო ხელოვნურ კვებაზე — 5 ბავშვი.

სექციური მასალის აღება ხდებოდა სიკვდილიდან 6—12 საათის შემდეგ. მიკროსკოპულად შესწავლილია ცენტრალური ნერვული სისტემის შემდეგი უბნები: თავის ტვინის დიდ ჰემისფეროების ქერქი (წინა და უკანა ცენტრალური

ხვეული), მხედველობის ბორცვი, ნათხემი, ვაროლის ხიდი, მოგრძო ტვინი, ზურგის ტვინის, კისრის, გულ-მკერდისა და წელის ნაწილები.

მასალა დამუშავებულია ბილშოვსკის შევერცხლვის წესითა და ნისლისა და კახალის მეთოდებით (ასტროციტარული გლია). ანათლები იღებებოდა ჰემატოქსილინ-ეოზინით და პიკროფუქსინით. სულ დამზადებულია 3000 პრეპარატი.

ჩვენ მიერ შესწავლილ ყველა შემთხვევაში შენიშნულია პარენქიმული ნერვული ელემენტების მძიმე დისტროფიული ხასიათის დიფუზური ცვლილებები.

ყურადღებას იპყრობს ის გარემოება, რომ განსაკუთრებით მკვეთრადაა გამოხატული სისხლძარღვოვანი სისტემის ცვლილებები.

ხედვის არეში აღინიშნება: კედლების ვარიოზული გაგანიერება, სტაზი, პერივასკულარული შეშუპება, პლაზმორაგია, ენდოთელიუმის შეშუპება, ზოგჯერ კი დიაპედუზური სისხლჩაქცევები როგორც ტვინის რბილ გარსებში, ისე ტვინის ნივთიერებაში.

თავის ტვინის დიდი ჰემისფერობის ქერქის ნერვულ უჯრედთა პათო-სტრუქტურული ძვრები ნისლის მეთოდით დამუშავებულ პრეპარატებზე წარმოდგენილია შემდეგნაირად: განგლიური უჯრედები გაფუებულია, პროტოპლაზმა სუსტად იღებება, რის გამოც უჯრედები ოდნავ მკრთალია, ხოლო თვით უჯრედის ბირთვი ჭარბადაა შეღებილი (ჰიპერჰაროქრომია). ადგილი აქვს პერინუკლეარულ სივრცეთა გაგანიერებას და ნეირონოფაგულ რეაქციას. ზოგიერთ უბანში უჯრედის მორჩები გაღიზიანებულია, რაც მათს გრძელ მონაკვეთზე უღებავს იწყვეს.

ქლიერ მძიმე შემთხვევებში, როდესაც დაავადება ხანგრძლივად მიმდინარეობდა, შეინიშნებოდა მძიმე პათო-სტრუქტურული ძვრები: ტივროლიზი, პროტოპლაზმის დაშლა, ბირთვის შეკუმხვნა, ნერვულ უჯრედთა გაიშვიათების უბნები გლიის მკვეთრად გამოხატული პროლიფერაციით.

ასევე მკვეთრი მორფოლოგიური ცვლილებებია შენიშნული ნათხემის ქერქის მეორე შრის ე. წ. პურკინის უჯრედებისა. აქ აღინიშნება ამ უჯრედების ტინქტორიული თვისებების შეცვლა, ნეკროზისა და გამოვარდნილობათა უბნების განვითარება.

შევერცხლვის წესით დამზადებულ პრეპარატებზე (ბილშოვსკის მეთოდით) აღნიშნულია დენდრიტულ მორჩთა პათოლოგია ჭარბი შევერცხლვისა და კლაკნილობის სახით. მძიმე შემთხვევებში კი მათი ფრაგმენტაცია.

მხედველობის ბორცვში პარენქიმულ ელემენტთა შეღებვის თვისებების დაქვეითება აღინიშნება. ალაგ-ალაგ ადგილი აქვს ბირთვის შეკუმხვნასა და მის ჭარბ შეღებვას. უჯრედის პროტოპლაზმა კი ამ დროს სუსტად იღებება.

უჯრედთა ირგვლივ სივრცეები გაგანიერებულია (პერიცელულური შეშუპება). ასევე შენიშნულია მოგრძო და ზურგის ტვინის დისტროფიული ცვლილებები, მხოლოდ უფრო ნაკლები ინტენსივობით გამოხატული.

როგორც საკუთარი, ისე სხვა ავტორების მასალების ანალიზით ირკვევა, რომ ფილტვების ანთების დროს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში განვითარებული მორფოლოგიური ცვლილებები არ არის სპეციფიკური ამ დაავადებისათვის და ასეთივე სტრუქტურული ძვრები შეიძლება შევნიშნოთ სხვა ტოქსიკურ ინფექციური დაავადებების დროსაც.

აღნიშნული მასალის შესწავლით გრწმუნდებით, რომ, რაც უფრო მცირეა ასაკი, მით უფრო მძიმედაა წარმოდგენილი ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში განვითარებული სტრუქტურული ძვრები. აქედან ვასაგები ხდება ფილტვების



ანთების შედარებით მძიმე მიმდინარეობა აღრეული ასაკის ბავშვთა შორის. ვინაიდან ამ ასაკში ცენტრალური ნერვული სისტემა შედარებით სუსტადაა დიფერენცირებული, ხოლო განვითარებული მორფოლოგიური ცვლილებები მეტად აღრმავებენ ორგანიზმის სარეგულაციო და საკომპენსაციო მექანიზმების აშლილობას, იწვევენ რა ხშირად არააღდგენადი ხასიათის ცვლილებებს.

### დასკვნა

საკუთარი მასალის შესწავლის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ ფილტვების ანთების დროს ჩვილ ბავშვთა შორის ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში ვითარდება დისტროფიული ხასიათის დიფუზიური ცვლილებები, რომლებიც ვანსაკუთრებით ინტენსიურადაა გამოხატული თავის ტვინის დიდი ჰემისფეროების ქერქსა და ნათხემში.

მორფოლოგიური ცვლილებების ზოგად სურათში წამყვანია სისხლძარღვოვანი სისტემის ცვლილებები ე. წ. პიპოტონიური ვაზოპათიის სახით, რაც ერთერთ პათოგენეზურ ფაქტორს წარმოადგენს ცენტრალური ნერვული სისტემის ანოქსემიისა და ანოქსიის განვითარებაში.

ფილტვების ანთების დროს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში შენიშნული სტრუქტურული ძვრები არ არის სპეციფიკური ამ დაავადებისათვის და ის შეიძლება შენიშნულ იქნეს სხვა ტოქსიურ-ინფექციური დაავადებების დროსაც.

გვ. მთა დახლოვნების  
თბილისის სახელმწიფო  
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 21 4.1960)

### დამოწმებული ლიტერატურა

1. С. А. Гаврилов. К вопросу о патогенезе пневмонии. Горьковский мед. журн. № 6—7, 1934, стр. 114.
2. Ю. Ф. Домбровская. Заболевания органов дыхания у детей. Медгиз, М., 1957.
3. С. С. Ваиль. Вегетативная нервная система и местные поражения тканей. Биомедгиз, 1935.
4. Б. Б. Кречмер. Нарушения со стороны нервной системы при пневмониях у детей раннего возраста. В кн. „Сердечно-сосудистая патология при заболеваниях органов дыхания и ревматизме у детей“. Медгиз, 1959, стр. 54.
5. О. Л. Рабинович. О неуродистрофических процессах в легких. Архив биол. наук, т. 58, в. 2, 1940, стр. 84.
6. М. О. Скворцов. Патологическая анатомия важнейших заболеваний детского возраста. Медгиз, М., 1946.
7. А. М. Чернух. О роли нервной системы в процессе заболевания пневмонией в эксперименте. В кн. „Заболевание, лечение и выздоровление“. Труды Акад. Мед. Наук СССР, 1952, стр. 77.

კლინიკური მკვლელობა

ბ. სარალიძე

სისხლის შრატის ცილების შედგენილობის დინამიკა თირეოტიკოსიკოზის დროს ქირურგიულ მკურნალობასთან დაკავშირებით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 8.10.1962)

მიუხედავად იმისა, რომ უკანასკნელ ხანებში რადიოაქტიური იოდის გამოყენებამ თირეოტიკოსიკოზის მკურნალობაში მკვეთრად შეამცირა ოპერაციული ჩარევა, იგი დღემდე მანც რჩება ყველაზე რადიკალურ და გამოცდილ მეთოდად. ოპერაციის შემდგომი სიკვდილიანობა უკანასკნელი 5—10 წლის განმავლობაში საბჭოთა კავშირში საშუალოდ 1,7%-ს უდრის [1], ხოლო სპეციალიზებულ დაწესებულებებში — 0,4%-ს [2].

ოპერაციის შედეგი დიდთაა დამოკიდებული როგორც ქირურგის კვალიფიკაციაზე, ისე აგრეთვე ავადმყოფის მდგომარეობაზე. ამიტომაც, რომ დიდი ყურადღება ექცევა თირეოტიკოსიკოზით დაავადებულთა ოპერაციამდელ მომზადებას [1, 2, 3]. ავადმყოფის მდგომარეობის შეფასებაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ცილების ცვლას. ლიტერატურულ წყაროების მიხედვით ძნელია იმის დადგენა თუ რა ცვლილებას განიცდის სისხლის შრატის ცილების შედგენილობა ქირურგიულ მკურნალობასთან დაკავშირებით. ამ საკითხზე მცირე რაოდენობითაა გამოქვეყნებული ლიტერატურა, მონაცემები კი ურთიერთ საწინააღმდეგოა [4, 5, 6, 7, 8].

მეთოდოლოგია და მასალა

სისხლის შრატის ცილების შედგენილობის შესწავლა წარმოებდა მარტივად დალექვის მეთოდით [9], რომელიც ეყრდნობა აზოტის დაწვასა და მის განსაზღვრას კიეღ და ალვის წესით. განგარიშობდით საერთო ცილას, ალბუმინს, α<sub>1</sub>, β<sub>1</sub>, γ-გლობულინის ფრაქციებს. სისხლის შრატში ესაზღვრავდით აგრეთვე ნარჩენ აზოტს.

დაკვირვებაში იმყოფებოდა თირეოტიკოსიკოზით დაავადებული 46 ავადმყოფი (ქალები), რომელთაც ჩაუტარდათ ფარისებური ჯირკვლის სუბტოტალური რეზექცია ო. ნიკოლაევის [2] მეთოდით. ოპერაციული მკურნალობა ტარდებოდა თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო ინსტიტუტის სამკურნალო ფაკულტეტის პოსპიტალური ქირურგიის კლინიკაში 1955—1957 წლებში. ავადმყოფთა ნაწილი გადავიყვანეთ პოსპიტალური თერაპიის კლინიკიდან ნაკლებად ეფექტური კონსერვატიული მკურნალობის შემდგომ. გადაყვანილ ავადმყოფთაგან ორს მკურნალობა ჩაუტარდა რადიოაქტიური იოდით. ასაკის მიხედვით ავადმყოფები შემდეგნაირად ნაწილდებოდნენ: 20 წლამდე — 2 ავადმყოფი, 20-დან 30 წლამდე — 9, 30-დან 40 წლამდე — 14, 40-დან 50 წლამდე — 17, 50-დან 60 წლამდე — 3, 60 წლის ზევით — 1. თირეოტიკოსიკოზის მძიმე ფორმა აღენიშნებოდა 10 ავადმყოფს, საშუალო სიმძიმე — 26-ს, ხოლო მსუბუქი — 10-ს. დაავადების სიმძიმეს ესაზღვრავდით საერთო კლინიკური და ლაბორატორიული მონაცემების საფუძველზე. ძირითადი ცვლა დუგლას-პოლენის მეთოდით მძიმე ფორმის თირეოტიკოსიკოზის დროს მერყეობდა 61%-დან 91%-მდე, საშუალო სიმძიმისას 31-დან 59%-მდე, ხოლო მსუბუქი ფორმის დროს 13-დან 26%-მდე. დაავადების ხანგრძლივობის მიხედვით 2-დან

6 თვემდე იყო 12 ავადმყოფი, 7 თვიდან 1 წლამდე — 7, 1-დან 5 წლამდე — 20, 5-დან 14 წლამდე — 7. დიფუზური ჩიყვი აღინიშნებოდა 36 ავადმყოფს, შერეული და კვანძოვანი ფორმა — 10 ავადმყოფს.

ყველა ავადმყოფს განსაკუთრებით საშუალო და მძიმე მიმდინარეობის შემთხვევაში საოპერაციოდ ვამზადებდით კომპლექსური საშუალებებით (იოლი მიკროდონებში, დიოდთიროზინი, ნ-მეთილ-თიოურაცილი, გლუკოზის 40%-იანი ხსნარი ინსულინის მცირე დოზებთან ერთად, კორტინი, კარდიაცა; ზოგიერთ შემთხვევაში სისხლისა და პლაზმის გადასხმა, მაღალკალორიული დიეტა მდიდარი ვიტამინებით, ნახშირწყლებითა და ხარისხოვანი ცილებით). ოპერაციისწინა მომზადება საშუალოდ გრძელდებოდა 2 კვირას, ზოგიერთ მძიმე შემთხვევაში კი — 2 თვე და მეტიც. ოპერაციის შემდგომ ავადმყოფები 2 წლის განმავლობაში იმყოფებოდნენ დაცვირების ქვეშ 41 შემთხვევაში (89,1%) მოხდა სრული კლინიკური გაჯანსაღება, აღდგა შრომისუნარიანობა; 2 შემთხვევაში განვითარდა მყარი ჰიპოთირეოზი, ერთში გარდაამავალი ჰიპოპარათირეოზი, ერთში — რეციდივი. ერთი ავადმყოფი გარდაიცვალა.

სისხლის შრატის ცილების შედგენილობას თირეოტოქსიკოზით დაავადებულებში ვსწავლობდით მკურნალობამდე, საოპერაციოდ მომზადების შემდეგ, ოპერაციიდან 2 დღის, 7—10 დღის, 1—3 თვის, 6—12 თვისა და 12—24 თვის შემდეგ; პარალელურად წარმოებდა ძირითადი ცვლისა და ავადმყოფის საერთო გამოკვლევა. სისხლის შრატის ცილების შედგენილობა შევისწავლეთ ეუთირეოიდული ჩიყვით დაავადებულ 11 შემთხვევაში (საკონტროლო ჯგუფი), ოპერაციამდე, ოპერაციიდან 2 დღის და 7—10 დღის შემდეგ. ნორმების დასადგენად სისხლის შრატის ცილოვანი ფორმულა გამოუყვლიეთ 20 ჯანმრთელ პირველად დონორს.

თირეოტოქსიკოზით დაავადებულთა და საკონტროლო ჯგუფების გამოკვლევით მიღებული შედეგები დაავადებულთა ვარიაციული სტატისტიკის მეთოდით, რამაც საშუალება მოგვცა გვემსჯელა, თუ რამდენად სარწმუნოა ცილოვანი ფორმულის მხრივ ცვლილებები თირეოტოქსიკოზის დროს (ჯანმრთელთა მონაცემებთან შედარებით) და რამდენად დამაჯერებელია ცვლილებები ცილოვანი ფორმულის მხრივ ოპერაციულ მკურნალობასთან დაკავშირებით.

### გამოკვლევის შედეგები

20 ჯანმრთელი პირის სისხლის შრატის ცილოვანი ფორმულის შესწავლა შემდეგ სურათს იძლევა: საერთო ცილა — საშუალო არითმეტიკული (M) — 8,12 გრ. %, საშუალო არითმეტიკულის საშუალო კვადრატული გადახრა  $(\pm \sigma) \pm 0,38$  გრ. %; ალბუმინი აბსოლუტური რიცხვებში — 4,77 გრ. %  $\pm 0,31$  შეფარდებით — 59,13%  $\pm 2,09$ ; გლობულინი აბსოლუტურ რიცხვებში — 3,3 გრ. %  $\pm 0,2$ ; შეფარდებითში — 40,8%  $\pm 1,83$ %;  $\alpha$ -გლობულინი აბსოლუტურად — 0,65 გრ. —  $\pm 0,05$ ; შეფარდებითში — 8,1%  $\pm 0,73$ ;  $\beta$ -აბსოლუტურში — 1,25 გრ. %  $\pm 0,39$ ; შეფარდებითში — 14,2%  $\pm 1,4$ %;  $\gamma$  — 1,48 გრ. %  $\pm 0,17$ ; შეფარდებითში — 18,6  $\pm 1,19$ ; ალბუმინ-გლობულინური კოეფიციენტი — 1,44;  $\pm 0,14$ ; ნარჩენი აზოტი — 26,5 მგ %  $\pm 2,5$ .

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, მსუბუქი ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს მკურნალობამდე საერთო ცილა ნორმის მაღალ დონეზე იმყოფება, აღინიშნება ალბუმინ-გლობულინური კოეფიციენტის ზომიერი დაქვეითება,  $\alpha$ -გლობულინის ზომიერი მომატება. საოპერაციოდ სათანადო მომზადების შემდეგ აღინიშნება ალბუმინის მცირედი მომატება და  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  გლობულინის ფრაქციების უმნიშვნელო შემცირება. ოპერაციიდან ორი დღის შემდეგ საერთო ცილა მცირდება 0,88 გრ. %-ით, ალბუმინი — 0,42 გრ. %, გლობულინი — 0,46 გრ. %-ით.

სისხლის შრატის ცილებს შედგენილობის დინამიკა სსრკ-ში სიმინის თიხიტუპიკოზით დაავადებულებში  
 ჭარბრეცულ მკურნალობასთან დაკავშირებით

49. ქობულაძე, ო. XXVI, № 5, 1961

შეზღუდვით ჩაღებულობა	სისხლის შრატის ცილა %	აღებულობა		გლობულინი		გლობულინის ფრაქციები						ი-ლიპოპროტეინის რაოდენობა	ი-ლიპოპროტეინის რაოდენობა
		ალბუმინი %	გლობულინი %	ალბუმინი %	გლობულინი %	α		β		γ			
						მ.გ.	%	მ.გ.	%	მ.გ.	%		
<b>მკურნალობამდე</b>	M 8,26	4,07	49,45	4,18	50,49	0,96	11,64	1,38	16,71	1,84	22,58	0,68	33,4
±	0,35	0,26	2,45	0,5	2,47	0,08	1,02	0,17	1,1	0,23	2,39	0,1	1,7
<b>საოპერაციოდ მომზადების შემდეგ</b>	M 8,24	4,25	51,8	3,99	48,4	0,91	11,1	1,42	17,10	1,66	20,1	1,07	35,4
±	0,35	0,2	1,84	0,24	1,84	0,04	0,54	0,17	1,66	0,24	1,52	0,22	1,4
<b>მკურნალიდან 2 დღის შემდეგ</b>	M 7,36	3,83	52,04	3,31	47,96	1,02	13,94	1,2	16,26	1,31	17,75	1,09	34,1
±	0,12	0,22	2,26	0,22	2,26	0,04	0,68	0,2	2,28	0,08	1,18	0,1	1,4
<b>მკურნალიდან 7-10 დღის შემდეგ</b>	M 7,57	4,15	52,05	3,82	47,94	0,86	10,82	1,47	18,43	1,46	18,7	1,09	33,4
±	0,2	0,2	2,45	0,22	2,45	0,04	0,65	0,2	2,34	0,06	0,62	0,14	1,7
<b>მკურნალიდან 1-3 თვის შემდეგ</b>	M 8,18	4,75	58,11	3,42	41,76	0,79	9,69	1,05	12,84	1,57	19,22	1,1	28,8
±	0,2	0,14	1,04	0,14	1,09	0,04	0,39	0,1	1,19	0,05	0,35	0,22	1,4

სისხლის შრატის ცილებს შედგენილობის დინამიკა სსრკ-ში სიმინის თიხიტუპიკოზით დაავადებულებში  
 ჭარბრეცულ მკურნალობასთან დაკავშირებით

შეზღუდვით ჩაღებულობა	სისხლის შრატის ცილა %	აღებულობა		გლობულინი		გლობულინის ფრაქციები						ი-ლიპოპროტეინის რაოდენობა	ი-ლიპოპროტეინის რაოდენობა
		ალბუმინი %	გლობულინი %	ალბუმინი %	გლობულინი %	α		β		γ			
						მ.გ.	%	მ.გ.	%	მ.გ.	%		
<b>მკურნალობამდე</b>	M 7,14	3,14	43,91	4,6	56,2	1,03	14,54	1,52	15,99	1,82	25,54	0,79	47,5
±	0,73	0,41	2,93	0,44	2,84	0,1	1,84	0,3	3	0,19	2,08	0,09	7,5
<b>საოპერაციოდ მომზადების შემდეგ</b>	M 7,7	3,74	48,53	3,86	51,41	0,96	12,14	1,35	17,5	1,64	21,35	0,94	38,5
±	0,41	0,27	1,4	0,24	2,08	0,04	0,62	0,22	2,57	0,09	1,51	0,08	2,5
<b>მკურნალიდან 2 დღის შემდეგ</b>	M 6,76	3,35	49,47	3,43	50,54	0,88	14,57	1,1	16,21	1,32	19,67	0,88	25,5
±	0,53	0,33	2,39	0,26	2,48	0,07	1,65	0,24	2,84	0,03	2,05	0,07	2,5
<b>მკურნალიდან 7-10 დღის შემდეგ</b>	M 7,46	3,72	49,93	3,74	50,09	0,93	12,57	1,12	17,53	1,46	19,6	1	37
±	0,45	0,22	1,99	0,2	1,91	0,05	1,15	0,24	2,39	0,05	1,55	0,06	2,7
<b>მკურნალიდან 1-3 თვის შემდეგ</b>	M 8,0	4,51	56,56	3,86	43,42	0,79	9,91	1,15	14,41	1,52	19,1	1,14	28,4
±	0,33	0,39	3,22	0,2	3,2	0,04	0,82	0,14	2,25	0,06	0,93	0,06	2,5
<b>მკურნალიდან 6-12 თვის შემდეგ</b>	M 8,12	4,79	59	3,32	40,1	0,73	9,94	1,07	13,21	1,53	18,76	1,13	28,1
±	0,24	0,32	2,58	0,1	2,38	0,03	0,54	0,04	1,85	0,05	0,94	0,04	1,4

M — საშუალო არითმეტიკული, ± — საშუალო კვადრატული უფლება.

სსრკ-ის მედიკალური მეცნიერებების აკადემია  
 საქართველოს მედიკალური მეცნიერებების აკადემია  
 ცხრილი 1  
 ცხრილი 2  
 625

სასქლის შიატის ცილების შედგენილობის დანამაკ მსიშე მამდინარეობის თორფორკსკოებით დაავადებულებში ცხრილი 3  
შეზღწეული მკურნალობისთან დაკავშირებით

შეზღწეული რაოდენობა N=10	საერთო ცი- ლა გრ. %	ა/ბ კუბენი		გლობულინი		გლობულინის ფრაქციები								ა/ბ კუბენ- სთან ერთად დავადებული	საერთო აბო- ტი მიგ. %
		აბო- ტი გრ. %	შეფარდ. %	აბო- ტი გრ. %	შეფარდ. %	B		B <sup>2</sup>		B <sup>4</sup>		ა/ბ კუბენ- სთან ერთად დავადებული			
						აბო- ტი გრ. %	შე- ფარდ. %	აბო- ტი გრ. %	შე- ფარდ. %	აბო- ტი გრ. %	შე- ფარდ. %				
მკურნალობამდე	M ±σ	5,75 0,41	2,24 0,27	38,84 2,22	3,51 0,22	61,14 2,22	1,17 0,1	20,54 2,55	0,99 0,28	16,97 3,01	1,51 0,3	22,82 3,87	0,64 0,05	57,9 4,27	
საბერაკიოდ მონაშევის შემდეგ	M ±σ	6,83 0,4	2,97 0,44	43,42 5,05	3,86 0,39	56,59 5,05	1,08 0,2	15,82 3,85	1,33 0,2	19,44 2,67	1,46 0,17	21,31 0,65	0,8 0,17	42,6 3,3	
საბერაკიოდან 2 დღის შემდეგ	M ±σ	5,67 0,4	2,53 0,33	45,4 3,64	3,03 0,22	54,59 3,07	1,1 0,1	19,77 1,97	0,84 0,14	15,04 2,25	1,1 0,17	19,78 1,18	0,84 0,14	66,7 1,74	
საბერაკიოდან 7-10 დღის შემდეგ	M ±σ	6,63 0,53	3,1 0,28	46,8 2,01	3,55 0,22	55,12 2	0,97 0,04	14,65 1,5	1,2 0,17	17,89 1,98	1,58 0,09	20,62 1,18	0,88 0,07	39,8 2,68	
საბერაკიოდან 1-3 თვის შემდეგ	M ±σ	7,73 0,11	4,11 0,52	53,19 1,99	3,62 0,17	46,8 1,99	0,91 0,04	11,77 0,77	1,29 0,12	16,68 1,69	1,45 0,07	18,69 1,14	0,69 0,09	32,6 1,02	
საბერაკიოდან 6-12 თვის შემდეგ	M ±σ	7,99 0,16	4,3 0,45	53,81 5,15	3,69 0,37	46,25 5,07	0,84 0,04	10,49 0,75	1,29 0,33	16,21 4,36	1,56 0,1	19,54 1,12	1,19 0,23	29,7 0,51	
საბერაკიოდან 12-24 თვის შემდეგ	M ±σ	8,01 0,08	4,43 0,33	55,53 3,54	3,58 0,24	44,74 3,54	0,84 0,03	10,49 0,46	1,17 0,24	14,07 3,11	1,57 0,08	19,57 0,08	1,24 0,19	28,5 0,9	

სასქლის შიატის ცილების შედგენილობის დანამაკ კვირბრუნული ხეფით დაავადებულებში ცხრილი 4  
შეზღწეული მკურნალობისთან დაკავშირებით

შეზღწეული რაოდენობა N=11	საერთო ცი- ლა გრ. %	ა/ბ კუბენი		გლობულინი		გლობულინის ფრაქციები								ა/ბ კუბენ- სთან ერთად დავადებული	საერთო აბო- ტი მიგ. %
		აბო- ტი გრ. %	შეფარდ. %	აბო- ტი გრ. %	შეფარდ. %	B		B <sup>2</sup>		B <sup>4</sup>		ა/ბ კუბენ- სთან ერთად დავადებული			
						აბო- ტი გრ. %	შე- ფარდ. %	აბო- ტი გრ. %	შე- ფარდ. %	აბო- ტი გრ. %	შე- ფარდ. %				
მკურნალობამდე	M ±σ	8,01 0,24	4,24 0,17	52,93 1,26	3,77 0,1	47,07 1,26	0,8 0,03	10,06 0,71	1,31 0,14	16,36 1,91	1,65 0,09	20,64 1,17	1,12 0,05	31,3 2,5	
საბერაკიოდან 2 დღის შემდეგ	M ±σ	7,31 0,18	3,9 0,17	53,27 1,4	3,42 0,07	46,73 1,4	0,8 0,04	10,94 0,68	1,21 0,14	16,55 1,85	1,41 0,07	19,24 0,93	1,17 0,1	39,3 1,4	
საბერაკიოდან 7-10 დღის შემდეგ	M ±σ	8,05 0,18	4,46 0,1	55,12 0,81	3,6 0,1	44,68 0,81	0,76 0,03	9,48 0,61	1,28 0,09	15,86 0,87	1,56 0,04	19,34 0,33	1,24 0,03	29,4 1,22	

საქონლმცოდნეო ცენტრი



ა-გლობულინი უმნიშვნელოდ მატულობს, ნარჩენი აზოტი მატულობს 14 მგ %-ით. ოპერაციიდან 7—10 დღის შემდეგ აღინიშნება ცილოვანი ფორმულის ნორმალიზაციის ტენდენცია, ხოლო ოპერაციიდან 1—3 სამი თვის შემდეგ ხდება მისი სრული ნორმალიზაცია.

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, საშუალო სიმძიმის თირეოტოქსიკოზის დროს მკურნალობამდე აღინიშნება საერთო ცილისა და ალბუმინის საგრძნობი შემცირება. მნიშვნელოვნად მცირდება ალბუმინურ-გლობულინური კოეფიციენტი, ზომიერად მატულობს ნარჩენი აზოტი. საოპერაციოდ სათანადო მომზადების შემდეგ აღინიშნება ცილოვანი ფორმულის გაუმჯობესება. ოპერაციიდან ორი დღის შემდეგ საერთო ცილა შემცირდა 0,94 გრ. %-ით, ალბუმინი — 0,39 გრ. %-ით, გლობულინი — 0,54 გრ. %-ით, ა-ფრაქცია უმნიშვნელოდ მატულობს, β და γ-ფრაქციები მცირდება. ნარჩენი აზოტი მატულობს 16 მგ, %-ით. ოპერაციიდან 7—10 დღის შემდეგ აღინიშნება ცილოვანი ფორმულის გაუმჯობესების ტენდენცია. ოპერაციიდან 1—3 თვის შემდეგ აღინიშნება საერთო ცილისა და ალბუმინის მომატება (ნორმის ფარგლებში). ა-ფრაქცია მცირდება და ნორმის მაღალ დონეზე რჩება. ოპერაციიდან 6—12 თვის შემდეგ თითქმის ყველა შემთხვევაში მყარდება ცილოვანი ფორმულის სრული ნორმალიზაცია.

როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს აღინიშნება მკვეთრად გამოხატული ჰიპოპროტეინემია ჰიპოალბუმინემიით. მნიშვნელოვნად მატულობს ა-გლობულინი და ნარჩენი აზოტი. საოპერაციოდ სათანადო მომზადების შემდეგ აღინიშნება ცილოვანი ფორმულის გაუმჯობესება. ოპერაციიდან ორი დღის შემდეგ საერთო ცილა მცირდება 1,26 გრ. %-ით, ალბუმინი — 0,44 გრ. %-ით, გლობულინი — 0,83 გრ. %-ით, ა-გლობულინი მატულობს, ხოლო β და γ-ფრაქციები მცირდება. ნარჩენი აზოტი მატულობს 24,1 მგ. %-ით ოპერაციიდან 7—10 დღის შემდეგ აღინიშნება ცილოვანი ფორმულის გაუმჯობესების ტენდენცია. ნარჩენი აზოტი მცირდება 26,9 მგ %-ით, ოპერაციიდან ერთი-სამი თვის შემდეგ აღინიშნება ცილოვანი ფორმულის შემდგომი ნორმალიზაციის ტენდენცია. ოპერაციიდან 6—12 თვის შემდეგ საერთო ცილა მატულობს და ნორმის დონეს აღწევს. ალბუმინი მატულობს უმნიშვნელოდ, გლობულინის ფრაქციები არსებით ცვლილებებს არ განიცდიან, ოპერაციიდან 1—2 წლის შემდეგ საერთო ცილა თითქმის არ იცვლება, ალბუმინი მატულობს და ნორმის დაბალ დონეზე იმყოფება, ა-გლობულინი ზომიერად მომატებული რჩება. ალბუმინ-გლობულინური კოეფიციენტი ნორმის დაბალ დონეს აღწევს.

როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს, ეუთარეოიდული ჩიყვით დაავადებულებში საერთო ცილა ნორმის ფარგლებშია, აღინიშნება ალბუმინის ზომიერი შემცირება და გლობულინის მომატება ა-ფრაქციის უმნიშვნელო მომატების ხარჯზე; β და γ-გლობულინი ნორმის მაღალ დონეზეა. ნარჩენი აზოტი ნორმის ფარგლებშია. ოპერაციიდან ორი დღის შემდეგ საერთო ცილა მცირდება 0,7 გრ. %-ით და ნორმის დაბალ დონეზე რჩება, ალბუმინი უმნიშვნელოდ მცირდება, ა-გლობულინი უმნიშვნელოდ მატულობს, ნარჩენი აზოტი 7,9 მგ %-ით მატულობს. ოპერაციიდან 7—10 დღის შემდეგ თითქმის ნორმალური ხდება ცილოვანი ფორმულა, რისი მიღწევაც ამ დროისათვის არ ხერხდება თვით მსუბუქი ფორმის თირეოტოქსიკოზით დაავადებულებშიც კი.

### შედეგების განხილვა

თირეოტოქსიკოზის დროს არსებული ჰიპო- და ლიპოტრინემია უნდა აიხსნას ორგანიზმში ცილების დაშლის გაძლიერებითა და მათი სინთეზის დაქვეითებით. კომპლექსური საშუალებანი ოპერაციის წინა პერიოდში კლინიკური სურათის გაუმჯობესებასთან ერთად დადებითად მოქმედებენ ცილოვან ფორმულაზე, რაც პირველ რიგში უნდა აიხსნას ფარისებური ჯირკვლის მიერ ჰარბად პროდუქციებზელი ჰორმონებით ორგანიზმის ინტოქსიკაციის შემცირებაში, რაზედაც მიუთითებს ძირითადი ცვლის შემცირება საშუალოდ 6%-ით მსუბუქი, 16%-ით საშუალო და 25%-ით მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს. ცილოვანი ფორმულის გაუმჯობესება უფრო ეფექტურად მიმდინარეობდა იმ შემთხვევებში, როცა სპეციფიკურ მედიკამენტებს გარდა ავადმყოფები ლეგლობდნენ გლუკოზას ინსულინის მცირე დოზებთან ერთად, რაც ამცირებს ორგანიზმში ცილების დაშლას ენერგეტიკული მასალის სახით.

ოპერაციიდან ორი დღის შემდეგ თირეოტოქსიკოზის ყველა შემთხვევაში თვით ენთეროდული ჩიყვით დაავადებულებშიც (შედარებით ნაკლებად) აღინიშნება ცილოვანი ფორმულის გაუარესება, რაც გამოიხატება საერთო ცილის, ალბუმინისა და გლობულინის შემცირებასა, α-გლობულინისა და ნარჩენი აზოტის მომატებაში აღნიშნულ ცვლილებათა ხარისხი პირდაპირ დამოკიდებულია ოპერაციამდე თირეოტოქსიკოზის სიმძიმესთან. ნარჩენი აზოტის მომატება კონცენტრაციის ნორმალური ფუნქციის მქონე თირკვლის დროს მიუთითებს ორგანიზმში ინტენსიურად მიმდინარე ცილების დაშლის პროცესზე. α-გლობულინის მომატება ზოგიერთი მკვლევარის აზრით [10, 11], აგრეთვე მიუთითებს ორგანიზმში ცილების გაძლიერებულ დაშლაზე. ზოგიერთ ავადმყოფებში, რომლებსაც გამოუკვლიეთ ძირითადი ცვლა ოპერაციიდან ორი დღის შემდეგ, აღინიშნება მომატება ოპერაციამდე დონესთან შედარებით 4-დან 12%-მდე. ცილოვანი ფორმულის გაუარესება ოპერაციის შემდგომ პირველ დღეებში ნაწილობრივ გამოწვეულია სისხლის დაკარგვით. ზოგ შემთხვევაში — პირისღებინებით, საკვების მიღების შემცირებითა და ტემპერატურის მომატებით. ამასთან ერთად ეფიქრობთ, რომ აღნიშნული გაუარესება ცილოვანი ფორმულის მხრივ ძირითადად დაკავშირებულია ოპერაციის შემდგომ თირეოტოქსიკოზურ გამწვავებასთან.

ოპერაციის შემდგომი თირეოტოქსიკოზური გამწვავება ო. ნიკოლაევის [2] აზრით, აიხსნება ფარისებური ჯირკვლის ინკრეტის ჰარბად გადასვლით სისხლში მასზე ოპერაციული ჩარევის დროს, ხოლო ოპერაციის შემდგომ პერიოდში — ფარისებური ჯირკვლის დარჩენილი ნაწილიდან. ამ აზრს არ იზიარებს გ. გურგვიანი [12], რადგან მან ვერ ნახა თირეოტოქსიკოზიან ავადმყოფთა სისხლში ოპერაციის შემდგომ საერთო იოდის მომატება. სხვა მონაცემებით [13], ავადმყოფებს სერიოზული ქირურგიული ოპერაციების შემდგომ, მიუხედავად იმისა, ოპერაცია მიმდინარეობდა ფარისებური ჯირკვლის თუ სხვა მიდამოში, პირველი სამი საათის განმავლობაში აღიკვეთა ჰქონდა ცილასთან დაკავშირებული იოდის მომატებას (დღეისათვის ცალსათან დაკავშირებული იოდი ითვლება ფარისებური ჯირკვლის ფუნქციის ყველაზე ზუსტ მაჩვენებლად) შემდგომი დაქვეითებით.

რადიქტიური იოდის  $J^{131}$  შთანქმის მნიშვნელოვანი მომატება (ფარისებური ჯირკვლის აღზნება) ოპერაციის შემდგომ აეროდში სხვადასხვა ოპერაციულ ჩარევათა დროს დადგინდა იქნა ავადმყოფთა 33,8%-ში. ემოციურმა დაძაბულობამ (ოპერაციის მოლოდინი) გამოკვლიულ ავადმყოფთა ნახევარში განაპირობა ფარისებური ჯირკვლის მიერ ჩართვის მნიშვნელოვანი მერყეობა [14]. უნდა ვიფიქროთ, რომ თირეოტოქსიკოზის დროს ჩატარებული ოპე-



რაცია — ფარისებური ჯირკვლის სუბტოტალური რეჰექცია ორგანიზმში მკვეთრად მომატებული რეაქტიულობის პირობებში, მით უფრო გამოიწვევს ოპერაციის შემდგომ თირეოტოქსიკოზურ რეაქციას.

ოპერაციის შემდგომი თირეოტოქსიკოზური რეაქციის ასახნელად საჭიროა მიეუთითოთ ი. ხ ა რ ვ ა ტ ის [15] კონცეფციაზე იმის შესახებ, რომ ძლიერი ემოციის დროს ქერქული აღგზნება იწვევს ქერქქვეშ უარყოფით ინდუქციას, ითიშება დაცვიითი ნერვული მოქმედება ქსოვილებში დაგროვილ თიროქსინის მიმართ. რის შედეგადაც თიროქსინი — ტეტრაიოდთირონინი — ჰკარგავს ერთ ატომ იოდს და გადადის უფრო აქტიურ, სწრაფად მოქმედ ჰორმონად — ტრიიოდთირონინად.

ოპერაციის შემდგომ პირველ დღეებში ცილოვანი ფორმულის გაუარესებაზე მოქმედობს აგრეთვე სისხლძარღვთა ეოზიფილობის მომატება [16], რაც ხელს უწყობს ცილების ქსოვილოვან სითხეში გადასვლას, განსაკუთრებით ალბუმინების მხრივ.

ოპერაციის შემდგომ პერიოდში ცილოვანი ფორმულის დინამიკის შესწავლამ დაგვანახა, რომ თირეოტოქსიკოზის შემცირებასა და ლიკვიდაციასთან ერთად ადგილი აქვს ცილოვანი ფორმულის გაუმჯობესებას, თუმცა ეს უკანასკნელი მნიშვნელოვანად ჩამორჩება ავადმყოფის კლინიკურ გაუმჯობესებასა და გაჯანმრთელებას, განსაკუთრებით სამუალო და მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს. მსუბუქი ფორმის თირეოტოქსიკოზით დაავადებული 10 ავადმყოფიდან ცილოვანი ფორმულის მყარი ნორმალიზაცია მიღებულ იქნა ოპერაციიდან 1—3 თვის შემდეგ, მაშინ როდესაც კლინიკური გაჯანმრთელება და ძირითადი ცვლის ნორმალიზაცია ყველა შემთხვევაში მიღწეულ იქნა ოპერაციიდან ათი დღის შემდეგ. სამუალო საძმის 26 ავადმყოფიდან 20 შემთხვევაში თირეოტოქსიკოზის მოვლენების გაქრობა და ძირითადი ცვლის ნორმალიზაცია მიღწეულ იქნა ოპერაციიდან ათი დღის განმავლობაში, მაშინ როცა ცილოვანი ფორმულის სრული ნორმალიზაცია არ აღინიშნა არც ერთ შემთხვევაში, ის მიღწეულ იქნა ერთი თვის შემდეგ — 5 შემთხვევაში, სამი თვის შემდეგ — 8 შემთხვევაში, 12 თვის შემდეგ — 7 შემთხვევაში და 2 წლის შემდეგ — 2 შემთხვევაში. ცილოვანი ფორმულის ნორმალიზაცია ვერ იქნა მიღწეული ოპერაციიდან 2 წლის შემდეგ 2 შემთხვევაში (დაავადების ხანგრძლივობა 7 და 14 წელი), მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზით დაავადებული 10 ავადმყოფიდან ცილოვანი ფორმულის ნორმალიზაცია აღინიშნა 6 ავადმყოფს. სამ შემთხვევაში ცილოვანი ფორმულის ნორმალიზაცია ვერ იქნა მიღწეული (დაავადების ხანგრძლივობა 4, 5, და 10 წელი) ოპერაციიდან 2 წლის შემდეგაც. ერთ შემთხვევაში ოპერაციიდან 24 საათის შემდეგ ავადმყოფი გარდაიცვალა. სექციაზე აღმოჩნდა დისტროფიული და დეგენერაციული ცვლილებები გულის, ღვიძლისა და სხვა პარენქიმული ორგანოების მხრივ, წერტილოვანი სისხლჩაქცევები კუჭისა და მთელი ნაწლავების ლორწოვანზე.

დასკვნები

1. კომპლექსური ოპერაციამდელი მომზადება თირეოტოქსიკოზის კლინიკური სურათის შემცირებასა და ავადმყოფის საერთო მდგომარეობის გაუმჯობესებასთან ერთად დადებითად მოქმედებს ცილოვანი ფორმულის ნორმალიზაციაზე.
2. სისხლის შრატის ცილოვანი ფორმულის შესწავლა თირეოტოქსიკოზით დაავადებულებში, სხვა ლაბორატორიულ მონაცემებთან ერთად შეიძლება გამოიყენოს, როგორც საიმედო ტესტი დაავადების სიმძიმის, ავადმყოფის სა-

ოპერაციოდ სრულღირებულოვანი მომზადების და ორგანიზმში სასიცოცხლო პროცესთა აღდგენის განსახლებრისათვის.

3. ცილოვანი ფორმულის ნორმალიზაციის მნიშვნელოვანი ჩამორჩენა ავადმყოფის კლინიკურ გაჯანმრთელების შემდეგ, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში ორგანიზმში დისპროტეინემიის ლიკვიდაციის შეუძლებლობა, მოითხოვს ხანგრძლივ საექიმო დაკვირვებას, შესაფერ შრომითსა და დიეტოური რეჟიმის დანიშვნას.

4. ქირურგიული მკურნალობა საშუალო და მძიმე ფორმის თირეოტოქსიკოზის დროს უნდა ჩატარდეს დროულად, რათა თავიდან ავიცილოთ შეუბრუნებელი ცვლილებები შინაგანი ორგანოების მხრივ.

თბილისის სახელმწიფო  
სამედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 8.10.1960)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. С. Семенов. Материалы к клинике и хирургическому лечению тиреотоксического зоба. Автореферат. Москва, 1957.
2. О. В. Николаев. Хирургия эндокринной системы. Москва, 1952.
3. К. Д. Эристави, М. С. Уклеба. Токсический зоб, клиника и лечение. Тезисы докладов 5 конференции Закавказ. хирургов. Тбилиси, 1957, 32—33.
4. В. Х. Папиан-Гаспарян. Основной обмен и биохим. изменения крови у больных зобной и базедовой болезнью под влиянием хирургического лечения. Диссертация, Ташкент, 1942.
5. Е. А. Дергоусова, Н. А. Митяшин. Белки крови у больных тиреотоксикозом после лечения 6-метилтиоурацилом и субтотальной тиреоидэктомии. Труды Пермского Медицинского института, вып. 26. Пермь, 1957, стр. 164—169.
6. П. Е. Огий. Углеводная, белковая и обезвреживающая функции печени у больных тиреотоксикозом. Автореферат, Киев, 1955.
7. G. Rusch. Die Bedeutung der Eiweißfraction beider Hyperthyreose. Helvetica Chirurg. Acta, u. 22, № 4—5, 1955, 277—280.
8. А. А. Алексеева. Общий белок и белковые фракции сыворотки крови у больных тиреотоксикозом. Вопросы клинической хирургии и клинико-лабораторных исследований. Ленинград, 1957, стр. 213—228.
9. H. Gohr, K. Falkenberg, H. Langenberg. Untersuchung über die chemische Methode zur Bestimmung von  $\alpha_2$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -Globulinen und Albuminen 2 cm<sup>3</sup> Serum und einige Anwendungen in der Diagnostik der Leberkrankheiten. Zeitschr. für die gesamte inner Medizin., № 13—14, 1950, 407—412.
10. H. Antweiler. Die Quantitative Electrophorese in der Medizin. Berlin, 1957, 118.
11. F. Wührmann, C. Wunderly. Bluteiweißkörper des Menschen. Basel, 1957, S. 348.
12. Г. М. Гуревич. К механизму возникновения острых состояний при операциях по поводу тиреотоксикоза. Проб. эндокрин. и гормонотерапии, № 3, 1955, 42—45.
13. A. Schwartz, K. Roberts. Alterations in thyroid function following Surgical trauma Surgery, 42, № 5, 1957, 814—818.
14. Б. П. Дыский. Влияние операционной травмы на функциональное состояние щитовидной железы. Харьков, 1957.
15. И. Харват. Нейро-гуморальная концепция в эндокринологии. Клин. медицина, т. 33, № 4, 10—21.
16. Т. П. Болотова. Нарушение проницаемости сосудистой стенки при диффузном тиреотоксическом зобе. Клин. Медицина, т. 29, № 2, 1951, 89—90.

## ისტორია

არჩილ ბარამიძე

თეიმურაზ ბაგრატიონი და პირველყოფილი თემური  
წყობილების საქითხები ქართველ ტომებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ჩიტაიამ 16.10.1960)

თეიმურაზ ბაგრატიონი XIX ს. პირველი ნახევრის ქართული ისტორიული აზროვნების ერთ-ერთი უდიდესი წარმომადგენელია. მის სახელთანაა დაკავშირებული ვახუშტი ბატონიშვილის მიერ ქართულ ისტორიოგრაფიაში შემოტანილი კრიტიკული მეთოდის აღდგენა. თეიმურაზის მსოფლმხედველობას ჩამოყალიბებაზე, როგორც ცნობილია, გავლენა იქონია ძირითადად XVII—XVIII სს. ქართველ მეცნიერთა და მწეოალთა გათოკვლეეებმა, რომლებმაც გარკვეული მიმართულება და ხასიათი მისცეს მის საისტორიო მუშაობას როგორც მეთოდის, ისე შინაარსის მხრივ.

თეიმურაზ ბატონიშვილი ითვალისწინებს მისი თანამედროვე ქართული ისტორიოგრაფიის მიღწეებსაც და განსაკუთრებით დავით და ვახტანგ ბატონიშვილების საისტორიო ნაშრომებს. ამ ავტორთა მიერ წამოჭრილმა საკითხებმა შემდგომი მეცნიერული განვითარება აიყვა თეიმურაზის „ივერიის ისტორიაში“. კერძოდ, ქართველ ტომებში პირველყოფილი თემური წყობილების არსებობის საკითხი, რომელსაც პირველად დავით ბაგრატიონმა მიაქცია ყურადღება, თეიმურაზის გამოკვლევებში მეტად ორიგინალურ და საინტერესო თეორიად ჩამოყალიბდა.

დავით ბაგრატიონი თავის „საქართველოს მოკლე ისტორიაში“ ქართველი ხალხის მრავალსაუკუნოვან ისტორიას ორ პერიოდად ყოფს, კერძოდ, ე. წ. „მამასახლისობის ხანის საქართველოდ“ და შესაბამისად „მეფობის ხანის საქართველოდ“. საქართველოს ისტორიის ამგვარი პერიოდიზაცია დღევანდელი თვალსაზრისით ფრიად პირობითია, მაგრამ იგი XIX ს. პირველი ნახევრის ისტორიოგრაფიაში უყოყმანოდ იქნა გაზიარებული.

„საერთოდ ქართული ისტორია, — აღნიშნავდა დავით ბაგრატიონი, — იყოფა ორ პერიოდად, რომელთაგან პირველში საქართველოს უანაგებდა ერთი პირი, რომელსაც ირწმევდნენ უძველესი და უძლიერესი გვარიდან. მას მამასახლისი ეწოდებოდა, რაც ქართულ დიალექტზე სახლის უფროსს ნიშნავს და, მამასადაძმე, მეფის სახელწოდების აღუნიშნავად, მეორე პერიოდი იმ საქმეთა აღწერას შეიცავს, მეფეთა მიერ რომაა ჩადენილი. ეს მეფეები მომდინარეობენ ოთხი თაობისაგან: ფარნავაზიანთაგან, არშაკუნიანთაგან, ხოსრონიანთაგან და ზაგრატიონთაგან“ (11, გვ. 5).

მოტანილი ამონაწერიდან ჩანს, რომ დ. ბაგრატიონის აზრით, ჩვენში მამასახლისობის ინსტიტუტი წინ უსწრებდა მეფობის ინსტიტუტს; მეფობა კი, თავისთავად, დავითის შეხედულებით, სახელწოდებით, განიხილავს მამასახლისთანაა მჭიდროდ დაკავშირებული. ამიტომ დავით ბატონიშვილს უფლება ჰქონდა ეთქვა, რომ მამასახლისობა მეფობის წინა პერიოდის ინსტიტუტია და ამასთან არჩევითი მართალია, ხსენებულ პირებს ირწმევდნენ „უძველესი და უძლიერესი გვარისა-

გან“, მაგრამ მამასახლისთა არჩევა, მაინც, როგორც ჩანს, ერთგვარ დემოკრატიულ პრინციპს ემყარებოდა. სამწუხაროდ, დავითი არსად არ მიუთითებს, თუ რა წყაროთი სარგებლობდა იგი ამ ცნობის მოტანისას.

ჩვენ ვფიქრობთ, რომ დავითს ერთი მხრივ ხელთ უნდა ჰქონოდა „ქართლის ცხოვრების“ ტექსტი, რომელსაც მან თავისებური ახსნა მოუძებნა. მეორე მხრივ, არ არის გამორიცხული ის ვარაუდიც, რომ დავით ბატონიშვილის ეს ცნობა დამყარებული იყოს ავტორის დროს არსებულ რეალურ ვითარებაზე. მამასახლამე შესაძლებელია, რომ გვიანფეოდალური ხანის სოფლის მამასახლისის არჩევის მოქმედი რეალური ფაქტი ჩვენ ავტორს მექანიკურად ჰქონდეს გადატანილი უძველეს ხანებზე. მაინცდამაინც, როგორც არ უნდა გადაწყდეს მამასახლისთა შესახებ დავითისეული წყაროს საკითხი, ერთი კი უთუოდ ცხადია, რომ დავით ბაგრატიონისათვის აშკარა იყო ქართველ ტომებში მამასახლისთა არჩევის პრინციპი.

დავით ბატონიშვილი „ქართლის ცხოვრების“ ცნობათა მიხედვით, გადმოგვიცემს, რომ ქართლში პირველი მამასახლისი ქართლოსის უფროსი ვაჟიშვილი მცხეთოსი იყო, რომელიც ხალხზე განუსაზღვრელი და შეუზღუდავ უფლებით სარგებლობდა. მამასახლისთა ამგვარი მმართველობა დიდი ხნის მანძილზე ქართლოსიანთა შორის შთამომავლობით გადადიოდა მაშინდენ უფროს ვაჟიშვილზე, ვიდრე ალექსანდრე მაკედონელის დრომდე, როდესაც მოხდა მამასახლისთა ინსტიტუტის მოშლა და მის ნაცვლად ახალი ინსტიტუტის აღმოცენება.

როგორც ვხედავთ, ჩვენ ავტორს ფრიად საგულისხმო ცნობები მოეპოვება საძიებელი საკითხის ირგვლივ. მაგრამ მიუხედავად იმისა, რომ დავით ბაგრატიონი თავისი დროისათვის საკმაოდ დემოკრატიულ პოზიციებზე იდგა, იგი ამ პროგრესულ იდეათა ბოლომდე თანამიმდევრული დამცველი მაინც ვერ აღმოჩნდა. მართალია, მან მიუთითა ქართლში მამასახლისთა არჩევითობის შესახებ, მაგრამ ამასთან, მისივე განცხადებით, ყველა მამასახლისი ერთი „უძველესი და უძლიერესი“ გვარისაგან უნდა არჩეულიყო, ეს ვარაუდიც, თავისთავად ცხადია, ხსნის დავითის მიერ თავისუფლად შეთქმულ შორის ასარჩევ კანდიდატთა შერჩევის პრინციპის აღიარებას, რასაც ავიღო საბერძნეთსა და ჯერ კიდევ საქართველოში ნამდვილად ჰქონდა ადგილი. აქ გამომკვლავნდა დ. ბატონიშვილის ტრადიციული კლასობრივი თვალსაზრისი ისტორიულ მოვლენათა ახსნის საკითხში.

ქართველ ტომებში თემური წყობილების ეპოქის არსებობას აღიარებდა ავრთველი ვახტანგ ბაგრატიონიც. უნდა აღინიშნოს, რომ მისი შეხედულება ამ პრობლემაზე დავით ბატონიშვილთან შედარებით უთუოდ უკან გადადგმული ნაბიჯია. ვახტანგი თავის „ქართველი ხალხის ისტორიის მიმოხილვაში“ ეხება მხოლოდ ქართლოსისა და ფარნავაზის მოღვაწეობის პატარა მონაკვეთის შესწავლას, რაც არაფერს ახალს არ შეიცავს დავითის შემოქმედებასთან შედარებით. ვახტანგი მისდევს „ქართლის ცხოვრებისა“ და დავით ბაგრატიონის სქემას და ჩვენი ქვეყნის წარსულს ორ ნაწილად ჰყოფს — პირველყოფილ თემურ წყობილებად და ფეოდალურ სოციალ-ეკონომიურ ფორმაციად. „ქართლოსი იყო — აღნიშნავდა იგი — მმართველი, ბელადი და ქართველთა სჯულმდებელი“ (2), გვ. 1). ხოლო, რაც შეეხება ფარნავაზს: „იგი... ამარცხებს აზონს და სახელმწიფოს დაპყრობის შემდეგ მანამდე უცნობ სამეფო წოდებას ითვისებს“ (2), გვ. 6—7).

ამრიგად, ვახტანგ ბატონიშვილის აზრით, ქართლოსის დროის ქართლში მეფობა არ არსებობდა (2), გვ. 2). ქვეყანა ბელადს ემორჩილებოდა, რომელიც სჯულმდებელიც იყო. საზოცადოებრივი განვითარების ვახტანგისეული აღწერა

გულსხმობს პირველყოფილ — თემურ წყობილებას, მისი არსებობის უკანას-  
კნელ ეტაპზე.

მაგრამ ამასთან ისიც უნდა შევნიშნოთ, რომ ვახტანგ ბატონიშვილი თემურ წყობილების გაგების საკითხში თანმიმდევრული არ არის. თუ დავუშვებთ, ქართველ ტომებში ამ საზოგადოების არსებობას, მაშინ გაუგებარი და აუხსნე-  
ლი რჩება ფარნავაზის იაზონზე გამარჯვებისას ვახტანგის მიერ მოწოდებული ცნობა „მან... ხელთ იგდო სახელმწიფო“ ([2], გვ. 6—7). ეს ტერმინი (სახელ-  
მწიფო) შემთხვევით ნასროლ სიტყვას არ წარმოადგენს, რასაც მოწმობს ვახ-  
ტანგის ერთი ცნობა, რომ ფარნავაზის აზრით: „საქართველო უნდა ეკუთვნო-  
დეს მას, ვითარცა ქართლოსის შთამომავალს, რომელმაც თავის გვარში სახელ-  
მწიფოს მმართველობის ძალაუფლება შექმნა“ ([2], გვ. 6).

ვახტანგის ამ ცნობიდან გამომდინარეობს, რომ ჩვენი ავტორისათვის სა-  
ხელმწიფო იმთავითვე არსებული ინსტიტუტია. ე. ი. იგი (სახელმწიფო) არ-  
სებობს კლასების წარმოშობამდეც, თუმცა იმგვარი გაგებით, რომ სახელ-  
მწიფოს სათავეში მეფე კი არ ზის, არამედ ბელადი, სჯულსდებელი. ვახტანგ  
ბატონიშვილის ეს აზრი თავისთავად მიუთითებს იმ გარემოებაზე, რომ ჩვენი  
ავტორი არ ამადლებულა (და ცხადია, არც შეიძლო ამადლებულიყო) წინა-  
კლასობრივ და კლასობრივ საზოგადოებათა შორის არსებულ მკვეთრ განსხვავ-  
ებათა გაგების დონემდე.

ამრიგად, როგორც ვხედავთ, ქართველ ტომებში პირველყოფილი თემურ  
წყობილების არსებობის იდეა XIX ს. პირველი ნახევრის ქართულ ისტო-  
რიოგრაფიას აღიარებული ჰქონდა. ამ გზას აგრძელებს თავის მხრივ თეიმურაზ  
ბაგრატიონიც, რომელმაც შემდგომ მეცნიერულად განავითარა ქართველ ტო-  
მებში პირველყოფილი გვაროვნული წყობილების იდეა და კონკრეტული მა-  
გალითების ჩვენებით უდაოდ ცხადყო ქართულ ისტორიოგრაფიაში გამოთ-  
ქმული შეხედულება. ამთავითვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ თეიმურაზის კონ-  
ცეფციას სამი ძირითადი წყარო ედო საფუძვლად: პირველი „ქართლის ცხოვ-  
რება“, ვახუშტის „ისტორია“ და ჩვენთვის ვილაც უცნობ მწერალთა ნაშრომე-  
რი, რომელთაც ავტორი „სხვათასს“ უწოდებს ([3], გვ. 48, შენიშვნა 2). მე-  
ორე წყაროს საკუთრივ XIX ს. პირველი ნახევრის ქართული ისტორიოგრაფია  
(დავით, ვახტანგ ბაგრატიონები) წარმოადგენდა. ხოლო მესამე და უკანასკნელ  
წყაროს, რომელსაც თეიმურაზი „ზეპირსმენილს“ ეძახდა, შეადგენს მის დრო-  
ის საქართველოს მთიანეთში გადმონაშთთა სახით საკმაოდ მძლავრად შემორ-  
ჩენილი ყოფა და წეს-ჩვეულებათა რიტუალი.

1811 წლიდან, ე. ი. თეიმურაზის პეტერბურგში დამკვიდრების დროიდან,  
ჩწყება ამ შესანიშნავი მეცნიერის განსაკუთრებით ნაყოფიერი მწერლობის  
ხანა. მთელი თავისუფალი დრო ჩვენმა ავტორმა მიუძღვნა საქართველოს ის-  
ტორიის მასალების შეგროვებისა და მათი შემდგომი მეცნიერული დამუშავე-  
რის საქმეს. „ივერიის ისტორიაში“ განსაკუთრებით გამოირჩევა საკითხი ქარ-  
თველ ტომებში პირველყოფილი გვაროვნული წყობილების არსებობისა. სა-  
აურადღებოა, რომ თანამედროვე ქართულ საბჭოურ ისტორიოგრაფიაში თეი-  
მურაზ ბაგრატიონის კონცეფცია ქართველ ტომებში გვაროვნული წყობილების  
წარმოშობის საკითხზე საკმაოდ სისრულით არის გამორკვეული. კერძოდ, ამ  
საკითხს სხვადასხვა დროს შეხებიან: ივ. ჯავახიშვილი ([5], გვ. 3—4),  
გ. სოსელია ([6], გვ. 49—50), შ. მესხია ([4], გვ. 63—68) და ივ. სურ-  
გულაძე ([7], გვ. 14—15).

თეიმურაზ ბატონიშვილი ქართველ ტომთა საზოგადოებრივი განვითარე-  
ბის ორ ძირითად საფეხურს არჩევდა: „ორნი ვიდრემე არიან პირველდგანვე  
ცვლილებანი საქართველოსა მმართველობათანი: 1) მამა-სახლისობითი,

რომელ არს საზოგადო ერის-მმართველობა, 2) მეფობითი, ესე იგი თვით-მპყრობელობითი“ (31, გვ. 48).

როგორც ვხედავთ, გაზიარებულია XIX ს. პირველი ნახევრის ქართულ ისტორიოგრაფიაში გამოთქმული მოსაზრება საქართველოს ისტორიის პერიოდისა ცივის შესახებ — კერძოდ, პირველყოფილი თემური წყობილებისა და კლასობრივი საზოგადოების შესახებ.

თეიმურაზ ბატონიშვილი წერს: „მრავალნი ისტორიკოსნი ძველნი შეცდეს და ივერიისა მამასახლისთა რომელთამე სწერდეს მეფობის სახელით და სსვათა მთავრებად და ესე ჯერ არს უწყებად მკითხველთათვის, რომელ ივერიელთა ერის საზოგადოება იყო ალექსანდრე მაკედონელის მოსელამდისინა, მანამდის არც ერთი მეფე და არც მთავარი მამასახლისთ გარდა სრულიად ზომისა და ქვემოსა ივერიისა შინა არავინ ყოფილა და არც ივერიის რომელიმე ნაწილი განყოფილი ყოფილა ერის საზოგადოებით. მამასახლისთა მიერ ფრიად კეთილად და გონივრულად იმართებოდა და სრულიად ზემოისა და ქვემოისა ქვეყანანი ერთნი იყვნენ, მცხეთის მამასახლისი ყველა მამასახლისებზე უფროსი იყო. მამასახლისების დროს, თუ ვინმე მძლავრი მტერი მოსულა ივერიად და მძლავრებით რომელსამე ალაგს ივერიაში თავისი სარდალი ანუ მთავარი ვინმე დაუგდია: მაშინც იმათს უფლებას ხანგრძლივ არ გაუწევია და ივერია ისევ თავის წესსზედ ერის მმართველობით ყოფილა. ალექსანდრე მაკედონელმა აზონ მთავარი დაადგო მხედრობითა, ის ფარნაოზმა მოკლა და თვით გამეფდა, რადგანაც ბუნებით ქართველი იყო სრულიად ივერიელთ ის აღიზნის მეფედ და მეფობა მაშინ დაიწყო სრულიად ივერიაზედ ერთ-მეფობა და მანამდის მამასახლისნი ერის მმართველობით განუწყვალეებლად და განუყოფელად განმგებლობდნენ, როგორათაც რომ ქართლოსის შემდგომად მამასახლისების დაწესების ეამს დაიდვა, ისე იმსახედ ბოლომდის მამასახლისნი მართედეს“ (31, გვ. 87-ის შენ.).

აქედან ნათლად ჩანს, რომ თეიმურაზ ბატონიშვილი მკვეთრად ასხვავებდა მამასახლისობის ხანის ქართველ ტომთა საზოგადოებრივ წყობილებას ამ ტომებში კლასობრივი საზოგადოების პერიოდისაგან. სამწუხაროდ, ჩვენთვის ჯერჯერობით ნათელი არაა, თუ ვის გულისხმობდა თეიმურაზი იმ „მრავალ ისტორიკოსებში“. რომელთაც გააჩნდათ მამასახლისთა და მეფეთა იკვირების აზრი. ამ გარემოებამ იძულებული გახადა თეიმურაზი აშკარა განსხვავებისათვის გაესვა ხაზი და ეს ორი დიამეტრალურად საწინააღმდეგო სოციალ-ეკონომიური წყობილება ერთმანეთს მკვეთრად დაუპირისპირა. თუ, თეიმურაზის სიტყვით, ალექსანდრე მაკედონელის მოსელამდე „არც ერთი მეფე და არც მთავარი... ივერიასა შინა არავინ ყოფილა“, მაშინ, ცხადია, შ. მუსხისი არ იყოს (41, გვ. 63—64), მცხეთოსის გარდაცვალების შემდეგ „მეფობის მოსობაც“ არ მოხდებოდა, რადგან ამ ინსტიტუტის არსებობა, ჩვენი ავტორის აზრით, ფარნავაზმდე წყაროთა შინაყვების საფუძველზე არაა დადასტურებული. პირიქით, თეიმურაზ ბატონიშვილის ცნობით, თუმცა უფლოსმა მიიღო „მუფლველობაცა და საკუთარიცა ნაწილი სამპყრობლითა მამისა თვისისა: მაგრამ ვერღარა ძალ-იღვა დამორჩილებად ერისა მის განდიდებულისა“ (31, გვ. 48). რამაც საჭირო გახადა გარდა ერთი უფლოსის მამასახლისობისა, სხვა „ერის-მთავართა“, ე. ი. მამასახლისთა (31, გვ. 111) შერჩევის აუცილებლობა.

თეიმურაზ ბატონიშვილის მიერ მამასახლისთა შესახებ წარმოდგენილი სურათი ამკვარია: ქართველი ტომები ცალ-ცალკე თემებში ირჩევიდნენ საკუთარ მამასახლისებს, რომლებიც მცხეთის მამასახლისს ექვემდებარებოდნენ. ცალკეული თემები საკუთრივ განაგებდნენ თავის საქმიებას. თუმცა მამასახლისს პატივს სციმდნენ. საერთო საქმეზე მცხეთის მამასახლისთან იყრიდნენ თავს დახარჩენი მამასახლისები, რომელთაც თან ახლდათ სხვა წარმომადგე-



ნელნიც; ე. ი. დებუტატები. კრება იმართებოდა მცხეთაში დრო და დრო; დასწრება თავისუფალი იყო. მცხეთის მამასახლისს არ ჰქონდა კერძო უფლება დამნაშავეს გასამართლებისა. ეს უკანასკნელი საერთო კრების წინაშე უნდა წარმდგარიყო და იქ წყდებოდა მისი ბედ-იღბალი.

მცხეთის მამასახლისს არ შეეძლო გადასახადის გაწერა ანდა დამოუკიდებელი გადაწყვეტილების მიღება. ომიანობის საკითხიც საერთო კრებაზე უნდა მიღებულიყო. ამგვარ პრინციპს ემორჩილებოდა აგრეთვე სასამართლოც. ამ უკანასკნელის ფუნქციათა თაობაზე კომპეტენტური იყვნენ ე. წ. ჰკვიანი „ბჭეეები“. მამასახლისი დაასახელებდა ორ ან სამ ბჭეს, მომჩივარნიც ამდენსავე ბჭეეები შეიკრიბებოდნენ და გაარჩევდნენ საქმეს<sup>1</sup>. ხოლო თუ საჩივარი სოფლებს ან თემთა შორის იყო, მაშინ ამგვარ საქმეს მამასახლისები გაარჩევდნენ მცხეთის მამასახლისის მონაწილეობით.

ამრიგად, ხალხისა, მამასახლისთა ბუნებისა ოა ფუნქციათა თეიმურაზისეული აღწერილობა ყოველგვარ ეჭვს გარეშე პირველყოფილ თემურ წყობილებას გულისხმობს. სახალხო კრების ის დამახასიათებელი ნიშნები, რომლებიც თეიმურაზს აქვს დაცული (საერთო საქმის კრებაზე განხილვა, დასწრების თავისუფლება, დამნაშავეთა გასამართლება, ომიანობის საკითხის კრებაზე გარჩევა) ნიშანდობლივია საერთოდ წინაკლასობრივი საზოგადოებისათვის. ამიტომ საფიქრებელია, რომ თეიმურაზ ბატონიშვილი იცნობდა გვაროვნული წყობილების ინსტიტუტს, როგორც საზოგადოების განვითარების ერთ-ერთ ძირითად საფეხურთაგანს. ამ ინსტიტუტის ბუნებაზე მას, უეჭველია, ჩვენამდე მოუღწეველი სახოდ მასალები და წყაროები უნდა ჰქონოდა. საფიქრებელია, აგრეთვე, რომ მის კონცეფციაში მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია თეიმურაზის დროს ხალხში დაცულ გადმოცემებსა და საქართველოს მთიანეთში გადმონაშთთა სახით არეკლილ ფაქტიურ ვითარებას, რომელზედაც საკუთრივ ჩვენი ავტორი მოგვითხრობს. წინააღმდეგ შემთხვევაში ერთობ ძნელი წარმოსადგენია, რომ მამასახლისთა ის თავისებური გადმოცემა, რაც თეიმურაზს დაუცავს თავის „ისტორიაში“, თავიდან ბოლომდე ავტორის მიერ შეთხზული იყოს.

რაც შეეხება თეიმურაზ ბაგრატიონის ცნობებს საქართველოში კლასობრივი საზოგადოების დაარსების საკითხზე, ეს უკანასკნელი მას ძალზე სუსტად აქვს წარმოდგენილი. აქ არ ჩანს თეიმურაზისეული დინამიკა საკითხის კვლევითების საქმეში. ნაშრომში მხოლოდ ხაზგასმულია, რომ ფარნავაზი ქუჩის დახმარებით ამარცხებს აზონს და ათავისუფლებს ქართველობას ბერძენთა გავლენისაგან. ქართველთა განთავისუფლებას მოჰყვა სრულიად ივერიის გაყოფა „ათ ნაწილად და დაუდგინნა (ფარნავაზმა — ა. ბ.) თვითოეულს ნაწილს განმგებელნი ხელის-ქეიშენი თვისნი, და უწოდა მათ ერისთავებად, გინა მთავრებად და თვით იწოდა მეფედ ყოვლისა საქართველისა“ (13, გვ. 115). „უამსა თარნავაზ პირველისა მეფისასა... შეიცვალა მმართველობა ქვეყანისა და იქმნა მეფობითი მმართველობა“ (13, გვ. 84).

მეფის ხელისუფლების წარმოშობის თეიმურაზისეული ახსნა, (ცხადია, დამაკმაყოფილებელ სურათს ვერ ქმნის, თუმცა უნდა შევიხიზნოთ, რომ ავტორი იძლევა ერთობ დამახასიათებელ განმარტებას მამასახლისისა და მეფის ფუნქციათა გაგების საკითხში. თეიმურაზი, როგორც დაკინახეთ, მკვეთრად უპირისპირებდა ერთმანეთს ამ ორ ცნებას და თავის თეორიას ამ დაპირისპირ-

<sup>1</sup> ძალზე საინტერესო და ანალოგიურ შემთხვევას ჰქონდა ადგილი სვანეთში. აქ ჰკვიან „ბჭეთ“ „მორვები“ ეწოდებოდათ. ისინიც ორ-ორი უნდა ყოფილიყვნენ — ორი მომჩივნისა და ორიც მთავსების მხრიდან. სასამართლოს საქმეებს „მახვიშ“ ანუ მამასახლისი ხელმძღვანელობდა, თუმცა გადაწყვეტილება საერთო იყო. მდებელი გადაწყვეტილების შესრულება მკაცრად სრულდებოდა ([10], № 27, 49).



რების საფუძველზე ავითარებდა. მამასახლისობის პერიოდი თეიმურაზ ბატონიშვილის ესმოდა სოციალური განვითარების ისეთ ხანად, როდესაც საქვეყნო საქმეს განაგებდა მთელი საზოგადოება, ხალხი ([7], გვ. 15). ხოლო „მეფობითი მმართველობა“ მონარქიაა, ერთპიროვნული („თვითმპყრობელობით“).

ამრიგად, თეიმურაზ ბატონიშვილის კონცეფცია საქართველოში წინა-კლასობრივ საზოგადოებაზე ფარნავზ მეფემდე პირველყოფილ თემურ წყობილებას განეკუთვნება. ნიშანდობლივია, რომ თემური წყობილების თეიმურაზისეული აღწერა XIX ს. ისტორიოგრაფიაში პირველი მეცნიერულად დასაბუთებული ნაშრომია და ქრონოლოგიური თვალსაზრისით წინ უსწრებს ცნობილი ამერიკელი ეთნოგრაფის ლუის მორგანის კონცეფციას აღნიშნული საკითხის შესახებ სულ კოტა 34 წლით. ეს ფაქტი კიდევ უფრო საყურადღებოს ხდის თეიმურაზის წყაროთა საკითხს და გვაძლავს მეტი ყურადღებით მოვხედავოთ მის ცნობებს, რომელნიც „ივერიის ისტორიაში“ განსაკუთრებით გამოირჩევიან. ამიტომ უფრო საკვირველია ივ. ჯავახიშვილის სკეპტიკური დამოკიდებულება თეიმურაზის ცნობათა წყაროს მიმართ ქართველ ტომებში გვაჩვენებული წყობილების არსებობაზე. ივ. ჯავახიშვილი თეიმურაზის თეორიას უსაფუძვლოდ ანდა სხვა ხალხთა მაგალითის გავლენით ხსნიდა. კერძოდ, მას უსაფუძვლოდ მიაჩნდა თეიმურაზის მითითება არჩეულთა საბჭოს, სახალხო კრებისა და სასამართლოს წარმოების წესზე ([5], გვ. 4). ივ. ჯავახიშვილზე გაცილებით უფრო ადრე თეიმურაზის ამ წყაროს სანდოობის საკითხს შეეხო ისტორიკოსი დ. ბაქრაძე, რომელმაც აღნიშნა, რომ თეიმურაზ ბატონიშვილის ცნობები მამასახლისობის ინსტიტუტზე „არ ვიცით საიდან არის გამოწერილი, მაგრამ კი ეთანხმება თავის საგანსა, რადგანაც მსგავსივე გამოგობა დარჩენილია ძველადგან საქაომდე მთიულე ქართველებში“ ([8], გვ. 61). დ. ბაქრაძის ეს თეზისი ფრიალ საყურადღებო და მნიშვნელოვანია.

მიუხედავად იმისა, რომ ივ. ჯავახიშვილი თეიმურაზის წყაროთა მიმართ აშკარა ეჭვს გამოთქვამდა, მას მაინც ქართველ ტომთა უძველესი ეპოქის თეიმურაზისეული სურათი ძალზე საინტერესოდ და უმეტეს შემთხვევაში გამართლებულად მიაჩნდა ([5], გვ. 4).

ივ. ჯავახიშვილის ეს მოსაზრება ძირითადად გაიზიარა აგრეთვე ივ. სურგულაძემ. თუმცა იგი იმედოვნებს, რომ შესაძლებელია აღმოჩნდეს ის წყარო, რომელმაც საფუძველი მისცა თეიმურაზს ასეთი საინტერესო კონცეფცია შემუშავებინა ([7], გვ. 15).

თეიმურაზ ბატონიშვილისადმი ივ. ჯავახიშვილის ამგვარი სკეპტიკურა დამოკიდებულება არ გაიზიარეს გ. სოსელიამ ([6], გვ. 49—50) და შ. მესხიამ. საკითხის გარშემო საერთო მსჯელობის გარდა ძ. მესხიას მოაქვს დ. ბაქრაძის ცნობა იმის თაობაზე, რომ თეიმურაზს დაწერილი ჰქონდა „სპეციალური ნარკვევი“ ამავე საკითხზე: „ძველი საქართველოს შინაგანი წყობის შესახებ“ ([4], გვ. 68).

სამწუხაროდ, ჭრჭერობით დაკარგულად ითვლება თეიმურაზის ხელნაწერი ნაშრომი „ძველი საქართველოს შინაგანი წყობის შესახებ“, რომელიც გარკვეულ შეხედულებას შეგვიქმნიდა ავტორის მიერ გამოყენებულ წყაროთა სანდოობაზე. ამიტომ ჩვენ საუბრით ვეთანხმებით შ. მესხიას, რომ ძნელად დასაჯერებელია თეიმურაზს ეს ნაშრომი ზეპირი, ე. ი. არარსებული მასალის ნიადაგზე შეეთხზა.

თუ თეიმურაზის თხრობას საქართველოში თემურ წყობილებაზე ლეონტი მროველის ცნობებს შევუდარებთ, აშკარა გახდება, რომ ჩვენი ავტორის კონცეფციის ერთ-ერთი ძირითადი წყარო „ქართლის ცხოვრების“ ტექსტი ყოფილა. კერძოდ, ჩვენ მიგვაჩნია, რომ თეიმურაზ ბატონიშვილის ძირითადი თეზისი

აღებული უნდა იყოს ლეონტი მროველის ერთ-ერთი ცნობიდან. იქ, სადაც „ქართლის ცხოვრების“ მიხედვით ქარაღოსიანები უფლოსს უმხედრდებინა და მის უფროსობას უგულვებელყოფენ, ლეონტი მროველს შემდგომ ცნობა აქვს დაკული. „და გაჯრილდა მათ შორის ესევეითარი საქმე, და არავინ იყო მათ შორის უწარჩინებულეს და უსახელოვანეს, არამედ ადგილითი-ადგილად თავადნი იჩინიან. ხლო ვინცა იყვის მცხეთას, რეცა თავადი იგი იყვის ყოველთა მათ სხუათა ზედა და არცა სახელედებოდათ მეფედ. არცა ერისთავად, არამედ მამასახლისი ეწოდებოდათ. და იგი იყვის მახვიებელ და ბჭე სხუათა ქართლისიანთა. რამეთუ ქალაქი მცხეთა განდიდებულ იყო უმეტეს ყოველთასა, და უწოდდეს დედა-ეალაქად“ (9). გვ. 11).

მოტანილი ამონაწერიდან გამომდინარეობს, რომ უფლოსის მიერ პრივილეგირებული მდგომარეობის დაკარგვა, ქვეყნის ამა თუ იმ მხარეში უფროსთა (თავადნი) დაწინაურებას მოასწავებს. მათ შორის ის „თავადი“, რომელიც მცხეთაში ცხოვრობდა, ამ ქალაქის განსაკუთრებული მდგომარეობის გამო, სხვა „თავადთა“ შორის პირველობას ისაკუთრებს და მას მამასახლისი ეწოდებოდა. მამასადამე, ყველა ამ „თავადებს“ თავიანთ თემებში მამასახლისები ეწოდებოდათ. მაგრამ მცხეთისა მაინც მთავარი მამასახლისი იყო. თეიმურაზს, როგორც ჩანს, „ქართლის ცხოვრების“ ეს ადგილი ჰქონდა მხედველობაში. როდესაც იგი „მამასახლისობის“ ინსტიტუტზე შესვლიდა, ეს მოსაზრება ერთგვარად იმითაც შეიძლება დამტკიცდეს, რომ თეიმურაზი სიტყვა-სიტყვით იმეორებს იმ ტერმინოლოგიას (მაგალითად ბჭე), რომელიც ლეონტი მროველს ამ ადგილას აქვს ნახმარი.

გარდა ამისა, ყურადღება უნდა მიექცეს დავით და ვახტანგ ბატონიშვილთა ცნობებსაც საძიებელი საკითხის მიმართ, რასაც ისტორიოგრაფიაში აბსოლუტურად ანგარიში არ ეწეოდა, მაშინ, როდესაც ჩვენ დავინახეთ, რომ ქართველ ტომებში თემური წყობილების დასაბუთების იდეა სხეილებულ ავტორთა სახელთან არის დაკავშირებული. ამიტომ თეიმურაზის კონცეფციის წყაროთა საკითხის ძიებისას საჭირო იქნება XIX ს. პირველი ნახევრის ქართული ისტორიოგრაფიის მონაცემთა გათვალისწინება.

რაც შეეხება თეიმურაზ ბაგრატიონის კონცეფციის მესამე წყაროს, მასზე შეიძლება ითქვას შემდეგი. ცნობილია, რომ ამ უკანასკნელ დრომდე საქართველოს მთიანეთში გადმონაშთების სახით დაცული იყო თემური წყობილების ის ძირითადი ნიშნები, რომელთა შესახებაც თეიმურაზს საინტერესო ცნობები აქვს დაკული. კერძოდ, ნიშანდობლივია, რომ ხევსურეთში დიდი გავლენით სარგებლობდა ე. წ. უხუცესთა სასამართლო, რომელსაც „ხევსურული რჯული“ ეწოდებოდა (111), გვ. 276, 290), და რომელიც თავის ძირითად ნაწილში გვაროვნული თემის საფუძველზე იყო შექმნილი (112), გვ. 164). ამ საგვარეულო ინსტიტუტს არ ჰქონდა მულმივად მოქმედი ხასიათი. იგი მოიწვეოდა ხოლმე საჭიროების დროს, რამე სადავო საკითხის გადასაჭრელად. იმისდა მიხედვით, თუ რა ხასიათისა იყო საკუთრივ დანაშაული, რჯულის კაცების ოდენობაც იცვლებოდა 2-დან 10-მდე. მიღებული გადაწყვეტილება უცილობელი და საბოლოო იყო. დამახასიათებელია, რომ რჯულის კაცებს მეტქენი ანუ ბჭეები ერქვათ და მათ გამოცდილ და გონიერ მოხუცთაგან ირჩევიდნენ (12), გვ. 290; 113), გვ. 169).

ხევსურული ხალხური სამართლის (რჯულის) ანალოგიური იყო სვანური „მორუალი“-ი (მსაჯულები, ბჭეები). არც აქ ხდებოდა მათი მულმივად ანდა გარკვეული ვადით არჩევა. ჩვეულებისამებრ მორუალთა რიცხვი ექვსი უნდა ყოფილიყო, თუმცა მკვლევრობის შემთხვევაში 24-ს აღწევდა (12), გვ. 170). სვანურ სასამართლოში გარკვეული საპატიო ადგილი ექავა აგრეთვე „მახვში“-საც, რომელიც უფროსს იგივე მამასახლისს ნიშნავს (13), გვ. 2). მისი ფუნქცი-

ები საკმაოდ შეზღუდული იყო სასოფლო ყრილობის მიერ, რომლის გადაწყვეტილებების შეცვლა მახვშის არ შეეძლო.

ამ მხრივ საინტერესოა სვანის ცნობები მახვშის შესახებ: „მახვშის ბევრნაირი მოვალეობა აწვა კისერზე. იმის უფლება თითქმის შემოუფარგლელი იყო. ის ერეოდა ყოველ საქმეში, რასაც ცხოვრების მიმდინარეობა მოიტანდა. საქმე, — სასულიერო ყოფილიყო, თუ სახორციელო, სისხლის სამართალი თუ სამოქალაქო, ყველაში პირველი ადგილი ეკირა, მაგრამ ისე კი, რომ ყრილობის გადაწყვეტილების მორჩილი უნდა ყოფილიყო. საზოგადოდ, საქმეს მახვში ყრილობის დაუკითხავად და მისგან ნების დაურთველად არაოდეს არ იკისრებდა და არ ითავებდა. და თუ ზოგჯერ ითავებდა რასმე, მხოლოდ მაშინ, როცა სრულიად დარწმუნებული იყო, რომ ამ საქმეში საზოგადო ინტერესები მტკიცედ დაცული არიან და საზოგადოებაც ამ შემთხვევაში წუნს არ სდებდა მახვშის ნამოქმედარს. ყოველ საზოგადო საქმეში მახვში ჯერ დაეკითხებოდა გამოცდილ და სარწმუნო კაცებს და მათებურად დადგენილ მოსაზრებას და გადაწყვეტილებას იგი წარუდგენდა საზოგადო ყრილობას. მოახსენებდა რა საზოგადო ყრილობას საქმის გარემოებას, მახვში წარმოსთქვამდა თავის შეხედულებასაც და დადგენილებას. თუ ეს ყრილობას მოეწონებოდა, ბევრის აწონდაწონის შემდეგ, დაამტკიცებდა, თუ არა და დადგენილებას შეცვლიდა ან მთლად, ან რაღენადმე“ (113, გვ. 3).

ამ ცნობიდან ჩანს, რომ მახვშის უფლება-მოვალეობანი საკმაოდ შეზღუდული იყო სახალხო კრების მიერ. მის დაუკითხავად მახვშის კერძო გადაწყვეტილებას არავითარი მნიშვნელობა არ ჰქონდა. მამასადამე, თუ ჩვენ XIX ს. საქართველოს ეთნოგრაფიულ ყოფაში დაცულ ამ იურიდიულ ნორმებს თეიმურაზის თხორობას შევედარებთ, მათ შორის მრავალ საერთო ნიშანს აღმოვაჩინებთ. ეს გარემოება კი, თავისთავად გვიკარნახებს დავასკვნათ, რომ თეიმურაზ ბაგრატიონის კონკრეტულის (ქართველ ტომებში პირველყოფილი თეიმური წყობილების არსებობის შესახებ) ერთ-ერთი ძირითადი წყარო ქართულ ეთნოგრაფიულ ყოფაში გადმონაშთების სახით დაცული წეს-ჩვეულება უნდა ყოფილიყო.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

აკად. ივ. ჯავახიშვილის სახელობის  
ისტორიის ინსტიტუტი  
თბილისი

(რედაქციის მოტივი ა 16.1.1961)

#### დამოწმებას ი ლიტერატურას

1. Давид (Багратиони). Краткая история о Грузии. СПб., 1805.
2. Грузинский царевич Вахтанг. Обзорение истории грузинского народа. СПб., 1814.
3. თეიმურაზ (ბაგრატიონი). ისტორია დაწყებითან ივერიისა, ესე იგი გიორგისა, რომელ არა სრულიად საქართველოსა. ანექტეტიკურული, 1848.
4. შოთა ნესხია. თეიმურაზ ბატონიშვილის ცხოვრება და მოღვაწეობა. მასალები საქართველოსა და კავკასიის ისტორიისათვის. თბილისი, ნაკვეთი I, 1939.
5. И. Джавахов. Государственный строй древней Грузии и древней Армении. т. I. Тексты и разыскания по армяно-грузинской филологии, книга VIII, СПб., 1905.
6. გ. სოსელია. სახელმწიფოს წარმოშობის საკითხისათვის. ტფილისი, 1934.
7. ივ. სურგულაძე. სახელმწიფოს წარმოშობა საქართველოსი. თბილისი, 1951.
8. დ. ზ. ბაქრაძე. ისტორია საქართველოსი. ტფილისი, 1899.
9. ქართლის ცხოვრება, ტ. I, თბილისი, 1955.
10. სვანო. სააბართლოს წარმოება სვანეთში. „ივერია“, № 27, 49, 1886.
11. В. А. Гурко-Кряжин. Хевсурь. „Новый Восток“, № 20—21, 1928.
12. რუსულან ხარაძე. ხევსურული ოჯგული. ანალები, ტ. I, თბილისი, 1947.
13. სვანო. სვანეთი. „ივერია“, № 4, 1886.

მთ. რედაქტორი — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის  
აკადემიკოსი რ. ღვალაი

ზედმოწერილია დასაბეჭდად 20.4.1961; შეკვ. № 421; ანაწყოების ზომა 7×11;  
ქაღალდის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 8,9;  
საბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 11; უე 02773; ტირაჟი 700

---

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



დებულება „საპარტიველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრების“ შესახებ

1. „მოაზრებში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოაზრებს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოაზრებში“ 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; არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოაზრების“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, სავსებით გამოზღუბული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ავტორის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის 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 აღწეროს დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებად შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

აკადემიის მისამართი: თბილისი, ძმარაძის ქ., 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XXVI, № 5, 1961

Основное, грузинское издание