

524
1962



საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

მ ო ე მ ბ ე

გომი XXIX, № 4

ძირითადი, ქართული გამოცემა

524

1962

24

მ ქ გ მ ბ ე რ ი



შ ი ნ ა ა რ ს ი

ბათუმობა

- ბ. ვეკუა (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). წრფივი ინტეგრალ-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემები მცირე პარამეტრით 385
- მ. ი. ნიკოლესკი (რუმინეთის სახალხო რესპუბლიკის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი). მაღალი რიგის სუბპარამონიული ფუნქციების ზოგიერთი თვისების შესახებ 393

ბიზნისი

- კ. ჯაფარიძე. ტეტრაამთილენსილანის მოლეკულის სტრუქტურის ელექტრონ-გრაფიული შესწავლა 401

ბიზნისი ტექნოლოგია

- ა. გონგლიაშვილი. სულფიდური მადნებიდან სპილენძის გამოყოფის საკითხისათვის 405

ბიოქიმია

- მ. ყაზახაშვილი. თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობრივი განაწილებისა და ასპარაგინის მჟავას დეკარბოქსილირების რეაქციის შესწავლა 413
- ნ. ალექსიძე. მეთილენის სილურჯისა და ასკორბინის მჟავას გავლენა აცეტილქოლინის აქტივობაზე 421

ბალეოლოგია

- ე. ახვლედიანი. გვარ *Stenodacna*-ს ისტორიისათვის (სახეთა შემადგენლობა, ფილოგენეზი და სტრატეგრაფიული მნიშვნელობა) 427

ბენეგობა

- თ. ალავიძე. არათეიმარეულირებელი სადერეფაციო არხების გვერდითი წყალსაშვებ-წყალსაგდებების მასტაბილიზებული ეფექტისა და მათი ჰიდრაულიკური ანგარიშის შესახებ 433

ბოტანიკა

- ლ. გოგინიაშვილი. გარე კახეთის ტყის მცენარეულობის ისტორიისათვის კოლექციონი 441

ბიომედიცინა

- ნ. ჩხენკელი. კულტურულ მცენარეთა გვალვაგამძლეობის საკითხისათვის 449

ზოოლოგია

- მ. დემეტრაშვილი. ზოგიერთი მონაცემი „თბილისის ზღვის“ იქტიოლოგიური დახასიათებისათვის 453

ზოოლოგია

- დ. ქაჯაია. დიდი ტვინის ჰემისფეროების როლის შესახებ ფრინველების ინდივიდურად შექნეულ მოქმედებაში 459
- ნ. ძიძიშვილი. დეკორტიკაციის შემდეგ აღმდგარი დიდი ტვინის ქერქის სპონტანური ელექტრული აქტივობა 465
- ა. ასათიანი. ნარკოზისა და კურარისაციის გავლენა ძალის კუჭის სერეციულ ფუნქციაზე 473

მასპარიმენტული მფიცინა

- შ. გოგინიაშვილი. პერაეტიკის მოქმედება გულზე და სისხლის ძარღვებზე 481
- თ. სირია. მწვავე პანკრეატიტის ეთიოპათოგენეზის საკითხისათვის 489

მედიცინა

- ც. კახიანი. დმანისის XIII—XIV საუკუნეების რამდენიმე არაბული წარწერა 497

ლიტერატურათმცოდნეობა

- დ. იოვაშვილი. უარყოფითი კრიტიკული წარმოსახვა მიხეილ ჯავახიშვილის ნაწარმოებებში 505

მათემატიკა

6. მკაშა

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

წრფივი ინტეგრირ-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემებში
მცირე პარამეტრით

§ 1. წინამდებარე სტატიაში ჩვენ განვიხილავთ შემდეგი სახის ინტეგრირ-დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემებს:

$$\varepsilon \frac{dy(\varepsilon, t)}{dt} + b(\varepsilon, t) y(\varepsilon, t) + \int_0^t K(\varepsilon, t, \tau) y(\varepsilon, \tau) d\tau = f(\varepsilon, t), \quad (1,1)$$

$$\varepsilon \frac{dy(\varepsilon, t)}{dt} + b(\varepsilon, t) y(\varepsilon, t) + \int_0^1 K(\varepsilon, t, \tau) y(\varepsilon, \tau) d\tau = f(\varepsilon, t), \quad (1,2)$$

სადაც ε მცირე პარამეტრია ($\varepsilon > 0$), $K(\varepsilon, t, \tau)$ მატრიცია:

$$K(\varepsilon, t, \tau) = \|K_{ij}(\varepsilon, t, \tau)\| \quad (i, j = 1, 2, \dots, n),$$

რომლისთვისაც ადგილი აქვს წარმოდგენას

$$K(\varepsilon, t, \tau) = K(t, \tau) + O(\varepsilon), \quad (1,3)$$

ამასთან $K_{ij}(\varepsilon, t, \tau)$ უწყვეტი ფუნქციებია არეში $0 \leq t \leq 1, 0 \leq \tau \leq 1$ როგორც არ უნდა იყოს მცირე პარამეტრი ε , $K(t, \tau)$ უწყვეტი მატრიცია ამ არეში; $b(\varepsilon, t)$ უწყვეტი მატრიცია, რომლისთვისაც ადგილი აქვს დაშლას

$$b(\varepsilon, t) = a + \varepsilon a^*(\varepsilon, t), \quad (1,4)$$

ამასთან a მუდმივი მატრიცია, $a^*(\varepsilon, t) = \|a_{ij}^*(\varepsilon, t)\|$ თანაბრად შემოსაზღვრული მატრიცია, ე. ი. $|a_{ij}^*| < M$, M მუდმივი რიცხვია; $f(\varepsilon, t)$ მოცემული უწყვეტი ვექტორია

$$f(\varepsilon, t) = (f_1(\varepsilon, t), f_2(\varepsilon, t), \dots, f_n(\varepsilon, t)),$$

რომლისთვისაც ადგილი აქვს წარმოდგენას

$$f(\varepsilon, t) = f(t) + O(\varepsilon); \quad (1,5)$$

$$y(\varepsilon, t) = (y_1(\varepsilon, t), \dots, y_n(\varepsilon, t))$$

საძიებელი ვექტორია.

წრფივი დიფერენციალურ განტოლებებს მცირე პარამეტრით განვიხილავდა მრავალი ავტორი. საკმარისად სრული სია ნაშრომებისა ამ საკითხთან

8789



დაკავშირებით დართული აქვს მ. ვიშიკისა და ლ. ლუსტერნიკის ნაშრომს [1]. გარკვეული ტიპის ინტეგრო-დიფერენციალური განტოლებები მცირე პარამეტრებით განხილულია [2, 3, 4] შრომებში.

ქვემოთ განვიხილავთ კოშის ამოცანას (K_ε ამოცანას) (1,1) და (1,2) სახის განტოლებებისათვის. ეს ამოცანა შეიძლება ასე ჩამოვყალიბოთ:

მოვნახოთ (1,1) განტოლების ((1,2) განტოლების) ამოხსნა

$$y(\varepsilon, t) = (y_1(\varepsilon, t), \dots, y_n(\varepsilon, t)),$$

რომელიც აკმაყოფილებს პირობებს

$$\bullet y_i(\varepsilon, 0) = D_i \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (1,6)$$

სადაც D_i ნებისმიერად მოცემული მუდმივებია.

გადაგვარებულ განტოლებებს, რომლებიც მიიღება (1,1) და (1,2) განტოლებებისაგან, თუ მათში $\varepsilon = 0$ ჩავსვამთ, ექნებათ სახე

$$ay(t) + \int_0^t K(t, \tau) y(\tau) d\tau = f(t), \quad (1,7)$$

$$ay(t) + \int_0^1 K(t, \tau) y(\tau) d\tau = f(t). \quad (1,8)$$

ქვემოთ ჩვენ ვიკვლევთ საკითხს იმის შესახებ, თუ რა სახით არის დამოკიდებული ε პარამეტრზე K_ε ამოცანის ამოხსნა და რეგულარული გადაგვარების გარკვეულ შემთხვევაში ვამტკიცებთ, რომ K_ε ამოცანის ამოხსნის ზღვარი, როცა $\varepsilon \rightarrow 0$, $t > 0$ იძლევა შესაბამის გადაგვარებული სისტემის ამოხსნას.

§ 2. განვიხილოთ ჯერჯერობით K_ε ამოცანა (1,1) განტოლებისათვის იმ შემთხვევაში, როცა $a^*(\varepsilon, t) \equiv 0$ (იხ. (1,4) ფორმულა), ე. ი. განტოლებისათვის

$$\varepsilon \frac{dy(\varepsilon, t)}{dt} + ay(\varepsilon, t) + \int_0^t K(\varepsilon, t, \tau) y(\varepsilon, \tau) d\tau = f(\varepsilon, t). \quad (2,1)$$

ვიგულისხმობთ, რომ

$$\det a = \det \|a_{ij}\| \neq 0.$$

გადავწეროთ (2,1) განტოლება შემდეგი სახით:

$$\varepsilon \frac{dy(\varepsilon, t)}{dt} + ay(\varepsilon, t) = \Phi(\varepsilon, t), \quad (2,2)$$

სადაც

$$\Phi(\varepsilon, t) = f(\varepsilon, t) - \int_0^t K(\varepsilon, t, \tau) y(\varepsilon, \tau) d\tau \quad (2,3)$$

და ვუყუროთ დროებით მარჯვენა მხარეს, როგორც ცნობილ ვექტორს. მაშინ (2,2) შეიძლება განვიხილოთ როგორც დიფერენციალურ განტოლებათა არაერთგვაროვანი სისტემა და დავწეროთ მისი ზოგადი ამოხსნა.

განვიხილოთ (2,2) სისტემის შესაბამისი ერთგვაროვანი სისტემა

$$\varepsilon \frac{dy_i(\varepsilon, t)}{dt} + \sum_{j=1}^n a_{ij} y_j(\varepsilon, t) = 0. \quad (2,4)$$

ამ სისტემის შესაბამის მახასიათებელ სისტემას აქვს სახე

$$\Delta(\varepsilon\lambda) = \begin{vmatrix} \varepsilon\lambda + a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & \varepsilon\lambda + a_{nn} \end{vmatrix} = 0. \quad (2,5)$$

თუ შემოვიღებთ აღნიშვნას

$$\varepsilon\lambda = \mu, \quad (2,6)$$

გვექნება

$$\Delta(\mu) = 0. \quad (2,7)$$

გადმოცემის გამარტივების მიზნით დავუშვათ, რომ (2,7) განტოლების ყველა ფესვი მარტივია. აღვნიშნოთ ამ განტოლების ფესვები μ_k -თი ($k = 1, 2, \dots, n$). (2,6) ტოლობიდან გვექნება

$$\lambda_k = \frac{\mu_k}{\varepsilon} \quad (k = 1, 2, \dots, n). \quad (2,8)$$

ჩვენ შემდგომ ვიგულისხმებთ, რომ

$$\operatorname{Re} \mu_k < 0 \quad (2,9)$$

და, თუ ეს პირობები შესრულებულია, ვიტყვი, რომ ადგილი აქვს რეგულარულ გადაგვარებას.

(2,4) ერთგვაროვანი სისტემის ამოხსნათა ფუნდამენტალური სისტემა იქნება

$$y_1^{(k)}(\varepsilon, t) = A_1^{(k)} e^{\frac{\mu_k t}{\varepsilon}}, \quad y_2^{(k)}(\varepsilon, t) = A_2^{(k)} e^{\frac{\mu_k t}{\varepsilon}}, \dots, \quad y_n^{(k)}(\varepsilon, t) = A_n^{(k)} e^{\frac{\mu_k t}{\varepsilon}}, \quad (2,10)$$

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

სადაც $A_i^{(k)}$ გარკვეული მუდმივებია.

ცხადია, გვექნება

$$\varepsilon \frac{dy_i^{(k)}(\varepsilon, t)}{dt} + \sum_{v=1}^n a_{iv} y_v^{(k)}(\varepsilon, t) = 0. \quad (2,11)$$

$$(i, k = 1, 2, \dots, n),$$

$$\frac{dW(\varepsilon, t)}{dt} + aW(\varepsilon, t) = 0, \quad (2,12)$$

სადაც

$$W(\varepsilon, t) = \begin{vmatrix} y_1^{(1)}(\varepsilon, t), & y_1^{(2)}(\varepsilon, t), & \dots, & y_1^{(n)}(\varepsilon, t) \\ y_2^{(1)}(\varepsilon, t), & y_2^{(2)}(\varepsilon, t), & \dots, & y_2^{(n)}(\varepsilon, t) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ y_n^{(1)}(\varepsilon, t), & y_n^{(2)}(\varepsilon, t), & \dots, & y_n^{(n)}(\varepsilon, t) \end{vmatrix}. \quad (2,13)$$

როგორც ადვილი მისახვედრია, $W(\varepsilon, t)$ მატრიცი შეიძლება ასე წარმოვადგინოთ:

$$W(\varepsilon, t) = A \begin{bmatrix} \mu_1 t \\ e^{-\varepsilon} \\ \dots \\ \mu_n t \\ e^{-\varepsilon} \end{bmatrix}, \quad (2,14)$$

სადაც $\begin{bmatrix} \mu_1 t \\ e^{-\varepsilon} \end{bmatrix}$ აღნიშნავს დიაგონალურ მატრიცს $e^{-\varepsilon}$, $e^{-\varepsilon}$, ..., $e^{-\varepsilon}$ ელემენტებით,

$$A = \begin{vmatrix} A_1^{(1)}, & A_1^{(2)}, & \dots, & A_1^{(n)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ A_n^{(1)}, & A_n^{(2)}, & \dots, & A_n^{(n)} \end{vmatrix}. \quad (2,15)$$

ვინაიდან $\det W(\varepsilon, t) \neq 0$ როცა $\varepsilon > 0$ და $0 \leq t \leq 1$, ამიტომ, ცხადია, $\det A \neq 0$.

ვიცით რა (2,4) ერთგვაროვანი სისტემის ამოხსნათა ფუნდამენტალური სისტემა, მოვძებნოთ ცნობილი წესით (2,2) არაერთგვაროვანი სისტემის ზოგადი ამოხსნა. ვეძებთ (2,2) სისტემის ამოხსნა შემდეგი სახით:

$$y(\varepsilon, t) = W(\varepsilon, t) u, \quad (2,16)$$

სადაც u ახალი საძიებელი ვექტორია.

თუ (2,16)-ს შევიტანთ (2,2)-ში და გავითვალისწინებთ (2,12)-ს, მივიღებთ

$$u = \frac{1}{\varepsilon} \int_0^t W^{-1}(\varepsilon, \tau) \Phi(\varepsilon, \tau) d\tau + C, \quad (2,17)$$

სადაც C ნებისმიერი მუდმივი ვექტორია, $W^{-1}(\varepsilon, t)$ არის (2,13) ტოლობით განსაზღვრული მატრიცის შებრუნებული მატრიცი. (2,17)-ის ძალით, (2,16) ფორმულა გვაძლევს

$$y(\varepsilon, t) = W(\varepsilon, t) C + \frac{1}{\varepsilon} \int_0^t W(\varepsilon, t) W^{-1}(\varepsilon, \tau) \Phi(\varepsilon, \tau) d\tau. \quad (2,18)$$

(1,6) პირობის ძალით, (2,18)-დან ვღებულობთ

$$C = A^{-1} D, \quad (2,19)$$

სადაც $D = (D_1, D_2, \dots, D_n)$, A^{-1} წარმოადგენს (2,15) ტოლობით განსაზღვრული მატრიცის შებრუნებულ მატრიცს. (2,3), (2,14) და (2,19)-ის ძალით, (2,18) განტოლება შეიძლება გადავწეროთ ასე:



$$y(\varepsilon, t) + \frac{A}{\varepsilon} \left[e^{\frac{\mu \alpha t}{\varepsilon}} \right] \int_0^t \left[e^{-\frac{\mu \alpha \tau}{\varepsilon}} \right] A^{-1} d\tau \int_0^\tau K(\varepsilon, \tau, t_1) y(\varepsilon, t_1) dt_1 =$$

$$= A \left[e^{\frac{\mu \alpha t}{\varepsilon}} \right] A^{-1} D + \frac{A}{\varepsilon} \left[e^{\frac{\mu \alpha t}{\varepsilon}} \right] \int_0^t \left[e^{-\frac{\mu \alpha \tau}{\varepsilon}} \right] A^{-1} f(\varepsilon, \tau) d\tau. \quad (2.20)$$

ნაწილობითი ინტეგრაციის ფორმულის გამოყენებით ეს განტოლება შეიძლება კიდევ ასე გადავწეროთ:

$$y(\varepsilon, t) + \int_0^t \Omega(\varepsilon, t, \tau) y(\varepsilon, \tau) d\tau = F(\varepsilon, t), \quad (2.21)$$

სადაც

$$\Omega(\varepsilon, t, \tau) = -A \left[\frac{I}{\mu \alpha} \right] A^{-1} K(\varepsilon, t, \tau) + A \left[e^{\frac{(t-\tau)\mu \alpha}{\varepsilon}} \frac{I}{\mu \alpha} \right] A^{-1} K(\varepsilon, \tau, \tau) +$$

$$+ A \left[e^{\frac{\mu \alpha t}{\varepsilon}} \right] \int_\tau^t \left[\frac{I}{\mu \alpha} e^{-\frac{\mu \alpha t}{\varepsilon}} \right] A^{-1} K'_t(\varepsilon, t, \tau) dt, \quad (2.22)$$

$$F(\varepsilon, t) = A \left[e^{\frac{\mu \alpha t}{\varepsilon}} \right] A^{-1} D - A \left[\frac{I}{\mu \alpha} \right] A^{-1} f(\varepsilon, t) + \quad (2.23)$$

$$+ A \left[\frac{I}{\mu \alpha} e^{\frac{\mu \alpha t}{\varepsilon}} \right] A^{-1} f(\varepsilon, 0) + A \left[e^{\frac{\mu \alpha t}{\varepsilon}} \right] \int_0^t \left[\frac{I}{\mu \alpha} e^{-\frac{\mu \alpha \tau}{\varepsilon}} \right] A^{-1} f'_\tau(\varepsilon, \tau) d\tau,$$

ამასთან

$$f'_\tau(\varepsilon, \tau) = \left(\frac{\partial f_1(\varepsilon, \tau)}{\partial \tau}, \dots, \frac{\partial f_n(\varepsilon, \tau)}{\partial \tau} \right),$$

$$K'_t(\varepsilon, t, \tau) = \left\| \frac{\partial K_{ij}(\varepsilon, t, \tau)}{\partial t} \right\|.$$

ჩვენ ვგულისხმობთ, რომ ზემოთ დაწერილი წარმოებულები არსებობენ და რომ ისინი წარმოადგენენ განუწყვეტელ ფუნქციებს.

(2.21) განტოლების საფუძველზე მტკიცდება შემდეგი დებულება
 თეორემა 1. (2.1) განტოლების სათვის A_ε ამოცანის ამოხსნას აქვს სახე

$$y(\varepsilon, t) = y^0(t) + v(\varepsilon, t) + \varepsilon u(\varepsilon, t), \quad (2.24)$$

სადაც $y^0(t)$ წარმოადგენს გადაგვარებულ (1,7) განტოლების ამოხსნას, $v(\varepsilon, t)$ არის ნულოვანი რიგის სასაზღვრო ფენის ტიპის ვექტორი $t=0$ მნიშვნელობის მახლობლობაში, $u(\varepsilon, t)$ თანაბრად შემოსაზღვრული ვექტორია.

§ 3. განვიხილოთ ახლა K_ε ამოცანა (1,1) განტოლებისათვის. (1,4)-ის ძალით, ეს განტოლება შეიძლება ასე გადავწეროთ:

$$\varepsilon \frac{dy(\varepsilon, t)}{dt} ay(\varepsilon, t) = \Phi^*(\varepsilon, t), \quad (3,1)$$

სადაც

$$\Phi^*(\varepsilon, t) = f(\varepsilon, t) - \varepsilon a^*(\varepsilon, t) y(\varepsilon, t) - \int_0^t K(\varepsilon, t, \tau) y(\varepsilon, \tau) d\tau. \quad (3,2)$$

თუ ახლა გამოვიყენებთ (2,18) ფორმულას და ამასთან მხედველობაში მივიღებთ (2,19)-ს, მაშინ გვექნება

$$y(\varepsilon, t) = W(\varepsilon, t) A^{-1} D + \frac{1}{\varepsilon} \int_0^t W(\varepsilon, t) W^{-1}(\varepsilon, \tau) \Phi^*(\varepsilon, \tau) d\tau. \quad (3,3)$$

(3,2)-ის ძალით, უკანასკნელი განტოლება შეიძლება ასე გადავწეროთ:

$$\begin{aligned} y(\varepsilon, t) + \int_0^t W(\varepsilon, t) W^{-1}(\varepsilon, \tau) a^*(\varepsilon, \tau) y(\varepsilon, \tau) d\tau + \\ + \frac{1}{\varepsilon} \int_0^t W(\varepsilon, t) W^{-1}(\varepsilon, \tau) d\tau \int_0^{\tau} K(\varepsilon, \tau, t_1) y(\varepsilon, t_1) dt_1 = \\ = W(\varepsilon, t) A^{-1} D + \frac{1}{\varepsilon} \int_0^t W(\varepsilon, t) W^{-1}(\varepsilon, \tau) f(\varepsilon, \tau) d\tau. \end{aligned} \quad (3,4)$$

როგორც ადვილი მისახვედრია, ეს განტოლება კიდევ ასე შეიძლება გადავწეროთ:

$$y(\varepsilon, t) + \int_0^t H(\varepsilon, t, \tau) y(\varepsilon, \tau) d\tau = F(\varepsilon, t), \quad (3,5)$$

სადაც

$$H(\varepsilon, t, \tau) = \Omega(\varepsilon, t, \tau) + A \left[\varepsilon \frac{\mu_\alpha(t-\tau)}{\varepsilon} \right] A^{-1} a^*(\varepsilon, \tau), \quad (3,6)$$

ამასთან $\Omega(\varepsilon, t, \tau)$ აღნიშნავს (2,22) ფორმულით განსაზღვრულ მატრიცს. ამის შემდეგ ცხადია, რომ (1,1) განტოლებისათვის ადგილი აქვს წინა პარაგრაფის 1 თეორემას.

განვიხილოთ ახლა (1,2) განტოლება. თუ მოვიქცევით ისე, როგორც (1,1) განტოლების შემთხვევაში, ადვილად დაერწმუნდებით შემდეგი დებულების სამართლიანობაში.

თეორემა 2. თუ (1,2) განტოლების შესაბამისად გადაგვარებულ განტოლებას აქვს ერთადერთი ამოხსნა, მაშინ (1,2) განტოლებისათვის K_ε ამოცანის ამოხსნა წარმოიდგინება შემდეგი სახით:

$$y(\varepsilon, t) = y^0(t) + v(\varepsilon, t) + \varepsilon u(\varepsilon, t), \quad (3,7)$$

სადაც $y^0(t)$ არის (1,8) გადაგვარებული განტოლების ამოხსნა, $v(\varepsilon, t)$ არის ნულოვანი რიგის სასაზღვრო ფენის ტიპის ვექტორი $t=0$ მნიშვნელობის მახლობლობაში, $u(\varepsilon, t)$ თანაბრად შემოსაზღვრული ვექტორია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ა. რაზმაძის სახელობის
 თბილისის მათემატიკის
 ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 2.6.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. И. Вишик и Л. А. Люстерник. Регулярное вырождение и пограничный слой для линейных дифференциальных уравнений с малым параметром. Успехи матем. наук, 12, № 5, (77), 1957, 3—72.
2. Н. П. Векуа. Линейные интегро-дифференциальные уравнения с малыми параметрами при старших производных. Проблемы механики сплошной среды (к семидесятилетию академика Н. И. Мухелишвили), Москва, 92—100, 1961.
3. К. И. Кванталиани. Интегро-дифференциальные уравнения типа Вольтера с малыми параметрами при старших производных. Сообщения АН Груз. ССР, т. XXVI, № 3, 1961, 265—272.
4. К. И. Кванталиани. Об одной краевой задаче для интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтера с малыми параметрами при старших производных. Сообщения АН Груз. ССР, т. XXVII, № 2, 1961, 129—136.

მათემატიკა

მირონ ნიკოლშვილი

(რუმინეთის სახალხო რესპუბლიკის მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრი)

მაღალი რიგის სუბპარმონიული ფუნქციების ზოგიერთი თვისების შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ე. კუბაძემ 2.3.1962)

1. ვთქვათ, $u: G \rightarrow R$ არის ფუნქცია, განსაზღვრული $R^1 (q > 1)$ სივრცის G ლია სიმრავლეზე.

1930 წლიდან დაწყებული, ჩემს გამოქვეყნებულ შრომებში⁽¹⁾, ვახსიათებდი ასეთი ფუნქციებისათვის p -რიგის პოლიპარმონიულობას, ე. ი. G -ში $C^{(2p)}$ კლასის მიკუთვნებას და G -ს ყოველ წერტილზე $\Delta^p(u) = 0$ განტოლების დაკმაყოფილებას, შემდეგი თვისებით:

თუ u G -ში p -რიგის პოლიპარმონიული ფუნქციაა, მაშინ $x \in G$ ყოველ წერტილში ადგილი აქვს წარმოდგენას

$$u(x) = C_1 \mu_1(u; x; r) + \dots + C_p \mu_p(u; x; r), \quad (1)$$

სადაც μ_1, μ_2, \dots მიმდევრობა რეკურენტულადაა განსაზღვრული შემდეგნაირად:

$$\mu_1(u; x; r) = \frac{1}{\sigma_q(r)} \int_{xx' \leq r} u(x') dx',$$

$$\mu_{s+1}(u; x; r) = \frac{q}{r^q} \int_0^r \rho^{q-1} \cdot \mu_s(u; x; \rho) d\rho, \quad (s = 1, 2, \dots) \quad (1')$$

და $\sigma_q(r)$ არის ზომა R^1 -ში.

ამასთან, C_1, C_2, \dots, C_p კოეფიციენტები არიან პირველი სვეტის ელემენტების ალგებრული დამატებანი დეტერმინანტში:

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & \dots & 1 \\ 1 & \frac{q}{q+2} & \dots & \frac{q}{q+2p-2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & \frac{q^{p-1}}{(q+2)^{p-1}} & \dots & \frac{q^{p-1}}{(q+2p-2)^{p-1}} \end{vmatrix}.$$

(1) სრული ბიბლიოგრაფია იხ. [1] შრომაში.

მნელი არ არის იმის ჩვენება, რომ (1) წარმოდგენა ერთადერთია.

პირიქით, თუ u ჯამებადია G -ში და აკმაყოფილებს (1) დამოკიდებულებას, მაშინ u არის p -რიგის პოლიჰარმონიული ფუნქცია G -ში.

2. 1928 წელს, პროფესორმა მათრო პიკონემ [2] მიუთითა სხვა ინტეგრალურ წარმოდგენაზე, რომელიც ახასიათებს p -რიგის პოლიჰარმონიულ ფუნქციას; პიკონეს ფორმულაში მონაწილეობს მხოლოდ ერთი საშუალო მნიშვნელობა, მაგალითად μ_1 ; ამასთან, ეს საშუალო მნიშვნელობა აღებულია P კონცენტრულ სფეროებზე. აქ მიუთითებთ ერთ წესზე, რომელიც სწრაფად გვაძლევს პიკონეს შედეგს⁽¹⁾.

ვთქვათ, u p -რიგის პოლიჰარმონიული ფუნქციაა G -ში. $x \in G$ ყოველი წერტილისათვის და რიცხვთა ყოველი მიმდევრობისათვის

$$0 < r_1 < r_2 < \dots < r_p < d_x, \quad (2)$$

სადაც $d_x = \rho(x, C(G))$, შეიძლება დაიწეროს სასრული გამლა (იხილეთ [1, 2]).

$$\mu_1(u; x; r_i) = u(x) + a_1 r_1^2 \Delta u + \dots + a_{p-1} r_{p-1}^{2p-2} \Delta^{p-1} u, \quad (3)$$

სადაც a_i გარკვეული კოეფიციენტებია, რომელთა მნიშვნელობების ამოწრა საჭირო არ არის; მნიშვნელოვანია, მხოლოდ ის, რომ ისინი არ არიან დამოკიდებულნი არც u -ზე და არც r -ზე. გამოვრიცხავთ რა $(p-1)$ ფუნქციას

$$a_1 \Delta u, \quad a_2 \Delta^2 u, \dots, \quad a_{p-1} \Delta^{p-1} u$$

pn დამოკიდებულებიდან (2), ჩვენ ვღებულობთ პიკონეს ფორმულას:

$$\begin{vmatrix} 1 & r_1^2 & \dots & r_1^{2p-2} \\ 1 & r_2^2 & \dots & r_2^{2p-2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & r_p^2 & \dots & r_p^{2p-2} \end{vmatrix} u(x) = \begin{vmatrix} \mu_1(u; x; r_1) & r_1^2 & \dots & r_1^{(2p-2)} \\ \mu_1(u; x; r_2) & r_2^2 & \dots & r_2^{(2p-2)} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_1(u; x; r_p) & r_p^2 & \dots & r_p^{(2p-2)} \end{vmatrix}. \quad (4)$$

შეიძლება ვაჩვენოთ, როგორც ეს გააკეთა პიკონემ, რომ, თუ u უწყვეტია (უფრო მეტიც, ზომადია და მოდულით შემოსაზღვრულია ჯამებადი ფუნქციით) და თუ u აკმაყოფილებს (4), (2) სახის ყოველი მიმდევრობისათვის, მაშინ u არის p -რიგის პოლიჰარმონიული ფუნქცია G -ში.

3. შემდგომისათვის ჩვენთვის აუცილებელია ერთი დამოკიდებულება, პიკონეს [4] ფორმულის ანალოგიური, მაგრამ ისეთი, რომელიც არ შეიცავს u -ს. ამ მიზნით, (2) რიცხვით მიმდევრობას დავუმატოთ r_{p+1} რიცხვით, რომ

$$r_p < r_{p+1} < d_x,$$

და მოვახდინოთ გამორიცხვა p ფუნქციისა

$$u, \quad a_1 \Delta u, \dots, \quad a_{p-1} \Delta^{p-1} u$$

(¹ ციტირებულ ნაშრომში პიკონე იყენებს სხვა მეთოდს.)

(3)-ის $p+1$ დამოკიდებულებიდან, მივცემთ რა i -ს $(p+1)$ მნიშვნელობასაც, მივიღებთ

$$\begin{vmatrix} 1 & r_1^2 & \dots & r_1^{2p-2} & \mu_1(u; x; r_1) \\ 1 & r_2^2 & \dots & r_2^{2p-2} & \mu_1(u; x; r_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & r_{p+1}^2 & \dots & r_{p+1}^{2p-2} & \mu_1(u; x; r_{p+1}) \end{vmatrix} = 0. \quad (5)$$

(1) ფორმულაზე დაყრდნობით, ჩვენ ვაჩვენებთ, რომ პირიქითაც:

თუ u უწყვეტია G -ში და თუ (5)-ს ადგილი აქვს G -ში იგივეურად, მაშინ u არის p -რიგის პოლიპარმონიული ფუნქცია G -ში.

მართლაც, დავშლით რა (5) დეტერმინანტს პირველი სტრიქონის ელემენტების მიხედვით და სიმარტივისათვის დავუშვებთ რა, რომ $r_1 = r$, მივიღებთ შემდეგი სახის დამოკიდებულებას

$$\mu_1(u; x; r) = v(x) + r^2 v_1(x) + \dots + r^{2p-2} v_{p-1}(x). \quad (6)$$

ცხადია, v, v_1, \dots, v_{p-1} დამოუკიდებელია r -გან და $v(x) = u(x)$. (6)-დან, გამოვიყენებთ რა (1') ფორმულას $s \equiv 1$ -თვის, მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \mu_s(u; x; r) &= u(x) + \left(\frac{q}{q+2}\right)^{s-1} \cdot r^2 v_1(x) + \dots + \\ &+ \left(\frac{q}{q+2p-2}\right)^{s-1} \cdot r^{2p-2} \cdot v_{p-1} \end{aligned} \quad (6')$$

თუ ახლა გამოვირიცხავთ

$$r^2 v_1, r^4 v_2, \dots, r^{2p-2} \cdot v_{p-1},$$

(6')-ის პირველი u დამოკიდებულებიდან, მივიღებთ (1) და მაშისადავამ, u მართლაც პოლიპარმონიული ფუნქციაა G -ში.

4. ზემოთ აღნიშნულ შრომაში [1], მე შემოვიყვანე p -რიგის სუბპარმონიული ფუნქციის ცნება.

ფუნქცია $u: G \rightarrow R$, უწყვეტი G -ში, არის p -რიგის სუბპარმონიული G -ში, თუ $x \in G$ ყოველ წერტილზე, გვაქვს

$$(-1)^{p-1} u(x) \equiv (-1)^{p-1} (C_1 \mu_1(u; x; r) + \dots + C_p \mu_p(u; x; r)), \quad (7)$$

საკმარისად მცირე r -თვის [1].

თუ $u \in C^{(2p)}$, მაშინ ზემოაღნიშნული პირობა ექვივალენტურია შემდეგისა [3]:

$$(-1)^{p-1} \Delta^{p-1} u(x) \equiv 0. \quad (7')$$

$p = 1$ -თვის ვლუბულობთ ჩვეულებრივ სუბპარმონიულ ფუნქციას (ჩვენს ტერმინოლოგიით—პირველი რიგის სუბპარმონიულ ფუნქციას). პოტენციალთა თეორიაში ამ ფუნქციების მნიშვნელობა კარგადაა ცნობილი ფ. რისის,

(1) ციტირებულ მემუარში [3] მამრავლი $(-1)^{p-1}$ გამორჩენილია.

ტ. რადოსა და მ. ბრელოს შრომებით, რომლებიც ახლა კლასიკურ შრომებად გადაიქცნენ. ცნობილია აგრეთვე, რომ ჩვეულებრივი სუბჰარმონული u ფუნქციისათვის $\mu_1(u; x; r)$ საშუალო მნიშვნელობა, $x \in G$ ყოველ წერტილზე, არის r -ის ზრდადი ფუნქცია, და პირიქითაც, $\mu_1(u; x; r)$ -ის ეს თვისება ახასიათებს u ფუნქციის სუბჰარმონიულობას. აქვს თუ არა ადგილი ანალოგიურ თვისებას მაღალი რიგის სუბჰარმონიული ფუნქციებისათვის?

ქვემოთ ჩვენ შევეცდებით გავცეთ პასუხი ამ კითხვაზე. სიმარტივისათვის დავუშვათ

$$K_p(\mu_1)(r) = (-1)^{p-1} (C_1 \mu_1(u; x; r) + \dots + C_p \mu_p(u; x; r)).$$

ვივლისხმობთ, რომ ფუნქცია $r^2 \rightarrow \mu_{p+1}(u; x; r)$ ამოხსნეკილია p -რიგისა, ტ. პოპოვიჩიუს [4] აზრით; სხვანაირად რომ ვთქვათ, ისეთია რომ

$$\begin{vmatrix} 1 & r_1^2 & \dots & r_1^{2p-2} & \mu_{p+1}(u; x; r_1) \\ 1 & r_2^2 & \dots & r_2^{2p-2} & \mu_{p+1}(u; x; r_2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & r_{p+1}^2 & \dots & r_{p+1}^{2p-2} & \mu_{p+1}(u; x; r_{p+1}) \end{vmatrix} \cong 0, \quad (8)$$

მაგრამ

$$\mu_{p+1} \in C^{(2p+2)},$$

და, მაშასადამე, (8) ექვივალენტურია

$$\frac{\partial^p \mu_{p+1}(u; x; r)}{\partial r^p} \cong 0, \quad (8')$$

სადაც, სიმარტივისათვის, ჩვენ მივიღეთ $t = r^2$. მაგრამ, დამოკიდებულებიდან

$$\mu_{p+1}(u; x; r) = \frac{q}{r^q} \int_0^r \rho^{p-1} \mu_p(u; x; \rho) d\rho$$

ვასკენით

$$\frac{\partial \mu_{p+1}(u; x; r)}{\partial t} = \frac{q}{2t} [\mu_p(u; x; r) - \mu_{p+1}(u; x; r)].$$

გავაწარმოებთ რა კიდევ ერთხელ და მარჯვენა მხარეში არგუმენტს უქუვავადებთ, ვღებულობთ

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2 \mu_{p+1}(u; x; r)}{\partial t^2} &= \frac{q}{4t^2} [q(\mu_{p-1} - \mu_p) - (q+2)(\mu_p - \mu_{p+1})] = \\ &= \frac{q}{2t^2} K_2(\mu_{p-1} - \mu_p)(r). \end{aligned}$$

ამ პროცესის განმეორებით ჩვენ ვღებულობთ მნიშვნელოვან დამოკიდებულებას

$$\frac{\partial^p \mu_{p+1}(u; x; r)}{\partial t^p} = \frac{A_{pq}}{t^q} K_p(\mu_1 - \mu_2)(r),$$

სადაც $A_{pq} > 0$. მაშასადამე, თუ კმაყოფილდება (8), მაშინ $K_p(\mu_1) \equiv K_p(\mu_2)$, როგორც არ უნდა იყოს r ; აქედან, (1')-ის საფუძველზე, გამომდინარეობს: $K_p(\mu_s) \equiv K_p(\mu_{s+1})$ ნებისმიერი s -თვის. მაშასადამე, $\{K_p(\mu_s)\}_{s \in N}$ მიმდევრობა არის კლებადი. [5] და [6] შრომებიდან გამომდინარეობს, რომ ეს მიმდევრობა მიისწრაფვის $(-1)^{p-1} u(x)$ -კენ, თანაბრად r -ის მიმართ. მაშასადამე, (7) შესრულებულია და u არის p -რიგის სუბპარმონიული ფუნქცია. ვიგულისხმობთ ახლა, რომ $K_p(\mu_1)$ ოპერატორი, როგორც r -ის ფუნქცია, r -ის ზრდადი ფუნქციაა და, მაშასადამე, r^2 -საც.

ცხადია, დამოკიდებულებიდან

$$K_p(\mu_{s+1}) = r^{\frac{p}{q}} \int_0^r \rho^{q-1} K_p(\mu_s)(\rho) d\rho,$$

გამომდინარეობს

$$\frac{\partial K_p(\mu_{s+1})(r)}{\partial t} = \frac{q}{2t} [K_p(\mu_s) - K_p(\mu_{s+1})](r), \quad (s = 0, 1, 2, \dots), \quad (11)$$

და კერძოდ $K_p(\mu_1 - \mu_2)(r) \equiv 0$. ამიტომ (10) გვიჩვენებს, რომ μ_{p+1} არის r^2 -ის ამოხსნეილი ფუნქცია p -რიგისა.

მეორე მხრივ, შევნიშნოთ, რომ, თუ ზემოაღნიშნულ მსჯელობაში $p+1$ -ს შევცვლით $p+s$ -ით (s ნებისმიერი დადებითი რიცხვია), მაშინ მივიღებთ

$$\frac{\partial \mu_{p+s+1}(u; x; r)}{\partial t} = \frac{q}{2t} [\mu_{p+s}(u; x; r) - \mu_{p+s+1}(u; x; r)], \quad (9')$$

რომელიც (9)-ის ანალოგიურია, და საბოლოოდ ფორმულას—

$$\frac{\partial^p \mu_{p+s+1}(u; x; r)}{\partial t^p} = \frac{A_{pq}}{t^q} K_p(\mu_s - \mu_{s+1})(r), \quad (10')$$

(10) ფორმულის ანალოგიურს.

ვიგულისხმობთ, რომ ამ პირობებში, μ_{p+1} არის r^2 -ის ამოხსნეილი ფუნქცია p -რიგისა. მაშინ, როგორც ეს ჩვენ უკვე ვნახეთ, $K_p(\mu_1)$ არის r^2 -ის ზრდადი ფუნქცია (აქედან ჩვენ გამოვიყვანეთ u -თვის p -რიგის სუბპარმონიულობა). მაგრამ (11) ფორმულა საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ რეკურენტული წესით, რომ $K_p(\mu_s)$, $s = 1, 2, \dots$ r^2 -ის ზრდადი ფუნქციები არიან.

გარდა ამისა, (11) ფორმულა გვაძლევს საშუალებას დავადგინოთ უტოლობა

$$K_p(\mu_s - \mu_{s+1})(r) \equiv 0,$$

რის საფუძველზეც, $(10')$ -ის მხედველობაში მიღებით, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ყველა μ_{p+s+1} , $(s = 0, 1, 2, \dots)$ ფუნქცია ამოხსნილია p -რიგისა, იმ შემთხვევაში, თუ პირველი მათგანი არის ასეთი. ამგვარად, ჩვენ დავამტკიცეთ თეორემა:

საშუალო $\mu_{p+1}(u; x; r)$ (მაშასადამე, ყველა შემდგომი საშუალო) არის r^2 -ის ამოხსნიელი ფუნქცია p -რიგისა, ერთადერთი პირობით, რომ $K_p(\mu_1)$ ოპერატორი არის r^2 -ის ზრდადი ფუნქცია. თუ უკანასკნელი პირობა შესრულებულია, მაშინ ყველა ოპერატორი $K_p(\mu_s)$, $s = 1, 2, \dots$, წარმოადგენს r^2 -ის ზრდადი ფუნქციებს.

ზემოთ ჩვენ უკვე შევნიშნეთ, რომ $K_p(\mu_1)$ -ის მონოტონურად ზრდადობას მოსდევს u ფუნქციის p -რიგის სუბპარმონიულობა. დგება საკითხი: სამართლიანია თუ არა პირიქითაც? ეს საკითხი რჩება ღიად (ყოველ შემთხვევაში, პირიქით დებულებას ადგილი აქვს $p=1$ -თვის, როგორც ეს გამომდინარეობს ზემოაღნიშნული კლასიკური შედეგებიდან).

5. 1955 წ. გამოქვეყნებულ მეშუარში, რომელიც მიძღვნილია დრეკადობის თეორიის ორი ძირითადი სასაზღვრო ამოცანის ამოხსნისადმი [7], სილვიუ ტელემანმა, ერთ-ერთმა ჩემმა მოწაფემ, განაზოგადა ჩემი თეორემა (1) ინტეგრალური დამოკიდებულების საფუძველზე p -რიგის პოლიპარმონიული ფუნქციის დახასიათების შესახებ, შემდეგნაირად:

ვთქვათ, $u: G \rightarrow R$, ლოკალურად ჯამებადია G -ში. თუ $x \in G$ ყოველი წერტილისათვის, გამოსახულებად

$$C_1 \mu_1(u; x; r) + C_2 \mu_2(u; x; r) + \dots + C_p \mu_p(u; x; r)$$

არ არის დამოკიდებული r -ზე, მაშინ u G -ში თითქმის ყველგან p -რიგის პოლიპარმონიული ფუნქციაა.

მართლაც, $v(x)$ -ით აღვნიშნოთ ზემოაღნიშნული გამოსახულება. თითქმის ყველგან G -ში გვაქვს

$$\lim_{r \rightarrow 0} (C_1 \mu_1(u; x; r) + \dots + C_p \mu_p(u; x; r)) = (C_1 + \dots + C_p) u(x) = u(x).$$

მაშასადამე, $v(x) = u(x)$ თითქმის ყველგან. ამ პირობებში, შეიძლება დაიწეროს

$$v(x) = C_1 \mu_1(u; x; r) + \dots + C_p \mu_p(u; x; r),$$

საიდანაც, ჩემი თეორემის საფუძველზე, რომელიც თავშია მოყვანილი, გამომდინარეობს, რომ v არის G -ში p -რიგის პოლიპარმონიული ფუნქცია და, მაშასადამე, u ემთხვევა, თითქმის ყველგან G -ში p -რიგის პოლიპარმონიული ფუნქციას.

ს. ტელემანის ამ განზოგადებამ ჩვენ საშუალება მოგვცა გავაერცლოთ მე-3 პუნქტის თეორემა ჯამებადი ფუნქციებისათვის. აი ეს შედეგიც.

ვთქვათ, $u: G \rightarrow R$ ლოკალურად ჯამებადია G -ში; თუ ნე-
ბისმიერი მიმდევრობისათვის

$$0 < r_1 < r_2 < \dots < r_{p+1} < dx$$

შესრულებულია (5) დამოკიდებულება, მაშინ u თითქმის
ყველგან p -რიგის პოლიპარამონიული ფუნქციაა.

მართლაც, დავუშვებთ რა $r_1 = r$, შეიძლება ეს დამოკიდებულება ჩაწე-
როთ შემდეგი სახით:

$$\mu_1(u; x; r) = v(x) + r^2 v_1(x) + \dots + r^{2p-2} \cdot v_{p-1}(x), \quad (12)$$

სადაც v_1, v_2, \dots, v_{p-1} არ არის დამოკიდებული r -ზე. აქედან, სხვისათვის
 r_k, r_{k+1} , გამოძინარეობს

$$\mu_1(u; x; r_{k+1}) - \mu_1(u; x; r_k) = (r_{k+1}^2 - r_k^2) v_1(x) + \dots +$$

$$+ (r_{k+1}^{2p-2} - r_k^{2p-2}) v_{p-1}(x).$$

თუ ამ დამოკიდებულებას დავწერთ $(p-1)$ წყვილისათვის $(r_1, r_2),$
 $(r_2, r_3), \dots, (r_{p-1}, r_p)$, ჩვენ გვექნება წრფივი სისტემა, ნულისაგან განსხვავე-
ბული დეტერმინანტით და v_1, v_2, \dots, v_{p-1} უცნობებით. ამოგხსნით რა ამ სი-
სტემას ცნობილი ფორმულებით, ყოველი v_k -თვის მივიღებთ წრფივ გამო-
სახულებას

$$\mu_1(u; x; r_1), \mu_1(u; x; r_2), \dots, \mu_1(u; x; r_p)$$

საშუალოების მიმართ. როგორც ვიცით, ყოველი მათგანი x -ის უწყვეტი
ფუნქციაა. მაშასადამე, v_k უწყვეტი ფუნქციებია, მაგრამ მაშინ (12)-დან გა-
მომდინარეობს v -ს უწყვეტობაც.

ამ დამოკიდებულებაში, მივასწრაფებთ რა r ნულისაკენ, მივიღებთ
 $u(x) = v(x)$ თითქმის ყველგან. ეს უფლებას გვაძლევს (12) დამოკიდებულება
ჩაწეროთ შემდეგი სახით:

$$\mu_1(v; x; r) = v(x) + r^2 v_1(x) + \dots + r^{2p-2} \cdot v_{p-1}(x),$$

საიდანაც

$$\mu_s(v; x; r) = v(x) + \left(\frac{q}{q+2}\right)^{s-1} \cdot r^2 v_1(x) + \dots +$$

$$+ \left(\frac{q}{q+2p-2}\right)^{s-1} \cdot r^{2p-2} \cdot v_{p-1}(x).$$

ახლა, გამოვრიცხავთ რა

$$r^2 v_1, \dots, r^{2p-2} \cdot v_{p-1},$$

დავრწმუნდებით, რომ v აკმაყოფილებს (1) დამოკიდებულებას და, მაშასა-
დამე, v არის p -რიგის პოლიპარამონიული ფუნქცია G -ში; ხოლო u , როგორც
ვინახეთ, თითქმის ყველგან ემთხვევა v -ს.

რუმინეთის სახალხო რესპუბლიკის
მეცნიერებათა აკადემია

დამოწმებული ლიტერატურა

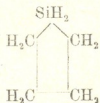
1. Miron Nicolescu. Les fonctions polyharmoniques. Actualités Scientifiques, Paris, Hermann, 1936.
2. Mauro Picone. Sulla convergenza delle successioni di funzioni iperarmoniche. da una lettera al prof. Miron Nicolescu, Bull. Math. de la Soc. Roumaine des Sciences, t. 38, 1936, 105—112.
3. Miron Nicolescu. Sur les fonctions de n variables, harmoniques d'ordre. Bull. Soc. Math. France, t. 60, 1932, 129—151.
4. Tiberiu Popoviciu. Les fonctions convexes. Paris, Hermann, 1945.
5. Miron Nicolescu. Sur les moyennes généralisées successives d'une fonction. Revue de Math. pures et appl. Acad, de la RPR, t. VI, 1961, 429—441.
6. Miron Nicolescu-Ciprian Folas. Sur les moyennes généralisées successives d'une fonction. (Sous presse, dans „Mathematica“, Cluj).
7. Silviu Telesman. Metoda proiectiei ortogonale si primele doua probleme la limita din teoria elasticitatii Bul. Stiintific, Acad. RPR, Sectia Mat. Fiz, t. VII, 1955, 105—125.

კ. ჯავახიძე

ტეტრამეთილენსილანის მოლეკულის სტრუქტურის
ელემენტარობრაციული შესწავლა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ციციშვილმა 10.3.1961)

ციკლური სილიკოორგანული ნერთები ელექტრონოგრაფიულად ნაკლებად შესწავლილი. ამიტომ ტეტრამეთილენსილანის მოლეკულის



(დულ. ტემპ. 70,7—70,8° C 733,5 მმ, $n_D^{20} = 1,44872$, $d_4^{20} = 0,8065$ [1, 2]) სტრუქტურის შესწავლა გარკვეულ ინტერესს წარმოადგენს.

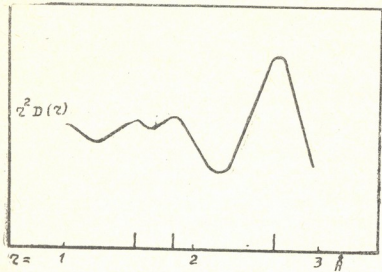
მხოლოდ ქიმიური ფორმულის მიხედვით ძნელია ტეტრამეთილენსილანის მოლეკულის მოდელის აგება, ამიტომ ჩატარდა ხსენებული ნივთიერების მოლეკულის ელექტრონოგრაფიული ანალიზი.

ტეტრამეთილენსილანის ორთქლისაგან მიღებულ იქნა რამდენიმე ათეული ელექტრონოგრაფია. ამ მონაცემების მიხედვით ავაგეთ რადიალური განაწილების ფუნქციითა მრუდები. რადიალური განაწილების მეთოდი საშუალებას გვაძლევს ხშირად, მოლეკულის მოდელზე წინასწარი ცნობების გარეშე, მხოლოდ და მხოლოდ დიფრაქციული სურათის მიხედვით განვსაზღვროთ ატომებს შორის მანძილი, ე. ი. მოლეკულის სტრუქტურის განმსაზღვრელი პარამეტრები.

r-ის მნიშვნელობანი, რომლებზედაც გამოვლინდება რადიალური განაწილების ფუნქციის მაქსიმუმები, შეესაბამება მოცემულ მოლეკულაში ატომებს შორის მანძილს.

ტეტრამეთილენსილანისათვის აგებულ იქნა რადიალური განაწილების ფუნქციის—rD(r) მრუდი შომეკერის ფორმულის მიხედვით [3, 4] და $r^2 D(r)$ —უოლტერისა და ბიჩის ფორმულის მიხედვით [5]. როგორც ნახ. 1-დან ჩანს, მრუდს აქვს სამი მაქსიმუმი. ამ მაქსიმუმების მდებარეობა შესაბამება მანძილებს $r=1,54; 1,86$ და $2,68 \text{ \AA}$. ეს სიდიდეები შესაბამისად მიეწერება C—C, Si—C და Si...C მანძილებს. უნდა აღინიშნოს, რომ ატომთა მოცემული წყვილების განზნევის უნარის ფარდობითი წონები სათანადოდ არ

აისახება ამ მრუდით. პირველი ორი მაქსიმუმის სიმალლე მცირედ განსხვავდება ერთმანეთისაგან. ტეტრამეთილენსილანის ფორმულის მიხედვით ეს სი-



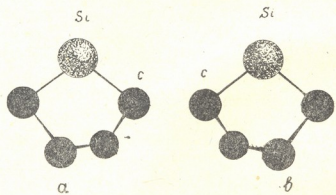
ნახ. 1

მალეები უნდა ეფარდებოდეს ერთმანეთს როგორც 1:1,5. ეს შესაბამობა შეიძლება აიხსნას C—C და Si—H ბმების სიგრძეთა ტოლობით. მესამე მაქსიმუმის ანომალური სიმალლის ახსნა უფრო ძნელია, რადგან იგი რამდენჯერმე აღემატება მოსალოდნელ სიდიდეს, თუმცა ეს შეიძლება ნაწილობრივ აიხსნას მრუდის ამ

უბანში Si...C მანძილის გარდა კიდევ სხვა მანძილების არსებობით, მაგალითად, C...C², C...C¹ და სხვ.

მანძილი 1,54 Å C—C ბმისათვის კარგად ემთხვევა ლიტერატურულ მონაცემებს [6]. Si—C ბმის სიგრძე, რომელიც 1,86 Å-ს ტოლია, ნაკლებია C და Si-ს ატომურ რადიუსთა ჯამზე 0,08 Å-ით.

ამ მონაცემების მიხედვით აგებულ იქნა ინტენსივობის მრუდები. რამდენიმე ათეული მრუდის ანალიზმა საშუალება მოგვცა დაგვეზუსტებინა რადიალური განაწილების მეთოდის მონაცემები. გვეპოვნა მანძილები, რომლებიც არ გამოვლინდა



ნახ. 2

რადიალური განაწილების ფუნქციის მრუდზე და საბოლოოდ ამოგვეჩია ტეტრამეთილენსილანის მოლეკულის ციკლის მოდელი.

განხილული იყო სამი ტიპის მოდელები: 1. ბრტყელი მოდელები, 2. მოდელები ნახშირბადის ოთხი ატომით ერთ სიბრტყეში და 3. მოდელები სამი ატომით ერთ სიბრტყეში. პირველი ორი ტიპის მოდელებისათვის აგებული ინტენსივობის მრუდები არ დაემთხვა ექსპერიმენტულ მრუდს. საუკეთესო დამთხვევა მივიღეთ ინტენსივობის იმ მრუდებისათვის, რომელიც აგებული იყო მესამე ტიპის მოდელებისათვის (ნახ. 2).

შესაბამისი ატომთაშორისი მანძილები და სავალენტო კუთხეები მოცემულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

პარამეტრი	რადიალური განაწილების მეთოდი	ცდებისა და შეცდომების მეთოდი
C—C	1,54 Å	1,54 ± 0,02 Å
Si—C	1,86 Å	1,86 ± 0,02 Å
Si—H	1,54 Å	1,54 Å (მიღებულია)
C—H	—	1,08 Å (მიღებულია)
∠CSiC	—	96 ± 2°
∠SCC	104°	106 ± 2°
∠CCC	—	110 ± 2°

6889

გამოთვლილი და ექსპერიმენტული S ($S = 4\pi \frac{\sin \frac{\psi}{2}}{\lambda}$, სადაც ψ —

გაბნევის კუთხეა და λ ელექტრონული სხივის ტალღის სიგრძე) სიდიდეები ემთხვევა ერთმანეთს საშუალოდ 1%-ის სიზუსტით.

ამგვარად, გამოირკვა, რომ ტეტრამეთილენსილანის ციკლს შეესაბამება ისეთი კონფიგურაცია, სადაც ერთ სიბრტყეში მოთავსებულია ციკლის სამი ატომი. საკვლევი ნივთიერების მოლეკულები შეიძლება არსებობდეს ორი ფორმით, რომლებიც ელექტრონოგრაფიულად პრინციპულად არ განირჩევიან ერთმანეთისაგან (სურ. 2).

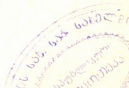
როგორც ცხრილიდან ჩანს, სილიციუმის ატომის სავალენტო კუთხე უფრო ძლიერაა გადახრილი მისი ნორმალური (ტეტრაედრული) მნიშვნელობისაგან, ვიდრე ნახშირბადის ატომის სავალენტო კუთხე, ე. ი. სილიციუმის ატომის სავალენტო კუთხის დეფორმაცია ნაკლებ ენერგიას მოითხოვს, ვიდრე ნახშირბადისა.

მაქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პ. მელიქიშვილის სახელობის

ქიმიის ინსტიტუტი

თბილისი



დასრულებული ლიტერატურა

1. А. Ф. Платэ, Н. А. Момма, Ю. П. Егоров. Синтез и свойства некоторых циклических кремнеуглеродов. ДАН СССР, 97, № 5, 1954, 847.
2. А. Ф. Платэ, Н. А. Беликова, Ю. П. Егоров. О взаимодействии диалкилтетраметиленилсиланов с концентрированной серной кислотой. ДАН СССР, 102, № 6, 1955, 1131.
3. R. Spurr, V. Shomaker. J. Am. Chem. Soc. 64, 1942, 2693.
4. П. А. Акишин, Л. В. Гурвич. Методы радиального распределения в электронографии и таблицы значений $\sin \frac{\pi}{10} \text{rn}$. Ученые записки МГУ, 164, 153, 1953.
5. P. Allen, L. Sutton. Tables of Interatomic Distances and Molecular Configurations obtained by Electron Diffraction in the Gas Phase. Acta Cryst. 3, 1950, 46.
6. J. Walter, J. Beach. The Radial Distribution Method in Electron Diffraction. J. Chem. Phys. 8, 1940, 601.

ძიებური ტექნოლოგია

ა. ზოგლიაშვილი

სულფიდური მადნებიდან სპილენძის გამოყოფის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ციციშვილმა 14.7.1961)

ბუნებაში სპილენძის მადნები გვხვდება სულფიდებისა და ქანგეულების სახით. დაქანგული მადნები უპირატესად მიწის ზედაპირზეა განლაგებული, ვინაიდან წარმოქმნილია სულფიდური მადნების დაქანგვით. სპილენძის უმეტესი ნაწილი მიიღება სულფიდური მადნების გადამუშავებით. სპილენძის სულფიდის შემცველი მინერალებიდან აღსანიშნავია ჰალკოპირიტი — CuFeS_2 , შორნიტი — Cu_3FeS_4 , კოველინი — CuS და ჰალკოზინი — Cu_2S . აღნიშნული მინერალებიდან ყველაზე გავრცელებულია ჰალკოპირიტი, ან, როგორც მას ზოგჯერ უწოდებენ, სპილენძის ალმადანი. სულფიდური მადნებიდან სპილენძის გამოსაყოფად მიმართავენ პირომეტალურგიულ ან ჰიდრომეტალურგიულ ხერხს.

სულფიდური მადნები უმეტეს შემთხვევაში მცირე რაოდენობით შეიცავს სპილენძს, რის გამოც პირომეტალურგიულ გადამუშავებამდე მადნებს ამდიდრებენ ფლოტაციით. პირომეტალურგიული გადამუშავების პირველ სტადიას წარმოადგენს კონცენტრატის გამოწვა შტეინის მისაღებად. კონვერტერებში მოთავსებულ შტეინში შეკუმშული ჰაერის გატარებით მიიღება ე. წ. შავი სპილენძი, რომელიც შემდეგ განიცდის პირომეტალურგიულ, ხოლო საჭიროების შემთხვევაში — კიდევ ელექტროლიზურ რაფინირებას.

სპილენძის განსაკუთრებით ღარიბი სულფიდური მადნების გადამუშავება მიზანშეწონილია ჰიდრომეტალურგიული ხერხით. სპილენძის მადნების გამოტუტვით ღებულობენ ელექტროლიზისათვის გამოსადეგ ხსნარებს.

სპილენძის სულფიდური მადნების გამოსატუტავად ერთ-ერთ გავრცელებულ რეაგენტს წარმოადგენს $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ — ის შექმავებული ხსნარი, რომელიც მოქმედებს როგორც დამქანგველი. სპილენძის შაბიამამდე წინასწარ დაქანგული სულფიდური მადნების გამოტუტვა შესაძლებელია წყლით. რკინის სულფატის შექმავებულ ხსნარებში ადვილად იხსნება ჰალკოზინი და ბორნიტი, შედარებით ძნელად — კოველინი და უფრო ძნელად — ბუნებაში ყველაზე უფრო გავრცელებული ჰალკოპირიტი, რომლის გამოსატუტავად საჭიროა ჰალკოპირიტის წინასწარი გამოწვა. ამიტომ ჰალკოპირიტის ჰიდრომეტალურგიული გადამუშავება პირომეტალურგიულთან შედარებით ნაკლებად მიზანშეწონილია.

ბოლო დროს მკვლევართა ყურადღება მიიპყრო სულფიდური მადნებიდან სპილენძის გამოყოფის ავტოკლავურმა მეთოდმა. მაშინ, როდესაც ჰალკოპირიტი ვერ გამოიტუტება ისეთი დამქანგველებითაც კი, როგორცაა $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ და სხვა, ავტოკლავური გამოტუტვისას მისი დაქანგვა მოხერხდა ქანგბადის წნევის ქვეშ გახურებით. აღნიშნული საკითხის გარშემო ჩატარებულ მრავალ გამოკვლევათა შორის აღსანიშნავია შრომა [1], რომლის თანახმად სულფიდური გოგირდის დაქანგვა წარმოებდა ჰაერის ქანგბადით ამონიაკის გარემოში და ჰაერის წნევის პირობებში. ავტოკლავური პროცესით მიიღებოდა სპილენძის ამიაკატის ხსნარი და ამონიუმის სულფატი, ხოლო ნალექში რკინის ქანგი და სილიკატური ნაწილი. აღნიშნული პროცესისათვის დადგენილი იყო ოპტიმალური

პირობები: ტემპერატურა, წნევა, მადნის დაწვრილმანების ხარისხი, მორეაგირე ნივთიერებათა ფარდობა (მყარი: თხევადი) და რეაქციის ხანგრძლივობა. საშუალო მონაცემები გამოსავლის მიხედვით არის: ა) გოგირდისათვის — 75%. ბ) სპილენძისათვის — 99%, გ) ამონიუმის სულფატისათვის — 82%. მიუხედავად ამისა, მიღებულმა შედეგებმა ვერ ნახეს სამრეწველო გამოყენება ძირითადი რეაგენტის — ამონიუმის შედარებით მაღალი ღირებულებისა და ამონიუმის სულფატის მოხმარების კონიუნქტურის შეცვლის გამო. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, აგრეთვე იმ გარემოების გათვალისწინებით, თუ რა დიდი მნიშვნელობა ენიჭება საქართველოს საბადოს სპილენძის მადნების რაციონალურ ათვისებას ჩვენი რესპუბლიკისათვის მეტად საჭირო სპილენძის შაბიამნისა და ლითონური სპილენძის მისაღებად, გადაწყდა ჩატარებულიყო კვლევა ავტოკლაური მეთოდით, ნეიტრალურ გარემოში ამონიუმის გამოუყენებლად.

კვლევები ტარდებოდა მადნეულის საბადოს სპილენძის სულფიდური მადნის ხელით გადარჩეული კონცენტრატების საშუალო სინჯებზე, რომელიც შეიცავდა საშუალოდ 12% Cu, 25—35% Fe და 30%-მდე S. სპილენძის შემცველ მინერალს ძირითადად წარმოადგენდა ჰალკობირიტი, ხოლო რკინა უპირატესად პირიტის სახით იყო. ცდები ტარდებოდა სამლიტრიანი ელექტროგამახურებლის მქონე მბრუნავ ავტოკლაუში. საწყისი წნევა იქმნებოდა მეკუმშული ჰაერით ან ჟანგბადით, გამოტუტვა წარმოებდა გახურებისა და არევის პირობებში. ჩატარებული ცდებით დადგინდა პროცესის ჩატარების ოპტიმალური პირობები: ტემპერატურა — 180°, ჟანგბადის საწყისი წნევა — 10 ატმ, მადნის დაწვრილმანების ხარისხი — 175 მეში, ფარდობა მადანი: წყალი = 1:10, რეაქციის ხანგრძლივობა 1—2 საათი (რეჟიმის დამყარების შემდეგ). გამოსავალთა საშუალო მონაცემები შეადგენდა: სპილენძისათვის — 98%, გოგირდისათვის — 85%. ავტოკლაური პროცესის ძირითად პროდუქტს წარმოადგენდა სპილენძის სულფატის ხსნარი, უხსნადი ნაშთი შეიცავდა რკინის ჟანგსა და სილიკატურ ნაწილს.

აღსანიშნავია, რომ ჩატარებულ ცდებს გააჩნდათ ზოგიერთი ნაკლოვანება, ჯერ-ერთი, ავტოკლავის ბრუნვის სიჩქარე უმნიშვნელო იყო (75 ბრ/წუთ), რის გამოც შეიძლებოდა სულფიდური გოგირდის დაჟანგვა დამუხრუჭებულიყო დიფუზიით, მეორე — გაძნელებული იყო სპილენძის გამოსავალზე ჟანგბადის წნევის გავლენის შესწავლა, რადგან არ ხერხდებოდა წნევის ზუსტი რეგულირება; ცდების დროს რეაქტორში ჟანგბადის მიწოდება არ ხდებოდა და მისი დანაკარგი არ კომპენსირდებოდა. წნევა იზრდებოდა ხოლოდ დასაწყისში რეაქტორის გახურების გამო. ნაკლად უნდა ჩაითვალოს ის გარემოებაც, რომ პროცესის დროს არ ხერხდებოდა სინჯის აღება ავტოკლავიდან, ეს კი არ იძლეოდა ავტოკლაური გამოტუტვის კინეტიკაზე მსჯელობის საშუალებას. გარდა ამისა, ტემპერატურის გავლენის შესწავლისას ჟანგბადის პარციალური წნევის არამუდმივობის გამო სპილენძის გამოსავალზე ტემპერატურის გავლენის შესახებ მსჯელობას მიახლოებითი ხასიათი ჰქონდა.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, სპილენძის სულფიდური მადნების გამოსატუტავად უფრო შესაფერის რეაქტორებს უნდა წარმოადგენდეს მექანიკური სარეველათი და ელექტრომაგნიტური ამძრავით აღჭურვილი ავტოკლაუები. ელექტრომაგნიტური ამძრავის გამოყენება ჩიბალის გარეშე ინტენსიური არევის (რეინოლდის რიცხვი $Re = 25000$, სარეველას ბრუნვის სიჩქარე 2000 ბრ/წუთ), ხოლო ავტოკლავის კონსტრუქცია — სინჯების აღებისა და ჟანგბადის პარციალური წნევის ზუსტი რეგულირების საშუალებას იძლევა. ავტოკლავის მასალას წარმოადგენდა უქანგავი ფოლადი 1X18H9T. კვლევა ტარდებოდა 3 ლ ტევადობის რეაქტორში. სინჯების აღება ხდებოდა ყოველი 1—2 საათის შემდეგ. ავტოკლავის მართვა, ტემპერატურისა და წნევის რეგუ-

ლირება ხორციელდებოდა ელექტროტექნიკური და მანომეტრული პულტებიდან. ცდების ხანგრძლივობის განსაზღვრისას გახურებისათვის საჭირო დრო შეედევლობაში არ მიიღებოდა. ქანგბადის პარციალური წნევა იანგარიშებოდა საერთო წნევისა და წყლის ორთქლის დრეკადობის (ცხრილის მონაცემებით) სხვაობის მიხედვით.

ტექნოლოგიური ცდების დაწყებამდე ლენინგრადის ინსტიტუტ „გიპრონიკელში“ გ. დობროხოტოვის და ე. მაიოროვის მიერ ჩატარდა კვლევა მიხერალ პალკობირიტის ავტოკლავური გამოტუტვის კინეტიკის შესასწავლად. პროცესის მსვლელობაზე მინარევების გავლენის გამოსარიცხად და გახსნის ხვედრითი სიჩქარის განსასაზღვრად მდიდარი სულფიდური მადნის ნატეხებისაგან მომზადებული იყო პალკობირიტის შლიფები (თუ შლიფი არ დამზადდა, მაშინ წერილად დაფხვიერებული მადნის მორეაგირე ზედაპირის ზუსტად განსაზღვრა პრაქტიკულად შეუძლებელია, გარდა ამისა, უნდა გავითვალისწინოთ ისიც, რომ ცდის დროს დაფხვიერებული მასალის ზედაპირი იცვლება). ცდები ტარდებოდა მექანიკური სარეველაი და ელექტრომაგნიტური ამძრავით აღჭურვილ 5 ლრეაქტორში. პალკობირიტის ავტოკლავური გახსნა წარმოებდა ქანგბადის ატმოსფეროში 20 და 5 კ/ლ კონცენტრაციის გოგირდმჟავას ხსნარებში. გამოირკვა, რომ ავტოკლავური გამოტუტვა მიზანშეწონილია ჩატარდეს 150—170° და 10—15 ატმ ქანგბადის პარციალური წნევისას, როცა დაწვრილმადნების ხარისხი

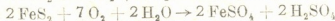
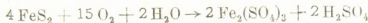
200—400 მეშია. ამ პირობებში გახსნის ხვედრითი სიჩქარეა 0,7-0,9 $\frac{\text{გ მოლ}}{\text{მ}^2 \text{ საათი}}$,

ხოლო წერილად დაფხვიერებული პალკობირიტის გამოტუტვის ხანგრძლივობა 3—4 საათს უნდა შეადგენდეს. დადგენილია, რომ სულფიდური გოგირდის დაქანგვის რეაქცია არ მუხრუჭდება დიფუზიური პროცესებით.

პალკობირიტის გახსნის კინეტიკის შესასწავლად ჩატარებული ცდებით არ შეიძლება დასკვნა სპილენძის გამოსავლისა და აგრეთვე ფარდობის მადანის წყალი პროცესზე გავლენის შესახებ. ამასთან სპილენძის სულფიდურ მადანსა და კონცენტრატში შეცულ მინარევებს შეეძლოთ სპეციფიკური გავლენა მოეხდინათ ავტოკლავურ პროცესზე, რომელსაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ავტოკლავური გამოტუტვის ტექნოლოგიისათვის.

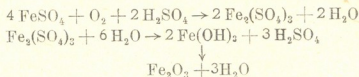
ტექნოლოგიური ცდების ჩასატარებლად გამოიყენებოდა საქართველოს სსრ მადნეულის საბადოს სპილენძის სულფიდური მადნისა და მისი ფლოტაციური კონცენტრატის სინჯები. სპილენძის მდიდარი მადნის სინჯი საშუალოდ შეიცავდა 10% Cu, 22% Fe და 20% S, ხოლო კონცენტრატისა — 12% Cu, 30% Fe, 36% S. კვლევა ტარდებოდა წერილად დაფხვიერებულ მასალებზე, რომელთა დაწვრილმანების ხარისხიც შეადგენდა 200 მეშმ (ზოგჯერ გამოიყენებოდა — 150 მეშის ფრაქცია).

კვლევის ჩატარებისას შემჩნეულია, რომ მადნისა და კონცენტრატის ავტოკლავური გახსნის პროცესის საწყისში ხსნარში ადგილი აქვს გოგირდმჟავას წარმოქმნას და მისი კონცენტრაციის ზრდას, ხოლო შემდეგ — სპილენძის იონების დაგროვებას. აღსანიშნავია, რომ ინდუქციური პერიოდი მადნის ხმარების შემთხვევაში ბევრად მეტია (4—6 საათი), ვიდრე კონცენტრატისა. ეს გარემოება ალბათ გამოწვეულია კონცენტრატში პირიტის მეტი და კალციუმისა და მანგანუმის კარბონატების ნაკლები შეცულობით. ავტოკლავური გამოტუტვის დასაწყისში, როგორც ეტყობა, მიმდინარეობს პირიტის დაშლა რკინის სულფატებისა და გოგირდმჟავას წარმოქმნით შემდეგი განტოლებების თანხმად [1, 2].

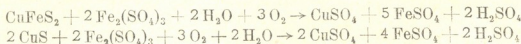




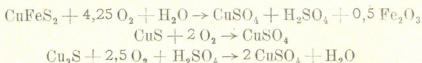
შემდეგ მჟავა გარემოში ორვალენტური რკინის სულფატი იქნება ნაშთად ნაშთად ვალენტური და ცდის ოპტიმალურ პირობებში (ტემპერატურა 150—160°, ჟანგბადის პარციალური წნევა — 10-15 ატმ) განიცდის ჰიდროლიზს:



აღსანიშნავია, რომ მაღალი ტემპერატურისა და ჟანგბადის წნევის პირობებში ჰიდროლიზის გარდა რკინის სულფატს შეუძლია ნაწილობრივ იმოქმედოს ჰალკოპირიტზე და სპილენძის სულფიდზე შემდეგი განტოლებების მიხედვით:



შემდეგ პირიტის დაშლის პარალელურად და ამის შედეგად ხსნარში გოგირდმჟავას დაგროვების გამო იწყება ჟანგბადის ურთიერთმოქმედება ჰალკოპირიტთან და სპილენძის სულფიდთან:



რამდენადაც სპილენძის სულფიდების ჟანგვა მეტი სიჩქარით მიდის გოგირდმჟავას თანაობისას, ამდენად სასურველია ხსნარში მუდამ იყოს მჟავას რაიმე მინიმუმი მაინც. არ არის გამორიცხული იმის შესაძლებლობაც, რომ მაღალი ტემპერატურისა და ჟანგბადის წნევის პირობებში სპილენძის სულფიდზე მოქმედებდეს გოგირდმჟავა გამოყოფის მომენტში.

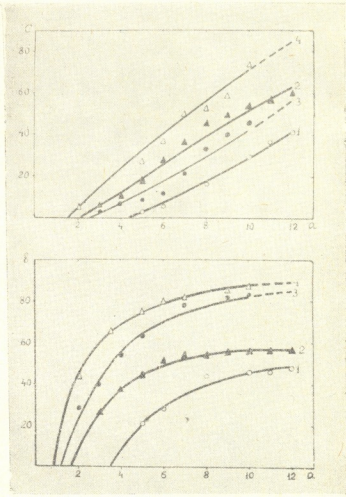
მბრუნავ ავტოკლავში ცდების ჩატარებისას [1] ფარდობა მყარი: თხევადი შეადგენდა 1:10, ხოლო მექანიკური სარეველათი ალქურვილ ავტოკლავში (რეინოლდსის რიცხვი $Re=25000$) ეს ფარდობა მადნის გამოყენებისას შესაძლებელი გახდა დაყვანილიყო 1:5-მდე. კონცენტრატის გამოყენებისას ფარდობა მყ: თხ=1:5-ის ალბა მიზანშეწონილი არ იყო, ვინაიდან ამ დროს მჟავას დიდი რაოდენობა წარმოიქმნებოდა (ზოგჯერ 100 გ/ლ H_2SO_4), რაც აპარატურის, განსაკუთრებით კი იმპლერის, დიფუზორის და მიმართული აპარატის ძლიერ კოროზიას იწვევდა. გარდა ამისა, მხედველობაში მისაღებია ისიც, რომ ხსნარში მჟავას უზომო დაგროვებას შეუძლია ხელი შეუშალოს რკინის სულფატის $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ჰიდროლიზის პროცესს, შედეგად კი რკინა ნალექში გადასვლის მაგივრად დარჩება ხსნარში, რაც ფრიალ არასასურველია.

ცდები ტარდებოდა ავტოკლავური პროცესის ოპტიმალური პირობების (ტემპერატურა, ჟანგბადის პარციალური წნევა, საწყისი ხსნარის მჟავობა) დასადგენად.

ტემპერატურის გავლენა შეისწავლებოდა 120—150°-ის ფარგლებში 15 ატმ ჟანგბადის წნევისას. გამოსავალ მასალას წარმოადგენდა ფლოტაციური კონცენტრატი. ჩატარებული ცდების შედეგები მოცემულია ნახ. 1. მიღებული მონაცემებიდან ჩანს, რომ ტემპერატურის 30°-ით აწევსას სპილენძის გამოსა-

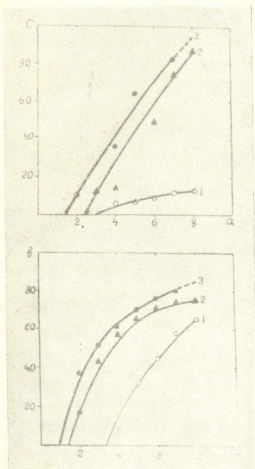
ვალი (სპილენძის გადასვლა ხსნარში) იზრდება დაახლოებით 40%-ით, რაც მოწვეულია რეაქციის სიჩქარის მატებით ტემპერატურის ზრდისას. როგორც ცნობილია, ვანტ-გოფის წესის მიხედვით ტემპერატურის 10°-ით აწვევისას რეაქციის სიჩქარე დაახლოებით ერთიორად იზრდება, თუმცა შესაძლებელია პეტროგენული რეაქციებისათვის ეს წესი არ იყოს გამართლებული. მიუხედავად იმისა, რომ სპილენძის სულფიდზე მოქმედებს არა მოლეკულური, არამედ ატომური ჟანგბადი [3, 4], ხსნარში თავისუფალი გოგირდმჟავას კონცენტრაცია ტემპერატურის ზრდასთან ერთად მატულობს და 150°-ზე აღწევს 77 გ/ლ H_2SO_4 . სპილენძის მაღალი გამოსავლის მიღების თვალთახედვით მიზანშეწონილია პროცესი მიმდინარეობდეს 150°-ის პირობებში.

ნახ. 1. ტემპერატურის გავლენა მეფიანობაზე და სპილენძის გადასვლაზე ხსნარში კონცენტრატის გამოტუტვისას: ა—დრო საათობით, ხ—სპილენძის გამოსავალი %-ით, ც—გ/ლ H_2SO_4 .
ცდების პირობები: $PO_2=15$ ატმ., ფარდობა მყარი: თხევადი = 1:10, დაწვრილმანების ხარისხი —74 მიკრონი; ტემპერატურა: 1—120°, 2—130°, 3—140°, 4—150°.



ცდები ჩატარდა აგრეთვე კონცენტრატის ავტოკლავური გამოტუტვის პროცესზე ჟანგბადის პარციალური წნევის გავლენის გამოსაკვლევად. ჟანგბადის წნევის გავლენა სპილენძის გამოსავალზე საგრძნობია 15 ატმ-მდე. წნევის შემდგომი ზრდა პრაქტიკულად მცირე გავლენას ახდენს ავტოკლავური პროცესის მაჩვენებლებზე (ნახ. 2), ხოლო უფრო დაბალ წნევებზე სპილენძის გამოსავალი უმნიშვნელოა. პრეის მონაცემებით, ჩატარებული ცდების პირობებში წნევის ვადიდებისას ჟანგბადის ხსნადობა უნდა გაზრდილიყო. გამოირკვა, რომ ჟანგბადის 15 ატმ წნევის ზევით სპილენძის გამოსავალი უმნიშვნელოდ მატულობს. შესაძლებელია, წნევის გაზრდისას ჟანგბადის ადსორბცია მყარი —

თხევადი ფაზების გამოვლენა მორეაგირებულ ზედაპირზე არ მატულობს და ეს სტადია კი განმაპირობებელია მთელი პროცესისათვის. შესაძლებელია აგრეთვე, რომ განმაპირობებელ სტადიას წარმოადგენდეს ენგბადის ადსორბირებული მოლეკულების დისოციაცია ატომებად კატალიზატორის ზედაპირზე.



ნახ. 2. ენგბადის წნევის გავლენა მეთილ-ნობზე და სპილენძის გადასვლაზე ხსნარში კონცენტრაციის გამოტუტვისას: a—დრო საათობით, b—სპილენძის გამოსავალი %-ით, c—გ/ლ H_2SO_4 .

ცდების პირობები: ტემპერატურა— 150° , ფარდობა მყარი: თხევადი = 1:5, დაწვრილმანების ხარისხი—74 მიკრონი, ენგბადის პარტიკულური წნევა: 1—10 ატმ., 2—15 ატმ., 3—20 ატმ.

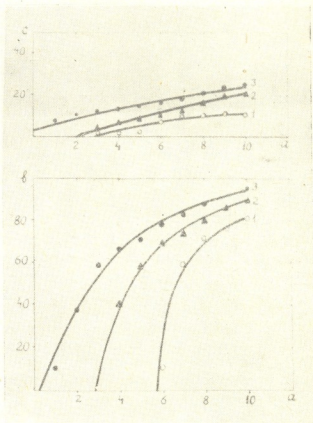
საწყის ხსნარში დამატებული გოგირდმჟავას გავლენის შესასწავლად ჩატარებულმა ცდებმა დაგვანახა, რომ მჟავას კონცენტრაციის ზრდისას 20 გ/ლ H_2SO_4 -მდე პროცესის ინდუქციური პერიოდი მცირდება, სპილენძის გამოსავალი კი მატულობს.

როგორც ზემოთ აღინიშნა, ინდუქციური პერიოდის არსებობა გამოწვეულია მადანში კალციუმისა და მავნიუმის კარბონატების შემცველობით. აქედან გამომდინარე, ცდის საწყის პერიოდში მიმდინარეობს კარბონატების განეიტრალება და ამიტომ, რამდენადაც მეტია გოგირდმჟავას კონცენტრაცია საწყის ხსნარში (გარკვეულ ზღვრამდე), მით უფრო ნაკლებია ინდუქციური პერიოდი, მეორე მხრივ, გოგირდმჟავას კონცენტრაციის უზომოდ გაზრდა მიზანშეუწონელია, ვინაიდან თვით პროცესის დროს ადგილი აქვს მჟავას წარმოშობას. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, ინდუქციური პერიოდის შესამცირებლად შესაძლებელია აგრეთვე მჟავათი მადნის წინასწარი დამუშავება ავტოკლავის გარეთ.

ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ცდის ჩატარებისას წარმოშობილი გოგირდმჟავას კონცენტრაცია მატულობს

და სათანადო მრუდების ფორმა შორსაა მაქსიმუმიდან. მაშასადამე, ხანგაწლი-
ვი, განსაკუთრებით კი განუწყვეტელი ცდების ჩატარებისას საჭირო გახდება
ჰარბი შეავას განეიტრალება, რათა შენარჩუნებულ იქნეს მისი კონცენტრაცია
5—10 გ/ლ H_2SO_4 . აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ გოგირდმჟავას კონცენტრაციის
ასეთი მაღალი მნიშვნელობა ხსნარში (ზოგჯერ 100 გ/ლ H_2SO_4), განსაკუთრე-
ბით კონცენტრატის ავტოკლაფური გამოტუტვისას, გამოწვეულია კონცენტრა-
ტის არცთუ სავეებით ხარისხიანი დამზადებით. მართლაც, გამოყენებული
ფლოტაციური კონცენტრატი წარმოადგენდა საცდელ ნიმუშს, რომელშიაც
პირიტის (გოგირდის) შეცულობა მნიშვნელოვანი იყო და 30%-ს აღწევდა. მოსა-
ლოდნელია, რომ ახლო მომავალში დამზადდეს ისეთი კონცენტრატი, რომლის
გამოყენებისას ჰარბი შეავას განეიტრალების საჭიროება მინიმუმამდე იქნება
დაყვანილი.

ნახ. 3 გოგირდმჟავას საწყისი
კონცენტრაციის გავლენა მჟავი-
ნობაზე და სპილენძის გადასვლაზე
ხსნარში მადანის გამოტუტვისას:
ა—დრო საათობით, ს—სპილენძის
გამოსავალი %-ით, ც—გ/ლ H_2SO_4 .
ცდების პირობები: ტემპერა-
ტურა—160°, PO_2 —15 ატმ., უარ-
დობა მყარი: თხევადი=1:5, და-
წერილმანების ხარისხი—104 მიკ-
რონი, გოგირდმჟავას საწყისი
კონცენტრაცია გ/ლ: 1—0, 2—10,
3—20.



ჩატარებული ცდების შედეგები მიგვიჩივებს აგრეთვე იმ გარემოებაზე,
რომ ფლოტაციური კონცენტრატის და მადანის ავტოკლაფური გახსნის საწყის
პერიოდში პროცესი მეტი სიჩქარით მიდის, ვიდრე ბოლო პერიოდში. ეს გა-
მოწვეულია ფაზების გამოყოფი მორეაგირე ზედაპირის შემცირებით პირველ
რიგში კონცენტრატის (მადანის) შედარებით წვრილი ნაწილაკების გახსნის გა-
მო, ანუ კაჰმის გამოფიტვით. გარდა ამისა, მხედველობაში მისაღებია ისიც,
რომ ცდის ჩატარებისას კაჰმში თანდათან გროვდება რკინის ქანგი და სხვა
მინარეგები, რომლებსაც შეუძლია დაფაროს კონცენტრატის ნაწილაკების ზე-
დაპირი და ამით ხელი შეუშალოს ქანგბადის კონტაქტს კონცენტრატის ზედა-
პირთან.

ჩატარებული ცდების შედეგებმა დაგვიანახვა, რომ ავტოკლავური გამოტუტვის ოპტიმალურ პირობებს წარმოადგენს: ტემპერატურა — 150—160°, ჟანგბადის პარციალური წნევა — 10—15 ატმ (საერთო წნევა — 15—20 ატმ), გამოტუტვის ხანგრძლივობა 8—12 საათი, დაწვრილმანების ხარისხი — 200 მეში, ფარდობა მყარი : თხევადი = 1 : 5.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პ. მელიქიშვილის სახელობის
ქიმიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვება 14.7.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ჰ. კუპერმანი, პ. გოგლაშვილი, ნ. ხარქუა, ა. გოგლაშვილი. სპილენძის გამოყოფა სულფიდური მადნებიდან ავტოკლავური მეთოდით. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის შიკამბე, ტ. XXV, №5, 1960.
2. Г. Н. Доброхотов. Разработка автоклавных процессов для извлечения никеля и кобальта. Сборник материалов по применению автоклавных процессов в металлургии цветных и драгоценных металлов. Москва, 1960, стр. 5—13.
3. З. Л. Берлин. Влияние конструкции автоклава на скорость окислительного выщелачивания. Сборник материалов по применению автоклавных процессов в металлургии цветных и драгоценных металлов. Москва, 1960, стр. 196—208.
4. Н. Е. Вишневецкий. Стендовые испытания перемешивающего устройства автоклава - с электромагнитным приводом. Сборник материалов по применению автоклавных процессов в металлургии цветных и драгоценных металлов. Москва, 1960, стр. 219—228.

ბიოქიმია

მ. შახახაშვილი

თავისუფალი ამინომჟავების რეგულაციის ბიოქიმიური და
საპარტოვო მუშავს დეკარბოქსილირების რეაქციის შესწავლა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა პ. ქომეთიანმა 30.6.1961)

ცნობები ცხოველურ ორგანიზმში თავისუფალი ასპარაგინის მეთავსა და ასპარაგინის რეგულაციის განაწილებაზე მხოლოდ უკანასკნელ ხანებშია მიღებული. ქრომატოგრაფიის მეთოდის გამოყენებით ტალანმა და სხვებმა [1] შეისწავლეს ამ ნაერთების განაწილება კატის სხეულის ორგანოსა და ქსოვილებში. მათი მონაცემებით, ასპარაგინის მეთავს რეგულაცია ჩონჩხის კუნთში, თავის ტვინში, ლეიქსა და თირკმლებში შესაბამისად უდრის 3,9 მგ⁰/ს; 27,5 მგ⁰/ს; 11,6 მგ⁰/სა და 7,3 მგ⁰/ს;

როგორც ზემოთ მოყვანილი რიცხვებიდან ჩანს, სხვა ორგანოებთან შედარებით, თავის ტვინი გაცილებით უფრო მდიდარია ასპარაგინის მეთავით. კუნთის ქსოვილს ამ მხრივ უკანასკნელი ადგილი უჭირავს. ასპარაგინი შედარებით მეტია ლეიქსა (2,5 მგ⁰/ა) და ტვინში (1,4 მგ⁰/ა), კუნთის ქსოვილში კი ნაპოვნია მხოლოდ კვალის სახით [1].

ასპარაგინის მეთავს დეკარბოქსილირების პროდუქტს წარმოადგენს ბეტა-ალანინი. ეს ამინომჟავა თავისუფალი სახით სულ ბოლო ხანს აღმოაჩინეს. აქამდე იგი ცნობილი იყო როგორც დიპეპტიდების—კარნოზინისა და ანსერიონის, ვიტამინი პანტოთენის მეთავსა და კოენზიმ A-ს შემადგენელი ნაწილი. მისი საშუალო კონცენტრაცია კატის კუნთში 6,9 მგ⁰/ს შეადგენს, ხოლო ბაჭის კუნთში ნაპოვნია კვალის სახით [1,2]. ამინომჟავათა საერთო ამინური აზოტი ვირთავს ჩონჩხის კუნთში განსაზღვრული აქვთ ავაპარასა და სხვებს [3]. მათი მონაცემების მიხედვით, ამინომჟავათა აზოტის კონცენტრაცია ერთ გრამ ნედლ ქსოვილზე საშუალოდ 0,491 მგ-ს უდრის.

ასპარაგინის მეთავს დეკარბოქსილირების რეაქცია პირველად აღმოჩენილ იქნა ბაქტერიებში ვირტანენისა და სხვათა მიერ [4]. ასპარაგინის მეთავს დეკარბოქსილირებაზე ცხოველთა ორგანიზმში მითითებული იყო მაშინ, როდესაც აღმოაჩინეს თავის ტვინში გლუტამინის მეთავს დეკარბოქსილირების რეაქცია. ვირთავს თავის ტვინის ჰომოგენატის ინკუბირებისას, როდესაც სარეაქციო არემი ასპარაგინის მეთავს იყო მიმატებული, შემჩნეულ იქნა ბეტა-ალანინის მატება. აღნიშნული მეთავს რეაქციის რეაქციის შესწავლისას აღნიშნული იყო, რომ ასპარაგინის მეთავს ვირთავს ჩონჩხის კუნთის ჰომოგენატში დეკარბოქსილირებას განიცდის. ასპარაგინის მეთავს დეკარბოქსილირების რეაქციის შესწავლა ინტერესს იწვევს არა მხოლოდ ამ ნაერთის გარდაქმნის თვალსაზრისით, არამედ იმითაც, რომ ამ რეაქციის პროდუქტი ბეტა-

ალანინი მონაწილეობს სხვა ნაერთების შენებაში (კარნოზინი, ანსერინი, ვიტამინი, პანტოთენის მჟავა და კოენზიმი-A).

ჩვენი კვლევის მიზანს შეადგენდა დაგვედგინა ასპარაგინის მჟავას დეკარბოქსილირების რეაქციის შესაძლებლობა კუნთის ქსოვილში და შეგვესწავლა ფერმენტის მოქმედების ოპტიმალური პირობები. ასპარაგინის მჟავას დეკარბოქსილირების რეაქციის შესწავლასთან ერთად საჭიროდ ვცანით გავგვერკვია კუნთის ქსოვილში სხვა თავისუფალი ამინომჟავების რაოდენობრივი განაწილება და გავგვესაზღვრა ამინომჟავების საერთო ამინური აზოტი.

კვლევის მეთოდიკა

ცდებს ვატარებდით ვირთავას ჩონჩხის კუნთის პრეპარატებზე. ცხოველი იკვლებოდა თავის მოკვეთით და სწრაფად ამოიჭრებოდა კუნთის ნიმუში. ქსოვილის ერთ ნაწილს ვხმარობდით თავისუფალი ამინომჟავების ანალიზისათვის, ხოლო მეორე ნაწილს—ფერმენტის აქტივობის განსაზღვრისათვის.

თავისუფალ ამინომჟავათა განსაზღვრა. მზადდებოდა 10% სამქლორმჟავა ექსტრაქტი. ექსტრაქტის შემდგომი აორთქლებისა და კონცენტრირების აცილების მიზნით, ვიღებდით მჟავას ისეთ რაოდენობას, რომ მიღებული ყოფილიყო განზავება, სადაც ხსნარის 0,1 მლ-ში იქნებოდა 100 მგ ქსოვილის შესაბამისი რაოდენობა. მხედველობაში იყო მიღებული ის გარემოება, რომ ვირთავას ჩონჩხის კუნთი 75% წყალს შეიცავს. გლუტამინის დაშლის აცილების მიზნით, ქსოვილის დამუშავება სამქლორმჟავით წარმოებდა სიცივეში.

ქალაღდის ელექტროფორეზის მეთოდის საშუალებით ვაწარმოებდით ბეტა-ალანინის, ასპარაგინისა და გლუტამინის მჟავების განსაზღვრას. ქრომატოგრაფიულ მეთოდს ვიყენებდით ასპარაგინისა და გლუტამინის განსაზღვრისათვის. ელექტროფორეზისათვის ვხმარობდით ლენინგრადის ქარხნის სწრაფ ქალაღდს სიმკვრივით 55, რომელიც წინასწარ ირეცხებოდა 2 N ძმარმჟავით და შემდეგ წყლით. ქალაღდზე, ზომით $40 \times 4,5$ სმ გადაგვექონდა კუნთის ექსტრაქტი 25,50 და 100 მგ ქსოვილის შესაბამისი რაოდენობით. ელექტროფორეზი წარმოებდა გრასმანისა და სხვათა [6] მეთოდით. ქალაღდიდან ლაქების ექსტრაჰირება და მიღებულ ხსნარში ამინომჟავათა განსაზღვრა სრულდებოდა დენტის [7] მითითების მიხედვით.

ასპარაგინისა და გლუტამინის ვსაზღვრავდით ჩვენ მიერ შემუშავებული მეთოდით, რომელიც წარმოადგენს ელექტროფორეზისა და ქრომატოგრაფიის მეთოდების კომბინაციას. ამ მიზნისათვის შერჩეული იყო ლენინგრადის სწრაფი ქალაღდი, სიმკვრივით 80, რომელსაც ვჭრიდით ქალაღდის ბოქვების მსგეღლობის მიმართულებით (კარგი გაყოფისათვის ეს აუცილებელი პირობაა). კუნთის ექსტრაქტი (50 მგ ქსოვილის შესაბამისი) გადაგვექონდა ქალაღდზე ზომით $4,0 \times 4,5$ სმ არა შუაში, არამედ შუა ხაზიდან 5 სმ-ის დაშორებით. ქალაღდის იმ მხარეს, სადაც დაცხებული იყო ექსტრაქტი, ვათავებდით ელექტროფორეზისათვის განკუთვნილი აბაზანის კათოდურ ნაწილში.

ელექტროფორეზის დამთავრებისა და გაშრობის შემდეგ ქაღალდს გადაჭრი-
ლით შუა ხაზის ზემოთ იმგვარად, რომ ნეიტრალური ამინომჟავები ქაღალდზე
დარჩენილიყო. გადაჭრილი ბოლოდან კიდეს ვაკერბდით 5 სმ სიგრძის ქა-
ღალდს და ვათავსებდით ქრომატოგრაფიის ჭურჭელში. ქრომატოგრაფიას
ვაწარმოებდით 22—24 საათის განმავლობაში ეთანოლ-ბუთანოლის ნარევეში
(9:1) დამავალი მიმართულებით. ქრომატოგრაფიის დამთავრებისას ქაღალდს
ვაშრობდით და ამინომჟავებს ვსაზღვრავდით ზემოთ აღნიშნული წესით.

ამინომჟავების საერთო ამინურ აზოტს ვსაზღვრავდით სამქლორმჟავა
ექსტრაქტში სპილენძის ფოსფატთან რეაქციით.

ასპარაგინის მჟავას დეკარბოქსილაციის აქტივობის
განსაზღვრა. ფერმენტის აქტივობას ვსაზღვრავდით ასპარაგინის მჟავა-
დან მიღებული ბეტა-ალანინის რაოდენობის მიხედვით. ამ მიზნისათვის ვამ-
ზადებდით ჩონჩხის კუნთის ჰომოგენატს. ჰომოგენიზირებას ვაწარმოებდით
სიცივის პირობებში 0,06 M KCl-ის ხსნარზე. შედარებისათვის ცდებს ვატა-
რებდით მსგავს პირობებში ტვინის ჰომოგენატზე. ჰომოგენატი ცენტრიფუ-
გირდებოდა 0°-ზე 15 წუთის განმავლობაში და შემდეგ ვაწარმოებდით მიღე-
ბული ოდნავ ოპალისცირებულ ფერმენტის ხსნარის დიალიზს 4 საათის გან-
მავლობაში 4°-ზე 0,06 M KCl-ის საწინააღმდეგოდ. დიალიზატს ჯერ ვანეიტ-
რალბდით ნატრიუმის ბიკარბონატით და შემდეგ ვშემატებდით 0,06 M KCl-ის
ისეთ რაოდენობას, რომ მიღებული ყოფილიყო 10% ჰომოგენატი. ცდაზე ვი-
ღებდით 2 მილილიტრს, ე. ი. ქსოვილის 0,2 გრამს. სარეაქციო არე საბოლოოდ
შეიცავდა: 0,06 M KCl; 0,04 M კალიუმის ფოსფატის ბუფერს (pH=7,2);
0,003 M MgCl₂; 0,0005 M პირიდოქსალფოსფატს; 0,005 M ასპარაგინის მჟავას.
სარეაქციო არის მოცულობა 3 მლ შეადგენდა.

ინკუბირება წარმოებდა ანაერობულ პირობებში (აზოტის ატმოსფეროში),
ერთი საათის განმავლობაში, 37°-ზე.

ინკუბაციის დამთავრების შემდეგ მზადდებოდა სამქლორმჟავა მჟავა
ექსტრაქტი, რომელიც დანართ ნეოთიერებათა მოცილების მიზნით მუშავდებოდა
20% ძმარმჟავა ვერცხლისწყლის ხსნარით. წინასწარი ცდებით გარკვეულ
იქნა, რომ აღნიშნული რეაქტივის ქარბად დამატება ხელს უშლის ბეტა-
ალანინის რაოდენობრივ განსაზღვრას. ვერცხლისწყლის მოსაშორებლად
ხსნარში ტარდებოდა გოგირდწყალბადი და მიღებული ფილტრატი ორ-
თქლდებოდა ბოლომდე. მშრალი ნაშთი იხსნებოდა წყლის გარკვეულ
რაოდენობაში და გადაიტანებოდა ქაღალდზე 50 მგ ქსოვილის შესაბამისი
რაოდენობით.

მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

არაცილოვანი აზოტი კუნთის ქსოვილში ძირითადად ისეთი ნაერთების
სახითაა წარმოდგენილი, როგორიცაა კრეატინფოსფორის მჟავა და ადენო-
ზინტრიფოსფორის მჟავა, რაც აიხსნება ამ ნაერთების დიდი როლით კუნ-
თის მოქმედებაში. თავისუფალ ამინომჟავათა აზოტი კუნთის ქსოვილში შე-
ადგენს არაცილოვანი აზოტის მხოლოდ $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$, ნერვულ ქსოვილში კი, პირ-

უკუ, ამინომჟავათა აზოტი არაცილოვანი აზოტის მთავარი შემადგენელი ნაწილია. კუნთის ქსოვილში ამინომჟავათა ამინური აზოტის რაოდენობა 0,02—0,05%-ის ფარგლებში მერყეობს, მაშინ როდესაც თავის ტვინში მისი რაოდენობა გაცილებით მეტია და საშუალოდ 0,08—0,14% შეადგენს.

ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემების მიხედვით, ვირთავებს ჩონჩხის კუნთი შეიცავს, ერთ გრამ ნედლ ქსოვილზე გადაანგარიშებისას, საშუალოდ 0,453 მგ თავისუფალ ამინომჟავათა აზოტს (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1
ამინომჟავათა საერთო ამინური აზოტი მგ-ით ერთ გრამ ნედლ ქსოვილზე

ცდების რაოდენობა	მერყეობა მინიმუმი—მაქსიმუმი	საშუალო
10	0,406—0,52	0,453±0,49

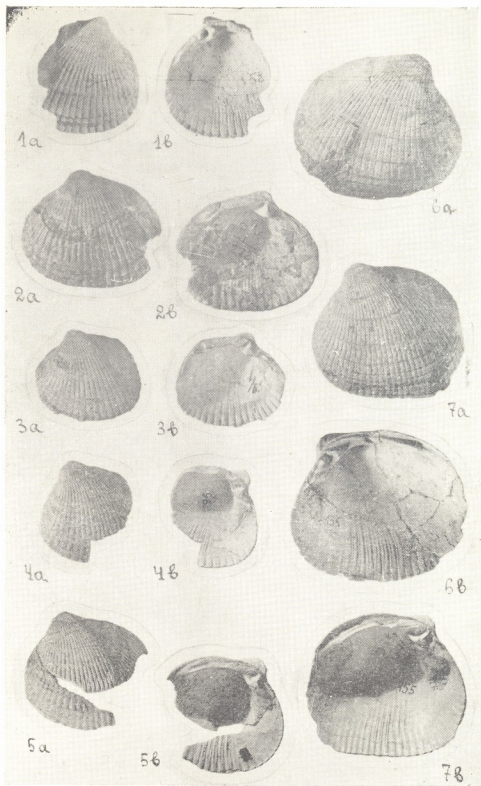
ცალკეულ ამინომჟავათა რაოდენობრივი განაწილების შესწავლით (იხ. ცხრილი 2) გაირკვა, რომ ამინური აზოტი ვირთავებს კუნთში ძირითადად გლუტამინსა და გლუტამინის მჟავაშია წარმოდგენილი. მიღებული მონაცემების ლიტერატურულთან შედარებისას გამოირკვა, რომ კუნთში გლუტამინისა და გლუტამინის მჟავას რაოდენობა გაცილებით უფრო ნაკლებია, ვიდრე ნერვულ ქსოვილში და, ნერვული ქსოვილისაგან განსხვავებით, გლუტამინი ჰარბობს გლუტამინის მჟავას რაოდენობას. ასპარაგინის მჟავა, ბეტა-ალანინი და ასპარაგინი კუნთის ქსოვილში გლუტამინთან და გლუტამინის მჟავასთან შედარებით მცირე ოდენობით არის წარმოდგენილი. ამასთან, ასპარაგინის რაოდენობა თითქმის ათჯერ ნაკლებია გლუტამინთან შედარებით (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2
თავისუფალ ამინომჟავათა განაწილება ვირთავებს ჩონჩხის კუნთში. გამოთვლილია 6 ცდის შედეგი მგ-ით 1 გრ. ნედლ ქსოვილზე

ამინომჟავები	საშუალო	მერყეობა მინიმუმი—მაქსიმუმი
ასპარაგინის მჟავა	4,07±0,56	3,1—4,65
გლუტამინის მჟავა	19,21±2,38	16,15—22,61
ბეტა-ალანინი	3,73±0,72	2,8—4,73
ასპარაგინი	3,87±1,92	1,33—6,07
გლუტამინი	40,71±2,29	36,5—43,8

კუნთის ქსოვილში ამინომჟავათა განაწილება არ არის სტაბილური. მათი რაოდენობა დიდ ფარგლებში მერყეობს ცალკეულ ინდივიდუმზე მიღებული მონაცემების შედარებისას; განსაკუთრებით ეს ეხება ასპარაგინის მჟავას, ასპარაგინსა და ბეტა-ალანინს.

უკანასკნელ დრომდე მიღებული იყო, რომ ბეტა-ალანინი იქმნება მხოლოდ ღვიძლსა და ელენთაში. ჩვენი მონაცემები მიუთითებს, რომ ბეტა-ალანინი შეიძლება წარმოიშვას კუნთის ქსოვილშიც ასპარაგინის მჟავას დეჰარ-



(ტაბულების ახსნა იხ. მე-2 მხარეს)

ტ ა ბ უ ლ ა 1

ფიგ. 1. *Didacna crenulata* Rouss. ორიგინალი № 56—ს—458 (ნ. ყიფიანის მიერ დაგროვილი მასალა) ინახება საქართველოს მუზეუმის გეოლოგიურ განყოფილებაში. დასავლეთი საქართველო, გურია, მდ. ჭუჭუი, ქვედაპროტური შრეები: ა—მარჯვენა საგდული გარედან; ბ—იგივე შიგნიდან.

ფიგ. 2. *Stenodaena subcrenulata* Andrus. ორიგინალი № 1/222 (ნ. ჯანელიძის მიერ დაგროვილი მასალა) ინახება საქართველოს მეცნ. აკადემ. პალეობიოლოგიის ინსტიტუტში. დასავლეთი საქართველო, გურია, მდ. აქისწყალი, ზედაპროტური შრეები: ა—მარცხენა საგდული გარედან; ბ—იგივე შიგნიდან.

ფიგ. 3. *Stenodaena atschistskalensis* Gab. ორიგინალი № 1/65 (ლ. გაბუნიას მიერ დაგროვილი მასალა) ინახება საქართველოს მეცნ. აკადემ. პალეობიოლოგიის ინსტიტუტში იგივე ადგილსამყოფელი: ა—მარცხენა საგდული გარედან; ბ—იგივე შიგნიდან.

ფიგ. 4. *Stenodaena praeangusticostata* Ebers. ორიგინალი № 1/96 (ე. ანგლედიალის მიერ დაგროვილი მასალა) ინახება საქართველოს მეცნ. აკადემ. პალეობიოლოგიის ინსტიტუტში. დასავლეთი საქართველო, გურია, მდ. აქისწყალი, ქვედაკამერული შრეები: ა—მარცხენა საგდული გარედან; ბ—იგივე შიგნიდან.

ფიგ. 5. *Stenodaena praeangusticostata* Ebers. ორიგინალი № 1/287 (ე. ანგლედიალის მიერ დაგროვილი მასალა) ინახება საქართველო მეცნ. აკადემ. პალეობიოლოგიის ინსტიტუტში. იგივე ადგილსამყოფელი: ა—მარცხენა საგდული გარედან; ბ—იგივე შიგნიდან.

ფიგ. 6. *Stenodaena praeangusticostata* Ebers. ორიგინალი № 155 (ნ. ჯანელიძის მიერ დაგროვილი მასალა) ინახება საქართველოს მეცნ. აკადემ. პალეობიოლოგიის ინსტიტუტში. იგივე ადგილსამყოფელი: ა—მარჯვენა საგდული გარედან; ბ—იგივე შიგნიდან.

ფიგ. 7. *Stenodaena praeangusticostata* Ebers. ორიგინალი № 155a (ნ. ჯანელიძის მიერ დაგროვილი მასალა) ინახება საქართველოს მეცნ. აკადემ. პალეობიოლოგიის ინსტიტუტში. იგივე ადგილსამყოფელი: ა—მარცხენა საგდული გარედან; ბ—იგივე შიგნიდან.

(ნიქარების გამოსახულება მოცემულია ნატურალურ ზომებში)

ბოქსირების შედეგად. ეს რეაქცია ემსგავსება გლუტამინის მჟავას დეკარბოქსილირებას, რის შედეგადაც მიიღება გამა-ამინოერბოს მჟავა. გლუტამინის მჟავას დეკარბოქსილირების რეაქცია თავის ტვინში კარგად არის შესწავლილი. ეს არ ითქმის ასპარაგინის მჟავაზე. ასპარაგინის მჟავას დეკარბოქსილაციის აქტივობის განსაზღვრისათვის კუნთის ქსოვილში ძირითადად გლუტამინის მჟავას შესახებ არსებული ლიტერატურული მონაცემებიდან გამოვედით.

გლუტამინის მჟავას დეკარბოქსილირების ფერმენტი შესწავლილია რობერტსისა და ფრენკელის [8] მიერ. მათ დაადგინეს, რომ ამ რეაქციაში აქტივატორის როლს ასრულებს პირიდოქსალფოსფატი, რომელიც ფერმენტის პროსტეტულ ჯგუფს წარმოადგენს. საინტერესოა აღინიშნოს, რომ პირიდოქსალფოსფატის დაუმატებლად, თავის ტვინის ჰომოგენატის ინკუბირებისას, ერთი საათის განმავლობაში, აქტივობა, ქსოვილის ერთ გრამზე გადაანგარიშებული, შეადგენს 1,35 მიკრომოლს [9]. ჩვენს ლაბორატორიაში წარმოებული ცდებით, როდესაც სარეაქციო არეს დაემატა პირიდოქსალფოსფატი, აქტივობა უდრიდა 4 მიკრომილს. ოპტიმალურ პირობებში ფერმენტული ანაბარატის აქტივობა რამდენიმე ასეულ მიკრომილს უდრის [8,9].

მე-3 ცხრილში მოყვანილია ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემები ასპარაგინის მჟავას დეკარბოქსილირების შესახებ. რეაქციის სიჩქარეზე ვმსჯელობდით წარმოშობილი ბეტა-ალანინის რაოდენობის მიხედვით. შესადარებლად ცდებს ვატარებდით აგრეთვე ნერვული ქსოვილის ჰომოგენატზე.

ცხრილი 3

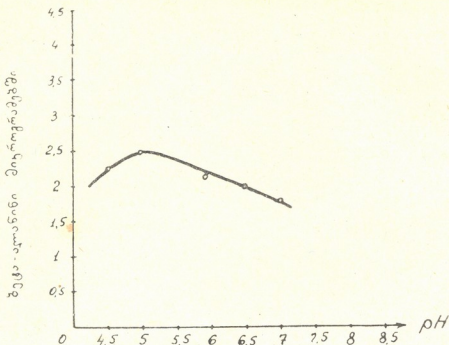
ასპარაგინის მჟავას დეკარბოქსილაციის აქტივობა კუნთისა და თავის ტვინის ჰომოგენატში, გამოსახული წარმოქმნილი ბეტა-ალანინის მიკრომოლების რაოდენობით ერთ გრამ ქსოვილში ჰომოგენატის ინკუბირებისას ერთი საათის განმავლობაში 37°C-ზე

ქსოვილი	ცდის რაოდენობა	მერყეობა	საშუალო
კუნთი	7	0,22—0,33	0,28 0,08
თავის ტვინი	6	0,34—0,48	0,43 0,05

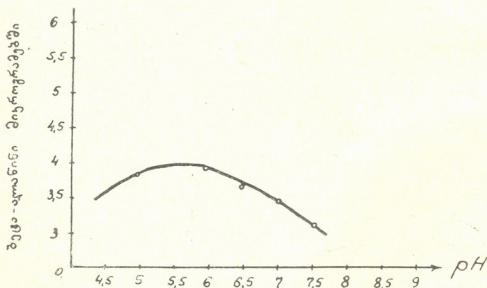
მე-3 ცხრილის მონაცემებით ირკვევა, რომ ასპარაგინის მჟავას დეკარბოქსილაციის აქტივობა საერთოდ არ აღწევს დიდ ოდენობას. საყურადღებოა ის ფაქტი, რომ კუნთის ქსოვილში ამ ფერმენტის აქტივობა ნაკლები აღმოჩნდა, ვიდრე თავის ტვინში. უნდა აღინიშნოს, რომ სარეაქციო არის მსგავს პირობებში გლუტამინის მჟავას დეკარბოქსილირება თავის ტვინში თითქმის 14-ჯერ უფრო მეტი სიჩქარით მიმდინარეობს.

ცდების უკანასკნელ სერიაში ისაზღვრებოდა ასპარაგინის მჟავას დეკარბოქსილაციის pH ოპტიუმში. ცდები დაყენებულ იქნა კუნთისა და შესადარებლად თავის ტვინის ჰომოგენატზე ფოსფატის ბუფერში (იხ. სურ. 1 და 2).

როგორც მიღებული მონაცემებიდან ირკვევა, ფერმენტის მოქმედების pH ოპტიუმში ნერვულ და კუნთის ქსოვილში სავარაუდოდ განსხვავდება. ის მერყეობს pH 5—6 ფარგლებში. სახელდობრ, ჩონჩხის კუნთის ჰომოგენატში ოპტიუმში უდრის 4,94-ს, ხოლო თავის ტვინში pH უდრის 5,91-ს.



სურ. 1. ჩონჩხის კუნთის ჰომოგენატში ასპარაგინის მეავის დეკარბოქსილაზის აქტივობა ფოსფატის ბუფერის pH-ის სხვადასხვა მნიშვნელობის დროს (აქტივობა გამოსახულია წარმოქმნილი ბეტა-აღლანინის მიკროფერაჰების რაოდენობით 100 მგ ქსოვილზე)



სურ. 2. ასპარაგინის მეავას დეკარბოქსილაზის აქტივობა თავის ტენის ჰომოგენატში (აქტივობა განსახულია იმავე ერთეულებით როგორც აღნიშნულია სურ. 1-ზე)

დასკვნები

1. ეერთავას ჩონჩხის კუნთში ასპარაგინის მეავასა და ასპარაგინის რაოდენობა შეადგენს თავისუფალ ამინომეჟავათა ამინური აზოტის მხოლოდ 1,7%-ს.

2. ჩონჩხის კუნთში ასპარაგინის მჟავას დეკარბოქსილაზის აქტივობა დიდ ოდენობას არ აღწევს და შეადგენს 0,28 მიკრომოლს გრამ/საათი. ნერვულ ქსოვილში აქტივობა 1,5-ჯერ უფრო მეტია.

3. ჩონჩხის კუნთის ასპარაგინის მჟავას დეკარბოქსილაზის pH ოპტიმუმი ფოსფატის ბუფერში 4,94-ს უდრის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციის მოუვიდა 30.6.1962.)

დამკვეთის ლიტერატურა

1. H. H. Tallan, S. Moore, and W. H. Stein. Studies on the free amino acids and related compounds in the tissues of the cat. *J. Biol. Chem.*, 211, 1954, 927.
2. В. И. Теленина. Интенсивность протеолиза и содержание свободных аминокислот в мышцах в норме и при денервации. *Вопр. мед. химии*, т. 7, 1961, стр. 409.
3. J. Awapara, A. J. Landua, R. Fuerst. Distribution of free amino acids and related substances in organs of the rat. *Biochim. Biophys. Acta*, 5, 1950, 459.
4. П. А. Кометяни. Изучение превращений аминокислот в гомогенатах нервной и мышечной тканей в связи с реаминированием адениловой кислоты. *Биохимия*, т. 24, 1959, стр. 729—737.
5. A. J. Virtanen, P. Rintola and T. Laine. *Nature*, 142, 1938, 674.
6. N. Grassman, K. Hanning und M. Pöckel. Eine Methode zur quantitative Bestimmung der Aminosäurezusammensetzung von Electrophorese und Chromatographie. *Hoppe—Seyler's Z.*, 299, 1955, 258.
7. E. E. Dent. The amino—aciduria in Fanconi Syndroma. A study making extensive use of techniques based on paper partition chromatography. *Biochem. J.*, 41, 1947, 240.
8. F. Roberts, S. Frankel. Further studies of glutamin acid decarboxylase in brain. *J. Biol. Chem.*, 190, 1951, 505.
9. W. J. Wingo, J. Awapara. Decarboxylation of l-glutamic acid by brain. *J. Biol. Chem.*, 187, 1950, 267.

ბიოქიმია

6. ალქსიძე

მეთილენის სილუჯისა და ასკორბინის მჟავას ბავშვთა
აცეტილქოლინის აქტივობაზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა პ. ქომეთიანმა 29.6.1961)

კუნთში, ისე როგორც სხვა ცოცხალ ქსოვილში, მიმდინარე მეტაბოლურ პროცესებს საფუძვლად უდევს ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციები. დღეისათვის ჩვენ გვაქვს მრავალი ფაქტი იმის მტკიცებისათვის, რომ უჯრედის შიგნით და გარეთ არეებს შორის ელექტროლიტების არათანაბარი განაწილება განპირობებულია ნივთიერებათა ცვლით, ჟანგვა-აღდგენითი რეაქციებით.

სპეციალური ცდებით საფუძვრებზე, ერთი მხრივ, კონვეის [1], მეორე მხრივ, პ. ქომეთიანის [2] მიერ ნაჩვენებია, რომ გარემო არის რედოქს-პოტენციალის შეცვლით საგრძნობლად ირღვევა ელექტროლიტური წონასწორობა. ამასთანავე, პ. ქომეთიანმა [3,4] დაადგინა, რომ კუნთოვან ქსოვილზე აცეტილქოლინის მოქმედებით ხდება ცილებთან დაკავშირებული კალიუმის განთავისუფლება.

რადგან რედოქსისტიმები იწვევენ ელექტროლიტების განაწილების ცვლილებას უჯრედში, ხოლო აცეტილქოლინის მოქმედებით ხდება ცილებთან დაკავშირებული კალიუმის განთავისუფლება, მოსალოდნელი იყო, რომ რედოქსისტიმები ელექტროლიტების გადანაწილების გზით შეცვლიდნენ აცეტილქოლინის მოქმედების ეფექტს. ზემოხსენებულიდან გამომდინარე, ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა უკუქცევადი რედოქსისტიმების გავლენა კუნთის აცეტილქოლინისადმი მგრძობიარობაზე.

მეთოდისა

რედოქსისტიმებად შერჩეული იყო მეთილენის სილურჯე (MBI), აზურ I, ასკორბინის — დეჰიდროასკორბინის მჟავა (AscH—AscO), გლუტათიონი და ფოსფობირიდინუკლეოტიდი. წინამდებარე შრომაში მოგვყავს შედეგები, რომლებიც მიღებულია MBI და AscH—AscO გამოყენებით. აცეტილქოლინისადმი კუნთის მგრძობიარობის განსაზღვრისათვის ტესტ-ობიექტად ვიყენებდით ბაყაყის იზოლირებულ მუცლის სწორ კუნთს (m. rectus abdominis). კუნთის ინკუბირება წარმოებდა სპეციალურ მოწყობილობაში, რომელშიც რესპირატორიდან განუწყვეტლივ ტარდებოდა ჰაერი. ხელსაწყო საშუალებას იძლეოდა ცდის მიმდინარეობისას სწრაფად შეგვეცვალა საკვლევი ხსნარები. კუნთის დისტალური ბოლო მაგრდებოდა დანადგარზე, ხოლო პროქსიმალური ნაწილი — მიოგრაფზე. აცეტილქოლინისადმი კუნთის მგრძობიარობა იზომებოდა კუნ-

თის შეკუმშვის სიდიდით 1 წუთის განმავლობაში. საბოლოო კონცენტრაცია რედოქსისიტემებისა იყო 5×10^{-4} გ/მლ, აცეტილქოლინისა და პროზერინისა— $1 : 10^6$.

ქოლინესთერაზული აქტივობა ისაზღვრებოდა მანომეტრულად [5].

მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

ცდების პირველ სერიაში შეისწავლებოდა MBI გავლენა იზოლირებული კუნთის აცეტილქოლინისადმი მგრძნობიარობაზე. ცდის დაწყების წინ ვსაზღვრავდით აცეტილქოლინისადმი კუნთის მგრძნობიარობას რინგერში (10 წუთი) და პროზერინში (5 წუთი) ინკუბირების შემდეგ. აცეტილქოლინის ხსნარს ვაცილებდით და კუნთს ვრეცხავდით რინგერით. მეთილენის სილურჯეში ინკუბირების შემდეგ კვლავ ისაზღვრებოდა აცეტილქოლინისადმი კუნთის მგრძნობიარობა. მიღებული შედეგები წარმოდგენილია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

მეთილენის სილურჯის გავლენა ბაყაყის იზოლირებული მუცლის სწორი კუნთის მგრძნობიარობაზე აცეტილქოლინისადმი. რინგერში წინასწარი ინკუბირება 10 წუთი, პროზერინში—5 წუთი, მეთილენის სილურჯეში—30 წუთი. აცეტილქოლინის მოქმედების ხანგრძლივობა—1 წუთი. შეკუმშვის სიდიდე მოცემულია მმ-ით

ინკუბაციის თანმიმდევ- რობა	შეკუმშვის სიდიდე	ინკუბაციის თანმიმდევ- რობა	შეკუმშვის სიდიდე	ინკუბაციის თანმიმდევრობა	შეკუმშვის სიდიდე	ინკუბაციის თანმიმდევრობა	შეკუმშვის სიდიდე
რინგერი	0	რინგერი	0	რინგერი	0	რინგერი 60'	0
პროზერინი	0	პროზერინი	0	MBI	0	პროზერინი	0
აცეტილქო- ლინი	34	აცეტილქო- ლინი + MBI	11	პროზერინი აცეტილქოლინი	0	აცეტილქოლინი	35

1 ცხრილიდან ჩანს, რომ მეთილენის სილურჯეში კუნთის 30 წუთით ინკუბირებით კუნთის აცეტილქოლინისადმი მგრძნობიარობა ისპობა. ეს პროცესი უკუქცევადია. საღებავის ჩამორეცხვისა და 60 წუთით რინგერში ინკუბირების შემდეგ კუნთს კვლავ უბრუნდება უნარი შეიკუმშოს აცეტილქოლინის გავლენით.

ცდების შემდგომ სერიაში შესწავლილი იყო ასკორბინისა და დეჰიდროასკორბინის მჟავას გავლენა კუნთის აცეტილქოლინისადმი მგრძნობიარობაზე (ცხრილი 2).

ასკორბინის მჟავა, MBI შედარებით, განსხვავებულ შედეგს იძლევა. ასკორბინის მჟავასა და დეჰიდროასკორბინის მჟავას გავლენით აცეტილქოლინისადმი კუნთის მგრძნობიარობა მატულობს. MBI მსგავსად ასკორბინის მჟავას ეფექტიც უკუქცევადია. ჩამორეცხვისა და რინგერში ინკუბირების შემდეგ კუნთის მგრძნობიარობა აცეტილქოლინისადმი საწყის სიდიდეს უბრუნდება. ცდებში, სადაც გამოიყენებოდა დეჰიდროასკორბინის მჟავა, მიღებულ იქნა ასკორბინის მჟავას ანალოგიური შედეგები.

ცხრილი 2

ასკორბინის მჟავას გავლენა ბაყაყის იზოლირებულ მუცლის სწორი კუნთის აცეტილქოლინისაღმე მგრძობიარობაზე (პირობები წინა ცდის ანალოგურია)

ინკუბაციის თანმიმდევ- რობა	შეკუმშვის სიღლიდე	ინკუბაციის თანმიმდევ- რობა	შეკუმშვის სიღლიდე	ინკუბაციის თანმიმდევ- რობა	შეკუმშვის სიღლიდე	ინკუბაციის თანმიმდევ- რობა	შეკუმშვის სიღლიდე
რინგერი AscH	0	რინგერი პროზერინი	0	რინგერი AscH 10'	0	რინგერი პროზერინი	0
აცეტილქო- ლინი	8	აცეტილქო- ლინი	16	პროზერინი აცეტილქოლინი	0	აცეტილქოლინი	16
					20		

ზემოთ წარმოდგენილი ცდები *in vitro* არ გვაძლევენ პასუხს, მოქმედებენ რედოქსისტიმები უშუალოდ კუნთის შემკუმშვად ელემენტებზე, თუ იმ სტრუქტურულ წარმონაქმნებზე, რომლებიც განსაზღვრავენ აცეტილქოლინის მოქმედებას და კუნთის შეკუმშვას. ამ საკითხის გასარკვევად ჩატარდა — ცდები, სადაც რედოქსისტიმები შეგვყავდა ინტრააორტალურად. ერთდროულად ტარდებოდა *m. m. semitendinosus* შეკუმშვის რეგისტრაცია. შეკუმშვას იწვევდა წელის წნულის გაღიზიანება 10v ძაბვისა და 100/სეკ. სიხშირით, დატვირთვა — 5 გრამი. საკონტროლო კუნთის არტერიას წინასწარ ედებოდა ლიგატურა. რედოქსისტიმების კონცენტრაცია შეადგენდა 5×10^{-2} გ/მლ., პროზერინისა — $1 : 5 \times 10^4$.

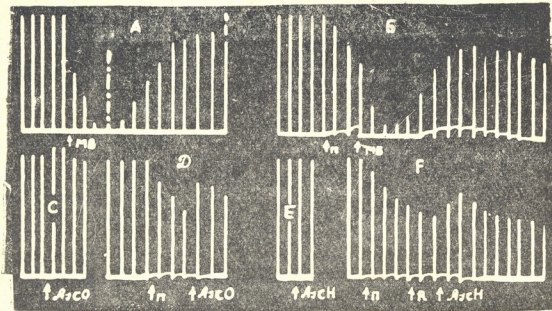
მიღებული შედეგებიდან ჩანს (სურ. 1), რომ MBI პირველ რიგში მოქმედებს ნერვ-კუნთოვან შეერთებაზე და იწვევს ნერვიდან კუნთზე აგზნების გადაცემის შეკავებას. როდესაც MBI მოწამლული კუნთი ნერვიდან გაღიზიანებით არ იკუმშება, პირდაპირ გაღიზიანების საბასუხოდ კი შეკუმშვის ეფექტი მაქსიმალურია (სურ. 1, A), რამდენიმე წუთის შემდეგ, როცა მეთილენის სილურჯე აღდგება, ე. ი. გადავა ლეიკოფორმაში, ნერვიდან გაღიზიანება კვლავ იწვევს კუნთის შეკუმშვას (სურ. 1, A, B).

ასკორბინის მჟავას დაჟანგული და აღდგენილი ფორმის ინტრაორტალური შეყვანით, როცა წინასწარ ინეცირებულია პროზერინი. ნერვიდან გაღიზიანებით კუნთის შეკუმშვის ეფექტი ძლიერდება. პროზერინის გარეშე, ე. ი. ისეთ პირობებში, როცა გაღიზიანების დროს წარმოშობილი აცეტილქოლინი იშლება ქოლინესტერაზათი, AscH დადებითი ეფექტი არ შეიმჩნევა; თუმცა AscO გავლენით, პროზერინის გარეშეც, კუნთის შეკუმშვა არააირდაპირი გაღიზიანების დროს ძლიერდება.

ზემოთ აღნიშნულთან ერთად ჩატარდა ცდები, რითაც შეისწავლებოდა რედოქსისტიმების გავლენა კუნთოვანი ქსოვილის ქოლინესტერაზულ აქტივობაზე. მე-3 ცხრილში წარმოდგენილია მიღებული შედეგები.

მე-3 ცხრილიდან ჩანს, რომ მეთილენის სილურჯე თითქმის მთლიანად აკავებს ფერმენტ ქოლინესტერაზას მოქმედებას, ხოლო ასკორბინია მჟავა გავლენას არ ახდენს აქტივობაზე. მაშასადამე, MBI მოქმედება განპირობებული

უნდა იყოს როგორც ნერვ-კუნთოვან შეერთებათა რედოქსპოტენციალის გაზრდით და ფერმენტ ქოლინესთერაზას სულფჰიდრილის ჯგუფების დაჟანგვით, ისე ელექტროლიტების განაწილებით. მეთილენის სილურჯის მოქმედება საბოლოოდ ერთი ეფექტით ვლინდება: ნერვიდან კუნთის გალიზიანებისას კუნთის შეკუმშვის ინტენსივობა მცირდება, აცეტილქოლინისადმი კუნთის მგრძობიარობა ისპობა.



სურ. 1. MBI, AscH და AscO გავლენა *m. semitendinosus* შეკუმშვაზე რედოქსპოტენციალის ინტრაორტალური შეყვანისას პირდაპირი და არაპირდაპირი გალიზიანების დროს, A, B—ცდა MBI-თი, C, D—ცდა AscO, E, F—ცდა AscH. ისარი გვიჩვენებს რეაგენტების შეყვანის მომენტს. — — — — პირდაპირი გალიზიანების ეფექტი. A, C და E ცდები პროზერინის გარეშე, B, D, F—ცდები პროზერინის გამოყენებით. გალიზიანებათა შორის ინტერვალი—1 წუთი

ცხრილი 3

MBI, AscH და AscO გავლენა ბაყაყის თერძის კუნთის ქოლინესთერაზულ აქტივობაზე. აქტივობა გამოზატულია დაშლილი აცეტილქოლინის მოლებით 1 გ ნედლ წონაზე 1 საათის განმავლობაში

ჰომოგენატი +აცეტილქოლინი	ჰომოგენატი + აცეტილქოლინი +AscO	ჰომოგენატი +აცეტილქოლინი +AscH	ჰომოგენატი + აცეტილქოლინი + MBI
$3,5 \times 10^{-5}$ M	$3,4 \times 10^{-5}$ M	$3,5 \times 10^{-5}$ M	$3,5 \times 10^{-5}$ M

როდესაც კუნთი არაპირდაპირი გალიზიანების დროს თანაბარი შეკუმშვებით უპასუხებს, პროზერინის აორტალურად შეყვანისას მიიღება კონტრაქტურა და შესაბამისად კუნთის შეკუმშვის სიმაღლე მცირდება (სურ. 1, B). თუ ამ დროს შევიყვანთ MBI, კონტრაქტურა ისპობა და ნერვიდან გალი-

ზიანება იწვევს შეკუმშვის მცირე ეფექტს. რამდენიმე წუთის შემდეგ, როცა მეთილენის სილურჯე დაიწყებს აღდგენას, კუნთში კვლავ ვითარდება კონტრაქტურა. პროზერინის შეყვანით ჩვენ გამოვიწვიეთ ქოლინესთერაზას ინაქტივაცია და გაღიზიანებისას გამოყოფილი აცეტილქოლინი ამჟღავნებს ხანგრძლივ მოქმედებას კონტრაქტურის სახით. MBI ინტრაორტალური შეყვანა მაღალი რედოქსპოტენციალის გამო აძლიერებს კალიუმის იონების გამოსვლას უჯრედის გარეთ და აცეტილქოლინის მოქმედების ეფექტის ისაობა. შემდეგ, როცა მეთილენის სილურჯე დაიწყებს აღდგენას, ე. ი. რედოქსპოტენციალი შემცირდება, კალიუმი კვლავ მიისწრაფვის უჯრედის შიგნით. ამ დროს იქმნება აცეტილქოლინის სამოქმედო სუბსტრაქტი და არსებული აცეტილქოლინი კვლავ ამჟღავნებს თავის მოქმედებას კონტრაქტურის სახით, როცა ქოლინესთერაზული აქტივობა აღდგება, კონტრაქტურა ისაობა და არაპირდაპირი გაღიზიანების საპასუხოდ კუნთის შეკუმშვა საწყის სიდიდეს აღწევს.

საინტერესოა აღინიშნოს, რომ მხოლოდ მეთილენის სილურჯის შეყვანით კონტრაქტურა ძალიან სუსტია, ანდა ასეთ მოვლენას აღგილი არა აქვს.

მიღებული შედეგები შეესაბამება ხ. კოშტოიანციის [6] შეხედულებას, რომლის მიხედვით კუნთის პასუხი სულფჰიდრილის ჯგუფების შებოჭვისას განპირობებული უნდა იყოს დაკავშირებული ინაქტიური აცეტილქოლინის განთავისუფლებით.

ცდებში, სადაც ინტრაორტალურად შეგვყავდა $AscH$ და $AscO$ პროზერინის თანაპოვნირებისას, არაპირდაპირი გაღიზიანებით კუნთის შეკუმშვის სიდიდე ყოველთვის მატულობდა. ამასთან ერთად აღსანიშნავია, რომ ეს რედოქსისისტიმა არავითარ გავლენას არ ახდენს კუნთის ქოლინესთერაზულ აქტივობაზე. თუ გამოვალთ კონცეისა [1] და პ. კომეთიანის [2] მონაცემებიდან, რომ კალიუმის იონები გარემო არის რედოქსპოტენციალის შემცირების დროს მიისწრაფვიან უჯრედის შიგნით, მაშინ უნდა ვიფიქროთ, რომ $AscH \rightleftharpoons AscO$ რედოქსისისტიმების გავლენით აცეტილქოლინისადმი მგრძობიარე სტრუქტურულ წარმონაქმნებში უნდა ხდებოდეს ელექტროლიტების განაწილების ისეთ დონეზე დაქერა, რაც უზრუნველყოფს აცეტილქოლინის მოქმედების ეფექტის გაძლიერებას.

დასკვნები

გამომდინარე იქიდან, რომ აცეტილქოლინის მოქმედებას თან სდევს სპეციფიკურ ცილებთან დაკავშირებული ელექტროლიტების განთავისუფლება და ვითვალისწინებდით რა იმ ფაქტს, რომ რედოქსისისტიმებით შეიძლება გამოვიწვიოთ ელექტროლიტების განაწილება, მიზნად დავისახეთ გავვერკვია რედოქსისისტიმების გავლენა აცეტილქოლინისადმი კუნთის მგრძობიარობაზე.

ცდების ერთი სერია ჩატარდა ბაყაყის იზოლირებული მუცლის სწორ კუნთზე. აცეტილქოლინისადმი კუნთის მგრძობიარობა ირკვეოდა რედოქსისისტიმებში ინკუბირების შემდეგ.

ცდების მეორე სერიაში შევისწავლიდით კუნთის შეკუმშვის უნარის ცვლილებას პირდაპირი და არაპირდაპირი გაღიზიანებისას რედოქსისისტიმების ინტრაორტალური შეყვანის პირობებში.

ამასთან ერთად გარკვეული იყო რედოქსისისტემების გავლენა კუნთის ქოლინესთერაზულ აქტივობაზე. რედოქსისისტემებად ვიყენებდით მეთილენის სილურჯეს და ასკორბინის მჟავას.

მიღებული შედეგებიდან შეიძლება დავასკვნათ, რომ აცეტილქოლინის მოქმედების ეფექტი პირდაპირ კავშირშია რედოქსპოტენციალთან. მაღალი რედოქსპოტენციალი (მეთილენის სილურჯე), რაც აძლიერებს კალიუმის გამოსვლას უჯრედის გარეთ, იწვევს აცეტილქოლინისადმი კუნთის მგრძობიანობის დაკარგვას და ნერვიდან კუნთზე აგზნების გადაცემის შეკავებას. ასკორბინის მჟავა კი, პირუკუ, აძლიერებს კუნთის შეკუმშვას აცეტილქოლინის მოქმედების დროს. ამასთან ერთად ეს რედოქსისისტემა აადვილებს ნერვიდან კუნთზე აგზნების გადაცემას. ასკორბინის მჟავას ეს მოქმედება გამოწვეული უნდა იყოს მისი დაბალი რედოქსიპოტენციალით.

მეთილენის სილურჯე აკავებს კუნთის ქოლინესთერაზულ აქტივობას, ხოლო ასკორბინის მჟავა ამ მხრივ არაავითარ გავლენას არ ახდენს.

თემა შესრულებულია საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის აკადემიკოს-პ. ქომეთიანის ხელმძღვანელობით.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 29.6.1961)

დაამუშავებული ლიტერატურა

1. E. Conway. The redox pump theory and present evidence. La methode des indicateurs nucleaires dans l'etude des transports actifs d'ions. London, Pergamon press, 1959.
2. პ. ქომეთიანი. საფუარის უჯრედში ელექტროლიტების განაწილების დამოკიდებულება ენგვა-ალდჟენითი პოტენციალისაგან. თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. 46, 1952.
3. П. А. Коветиани, Ш. В. Долидзе, Е. Э. Клейн. Изменение распределения калия в мышечной ткани под влиянием ацетилхолина. Биохимия, т. 9, вып. 5, 1944.
4. П. А. Коветиани, Ш. В. Долидзе, и Е. Э. Клейн. О механизме действия ацетилхолина на мышечную ткань. Биохимия, т. 11, вып. 3, 1946.
5. K. B. Augustinsson. Assay Methods for cholinesterases. Methods of Biochemical analysis. Ed. by David Glick, 5, 2, 1957.
6. X. С. Коштоянц. Белковые тела, обмен веществ и нервная регуляция. Изд. АН СССР, Москва, 1951.

პალეობიოლოგია

ე. ახვლედიანი

გვარ *STENODACNA*-ს ისტორიისათვის (სახეობა შევადგენლობა, ფილოგენეზი და სტრატობრაფიული მნიშვნელობა)

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ლ. დავითაშვილმა 31.12.1961)

თავდაპირველად გვარი *Stenodacna* (გვარის ტიპი — *Cardium angusticostatum* Rousseau, 1842) აღნიშნული იყო ნ. ანდრუსოვის მიერ ქერჩის ნახევარკუნძულისა და ყუბანის ოლქის კიმერიული ნალექების ფაუნათა სიაში ([1], 211). ახალი სახის დიაგნოზი და აღწერა ნ. ანდრუსოვს არ მოუცია. მოგვიანებით *Stenodacna angusticostata* Rousseau-ს გამოსახულება ფოტოქემის (აფხაზეთი) კიმერიული ნალექებიდან მოთავსებული იყო ამავე მეცნიერის ერთ-ერთ იმ შრომაში, რომელიც მისი სიკვდილის შემდეგ გამოქვეყნდა [2].

პირველად *Stenodacna* აღწერილი იყო ლ. დავითაშვილის მიერ ([6], 64), რომლისთვისაც იმ დროისათვის ცნობილი იყო სტენოდაკნას მხოლოდ ერთი სახე — *Sten. angusticostata* Rouss. დავითაშვილმა *Stenodacna* აღწერა გვარ *Cardium*-ის ქვეგვარად და გამოთქვა მოსაზრება ამ ქვეგვარის წარმოშობისა რომელიღაც დიდაკნებისაგან, შესაძლოა ქერჩის ნახევარკუნძულის პონტური ნალექების *Didacna crenulata* Rouss.-ს ჯგუფიდან.

შეიზღვა-კასპიის ნეოგენის მომარლიანო წყლის კარდიდების შემდგომი გამოკვლევებით დადასტურდა, რომ საჭირო იყო *Stenodacna*-ს ცალკე დამოუკიდებელ გვარად გამოყოფა.

გვარი *Stenodacna* Andrussow დაწვრილებით აღწერა ა. ებერზინმა ([10], 90), რომელმაც ამ გვარს, გარდა ტიპური სახისა მიაკუთვნა ახალი სახეც *Stenodacna praeangusticostata* Ebersin ყუბანის ოლქის ქვედაკიმერიული ნალექებიდან. ებერზინის მიხედვით ეს სახე გარდამავალია ზედაპონტურ *Didacna subcrenulata* Andrus.-სა და შუაკიმერიულ *Sten. angusticostata* Rouss.-ს შორის. *Sten. praeangusticostata*-ს არსებობა ებერზინს შესაძლებლობას აძლევს გვარი *Stenodacna* ჩათვალოს ავტოქტონურად. წარმოშობილად ექსისტური აუზის შუა პლიოცენში ზედაპონტური დიდაკნებისაგან. ეს დასკვნები, ავტორის მიერ მოტანილი ფაქტობრივი მასალებით, დასტურებენ დავითაშვილის მოსაზრებას ([6], 64) სტენოდაკნების დიდაკნებისაგან წარმოშობის შესახებ, ე. ი. მომარლიანო წყლის შედარებით პრიმიტიული კარდიდებისაგან, რომლებიც ლიტერატურაში ჯერ კიდევ გაერთიანებული არიან ერთი გვაროვნული სახელწოდების *Didacna*-ს ირგვლივ. გ. ქელიძეც ([7], 173) აგრეთვე ამ თვალსაზრისს იზიარებს. (ჩვენ ვტოვებთ გვაროვნულ სახელწოდებას „*Didacna*“-ს, რომელიც ალბათ უკუგდებულ იქნება მომარლიანო წყლის „დიდაკნისმავართა“ მორიგი რევიზიის დროს).

ახალმა მასალებმა, დაგროვილმა ჩვენ მიერ დასავლეთ საქართველოს (გურია და აფხაზეთი) პონტური და კიმერიული ნალექებიდან, შესაძლებლობა მოგვცა შეგვეცნო და დავგვეზუსტებინა დავითაშვილისა და ებერზინის მიერ შემუშავებული სტენოდაქნების ფილოგენეზურ დამოკიდებულებათა სქემა.

ზედაპონტური *D. subcrenulata* Andrus.-ის ძირითად ნიშან-თვისებებს წარმოადგენს: საშუალო ზომის, მომრგვალო-ოვალური, ზომიერად გამოხატული, არათანაბარგვერდიანი ნიჟარა; თხემი მახვილკილებიანი, მცირედ, მაგრამ ცხადად გადმოწეული საკეტის კიდეზე; კილი სწრაფად ქრება, არ აღწევს ქვედა კიდემდე; წინა და უკანა არეები ერწყმიან ერთმანეთს; წიბოები 38-მდე, ვიწრო და ბრტყელი; მარჯვენა საგდულის საკეტში მოთავსებულია: პატარა წინკარდინალური და გვერდითი კბილები; დიდი—უკანა კარდინალური და ფირფიტოვანი უკანა გვერდითი კბილები; მარცხენა საგდულში—დიდი წინა კარდინალური კბილი; წინა გვერდითი კბილი თითქმის რედუცირებულია; უკანა გვერდითი კბილები წყვილი, რუდიმენტულია; მანტიის ხაზი მთლიანია, ოდნავ აწეული წინისაკენ.

ეს სახე იმდენად აშკარა და ახლო მსგავსებას ამჟღავნებს ქვედაპონტურ *D. crenulata* Rouss.-სადმი, რომ ეჭვნიშვნადად მიუთითებს უშუალო ფილოგენეზურ კავშირზე მათ შორის. კერძოდ, მსგავსად აქვთ მათ განვითარებული ბრტყელი და მრავალრიცხოვანი წიბოები, თხემქვეშა არე (საგდულის შიდა-მხარეზე ლილეკისმავარი თხემქვეშა ნაოქის არსებობა, პატარა, დამატებითი კუნთების აღნაბეჭდების კვლებით) და წინისაკენ აზიდული მანტიის ხაზი. ნ. ანდრუსოვი ([11], 65—66) სამართლიანად ფიქრობდა, რომ *D. subcrenulata* ძლიერ ახლოსა დგას *D. crenulata* Rouss.-თან, მხოლოდ განსხვავდება უკანასკნელისაგან უფრო წამოწეული, ძლიერად და ნათლად გამოსახული კილიანი თხემით, და აგრეთვე მეტი გამოხატულობის მქონე საგდულის უფრო სწორი მოხაზულობით. ამ სახეთა შორის ნათესაურ კავშირის არსებობას ებერზინიცი იღებს ([10], 96).

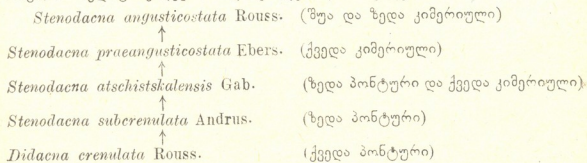
დიდ მსგავსებას ამ ორივე სახესთან, განსაკუთრებით *D. subcrenulata* Andrus.-სთან ამჟღავნებს, ჩვენი აზრით, *Didacna atschistskalensis* Gabunia გურიის ზედაპონტური, ან ქვედაკიმერიული ნალექებიდან. ლ. გაბუნიას ([4], 79) და აგრეთვე ჩვენი მონაცემებით, ეს სახე შეიძლება შემდეგნაირად დავახსიანოთ: ნიჟარა მცირე ზომის, ოდნავ არათანაბარგვერდიანი, პატარა, კილიანი და წინისაკენ და ქვემოთკენ გადმოწეულ თხემიანი; წინა არე დაფარულია 25, ერთმანეთისაგან ვიწრო არეებით გამოყოფილი, ბრტყელი წიბოთი, უკანა არეზე 12-დე სუსტად გამოსახული წვრილი წიბოებია; საკეტი ხსნათდება კარდინალური და გვერდითი კბილების განვითარებით: მარჯვენა საგდულის საკეტს აქვს რედუცირებული წინა და კარგად განვითარებული უკანა კარდინალური კბილები; გვერდითი კბილები წაგრძელებული და ფირფიტოვანია; მარცხენა საგდულზე ერთი კარდინალური და ორი წაგრძელებული ფირფიტოვანი უკანა გვერდითი კბილია და მოკლე წინა გვერდითი კბილი; მანტიის ხაზი მთლიანია, იგი აწეულია წინა ნაწილში.

ამრიგად, *D. atschistskalensis* Gab. განსხვავდება *D. crenulata*-საგან ნაკლები ზომით და ნიჟარის თხელკედლიანობით, წიბოთა მეტი რაოდენობით, უფრო ვიწრო წიბოთაშორისი არეებით, საეცტის არის ნაკლები სიფართოთ; გარდა ამისა *D. crenulata*-ს მარჯვენა საგდულზე აქვს ნათლად გამოსახული წინა და უკანა კარდინალური კბილები. განსახილველი სახის განსხვავება *D. subcrenulata*-საგან გამოიხატება უკანასკნელის ნაკლებად გამოსახულ არათანაბარსაგდულთანობაში, მისი ნიჟარის უფრო დიდ ზომებში, მისი საგდულების მეტ სისქეში და უფრო ფართო წიბოთაშორისი არეების არსებობაში. მსგავსება ამ ორ სახეს შორის მდგომარეობს ნიჟარის შესამჩნევ არათანაბარგვერდებთანობაში, გარე ზედაპირზე განვითარებული წიბოების თითქმის თანაბარ რიცხვში, თხემის ხასიათში, დამატებით კუნთების კვლების მქონე ლილეკისებურ თხემქვეშა ნაოქის არსებობაში. გარდა ჩამოთვლილი ნიშანთვისებებისა *D. atschistskalensis*-ის მსგავსება *D. subcrenulata*-სთან გამოიხატება მარცხენა საგდულზე ორი უკანაგვერდითი კბილის არსებობაში.

ებერზონი აღნიშნავს მუიდრო კავშირს „*Didacna*“ *subcrenulata* Andrus-ისა სტენოდაკნებთან, იგი განსაკუთრებით ხაზს უსვამს „*Didacna*“ *subcrenulata*-ს საეცტი აპარატის აგებულების თავისებურებას (ორი უკანაგვერდითი კბილის არსებობას მარცხენა საგდულზე), და გამოთქვამს მოსაზრებას ([10], 95—96) რომ ეს უკანასკნელი უნდა მიეკუთვნოს უფრო გვარ *Stenodacna*-ს და არა *Didacna*-ს. აღნიშნული ნიშან-თვისება, რომელიც *D. subcrenulata*-სთვის დამახასიათებელ, სხვა, მრავალ ნიშან-თვისებებთან ერთად *D. atschistskalensis*-საც აქვს, საშუალებას გვაძლევს ეს უკანასკნელი გვარ *Stenodacna*-ს მივაკუთვნოთ: ეს კი უფლებას გვაძლევს *D. atschistskalensis* გვარ *Stenodacna*-ს ერთ-ერთ უძველეს წარმომადგენლად ჩავთვალოთ.

საყურადღებოა *D. atschistskalensis*-იანი შრეების სტრატეგრაფიული მდებარეობის საკითხი. აჭისწყლის იმ შრეებში (გურია, ქ. მახარაძის მიდამოები), რომლებიც ამ სახის ნაშთებს შეიცავენ, შეიმჩნევა გადასვლა ზედაპონტურიდან ქვედაკიმერიულსაკენ.

Didacna crenulata Rouss., *Sten. subcrenulata* Andrus., *Sten. atschistskalensis* Gab., *Sten. praeangusticostata* Ebers. და *Sten. angusticostata* Rouss.-ს შესწავლა გეოჩვენებს შესამჩნევ თანდათანობით გადასვლას თითოეული ამ ფორმისა მომდევნო ფორმაში. განვითარების ეს თანდათანობა მოწმობს, რომ არ არსებობს მკვეთრი ნახტომები ანუ „ფეთქებები“ განსახილველი ორგანული ფორმების განვითარებაში. ამრიგად, ისახება ფილოგენეზური რიგი, რომელიც შემდგენიარად შეიძლება წარმოვიდგინოთ:



ამ რიგის უტყუარობას ადასტურებს ევოლუციის წარმართვა გარკვეული ნიშნების შეცვლის მიმართულებით: შეიშნეულია თანდათანობითი მატება ნიჟარის ზომებისა, მისი კედლების გასქელება (განსაკუთრებით თხემის არეში), თხემის გადანაცვლება წინისაკენ და ანის ჩრდივით განვითარება ნიჟარის უფრო მეტი არათანაბარგვერდიანობისა. წიბოების რიცხვის გაზრდა და მასთან ერთდროულად წიბოთაშორისი არეების შევიწროება, საკეტის არის საგრძნობი გასქელება. გვერდითი კბილების ნაწილობრივ გაქრობასთან ერთად შეიმჩნევა კარდინალური კბილების გამსხვილება და ძლიერი დამრეცობის განვითარება, საგდულების მიდა ზედაპირზე თხემქვეშა ნაოქის გადიდება, თხემქვეშა სივრცის ამოვსება და მანტიის კილის აწევა მის წინა ნაწილში.

ამ ფორმათა უმრავლესი ნიშან-თვისებების ევოლუციის კავშირი ბიონომიური პირობების შეცვლასთან ჯერჯერობით საკმაოდ არაა გამორკვეული. ნიჟარის ზომათა საერთო მატება ალბათ განპირობებული იყო ერთი მხრივ სიუხვით მცენარეული დეტრიტისა, რომელიც მდინარეებს ჩაჰქონდათ კიმერიულ აუზში და რომელიც აუცილებელი იყო მოლუსკური ფაუნის საზრდოებისათვის და აგრეთვე შავის გათბობით ([2], 16), მეორე მხრივ კი, შესაძლოა, გავლენას ახდენდა იმ სუბსტრატის ხასიათის შეცვლა, რომელზედაც ბინადრობდა მოლუსკი—მაგალითად, გადასვლა თხიანი მასალის ქარბად შემცველი წვრილმარცვლოვანი ქვიშოვანი გრუნტის უბნებიდან უფრო მსხვილმარცვლოვანი გრუნტის უბნებში.

ქვედაკიმერიულ *Sten. praeangusticostata*-ს და შუაკიმერიულ *Sten. angusticostata*-ს ნიჟარების ზომებისა და სქელკედლიანობის გაზრდა, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ლაპარაკობს გრუნტის ხასიათის შეცვლაზე და კვების რეჟიმის გაუმჯობესებაზე. გვარ *Stenodacna*-ს წარმომადგენლებს ჰქონდათ მნიშვნელოვნად გასქელებული ნიჟარა, განსაკუთრებით თხემის არეში და მძლავრი კარდინალური კბილები, რომლებიც კარგად ჰკეტავდნენ ნიჟარას როგორც ტალღათა ცემისაგან, ისე მტაცებლებისაგან დასაცავად. შესაძლოა, რომ ნიჟარის გასქელება როგორც წინა ნაწილში, ისე თხემის არეში, მოლუსკს ეხმარებოდა წონასწორობის დაცვაში თხელი ზღვის ფსკერზე ტალღათა ცემის დროს და შესაძლებლობას აძლევდა მას უპირატესად ნიჟარის წინა კიდეზე და თხემზე დაყრდნობით ვერტიკალური მდგომარეობა შეენარჩუნებინა. *Sten. angusticostata*-ს წარმომადგენლებში შეიმჩნევა შიგასახეობრივი საგრძნობი ცვალებადობა, მიმართული ნიჟარის როგორც ზომის, სისქის და თანაბარგვერდიანობის შეცვლისაკენ, ისე კარდინალური კბილების გამსხვილებისაკენ.

გვარ *Stenodacna* Andrussov-ის გავრცელება, როგორც ჩანს არ სცილდება ზედა პონტურსა და კიმერიულს. ყოველშემთხვევაში აქამდე არ ყოფილა ნაპოვნი ამ გვარის წარმომადგენლები კუილნიკურში, სადაც ეხლა ცნობილია იმ ჯგუფების მრავალი წარმომადგენელი, რომლებიც წინათ კუილნიკურის დასაწყისისათვის გადაშენებულად ითვლებოდა. ამ გვარის ცნობილი წარმომადგენლების გარკვეულ სტრატეგრაფიულ ჰორიზონტებთან დაკავშირება, უდავოდ მათ სტრატეგრაფიულ ღირებულებაზე მიუთითებს. *Sten. suberenulata*, *Sten. atschistskalensis* დამახასიათებელი არიან ზედა პონტურისა

და ქვედა კიმერიულისათვის, *Sten. praeanusicostata* ქვედა კიმერიულისათვის, ხოლო *Sten. angusticostata* შუა კიმერიულისთვის და უფრო იშვიათად ზედა კიმერიულისათვის.

ჩვენ მიერ წარმოდგენილი ფილოგენეზური რიგი *Didacna crenulata* Rouss ... *Stenodacna angusticostata* Rouss. კვლავ ადასტურებს მჭიდრო კავშირის არსებობას კიმერიულ და პონტურ ფაუნათა შორის (ან დ რ უ ს ო ვ ი ([2], 14—15); ლ. გაბუნია ([3], 44); ლ. დავითაშვილი ([6], 162); ებერზინი ([8], 526).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პალეობიოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციის მოუვიდა 31.12.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. И. Андрусов. Апшеронский ярус. Труды Геол. ком., нов. сер., вып. 110, 1923.
2. Н. И. Андрусов. Верхний плиоцен Черноморского бассейна. Геология СССР. Изв. Геол. ком. т. IV, ч. II, вып. 3, 1929.
3. Л. К. Габуния. Об азовском горизонте в Гурии. Сообщ. АН Груз. ССР, IX, № 1, 1948.
4. Л. К. Габуния. К изучению моллюсков среднеплиоценовых отложений Западной Грузии. Труды Сектора палеобиологии АН Грузинской ССР, т. 1, 1953.
5. Л. Ш. Давиташвили. Киммерийский ярус. Руководящие ископаемые районов Крымско-Кавказской области. Труды Гос. иссл. нефт. инст., VIII, вып. 6, 1930.
6. Л. Ш. Давиташвили. Обзор моллюсков третичных и послетретичных отложений Крымско-Кавказской нефтеносной провинции. 1933.
7. Г. Ф. Челидзе. Двустворчатые нижнего и среднего плиоцена Гурии. Вестник Гос. Музея Грузии, т. XIII—A, 1946.
8. А. Г. Эберзин. Средний и верхний плиоцен Черноморской области. Киммерийский ярус. Стратиграфия СССР, Неоген, т. XII, 1949.
9. А. Г. Эберзин. О происхождении родов кардинид в Эвксинском бассейне. Труды Палеонт. Инст. АН СССР, т. XX, 1949.
10. А. Г. Эберзин. Солоноватоводные кардиниды плиоценовых отложений СССР, ч. II, Труды Палеонт. Инст. АН СССР, т. XXXI, 1951.
11. N. Andrussov. Studien über die Bräckwassercardiiden. Didaena, Lief. II, Mém. de l'Acad. de Se. St. Pétersb., VIII, sér., vol. XXV, № 8, 1910.

1a



1b



2a



2b



3a



3b



4a



4b



5a



5b



ტ ა ბ უ ლ ა II

ფიგ. 1. *Stenodaena angusticostata* Rouss. ორიგინალი № 266 (ნ. ყიფიანის-მიერ დაგროვილი მასალა) ინახება საქართველოს მუზეუმის გეოლოგიურ განყოფილებაში. დასავლეთი საქართველო, გურია, მდ. ორაუო, შუაქიქოიული ქსრები: ა—მარცხენა საგდული გარედან; Б—იგივე შიგნიდან.

ფიგ. 2. *Stenodaena angusticostata* Rouss. ორიგინალი № 36/1 (გ. კვალიაშვილის მიერ დაგროვილი მასალა) ინახება საქართველოს მეცნ. აკად. პალეობიოლოგიის ინსტიტუტში. დასავლეთი საქართველო, გურია, სოფ. ჯიხანჯირი, შუაქიქოიული შრები: ა—მარცხენა საგდული გარედან; Б—იგივე შიგნიდან.

ფიგ. 3. *Stenodaena angusticostata* Rouss. ორიგინალი № 36/2 (გ. კვალიაშვილის მიერ დაგროვილი მასალა) ინახება საქართველოს მეცნ. აკადემ. პალეობიოლოგიის ინსტიტუტში. იგივე ადგილსამყოფელი: ა—მარჯვენა საგდული გარედან; Б—იგივე შიგნიდან.

ფიგ. 4. *Stenodaena angusticostata* Rouss. ორიგინალი № 36/3 (გ. კვალიაშვილის მიერ დაგროვილი მასალა) ინახება საქართველოს მეცნ. აკად. პალეობიოლოგიის ინსტიტუტში. იგივე ადგილსამყოფელი: ა—მარცხენა საგდული გარედან; Б—იგივე შიგნიდან.

ფიგ. 5. *Stenodaena angusticostata* Rouss. ორიგინალი № 36/4 (გ. კვალიაშვილის მიერ დაგროვილი მასალა) ინახება საქართველოს მეცნ. აკადემ. პალეობიოლოგიის ინსტიტუტში. იგივე ადგილსამყოფელი: ა—მარჯვენა საგდული გარედან; Б—იგივე შიგნიდან.

(ნიქარების გამოსახულება მოცემულია ნატურალურ ზომებში)

ინფორმაცია

თ. ალავეშიძე

არათვიტმარებულრიგბელი საღვრივაციო არხების გვერდითი

 • წყალსაწვებ-წყალსაგდებების მასტაბილიზებელი ეფექტისა
და მათი ჰიდრაულიკური ანგარიშის შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა პ. შენგელიამ 16.10.1961)

წინამდებარე ნაშრომში მოცემულია არათვიტმარებულრიგბელი საღვრი-
ვაციო არხების გვერდითი წყალსაწვებ-წყალსაგდებების მასტაბილიზებელი
უნარის შეფასება და განხილულია მათი ჰიდრაულიკური ანგარიშის ზოგიერთი
საკითხი.

1. დინების გასწვრივ ცვალებადხარჯიანი წყლის
ნაკადის დაუმყარებელი მოძრაობის განტოლება

დინების გასწვრივ ცვალებადხარჯიანი დაუმყარებელი მოძრაობის გან-
ტოლების გამოყენისათვის ვისარგებლოთ ჰიდროდინამიკური განტოლებების
სპეციალური სისტემით, სადაც დინამიკური ეფექტი, განპირობებული ისეთი
ნაკადის მოძრაობით, რომელშიაც ადგილი აქვს ხარჯის გვერდით მოდენას
ან გამოყოფას, მხედველობაში მიიღება ცალკეულ შესაქრებთა სახით [1]. ეს
სისტემა შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს შემდეგი სახით:

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho \bar{u}_j) + \frac{\partial}{\partial x_k} (\rho \bar{u}_j \bar{u}_k) = \rho F_j - \frac{\partial \bar{P}}{\partial x_j} - \frac{2}{3} \frac{\partial b}{\partial x_j} + \rho W_j q_i +$$

$$+ \frac{\partial}{\partial x_k} (\sigma_{jk} + \nu \varepsilon_{jk}) + \rho W_j' q_i', \quad \frac{\partial \bar{u}_k}{\partial x_k} - \bar{q}_i = 0, \quad (1)$$

სადაც

$$b = \frac{1}{2} \sum_k \bar{u}^2 - \text{სითხის პულსაციური მოძრაობის კინეტიკური ენერგია ძი-}$$

რითად ნაკადში,

 ε_{jk} — დეფორმაციის სიჩქარის ტენზორი, \bar{q}_i — მასის ცვლილების ინტენსივობა მოცემულ წერტილში, შე-
ფარდებული მოცულობის ერთეულთან, W — წყლის დამატებითი მასის სიჩქარე, ν — ვირტუალური სიბლანტის კოეფიციენტი, რომელიც განისაზ-
ღვრება ფარდობით

$$\bar{u}'_j \bar{u}'_k = \frac{2}{3} \delta_{jk} b - \nu \varepsilon_{jk}$$

 δ_{jk} — ერთეული ტენზორი.

დანარჩენი აღნიშვნები ცნობილია.

ერთგანზომილებიანი დაუმყარებელი მოძრაობის განტოლება (ჰიდრაული-კის განტოლება) ადვილად გამოდის ზემოთ მოყვანილი სისტემიდან (1), თუ მოვახდენთ სისტემის დინამიკური განტოლების პროექციის ინტეგრებას მოძრაობის მიმართულებაზე (5).

იმ შემთხვევაში, როდესაც მოქმედებს მხოლოდ ერთი მასიური ძალა — სიმძიმის ძალა, ადგილი აქვს დაწინების ჰიდროსტატიკურ განაწილებას განივ-კვეთში და ენერჯის კარგვები გამოსახულია შეზის ფორმულის საშუალებით, გვექნება:

$$\frac{1}{g\omega} \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{1}{g\omega} \frac{\partial}{\partial s} (\alpha_0 V^2 \omega) + \frac{\partial}{\partial s} \left(\frac{P}{j} + \tau \right) - \frac{\alpha_0' W_s}{g\omega} q + \frac{Q^2}{K^2} = 0, \quad (2)$$

სადაც α_0 მოძრაობის რაოდენობის მთლიანი კორექტივია

$$\alpha_0 = 1 + \frac{1}{V^2 \omega} \int \left(\varepsilon^2 + \frac{2}{3} b \right) d\omega, \quad (3)$$

α_0' — კორექტივი რომელიც გინისაზღვრება ფარდობიდან

$$\alpha_0' = \frac{\int W_s q_i d\omega}{W_s q \omega}. \quad (4)$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ თავისუფალი ზედაპირის მქონე ნაკადის ერთგანზომილებიანი მოძრაობისათვის არასტაციონარული დინების (როდესაც ხარჯი იცვლება დინების გასწვრივ) უწყვეტობის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე

$$\frac{\partial Q}{\partial s} + \frac{\partial \omega}{\partial t} = q, \quad (5)$$

მაშინ განტოლება (2) უწყვეტობის განტოლების დახმარებით შეიძლება დაიწეროს შემდგომი ანალიზისათვის უფრო მოხერხებული სახით:

$$\frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\alpha_0 V}{g} \frac{\partial V}{\partial s} - \frac{\alpha_0 - 1}{g} \frac{V}{\omega} \frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{(\alpha_0 V - W \alpha_0') q}{g\omega} + \frac{\partial H}{\partial s} - i_0 + \frac{Q^2}{K^2} = 0. \quad (6)$$

ეს განტოლება, რომელშიაც სიდიდე q განისაზღვრება ზემომოყვანილი განტოლების (5) საშუალებით, წარმოადგენს დინების გასწვრივ ცვალებად-ხარჯიანი ნაკადის ჰიდრაულიკის განტოლებას არასტაციონარული მოძრაობის ზოგადი შემთხვევისათვის.

ადვილი შესამჩნევია, რომ როდესაც $\alpha_0 = 1$ და $q = 0$, განტოლებები (5) და (6) წარმოადგენენ სენ-ვენანის განტოლებათა სისტემას, ხოლო დამყარებული მოძრაობის შემთხვევისათვის ვლემულობთ ცვალებადი მასის ჰიდრაულიკის ცნობილ განტოლებებს, რომლებიც პირველად მოგვცა ვ. მაკა-ვეიემა [2].

2. არათვითმარეგულირებელი სადერივაციო არხების
გვერდითი წყალსაშვების მასტაბილიზებელი
ეფექტის შესახებ

გვერდითი წყალსაშვების მასტაბილიზებელი ეფექტის ანალიზისა და შეფასებისათვის ვისარგებლოთ განტოლებებით (5) და (6).

დავუშვათ, რომ ჰიდროსადგური მუშაობს საანგარიშო ხარჯზე და სადერივაციო არხში ადგილი აქვს თანაბარ მოძრაობას; დავუშვათ აგრეთვე, რომ მოძრაობის ასეთი რეჟიმის დროს ნაკადის დონე არაქტიკულად ემთხვევა გვერდითი წყალსაშვის ქიმს.

მაშინ, რაიმე მიზეზის გამო, არხში წარმოქმნილი დაუწყარბელი მოძრაობა გვერდითი წყალსაშვის ფარგლებში გამოისახება სისტემით (5) და (6), ხოლო მის ფარგლებს გარეთ — სენ-ვენანის განტოლებათა სისტემით.

ჩავთვალოთ, რომ დაუმყარებელი მოძრაობის წარმოქმნით გამოწვეული ნაკადის ძირითად მახასიათებელთა ცვლილებები არ არის იმდენად დიდი, ამიტომ შესაძლებელია მათი წარმოებულებისა და ერთზე მეტი ხარისხების უგულვებლყოფა. აქვე შევნიშნოთ, რომ ეს, მცირე ამპლიტუდის ტალღათა თეორიისათვის დამახასიათებელი პირობა პრაქტიკულად ყოველთვის სრულდება, საწყისი მლელვარების ყოველგვარი სიდიდის დროს, არხის იმ მონაკვეთში, რომელზედაც ვაგვინას ხდენს გვერდითი წყალსაშვი.

მცირე ამპლიტუდის ტალღათა თეორიის ზემოხსენებული ხერხისა და ხარჯის მოდულის საჩვენებელი კანონის გამოყენება საშუალებას გვაძლევს დავიყვანოთ სისტემა (5) და (6) ერთ განტოლებამდე

$$\frac{\partial^2 \zeta}{\partial t^2} + (V_0^2 - c^2) \frac{\partial^2 \zeta}{\partial s^2} + 2V_0 \frac{\partial^2 \zeta}{\partial t \partial s} + (\alpha + \beta) \frac{\partial \zeta}{\partial t} + (\gamma + \varepsilon) \frac{\partial \zeta}{\partial s} = 0, \quad (7)$$

სადაც

$$\alpha = \frac{mV}{B_0} 2g\zeta, \quad \beta = \frac{2J_0 g}{V_0}, \quad \gamma = \frac{J_0 c^2 x}{H_0},$$

$$\varepsilon = \frac{2V_0 m V}{B_0} 2g\zeta, \quad c^2 = \frac{g\omega_0}{B_0}.$$

x-კალაპოტის ჰიდრაულიკური მაჩვენელია, ζ -ტალღის სიმაღლე, ხოლო ნულოვანი ინდექსით აღნიშნულია სიდიდეები, რომლებიც შეესაბამება პირველდაწყებით დამყარებულ რეჟიმს.

განტოლებაში (7) სიმარტივისათვის მიღებულია $W=0$ და $\alpha_0=1$.

განტოლების (7) ამოხსნის გამარტივებისათვის მივიღოთ α და ε -ის გამოსახულებაში შემავალი ტალღის სიმაღლე ζ -ის ნაცვლად მისი საშუალო მნიშვნელობა $\bar{\zeta}$ წარმოქმნილი ζ_1 და ζ_2 -გან, რომლებიც შესაბამისად წარმოადგენენ ტალღის სიმაღლეებს გვერდითი წყალსაშვის საწყისსა და ბოლო კვეთებში.

ამრიგად, ზემოხსენებული (7) განტოლების ამოხსნა, რომელიც იძლევა ტალღის სიმაღლის ცვალებადობის კანონს, შესაძლოა წარმოადგენილ იქნეს შემდეგი სახით:

$$\chi_{1,2} = Ae^{P_{1,2}t} \cos(r_{1,2}t + kt + \varphi). \quad (8)$$

ამასთანავე, როგორც ეს გამოდინარეობს ამ დამოკიდებულებიდან (8), მილევალობის დეკრემენტის სიდიდე მთლიანად განისაზღვრება P_1 და P_2 სიდიდეების მნიშვნელობით. ეს უკანასკნელი წარმოდგენენ იმ ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლების მახასიათებელი გამოსახულების ფესვთა ნამდვილ ნაწილებს, რომელსაც ვლებულობთ (7) განტოლებაში შემდეგი სიდიდის ჩასმით:

$$\chi = F(s) e^{kst}. \quad (9)$$

P_1 და P_2 სიდიდეები გამოსახება ფარდობებით

$$P_1 = \frac{\gamma_1 - \sigma}{2(c^2 - V_0^2)}, \quad P_2 = \frac{\gamma_1 + \sigma}{-(c^2 - V_0^2)}, \quad (10)$$

სადაც

$$c^2 = g \frac{\omega_0}{B_0} > V_0^2, \quad \gamma_1 = \gamma + \varepsilon,$$

და

$$\sigma = \sqrt{\frac{M}{2} + \sqrt{\frac{M^2}{4} + 4k^2(V_0\gamma_1 + c_1^2\beta_1)^2}} > 0.$$

გარდა ამისა, ამ ფორმულებში გამოყენებულია აღნიშვნები:

$$\beta_1 = \beta + \alpha, \quad c_1^2 = c^2 - V_0^2, \quad M = \sigma^2 - \frac{4k^2}{\sigma^2} (V_0\gamma_1 + c_1^2\beta_1)^2.$$

თუ $\varepsilon=0$ და $\alpha=0$, მაშინ მნიშვნელობები $P_1 = P_1^0$ და $P_2 = P_2^0$ შეესაბამება თვითმარეგულირებელ სადერევაციო არხს (ე. ი. არხს, რომელსაც არა აქვს გვერდითი წყალსაში-წყალსადები).

ვინაიდან $P_2 > 0$ და P -ს ეს მნიშვნელობა ასახავს უკუტალღას, რომელიც ვრცელდება დინების საწინააღმდეგოდ ($-S$), ამიტომ P_2 -ს ზემოთ მოყვანილი გამოსახულებიდან ადვილი შესამჩნევია, რომ გვერდითი წყალსაშვის არსებობა საგრძნობლად ზრდის მილევალობის დეკრემენტის სიდიდეს $e^{-P_2(S)}$ თვითმარეგულირებელ არხში ტალღური მოძრაობის მილევალობის დეკრემენტთან $e^{-P_2^0(S)}$ შედარებით. $\left(P_2 > P_2^0 \text{ სიდიდით } \frac{\varepsilon}{2(c^2 - V_0^2)} \right)$.

დინების მიმართულებით გავრცელებული ტალღებისათვის ($+S$) მილევალობის პირობა განისაზღვრება შემდეგი ფარდობით $P_1 < 0$, ან კიდევ

$$\sigma > \gamma_1, \quad (11)$$

ამასთანავე მილევალობის დეკრემენტი უდრის $e^{-P_1(S)}$.

გამოსახლება (11) გვერდითი წყალსაშიანი არათვითმარეგულირებელი არხის შემთხვევისათვის მიიღებს ასეთ სახეს:

$$2V_0\gamma_1\beta_1 + c_1^2\beta_1^2 > \gamma_1^2. \quad (12)$$

აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ როდესაც $\gamma_1 = \gamma$ და $\beta_1 = \beta$ (ე. ი. $\varepsilon=0$ და $\alpha_1=0$), ეს პირობა გარდაიქმნება თვითმარეგულირებელი არხის შესაბამის პირობად [3]

$$2V_0\gamma\beta + c_1^2\beta_1^2 > \gamma^2. \quad (13)$$

შესაძლებელია ვაჩვენოთ, რომ $(P_1) > (P_1^0)$; მაშასადამე, პირდაპირი ტალღისათვისაც მიღვეადობის დეკრემენტი არათვითმარეგულირებელ სადერივაციო არხში გაცილებით აღემატება მიღვეადობის დეკრემენტს თვითმარეგულირებელ არხში.

პირობა $(P_1) > (P_1^0)$ ტოლფასია შემდეგი პირობისა:

$$2V_0(\gamma + \varepsilon)(\beta + \alpha) + (c^2 - V_0^2)(\beta + \alpha)^2 > (\gamma + \varepsilon)^2. \quad (14)$$

მაგრამ პირობა $\sigma_0 > \gamma_0$, რომელიც შეესაბამება თვითმარეგულირებელ სადერივაციო არხებს, როგორც ცნობილია, ყოველთვის სრულდება, თუ $Fr_0 < 1$ და

$$\frac{1}{Fr_0} > \left(\frac{\omega_0 \lambda_0}{2B_0 H_0} \right)^2 - \frac{\omega_0 \lambda_0}{2B_0 H_0} + 1. \quad (15)$$

მაშინ (14) გამოსახულების ნაცვლად შეიძლება დაიწეროს

$$2V_0(\gamma\alpha + \beta\alpha + \varepsilon\alpha) + (2\alpha\beta + \alpha^2)(c^2 - V_0^2) - 2\gamma\varepsilon - \varepsilon^2 > 0, \quad (16)$$

რაც ყოველთვის სრულდება ნაკადებისათვის წყნარ მდგომარეობაში.

ამგვარად, $(P_1) > (P_1^0)$; მაშასადამე, პირდაპირი ტალღაც საგრძნობლად უფრო ჩქარა მიიღვეა არათვითმარეგულირებელ არხში, ვიდრე თვითმარეგულირებელი.

ჩატარებული ანალიზი თვალნათლივ გვიჩვენებს, რომ გვერდითი წყალსაში ახდენს მეტად მნიშვნელოვან მასტაბილიზებელ ეფექტს ტალღურ მოძრაობაზე სადერივაციო არხში; მისი საშუალებით წარმოებს წარმოქმნილი მღელვარების საკმაოდ სწრაფი ჩაქრობა.

არათვითმარეგულირებელი არხების გვერდითი წყალსაშვებ-წყალსაგდებების აღნიშნული შემნელებლის როლი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ჰიდროსადგურის ტურბინების რეგულატორთა მუშაობის მდგრადობის თვალსაზრისით და ამიტომ ეს გარემოება უეჭველად უნდა იქნეს მიღებული მხედველობაში სადერივაციო არხების დაგეგმარებისას.

3. არათვითმარეგულირებელი სადერივაციო არხების გვერდითი წყალსაშვებ-წყალსაგდებების ჰიდრაულიკური ანგარიშის შესახებ მოძრაობის სტაციონარულ რეჟიმზე

მოძრაობის სტაციონარულ რეჟიმზე ანგარიშის ძირითად ამოცანებს წარმოადგენენ: გვერდითი წყალსაშვის მიერ გატარებული ხარჯის განსაზღვრა, როდესაც მოცემული გვაქვს წიბოს სიგრძე ან კიდევ ამ სიგრძის განსაზღვრა მოცემული ხარჯის შემთხვევაში.

ამ ამოცანების გადასაწყვეტად საჭიროა ამოიხსნას შემდეგი განტოლება:

$$dQ = \varepsilon m \sqrt{2g} \lambda^{3/2} dl. \quad (17)$$

ამ უკანასკნელის ზუსტი ინტეგრება შესაძლებელია, თუ ცნობილია დამოკიდებულება $z=f(l)$.

ამ დამოკიდებულების მიღება კი შეიძლება შემდეგი გზით.

განტოლება (7) სტაციონარული მოძრაობისათვის გამოისახება ასეთნაირად:

$$-c_1^2 \frac{\partial^2 z}{\partial s^2} + \gamma_1 \frac{\partial z}{\partial s} = 0. \quad (18)$$

ამ განტოლების ორჯერადი ინტეგრირება და ინტეგრირების მუდმივების განსაზღვრა სასაზღვრო პირობებიდან, გვერდითი წყალსაშვის საწყისსა და ბოლო კვეთებში, საშუალებას გვაძლევს მივიღოთ საძიებელი კავშირი $z=f(l)$. ამ კავშირის გამოყენებით კი შესაძლებელია მივიღოთ გვერდითი წყალსაშვის ხარჯისათვის შემდეგი თეორიული დამოკიდებულება:

$$Q_{\text{ბ.წ.}} = \varepsilon m \sqrt{2g} \frac{a_1}{z} \left\{ z_2^{3/2} - z_1^{3/2} + 2a_2 (\sqrt{z_2} - \sqrt{z_1}) + a_2^{3/2} \ln \left[\frac{\sqrt{z_2} - \sqrt{a_2}}{\sqrt{z_2} + \sqrt{a_2}} \cdot \frac{\sqrt{z_1} + \sqrt{a_2}}{\sqrt{z_1} - \sqrt{a_2}} \right] \right\}, \quad (19)$$

სადაც

$$a_2 = \frac{z_2 - z_1 e^{2l}}{1 - e^{2l}}, \quad a_1 = z_1 - \frac{z_2 - z_1 e^{2l}}{1 - e^{2l}}, \quad z = \frac{\gamma_1}{c_1^2}.$$

ამის გარდა, გვერდითი წყალსაშვის სიგრძის დასადგენად შესაძლებელია ავირჩიოთ პრაქტიკული თვალსაზრისით უფრო მოხერხებული შემდეგი გზა.

თუ გამოვიყენებთ თეორემას გასაშუალების შესახებ (17), განტოლების ინტეგრალს ასეთი სახე ექნება:

$$Q_{\text{ბ.წ.}} = \varepsilon m \sqrt{2g} (z^{3/2})_{\text{ს.შ.}} l. \quad (20)$$

ა. კუ რ გ ა ნ ო ვ ი ს გამოკვლევების თანახმად ფორმულა (20) ცდებთან შედარებისას საკმაოდ კარგ შედეგებს იძლევა იმ შემთხვევაში, როდესაც გვერდითი კუმშვის კოეფიციენტი ε შემდეგი ფორმულით განისაზღვრება:

$$\varepsilon = 1 - \frac{V_1^2}{gl}. \quad (21)$$

ამ დამოკიდებულების მხედველობაში მიღებით (20) განტოლებიდან შეიძლება მივიღოთ შემდეგი საანგარიშო ფორმულა გვერდითი წყალსაშვის სიგრძის განსაზღვრავად:

$$l = \frac{2Q_{\text{ბ.წ.}}}{mV \sqrt{2g} (z_1^{3/2} + z_2^{3/2})} + \frac{Q_1^2}{2g\omega_1^2}. \quad (22)$$

აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ხარჯის კოეფიციენტი m ამ გამოსახულებაში აღებული უნდა იქნეს ისე, როგორც ნორმალური წყალსაშვისათვის.

$(z^{3/2})_{\text{ს.შ.}} = 0,5 (z_1^{3/2} + z_2^{3/2})$ გამოსახულებაში z_2 -ს მნიშვნელობა საერთოდ ცნობილია (იგი ინიშნება), ხოლო რაც შეეხება z_1 სიდიდეს, მისი განსაზღვრა

შეიძლება ან (2) განტოლების ინტეგრირების საფუძველზე მიღებული თეორიული დამოკიდებულების საშუალებით [4], ან კიდევ ა. კურგანოვის ემპირიული დამოკიდებულების მიხედვით [5]

$$\zeta_1 = \zeta_2 - \frac{Q_1^2 - Q_2^2}{2g\omega_2^2} \quad (23)$$

ბოლოს შევნიშნოთ, რომ არათვითმარეგულირებელი სადერივაციო არხების დაგეგმარებისას, განსაკუთრებით იმ შემთხვევებში, როდესაც დერივაციის ტრასაზე გვხვდება ნაგებობები, რომლებიც მკვეთრად განსაზღვრავენ დონის აწევის შესაძლებლობას საანგარიშოზე მაღლა (უდაწნეო გვირაბი, ხიდური გადასასვლელები და სხვა), აგრეთვე სხვა შემთხვევებშიაც, აუცილებელ საჭიროებას წარმოადგენს განისაზღვროს წყლის დონის მაქსიმალურად შესაძლებელი აწევის სიდიდე არხში სადგურის უეცარი (ავარიული) განტვირთვის დროს.

ეს ამოცანა ჩვენ გადავწყვეტეთ წინა შრომაში [6].

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

(რედაქციას მოუვიდა 16.10.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Т. Г. Войнич-Сяноженцкий. Уравнение турбулентного течения водного потока с переменным расходом вдоль пути и их решения. Известия ТНИСГЭИ, т. 12, Тбилиси, 1959.
2. В. М. Маккавеев и И. М. Коновалов. Гидравлика, Л.—М., 1940.
3. М. Д. Чертоусов. Специальный курс гидравлики. Л.—М., 1957.
4. Г. А. Петров. Движение жидкости с изменением расхода вдоль пути. Л.—М. 1951.
5. А. М. Курганов. Расчет бокового водослива. Научно-технический информационный бюллетень № 2, Гидротехника, Л., 1939.
6. Т. Г. Войнич-Сяноженцкий и Т. А. Алавидзе. К определению максимальных отметок уровня воды в несаморегулирующих деривационных каналах при внезапном сбросе нагрузки ГЭС. Сообщения АН ГССР, том XXI, № 4, 1958.



ლ. გოგიჩაიშვილი

გარე კახეთის ტყის მცენარეულობის ისტორიისათვის ჰოლოცენში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. კეცხოველმა 14.7.1961)

როგორც ცნობილია, კახეთის, კერძოდ, გარე კახეთის, ტყეები წარმოადგენს ფართოფოთლოვანი ტყის ძლიერ გაღარიბებულ რელიქტს, რომელსაც ნ. კუზნეცოვი [1] გენეტიკურად უკავშირებდა კოლხეთისა და თალიშის უძველეს მესამეულ ფლორას. ამ მხრივ ცალკეული რაიონების ფართოფოთლოვანი ტყეების ფლორისტიკული შედგენილობა და ტიპოლოგიური აგებულება კარგადაა ნაჩვენები შემდგომ გამოქვეყნებულ მრავალ ბოტანიკურ-გეოგრაფიულ შრომაში. კერძოდ, დადგენილ იქნა, რომ გარე კახეთის ტყეები ალაზნის ველის ტყეებთან შედარებით საგრძნობლად გაღარიბებულ ტიპს წარმოადგენს, რომლის შედგენილობაში დღეს აღარ გვხვდება შიდა კახეთისათვის დამახასიათებელ ხე-მცენარეთა ისეთი ჯიშები, როგორიცაა ბოყვი (*Acer insigne*), ლაფანი (*Pterocarya pterocarpa*) და სხვა.

განსაკუთრებით საინტერესოა დაბლობის ტყეები, რომლებიც აქა-იქ ჯერ კიდევ გვხვდება მდინარეების ვასწვრივ. სწორედ დაბლობისა და მთის ქვედა კალთების აღნიშნულმა ტყეებმა ყველაზე მეტად განიცადა ადამიანის ზეგავლენა, რაც დამაჯერებლად გვიჩვენა ნ. კეცხოველმა თავის გამოკვლევაში [2].

ამჟამად დიდ უმეტეს ფართობზე ტყეები მთლიანად გაჩეხილ-განადგურებულია. ასეთ სურათს ვხედავთ იერის დაბლობში სტეპებსა და ნახევარუდაბნოში გადასვლის ზონამდე, სადაც ჭალის ტყეები შენარჩუნებულია ნხოლოდ მცირე ფრაგმენტების სახით, ხოლო მთელი დაბლობი, ოდესღაც მუხნარებითა და შერეული ტყეებით დაფარული, მთლიანად გაშიშვლებულია.

მტკრის მარცვლისა და სპორების ანალიზების მეთოდს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება დაბლობისა და მთებისწინა სარტყლის ტყის მცენარეულობის ისტორიის აღდგენისათვის.

არსებულ ბოტანიკურ-გეოგრაფიულ და ისტორიულ მონაცემებთან ერთად ამ მეთოდის გამოყენება მტკიცე ფაქტობრივ ნიადაგს შექმნის ტყის მცენარეულობის ისტორიის ცალკეული ეტაპების პალეობოტანიკური რეკონსტრუქციისათვის.

დასავლეთ საქართველოსაგან განსხვავებით, აღმოსავლეთ საქართველოში ტორფიანები სრულებით არ გვხვდება და ამიტომ კვლევის ამ მიმართულებით გაშლისათვის ფართოდ უნდა იყოს გამოყენებული ტბიური დანალექები, რაც გვხვდება მდინარეთა დათარიღებულ ძველ ტერასებზე. ასეთი დანალექე-

ბია გარე კახეთში კახეთის ქედის სამხრეთით მდ. ივრის შუა დაბლობებზე საგარეჯოს რაიონში.

გეომორფოლოგიური გამოკვლევების მონაცემებით [3], მდინარე ივრის დაბლობში უძველეს ხვალისურ ტერასაზე იქმნება რამდენიმე შეკრული ტაფობი.

წინამდებარე ნაშრომში მოყვანილი მასალა აღებულია ნასადგომარის ტაფობიდან, რომლის სიმაღლე ზღვის დონიდან 410 მ-ია, ხოლო მდინარის თანამდებარე კალაპოტიდან 25—30 მ. კახეთის ქედის სამხრეთი ფერდობების გასწვრივ ტბიურ დანალექებს მეტ-ნაკლებად ფარავს ვაკის მიმართულებით გაშლილი დელუვიის დამრეცი შლიეფები. ტაფობი ოდნავ ჩაღრმავებულია და ესაზღვრება შემადლებულ ბორცვებს, დაქანებულს რიყნარით ამოვსებული მდინარე ივრის თანამდებარე კალაპოტისაკენ.

ზედაპირული დანალექების ხასიათის მიხედვით ხვალისური დროის მაღალი ტერასა, რომელიც გამოიშვავებულია კახეთის ქედის შემქმნელ ბაზალტური კონგლომერატების კალთებზე, რიგი ტბებით დაიფარა, რასაც ხელს უწყობდა გრუნტის წყლების დაგუბება. სადრენაჟო სამუშაოების ჩატარებამდე ნასადგომარი წარმოადგენდა ძლიერ დაჭაობებულ სივრცეს, რომელზედაც ჯერ კიდევ იყო ძველად არსებული ტბების ნარჩენები. ჭაობის მცენარეულობა აქ დღესაც არის განვითარებული და წარმოდგენილია *Phragmites communis*, *Thypha latifolia*, *Juncus effusus*, *Iris sibirica*, *Scirpus silvaticus* და სხვა. ტბიური დანალექები ზოგან დაფარულია ტორფით, რომლის სისქე აქა-იქ 1 მეტრს აღწევს. ამ ტორფის ხასიათი მივეითითებს, რომ ბალახოვან ჭაობებთან ერთად აქ გავრცელებული იყო ტყის ჭაობებიც *Alnus*-ით. შედარებით ამაღლებულ ადგილებში შერჩენილია ბუჩქნარები *Crataegus Kyrstostyla*, *Ligustrum vulgare*, *Pyracanta coccinea*, *Tamarix ramosissima*, *Sambucus nigra* და სხვათა მონაწილეობით, ზოგან ბუჩქები გადახლართულია ეკალათი (*Smilax excelsa*).

ტაფობისაკენ მიმართული კახეთის ქედის სამხრეთი ფერდობები დაფარულია ფართოფოთლოვანი ტყეებით, რომლებიც ქვედა სარტყელში გაჩენილია, ხოლო შედარებით მაღლა შერჩენილია მათი დაჯავული დერივატები ჯაგრციხლის, მუხის (*Q. iberica*) და რციხლის მონაწილეობით. უფრო მაღალ სარტყელში, 700—800 მ ზევით, გვხვდება აგრეთვე წიფელი (*Fagus orientalis*), რომელიც კიდევ უფრო მაღლა, მთის თხემის გასწვრივ, 1500 მ-ის სიმაღლეზე ზღვის დონიდან ცელის მუხას.

აღმოსავლეთ საქართველოს სხვა რაიონებისაგან განსხვავებით, კახეთის ქედზე ფართოფოთლოვანი ტყის სარტყელში გავრცელებულია ფიჭვნარი. მისი ცალკეული კორონები გვხვდება გაშიშვლებულ კონგლომერატებზე 800 მ სიმაღლემდე. ფიჭვნარის ერთი ასეთი კორონი გვხვდება ნასადგომარის მახლობლად მდებარე კახეთის ქედის ფერდობზე და ლიტერატურაში ცნობილია [4], მარიაშვილის ფიჭვნარის სახელით.

მდინარე ივრის კალაპოტის გასწვრივ გვხვდება ჭალის ტყის ნარჩენები შემდეგი დამახასიათებელი ელემენტებით: *Populus hybrida*, *Alnus barbata*,

Salix australior; შედარებით მშრალ ადგილებში მათთან შერეულია აგრეთვე მუხა—*Quercus longipes*.

აღწერილ ტაფობზე ჩვენ მიერ გაზურდილი შურფის სიღრმე 6,45 მეტრს აღწევს. ამასთან ზედა 40 სმ წარმოდგენილია მერქნიან-ბალახოვანი ძლიერ გამკვრივებული ტორფით, შემდეგი 40 სმ ტორფიანი საპროპელის გარდამავალი ფენაა, ჭრილის დანარჩენი ჰორიზონტები კი შევსებულია ღია ნაცრისფერი საპროპელის ტიპის მძიმე თიხნარებით.

კვლევა შესრულებულია საქართველოს მეცნ. აკადემიის ბოტანიკის ინსტიტუტის მტერის მარცვლისა და სპორების ანალიზების ლაბორატორიის გამგის ი. თუმაჯანოვის საერთო ხელმძღვანელობით.

აქვე მოგვყავს დიაგრამა, რომლის პირობითი აღნიშვნები ასეთია: 1—მერქნიან ჯიშთა მტერის საერთო რაოდენობა, 2—ბალახოვან მცენარეთა მტერის საერთო რაოდენობა, 3—სპორების საერთო რაოდენობა, 4—*Alnus*, 5—*Pinus*, 6—ფართოფოთლოვან ჯიშთა კომპლექსის მტერის ჯამი (*Quercus*, *Ulmus*, *Tilia*, *Acer*), 7—*Fagus*, 8—*Juglans*.

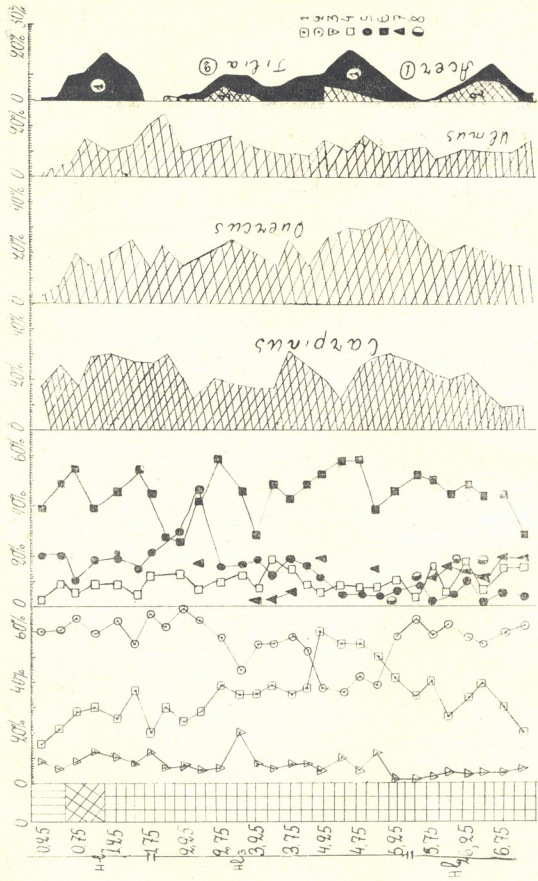
ბალახოვანთა და ხე-მცენარეთა მტერის მარცვლის შედარებისას მოცემულ დიაგრამაში გამოიყოფა ჭრილის შუა ნაწილი (4—5 მეტრი), სადაც ხე-მცენარეთა მტვერი საგრძნობლად სჭარბობს ბალახოვანთა მტვერს. რაც შეეხება ჭრილის ქვედა და ზედა ნაწილს, აქ მკვეთრად სჭარბობს ბალახოვანთა მტვერი, რომლის რაოდენობა ზოგან 70%-მდე აღწევს. სპორების შემცველობა მთელ ჭრილში უმნიშვნელოა. აღსანიშნავია, რომ ხავსების სპორები გვხვდება მხოლოდ ჭრილის ზედა ნაწილში, ხოლო გვიმრანაირთა სპორები ფიქსირებულია მთელ სისქეში. შუა ნაწილში ხე-მცენარეთა მტერის მარცვლის სიჭარბესთან ერთად გვიმრანაირთა სპორების რაოდენობა 86%-მდე აღის.

ხე-მცენარეთა მტერის მარცვლის შედგენილობა მრავალფეროვნებით გამოირჩევა. ასეთსავე სურათს ვხვდებით კავკასიის სხვა რაიონებისთვის მტერის მარცვლის ანალიზების დიაგრამებში. ჩვენ მიერ აღნიშნულია 14 ჯიშის ხისა და ბუჩქის მტერის მარცვალი.

წიწვოვანთაგან მთელი ჭრილის სისქეზე გვხვდება მხოლოდ ფიჭვის მტვერი. ზედა ნაწილში ფიჭვის მტერის მარცვლის რაოდენობა ამჟღავნებს ტენდენციას მომატებისაკენ. 2—მეტრიანი სისქის სპექტრებში მისი რაოდენობა 4%-ს აღწევს.

ფიქსირებულია აგრეთვე მურყნის მტერის მარცვლები, თუმცა მათი პროცენტული შედგენილობა 15%-ს არ აღემატება. შედარებით ასეთივე მცირე რაოდენობით გვხვდება ტირიფის მტვერიც.

განსაკუთრებით საინტერესოა ფართოფოთლოვანი კომპლექსის მტერის მარცვლის შედგენილობა, რომლებიც წარმოდგენილია მუხით, რცხილით, ჯაგრცხილით, ცაცხვით, ნეკერჩხლით, თელითა და წიფლით. ამ კომპლექსის პროცენტული ჯამი ხე-მცენარეთა მტერის მარცვლის საერთო რაოდენობიდან 90%-ს აღწევს. ჩვენს განაკვეთში ძირითადად ფიქსირებულია ჯაგრცხილის მტერის მარცვალი, განსაკუთრებით მეტია იგი ჭრილის ზედა ნაწილში, სადაც რცხილის მარცვალი ნაკლებად გვხვდება.



შედარებით შუარია მუხის მტვრის მარცვლის მონაწილეობა. იგი თითქმის თანაბრადაა განაწილებული ჭრილის მთელ სისქეზე. მხოლოდ სულ ზედა ნაწილში, 50 სანტიმეტრის სისქის ტორფში, ხე-მცენარეთა მტვრის მარცვლის რაოდენობა მკვეთრად მცირდება. ასევე თანაზომიერად არის გავრცელებული თელის მტვრის მარცვალი, რომლის რაოდენობა ოდნავ მატულობს 2,75 სმ-ის ზევით.

ყველგან გვხვდება საშუალოდ 8—10%-ის ფარგლებში თხილის (*Corylus*) მტვერი. გამოჩნდის 5, 50—4,75 სმ და 1,75—0,75 სმ-ის სექტორები, სადაც თხილის მტვრის მარცვალი 20—25%-ს აღწევს. უმნიშვნელო რაოდენობებითა და ინტერვალებით გვხვდება ცაცხვისა და ნეკერჩხლის მტვრის მარცვალი და ბოლოს აღსანიშნავია წიფლის მტვრის მარცვალი, რომელიც არ არის დამახასიათებელი აღნიშნული ჭრილისათვის და მხოლოდ მის ქვედა ნაწილში გვხვდება მცირე რაოდენობით.

ძლიერ მრავალფეროვანია ბალახოვანთა მტვრის მარცვლის შედგენილობა, შედარებით მაღალი პროცენტული შემცველობითა და მთელ ჭრილში მონაწილეობით გამოირჩევა *Chenopodiaceae*, *Compositae*, ასევე სხვა ორლებნიანები (*Umbelliferae*, *Caryophyllaceae*), ხოლო ერთლებნიანები (*Gramineae*, *Cyperaceae*) თუმცა გვხვდება ჭრილის მთელ სისქეზე, პროცენტული შედგენილობით ორლებნიანებზე გაცილებით უფრო ნაკლებია.

ცნობილია, რომ კავკასიის მტვრის მარცვლის დიაგრამების დათარიღება დაკავშირებულია რიგ სიძნელებთან, რადგან ხდება პირობითი დაპირისპირება ცალკეული ჰორიზონტებისა, რომლებიც, მართალია, დაშორებული პუნქტებიდანაა, მაგრამ ერთსა და იმავე ვერტიკალურ სარტყელს ეკუთვნის.

ჩვენ მიერ მოყვანილ დათარიღებას საფუძვლად დაედო, ერთი მხრივ, ხე-მცენარეთა და ბალახოვანთა მტვრის მარცვლის შეფარდება, რაც გვიჩვენებს ჭრილის შუა ნაწილში ხე-მცენარეთა მტვრის მარცვლის სიჭარბეს, მეორე მხრივ კი—ამავე ჯიშების მარცვლის პროცენტის მკვეთრი დაცემა ზედა ნაწილში, რაც უთუოდ დაკავშირებული უნდა იყოს კულტურულ პერიოდში ტყეების გაჩეხვასთან. ამრიგად, შუა დიდი ნაწილი, მძიმე თიხნარებით 5,50 სმ-დან 1,75 სმ-მდე, შეიძლება მივაკუთვნოთ შუა ჰოლოცენს, დანალექის ქვედა ფენები—გვიან ჰოლოცენს და ბოლოს—დაწყებული ტორფიანი სპაროპელის გარდამავალი ჰორიზონტიდან 1,75 სმ-ს ზევით—ადრეულ ჰოლოცენს.

აღსანიშნავია, რომ მტვრის მარცვლის დიაგრამების მიხედვით ტყის ქვედა სარტყლისათვის მაქსიმალური გატყვევება ახსიათებს კავკასიის ყველა რაიონს შუა ჰოლოცენში. ჩრდილო კავკასიის ტარსის ჭაობის დიაგრამის ასეთი თავისებურება ი. თუ მაჯანოვს [5] ადგილობრივ მოვლენად მიიჩნია, რომელიც დაკავშირებულია დაჭობებული დაბლობების მაქსიმალურ გატყვევებასთან, რაც გაპირობებულია ამ დროის მშრალი კლიმატით.

მტვრის მარცვლის შესწავლა საშუალებას იძლევა გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნები გარე კახეთის დაბლობი ტყის მცენარეულობის ისტორიის შესახებ ჰოლოცენის მანძილზე.

პირველ რიგში უნდა აღინიშნოს კახეთის ქედის მთებისწინა სარტყლის და მდინარე ივრის დაბლობის ტყეების შედგენილობის სტაბილურობა იმ დროის მანძილზე, რომელიც ფიქსირებულია მტვრის მარცვლის სპექტრებში. ამ დროის განმავლობაში აქ ძირითად ვაბატონებულ ფორმაციად რჩებოდა შერეული ჰემიქსეროფიტული ტიპის ფართოფოთლოვანი ტყე: მუხის, თელის, რცხილის (ჯაგრცხილით) და სხვათა ბატონობით. ეს დასკვნა სასვეებით ეთანხმება ვ. დოკტუროვის [6] და მ. ნეიშტადტის [7] დასკვნებს ჰოლოცენის მანძილზე დასავლეთ საქართველოს დაბლობისა და მთებისწინა ტყეების სტაბილურობის შესახებ. იგივეა აღნიშნული მ. ნეიშტადტისა [8] და ი. თუმაჯანოვის [5] მიერ ცენტრალური კავკასიონის ჩრდილო-ფერდობების მთებისწინა კალთების ტყეებისათვის.

ამრიგად, მთელი ჰოლოცენის მანძილზე კავკასიისა და განსაკუთრებით აზიურკავკასიის მთებისქვედა და მთებისწინა სარტყლების ტყეები მცირე ცვლილებებს განიცდიდა. ეს გამოიხატებოდა ჯიშთა შეფარდების მერყეობით, რაც მიმდინარეობს სხვადასხვაგვარად, ცალკეული ტერიტორიების თავისებურებასთან დაკავშირებით.

ამ მხრივ ნასადგომარისთვის აღსანიშნავია პერიოდი, რომელსაც შუა ჰოლოცენს ვაკუთვნიებთ. ამ პერიოდში შერეული ფართოფოთლოვანი ტყეები მთლიანად ფარავდა კახეთის ქედს და უშუალოდ გადიოდა შერეულ ტყეებში მდ. ივრის გასწვრივ მდებარე მაღალ ხვალისურ ტერასებზე. აღნიშნულ ტაფობზე ნარჩენი ტბების ირგვლივ დაქაობებული სივრცეები უტყეო იყო. ქაობებსა და ტბებში ხდებოდა საპროპელის დაღეჟვა. მდ. ივრის კალაპოტის გაღრმავებასთან დაკავშირებით ტბები და ქაობები დრენირებას განიცდიდა.

დაბალ ტერასებზე, რომლებიც პერიოდულად იფარებოდა წყლით, განვითარებული იყო ჭალის ტიპის ტყე ვერხვით (*Populus hybrida*) მუხით (*Q. longipes*) და სხვა. ცალკეული ხეები გადარჩა გაჩეხვას და დღემდე შემონახული.

როგორც აღნიშნეთ, აღმოსავლეთ საქართველოს ჭალის ტყეების წარსულს სპეციალური გამოკვლევა მიუძღვნა ნ. კეცხოველმა [2]. მან ბოტანიკურ-გეოგრაფიულ და ისტორიულ მონაცემებზე დაყრდნობით ცხადყო, რომ ჭალის ტყეები მნიშვნელოვან მასივებს ქმნიდა მდ. მტკვრისა და მისი შენაკადების, მდ. ივრის, ალაზნის და სხვათა ხეობებში. ავტორის მონაცემებით, ეს ტყეები XIX საუკუნემდე შედარებით კარგ მდგომარეობაში იყო, შემდგომ კი სრულიად განადგურდა. ჩვენი დიაგრამის მტვრის მარცვლის სპექტრი შესაძლებელია გამოვიყენოთ როგორც დამატებითი არგუმენტი იმის დასადასტურებლად, რომ ჰოლოცენის მანძილზე მდ. ივრის დაბლობი დაფარული იყო ტყით. მხოლოდ ტორფის ზედა ფენიდან აღებულ სინჯებში მტვრის მარცვლის შედგენილობა და შემცველობა მთლიანად ასახავს მოცემული ტერიტორიის სიმიშვლეს.

საყურადღებოა აღინიშნოს, რომ ზედაპირულ სპექტრში ხე-მცენარეთა მტვერი ძირითადად წარმოდგენილია *Carpinus*-ით, რაც უთუოდ უკავშირდება ჯაგრცხილის ფართო გავრცელებას კახეთის ქედის ოდესღაც მუხნარით დაფარულ ფერდობებზე.

კახეთის ქედის შედარებით მაღალ საოტყელში ამავე დროის განმავლობაში, როგორც ეს ნაჩვენებია აქვთ ი. თუმაჯანოვსა და ნ. მარგალიტაძეს [9], ადგილი ჰქონდა ტყის შედგენილობაში საგრძნობ ცვლილებებს. ჰოლოცენის მანძილზე აქ ფიჭვნარების ფართო გავრცელება წინ უსწრებდა წიფლნარებს, რომელმაც შეცვალა ფიჭვნარები მხოლოდ შუა ჰოლოცენიდან და აგრძელებენ თანამედროვე წიფლნარის სარტყლის ჩამოყალიბებას ასევე გვიანი ჰოლოცენის მანძილზე.

ჩვენი ჭრილის მტვრის მარცვლის ქვედა და შუა სექტორებში აღმოჩენილია კაკლის *Juglans regia*-ს მტვრის მარცვალი, რომლის რაოდენობა ზოგ სინჯში 12—20% -ს აღწევს ხე-მცენარეთა საერთო რაოდენობიდან.

აღნიშნული გარემოება ასაბუთებს იმას, რომ კაკალი ჯერ კიდევ კულტურამდელ პერიოდში მონაწილეობდა მდ. ივრის დაბლობზე გავრცელებულ ქალის ტყეებში.

ჩვენ მიერ მოყვანილი მასალა წარმოადგენს ამ ჯიშის აბორიგენობის პირველ დოკუმენტურ დადასტურებას საქართველოს და მთელი კავკასიის დაბლობის ტყეებისათვის. ამ საკითხზე ბოტანიკოსებს შორის არ იყო ერთიანი აზრი. ავტორების უმეტესობა კაკალს თვლიდა გავრცელებულ ჯიშად, რამაც ნახა გამოსახულება ა. გროსჰეიმის (10) 1949 წ. გამოცემულ მცენარეთა სარკვევში.

Juglans regia-ს მაკრონარჩენები ცნობილია მესამეული პერიოდისათვის სხვადასხვა ბუნქტებიდან. კერძოდ: ქიმერი—მეორე ათარადან, პლიოცენი—კისათიბიდან, აქჩაგილი—სამხრეთ კახეთიდან მდ. ივრის დაბლობზე და აქვე აფშრონისათვის შირაქიდან [11].

ბოტანიკოსებიდან ნ. კეცხოველი [2] აღნიშნავს კაკლისა და თხილის დიდ მონაწილეობას კახეთის ქვედა და შუა სარტყლის ტყეებში. მანვე აჩვენა ალაგ-ალაგ ბუნებრივი ნარგავების არსებობა. ი. ბერიაშვილის ახლახან გამოქვეყნებულ შრომაში [12] აღწერილია კაკლის ბუნებრივი კორომი, ფართობით 40 ჰა, მდ. ალაზნის ხეობაში შირაქის ველის ახლოს.

დღემდე არ არსებობდა ფაქტობრივი დასაბუთება კავშირისა, რომელიც არსებობს აღმოსავლეთ საქართველოში პლიოცენში ნახულ კაკალსა და თანამედროვე ტყეში გავრცელებულ კაკალს შორის. ჩვენი გამოკვლევების შედეგები ასაბუთებს რა კაკლის მონაწილეობას გვიან და შუა პლიოცენში მდ. ივრის დაბლობზე, ავსებს აღნიშნულ ხარვეზს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ბოტანიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მიუვია 14.7.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. И. Кузнецов. Принципы деления Кавказа на ботанико-географические провинции. Изд. Академии наук, 1939.
2. ნ. კეცხოველი. აღმოსავლეთ საქართველოს ქალის ტყეები და მათი აღდგენის საკითხი. საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის შრომები, XVIII, 1947.

3. დ. შერეთელი. გარე კახეთის ზეგანის რელიეფი და მეოთხეული ნალექები. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ვახუშტის სახელობის გეოგრაფიის ინსტიტუტის ხელნაწერთა ფონდი. 1954.
4. В. З. Гулисашвили. Заповедник мариаджварской сосны. Заповедники и памятники ГССР, 1, 1939.
5. И. И. Тумаджанов. К постплиоценовой истории лесной растительности Северного Кавказа. Труды Тбилисского ботанического института, т. XVII, 1955.
6. В. С. Докторовский. Материалы по изучению торфяников Закавказья. Почвоведение, № 2, 1936.
7. М. И. Нейштадт. История лесов и палеогеография СССР в голоцене. Издв-во АН СССР. 1957.
8. М. И. Нейштадт. К истории лесов северного склона Большого Кавказа в голоцене. ДАН СССР, т. 102, № 3, 1955.
9. ი. თუმაჯანოვი, ნ. მარგალიტაძე. საქართველოსა და კახეთის ქედების ტყის მცენარეულობის ისტორიისათვის პოლოცენში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, ტ. XXVII, № 4, 1961.
10. А. А. Гроссгейм. Определитель растений Кавказа. 1949.
11. А. А. Колаковский. Ископаемая дендрофлора Кавказа. Труды Тбилисского ботанического института, т. XVII, 1955.
12. ი. ბერიაშვილი. კაკლის (*fuglans regia, L.*) ბუნებრივი კორომი აღმოსავლეთ საქართველოში. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სატყეო ინსტიტუტის შრომები, ტ. XI, 1960.

მეცნიერება

ნ. ჩხენკელი

კულტურულ მცენარეთა გვალვაგამძლეობის საპრობლემისათვის

(წარნადაგინა აკადემიისმა ნ. კეცხოველმა 26.7.1961)

გვალვაგამძლეობის საკითხი, შეიძლება ითქვას, დღემდე საბოლოოდ ჩამოყალიბებული არ არის. ზოგი მკვლევარი გვალვაგამძლეობას უკავშირებს ტრანსპირაციის კოეფიციენტის სიდიდეს, ზოგი კი გვალვაგამძლე მცენარეებს გვალვისმოყვარულ მცენარეებად თვლის და სხვა.

კ. ტიმირიაზევი, ჯერ კიდევ 1891 წლის საშინელი გვალვის ერთი წლის შემდეგ, თავის ერთ-ერთ საჯარო ლექციაში [1] აღნიშნავდა, რომ „ამჟამად, როდესაც ყველას ყურადღება გამახვილებულია გვალვის საწინააღმდეგო ბრძოლის ღონისძიებათა დასადგენად, მე ვფიქრობ, ზედმეტი არ იქნება, თუ გავეცნობთ იმ საშუალებებს, რითაც თვით მცენარე ებრძვის ამ საშინელებას, რაც ყოველთვის ემუქრება მის არსებობას“.

ერთ-ერთ ძირითად ღონისძიებად მას მიანხდა ხელოვნური შერჩევით ახალი, მცირეწყალმოთხოვნი ჯიშების გამოყვანა.

1926 წელს ნ. მაქსიმოვი [2] აღნიშნავდა, რომ გვალვაგამძლე ჯიშების გამოსაყვანად ან შესარჩევად წარმოებულ სელექციურ მუშაობას წინ ელოდება რიგი ძნელად დასაძლევ წინააღმდეგობანი და ამ გარემოების ერთ-ერთ მიზეზად მიანხდა თვით გვალვაგამძლეობის ცნების გაურკვევლობა და მისი ფიზიოლოგიური საფუძვლების არასაკმარისი გაგება. განვიღო პერიოდს აკად. ნ. მაქსიმოვი შემდეგნაირად ახასიათებდა: „რუსულ ლიტერატურაში მცენარეთა ფიზიოლოგიის შესახებ, რაგინდ უცნაურად გვეჩვენოს, წყლის რეჟიმის საკითხს მცირე ადგილი აქვს დათმობილი და ამიტომ, ვფიქრობთ, მართალია ლ. ივანოვი, რომელიც მათუთითებს, რომ „რუსული აგრონომიული საზოგადოება დღემდე, ამ საკითხთან დაკავშირებით, საჭირო მასალას იღებს თითქმის მხოლოდ კ. ტიმირიაზევის ლექციიდან „მცენარეთა ბრძოლა გვალვის წინააღმდეგ“, იმ ლექციიდან, რომელიც შედგენილი იყო კ. ტიმირიაზევისათვის დამახასიათებელი გონებამახვილობით, მაგრამ უკვე მოძველებული, 30 წლის წინათ წაითხული“ [2].

აქამებს რა განვიღო პერიოდში როგორც რუსეთის, ისე უცხოეთის მეცნიერთა მუშაობას, ნ. მაქსიმოვი განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობს გვალვაგამძლეობისა და გვალვაგამძლეობის საკითხს და მიღის იმ დასკვნამდე, რომ სელექციონერები კი, რომლებიც გვალვაგამძლეობის მცენარეებად ითვლებიან, დიდი ტენიანობის პირობებში ვითარდებიან არა ნაკლებ, ვიდრე მცირეტენიანობის პირობებში. ქსეროფიტები კი, აღნიშნავდა იგი, სრულებითაც არ არიან გვალვაგამძლეობის და ნიადაგში იწვევენ მათ უკეთეს განვითარებას. ამდენად ისინი ითვლებიან არა გვალვაგამძლეობის, არამედ გვალვაგამძლე მცენარეებად. ამიტომ, ნ. მაქსიმოვის აზრით, ნიადაგში ტენიანობის მიხედვით მეზოფიტებს არც ქსეროფიტები ჩამორჩებიან. „მაგრამ საუკეთესო, აღნიშნავდა ნ. მაქსიმოვი, — რომ მოიძებნოს ნიადაგის სიმშრალის მოყვარული მცენარეები“.

ქსეროფიტების მიერ წყლის ეკონომიურად ხარჯვის თეორიაში, აკრიტიკებდა რა იოსტს, კამერლინგსა და სხვებს, ნ. მაქსიმოვი, განმარტავდა, რომ მათი შრომები საუკეთესო მაგალითია იმისა, თუ როგორ დაბნეულობამდე შეიძლება მიიყვანოს მკვლევარი ქსეროფიტების მიერ წყლის ეკონომიურად ხარჯვის დოგმატურობის დაცვის სურვილი.

იმის დასამტკიცებლად, თუ რამდენად ფესვგადგმულია მკვლევართა რწმენაში ტრანსპირაციის ინტენსივობასა და ქსეროფიტებს შორის არსებული კავშირი, მოყავდა ბეკეს მიერ ჩატარებული მუშაობის შედეგები, რომელიც „ფოთლის ფირფიტის ამართქლებელი ძალის ინდექსის“ საფუძველზე მცენარეებს ყოფს ჯგუფებად ქსეროციტიზმის ხარისხის მიხედვით. ბეკეს ამ დაჯგუფების თანახმად ფეტვი და სურნელოვანი ია აღმოჩნდნენ ერთ რიგში, ხოლო ვარდი და ნახევრად ჭაობის მცენარე *Canna indica* მოხვდნენ გარკვეულად ქსეროფიტების ჯგუფში.

გვალვაგამძლეობის საკითხის შემსწავლელ მკვლევართა მიერ განდიდებულ იქნა ტრანსპირაციის კოეფიციენტი, ე. ი. შეფარდება მცენარის მიერ დახარჯულ წყალსა და შექმნილ მშრალ ნივთიერებას შორის ბრიგსის შანცის საფუძვლიანი შრომებით, გვალვაგამძლეობისა და დახარჯული წყლის მჭიდრო კავშირის შესახებ, არსებული შეხედულება არ დადასტურდა. შემდგომმა კვლევებმა დადასტურა, რომ ტრანსპირაციის კოეფიციენტის მაჩვენებელი არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს გვალვაგამძლეობის საზომად.

„გვალვაგამძლეობის პრობლემა, — ამბობდა აკად. ნ. მაქსიმოვი, — უფრო რთული აღმოჩნდა, ვიდრე ეგონათ ამ საკითხის პირველ მკვლევარებს“ [4].

3. ზელენსკის მეტად მნიშვნელოვანი ცდებით [3] დადგინდა, რომ გვალვაგამძლეობასთან დაკავშირებით, მაღალი ტემპერატურის მოქმედებით, ბაგები სხვადასხვა სისწრაფით იხსნება. ამ მონაცემების მიხედვით, ბაგების გასახსნელად ფეტვს და სიმინდს საკმაოდ დიდი დრო სჭირდება. ამ ცდების მონაცემების საფუძველზე დაისვა საკითხი გვალვაგამძლეობის შინაგანი ფაქტორის მნიშვნელობის შესახებ.

6. მაქსიმოვი [2] იმავე რიგის საკითხებს აკუთვნებს ხანგრძლივი ჭკნობის მიმართ გამძლეობას და პროტოპლაზმის თავისებურებათა მნიშვნელობას; მცენარის რეაგირებას ნიადაგის გვალვაგამძლეობისადმი მათი ზრდა-განვითარების ცალკეული ფაზების მიხედვით.

ცნობილია და ყოველთვის უნდა გვახსოვდეს, რომ ნ. მაქსიმოვის ფორმულირების მიხედვით [2] გვალვაგამძლეობა არის გვალვის ატანის უნარი ხანგრძლივი ჭკნობის შემდეგ. მცენარესა და მოსავლიანობაზე ნაკლები ზიანის მიყენებით: ადვილად აღდგენის უნარი, რაც ყოველთვის მხედველობაში როდია მიღებული. განსაკუთრებით ეს ითქმის მოსავლიანობის მაქსიმალურად შენარჩუნების შესახებ.

ამ საკითხის შემდგომი უფრო ღრმად შესწავლის მიუხედავად, ყოველდღიურ პრაქტიკაში გვალვაგამძლეობის ერთადერთ საზომად და მცენარის წყლის რეჟიმის საკითხის გადჭრისას მეტწილად ძირითად ელემენტად ჯერ კიდევ ტრანსპირაციის კოეფიციენტი რჩება.

მეტად დამახასიათებელია ტრანსპირაციის კოეფიციენტის შესახებ აკად. ს. კოსტიჩევის [4] მოსაზრება, რომ ტრანსპირაციის კოეფიციენტი არსებითად არ წარმოადგენს მეცნიერულ ცნებას, რამდენადაც ის გამოხატავს ორი ერთეულის შეფარდებას, რომლებიც ერთიმეორესთან ფუნქციურად არ არიან დაკავშირებული. ასევე არ შეიძლება ტრანსპირაციის კოეფიციენტი საფუძვლად დაედოს გვალვაგამძლეობის განსაზღვრას, ვინაიდან გვალვაგამძლეობა მჭიდრო კავშირში არ არის აორთქლების შემცირებასთან, როგორც ეს ეგონათ წინათ.

ნ. მაქსიმოვი, განვლილი ეტაპის ანალიზის მეოხებით, თავის შრომის უკანასკნელ გამოცემაში [3] კვლავ აღნიშნავს, რომ გვალვავამძლე მცენარეები ერთ-ერთ მნიშვნელოვან თავისებურებად უნდა ჩაითვალოს ქსოვილების ძლიერი გამოშრობის ატანის უნარი, მოსავლიანობის შეუმცირებლად უმნიშვნელო შემცირებით.

გვალვავამძლეობის საკითხის ასეთი მიმართულებით შესწავლის შედეგები, სამწუხაროდ; ჯერჯერობით თითქმის არა გვაქვს (მინდვრის პირობებში ჩატარებული ცდები). ხოლო არსებული ზოგიერთი მასალა საეჭვოა. უმეტეს შემთხვევაში ცდები ტარდებოდა ლაბორატორიებში ქოთნებში (თუმანოვი და სხვა). ამასთან დაკავშირებით აკად. ნ. მაქსიმოვი სრულიად სამართლიანად აღნიშნავდა, რომ ქოთნებში ჩატარებული ცდები მთლიანად ვერ შეცვლის ან ვერ ასახავს მინდვრის პირობებში ჩატარებულ რთულ ცდებს [2]. დიდი უმეტესობა მკვლევრებისა აღნიშნავს სიმინდისა და ფეტვის გვალვავამძლეობის დიდ უნარს. განსაკუთრებით ეს ითქმის ფეტვის მიმართ. ასეთსავე გვალვავამძლე კულტურად მიჩნეული აქვთ (ჩუმბიზა) ლომი [5].

ვფიქრობთ, რომ ასეთ დასკვნამდე მიღიან ძირითადად ამ კულტურის ტრანსპირაციის მცირე კოეფიციენტის ზეგავლენით.

გამომდინარე ნ. მაქსიმოვის დებულებიდან, გვალვავამძლეობის შესაფასებლად ჩვენ გამოვიყენეთ ნიადაგში მინიმალური და ოპტიმალური ტენის პირობებში მიღებული მოსავლის შეფასება.

პირველ შემთხვევაში ტენის ქვედა საზღვრად მიღებული იყო ნიადაგის ზღვრული წყალტევადობის 60%, ხოლო მეორე შემთხვევაში — 80%. რაც აღმოსავლეთ საქართველოსათვის დადგენილია მრავალრიცხოვანი ცდების საშუალებით. ამ საკითხთან დაკავშირებით ცდა დაყენებული იყო შრომის წითელი დროშის ორდენის საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტის მუხრანის სასწავლო-საცდელ მეურნეობაში სიმინდისა და ლომის კულტურებზე (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

გვალვავამძლეობის კოეფიციენტის (K გვ) დადგენა

წელიწადი	კულტურა	მარცვლეულის მოსავალი ჰექტარზე ცენტნერობით		გვალვავამძლეობის კოეფიციენტი
		ზღვრული წყალტევადობის 80%	ზღვრული წყალტევადობის 60%	
1956	სიმინდი	56,02	47,81	0,85
	ლომი	25,99	17,60	0,67
1957	სიმინდი	60,72	38,71	0,64
	ლომი	27,24	12,84	0,48

როგორც 1 ცხრილის მონაცემებიდან ჩანს, 1956 წ. მცირე ტენიანობის პირობებში ლომის მოსავალი შეადგენდა 17,60 ცენტნერს ერთ ჰექტარზე, ხოლო სიმინდისა 47,81 ცენტნერს ერთ ჰექტარზე. რის შეფარდება ოპტიმალურად (80%) ტენიანობის პირობებში მიღებულ მოსავალთან ლომის შემთხვევაში 0,67-ია, სიმინდისათვის კი 0,85. მსგავსი შედეგია მიღებული 1957 წელს, სადაც იგივე შეფარდება ლომისათვის უდრის 0,48, სიმინდისათვის კი 0,64.

ამ მონაცემებიდან ნათლად ჩანს, რომ ორივე შემთხვევაში ლომისათვის მიღებული შეფარდება, რაც ჩვენ მიერ წოდებულია გვალვავამძლეობის კოეფი-

ციენტად (K გგ), საგრძნობლად უფრო ნაკლებია, ვიდრე სიმინდისათვის. ამდენად სიმინდი უფრო გვალვავამძლეა, ვიდრე ღომი.

ჩვენ მიერ გამოყენილი გვალვავამძლეობის კოეფიციენტი (K გგ) რომ პრაქტიკულად ამართლებს თავის დანიშნულებას და ამასთანავე სიმინდი უფრო გვალვავამძლეა, ვიდრე ღომი, შეიძლება დავადასტუროთ სტატისტიკური მასალის ანალიზით [5]. ცნობილია, რომ 1911 წელი გვალვიანი იყო. ამ წელს მიღებულ სიმინდის მოსავალს თუ შევადარებთ ღომის მოსავალს (იხ. ცხრ. 2) აღმოჩნდება, რომ სიმინდის მოსავალი, მიუხედავად გვალვიანი პირობებისა,

ცხრილი 2

1911 წელს მიღებული მოსავლის შედარება ჩვეულებრივ წლებში მიღებულ საშუალო მოსავალთან (ურწყავში)

რაიონი და კულტურა	მოსავალი ჰექტარზე ცენტნერობით		გვალვავამძლეობის კოეფიციენტი
	1911 წ. (გვალვიანი წელი)	ჩვეულებრივ წლებში	
მაზარაძე			
სიმინდი	14,7	16,8	0,88
ღომი	8,7	12,2	0,71
ქუთაისი			
სიმინდი	18,4	17,6	0,88
ღომი	10,5	14,0	0,75

1911 წელს მიღებული იყო ჩვეულებრივ წლებთან შედარებით უფრო ნაკლებად შემცირებული, ვიდრე ღომის კულტურისა.

ვფიქრობთ, გვალვავამძლეობის კოეფიციენტი (K გგ) და მისი დადგენის სიმარტივე პრაქტიკულ გამოყენებას ჰპოვებს სხვადასხვა სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა გვალვავამძლეობის დასადგენად.

საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 22.4. 1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. К. А. Тимирязев. Земледелие и физиология растений, т. II, 1948.
2. Н. А. Максимов. Физиологические основы засухоустойчивости растений. 1925.
3. Н. А. Максимов. Физиология растений, 1948.
4. С. П. Костычев. Физиология растений, ч. II, 1933.
5. Е. Т. Вареница. Чумиза, Москва, 1958.

ზოგოვება

მ. დემეტრაშვილი

ზოგოვებრი მონაცემი „თბილისის ზღვის“ იქტიოლოგიური
დახასიათებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდარიძემ 26.6.1961)

მიუხედავად იმისა, რომ „თბილისის ზღვა“ ცირითადად განკუთვნილია სამგორის მიწების მოსარწყავად და იქ სოფლის მეურნეობის მნიშვნელოვანი დარგების (მევენახეობა, მეხილეობა, მებოსტნეობა და სხვა) განსავითარებლად, ამავე დროს შეიძლება მასში შეთავსებით მოეწყოს თევზის მეურნეობაც და ყოველწლიურად მიღებულ იქნეს რამდენიმე ასეული ცენტნერი მაღალხარისხიანი თევზის პროდუქცია.

აქვე უნდა აღინიშნოს ისიც, რომ, ვინაიდან „თბილისის ზღვაში“ თევზის მეურნეობას დაქვემდებარებული ხასიათი აქვს, ამიტომ, ბუნებრივია, მისგან მიღებული თევზის პროდუქციაც შედარებით მცირე იქნება, ვიდრე ასეთივე ზომის იმ წყალსატევსა, რომელიც უშუალოდ თევზის მეურნეობისადმი დაქვემდებარებული და პირველ რიგში მის ინტერესებს ემსახურება.

როგორც ცნობილია, რწყვის სეზონში, ე. ი. ზაფხულის პერიოდში, „თბილისის ზღვის“ საერთო ფართობის (1075 ჰექტ.) საგრძნობი ნაწილი (275 ჰექტ.) უწყლოდ რჩება მისგან წყლის სარწყავ მიწებში გაშვების გამო, რაც უარყოფით გავლენას ახდენს თევზის საკვები ცხოველური ორგანიზმების განვითარებასა და თვით თევზის გამრავლებაზე. აღნიშნულის მიუხედავად, დაქვემდებარებული წყალსაცავებიდანაც, რომელსაც ეკუთვნის „თბილისის ზღვაც“, შესაძლებელია თევზის საკმაოდ თვალსაჩინო რაოდენობის პროდუქციის მიღება, თუ მასში თევზის მეურნეობა სათანადო მეცნიერულ ნიადაგზე იქნება დაფუძნებული და ყოველგვარი ღონისძიება დროულად გატარდება.

„თბილისის ზღვა“ იკვებება მდ. ივრის წყლით, რომელიც მოედინება 40 კმ სიგრძის სპეციალური არხით. „თბილისის ზღვაში“ ივრის წყლთან ერთად შემოვიდა და ახლაც შემოდის ყველა ის თევზი, რომელიც კი საგუბრის ზემოთ მდ. იორში ცხოვრობს.

სანამ უშუალოდ „თბილისის ზღვის“ გათევზიანების საკითხებს შევეხებოდეთ, საჭიროდ მიგვაჩნია მოკლედ გავაშუქოთ „თბილისის ზღვაში“ ბუნებრივი გზით იქტიოფაუნის ფორმირების ზოგიერთი საკითხი.

ამ უკანასკნელი საკითხის გამოკვლევის მიზნით „თბილისის ზღვიდან“ და საგუბრის ზემოთ მდ. იორიდან იქტიოლოგიური მასალის შეგროვება და დამუშავება ვაწარმოვეთ 1952—1956 წლებში. მდ. იორში თევზების მოპოვება მოვახდინეთ სასროლი ბადითა და მდინარის ტოტის დაწრეტით, ხოლო

„თბილისის ზღვაში“ თევზის დასაქერად გამოვიყენეთ ჩასადგმელი და ობობა ბადეები. გარდა ამისა, საკმაოდ მდიდარი იქტოლოგიური მასალა შევარჩიეთ და ავიღეთ თბილისის თევზის ქარხნის მიერ „თბილისის ზღვაში“ 1954—1956 წლებში დაქერილი თევზის საერთო რაოდენობიდან.

„თბილისის ზღვიდან“ მოპოვებული თევზების სახეობრივი ანალიზით გამოირკვა, რომ მდ. იორიდან 1952—1956 წლებში „თბილისის ზღვაში“ შედიოდა 10 სახეობის თევზი: 1. მდინარის კალმახი—*Salmo fario* L., 2. კავკასიური ქაშაპი (კარჩხანა) *Leuciscus cephalus orientalis* (Nordm.), 3. ტიპობრივი ხრამული—*Varicorhinus capoeta* (Güld.), 4. მტკვრის წვერა—*Barbus lacerta cyri* Filippi, 5. მურწა—*Barbus mursa* (Güld.), 6. ჭანარი—*Barbus capito* (Güld.), 7. თეთრი ნაფოტა—*Alburnus filippi* Kessler, 8. აღმოსავლური ფრიტა—*Alburnoides bipunctatus eichwaldi* (Fil.), 9. გველანა—*Cobitis aurata* (Fil.) და 10. გოჭალა—*Nemachilus braudti* Kessler.

ხეობრივად დასახელებული თევზები ღირსებისა და სამეურნეო მნიშვნელობის თვალსაზრისით შეიძლება 3 ძირითად ჯგუფად დავყოთ: პირველ ჯგუფს მიეკუთვნებიან ძვირფასი თევზები: ხრამული, კალმახი, ჭანარი, მურწა და წვერა. მეორე ჯგუფში ერთიანდებიან ნაკლები ღირსების თევზები: ქაშაპი, თეთრი ნაფოტა და აღმოსავლური ფრიტა, მესამე ჯგუფში კი—ე. წ. „სარეველა“ თევზები: გველანა და გოჭალა. ამგვარად, მდ. იორიდან „თბილისის ზღვაში“ შესული თევზების 50% მცირე ღირსებისა და სარეველა თევზებია.

უდავოა, რომ ეს ე. წ. „უსარგებლო“ თევზები შეცვლილ უნდა იქნან ძვირფასი სახეობის თევზებით. მაგრამ მათი შეცვლა არ გულისხმობს „თბილისის ზღვაში“ მათ უბრალოდ ფიზიკურ განადგურებას, რაც ტექნიკურად შეუძლებელიცაა და მიზანშეუწონელიც. შეუძლებელია, რადგან მდ. იორიდან „თბილისის ზღვაში“ მათი შესვლა განუწყვეტლად წარმოებს, ხოლო მათი განადგურება მიზანშეუწონელია, რადგან ისინი საუკეთესო საკვებს წარმოადგენენ ძვირფასი მტაცებელი თევზებისათვის, რომლებიც „თბილისის ზღვაში“ სარეწაო მნიშვნელობის სხვა თევზებთან ერთად მომავალში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ადგილს დაიკავენ. ამგვარად, ამ „უსარგებლო“ თევზების წინააღმდეგ ბრძოლის ბიოლოგიური მეთოდის გამოყენება, ჩვენი აზრით, ყველაზე რაციონალურ ღონისძიებად უნდა იქნეს მიჩნეული. მტაცებელი თევზებიდან „თბილისის ზღვაში“ ჩასახლების თვალსაზრისით ყურადღებას იმსახურებს პირველი რიგში მდ. ივრის კალმახის და ცისარტყელოვანი კალმახის.

ნათქვამის სასარგებლოდ მიუთითებს ის საინტერესო მონაცემები, რომლებიც მიღებულია ჩვენ მიერ „თბილისის ზღვაში“ საცდელად მდ. ივრის კალმახების გადაყვანით.

1954 წლის 21 ოქტომბერს მდ. იორში და მის შენაკად კალმახით მდიდარ ხაზრულაში სოფ. არტაანთან (თიანეთის რაიონი) შევაგროვეთ 101 ცალი კალმახი—*Salmo fario* L., რომელთა სხეულის სიგრძე მერყობდა 7,6 სმ—13,5 სმ-მდე, ხოლო წონა 10,8 გ—39,7 გ-მდე. ეს კალმახები მოვნიშნეთ (ყველას წავაჭერით ცხიმოვანი ფარფლი) და გავეშვით „თბილისის ზღვაში“. ამ კალმახებისათვის ნიშნის დადება იმით იყო გამოწვეული, რომ ისინი გამო-

გვეცნო ხელმოკრედ დაჭერის შემთხვევაში იმ კალმახებისაგან, რომლებიც მდ. ივრიდან არხის საშუალებით შედიან.

„ზღვაში“ კალმახების გავშვებიდან 4 თვის შემდეგ, ე. ი. 1955 წლის 22 თებერვალს, ჩასადგმელი-სალაყურე ბადით ისევ დავიჭირეთ 2 ცალი მონიშნული კალმახი, რომელთაც დროის მოკლე მონაკვეთში მდინარის კალმახისათვის დამახასიათებელი შეფერადება შეეცვალათ და მიეღოთ ტბის კალმახისათვის დამახასიათებელი შეფერადება: სხეულზე არც ერთი წითელი ლაქა არ შერჩათ და ამას გარდა გაუქრათ ის ნათელი ზოლიც, რომელიც მდინარის კალმახებს წითელი ხალების გარშემო აქვთ შემოვლებული. ამასთანავე წყალსაცავის პირობებში მდინარის კალმახებმა სხეულის ზრდის მეტად მაღალი ტემპი გამოამჟღავნეს. 4 თვის განმავლობაში მათი სხეულის წონა გახდა 420,5 გ., ხოლო სიგრძე—31 სმ (სმიტით), ე. ი. 4 თვეში კალმახის წონა გადიდა 10, 59—39,93-ჯერ. „თბილისის ზღვის“ პირობებში კალმახის ასეთი სწრაფი ზრდის ფაქტს დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს, რადგან ის გვაძლევს სტიმულსა და საფუძველს „თბილისის ზღვაში“ კალმახების მასობრივად გამოზრდის შესახებ.

„თბილისის ზღვაში“ კალმახის მოსაშენებლად აუცილებელია მისი ხელოვნური გადაყვანა, რადგანაც მდ. ივრიდან ის მეტად მცირე რაოდენობით შედის.

სად შეიძლება შეგროვილ ან შეძენილ იქნეს ახალგაზრდა კალმახები „თბილისის ზღვაში“ გადაყვანის მიზნით? ჩვენი აზრით, მათი მასობრივად შეგროვება შეიძლება მდ. ივრის ჩვენგან უკვე დასახელებულ კალმახით მდიდარ შენაკად ხაშრულაში, რომლის სიმდიდრეზე რ. ელანძეც მიუთითებს [1].

მდ. ივრისა და საერთოდ საქართველოს სხვა მდინარეებიდან თუ ტბებიდან მოპოვებული კალმახის გარდა „თბილისის ზღვაში“ შეიძლება გადაყვანილ იქნეს ცისარტყელოვანი კალმახიც—*Salmo irideus* Gibbons, რომელიც, ე. სუვოროვის [2] გადმოცემით, ახალ გარემოს ადვილად ეგუება და დიდი წყალსატევების პირობებში ზრდის მაღალ ტემპს ამჟღავნებს.

საქთვეზტრესტის აკლიმატიზაციისა და მელიორაციის სადგურმა პირველი პარტია ცისარტყელოვანი კალმახის ლიფსიტებისა 25 ათასი ცალის რაოდენობით გადმოიყვანა შავწყალას საკალმახე მესურნეობიდან (გუდაუთის რაიონი, აფხაზეთის ასსრ) 1957—1958 წწ. და გაუშვა „თბილისის ზღვაში“ თითოეული ლიფსიტის წონა საშუალოდ 5 გრამს უდრიდა. ორი წლის განმავლობაში ისინი გაიზარდნენ და მიაღწიეს წონით საშუალოდ 1,8 კგ. სწორედ ასეთი კარგი ზრდის შედეგი დაედო საფუძველად კალმახების შემდგომი პარტიების იქ გადაყვანას.

აღსანიშნავია, რომ „თბილისის ზღვაში“ მდ. ივრიდან შესული კალმახი კიდევ უფრო დიდ ზომა-წონას აღწევს. 1955 წელს თბილისის თევზის ქარხნის მეთევზეების მიერ დაჭერილი 6-წლიანი კალმახი 7,5 კგ იწონიდა. ზეპირი გადმოცემით, თევზის ჭერის მოყვარულებს „თბილისის ზღვაში“ დაუჭერიათ 13—18 კგ კალმახებიც კი. ამასთან დიდი ზომის კალმახებს, მსგავსად ორაგულისა, აქვთ იქსის (X) მსგავსი ხალები, ცილინდრისებრი სხეული და მო-

ვერცხლისფრო შეფერადება, ე. ი. გარეგნულად ისინი მტკვრის ორაგულისაგან თითქმის არ განსხვავდებიან.

„თბილისის ზღვის“ კალმახები უმთავრესად იმ უსარგებლო თევზებს ჰქმენ, რომელთა შესახებაც უკვე გვქონდა საუბარი. ამგვარად, უსარგებლო თევზების წინააღმდეგ ბრძოლის ბიოლოგიური მეთოდის გამოყენება ბევრად უფრო მიზანშეწონილი აღმოჩნდა, ვიდრე მექანიკური მეთოდისა.

„თბილისის ზღვაში“, ცისარტყელოვანი კალმახის გარდა, შეყვანილია მდ. ხრამიდან ტიპობრივი ხრამული—*Varicorhinus capotta* (Güld.), ჯაპანის (ლანჩხუთის რაიონი, საქართველოს სსრ) სატბორე მეურნეობიდან სარკიანი და გარეული კობრი—*Cyprinus carpio* L., ვოლხოვის (ლენინგრადის ოლქი) თევზსაშენი ქარხნიდან ლადოგის რიპუსი—*Coregonus albula infraspecies ladogensis* Pravidin.

ყველა ჩამოთვლილი თევზი შესანიშნავად შეეგუა „თბილისის ზღვის“ პირობებს და იწყა ინტენსიური ზრდა. ამასთან ისინი გამოირჩევიან კარგი გემოთი და მაღალი ნაკვებობით, თუმცა სარეწაო ჭერაში ისინი ერთნაირი რაოდენობით არ არიან წარმოდგენილი. 1954—1956 წლებში ჩატარებული საცდელი ჭერით გამოირკვა, რომ „თბილისის ზღვაში“ წონითი რაოდენობით პირველ ადგილზე დგას ხრამული—59,3% შემდეგ მოდის ქაშაპი—21,43%, კობრი შეადგენდა 15,71%, ხოლო დანარჩენი თევზები (კალმახი, წვერა, შურწა, ჭანარი)—3,56%.

ვინაიდან ცისარტყელოვანი კალმახი და რიპუსი „თბილისის ზღვაზე“ ჩვენი მუშაობის პერიოდში (1952—1956 წწ.) ჯერ კიდევ არ იყო გადაყვანილი, ამიტომ ბუნებრივია, რომ სარეწაო ჭერაში ისინი ვერც მოხვდებოდნენ. შემდგომ წლებში კი ჩვენ გამოკვლევები აღარ ჩაგვიტარებია. რიპუსისა და ცისარტყელოვანი კალმახის შესახებ გვაქვს ზოგიერთი ცნობა, რომლითაც დასტურდება, რომ ისინი „თბილისის ზღვის“ პირობებში კარგად იზრდებიან და უნდა ვიფიქროთ, რომ მომავალში ხრამულთან ერთად სარეწაო ჭერაში ერთ-ერთ მნიშვნელოვან ადგილს დაიკავენ.

არ შეიძლება არ აღინიშნოს მინგეჩაურის წყალსაცავის ერთგვარი გავლენა მდ. ივრის იქტოლუაუნაზე, რაც იმით გამოიხატება, რომ მინგეჩაურიდან მდ. ივრის გავლით „თბილისის ზღვაში“ ხვდებიან ისეთი სახეობის თევზებიც, რომლებიც მინგეჩაურის წარმოქმნამდე „თბილისის ზღვისათვის“ უცხონი იყვნენ. იქტიოლოგ ო. ბურჭულაძის ცნობით ეს სახეობები შემდეგია: კასპიის თრისა (ელავი, შამაია)—*Chalcalburnus chalcoides* (Güld.), წითელტუჩა ჭერები—*Aspius aspius taeniatus* (Eichwaldi), მტკვრის ნაფოტა—*Rutilus rutilus caspicus natio kurensis* Berg და შეწარბა—*Acanthalburnus microlepis* Filippi). დასახელებული თევზების ამოსვლა მტკვრის შუა აუზიდან (მინგეჩაურის უბანი) ზედა აუზში („თბილისის ზღვის“ უბანი), ჩვენი აზრით, გამოწვეული უნდა იყოს მინგეჩაურის წყალსაცავში მოქცეულ მდინარეებში სატოფო ადგილების შემცირებით. ახალი სატოფო ადგილების მონახვის მიზნით ამ თევზებმა გადმოინაცვლეს აღმოსავლეთ საქართველოს მდინარეებში საერთოდ და მდ. ივრის გავლით „თბილისის ზღვაშიც“.



ამგვარად, დღეისათვის „თბილისის ზღვაში“ გავრცელებულია 17 სახეობის თევზი. ესენია:

1. ტბის კალმახი — *Salmo fario morpha lacustris* L.
2. ცისარტყელოვანი კალმახი — *Salmo irideus* Gibbons,
3. ლადოვის რიბუხი — *Coregonus albula infraspecies ladogensis*

Pravdin.

4. მტკვრის ნაფოტა — *Rutilus rutilus caspicus natio* Kurensis Berg,
5. კავკასიური ქაშაპი (კარჩხანა) — *Leuciscus cephalus orientalis* (Nordm.),
6. წითელტუჩა ჭერუხი — *Aspius aspius taeniatus* (Eichwaldi),
7. ტიპობრივი ხრამული — *Varicorhinus capoeta* (Güld.),
8. მტკვრის წვერა — *Barbus lacerta cyri* Filippi,
9. ჭანარი — *Barbus capito* (Güld.),
10. მურწა — *Barbus mursa* (Güld.),
11. კასპიის თრისა (ელავი, შამაია) — *Chalcalburnus chalcoides* (Güld.),
12. თეთრი ნაფოტა — *Alburnus filippi* Kessler,
13. შავწარბა — *Acanthalburnus microlepis* (Filippi),
14. აღმოსავლური ფრიტა — *Alburnoides bipunctatus eichwaldi* (Fil.)
15. კობრი (გოჭა) სარკისებრი და ველური — *Cyprinus carpio* L.
16. მტკვრის გოჭალა — *Nemachilus brandti* Kessler,
17. გველანა — *Cobitis aurata* (Fil.).

ენიანიდან ამჟამად „თბილისის ზღვიდან“ სარწყავ არხებში თევზი დიდი რაოდენობით გადის და იქ ისინი ილუბებიან, საჭიროა თევზის ელექტროგადამღობის დროზე მოწყობა და მისი მწყობრში ჩაყენება, წინააღმდეგ შემთხვევაში „თბილისის ზღვის“ სათევზმეურნეო მნიშვნელობა დღევანდელივით მეტად მცირე იქნება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ზოოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 27.6.1961)

დამირწმინბული ლიტერატურა

1. რ. ელანოძე. მასალები მდინარე ივრის იქტიოფაუნის შესწავლისათვის, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. XI, 1953.
2. E. K. Суворов. О расширении сырьевой базы рыбного промысла Финского залива. Ученые записки, серия биологических наук. вып. 15, 1945.



ფიზიოლოგია

დ. მაჯანი

დიდი ტვინის ჰემისფეროების როლის შესახებ ფრინველებში
ინდივიდუალურ შემენილ მოქმედებაში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 8.7.1961)

ჯერ კიდევ ფ ლ უ რ ა ნ ს მ ა [1] 1825 წელს აღნიშნა, რომ, თუ მტრედის დეცერებრაციისას ქალაში რჩება დიდი ტვინის ჰემისფეროების თუსდაც უმნიშვნელო ნაწილი, მისი ქცევა სრულიად არ განსხვავდება ნორმალური მტრედების ქცევისაგან. თუ დეცერებრაცია ტოტალურია, ე. ი. ხდება დიდი ტვინის ჰემისფეროების მთლიანი ამოკვეთა, მაშინ ფრინველის ქცევა მკვეთრ და მდგრად ცვლილებებს განიცდის. დიდი ტვინის ჰემისფეროების როლი ინდივიდური ჩვევების შექმნაში შესწავლილია აგრეთვე შ რ ა დ ე რ ი ს ა [2] და რ ო ჯ ე რ ს ი ს [3] მიერ. მათ მიერ ოპერირებული უქერქო მტრედები არ კარგავდნენ საკვების დამოუკიდებლად მიღების, შეუღლების და ბარტყების გამოჩეკვის უნარს; ისინი არც მხედველობას და სმენას ჰკარგავდნენ. ცენტრალური ნერვული სისტემის ეს რთული, ნაწილობრივ ინდივიდურად შექმნილი და ნაწილობრივ თანშობილი მოქმედება, საგრძნობლად ირღვეოდა ზოლიანი სხეულის ამოკვეთის შემდეგ.

დიდი ტვინის ჰემისფეროების როლი პირობითი რეფლექსების გამომუშავებაში მტრედებზე შესწავლილი იყო ი. ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი ს [4] მიერ. მისი აზრით, ფრინველებში დროებითი კავშირები, როგორც მათი საწყისი (პერიფერიულ გალიზიანებათა მიმღები ნაწილი), ისე საბოლოო უბნები (საპასუხო მოძრაობითი ცენტრები), არ იმყოფებიან მხოლოდ ქერქში. მათ ზოლიან სხეულს, სახელდობრ მეზოსტრიატუმს და ექტოსტრიატუმს (როზეს კლასიფიკაციით), უნდა გააჩნდეს ინდივიდური მოქმედების უნარი. ბ ა ი ა ნ დ უ რ ო ვ ი [5], ვ ა ს ი ლ ი ე ვ ი [6], კ ა რ ა მ ი ა ნ ი [7] არასწორად აღნიშნავენ, თითქოს პერიტაშვილის აზრით დიდი ტვინის ჰემისფეროების ტოტალური ამოკვეთის შემდეგაც მტრედები საკვების დამოუკიდებლად მიღების უნარს არ კარგავენ და მათი პირობითი რეფლექსური მოქმედება რაიმე საგრძნობ ცვლილებას არ განიცდის. ასეთი დასკვნის გამოყენა ი. ბერიტაშვილის საკუთარი გამოკვლევის საფუძველზე არ შეიძლება, ვინაიდან, როგორც იგი აღნიშნავს, სიკვდილის შემდეგ მტრედის თავის ტვინის ანატომიური შესწავლით გამოირკვა, რომ დიდი ტვინის ჰემისფეროები მთლიანად არ იყო ამოცილი, ცალ მხარეს ზოლიანი სხეული დაზიანებულიც კი არ აღმოჩნდა. ასეთი გაუგებრობა, ჩვენი აზრით, გამოწვეულია იმით, რომ ზოგიერთ ადგილას ავტორი ოპერირებულ მტრედს უწოდებს „უჰემისფეროებს“. ბ ა ი ა ნ დ უ რ ო ვ ი ა [8] და კ ა რ ა მ ი ა ნ ს ა [7] დაადგინეს, რომ დიდი ტვინის ჰემისფეროების მოცილების გამო მტრედებს ეკარგებათ საკვების დამოუკიდებლად მიღების უნარი, უქრებათ ძველად გამომუშავებული რეფლექსები და არ გამოუმუშავდებთ ახალი. მეორე მხრივ, ტ ე კ უ ტ ო ვ ს [9], ს ლ ო ნ ი მ ს [10], ა ს რ ა ტ ი ა ნ ს [11] შესაძლებლად მიაჩნიათ დროებითი კავშირების წარმოქმნა დიდი ტვინის ჰემისფეროების გარეშეც. ცენტრალური ნერვული სისტემის უფრო ქვემოთ მდებარე ნაწილების ხარჯზე. ბ ა ი ა ნ დ უ რ ო ვ ი ა

[12] და ვასილიევმა [6] ექსტირპაციის მეთოდით მტრედებზე, შეისწავლეს დიდი ტვინის ჰემისფეროების სხვადასხვა უბნის მნიშვნელობა პირობითი რეფლექსების გამომუშავებაში და დაადგინეს, რომ პირობითი რეფლექსების რეგულაცია (განურჩევლად იმისა, თუ რომელ პირობითი გამაღიზიანებელზეა ისინი გამომუშავებული) ფრინველებში შესაძლებელია წინა ტვინის ორივე ჰემისფეროს ნებისმიერი ნაწილით, რომ პირობითი რეფლექსები არ ისპობა, თუ ქალაში რჩება დიდი ტვინის ჰემისფეროების თუნდაც უმნიშვნელო ნაწილი. მაგრამ ისინი არ მიუთითებენ, თუ ტვინის რა ანატომიურ ნაწილებს აცლიან მტრედებს და რა ნაწილებია, მათი აზრით, აუცილებელი ფრინველების პირობით-რეფლექსური მოქმედებისათვის, რასაც განსაზღვრული გაუგებრობა შეაქვს ამ ისედაც რთული საკითხის კვლევაში.

ცნობილია, რომ ფრინველების ტვინის ჰემისფეროები შედგება პალიუმისა და კარგად განვითარებული ზოლიანი სხეულისაგან. ზოლიანი სხეული თავის მხრივ იყოფა სხვადასხვა სტრუქტურულ ფორმაციებად. უნდა ვიფიქროთ, რომ დიდი ტვინის ჰემისფეროების სხვადასხვა ნაწილს სხვადასხვა მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს ფრინველების ცენტრალური ნერვული სისტემის ინდივიდუალურ შექმნილ მოქმედებაში. სწორედ ამ საკითხის გამოკვლევას ისახავს მიზნად ჩვენი ნაშრომი. თუმცა ფრინველების დიდი ტვინის ჰემისფეროების შემადგენელი ნაწილების კლასიფიკაცია დღემდე სადისკუსიოდ რჩება, შედარებით მყარი და დამაჯერებელი ცნობები ამ საკითხის შესახებ მოცემულია ჰუბერისა და კროსბის [13] და არიენსკაპერსის [3, 4] და კროსბის [14] მიერ (ფრინველების წინა ტვინის შედარებით ანატომიურ გამოკვლევაში). ჩვენ ვეყრდნობით ამ ავტორების კლასიფიკაციას და ვსარგებლობთ მათ მიერვე მოწოდებული ტერმინოლოგიით.

მეთოდისა

ჩვენ შევისწავლეთ ქათმების კვებითი ქცევა თავისუფალი მოძრაობის მეთოდით. ქათმებს ვაჩვენებდით ექსპერიმენტულ ოთახს, გარკვეულ ადგილას დგომას, სხვადასხვა სიგნალზე სხვადასხვა საკვები ყუთისაკენ სიარულს და საკვების მიღების შემდეგ იმავე გზით პირვანდელ ადგილზე დაბრუნებას. სიგნალს ვიყენებდით კვებითი ქცევის გამოსაწვევად. სადგომი ადგილიდან საკვების მიღებისათვის ფრინველების გამოსაყვანად სხვა საშუალებებსაც მივმართავდით. ცდის პირობებს განუწყვეტლივ ვცვლიდით (ვუღობავდით გზას საკვები ყუთისაკენ, ისე რომ ვტოვებდით ვიწრო გასასვლელს ხან ერთ და ხან მეორე მხარეს) და ვაკვირდებოდით, თუ როგორ ეგუებოდნენ ქათმები ახალ გარეგან პირობებს. აღნიშნული დაკვირვებების დამთავრების შემდეგ ქათმების ერთ ნაწილს ვაცვლიდით ქერქს (პალიუმს) ისე, რომ ჰიპერსტრიატუმი არ დაზიანებულიყო (რამდენადაც ეს შესაძლებელი იყო); მეორე ნაწილს კი ქერქთან ერთად ვაცვლიდით ჰიპერსტრიატუმს როგორც ცალკე, ისე ნეოსტრიატუმთან ერთად. ზოგჯერ დიდი ტვინის ჰემისფეროების ტოტალურ ამოკვეთასაც ვატარებდით. ოპერირებულ ცხოველებზე კვლავ ვახდენდით ზემოთ აღწერილი დაკვირვებებს. ოპერაციას ვატარებდით ნოვოკაინის ლოკალური ანესთეზიით. თავის ქალის ახლის შემდეგ, მაგარი გარის გაუქრელად, თერმოკაუტერით ვწვავდით დიდი ტვინის ჰემისფეროების დორსო-ლატერალურ ზედაპირს. დაკვირვების დამთავრების შემდეგ თავის ქალადან ამოღებული და 10%-იან ფორმალინში დაფიქსირებული ტვინი შეისწავლებოდა როგორც მაკროსკოპულად, ისე მიკროსკოპულად. ანათლები მეთილენის ლურჯით იღებებოდა.

ცდების შედეგები და მათი განხილვა

ქერქის (მედიალური ქერქის გარდა) მოცილების შემდეგ ფრინველებს საკვების დამოუკიდებლად მიღების უნარი შერჩენილი ჰქონდათ. საექსპერიმენტო ოთახის გარეშე ისინი თავისი ქცევით ნორმალური ქათმებისაგან არ განიარჩეოდნენ. საექსპერიმენტო ოთახში კი ისინი მეტისმეტად ავსებულნი ხდებოდნენ, მოუსვენრობას იჩენდნენ და ცდილობდნენ გალიიდან გამოძრომას. ასეთ ფრინველებს კვებითი ქცევა ნორმალურ ქათმებთან შედარებით გაძლიერებული ჰქონდათ. მაგ., თუ ოთხი-ხუთი დღის მუშაობის შემდეგ ნორმალური ფრინველების გაავტომატებული კვებითი რეაქციების მეტ-ნაკლებ აწლილობას იწვევდა, უქერქო ქათმების გაავტომატებულ რეაქციებზე იგი არავითარ გავლენას არ ახდენდა. გარდა ამისა, ასეთ ფრინველებს არ ეკარგებოდათ სივრცეში ორიენტაციის უნარი, თუმცა ზოგჯერ უძნელდებოდათ (ბევრად მეტ დროს ანდომებდნენ, ვიდრე ნორმალური ქათმები) საკვების მიღწევა. თუ საკვები ყუთისაკენ გზა გადალობილი იყო, თუ ნორმალურ ქათმას მივიყვანდით ორ სხვადასხვა ადგილზე (პირველზე ცარიელი ჯამი იდგა, მეორეზე კი — საკვებით სავსე ჯამი), რომლებიც ისე იყო გადატიხრული, რომ საკვებს ცხოველი ვერ ხედავდა გალიიდან, რამდენიმე წუთის შემდეგ გალიიდან გამოშვებული ქათამი ყოველთვის პირდაპირ იმ ადგილზე მიდიოდა, სადაც საკვებით სავსე ჯამი ჰქონდა ნახაზი. უქერქო ქათმებს კი ამ ამოცანის გადაწყვეტა ხშირად უძნელდებოდათ. ამასთანავე აღსანიშნავია, რომ უქერქო ქათმებზე, ახალი გაავტომატებული კვებითი რეაქციები ბევრად უფრო ადვილად გამომუშავდა (კენკვით მოძრაობებთან ბევრისა და სინათლის შეუღლების ბევრად უფრო ნაკლები რაოდენობა იყო საჭირო), ვიდრე ნორმალურ ქათმებზე.

აღნიშნულ ფაქტზე მიუთითებს ი. ბერიტაშვილიც [4] თავის გამოკვლევაში მტრედებზე. ძველად გამომუშავებული დიფერენციატა ოპერაციის შემდეგ ირღვეოდა. ძლიერ გაძნელებული იყო უხეში დიფერენციაციის გამომუშავებაც კი. მაგალითად, ისინი მიდიოდნენ საკვებ ყუთთან არა მარტო პირობით სმენით სიგნალზე (ზარზე), არამედ სხვა სმენით სიგნალებზეც (ზუზუნაზე). რადგანაც ჰისტოლოგიური გამოკვლევებისას აღმოჩნდა, რომ ქერქის (მედიალური ქერქის გარდა) ამოცილისას ზიანდებოდა ჰიპერსტრიატუმიც, დიფერენციაციის დარღვევა არ შეიძლება მხოლოდ ქერქის მოცილებით აიხსნას. საკითხი, თუ დიდი ტვინის ჰემოსფეროს რომელ ნაწილში ხორციელდება დიფერენციატა, შემდგომ გამოკვლევას მოითხოვს.

ქათმებს, რომელთაც მოცილილი ჰქონდათ ქერქი (მედიალური ქერქის გარდა) და ჰიპერსტრიატუმი, დამოუკიდებლად საკვების მიღების უნარი ეკარგებოდათ დაახლოებით ერთი თვის განმავლობაში. ასეთი ქათმები რეაგირებდნენ როგორც მხედველობით, ისე სმენით გალიზიანებაზე. ოპერაციამდე გამომუშავებული გაავტომატებული კვებითი რეაქციები (სინათლესა და ბგერაზე) ოპერაციის შემდეგ ისაბოლოდა და მათი ხელახლა გამომუშავებისათვის საჭირო იყო შეუღლებათა ბევრად უფრო მეტი რაოდენობა, ვიდრე ნორმალურ ქათმებზე ასეთივე რეაქციების გამომუშავებისას. ნორმალურ ქათმებზე მუშაობისას საკვები ყუთი გალიიდან დაშორებული იყო ოთხი მეტრით; ქათმებზე კი, რომელთაც მოშორებული ჰქონდათ ქერქი და ჰიპერსტრიატუმი, ამ მანძილზე გაავტომატებული კვებითი რეაქციების გამომუშავება შეუძლებელი შეიქნა. ასეთ ქათმებს ვუმუშავებდით კვებით ქცევას ახალ გამარტივებულ პირობებში. გალია იდგმებოდა საკვები ყუთიდან ორი მეტრის მანძილზე. ფრინველები მიგყავდა ჩვეულებრივი წესით საკვებ ყუთთან, რომლიდანაც ისინი საკვებს ბგერის ან სინათლის თანხლებით იღებდნენ. ქათმები, რომელთაც მოცილილი ჰქონდათ ტვინის აღნიშნული ნაწილები, საკვები ყუთიდან საკენცის 10-ჯერ მიღ-

ბის შემდეგაც ვერ ახერხებდნენ საკვებ ყუთთან დამოუკიდებლად მისვლას. ნორმალური და უქერქო ქათმები კი საკენკის ერთხელ თიღეის შემდეგ უკვე დამოუკიდებლად მიდიოდნენ საკვებ ყუთთან და ეს ხდებოდა სპონტანუოდ. ყოველგვარი ხელოვნური სიგნალების გარეშე. საკვები ყუთის ადგილმდებარეობის რეპროდუქციის გზით.

ქათმები, რომელთაც მოცილილი ჰქონდათ ქერქი და ჰიპერსტრიატუმი, ეჩვეოდნენ საკვებ ყუთთან მისვლას მხოლოდ რამდენიმე ათეული შეუღლების შემდეგ. მაგრამ ეს ინდივიდუალად შეძენილი ქცევა მყარი არ იყო. სასიგნალო წყაროები აუცილებლად საკვებ ყუთთან უნდა ყოფილიყო. სიგნალების შეწყვეტისას ასეთი ქათმები საკვებ ყუთთან ვერ მიდიოდნენ. რამდენიმე ათეული შეუღლების შემდეგაც კი ძალიან ხშირად ასეთი ფრინველები უხვევდნენ პირდაპირ გზიდან, დადიოდნენ მთელ ოთახში, აწარმოებდნენ კენკვით და ძებნით მოძრაობებს; მაგრამ საკვებ ყუთს მაინც ვერ აღწევდნენ. ისიხი ვერ ახდებდნენ ისეთ უხეშ დიფერენციაციასაც კი, როგორცაა, მაგალითად, ერთ სიგნალზე (ბგერა) საკვები ყუთისაკენ სვლა, მეორეზე (სინათლე) კი არა, ან კიდევ სხვადასხვა სიგნალზე სხვადასხვა საკვებ ყუთთან სვლა. ჩვეულებრივ, მოცემულ სიგნალზე ეს ქათმები დადიოდნენ იმ საკვებ ყუთთან, რომლიდანაც ბოლოს მიიღეს საკვები.

ცდის პირობების ყოველგვარი შეცვლა (როგორცაა, მაგალითად, მანძილის გადოება გალისა და საკვებ ყუთს შორის, საკვები ყუთის შირმით დაფარვა, პირობითი გამაღიზიანებლის შეწყვეტა ქათმის გალიიდან გამოსვლის შემდეგ და სხვა) ყოველთვის იწვევდა ასეთი ფრინველების დეზორიენტაციას. ნორმალურ და უქერქო ქათმებს კი ცდის პირობების ასეთი ცვლილებანი არ უქმნიდა დაბრკოლებას საკვების მიღწევაში.

მსგავსივე ცვლილებები კატების კვებით ქცევაში მიიღეს ო რ ჯ ო ნ ი კ ი ძ ე მ და ნ უ ც უ ბ ი ძ ე მ [15] ნეოკორტექსის მოცილების შემდეგ. ქათმების და კატების ცენტრალური ნერვული სისტემის ინდივიდუალად შეძენილი მოქმედების ცვლილებათა ასეთი დამთხვევა, ჩვენი აზრით, საკმაო საფუძველს იძლევა ვიფიქროთ, რომ ფრინველების დორსო-ლატერალური ქერქი ჰიპერსტრიატუმთან ერთად უნდა ასრულებდეს იმ ფუნქციას, რომელიც უმაღლეს ფორმებში ნეოკორტექსის შემდგომი ხორციელდება. ამის სასარგებლოდ ლაპარაკობს ზოგერთი ჰისტოლოგიური მონაცემებიც. კერძოდ, ჰუბერისა და კროსბის

[13] მიხედვით, ფრინველების *hyperstriatum accessorium* შეესაბამება უმაღლესი ფორმების ნეოკორტექსს, ზ უ რ ა ბ ა შ ვ ი ლ ი ს [17] მოსაზრებით კი იგივე ჰიპერსტრიატუმი მთელი ონტოგენეზური განვითარების მანძილზე დორსალურ ტენიონან ყელელთან ერთად ქმნის ერთიან არქიტექტონიკულ წარმონაქმნს საერთო ქერქული ფირფიტის სახით. აქედან გამომდინარე საკვებით გასაგებია, რომ, მიუხედავად ქერქის სუსტი განვითარებისა, ფრინველებს შეუძლიათ საკმაოდ რთული ნერვული მოქმედების შესრულება და რომ ამ მხრივ ფრინველების ფილოგენეზური განვითარება დიდად არ ჩამორჩება კურდღლების განვითარებას, რაზეც მიუთითებს ბ ე რ ი ტ ა შ ვ ი ლ ი თ ვის უმაღლეს ხერხემლიანი ცხოველების ინდივიდუალური ქცევის შედარებით გამოკვლევაში [18].

ქათმები, რომელთაც ქერქთან და ჰიპერსტრიატუმთან ერთად ნეოსტრიატუმიც მოცილებული ჰქონდათ, თავისი ქცევით არ განირჩეოდნენ უჰიპერსტრიატუმი ქათმებისაგან. მათაც ერთი თვის განმავლობაში ჰქონდათ დაპარვული საკვების დამოუკიდებლად მიღების უნარი. ასეთი ქათმებიც რეაგირებდნენ როგორც მხედველობით, ისე სმენით გაღიზიანებებზე, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ საორიენტაციო რეაქციის ჩამრთველი მექანიზმი პალეოსტრიატუმსა და ექსტროსტრიატუმშიც უნდა არსებობდეს. 1, 1,5 თვის შემდეგ ასეთ ქათმებს

უბრუნდებთ საკვების დამოუკიდებლად მიღების უნარი, რაც გვაფიქრებინებს, რომ ამ უნარის დაკარგვა გამოწვეული უნდა იყოს არა ტვინის აღნიშნული ნაწილების მოცილებით, არამედ ის დარღვევებით, რომელიც თან სდევს ოპერაციას, კერძოდ, ნორმალური სისხლის მიმოქცევის დარღვევით. ასეთ ფრინველებზეც შესაძლებელი ხდება ელემენტარული არამყარი რეფლექსის გამომუშავება, როგორცაა სიგნალზე სვლა საკვებ ყუთთან, რომელიც ვალიისაგან დაშორებულია ორი მეტრით. ამგვარად, სავსებით დასტურდება ი. ბერიტა-შვილის [4] მოსაზრება, რომ ფრინველებზე შესაძლებელია პირობითი რეფლექსების გამომუშავება წინა ტვინის გარეშე იმ შემთხვევაში, თუ დაუზიანებელია მეზოსტრიატუმი (ახალი ტერმინოლოგიით — პალეოსტრიატუმი) და ექსტროსტრიატუმი.⁽¹⁾

მსგავსივე მოსაზრება გამოთქვას ტუგემ და შიმამ [19]. მათაც შესაძლებლად მიაჩნიათ დაცვითი პირობითი რეფლექსის გამომუშავება მტრედებზე, რომელთაც შენარჩუნებული აქვთ პალეოსტრიატუმი და ექსტროსტრიატუმი.

რაც შეეხება ქათმებს, რომელთაც მთლიანად ამოკვეთეთ დიდი ტვინის ჰემისფერობები, ისინი საკვების დამოუკიდებლად მიღების უნარს სამუდამოდ კარგავდნენ. მათი მოძრაობა შეზღუდული ხდებოდა. ისინი მოძრაობდნენ მხოლოდ რაიმე მძლავრი გაღიზიანების ზეგავლენით. ასეთ ქათმებს ეკარგებოდათ ყველა გამომუშავებული პირობითი რეფლექსი (მიუხედავად იმისა, თუ რომელი ანალიზატორიდან იყვნენ ისინი გამომუშავებული) და არ გამოუმუშავდებოდათ ახალი რეფლექსები. ამ მხრივ ჩვენი მონაცემები სავსებით შეესაბამება ბაიანდს, როვის [5], ვასილიევისა [6] და კარამიანის [7] გამოკვლევებს.

დასკვნები

1. ფრინველებში პირობითი რეფლექსების გამომუშავება შესაძლებელია იმ შემთხვევებშიც, თუ დიდი ტვინის ჰემისფეროთაგან შენარჩუნებულია მხოლოდ პალეოსტრიატუმი და ექსტროსტრიატუმი.
2. ფრინველებში პირობითი რეფლექსების დირეფენციაცია ხორციელდება დიდი ტვინის ჰემისფერობის ქერქისა და, შესაძლებელია, ჰიპერსტრიატუმის მეშვეობითაც.
3. ქერქი და ჰიპერსტრიატუმი უნდა წარმოადგენდეს იმ ანატომიურ სუბსტრატს, რომლის საშუალებითაც ფრინველებს შეუძლიათ ისეთი რთული მოქმედების შესრულება, როგორცაა სივრცეში ორიენტაცია.
4. ფრინველებს, რომელთაც მთლიანად ამოცილილი აქვთ დიდი ტვინის ჰემისფერობები, ეკარგებათ ყველა ძველად გამომუშავებული პირობითი რეფლექსები და არ გამოუმუშავდებათ ახალი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 8.7.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Florens. Recherches experimentelles sur les proprietes et les fonctions du systeme nerveau. Paris, 1842.
2. M. Schrader. Zur Physiologie des Vogelhirns. Berlin, 1889.

(1 ი. ბერიტა-შვილმა გამოიყენა რიხეს [16] ტერმინოლოგია, რომლის მეზოსტრიატუმი ახალი ტერმინოლოგიით პალეოსტრიატუმს შეესაბამება.

3. F. T. Rogers. Studies of the brainstem. VI. The corpus striatum of the pigeon as related to various instinctive types of behaviour. *J. comp. Neurol.*, 35, 1, 1922.
4. J. S. Beritoff. Ueber die individuell erworbene Tätigkeit des Zentralnervensystems bei Tauben. *Pflüg. Arch. ges. Physiol.*, 213, 1926, 370.
5. Б. И. Баяндуров. Условные рефлексы у птиц. Труды Томского Гос. Ун-та, 5, 3, 1937.
6. М. Ф. Васильев. Некоторые данные к учению о локализации условных рефлексов в головном мозгу птиц. Тр. Томского Гос. Ун-та 5, 1937, 115.
7. А. И. Карамян. Эволюция функций мозжечка и больших полушарий головного мозга. Л., 1956.
8. Б. И. Баяндуров. Высшая нервная деятельность птиц. XIII совещание по физиологическим проблемам. Л., 14, 1948.
9. П. Ф. Текутов. Материалы по исследованию условных и ориентировочных рефлексов у голубей. VIII Кавказский съезд физиол. биохим. и фармакол., 44, 1939.
10. А. Д. Слоним. Условнорефлекторные изменения обмена при экстирпации больших полушарий головного мозга. 9-ое совещ. по физиол. пробл., 1941.
11. Э. А. Асратян. Кора большого мозга и приспособительные явления в новорожденном организме. Сообщ. VI, физиол. журн. СССР, 34, 2, 1948. 175.
12. Б. И. Баяндуров. Условные рефлексы у птиц. Томск, 1935.
13. G. C. Huber and E. C. Crosby. The nuclei and fiber paths of the avian diencephalon, with consideration of telencephalic and certain mesencephalic centers and connections. *J. comp. Neurol.*, 48, 1, 1929.
14. C. U. A. Kappers, G. C. Huber and E. C. Crosby. The comparative anatomy of the nervous system of vertebrates, including Man. II, The Macmillan Co., New York, 1936.
15. Ц. А. Орджоникидзе и М. А. Нуцубидзе. О поведении кошек без новой коры. Тр. Инс-та физиол., АН ГССР, 12, Тбилиси, 1961.
16. Rose. Über die cytoarchitektonis Gliederung des Vordehorns der Vögel. *J. Psychol. Neurol.*, 21, 1914.
17. А. Зурабашвили. О некоторых особенностях эмбрионального развития концевого мозга птицы. Труды Инс-та физиол. АН ГССР, 4, 1941, 165.
18. И. Бериташвили. Сравнительное изучение индивидуального поведения высших позвоночных животных. Труды инс-та физиологии, 4, 1941, 213.
19. H. Tuge and J. Shima. Defensive conditioned reflex after destruction of the forebrain in pigeons. *J. comp. Neurol.*, 111, 1959, 427.

ფიზიოლოგია

ნ. ძინიშვილი

დეკორტიპაციის შემდეგ აღმდგარი დიდი ტვინის ქერქის
სკონტანური ელექტრული აქტივობა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 27.11. 1961)

ჩვენმა პირველმა დაკვირვებებმა თ. ნამორაძესთან ერთად, გვაჩვენა, რომ, თუ ძალის ლეკვებს აღრეულ ასაკში ამოვაცალეთ თავის ტვინის ორივე ჰემისფერო, რამდენიმე ხნის შემდეგ ასეთი ლეკვების ქცევა არ განსხვავდება ნორმალური ლეკვების ქცევისაგან [1]. ამავე ნაშრომში მოყვანილია მასალა, რომ ნაოპერაცივე ცხოველებს აღენიშნებათ ექსტრიპირებული ქერქის აღდგენა და რომ ამ ქერქს ახასიათებს კარგად გამოხატული სკონტანური ელექტრული აქტივობა. ჯერ კიდევ ჩვენი შედეგების გამოქვეყნებამდე დაიბეჭდა ექსპერიმენტული მონაცემები იმის თაობაზე, რომ კატის კხუტებს აღენიშნებათ დიდი ტვინის ქერქის კეფის წილების აღორძინება მათი ექსტრიპაციის შემდეგ [3]. ეს დაკვირვება შემდეგ დადასტურდა უფრო დეტალური გამოკვლევებით [2].

იმეფისამეილმა მორფოლოგიურად შეისწავლა ჩვენგან ნაოპერაცივე ცხოველები. ამ მასალის შესწავლით და საკუთარი მასალის დამატებით მან დაადასტურა ექსტრიპირებული ქერქის მორფოლოგიური აღდგენა. [4].

წინამდებარე ნაშრომში აღწერთ, თუ როგორ ყალიბდება სკონტანური ელექტრული აქტივობა დიდი ტვინის ქერქში, რომელიც თანდათან აღდგება დეკორტიკაციის შემდეგ.

მასალა და მეთოდიკა

ცდები წარმოებდა სხვადასხვა ასაკის ლეკვებზე. ასეპტიკურ პირობებში ცხოველს ვაცლიდით შეძლებისამებრ მთელ მარჯვენა ჰემისფეროს, ამოვკერავდით მაგარ გარსს და ძვლის დეფექტს (1,5—2 სმ დიამეტრისას) ვხურავდით თავისივე ძვლის ნაჭრით, ზოგჯერ კი პირდაპირ ამოვკერავდით კანს ისე, რომ ძვლის დეფექტი მხოლოდ ფიბრინის აფსკით იყო დაფარული. მედიკამენტურ საშუალებათაგან პოსტოპერაციულ პერიოდში მხოლოდ პენიცილინის ხსნარს გამოვიყენებდით.

ამა თუ იმ მიზეზით დაღუპულ ცხოველებზე (ზოგი ცხოველი ოპერაციის დღესვე იღუპებოდა) ვადგენდით, რომ პრაქტიკულად ხდებოდა სრული დეკორტიკაცია, მაგრამ ტვინის ბაზალურ ნაწილებში მაინც რჩებოდა ხელუხლებელი მცირეოდენი ტვინის მასა. ზოგ შემთხვევაში დაღუპულ ცხოველებს აღენიშნებოდა ოპერაციის შემდეგ სხვადასხვა ვადაში ნემსუბალით დანარკობულ ცხოველებს ავხდენდით ხოლმე თავის ქალას და გამოვაჩენდით როგორც ნაოპერაცივე მარჯვენა ჰემისფეროს, ისე ხელუხლებელ მარცხენა ჰემისფეროსაც. ორივე მათგან მონოპოლარულად აღვრიცხავდით ელექტრულ ეფექტებს ოსცილოგრაფიულად, ცვლადი დენის გამამძიერებლების გამოყენებით.

ელექტრული ეფექტების აღრიცხვას ერთსა და იმავე ცხოველზე რამდენიმეჯერ ვახდენდით ოპერაციის შემდგომ სხვადასხვა პერიოდში. ამრიგად, საშუალება გვეძლეოდა შეგვესწავლა ელექტრული აქტივობის ჩამოყალიბების დინამიკა ქერქული ნივთიერების აღდგენის სხვადასხვა სტადიაში და თან აღმდგარი ქერქის ეფექტებზე შეგვედარებინა მარცხენა, დაუზიანებელი ჰემისფეროს ელექტრულ აქტივობასთან.

ცდების შედეგები და მათი განხილვა

თუ დეკორტიკაცია ხდებოდა აღრეულ პოსტნატალურ ასაკში, ამოკეთილი ქერქული ნივთიერება სრულად აღდგებოდა, გარდა იმ ნაწილებისა, სადაც ძვლის დეფექტი იყო და სადაც ნაწიბურთვანი შემაერთებელი ქსოვილი ტვინის მასაში იყო ჩაზრდილი. იყო ისეთი შემთხვევებიც, როცა, როგორც აღვნიშნე, ზიანდებოდა ტვინის თეთრი ნივთიერების ღრმა შრეები და ამის გამო ქერქული ნივთიერების აღდგენა არ იყო სრულყოფილი.

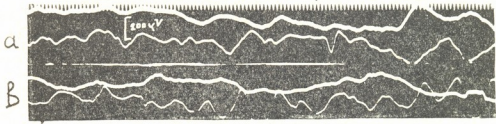
დიდი ტვინის ქერქის სრულყოფილი აღდგენა არ ხდებოდა არც იმ შემთხვევაში როცა დეკორტიკაცია უკეთდებოდა ლევეს, რომლის ასაკი დაბადებულან 50—55 დღეს იყო გადაცილებული. ასეთ შემთხვევებში „აღმდგარი“ ქერქი წარმოადგენდა ცალკეულ უბნებს, განსაკუთრებით კეფისა და შუბლის წილებში გლუვი ტვინივანი მასის სახით, ხვეულებისა და ღარების ვარეშე. აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ, ი. მეფისაშვილის მოწმობით, თუ დეკორტიკაცია ნაწილობრივ ხდება, მაშინ ქერქული მასის აღდგენა უფრო გვიან პოსტნატალურ პერიოდშიც წარმოებს [4, 5]. თუ ეს ასეა, შეიძლება დავასკვნათ, რომ ქერქული სუბსტრატის აღდგენის ხარისხი დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა ხასიათისაა თავის ტვინის დაზიანება და რა როდენობისაა ამოცლილი ქერქული ნივთიერება.

თუ დეკორტიკაცია ნაწარმოებია იმ პერიოდში, როცა საერთოდ შესაძლოა ამოცლილი ქერქული სუბსტრატის აღდგენა, ამ აღდგენის სისწრაფე, როგორც ჩანს, არ უნდა იყოს დამოკიდებული იმაზე, თუ რა ხნისა იყო ცხოველი ოპერაციის მომენტში, ვთქვათ, 1—2 კვირისა თუ 3—4 კვირისა. დარჩენილი ქერქული სუბსტრატის რაოდენობას კი გარკვეული მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს: რაც უფრო მეტი ნივთიერება რჩება დეკორტიკაციის შემდეგ, მით უფრო აღვილად უნდა ხდებოდეს ექსტროპირებული მასის აღდგენა.

ქერქის აღდგენის ნიშნები ჩვენს ცდებში თავს იჩენდა ოპერაციიდან მე-6—მე-7 დღეს. ამ პერიოდში, ი. მეფისაშვილის მოწმობით, აღინიშნება ნერვულ უჯრედთა დაყოფა დარჩენილ მასაში. ქერქის გარეთა ზედაპირიდან რამდენიმე ხვეულის ამოკვეთის შემდეგ ერთი კვირის გავლისას ჰისტოლოგიურ ანათლებზე ასეთი სურათი აღმოჩნდა: ამოკვეთილი ხვეულების ადგილას დიდი დეფექტი იყო, სისხლჩაქევითა და დეტრიტით ამოვსებული. ქრილობის უშუალოდ მოსაზღვრე ნერვულ უჯრედთა უმრავლესობა დეგენერირებული იყო. ამ მიდამოში ქერქის სტრუქტურა იყო არ აღინიშნებოდა და აქ საერთოდ მცირედ იყო ნერვული ელემენტები, ქარბობდა გლია. ნერვულ ქსოვილში ინფილტრირებული იყო ლეიკოციტები, ალაგ-ალაგ კი შემაერთი ქსოვილი იყო განვითარებული. ქრილობიდან ოდნავ მოშორებით ქერქი გაფაშვებული იყო, შეიცავდა ღრუბებს, ნერვული ქსოვილი კი ამ ღრუბებს შორის იყო გადაჭიმული ზონარევივით. ასეთ ქერქში შრეები არ აღინიშნებოდა. დეფექტიდან დაშორებით ქერქის სტრუქტურა შენარჩუნებული იყო და ყველა უჯრედოვან შრეს შეიცავდა. გვერდითი პარაკუქის წინა გარეთა კედელი წარმოადგენილი იყო თითისტარისებური, არააღფერენციურებული ნერვული უჯრედების რამდენიმე შრით. ამ უჯრედების ერთი ნაწილი პარაკუქის კედლიდან დაზიანებული ქერქისკენ ბოვორაკებს წარმოქმნიდა და თეთრ ნივთიერებაზე ჯგუფჯგუფად იყო განლაგებული. იმ უჯრედთა შორის და აგრეთვე შენარჩუნებული ქერქის ქვედა ფენაში ი. მეფისაშვილი აღწერს ისეთ ნერვულ უჯრედებს, რომლებიც ორ-ორ ბირთვას შეიცავენ და აგრეთვე ამიტოზური დაყოფის სტადიაში მყოფ უჯრედებს. აქვე უნდა შევნიშნოთ, რომ იმ არის გამოირიცხული უჯრედთა მიტოზური დაყოფის არსებობაც, მაგრამ ი. მეფისაშვილს ამის გამოვლინების საშუალება არ გააჩნდა, რადგან არ გამოუყენებია ჰისტოლოგიური პრეპარატების შეღებვის სათანადო საშუალებანი. ამ პერიოდში, როცა ამოკვეთილი ქერქის მიდამო ჯერ არ არის ნერვული ქსოვილით ამოვსებული, ელემტრული აქტივობა მარჯვენა

ჰემისფეროში თითქმის სრულებით არ არის, მაშინ როცა მოპირდაპირე, ხელუხლებელ ჰემისფეროში კარგად გამოხატული სონტანური აქტივობაა.

რამდენადმე შესაძენვეი ელექტრული სონტანური აქტივობა დეკორტიციტრებულ ჰემისფეროში აღინიშნება ოპერაციიდან დაახლოებით ორი კვირის შემდეგ. მაგრამ ეს აქტივობა მეტად დაბალია. ელექტროკორტიკოგრაფიაში აღინიშნება ნელი რხევები, ხოლო სწრაფი კომპონენტები, რომლებიც დამახასიათებელია ნორმალური სონტანური აქტივობისათვის, თითქმის მთლად გამოირიცხულია (სდრ. სურ. 1-ზე ზედა ოსცილოგრაფა ქვედას, რომელიც მარცხენა, ხელუხლებელი ჰემისფეროს აქტივობის მაჩვენებელია). ამ პერიოდში, ი. მეფისაშვილის გამოკვლევით, ნაოპერაცივე ჰემისფეროში დეფექტი შემცირებულია და უფრო ზედაპირული. ჰემისფერო საგრძნობლად არის დეფორმირებული. მაგრამ ქრილობის კიდები კონცენტრულად არის შექმუნული, ხოლო დაზიანებულ ხვეულთა ბოლოები მომრგვალებულია და იზრდება დეფექტის ცენტრისკენ. დეგენერაციული ცვლილებები უჭრედში ნაკლებად გვხვდება. აღინიშნება გლიისა და შემავრთი ქსოვილის პროლიფერაცია. დეფექტის მახლობლად ქერქი ჭერ კიდევ ფაშარია, მაგრამ ამისგან ოდნავ მოშორებით ქერქი შრეებად

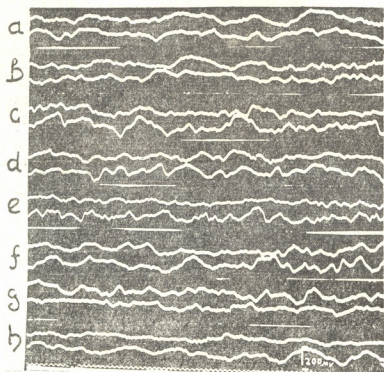


სურ. 1. ლექვი № 1, ამ ლექვს 15 დღის ასაკში ამოკვეთეთ მარჯვენა ჰემისფერო. ელექტროკორტიკოგრაფა ოპერაციიდან 14 დღის შემდეგ, ზედა ოსცილოგრაფია მარჯვენა ჰემისფეროდან, ქვედა—მარცხენადან. ა—უანა ექსოსილივის ხვეული, ბ—შუა ექსოსილივის ხვეული, დრო—20 მ სეკ.

არის დიფერენცირებული. ოპერაციის შემდეგ ჩარჩენილი ქერქის ქვედა ფენებში და აგრეთვე გაფაშარებული ქერქის მიდამოებში ხშირად გვხვდება ორბირთვაკიანი, ორბირთვიანი და ამიტოზური დაყოფის სტადიაში მყოფი უჭრედები.

დეკორტიკაციიდან სამი კვირის გავლის შემდეგ აღმდგარი ქერქის მიდამოებში აღირიცხება კარგად გამოხატული სონტანური ელექტრული აქტივობა. როგორც სურათ 2-ზე ჩანს, ნაოპერაცივე ჰემისფეროში ახლა აღირიცხება არადაბალი ვოლტაჟის ნელი პოტენციალები, როგორც ეს იყო ოპერაციიდან ორი კვირის შემდეგ. არამედ უფრო ხშირი და მაღალვოლტაჟიანი რხევები, მსგავსად მეორე, ხელუხლებელი ჰემისფეროს ელექტროკორტიკოგრაფიისა. აღმდგარ ქერქშიც სონტანური აქტივობის კომპონენტები მრავალფეროვანია, დაწყებული სიხშირიდან 4—5 წამში, დამთავრებული მაღალი სიხშირისა და დაბალი ვოლტაჟის რხევებით — წამში 20—25. ამ სურათზევე ჩანს, რომ იმ მიდამოებში, სადაც ქერქი შედარებით ცუდად არის აღმდგარი (ნაჭრილობეც ნაწიბურთა მიდამოები) ელექტრული აქტივობაც ცუდად არის გამოხატული (სურ 2-ე, 1, II). მაგრამ ამ მიდამოებშიც იმისგან განსხვავებული სურათია რაც იყო ოპერაციიდან 2 კვირის შემდეგ: თუ მაშინ აღირიცხებოდა პათოლოგიურ-ელექტასმავარი აქტივობა, ახლა, მართალია, რხევათა ვოლტაჟი კვლავ შედარებით დაბალია, მაგრამ ამ აქტივობის კომპონენტები სიხშირის მიხედვით თითქმის არ განსხვავდება ნორმალური ელექტრული აქტივობის კომპონენტებისაგან. განვითარების ამ საფეხურზე პისტოლოგიური გამოკვლევა აღმოჩნდა, რომ ქერქი ალაგ-ალავ კვლავ ფაშარია, შეიცავს სხვადასხვა ოდენობის ღრუებს და ბადისებური აღნა-

გობისაა. ღრუთა შორის ტვინის სუბსტრატ ბოგირაკებს წარმოქმნის, მაგრამ ნერვული უჯრედები არ არის დიფერენცირებული ცალკეულ შრეებად. გაფაშარებული ქერქის უჯრედთა შორის არის უჯრედები ორ-ორი ბირთვით, ორ-ორი ბირთვით ან ამიტოზური დაყოფის სტადიაში. იქ, სადაც ქერქული ნივთიერება გაფაშარებული არ არის, ქერქი სტრატოციტობულია: შეიმჩნევა ზონალური გარეთა მარცვლოვანი, საშუალო პირამიდების, შიგნითა მარცვლოვანი, დიდი პირამიდებისა და პოლიმორფული შრეები. მარჯვენა პარაკუსის კედელი

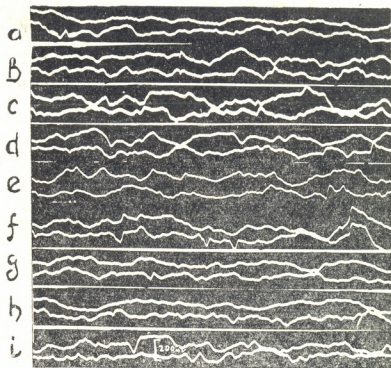


სურ. 2. ლეკვი № 2, მარჯვენა ჰემისფეროს დეკორტიკაცია ვაწარმოეთ 40-დღიან ასაკში. ელექტროკორტიკოგრაფია ობერაციიდან 3 კვირის შემდეგ. ზედა ოსცილოგრამა მარჯვენა (ნაოპოაცივი) ჰემისფეროსია, ქვედა—მარცხენისა. *a*—კორონარული ხვეულები, *b*—წინა ექტოსილვის ხვეულები, *c*—წინა ექტოსილვის ხვეულების უკანა მონაკვეთი, *d*—შუა ექტოსილვის ხვეულები, *e*—შუა ექტოსილვის ხვეულები, ზედა მონაკვეთი, *f*—უკანა ექტოსილვის ხვეულები, ზედა მონაკვეთი, *g*—უკანა ექტოსილვის ხვეულები, წინა მონაკვეთი, *h*—კეთის წილები. დრო—20 მსგ

შეიცავს თითისტარა ნერვულ უჯრედებს, რომლებიც განლაგებულია რამდენიმე მწკრივად. ზოგი ამ უჯრედთაგან შორდება პარაკუსის კედელს და შეიქრება თეთრ ნივთიერებაში: წარმოქმნის ნერვულ უჯრედთა გროვებს და „კვლებს“ გაფაშარებული ქერქისკენ. რუხსა და თეთრ ნივთიერებას შორის ზღვარი მკრთალად არის გამოხატული [4].

ქერქული ელემენტული აქტივობის შემდგომი განვითარება გამოიხატება სპონტანური მოქმედების ცალკეულ კომპონენტთა ამპლიტუდის გაზრდით და საერთო სურათის ერთგვარად გართულებით. მოვიყვან რამდენიმე ჩანაწერს განვითარების სხვადასხვა საფეხურზე.

სურ. 3-ზე მოყვანილია ელექტროკორტიკოგრაფები დეკორტიკაციიდან 6 კვირის შემდეგ. ამ ლექვის ელექტროკორტიკოგრაფა გადაღებული იყო ჯერ კიდევ ოპერაციიდან 2 კვირის შემდეგ (სურ. 1). მაშინ ელექტრული აქტივობა შეტად დაბალი იყო და ნელი პოტენციალებით გამოიხატებოდა. 6 კვირის შემ-

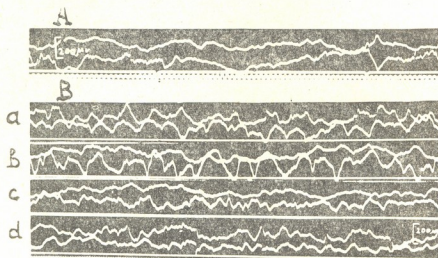


სურ. 3. ლექვი № 1, რომლის ელექტროკორტიკოგრაფა მოყვანილია სურ. 1-ზე. ახლა ელექტროკორტიკოგრაფა ნაწარმოებია ოპერაციიდან 6 კვირის შემდეგ. დეფექტის ადგილას ქერქი განუვითარებელია. ზედა კორტიკოგრაფები მარჯვენა, ნაოპერაციევი ჰემისფეროსია, ქვედა—მარცხენასი. *a*—მარჯვენა ჰემისფეროში აღირიცხება დეფექტის კიდე, მარცხენაში მისი სიმეტრიული წერტილი საფეთქლისა და შუბლის წილების საზღვარზე; *b*—კორთნარული ხვეულები, *c*—კორთნარული ხვეულების სხვა წერტილები, *d*—სილიის ხვეულები, *e*—სუბრასილიის ხვეულები, *f*—იგივე ხვეულები, სხვა წერტილები, *g*—უკანა ექთაილიის ხვეულების ქვედა მონაკვეთები; მარჯვენა ჰემისფეროში ქერქი არ არის საკმარისად განვითარებული; *h*—თხემის წილები; მარჯვენა ჰემისფეროში ქერქი აქაც არ არის საკმარისად განვითარებული; *i*—ეკვის წილები. დრო—20 მეც.

დეგ ელექტროკორტიკოგრაფა ნაოპერაციევი ჰემისფეროდან თითქმის არაფრით არ განსხვავდება უოპერაციოდ დატოვებული მარცხენა ჰემისფეროს ელექტროკორტიკოგრაფიდან. ახლა ნელი რხევები გამჭრალია და აღირიცხება სხვადასხვა სიხშირის პოტენციალები სხვადასხვა ამპლიტუდით. მაგრამ ახლაც, ოპერაციიდან 6 კვირის გავლის შემდეგაც, იმ მიდამოებში, სადაც ქერქული სუბსტრათი ცუდად განვითარდა, ელექტრული აქტივობა არ განსხვავდება იმ დაბალი აქტივობისგან, რომელიც ასეთ მიდამოებში აღირიცხებოდა ოპერაციიდან 2 კვირის შემდეგ (სურ. 3-ა, გ, h).

როცა ქერქული ელექტრული აქტივობა ერთ გარკვეულ განვითარების დონეს მიაღწევს, იგი უკვე აღარ იცვლება მომდევნო პერიოდებში, როგორც

ეს ხდება თავის ტვინის ქერქის ნორმალური განვითარების დროს. საილუსტრაციოდ სურათ 4-A-ზე მოყვანილია ოსცილოგრამები ოპერაციიდან 3 თვის შემდეგ, ხოლო სურ. 4-B-ზე — 6 თვისა და 20 დღის შემდეგ. გარდა იმისა, რომ დიდი ტვინის ქერქის აღდგენის შემდეგ ამ ქერქის ელექტრული აქტივობა არ განსხვავდება მეორე, ხელუხლები ჰემისფეროს აქტივობისაგან, უნდა აღინიშნოს, რომ იმ მიდამოებში, სადაც ქერქული სუბსტრატი ცუდად განვითარდა, ელექტრული აქტივობაც ისეთივე „გახუვითარებელი“ დარჩა, როგორც იყო დასაწყისში (სურ. 4-B-b, c)

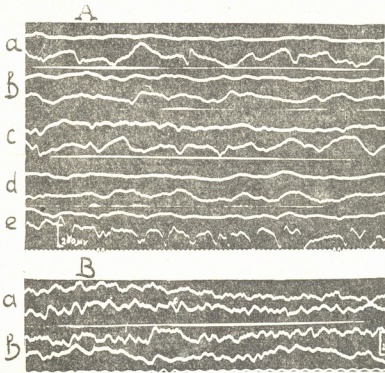


რ. 4. ლექვი № 2, რომლის ოსცილოგრამები მოყვანილია სურ. 2-ზე. A—ელექტროკორტიკოგრაფია ოპერაციიდან 3 თვის შემდეგ, ზედა ოსცილოგრამა—მარცხენა ჰემისფერო, ქვედა—მარჯვენა, ნაპერაცივეი ჰემისფერო. B—ოპერაციიდან 6 თვისა და 20 დღის შემდეგ. ზედა ოსცილოგრამები—მარჯვენა ჰემისფერო, ქვედა—მარცხენა. a—სილიის ხეველი, b—შუა ექტოსილიის ხეველი, c—ფფის წილის სახეჯარზე; მარჯვენა ჰემისფეროდან აღირიცხება მიდამო, რომელიც დეფექტის უბანში განვითარებული შემავალი ქსოვილის კიდებუა; d—სენ.ომოტორული მიდამოები. დრო—20 მსეც

იმ შემთხვევებში, როცა ამა თუ იმ მიზეზით ქერქული მასის აღდგენა არ ხდება, ცხადია, ელექტრული აქტივობაც არ აღინიშნება. სურათ 5 A-ზე მოყვანილია ოსცილოგრამები ლეკვისა, რომელსაც დეკორტიკაცია ჩაუტარდა 52 დღის ასაკში. გარდა იმისა, რომ ოპერაცია ნაწარმოები იყო იმ ასაკში, როცა ამოცლილი ქერქული სუბსტრატის აღდგენა გაძნელებულია, ჩვენ ოპერაციის დროს, როგორც ჩანს, ქერქქვეშა ნივთიერებაც დაგვიზიანებია. ყოველივე ამის გამო ქერქული მასის აღდგენა აღარ მომხდარა და დეკორტიკირებულ ჰემისფეროში ოპერაციიდან 4 თვისა და 20 დღის შემდეგაც სპონტანური ელექტრული აქტივობა სრულიად არის აღკვეთილი. ი. მეფისაშვილის ჰისტოლოგიური მონაცემებით, ქერქული სუბსტრატის აღდგენა ნაკლებსრულყოფილი იყო მაშინაც, როცა 2-თვიან ლეკვს მხოლოდ რამდენიმე ქერქულ ხეველს აცლიდნენ [4]. შედარებისთვის სურ. 5-B-ზე მოყვანილია ელექტროკორტიკოგრამა იმ ლეკვისა, რომელსაც ოპერაცია გაუკეთდა შედარებით მოგვიანებით, 1,5 თვის ასაკში, მაგრამ ქერქული მასის აღდგენა კარგად მოხდა და სპონტანური ელექტრული აქტივობაც იმდენად კარგად არის გამოხატული, რომ ოპერაციიდან 3 თვისა

და 20 დღის შემდეგ რამდენიმედ სჭარბობს კიდევ ამპლიტუდით მეორე, ხელ-
უხლებელი ჰემისფეროს ელექტროკორტიკოგრაფას.

როგორია ქერქის აღდგენის დინამიკა მორფოლოგიური სურათის მიხედ-
ვით?—ამ კითხვაზე პასუხს იძლევა ი. მეფისაშვილის გამოკვლევები [4, 5]. დე-
კორტიკაციის შემდეგ თანდათან ყალიბდება ახალი ქერქული ხვეულები სათა-
ნადო ღარიბით და ახალაღორძინებული ქერქი საბოლოოდ ღებულობს ექვს-



სურ. 5. *A*—ლეკვი № 3, რომელსაც მარჯვენა ჰემისფერო ამოვა-
ცალეთ 53-დღიან ასაკში. ოპერაციიდან 4 თვისა და 20 დღის შემ-
დეგ. ზედა ოსცილოგრაფები მარჯვენა, განუეთარებელი ჰემისფე-
როსია, ქვედა—მარცხენასი. *a*—სიღვიის ხვეულის წინა მონაკვეთი,
b—ექტოსიღვიის ხვეულები, *c*—ექტოსიღვიის ხვეულების სხვა
წერტილები, *d*—სენსომტორული მიდამოები, *e*—სუპრასიღვიის
ხვეულები. *B*—ლეკვი № 5, რომელსაც ოპერაცია გაუკეთდა 46-
დღიან ასაკში. ოპერაციიდან 3 თვისა და 20 დღის შემდეგ. ზედა
ოსცილოგრაფები—მარჯვენა, ნაოპერაციევი ჰემისფერო, ქვედა—
მარცხენა. *a*—საფეთქლის წილები, *b*—ექტოსიღვიის ხვეულები.
აღრიცხვა ბიპოლარული. დრო—20 მსვც

შრიან სახეს, მოძრაობითს ფარგალში კი აღინიშნება ქერქის ოთხშრიანობა.
მაგრამ ბეცის უჯრედები აღორძინებულ ქერქში მხოლოდ ცალკეულ შემთხვე-
ვებში აღმოჩნდა. გარდა ამისა, აღორძინებულ ქერქში უჯრედოვანი ელემენტები
შედაარებით მეჩხრად არის და შრეთა შორის საზღვარი უფრო მკრთალად არის
გამოხატული, ვიდრე ნორმალურად განვითარებულ ქერქში. უჯრედების მიგ-
რაცია, რომელიც აღორძინების დასაწყის სტადიაში კარგად არის გამოხატული,
თანდათან მცირდება; ორბირთვებიანი, ორბირთვებიანი და ამიტოხური დაყოფის
სტადიაში მყოფი უჯრედების რიცხვი თანდათან მცირდება, ბოლოს კი ცალკეუ-
ლი შემთხვევების სახით აღინიშნება. საზღვარი რუხსა და თეთრ ნივთიერებებს
შორის სულ უფრო და უფრო მკვეთრი ხდება. დეფექტის მიდამოში შემაერთი
ქსოვილი განისრუტება და მის ადგილს ტვინის ნივთიერება იკავებს, მაგრამ

მთლიანად არა: ოპერაციიდან 7 თვის შემდეგაც კი შემაერთი ქსოვილი ჯერ კიდევ არის, მართალია, მცირე რაოდენობით, დეფექტის ცენტრში. ქერქის ზედაპირზე, ნაწიბურის ირგვლივ და მის ქვეშ ქერქი კვლავ ინარჩუნებს ატიბიურ, ბადისებურ აღნაგობას; იგი ფაშარია და შეიცავს პოლიმორფულ ნერვულ უჯრედებს, რომლებიც უწყესრიგოდაა გაბნეული.

შეიძლება დავასკვნათ, რომ ქერქის ელექტრული აქტივობის ფორმირება ხდება ქერქის სტრუქტურის აღდგენასთან ერთად. კარგად გამოხატული ელექტრული აქტივობა ჩნდება მაშინ, როცა ქერქი ასე თუ ისე განვითარებულია და სტრუქტურულია. „ასე თუ ისე“ მეთქი ვამბობ. ვინაიდან, როგორც დავინახეთ, საუკეთესო პირობებშიც კი აღორძინებული ქერქის სტრუქტურა რამდენადმე განსხვავდება ნორმალური ქერქის სტრუქტურისაგან: ნერვული ელემენტები უფრო მეჩხრად არის, შრეთა შორის საზღვრები ნაკლებ მკვეთრად არის გამოხატული, მამოძრავებელ ფარგალში ბეცის უჯრედები იშვიათად გვხვდება და ა. შ. ამ განსხვავების მიუხედავად, აღორძინების საბოლოო სტადიაში სპონტანური ელექტრული აქტივობა არ განსხვავდება ნორმალური განვითარებული ქერქის სპონტანური აქტივობისაგან.

თავის ტვინის აღორძინებული ქერქის კარგად გამოხატული ელექტრული აქტივობა იმის მაჩვენებელიც არის, რომ კარგად ვითარდება ნერვული კავშირები ქერქსა და ქერქქვეშა წარმონაქმნებს შორისაც. ეს ვარაუდი სავსებით უამართლდა პირდაპირი დაკვირვებებით.

დასკვნა

დეკორტიკაციის შემდეგ აღორძინებული დიდი ტვინის ქერქის სპონტანური ელექტრული აქტივობა თანდათან ყალიბდება ქერქის მორფოლოგიურ განვითარებასთან ერთად.

საკმარისად კარგად გამოხატული სპონტანური ელექტრული აქტივობა აღირიცხება დეკორტიკაციიდან დაახლოებით სამი კვირის შემდეგ.

აღდგენის საბოლოო სტადიაში ქერქული სპონტანური ელექტრული აქტივობა არ განსხვავდება დაუზიანებელი ქერქის სპონტანური აქტივობისაგან იმის მიუხედავად, რომ აღორძინებული ქერქი მორფოლოგიურად არ არის ნორმალურ პირობებში განვითარებული დიდი ტვინის ქერქის სავსებით იდენტური.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვლიდა 27.11.1961)

დავოწმებულ ლიტერატურა

1. Н. Н. Дзидзишвили. Некоторые опыты по физиологии больших полушарий. Сборн. „Проблемы современ. физиологии нервн. и мышечн. систем“, Тбилиси, 1956, стр. 99—114.
2. Т. В. Иванникова. О корковой компенсации функций зрительного анализатора. Физиолог. журн. СССР, 46, 1312, 1960.
3. А. Б. Коган и Т. В. Иванникова. Зрительные условные рефлексы у кошек с удаленными в раннем возрасте затылочными долями больших полушарий. Булл. эксп. биол. мед., 39, в. 3, 6, 1955.
4. И. С. Мепишашвили. Восстановительные процессы в коре больших полушарий головного мозга щенят в различные периоды онтогенеза. Доклад на III Всесоюзн. совещании эмбриологов в Москве, 1960.
5. И. С. Мепишашвили. Восстановительные процессы коры головного мозга у щенят в раннем постнатальном периоде (печатается) 1962.



ფიზიოლოგია

ა. ასათიანი

**ნარკოზისა და კუბარინაზციის გავლენა ძალის კუჭის
სეკრეციულ ფუნქციაზე**

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაკურაძემ 21.11.1961)

ლიტერატურის გაცნობა გვიჩვენებს, რომ კუჭის სეკრეციული მოქმედების მნიშვნელოვანი მექანიზმები არაიშვიათად შეისწავლებოდა მწვავე ცდებში დანარკოზებულ ცხოველებზე. ასე, მაგალითად: თავის ტვინის სხვადასხვა სტრუქტურის გალიზიანების გავლენის საკითხზე შრომების უმრავლესობა შესრულებულია ასეთ პირობებში: გამონაკლისს მხოლოდ სენისა და ანანდის [1, 2], აგრეთვე კოსენკოს [3] გამოკვლევები შეადგენს.

ამას დიდად შეუწყო ხელი ზოგადი გაუმტკივნეულობის სანდო საშუალებების გამოყენებამ, რომლებიც ცდის განმავლობაში კუჭის მეტად „მგრძობიარე“ ჯირკვლოვან აპარატს იცავდნენ ოპერაციული ტრავმის მავნე გავლენისაგან.

მაგრამ ნარკოზის გამოყენება მრავალრიცხოვან სინდრომებს უქმნის ექსპერიმენტატორს. საქმე ისაა, რომ რიც ნარკოზულ საშუალებებს თვითონ შეუძლიათ მოახდინონ აშკარა მოქმედება კუჭის სეკრეციულ ფუნქციაზე, რამაც ისეთ გამოკვლევებში, სადაც მიზნად ისახება ამ მოქმედების მექანიზმების შესწავლა, შესაძლოა დაამახინჯოს შედეგები.

ამის თაობაზე სპეციალური შრომაა შესრულებული შეხტერის [4] მიერ. ქრონიკული ფისტულის მქონე საცდელი ძაღლებისათვის ინტრავენურად შეჰყავდათ შემდეგი ნივთიერებები: ქლორალოზა, ურეთანი, პენტოტალი, ნემბუტალი და ქლორალოზისა და ურეთანის ნარევი. აღმოჩნდა, რომ ეს საშუალებები ნარკოზულ დოზებში აღძრავენ მეთაობისა და მოწნელებელი ძალის მაღალი მაჩვენებლების მქონე კუჭის წვენის ინტენსიურ სეკრეციას.

გავითვალისწინეთ რა ამ საკითხის მეთოდოლოგიური, პრაქტიკული და თეორიული მნიშვნელობა, შევუდგეთ სპეციალური კვლევის წარმოებას ძაღლებზე, სადაც შევისწავლეთ კუჭის სეკრეციაზე ცხოველთა ნარკოზისა და უმოძრაობისათვის ფართოდ გამოყენებული ისეთი საშუალებების მოქმედება, როგორიცაა მორფინი, ეთერი, ურეთანი და მ-ტუბოკუთარინი.

მ ე თ ო დ ი კ ა

ჩვენ მიერ არჩეულ ფარმაკოლოგიურ საშუალებათა გამოცდას ვაწარმოებდით ექვსი ქრონიკული ფისტულისა და პავლოვის წესით იზოლირებულ პატარა კუჭის მქონე ორ ძაღლზე. თავდაპირველად ყველა ცხოველზე შეისწავ-

ლებოდა კუჭის სეკრეციული მოქმედება უზმოდ. ცდის დაწყებამდე ძაღლები შიმშილობდნენ 18—20 საათს. მარილმჟავა მორფინი 8—10 მგ/კგ წონაზე წყალხსნარის სახით შეგვყავდა კანქვეშ. ეთერის ინჰალაცია ხორციელდებოდა ღია წვეთოვანი წესით ნილაბის საშუალებით. ურეთანი 1 გ/კგ წონაზე და მ-ტუბოკურარინ-ქლორიდი 0,5—1,0 მგ/კგ წონაზე წყალხსნარის სახით შეგვყავდა ინტრავენურად. უკანასკნელ შემთხვევაში ცხოველები გადაგვყავდა ხელოვნურ სუნთქვაზე ტრაქეოტომის საშუალებით ან სპეციალური „სასუნთქვი“ ნილაბის დახმარებით.

ფარმაკოლოგიურ საშუალებათა განმეორებითი შეყვანა წარმოებდა მხოლოდ დროის ვარკვეული მონაკვეთის შემდეგ, რისთვისაც ცხოველის ზოგადი ქცევითი აქტივობის გარდა, სპეციალურ საკონტროლო მაჩვენებლად გამოვიყენეთ კუჭის სეკრეციული მოქმედების ხასიათი უზმოდ ორი დღის განმავლობაში (კუჭის მჟავე შიგთავსისა და „სპონტანური“ სეკრეციის არარსებობა).

კუჭის ქრონიკული ფისტულის მქონე სამ კურარიზებულ ძაღლზე შეისწავლებოდა კუჭის სეკრეციული ეფექტების მიღების შესაძლებლობა ჰიპოთალამუსის ელექტრული გაღიზიანებისას.

ელექტრული გაღიზიანებისათვის გამოყენებული იყო დენის სწორკუთხოვანი იმპულსების გენერატორი (იმპულსის ხანგრძლივობა 5 მილისეკ.; სიხშირე 2—150 იმპ/სეკ.; ძაბვა 2—5 ვ; გაღიზიანების ხანგრძლივობა 1—20 წუთი).

მ-ტუბოკურარინის გავლენა შეისწავლებოდა აგრეთვე საკვებითა და ჰისტამინით აღძრულ კუჭის ჯირკვლების სეკრეციულ მოქმედებაზე. ცდებს ვაყენებდით პავლოვის წესით იზოლირებული პატარა კუჭის მქონე ორ ძაღლზე. 100 გ პურზე და 1 მლ (1:1000) ჰისტამინის კანქვეშ შეყვანაზე სეკრეციული ფონის დადგენის შემდეგ, მ-ტუბოკურარინი შეგვყავდა საუზმის მიღების შემდეგ, ხოლო ჰისტამინი—სრული კურარიზაციის ფონზე.

ყველა ცდაში ვიკვლევდით: სეკრეციის ფარული პერიოდის ხანგრძლივობას, გამოყოფილი კუჭის წვენი რაოდენობას ყოველ 30 წუთში, ამ ულუფებში თავისუფალი მარილმჟავასა და საერთო მჟაობის შემცველობას ტიტრაციული მეთოდით და მომწვლვებელ ძალას მეტის წესით.

შედეგები და მათი განხილვა

მორფინი. მარილმჟავა მორფინის კანქვეშ შეყვანა 8—10 მგ/კგ წონაზე აღძრავს აქტიური კუჭია წვენის ხანგრძლივ სეკრეციას, რომელშიაც აღინიშნება ყველა მაჩვენებლის გაძლიერებისაკენ ტენდენცია მესამე და მეოთხე საათებში (გამონაკლისს მხოლოდ № 4 ცდის შედეგები შეადგენს). შედეგები, რომლებიც მიღებულია ქრონიკული ფისტულის მქონე ორ ძაღლზე, შეჯამებულია 1 ცხრილში.

„მორფინის“ სეკრეციის მექანიზმის გაგებისათვის ლიტერატურის მონაცემებიდან [5] არსებითია ის, რომ ატროპინი და ცთომილი ნერვების გადაკვეთა წყვეტს მას 1—2 საათით. მაგრამ ის ფაქტი, რომ ვაგოტომია და ცთო-

მილი ნერვების შემდგომი დეგენერაცია არ გამოირიცხავს კუჭის სეკრეციულ ფუნქციაზე მორფინის მოქმედებას, საშუალებას იძლევა დავუშვათ პრეპარატის უშუალო მოქმედებაც ჯირკვლოვან აპარატზე.

ცხრილი 1

		I ძალლი					II ძალლი						
ცდის №№	ფარული პერიოდი წუთობით	დრო წუთობით	წვეწის რაოდენ. მლ-ით	თავისუფალი მარილმჟავა ტიტრ. ერთ.	საერთო მჟავ. ტიტრ. ერთ.	მომწელებელი ძალა მმ	ცდის №№	ფარული პერიოდი წუთობით	დრო წუთობით	წვეწის რაოდენ. მლ-ით	თავისუფალი მარილმჟავა ტიტრ. ერთ.	საერთო მჟავ. ტიტრ. ერთ.	მომწელებელი ძალა მმ
1	II	30	5,9	82	109	4	4	12	30	9,4	80	105	4
		30	7,0	75	102				30	8,3	87	105	
		30	4,5	70	100	2			30	6,7	77	103	4
		30	3,6	46	82				30	3,0	61	96	
		30	2,4	56	78	3			30	1,8	40	79	2
		30	4,3	65	105				30	4,1	52	94	
		30	15,0	135	167	8			30	2,2	60	100	3
		30	7,2	96	126				30	5,1	70	110	
	სულ	4 ს.	49,9				სულ	4 ს.	40,6				
2	10	30	6,2	90	120	6	5	12	30	4,2	67	99	2
		30	9,0	83	125				30	2,6	49	100	
		30	7,4	73	105	3			30	1,7	38	70	1
		30	2,1	61	100				30	0,8	29	55	
		30	3,8	30	70	3			30	5,3	57	81	3
		30	9,5	70	100				30	8,8	88	114	
		30	8,0	100	130	6			30	7,7	95	123	5
		30	6,2	95	120				30	3,9	90	120	
	სულ	4 ს.	52,2				სულ	4 ს.	33,9				
3	15	30	2,8	58	90	1	6	11	30	5,7	59	100	4
		30	3,1	50	87				30	3,3	62	100	
		30	5,2	65	100	3			30	3,2	68	94	2
		30	2,5	43	78				30	4,0	60	90	
		30	10,6	115	140	5			30	2,1	65	101	5
		30	7,3	110	137				30	8,7	100	130	
		30	6,6	101	132	5			30	3,0	104	128	5
		30	3,2	70	101				30	6,2	110	133	
	სულ	4 ს.	41,3				სულ	4 ს.	36,2				

ეთერი. ეთერის ნარკოზის გავლენას კუჭის სეკრეციულ ფუნქციაზე ვსწავლობდით კუჭის ქრონიკული ფისტულის მქონე ორ ძალზე, რისთვისაც დავაყენეთ ხუთი ცდა. ნათი შედეგები გადმოცემულია მე-2 ცხრილში.

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ეთერის ნარკოზის დროსაც აღინიშნება თავისუფალი მარილმჟავას შემცველი და მომწელებელი აქტივობის მქონე კუჭის წვეწის გამოყოფა. მართალია, მარილმჟავას სეკრეცია ჩვეულებრივად მეორე საათში წყდება, მაგრამ კუჭის ლორწოს შედარებით უხვი გამოყოფა აღინიშნებოდა მთელი ცდის განმავლობაში.

ჩვენს ცდებში მიღებული კუჭის ჯირკვლების მოქმედების მაჩვენებლების ვარიაციები, როგორც ჩანს, ნარკოზის სიღრმის ძნელად ასაცილებელ ვარიაციებში უნდა ვეძიოთ.

საჭიროდ მიგვაჩნია აღვნიშნოთ, რომ ჩვენს კათედრაზე კუჭზე მრავალ-
ნაირი ოპერაციების წარმოების დიდი გამოცდილება ყოველთვის მიუთითებს
მორფინისა და ეთერის ნარკოზის დროს კუჭის ღრუმში მკაფე კუჭის წვენის
დიდი რაოდენობით არსებობაზე.

ცხრილი 2

		I ძალღ					II ძალღ						
ცდის №№	ფარული კე- როიდი წუ- თობით	დრო წუთო- ბით	წვენის რა- ოდ. მლ-ით	თავისუფალი მარილებე ტიტრ. ერთ.	საერთო მე-ვ. ტიტრ. ერთ.	მომწოდებ- ლი ძალა მმ	ცდის №№	ფარული კე- როიდი წუ- თობით	დრო წუ- თობით	წვენის რა- ოდ. მლ-ით	თავისუფალი მარილებე ტიტრ. ერთ.	საერთო მე-ვ. ტიტრ. ერთ.	მომწოდებ- ლი ძალა მმ
1	10	30	3,8	52	93	5	4	20	30	2,1	31	70	4
		30	2,4	31	79				30	5,5	28	58	
		30	4,1	—	37	1			30	1,5	23	48	
		30	5,6	—	24				30	1,8	18	48	
		30	7,3	—	30	0			30	6,3	—	26	0
		30	6,0	—	21				30	4,7	—	21	
	სულ	3 ს.	29,2				სულ	3 ს.	21,9				
2	15	30	2,6	28	66	3	5	28	30	4,2	22	57	1
		30	1,4	15	47				30	5,1	—	33	
		30	0,9	10	30	0			30	3,8	—	22	0
		30	7,2	—	17				30	6,2	—	18	
		30	4,1	—	16	0			30	5,5	—	20	0
		30	5,9	—	28				30	5,7	—	34	
	სულ	3 ს.	22,1				სულ	3 ს.	30,5				
3	13	30	5,9	60	101	6							
		30	4,7	52	89								
		30	3,1	17	43	2							
		30	4,4	—	26								
		30	2,5	—	18	0							
		30	3,7	—	15								
სულ	3 ს.	24,3											

კუჭის ჯირკვლების თავისებური „ეთერის“ სეკრეციული ეფექტი შეიძ-
ლება აიხსნას ეთერის ნარკოზის დროს სიმპათიკურ-ადრენალური სისტემის
აქტივობაციით [5].

ურეთანი. ურეთანის მოქმედება კუჭის სეკრეციულ ფუნქციაზე ჩვენ
მიერ გამოცდილი იყო ოთხ ცდაში კუჭის ქრონიკული ფისტულის მქონე ორ
ძალზე. ეს შედეგები გადმოცემულია მე-3 ცხრილში.

როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, ურეთანი პირველ 1—1½ საათში
აღაგზნებს მკაფობის მაღალი მაჩვენებლის მქონე კუჭის სეკრეციას, თუმცა
გამოყოფილი წვენის რაოდენობა (განსაკუთრებით მეორე ძალზე) და მასში
პეფსინის შემცველობა შედარებით დაბალია. ამ მხრივ ჩვენი შედეგები შეესა-
ბამება შეხტერის მონაცემებს [4].

ძ-ტუბოკურარინი. თავდაპირველად ჩვენ შევეცადეთ გაგვერკვია
ძ-ტუბოკურარინის „უნარი“ აღაგზნოს უზმოდ კუჭის სეკრეცია. ცდები და-
ვყენეთ ქრონიკული ფისტულის მქონე სამ ძალზე. მათი შედეგები უარყო-
ფითია—მოლიანად კურარინზეულ ცხოველებში ორი საათის განმავლობაში

არც ერთ შემთხვევაში არ აღინიშნებოდა როგორც აქტიური წვენის, ისე ლორწოიანი სეკრეტის გამოყოფა. ასეთი შედეგი რამდენადმე უცნაურად მოგვეჩვენა, რადგანაც ლიტერატურის მონაცემების [5] შესაბამისად კურარე

ცხრილი 3

		I ძალღ					II ძალღ						
ცდის №	ფარული კე-რიდი წუ-თობით	დრო წუთი-ბით	წვენის რა-ოდ. მლ-ით	თავისუფალი მარილებე-ტაქტ. კით.	საერთო მებ. ტაქტ. ეთ.	მომწელებ-ლი ძალა მმ	ცდის №	ფარული კე-რიდი წუ-თობით	დრო წუთი-ბით	წვენის რა-ოდ. მლ-ით	თავისუფალი მარილებე-ტაქტ. ეთ.	საერთო მებ. ტაქტ. ეთ.	მომწელებ-ლი ძალა მმ
1	18	30	9,1	105	149	3	3	13	30	2,1	96	124	5
		30	7,3	110	142				30	3,2	100	132	
		30	2,5	91	125	1			30	4,3	95	130	1
		30	4,7	90	131				30	0,9	0	16	
		30	1,2	41	83	0			30	0,8	0	16	
		30	0,5	0		19				30	1,1	—	—
	სულ	3 ს.	25,3				სულ	3 ს.	12,4				
2	21	30	6,2	112	153	2	4	15	30	0,8	61	115	2
		30	4,9	114	161				30	5,2	102	138	
		30	3,0	100	135	1			30	3,1	93	126	2
		30	1,7	52	79	—			30	2,6	80	117	—
		30	0,8	0	27	—			30	0,7	0	17	—
		30	0,3	—	—	—			30	0,8	—	—	—
	სულ	3 ს.	16,9				სულ	3 ს.	13,2				

ხელს უწყობს ორგანიზმში ჰისტამინის გამოყოფას და ამის საფუძველზე ვა-რაუდობენ კურარეს ბრონქოსპასტიკური და დებრესორული მოქმედების ახსნას.

ჩვენი გამოკვლევის შემდგომ ეტაპზე მ-ტუბოკურარინი გამოვიყენეთ ცხოველების სრული უმოძრაობისათვის, რათა შეგვესწავლა ჰიპოთალამუსის სხვადასხვა სტრუქტურების ელექტრული გაღიზიანების გავლენა კუპის სეკრე-ციულ მოქმედებაზე.

ცდები დავაყენეთ ქრონიკული ფისტულის მქონე სამ ძალღზე. შედეგები ისევ უარყოფითი მივიღეთ: კუპის სეკრეციული ეფექტები ელექტრულ სტი-მულაციაზე არ აღინიშნებოდა, მიუხედავად იმისა, რომ გაღიზიანებდით ჰიპო-თალამუსის სტრუქტურებს, რომლებიც ასეთი ზემოქმედებისას, ლიტერატუ-რული მონაცემების [1, 3, 6 და სხვა] მიხედვით, სწრაფად იწვევენ აქტიური კუპის წვენის ინტენსიური სეკრეციის აგზნებას.

სად უნდა გვეჩვენა მიზეზი?

ჯერ ერთი, ოპერაციულ ტრავმას და მასთან დაკავშირებულ მტკივნეულ გაღიზიანებებს (ტრაქეოტომია, თავის ქალის ახდა და სხვ.) შეედლოთ მკვეთ-რად დაეთრგუნათ სეკრეციული მექანიზმები, და მეორე, ეს თვითონ მ-ტუბო-კურარინის მოქმედება ცხოველის ორგანიზმზე. აქ მიყენების სამი წერტილი მაინც უნდა გამოვყოთ: ცენტრალური ნერვული სისტემა, პერიფერიული

ვეგეტაციური კენძები და თვითონ ორგანო-კუჭის ჯირკვლოვანი აპარატი.

იმისათვის, რომ ნაწილობრივ მაინც გაგვეშუქებინა ზემოთ დასმული ორი საკითხი, ჩვენ წამოვიწყეთ ქრონიკული ექსპერიმენტების სპეციალური სერია, სადაც მიზნად დავისახეთ პავლოვის წესით იზოლირებული პატარა კუჭის მქონე ორ ძალზე შეგვესწავლა (ძ-ტუბოკუარარინის გავლენა საკვებითა (100 გ პური) და ჰისტამინით აღძრულ კუჭის სეკრეციაზე, ე. ი. შევარჩიეთ უპირატესად „რეფლექსური“ და „ჰუმორალური“ გამაღიზიანებლები. სულ ჩაებატარეთ 42 ცდა; მათი შედეგები შეჯამებულია მე-4 და მე-4 ა ცხრილებში.

ცხრილი 4

კუჭის წვენის სეკრეცია საათობით: ა) 100 გ პურის მიცემისას და ბ) 1 მლ. 1:1000 ჰისტამინის კანქვეშ შეყვანის შემდეგ. მარცხნივ საკონტროლო ცდები, მარჯვნივ იგივე, მხოლოდ ძ-ტუბოკუარარინის შეყვანისას დოზებში: 0,5 მგ/კგ. წონაზე—პირველი ციფრები და 1,0 მგ/კგ. წონაზე—მეორე

საკონტროლო ცდა						ძ-ტუბოკუარარინის შეყვანისას												
ფარული პერიოდი წუთობით	დრო საათობით	წვენის რაოდ. მლ-ით	თავისუფალი მარილმცხე ტიტრ. ერთ.	საერთო მცხე. ტიტრ. ერთ.	მონუნლებული ძალა მმ	ფარული პერიოდი წუთობით	დრო საათობით	წვენის რაოდენობა მლ-ით	თავისუფალი მარილმცხე ტიტრ. ერთ.	საერთო მცხე. ტიტრ. ერთ.	მონუნლებული ძალა მმ	ფარული პერიოდი წუთობით	დრო საათობით	წვენის რაოდენობა მლ-ით	თავისუფალი მარილმცხე ტიტრ. ერთ.	საერთო მცხე. ტიტრ. ერთ.	მონუნლებული ძალა მმ	
9	1	6,8	73	101	6	14	17	1	3,1	2,0	38	28	67	55	4	2		
	2	2,7	50	85				2	1,4	0,6	21	—	43	31				
	3	2,3	24	49				3	—	—	—	—	—	—				
სულ	3 ს.	11,8			5	სულ	3 ს.	4,5	2,6						4	2		

ცხრილი 4ა

8	1	9,9	108	145	2	13	14	1	2,7	2,5*	60	47	105	92				
	2	1,8	79	116				2	—	—	—	—	—	—				
სულ	2 ს.	11,7			2	სულ	2 ს.	2,7	2,5						3	2		

* მუკვე სეკრეცია ჩვეულებრივ მხოლოდ პირველი 3/4 საათის განმავლობაში გრძელდებოდა.

მე-4 და მე-4ა ცხრილებიდან ჩანს, რომ ძ-ტუბოკუარარინი მკვეთრად აკავებს კუჭის სეკრეციულ მოქმედებას, აღძრულს როგორც პურიით, ისე ჰისტამინით. კერძოდ, ხანგრძლივდება ფარული პერიოდი და მცირდება სეკრეციის საერთო ხანგრძლივობა, მცირდება გამოყოფილი წვენის რაოდენობა, ქვეითდება მუკვობის მაჩვენებლები. ყურადღებას იქცევს ის გარემოება, რომ

მ-ტუბოკურარინი ასეთ მოქმედებას ავლენს როგორც სუნთქვის მუსკულატურის დამადამბლავებელ მინიმალურ დოზაში (0,5 მგ/კგ), ისე ორჯერ მეტი დოზის (0,1 მგ/კგ) გამოყენების დროსაც; თუმცა უკანასკნელ შემთხვევაში სეკრეციის დათრგუნვის ეფექტი უფრო ძლიერია.

მ-ტუბოკურარინ-ქლორიდი ითვლება ძირითად პრეპარატად, რომელიც აღჭურვილია ცოცხალ ორგანიზმზე კურარეს სპეციფიკური მოქმედებით. როგორც ცნობილია, ეს უკანასკნელი მდგომარეობს ნერვ-კუნთოვანი გადაცემის შექცევად ბლოკირებაში. მაგრამ ამ აზრებით მოქმედებასთან ერთად, მ-ტუბოკურარინის შეყვანისას შეიძლება აღინიშნოს სხვა ეფექტებიც. ასე, კურარეს ფარმაცოლოგიის მონაცემებიდან [5, 7] ცნობილია, რომ მ-ტუბოკურარინი 0,5—1,0 მგ/კგ რაოდენობით, აჩერებს რა სუნთქვას, იწვევს ვეგეტაციური კვანძების ბლოკირებას და სისხლის წნევის შესამჩნევ დაცემას. კურარინაციის დროს აღინიშნება აგრეთვე კუჭ-ნაწლავის ტრაქტის მოტორული აქტიუობის ერთგვარი დაქვეითება და ძირითადი ცვლის უმნიშვნელო დაცემაც. გასაგებია, რომ ამ ძვრების გამოვლინების ხარისხი და ახალი ეფექტების დამატება ბევრად არის დამოკიდებული შეყვანილი პრეპარატის რაოდენობაზე; ასე, მაგალითად, თუ სუნთქვის გასაჩერებლად საკმარის დოზაში მ-ტუბოკურარინი ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე გავლენას არ ახდენს, დიდ დოზებში ასეთი მოქმედება მკაფიოდ ვლინდება.

გამომდინარე იქიდან, რომ კურარეს ძირითადი მოქმედება—ნებისმიერი მუსკულატურის დამბლა დღეს განიხილება როგორც ნერვული ავზნების მედიატორის—აქტილქოლინინსადმი კუნთოვანი ბოჭკოების ქოლინორეაქტიული სისტემების მგრანობელობის ზღურბლის აწევის შედეგი, საესებით შესაძლებელია, რომ ეს იყოს კონკრეტული მიზეზი ვეგეტაციური ცვრებისაც, რომლებიც მ-ტუბოკურარინის მოქმედების დროს აღინიშნება.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ კუჭის სეკრეციული ფუნქცია ძირითადად ქოლინერგული ნერვული სისტემით რეგულირდება, მაშინ მ-ტუბოკურარინის მოქმედების დროს აღნიშნული „პურის“ და „ჭისტამინის“ სეკრეციის მკვეთრი დათრგუნვა შეიძლება განვიხილოთ როგორც ეფექტი არა მხოლოდ ვაზომოტორული და ტროფიკული ძვრებისა, არამედ, ნაწილობრივ, როგორც შედეგი კუჭის ჯირკვლების სეკრეციული ინერვაციის ქოლინორეაქტიული სისტემების ზომიერი ბლოკირებისა.

დასკვნები

1. მორფინი, ეთერი და ურეთანი ნარკოზულ დოზებში აღძრავენ აქტიური კუჭის წვენის კარგად გამოხატულ სეკრეციას.
2. მ-ტუბოკურარინი არ წარმოადგენს კუჭის ჯირკვლების სეკრეციულ მოქმედების დამოუკიდებელ ამგზნებელს.
3. სრული კურარინაციის დროს აღინიშნება კუჭის სეკრეციული ფუნქციის მკვეთრი შეკავება.

4. მწვავე ცდებში, სადაც მიზნად ისახება კუჭის ჯირკვლების სეკრციული მოქმედების „გამშვები“ მექანიზმების შესწავლა, მორფინი, ეთერი, ურეთანი და D-ტუბოკურარინი, როგორც საშუალებები ცხოველთა ნარკოზისა და უმოძრაობისათვის, არ გამოიყენება.

თბილისის სახელმწიფო
 სამედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 21.11.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. R. N. Sen, B. K. Anand. Effect of electrical stimulation of the limbic system of brain („visceral brain“) on gastric secretory activity and ulceration. Ind. Jour. Med. Res., v. 45, № 4, 1957, 515—591.
2. R. N. Sen, B. K. Anand. Effect of electrical stimulation of the hypothalamus on gastric secretory activity and ulceration. Ind. Jour. Med. Res., v. 45, № 4, 1957, 507—513.
3. А. Ф. Косенко. Влияние раздражения гипоталамуса в хроническом эксперименте на секреторную функцию желудка. Бюл. exper. биол. и мед. XLVI, № 8, 1958, 22—26.
4. M. Schachter. Anesthesia and gastric secretion. Amer. J. of Physiol., v. 156, № 2, 1949, p. 248—255.
5. Руководство по фармакологии. Под редакцией Н. В. Лазарева, т. I, Ленинград, 1961.
6. T. S. Heslop. The nervous control of gastric secretion. Brit. Jour. of Surg., v. 25, № 100, 1938, 884—899.
7. М. С. Григорьев и М. Н. Аничков. Кураре и курареподобные препараты в хирургии. Медгиз, 1957.

მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე

გ. გომინაშვილი

პერაცეტილის მოქმედება გულზე და სისხლის ქარცხანტა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაქურაძემ 26.7.1961)

პერაცეტინი, ანუ აცეტილ- α -ამინონიკოტინი რეკომენდებულია, როგორც სასუნთქი ანალეპტიკი [1, 2]. პერაცეტილის მოქმედება არტერიული სისხლის წნევისა და სუნთქვაზე, კაროტიტული სინუსის რეცეპტორების გაღიზიანების გზით, უკვე შესწავლილია [3, 4]. შესწავლილია აგრეთვე პერაცეტილის გავლენა სუნთქვაზე როგორც ცივისსხლიან, ისე თბილისხლიან ცხოველებში უკანა კიდურების, ნაწლავის, ელენთისა და კაროტიდული სინუსის რეცეპტორების გაღიზიანების გზით [5].

ცნობილია, რომ პერაცეტინი სუნთქვის აგზნებას იწვევს არა მარტო უშუალოდ სასუნთქ ცენტრზე მოქმედებით, არამედ კაროტიტული სინუსისა და სხვა ორგანოების (ელენთა, ნაწლავი, უკანა კიდური) ქემორეცეპტორების გაღიზიანების გზითაც. პერაცეტინი, როგორც სასუნთქი ანალეპტიკი, კლინიკაში მრავალმა მკვლევარმა გამოიყენა [6, 7, 8, 9]. მათი დასკვნით, პერაცეტინი წარმოადგენს სასუნთქ ანალეპტიკს და მისი მოქმედება სუნთქვაზე ლობელინთან შედარებით უფრო ხანგრძლივია რის გამოც ვვირჩევს, რომ იგი ფართოდ გამოვიყენოთ პრაქტიკულ მედიცინაში სხვადასხვა მიზეზით გამოწვეული სასუნთქი ცენტრის დაკნინებისას.

ამგვარად, პერაცეტინი ძირითადად წარმოადგენს სასუნთქ ანალეპტიკს, მაგრამ სხვა ორგანოებზე მისი ფარმაკოლოგიური მოქმედება ნაკლებადაა შესწავლილი. ამიტომ ჩვენ მიზნად დავისახეთ, შეგვესწავლა პერაცეტილის გავლენა როგორც იზოლირებულ გულზე, ისე გულზე (სხვა ორგანოებთან კავშირში), აგრეთვე დაგვედგინა მისი მოქმედება თირკმლისა და კორონალური სისხლის მილზე.

მეთოდის აღწერა

თბილისხლიანი ცხოველის იზოლირებული გულის გამოყოფის დროს ცხოველი იძოფებოდა ურეთანის ნარკოზის ქვეშ. ამოკვეთილი გულის აორტაში ვამაგრებდით საპერფუზიო კანულას, რის შემდეგაც წარმოებდა მუდმივი პერფუზია ოქსიგენირებული რინგერ-ლოკის ხსნარით მუდმივი წნევის ქვეშ (ვერცხლის წყლის სვეტის 120 სმ).

უნდა აღინიშნოს, რომ ცდის პერიოდში ყოველთვის მოწმდებოდა პერაცეტილის საცდელი ხსნარისა და საკვები რინგერ-ლოკის ხსნარის pH, რომლის სიდიდე 7.3—7.5 უნდა იყოს. გადახრის შემთხვევაში ჩვენ მარტივად ან სოდის მომატებით ხსნარს ვანიჭებდით საჭირო pH-ს. ეს აუცილებელი იყო იმისათვის, რომ, როგორც ცნობილია, თვით pH-ის გადახრა, მომატების ან დაკლების სახით, იწვევს იზოლირებული ორგანოს ფიზიოლოგიური მდგომარეობის შეცვლას. გულის მუშაობის ჩაწერას ვაწარმოებდით უნივერსალური მიოგრაფით. კ-

მოგრაფის გამურულ ქალაღღზე. თითოეულ იზოლირებულ გულზე წარმოებდა პერაცტინის ხსნარის ერთი ან რამოდენიმე განხვევბის შესწავლა. სულ ჩატარდა 60 ცდა ბოცვერისა და კატის 22 იზოლირებულ გულზე.

შესწავლილ იქნა პერაცტინის *Sx temporae* დამზადებული 1 : 1.000.000-დან 1 : 1000-ზე განხვევბის ხსნარებზე.

გულზე „*in situ*“ შესწავლის მიზნით დეცერებრივებულ ან ურეთანის ნარკოზის ქვეშ მყოფ ცხოველს ხელოვნური სუნთქვის პირობებში ვუკვეთილით გულმკერდს შუა ხაზის მიმართულებით და ვხსნილით გულმკერდის ღრუს, გულს ვანთავისუფლებდით გულის პერანხვისაგან. გულის მწვერვალს ძათის საშუალებით ვუერთებდით ენგელმანის მოგრაფს, რომლითაც გამურულ ქალაღღზე იწვევავდა ბარძაყის ვენაში, კანში და კუჭში. ამ, მიზნით პერაცტინი გამოყენებულ იქნა 1, 3, 5, 10, 15 მგ რაოდენობით ცხოველის სხეულის კილოგრამ წონაზე. თითოეულ ცხოველზე ვაწარმოვეთ პერაცტინის ორი-სამი დოზის შესწავლა. ყველა შემთხვევაში პერაცტინის მომდევნო დოზის შეყვანა ხდებოდა 30 წუთის შუალედის შემდეგ. ჩვენ სულ ჩავატარეთ 42 ცდა 18 კატაზე და 6 ბოცვერაზე.

იზოლირებული თირკმლის სისხლის ძარღვებზე პერაცტინის მოქმედების შესწავლის მიზნით, ჩვენ გამოვიყენეთ ვ. ზაკუსოვის მეთოდი.

სააერფუზიო ხსნარი შეგვეყვავდა თირკმლის არტერიაში და გამოგვეყვავდა თირკმლის ვენიდან. ასეთ იზოლირებულ თირკმელს ვათავსებდით თერმოსტატში, რომლის ტემპერატურა 39°—40° C არ აღემატებოდა. პერაცტინის სააერფუზიო ხსნარს ვამზადებდით ოქსიგენირებული გამთბარი რინგერ-ლოკის ხსნარზე და იზოლირებული თირკმლის სისხლის ძარღვებში შეგვეყვავდა ერთი და იგივე წნეებით. რომელიც წყლის სვეტის 110 სმ-ს უდრიდა.

საკვლევი ხსნარის გატარება 10 წუთის განმავლობაში გრძელდებოდა. პირველსა და მომდევნო პერფუზიათა შორის შესვენება უდრიდა 10—15 წუთს. ამ ხნის განმავლობაში წარმოებდა თირკმლის სისხლის ძარღვების გამორეცხვა სუფთა რინგერ-ლოკის ხსნარის გატარებით. ცდის მიმდინარეობის პერიოდში თირკმლის სისხლის ძარღვების ფუნქციური მდგომარეობის შემოწმებას ვაწარმოებდით მასში საკონტროლო ადრენალინის 1 : 100.000 ხსნარის გატარებით. 20 იზოლირებულ თირკმელზე ჩატარებულ იქნა 52 ცდა.

პერაცტინის მოქმედება თბილისისლიანი ცხოველის იზოლირებული გულის კორონალურ სისხლის ძარღვებზე ჩვენ შევისწავლეთ როგორც გაჩერებულ გულზე, ისე მუშაობის დროს.

პირველი შემთხვევისათვის ჩვენ ვისარგებლეთ არა ნარკოზირებული ბოცვერის ან კატის იზოლირებული გულებით. იზოლირებული გულის აორტაში ვამაგრებდით კანულას და ლანგენდორფ-ბოჩაროვის ხელსაწყოში ვათავსებდით. კორონალურ სისხლის ძარღვებში ვატარებდით რინგერ-ლოკის ხსნარს, რომელიც მოკლებული იყო ეანგბადს. გულს ვაჩერებდით სტროფანტინით კრავკოვის მეთოდით. პერაცტინის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარს კორონალურ სისხლის ძარღვებში 10 წუთის განმავლობაში ვატარებდით ყოველ ერთ წუთში. გამოყოფილ პარფუზატს ვზომავდით მილილიტრობით. ამ შემთხვევაშიც დაკვირვებას ვიწყებდით პერაცტინის სუსტი კონცენტრაციის ხსნარით და შემდეგ უფრო მაგარი კონცენტრაციის ხსნარებზე გადავდიოდით. იზოლირებული გულის მუშაობის დროს კორონალური სისხლის ძარღვებზე პერაცტინის მოქმედებას შემდეგნაირად ვაკვირდებოდით. უნივერსალური მიოგრაფით იწერებოდა გულის მუშაობა და ამავე დროს კორონალური სისხლის ძარღვებიდან გამოყოფილი სითხის რაოდენობა ყოველ ერთ წუთში იზომებო-

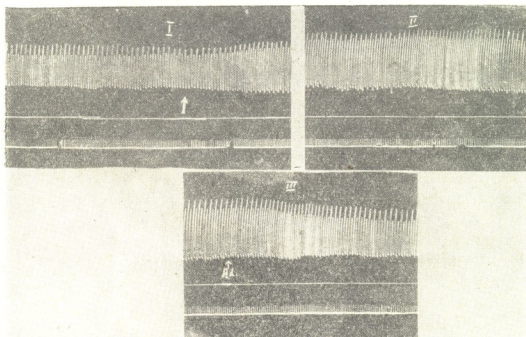
და მილილიტრობით. პირველად ვადგენდით კორონალური მილეებიდან გამოყოფილი საკვები სითხის მყარ რაოდენობას (ფონი) და შემდეგ შეგვყავდა პერაცეტილის სხვადასხვა კონცენტრაციის ხსნარები.

გილაჟული შედეგები და მათი ბანხილა

პერაცეტილის გავლენა თბილისის ხლიანი ჯხოველის იზოლირებულ გულზე

ჩვენი ცდებით გამოირკვა, რომ პერაცეტინი 1 : 3.000.000, 1 : 2.000.000 და 1 : 1.500.000 განზავებით არ იწვევს რაიმე შესამჩნევ ცვლილებებს იზოლირებულ გულზე (ბოცვერი, კატა) და შეიძლება პერაცეტილის ეს განზავებები ფარმაკოლოგიურად უმოქმედო კონცენტრაციის ხსნარად ჩაითვალოს.

პერაცეტინი შედარებით უფრო დიდ კონცენტრაციებში 1 : 1.000.000, 1 : 1000.000-მდე იწვევს იზოლირებული გულის რითმის გახშირებას და გულის კუნთის შეკუმშვის ამპლიტუდის გადიდებას.



სურ. 1. კინოგრაფა. ოქმი № 6, 31.5.1948 წ. პერაცეტილის (1:800.000) გავლენა ბოცვერის იზოლირებულ გულზე: I—განთავალი ფონი; ისოთ აღნიშნულია პერაცეტილის მოქმედების ნიშნები; II—პერაცეტილის მოქმედების მე-15 წუთზე; III—პერაცეტილის მოქმედების 27-ე წუთზე. ისაოი აღნიშნავს პერფუზიის დამთავრების მომენტს

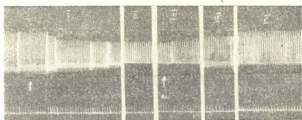
მრავალი ცდით დამტკიცდა, რომ პერაცეტინი 1 : 1.000.000 განზავებით ყველაზე სუსტი კონცენტრაციის ხსნარია, რასაც შეუძლია მოქმედოს ბოცვერის ან კატის იზოლირებულ გულზე. ჩვენს ყველა ცდა ეს კონცენტრაცია

იწვევდა გულის რიტმის გაზვირებას, რაც შეესაბამებოდა პერფუზიის გატარების ხანგრძლივობას. გულის სისტოლა ყველა შემთხვევაში გაძლიერებული იყო.

პერაქტინის უფრო მაღალი კონცენტრაციების ხსნარები 1:800.000, 1:200.000 განზავებით იზოლირებულ გულზე ახდენენ მსგავს გავლენას როგორც იწვევს პერაქტინის 1:1.000.000 განზავების ხსნარი. მაგრამ იმ განსხვავებით, რომ ეს განზავებები გულის კუნთის შეკუმშვის ამპლიტუდას უფრო მეტად ზრდის (იხ. სურ. 1).

პერაქტინის უფრო მაღალი კონცენტრაციები (1:100.000 — 1.200.000) დასაწყისში იწვევენ მცირე ხნით ამპლიტუდის გაზრდას, რომელიც ჩქარა იცვლება გულის კუნთის შეკუმშვის ამპლიტუდის შემცირებით და რიტმის გაიშვითებით.

საილუსტრაციოდ მოგვყავს პერაქტინის განზავება 1:40.000 (იხ. სურ. 2).



სურ. 2. კინოჯრამა ოქმი № 18. 26.8.1948 წ. პერაქტინის (1:40 000) მოქმედება კატის იზოლირებულ გულზე. I—გამოსავალი ფენი; ისრით აღნიშნულია პერაქტინის მოქმედების დასაწყისი; II—პერაქტინის მოქმედება მე-15 წუთზე; III—პერაქტინის მოქმედება მე-20 წუთზე. * ისრით აღნიშნულია რინგერ-ლოკის ხსნარით პრეპარატის გამოოქცევის ნიშნები; IV—გამორეცხვის შემდეგ მე-5 წუთზე; V—მე-10 წუთზე

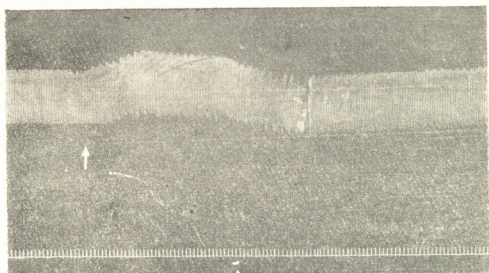
როგორც სურ. 2-დან ირკვევა, პერაქტინი აღნიშნული კონცენტრაციით იწვევს დასაწყისში გულის შეკუმშვის ამპლიტუდის გაზრდას რიტმის უმნიშვნელო გაზვირებით. ეს მომენტი გრძელდება დაახლოებით 5 წუთს. შემდეგ კი იწყება გულის შეკუმშვის ამპლიტუდის შემცირება და რიტმის გაიშვითება. იზოლირებული გულის გამორეცხვა რინგერ-ლოკის ხსნარით იწვევს გულის მე-10 წუთის აღდგენას და გამორეცხვის მე-10 წუთზე უბრუნდება საწყის მდგომარეობას.

პერაქტინი უფრო მაღალი კონცენტრაციით 1:100.000 იზოლირებულ გულზე იწყებს ძლიერ ტოქსიკურ მოქმედებას. დასაწყისშივე ამცირებს გულის კუნთის შეკუმშვის ამპლიტუდას. აიშვითებს რიტმს, ზოგჯერ ვითარდება არიტმია, ექსტრასისტოლია და საბოლოოდ გული ჩერდება სისტოლის ფაზაში, რომლის აღდგენა უკვე ვერ ხერხდება მაშინაც კი, როდესაც ვაწარმოებთ იზოლირებული გულის გამორეცხვას სუფთა რინგერ-ლოკის ხსნარით.

პერაქტინის გავლენა კატის გულზე „in situ“

პერაქტინის 1—5 მგ ცხოველის კილოგრამ წონაზე ვენაში შეყვანისას იწვევს გულის კუნთის ტონუსის მომატებას და ამპლიტუდის გაზრდას. გულის ტონუსი საწყის მდგომარეობას უბრუნდება მე-8—მე-10 წუთის შემდეგ, ხოლო

გულის შეკუმშვის ამპლიტუდა თავის საწყის მდგომარეობას 15—18 წუთის შემდეგ უბრუნდება. პერაცეტინის მოქმედება იწყება მისი ვენაში შეყვანის მომენტიდან. საილუსტრაციოდ მოგვამყვანს სურ. 3.



სურ. 3. კინოგრაფია. ოქმი № 28. 9.10.1948 წ. კატა წონით 2.400 გრამი. ურეთანის ნარკოზი (ხელოვნური სუნთქვა) პერაცეტინის 5 მგ/კგ წონაზე, ბარბაყის ვენაში შეყვანისას. ისრით აღნიშნულია პერაცეტინის შეყვანის მომენტი. დრო — 2 წამი

პერაცეტინის 20 მგ/კგ ვენაში შეყვანისას დასაწყისშივე ადგილი აქვს უარყოფით გავლენას — მცირდება გულის შეკუმშვის ამპლიტუდა და იშვიათდება რიტმი. ზოგჯერ ადგილი აქვს არიტმიას.

პერაცეტინის მოქმედება კატის გულზე „in situ“ მისი კუნთებში, კანქვეშ და კუჭში შეყვანის დროს

პერაცეტინი კუნთში ან კანში შეყვანილი ინარჩუნებს თავის მოქმედებას გულზე. მხოლოდ ორივე შემთხვევაში მოქმედება იწყება პერაცეტინის შეყვანისა და 10—15 წუთის შემდეგ და გრძელდება იმდენ ხანს, როგორც ამას ადგილი აქვს პერაცეტინის ვენაში შეყვანისას. მაგრამ კუნთებში და კანქვეშ შეყვანისას ერთნაირი ეფექტის მისაღებად საჭიროა 1—1/2 ლიტი დოზის გამოყენება.

კუჭში შეყვანილი პერაცეტინი ვერ ამჟღავნებს თავის დამახასიათებელ მოქმედებას. თუ მხედველობაში არ მივიღებთ გულის მუშაობის მცირედი ამპლიტუდის გადიდებას პერაცეტინის შეყვანიდან 5—8 წუთის შემდეგ. შესაძლებელია მისი უმოქმედობა იმით აიხსნას, რომ პერაცეტინზე მოქმედებს კუჭის სიმკვავე და იწყებს მის ქიმიურ ცვლილებას.

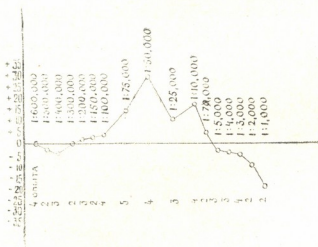
როგორც დაკვირვებიდან ირკვევა (კატა, ბოცვერი), გული „in situ“ ვენაში შეყვანილი პერაცეტინის მოქმედ დოზად 1-5 მგ/კგ უნდა ჩაითვალოს. ამაზე მეტი დოზის გამოყენებისას ადგილი აქვს არიტმიას, ექსტრასისტოლიას და ზოგჯერ მცირე ხნის განმავლობაში გულის გაჩერებას.

პერაცეტინი კანქვეშ ან კუნთებში შეყვანისას გულის კუნთზე ისეთსავე მოქმედებას იჩენს, როგორც ვენაში შეყვანისას, მხოლოდ ამ შემთხვევაში სა-

ჭირთა ვიხმართ 1 1/2-ჯერ მეტი დოზა. რაც შეეხება პერაცეტინის მოქმედებას კუჭში შეყვანისას, იგი თავის დამახასიათებელ მოქმედებას გულის კუნთზე არ იწვევს, თუნდაც მისი 2—4-ჯერ მეტი დოზა გამოვიყენოთ.

პერაცეტინის მოქმედება იზოლირებულ იორგანოებში (თირკმლის, გულის კორონალურ) სისხლის ძარღვებზე

ჩატარებული ცდების შედეგად გამოირკვა, რომ პერაცეტინი 1:600.000, 1:500.000 და 1:400.000 განზავებაში იზოლირებული თირკმლის სისხლის ძარღვების სანათურზე უმნიშვნელოდ მოქმედებს. იწვევს ზოგჯერ მცირე გაფართოებას ან შევიწროვებას. პერაცეტინის ზემოთ აღნიშნული ხსნარები შეიძლება მინიმალურ მოქმედ დოზებად ჩაითვალოს. პერაცეტინის ამაზე უფრო მაღალი კონცენტრაციის ხსნარების გამოყენებისას (1:200.000, 1:150.000, 1:100.000, 1:75.000 1:50.000, 1:25.000, 1:10.000, 1:7.000) მივიღეთ იზოლირებული თირკმლის სისხლის ძარღვების სანათურის გაფართოება, ხოლო კიდევ მაღალი კონცენტრაციების ხსნარების პერფუზიამ (1:5.000, 1:4.000, 1:3.000, 1:2.000, 1:1.000) მოგვცა სისხლის ძარღვების შევიწროვება (იხ. სურ. 4).



სურ. 4

აქედან შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ პერაცეტინის ხსნარები 1:600.000—1:10.000 განზავებით იზოლირებული თირკმლის სისხლის ძარღვების სანათურს აფართოებს, ხოლო ამაზე უფრო ძლიერი კონცენტრაციები იზოლირებული თირკმლის სისხლის ძარღვების შევიწროვებას იწვევენ.

ჩვენ ჩავატარეთ აგრეთვე დაკვირვება პერაცეტინის გავლენაზე გაჩერებული გულის კორონალურ სისხლის ძარღვებზე. გამოირკვა, რომ პერაცეტინის მინიმალური განზავება, რომელიც იძლევა იზოლირებული გაჩერებული გულის კორონალური სისხლის მილზე მოქმედებას, არის პერაცეტინი 1:1.000.000 განზავებით. ამაზე ნაკლები კონცენტრაციები კორონალურ სისხლის მილზე არ მოქმედებენ. უნდა აღინიშნოს, რომ პერაცეტინის ამაზე სუსტი ხსნარები ყოველთვის ერთნაირად როდი მოქმედებენ. ზოგიერთ შემთხვევაში პერაცეტინის სუსტი ხსნარის გატარებისას მივიღეთ კორონალური სისხლის ძარღვების შევიწროვება, მაშინ როდესაც პერაცეტინის უფრო მაღალი კონცენტრაციის ხსნარების ხმარებისას, მივიღეთ კორონალური სისხლის ძარღვების გაფართოება.

ამის გარდა, ჩვენ ჩავატარეთ დაკვირვება პერაცეტინის მოქმედებაზე გულის კორონალური სისხლის მილზე გულის მუშაობის პროცესის დროს. ცდებიდან გამოიკვია, რომ პერაცეტინი 1 : 1.000.000 — 1 : 70.000 განზავებით იწვევს კორონარული სისხლის ძარღვების გაფართოებას; ამაზე ნაკლები კონცენტრაციები კი კორონარული სისხლის ვტურქლების სანათურს ავიწროებენ. ზოგ შემთხვევაში ეს განზავებები კორონარული სისხლის მილის სანათურის გაფართოებას იწვევდა და ამის გამო რაიმე კანონზომიერება ვერ დადგინდა.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 27.6.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. А. Медникян. Сравнительное действие на дыхание некоторых ганглионарных ядов. Физиологический журнал СССР, XXIV, выпуск 4, 1938.
2. Ш. И. Гогниашвили. Действие перацетина (ацетила α' -аминоникотина) на дыхание и артериальное кровяное давление. Сообщения Академии Наук Грузинской ССР, т. XXVII, № 3, 1961.
3. С. Я. Арбузов. Сравнительное действие оптических изомеров а и α' -аминоникотина и ацетила α' -аминоникотина (перацетина). Фармакология и токсикология, т. VII, в. 6, 1945.
4. Г. А. Медникян. Значение кардиоаортальной рефлексогенной зоны для действия дыхательных аналептиков. Фармакология и токсикология, т. VI, в. 2, 1943.
5. Ш. И. Гогниашвили. Действие перацетина на дыхание путем раздражения хеморецепторов отдельных частей организма. Сообщения Академии Наук Грузинской ССР, т. XXVII, № 4, 1961.
6. А. Н. Костров. К вопросу о влиянии ацетил α' -аминоникотина (перацетина) на дыхание. ДАН СССР, т. XXIX, в. 2, 1940.
7. Н. С. Ширкевич. К вопросу об эффективности ацетил α' -аминоникотина (перацетина) как стимулятора дыхания. Журнал казанского мед. института. Казань, в. 2, 1943.
8. Н. Н. Анисеев и О. Я. Баксер. Профилактика высотной болезни перацетином. Второй сборник трудов Хабаровского окружного госпиталя, в. 2, 1947.
9. Д. М. Гольдфарб. Исследование по химиотерапии дифтерии. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, том XXIII, в. 3, 1947.



მსპარტიზო მემორია

თ. სირია

მწვავე პანკრეატიტის მეთოდობითობის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ჯავახიშვილმა 26.7.1961)

მწვავე პანკრეატიტის მუცლის ღრუს ორგანოების დაავადებათა შორის მეტად მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია. მნიშვნელოვანია იგი თავისი დაწყებით, დაავადების თავისებური მიმდინარეობითა და დასასრულით.

მხედველობაშია მისაღები ის გარემოება, რომ პანკრეატიტით გამოწვეული მწვავე მუცელი, სხვა მწვავე დაავადებებთან შედარებით, ნაკლები სიხშირით ვეხვდებით. ამიტომაც, რომ ყველა ექიმს როდი აგონდება იგი ავადმყოფის საწოლთან. ამის გამო დიაგნოზური შეცდომები, მიუხედავად იმისა, რომ სამედიცინო მეცნიერება დიდად წავიდა წინ, სადღეისოდაც საკმაოდ არსებობენ.

ყველაზე რთული და ბუნდოვანია მწვავე პანკრეატიტის ეთიო-პათოგენეზის საკითხი. ლიტერატურული წყაროების მიხედვით, მის წარმოშობას მრავალი მიზეზი უძევს საფუძვლად. რასაკვირველია, ზოგიერთი დაავადება მეტად უწყობს ხელს მწვავე პანკრეატიტის გამოვლინებას. ამიტომაც, რომ ამა თუ იმ დაავადებას ეთიოლოგიურ ფაქტორად აღიარებენ.

ამგვარად, მწვავე პანკრეატიტის ეთიო-პათოგენეზის საკითხი ბოლომდე არაა გამოკვლეული. ამ საკითხზე არსებული თეორიები მეტად მრავალფეროვანია.

მწვავე პანკრეატიტის განვითარებას საფუძვლად უძევს ჭირკვლის ქსოვილის აუტოლიზი, რაც გამოწვეულია საკუთარი აქტივირებული ფერმენტების მოქმედებით. იმაზეა სწორედ დამყარებული ფერმენტული თეორია, რომელიც დაავადების მთელ პროცესს პანკრეასზე აქტივირებულ ტრიპსინისა და ლიპაზას მოქმედებას მიაწერს. ამ თეორიის დასაბამი ჯერ კიდევ 1901 წელს იწყება. როდესაც ე. ო. პ. მ. პანკრეატიტით დაღუპულის გვამის გაკვეთისას ფატერის სადინარში პატარა კენჭი აღმოაჩინა. ამ თეორიის თანახმად, ადგილი აქვს ნალღვის მოხვედრას პანკრეასის სადინარებში, რაც შესაძლებელია გამოწვეული იყოს სანალღვე სადინარების კენჭით დაცობით ან მათი ანთებადრ პროცესებით. ნალღვის მოხვედრა თავისთავად ხელს უწყობს პანკრეასის ფერმენტების გააქტივებას, რასაც შეუძლია პანკრეასის სხეულის თვითგადახარშვა გამოიწვიოს.

საერთოდ მწვავე პანკრეატიტების განვითარებაში მნიშვნელობა ენიჭება ორ მომენტს: 1. ჭირკვლის სეკრეტის შეჩერებას და 2. მისი ფერმენტების აქტივაციას.

დამტკიცებულია, რომ კუჭუკანა ჯირკვლის ფერმენტების, კერძოდ ტრიპსინის აქტივატორს ნაღველი, ნაწლავის წვენი და ბაქტერიები წარმოადგენენ. აქტივაციაში მყოფი ტრიპსინი მოქმედებს რა სისხლის ძარღვებზე, იწვევს მათ გაფართოებას, ექსტრავაზატებს; მეორე მხრივ კი ჯირკვლის უჯრედებზე მოქმედებით მათ ნეკროზს ანეთიარებს, ხოლო სტეპსინი ცხიმოვან ქსოვილზე ახდენს გავლენას.

მწვავე პანკრეატიტების წარმოშობაში ზოგიერთი მკვლევარი პანკრეასში სისხლის მიმოქცევის მოშლას აძლევს მნიშვნელობას; ხელშემწყობ ფაქტორად კი თვის ზოგად არტერიოსკლეროზს, ალკოპოლოზს, სიფილისს, ადგილობრივი სისხლის ძარღვების სპაზმს და თრომბო-ემბოლიურ პროცესებს.

სხვადასხვა მიზეზთა შორის მკვლევარები პანკრეონეკროზების წარმოშობაში მნიშვნელოვან როლს ალერგიულ თეორიას ანიჭებენ. ზოგიერთი მკვლევარის აზრით, ადამიანის ორგანიზმში თავისი ცხოვრების მანძილზე ალერგენების გავლენის ქვეშ იმყოფება. ცილოვანი ალერგენების შესვლა განსაკუთრებით შესაძლებელია მოხდეს ღვიძლისა და ნაწლავთა ეპითელიუმის ფუნქციის ნაკლოვანების გამო, რაც დაუშლელი ცილოვანი კომპონენტების სისხლში მოხვედრისას სისხლძარღვთა სისტემაში ან რომელიმე ორგანოში სენსიბილიზაციის ფაქტორი ხდება.

პ. სოლოვოვის აზრით, პანკრეონეკროზი წარმოადგენს ჰიპერერგიულ ანთებას, რომელიც წინასწარ რომელიმე ალერგენით სენსიბილიზირებულ ორგანიზმში ვითარდება. ორგანიზმის ალერგიული მდგომარეობის დროს პატარა ტრავმაც საკმარისია პანკრეონეკროზის განვითარებისათვის (ჯირკვლის შეხება, მისი პუნქცია, ბიოპსია).

პანკრეონეკროზების წარმოშობის ნეირო- სისხლძარღვოვანი თეორიარიკერისა და მისი მოწაფეების სახელთანაა დაკავშირებული. რიკერის, ნატურისა და კნაპეს აზრით, აღნიშნული მიდამოების ყოველგვარმა გაღიზიანებამ სისხლძარღვთა სისტემაში შესაძლებელია გამოიწვიოს ფუნქციური ცვლილებები და კვების მოშლა. გარდა ამისა, ადგილი აქვს არანორმალური ცილოვანი პროდუქტების წარმოშობას, რაც ხელს უწყობს ტრიპსინის გააქტივებას და ამით ნეკროზების წარმოშობას, ე. ი. ადგილი აქვს ჯერ სტაზის წარმოშობას, მეორადად კი ნეკროზი ვითარდება.

ზოგი მკვლევარი მწვავე პანკრეატიტების განვითარებაში მნიშვნელობას აძლევს ინფექციურ დაავადებებს და მისი გავრცელების მიზეზად ჰემატოგენურ გზას აღიარებს.

ჩვენს მასალაზე ერთ ავადმყოფს (ძ. ლ. შ., 20 წლისა, ავადმყ. ისტ. № 385) მწვავე პანკრეატიტის მძიმე სურათი ჩირქოვანი ტონზილიტის გამო წარმოებულ ტონზილექტომიის მერვე დღეს გამოუვლინდა. ეს შემთხვევა მართლაც აშკარად ადასტურებს ინფექციის ჰემატოგენური გზით გადატანის შესაძლებლობაზე პანკრეასში.

ერთეული დაკვირვებები მნიშვნელობას აძლევენ ჭიების, კერძოდ, ასკარიდების შესვლას პანკრეასის სადინარებში. გ. ბერგმანი, ა. ბაბასინოვი, დრეგშტიტი და პ. სოლოვოვი მნიშვნელობას ანიჭებდა დიდი რაოდ.

დენობით საკვების მიღებას. მხედველობაში უნდა მივიღოთ ის გარემოება, რომ მწვავე პანკრეატიტების განვითარებისათვის აუცილებელია სტაზი და ფერმენტების აქტივაცია, ხოლო დიდი რაოდენობით საკვების მიღება პანკრეასის ნორმული მდგომარეობის დროს არ შეიძლება გახდეს მასში ანთების წარმოშობის მიზეზად.

ლიტერატურაში მოიპოვება ცნობები ტრავმული ეთიოლოგიის პანკრეატიტების შესახებ მუცლის ღრუში წარმოებული ოპერაციების შედეგად. ს. ლობაჩოვი (1953 წ.) აღნიშნავს, რომ სკლიფსაოვსკის სახ. ინსტიტუტში 6 წლის განმავლობაში კუჭის ოპერაციების დროს პანკრეასის ტრავმის 166 შემთხვევიდან 33 ავადმყოფს განუვითარდა მწვავე პანკრეატიტი.

ჩვენი ნაკრები მასალის 133 შემთხვევიდან უშუალოდ კუჭის რეზექციის შემდგომ მწვავე პანკრეატიტის განვითარებას ადგილი ჰქონდა 10 შემთხვევაში. ისიც უნდა აღინიშნოს, აქვე, რომ ეს მძიმე თანდართული გართულება უმრავლეს შემთხვევაში შეუქმნეველი რჩება ამ დიდი ოპერაციის პოსტ-ოპერაციულ ფონზე და ავადმყოფები ხშირად იღუპებიან. აღნიშნული 10 ავადმყოფიდან 9 გარდაიცვალა და მწვავე პანკრეატიტით გართულება სასექციო მაგიდაზე ნათელი გახდა.

საინტერესოა მოვიყვანოთ ერთი შემთხვევა, როცა მუცლის არაოპერაციულმა ტრავმამ მწვავე პანკრეატიტი განავითარა. აღნიშნული გართულება უშუალოდ კუჭის გაშუქებასთან დაკავშირებით გამოვლინდა. გაშუქებით 12-გოჯა ნაწლავის წყლული დადგინდა. გაშუქებიდან 24 საათიც არ იყო გასული, რომ ავადმყოფმა იგრძნო ძლიერი ტკივილები ეპიგასტრიუმის არეში წელისაკენ ირადიაციით, რასაც თან დაერთო განუწყვეტელი პირისღებინება. დაავადების დაწყებიდან 10 საათის შემდეგ ავადმყოფი მოთავსებულ იქნა ჩვენს კლინიკაში მეტად მძიმე მდგომარეობაში. ექვი მიტანილ იქნა მწვავე პანკრეონეკროზზე და გამოკვლევებიც ამ მიმართულებით წარიმართა.

შარდში დიასტაზა — 4.000 ერთ., შაქარი შარდში — 2%, სისხლში — 189 მგ %, ლიპაზა — 2,3. მდგომარეობის პროგრესული გაუარესების გამო მიზანშეწონილად იქნა ცნობილი ოპერაციული ჩარევა. ოპერაციისას მართლაც მწვავე პანკრეონეკროზი აღმოჩნდა. სათანადო მკურნალობის შედეგად ავადმყოფი განიკურნა (ავადმყ. ტ. ე. პ., 53 წლისა, ისტ. № 2186).

გვაქვს რა მსგავსი შემთხვევები, როგორც საკუთარ, ისე ლიტერატურულ მასალაზე, ჩვენ არ შეგვიძლია ეს მაგალითი უბრალო შემთხვევითობას მივაწეროთ. ლიტერატურული მონაცემები ნათელყოფენ, რომ მწვავე პანკრეატიტების წარმოშობაში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი როლი სანალვლე გზების ანთებად პროცესებს ეკუთვნის. ი. რუფანოვის მონაცემებით 85%-ში მწვავე პანკრეატიტები ეთიოლოგიურად სანალვლე გზების დაავადებასთან არის დაკავშირებული. მეო მას აღწერს 81%-ში.

ე. ოპისა და სხვათა აზრით, პანკრეასის მწვავე ანთება ყოველთვის წარმოადგენს ნალვლის პანკრეასის მთავარ სადინარში ჩაღვრის შედეგს, რაც შემდგომში ფერმენტების აქტივაციას იწვევს. ასეთი „რეფლუქსის“ მიზეზი შეიძლება მრავალჯვარი იყოს, როგორცაა, მაგალითად, ფატერის დვრილის კენჭით დახშობა, ნალვლისა და პანკრეასის სადინარების საერთო არხი და სხვა.

შმიდენი (1927 წ.) მიუთითებს მწვავე პანკრეატიტზე, როგორც ქოლელითიაზის მეორე ავადმყოფობაზე.

ჩვენს ნაკრებ მასალაზე სანალღვე გზების დაავადებას 36 შემთხვევაში ჰქონდა ადგილი და ვფიქრობთ, რომ ამ შემთხვევებში მწვავე პანკრეატიტების წარმოშობა ძირითადად ქოლეციტიტებით არის განპირობებული. ხუთ შემთხვევაში მწვავე პანკრეატიტი სანალღვე გზებზე წარმოებული ოპერაციის უშუალო შედეგს წარმოადგენდა.

ამგვარად, ლიტერატურული წყაროებითა და ჩვენი ნაკრები მასალის განხილვით დასტურდება, რომ მწვავე პანკრეატიტი პოლიეთიოლოგიური დაავადებაა და მისი წარმოშობა მრავალ სხვადასხვაგვარ მიზეზებთანაა დაკავშირებული.

მართალი იყო პ. სოლოვოვი, როდესაც წერდა, რომ „ამ განცდების ეთიოლოგიისა და პათოგენეზის პრობლემა უნდა იყოს ძალზე ძნელი და რთული. იგი შეუძლებელია მოთავსდეს ერთი რომელიმე თეორიისა და ჰიპოთეზის ვიწრო ჩარჩოში“.

ჯერ კიდევ ჰიპოკრატე ამბობდა: „ცოცხალ ორგანიზმში არაფერი არ არის იზოლირებული, ყველაფერი ერთმანეთთან არის დაკავშირებული“.

უმრავლესობა მკვლევარებისა ფიქრობს, რომ მჭიდრო ანატომო-ფიზიოლოგიური კავშირის არსებობა ღვიძლისა, ნაღვლის ბუშტისა და პანკრეასს შორის, აგრეთვე საერთო ინერვაციის, სისხლის, ლიმფური სისტემისა და მათი სადინარების ანატომიური მდებარეობის გამო პათოლოგიურ პროცესს ადვილად შეუძლია ერთი ორგანოდან გადავიდეს მეორეზე.

როგორც ცნობილია, არტერიულ სისხლს პანკრეასი ღებულობს სამ ძირითად წყაროდან: ელენთის, ღვიძლისა და ჯორჯლის ზემო არტერიებიდან. უკანასკნელი ორი კი უმთავრესად ის არტერიებია, რომლებიც ღვიძლს მის სანალღვე გზებთან ერთად კვებავს. თუ ამას დავუმატებთ იმასაც, რომ პანკრეასის ვენები ღვიძლის პორტალურ სისტემას უერთდებიან, გასაგები იქნება, თუ რატომ იწვევენ ხშირად ნაღვლის ბუშტისა და ღვიძლის დაავადებები პანკრეასის დაავადებას, ან პირიქით. ასევე დამტკიცებულია სანალღვე სისტემის ლიმფური მილების კავშირი პანკრეასის ლიმფურ მილებთან. ისიც მისაღებია მხედველობაში, რომ ნაღვლის მთავარი სადინარი, სანამ იგი 12-გოჯა ნაწლავის სანათურში გაიხსნებოდეს, პანკრეასის სადინარს უერთდება, ან მჭიდროდაა დაკავშირებული თვით პანკრეასის ქსოვილთან. ყოველივე ზემოთქმული აპირობებს ამ ორგანოების ხშირ ურთიერთობას პათოლოგიურ პროცესში.

მკვლევართა უმრავლესობა მწვავე პანკრეატიტის წარმოებაში მნიშვნელოვან როლს სანალღვე გზების დაავადებას მიაწერს. ამიტომ ჩვენც ამ მხრივ წარვმართეთ ექსპერიმენტული გამოკვლევები, რომელიც შევასრულეთ საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ექსპერიმენტული ქირურგიისა და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტში (დირექტორი აკად. კ. დ. ერისთავი). საექსპერიმენტოდ გამოვიყენეთ ძაღლები. სულ შესრულებულია ოპერაცია 38 ძაღლზე. ყველა შემთხვევაში წარმოებულია ინფიცირებული ნაღვლის შეყვანა ვირხუნგის სადინარში, მაგრამ იგი სხვადასხვა სახეცვლილებებითაა შესრულებული.

უნდა აღინიშნოს, რომ მრავალი მკვლევარის მიერ ნაღვლისა და ბაქტერიების კულტურის ერთდროულად შეყვანა წარმოებულ პანკრეასის სადინარში, რის შედეგადაც მასში ჰემორაგიული და ცხიმოვანი ნეკროზებია მიღებული.

ზოგიერთი მკვლევარის მიერ მხოლოდ ბაქტერიებისა და მათი კულტურის ფილტრატებია შეყვანილი, რის შედეგადაც შესამჩნევი ცვლილებები პანკრეასში ვერ მიუღიათ. ასევე ნაკლებადაა მიღებული ცვლილებები იმ მკვლევართა მიერ, რომელთაც მხოლოდ ნაღველი აქვთ შეყვანილი.

ი. რუფანოვს თვით პანკრეასის ქსოვილში აქვს შეყვანილი ინფიცირებული ნაღველი, მარლის ხსნარი, სპირტი და ბაქტერიები. როგორც ავტორი აღნიშნავს, პანკრეასში ყველაზე დიდი ცვლილებები მას ინფიცირებული ნაღველით აქვს მიღებული.

ნაღვლის ინფიცირებას ხშირად ვაწარმოებდით ნაწლავის ჩხირით (20 შემთხვევაში): აქედან 6 შემთხვევაში გამოვიყენეთ ვირულენტობაზე შესწავლილი მიკრობი, ოთხ შემთხვევაში პროთეუსი, სამჯერ სტაფილოკოკი და თითოჯერ ვირულენტობაზე შესწავლილი სტაფილოკოკი და ენტეროკოკი. ყველა შემთხვევაში გამოყენებულ იქნა ბულიონზე 24 საათის განმავლობაში ნაზარდი კულტურა 1,5—2 კს რაოდენობით. 3—4 კს იღებოდა ნაღველი თვით საცდელი ძაღლიდან. რამდენჯერმე გამოვიყენეთ ინფიცირებული ნაღველი. მიღებული ადამიანზე ოპერაციის შედეგად, მაგრამ უნდა აღინიშნოს, რომ რაიმე უპირატესობა ადამიანის ნაღვლის გამოყენებიდან არ შეიძინევა, ამიტომაც შემდგომში მისი გამოყენება არ ჩავთვალეთ მიზანშეწონილად. ოპერაცია ყველა შემთხვევაში ზოგადი ნარკოზით ვაწარმოვეთ. 21 შემთხვევაში ნაწარმოებია დუოდენოტომია და ინფიცირებული ნაღვლის შეყვანა ვირზუნგის სადინარში: აქედან 12 შემთხვევაში უშუალოდ ინფიცირების შემდეგ კეთდებოდა ინტრადუოდენალურად სადინარის გადაკანცხვა ერთი ლიგატურის დადებით. ოპერაციამდე რამდენჯერმე (ფონის დადგენამდე) ვიკვლევდით სისხლში ფერმენტებს, ლიპაზასა და ამილაზას, შაქრის დონეს, კალციუმის რაოდენობას, ლეიკოციტების რაოდენობას, შარდში დიასტაზას. ოპერაციის შემდგომ მეორე დღიდანვე ყველა აღნიშნული გამოკვლევა მეორდებოდა დინამიკაში. კვებით გამოიზიანებლად მტკწილად გამოყენებული იყო მოხარშული ხორცი 200 გრამის რაოდენობით. პირველ 24 საათში ორი ძალი მოკვდა. მესამე და მეოთხე დღეს კი — თითო. ჩვეულებრივად კი ძალღებს ვკლავდით მეხუთე-შექვესე დღეს მაღალი ძაბვის დენის მოგრძო ტენიზე მოქმედებით, რის შედეგადაც წარმოებდა მათი პათ-ანატომიური გაკეთვა. ყველა შემთხვევაში პანკრეასი შესწავლილია ჰისტოპათომორფოლოგიურად.

როგორც ლიტერატურული მონაცემებიც ადასტურებენ, დიდი სადიაგნოზო მნიშვნელობა შარდსა და სისხლში ფერმენტ ამილაზას მომატებას ენიჭება. ჩვენმა ექსპერიმენტულმა მასალამ ამაში სავსებით დაგვარწმუნა. შარდში დიასტაზამ, ერთი შემთხვევის გარდა, ყველგან მოიმატა. ასევე ამილაზა უმრავლეს შემთხვევებში მაღალ რიცხვებს იძლეოდა. სადიაგნოზო მნიშვნელობა სისხლის შრატში ლიპაზის მომატებასაც ენიჭება, მაგრამ მისი მომატება მოგვიანებით ხდება და ჩვეულებრივ მესამე — მეოთხე დღიდან იწყება; მაშინ როდესაც

დიასტაზა ამ დროისათვის შესაძლებელია უკვე ნორმას დაუბრუნდეს. ასევე ზოგჯერ ადგილი ჰქონდა სისხლში შაქრის მომატებას, მკვეთრ ლეიკოციტოზსა და ლიმფოპენიას.

იმ მიზნით, რომ შეგვესწავლა თვით პანკრეასის წვენი ფერმენტების ცვალებადობა ინფიცირებული ნაღვლის შეყვანასთან დაკავშირებით, წინასწარ ედებოდა კანულა პანკრეასის სადინარზე პროფ. ა. ბაკურაძის მიერ მოდიფიცირებული მეთოდით. იგი საშუალებას იძლევა პანკრეასის წვენი გამოიყოს გარეთ ცდის დროს და დანარჩენ შემთხვევაში ჩვეულებრივად ნაწლავის სანათურში გადავიდეს. ამ გზით წარმოებულმა ექსპერიმენტებმა დაგვარწმუნა, რომ კანულიდან ინფიცირებული ნაღვლის შეყვანა პანკრეასის სადინარში შეუძლებელია. შეყვანილი მასა იზოლირებული ნაწლავის პარაში გროვდება და აბსცესების განვითარებას იწვევს. გაკვეთით პანკრეასში ვერაფრითარი პათოლოგიური ცვლილება ვერ ვნახეთ. ბიოქიმიური მაჩვენებლებიც ნორმის ფარგლებში მერყეობდა. ამიტომ ორ ძალზე, ა. ბაკურაძის მიერ მოდიფიცირებული მეთოდით, დადებულ იქნა ფისტულა პანკრეასის მთავარ სადინარზე. ფისტულის კარგად ჩამოყალიბების შემდეგ ვიკვლევდით პანკრეასის გარეგან სეკრეციას კვებით გამაღიზიანებლებზე. საერთოდ მკვლევართა მიერ პანკრეასის წვენის გამოყოფის მრუდისა და მასში ფერმენტების დასადგენად სხვადასხვა კვებით გამაღიზიანებელთა შორის, ყველაზე უმჯობესად მიჩნეულია ხორცის, პურისა და რძის მიცემა. ა. ბაკურაძის მიერ წვენისა და ფერმენტების ცვლებადობა სამივე ამ გამაღიზიანებელზეა შესწავლილი. მაგრამ მხედველობაში მივიღეთ რა მწვავე ცდების არსებობა და დაავადების პროგრესიულობის გამო დინამიკაში სამივე გამაღიზიანებელზე წვენის შესწავლის შეუძლებლობა. ჩვენ ვიყენებდით ერთ-ერთ გამაღიზიანებელს, მეტწილად მოხარშულ ხორცს 200 გრამის რაოდენობით. სათანადო შესწავლის შემდეგ ორივე ძალს ზოგადი ნარკოზით რელაპარატომა გაუკეთდა და უშუალოდ პანკრეასის ქსოვილში ნაწლავის ჩხირით ინფიცირებული ნაღველი იქნა შეყვანილი. ძაღლები მოკლულ იქნენ მეექვსე დღეს და ორივე შემთხვევაში კატარალური პანკრეატიტის სურათი მკვეთრად იყო გამოხატული.

ლიტერატურაში შეგვხვდა ერთეული შემთხვევები ექსპერიმენტული პანკრეატიტის გამოწვევის მიზნით მთავარ სადინარში პოლიეთილენის მილის საშუალებით გამაღიზიანებლების შეყვანისა. 10 ძალზე დუოდენოტომიის წარმოების შემდეგ ვირზუნგის სადინარში ჩვენ შევიყვანეთ წვრილი პოლიეთილენის მილი; მისი თავისუფალი ბოლო მუტლის გვერდით კედელზე დამატებით განაკვეთში გამოვიტანეთ. საერთო მდგომარეობის გაუმჯობესების შემდეგ პანკრეასის წვენი ვიკვლევდით ამილზას, ლიპაზასა და ტრიპსინს.

ვსაზღვრავდით ბიკარბონატულ ტუბიანობას ფონის დადგენამდე და ინფიცირების შემდეგ. ფერმენტების რაოდენობას ვსაზღვრავდით სისხლშიც. ამ სერიის ძაღლებში შაქარი შესწავლილია ორმაგი დატვირთვით. დინამიკაში ვიკვლევდით პროთრომბინსა და სისხლის შედედების ხანგრძლივობას.

როგორც ცნობილია, პანკრეასის წვენი რაოდენობისა და ფერმენტების შემადგენლობის მხრივ ამა თუ იმ გამაღიზიანებელზე დროის სხვადასხვა მონაყ-

ვეთში გარკვეულ ცვალებადობას განიცდის. ამის გამო აუცილებელია მისი დინამიკაში შესწავლა. ცდაზე ძალის საშუალოდ სამი საათის განმავლობაში იმყოფებოდა და წვენი ცალკე ჭურჭელში ყოველ 15 წუთში გროვდებოდა.

რაოდენობის განსაზღვრის შემდეგ ვიკვლევდით ფერმენტების რაოდენობას თითო საათის ულუფაში. ხუთ ძალს სადინარის ინფიცირების 3 საათით ადრე მიეცა საკვები. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ სერიის ძალეებში, როგორც კლინიკურად, ისე ლაბორატორიულად უფრო მკვეთრად გამოიხატა პანკრეასის დაზიანების სურათი.

ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა დაგვარწმუნა, რომ ინფიცირებული ნაღველი გარკვეულ მნიშვნელოვან როლს ასრულებს მწვავე პანკრეატიტის ეთიოლოგიაში, როგორც ჩანს, იგი ჯირკვლის პარენქიმაში და სადინარებში იწვევს ანთებად შეშუპებებს. სწორედ ამის შედეგია, ალბათ, ის გარემოება, რომ პანკრეასის სამივე ფერმენტი და გამოყოფილი წვენის საერთო რაოდენობაც დაკლებას განიცდის. ყველაზე მეტად ეს დაკლება ამილოლიტურ ფერმენტს შეეხება. წვენის რაოდენობა სადინარის დაინფიცირების შემდეგ ზოგჯერ იმდენად მცირე იყო, რომ ძლივს გვეოფნინდა ანალიზის საწარმოებლად; სამ ძალზე კი წვენი სრულებით არ გამოიყო კვების არც ერთ გამოიზიანებულზე და ამიტომ მათი პანკრეასის წვენის შესწავლა დაინფიცირების შემდეგ არ მოხერხდა. ყველა გამოკვლეულ ძალში (მცირე გამონაკლისის გარდა) სისხლში ამილოლიტური და ლიპოლიტური ფერმენტები თვალსაჩინო მომატებას განიცდიდა. მკვეთრად იყო მომატებული შარდში ფერმენტი დიასტაზა.

ამრიგად, უდავოა, რომ მწვავე პანკრეატიტის დიაგნოზის დასადგენად, შარდსა და სისხლში ფერმენტების განსაზღვრას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. ფერმენტების განსაზღვრისათვის არ მიგვაჩნია მიზანშეწონილად დუოდენალური ზონდაჟის გამოყენება. იგი არ იძლევა მნიშვნელოვან სადიაგნოზო ღირებულებას და ისედაც განსაცდელში მყოფ ავადმყოფს გარკვეულ ტრავმას აყენებს.

როგორც ცნობილია, მწვავე პანკრეატიტის დროს გარკვეულ პროცენტში ცვლილებებს განიცდის ინსულარული აპარატი. აღნიშნული ცვლილებების დასადგენად ჩვენ სისხლში ვიკვლევდით შაქარს. ამ მხრივ გამოკვლევა ვაწარმოვეთ 24 ძალზე, მათგან გლუკოზის ორმაგი დატვირთვით შესწავლილია 10 ძალი.

ცნობილია, რომ შაქრის ორმაგი დატვირთვის შედეგად მიღებულ მრუდს დიდი სადიაგნოზო მნიშვნელობა ენიჭება პანკრეასის შინაგანი სეკრეციის პათოლოგიის გამოსავლინებლად. იგი ავლინებს ნაწლავებიდან შაქრის შეწოვის მდგომარეობას, ღვიძლში მის შეკავებას და ქსოვილების მიერ შაქრის მოხმარებას. ყველა აღნიშნული პროცესი ინსულინის ზემოქმედებით ხორციელდება და სწორედ ამიტომ სისხლში შაქრის მრუდს შეუძლია ასახოს ინსულარული აპარატის ფუნქციონალური მდგომარეობა.

ექსპერიმენტულმა გამოკვლევებმა მწვავე პანკრეატიტის გარკვეულ შემთხვევებში გვიჩვენა პათოლოგიური მრუდების არსებობა. მეორეჯერ 50 გრამი გლუკოზით დატვირთვა, ნორმასთან განსხვავებით, შაქრის კვლავ ახალ მომატებას იძლეოდა. ზოგჯერ შაქრის რაოდენობა დიდხანს რჩებოდა მაღალ დონეზე და სხვა. ადამიანებში ყველგან შაქრის ერთჯერადი გამოკვლევაა წ -

მოებული და უნდა აღინიშნოს, რომ ჰიპერგლიკემია არასოდეს არაა ხანგრძლივი და პანკრეატიტის მწვავე მოვლენებიდან გამოსვლის შემდეგ შაქარი თითქმის ყოველთვის ნორმას უბრუნდება. ლიტერატურაში აღწერილია ერთეული შემთხვევები მყარი დიაბეტის დარჩენისა, მაგრამ ჩვენს მასალაზე იგი არასოდეს შეგვხვედრია.

ლაბორატორიული გამოკვლევები საკმაოდ დიდ როლს ასრულებენ მწვავე პანკრეატიტის დიაგნოსტიკის საქმეში, რის გამოც მწვავე მუცლის საეპოვ შემთხვევებში იგი ფართოდ უნდა იქნეს გამოყენებული.

ამრიგად, წარმოდგენილი ექსპერიმენტული გამოკვლევები და ლიტერატურული მონაცემები ადასტურებენ, რომ სანაღვე გზების პათოლოგიას მნიშვნელოვანი როლი მიუძღვის მწვავე პანკრეატიტის წარმოშობაში. ამიტომ აუცილებლობას წარმოადგენს განსაკუთრებით მწვავე ქოლეცისტიტის დროული და სწორი მკურნალობა, რომ შეძლებისდაგვარად თავიდან იქნეს აცილებული ეს მოსალოდნელი სახიფათო გართულება.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუყვია 27.7.1961)



ც. აბინანი

ღმანისის XIII—XIV საუკუნეების რამდენიმე

არაბული წარწერა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. წერეთელმა 22.7.1962)

ამ ორი წლის წინათ შესაძლებლობა გვქონდა გამოვექვეყნებინა პირველი წერილი ღმანისის არაბული ეპიგრაფიკული ძეგლების შესახებ ([1], გვ. 93—110). უფრო ადრე კი ამ წარწერათა გამოცემა დაიწყო პროფ. ვ. კრაჩკოვსკაიამ ([2], გვ. 21—32). მასალის შემდგომმა შესწავლამ გამოაჩინა წარწერათა რიგი ახალი თავისებურებანი, რომელთა ანალიზს შეძლებისდაგვარად წარმოვადგენთ წინამდებარე გამოკვლევაში.

წარწერა 1 (ს. ჯანაშიას სახ. საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმის ეპიგრაფიკულ ძეგლთა საცავი¹ № 512) ამოკვეთილია ოთხკუთხედ სტელაზე (სიმაღლე 25 სმ, სიგანე 28 სმ, სისქე 11 სმ), რომლის მარცხენა მხარე დაზიანებულია. წარწერა შესრულებულია ნესხით. იგი მთლიანად არ იკითხება. პირველ სტრიქონში წერია: **هَذَا لِقَبْرِ السَّعِيدِ** (წარწერის ამოკვეთელს აქ **س-ს** შემდეგ | გამორჩენია, თუმცა არც მაშინ იქნებოდა სწორი, რადგან **قبر** მომდევნო სიტყვით არის განსაზღვრული (მდრ. [1], №№ 3, 9, 11, 12 წარწერები). მეორე სტრიქონის დასაწყისში წერია **الشَّهِيدِ** და **وَأَبِي**, ვფიქრობთ, აქ უნდა ეწეროს **السَّحَابِ**. მესამე სტრიქონში ამოკვეთილია **... رَحْمَةُ اللَّهِ**, ბოლო სიტყვა ალბათ იქნებოდა **تَعَالَى**. აქ-ში **س-ს** ნაცვლად წერია | (მდრ. **سَوْفَ** წარწერა 7). ამგვარი დაწერილობა მოსალოდნელია ნაცვალსახელოვან ნაწილაკებთან ([3], გვ. 87). მეოთხე სტრიქონის აღდგენაც ჰირს მთლიანად

... **عَلَى الدِّينِ بْنِ** ... **عَلَى** ასე უნდა ეწეროს — **عَلَى**. ბოლო სტრიქონში ვკითხულობთ **سنة ستيمية واحد**. (დაბოლოება **سنة** ზემოთ არის ატანილი **ستيمية** სიტყვაში). ამოტეხილ ნაწილზე შეიძლება ეწერა **هجريه**. ჩვენი წაკითხვით წარწერა ასე გამოიყურება:

هَذَا لِقَبْرِ السَّعِيدِ
الشَّهِيدِ السَّحَابِ
أَبِي رَحْمَةُ اللَّهِ تَعَالَى
عَلَى الدِّينِ بْنِ ...
سنة ستيمية واحد [هجريه]

ესე არს საფლავი ნეტარისა მოწამისა, რომელიც საჭიროებს მალაო ალაჰის წყალობას ქალ ედ-დინისა წელსა ექვსას ერთსა პიჯრით | წარწერის თარიღია 601 წ. პიჯრით (ჩვ. წ. 1204—1205 წწ.), ხოლო გარდაცვალებული მიმაკაცია.

¹ ქვემოთ შემოკლებით—მუზეუმის ეპიგრაფიკულ ძეგლთა საცავი.

წარწერა 2 ამოკვეთილია ოთხკუთხედ სტელაზე, რომლის წამოღებაც სასაფლაოდან ჯერ ვერ მოხერხდა. ამის გამო სტელიდან აღვიღებულ ავიღეთ ესტამპი და ფოტოც მისგან არის გადაღებული. წარწერა კარგადაა დაცული:

في شهر ذو
 القعدة
 من
 شهر سنة
 ثمانين وستمائة

| თვესა | ზულ-კაცდასა | თვეთაგან წლისა | ექვსასოთხმოცისა |

წარწერა ნესხით არის გამოყვანილი. ასოები მომრგვალებულია. القعدة ში (მეორე სტრიქონი) - ჩაწერილია 2-ში. سنة და ستماية სიტყვებში (მესამე და მეოთხე სტრიქონები) ს უკბილოა, უკბილოა 3-იცი شهر-სიტყვაში (პირველი სტრიქონი), شهر ში კი (მესამე სტრიქონი) კბილიანი. 80 და ثمانين სიტყვებში (მეორე და მეოთხე სტრიქონები) 0-ის მუცელი გამოიღობა და წაგრძელებულია ალბათ ადგილის შესაესებად. سنة-ში ასო 3-ს თავზე აწერია 4-ნიშანი. 0 დასმულია სახელობით ბრუნვაში ნაცვლად ნათესაობითისა. გარდაცვალების თარიღია ჰიჯრით 680 წ. ზულ-კაცდა (ჩგ. წ. 1281—1282 წწ.).

წარწერა 3 (მუზეუმის ეპიგრაფიკულ ძეგლთა საცავი № 499) ამოკვეთილია თავმორკალულ, ვიწრო, სწორკუთხედ სტელაზე (სიმაღლე 52 სმ, სიგანე 23 სმ, სისქე 10 სმ). მას მარცხენა მხარეს ნაწილი ჩამოტეხილი აქვს, ამიტომ წარწერის პირველი, მეორე და მესამე სტრიქონები სრულად არ იკითხება. დაზიანებულ ნაწილში (პირველი სტრიქონი) უნდა ეწეროს თვის სახელწოდება, შემორჩენილია 3 ასოს ნაწილი, ვფიქრობთ, რომ იქნებოდა 3. მეორე სტრიქონში იკითხება ორი სიტყვა, დანარჩენის აღდგენა არ ხერხდება. მესამე სტრიქონში აშოამდე გაგრძელებული უნდა ყოფილიყო 4 სიტყვის 4. ამრიგად, მას შემდგენიარად ვკითხულობთ:

في شهر صفر
 رحمه الله...
 سنة ثلاث
 وتسعين
 وستماية

| თვესა საფარსა | შეიწყალოს ის ალაჰმა... | წელსა | ექვსასოთხმოცდაცამეტსა |

წარწერის ხელია ნესხი, კარგად იკითხება. შედარებით ბუნდოვნად გამოიყურება 3 (მეორე სტრიქონი). سنة და ستماية-ში (მესამე და მეხუთე სტრიქონები) ამოკვეთილია უკბილო 3 და ორგანვე ახლავს 4-ნიშანი, تسعين-ში კი (მეოთხე სტრიქონი) კბილიანი. شهر-ში (პირველი სტრიქონი) ასო 3-ს ფეხი კუთხით არის მოხრილი, ასევე კუთხოვანია سنة-ში ასო 4. ეს პირი გარდაცვლილა საფარის თვეში 693 წ. ჰიჯრით (ჩგ. წ. 1293—1294 წწ.).

წარწერა 4 (ეპიგრაფიკულ ძეგლთა საცავი № 233) ამოკვეთილია საფლავის ქვაზე, რომლის ცალი შემადგენელი გვერდი წარმოადგენს ხუთ-

კუთხოვან პრიზმულ სტელას. წარწერა მოთავსებულია პრიზმულ სტელაზე-
დაც და ქვის წაგრძელებულ დაბალ ნაწილზედაც. ტექსტი გრძელდება მოპირ-
დაპირე გვერდებზე. „ა“ გვერდი (სიმაღლე 42 სმ, სიგანე 19 სმ, სისქე
21 სმ) ისეა დაზიანებული, რომ ასოების კვალი-და ჩანს. პირველ სტრი-
ქონში თითქოს უნდა ეწეროს *هنا لقب* (შდრ. წარწერა 1). მეორე სტრიქონში
ასოები ვერ აღვადგინეთ. მესამე სტრიქონში შეილება ეწერა *حسن* (უკბილო
ს-ს-ნიმანი ახლავს), შემდეგ ალბათ ქუნია. როგორც ჩანს, წარწერა ამ გვერ-
დზე იწყება. ქვის დაბალ ნაწილზე (სიმაღლე 30 სმ, სიგრძე 38 სმ, სისქე 21 სმ)
ბოლოში გარკვევით ჩანს | და თითქოს *ء*-ის კვალი. საფლავის ქვის „ბ“ გვე-
რდიც (სიმაღლე 43 სმ, სიგანე 19 სმ, სისქე 21 სმ) დაზიანებულია.
წარწერა ძლიერ ბუნდოვანია, მაგრამ ადვილად იკითხება პირველი სტრი-
ქონი *انتقل الى*. მეორე სტრიქონში გარკვევით არის ამოკვეთილი ასო *ء*,
სხვა ასოები თითქმის არ ჩანს, უნდა იყოს, *دار الآخرة*. მესამე სტრიქონში
ეტყობა ეწერა *في*, რის შემდეგაც უნდა გვექონოდა *شهر*. მომდევნო სიტ-
ყვებია *جمادى الآخر*. *آخر* გადადის მეოთხე სტრიქონში. ბუნდოვანად მო-
ჩანს *سنة* (?) სიტყვაში (მეოთხე სტრიქონი). *عشر* და *و* სტრიქონს ქვე-
მოთაა, *سبعماية* კი (მეხუთე სტრიქონი) *عشر-س* თავზეა. მთლიანად წარწერა
-ასე გამოიყურება:

انتقل الى
دار الآخرة
في شهر جمادى
الآخر سنة
عشر وسبعماية

[გარდავიდა|საიქიოს|თვესა ჯუმნა|მეორეს წელსა|შვიდასათსა|
ქვის მეორე დაბალ ნაწილზე (სიგრძე 34 სმ, სიმაღლე 30 სმ, სისქე
21 სმ), რომელსაც ბოლო წატეხილი აქვს, წარწერა მსხვილი ასოებით ყო-
ფილა ამოკვეთილი. შემორჩენილია ერთი სიტყვის ბოლო ასო | და მომდევნო
სიტყვა *طاعة*. ვფიქრობთ, ამ გვერდზე უნდა წერებულყო:

الدنيا ساعة فاجعلها طاعة

სააქაო წუთიერია, მაშ (მოასწარი) მასში მორჩილება (ალაპისადმი)
(იხ. [6], გვ. 43; [7], გვ. 53).

ანალოგიური ფრაზა გვხვდება დმანისის სხვა ეპიტაფიებშიც (იხ. წარ-
წერა 5).

პრიზმული ნაწილის ზემოთა ორ ქანობზე ამოკვეთილია *الله*. რადგან
წარწერა საერთოდ ბუნდოვანია, ასოთა მოხაზულობას აღარ ვეხებით. პიროვ-
ნება, რომელსაც ეკუთვნის ეპიტაფია, გარდაცვლილა პიჯრით 710 წ. ჯუ-
მნა მეორეს თვეში (ჩვ. წ. 1310—1311 წწ.).

წარწერა 5 (მუზეუმის ეპიგრაფიკულ ძეგლთა საცავი № 509)
ამოკვეთილია საფლავის ქვაზე, რომლის ცალი შემადლებული გვერდი წარმო-
ადგენს ხუთწახნაგოვან სტელას. წარწერა გადადის ქვის დაბალ ნაწილზე და
„მოპირდაპირე მხარესაც“ („გ“ გვერდი). „ა“ გვერდის პრიზმული ნაწილი (სი-

მალე 47 სმ, სიგანე 23 სმ, სისქე 22 სმ) ამოტეხილია ზემოთ კუთხეში და მარცხენა მხარესაც. პირველ სტრიქონში თითქოს წერია **هنا**. შემდეგ იკითხება **قبر**. მეორე სტრიქონში ჩანს **ال** არტიკლის **ك**-ის ზემოთა მხარე და **حوم (المرحوم)**. თავისუფლად იკითხება **المعصوم**. მესამე სტრიქონის დასაწყისი დაზიანებულ ნაწილზეა. შემდეგ გარკვევით ჩანს ასო **ح** და მომდევნო სიტყვა **الدين**. შესაძლებელია, აქ ეწერა **تاج الدين**. მეხუთე სტრიქონის დასაწყისი ოდნავ დაზიანებულია, ვკითხულობთ **بن يزل نور (?)** შემდეგ **الله قبره** გადატანილია მეექვსე სტრიქონში. ტექსტი მთლიანად ასე იკითხება:

هنا |
 [المرحوم المعصوم
 ...شرف الدين
 ...تاج الدين
 (?) بن يزل نور
 الله قبره

|ესე არს საფლავი |განსვენებულისა უცოდველისა|...შერიფ ედ-დინ|
 ...თჳჯ ედ-დინ|იზნ იაზალისა (?) გაანათლოს|ალაჰმა საფლავი მისი|
 ქვის დაბალ მეორე ნაწილზე (სიგრძე 73 სმ, სიმაღლე 30 სმ, სისქე

22 სმ) მსხვილი ასოებით არის ამოკვეთილი: **الدينا ساعة فاجعها ساعة**
 სააქაო წუთიერია, მაშ (მოასწარი) მასში მორჩილება (ალაჰისადმი).
 (იხ. [6], გვ. 43; [7], გვ. 53).

„ბ“ გვერდის (სიმაღლე 47 სმ, სიგანე 22 სმ, სისქე 22 სმ) წარწერა გარკვევით იკითხება:

ارتحل الى دار
 الاخرة في شهر
 الله المبارك
 المحرم سنة عشرين
 وسبعماية

|გარდავიდა საიქიოს თვესა| ალაჰის მიერ კურთხეულსა|მუჰარამსა(1)
 წელსა შვიდასოცსა|

ქვის დაბალ ნაწილზე (სიმაღლე 30 სმ, სიგრძე 73 სმ, სისქე 22 სმ) მსხვილად, გარკვევით წერია: **كل شيء هالك الا وجهه**
 ყველაფერი ილუბება გარდა მისი სახისა. (შდრ. ყურანი, სურა 22, 88,
 (იხ. [1] წარწერა 10).

ორ, „გ“ და „დ“ ქანობზე ამოკვეთილია: **توكلت
 على الله**

|მივენდობი|ალაჰს| იხ. ([2], გვ. 22).

(1) **المبارك**-ად ითვლება რამადანის თვე ([5], გვ. 1281—1282). ამ წარწერებში შეი-
 ნიშნება, რომ ამ ეპითეტს ხმარობენ **معلومات**-ის მაგივრად: მუჰარამთან (წარწერა 5) და
 ზუ-ლ-კაცდასთან (წარწერა 6).

ხუთკუთხედის ვიწრო „ე“ წახნაგზე (სიმაღლე 43 სმ, სიგანე 24 სმ)
იკითხება:

كفى
بالموت
واعظ

|საკმარისია|სიკვდილი|შთამაგონებლად|

წარწერის ხელია სულსი, გახმოვნებულია. ტექსტში | მოკაუჭებულია მარცხნივ ([4], გვ. 89; შდრ. [1], წარწერა 7) „ბ“ გვერდის დაბალ ნაწილზე | ებმის ه-ს და გადაბმის ხაზის ქვემოთაც გრძელდება كاله სიტყვაში. ასო س სიტყვასა („ბ“ გვერდი მეოთხე სტრიქონი) და سبعاميا სიტყვაში (იგივე გვერდი მეხუთე სტრიქონი) უკბილა. ასო ش სიტყვაში („ბ“ გვერდი მეოთხე სტრიქონი) უკბილა, شهر სიტყვაში (იგივე გვერდი მეორე სტრიქონი) კბილიანია. ر-ს ფეხი რკალისებურია قير-ში („ა“ გვერდი პირველი სტრიქონი), شرف-ში („ა“ გვერდი მესამე სტრიქონი), دار-ში („ბ“ გვერდი პირველი სტრიქონი), المحرم-ში კი („ბ“ გვერდი მეოთხე სტრიქონი) ისეა მოკაუჭებული, როგორც م-ის ბუნი ამ უკანასკნელ სიტყვაში. ر მომრგვალებულია نور-ში („ა“ გვერდი მეხუთე სტრიქონი), المبارك-ში („ბ“ გვერდი მესამე სტრიქონი), კუთხოვანია قير-ში („ა“ გვერდი მეექვსე სტრიქონი), الاخرة-ში („ბ“ გვერდი მეორე სტრიქონი). فجعلها-ში | -ის ნაცვლად წერია „ა“ („ა“ გვერდის დაბალი ნაწილი).

ساعة სიტყვაში („ა“ გვერდის დაბალი ნაწილი) ء-ის და 4-ს შუაში, ზემოთ და شى სიტყვაში („ბ“ გვერდის დაბალი ნაწილი) ى-ს თავზე წერია ა-ნიშანი. ...შერთვ ედ-დრნ ...თაჯ ედ-დრნ იბნ იაზალი (?) გარდაცვლილა ჰიჯრით 720 წ. მუჰარამის თვეში (ჩვ. წ. 1320—1321 წწ.).

წარწერა 6 (მუზეუმის ემიგრაციულ ძეგლთა საცავი № 494) ამოკვეთილია სტელაზე (სიმაღლე 46 სმ, სიგანე 27 სმ, სისქე 5 სმ), რომლის თავი მთლიანად წატეხილია. წატეხილ ნაწილზეა მოთავსებული წარწერის პირველი სტრიქონი, სადაც შესაძლებელია ეწერა دار الى الله, რადგან მომდევნო სტრიქონზე იკითხება شهر في الاخرة. მთლიანად ტექსტი ასე გამოიყურება:

[انتقل الى دار]
الآخرة في شهر
المبارك ذو القعدة
سنة احد [و]عشرين وسبعماية

|გარდავიდა სა|იქიოს თვისა|კუთხოვულსა ხუ-ლ-კაცდას|წელსა შვიდას-ოცდაერთსა|

წარწერა ნესხით არის ამოკვეთილი, გახმოვნებულია. ასოთა მონახულობიდან აღსანიშნავია |, რომელსაც ფეხი მარცხნივ აქვს მოკაუჭებული

(შდრ. წარწერა 5) *الآخره المباركة المقعدة* სიტყვებში. ასო *ى* თავისი ზომით გამოირჩევა *فى* სიტყვაში. *المقعدة*-ის \approx ზემოთა უადგილობის გამო. გვხვდება უკბილო *س سنة سابعامة* სიტყვებში. ასო *ن*-ს მუცელი ძლიერ აქვს გაზლილი და მომდევნო *و* შიგ არის ჩაწერილი. *سابعامة* ატანილია *عشرين*-ს თავზე. *ذو* (მესამე სტრიქონი) დასმულია სახელობით ბრუნვაში ნაცვლად ნათესაობითისა (იხ. ანალოგიური წარწერა 2). *احد*-ის შემდეგ *و* გამოტოვებულია. გარდაცვალების თარიღი გადმოცემულია ჰიჯრით 721 წლის ზულ-ჰაჯდათი (ჩვ. წ. 1321 წ.).

წარწერა 7 (მუზეუმის ეპიგრაფიკულ ძეგლთა საცავი № 500) მოთავსებულია სწორკუთხედ სტელაზე (სიმაღლე 64 სმ, სიგანე 24 სმ, სისქე 12 სმ), რომელზეც ამოკვეთილია ორნამენტი. ტექსტი მთლიანად იკითხება:

توفا فى اوأخر
شهر ربيع الآخر
سنة ثلاث وثلاثين وسبعامة

|გარდავიდა ბოლოს |თვისა რაბიჯა მეორისა |წელსა შვიდასოცდაცა-
ნეტსა|

შეინიშნება კბილიანი *س سنة* სიტყვაში (მესამე სტრიქონი) და უკბილო *س-سابعامة*-ში (მესამე სტრიქონი). ამ წარწერებში ჩვეულებრივ *سنة*-შია ამოკვეთილი უკბილო *س. توفا* სიტყვაში ბოლო *ى*-ის ნაცვლად წერია | ([3], გვ. 87). *الآخر* ნახშირია *الربيع*-ის ნაცვლად. მესამე სტრიქონში თარიღის გამომხატველი სიტყვები ერთ სტრიქონზე არ არის ამოკვეთილი და არც მისდევნენ ერთმანეთს. წარწერის ხელია ნესხი, გახმოვნებულია. გარდაცვალების თარიღია 737 წ. რაბიჯა მეორე (ჩვ. წ. 1332 — 1333 წწ.).

როგორც ვახტ. ბერიძემ მიგვითითა, ორნამენტი ქართულია, მასში შესულია აღმოსავლური მოტივები, რაც დამახასიათებელია XIII—XIV საუკუნეების ძეგლებისათვის. ორნამენტის შემადგენელ ნაწილად გამოყენებულია აგრეთვე ორ ადგილას ლამაზად ჩაწერილი *الله*.

წარწერა 8 (მუზეუმის ეპიგრაფიკულ ძეგლთა საცავი № 469) ამოკვეთილია თავმომრგვალებულ სტელაზე (სიმაღლე 54 სმ, სიგანე 26 სმ, სისქე 8 სმ), რომელსაც მარცხენა მხარეს ზემოთ პატარა ნაწილი წატეხილი აქვს. წარწერა ბუნდოვანია, პირველ სტრიქონში იკითხება *رحلت*, მეორე სტრიქონში *الى دار*, მისი გაგრძელება *آخره* (الآخره) მკრთალად მოჩანს (მესამე სტრიქონი). შუა ნაწილი ძნელად იკითხება, ჩანს მხოლოდ ბოლო სიტყვის | და მის ზემოთ ატანილი *ن*. ალბათ ეწერა *رمضان* და მის წინ *فى شهر*. მეოთხე სტრიქონში სიტყვები ორ წყებად არათანმიმდევრულად არის ამოკვეთილი (იხ. წარწერა 7).



1



2



3



6



4-ა



4-ბ



5-ა



5-ბ



5-ბ, დ



5-გ



7



8

رحات

الى دار الا

خرة في شهر رمضان

سنة سبع [و] ثمانين [و] سبعماية

|გარდავიდა|საიქი|ოს თვესა რამადანსა|წელსა შვიდასოცდაჩვიდმეტსა|
 წარწერა ამოკვეთილია ნესხით, გახმოვნებულია. თარიღში *و* გამოტო-
 ვებულია *سبع*-ს და *ثمانين*-ს შემდეგ. *سبع* სიტყვაში კბილიან *س*-ს ახლავს
و-ნიშანი. წარწერიდან მხოლოდ ის ირკვევა, რომ აღნიშნული პირი
 ქალია (*رحات*). იგი გარდაცვლილა ჰიჯრით 737 წ. რამადანის თვეში (1336—
 1337 წ.წ.).

დმანისის არაბული წარწერები წარმოადგენს საინტერესო მასალას რო-
 გორც ქართულ-არაბული ურთიერთობის შესწავლისათვის, ისე აღმოსავლური
 ეპიგრაფიკის თვალსაზრისით. ის გარემოება, რომ დმანისში არსებობს
 XIII—XIV საუკუნეების მუსლიმური სასაფლაო, იმაზე მიუთითებს, რომ იმ
 ხანაში აქ ქარბად ყოფილა მაჰმადიანური მოსახლეობა. ეპიგრაფიკული ძეგ-
 ლები ადასტურებენ ადგილობრივი მოსახლეობის ერთგვარ გავლენას მუსლი-
 მებზე. ამას მოწმობს საფლავის ქვა № 500 (წარწერა 7), რომლის ორნა-
 მენტშიც ქართული მოტივებია შერეული. ყველა წარწერა რელიეფურია.
 გარდაცვალებულთა საკუთარი სახელები მხოლოდ ორ წარწერაშია აღნიშნუ-
 ლი (წარწერები 1 და 5). წარწერა 8 გვაუქვებინებს, რომ მასში ხმოვანთა
 ნიშნები სამკაულებად არის გამოყენებული. წარწერათა უმეტესობა შესაფერი
 ოსტატობით არის ამოკვეთილი. მათ შემსრულებლებს ალბათ კარგი კალი-
 გრაფიული სკოლა ჰქონდათ გავლილი. მიუხედავად ამისა, წარწერებში ხში-
 რად არის დარღვეული ლიტერატურული არაბული ენის ნორმები (1, 3, 5,
 7, 8, 11).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 აღმოსავლეთმცოდნეობის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 22.7.1962).

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ც. კახიანი. დმანისის XIII—XIV სს. ზოგიერთი არაბული წარწერის შესახებ. საქარ-
 თველოს სსრ მეცნიერებათა აკად. ენათმეცნიერების ინსტ. შრომები, (აღმ. ენათა სე-
 რია), ტ. III, თბილისი, 1960.
2. В. А. Крачковская. Надгробные надписи из Дманиси. Эпиграфика Востока,
 т. V, М.—Л., 1951.
3. Н. В. Юшманов. Грамматика литературного арабского языка. Ленинград,
 1928.
4. В. А. Крачковская. Изрзцы мавзолея Пир-Хусейна. Тбилиси, 1946.
5. Biberstein Kazimirski. Dictionaire Arabe-Francais, I, Paris, 1860.
6. С. Е. Малов. Булгарские и татарские эпиграфические памятники. Эпиграфика
 Востока, т. I, М.—Л., 1947.
7. В. А. Крачковская. Новая арабская надпись из Молдавской ССР, т. XIII,
 М.—Л., 1960.



ლიტერატურათმცოდნეობა

დ. იოვავილი

შაჩხოვითის კრიტიკული წარმოსახვა მიხეილ ჯავახიშვილის ნაწარმოებებში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ჯიბლაქემ 10.4.1962)

მიხეილ ჯავახიშვილის ბელეტრისტული ქმნილებების დიდი უმრავლესობა, რომელიც მკითხველი საზოგადოებრიობის ინტერესითა და მოწონებით სარგებლობს: მამხილებელი, კრიტიკული ხასიათისაა. ასეთია მ. ჯავახიშვილის მხატვრული პროდუქციის არა მხოლოდ ის ნაწილი, რომელიც ქრონოლოგიურად რუსეთის პირველი ბურჟუაზიულ-დემოკრატიული რევოლუციის წლებს (1903—1908) განეკუთვნება, არამედ მწერლის ცხოვრების მეორე პერიოდში (1923—1937 წლები) შექმნილი ნაწარმოებების უმეტესობაც.

მაგრამ ის ფაქტი, რომ მ. ჯავახიშვილის პროზაულ თხზულებათა საგრძნობი ნაწილი მამხილებელი და კრიტიკული მიდრეკილებებით ხასიათდება, არ იძლევა სრულ საფუძვლს ვთქვათ. თითქოს ჩვენი დროის ეს სახელოვანი მწერალი ბოლომდე კრიტიკული რეალიზმის წარმომადგენელი იყო და მთელი თავისი შემოქმედებით კრიტიკული რეალიზმის პოზიციებზე იდგა. ეს არ შეიძლება ითქვას... ვინაიდან იმის მტკიცება, თითქოს მ. ჯავახიშვილი, რომლის შემოქმედებითი მოღვაწეობის უფრო მეტმა წლებმა რევოლუციის შემდეგ განვლო. წარსული დროის ლიტერატურული სკოლის (კრიტიკული რეალიზმის) მეთოდოლოგიური პოზიციებიდან აშუქებდა თავისი დროის სინამდვილეს, ნიშნავს, რომ იგი ყოველმხრივ და მთელი ხმით ვერ უბასუხებდა მისი ეპოქის მოწოდებებს და, მაშასადამე, არ იყო მოწინავე მწერალი, არ იყო დიდი რეალისტი. დიდი შემოქმედი, რასაც ვერავენ დაეთანხმება.

როდესაც ვამბობთ — მიხეილ ჯავახიშვილი ჩვენი ეპოქის დიდი ბელეტრისტი, მაღალი კულტურის მქონე მხატვრული სიტყვის ოსტატიათ — ეს ნიშნავს, რომ მან თავის თხზულებებში გამოხატა ჩვენი სინამდვილის დიდმნიშვნელოვანი მოვლენები და გამოხატა ისინი ისე, როგორც ეს შეეფერებოდა საბჭოთა მწერალს, სოციალისტური რეალიზმის ლიტერატურის ღირსეულ წარმომადგენელს.

მ. ჯავახიშვილის შემოქმედების მთლიანად დაკავშირება კრიტიკულ რეალიზმთან უმართებულაა კიდევ იმიტომაც, რომ ასეთი განსაზღვრების შემთხვევაში უნდა დავიმყაროთ უმთავრესად იმ მოთხრობების ანალიზს, რომლებიც ბელეტრისტმა თავისი სამწერლო მოღვაწეობის დასაწყისში შექმნა, და არ უნდა გავითვალისწინოთ საბჭოთა პერიოდში დაწერილ ქმნილებათა შინაარსი და მეთოდოლოგიური ხასიათი, უნდა მივიჩნიოთ, თითქოს ჩვენს დროშიც მ. ჯავახიშვილის მიდგომა სინამდვილისადმი ისეთივე იყო, როგორც რევოლუციამდე. ეს კი შეცდომა იქნებოდა.

მ. ჯავახიშვილის მოთხრობებსა და რომანებს თუ გულდასმით განვიხილავთ, მაშინვე დავინახავთ, რომ საგრძნობი განსხვავებაა მისი შემოქმედებითი ცხოვრების პირველ და მეორე პერიოდებში შექმნილ ნაწარმოებებს შორის.

მართალია, რომ მ. ჯავახიშვილი კრიტიკული რეალიზმის ტრადიციებზე აღზრდილი მწერალი იყო და თავისი შემოქმედებითი ცხოვრების დასაწყის პერიოდში იგი „კრიტიკული რეალიზმის გამგრძელებლად“ [1], მის „უკანასკნელ წარმომადგენლად“ (2), 111) გვევლინება კიდევ. 1903—1908 წლების მანძილზე დაწერილ და გამოქვეყნებულ ნაწარმოებებში მწერალი დაუნდობლად აკრიტიკებს მის მიერ ასახულ მთელ სინამდვილეს. კიდევ მეტი — იგი გმობს ამ სინამდვილეს და გამართლებულად არ თვლის მის არსებობას. მოთხრობებში „ჩანჩურა“, „კურკას ქორწილი“, „მეჩქმე ვაბო“, „უბატრონო“ [5] და სხვა, ყველაფერი და ყველა უარყოფილია და არსებითად ისეთივე ქაობია, როგორადაც ილია ჭავჭავაძეს თავის დროზე ლუარსაბ თათქარიძის სამყარო ესახებოდა. აქ არიან ან სოციალური ძალმომრეობის მსხვერპლად ქცეული, დაჩაგრული და, ამასთან, ფიზიკურად და სულიერად დასახიჩრებული კაციშვილები (ჩანჩურა, კურკა, ნუცა და სხვა), ან ამ ძალმომრეობის მთესველნი, და არსად არც ერთი ნათელი წერტილი არ ჩანს, რათა ცოტა მაინც მუქი შეიტანოს ამ საშინელი სოციალური წყვედიადით მოკულ ატმოსფეროში.

სინამდვილისადმი კრიტიკული დამოკიდებულების იმ თვისებებს, რომლებიც თვდაპირველად ესოდენ ძალუმად იგრძნობოდა მ. ჯავახიშვილის შემოქმედებაში, მწერალი ნაწილობრივ თავისი მოღვაწეობის მეორე პერიოდშიც ინარჩუნებს. ამჯერადაც ის ამხელს და აკრიტიკებს, მაგრამ აკრიტიკებს არა მთელ სინამდვილეს, არამედ ამ სინამდვილის მხოლოდ რაღაც ნაწილს. აკრიტიკებს და გმობს იმას, რაც ამ სინამდვილის მიმართ დისპარმონიულია, უარყოფითია. ამ პერიოდის მ. ჯავახიშვილის ნაწარმოებებში სინამდვილის მამხილებელი ასახვა არ უდრის იმ საზოგადოების უარყოფას, რომელშიც ადვილი ჰქონდა მხილებულ ფაქტს.

მისი შემოქმედების მეორე პერიოდში მიხეილ ჯავახიშვილის, როგორც მხატვრის, თვალი უმთავრესად მიპყრობილი იყო რევოლუციის ეპოქის დამახასიათებელი მოვლენებისადმი. ის ასახავდა რევოლუციურ ვითარებას, ასახავდა მას არა შიგნიდან, არამედ გარედან, შორეულად დანახულის სახით და მას მეტი არც მოეთხოვებოდა. მაგრამ მის მიერ ამ შორეულად დანახულის ასახვაშიც კი ძალზე იშვიათი იყო, ან სრულებით არ იყო სიყალბე, სიცრუე, უზუსტობანი და ამშია კიდევ მ. ჯავახიშვილის ღირსება.

წინამდებარე მოსაზრება რომ დამაჯერებლობას მოკლებული არ დარჩეს, ჩვენ გვინდა მივუთითოთ მ. ჯავახიშვილის, როგორც სიტყვიერი სახვის ოსტატის. ერთ ფრიალ საგულისხმო თვისებაზე. საქმე ის არის, რომ მ. ჯავახიშვილი მეტად იშვიათად მიმართავს წინააღმდეგობრივად დაპირისპირებულ დადებამთსა და უარყოფითის იდენტურ დასურათებას. ისეთ თხრობას, როცა სურათში ერთმანეთის ტოლპროპორციულად იქნება წარმოდგენილი დადებითიც და უარყოფითიც, ძალიან ხშირად პროზაიკოსი მხოლოდ ერთ მხარეს—დადებითს ან უარყოფითს — გვიჩვენებს. უფრო ზუსტად, მის მიერ დანახული სურათის წინა პლანს მთლიანად უთმობს მხოლოდ დადებითს ან უარყოფითს. მაგალითად, „მართალ აბდულაში“ (15), 286—306) მთელი მხატვრული თხრობა მიძღვნილი აქვს დადებითს — უდანაშაულო აბდულ ქერიმ ოღლის სახის ჩვენებას, მისი ადამიანური განცდების გადმოცემას...

მაგრამ მოვლენათა ერთი რომელიმე მხარის უპირატესი გამოხატვით მ. ჯავახიშვილი სრულებითაც არ უგულებელყოფს მეორე მხარეს. უდანაშაულო აბდულაჰის ჩვენებით, მისი სულიერი ტანჯვისა და ოჯახის გაჩანაგების ისტორიის მხატვრული გადმოცემით, ავტორი საკმაოდ ხელშესახებად მიგვიითებს მისი გამაუბედურებელი ბიძაშვილის მუსტაფას გულბოროტებასა და სიყვეზეც, რითაც ამ უკანასკნელმა ნამდვილად დაიმსახურა აბდულაჰის შურისძიება.

ასეთი ვითარება „მართალ აბდულაჰში“; აქ დადებითის მეშვეობით ნაჩვენებია უარყოფითი.

მაგრამ მ. ჭავჭავაძის ავტორია მრავალი ნაწარმოებისა, რომლებშიც წინა პლანის დეტალები ასახავენ არა დადებითს, არამედ უარყოფითს, და ამ შემთხვევაში უკვე უარყოფითის სახეებს აქვს დაკისრებული ის იდეურ-გამომხატველობითი ფუნქცია, რა ფუნქციითაც „მართალ აბდულაჰში“ ავტორმა დადებითი წარმოგვიდგინა. აქ უკვე უპირატესად გამოხატული უარყოფითის მეშვეობით დადებითის მოქმედებაც გვესახება. დადებით მოვლესად მიაჩნია მ. ჭავჭავაძის, მაგალითად, რევოლუცია, და მისი თხზულებების გარკვეულ ნაწილში რევოლუციის სურათი მოცემულია არა უშუალოდ, არამედ იმ ცვლილებათა მიხედვით, რომელნიც მან, ამ რევოლუციამ, შეიტანა მის მიერ დამარცხებული საზოგადოებრივი კლასების მოქმედ ძალთა განლაგებასა და ურთიერთდამოკიდებულებაში. ხომ ბევრი რამით იქცევს ჩვენს ყურადღებას რომანი „კვაჭი კვაჭანტრიაძე“ ([7], 7—422), მაგრამ ყველაზე მთავარი მასში მაინც არის ის, თუ როგორ იწვევს კვაჭი და მისმა დამქაშებმა რევოლუციის გამანადგურებელი დარტყმა. „ჩაყოს ხიზნებში“ ([6], 231—444) რევოლუციის განვითარება, მისი გადასვლა ერთიდან მეორე, უფრო მაღალ მდგომარეობაში, აისახება რევოლუციისადმი მებრტულად განწყობილი ძალების — ჩაყოსა და თენიურაზ ხევისთავის ურთიერთდამოკიდებულების ცვლილებათა მიხედვით.

სწორედ ასეთი აზრით უნდა გავიგოთ ის, რომ მ. ჭავჭავაძის რევოლუციას ასახავდა შორიდან დანახულის სახით. მ. ჭავჭავაძის „რევოლუციისთან მისული კაცია და არა „მისი ღვიძლი და მონათესავე“ [1]. ამის გამო რევოლუციის შინაგან მოვლენათა არსი იგი საკმაოდ ვერ ეჩვენება. მაგრამ სამაგიეროდ ზედმიწევნით კარგად იცნობდა რევოლუციის მიერ დამარცხებულ ძალებს, ახლოს ჰხედავდა მათ, ჰხედავდა მათს დაცემას და ყოველივე ამის დეტალური წარმოსახვის გზით გვიჩვენებდა რევოლუციას.¹

ამგვარად, უარყოფითი ძალების მიღმა, აღნიშნული ძალების იმ მარცხსა და მსხვერველს, რაც ესოდენ დიდი ემოციური ძალით არის წარმოდგენილი მ. ჭავჭავაძის ლიტერატურულ მემკვიდრეობაში, ჩვენ აუცილებლად უნდა დავინახოთ დადებითის აქტივმოქმედება, ის, რომ ეს დადებითი მეტია. ძლიერია, მარეგულირებელია მთელი ცხოვრების განვითარებისა.

უნდა გავიმეოროთ და ამით გვინდა ხაზი გავუსვათ იმ გარემოებას, რომ უარყოფითის ასახვას ჭავჭავაძის ბელეტრისტულ ქმნილებებში შედარებით მეტი ადგილი აქვს დათმობილი, ვიდრე დადებითის ჩვენებას. მაგრამ ხომ უნდა გავარკვიოთ — რა არის ეს უარყოფითი, რით განისაზღვრება მისი არსი? მ. ჭავჭავაძის იმ ნაწარმოებთა ყოველ ბეჭით წამკითხველს, რომლებიც 1923 წლის შემდეგ დაწერია, ადვილად შეუძლია შეამჩნიოს, რომ მწერლის მიერ მხატვრულად ილუსტრირებული უარყოფითი მოვლენები და სახეები რევოლუციის საწინააღმდეგოა. უპირველეს ყოვლისა, ასეთი არიან მ. ჭავჭავაძის ნაწარმოებთა ის პერსონაჟები, რომლებიც ავტორისეული მხილებისა და კრიტიკის ობიექტად გვესახებიან. ყველა ეს კვაჭანტრიაძეები, დამპატიყვე-ოქროპირები, ჩაყოები არიან წარმომადგენლები რევოლუციის მიერ დამარცხებული კლასებისა და არა იმ კლასებისა, რომელთაც რევოლუცია მოახდინა.

¹ საკიროდ მიგვაჩნია დავაძინოთ, რომ სინამდვილს მხატვრული ჩვენების ასეთი სტილი, ე. ი. უარყოფითის, მისი უკუღმართი, გაუმართლებელი არსებობის უპირატესი წარმოსახვის მეშვეობით დადებითის აქტივმოქმედების ჩვენება, გარკვევით შეინიშნება პ. კაკაბაძის „ყვარყვარე თუთაბერში“ [4]; მოგვიანებით კი იგი თავს იჩენს სხვა დრამატურგთა ნაწარმოებებში (მაგალითად, ე. ბუჩიძის პიესებში „ეზოში ავი ძაღლია“, „ოქრო კაცი ბეწვის ხიდზე“).

ისინი რევოლუციისაგან დევნილი ან რევოლუციისაგან ძალად მიტმანილი ხალხია. რევოლუციური სინამდვილის ხორცმეტები არიან. მაგრამ შეცდომა იქნება ვამტკიცოთ, თითქოს საანალიზო ნაწარმოებებში ასახული ცალკეული მოვლენები და, თუ გნებავთ ადამიანთა სახეები, უარყოფითია მართოდენ იმიტომ, რომ ისინი რევოლუციის საწინააღმდეგო მოვლენები და სახეებია. მის მიერ ასახულ მოვლენათა რაობას ავტორი განსაზღვრავს არა მხოლოდ რევოლუციის ინტერესების, არამედ საკაცობრიო ჰუმანიტური პრინციპების შე-საბამისადაც. ისე, რომ, უარყოფითი, მისი გავებით, არის რევოლუციის საწინააღმდეგო და... კიდევ რაღაც უარესი. სახელდობრ, ჩვენი დაკვირვებით, უარყოფითი მ. ჯავახიშვილისათვის არის ყველაფერი, რაც არ შეესაბამება კაცთ-მოყვარეობის დაუწერელ ნორმებს, ყველაფერი, რითაც ან რის გამოც ფეხქვეშ გაითივლება ადამიანური ღირსება, ყველა და ყველაფერი, ვინც ან რაც უშეპაი-თლია. მ. ჯავახიშვილის თხზულებებში ყოველივე ეს გამოიხატება: ზოგიერთე-ბის მიერ საკუთარი შესაძლებლობის გაზვიადებითა და ამ შესაძლებლობის ბო-როტად გამოყენებით, სხვების წინააღმდეგ ძალმომრებით [1]; ზოგიერთების მიერ კი საკუთარი ადამიანური შესაძლებლობის უგულვებელყოფით, თუ შეიძ-ლება ითქვას, სიმოულობით, საკუთარი უღონობის გამოგონებით, თვდაცვის ინსტიქტების მოღუნებით, ბოროტების წინაშე დამომობელობით [2].

ამის შესაბამისად მ. ჯავახიშვილის სხვადასხვა ნაწარმოებებში ჩვენ შევ-ნიშნავთ უარყოფით სახე-ხასიათთა ორ ძირითად დაჯგუფებას. პირველ დაჯ-გუფებას შეიძლება მივაკუთვნოთ კვაპი კვაპანტირაძე (ამავე სახელწოდების რომანიდან), ჯაყო („ჯაყოს ხიზნები“), ოქრობირი („დამბატიყე“, „ახნაურის სიკვდილი“ [6, 9]), ანტონ აფთარიძე („გივი შადური“ — [7] 423—593), ცუქუა („თეთრი საყელო“ [6], 445—581) და მრავალი სხვა, რომლებიც მოტყუებით ახერხებენ თავიანთი ვითომდა უფლებების დაკანონებას, ცდილობენ რევო-ლუციური წესრიგის მესვეურებად გამოაცხადონ თავი, მიმართავენ ძალადობას სხვების წინააღმდეგ.

ცალკე დაჯგუფებას შეადგენენ რევოლუციისაგან დამეხილი, დეზორიენ-ტირებული ძალები, რომელთაც თვითონ ავტორი „ნაკაცარებს“ უწოდებდა. მათ მტრულად მიიღეს რევოლუცია. რადგან ვერ შეურიგდნენ თავიანთი ინტე-რესების იმ შელახვას, რაც ამ რევოლუციის დროს განიცადეს, თუმცა ძალა არ ჰყოფნით ებრძოდნენ რევოლუციას (თეიმურაზ ხევისთავი [„ჯაყოს ხიზნები“], პეტრე, ნაწილობრივ გივი შადური [„გივი შადური“]; ალვა ჯავარიძე „სხუთის ამბავი“] და სხვა).

მაგრამ ჩვენ მიერ აღძრული საკითხების გარკვევისათვის მნიშვნელობა აქვს არა მართო იმას, თუ ვინ არიან მ. ჯავახიშვილის ნაწარმოებებში დახატული უარყოფითი გმირები, არამედ უმთავრესად იმას, თუ როგორაა განწყობილი მათ მიმართ ავტორი. ხომ არაიშვიათია ისეთი შემთხვევები, როდესაც მწერა-ლი ხატავს უარყოფითს და იქვე გვაგრძნობინებს, რომ იგი სწორედ მას, ამ უარყოფითს თანაუგრძნობს. მაგალითად, დავით კლდიაშვილმა მთელი იმერე-თის აზნაურობა დეგრადაციის გზაზე მდგომ უსარგებლო და, ამდენად, უარყო-ფითი საზოგადოებრივი ძალების სახით წარმოგვიდგინა, თუმცა კი არ შეაჩვენა ეს აზნაურობა, არამედ გამოხატა სინანული იმ უბედურების გამო, რაც მის გმი-რებს ცხოვრებად არჯუნა. ჰკვანან თუ არა ერთმანეთს დ. კლდიაშვილი და მ. ჯა-ვახიშვილი თავიანთ ნაწარმოებებში გამოხატულ უარყოფით პერსონაჟებთან დამოკიდებულებით? არა, არ ჰკვანან. დავით კლდიაშვილი, როგორც აღვნი-შნეთ, წერდა მორბელაძეების, საშანიშვილების, ქაშუშაძეების სოციალურ განწი-რულებაზე მათდამი სიბრაბულის გრძნობით, მ. ჯავახიშვილი კი უარყოფით პერსონაჟებს ვეცხავს ისე, რომ ამჟამად გვაგრძნობინებს მათდამი თავის სიძულვილს, უარყოფით დამოკიდებულებას. ამ მიზნით მწერალი უპირველეს

ყოველსა იყენებს უარყოფითის დამახასიათებელ სიმახინჯეთა ჰიპერბოლიკას, ნიშნადობლივი ნაკეიერების ვახვიადებულად წარმოსახვას. თითქმის ყოველი უარყოფითი სახე, კერძოდ, უარყოფითი გმირი, მ. ჯავახიშვილის ნაწარმოებებში, თუ შეიძლება ითქვას, გადამეტებით საზარელია, გუდასავით ვაბერილია სიავით. ის ყოველად უსამართლო, ზედმეტად უტიფარი, მტრისმეტად თავხელი, უგვანო და შემაზრზენია. დანაშაულებრივად მოქმედებს და თითქოს ამით თავიც კი მოსწონს. უარყოფითი ძალთა ასეთი დასურათება კანონიერ ვაგულისებას იწვევს მკითხველის მხრივ, ე. ი. უარყოფითისადმი მწერლის სიძულვილი მკითხველსაც გადაეცემა და ეს უკანასკნელი თითქოს მწერლის მიერ ასახულ მოვლენათა თანამონაწილედ იქცევა, მას სურვილი ებადება უშუალოდ ჩაებას ბრძოლაში ყველა ამ ჯაყოფის, დამპატიყების, აფთარიძების, ცუცქების წინააღმდეგ, მათი ბოროტმოქმედების, უტიფრობის, თაღლითობის აღსაკვეთად; უშუალოდ ჩაებას ბრძოლაში თეიმურაზ ხევისთავის დანაშაულებრივი უმწეობის, მისი მკვდრული მოღუწებულობის დასაგმობად. მკითხველის სწორედ ასეთი საბრძოლო გააქტივების ძალა მაცოცხლებელი ქარივით ჰქრის მ. ჯავახიშვილის მხატვრული ქმნილებებიდან და ეს უარესად დასაფასებელია.

მეორე საშუალება, რითაც მ. ჯავახიშვილის ნაწარმოებებში ვლინდება უარყოფითთან მწერლის მტრული დამოკიდებულება, არის დადებითი პერსონაჟთა ცალკეული რეპლიკების შინაარსი. მხედველობაში გვაქვს იმ პერსონაჟთა რეპლიკები, რომლებიც ავტორის მხარდაჭერით სარგებლობენ. მაგალითად, იმის გასაგებად, თუ როგორ უარყოფითად აფასებს მ. ჯავახიშვილი თეიმურაზ ხევისთავის დამთმობლობას, მნიშვნელობა აქვს მისივე ნაცოლარის მარგოს სიტყვებს, რომლის მიხედვით ქალი ნაქმარევის თავის თავის გამაუბედურებლად თვლის ([6], 434), ზოგჯერ მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე უარყოფითი პერსონაჟის მონანიებასაც, საკუთარი მანკიერების აღიარებას. ასეთი ხასიათისაა, მაგალითად, თეიმურაზის სიტყვები, რომელთაც იგი საკუთარი ქცევა-მოქმედების შესახებ წარმოთქვამს: „ემარა ესოდენ მცონარობა, ყებდობა, ლანდების დეგნა, უნიადგო გატაცება, სრული უცოდინარობა ამ ქვეყნის გარდუვალ კანონებისა“ — ([6], 418). ამ სიტყვებით თეიმურაზ ხევისთავი თითქმის ამომწურავი სისრულით აღნიშნავს თავის ადამიანურ ნაკლოვანებებს.

შემდეგი საშუალება, არის შემწეობითაც მწერალი ცხადყოფს უარყოფითისადმი თავის სიძულვილს, ვახლავთ ე. წ. პუბლიცისტური ვადახვევები, პუბლიცისტური ჩათქმები და შეძახებები. საქმე ის არის, რომ მას შემდეგ, რაც ასახავს ამა თუ იმ პერსონაჟის სიავს, მწერალი ზოგჯერ პირდაპირ გადადის პუბლიცისტურ მსჯელობაზე, ამხელს პერსონაჟის მოქმედების არსს, იძლევა ამ მოქმედების უარყოფითი მნიშვნელობის შეფასებას, „ამკობს“ პერსონაჟს ანტიპათიური ეპითეტებით, ბევრჯერ დასცინის მას, რითაც აშკარად გამოხატავს მისადმი ზიზღსა და შეუთრეგებლობას (ასეთი პუბლიცისტური ჩათქმები და შეძახებები მრავლად არის გამოყენებული ყაშას, ჯაყოს, კვაჰის, ცუცქიას, თეიმურაზის, პეტრეს და სხვათა დახასიათებისათვის).

საერთოდ უნდა აღინიშნოს, რომ მწერალი უარყოფითი ძალებს, უმეტეს წილად „მედროვეებს“ ([2], 114—115), წარმოადგენს ისეთ გარემოებაში, როდესაც ამ უკანასკნელთა წინააღმდეგ მიმართულია ყველაფერი, რაც-კი ცოცხალია, მთელი საზოგადოებრივი ატმოსფერო. დააკვირდით, რა ვითარებაში გვესახება, მაგალითად, ჩვენ თუნდაც იგივე ჯაყო. ის მარტოა ასეთი ავი, ასეთი ვერავი, ხარბი, ბოროტი და თითქოს მთელი ქვეყნიერება, თვით ჯაყოს მოყვარე-ნათესაობაც კი, სიძულვილით არის განწყობილი მის მიმართ. ასეთსავე გარემოე-

ბაშია დამპატრიე-ოქროპირი („რკინის საცერი“ იგივე „აქნაურის სიკვდილი“) და მრავალი სხვ.†

წინამდებარე წერილში წარმოდგენილ მსჯელობას მივყავართ შემდეგ დასკვნამდე: მიხეილ ჯავახიშვილმა, რომელიც კრიტიკული რეალიზმის სკოლის მწერალი იყო, რევოლუციის შემდეგ თავისებურად გამოიყენა სინამდვილის კრიტიკული წარმოსახვის ხერხები და საშუალებანი. თავისი ბელეტრისტული თხზულებების უმეტესობაში მან ჩვენი ცხოვრება, სახელდობრ, დიდი ოქტომბრის სოციალისტურ რევოლუციასთან დაკავშირებული გარემოებანი გვიჩვენა ისე როგორც მათ, ამ გარემოებებმა თავი იჩინეს რევოლუციის მიერ დამარცხებული საზოგადოებრივი ფენების ბედისტრიალში, მათი განწყობილებებისა და ურთიერთდამოკიდებულებათა შეცვლაში, დადებითის ძლევამოსილებას მწერალი გამოხატავდა უარყოფითის საბედისწერო მოქმედებითა და მარცხით. აქედან გამომდინარეობს, რომ უარყოფითს მ. ჯავახიშვილის ბელეტრისტულ ქმნილებებში უფრო მეტი ადგილი აქვს დათმობილი, ვიდრე დადებითს. მაგრამ ეს არ ნიშნავს, თითქმის ავტორი ამ უარყოფითის იდეოლოგია, უარყოფით ძალებს, რევოლუციისაგან დამარცხებული კლასების წარმომადგენლებს — იგი გვიხატავს უზნეო და ამორალური ადამიანების სახით და ავტორი ამჟღავნებს მტრულად არის განწყობილი მათ მიმართ.

დიდი ოქტომბრის სოციალისტური რევოლუციის ეპოქის დამახასიათებელ მოვლენათა მაღალმხატვრული ასახვით მ. ჯავახიშვილი ნამდვილად იდგა მოწინავე საბჭოთა ბელეტრისტის მოწოდების სიმალლეზე და იგი გვევლინება, როგორც „თანამედროვე ქართული ლიტერატურის ერთ-ერთი ფუძემდებელი“... (14, 3).

აქ წარმოდგენილ დაკვირვებებს დღესდღეობით მხოლოდ ის მნიშვნელობა შეიძლება მიეცეს, რომ ისინი ერთგვარ ინტერესს აღძრავენ დასმული საკითხის მიმართ. ეს ინტერესი კანონიერია, ვინაიდან იმ თავისებურებათა არსის გარკვევა, რომელთაც მ. ჯავახიშვილი უარყოფითის კრიტიკული წარმოსახვისას ამჟღავნებდა, დიდად შეუწყობს ხელს მისი ლიტერატურული მემკვიდრეობის შესწავლას და მართებულად დაფასებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

შ. რუსთაველის სახელობის კართული

ლიტერატურის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუყვია 25.12.1961)

დამრედაქციო ლიტერატურა

1. ი. აბაშიძე, დიდი რეალისტი, „ლიტერატურული გახეთი“, 26 იანვარი, 1962.
2. ა. ბელიაშვილი, მიხეილ ჯავახიშვილი, „მნათობა“, № 12, 1961.
3. დ. ბენაშვილი, მიხეილ ჯავახიშვილის ცხოვრება და შემოქმედება, თბილისი, 1959.
4. პ. კაკაბაძე, რჩეული თხზულებები, სახელგამო, 1954.
5. მ. ჯავახიშვილი, რჩეული თხზ. ტ. I, „საბჭოთა საქართველო“, 1958.
6. მ. ჯავახიშვილი, რჩეული თხზ. ტ. II, „საბჭოთა საქართველო“, 1959.
7. მ. ჯავახიშვილი, რჩეული თხზ. ტ. III, „საბჭოთა საქართველო“, 1960.
8. მ. ჯავახიშვილი, რჩეული თხზ. ტ. IV, „საბჭოთა საქართველო“, 1961.
9. მ. ჯავახიშვილი, რკინის საცერი, გაზ. „კოლექტივიზაცია“, 1935 წლის, №№ 10—23
10. გ. ჯობლაძე, კრიტიკული ეტრუფები. III. თბილისი, 1959.

† უარყოფითისადმი მტრობის ასე დაუფარავი გამოხატვა ერთგვარ ჩრდილსაც აყენებს მ. ჯავახიშვილს, როგორც ოსტატს. მიუხედავად ამისა, ჩვენ მაინც აღვნიშნავთ მას, როგორც ფაქტს.

მთ. რედაქტორი — საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
აკადემიკოსი რ. დვალაი

სელმოწერილია დასაბუქდად 18.9.1962; შეკვ. № 965; ანაწყოზის ზომა 7×11;
ქალაქის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 8,9;
საბუქდი ფურცლების რაოდენობა 11; უე 02962; ტირაჟი 700

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

დაბეჭდილებულია
საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
პრეზიდიუმის მიერ 31.1.1957 წ.

ღიბულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოაზრის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელებს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს; არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადსცემს 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 გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები ნაკაფიოდ 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 ჟურნალის 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 ნაჩვენები უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩამოშლი კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღნიშნოს დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ხეულებრივად, 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.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლანის ქ., 8

ტელეფონი: 3-03-52