

F 146
1956



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
მ თ ა მ ბ ე

ტომი XVII, № 4

ბირთვული ქართული გამოსაქვე

1956

ОБЯЗАТЕЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР

შ ი ნ ა ა რ ს ი

მათემატიკა

1. შ. მიქელაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი).
 კვადრატურული ფორმულები რეგულარული ფუნქციისათვის 289
 2. ა. ჯვარშიევილი. ინტეგრალების მიმდევრობის შესახებ 297

ფიზიკა

3. თ. ცეცხლაძე და რ. ყიფიანი. ღვინოსა და კონიაკის სპირტზე ო-გამოსხივების მოქმედება 303

ასტრონომია

4. ჯ. ხავთასი. ბნელი ნისლეულების სტატისტიკის შესახებ 309

ქიმია

5. ლ. მელიქაძე, ე. უშარაული და დ. ჭავჭავანიძე. ნავთობში კრისტალური სხეულების წარმოქმნის უნარის მქონე მაღალმოლეკულური ნაერთების შემცველობის შესახებ 317

ბიოგრაფია

6. ლ. მარუაშვილი. სამხრეთ საქართველოს უახლეს ვულკანურ ნაგებობათა მორფოლოგია და განვითარების ისტორია 321

ტიქნიკა

7. ვ. ბალავაძე. მსუბუქ რკინაბეტონში ბზარწარმოქმნის ზოგიერთი საკითხი 329

ბოტანიკა

8. კ. ოდიშარია. ლამაზმტერიანას (*Calistemon R. Br.*) კვირტების ჩასახვისა და განვითარების ზოგიერთი თავისებურება 337

ამსპარიმენტული მედიცინა

9. თ. ტყეშელაშვილი. სისხლის ცვლილებები წვრილი ნაწლავის ვრცელი რეზექციის შემდეგ 343
 10. თ. ახმეტელი და ჯ. კანდელაკი. ცნიმოვანი ემბოლიის დროს შარდით ცხიმის გამოყოფის საკითხისათვის 351
 11. გ. ბახტაძე. შროშანას პრეპარატების გავლენა ნაწლავის ინტერორეცეპტორებზე 359

ენათმეცნიერება

12. გ. მაჭავარიანი. ბ ხმოვნის ლაბიალიზაციის შემთხვევები სვანურში 365

მეცნიერების ისტორია

13. პ. ფირფილაშვილი. ზოგიერთი დაავადების კვალი პალეანთროპოლოგიური მასალის მიხედვით 369

ხელოვნების ისტორია

14. ბ. გულიასვილი. სუფთა წყობა და ხალხური მუსიკალური შემოქმედება 377

მათემატიკა

ზ. მიქელაძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი)

კვადრატული ფორმულები რეზულარული ფუნქციისათვის

§ 1. ზოგადი კვადრატული ფორმულა

ვთქვათ, $f(z)$ რეგულარული ფუნქციაა z სიბრტყის G არეში. ვთქვათ კიდევ, რომ a , $z_1 = a + Ht_\alpha$ და $z_2 = a + Ht_\beta$ წერტილები, სადაც H საზოგადოდ კომპლექსური რიცხვია, ხოლო t_α და t_β — ნამდვილი რიცხვები, მთლიანად G არეში მოთავსებულ მონაკვეთს ეკუთვნიან ისე, რომ z_1 და z_2 წერტილები ამ მონაკვეთის ბოლოებს ემთხვევიან. ამრიგად, თუ t ნამდვილ მნიშვნელობებს ღებულობს t_α და t_β -ს შორის, წერტილი $z = a + Ht$ ($H \neq 0$) აღწერს წრფის მონაკვეთს z_1 წერტილიდან z_2 წერტილამდე.

$f(z)$ -ის ინტეგრალისთვის ამ მონაკვეთით ჩვენ გვქმნება:

$$\int_{a+Ht_\alpha}^{a+Ht_\beta} f(z) dz = H \int_{t_\alpha}^{t_\beta} f(a + Ht) dt, \quad (1)$$

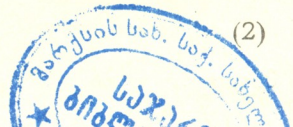
სადაც t ნამდვილი ცვლადია.

ახლა ავიღოთ G არეში $a_\nu = a + t_\nu H$ წერტილები როგორც საინტერპოლაციო წერტილები, სადაც t_ν ($\nu = 0, 1, \dots, n$) სხვადასხვა რიცხვებია (საზოგადოდ კომპლექსური) და შევცვალოთ (1)-ში $f(a + tH)$ ლაგრანჟის საინტერპოლაციო ფორმულის მიხედვით:

$$f(a + tH) = \sum_{\nu=0}^n \prod_{\substack{k=0 \\ k \neq \nu}}^n \frac{t - t_k}{t_\nu - t_k} f(a + t_\nu H) + H^{n+1} \prod_{\nu=0}^n (t - t_\nu) f(a + tH, a + t_0 H, \dots, a + t_n H).$$

შედგებად მივიღებთ

$$\int_{z_1}^{z_2} f(z) dz = H \sum_{\nu=0}^n A_\nu f(a + t_\nu H) + R_n, \quad (2)$$



სადაც

$$A_\nu = \int_{t_\alpha}^{t_\beta} \prod_{\substack{k=0 \\ k \neq \nu}}^n \frac{t-t_k}{t_\nu-t_k} dt, \tag{3}$$

ხოლო

$$R_n = H^{n+2} \int_{t_\alpha}^{t_\beta} f(a + tH, a + t_0H, \dots, a + t_nH) \prod_{\nu=0}^n (t-t_\nu) dt.$$

მიღებული ფორმულა (უნაშთოდ) ზუსტია ყველა n -ზე ნაკლები ან n -ის ტოლი ხარისხის მქონე მრავალწევრათვის.

თუ ზოგიერთ კვანძს და კოეფიციენტს წინასწარ დავასახელებთ, ხოლო დანარჩენებს განვსაზღვრავთ მე-(3) ფორმულის საშუალებით, მივიღებთ ახალსა და ძველ ფორმულებს.

ფორმულების კოეფიციენტებისა და კვანძების მოსაძებნად შეიძლება განუსაზღვრელ კოეფიციენტთა ხერხის გამოყენებაც. აქ (ისევე როგორც [1], გვ. 358) t_ν და A_ν რიცხვების განმსაზღვრელ განტოლებათა გამოსაწერად შეიძლება ვისარგებლოთ z^i ($i = 0, 1, \dots, n$)-ის $n + 1$ რიგის გაყოფილი სხვაობის ნულად ქცევის თვისებით. თუ მე-(2)-ში მივიღებთ, რომ $f(z) = 1, z, \dots, z^n$ გვექნება განტოლებანი—საკმარისი საძიებელი კვანძებისა და კოეფიციენტების განსაზღვრისათვის.

§ 2. კვადრატურული ფორმულები შერჩეული კვანძებით

მე-(2) ფორმულიდან ჩვენ მივიღებთ წინასწარ აღებული კვანძების მქონე კვადრატურულ ფორმულებს. ეს საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ კერძოდ [2, 3, 4] შრომებში განხილული ფორმულები. ასე, დავუშვებთ რა, რომ

$$a = 0, t_\alpha = 0, t_\beta = 1, t_0 = 0, t_1 = 1, t_2 = i, t_3 = 1 + i,$$

მივიღებთ ცნობილ ფორმულას (იხ. [2], გვ. 212)

$$\int_0^H f(z) dz = \frac{H}{24} \{ (9 + 5i) f(0) + (9 - 5i) f(H) + (3 + i) f(iH) + (3 - i) f((1 + i)H) \}.$$

თუ კი დავუშვებთ, რომ

$$a = 0, t_\alpha = -1, t_\beta = 1, t_0 = 0, t_1 = 1, t_2 = -1, t_3 = i, t_4 = -i,$$

მივიღებთ მეორე ცნობილ ფორმულას (იხ. [3], გვ. 217 და [4], გვ. 42)

$$\int_{-H}^H f(z) dz = \frac{H}{15} \{24f(0) + 4[f(-H) + f(H)] - [f(-iH) + f(iH)]\}.$$

ფიქსირებული კვანძების მქონე ახალი ფორმულებიდან ჩვენ შევჩერდებით ნამდვილ კვანძებიან ფორმულებზე. მივიღოთ (1)-ში

$$t_a = -1, \quad t_\beta = 1, \quad a + Ht_a = 0, \quad a + Ht_\beta = 0, 1 + 0, 1i$$

და მაგალითისთვის ავავაოთ კვადრატურული ფორმულა ნამდვილი კვანძებით:

$$z_1 = a + Ht_1 = -1, \quad z_2 = a + Ht_2 = 0, \quad z_3 = a + Ht_3 = 1.$$

ამ შემთხვევაში

$$a = H = 0, 05(1 + i), \quad t_1 = -11 + 10i, \quad t_2 = -1, \quad t_3 = 9 - 10i.$$

Av კოეფიციენტების გამოთვლა (3)-ის დახმარებით მოგვცემს

$$\int_0^{0,1+0,1i} f(z) dz = \frac{1}{300} \{-(0,1 + 1,4i)f(-1) + (30,2 + 29,8i)f(0) - (0,1 - 1,6i)f(1)\}.$$

§ 3. კვადრატურული ფორმულები არსი ღერძის მონაკვეთისთვის

მივიღოთ მე-(2)-ში

$$t_a = -1, \quad t_\beta = 1, \quad a = 0, \quad H = 1$$

და ტოლობის ორივე მხარის ნამდვილი ნაწილები ერთმანეთს გავუტოლოთ. მაშინ მივიღებთ კვადრატურულ ფორმულას $[-1, 1]$ მონაკვეთისთვის. ეს ფორმულა (უნაშთოდ) ასე დაიწერება:

$$\int_{-1}^1 f(x) dx = \operatorname{Re} \sum_{\nu=0}^n A_\nu f(t_\nu).$$

ვთქვათ ახლა, რომ ამ ფორმულაში

$$A_0 = 0, \quad A_1 = A_2 = \dots = A_n = \frac{2}{n}$$

და კვანძებად მივიღოთ ჩებიშევის კვადრატურული ფორმულის კვანძები

$$z_\nu = t_\nu \quad (\nu = 1, 2, \dots, n).$$

მაშინ, კერძოდ, მივიღებთ ფორმულას (ვარგისს n -ს ყოველი მნიშვნელობისთვის)

$$\int_{-1}^1 f(x) dx = \frac{2}{n} \sum_{\nu=1}^n \operatorname{Re} f(z_\nu), \quad (4)$$

ზუსტს ყველა n -ზე ნაკლები ხარისხის მქონე მრავალწევრისთვის. ჩვენ ვუჩვენებთ მიღებული ფორმულის გამოყენებას, როცა $n=10$. ცნობილია, რომ (იხ. [5], გვ. 199) ჩებიშევის კვადრატურული ფორმულის აბსცისები ყველა ნამდვილი არ არის, თუ $n > 9$ (ან თუ $n=8$). ამასთან დაკავშირებით ჩებიშევის ფორმულა გამოუყენებელი რჩებოდა n -ის დასახელებულ მნიშვნელობათათვის.

მაშ, მივიღოთ $n=10$ და ვუჩვენოთ მე-(4) ფორმულის კონკრეტული გამოყენება

$$\int_{-1}^1 e^{-x^2} dx = \frac{2}{5} \sum_{\nu=1}^5 \operatorname{Re} e^{-x_\nu^2}$$

ინტეგრალის გამოთვლისათვის. აქ

$$x_1^2 = 0,850732,$$

$$x_4^2 = 0,019815 + 0,072772i,$$

$$x_2^2 = 0,388152 + 0,087357i,$$

$$x_5^2 = 0,019815 - 0,072772i.$$

$$x_3^2 = 0,388152 - 0,087357i,$$

გამოთვლა გვიჩვენებს, რომ

$$\begin{aligned} \int_{-1}^1 e^{-x^2} dx &= \frac{2}{5} [e^{-0,850732} + 2e^{-0,388152} \cos 0,087357 \\ &+ 2e^{-0,019815} \cos 0,072772] = 1,493647. \end{aligned}$$

საძიებელი ინტეგრალის ჰეშმარიტი მნიშვნელობა კი ნათწილადი ნიშნით ტოლია 1,493648.

§ 4. კვადრატურული ფორმულა კვანძებით წესიერი მრავალკუთხედის ცენტრში და წვეროებში

შევუდგეთ ახალი კვადრატურული ფორმულების გამოყენებას. მივიღოთ საინტერპოლაციო კვანძებად $z_0 = a$ და

$$z_{\nu, \lambda} = a + H t_{\nu, \lambda} \quad (\nu = 1, 2, \dots, m_\lambda; \lambda = 1, 2, \dots, n)$$

წერტილები, სადაც $t_{1, \lambda}, t_{2, \lambda}, \dots, t_{m_\lambda, \lambda}$ რიცხვები (α_λ ნებისმიერი ნამდვილი ან კომპლექსური რიცხვია)

$$t^{m_\lambda} - \alpha_\lambda = 0 \quad (\lambda = 1, 2, \dots, n) \quad (5)$$

ორწევრა განტოლების ფესვებია. უკანასკნელნი მდებარეობენ $\rho_\lambda |H|$ რადიუსის მქონე წრეწირზე (ცენტრით a წერტილში), სადაც

$$\rho_\lambda = \sqrt[m_\lambda]{|\alpha_\lambda|},$$

და ყოფენ ამ წრეწირს m_λ თანატოლ ნაწილად. რამდენადაც მე-(5) განტოლების ფესვები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, როცა $\alpha_\lambda \neq 0$, ჩვენ მიერ ამორჩეული საინტერპოლაციო ჯვ კვანძებიც განსხვავებულნი იქნებიან ერთმანეთისაგან. ინტეგრალის საზღვრების შესაბამისი წერტილები შესაძლებელია საინტერპოლაციო კვანძებს ემთხვეოდნენ.

რადგან $t_0 = 0$ და

$$t_{\nu, \lambda}^{m_\lambda} = \alpha_\lambda \quad (\nu = 1, 2, \dots, m_\lambda; \lambda = 1, 2, \dots, n),$$

ადგილი ექნება

$$\frac{t(t^{m_1} - \alpha_1) \cdots (t^{m_\lambda} - \alpha_\lambda) \cdots (t^{m_n} - \alpha_n)}{t - t_{\nu, \lambda}}$$

$$= \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq \lambda}}^n (t^{m_k} - \alpha_k) \sum_{k=0}^{m_\lambda - 1} t_{\nu, \lambda}^k t^{m_\lambda - k}$$

ტოლობას, სამართლიანს ყოველი $\nu = 0, 1, \dots, m_\lambda$ -სთვის. შემდეგ შეიძლება დავწეროთ, რომ

$$\prod_{k=1}^n (t_\nu^{m_k} - \alpha_k) = (-1)^n \alpha_1 \alpha_2 \cdots \alpha_n,$$

როცა $\nu = 0$ და

$$\lim_{t \rightarrow t_\nu} \frac{t(t^{m_1} - \alpha_1) \cdots (t^{m_\lambda} - \alpha_\lambda) \cdots (t^{m_n} - \alpha_n)}{t - t_{\nu, \lambda}} = m_\lambda \alpha_\lambda \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq \lambda}}^n \left(\alpha_\lambda^{m_\lambda} - \alpha_k \right)$$

ყოველი $k = 1, 2, \dots, n$ -ისთვის.

მე-(3) და ახლახან მიღებული ფორმულების გამოყენება გვარწმუნებს, რომ

$$A_0 = \frac{(-1)^n}{\alpha_1 \alpha_2 \cdots \alpha_n} \int_{t_\alpha}^{t_\beta} \prod_{\nu=1}^n (t^{m_\nu} - \alpha_\nu) dt,$$

$$A_{\nu, \lambda} = \frac{1}{m_\lambda \alpha_\lambda \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq \lambda}}^n \left(\alpha_\lambda^{m_\lambda} - \alpha_k \right)} \sum_{p=0}^{m_\lambda - 1} t_{\nu, \lambda}^p \int_{t_\alpha}^{t_\beta} t^{m_\lambda - p} \prod_{\substack{k=1 \\ k \neq \lambda}}^n (t^{m_k} - \alpha_k) dt, \quad (6)$$

სადაც $\prod_{\substack{k=1 \\ k \neq \lambda}}^n$ ნამრავლები ერთის ტოლად მიიღება, როცა $n=1$. კერძოდ, თუ

$n=1$, $\lambda=1$, $m_1=m$ და $\alpha_1=A$, მივიღებთ ($A_{\nu, 1}=A_{\nu}$)

$$A_0 = \left\{ t_{\beta} - t_{\alpha} + \frac{t_{\alpha}^{m+1} - t_{\beta}^{m+1}}{A(m+1)} \right\}$$

და

$$A_{\nu} = \frac{1}{mA} \sum_{k=0}^{m-1} \frac{t_{\beta}^{m-k+1} - t_{\alpha}^{m-k+1}}{m-k+1} t_{\nu}^k$$

$\nu = 1, 2, \dots, m$ -ისთვის.

აქედან, როცა

$$A = 1, t_{\alpha} = -1, t_{\beta} = 1$$

ვღებულობთ კვადრატურულ ფორმულას

$$\int_{a-H}^{a+H} f(z) dz = H \sum_{\nu=0}^m A_{\nu} f(a + t_{\nu} H),$$

სადაც A_{ν} კოეფიციენტები, როცა m კენტია,

$$A_0 = 2, A_{\nu} = \frac{2}{m} \sum_{k=1, 3, \dots, m-2} \frac{t_{\nu}^k}{m-k+1} \quad (\nu = 1, 2, \dots, m) \quad (7)$$

ფორმულებით განისაზღვრება; ლუწი m -ისათვის გვექნება:

$$A_0 = \frac{2m}{m+1}, A_{\nu} = \frac{2}{m} \sum_{k=0, 2, \dots, m-2} \frac{t_{\nu}^k}{m-k+1} \quad (\nu = 1, 2, \dots, m). \quad (8)$$

აქ $t_0 = 0$, ხოლო t_1, t_2, \dots, t_m ფესვებია ორწევრა განტოლებისა:

$$t^m - 1 = 0.$$

(7) და (8) დამოკიდებულებებიდან ვპოულობთ, რომ, როცა $\nu \equiv 1$ და m კენტია

$$|A_{\nu}| \cong \frac{2}{m} \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \dots + \frac{1}{m} \right),$$

და, მაშასადამე,

$$|A_{\nu}| \cong \frac{1}{m} (\gamma + \log(1+m) + 2\varepsilon_m) \quad (\lim_{m \rightarrow \infty} \varepsilon_m = 0)$$

შემდეგი ასიმპტოტური ტოლობის გამო:

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{5} + \dots + \frac{1}{m} = \frac{1}{2} C + \log V \sqrt{2(1+m)} + \varepsilon_m.$$

უკანასკნელი უტოლობის მარჯვენა ნაწილის ზღვარი მიისწრაფის ნულისაკენ, როცა $m \rightarrow \infty$, ასე რომ

$$\lim_{m \rightarrow \infty} A_\nu = 0.$$

ასეთივე შედეგს ვღებულობთ, როცა m არის ლუწი.

ჩვენ გამოვიყვანეთ კენტი რიცხვის კვანძებიანი კვადრატურული ფორმულები. თუ გვაქვს t -ს სხვადასხვა მნიშვნელობათა ლუწი რაოდენობა

(ტოლი $\sum_{\lambda=1}^n m_\lambda$ -სი), რომლებიც აკმაყოფილებენ განტოლებას:

$$(t^{m_1} - \alpha_1)(t^{m_2} - \alpha_2) \dots (t^{m_n} - \alpha_n) = 0$$

შემოთ ჩატარებული მსჯელობის განმეორებით მივიღებთ ლუწი კვანძების

$$z_{\nu, \lambda} = a + H t_{\nu, \lambda} (\nu = 1, 2, \dots, m_\lambda; \lambda = 1, 2, \dots, n)$$

მქონე კვადრატურულ ფორმულას.

§ 5. ნამდვილ კოეფიციენტებიანი კვადრატურული ფორმულები

კვადრატურული ფორმულების სხვა კლასს—ნამდვილი კოეფიციენტების მქონე ფორმულებს—მივიღებთ, თუ დავუშვებთ (6)-ში, რომ $t_\beta = -t_\alpha$, $m_\lambda = 2$ ან 4, ხოლო α_λ —ნებისმიერი დადებითი რიცხვებია. α_λ და m_λ -ს შესახებ დავუშვებთ შემდეგად

$$t^{m_\lambda} - \alpha_\lambda = 0$$

სახის განტოლებებს მხოლოდ ნამდვილი ან წმინდა წარმოსახვითი ფესვები ექნებათ. მე-(6)-ში შემავალი ინტეგრალები ნულის ტოლი გახდება, როცა p კენტია, ვინაიდან ინტეგრალქვეშა ფუნქცია t -ს კენტი ფუნქცია იქნება ამ შემთხვევაში. ლუწი p -სთვის $t_{\nu, \lambda}^p$ რიცხვები ნამდვილია, ხოლო ინტეგრალქვეშა ფუნქციები კი ლუწი ფუნქციებია. ამიტომ ამ შემთხვევაში ჩვენ მივიღებთ ნულიდან განსხვავებულ $A_{\nu, \lambda}$ კოეფიციენტებს.

განვიხილოთ, მაგალითად, ცხრაკვანძიანი არსი კოეფიციენტების მქონე კვადრატურული ფორმულა. $t_{\nu, \lambda}$ რიცხვების განმსაზღვრელი განტოლება იყოს

$$t(t^4 - 1)(t^4 - 16) = 0.$$

ამას გარდა მივიღოთ $a = 0$ და გამოვითვალოთ $A_{\nu, 1}$ და $A_{\nu, 2}$ ($\nu = 1, 2, 3, 4$) კოეფიციენტები. ამრიგად, ჩე-(6) ფორმულებში უნდა მივიღოთ

$$m_1 = m_2 = 4, \alpha_1 = 1, \alpha_2 = 16.$$

გვექნება:

$$\int_{-H}^H f(z) dz = \frac{H}{37800} \{60060 f(0) + 10432 [f(-H) + f(H)] - 67 [f(-2H) + f(2H)] - 2648 [f(-iH) + f(iH)] + 53 [f(-2iH) + f(2iH)]\}.$$

ეს ფორმულა სწორია პირველი ცხრა ხარისხის მრავალწევრათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 11.1.1956)

დაამოწმებულ ლიტერატურა

1. Ш. Е. Михеладзе. Численные методы математического анализа. М.—Л., 1953.
2. Herbert E. Salzer. Formulas for numerical integration of first and second order differential equations in the complex plane, J. Math. Physics, 29, № 3, 1950.
3. Garrett Birkhoff and David Young. Numerical quadrature of analytic and harmonic functions, J. Math. Physics, 29, № 3, 1950.
4. David Young. An error bound for the numerical quadrature of analytic functions, J. Math. Physics, 31, № 1, 1952.
5. С. Н. Бернштейн. Собрание сочинений, т. II, Издательство Академии наук СССР, 1954.

მათემატიკა

ა. ჯვარშივილი

ინტეგრალების მიმდევრობის უმსახეობა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 16.6.1955)

ვთქვათ, $[a, b]$ სეგმენტზე მიმდევრობა $\{g_n(x)\}$ ფუნქციებისა მოცემულია შემოსაზღვრული ვარიაციით.

განვიხილოთ მიმდევრობა ასეთი ინტეგრალებისა

$$\int_a^b f(x) g_n(x) dx,$$

სადაც $f(x)$ არის დანჟუა-პერონის აზრით ინტეგრებადი ფუნქცია.

სამართლიანია შემდეგი

თეორემა 1. თუ ყოველი $(\alpha, \beta) \subseteq (a, b)$ ინტეგრალისათვის სამართლიანია უტოლობა

$$\left| \int_a^\beta f(x) g_n(x) dx \right| < M(f), \quad n = 1, 2, \dots \quad (1)$$

სადაც $M(f) > 0$ დამოკიდებულია მხოლოდ $f(x)$ ფუნქციაზე, მაშინ $g_n(x)$ ფუნქციათა სრული ვარიაცია თანაბრად შემოსაზღვრულია, ე. ი.

$$V_a^b[g_n] < C. \quad (2)$$

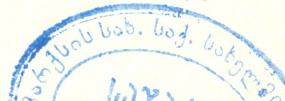
დამტკიცება. პირველ რიგში შევნიშნოთ, რომ ფუნქციათა მიმდევრობა $\{g_n(x)\}$ იქნება თანაბრად შემოსაზღვრული თითქმის ყველგან $[a, b]$ სეგმენტზე, რადგან ნებისმიერ ჯამებადი ფუნქციისათვის ადგილი აქვს (1) უტოლობას.

ახლა დავუშვათ, რომ

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} V_a^b[g_n] = \infty.$$

გუწოდოთ x წერტილს სინგულარული, თუ ყოველი $\delta > 0$ ინტეგრალისათვის

$$\overline{\lim}_{n \rightarrow \infty} V_\delta[g_n] = \infty. \quad (3)$$



F/1920



თუ სინგულარულ წერტილთა E სიმრავლე ცარიელია, მაშინ ცხადია, რომ

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \overline{V}_a^b [g_n] < \infty.$$

მაგრამ ეს ეწინააღმდეგება ჩვენს დაშვებას, ამგვარად, E არაცარიელია. ზოგადობის შეუზღუდავად შეგვიძლია ვივთხოვსხმოთ, რომ $a \in E$. ახლა ავაგოთ ისეთი $f(x)$ ფუნქცია ინტეგრებადი დანჟუა-პერონის აზრით, რომლისთვის უტოლობა (1) დარღვეულია.

(3)-ის ძალით 1-სათვის მოიძებნება ისეთი $g_{n_1}(x)$ ფუნქცია და (α_1, β_1) ინტერვალი, რომ

$$\alpha_1 = x_{1,0} < x_{1,1} < \dots < x_{1,m_1} = \beta_1,$$

$$\sum_{j=0}^{m_1-1} \omega [g_{n_1}(x_{1,j}, x_{1,j+1})] > 1,$$

სადაც $\omega [g(x, y)]$ არის $g(x)$ ფუნქციის რყევა (x, y) ინტერვალზე.

შემდეგ, 2-სათვის მოიძებნება ისეთი $g_{n_2}(x)$ ფუნქცია და (α_2, β_2) ინტერვალი, რომ

$$\alpha_2 = x_{2,0} < \dots < x_{2,m_2} = \beta_2 < \alpha_1,$$

$$\sum_{j=0}^{m_2-1} \omega [g_{n_2}(x_{2,j}, x_{2,j+1})] > 2^2.$$

საბოლოოდ ყოველი მთელი $k > 0$ რიცხვისათვის მოიძებნება ისეთი $g_{n_k}(x)$ ფუნქცია და ინტერვალი (α_k, β_k) , რომ

$$\alpha_k = x_{k,0} < x_{k,1} < \dots < x_{k,m_k} = \beta_k < \alpha_{k-1}.$$

$$\sum_{j=0}^{m_k-1} \omega [g_{n_k}(x_{k,j}, x_{k,j+1})] > k^2. \tag{4}$$

რადგან $a \in E$, ამიტომ შეგვიძლია ვივთხოვსხმოთ, რომ

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \alpha_k = \lim_{k \rightarrow \infty} \beta_k = a.$$

ვთქვათ,

$$M_{k,j} = \sup_{x_{k,j} \leq x \leq x_{k,j+1}} g_{n_k}(x), \quad m_{k,j} = \inf_{x_{k,j} \leq x \leq x_{k,j+1}} g_{n_k}(x).$$

ყოველ $(x_{k,j}, x_{k,j+1})$ ინტერვალზე შეიძლება გამოვყოთ ისეთი სიმრავლეები $e_{k,j}, h_{k,j}$, რომ

$$|e_{k,j}| = |h_{k,j}| = \eta_k$$

და

$$M_{k,j} + \delta_{k,j} < g_{n_k}(x), \text{ როცა } x \in e_{k,j},$$

$$M_{k,j} + \delta_{k,j} > g_{n_k}(x), \text{ როცა } x \in h_{k,j}.$$

ამასთან $\delta_{k,j}$ რიცხვები შერჩეულია ისე, რომ

$$\delta = \sum_k \sum_j \delta_{k,j} < \infty.$$

განვსაზღვროთ $f(x)$ ფუნქცია შემდეგი გზით

$$f(x) = \begin{cases} p_k, & \text{როცა } x \in e_{k,j}, \\ -p_k, & \text{როცა } x \in h_{k,j}, \\ 0 & \text{სხვა წერტილებში,} \end{cases} \quad (5)$$

სადაც დადებითი p_k რიცხვები შერჩეულია ისე, რომ

$$\lim_{k \rightarrow \infty} p_k \eta_k = \lim_{k \rightarrow \infty} \varepsilon_k = 0.$$

ცხადია, რომ ამ პირობებში $f(x)$ ფუნქცია არის დანეუა-პერონის აზროთ ინტეგრებადი ფუნქცია. ახლა გამოვთვალოთ ინტეგრალი

$$\begin{aligned} \int_{\alpha_k}^{\beta_k} f(x) g_{nk}(x) dx &= \sum_{j=0}^{m_k-1} \left(\int_{e_{k,j}} f(x) g_{nk}(x) dx + \int_{h_{k,j}} f(x) g_{nk}(x) dx \right) \\ &= \eta_k \cdot p_k \sum_{j=0}^{m_k-1} [g_{nk}(\xi_j) - g_{nk}(\eta_j)] > \varepsilon_k \sum_{j=0}^{m_k-1} [(M_{k,j} - m_{k,j}) - \delta] \equiv \varepsilon_k (k^2 - \delta). \end{aligned}$$

თუ ε_k მიმდევრობას შევარჩევთ ისე, რომ

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \varepsilon_k \cdot k^2 = \infty,$$

მაშინ მივიღებთ

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \int_{\alpha_k}^{\beta_k} f(x) g_{nk}(x) dx = \infty.$$

მაშასადამე, (1) პირობა არ არის შესრულებული $f(x)$ ფუნქციისათვის, ამიტომ ჩვენი დაშვება არ არის სწორი, ე. ი. ადგილი აქვს (2) უტოლობას.

ჩვენ ვიტყვი, რომ $g(x)$ არის $[a, b]$ სეგმენტზე ლოკალურად მონოტონური, თუ ყოველი x წერტილისათვის მოიძებნება ისეთი ინტერვალები $(x-\delta, x)$ და $(x, x+\delta)$, რომლებზედაც $g(x)$ არის მონოტონური. ცხადია, რომ $[a, b]$ სეგმენტზე ყოველი ლოკალურად მონოტონური ფუნქცია არის ფუნქცია შემოსაზღვრული ვარიაციით, მაგრამ პირიქით საზოგადოდ არ არის სწორი.

დამატკიცოთ შემდეგი
 თეორემა 2. ვთქვათ, $\{g_n(x)\}$ არის ლოკალურად მონოტონური ფუნქციათა მიმდევრობა $[a, b]$ სეგმენტზე.
 თუ

$$\overline{\lim}_{k \rightarrow \infty} \left| \int_a^b \varphi(x) g_n(x) dx \right| < L \quad (6)$$

ყოველი ჯამებადი ფუნქციისათვის და

$$\left| \int_a^b f(x) g_n(x) dx \right| < M(f)$$

ყოველი დანუაპერონის აზრით ინტეგრებადი $f(x)$ ფუნქციისათვის, მაშინ ადგილი აქვს (2) უტოლობას.

დამტკიცება. ისე როგორც წინა თეორემის დამტკიცებაში, შეგვიძლია ვიგულისხმოთ, რომ a არის სინგულარული წერტილი. შემდეგ ყოველი მთელი $k > 0$ -სათვის შევარჩიოთ (α_k, β_k) ინტერვალი და $g_{nk}(x)$ ფუნქცია ისე, რომ ადგილი ჰქონდეს (4) უტოლობას და

$$\left| \int_{\beta_k}^b f(x) g_{nk}(x) dx \right| < 2L, \quad (7)$$

სადაც $f(x)$ არის (5) ფორმულით განსაზღვრული ფუნქცია.

გარდაამისა, (α_k, β_k) ინტერვალი შევარჩიოთ ისე, რომ $[a, \alpha_k]$ სეგმენტზე $g_{nk}(x)$ ფუნქცია იყოს მონოტონური. ზოგადობის შეუზღუდავად შეგვიძლია ვიგულისხმოთ, რომ

$$g_n(a) = 0, \quad n = 1, 2, \dots$$

ახლა გამოვთვალოთ ინტეგრალი

$$\int_a^b f(x) g_n(x) dx = \int_a^{\alpha_k} f(x) g_n(x) dx + \int_{\alpha_k}^{\beta_k} f(x) g_n(x) dx + \int_{\beta_k}^b f(x) g_n(x) dx,$$

სადაც $f(x)$ არის ფუნქცია განსაზღვრული (5) ფორმულით.

განვიხილოთ თითოეული შესაქრები ცალ-ცალკე

$$\int_a^{\alpha_k} f(x) g_n(x) dx = g_n(\alpha_k) \int_{\xi_k}^{\alpha_k} f(x) dx,$$

და რადგან $\{g_{n_k}(x)\}$ მიმდევრობა თანაბრად შემოსაზღვრულია, ამიტომ

$$\left| \int_a^{\alpha_k} f(x) g_{n_k}(x) dx \right| < C_1. \quad (8)$$

შემდეგ, ზემოთ იყო ნაჩვენები, რომ

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \int_{\alpha_k}^{\beta_k} f(x) g_{n_k}(x) dx = \infty. \quad (9)$$

(7), (8) და (9) უტოლობების ძალით ვღებულობთ

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \left| \int_a^b f(x) g_{n_k}(x) dx \right| = \infty,$$

რაც ეწინააღმდეგება თეორემის პირობას. ამგვარად, ჩვენი დაშვება არ არის სწორი და ადგილი აქვს (2) უტოლობას, რის დამტკიცებაც გვინდოდა.

ეთქვათ, $\{g_n(x)\}$ არის ლოკალურად მონოტონური ორთონორმირებული ფუნქციისათა მიმდევრობა $[a, b]$ სეგმენტზე. თუ

$$\overline{\lim}_{k \rightarrow \infty} V_a^b [g_n] = \infty,$$

მაშინ არსებობს ისეთი დანუჟა-პერონის აზრით ინტეგრებადი $f(x)$ ფუნქცია, რომ მისი ფურიეს კოეფიციენტისათვის

$$a_n = \int_a^b f(x) g_n(x) dx$$

ადგილი აქვს ტოლობას

$$\overline{\lim}_{k \rightarrow \infty} |a_n| = \infty.$$

ადგილი შესამჩნევია, რომ, თუ

$$V_a^b [g_n] < C.$$

მაშინ ყოველ დანუჟა-პერონის აზრით ინტეგრებად $f(x)$ ფუნქციისათვის გვაქვს

$$\left| \int_{\alpha}^{\beta} f(x) g_n(x) dx \right| < M(f),$$

სადაც, $(\alpha, \beta) \subseteq (a, b)$. ამგვარად, ვღებულობთ შემდეგ თეორემებს.

თეორემა 3. იმისათვის, რომ ყოველი დანუჟა-პერონის აზრით ინტეგრებადი $f(x)$ ფუნქციისათვის ადგილი ჰქონდეს (1) უტოლობას, აუცილებელი და საკმარისია (2).

თეორემა 4. ვთქვათ, $\{g_n(x)\}$ მიმდევრობა აკმაყოფილებს თეორემა 2-ის პირობებს.

იმისათვის, რომ ადგილი ჰქონდეს უტოლობას

$$\left| \int_a^b f(x) g_n(x) dx \right| < M(f),$$

აუცილებელი და საკმარისია (2).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 16.6.1955)

თ. ცაცხლაძე და რ. ყიფიანი

ლვინოსა და კონიაკის სპირტზე ორგანოქიმიური მოქმედება

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. ანდრონიკაშვილმა 7.2.1956)

ტბილის დუღილი და მალალი ხარისხის ღვინის ჩამოყალიბება რთულ ბიოქიმიურ პროცესს წარმოადგენს. ხანგრძლივი შენახვისა და დამუშავების შედეგად იგი იძენს სასურველ სიმაგრეს, გემოსა და სურნელებას, რომლებიც ამ სასმელის თავისებურებას განაპირობებენ. ღვინის ყოველივე ტიპს მომწიფების საკუთარი ოპტიმალური პირობები ახასიათებს. მაგრამ პროცესის წარმატება ჩვეულებრივად არათანაბარია. ეს დამოკიდებულია მრავალ ფაქტორზე, პირველ რიგში, ყურძნის მოსავლის მომწიფების პირობებზე.

ღვინის ძირითადი კომპონენტები, რომლებიც მასში მაკროორგანული იმუფებიან (სპირტი, ტანინი, შაქარი), განიცდიან გარდაქმნას სხვადასხვა მიკროკომპონენტების—ბიოკატალიზატორების (ფერმენტების) ზეგავლენით. ბიოკატალიზატორები წარმართავენ მომწიფების ბიოქიმიური პროცესების ნიმდინარეობას. ღვინის დაძველების უმნიშვნელოვანესი ბიოქიმიური პროცესები ჟანგვადი ბუნებისაა.

ყურძნის ღვინოებისა და აგრეთვე საკონიაკე სპირტების მომწიფების დაჩქარება, ამ პროცესის მართვა მეღვინეობის მნიშვნელოვან ამოცანას წარმოადგენს.

ამ ამოცანის გადაჭრის მიზნით არაერთხელ სცადეს ღვინომასალაზე სხვადასხვა ქიმიური და ფიზიკური ფაქტორებით ზემოქმედება (ულტრაიისფერი სინათლე, ულტრაბგერა, მალალი სიხშირის დენი და ა. შ.). რიგ შემთხვევაში მიღებული იქნა დადებითი შედეგი. შემჩნეულია ღვინის თვისებების გაუმჯობესება და მომწიფების რამდენადმე დაჩქარება, მაგრამ ღვინის დამუშავების ამ მეთოდებმა ვერ პოვა პრაქტიკაში გამოყენება ღვინის ხარისხის შედარებით უმნიშვნელო გაუმჯობესებისა და ეკონომიურად არახელსაყრელი ტექნოლოგიის გამო.

ცნობილია, რომ ალკოჰოლური სასმელების მომწიფება ძირითადად სხვადასხვა ტიპის ჟანგვადი რეაქციების გზით ნიმდინარეობს, თუმცა ზოგიერთ ეტაპზე აღდგენითი პროცესებიც ჭარბობს.

რადიქტიური ორგანოქიმიური მოქმედებით სხვადასხვა ხსნარები, სახელდობრ არაორგანული და ორგანული მარილების წყალხსნარები, განიცდიან გარდაქმნებს. ადვილად ჟანგვადი ნივთიერებანი ორგანოქიმიური მოქმედებით იქანგებიან და აღდგენადი—აღდგებიან [1]. ამგვარად, გამოსხივება

წარმოადგენს სხვადასხვა ტიპის რეაქციების სტიმულიატორს. გაშუქების პირობების სათანადო შერჩევა შესაძლებლად ხდის უპირატესად ერთი ხასიათის რეაქციების მიმდინარეობას, რითაც იქმნება პროცესის მართვის შესაძლებლობა.

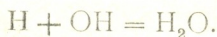
ბირთვული ტექნიკის განვითარების საფუძველზე ამჟამად დაისვა საკითხი ბირთვული გამოსხივების საწარმოო გამოყენების შესახებ. რადიაქტიური γ -გამოსხივების მძლავრ, მოსახმარად მარტივსა და ეკონომიურად ხელსაყრელ წყაროს წარმოადგენს მეტალური კობალტი Co^{60} , რომლის მიღება ადვილად ხორციელდება ატომურ რეაქტორებში. იგი მზადდება მაღალი ხვედრითი აქტივობის მქონე ძელაკების ან ფურცლების სახით. რამდენიმე გრამი კობალტნიკელის შენადნობის ნაჭერს ახასიათებს ერთი კილოგრამი რადიუმის ეკვივალენტური აქტივობა და იგი წუთში 10 სმ მანძილზე იძლევა 1500 რენტგენ დოზას. ფურცლოვანი კობალტის გამოყენებით შესაძლებელია სხვადასხვა ობიექტის თანაბარი გაშუქება [2]. დიდი სიმძლავრის რადიოკობალტის წყაროების მოქმედებისაგან მომსახურე პერსონალის დაცვა საკმაოდ ადვილად განხორციელდება: რადიაქტიური წყაროები შეიძლება მოთავსდეს მიწისქვეშა ნაგებობაში, სადაც გასაშუქებელ ნივთიერებათა მიწოდება იწარმოებს კონვეიერით, რადიაქტიური კობალტი შეიძლება მოთავსდეს აგრეთვე ნაგებობის ცენტრში გაკეთებულ ჭაში. წყარო დისტანციური მოწყობილობის დახმარებით ამოიღება ჭიდან და შენობაში მოთავსებული ობიექტები სასურველი ხანგრძლივობით შუქდება.

რადიოკობალტის γ -გამოსხივება განსხვავდება შედარებით უფრო გრძელტალღიანი რენტგენისა და ულტრაიისფერი გამოსხივებისაგან როგორც ენერგიით, ისე მონოქრომატულობით. Co^{60} γ -სხივი შედგება ორი ხაზისაგან ენერგიებით — 1,17 და 1,33 MeV (საშუალოდ 1,25 MeV).

წყალსა და ორგანული და არაორგანული ნივთიერებათა წყალხსნარებში მაიონიზირებელ გამოსხივებათა მოქმედებით წარმოიქმნება წყალბადისა და ჰიდროქსილის რადიკალები. წყლის დაშლის ეს რადიაციული პროცესი გამოიხატება შემდეგი რეაქციებით [1]:



წყალბადისა და ჰიდროქსილის რადიკალების სივრცული განაწილება დამოკიდებულია გამოსხივების ბუნებაზე. α -ნაწილაკების პროტონებისა და მცირე ენერგიის მქონე ელექტრონების ნივთიერებაში გავლის დროს რადიკალები უმთავრესად წარმოიქმნებიან ნაწილაკის მოძრაობის მიმართულებით, რის გამოც ადვილად ურთიერთ რეაგირობენ და გარდაიქმნებიან წყალბადის ზეჟანგად, წყალბადად და წყლად:



(4)

(5)

(6)

დაბალი ხვედრითი იონიზაციის არეებში, რომლებიც, მაგალითად, სწრაფი ელექტრონების გავლითაა შექმნილი, რადიკალთა უმრავლესობა თანაბრადაა განაწილებული გაშუქებულ ობიექტში, რის გამოც ისინი რეაქციაში შედიან გახსნილ ნივთიერებებთან, რომლებიც იჟანგებიან ან აღდგებიან მათი ბუნებისა და ქიმიური მდგომარეობის მიხედვით.

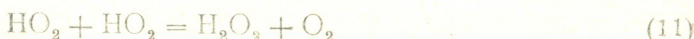
წყალხსნარებში ზეჟანგისა და გახსნილი ჟანგბადის არსებობა იწვევს პერჰიდროქსილის რადიკალების HO_2 წარმოქმნას.



(7)

(8)

HO_2 რადიკალი მზავე არეში დამჟანგველის როლში გამოდის და სამი ჟანგვითი ეკვივალენტით ხასიათდება. იგი რადიციული რეაქციის პირველად პროდუქტებთან ურთიერთმოქმედებს და მათ გარდაქმნებს იწვევს:



(9)

(10)

(11)

(12)

ამგვარად, არაორგანულ და ორგანულ ნივთიერებათა წყალხსნარებში γ -განოსხივების მოქმედებით წარმოქმნილი წყალბადის, ჰიდროქსილის, პერჰიდროქსილის რადიკალებისა და წყალბადის ზეჟანგის ხარჯზე მიმდინარეობს აღდგენითი და ჟანგვითი რეაქციები. ეს უკანასკნელები ჭარბობენ ჯერჯერობით უცნობი მიზეზის გამო.

წყალსა და სხვადასხვა ნივთიერებების ხსნარებზე γ -გამოსხივების რადიაციული მოქმედება შეიძლება გამოვიყენოთ ქიმიური რეაქციების აქტივაციისათვის. მისი გამოყენება განსაკუთრებით ეფექტური იქნება, თუ აქტივირებულ რეაქციას ჯაჭვური მექანიზმი აქვს.

გამოსხივების ჟანგვითი მოქმედების მსგავსების გამო იმ პროცესებთან, რომლებიც წლების მანძილზე მიმდინარეობენ ღვინის მომწიფებისას, ჩვენ დაგვებადა აზრი γ -გამოსხივების დახმარებით — ალკოჰოლური სასმელების მომწიფების პროცესის დაჩქარების შესაძლებლობის შესახებ.

ერთწლიანი დაუმუშავებელი კახური ღვინოების γ -გამოსხივებით გაშუქებისას ჩვენ შევამჩნიეთ გამოსხივების დადებითი მოქმედება ღვინოზე. იგი დაიწმინდა და მიიღო თავისებური გემო და სურნელება.

შემდგომი დაკვირვებები ვაწარმოეთ სხვადასხვა მოსავლისა და ტიპის ღვინოების ნიმუშებზე.

ღვინის ნიმუშების გაშუქება წარმოებდა სხვადასხვა მასალისა და სხვადასხვა მოცულობის ჭურჭლით. გამოასხივების წყაროს წარმოადგენდა Co^{60} პრებარატი, რომელიც ოთახის ცენტრში იყო მოთავსებული. მის გარშემო იზოდოზების მიმართულებით ვათავსებდით დასამუშავებელი ღვინის ნიმუშებს.

Co^{60} აქტივობა მიახლოებით რადიუმის 55 გრ. ეკვივალენტს შეადგენდა და დოზის სიმძლავრე წყაროდან 7 სმ მანძილზე წუთში 140 რენტგენს აღწევდა. თითოეული ნიმუშის მიერ მიღებულ დოზას ვზომავდით ქიმიური დოზიმეტრის მეთოდით— $0,8 \text{ N H}_2\text{SO}_4$ ხსნარში ორვალენტოვანი რკინის სამვალენტოვანში გადაყვანის გზით. სამვალენტოვანი რკინის რაოდენობას ვსაზღვრავდით როდანიდული ნაერთის ფოტოკოლორიმეტრირებით.

დოზიმეტრისათვის განკუთვნილ ხსნარს ვათავსებდით მილესილსაცობიან თხელკედლიან სინჯარაში. სინჯარას ჭურჭლის მიერ შთანთქმული გამოსხივების გამორიცხვის მიზნით ვათავსებდით მის ცენტრში და ვაშუქებდით რამდენიმე წუთით; ამგვარად, ვარკვევდით დოზის სიმძლავრეს და ვაწარმოებდით ნიმუშის მიერ გაშუქებისას მიღებული დოზის გაანგარიშებას.

ნიმუშის გაშუქება წარმოებდა მილესილსაცობიანი ჭურჭლებით ან ხისსაცობებიანი დალუქული ბოთლებით.

ტემპერატურა ოთახისა, რომელშიაც ვაშუქება წარმოებდა, იცვლებოდა $2-3^\circ$ -ით და არ აღემატებოდა 16°C .

გამოცდილი ალკოჰოლური მასალები შეიძლება შემდეგ ჯგუფებად დავყოთ: 1. კახური ღვინო № 8, 2. ევროპული ტიპის ღვინო № 23, 3. წითელი ღვინო საფერავი, 4. წითელი სადესერტო ღვინო, 5. მადერა და პორტვინი, 6. კონიაკი და საკონიაკე სპირტი.

ჩამოთვლილი ალკოჰოლური სასმელის გაშუქებისას მიღებულ იქნა სხვადასხვა თვისობრივი შედეგი, თუმცა ცვლილების საერთო ხასიათი ერთნაირი დარჩა.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ გაშუქების პროცესში დიდ როლს ასრულებდა როგორც სითხის ზემოთ მოთავსებული, ისე ღვინოში გახსნილი ჟანგბადი. ყველა ცდაში, განსაკუთრებით ღვინის დიდი დოზებით გაშუქებისას, შეიმჩნეოდა ჟანგბადის შთანთქმა და ჭურჭელში წნევის სათანადო შემცირება.

ღვინოების ყველა ნიმუშის გაშუქებისას შესამჩნევი რაოდენობით გამოიყოფა ნალექი, რაც დოზის ვადიდებასთან ერთად ნაწილობრივ კვლავ იხსნება. მცირე დოზებით გაშუქებისას ღვინის ფერი ნაკლებად იცვლება, მაგრამ დიდი დოზებით (რამდენიმე მილიონი რეფ-ით) გაშუქება ღვინოს მკვეთრ ღია ფერს აძლევს. ღვინის როგორც გემოვნური, ისე ფიზიკურ-ქიმიური ცვლილებები შესამჩნევი ხდება 100.000 რეფ-იდან და ზევით, რაც შეესაბამება მიახლოებით $5,10^{18} \text{ eV/სმ}^3$ შთანთქმას. აღნიშნული დოზის ზღვარი იცვლება ღვინის ტიპისა და მიხედვით: ევროპული ტიპის ღვინო № 23 უფრო ადვილად რეაგირებს γ -გამოსხივების მოქმედებაზე, კახური ღვინოების, საფერავის, მადერის, პორტვინისა და საკონიაკე სპირტების თვისებების შესაცვლელად კი საჭიროა გაცილებით უფრო მაღალი დოზები.

ყოველი ტიპის ღვინის გაშუქებისას 100.000 რეფ-დან დაწყებული რამდენიმე მილიონი რეფ-ის დოზით მასში მატულობს მეთანოლი, ალდეჰიდები, აცეტალი და ეთერები. მცირდება მთრიმლავე და საღებავი ნივთიერებანი, აგრეთვე ფლოროგლუცინის რიცხვი ტანინებში და ა. შ.

გაშუქებული ღვინოების ორგანოზღვრებითი შეფასება წარმოებდა საქართველოს სსრ სასურსათო საქონლის მრეწველობის სამინისტროს სამტრესტის მუდმივი სადგუსტაციო კომისიის მიერ. სადგუსტაციო შეფასება მოცემულია ცხრილში:

ცხრილი

№№ რიგზე	ღვინის დასახელება	დოზა რეფ-ით	დგუსტაციური შეფასება ბალეით
1	ცოლიკაური 1955 წლისა	საწყისი	7,2
2	"	250.000	7,6
3	"	600.000	7,9
4	ცოლიკაური 1954 წლისა	საწყისი	7,2
5	"	400.000	7,4
6	"	600.000	7,6
7	"	1.000.000	7,2
8	ცოლიკაური 1952 წლისა	საწყისი	7,8
9	"	400.000	7,6
10	"	600.000	7,8
11	"	1.000.000	7,5
12	საფერავი 1952 წლისა	საწყისი	7,9
13	"	200.000	7,5
14	"	1.000.000	7,2
15	მადერის ტიპის მშრალი ღვინო-მასალა, რქა-წითელი 1954 წლისა	საწყისი	6,45
16	"	200.000	7,33
17	მადერის ტიპის ტკბილი ღვინო-მასალა, რქა-წითელი 1954 წლისა	საწყისი	7,4
18	"	200.000	7,6
19	პორტვინის ღვინომასალა 1954 წლისა	საწყისი	7,1
20	"	200.000	7,4

ცხრილიდან ჩანს, რომ ორგანოზღვრების სხვადასხვა დოზით დამუშავებული ღვინოების ორგანოზღვრებითი თვისებები ღვინის ტიპის, სიმაგრისა და ხნოვანების მიხედვით სხვადასხვანაირად იცვლება. ამავე დროს ყოველ ღვინოს აქვს თავისი ოპტიმალური დოზა, რაც აუმჯობესებს მის თვისებებს გამოსავალ ღვინომასალასთან შედარებით.

ღვინოების დგუსტაციური შეფასება აგრეთვე გვიჩვენებს, რომ ისეთი ღვინის გაშუქება, რომლის შემადგენელ ნივთიერებებთან შორის დანყარებულია წონასწორობა და რომელსაც უკვე აქვს მაღალი ორგანოზღვრებითი თვისებები, მისი ხარისხის გაუარესებას იწვევს. ახალგაზრდა, ერთწლიანი, მადერისა და პორტვინის ტიპის ღვინოების გაშუქებისას კი მათი გემოვნების და სურნელების გაუმჯობესება ხდება.

გაშუქება დადებითად მოქმედებს საკონიაკე სპირტებზე. 1955 წლის 51,2°-ანი საკონიაკე სპირტი „შილდა“ 500.000 რეფ-ი დოზით გაშუქებისას

გაუფერულდა, რბილი გემო მიიღო, რახის ზეთების გემო დაკარგა და თავისი არომატითა და გემოთი უფრო უკეთესი გახდა გამოსავალ მასალასთან შედარებით (დეგუსტაცია ჩატარდა სამტრედიის კონიაკის პირველ ქარხანაში ვ. ციციშვილის ხელმძღვანელობით).

ღვინომასალების ბიოქიმიური ანალიზი და დეგუსტაციური შეფასება გვიჩვენებს, რომ γ -გამოსხივება მათში იწვევს ისეთი ხასიათის ძვრებს, რომელნიც ბუნებრივი მომწიფების პროცესების ანალოგიურია.

ხელოვნური მომწიფებისა და ალკოჰოლური სასმელების ხარისხის გაუმჯობესების სხვა მეთოდებთან შედარებით C_{60} გამა-გამოსხივების მოქმედების უპირატესობა უპირველესად ყოვლისა მდგომარეობს ნივთიერების დიდი სისქეების შედარებით გამა-გამოსხივების მოქმედების სიმძლავრეში, რაც ნიმუშების თანაბარი გაშუქების პირობებსა ქმნის. მეორე მხრით, C_{60} ან გამა-გამოსხივების სხვა რომელიმე წყარო შედარებით იაფი და ხელმისაწვდომია.

ალკოჰოლურ სასმელებზე რადიაქტიური გამა გამოსხივების გამოყენების მიზნით გაშუქებისათვის უნდა მოიძებნოს ოპტიმალური პირობები, როგორცაა: ტემპერატურა, ზოგიერთ ეტაპზე უანგბადის გარეშე გაშუქება, კატალიზატორების გამოყენება და სხვა. აღნიშნული ოპტიმალური პირობების მოძებნის შემდეგ შესაძლებელი გახდება ღვინის ხარისხის საგრძნობი გაუმჯობესება და მომწიფების დაჩქარება.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ ამ საინტერესო საკითხის გადასაწყვეტად ჩაგვეტარებინა პირველი ცდა. ჩვენ, შრომის ავტორები, მეღვინეობის სპეციალისტები არ ვართ, მაგრამ აღნიშნულ აზრამდე მივედით რადიაციულ ქიმიის კვლევითი მუშაობის წარმოების შედეგად. ბუნებრივია, რომ საკითხი საბოლოოდ უნდა შეისწავლონ მეღვინეობის სპეციალისტებმა.

ავტორები მადლობას უცხადებენ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებს: ე. ანდრონიკაშვილს, ს. დურმიშიძესა და ლ. ყანჩაველს ამ შრომისადმი ინტერესის გამოჩენისა და სათანადო რჩევა-დარიგებისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფიზიკის ინსტიტუტი
მცენარეთა დაცვის
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 8.2.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. C. Y. Hochanadel. Effects of Cobalt γ Rodiation on Water and aqueous Solutions. J. Phys. Chem **56**, 587, 1952.
2. H. A. Schwarz, A. O. Allen. An economical water and earth-shielded Cobalt-60 gamma-ray source. Nucleonics, **12**, 58, 1954.

ასტრონომია

ზ. ხაშთასი

ბნელი ნისლეულების სტატისტიკის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ე. ხარაძემ 10.1.1955)

თანამედროვე ასტრონომიაში ვარსკვლავთშორისი მატერიის შესწავლა ერთ-ერთ მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს. ვარსკვლავთშორისი მატერიის მტვეროვანი შემადგენელი არა ერთბაშად გამოუკვლევია სხვადასხვა თვალთახედვით სხვადასხვა ავტორს.

ამჟამად უკვე შეიძლება ვილაპარაკოთ ბნელი ღრუბლების მრავალ თვისებაზე და მრავალ შემთხვევაში მათი მახასიათებლების რაოდენობრივი შეფასების შესაძლებლობა გვეძლევა.

მაგრამ დღემდე ჯერჯერობით არაა ჩატარებული ირმის ნახტომის მთლიანი მორფოლოგიური შესწავლა, ე. ი. შექლებისდა გვარად ყველა ხილული ბნელი ნისლეულისათვის არაა დადგენილი მოხაზულობანი, ფორმები და საზღვრები. გარდა ამისა, ბნელი ნისლეულების შექლებისა და გვარად სრული სიაც არაა დღემდე შედგენილი.

ბნელი ნისლეულების კატალოგი, რომელშიც ობიექტების რაც შეიძლება მეტი რაოდენობა მოთავსდებოდა და ერთგვაროვანი მასალისაგან იქნებოდა შემდგარი, თანამედროვე ვარსკვლავთ ასტრონომიის მრავალი საკითხის შესწავლას გააადვილებდა. ასეთი კატალოგი შექმნება გაეერთიანებინა სხვადასხვა შრომებში გაბნეული ცნობები ბნელ ნისლეულთა შესახებ, ერთ მთლიანობად წარმოედგინა იგი და შეექმნა ერთიანი ნუმერაცია. ამასთანავე, იგი გამოდგებოდა ერთგვაროვან მასალად აღებულ პრობლემის მრავალი კონკრეტული საკითხის სტატისტიკური შესწავლისათვის.

ზემოთქმულთან დაკავშირებით ჩვენ განვიზრახეთ შეგვედგინა ბნელი ნისლეულების კატალოგი. მასალად გამოვიყენეთ როსისა და კალვერტის ატლასი, ბარნარდის ატლასი და რუკები და სხვა წყაროები. ჩვენი მასალა საშუალებას გვაძლევდა დაგვეფიქსირებინა ბნელი ნისლეულები გალაქტიკურ სარტყელში, რომელიც მოქცეულია გალაქტიკური სივანედების $b = \pm 3^\circ$ შორის და გალაქტიკური სიგრძედების შემდეგ ინტერვალში: $l = 0^\circ$ -დან $l = 220^\circ$ და $l = 310^\circ$ -დან $l = 360^\circ$ -მდე. ამგვარად, ჩვენი მიმოხილვა ირმის ნახტომის მთელი ზოლის სამ მეოთხედს მოიცავს.

როსის ატლასის ფოტოგრაფიების შესაბამისად შევადგინეთ რუკები, რიცხვით 38, რომლებზეც გამოსახული იყო ჩვენ მიერ ფიქსირებული ბნელი ნისლეულების კონტურები, მათი ცენტრები (რომლებიც განსაზღვრავდნენ



ეკვატორულ კოორდინატებს), გავლებული იყო უპირატესი ორიენტაციის მართულების მაჩვენებელი ხაზები, ნომერი ბარნარდის კატალოგიდან, ჩვენი ნომერი და აგრეთვე აღნიშნული იყო ცის ცალკეული უბნების ზოგიერთი სტრუქტურული თავისებურება. ამ რუკებზე, რომლებიც წარმოადგენდნენ ჩვენთვის ძირითად სამუშაო მასალას, ჩატარებული იყო ყველა გაზომვა.

ბნელ ნისლეულთა სხვა მახასიათებლებს შორის შესაძლებლობა გვქონდა ჩვენს რუკებზე განგვესაზღვრა ხილული ზედაპირული ფართი σ და პოზიციური კუთხე φ , ე. ი. უმცირესი კუთხე გალაქტიკის ეკვატორსა და ნისლეულის გაწევილობის მიმართულებას შორის.

ცხადია, ბნელ ნისლეულებს, რომლებიც განსხვავდებიან ერთმანეთისგან მასით M , არ შეუძლიათ სტატისტიკურ გამოთვლებში ერთნაირი როლი ითამაშონ. ამიტომ ჩვენ გადავწყვიტეთ ცალკეული ბნელი ნისლეულებისათვის მიგვეწერა წონა p -სიდიდეები, რომლებიც შეძლებდნენ როგორმე დაეხასიათებინათ ბნელ ნისლეულთა მასები. M და p სიდიდეებს შორის არსებობს შემდეგი დამოკიდებულება:

$$M = \text{const } p r^2,$$

სადაც r მანძილია ბნელ ნისლეულამდე. მაგრამ, თუ გვექნება რაიმე ჯგუფი ბნელ ნისლეულებისა, აღმოჩნდება, რომ მათი საშუალო მასები და საშუალო წონები პროპორციულნი არიან, ე. ი.

$$\bar{M} = \text{const } \bar{p}.$$

ამგვარად, სიდიდე

$$p = \sigma \cdot \Delta N(m),$$

სადაც $\Delta N(m) = N(m) - N^1(m)$ ვარსკვლავების სიმკვრივეთა სხვაობაა ბნელი ნისლეულის ზედაპირსა და ნორმალურ არეს შორის და σ ხილული ზედაპირული ფართია, ჩვენ მიერ გამოყენებული იყო სტატისტიკურ წონებად. σ განსაზღვრული იყო გაზომვებით, ხოლო $\Delta N(m)$ შეფასებული იყო თვალთ.

ამგვარად, ზემოთ აღნიშნულ ზოლში ჩვენ მიერ ფიქსირებულია თითქმის ყველა ბნელი ნისლეული. შედგენილია კატალოგი 797 ბნელი ნისლეულისა, რომელშიც მოცემულია მათი შემდეგი მახასიათებლები: ჩვენი კატალოგის რიგითი ნომერი, ეკვატორული კოორდინატები α და δ , გალაქტიკური კოორდინატები l და b , ხილული ზედაპირული ფართი σ , ორიენტაციის კუთხე φ და სტატისტიკური წონა p . შენიშვნებში მოცემულია ნომერი ბარნარდის კატალოგიდან და აგრეთვე აღნიშნულია ბნელ ნისლეულთა სტრუქტურული თავისებურებანი.

ჩვენ მიერ შედგენილი რუკები, რომლებზეც გამოსახულია ბნელ ნისლეულთა კონტურები. საშუალებას გვაძლევენ შევისწავლოთ ამ უკანასკნელთა სტრუქტურული და მორფოლოგიური თავისებურებანი.

შეიძლება, მაგალითად, მოვახდინოთ ბნელი ნისლეულების დაჯგუფება მათი მორფოლოგიური ნიშნების მიხედვით. აღმოჩნდა, რომ წესიერი ფორმის ბნელი ნისლეულების უმრავლესობას აქვს ცოტად თუ ბევრად წესიერი



ელიფსის ფორმა. ამასთან, დიდი გაწევილობები უმეტეს შემთხვევაში პატარა ზომის ბნელ ნისლეულებს ახასიათებთ. გარდა ზემოთქმულისა, გვხვდება აგრეთვე მრავალი სხვადასხვა ფორმის ნისლეული: სამკუთხოვანი, სრგვალი, ბოჭკოვანი, უფორმო და სხვა.

ყურადღებას იპყრობენ ზოგიერთი სტრუქტურული თვალსაზრისით საინტერესო ბნელი ნისლეულები. კარგად ცნობილ პატარა, მრგვალ, ბნელ წარმონაქმნებთან, ე. წ. გლობულებთან ერთად შესწავლილია ცალკეული ბნელი ბოჭკოები. ასეთი ობიექტები იშვიათად როდი გვხვდებიან. მათდამი ინტერესს აძლიერებს ის, რომ აღმოჩნდა ცალკეული ბნელი ბოჭკოების ცალკეულ გლობულებად დაშლის შემთხვევები. ზოგ შემთხვევაში ეს მოვლენა აშკარად ჩანს, ზოგან კი სუსტადაა გამომჟღავნებული. სტრუქტურულად საინტერესო სახეს წარმოადგენენ აგრეთვე ე. წ. „რგოლისებური“ ნისლეულები, აღმოჩნდა შემთხვევა, როცა ბნელი რგოლის ცენტრში მდებარეობს კაშკაშა ვარსკვლავი.

ყურადღებას იპყრობს ირმის ნახტომის ზოგიერთი უბანი, როგორცაა, მაგალითად, მიმართულებანი შემდეგ თანავარსკვლავედებში: გველისმჭერში, ორიონში, გედში, მელასა და სხვებში. აქ შეიმჩნევა მოვლენები, რომლებიც მიგვითითებენ კავშირის არსებობაზე როგორც ცალკეულ ბნელ ნისლეულებს შორის, რომლებიც გარკვეულ დაჯგუფებებს ქმნიან, ისე ბნელ ნისლეულებსა და ახლომდებარე კაშკაშა ვარსკვლავებს შორის. ეს უკანასკნელი გამოიხატება ბნელ ნისლეულთა ორიენტაციის მიმართულებისა და ვარსკვლავთ ჯგუფის მოძრაობის მიმართულების თანმთხვევით.

ბნელი ნისლეულების კატალოგი საშუალებას გვაძლევს ჩავატაროთ ბნელ ნისლეულთა სისტემის რიგი სტატისტიკური გამოკვლევა. საინტერესოა შევისწავლოთ ბნელი ნისლეულების სუმარული წონის განაწილება გალაქტიკური / სიგრძედის მიხედვით. აღმოჩნდა, რომ ამ განაწილების მრუდს აქვს ორი მაქსიმუმი, რომლებიც ემთხვევიან გალაქტიკის ცენტრისა და ანტიცენტრის მიმართულებებს. ეს განაწილება კარგად ეთანხმება ბ. კუკარკინის [1] მიერ შესწავლილ შთანთქმის კოეფიციენტის სვლას გალაქტიკური სიგრძედის მიხედვით.

საინტერესოა ბნელი ნისლეულების გალაქტიკის ეკვატორის მიმართ განაწილების შესწავლა. ამ მიზნით განსაზღვრული იყო ბნელი ნისლეულების სისტემის სიმეტრიის სიბრტყის მდებარეობა. ამ სიბრტყის პოლუსის კოორდინატებია:

$$A = 186^{\circ}.5 \quad D = + 30^{\circ}.6$$

და ამ სიბრტყის დახრა გალაქტიკის სიბრტყესთან ტოლია

$$i = 4^{\circ}.$$

ეს შედეგი ადასტურებს შთანთქმელი მატერიის გალაქტიკის ეკვატორის მიმართ განაწილებაში ასიმეტრიის არსებობას, რაც მითითებული იყო ე. ხარაძის [2] მიერ მის მიერ სინათლის შთანთქმის შესწავლისას გალაქტიკის სხვადასხვა მიმართულებით.

ბნელი ნისლეულები მათი გალაქტიკური განედის b ნიშნის მიხედვით გაყოფილია ორ ჯგუფად. ბნელი ნისლეულები, რომლებიც მდებარეობენ ვიწრო გალაქტიკურ სარტყელში, რომლის განედი — $5^\circ < b < +5^\circ$, ნიკუთვნებიან I ჯგუფს, ხოლო დანარჩენები, რომლებიც ამ სარტყელის გარეთ მდებარეობენ, მიეკუთვნებიან II ჯგუფს. ბნელი ნისლეულების ამ ორ ჯგუფს შორის უნდა არსებობდეს განსხვავება. იგი გამოიხატება იმაში, რომ, ჯერ-ერთი, ყველა დაკვირვებული ბნელი ნისლეულის სუმარული წონის გალაქტიკური სიგრძედის მიხედვით განაწილებაში გალაქტიკის ანტიცენტრის მიმართულებით მეორე მცირე მაქსიმუმის წარმოქმნის მიზეზს წარმოადგენენ II ჯგუფის ბნელი ნისლეულები, ე. ი. ისინი, რომლებიც ვიწრო $\pm 5^\circ$ სარტყლის გარეთ მდებარეობენ.

I ჯგუფის ბნელი ნისლეულების სუმარული წონის განაწილებას გალაქტიკური სიგრძედის მიხედვით მხოლოდ ერთი მაქსიმუმი აქვს გალაქტიკის ცენტრის მიმართულებით, ე. ი. წესიერ ხასიათს ატარებს იმ აზრით, რომ კარგად ეთანხმება იმ წარმოდგენებს, რომ ბნელი ნისლეულების სივრცული სიმკვრივე იკლებს გალაქტიკის ცენტრიდან მისი რადიუსის მიმართულებით.

მეორე მხრივ, განსხვავება იმაში გამოიხატება, რომ, როცა I ჯგუფის ნისლეულები არაფრით არ გამოირჩევიან გალაქტიკის საერთო ხილული სტრუქტურიდან და მათი სიმეტრიის სიბრტყე ემთხვევა გალაქტიკის სიბრტყეს, II ჯგუფის ბნელი ნისლეულები ქმნის ცალკეულ სისტემას და მათი სიმეტრიის სიბრტყე დახრილია გალაქტიკის სიბრტყესთან 10° -ით.

II ჯგუფის ბნელი ნისლეულების სიმეტრიის სიბრტყის პოლუსის მდებარეობა:

$$A = 178^\circ.7 \quad D = +32.3$$

საკმაოდ ახლოა გულის სარტყლის პოლუსთან. მაშასადამე, II ჯგუფის ბნელი ნისლეულების ხილული განაწილება კარგად ემთხვევა ადგილობრივი სისტემის ვარსკვლავთ განაწილებას, საიდანაც გამომდინარეობს, რომ, ჯერ-ერთი, გულის სარტყლის ვასწვრივ კაშკაშა ვარსკვლავების კონცენტრაცია არ შეიძლება ჩაითვალოს ხსენებული სარტყლის ვასწვრივ ვარსკვლავთშორისი მატერიის შედარებით მეტი გამჭვირვალობის შედეგად, რადგან სწორედ აქ არიან ბნელი ნისლეულები კონცენტრირებული. მეორე მხრივ, შესაძლებელია ვივარაუდოთ ფიზიკური კავშირის არსებობა II ჯგუფის ბნელ ნისლეულებსა და ადგილობრივ სისტემას შორის.

შესწავლილია ბნელი ნისლეულების განაწილება ორიენტაციის ხილულ ფ კუთხეთა მიხედვით და დადგენილია, რომ ბნელ ნისლეულთა უმრავლესობა ორიენტირებულია გალაქტიკის ეკვატორისაგან მცირედ განსხვავებული მიმართულებებისაკენ. ასეთივე ხასიათი აქვს ბნელი ნისლეულების განაწილებას ორიენტაციის ჰემისფერულ ფ კუთხეების მიხედვით, ე. ი. კუთხეებისა, რომლებიც შედგება ნისლეულთა ჰემისფერულ გაწელილობებსა და გალაქტიკის სიბრტყეს შორის.

ზემოაღნიშნულ გაწელილობათა ორიენტაციების შესწავლა საინტერესოა იმით, რომ ეს გაწელილობანი, ასახავენ რა ბნელ ნისლეულებში მიმდინარე

ნარე პროცესებს, გვაწვდიან გარკვეულ ცნობებს ბნელ ღრუბლებზე მოქმედი ძალების ბუნების შესახებ. ვაწელილობათა განაწილების შემოგამოვლინებული ხასიათი მიგვითითებს იმაზე, რომ ყველა ფაქტორს შორის, რომლებიც მოქმედებს ბნელ ნისლეულთა ფორმასა და ვაწელილობაზე. დომინირებულ გავლენას ახდენს, როგორც ეს ირკვევა აკადემიკოს გ. შაინის უკანასკნელი შრომებიდან, მთელი გალაქტიკის მაგნიტური ველი.

შესწავლილია ბნელი ნისლეულების განაწილების ფუნქციები ხილული σ და ჭეშმარიტი Σ ფართების მიხედვით — $f(\sigma)$ და $\varphi(\Sigma)$, აგრეთვე მათი სივრცული სიმკვრივის ფუნქცია $D(r)$. სიდიდეები σ , Σ და მანძილი ნისლეულამდე r დაკავშირებულია შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$\Sigma = r^2 \sigma,$$

ხოლო განაწილების ფუნქციები $f(\sigma)$, $\varphi(\Sigma)$ და $D(r)$ დაკავშირებულია ერთმანეთთან შვარცშილდის ინტეგრალური განტოლებით

$$f(\sigma) = \omega \int_0^{\infty} r^4 D(r) \varphi(r^2 \sigma) dr.$$

ფუნქცია $f(\sigma)$ უშუალოდ მოიცემა ბნელ ნისლეულთა კატალოგიდან. ჩვენი მასალა საშუალებას გვაძლევდა დავგვეფიქსირებინა ბნელი ნისლეულები, რომელთა σ მოთავსებულია ინტერვალში $0.1 \leq \sigma < \infty$ კვ. გრად. დათვლებმა ცხადყო, რომ ნიალეულთა რიცხვი მცირდება σ -ის ზრდასთან ერთად. შესაძლოა მოვახდინოთ $f(\sigma)$ ფუნქციის ექსტრაპოლაცია დარჩენილ ინტერვალში $0 < \sigma < 0.1$ კვ. გრად., დავუშვებთ რა, რომ ეს ფუნქცია იზრდება σ შემცირებასთან ერთად და უახლოვდება ორდინატთა ღერძს. ასეთი დაშვება ბუნებრივად გამომდინარეობს თვით $f(\sigma)$ მრუდის ფორმიდან და იმ გარემოებიდან, რომ გამოთვლებში არ შედიოდა დიფუზური ნისლეულების ფონზე მდებარე პატარა გლობულები და ბნელი ბოჭკოები. ასეთი ობიექტების რიცხვი საკმაოდ დიდია და მათი σ ძვეს სწორედ ინტერვალში $0 < \sigma < 0.1$ კვ. გრად.

მოვახდენთ რა შემოსხენებულ დაშვებას, შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ მრუდი კარგად წარმოიდგინება ტოლფერდა ჰიპერბოლით, ე. ი.

$$f(\sigma) = \frac{\sigma_0}{\sigma}.$$

ბნელი ნისლეულების სივრცული სიმკვრივის პ. პარენაგოს [3] მიერ შემოთავაზებული ექსპონენციალური კანონი, ე. ი.

$$D(r) = D_0 e^{-\frac{r \sin b}{\beta}},$$

რომელიც ყველაზე უფრო დასაბუთებულია ჩვენთვის ცნობილ ბნელი ნისლეულების სივრცული სიმკვრივის სხვა გამოსახულებათა შორის, კარგად ეთანხმება ჩვენი ჩასალიდან მიღებულ მონაცემებს.

ბნელი ნისლეულების განაწილების ფუნქციის ჭეშმარიტი Σ ფართის მიხედვით — $\varphi(\Sigma)$ არ შეუძლია ჰქონდეს სახე $\varphi(\Sigma) = \text{const}$ და ასევე არასამართლიანია $\Sigma = \text{const}$. ბოლოს, აგრეთვე შეუძლებელია იგი იყოს ზრდადი ფუნქცია მთელ ინტერვალში $(0, \infty)$.

თუ $f(\sigma)$ ფუნქციისათვის მივიღებთ დაკვირვებიდან მიღებულ სახეს $f(\sigma) = \frac{\sigma_0}{\sigma}$, ხოლო $d(r)$ ფუნქციისათვის — პ. პარენაგოს მიერ შემოტანილ

გამოსახულებას, ნაშინ შვარცშილდის ინტეგრალური განტოლებიდან შეიძლება განვსაზღვროთ ფუნქცია $\varphi(\Sigma)$. მისი ამოხსნით მიღებულია, რომ $\varphi(\Sigma)$ -ს აქვს შემდეგი სახე:

$$\varphi(\Sigma) = \frac{\Sigma_0}{\Sigma},$$

სადაც Σ_0 მუდმივია.

იმისათვის, რომ აგვეგო ბნელი ნისლეულების განაწილების ფუნქცია სტატისტიკური p წონების მიხედვით, გამოვიყენეთ მომენტების მეთოდი [4]. პირსონის χ კრიტერიუმისათვის მივიღეთ მნიშვნელობა

$$\chi = -0.29,$$

საიდანაც გამომდინარეობდა, რომ ჩვენი განაწილების შესაბამ მრუდად უნდა ჩაგვეთვალა პირსონის მრუდების I ტიპი. მაგრამ იმის გამო, რომ სიდიდე

$$5 \frac{\mu_4}{\mu_2^2} - 6 \frac{\mu_3^2}{\mu_2^3} - 9 = 0.238$$

ნეტად მცირეა (μ_2, μ_3, μ_4 ჩვენი განაწილების ცენტრალური მომენტებია), შესაძლებლობა მოგვეცა ამოგვეჩია უფრო მარტივი XII ტიპის მრუდი — I ტიპის კერძო შემთხვევა. ამგვარად, ჩვენი განაწილება წარმოიდგინება შემდეგი სახის მრუდით:

$$F(p) = p_0 \left(\frac{a+p}{b-p} \right)^m,$$

სადაც მრუდის პარამეტრები p_0 , a და m დამოკიდებულია მომენტებისგან. ამ მრუდის სამართლიანობა შემოწმებულია კოლმოგოროვ-სმირნოვის თანხმობის კრიტერიუმით. λ -სათვის მივიღეთ შემდეგი მნიშვნელობა

$$\lambda = 0.66,$$

ასე რომ აღებულ შემთხვევაში კარგი თანხმობა გვაქვს.

მიღებული ფუნქცია კლებადი ფუნქციაა (m უარყოფითი სიდიდეა), ე. ი. სხეებზე უფრო ხშირად გვხვდება ისეთი ბნელი ნისლეულები, რომელთა p მცირე სიდიდეებია.

ბნელი ნისლეულების მასების M მიხედვით განაწილების ფუნქციის $S(M)$ -ის შესახებ შეიძლება მივიღოთ შემდეგი ცნობები

$$M = k p r^2$$

ტოლობის საშუალებით.

ვისარგებლებთ რა შვარცშილდის განტოლებით $S(M)$ ფუნქციისათვის, მივიღებთ

$$F(p) = \omega k D_0 \int_0^H r^4 S(k p r^2) dr,$$

სადაც დაშვებულია, რომ

$$D(r) = D_0 = \text{const}$$

გალაქტიკურ ცილინდრში, რომლის ფუძის რადიუსი $H = 700$ პს ამ განტოლების ამოხსნით მივიღეთ ფუნქცია

$$S(M) = \frac{a}{5H^5} \frac{0.8b - M}{\sqrt{bM - M^2}},$$

რომელიც აგრეთვე კლებად ფუნქციას წარმოადგენს. სიდიდეები a და b მრუდის პარამეტრებია.

სტატისტიკური წონა p შეგვიძლია ასე წარმოვადგინოთ:

$$p = \text{const } \sigma \cdot \varepsilon,$$

სადაც ε არის ვარსკვლავიერ სიდიდეებში გამოთქმული სინათლის შთანთქმავ ბნელ ნისლეულში. შესაძლებელია განვსაზღვროთ ბნელი ნისლეულების განაწილების ფუნქცია სინათლის ε შთანთქმის მიხედვით — $\psi(\varepsilon)$, რადგან ცნობილია განაწილების ფუნქციები $f(\sigma)$ და $F(p)$, ხოლო ფარდობის განაწილების ფუნქცია მოიცემა ინტეგრალით:

$$\psi(\varepsilon) = \int_0^\infty t F(\varepsilon t) \varphi(t) dt.$$

ჩვენს შემთხვევაში გვექნება

$$\psi(\varepsilon) = \text{const} \frac{1}{\varepsilon} \int_0^\varepsilon \frac{\sqrt{t - t^2}}{t} dt,$$

რომლის ინტეგრაციით მივიღებთ:

$$\psi(\varepsilon) = \frac{\text{const}}{\varepsilon} \left[\varepsilon - \varepsilon^2 + \frac{1}{2} \text{arc. sin } 2\sqrt{\varepsilon - \varepsilon^2} \right].$$

ამგვარად, ბნელი ნისლეულების განაწილების ფუნქციები მათი მახასიათებლების მიხედვით საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ გალაქტიკაში ჭარბობენ ისეთი ბნელი ნისლეულები, რომლებსაც აქვთ მცირე ზომა Σ , მცირე მასა M და მცირე შთანთქმის უნარი ϵ .

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია

(რედაქციას მოუვიდა 14.1.1955)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Б. В. Кукаркин. Селективное и общее поглощение в плоскости Млечного Пути. Астр. Журнал 17, № 1, 13, 1940.
2. Е. К. Харалдзе. Изучение поглощения света в Галактике по избыткам цвета слабых звезд. ДАН СССР, том XXI, № 2, 1950.
3. И. П. Паренаго. О темных туманностях и галактическом поглощении света. Астр. Журнал 17, № 4, 59, 1940.
4. В. П. Эльдертон. Кривые распределения численностей и корреляция, 1924.

მინია

ლ. მელიქაძე, ე. უზარაული და დ. ჭავჭავანიძე

ნავთობში კრისტალური სხეულების წარმოქმნის უნარის მქონე
 მაღალმოლეკულური ნაერთების შემცველობის უსახეობა

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციციშვილმა 17.1.1956)

წინათ ჩვენ მიერ ნაჩვენები იყო, რომ ნორიოს ნავთობის ზეთის ფრაქციის მაღალმოლეკულური არომატიკიდან შესაძლებელია საინტერესო ფიზიკურ-ქიმიური თვისებების მქონე კრისტალური კომპონენტების გამოყოფა [1]. ამასთან დაკავშირებით დადგენილია მათი გამოყოფის მეთოდი და შესწავლილია ზოგიერთი ფიზიკურ-ქიმიური თვისება. შემდეგ დადგენილი იყო, რომ აღნიშნულ კრისტალურ კომპონენტებს შეიცავენ სხვა ნავთობებიც და ამ მხრივ ნორიოს საბადას ნავთობი გამონაკლისს არ წარმოადგენს.

გამოყოფილ კრისტალურ კომპონენტებს ულტრაიისფერი სხივების ზეგავლენით ახასიათებთ ძლიერ ინტენსიური ლუმინესცენციური ნათების უნარი, მათ შორის ნაწილი აზოტოვან ნაერთებს წარმოადგენს, ნაწილი კი ნახშირწყალბადებს. განსაკუთრებით საინტერესოა ის ფაქტი, რომ ნაწილი კრისტალური კომპონენტებისა თერმულად ნაკლებ სტაბილურია და შელღობილ კაპილარში გახურებისას ადვილად გარდაიქმნება.

ვინაიდან აღნიშნულ ნაერთებს საინტერესო ფიზიკურ-ქიმიური თვისებები აღმოაჩნდათ და ამავე დროს ნავთობში მსგავსი ნაერთების არსებობა სამეცნიერო ლიტერატურაში უცნობია, საჭიროდ ვცანით ამ საკითხის უფრო ღრმად შესწავლა.

ცნობილია, რომ ნავთობის მაღალმოლეკულური კომპონენტები შეუსწავლელია. ამის ძირითადი მიზეზია ის სირთულე, რომელსაც ვხვდებით არამარტო ინდივიდუალური ნაერთების გამოყოფისას, არამედ ერთგვაროვანი, ძირითადი სტრუქტურული ფორმების მქონე ნივთიერებათა გამოყოფის დროსაც. ამიტომ დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ფაქტებს, რომლებიც ადასტურებენ მაღალ მოლეკულურ ნაწილში კრისტალური სხეულების წარმოქმნის უნარის მქონე ნივთიერებათა არსებობას და მათი გამოყოფის გზების ძიებას ნავთობის მაღალმოლეკულურ კომპონენტთა ცალკეულ წარმომადგენელთა შესწავლის თვალთახედვით. ამასთან ერთად ეს ნაერთები გარკვეულ ინტერესს იწვევს ნავთობის ლუმინესცენციის ბუნების ახსნის თვალსაზრისით, რის შესახებ ჯერ კიდევ არ არსებობს ნათელი წარმოდგენა. ამ მხრივ მკვლევარები ხშირად ერთმანეთის საწინააღმდეგო შეხედულების არიან [2,3,4,5,6], ვინაიდან ემყარებიან არა ნავთობის ლუმინესცენციის უნარის მქონე კომპონენტების ქიმიური კვლევით მიღებულ ფაქტებს, არამედ ზოგად მონაცემებს. ცხადია, რომ ნავთობების ლუმინესცენცია შეუძლებელია წარმოვიდგინოთ იმ კომპონენტების მონაწილეობის გარეშე, რომლებიც ხასიათდებიან განსაკუთრებით ინტენსიური ლუმინესცენციის უნარით.

ზემოაღნიშნულიდან ჩანს, რომ ნავთობსა და გამოყოფილ კრისტალურ კომპონენტებს შორის გენეტიკური კავშირის დადგენას პრინციპულად



მნიშვნელობა აქვს, მით უმეტეს, რომ გამოყენებული ექსპერიმენტული მეთოდით შეიცავს რიგ ოპერაციებს, რომლებიც თანამდებ პროცესების განვითარების შესაძლებლობას იძლევიან და აღნიშნული ნაერთების პირველად წარმოქმნას საეჭვოდ ხდიან.

ჩვენ მიერ გამოყენებული კვლევის გეზი მოკლედ შემდეგში მდგომარეობს: ნავთობიდან მსუბუქი ფრაქციების მოცილების შემდეგ ვაკუუმგამოხდით გამოიყოფა ზეთის ფართო ფრაქცია, რომელიც ანილინით მუშავდება არომატიკის მოცილების მიზნით. ანილინის ნაწილს ექსტრაქტისაგან ვაცილებთ გადადენით, ხოლო ნაშთს — განზავებულ მარილმჟავათი. მიღებული არომატიკა სათანადო გარეცხვისა და გაუწყლოების შემდეგ ვიწრო ფრაქციებად იხლება ვაკუუმში და შემდეგ ეს ფრაქციები ქრომატოგრაფიულად იყოფა ერთ-გვაროვან ნაწილებად (მოლეკულურ-ხედაპირული თვისებების თვალთახედვით). აღსორბენტად გამოყენებულია აქტიური ალუმინის ქანგი, ხოლო განსხვავებად — პეტროლეინის ეთერი. ქრომატოგრაფიული სვეტიდან პეტროლეინის ეთერით დესორბირებადი ნივთიერებების მოცილების შემდეგ სვეტი მექანიკურად იყოფა ზონებად ლუმიინესცენციური ნათების მიხედვით და აღსორბენტში ნარჩენი ნაწილი გამოიყოფა ექსტრაქციით (ბენზოლით).

ჩვეულებრივ, როგორც წესი, კრისტალურ კომპონენტებს შეიცავს ის ბენზოლით გამოწვლილი ნაერთები, რომელთაც ახასიათებს რეფრაქციის კოეფიციენტის უდიდესი მნიშვნელობა. ბენზოლის მოლიანად მოცილების შემდეგ ეს ფრაქციები იხსნება მსუბუქ პეტროლეინის ეთერში და კრისტალიზაციისათვის იდგმება ცივ ადგილზე. დღე-ღამის განმავლობაში ჭურჭლის ფსკერზე ადგილი აქვს კრისტალური კომპონენტების გამოყოფას.

ამრიგად, მეთოდის ძირითადი საეჭვო მომენტებია: 1. ფრაქციებზე გამოხდის პროცესში წარმოებული თერმული ზემოქმედება, 2. ანილინისა და მარილმჟავას მონაწილეობა არომატიკის გამოყოფის პროცესში და 3. ქრომატოგრაფიაში გამოყენებული ალუმინის ქანგის კატალიზური მოქმედება.

დასმული საკითხის გარკვევას მიეძღვნა შემდეგი ექსპერიმენტული კვლევა.

I. თერმული ფაქტორის როლი შესწავლილი იყო რამდენიმე საშუალებით. მათ შორის შედარებით დამაჯერებელი შედეგები მივიღეთ: ა) ექსპერიმენტის ისეთი შესაბამისი მეთოდისა შერჩევით, რომელიც გამორიცხავდა გამოსაკვლევ ფრაქციაზე თერმულ ზემოქმედებას; ბ) კრისტალური კომპონენტების გამოსავლის თვალთახედვით საკვლევ ფრაქციაზე მკაცრი თერმული ზემოქმედების გავლენის შესწავლით.

პირველ შემთხვევაში ბენზინ-ლიგროინისა და ნაწილობრივ კეროსინის ფრაქციების მოცილება ნორიოს 31-ე ჭაბურღილის ნავთობიდან წარმოებდა ვაკუუმში (ჯერ წყლის ვაკუუმტუმბოთი, ხოლო შემდეგ ზეთის ვაკუუმტუმბოთი — 1,5 მმ. ვერცხლისწყლის სვეტის ნარჩენი წნევის დროს) წყლის აბაზანაზე გაცხელებით (არა უმეტეს 95°C-ისა).

ამ პირობებში ნავთობიდან მოცილებულ იქნა 42%-მდე მსუბუქი ფრაქციები. არომატული და ფისოვანი ნივთიერებების გამოსაწვლილავად ნარჩენს ვამუშავებდით ანილინით. მიღებულ ექსტრაქტს ანილინი სცილდებოდა განზავებული მარილის მჟავათი, რის შემდეგაც მასა იხსნებოდა პეტროლეინის ეთერში (სიბლანტის შემცირების მიზნით), და ნეიტრალიზაციისა და დამატებითი მრავალჯერადი გარეცხვის შემდეგ გაუწყლოებდით.

მიღებული არომატიკა და ფისოვანი ნაწილი ადრე გამოყენებული მე-
თოდისაგან განსხვავებით ფართო ფრაქციის სახით იყოფოდა ქრომატო-
გრაფიულ სვეტში (ალუმინის ქანგზე). გამხსნელებად გამოყენებული იყო
პეტროლენის ეთერი და ბენზოლი. კრისტალური კომპონენტების ქრომატო-
გრამაში განაწილების წინათ დადგენილი კანონზომიერების საფუძველზე და
კრისტალიზაციის [1] მეთოდის გამოყენებით ქრომატოგრაფის შესაბამისი
ზონებიდან შესაძლებელი შეიქნა ლუმინესცენციის უნარის მქონე კრისტალუ-
რი კომპონენტების გამოყოფა.

მეორე შემთხვევაში შესწავლილი იყო არომატიკა, გამოყოფილი ზეთის
ფრაქციიდან, რომელიც მიღებული იყო იმავე ნავთობის მაზუთის ვაკუუმგამო-
ხდით. მაზუთის ვაკუუმგამოხდა მიმდინარეობდა რკინის ნ-ლიტრიან კუბში,
შედარებით მძიმე თერმულ პირობებში, მაღალი ნარჩენი წნევის დროს (ვერ-
ცხლისწყლის სვეტის 4-6 მმ.).

ფრაქციების მიღება წარმოებდა 250—320°C-ის ინტერვალში 14 საათის
განმავლობაში. დანარჩენ ნაწილში კვლევა ადრე გამოყენებული მეთოდით
მიმდინარეობდა. შედეგად გამოიყო ყვითელ-მომწვანო ფერის ლუმინესცენციის
უნარის მქონე კრისტალური კომპონენტები გაცილებით მცირე რაოდენობით,
ვიდრე პირველ შემთხვევაში. აღნიშნული ფაქტი ადასტურებს თერმული ფა-
ქტორის საწინააღმდეგო მოქმედებას, რაც სრულ თანხმობაშია ამ ნაერთე-
ბის დაბალ თერმულ მდგრადობასთან.

II. ანლინისა და მარილმჟავას როლი კრისტალური კომპონენტების
წარმოქმნაში გამორიცხულ იქნა სელექტურ გამხსნელად ფენოლის გამოყენე-
ბით. შესაბამისი ფრაქციიდან არომატიკა გამოყოფილი იყო არა ანილინით,
არამედ ფენოლით. ამ შემთხვევაშიც შესაძლებელი შეიქნა კრისტალური კომ-
პონენტების გამოყოფა.

ზეთის ფრაქციის დამუშავება ფენოლით წარმოებდა 40—45°C-ზე, ხო-
ლო უკანასკნელის მოცილება ექსტრაქტიდან — მდუღარე წყლით მრავალჯე-
რადი გარეცხვით. ამრიგად, გამორიცხული იყო მარილმჟავას მოქმედებაც.
დანარჩენ ნაწილში კვლევის მეთოდის იგივე იყო.

III. კატალიზური ფაქტორის როლი. ლიტერატურაში ვხვდებით ზოგი-
ერთ მონაცემს ადსორბენტების, მათ რიცხვში ალუმინის ქანგის, კატალიზურ-
ი მოქმედების შესახებ. მაგალითად, ბ. არბუზოვისა და ზ. ისაევას
[7] მიერ დადგენილია, რომ ტერპენის რიგის ნახშირწყალბადები ალუმინის
ქანგის მოქმედებით ოთახის ტემპერატურაზე განიცდიან გარდაქმნას. ნავთო-
ბის ნახშირწყალბადების მიმართ ალუმინის ქანგის კატალიზური აქტივობის
შესახებ დაბალ ტემპერატურაზე ლიტერატურაში პირდაპირი მონაცემები
არა გვხვდება, თუმცა ფისოვანი ნივთიერებების მიმართ, ქრომატოგრაფიის
პირობებში, ალუმინის ქანგის შემამჭიდროებელი მოქმედება და ფისების
კარბონიზაციის ხარისხის გადიდება ნაჩვენებია ს. სერგიენკოსა და მისი
თანამშრომლების შრომებში [8]. ადსორბენტის შესაძლებელ კატალიზურ
აქტივობაზე მიუთითებენ აგრეთვე ა. დობრიანსკისა [9] და ა. ფროსტის
[10] შრომები, რომლებმაც დაადასტურეს ამ ფაქტის რეალობა შედარებით
ზომიერ ტემპერატურულ პირობებში.

ჩვენს შემთხვევაში კატალიზური ფაქტორის როლის შესახებ საკითხის
ერთმნიშვნელოვანი გადაწყვეტა მოითხოვდა კვლევის მეთოდებიდან ადსორ-
ბციულ-ქრომატოგრაფიული, პროცესის სრულ გამორიცხვას, რაც, სამწუხაროდ,
ვერ განხორციელდა.

გინაიდან ქრომატოგრაფიულ პროცესში ერთი ადსორბენტის შეცვლა მეორით დასმული ამოცანის პრინციპულ გადაწყვეტას ვერ მოგვემდია, ამიტომ კატალიზური ფაქტორის შესახებ მსჯელობა გვიხდება მხოლოდ შემდეგი კონკრეტული ფაქტების საფუძველზე:

1. შემჩნეულია, რომ გარკვეული ნავთობის ზეთის ფრაქციიდან კრისტალური კომპონენტების რაოდენობრივი გამოსავალი არ არის დამოკიდებული ალუმინის ჟანგისა და არომატიკის კონტაქტის ხანგრძლივობაზე. ამ მხრივ კატალიზური ფაქტორის არსებობისას დროის ფაქტორის გავლენა უთუოდ შესაჩინვეი უნდა ყოფილიყო.

2. წინასწარ კრისტალური კომპონენტებისაგან განთავისუფლებული არომატიკის ალუმინის ჟანგით დაძუშავების შემდეგ ახლად წარმოქმნილი კრისტალური ნერთების აღმოჩენა ვერ მოხერხდა.

ეს ექსპერიმენტები ტარდებოდა როგორც ოთახის ტემპერატურაზე (კონტაქტის ხანგრძლივობა 10 დღე-ღამე), ისე შეღობილ აბაზლაში 65—72°C-ზე გაცხელებით 24 საათის განმავლობაში. აღნიშნული ფაქტები მეტყველებს იმის შესახებ, რომ კატალიზურ ფაქტორს არსებითი მნიშვნელობა არ უნდა ჰქონდეს ჩვენს შემთხვევაში.

აქედან გამომდინარეობს შემდეგი დასკვნა:

ზეთის ფრაქციის მაღალმოლეკულური არომატიკიდან გამოყოფილი ლუმინესცენციის უნარის მქონე კრისტალური კომპონენტები არ წარმოიქმნება გამოყოფის პროცესში სხვადასხვა ფაქტორის ზეგავლენით, ისინი ნავთობთან გენეტიკურ კავშირში იმყოფებიან.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პ. მელიქიშვილის სახელობის
ქიმიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 27.1.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. Д. Меликадзе и Т. А. Элиава. К изучению высокомолекулярной ароматики масляной фракции нефти. Труды Ин-та химии им. П. Г. Меликишвили АН Грузинской ССР, том XII, 1956.
2. А. Ф. Добрянский. Геохимия нефти, гостехиздат, 1948.
3. В. Н. Фроловская и В. Г. Мелков. О научных основах люминесцентно-битуминологического анализа. Нефт. хоз. № 3, 33, 1953.
4. Ф. М. Эфендиев. Люминесцентный метод исследования нефтей и битумов. Азнефтиздат, 1953.
5. М. А. Константинова—Шлезингер. Люминесцентный анализ. Изд. АН СССР, 1948.
6. В. С. Краснова. Люминесцентный анализ нефтей и смазочных масел. Заводская лаборатория № 6, 561, 1945.
7. Б. А. Арбузов и З. Г. Исаева. Об изомеризации терпеновых углеводородов силикателем в условиях адсорбционного анализа. Изв. АН СССР, ОХН, № 5, 843, 1953.
8. С. Р. Сергиенко, И. О. Делоне, Б. Э. Давидов, М. П. Теренина. Состав и свойства смолистой части норийской нефти. Труды Института нефти АН СССР, т. IV, 1953.
9. А. Ф. Добрянский. Каталитические превращения масляных фракций нефти над природными глинами, Изв. АН Эстонской ССР, II, №3, 392, 1953.
10. А. В. Фрост. Содержание в нефтях гексанафтен, как мера температуры образования нефти. Нефт. хоз. № 3—4, 36, 1946.

გეოგრაფია

ლ. მარუაშვილი

სამხრეთ საქართველოს უახლეს ვულკანურ ნაგებობათა მოკვო-
ლოგია და განვითარების ისტორია

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა ა. ჯავახიშვილმა 2.4.1955)

სამხრეთ საქართველოს ვულკანური მხარე, რომელიც ამიერკავკასიის ზეგნის ნაწილს შეადგენს, გამოკვლეულ იქნა ფრ. დიუბუა დე მონპერეს, ჰ. აბიხის, გ. წულუკიძის, ს. სიმონოვიჩის, ბ. ყავრიშვილის, ბ. მეფერტის, ს. კუზმინის, ე. დიაკონოვა-საველიევას, ბ. კლოპოტოვსკის, პ. ჟელტოვისა და რიგი სხვა მკვლევრების მიერ. მათი მუშაობის შედეგად გამორკვეულია მხარის ძირითადი სტრუქტურული და მორფოლოგიური თავისებურებანი და მისი განვითარების ისტორია. პირველი გამოკვლევებით დაწყებული ბოლო ხანებამდე სამხრეთ საქართველოს ზეგნის შინაგანი აღნაგობისა და რელიეფის გაგება ვულკანისტური კონცეფციის გავლენის ქვეშ ვითარდებოდა. როგორც დიუბუა დე მონპერე და აბიხი [1,2,3,20], რომლებიც პლუტონისტების სკოლის წარმომადგენელი იყვნენ, ისე შემდგომი დროის ბევრი მკვლევარი [9,11,12,15,16] გადაჭარბებულ მნიშვნელობას ანიჭებდა ვულკანურ პროცესებს სამხრეთ საქართველოს თანამედროვე სახის წარმოქმნაში, ისინი აღნიშნავდნენ ამ მხარეში მრავალრიცხოვანი ცენტრალური ვულკანების არსებობას.

საბჭოთა პერიოდში და განსაკუთრებით უკანასკნელი 1—2 ათეული წლის განმავლობაში ბევრი ახალი ფაქტი დაგროვდა, რომლებიც გვიჩვენებს, რომ ვულკანური მოქმედების როლი განსახილველი მხარის გეოლოგიურსა და გეომორფოლოგიურ განვითარებაში გაზვიადებული იყო უწინდელ მკვლევართა მიერ. ამავ ფაქტებმა გამოავლინა აღნიშნულ განვითარებაში სხვა გეოლოგიური პროცესების მონაწილეობა. იმ ფაქტორთა რიცხვს, რომელთა მნიშვნელობაც ბოლო დრომდე არ იყო სათანადოდ შეფასებული, მიეკუთვნება ტექტონიკა, ძველი გაყინვარება და მდინარეული ეროზია.

სამხრეთ საქართველოს აღნაგობისა და მორფოლოგიის შესახებ არსებულ შეხედულებათა გადასინჯვა გვიკარნახებს, საგრძნობლად შეკვეცილ იქნეს სავარაუდო ვულკანური ცენტრების რაოდენობა და დადგენილ იქნეს ზოგიერთი მათგანის ფსევდოვულკანური რაობა. ფსევდოვულკანები შეიძლება თავისი ქეშმარიტი წარმოქმნის მიხედვით დაიყოს ტექტონიკურ, მეწყურულ, ეროზიულ, ყინვარულ, შერჩევით-დენუდაციურ და შერეულ ტიპებად.

თუ მხედველობაში არ მივიღებთ ვულკანთა ორ მთავარ მწყობრს (იხ. ქვემოთ) და ბორჯომის რაიონის, ჯავახეთისა და შეიძლება აგრეთვე ერუშე-

თის მაღლობის რამდენიმე განცალკევებულ ვულკანურ ცენტრს, სხვა ცენტრალური ვულკანები სამხრეთ საქართველოში არ უნდა გვეგულებოდეს. ერუშეთის მაღლობს, ბ. მეფერთის, ს. კუზნეცოვის, პ. გამყრელიძისა და სხვა ავტორების მონაცემებით, დამრეცნაოჭა სტრუქტურა აქვს და აგებულია ე. წ. „გოდერძის წყებით“ (მიოცენი — ქვედა პლიოცენი). მისი მწვერვალები (მ. მ. გუმბათი, თლილი, აირილიან-ბაში, ვანდალი, თავთავა და სხ.), რომლებიც პ. აბიხს ცენტრალურ ვულკანებად მიაჩნდა ([3], გვ. 8—9), მოდელირებულია წყლისა და ნაწილობრივ ყინვართა ეროზიული მოქმედებით; ზოგიერთ მათგანს საფუძვლად ანდეზიტდაციტური განფენების ტექტონიკური დეფორმაციით შექმნილი გუმბათისებრი სტრუქტურა უძევს. ვულკანური ცენტრები ამ რაიონში უნდა არსებობდეს, მაგრამ მათი მდებარეობის დადგენა, შესაბამის ნაგებობათა დანგრეულობისა და რელიეფის პოსტვულკანური ცვლილებების გამო, ჯერჯერობით ძნელია. ერუშეთის მაღლობის ჩრდილოეთით მდებარე ახალციხის ქვაბულის რაიონში წინათ უთითებდნენ მრავალ ვულკანურ ცენტრს, რომლებიც ეროზიის მიერ განადგურებული ზედამესამეული ლავური განფენების შთენილები გამოდგა. დიუბუა დე მონპერეს მიერ აღწერილი მტკვრის ხეობის „ჩამქრალი ვულკანები“ ([20], გვ. 308) სოფ. ხერთვისის ზემოთ სინამდვილეში მეტწილად „გოდერძის წყებაში“ გამოძუსავებულ ეროზიულ ფორმებს წარმოადგენს, ხოლო ნაწილობრივ (მაგ., წუნდის ტბის „მეარი“, თმოგვის მაღლობები) ახალქალაქის პლატოს კიდის დამწვევრის შედეგს. აბიხის მიერ ჩრდილო ჯავახეთისათვის მითითებული „ვულკანები“ — მ. მ. აჭერული, კაჭერული, ჭარელი, მშრალი მთა, შუანა მთა და სხვანი ([3], გვ. 40—44) ნაწილობრივ ახალგაზრდა ლავების გუმბათისებრ ნაოჭა სტრუქტურებს შეესაბამება, ნაწილობრივ კი დენუდაციური პროცესების მიერ გამონადერწ თრიალეთის ეოცენური წყების შიდაფორმაციულ პორფირიტულ განფენებს. ჯავახეთის სამხრეთ ნაწილში მდებარე აზმანის, მურაკვალის, გეჟთაფისა და კარწახის სერები და მათ შორის მოქცეული უარყოფითი ფორმები — ხოზაფინისა და კარწახის ტბათა ქვაბულები, მდ. კოდალას შუა წელის ხეობა — ვულკანური წარმოქმნისა კი არ არის, არამედ ტექტონიკურისა, წარმოადგენენ რა ფუძე ლავების ზედამესამეულ განფენთა სუსტად შეკუმშულ ანტიკლინურსა და სინკლინურ ნაოჭებს. აბიხის აზრი მ. მ. სამსრისა და დ. აბულის ვულკანური ბუნების შესახებ [2,3] ძირითადად სწორია (იხ. ქვემოთ), მაგრამ მის მიერ ამ მთების კრატერებად აღიარებული ფორმები სინამდვილეში ძველი ყინვარების მიერ გამოძუსავებულ ცირკებს წარმოადგენს (სამსრის ნამდვილ კრატერს აბიხი, როგორც ჩანს, არ იცნობდა). მთელ რიგ ფსევდოვულკანებს ვხედავთ მდ. ხრამის აუზშიც. წალკაში არსებული განედური და ჩრდილო-აღმოსავლეთის მიმართულების სერები, რომლებსაც ხაზობრივი ამონთხევების შედეგად თვლიდნენ, და მათ შორის მდებარე ქვაბულები, რომელთა ნაწილსაც აგრეთვე ვულკანურ წარმოქმნას მიაწერდნენ (მაგალითად, ბაშკოვის ტბის „მეარი“), დოლერიტული განფენებისა და მათთან დაკავშირებული კონტინენტური ნაფენების ეფექტური დანაოჭებით წარმოქმნილი ფორმები გამოდგა [17]. ბედენის ლავური პლატო, რომელზეც

რიგი მკვლევრები კლდისის ლავური ქიმისა და ქვემო ქართლის პლატოს ამგებელი დოლერიტული ლავების ამოღვრის ცენტრებს ეძებდნენ [10], როგორც ბოლო ხანებში გამოირკვა, უხარმაზარი, მდინარეთა ეროზიული მოქმედებით უკვე დანაწილებული ლავური ლვარის ტექტონიკურად აზვევებულ შუა ნაწილს წარმოადგენს. ვ. ფილაბოვის აღწერილობის მიხედვით [15], გვ. 69—70), ვულკანებს უნდა წარმოადგენდნენ ალგეთის ხეობის მარცხენა მხარეზე ამართული ბირთვისისა და ორბეთის კლდის კლდოვანი მასივები, რომლებიც სინამდვილეში თრიალეთის ქედის ამგებელი ეოცენური ვულკანოგენური წყების დენუდაციითაა გაჩენილი. გ. წულუკიძემ ([16], გვ. 59) მაარად ცნო დმანისის პლატოზე მდებარე ტბა სალუღლი-გელი (ვახუშტით ორმოზანის ტბა), რომელიც აშკარად ლავის ლვარით შეგუბების შედეგად არის წარმოქმნილი. ალგეთის ხეობის მარჯვენა მხარეზე სოფ. ჩხიკეთის თავზე ამართული მ. სამება, რომელსაც თხემზე დოლერიტული ლავის ნაგლეჯი აქვს შერჩენილი, ჰ. აბისს დამოუკიდებელი ექსტრუზიული ცენტრი ეგონა, ნამდვილად კი ეს არის ლავური ლვარის შთენილი, რომელიც ეროზიული მოქმედებით იზოლირებულ იქნა ქვემო ქართლის პლატოსაგან და ტექტონიკურად გადაადგილდა. დასასრულ, გ. წულუკიძის მიერ სოფ. ყარაბულაღიდან მდ. ჭოჭიანამდე დათვლილი „70 ვულკანი“ ([16], გვ. 63—64) და ბ. ყავრიშვილის მიერ ერუბტიულ კონუსებად აღიარებული სოფ. უსენ-კენდთან არსებული ბორცვებიც ([9], გვ. 25—26) აგრეთვე არ ჩაითვლება ვულკანური მოქმედების კერებად: პირველ შემთხვევაში საქმე გვაქვს ეროზიით მოდელირებულ, ქაჩალგორის თალისებურად აზვევებული ლავური განფენების ნაწილებთან, ხოლო მეორე შემთხვევაში სახანავი მიწების გაწმენდისას აკრეფილი ქვების ხელოვნურ ყორღანებთან. სამსრის და ჯავახეთის ქედები (Мокрые горы — ქაჩალგორა) — სამხრეთ საქართველოს კეთაზე ამართული ორი მერიდიანული მთიანი მაღლობი — ამ მხარეში ნეოგენური და ნეოთხეული ეფუზიური მოქმედების მთავარ ადგილს წარმოადგენენ. ორივე შემთხვევაში ჩვენ საქმე გვაქვს ტექტონიკურ თალებთან, რომლებსაც გასწვრივი და ნაწილობრივ გარდიგარდმო მიმართულებით რღვევა განუტლიათ და რომლებზეც დადგმულია ცენტრალური ვულკანები. განსხვავება ამ ორ მწკრივულ ვულკანურ სისტემას შორის იმაში მდგომარეობს, რომ სამსრის ქედის ტექტონიკურ კვარცხლბეკზე აღმართულია ციცაბო, ქვიანი და ზოგჯერ კლდოვანი ფერდობების მქონე საშუალომთიანი ვულკანური მასივების თითქმის უწყვეტი მწკრივი, იმ დროს როდესაც ქაჩალგორის თალი ამგვარ მასივებს თითქმის მოკლებულია; აქ ამართულია მხოლოდ რამდენიმე შორი-შორს გაფანტული დამრეცკალთებიანი, ქვიანობასა და კლდიანობას მოკლებული ვულკანური მწვერვალი, რომლებიც ქედს არ ქმნიან.

სამსრის ქედის შედგენილობაში შედის ოცზე მეტი ცენტრული ვულკანი, რომელთა აბსოლუტური სიმაღლე 2500—3300 მეტრს აღწევს, ხოლო შეფარდებითი (ახალქალაქის პლატოს ზედაპირიდან და ფარავნის ტბის დონიდან ათვლილი) სიმაღლე 500—1350 მ. მათგან რვა ვულკანი ქმნის ძირითად მწკრივს, ხოლო დანარჩენები ამ მწკრივის გარეთაა, უმთავრესად მის

აღმოსავლეთ მხარეზე. ძირითადი ვულკანური მწკრივის შემადგენელ წევრთა თანამიმდევრობა ჩრდილოეთიდან სამხრეთისაკენ შემდეგია: თავკვეთილი (2585 მ), შავნაბადა (2929 მ), ყარაყუხეი (3183 მ), სამსარი (3285 მ), დასავლეთური ქოროლი (2924 მ), აბიხის ვულკანი (2850 მ), დიდი აბული (3304 მ), მცირე აბული (2801 მ). მთავარი გვერდითი მასივებია: შავნაბადას ჩრდილო-აღმოსავლეთით ბებერ-დალი (2513 მ); სამსრის ჩრდილო-აღმოსავლეთით ყარადალი (3052 მ), ყიზილდალი (3100 მ) და მესამე ძობილი (2855 მ); დიდი აბულის აღმოსავლეთით და ჩრდილო-აღმოსავლეთით გოდორები (3191 მ), აღმოსავლეთური ქოროლი ანუ (5) შაორი (2752 მ) და გრიგოლი (2773 მ). თავკვეთილი და შავნაბადა შედგებიან ორ-ორი, ხოლო ბებერ-დალი სამი ვულკანური კონუსისაგან, რომლებიც ქვედა ნაწილებით ურთიერთთან შეკავშირებულნი არიან; სამსრისა და დიდი აბულის მძლავრი მასივების ფერდობებზე, მათს დასავლეთურ ნახევრებში სხედან ექსტრუზიული მასივები, რომლებსაც ეწოდებათ, შესაბამისად, სანგლიასკო და აბულის მუქთახორა.

ქაჩალგორის მერიდიანულ მაღლობს, როგორც უკვე ითქვა, ცენტრალური ვულკანების მთლიანი მწკრივი არ მოეპოვება. ლავების ამოღვრას აქ ძირითადად ნაპრალური ხასიათი ჰქონდა და მხოლოდ ცალკეულ ადგილებში ამართული გუმბათისებრი ან კონუსისებრი მოყვანილობის მქონე ცენტრალური ვულკანები. უკიდურეს ჩრდილო მასივს წარმოადგენს დალი-დალი (2661 მ). რომელიც მაღლობის ძირითადი ნაწილისაგან თიქმა-თაშის უღელტეხილის ვრცელი უნაგირისებრი ჩაზნექილობითაა გამოყოფილი; შემდეგ მნიშვნელოვან მთიან მასივს სამხრეთისაკენ წარმოადგენს ყოუნ-დალი (2415 მ), რომლის ამგებელი ლიპარიტ-დაციტული ლავები განსჭვალულია გამჭვირვალე ობსიდინის ძარღვებით (აქაური ობსიდინი ფართო მოხმარების მასალას წარმოადგენდა ქვის ხანაში, პირველყოფილი საზოგადოების იარაღ-სამკაულების სამზადებლად). უფრო სამხრეთით მდებარეობენ: კონუსისებრი ინაკ-დალი (დაახლ. 2300 მ), გუმბათისებრი მასივები ქულა-ბაქი (2821 მ) და აღრიქარი (2975 მ) და ვრცელ ფარისებრ პლატოზე წამოსკუბებული კონუსი ენლიკლი (3053 მ), რომლის იქით, უკვე სომხეთის სსრ ტერიტორიაზე, ამართულია ქაჩალგორის მაღლობის უმაღლესი მწვერვალები აღჭალა (3198 მ) და ლეილი-დალი (3157 მ). გარდა ზემოჩამოთვლილი ვულკანებისა, რომლებიც მორფოლოგიურად ბორცვებისა და საშუალო მთების ხასიათისაა და რომელთა ფერდობებიც ზომიერად ციკაბოდ არის დახრილი, ქაჩალგორის აღნაგობაში მონაწილეობენ აგრეთვე ფუძე ლავებით აგებული დამრეცად ამობურცული განფენები, რომლებიც რამდენადმე მოგვაგონებენ ჰავაის კუნძულების ფარისებრ ვულკანებს (მაგალითი: ფარავნის ტბის აღმოსავლეთით მდებარე კოლუნ-დაში და სხვა ფარისებრი ვულკანები).

ცალკეული ვულკანური ცენტრები, როგორც უკვე ითქვა, ახალქალაქის პლატოზე და ბორჯომის რაიონშიც არის. ქ. ახალქალაქს დაჰყურებს ბრტყელ-თხემიანი გუმბათის ფორმის მქონე დაციტური ბორცვი თავშან-თაფა (ვახუშტით ამირანის გორა, აბს. სიმაღლე 1884 მ, შეფარდებითი დაახლ. 200 მ), რომელიც ექსტრუზიის გზით არის გაჩენილი და ძლიერ მიემსგავსება ოვერ-

ნის მხარეში (საფრანგეთი) მდებარე ვულკან სარკუსის [19]. პლატოს მხრეთ-აღმოსავლეთ კუთხეში მდებარეობს მადა-თაფას ვულკანური მასივი (2715 მ), რომელიც იმავე სახელწოდების ტბას დასცქერის. ბორჯომის რაიონში, სადაც ახალგაზრდა ვულკანური ნაგებობანი აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის მთიან ეროზიულ რელიეფზეა დაშენებული, სამი ვულკანური ცენტრი გვაქვს: დაბაძველისა, ბაკურიანისა, გუჯარეთისა. დაბაძველის პლატოზე, რომელიც თავისი შეფარდებითი სიძველის გამო საკმაოდ შორს წასული გეომორფოლოგიური ინვერსიის მდგომარეობაშია, დადგმულია უკვე ძლიერ დანგრეული ძველი კონუსი წითელი-დაბაძველი. ბაკურიანის ღვარი თავის ზემო ნაწილში დაგვირგვინებულია [13] მუხერის ფერფლოვანი კონუსით (შეფარდ. სიმაღლე 80 მ), რომელიც თავისი აგებულებით მიემსგავსება ასტრონის ვულკანს ფლეგრეის მინდვრებზე ქ. ნეაპოლთან [19]. გუჯარეთის ლავური ღვარი, რომელიც სოფ. თონეთის მიდამოებში იწყება, ცენტრალურ ნაგებობას სასვებით მოკლებულია.

სამხრეთ საქართველოს ვულკანთა უმრავლესობის თავისებურებაა ერუბტიული აპარატების არასრულყოფილობა და მათი შესატყვისი მორფოლოგიური გამოხატულების სიმარტივე. გაბატონებულია ექსტრუზიული გუმბათებისა და წაკვეთილი ან მახვილი კონუსების ტიპის მონოგენური აპარატები. არის ისეთი ლავური ღვარები, რომელთა ამოღვრის ადგილშიც ცენტრალური ნაგებობა არ არსებობს. პოლიგენურობა ხანდახან გამოიხატება ერუბტიული ყელის გადაადგილებაში ტექტონიკური ნაპრალის გასწვრივ, ამონთხეული მასალის ქიმიზმის ცვალებადობის გარეშე, ძირებით ერთმანეთთან შეზრდილი ორი ან სამი კონუსის გაჩენით (თავკვეთილი, შავნაბადა, ბებერ-დალი). ნამდვილ რთულ ვულკანად მხოლოდ სამსარი უნდა ჩაითვალოს (იხ. ქვემოთ). კრატერი ვულკანთა უმრავლესობას არ მოეპოვება. კარგად შენახული კრატერი მარტოოდენ შავნაბადას სამხრეთულ კონუსს (2800 მ) აქვს. სამსრის კრატერული ღრმული [7] თავისი სიდიდის გამო კალდერად უნდა იქნეს წოდებული. სამხრეთ საქართველოს ვულკანთა ეს თავისებურებანი, რომლებიც გვიჩვენებენ ეფუზიური ციკლის არასრულობასა და ნაჩქარეობას, ალპური ოროგენისა და კერძოდ სამხრეთ საქართველოს ტექტონიკური აქტივობის შედეგს უნდა წარმოადგენდეს.

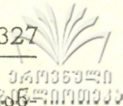
განსახილველი მხარის უმესანიშნავეს ვულკანად, სიდიდისა და რთული აღნაგობის მიხედვით, სამსარი უნდა ჩაითვალოს. ამ მასივის დიამეტრი 10 კმ აღწევს. მასივის შიდა ნაწილი უკავია ვრცელ (3 კმ დიამეტრის მქონე) კალდერას, რომელიც ჩრდილო-აღმოსავლეთისაკენ, ე. ი. წალკისაკენ არის ღია. კალდერის ჭიშკარში ამართულია სამსრის კალთებზე დადგმული ყარადაღის, ყიზილ-დაღისა და მესამე ძმობილის ვულკანები. სამსარს აგებულებისა და მორფოლოგიის მხრივ ბევრი რამ საერთო აქვს კამჩატკის ვულკან ავაჩასთან, რომლის კალდერასთანაც აგრეთვე შეჯგუფებულია ექსტრუზიული კონუსები. კამჩატკის მეორე ვულკან ტოლბაჩიკს მიემსგავსება შავნაბადა [8].

სამხრეთ საქართველოს ვულკანური მასივები მეტ-ნაკლებად გარდაქმნილია გარეგანი ფაქტორების მიერ. ყინვარული და მდინარული ეროზიით

ძლიერ გარდაქმნილ მასივებთან ერთად ჩვენ აქ თითქმის უცვლელად შენახული ნაგებობებიც გვხვდება.

ძველი გამყინვარების კვალი ახასიათებს ზღვის დონიდან 2800 მეტრზე მალა ამართულ მასივებს, კერძოდ მ. შ. სამსარს, დიდ აბულს, გოდორებს, ყარაყუხეის, ყარა-დალს; ყინვართა ნამოქმედარი უმთავრესად ჩრდილოეთური ექსპოზიციის ფერდობებს ემჩნევა. შეინახადა, ყიზილდაღისა და ზოგიერთი სხვა მასივი, საკმარისი სიმაღლის მიუხედავად, ძველი გაყინვარების ზეგავლენის ნიშნებს სრულიად მოკლებულია, რაც ამ მასივების გეოლოგიური ახალგაზრდობით უნდა აიხსნებოდეს [4]. მუდმივი თოვლის საზღვარი გაყინვარების ზონაში ზღვის დონიდან 2700—2800 მეტრის სიმაღლეზე მდებარეობდა. გლაციალური რელიეფი გამოსახულია ცირკებით (რომლებსაც ზოგ შემთხვევაში საგრძნობი სიდიდე აქვთ), კარებითა და მცირე ტროგებით. არის მორენებიც, მაგრამ ხშირად მათი გარჩევა ყინვითი გამოფიტვის შედეგად გაჩენილი ლოდნარების ქაოსში ძნელია. ძველ კონუსებზე არსებული ცირკების გამომუშავებულობის მაღალი ხარისხი მოწმობს გაყინვარებისა და წინამორბედი ნორმალური ეროზიის ხანგრძლივობას (ეროზიის გარეშე ყინვარული ფორმების განვითარება შეუძლებელი იქნებოდა) და აგრეთვე ძველი და ახალი კონუსების გაჩენის დროთა შორის გრძელი ქრონოლოგიური შუალედის არსებობას.

სამხრეთ საქართველოს ვულკანური ზეგნის განვითარების ისტორია თანამედროვე რეგიონული გეოლოგიური მონაცემების სინათლეზე უმეძღვება შემდეგნაირად იქნეს მოხაზული. პალეოგენის შემდგომ ხანაში აქ, სულ ცოტა, ორ ეფუზიურ ციკლს მაინც ჰქონდა ადგილი. ძველი ციკლის დროს, რომელიც „გოდერძის წყების“ გაჩენის დროს შეესაბამება და გოდერძის უღელტეხილისა და ქისათიბის დიატომიტის საბადოს ნამარხი ფლორების მიხედვით მიოცენით ან ქვედა პლიოცენით [14, 18] თარიღდება, ამონახეულ იქნა ერუშეთის მაღლობის, ახალქალაქის პლატოს განაპირა ნაწილებისა და საძირკვლის, სამსრის ქედის კვარცხლბეკისა და ძველი კონუსების, დაბაძველის პლატოს, წალკის ქვაბულისა და ქაჩალგორის ამგებელი ეფუზიური მასალა. ამოფრქვევები არეალური ხასიათის იყო, ე. ი. ვულკანური მოქმედება წარმოებდა მრავალრიცხოვანი ცენტრული და ხაზობრივი კერის საშუალებით; ლავებთან ერთად იფრქვეოდა დიდძალი პიროკლასტური მასალა (ფერფლი და ლაპილები). სიწქნარის პერიოდში, რომელიც ამ პირველ ეფუზიურ ციკლს მოჰყვა და რომელიც შუა პლიოცენს უნდა ემთხვეოდეს, გოდერძის წყებამ განიცადა ტექტონიკური დარღვევა ნაოჭების, თალური ამობურცებისა და ნაპრალეების გაჩენით, აგრეთვე ეროზიული პროცესების ზეგავლენა. მეორე, ანუ უკანასკნელი, ეფუზიური ციკლი, რომელმაც მოგვცა ახალქალაქის პლატოსა და მდ. ხრამის აუზის დოლერიტული განფენები და სამსრის ქედის, ქაჩალგორისა და ბორჯომის რაიონის უახლესი კონუსები, დოლერიტებთან დაკავშირებულ ტიურ ნალექებში არსებული მცენარეული ნაშთების (აღნაბეჭდებისა და მტვის) მიხედვით, არ შეიძლება ზედა პლიოცენურზე ადრინდელ ხანას მიეკუთვნოს. საფიქრებელია, რომ იგი ზედა პლიოცენს და



მეოთხეული პერიოდის ნაწილს უნდა მოიცავდეს. პირველი ციკლიდან განსხვავებით, ამ ჯგრობაზე ამოფრქვევები ძირითადად ცენტრული ხასიათის იყო და მათი პროდუქტები უმთავრესად ფუძე ლავებით იყო წარმოდგენილი, რომელთაც ფერფლის შედარებით მცირე რაოდენობა ახლდა. ცნობილია, რომ ის კლიმატური გარდატეხა, რომელმაც კავკასიაში და რიგ სხვა ქვეყნებში გაყინვარებისათვის ხელსაყრელი ტემპერატურული პირობები შექმნა, პალეობიოლოგიური საბუთების მიხედვით შუა და ზედა პლიოცენის მიჯნაზე მოხდა. უნდა ვიფიქროთ, რომ სამხრეთ საქართველოს ვულკანური მასივების გაყინვარებაც ზედა პლიოცენშივე დაიწყო. პოსტვულკანური პერიოდი აღინიშნა ინტენსიური ეროზიით, რომელმაც გარდაქმნა მხარის ოროგრაფიული გეგმა (მტკვრისა და ხრამის თანამედროვე ხეობების გამომუშავება, დოღერიტული განფენების დანაწევრება), და ტექტონიკური გამოვლინებებით, რომლებიც დიფერენციალური ხასიათისა იყო — ზოგან ხდებოდა აწევა, ზოგანაც დაძირვა (მაგალითისათვის შეიძლება აღინიშნოს ლავური ღვარი, რომელიც ქაჩაღგორის სამხრეთ ნაწილიდან ყარაბულაღზე, კაკლიანზე, კლდისზე, ბედენის პლატოზე, თეთრწყაროზე, არუხლოზე და მარნეულის ვაკის ქვეშ გავლით მტკვრამდეა ჩამოსული).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ვახუშტის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.4.1955)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. В. Аби х. Геологические наблюдения в нагорной стране между Курой и Араксом. Тифлис, 1867.
2. Г. В. Аби х. Группа рядовых вулканов Абула и Самсара. Известия Кавк. отд. Русск. Географич. общества, 1, Тифлис, 1872—73.
3. Г. В. Аби х. Геология Армянского нагорья. Восточная часть. Записки Кавк. отд. Русск. Геогр. об-ва», кн. 23, Тифлис, 1902.
4. Н. Е. Астахов. К вопросу о молодом вулканизме и древнем оледенении Джавахетии. Сообщения АН ГССР, т. XIII, № 1. 1952.
5. Вахушти. География Грузии. Записки Кавк. отд. Русск. Геогр. общ., кн. 24, Тифлис, 1904.
6. А. Н. Джавахишвили. Геоморфологические районы Грузинской ССР. Изд. АН СССР. М. — Л., 1947.
7. Е. Н. Дьяконова-Савельева. Ахалкалакское вулканическое нагорье. Путеводитель Международного XVII геологического конгресса. Экскурсия по Кавказу, Армянская ССР. М. — Л., 1937.
8. А. Н. Заварицкий. Введение в петрохимию изверженных горных пород. М. — Л., 1950.
9. В. И. Кавришвили. Физико-географическое описание бассейна р. Кцхия-Храм «Водный кадастр Закавказья», т. 1, вып. 2, 1931.
10. Т. Г. Каврашвили. Геолого-петрографический очерк Храмского кристаллического массива. Материалы по петрографии Грузинской ССР, вып. V, 1941.
11. О. Каранетян. Геологическое описание Ахалкалакского уезда. Тифлис, 1929.

12. С. А. Кузьмин. Основные лавы Цалкинского плато. АН СССР. Материалы по геологии и петрографии Грузинской ССР., III, 1936.
13. Б. Ф. Мефферт. Геологический очерк области Боржома и Бакуриани. Труды ВГРО. вып. 303, 1933.
14. И. В. Палибин. К вопросу о возрасте ископаемой Флоры Годердзского перевала. «Советская геология», № 12, 1940.
15. В. Н. Филиппов. Топографическое описание поверхности Тифлисской губернии. Тифлис, 1872.
16. Г. Г. Пулукидзе. Геологические исследования в области речных долин Алгети и Храми. Материалы для геологии Кавказа», сер. II, кн. I, Тифлис, 1887.
17. ლ. მ ა რ უ ა შ ვ ი ლ ი. წალკის ქვაბულის გეომორფოლოგიისათვის. ქუთაისის პედაგოგიური ინსტიტუტის შრომები, VI, 1946.
18. მ. უზნაძე. გოდერძის ფლორის აღწერილობა. საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის გეოლოგიის ინსტიტუტის შრომები, გეოლ. სერია, ტ. 5 (10), № 2, 1950.
19. T. Anderson, Volcanic studies in many lands. Murray, London, 1903.
20. Dubois de montperoux, Fr. Voyage autour du Caucase. т. II, Paris, 1839.

ტექნიკა

3. ბალბაძე

მსუბუქ რკინაბეტონში ბზარწარმოქმნის ზოგიერთი საკითხი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზაფრეიშვილმა 6.2.1956)

ყოველგვარი ბეტონის ან რკინაბეტონის ნაგებობათა ხანგრძლივობის უმნიშვნელოვანეს პირობას ბეტონის მთლიანობა, მასში ბზარების უქონლობა წარმოადგენს. ბზარები ბეტონსა და არმატურაში ქმნის კოროზიის საშიშროებას. ამიტომ რკინაბეტონის მთელ რიგ კონსტრუქციებში, განსაკუთრებით მათში, რომლებიც სიფხის ან ვაზის წნევის ქვეშ იმყოფება, ბზარები დაუშვებელია, სხვებში კი ისინი გარკვეული გახსნით განისაზღვრებიან. ბეტონსა და რკინაბეტონში ბზარების წარმოქმნის წინააღმდეგ ბრძოლა ყოველთვის ძნელი და რთული, მაგრამ ამასთანავე ნაყოფიერი იყო. რკინაბეტონში ბზარწარმოქმნის დროს ნამდვილ მოვლენათა შეცნობის მიზნით ჩატარებულმა გამოკვლევებმა მიგვიყვანა თავიანთი ბზარმდებლობით, სიმსუბუქითა და ეკონომიურობით შესანიშნავ წინასწარ დაძაბულ რკინაბეტონის კონსტრუქციების შექმნამდე. მიუხედავად ამისა, რკინაბეტონში ბზარწარმოქმნის საკითხები ჯერ კიდევ ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს პრობლემას წარმოადგენს თანამედროვე სამშენებლო ტექნიკაში.

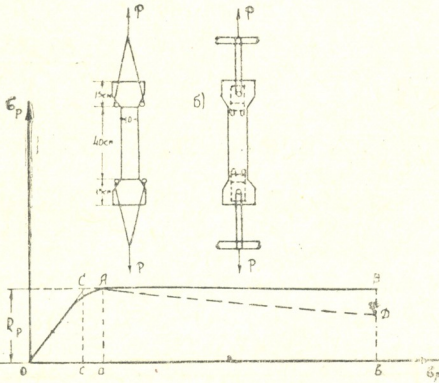
მსუბუქი რკინაბეტონის ელემენტების გაანგარიშებისათვის ნორმებით მიღებული სპეციალური ფორმულები, მათი საჭიროების მიუხედავად, დღემდე არ არსებობს. მსუბუქი ბეტონი (აგრეთვე ჩვეულებრივიც), როგორც ეს ჩვენი ცდებითაა დადგენილი, ხასიათდება ნათლად გამოსახული პლასტიკურობით (დენადობით). ჩვენ შევძელით დაგვედგინა მსუბუქი ბეტონის (ნაწილობრივ მძიმისაც) დეფორმაციის დამახასიათებელი დიაგრამა ბუნებრივ შემავსებლებზე (ტუფი, პემზა, სპონგოლითი) ღერძული გაჭიმვისას და ღუნვისას.

წინათ, დეფორმაციის დიაგრამები, რომლებიც გვიჩვენებდნენ წმინდა პლასტიკურ ქიშკადობას, არ იყო გამოაშკარავებული მკვლევრების მიერ მოკლედროიან ღერძულ გაჭიმვაზე ცდების დროს, რადგან ეს ცდები საზომი ხელსაწყოების დაზიანების შიშით არ დაჰყავდათ ბოლომდე. ცდებს წყვეტდნენ (0,8—0,9) R_p ტოლი ძაბვის დროს. ამიტომ საჭირო იყო ცდების ისე დაყენება, რომ ნიმუშების გაზომვა არ შეწყვეტილიყო თვითწყვეტამდე.

ჩვენს ცდებში ბეტონის ნიმუშ-რვებიანებს ვაყენებდით უნივერსალურ წნეხზე ორგვარად, როგორც ეს ჩაჩვენებია სქემატურად ნახ. 1-ზე (ა და ნ). ამასთანავე ნიმუშის გარშემო ვაწყობდით თოკის ბადეს და ნიმუშის ქვედა ზღვარსა და წნეხის სადგომს შორის წყვეტის წინ (ერთი-ორი საფეხური დატვირთვა წყვეტამდე) ვტოვებდით 3—4 მმ მანძილს. ასეთ პირობებში ნიმუშის წყვეტის დროს ხელსაწყოები უვნებელი რჩებოდა და დეფორმაციის ფიქსაცია თვით ნგრევის მომენტამდე მიმდინარეობდა.



ცდები ღერძულ გაჭიმვაზე, აგრეთვე ღუნვაზე გვაძლევენ დიპლომატიკურ OAB (სურ. 1), რომელიც ორი არისაგან შედგება: OA —ღრეკად—პლასტიკური დეფორმაციის არისა და AB და AD —წმინდა პლასტიკური დეფორმაციის (დენადობის) არისაგან.



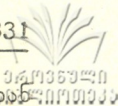
ნახ. 1

ბეტონის დენადობის არე მიიღება ყველა ცდაში წყვეტის წინ და გამოკლინდება, როდესაც ბზარი გადის ტენზომეტრის ბაზის საზღვრებში (ან ბაზის საზღვრებს გარეთ, მაგრამ ტენზომეტრის ფეხის მახლობლად). როგორც ცდები გვიჩვენებს, მსუბუქი ბეტონის ზღვრული ღრეკად-პლასტიკური ჭიმვადობა დამოკიდებულია ძირითადად R_p სიმტკიცის ზღვრისაგან, მიუხედავად იმისა, თუ რის ხარჯზე იცვლება სიმტკიცის ეს ზღვარი.

ჩვენი ცდებით ასევე დადგენილია, რომ სიმტკიცის ზღვრისა და მსუბუქი ბეტონის ღრეკად-პლასტიკური ზღვრული ფარდობითი ჭიმვადობის— ϵ_p —ზღ. ღრ. კლ. ცვლილება დროში მიმდინარეობს ერთისა და იმავე ლოგარითმული კანონით $f_t(t) = 0,69 f_{28}(t) \lg t$ და რომ გამყარების პირობები თითქმის ერთნაირ გავლენას ახდენენ მათ ცვლილებებზე. ცდების ჩატარების დროს გაჭიმვის დეფორმაციის გაზომვასთან ერთად მსუბუქი ბეტონის რვიანებსა და კოჭებზე ჩვენ შევამჩნიეთ, რომ თვით სიმტკიცის ზღვრის მიღწევამდე ნიმუშის მთელ თავისუფალ სიგრძეზე (რკინის ყელებს შუა ან კოჭის წმინდა ღუნვის უბანზე) წაგრძელება თითქმის თანაბარია.

მიღწევს რა დენადობის ზღვარს, მუდმივი დატვირთვისას ბეტონი იწყებს დინებას და ნიმუშის დაგრძელება ხდება მხოლოდ ბეტონის წმინდა პლასტიკური დეფორმაციის ხარჯზე, რომელიც თავს იყრის ელემენტის განსაზღვრულ ლოკალურ ზონაში და იმით ხასიათდება, რომ უფრო მეტი ინტენსიური დეფორმაციები ხდება მომავალი წყვეტის ბზარის ადგილზე, ხოლო შორდება რა ამ ადგილს, პლასტიკური დეფორმაცია მცირდება მიღვეით ნულამდე. წმინდა პლასტიკური აბსოლუტური დეფორმაციის ცვლილების კანონის დადგენისათვის მისი გავრცელების ზონაში და ამ დენადობის ზონის სიგრძის განსაზღვრისათვის ჩატარდა ცდები ტუფისა და პემზა-ბეტონის რვიანებსა და კოჭებზე (კოჭები იტვირთებოდა ორი თანატოლი შეყურსული ძალით წმინდა ღუნვის უბნის მისაღებად) გაჭიმვის დეფორმაციის გულმოდგინე გაზომვით და ტენზომეტრის ფეხიდან წყვეტის ადგილამდე მანძილის ფიქსაციით.

მსუბუქი ბეტონის მსხვილი შემავსებლების მაქსიმალური ზომა იყო 25 მმ. ნახ. 2-ზე (ა) ორდინატების ღერძზე $\lambda \cdot 10^3$ აღნიშნულია ტენზომეტრით ნაჩვენები წმინდა პლასტიკური წაგრძელება. აბსცისების x ღერძზე აღნიშნულია



ტენზომეტრით მოცული დენადობის ზონის უბნის სიგრძეები მარცხნიდან მარჯვნივ მისი მოძრაობის დროს.

კოორდინატა ამ სისტემაში მოცემულია წრეებით აღნიშნული ექსპერიმენტული წერტილები. გავიყვანთ რა ექსპერიმენტულ წერტილებზე დაახლოებით საშუალო მრუდს $OABD$ -ს, ჩვენ მივიღებთ პარაბოლს OA -ს წვეროთი კოორდინატა O საწყისში და მეორე პარაბოლს AB -ს, შეერთებულს პირველთან გადაღუნვის A წერტილში, წვეროთი წერტილ B -ში კოორდინატა $\lambda_1 \cdot 10^3$, x_1 სისტემაში და პარიოზონტალურ სწორს BD -ს.

პარაბოლი AC წარმოადგენს სარკისებურ ანარეკლს OA და AB პარაბოლისას. იგი შეიძლება დამოუკიდებლადაც მიგველო ტენზომეტრის მოძრაობით მარჯვნიდან მარცხნივ.

$OABD$ მრუდის სწორი უბანი BD კიდევ ერთხელ გვიჩვენებს, რომ დენადობის ზონის საზღვრებს გარეთ პლასტიკურ დეფორმაციას არა აქვს ადგილი. OA პარაბოლის განტოლება იქნება $\lambda \cdot 10^3 = ax^2$, კოეფიციენტი —

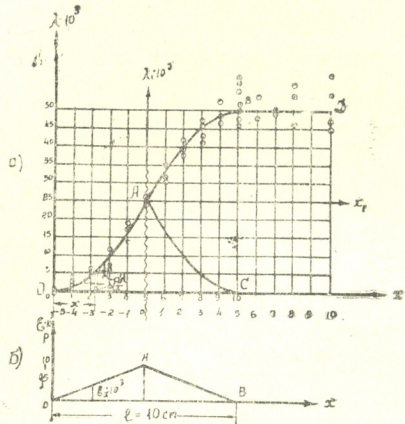
$$a = 0,01 \frac{1}{\text{სმ}}.$$

ავირჩიოთ OA მრუდზე რომელიმე წერტილი, კოორდინატ O -ს საწყისიდან x მანძილზე დაშორებული, და მის მახლობლად ავავოთ ელემენტარული მართკუთხა სამკუთხედი კათეტებით $d(\lambda \cdot 10^3)$ და dx პარალელურად ღერძებისა $\lambda \cdot 10^3$ და x . მაშინ მივიღებთ წმინდა პლასტიკური ფარდობითი გაჭიმვის დეფორმაციას მოცემულ წერტილში

$$\frac{d(\lambda \cdot 10^3)}{dx} = \varepsilon_p \cdot 10^3.$$

ამგვარად გვექნება $\varepsilon_p \cdot 10^3 = 2ax$, ე. ი. წმინდა პლასტიკური ფარდობითი გაჭიმვის დეფორმაციის ცვლილება სწორი ხაზის კანონით მიმდინარეობს. ახლა შეგვიძლია ჩამოვაყალიბოთ შემდეგი დებულება: მსუბუქი ბეტონის მაქსიმალური ზღვრული წმინდა პლასტიკური გაჭიმვის ფარდობითი დეფორმაცია ყოველთვის ნაკლებია ან უკიდურეს შემთხვევაში ძალიან მცირე ბაზის⁽¹⁾ დროს ტოლია გაორკვეებული ზღვრული წმინდა პლასტიკური გაჭიმვის ფარდობითი დეფორმაციისა, რომელიც განსაზღვრულია საზომი ხელსაწყოთი დენადობის ზონის სიგრძის ტოლი ბაზის⁽¹⁾ დროს (ჩვენს შემთხვევაში 100 მმ ბაზის დროს), ე. ი. $\max \varepsilon_{p \cdot \text{ზ. ნ. პ.}} = 2 \varepsilon_{p \cdot \text{ზ. ნ. პ.}}$.

შევეცადოთ ამის უფრო ნათლად ჩვენებას.

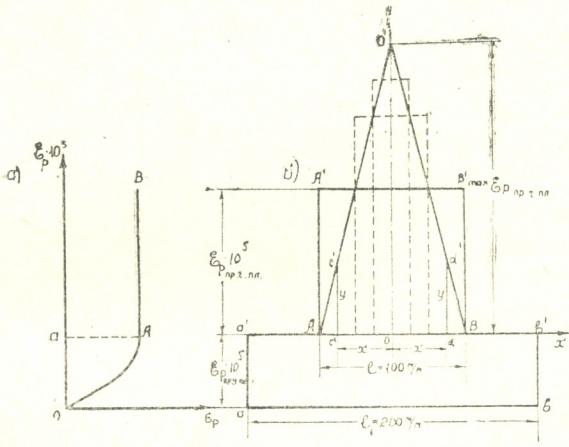


ნახ. 2

(¹ ბაზის შუაგული ნაგულისხმებია მოსალოდნელი წყვეტის ადგილთან.)



ნახ. 3-ზე (ა და ბ) ჩანს, რომ ϵ_p ზღ. ღრ. პღ. 10^5 ტენზომეტრის ბაზის მთელ სიგრძეზე იქნება ერთნაირი და ტოლი $ad'b'b'$ მართკუთხედის სიმაღლისა, რომლის ფართობი წარმოადგენს ელემენტის l_1 სიგრძის უბნის ზღვრულ დრეკად პლასტიკურ აბსოლუტურ წაგრძელებას. შემდეგ მოსდევს წმინდა პლასტიკური დეფორმაცია, რომლის ზღვრული აბსოლუტური სიდიდე $\lambda \cdot 10^5$ იქნება სწორკუთხედის $AA'B'B$ ფართობი. ამ სწორკუთხედის სიმაღლე ტოლია ϵ_p ზღ. წმ. პღ. 10^5 გასაშუალოებული მნიშვნელობისა.



ნახ. 3

აუვაგოთ AB სწორკუთხედის ფუძეზე (დენადობის ზომის სიგრძის ტოლზე) მისი ტოლდიდი AOB' სამკუთხედი. ტოლფერდა სამკუთხედის ფერდების კანონის მიხედვით ϵ_p ზღ. წმ. პღ. დაიწყებს შეცვლას. ხელსაწყოს ბაზის შემცირებასთან ერთად $AO'B$ სამკუთხედის ორივე მხრიდან ჩამოიჭრება $Ac'c$ და $ad'B$ სამკუთხედების ფართობები y სიმაღლით.

როდესაც $2x \rightarrow 0$, მაშინ გაჭიმვის წმინდა პლასტიკური აბსოლუტური დეფორმაციაც ისწრაფვის ნულისაკენ. ბეტონის ზღვრული წმინდა პლასტიკური ფარდობითი ჭიმვადობის გამოხატვა ტენზომეტრის ბაზაზე $-2x$ იქნება ϵ_p ზღ. წმ. პღ. $= \frac{\lambda x}{2x}$ და იგი, როდესაც

$x = 0$, გვაძლევს $\frac{0}{0}$ განუზღვრელობას. გავხსნით რა ამ განუზღვრელობას, მივიღებთ:

$$\max \epsilon_p \text{ ზღ. წმ. პღ. } = \lim_{x \rightarrow 0} \epsilon_p \text{ ზღ. წმ. პღ. } = 2 \epsilon_p \text{ ზღ. წმ. პღ.}$$

ბეტონი, როგორც რთული მალალფაზიანი სისტემა, სქემატურად შეიძლება წარმოვიდგინოთ სივრცობრივი შესერის სახით ცემენტის ქვისაგან, რომელიც შეიცავს მთელ თავის მასაში მსხვილი და წვრილი შემავსებლის ნარკვლებს, მაკრო- და მიკროფორებს, შევსებულს მინერალური ნივთიერებების წყლის ხსნარითა და ჰაერით.

ბეტონი შეიცავს აგრეთვე მრავალ უწყსრივოდ გაფანტულ მიკრობზარს. ბეტონის შემადგენელი მასალიდან მთავარს, მისი ხარისხის ძირითად განმსაზღვრელს წარმოადგენს ცემენტის ქვა. ცემენტის ქვა, როგორც ცნობილია, შედგება ორი ძირითადი სტრუქტურული შემადგენლისაგან: კოლოიდური მასის—გელისა და გელის გამჭვალავი კრისტალური შენაზარდისაგან, რომელიც წარმოადგენს ცემენტის ქვის ჩონჩხს.

ბეტონის გაჭიმვის პლასტიკური დეფორმაციის მექანიზმი საერთოდ შემდეგი სახით წარმოვიდგება.

ბეტონის ელემენტი გაჭიმვისას დატვირთვის დასაწყისში დეფორმირდება დრეკადად. გელი ჩქარა, მიაღწევს რა სიმტკიცის ზღვარს, პლასტიკურად იწელება იმ დროს, როდესაც კრისტალური შენაზარდი განაგრძობს დრეკად მუშაობას და ერთდროულად აკავებს გელის დინებას. დაძაბულობის ამ სტადიაში ბეტონი მუშაობს დრეკად-პლასტიკურად და ფორმებთან და მიკრობზარებთან (რომლებიც არსებობენ ჯერ კიდევ დაუტვირთავ ბეტონში) იწყება დაძაბულობის კონცენტრაცია და ინტენსიური დენადობა.

ამის შედეგად ხდება ბეტონის შინაგან ძალთა განაწილება. დაძაბვის კონცენტრაციის ადგილები, სადაც უკვე დაიწყო ინტენსიური დენადობა, განიჭვირდება ჯერ კიდევ დრეკადად მომუშავე კრისტალური შენაზარდის დამატებითი დატვირთვის ხარჯზე.

დატვირთვის შემდგომი გაზრდით, როდესაც ბეტონი აღწევს სიმტკიცის ზღვარს გაჭიმვაზე— R_p ცემენტის ქვის დაძაბვა (ბეტონში) მიაღწევს მისი სიმტკიცის ზღვარს— R_p^6 , რომელიც ტოლია გელის— R_p^6 და კრისტალური შენაზარდის— R_p^6 სიმტკიცის ზღვრების ჯამისა.

ამ დროს კრისტალურ შენაზარდში მოხდება პლასტიკური დეფორმაციები; გაჩნდება ორიენტირებული მიკრობზარები, რომელთა ზომა და რიცხვი გადიდდება. კრისტალური შენაზარდი იწყებს დასუსტებას და განთავისუფლებული გელი დაიწყებს დენას მეტი ინტენსიურობით, თითქმის ტოლძალვანი ძაბვით. მიაღწევს რა R_p^6 დაძაბვის დროს ზღვრულ ჭიმვადობას, ბეტონი სკდება (გვაძლევს ბზარს).

არმატურა არ ანიჭებს ბეტონს პლასტიკურ თვისებებს. ბეტონს თვით აქვს სიმტკიცის ზღვრის მიღწევისას პლასტიკურად დეფორმირების უნარი. არმატურა მხოლოდ ამაღლებს ბეტონის სტრუქტურის გამძლეობას, მიიღებს რა თვითონ დამატებით დატვირთვას შინაგანი ძალების გადანაწილების შედეგად და ამით განტვირთავს რა კრისტალურ შენაზარდს, აამაღლებს როგორც სიმტკიცის ზღვარს, ისე ბეტონის ზღვრულ დრეკად-პლასტიკურ ჭიმვადობას. როგორც ცდები გვიჩვენებს, ϵ_p ზღ. დრ. პდ. დამოკიდებულია p -საგან და არმატურის განლაგებისაგან.

ექსპერიმენტული დამოკიდებულების დასადგენად R_p -სა და ϵ_p ზღ. დრ. პდ.-ის შორის მოსახერხებელ პარამეტრს წარმოადგენს დამოკიდებულება d -ღერძულ დიამეტრსა და e -მანძილს არმატურის ღეროებს შორის სიღრმეში (ბიჯი).

პარამეტრი $\omega = \frac{d}{e}$ ერთდროულად ახასიათებს არმატურის რაოდენობას (d -ს მეშვეობით) და მის განლაგებას (e -ს მეშვეობით)—გვიჩვენებს არმატურის ერთისა და იმავე რაოდენობის დროს პატარა დიამეტრის მქონე, მაგრამ უფრო ხშირად განლაგებული ღეროების უპირატესობას.

ჩვენ მიერ გამოცდილი იყო ტუფრკინა-ბეტონის სხვადასხვაგვარად არმირებულ რვიანთა 12 სერია (თითოეულ სერიაში სამ-სამი ნიმუში) $15 \times 15 \times 80$ სმ ზომით. ზღვრული დრეკად-პლასტიკური გაჭიმვის ფარდობითი დეფორმაცია ϵ_p ზღ. დრ. პდ. განისაზღვრებოდა დატვირთვის იმ წინიშვნელობით, რომელიც შეესაბამებოდა დეფორმაციის მრუდის გადაღუნვას.

დეფორმაციის სამი განზომილებიდან ყოველ სერიაში გამოიანგარიშებოდა ორი უდიდესიდან საშუალო არითმეტიკული. ასე მიღებულ წერტილებთან მყარდებოდა დამოკიდებულება R_p -სა და ϵ_p ზღ. დრ. პდ.-ს შორის სწორი ხაზის სახით, რომელიც წარმოადგენდა ქვედა შემომვლელს ექსპერიმენტული

$$\text{წერტილებისას } \frac{\epsilon_p \text{ ზღ. დრ. პდ.}}{R_p}, \quad \omega = \frac{d}{e} \text{ კოორდინატთა სისტემაში.}$$

ამის შედეგად მიღებულ იქნა დამოკიდებულება:

$$\epsilon_p \cdot \text{ზღ. დრ. პღ.} = 1,25 R_p (1 + 5\omega) \cdot 10^{-5}. \quad (1)$$

ბზარის მიღების მომენტში გაჭიმულ რკინა-ბეტონის ელემენტში გვექნება ძალა

$$P_{mn} = F_{\sigma} R_p (1 + 0,25 p \gamma), \quad (2)$$

სადაც

$$\gamma = 1 + 5\omega.$$

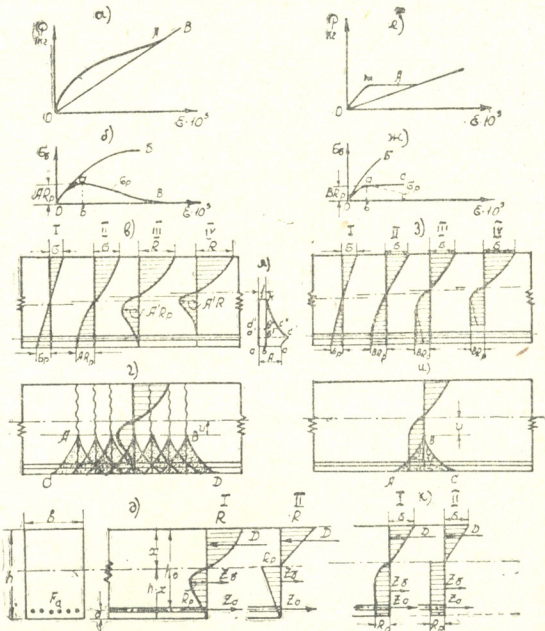
ძალები, რომლებიც გამოთვლილია ამ საანგარიშო ფორმულით, გვაძლევენ სრულიად დამაკმაყოფილებელ დამთხვევას საცდელ დატვირთვებთან.

საინტერესო შედეგები იყო მიღებული ტუფ-რკინაბეტონის კოჭებზე ცდების ჩატარებისას. გამოცდილ იქნა ტუფ-რკინაბეტონის კოჭების 8 სერია სხვადასხვა ცალკეული არმატურით (სამ-სამი კოჭი ყოველ სერიაში) სიდიდით $20 \times 20 \times 130$ სმ, საანგარიშო მალით 120 სმ. დატვირთვა ხდებოდა (საფუნურებით) შეყურსულ ძალთა სახით. გაზომვა წარმოებდა ტენზომეტრებით კოჭის გაჭიმულ ფერღზე. გამოიცადა აგრეთვე ტუფ-რკინაბეტონის კოჭების სამი სერია (სამი კოჭი ყოველ სერიაში) სიდიდით $16 \times 25 \times 230$ სმ (საანგარიშო მალი 200 სმ).

იზომებოდა ბეტონის განაპირა ბოჭკოების შეკუმშული და გაჭიმული ზონებისა და არმატურის დეფორმაციები. ცდები ტარდებოდა უნივერსალურ წნეხზე სპეციალური მოწყობილობის საშუალებით გრძელი კოჭების გაღუნვისათვის.

წმიდა ლუნვის უბნის მიღების მიზნით კოჭის შუა ნაწილში მოდებული იყო (საფუნურებით) ორი შეყურსული ძალა კოჭის შუაღედში, 50 სმ დაშორებით ერთმანეთისაგან.

მეორე ჯგუფის ცდების შედეგები (სადაც გვექონდა ორივე ზონისა და არმატურის გაზომვები) ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა ბეტონის კოჭებისათვის კუმშვისა და გაჭიმვის მრუდების ასაგებად ფერეს მეთოდით, რომელიც გავრცელებულია რკინა-ბეტონის ლუნვად ელემენტებზე პროფესორ ი. სტოლიაროვის მიერ [1]. ამ ცდებით დადგინილ იქნა:



ნახ. 4

1. თუ ლუნვადი მსუბუქი რკინა-ბეტონის ელემენტების არმირება სუსტია, ე. ი. ადგილი აქვს პირობებს $p < 1\%$ და $\omega < 0,25$ (ჩვენს ცდებში p იცვლებოდა $0,48\%$ — 2% საზღვრებში და ω -ს ჰქონდა მნიშვნელობა $0,167$ -დან $0,670$ -მდე),

მაშინ ბეტონი, მიაღწევს რა დატვირთვის გარკვეულ საფეხურზე სიმტკიცის ზღვარს R_p , დაიწყებს დენას. არმატურას არ შეუძლია შეაჩეროს ბეტონის დაწყებული დენადობა, რომელიც მუდმივი (ან ოდნავ შემცირებული) დაძაბვის დროს ამავე საფეხურზე მთავრდება ბზარის წარმოქმნით. ამავე დროს მთელი ტვირთი გადაეცემა არმატურას და ბზარი საგრძნობლად იხსნება.

ამ შემთხვევაში მლუნავი მომენტის მნიშვნელობა პირველი ბზარის წარმოქმნისას შესაბამება ბეტონის დენის დასაწყისს, ე. ი. ვადალუნვის წერტილს m -ს — ტუფ-რკინაბეტონის ელემენტის მუშაობის დიაგრამაზე (ნახ. 4, *e*).

ტუფ-რკინაბეტონის ელემენტის მუშაობის დიაგრამას, რომელიც ნაჩვენებია ნახ. 4-ზე (*e*) შეესაბამება ფერეს მეთოდის მიხედვით ბეტონის მუშაობის გაჭიმვასა და კუმშვაზე აგებული დიაგრამები, გამოხატული სურ. 4-ზე (*ж*). ამ ნახაზზე ჩვენ ვხედავთ, რომ ბეტონის სიმტკიცის ზღვარი გაჭიმვაზე ტოლია BR_p -სა და არა R_p -სა, ვინაიდან, როგორც ზემოთ ვაჩვენეთ, არმატურა თავისი ზემოქმედების სფეროში ამაღლებს ბეტონის სიმტკიცის ზღვარს და ამიტომ კოეფიციენტი $B > 1$.

რადგან ბეტონის დაძაბულობის ეპიურა კოჭის სიმაღლის მიხედვით წარმოადგენს ბეტონის მუშაობის დიაგრამის წრფივ გარდაქმნას, მხოლოდ დეფორმაციის ღერძის მიხედვით შეცვლილი მასშტაბით, ამიტომ ნახ. 4-ზე (*ж*) გაჭიმვისა და კუმშვის მრუდების მიხედვით აგებულია შესაბამისი ძაბვის ეპიურები ელემენტის მუშაობის სხვადასხვა სტადიისათვის (ნახ. 4, *з*).

III სტადია შეესაბამება პირველი ბზარის წარმოქმნას, IV კი წარმოადგენს დაძაბულ მდგომარეობას, როდესაც პირველი ბზარი რამდენადმე გაიხსნა. ბზარის გაჩენის მომენტში ნაწილობრივ გაიშვიათებული (არათანაბრად) პლასტიკური დეფორმაციის შედეგად ბეტონი წარმოადგენს ღუნვადი ელემენტის ნაწილს პრიზმის სახით, ფუძით ABC და სიმაღლით — b .

ჩვენ უკვე ვიცით, რომ AC დენადობის გავრცელების ზონაა, AB და BC კი წარმოადგენენ პარაბოლებს, იმათ მსგავსს, რომლის მიხედვითაც AC ზონაში იცვლება აბსოლუტური პლასტიკური დეფორმაცია. ეს დაძაბული მდგომარეობა, როდესაც $p < 1\%$ და $\omega < 0,25$, არაა მდგრადი და ბზარის გაღრმავება გარდუვალია.

აღწერილი შემთხვევის განგარიშების სქემას წარმოადგენს ცნობილი ეპიურა II (ნახ. 4, *к*), იგი ოდნავ განსხვავდება ნამდვილი I სქემისაგან.

დავუშვებთ რა, რომ ნეიტრალური ღერძი გადის შუაში, ე. ი. $\frac{x}{h} = 0,5$, როგორც ამას პროფესორი ვ. მურაშევი [2] აკეთებს, ჩვენი ფორმულა მიიღებს შემდეგ სახეს.

$$M_{mp} = 0,292 bh^2 R_p (1 + 0,66 p\gamma). \quad (3)$$

ამ ფორმულის მიხედვით მლუნავი მომენტის გამოანგარიშება გვაძლევს კარგ დამთხვევას ექსპერიმენტულ მონაცემებთან $p < 1\%$ და $\omega < 0,25$ პირობით.

2. თუ ღუნვადი მსუბუქი რკინა-ბეტონის ელემენტების არმირება ძლიერია, ე. ი. ადგილი აქვს პირობებს $p \cong 1\%$ და $\omega \cong 0,25$, მაშინ დატვირთვის განსახილველ საფეხურზე ბეტონის დაწყებულ დენას აჩერებს არმატურა და წმინდა პლასტიკური დეფორმაცია ტარდება დატვირთვის შემდეგ საფეხურებზე, სანამ არ იქნება მიღწეული ბეტონის ზღვრული ჭიმვადობა. ამ შემთხვევაში დენადობას თან სდევს დაძაბულობის თანდათანობით შემცირება და, მაშასადამე, მთელი ტვირთის თანდათანობით გადაცემა არმატურაზე.

იმ მომენტში, როდესაც გაჭიმვის დეფორმაცია თავის მაქსიმალურ საზღვარს მიაღწევს, დაძაბულობა ბეტონის იმავე გაჭიმულ ბოჭკოებში ნულის



ტოლი იქნება, კიდურშეკუმშულ ბოჭკოებში კი—კუმშვადობის სიმეტრიის ზღვრის R_p მნიშვნელობისა.

ისევე, როგორც პირველი შემთხვევისათვის, აგებულია დაძაბულობის სხვადასხვა სტადია (ნახ. 4, B).

დამახასიათებელია, რომ ძლიერი არმირებისას, ბზარის წარმოქმნის მომენტში გამჭიმავი ძაბვების ეპიურა III-ს აქვს არაჩვეულებრივი სახე. განაპირა ბოჭკოში დაძაბულობის მაქსიმალური მნიშვნელობის მაგივრად იგი ნულის ტოლია. ბზარის წარმოქმნისას და შემდეგ მის გახსნისას ეპიურის სახე ინახება, მხოლოდ იგი მოკლდება, სულ უფრო ეკვრება ნეიტრალურ ღერძს.

ძლიერი არმირებისას სუფთა ლუნვის უბანზე ძალთა გადანაწილების შედეგად უცბად შეიძლება წარმოიქმნას რამდენიმე საწყისი ბზარი, ან ყოველ შემთხვევაში თუ წარმოიქმნა მხოლოდ ერთი ბზარი, მაშინ ამ უბანზე ამ მომენტისათვის მთელი რიგი ადგილები მომზადებული იქნება ბზარის წარმოქმნისათვის. ამიტომ ჩვენ შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ წმინდა ლუნვის უბანზე გაიშვიათებული ბეტონის მრავალი პრიზმა.

პირველი შემთხვევიდან განსხვავებით, დაძაბულ მდგომარეობას ბზარის წარმოქმნის მომენტში, თუ დატვირთვის შემდეგი ზრდა შეწყვეტილი იქნება, მდგრადი ხასიათი აქვს და გახსნა არ ხდება. ამასთანავე დაძაბულობის ნამდვილი ეპიურა I (სურ. 4, D) შეიძლება შეიცვალოს სიზუსტით, რომელიც საკმარისია პრაქტიკული მიზნებისათვის II საანგარიშო სქემით. თუ შევადგენთ წონასწორობის განტოლებას და მივიღებთ ბეტონის სრული ზღვრული ჭიმვადობისათვის

$\epsilon_p \cdot \text{ზლ.} = \epsilon_p \cdot \text{ზლ. ერ. პლ.} + \epsilon_p \cdot \text{ზლ. მს. პლ.} = 1,25 R_p (1 + 5\alpha) \cdot 10^{-5} + 20 \cdot 10^{-5}$,
ე. ი. თუ დავუშვებთ პირველი მიახლოებისათვის სიმეტრიის მარაგის სასარგებლოდ $\epsilon_p \cdot \text{ზლ. მს. პლ.} = 20 \cdot 10^{-5}$, რომელიც მიღებულია წინასწარი ნაკლოვანებით, მივიღებთ საანგარიშო ფორმულებს:

$$M_{mp} = \frac{bh^2 R_p}{6} \left[1 - \left(\frac{x}{h} \right)^2 + p \left(0,525 \gamma + \frac{8,4}{R_p} \right) \left(\frac{3h_0}{h} - \frac{x}{h} \right) \right] \quad (4)$$

$$\frac{x}{h} = \frac{R_p (1 + 0,525 p \gamma) + 8,4 p}{R + R_p} \quad (5)$$

(4) ფორმულა ბევრ შემთხვევაში გვაძლევს გადახრას სიმეტრიის მარაგის მხარეზე 25%/მდე, მაგრამ $\epsilon_p \cdot \text{ზლ. მს. პლ.}$ სიდიდის დაზუსტებისათვის საჭიროა დამატებითი ცდების ჩატარება სხვადასხვა ცემენტზე დამზადებულ მსუბუქ რკინა-ბეტონზე. ნახ. 4-ზე (II) ნაჩვენებია ურთიერთმოქმედების რადიუსის გავლენა ბეტონის სიმეტრიცზე გაჭიმვისას. არმატურის ღეროებისაგან მოცილებისას ბეტონის ბოჭკოები მის სულ უფრო ნაკლებ მოქმედებას განიცდიან. პრაქტიკულად ნეიტრალურ ღერძთან არმატურის მოქმედება ნულამდე დიდის [3].

სსრ კავშირის ელექტროსადგურების სამინისტროს თბილისის
ნაგებობათა და ჰიდროენერგეტიკის სამეცნიერო-საკვლევო
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 6.2.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Я. В. Столяров. Теория железобетона на экспериментальной основе. X., 1934.
2. В. И. Мурашев. Трещиностойчивость, жесткость и прочность железобетона. Машстройиздат, Москва, 1950.
3. О. Я. Берг. О предельном состоянии по трещинам в железобетонных мостовых конструкциях. Труды Всесоюзного научно-исследовательского Института железнодорожного строительства и проектирования. Трансжелдориздат, Москва, 1951.

ბოტანიკა

კ. ოღიზარია

ლამაზმტვრიანას (*CALISTEMON R. Br.*) კვირტების ჩასახვისა და ბანვითარების ზოგადი თვისებებები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. ლომოურმა 24.2.1955)

ლამაზმტვრიანა (*Calistemon R. Br.*) პატარა მარადმწვანე მცენარეა *Myrtaceae* ოჯახიდან. ცნობილია მისი 25-მდე სახე გავრცელების გეოგრაფიული არეალით ავსტრალიის ფარგლებში, სადაც ის იზრდება მშრალ, უნაყოფო მიდამოებში. საბჭოთა კავშირში ეს ბუჩქები გვხვდება შავი ზღვის სანაპიროებზე. აქ ძირითადად ცნობილია *C. lanceolatus* Dc. სათანადო კულტურულ პირობებში მისი დეკორაციული ხარისხი მაღალდება.

ლამაზმტვრიანას, ისე როგორც მრავალ მცენარეს, საყვავილე კვირტები ესახება და უფორმდება ყვავილობის წინა წლის ზაფხულში. გენერაციული კვირტების ჩანერგვისა და განსაკუთრებით ფორმირების მხრივ ამ ბუჩქს, სხვა ბუჩქოვანი მცენარეების მრავალ სახესთან შედარებით, არსებითი თავისებურებანი აქვს. კარგად განათებულ ადგილზე აღმოცენებულ ლამაზმტვრიანას თითქმის ყოველ ამონაყარზე ჩანსახება 55-მდე გენერაციული კვირტი, რომლებიც აყვავებისას წარმოქმნიან 12—სმ-მდე სიგრძის ხშირ ცილინდრულ პირველად კენწეროს (თავთავს). მისი ღერო ფოთლოვან ყლორტად ზრდის შემდეგ მეორე თავთავს იძლევა. მას აქვს ჯამი ხუთი კბილით, ფოთოლი—ხუთი (მცენი), მტვრიანა მრავალი, მოძრავი (მოქანავე) შეუერთებელი მტვრიანები. მტვრიანების ბუდეები პარალელურია—სიგრძეზე მსკდომი; ქვემო კვანძი კოლოფად იქცევა, რომელიც ინახება რამდენიმე წლის განმავლობაში.

მასალების შეგროვებასა და აგრეთვე ფენოლოგიურ დაკვირვებებს ავტორი აწარმოებდა სოხუმის ბოტანიკურ ბაღში და ქ. სოხუმის მიდამოებში 1952—1954 წლებში.

შავი ზღვის კავკასიის სანაპიროებზე ლამაზმტვრიანა ყვავის გაზაფხულ-ზაფხულის თვეებში. ყვავილობის პერიოდის ამა თუ იმ მხარის გადახრა დამოკიდებულია წლის მეტეოროლოგიურ პირობებზე, აგრეთვე მზის მიერ მისი აღმოცენების ადგილების გათბობის ხარისხზე. ლამაზმტვრიანას ყვავილობის ხანგრძლივობა გაზაფხულის პირობებთან დაკავშირებით 15—25 დღის ფარგლებში მერყეობს. ამავე დროს გრილ ამინდში ყვავილობა გრძელდება. ყვავილთა ძირითადი ნაწილის აყვავებამდე ცოტა ადრე ზრდას იწყებს კენწერო. გვერდითი უბის კვირტები ყოველთვის არ იღვიძებს და ყოველთვის არ იძლევა განშტოებას. კენწეროს ზრდა თანდათან ძლიერდება. მაისის ბოლოსა და ივ-

ნისის პირველ რიცხვებში იშლება ვეგეტაციური ყლორტის ფურცლების დიდი ნაწილი. ახალგაზრდა ფოთლები მოწითალო ფერისაა, უფრო ძველი კი მუქი-მწვანე-მოწითალო ელფერისა. იგი ლანოცეტის მაგვარია, მახვილწვერიანი, 3-დან 7 სმ-მდე სიგრძისაა და 0,8 სმ-მდე სიგანისა. შუა ძარღვი და გვერდითი განშტოებები ამოხნეკილია. ამ დროს ფოთლის თითქმის ყველა უბეში ჩანს პატარა ვეგეტაციური კვირტი. ღერძის ზრდის პერიოდში ზრდის კონუსიდან ფოთლოვან ყლორტებზე ყვავილები ჭკნება და ნაყოფი ინასკვება. კენწეროს ვეგეტაციური ყლორტი 25-დან 60 სმ სიმაღლემდე მიღწევისას აჩერებს ზრდას და კილის უბეში ზრდის კონუსზე წარმოქმნის საყვავილე კვირტებს. პირველი სურათის ნახ. 1 და 2-ზე გამოსახულია ზრდის კონუსი და მისი ვერტიკალური ჭრილი, აგვისტოს შუა რიცხვების მდგომარეობის მიხედვით (ერთნახევარჯერ გადიდებული).

პირველადი კვირტების გარეთა ქერტილი წითელია ან მოლურჯო-ყავისფერი; დროთა განმავლობაში ის მუქდება. ქვედა, ახალგაზრდა ფოთლების უბეებში მყოფი კვირტები, როგორც თვით ფოთლები, არ იზრდება, მაშინ როცა ქერტლის უბეებში მყოფი და მათ მიერ მჭიდროდ დაბურული კენწეროს კვირტები ზრდის კონუსთან თანდათანობით იზრდება და ვეგეტაციური პერიოდის ბოლოს აღწევენ 0,7-დან 1 სმ-მდე სიმაღლეს 0,5-დან 0,8 სმ-მდე დიამეტრით (იხ. სურ. 1-ზე ნახ. 3 და 4). ასეთი კვირტები იზამთრებენ მყუდრო მდგომარეობაში; სადღე მცენარის გაზაფხულის წვენთა მოძრაობის მდგომარეობაში შესვლისას ისინი ზრდას იწყებენ. ზრდის კონუსის გაკეწვის ზრდასთან ერთად საყვავილე კვირტების რაოდენობა იზრდება. წვენთა მოძრაობის დაწყებიდან პირველი დეკადის ბოლოს კვირტები აღწევენ 0,9 სმ და 1,5 სმმდე სიმაღლეს და 0,8-დან 1 სმ დიამეტრი აქვთ. მეორე დეკადის ბოლოს კენწეროს კვირტების მჭიდროდ მფარავი ქერტილი გადალუნვის ადგილას უფერული წებოვანი სითხის გამოყოფით თანდათანობით იწყებს გადალუნვას ზედა ბოლოთი (იხ. სურ. 1-ზე ნახ. 7,8). მესამე დეკადის განმავლობაში გრძელდება კვირტების ნელი ზრდა, ხოლო მეოთხე დეკადის შუა რიცხვებში ქერტილი თითქმის სანახევროდ იშლება და იწყება კვირტების უფრო ინტენსიური ზრდა. ამ ზრდის აპიკალური ნერისტემიდან იწყებს ზრდას ყლორტი, რაც სქემატურად წარმოდგენილია ამავე სურათის მე-13 და მე-14 ნახატებზე. შემდგომი მე-15, მე-16, მე-17 და მე-18 სქემატური სურათები გამოსახავს ვეგეტაციური ყლორტის სათანადო ზრდას ზრდის კონუსიდან. ამ დროისათვის, ე. ი. სადღე მცენარის წვენთა მოძრაობის დაწყებიდან მე-5 დეკადის დასაწყისში, იწყება ყლორტების ზრდა.

ამრიგად, გაზაფხულზე წვენთა მოძრაობის დაწყებიდან პირველ 5 დეკადაში ძირითადად წარმოებს სადღე მცენარის საყვავილე კვირტების რაოდენობრივი ზრდა, შემდეგ იწყება მათი საბოლოო დასივება, ხოლო მასობრივი ყვავილობის ბოლოს იწყება ყლორტების ინტენსიური ზრდა. მე-2 სურათზე სქემატურად ნაჩვენებია საყვავილე კვირტების მასობრივი გაშლა და ყლორტების ინტენსიური ზრდის დასაწყისი.



1952, 1953 და 1954 წლებში ჩატარებული დაკვირვებების მიხედვით კენწეროს ყლორტები მე-6 სავეგეტაციო დეკადის განმავლობაში აღწევენ 20 სმ სიგრძეს, ხოლო ყლორტის ქვედა და შუა ნაწილში ამ დროს ფოთლები სავსე-

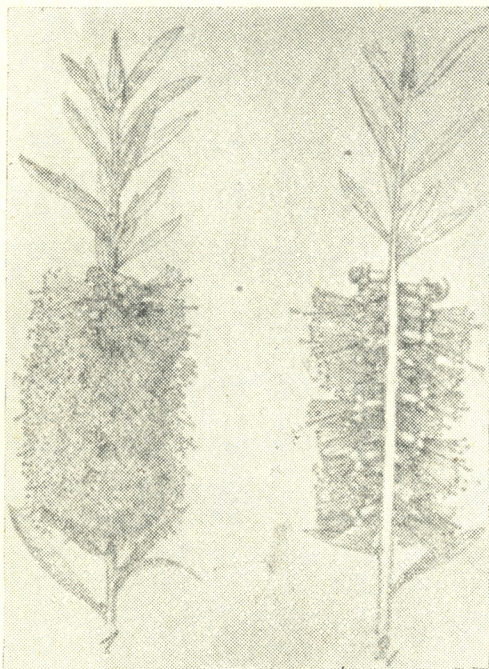


სურ. 1

ბით ფორმირდება, დიდდება გვერდის კვირტებიც, მაშინ როცა ახლახან გაშლილ კენწეროს ნორჩი ფოთლების უბეში კვირტები თვალით ოდნავ შესამჩნევი არიან, მათ ისეთივე ფერი აქვთ, როგორც ყლორტის ნორჩ ქერქა.

ამ დროს ყლორტის ქვემო და შუა ნაწილში მოთავსებულ კვირტებს, რომელთაც 1 მმ და მეტი სიგრძე აქვთ, აღენიშნებათ ყლორტის კოკორის ჩანასახი.

კენწეროს კვირტების განკერძოებულობის სიდიდე და ხარისხი, რომელთაც აღენიშნებათ საყვავილე ყლორტების ჩანასახები, სხვადასხვაგვარია არამარტო სხვადასხვა ეგზემპლარზე და ბუჩქის სხვადასხვა ტოტზე, არამედ ერთი ცალკეული ყლორტის ფარგლებშიც. ასე მაგალითად, 1954 წ. 30 სექტემბერს ჩრდილო-დასავლეთ, სამხრეთ და სამხრეთ-აღმოსავლეთ დაქანებაზე აღმოცენებულ ლამაზმეტერიანას ბუჩქებიდან აღებულ იქნა ყლორტები ყვავილების



სურ. 2

ნასკვებით. კვირტების სიდიდე ამ ყლორტებზე მერყეობდა 0,3-დან 1,0 მმ-მდე სიგრძით და 0,2-დან 0,8-მმ-მდე სიგანით. ქერტლის სულ ზემო ნაწილში ისინი მხოლოდ ჩასახული იყვნენ. ცოტა ქვემოთ განლაგებულ კვირტებში, სიგრძით 1,0 მმ-მდე, განკერძოებული იყო 4—4 საკვირტე ქერტლი. კვირტების სხვადასხვა სიდიდეს და მათი განკერძოებულობის არათანაბარ ხარისხს ძირითადად სადღე მცენარის მზით განათებისა და ვათობის სხვადასხვაგვარ ხარისხს შივაწერო.

გენერაციული ორგანოების ჩასახვა ლამაზმეტერიანას ეწყება კენწეროში ვეგეტაციური ყლორტის ზრდის დამთავრების ბოლოს ფოთლების ჩაუსახავად. როგორც ცნობილია, მერქნიან-ბუჩქოვანთა ყველა სახის კვირ-

ტები, რომელთა თანაყვავილეები იმყოფება არა ჩანასახი ფოთლების უბეში, არამედ უშუალოდ მისდევს საკვირტე ქერტლებს, ადრე ისახება [1]. ივლისის უკანასკნელ დეკადაში ლამაზმეტერიანას ვეგეტაციური ყლორტების ბოლოებში ისახება კენწეროს ყლორტები მუქი მოწითალო გარეთა ქერტლით. ამ დროიდან წყდება ახალი ფოთლების გაშლა.

გაძლიერებული ზრდის დაწყებასთან და კონუსის ზრდიდან საფოთლე ყლორტის განვითარებასთან ერთად კენწეროს ყვავილები ხშირ ცილინდრულ თავთავებში ჭკნება და ნასკვები გადაიქცევა კოლოფებად, რომელნიც რამდენიმე წელს რჩებიან დედა მცენარეზე.

ლამაზმტერიანა ეკუთვნის ზამთრის სიმყუდროვის გრძელი და მყარი პერიოდის მქონე მცენარეთა რიცხვს. ნათელი, თბილი დღეების დადგომისას, შემოდგომა-ზამთრის თვეებში მათი ნაადრევი ყვავილობა არაა შემჩნეული.

ლამაზმტერიანას ყვავილობისათვის მზადყოფნის შესამოწმებლად 1953 წელს შემდეგი ცდა ჩატარეთ: პირველ ოქტომბერს, ე. ი. აცივების დაწყებამდე, ლამაზმტერიანას 8--10 წლის ასაკის ბუჩქები გადავრგეთ კათხებში, რომლებიც ნოემბრის ბოლომდე იმყოფებოდნენ გაუთბობ სათბურებში, შემდეგ კი გადავიტანეთ 15° — 25°C ტემპერატურამდე გამთბარში; სათბურში მცენარეები არ გამოსულა სიმყუდროვის მდგომარეობიდან. ანალოგიური მონაცემები მივიღეთ აგრეთვე 1954 წლის თბილ ზამთარშიც. ეს გვაძლევს საფუძველს დავასკვნათ, რომ ლამაზმტერიანას საყვავილე კვირტების საზამთრო სიმყუდროვის ფაზის გავლისათვის შედარებით ხანგრძლივი პერიოდია საჭირო.

დასკვნები

1. ლამაზმტერიანას აპიკალურ მერისტემაზე სპეციალიზებული კვირტები საყვავილე ქერტლით აქვს დაფარული, უშუალოდ ქერტლის უკან ჩასახული და ვეგეტაციური (მხოლოდ საბოლოო) ზრდის გაგრძელებისათვის საჭირო ფოთლების ჩანასახით;

2. ლამაზმტერიანას საყვავილე კვირტები ისახება მიმდინარე წლის ნაზარდი ყლორტის აპიკალურ მერისტემაზე, ხოლო უფრო ქვედა კოკრების განკერძოებულობა იწყება ყლორტების ზრდის დამთავრებისას, ე. ი. ივლისის მეორე ნახევარში, ზოგ. წელს კი აგვისტოს პირველ რიცხვებში;

3. შემდგომ წელს, პირველი 5 დეკადის განმავლობაში, გაზაფხულის წვეთა მოძრაობის დაწყების მომენტიდან სადღე მცენარეს ეწყება ძირითადად საყვავილე კვირტების ზრდა და გადიდება და შემდეგ კი მათი საბოლოო გასივება, ხოლო მასობრივი ყვავილობის ბოლოს იწყება ყლორტების ინტენსიური ზრდა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

სოხუმის ბოტანიკური ბაღი

(რედაქციას მოუვიდა 24.2.1955)

დასმუშავებული ლიტერატურა

1. Ботаника, т. 1, под редакцией проф. Л. М. К у р с а н о в а. М., 1950.

მასპერიმენტული მადიცინა

თ. ტყეშელაშვილი

 სისხლის ცვლილებები წვრილი ნაწლავის ვრცელი
 რეზექციის შემდეგ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 27.11.1954)

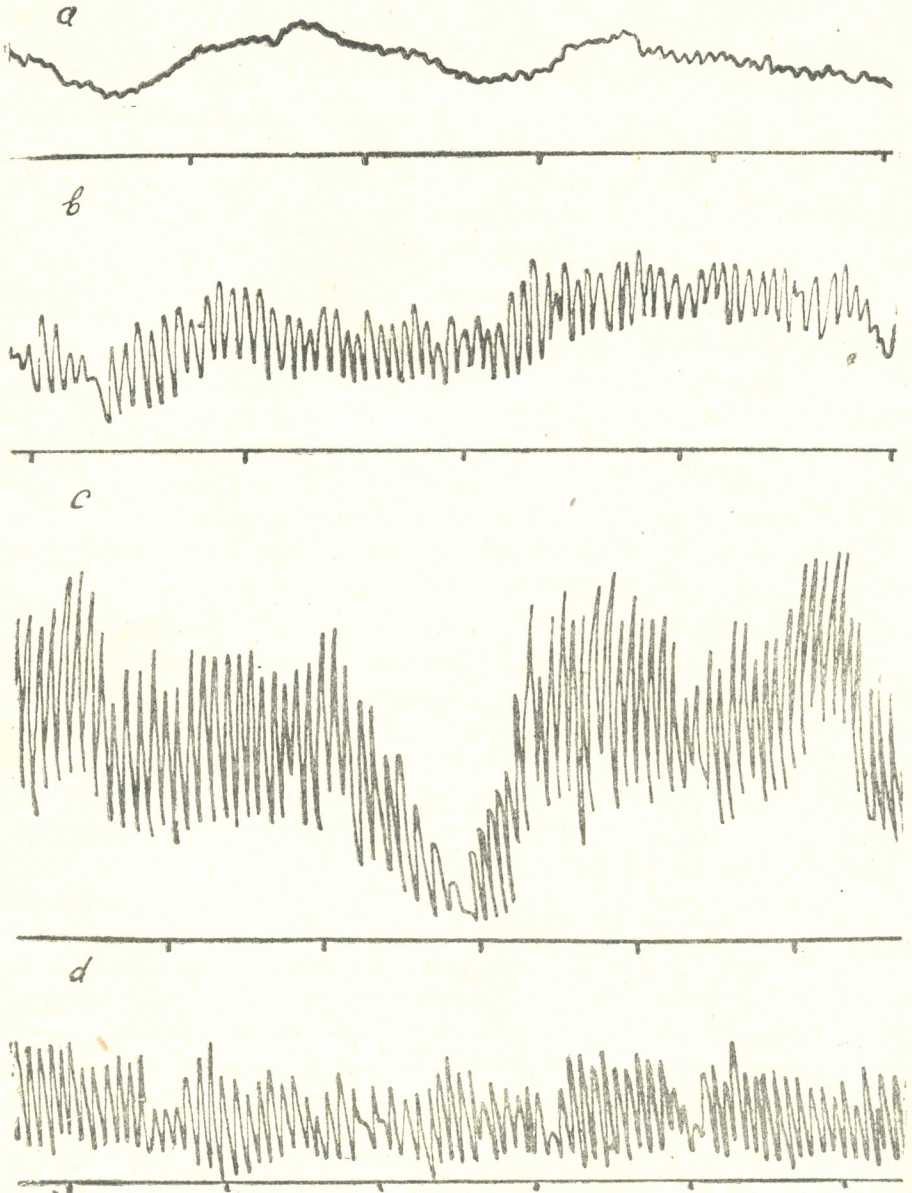
როგორც ცნობილია, წვრილი ნაწლავის ვრცელი რეზექცია საკმაოდ ხშირი ოპერაციაა, რომელიც დაკავშირებულია უმეტეს წილად ნაწლავთა მწვავე გაუფალობის შედეგად განვითარებულ განგრენულ პროცესთან. ცნობილია აგრეთვე ის გარემოება, რომ აღნიშნული ოპერაცია უხშირესად მძიმე შედეგით მთავრდება: ავადმყოფების უმეტესი ნაწილი იღუპება ან ოპერაციის შემდგომ პირველ დღეებში შოკის, ინტოქსიკაციისა და პერიტონიტის გამო, ან ოპერაციიდან უახლოეს პერიოდში საჭმლის მონელების პროცესის მკვეთრი დარღვევისა და ორგანიზმის განლევის გამო.

წვრილი ნაწლავის მცირე ნაწილის დაკარგვას ორგანიზმი ადვილად ეგუება, ხოლო ვრცელი რეზექცია, როგორც აღენიშნეთ, უმეტესად სიკვდილით მთავრდება. ამიტომ სავესებით ბუნებრივია მკვლევართა ინტერესი დაადგინონ რეზექციის დასაშვები საზღვრები, შეისწავლონ კომპენსაციური პროცესები, განსაზღვრონ ოპერაციის შემდგომ პერიოდში ავადმყოფთა დიეტურ-მედიკამენტური მკურნალობა და სხვა. ინტერესს არ არის მოკლებული აგრეთვე წვრილი ნაწლავის ვრცელი რეზექციის შემდეგ სისხლში განვითარებული ცვლილებების შესწავლაც. ამ საკითხზე მხოლოდ რამდენიმე შრომაა.

ვ. პარმენოვის ცნობით [5,6], რამდენიმე ოპერირებული ავადმყოფიდან მხოლოდ ერთ შემთხვევაში განვითარდა მწვავე ანემიის მოვლენები და ისიც ხანმოკლე მანძილზე. ასეთივე მონაცემები მიიღეს სხვა ავტორებმაც [2,3,4,7].

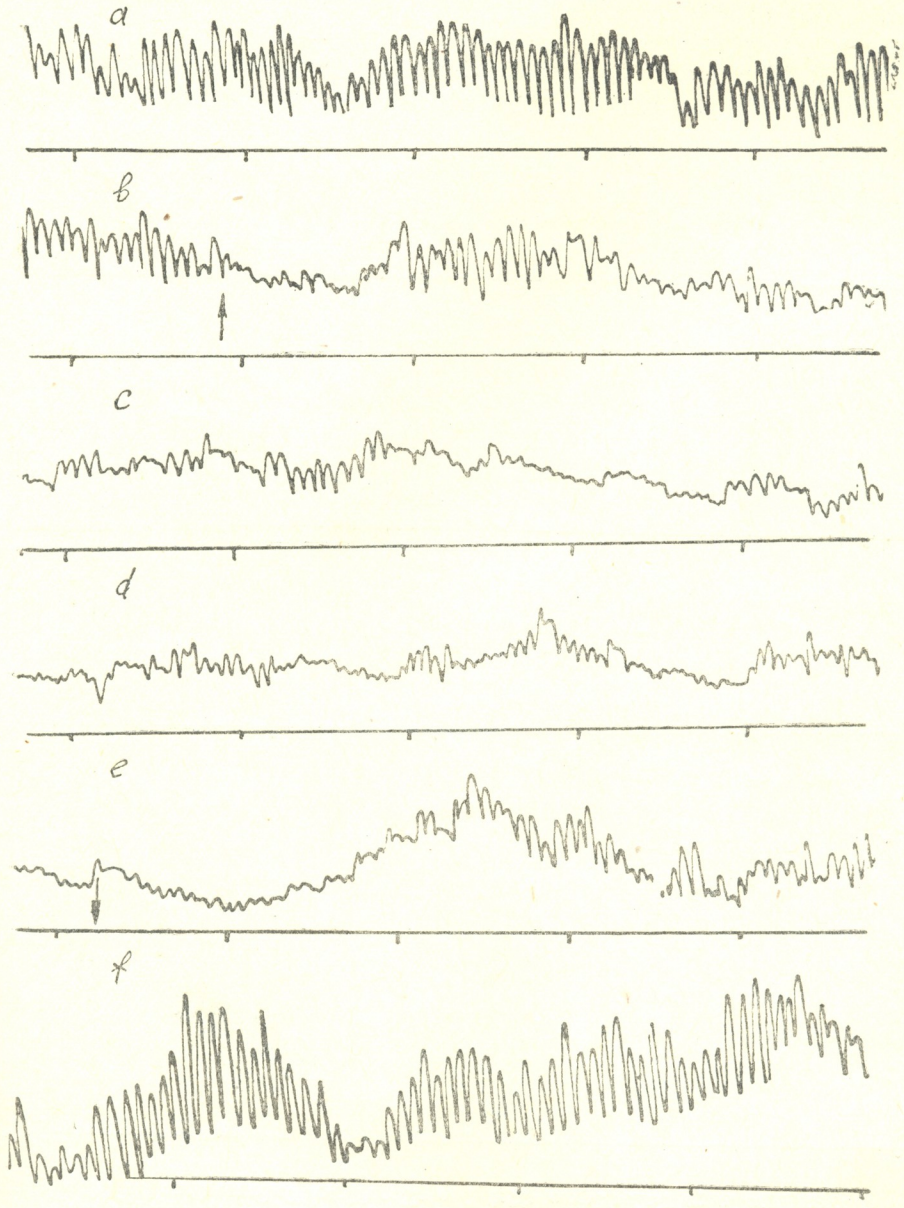
აღნიშნულ საკითხთან დაკავშირებით მეტად საინტერესო ექსპერიმენტები ჩატარეს თ. ჟვანიამ, ი. მაღრაძემ, დ. მამამთავრიშვილმა, ე. სემენსკაიამ და მ. ჩაჩავამ [1]. მათი მონაცემებით, წვრილი ნაწლავის ვრცელი რეზექციის შემდეგ ნაკლებად იცვლება როგორც სისხლის სურათი, ისე მედულოგრამაც.

ჩვენ მიერ სისხლის სურათთან ერთად შესწავლილია წვრილი ნაწლავის მოტორული ფუნქციაც. მოტორული ფუნქციის შესწავლა წარმოებდა ბალონკიმოგრაფიული წესით. სათანადო ფონის დადგენის შემდეგ, რაც ტარდებოდა თირი-ველას წესით იზოლირებული ნაწლავის მქონე 4 ძალზე, ვაწარმოებდით ვრცელ რეზექციას. ამოკვეთილი ნაწლავის სიგრძე მერყეობდა 138—180 სმ-მდე, რაც თითოეულ შემთხვევაში წვრილი ნაწლავის საერთო სიგრძის 35—60% შეადგენდა.



სურ. 1. წვრილი ნაწლავის მოტორული ფუნქცია მისი ვრცელი რეზექციის შემდგომ პერიოდში: *a*—მე-7 დღე, *b*—მე-19 დღე, *c*—34-ე დღე, *d*—35-ე დღე

წვრილი ნაწლავის ვრცელ რეზექციასთან დაკავშირებით ვსწავლობდით აგრეთვე მისი ერთი სეგმენტის შედარებით სუსტი მექანიკური გალიზიანების

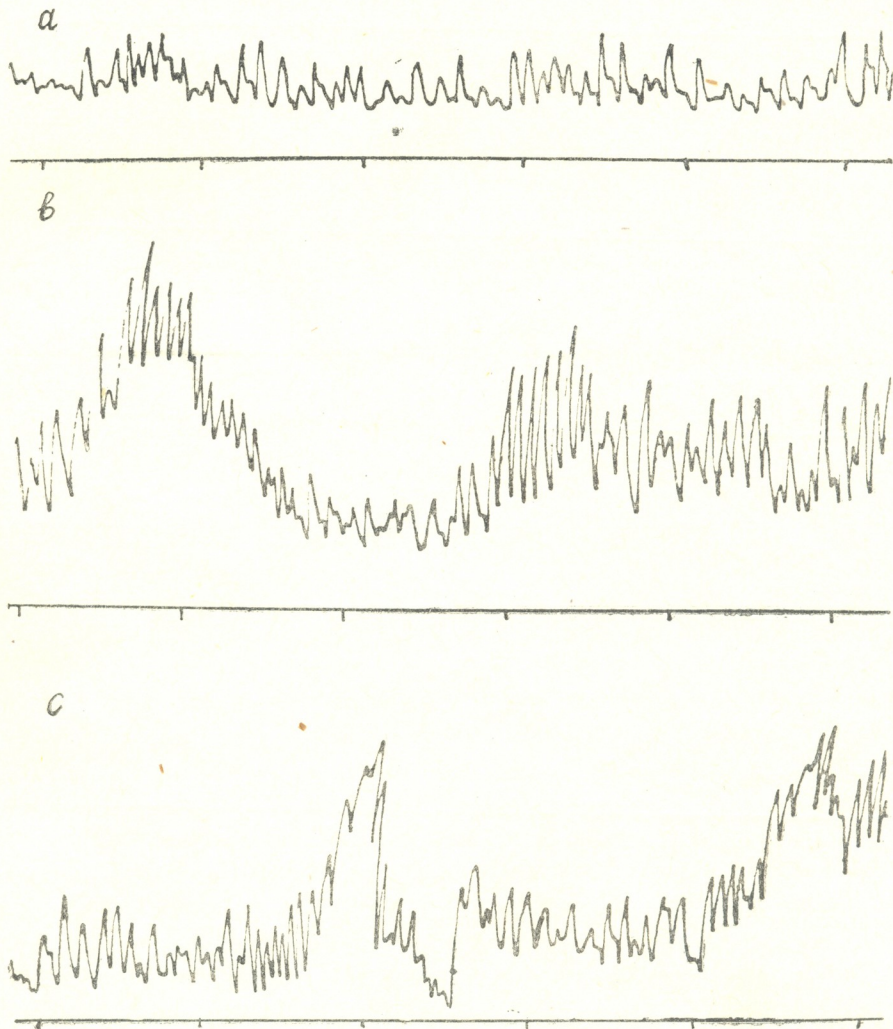


სურ. 2. წვრილი ნაწლავის ერთი სეგმენტის მექანიკური გალიზიანების გავლენა მეორე სეგმენტის მოტორულ ფუნქციაზე: *a*—გალიზიანების დაწყებამდე, *b*—გალიზიანების დაწყება (\uparrow), *c*—გალიზიანების დაწყებიდან 10 წუთის შემდეგ, *d*—25 წუთის შემდეგ, *e*—გალიზიანების შეწყვეტა (\downarrow), *f*—გალიზიანების შეწყვეტიდან 10 წუთის შემდეგ

გავლენას მეორე სეგმენტის მოტორულ ფუნქციაზე, ვსაზღვრავდით პერიფერიულ სისხლში ქლორიდებისა და ნარჩენი აზოტის რაოდენობას და ვაკვირ-

დებოდიტ საექსპერიმენტო ცხოველის ზოგად მდგომარეობას (მადა, კუჭის მოქმედება, სხეულის წონა).

ჩატარებულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ნაწლავის მოტორული ფუნქცია მისი ვრცელი რეზექციის პირველ ხანებში მეტად სუსტადაა გამოხატუ-



სურ. 3. წვრილი ნაწლავის ერთი სეგმენტის მექანიკური გალიზიანების გავლენა მეორე სეგმენტის მოტორულ ფუნქციაზე: *a*—გალიზიანების დაწყებამდე, *b*—გალიზიანების დაწყებიდან 10 წუთის შემდეგ, *c*—30 წუთის შემდეგ

ლი, ხოლო შემდგომ იგი თანდათანობით ძლიერდება და რეზექციამდე არსებულ ფონს უბრუნდება დაახლოებით $1-1\frac{1}{2}$ თვის შემდეგ. მიაღწევდა რა ნაწლავის მოტორული ფუნქცია რეზექციამდე არსებულ ფონს, თუ საექსპერიმენტო ცხოველის ზოგადი მდგომარეობა კარგი იყო, ნაწლავის მოტო-

რული ფუნქცია საგრძნობ ცვალებადობას აღარ განიცდიდა, წინააღმდეგ შემთხვევაში კი (ე. ი. მაშინ, როდესაც ძალი კარგავდა მადას, ეწეებოდა ფალარათობა, საგრძნობლად იკლებდა წონაში) ადგილი ჰქონდა ნაწლავის მოტორული ფუნქციის განმეორებით დაქვეითებას (იხ. სურ. 1).

ცხრილი 1

სისხლის სურათი წვრილი ნაწლავის ვრცელი რეზექციის შემდეგ

ძალის № №	რიგითი № №	თარიღი	ჰემოგლობინი	ერითროციტები	ფერადობის მაჩვენებელი	ლეიკოციტები	თორამბოციტები	ლეიკოციტური ფორმულა							
								ნეიტროფილები				ლიმფოციტი	მონოციტი	ეოზინოფილი	ბაზოფილი
								ახალგაზრდა	ჩხირბითიანი	სეგმენტბირთვ.	—				
1	1	2.12.52	42 %	4.700.000	0,44	7.500	41 %	—	—	69,5	17	8,5	5	—	
"	2	12.12.52	35 %	3.140.000	0,56	8.700	30 %	—	3	62	22	10	3	—	
"	3	23.12.52	41 %	4.200.000	0,50	8.900	39 %	—	1,5	68	20	5,5	5	—	
"	4	17. 1.53	41 %	3.500.000	0,58	8.200	31 %	—	1	63	20	15	1	—	
"	5	25. 1.53	33 %	3.400.000	0,48	11.300	28 %	—	1,5	75	17,5	5,5	0,5	—	
2	1	9.12.52	40 %	5.100.000	0,39	7.000	40 %	—	0,5	64,5	21,5	7,5	6	—	
"	2	19.12.52	42 %	5.000.000	0,42	7.700	48 %	—	1	78	13	6,5	1,5	—	
"	3	29.12.52	40 %	5.300.000	0,37	8.800	37 %	—	—	61	27	5	7	—	

შენიშვნა: წვრილი ნაწლავის ვრცელი რეზექცია № 1 ძალს გაუყეთდა 1952 წლის 4 დეკემბერს, ხოლო № 2 ძალს—1952 წლის 9 დეკემბერს.

საინტერესო მონაცემები მივიღეთ ვისცერო-ვისცერული რეფლექსების შესწავლითაც, სახელდობრ: წვრილი ნაწლავის ვრცელი რეზექციის შემდეგ თუ საექსპერიმენტო ცხოველის ზოგადი მდგომარეობა კარგი იყო, ნაწლავის ერთი სეგმენტის შედარებით სუსტი მექანიკური გაღიზიანება იწვევდა მეორე სეგმენტის მოტორული ფუნქციის დაქვეითებას; ზოგადი მდგომარეობის გაუარესებას კი თან ერთვოდა სრულიად საწინააღმდეგო მოვლენა: ნაწლავის ერთი სეგმენტის გაღიზიანება იწვევდა მეორე სეგმენტის მოტორული ფუნქციის გაძლიერებას (იხ. მე-2 და მე-3 სურათები).

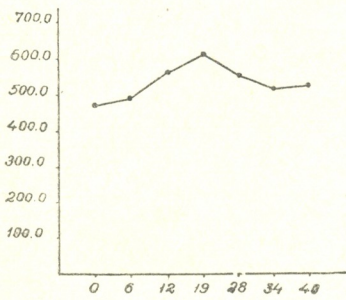
შედარებით ნაკლები ცვლილებები მივიღეთ სისხლის სურათის შესწავლისას. მაგალითად, № 1 ძალს წვრილი ნაწლავის ვრცელ რეზექციამდე ჰქონდა 42 % ჰემოგლობინი, ვრცელი რეზექციიდან მე-9 დღეს ჰემოგლობინის რაოდენობა გახდა 35%, მე-20 დღეს—41%, 50-ე დღეს—33%. იგივე ითქმის № 2 ძალზეც. მას წვრილი ნაწლავის ვრცელ რეზექციამდე ჰქონდა 40% ჰემოგლობინი, ვრცელი რეზექციიდან მე-11 დღეს ჰემოგლობინის რაოდენობა 42% გახდა, 21-ე დღეს კი 40%. № 1 ძალისა და № 2 ძალის სისხლის საერთო სურათი წარმოდგენილი გვაქვს პირველ ცხრილში.

აღსანიშნავია ის გარემოებაც, რომ წვრილი ნაწლავის ვრცელი რეზექციის შემდეგ პერიფერიულ სისხლში შედარებით ნაკლებად იცვლებოდა ქლო-

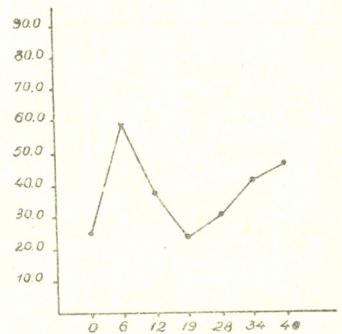


რიდებისა და ნარჩენი აზოტის რაოდენობაც; მაგალითად: № 3 ძალს ქლო-
რიდები წვრილი ნაწლავის ვრცელ რეზექციამდე ჰქონდა 467, 61 მგ %, ვრცე-
ლი რეზექციიდან მე-6 დღეს ქლორიდების რაოდენობა გახდა 485, 13 მგ %,
მე-12 დღეს—561, 12 მგ %, მე-19 დღეს—613,72 მგ %, 28-ე დღეს—549,43
მგ %, 34-ე დღეს—514,36 მგ %, მე-40 დღეს—531,80 მგ %. იმავე ძალს
წვრილი ნაწლავის ვრცელ რეზექციამდე ნარჩენი აზოტი ჰქონდა 25,2 მგ %
ვრცელი რეზექციიდან მე-6 დღეს ნარჩენი აზოტის რაოდენობა გახდა 58,8
მგ %, მე-12 დღეს—37,8 მგ %, მე-19 დღეს—23,8 მგ %, 28-ე დღეს—29,4 მგ %,
34-ე დღეს—41,4 მგ %, მე-40 დღეს—45,5 მგ %.

ყოველივე ზემოაღნიშნული წარმოდგენილი გვაქვს მრუდების სახით (იხ.
მრუდი 1.2)



მრუდი 1. ქლორიდების რაოდენობა
სისხლში წვრილი ნაწლავის ვრცელ რეზექცი-
ამდე და მის შემდეგ (ვერტიკალურ ხაზზე აღ-
ნიშნულია ქლორიდების რაოდენობა მგ%-ით,
ხოლო ჰორიზონტალურზე — ოპერაციის
შემდგომი დღეები)

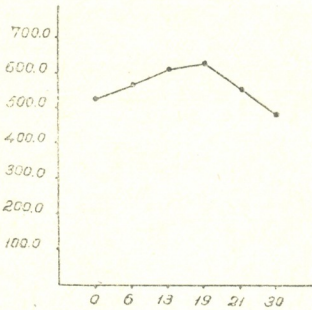


მრუდი 2. ნარჩენი აზოტის რაოდენობა
სისხლში წვრილი ნაწლავის ვრცელ რეზე-
ქციამდე და მის შემდეგ (ვერტიკალურ ხაზზე
აღნიშნულია ნარჩენი აზოტის რაოდენობა
მგ %-ით, ხოლო ჰორიზონტალურზე—ოპე-
რაციის შემდგომი დღეები)

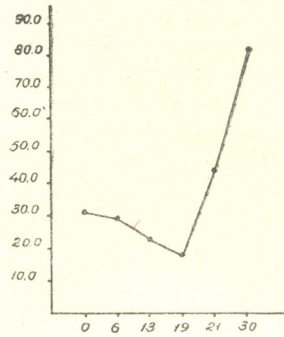
№ 4 ძალს ქლორიდები წვრილი ნაწლავის ვრცელ რეზექციამდე ჰქონ-
და 525,85 მგ %, ვრცელი რეზექციიდან მე-6 დღეს ქლორიდების რაოდენო-
ბა გახდა 555,27 მგ %, მე-13 დღეს—613,72 %, მე-19 დღეს—619,57 მგ %,
21-ე დღეს—549,43 მგ %, 30-ე დღეს—479,29 მგ %. იმავე ძალს წვრილი
ნაწლავის ვრცელ რეზექციამდე ნარჩენი აზოტი ჰქონდა 30,8 მგ %, ვრცე-
ლი რეზექციიდან მე-6 დღეს ნარჩენი აზოტის რაოდენობა გახდა 58,8 მგ %,
მე-12 დღეს 37,8 მგ %, მე-19 დღეს—23,8 მგ %, 21-ე დღეს — 41,1 მგ %,
30-ე დღეს—81,9 მგ %. ყოველივე ზემოაღნიშნული წარმოდგენილი გვაქვს
მე-3 და მე-4 მრუდების სახით.

როგორც წარმოდგენილი მრუდებიდან ჩანს, ქლორიდებისა და ნარჩენი
აზოტის რაოდენობა წვრილი ნაწლავის ვრცელი რეზექციის შემდეგ ძირითა-
დად ნორმის დაბალსა და მაღალ საზღვრებს შორის მერყეობდა. საგრძნობ-
ლად მოიმატა მხოლოდ ერთხელ ნარჩენი აზოტის რაოდენობამ (31,9 მგ %).

ამ შემთხვევაში ძალის ზოგადი მდგომარეობაც მეტად მძიმე იყო. იგი მოკვდა სისხლის უკანასკნელი ალებიდან რამდენიმე საათის შემდეგ.



მრუდი 3. ქლორიდების რაოდენობა სისხლში წვრილი ნაწლავის ვრცელ რეზექციამდე და მის შემდეგ (ვერტიკალურ ხაზზე აღნიშნულია ქლორიდების რაოდენობა მგ %-ით, ხოლო ჰორიზონტალურზე — ოპერაციის შემდგომი დღეები)



მრუდი 4. ნარჩენი აზოტის რაოდენობა სისხლში წვრილი ნაწლავის ვრცელ რეზექციამდე და მის შემდეგ (ვერტიკალურ ხაზზე აღნიშნულია ნარჩენი აზოტის რაოდენობა მგ %-ით, ხოლო ჰორიზონტალურზე — ოპერაციის შემდგომი დღეები)

ამგვარად, ჩატარებული გამოკვლევები საშუალებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ წვრილი ნაწლავის ვრცელი რეზექციის შემდეგ სისხლის სურათი არ განიცდის საგრძნობ ცვალებადობას, ნაკლებად იცვლება აგრეთვე პერიფერიულ სისხლში ქლორიდებისა და ნარჩენი აზოტის რაოდენობაც, მაშინ როდესაც ნაწლავის მოტორული ფუნქციისა და ვისცერო-ვისცერული რეფლექსების მხრივ ცვლილებები მეტად თვალსაჩინო და კანონზომიერია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა
და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 27.11.1954)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. თ. უვანია, ი. მალრაძე, დ. მამამთავრიშვილი, ე. სემენსკაია, მ. ჩაჩავა. ნაწლავის სხვადასხვა ნაწილის რეზექციისა და გამორიცხვის გავლენა ჰემატოზეზე. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტის შრომები, ტ. IV, 1953, გვ. 145—153.
2. И. С. Жаров. Случай обширной резекции кишечника. Труды Русск. хир. общ. в Москве за 1926—1927, 1927, стр. 44—45.
3. Б. М. Костюченко. К вопросу об обширной резекции кишечника. Воен. мед. журнал, № 3, 1951, стр. 23—54.

4. Г. М. Новиков. Отдаленный результат обширной резекции кишечника. Вестник хирургии, т. 67, № 4, 1947, стр. 41—43.
5. В. И. Парменов. Отдаленные результаты обширной резекции тонких кишек. Вестник хирург., т. 60, кн. 1—2, стр. 56—59, 1940.
6. В. И. Парменов. К вопросу об обширных резекциях тонкого кишечника. Хирургия, № 10, 1949, стр. 60—63.
7. М. М. Рохкинд. Демонстрация трех больных с резекцией тонкого и толстого кишечника по поводу инвагинации. Вестник хирург., т. 38, кн. 108—109, 1935, стр. 234—235.

ექსპერიმენტული მემოირა

თ. ახმეტელი და ჯ. კანდელაკი

 ცხიმოვანი ემბოლიის დროს შარდით ცხიმის გამოყოფის
 საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 16.10.1955)

ცხიმოვანი ემბოლიის შესწავლას ერთი საუკუნის ისტორია აქვს. ამ მხრივ განსაკუთრებული დამსახურება მიუძღვის ვ. შერვინსკის [9], კ. ერისთავს [1], ა. გოლდბერგს [3], გ. ლარინსა [4] და სხვებს. მაგრამ მიუხედავად მრავალრიცხოვანი გამოკვლევებისა, დღესაც ზოგიერთი საკვანძო საკითხი ბოლომდე არაა გადაჭრილი.

ცნობილია, რომ თითქმის ყოველი მოტეხილობის დროს ვითარდება ამა თუ იმ ხარისხით გამოხატული ცხიმოვანი ემბოლია, ხოლო ზოგიერთ შემთხვევაში მისი კლინიკურად გამომჟღავნებული ფორმა. ამის მიუხედავად ამ გართულების დიაგნოზი გამონაკლის შემთხვევაში ისმის მამინაც კი, როდესაც საქმე გვაქვს მის აშკარა კლინიკურ გამოხატულებასთან. ეს გარემოება ცხიმოვანი ემბოლიის მთელი რიგი საკითხების დაუზუსტებლობით შეიძლება აიხსნას.

სასიკვდილო ცხიმოვანი ემბოლიის ძირითადი საკვანძო საკითხები მრავალმხრივია შესწავლილი და გადაჭრილი კ. ერისთავის საფუძვლიანი და ამომწურავი ექსპერიმენტების შედეგად [1]. მაგრამ ჯერ კიდევ შეუსწავლელია ე. წ. ქვემწვავე ანუ გახანგრძლივებული ცხიმოვანი ემბოლია მიუხედავად იმისა, რომ სწორედ ეს ფორმაა უფრო მეტად საინტერესო კლინიკისათვის. აქედან ცხადია, რა დიდი თეორიული და პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს ცხიმოვან ემბოლიასთან დაკავშირებული საკითხების გადაჭრას. ასეთ გადაუჭრელ საკითხთა შორის აღსანიშნავია სისხლის ნაკადში მოხვედრილი ცხიმის ბედ-იღბალი.

ცნობილია ორგანიზმიდან ცხიმის ალაგების ოთხი გზა: 1. ცხიმის გამოყოფა შარდთან ერთად, 2. ცხიმის გამოყოფა ნაღველთან ერთად, 3. ცხიმის შთანთქმა ენდოთელური უჯრედების მიერ და 4. ცხიმის ემულგირება სისხლის ლიპაზის გავლენით. არც ერთი ამ პროცესთაგანი სრულყოფილად არაა შესწავლილი.

თუ მხედველობაში მივიღებთ იმ გარემოებას, რომ შარდთან ცხიმის გამოყოფას მრავალი მეცნიერი [1,2,4,7,11] ცხიმოვანი ემბოლიის ძირითად ნიშნად თვლის და განსაკუთრებულ მნიშვნელობას აძლევს დიაგნოზის დასაბუთებისათვის, ცხადი ხდება ამ საკითხის დაუზუსტების აუცილებლობა.

თითქმის ყველა მეცნიერი იმ აზრისაა, რომ სისხლის ნაკადში მოხვედრილი ცხიმის უმეტესი ნაწილი ორგანიზმს ტოვებს შარდთან ერთად [1,3,4,12,13]. მაგრამ სამეცნიერო ლიტერატურაში არ არსებობს ერთნაირი აზრი შარდში ცხიმის გამოყოფის დაწყების, მისი ხარისხის, მიმდინარეობისა და ხანგრძლივობის შესახებ, დადგენილი არაა დამოკიდებულება სისხლის ნაკადში შეჭრილი ცხიმის რაოდენობასა და შარდში არსებულ ცხიმს შორის.

ჯერ კიდევ 1863 წ. აღნიშნეს [10], რომ სისხლის მიმოქცევის დიდ წრეში მოხვედრილ ცხიმს გამოყოფენ თირკმლები.

ავადმყოფთა შარდის სისტემატური გამოკვლევა ცხიმის არსებობაზე აწარმოვა ი. სკრიბამ [13] (1880). მისი მონაცემებით, ტრამვის მქონე ავადმყოფთა შარდში ცხიმი აღმოჩნდა გამოკვლეულთა 80%-ში. ამ გამოკვლევის შემდეგ შარდში ცხიმის აღმოჩენას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ეძლეოდა ცხიმოვანი ემბოლიის დიაგნოსტიკის საკითხში.

კ. ერისთავმა [1] გამოიკვლია ტრამვის მქონე 81 ავადმყოფი. შარდში ცხიმი აღმოაჩნდა 27 ავადმყოფს ანუ გამოკვლეულთა 41%-ს.

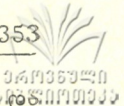
აღნიშნავენ, რომ ცხიმი შარდში ჩნდება ცხიმოვანი ემბოლიის განვითარების მე-2—მე-3 დღეს [13]; ზოგიერთები ფიქრობენ, რომ იგი ჩნდება მე-4 დღეს [15], ხოლო ი. დანფისა და ფ. ილფელდის აზრით [10]—მე-5 დღეს.

ი. სკრიბას მონაცემებით [13], ცხიმი შარდით გამოიყოფა პერიოდულად. პირველი ნაწილი გამოიყოფა მე-2—მე-4 დღეს, მეორე ნაწილი ინტერვალის შემდეგ მე-10—მე-15 დღეს. შემდეგ, უფრო იშვიათად, 6—10 დღის შუალედით გამოიყოფა მე-3 და მე-4 ნაწილი.

ამ მოვლენას ი. სკრიბა იმ გარემოებით ხსნის, რომ ფილტვებში მოხვედრილი ცხიმის ნაწილი გადადის სისხლის მიმოქცევის დიდ წრეში, ხვდება თირკმლებში და გამოიყოფა შარდთან ერთად; ცხიმის ნაწილი კი სისხლის მიმოქცევის დიდი წრით უკან ბრუნდება ფილტვებში. ფილტვებში შეჩერებული ცხიმის ნაწილი 6—12 დღის შემდეგ კვლავ განიცდის დანაწილებას, კვლავ გადადის სისხლის მიმოქცევის დიდ წრეში, გაივლის იმავე გზას, რომელსაც პირველი მოხვედრის დროს და ამგვარად ნაწილი ცხიმისა კვლავ ბრუნდება ფილტვებში, ნაწილი კი გამოიყოფა შარდით. ეს ბრუნვა, მისი აზრით, მეორდება რამდენჯერმე.

გ. სპირიდონოვი [8] ავადმყოფებზე საკუთარი დაკვირვებების საფუძველზე დაასაბუთა ი. სკრიბას მონაცემები შარდში ცხიმის პერიოდული გამოყოფის შესახებ. მან შეისწავლა 25 ავადმყოფი, რომელთაც მოტეხილობის გამო გაუქმდათ ძვალშიგნითა ფიქსაცია მეტალური ლურსმნით. შარდში ცხიმი ჩნდებოდა მე-2-დან დაწყებული მე-8 დღემდე. უმეტესად მე-3—მე-5 დღეს და არსებობდა ორი თვის განმავლობაში 1-დან 10 დღის ინტერვალებით, რომლის დროსაც ცხიმის ნახვა შარდში არ ხერხდებოდა.

აქვე უნდა აღინიშნოს გ. სპირიდონოვის [8] გამოკვლევების უარყოფითი მხარეები, სახელდობრ: 1. გამოკვლევები ტარდებოდა მოტეხილობის მქონე ავადმყოფებზე, ე. ი. უკვე არსებული ცხიმოვანი ემბოლიის ფონზე, 2. ლითონის ლურსმანი თავისი ფორმის გამო, როგორც ამას სამართლიანად მიუთი-



თებს თვით ავტორი, კი არ არღვევს ძვლის ტვინს, არამედ თიშავს მას ამდენად ცხიმოვანი ემბოლიის განვითარებას ნაკლებად უწყობს ხელს, განსაკუთრებით ამ ჩარევის ღია წესით წარმოების დროს, თუმცა ბ. პეტროვის [6] აზრით, მისი განვითარების საშიშროება მაინც არსებობს.

სამეცნიერო ლიტერატურაში არსებობს საწინააღმდეგო მონაცემები.

ექსპერიმენტული ცხიმოვანი ემბოლიის დროს (კურდღლებში) კ. ერისთავმა [1] შარდში ცხიმი ნახა ცხიმოვანი ემბოლიის განვითარების პირველსავე დღეს. ცხიმის გამოყოფა შარდით დადასტურებულ იქნა შემდგომი ოთხი დღის მანძილზეც—ყოველდღიურად (დაკვირვების ხანგრძლივობა 5 დღით განისაზღვრებოდა).

გ. ლარინის [5] ექსპერიმენტული მასალის მიხედვით ცხიმი შარდში პირველსავე დღეს ჩნდება. როგორც ცხიმის ინტრავენური შეყვანისას, ისე ხელოვნური მოტეხილობის გამოწვევით მიღებული ცხიმოვანი ემბოლიის დროს ცხიმი შარდში ნაპოვნი იქნა ყოველთვის 25 დღის მანძილზე (დაკვირვების ხანგრძლივობა 25 დღე. შარდს იკვლევდნენ ცხოველის სიკვდილის შემდეგ).

დამაჯერებელია აგრეთვე გ. ლარინის კლინიკური მასალის მონაცემებიც [4]. მან დაკვირვება ჩაატარა 673 ავადმყოფზე, რომელთაც ჰქონდათ ანა თუ იმ ძვლის მოტეხილობა. შარდში ცხიმი აღმოაჩნდა ყველა ავადმყოფს. ცხიმი ნახულ იქნა ტრამვის მიღებიდან უკვე 2 საათის შემდეგ და არსებობდა მუდმივად მრავალი დღის განმავლობაში (40, 57, 70 და 131 დღეც კი).

საინტერესოა ის გარემოებაც, რომ, როცა გ. ლარინი ცხიმს შარდის ცენტრიფუგირებულ ნალექში ეძებდა, იგი აღმოაჩნდა ავადმყოფთა მხოლოდ 37⁰/₁₀₀-ში, ხოლო მას შემდეგ, რაც მან შეისწავლა შარდის ზედა ფენა, რასაც ბიპეტიტით იღებდა, ცხიმის ნახვა ყოველთვის შეძლო.

ამგვარად, ლიტერატურული წყაროების მიხედვით ნათელია, რომ ცხიმოვანი ემბოლიის დროს შარდში ცხიმის გამოყოფის დაწყების ვადა ჯერ კიდევ არაა დადგენილი.

პროფ. კ. ერისთავის მითითებით, ჩვენ ჩავატარეთ ექსპერიმენტული გამოკვლევები ცხიმოვანი ემბოლიის დროს შარდში ცხიმის გამოყოფის საკითხის დასაზუსტებლად. ჩვენ შევარჩიეთ ისეთი მეთოდოლოგია, რამაც საშუალება მოგვცა შესასწავლად აგველო შარდი ნებისმიერ დროს. ამ მოთხოვნილებას სავსებით აკმაყოფილებს შარდის ბუშტის ფისტულის მქონე ცხოველი. შარდში ცხიმის გამოყოფის ხანგრძლივობის დასადგენად ჩვენ სისხლის ნაკადში შეგვყავდა ცხიმის არასასიკვდილო რაოდენობა. ცდები ჩავატარეთ 5 ძუძალზე. შარდის ბუშტში წინასწარ ვდგამდით ლითონის კანიულას. ჰრილობის შეხორცებისა და შარდის წინასწარი გამოკვლევის შემდეგ ჰომოლოგიური ცხიმით ვიწვევდით ცხიმოვან ემბოლიას. ცხიმს ვაღებდით ძალის შიგნულობის ცხიმის გადაღნობით. გამდნარ ცხიმს ვფილტრავდით და სტერილურად ვინახავდით ანაულებში. შეყვანის წინ ცხიმს ვათბობდით ცხოველის სხეულის ტემპერატურამდე (37—39°). შესაყვანად ვიღებდით ცხიმის მცირე, საშუალო და სუბლეტალურ დოზებს (0,1-დან 1,25 ცხოველის კგ წონაზე). ცხიმი შეგვყავდა ნელა, 3—5 წუთის განმავლობაში, წვივის ვენაში.

შარდის შეგროვებას ვიწყებდით ვენაში ცხიმის შეყვანის მომენტიდან; დიურეზის გასაძლიერებლად ცხოველი ცხიმის შეყვანამდე 30 წუთით ადრე იღებდა სითხეებს (რძე, წყალი). შარდი შეისწავლებოდა ცხიმის შეყვანიდან 1, 5, 10, 15, 30, 60, 120 წუთის შემდეგ და ყოველდღიურად გრძელდებოდა ერთ ან მრავალჯერად.

გამოსაკვლევად ვიღებდით შარდის ზედა ფენას (პიპეტით). შარდს ვათავსებდით სასაგნე მინაზე, ვაშრობდით და ფორმალინის ორთქლში ფიქსაციის შემდეგ ან უფრო ხშირად მის გარეშე 15 წუთის განმავლობაში ვღებავდით სუდან 111-ის ნაჯერი ხსნარით, წყალში გავლების შემდეგ შეღებილ ნაცხს ესინჯავდით გლიცერინის წვეთში იმერსიული სისტემით.

არტეფაქტების თავიდან ასაცილებლად სასაგნე მინების მომზადებას ვაწარმოებდით საყოველთაოდ მიღებული წესით. ვღებავდით გერმეტულად დახურულ ჭურჭელში (სუდანის კრისტალების გამოყოფის შესამცირებლად). სუდანის ხსნარი მზადდებოდა სპირტ-აცეტონზე. პირველ ხანებში შარდის შეღებვა ვცადეთ ლევისონის მეთოდით. მაგრამ იგი ნაკლებად ეფექტური გამოდგა, რის გამო შემდგომში ეს მეთოდი აღარ გამოვიყენებია.

ჩატარებული ცდების შედეგები

ძალღ № 1-ს (წონა 9,0 კგ.) წინასწარ დაედო შარდის ბუშტის ფისტულა. მე-8 დღეს წვივის ვენაში შეყვანილ იქნა სხეულის ტემპერატურამდე გამთბარი ცხიმი 9,0 მლ. 3 წუთის განმავლობაში (კგ წონაზე შეყვანილ იქნა 1,0 მლ ცხიმი).

შარდი ავიღეთ ცხიმის შეყვანის დამთავრებიდან 5, 10, 15, 30, 60, 120 წუთის შემდეგ. შარდის ყველა ულუფაში ნახულ იქნა ცხიმის სხვადასხვა ზომის წვეთები. შემდგომში შარდს ვიკვლევდით ყოველდღიურად, დღეში 2-ჯერ. მასში ცხიმი ყოველთვის არსებობდა ამა თუ იმ რაოდენობით, მაგრამ საგრძნობლად მეტი იყო მე-7 და მე-8 დღეს, შემდგომ დღეებში მისი რაოდენობა მცირდებოდა (დაკვირვების ხანგრძლივობა 16 დღე). მე-16 დღეს ძალი მოკლულ იქნა ჰისტოპათოლოგიური შესწავლისათვის.

ძალღ № 2-ს (წონა 8,0 კგ.) წინასწარ დაედო შარდის ბუშტის ფისტულა. კრილობის შეხორცების შემდეგ წვივის ვენაში შეყვანილ იქნა ცხიმი 8,0 მლ 4 წუთის განმავლობაში (კგ. წონაზე 1,0 მლ).

შარდი ავიღეთ ცხიმის შეყვანის დამთავრებიდან 2, 3, 5, 10, 15, 30, 60, 120 წუთის შემდეგ. ცხიმი მცირე რაოდენობით ნახულ იქნა შარდის ყველა ულუფაში.

შემდგომში პირველი 20 დღის განმავლობაში შარდში ცხიმის ნახვა შესაძლებელი იყო ყოველდღიურად. ცხიმის მეტი რაოდენობა აღინიშნებოდა მე-6, მე-7 და მე-8 დღეს.

20 დღის შემდეგ ზოგჯერ ცხიმის ნახვა ცალკეულ ულუფაში შეუძლებელი იყო. დღე-ღამის შარდში ცხიმის მცირე რაოდენობა არსებობდა (დაკვირვების ხანგრძლივობა 41 დღე).

ძალს № 3-ს (წონა 4,5 კგ.) წინასწარ დაედო შარდის ბუშტის ფისტულა. წვივის ვენაში შევიყვანეთ ცხიმი 5,6 მლ რაოდენობით (კგ წონაზე — 1,25 მლ) 2 წუთის განმავლობაში.

შარდი ავიღეთ 15, 30, 60, 120 წუთის შემდეგ. ცხიმი ვიპოვეთ ყველა ულუფაში. შემდგომ დღეებში ცხიმი აღინიშნებოდა ყოველდღიურად პირველი 18 დღის განმავლობაში. მისი რაოდენობა მეტი იყო მე-7 და მე-8 დღეს.

18 დღის შემდეგ ცხიმის ნახვა ყოველდღიურად არ ხერხდებოდა. მაგრამ პერიოდულად იგი შარდში არსებობდა დაკვირვების მთელ მანძილზე (დაკვირვების ხანგრძლივობა 51 დღე).

ძალს № 4-ს (წონა 7,0 კგ.) წინასწარ დაედო შარდის ბუშტის ფისტულა. წვივის ვენაში შევიყვანეთ ცხიმი 3,5 მლ 2 წუთის განმავლობაში (კგ წონაზე 0,5 მლ). შარდი ავიღეთ ცხიმის შეყვანიდან 5, 10, 15, 30, 60, 120 წუთის შემდეგ. ყველა ულუფაში ვიპოვეთ ცხიმის ბურთულები.

პირველ 18 დღეს ცხიმი შარდში ყოველდღიურად იყო. საგრძნობლად მეტი იყო იგი მე-7 და მე-8 დღეს, შემდგომ დღეებში მისი რაოდენობა მცირდებოდა. 18 დღის შემდეგ ცხიმი შარდში რამდენიმე დღის ინტერვალებით აღმოჩნდებოდა ხოლმე. უკანასკნელ დღეებში იგი შარდში ძალზე მცირე რაოდენობით იყო (დაკვირვების ხანგრძლივობა 65 დღე).

ძალს № 5-ს (წონა 12,5 კგ) აგრეთვე წინასწარ დაედო შარდის ბუშტის ფისტულა. წვივის ვენაში შევიყვანეთ ცხიმი 1,25 მლ რაოდენობით 3 წუთის განმავლობაში (კგ წონაზე 0,1 მლ).

შარდი ავიღეთ ცხიმის შეყვანის დამთავრებიდან 1, 3, 5, 15, 30, 60, 120 წუთის შემდეგ. ცხიმი ყველა ულუფაში ვიპოვეთ დიდი რაოდენობით. განსაკუთრებით ბევრი იყო ცხიმი პირველ ულუფაში.

მე-12 დღემდე ცხიმის ნახვა შარდში შეიძლებოდა ყოველდღიურად, მაგრამ მე-12 დღიდან მისმა რაოდენობამ საგრძნობლად იკლო. მე-15 დღის შემდეგ მისი ნახვა შეიძლებოდა პერიოდულად, ისიც მცირე რაოდენობით (დაკვირვების ხანგრძლივობა 32 დღე).

გამოყენებულმა მეთოდებმა საშუალება მოგვცა ზუსტად დაგვედგინა შარდში ცხიმის გამოყოფის მომენტი და გამოგვეკვლია შარდი ნებისმიერ დროს. ვერ ვახერხებდით მხოლოდ დღე-ღამის შარდის მოგროვებას, რაც შორეულ პერიოდში დააზუსტებდა შარდის გამოყოფის მიმდინარეობას.

სამეცნიერო ლიტერატურაში მსგავსი მეთოდებით ამ საკითხის შესწავლა არ არის აწერილი.

როგორც ზემოთ მოყვანილი ექსპერიმენტებიდან ჩანს, ცხიმი შარდში ძალიან მალე ჩნდება. ცხიმის შეყვანის დაწყებიდან 4 წუთის შემდეგ მისი ნახვა უკვე შესაძლებელია. ამრიგად, სისხლის ნაკადში შეყვანილი ცხიმი გაივლის ფილტვებს, გადადის სისხლის მიმოქცევის დიდ წრეში, ხდება თირკმლებში და გამოიყოფა შარდთან ერთად პირველსავე წუთებში. ცხიმის გამოყოფა წარმოებს ყოველდღიურად მრავალი დღის განმავლობაში. ყოველ შემთხვევაში მისი ნახვა შარდის ულუფაში შესაძლებელია ყოველდღიურად პირველი ორი-სამი კვირის განმავლობაში. შემდგომში მისი რაოდენობა იმდენად

კლებულობს, რომ ერთხელ აღებულ შარდის ულუფაში მისი ნახვა ყოველთვის როდია შესაძლებელი.

შარდში ცხიმის გამოყოფის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია შეყვანილი ცხიმის რაოდენობაზე. რაც უფრო მეტი რაოდენობითაა ცხიმი შეყვანილი, მით უფრო ხანგრძლივი პერიოდის მანძილზე შეიძლება მისი აღმოჩენა შარდში. მაგ., კგ წონაზე 1,0 მლ შეყვანის პირობებში იგი ყოველდღე არსებობდა პირველი 20 დღის განმავლობაში, ხოლო კგ წონაზე 0,1 მლ შეყვანის დროს მე-12 დღიდან იგი უკვე ძნელი სანახავი იყო, ხოლო მე-15 დღიდან ზოგჯერ სრულიად არ არსებობდა. ძნელია ზუსტად დავადგინოთ გამოყოფილი ცხიმის რაოდენობა. აქ მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული დიუროზის ხასიათი, უნდა შევუდაროთ ერთიმეორეს დროის თანაბარ მონაკვეთში გამოყოფილი შარდის ან შარდის თანაბარ რაოდენობაში არსებული ცხიმის წვეთების რაოდენობა, მაგრამ მაინც აღსანიშნავია, რომ ცხიმის შეყვანიდან მე-7 და მე-8 დღეს შარდში ცხიმის რაოდენობა საგრძნობლად მეტია, ვიდრე სხვა დღეებში და ეს მატება აღინიშნებოდა ყველა შემთხვევაში.

ნ. სკუდერი [14] აღნიშნავს, რომ შარდში ცხიმის გადასასვლელად საჭიროა ცხოველის კგ წონაზე შეეყვანოთ არანაკლებ 0,75 მლ ცხიმისა. ჩვენს მასალაზე ძალს № 4-ს შეყვანილ ჰქონდა 0,5-მლ ცხიმი კგ წონაზე, ხოლო ძალს № 5-ს—0,1 მლ. ყველა შემთხვევაში შარდში ვიპოვეთ ცხიმი. უფრო მეტიც, ჩვენი ყურადღება მიიპყრო იმ გარემოებამ, რომ ძალს № 5-ის მაგალითის მიხედვით, როცა შეყვანილი გექონდა ცხიმის მინიმალური დოზა 0,1 მლ კგ წონაზე, პირველ წუთებში ცხიმის გამოყოფა გაცილებით ინტენსიური იყო, ვიდრე სხვა შემთხვევებში, როცა ცხიმის მეტი რაოდენობა იქნა შეყვანილი.

ამ ფაქტის ახსნა ძნელია, მაგრამ შესაძლებელია ვივარაუდოთ, რომ ფილტვების სისხლის ძარღვების სპაზმი (რაც აწერილია ცხიმოვანი ემბოლიის დროს) ვითარდება ფილტვებში ცხიმის გარკვეული რაოდენობით მოხვედრისას; ცხიმის უმნიშვნელო რაოდენობა კი სისხლის ძარღვების სპაზმს არ იწვევს, ამიტომ ცხიმი დაუბრკოლებლად გადადის სისხლის მიმოქცევის დიდ წრეში. აღნიშნული ფაქტის ასეთი აპრიორული ახსნა დასაშვებია, მაგრამ, რასაკვირველია, იგი დასაბუთებას მოითხოვს.

ჩატარებული ცდებით ერთხელ კიდევ მტკიცდება მონაცემები იმ ავტორებისა, რომლებიც იზიარებენ იმ დებულებას, რომ სისხლის ნაკადში ცხიმის მოხვედრის თითქმის ყველა შემთხვევაში ცხიმი გადის ფილტვის ფილტრს და გადადის სისხლის მიმოქცევის დიდ წრეში, იმ ავტორთა მონაცემების საწინააღმდეგოდ, რომლებიც თვლიან, რომ სისხლის მიმოქცევის დიდ წრეში ცხიმის გადასასვლელად საჭიროა ფილტვებში ცხიმის დიდი რაოდენობით მოხვედრა.

ამრიგად, წმინდა ფილტვის ფორმის ცხიმოვანი ემბოლიის არსებობა ძალზე იშვიათია და ფაქტიურად საქმე ეხება სისხლის მიმოქცევის როგორც მცირე, ისე დიდი წრის ცხიმოვანი ემბოლიის არსებობას.

დ ა ს კ ე ნ ე ბ ი

1. ცხიმოვანი ემბოლიის დროს ცხიმის გამოყოფა შარდით ძალზე სწრაფად წარმოებს. სისხლის ნაკადში მოხვედრის პირველსავე წუთებში ცხიმის ნაწილი გაივლის ფილტვების ფილტრს, გადადის სისხლის მიმოქცევის დიდ წრეში, ხვდება თირკმლებში და გამოიყოფა შარდთან ერთად.

2. შარდში ცხიმის გამოყოფა მუდმივად წარმოებს მრავალი დღის განმავლობაში (2—3 კვირა). მე-7—მე-8 დღეს მისი რაოდენობა შარდში მატულობს, შემდგომ დღეებში თანდათან მცირდება და 3 კვირის შემდეგ მისი ნახვა შარდის ყოველ ულუფაში არ ხერხდება (დროგამოშვებით მისი ნახვა შეიძლება ორი თვის შემდეგაც).

3. შარდში ცხიმის მუდმივი გამოყოფის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია სისხლის ნაკადში მოხვედრილი ცხიმის რაოდენობაზე. რაც უფრო ნაკლები ცხიმი შეიჭრება სისხლის ნაკადში, მით უფრო მალე წყდება მისი გამოყოფა შარდით.

4. სისხლის მიმოქცევის მცირე წრიდან დიდ წრეში ცხიმის გადასვლა არაა დამოკიდებული სისხლის ნაკადში მოხვედრილი ცხიმის რაოდენობაზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ექსპერიმენტული და კლინიკური ჭირურგიის
 და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 25.10.1955)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. კ. ერისთავი. სწრაფი სიკვდილის მექანიზმი ცხიმოვანი ემბოლიის დროს. სახელგამი, თბილისი, 1926.
2. В. С. Балакина. Несколько случаев жировой эмболии при переломах костей. Хирургия, 59, № 4, 1940, стр. 376—380.
3. А. Гольдберг. Судьба жира в легких при жировой эмболии. СПб, 1896.
4. Г. П. Ларин. Жировая эмболия при травмах мягких тканей и костного скелета. Ин-т Усовершенств. врачей. М., 1938.
5. Г. П. Ларин. Искусственная жировая эмболия. Хирургия, 1939, № 11, стр. 82—86.
6. Б. А. Петров. Протоколы заседания хирургического О-ва Москвы и Московской области от 26. XI. 1953. Хирургия, № 3, 1954, стр. 95.
7. К. Н. Смирнов. К вопросу о жировых эмболиях после костных травм. Хирургия, 1903, т. 14, № 79, стр. 14—35.
8. Г. Г. Спиридонов. Об опасности жировой эмболии после операций внутрикостного штифтования. В кн. «Восстановительная хирургия последствий повреждений». Свердловск, 1948, стр. 328—332.
9. В. Д. Шервинский. О жировой эмболии. М., 1879.
10. I. E. Dunphy, F. W. Ilfeld. Fat embolism, Am. J. Surg., v. 77, № 6, 1949, p. 737—743.
11. W. W. Glass, T. D. Grekin, M. M. Musselman. Fat embolism. Am. J. Surg. v. 85, № 3, 1953, p. 363—367.
12. R. Riedel. Zur Fettembolie. Dtsch. Ztschr. f. chir., Bd 8, 1877, s. 571—596.
13. I. Scriba. Untersuchungen über die Fettembolie. Dtsch. Ztschr. f. chir., Bd 12, 1880.
14. C. S. Scuderi. Fat embolism; a clinical and experimental study. Surg. Gyn. a. obst V. 72, № 4, 1941, p. 432-446.
15. F. N. William. The significance of fat in sputum. Am. J. clin. Pathol. V. 21, № 5, 1951, p. 430—435.

ექსპერიმენტული მემორიანი

ბ. ბახტაძე

შრომანას პრეპარატების გავლენა ნაწლავის ინტერორეცეპტორებზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა მ. წინამძღვრიშვილმა 12.11.1955)

ინტერორეცეპტორების არსებობა სადღესოდ უკვე არავითარ ექვს არ იწვევს. საბოლოოდ გადაწყდა შინაგანი ორგანოების მგრძობელობის საკითხი. ი. პავლოვი [1] ჯერ კიდევ 1898 წელს მიუთითებდა, რომ „ყოველი ორგანო, ან, უკეთ რომ ვთქვათ, ორგანოს ყოველი უჯრედი ორიენტირდება ორგანიზმის სფეროში, ეგუება რა თავის ურიცხვ თანამცხოვრებთა მოქმედებას და ორგანიზმის შინა გარემოს საერთო პირობებს თავის ცენტრისკენული ბოჭკოების პერიფერიულ დაბოლოებათა გამლიზიანებლობის სპეციფიკური ხასიათის წყალობით“.

ამჟამად ფიზიოლოგებისა და კლინიკისტების კვლევის ერთ-ერთ ძირითად საგანს სხვადასხვა ფარმაცოლოგიურ საშუალებათა ინტერორეცეპტორებზე მოქმედების გამოკვლევა წარმოადგენს. შეისწავლება სამკურნალო და ტოქსიკურ საშუალებათა მიერ განოწვეული რეფლექსური რეაქციების როლი ამ საშუალებათა მთლიან ორგანიზმზე მოქმედების საერთო სურათში. „დიდად მნიშვნელოვნად მიმაჩნია მიღებული ფაქტები ფარმაცოლოგიისათვის, ვინაიდან აქ (ისევე როგორც ჰეიმანსის და ზაკუხოვის მიერ წინათ აღმოჩენილი ფაქტები, რომლებიც კაროტიდულ რეცეპტორებს შეეხება) ჩვენ ვგებულობთ სამკურნალო საშუალებათა ორგანიზმში მოქმედების ახალ მექანიზმებს“ [2].

წარმოდგენილი შრომის მიზანს შეადგენს შრომანას მოქმედ საწყისთა ნაწლავის ინტერორეცეპტორებზე გავლენის შესწავლა. როგორც ცნობილია, შრომანას მოქმედების ეს მხარე ჯერ არ ყოფილა შესწავლილი.

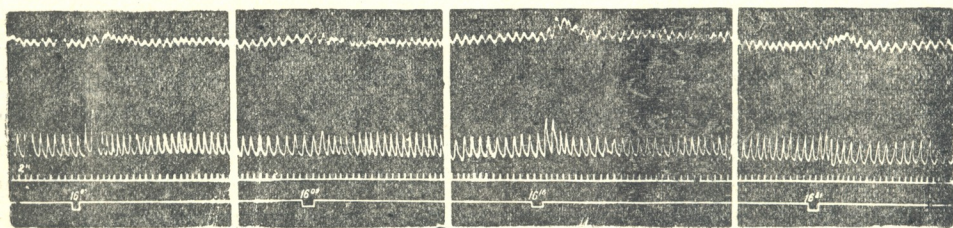
მეთოდოკა. ცდების ერთ სერიაში შრომანას პრეპარატებით ვმოქმედებდით უშუალოდ წვრილი ნაწლავის ლორწოვანი გარსის ზედაპირზე, მეორე სერიაში შრომანას აქტიურ საწყისებს ვატარებდით ნაწლავთა მკვებავ არტერიებში. ამრიგად, პირველ შემთხვევაში ლორწოვან გარსში ღიზიანდებოდა ზედაპირის რეცეპტორები, მეორეში კი გაღიზიანებას განიცდიდა აგრეთვე ნაწლავის ანგიორეცეპტორები და შიდაქსოვილოვანი რეცეპტორები.

ცდები ჩატარდა კატებზე, რომლებსაც ცდის წინ 24 საათის განმავლობაში მხოლოდ წყალი ეძლეოდათ. ნარკოზი—ბარბიტურული (*Cyclonal sodium* 50—70 მგ/კგ წონაზე—ინტრაპერიოტონეალურად).

ლორწოვანი გარსის რეცეპტორების გასაღიზიანებლად შრომანას ნაყენი 1—5 მლ-ის რაოდენობით, შპრიცით უშუალოდ ნაწლავის სანათურში შეგვყავდა.

ან შრომანას ნაყენის სხვადასხვა განზაგებას ვატარებდით ნაწლავის სანათურში. უკანასკნელი წარმოებდა შემდეგნაირად: პილორუსიდან 10—15 სმ დაშორებით აბრეშუმის სქელი ძაფით ყრუდ ვხურავდით ნაწლავის სანათურს. კვანძის დისტალურად ნაწლავში შეგვყავდა შუშის კანულა, რომელსაც რეზინის მილით სამკარიან მილს ვუკავშირებდით. მასში სურვილისამებრ ვატარებდით სხვადასხვა ხსნარს, შემთბარს 37—38° C-მდე. წვრილი ნაწლავის ბოლოში, მსხვილი ნაწლავის საზღვართან, შეგვყავდა მეორე კანულა, საიდანაც გამომდინარეობდა ზედა კანულით შეშვებული ხსნარი. გამოყოფილი ნაწლავის სიგრძე აღწევდა 70—100 სმ-ს. პერფუზიას ვაწარმოებდით წყლის სვეტის 40—50 სმ წნევით. გამდინარე ხსნარის რაოდენობა სხვადასხვა იყო: 35—160 მლ წუთში.

იმ რეფლექსების შესასწავლად, რომლებიც მიიღება სხვადასხვა ორგანოს სისხლძარღვებიდან, ჩვენ გამოვიყენეთ ვ. ჩერნიგოვსკის [3] მეთოდიკა. ნაწლავის სიგრძე ჩვენს ცდებში მერყეობდა 50-დან 80 სმ-მდე. კიმოგრაფიულად რეგისტრირდებოდა სისხლის წნევა (საუღლე არტერიიდან სისხლიანი მეთოდით, მანომეტრის საშუალებით) და სუნთქვა (რეზინის მანქეტისა, რომელსაც ვადებდით გულმკერდზე, და მარეის კაპსულით).



სურ. 1. კატის იზოლირებული ნაწლავი (ჩერნიგოვსკის მინხედვით) 6. III. 52 წ. გ — 3,1 კგ. *Cyclonal sodium* 0,18 ინტრაპერიტონეალურად. ზემოდან ქვემოთ: სისხლის წნევა საძილე არტერიაში, სუნთქვა, დროს აღმრიცხველი, გამოსაკვლევ ხსნარის პერფუზიის ხანგრძლივობის აღმრიცხველი. 16⁰⁵—0,5 მლ 1:100000 განზაგებული ხსნარი ნიკოტინისა; 16⁰⁹—1,0 მლ 1:100 განზაგებული შრომანას აორთქლებული ნაყენი; 16¹⁶—0,4 მლ შრომანას აორთქლებული ნაყენი; 16²¹ ივივი

ცდის შედეგები. 1—5 მლ შრომანას ნაყენის (აორთქლებული ან უცვლელი სახით) ნაწლავის სანათურში შეყვანა არ იწვევს სისხლის წნევისა და სუნთქვის ცვლილებას. რეფლექსები არ იქნა აგრეთვე მიღებული 1:1000 (8 ცდა) და 1:100 (9 ცდა) განზაგებულ შრომანას ნაყენის ნაწლავის სანათურში ვატარების დროს.

ყველა იმ შენიშვნებაში, სადაც გამომელავნდა, რომ შრომანას ნაყენის აღნიშნული განზაგებები არ იწვევს სისხლის წნევის რეფლექსურ ცვლილებას, ლორწოვანის რეცეპტორების მგრძობელობა შევამოწმეთ მარილმჟავას 0,5%/ო-იანი ხსნარის ნაწლავის სანათურში ვატარებით.

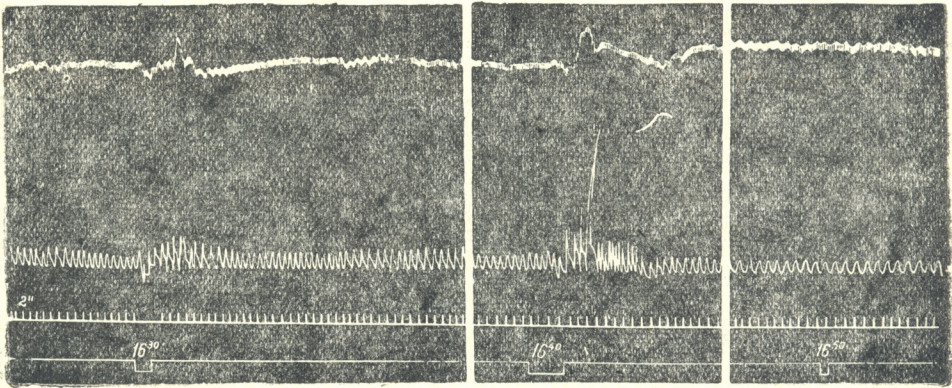
ვ. ჩერნიგოვსკის მეთოდიკით ცდები ჩავატარეთ 30 კატაზე. იზოლირებული ნაწლავის ორგანიზმთან ნერვული სისტემით კავშირს ვამოწმებდით ნიკო-

ნია და ნოვოკაინის ხსნარების საპერფუზიო სითხეში შეყვანით ან ცდის ბოლოს გამოყოფილი ნაწლავის ნერვების გადაკვეთით.

23 კატაზე სუნთქვისა და სისხლის წნევის რეფლექსური ცვლილება აღინიშნა როგორც ნიკოტინის ხსნარის (0,5—1 მლ 1:100.000 განზავებული, ან უფრო კონცენტრირებული ხსნარები), ისე შრომანას პრეპარატების შეყვანაზე (ოფიცინალური ნაყენი, კონვაზიდი, შრომანას წვენი მომზადებული ი. ქუთათელაძის მეთოდით ნედლი მცენარისაგან [4]).

თითქმის ყველა ცდაში შრომანას ნაყენის შეყვანაზე აღინიშნება არტიკული სისხლის წნევისა და სუნთქვის ხანმოკლე, რეფლექსური ცვლილება, როგორც ამას აქვს ადგილი აგრეთვე ნიკოტინის შეყვანის დროს (სურ. 1). მხოლოდ ამ უკანასკნელზე რეფლექსური ძვრები უფრო ძლიერია, ვიდრე შრომანას პრეპარატების შემთხვევაში.

შრომანას ნაყენის განმეორებით შეყვანაზე, პირველ შეყვანიდან 3—5 წუთის შემდეგ, ისევ აღინიშნება სუნთქვისა და სისხლის წნევის რეფლექსური ცვლილება. მაგრამ ჩვეულებრივ პირველი რეფლექსი უფრო ძლიერია, ვიდრე მომდევნოები (სურ. 1).



სურ. 2. კატის იზოლირებული ნაწლავი (ჩერნიგოვსკის მიხედვით) 18. I. 52 წ. ♂ — 2,7 კგ. Cyclonal sodium 0,16 ინტრაპერიტონეალურად (აღნიშვნები იხ. სურ. 1-ზე). 16³⁰—1 მლ შრომანას აორთქლებული ნაყენი; 16⁴⁰—იგივე; 16⁴⁶—გამოყოფილი ნაწლავის ნერვების გადაჭრა; 16⁵⁰—1 მლ შრომანას აორთქლებული ნაყენი

ნაწლავის ნერვული ბოქკოების გადაჭრის შემდეგ რეფლექსი არც შრომანას და არც ნიკოტინის შეყვანაზე აღარ მიიღება (სურ. 2), რაც ადასტურებს ამ რეაქციების რეფლექსურ ხასიათს. რამდენიმე ცდაში აღწერილი რეაქციების რეფლექსური ხასიათი დამტკიცდა საპერფუზიო სითხეში ნოვოკაინის შეყვანით (სურ. 3).

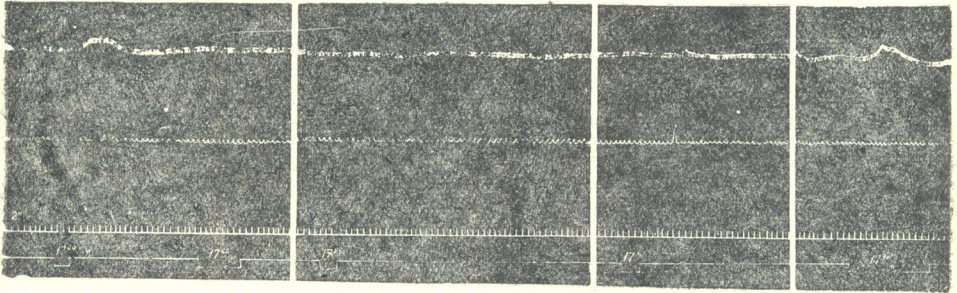
აორთქლებულ, ე. ი. უსპირტო შრომანას ნაყენის საპერფუზიო ხსნარში შეყვანისას მიღებული საპასუხო რეაქციები ანალოგიურია შრომანას ოფიცინალური ნაყენით და აგრეთვე შრომანას წვენით (რომელიც შეიცავს სპირტის

15%-ს) გამოწვეული სისხლის წნევისა და სუნთქვის რეფლექსური ცვლილებისა. ეს კი გამოიწვევს შრომანას ნაყენით გამოწვეულ რეფლექსურ რეაქციებში ალკოჰოლის როლს.

სისხლის წნევისა და სუნთქვის რეფლექსურ შეცვლას ადგილი აქვს ნაწლავის მკვებავ არტერიაში აგრეთვე კონვაზიდის გატარებისას. კონვაზიდი წარმოადგენს შრომანას გლუკოზიდების წყალხსნარს, გაწმენდილს ბალასტური ნივთიერებებისაგან. შესაბამისად ამისა თვით შრომანას გლუკოზიდები და არაბალასტური ნივთიერებები, რომლებიც ყოველთვისაა შრომანას ოფიცინალური ნაყენის მსგავს გაღენურ პრეპარატებში, იწვევს ნაწლავის ანგიორეცეპტორების გაღიზიანებას.

სხვადასხვა ცდაში ერთისა და იმავე სიძლიერის ხსნარების პერფუზიის დროს ყოველთვის ერთნაირი შედეგი არ მიიღება. ეს დამოკიდებულია, ერთი მხრივ, საცდელ ცხოველთა ბიოლოგიურ თავისებურებასა და, მეორე მხრივ, ცდის პირობებისაგან (გამოყოფილი ნაწლავის სიგრძე, გამდინარე ხსნარის დებეტი, ნარკოზის სიღრმე). სწორედ ამით აიხსნება სისხლის წნევისა და სუნთქვის რეფლექსური ცვლილების გამოსაწვევად საჭირო პრეპარატის კონცენტრაციის ზღურბლის ცვლილებები.

განუზავებელი შრომანას ნაყენის 0,2 მლ (და უფრო მეტი) პერფუზიის დროს სისხლის წნევისა და სუნთქვის რეფლექსური ცვლილება ყველა ცდაში



სურ. 3. კატის იზოლირებული ნაწლავი (ჩერნიგოვსკის მიხედვით) 17. II. 52 წ. ტ — 2,0 კგ. *Cycloidal sodium* 0.12 ინტრაპერიტონეალურად (აღნიშვნები იხ. სურ. 1-ზე). 17²⁰—1 მლ შრომანას აორთქლებული ნაყენი; 17²²—2 მლ ნოვოკაინის 2%-ანი ხსნარი; 17²⁶—1 მლ შრომანას აორთქლებული ნაყენი; 17³²—იგივე; 17³⁸—იგივე.

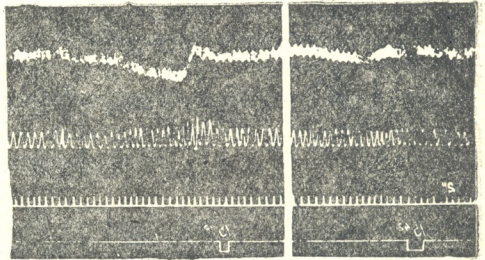
აღინიშნება. 1:1000 განზავებული 1 მლ შრომანას აორთქლებული ნაყენის შეყვანაზე მიღებულ იქნა სუსტი, ხანმოკლე და არასტაბილური რეაქცია 15-დან 4 ცდაში. 1:10.000 განზავებული შრომანას ნაყენის (1 მლ-მდე) შეყვანაზე რეფლექსი 6 ცდიდან არც ერთში არ აღინიშნა. 1:100 განზავებული შრომანას ნაყენის პერფუზია ხდებოდა შუა ცდის დროს და ამიტომ რეფლექსები აღინიშნა 18 ცდიდან მხოლოდ 4 შემთხვევაში. შედარებით უფრო ხშირად იცვლებოდა რეფლექსურად სისხლის წნევა და სუნთქვა საპერფუზიო სითხეში 1:10-ზე განზავებული შრომანას ნაყენის შეყვანის საპასუხოდ (14 ცდიდან 9-ში).

სისხლის წნევის რეფლექსური ცვლილება ძირითადად პრესორულ ხასიათს ატარებს, თუმცა ზოგიერთ ცდაში დეპრესორული რეაქციაც მიიღება (სურ. 3 და 4).

სუნთქვა რეფლექსურად ან ღრმადდება და ჩქარდება, ან ხდება ზერეფე და აჩქარებული, ანდა ღრმა და იშვიათი. ჩვენს ცდებში სუნთქვის ცვლილება პრესო-დეპრესორული რეაქციის პარალელური იყო, მაგრამ თამდენიმე ცდაში ამ ორი რეფლექსიდან მხოლოდ ერთ-ერთი აღინიშნა

მიღებულ შედეგთა განხილვა. ზღურბლოვანი კონცენტრაცია, რომელიც ჩერნიგოვსკის მეთოდიკით დაყენებული ცდის პირობებში ნაწლავის ანგიორეცეპტორებიდან რეფლექსურ რეაქციებს იწვევს, არის 1 მლ 1:1000 განზავებული შრომანას ნაყენი. გამომდინარე აქედან, შრომანას მოქმედი საწყისები არ არის ნაწლავებში არსებული ანგიორეცეპტორების ისეთივე ძლიერი გამაღიზიანებელი, როგორცაა განგლიონური შხამები და ზოგიერთი სხვა ნივთიერება. მაგრამ უნდა გავითვალისწინოთ, რომ მწვავე ცდებში ჩვენ აღვრიცხავთ ინტერორეცეპტორებიდან გამომწვეული რეაქციების მხოლოდ მცირე ნაწილს. გულის სხვა საშუალებებიდან შესწავლილია დევცეცხლას პრეპარატ აღონიზიდის გავლენა შინაგანი ორგანოების რეცეპტორებზე. ნ. ლამბაშიძის

[5] მონაცემებით, აღონიზიდის განზავებული ხსნარები (1:3000-ზე და უფრო კონცენტრირებული) იწვევს რეფლექსებს ჩერნიგოვსკის მეთოდიკით იზოლირებული წვრილი ნაწლავის, კაროტიდული სინუსის, ელენთისა და ქვედა კიდურების ინტერორეცეპტორებიდან.



სურ. 4. კატის იზოლირებული ნაწლავი (ჩერნიგოვსკის მიხედვით). 18.152 წ. 2 — 2,7 კგ. Cycloidal sodium 0,16 ინტრაპერიტონეალურად (აღნიშვნები იხ. სურ. 1-ზე). 15⁴²—შრომანას აორთქლებული ნაყენი; 15⁴⁵—1 მლ 1:50.000 განზავებული ხსნარი ნიკოტინისა

გამოიწვევა უკვე შრომანას თერაპიულ დოზებში გამოყენების დროს. მართალია, ჩვენს ცდებში არსებული კონცენტრაციები ბევრად აღემატება იმას, რაც მიიღწევა სისხლში შრომანას თერაპიული დოზებით ხმარებისას, მაგრამ საჭიროა გავითვალისწინოთ, რომ ნარკოზირებულ ცხოველებზე ჩატარდა მძიმე ოპერაცია, ყველაფერ ამას კი არ შეიძლება საგრძნობლად არ აეწია ვალიზიანების ზღურბლი რეფლექსურ რეაქციათა გამოსაწვევად. ამიტომ ცენტრალური ნერვული სისტემის და თვით რეცეპტორთა ნორმალური აგზნებადობის პირობებში რეაქციათა წარმოშობას უნდა ველოდეთ უკვე შრომანას მოქმედი საწყისთა საგრძნობლად მცირე კონცენტრაციების დროს.

დასკვნები

1. მწვავე ცდის პირობებში კატების წვრილი ნაწლავის სანათურში შრომანას ოფიცინალური ნაყენის შეყვანა ან მისი სხვადასხვა ხსნარის (1:1000—1:100) გატარება არ იწვევს სისხლის წნევისა და სუნთქვის რეფლექსურ შეცვლას;

2. იზოლირებული ნაწლავების არტერიის სანათურში (ჩერნიგოვსკის მეტოდიკით) შრომანას პრეპარატების—ნაყენის (0,5—1 მლ 1:1000 და უფრო ნაკლებ განზავებებში), წვენისა და კონვაზიდის—შეყვანა იწვევს სისხლის წნევისა და სუნთქვის რეფლექსურ შეცვლას;

3. სისხლის წნევის რეფლექსური ცვლილება ჩვეულებრივ პრესორულ, უფრო იშვიათად დეპრესორულ ხასიათს ატარებს; სუნთქვა მეტწილ შემთხვევებში ხშირდება და ღრმავდება, უფრო იშვიათად კი ზერელე ან იშვიათი და ღრმა ხდება;

4. ინტერორეცეპტორებიდან მიღებულ რეფლექსურ რეაქციებს გარკვეული როლი უნდა ჰქონდეს იმ მექანიზმებში, რომლებითაც ხორციელდება შრომანას პრეპარატების სამკურნალო მოქმედება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 კლინიკური და ექსპერიმენტული
 კარდიოლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 12.11.1955)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. П. Павлов. Лекции о работе главных пищеварительных желез. Лекция 4-ая. Полное собрание сочинений, т. II, кн. 2, стр. 89—105.
2. К. М. Быков. Кора головного мозга и внутренние органы. М.—Л., 1947, стр. 285.
3. В. Н. Черниговский. Аfferентные системы внутренних органов. Л., 1943, стр. 146.
4. Г. Г. Бахтадзе. К фармакологии препаратов ландыша. Автореферат, Тбилиси, 1953.
5. Н. Б. Гамбашидзе. К механизму действия адонизида на сердечно-сосудистую систему в свете учения Павлова. Институт клинической и эксп. кардиологии АН ГССР. Тезисы докладов 2-ой научной сессии 4—7. VII. 1951, стр. 61—62.

ბ. მაჭავარიანი

ა ხმოვნის ლაბიალიზაციის შემთხვევები სვანურში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. თოფურიამ 14.11.1955)

გამოთქმულია მოსაზრება, რომ სვანური თავისი ვოკალიზმით ისტორიულად ქართულს ეკედლება (თ. შარაძენიძე).

მაგრამ არის რამდენიმე შემთხვევა, როდესაც ქართული ა'ს ადგილას სვანურში სხვა ბგერებს ვხვდავთ—ჩვეულებრივ უ'ს, იშვიათად ი/ჯ'ს, ერთ მაგალითში ო'საც.

ფონეტიკური შესატყვისობაა ეს, თუ სვანურ ნიადაგზე აღმოცენებული მოვლენა, კომბინატორულ ფონეტიკურ ცვლილებათა შედეგი?

ეს კითხვა მით უფრო კანონიერია, რომ ზემოაღნიშნული შემთხვევები (ქართ. ა=სვან. უ და სხვ.) შეიძლებოდა ზანიზმებად ჩაგვეთვალა სვანურში (შდრ. [8], გვ. 261—265). ო (→უ→ი/ჯ) ქართული ა'ს შესატყვისად ხომ სწორედ ზანურისთვის არის დამახასიათებელი!

მაგრამ ეს ასე არ უნდა იყოს. სათანადო მაგალითების განხილვა უფლებას გვაძლევს ვამტკიცოთ, რომ აქ საქმე გვაქვს კომბინატორულ ფონეტიკურ ცვლილებებთან, რომლებიც მიმდინარეობდა საკუთრივ სვანურ ნიადაგზე.

1. სუმ-ინ „სამჯერ“ (შდრ. ზან. სუმ-ი).

ამ სიტყვაში უ ← ა. ა ხმოვანი შემონახულია პარალელურ ვარიანტში სამ-ინ ([7], გვ. 272, 20). იგივე ა დაცულია სათანადო რაოდენობითი სახელის მიცემითი ბრუნვის ფორმაში—სამ (←*სამ-უ). შდრ. სახ. ბრუნვა სემ-ი ←*სწმ-ი←*სამ-ი ([4], გვ. 20—24).

ა→უ მიეწერება მომდევნო შ'ს გავლენას: ბაგისმიერ შ'სთან ასიმილაციით წინამავალმა ა ხმოვანმა ლაბიალიზაცია განიცადა და მოგვცა უ.

მაშასადამე, სვან. სუმ-ინ არ არის ზანიზმი. ზან. სუმ-ი←*სომ-ი (სხვათა შორის, ისევე შ'ს გავლენით!) და ქართული სამ-ის კანონზომიერ ფონეტიკურ შესატყვისს წარმოადგენს მაშინ, როდესაც სვან. სუმ-←სამ- ასიმილაციის გზით.

2. შდუგუტ „თაგვი“ (შდრ. ზან. (ჭან.) მთუგ-ი).

შდუგუტ სიტყვა რომ ზანიზმი არ არის, ამას ადასტურებს სპეციფიკურ-სვანური შდ კომპლექსი ქართული და ზანური თ'ს შესატყვისად.

ფუძისეული უ ხმოვანი ა'სგან ჩანს მიღებული ბოლოკიდური ტ'ს (ისტორიულად დეტერმინანტი სუფიქსის) გავლენით: შდუგუტ←*შდაგუტ. უკანასკნელი სავსებით შესატყვისება ძველ ქართულ თაგუ- ფუძეს.

ჭან. მთუგ-ი←*თოგვი (=ქართ. თაგუ-ი).

ამ შემთხვევაშიც სვან. უ და ზან. უ სხვადასხვა გზითაა მიღებული. ქრონოლოგიურადაც, რა თქმა უნდა, ისინი ერთ სიბრტყეზე ვერ დადგებიან.



3. ჯუმ-ილ || → ჯგმ-ილ || → ჯიმ-ილ „ძმა“ (შდრ. ქან. ჯუმ-აღმ-ილ-
ჯიმ-ა).

როგორც ცნობილია, ქართ. ძმ-ა ← *ძამ-ან ([5], გვ. 25—27; [6], გვ. 6—9, 108).

ზან. ჯუმ-ა ← *ჯომ-ალ- ([5], გვ. 25—27; [6], გვ. 6—9). ზან. *ჯომ-
= ქართ. ძამ-ა. -ალ- (ქართ. -ან-) დეტერმინანტი სუფიქსია.

სვან. ჯუმ-ილ, როგორც მოსალოდნელი იყო, ჯ'ს გვიჩვენებს ქართუ-
ლი ძ'ს შესატყვისად, მაგრამ ხმოვნებში შესატყვისობა ირღვევა: მოსალოდ-
ნელი ა'ს მაგივრად გვაქვს უ. უნდა ვიფიქროთ, უ აქაც ა'სგან მოდის. მი-
ზეზი ამ შემთხვევაშიც იგივეა, რაც ზემოთ განხილულ შემთხვევებში—მომ-
დევნო ბაგისმიერის (აქ ძ'ს) გავლენა: ჯუმ-ილ ← *ჯან-ილ.

4. (ჟ)უსგუ || → უსგუ „ვაშლი“ (შდრ. ზან. ოშქ-ურ-ი → || უშქ-ურ-ი).

ქართ. ვაშლ- თან (← *ვშ-ალ-) შედარება გვევარაუდებინებს, რომ ფუ-
ძისეული უ სვანურში მოდის ა'სგან ბოლოკიდური -ჟ'ს (დეტერმინანტია!)
გავლენით. გამორიცხული არ არის აგრეთვე (როგორც დამატებითი ფაქ-
ტორი) თავკიდური ჟ'ს გავლენაც (პროგრესული ასიმილაცია): (ჟ)უსგუ ←
*უასგუ. ზან. ოშქ-ურ-ი (დაცულია ქანურში) ([5], გვ. 121) ქართ. ვაშლ-ის
კანონზომიერ შესატყვისის წარმოადგენს.

5. ლშხ. თუ „თაფლი“ (შდრ. ზან. თოფ-ურ-ი).

თუ მიღებული ჩანს *თუფ—ფორმისგან. თავის მხრივ თუფ ← *თაფ-
ა → უ მომდევნო ფ'ს გავლენას მიეწერება. დეტერმინანტი სუფიქსი (შდრ.
ქართ. -ლ ← *-ალ = ზან. -ურ) მოკვეცილი ჩანს თავკიდურ ნარცვალზე და-
სმული ინტენსიური დინამიკური მახვილის გავლენით⁽¹⁾. ასახსნელია ფუძისე-
ული ფ'ს მოკვეცა. ყოველ შემთხვევაში სიტყვის ბოლოს ბაგისმიერი თან-
ხმოვნების მოკვეცა უჩვეულო არ უნდა იყოს სვანურისთვის. შდრ., მაგ.: ი-ჩო
← *ი-ჩომ „იქმს“, ლშხ. ი-შგო ← ი-შგომ⁽²⁾ „ითხოვს“ და სხვ.

მაშასადამე, ამ სიტყვის ისტორია ასე წარმოგვიდგება:

*თაფ-ალ- (3) → *თაფ- → *თუფ- → თუ.

6. ჯიმ „მარილი“ (შდრ. ზან. ჯუმ-უ → || ჯიმ-უ).

ფუძისეული ი ამ სიტყვაში ნამლაუტევი ჩანს:

ჯიმ ← *ჯუმ ← *ჯუმ-ი (შდრ. [2]).

მეორე მხრივ *ჯუმ- ფორმა *ჯამ-ისაგან უნდა მომდინარეობდეს (შდრ.
ზემოთ ჯუმ-ილ ← *ჯამ-ილ). ა → უ აქაც ძ'ს გავლენით უნდა აიხსნას. სვან.
*ჯამ- ზუსტად ფარავს იმ *ძამ- ფუძეს, რომელიც ძმ-არ- სიტყვაში გვაქვს
და ზან. ჯუმ- (← *ჯომ-) ფუძისთვის ამოსავლად ივარაუდება ([5], გვ.
176—177). ა'ს აღდგენას ამ ფუძეში მხარს უჭერს აგრეთვე ხუნძური წაან
(← წაამ) „მარილი“⁽⁴⁾.

გასათვალისწინებელია ერთი გარემოება: შესაძლებელია ეს სიტყვა სვა-
ნურში ზანურიდან იყოს შეთვისებული. ამგვარი სიტყვების სესხება უფრო

(1) მახვილის საკითხზე ქართველურ ენებში ცალკე გვექნება საუბარი.

(2) შდრ. ბზ. ი-შგუმ.

(3) პირობით აღვადგენთ იმავე დეტერმინანტს, რომელიც ქართულში უნდა გვექნოდეს.

(4) ხუნძური მაგალითი მომწოდდა დოც. ი. ცერცვაძემ.

შეტად არის მოსალოდნელი, ვიდრე, ვთქვათ, ნათესაობის აღმნიშვნელი სატყევებისა. ამ შემთხვევაში ჩვენ წინაშე მართლაც ხანიზმი აღმოჩნდებოდა და ზემოთ ნავარაუდევ პროცესსაც (ა→უ მ'ს გავლენით), რასაკვირველია, არ ექნებოდა ადგილი.

7. ლშხ. თხემ→თხტიმ „თავი“.

ეტიმოლოგიურად ეს სიტყვა ქართულ თხემ-ის უკავშირდება. საფიქრებელია, ქართ. თხემ←*თხამ-. ა→ე პროცესი მეტ-ნაკლებად დამახასიათებელი უნდა ყოფილიყო ქართველური დიალექტებისათვის (პირველ რიგში სწორედ ქართულისათვის) მათი განვითარების ადრინდელ საფეხურზე⁽¹⁾. იგივე *თხამ- უნდა იყოს ამოსავალი სვანური თხემ-ისთვისაც. უ←ა მ'ს გავლენით.

8. მუ „მამა“. (შდრ. ზან. (მეგრ.) მუმა).

სვან. მუ←*მუმ←*მამ-. უ→ა მომდევნო მ'ს გავლენით. გამორიცხული არ არის დამატებით წინამავალი მ'ს გავლენაც (შდრ. ზემოთ (ჟ)უსგჟ←*ჟასგჟ). მრავლობითში გამოვლენილი -ლ-ბზ. მუ-ლ-ნრუ—დეტერმინანტ სუფიქსს გვავარაუდებინებს მოკვეცილად. ფუძის რედუქცია (გაერთმარცვლიანება) თავკილურ მარცვალზე დასმული ძლიერი მახვილის გავლენით უნდა აიხსნებოდეს. ანგვარად, *მამ-ალ-→*მუმ-ალ→*მუ-ალ-⁽²⁾→*მუ-ა→მუ. მრ. მუ-ლ-ნრუ←*მუ-ალ-ნრუ.

პარალელურად ხმარებული მამა სვანურში ქართულიდან უნდა იყოს შესული (შდრ. დი || დედე „დედა“).

9. ლშხ. ჩომ-ინ→ჩტიმ-ინ „ქმნა“ (შდრ. ზან. (ჭან.) ი-ქომ-ს).

სვან. ჩომ←*ჩამ←*ქამ-. უკანასკნელი ქართულს ემთხვევა (ი-ქმ-ს←ი-ქამ-ს). ა→ო სვანურში მომდევნო მ'ს გავლენით აიხსნება.

როგორც ვხედავთ, ა'ს ლაბიალიზაციის პროცესი ფუძისეული ბაგირის-მიერი თანხმოვნების გავლენით მართო სახელებისთვის არ ყოფილა დამახასიათებელი. აღნიშნული პროცესი ზმნის ფუძეშიც დადასტურდა.

ჩომ- ფუძე საინტერესოა იმიტაც, რომ აქ ო ხმოვანი გვაქვს მოსალოდნელი უ'ს მაგივრად. ხომ არ უნდა ვივარაუდოთ, რომ ზემოთ გაანალიზებულ მაგალითებშიც ა→უ პროცესი ო საფეხურით იყო გაშუამავლებული? ეს მით უფრო ბუნებრივი ჩანს, რომ ზოგ შემთხვევაში მართლაც დასტურდება ო→უ მ'ს წინ: ზომ→ზუმ (ამზუმ „ამდენი“, ეჯზუმ „იმდენი“, მაჯზუმ „რამდენი“)⁽³⁾.

აქ წარმოდგენილი დებულებები რომ უსაფუძვლო არ არის, ამას სხვა ფაქტებიც უჭერს მხარს: სვანურში დადასტურებულია ბაგისმიერი თანხმოვნების გავლენით ხმოვანთა ლაბიალიზაციის არა ერთი შემთხვევა. ეს ეხება უმთავრესად ა ხმოვანს, იშვიათად ო'საც. შდრ. ბზ. ჟბოგ || ←ჟბავ „ზევით“, უმვჱ || ←იმვჱ „როგორც“ და სხვ. ([3], გვ. 116).

(1) ამ მოვლენას სპეციალური მოხსენება მიეძღვნება.

(2) შდრ. მეგრ. მუმა→ || მუა ([5], გვ. 15).

(3) ო→უ პროცესი ბაგისმიერთა მეზობლობაში ფართოდ არის გავრცელებული ზა-ურში.



პრევერბისეული ა ხმოვანი ჩვეულებრივ ო'დ იქცევა S_1 'ის ნიშნის გავლენით⁽¹⁾. მაგ.: ბზ. **ახტუმარ** (ლზხ. **ახმარ**) ← *ან-ხტ-ამარ-ე (მდრ. **ლნტ. ა-ხტ-ამარ**) „მოვამზადე“ ([1], ტაბულა I წიგნის ბოლოს); ლზხ. **ა-ტეხ** ← *ა-ტეხ (მდრ. **ლნტ. ა-ტეხ**) „დავბრუნდრ“ ([1], ტაბულა II წიგნის ბოლოს) და მრავალი სხვა. ბალსქვემოურში პრევერბისეული ა გადადის ო'ში მომდევნო მ'ს და ლ'ს (ველარული ლ'ს) გავლენითაც კი: **ომტეხელი** (მდრ. ბზ. **პმტეხელი**, ლზხ. **ემტეხელი**) ← *ა-მე-ტეხ-ე ლი (მდრ. **ლნტ. პმეტეხელი**) „დაბრუნებულა“ ([1], ტაბულა II წიგნის ბოლოს); **ოლმარელი** ← **ალმარელი** (მდრ. **ლნტ. ალმარელი**, ბზ. **ლზხ. ალმარელი**) „მომზადებულა“ ([1], ტაბულა I წიგნის ბოლოს).

ამგვარად, თანხმოვანთა (პირველ რიგში ბაგისმიერთა) გავლენა ხმოვნებზე სვანურში ფაქტია. მართალია, ***შდაგჷ** → **შდუგჷ** ტიპის მოვლენებს ვერ გავუთანაბრებთ ქრონოლოგიურად იმეშა || უმეშა ტიპის მოვლენებს, ან პრევერბისეული ა ხმოვნის ო'ში გადასვლას. პირველი უფრო ადრინდელია, მეორე შედარებით გვიანდელი. ამით აიხსნება, რომ, მაგალითად, პრევერბისეული ა ს ო'დ ქცევის შემთხვევებს ლენტეხურში ვერ ვადასტურებთ, ხოლო სხვა დიალექტებში აღნიშნული პროცესი სხვადასხვაგვარად მიმდინარეობს. მაგრამ ეს შედარებით გვიანდელი ფაქტებიც გარკვეულ ჩვენებას იძლევიან სვანური ენის ფონეტიკური სისტემის დასახასიათებლად. მათს ფონზე შემოთნავარაუდები ***შდაგჷ** → **შდუგჷ** ტიპის პროცესების რეალურობა თითქოს ექვსაღარ უნდა იწვევდეს.

დასკვნა

სვანური თავისი ხმოვანთა სისტემით ისტორიულად ქართულს უჭერს მხარს და უპირისპირდება ზანურს. კერძოდ, ქართულ ა'ს სვანურში ისევ ა შეესატყვისება.

სადაც ქართული ა'ს ადგილას სვანურში უ'ს (→*ი/ე*) ან ო'ს ვადასტურებთ, იქ ეს უ || ო მომდინარეობს ა'სგან ფუძისეულ ბაგისმიერ თანხმოვანთა გავლენით.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 14.11.1955)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. გ. თ. ფურია. სვანური ენა, 1, ზნა. ტფილისი, 1931.
2. გ. თ. ფურია. კლავ უმლაუტისათვის სვანურში. ტფილისის უნივერსიტეტის მთავრე, VIII, ტფილისი, 1928.
3. ს. ჟღენტი. სვანური ფონეტიკის ძირითადი საკითხები. თბილისი, 1949.
4. თ. შარაძენიძე. ორფონიანობის ერთი ტიპის შესახებ სვანურ სახელთა ბრუნებაში (გინიანი მიცემითის გამოყენება ფუძედ დანარჩენი ბრუნებებისათვის), 1946.
5. არნ. ჩიქობავა. ჭანურ-მეგრულ-ქართული შედარებითი ლექსიკონი. თბილისი, 1938.
6. არნ. ჩიქობავა. სახელის ფუძის უმველესი აგებულება ქართველურ ენებში. თბილისი, 1942.
7. სვანური პროზაული ტექსტები, 1, ბალსქვემოური კილო. თბილისი, 1939.
8. Арн. Чикобава. Картвельские языки, их исторический состав и древний лингвистический облик: иберულ-кавказური ენათმეცნიერება, ტ. II, თბილისი, 1948.

⁽¹⁾ ეს არ ეხება ლენტეხურს.

მცენიერების ისტორია

3. ფირფიტაზიდი

 ზოგიერთი დაავადების კვალი კალენთროპოლოგიური მასალის
 მიხედვით

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 4.2.1956)

არქეოლოგიური გათხრების შედეგად მოპოვებული ძეგლოვანი მასალის მიხედვით დადგენილია [4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14], რომ ძველ საუკუნეებში იყო ისეთი სახის დაავადებანი, რომელთაც ახსიათებდათ როგორც ანთებადი, ისე დეგენერაციული ცვლილებები, სხვადასხვა სახის ავტამინოზები (რაქიტი), სპონდილიტები, სიმსივნეები, დისტროფიული ცვლილებები, ლუესი, ტუბერკულოზი (ფსოას აბსცესი) და პანსინუსიტები. დადგენილია აგრეთვე, რომ ძველადაც ყოფილა სიმახინჯეები და სხვადასხვა სახის ტრავმული დაზიანება.

1953 წელს ჩვენ შევისწავლეთ [3] სამთავროს (მცხეთა) სამაროვანში არქეოლოგიური ექსპედიციის მიერ 1938—1948 წლებში მოპოვებული ძეგლოვანი მასალა, რის საფუძველზეც შესაძლებელი გახდა გამოვეთქვა მოსაზრება უძველეს დროში ზოგიერთი პათოლოგიური პროცესის არსებობისა და პრაქტიკაში გამოყენებული ზოგიერთი სამკურნალო მანიპულაციის შესახებ. აგრეთვე ფაქტობრივი მასალით დავადგინეთ ტრავმული დაზიანებები, რითაც შეიძლება ერთგვარი წარმოდგენა ვიქონიოთ ავადმყოფობის ხასიათზე, ხანგრძლივობასა და ხარისხზე. იმავე მასალაზე განსაზღვრული წარმოდგენა მივიღეთ საქართველოში გავრცელებული უძველესი საექიმო ტექნიკის შესახებაც.

პროფ. ა. კვალიაშვილის ხელმძღვანელობით 1954—1955 წ. ჩვენ შევისწავლეთ საქართველოს სახელმწიფო მუზეუმში დაცული პალენთროპოლოგიური მასალა (230 ძეალი), რაც საქართველოს სხვადასხვა კუთხეშია მოპოვებული.

შესწავლილი მასალიდან ჩვენი ყურადღება მიიქცია რამდენიმე ძეგლმა, მათში არსებული პათოლოგიური ცვლილებების გამო. ქვემოთ ვიძლევი თითოეული მათგანის აღწერილობას სათანადო დასკვნებით.

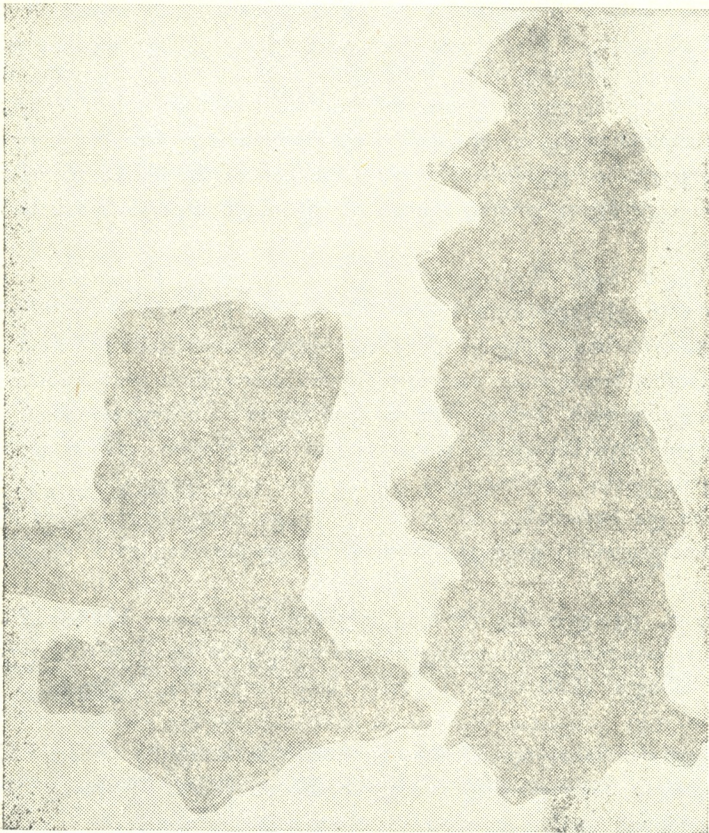
პირველი შემთხვევა. ხერხემლის სვეტის 2 ნაწილი, № 2332 (1 (სამდავრო). მოპოვებულია 1940 წ. ქვის სამარხ № 251-ში² არქ. მ. ივაშვილის მიერ.

(1 იგულისხმება საინვენტარო ნომერი.

(2 აღნიშნულ სამარხში ორი ცხედარი ყოფილა დასაფლავებული. იგი არქ. მ. ივაშვილის მიერ აღიარებულია ოქრომედლის სამარხად [9].

ჩენკოს მიერ. აღნიშნული ძვალი VI—VII სს (ახალი წელთაღრიცხვით) მცხოვრები პირისაა (იხ. სურ. 1-ა).

ხერხემლის სვეტის ერთი ნაწილი შედგება კისრის V, VI, VII და გულმკერდის I და II მალეებისაგან. მალეები თავისი სხეულებით, სასახსრე ზედაპირებითა და მორჩებით, აგრეთვე წვეტიანი მორჩების ფუძეებით ერთი-ერთორესთანაა შეზრდილი. ამგვარად, საქმე გვაქვს სრულ ანკილოზთან. მალთა სხეულები, მალეების ხვრელები და მალთაშუა ხვრელები დაპატარავებულია, რის გამოც კისრისა და გულმკერდის მალეები ერთ მთლიან სხეულს წარმოადგენენ. მარჯვნივ I და II მალეებს, ხოლო მარცხნივ იმავე II მალას შერჩენილი აქვს ნეკნის თავები და მისი ნაწილები, რომელთა შეერთების ადგილებზე აღინიშნება სრული შეზრდა. რენტგენოგრამაზე კისრის V, VI, VII



a

სურ. 1

b

და გულმკერდის I და II მალეები განიცდიან აგრეთვე სრულ შეზრდას. მალთაშუა ნაპრალები შენარჩუნებულია 10 მმ სიგანეზე ვიწრო ზოლების სახით,

რომელთა სისქე 1 მმ აღწევს. მარჯვნივ, გულმკერდის I და II მალეზთან, ხოლო მარცხნივ იმავე II მალასთან, ნეკნის თავები შესახსრების ადგილას განიცდის ანკილოზს, ხოლო მალთა სხეულები — მკვეთრ ოსტეოფოროზს. გვერდითი მიმართულებით გადაღებულმა რენტგენოგრამებმა გვიჩვენა აგრეთვე, რომ მალთა სხეულები ერთმანეთთან შეერთებულია პატარა ძვლოვანი ხიდაკებით.

ხერხემლის სვეტის მეორე ნაწილი შედგება გულმკერდის III, IV, V, VI, VII და VIII მალეზისაგან. ამ მალეზის სხეულები და სასახსრე მორჩები ერთმანეთთანაა შეზრდილი. მალთაშუა სივრცეებს ვერ ვხედავთ, რის გამოც იგი ერთ ნთლიან სხეულს წარმოადგენს. გულმკერდის III, IV, V, VI და VII მალეზის სხეულების წინა და მარცხენა მხარე ძლიერ დაზიანებულია, ხოლო VIII მალის სხეულს, განსაკუთრებით მარცხნივ და წინ, საკმაოდ მოზრდილი წანაზარდი აქვს, რომლის სიგრძე 7—14 მმ, სიგანე კი 3 მმ-ს უდრის (იხ. სურ. 1-ბ).

რენტგენოგრამაზე (იხ. სურ. 2) გულმკერდის III, IV, V, VI, VII და VIII მალეზის სხეულები მარჯვენა მხრიდან ერთმანეთთან დაკავშირებულია ძვლოვანი ხიდაკებით და ავსებენ მალთაშუა სივრცეებს, ხოლო მარცხნიდან წინა და გვერდითი მხარე დაზიანებულია. მალთაშუა ნაპრალები და ნეკნის თავები VII და VIII მალეზზე შენარჩუნებულია, მალეზის სხეულები ოსტეოფოროზულია.

ამგვარად, ხერხემლის გულმკერდის ნაწილი რენტგენოგრამაზეც ერთ მთლიან სხეულს წარმოადგენს, რომელსაც „ლერწმის ღეროს“ ფორმა აქვს. გვერდით რენტგენოგრამაზე მალთაშუა ნაპრალები უფრო კარგადაა წარმოდგენილი. ნარჩენი მალეზის სხეულები სიმალეში მნიშვნელოვან ცვლილებებს არ განიცდის და მალთა სხეულებია კონტურები კარგად ისახება. მალთაშუა ნაპრალები შენარჩუნებულია, მათ შორის მანძილი 2—3 მმ-ს უდრის. VIII მალას წინა მხრიდან აქვს საკმაოდ დენობის ძვლოვანი წანაზარდი. კისრისა და გულმკერდის მალეზში ზემოაღნიშნული პათოლოგიური ცვლილებები შეეძლო მოეცა: დეფორმირებულ სპონდილოზს, ტუბერკულოზურ სპონდილიტს და ბექტერიის დაავადებას.



სურ. 2. რენტგენოგრამა

1. როგორც ცნობილია, დეფორმირებული სპონდილოზის დროს რენტგენოლოგიურად აღინიშნება მალთაშუა სივრცეების შევიწროება, ნალთა

სხეულებიდან „თუთიყუშის ნისკარტის“ მაგვარი წარმონაქმნების არსებობა-
 ეს უკანასკნელი მოპირდაპირე მალეებს ერთმანეთთან აკავშირებს, რითაც
 მალთა სხეულების მოძრაობა შეზღუდულია, პროცესში ჩათრეულია 2 ან 3
 მალა, უფრო ხშირად წელის მალეები [8].

ჩვენს შემთხვევაში პროცესში მონაწილეობას იღებს კისრისა და გულ-
 მკერდის თითქმის ყველა მალა. საქმე გვაქვს მათს სრულ გაძვლებასთან.
 ხერხემლის ორივე ნაწილს მთლიანად „ლერწმის ღეროს“ ფორმა აქვს და
 მალთა სხეულები ოსტეოფოროზს განიცდიან. აღნიშნულის გამო დეფორ-
 მირებული სპონდილოზი ჩვენს შემთხვევაში გამოირიცხულია.

2. ტუბერკულოზური სპონდილიტის დროს პალეანთროპოლოგიურ მა-
 სალაზე რენტგენოლოგები ნახულობენ მალთა სხეულების, სასახსრე იოგების,
 მორჩებისა და სხვა წარმოქმნების ერთობლივ გაძვლებას, მალთაშუა ხერ-
 ლების დაპატარავებას, მალთა სხეულების გაფხვიერებას, მათს დაშლას. აღ-
 წერენ აგრეთვე ორი და ზოგჯერ მეტი მეზობელი მალის დაზიანებას, რის
 გამოც ნაცვლად ფიზიოლოგიური ლორდოზისა არსებობს კუთხური კიფოზი.
 ზოგჯერ ჩამოწვეთილი აბსცესის კვალსაც ნახულობენ (მუშიებზე კი ჩამოწვე-
 თილ აბსცესსაც). ჩვენს შემთხვევაში ზემოაღწერილ მოვლენებს ადგილი არ
 აქვს, ამიტომ ეს დაავადებაც გამოირიცხულია.

3. ბეხტერევის დაავადებას ახსიათებს მალთა მოთანასოვნე ზედაპირე-
 ბის გაბრტყელება, კიდების გარეთ გამოხეჩა და მოსაზღვრე მალთა ურთი-
 ერთდაკავშირება ძვლოვანი წანაზარდებით. მალთა სხეულები ოსტეოფოროზს
 განიცდიან. მალთაშუა ხრტილი ძვალდება და მალთაშუა სახსრების ანკილოზი
 ვითარდება. ხერხემალი თანდათან წინიასკენ იხრება და ნორმალური სიმრუ-
 დეები ქრება. ამგვარად, ხერხემალი წარმოადგენს ერთ მთლიან სხეულს, რო-
 მელიც „ლერწმის ღეროს“ ფორმას იღებს [8].

მსგავსი სურათი მივიღეთ ხერხემლის სვეტის ნაწილის პათანატომიური
 და რენტგენოლოგიური გამოკვლევის შედეგად. საქმე გვაქვს, ერთი მხრით,
 კისრის V, VI, VII და გულმკერდის I და II, ხოლო, მეორე მხრით, გულ-
 მკერდის III, IV, V, VI, VII და VIII მალეების სრულ გაძვლებასთან. მალთა
 სხეულები ოსტეოფოროზს განიცდიან, მალთა ნაპრალები შევიწროებულია,
 მალთა სხეულები ერთმანეთთან დაკავშირებულია ძვლოვანი წანაზარდებით,
 რაც მათ პირდაპირ რენტგენოგრაფიაზე „ლერწმის ღეროს“ ფორმას აძლევს.
 ამგვარად, ხერხემლის სვეტის ეს ორი ნაწილი (ჩონჩხის ძვლები) ერთი ადა-
 მიანისაა, რომელიც დაავადებული ყოფილა გამაძვალბელი სპონდილიტით,
 ანუ ბეხტერევის დაავადებით.

მეორე შემთხვევა. ხერხემლის სვეტის მესამე ნაწილი⁽¹⁾ (სურ. 3)
 შედგება წელის I, II, III და IV მალეებისაგან. აღნიშნული მალეები წვეტიანი,
 სასახსრე, დვრილისებრი და დამატებითი მორჩების შეზრდილია ერთმანეთთან.
 მალთაშუა ხერხელები დაპატარავებულია. მალთა სხეულების სიმალღე ოდნავ
 დადაბლებულია. ერთი მხრით, I და II, ხოლო, მეორე მხრით, III და IV

(1) ქვის სამარხი № 251-ში დასაფლავებული მეორე ცხედრის ჩონჩხის ძვლები.

წელის: მალეების სხეულებიდან ერთიმეორის საპირისპიროდ ხიდაკის მაგვარად მიიმართებიან ძვლოვანი წინაზარდები, რომელთა სიგრძე საშუალოდ 6—12

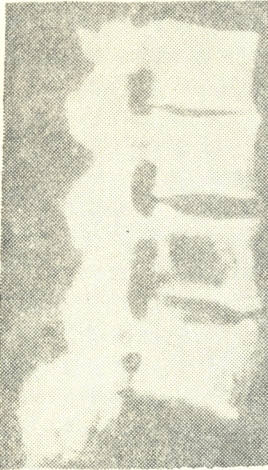


სურ. 3

მმ-ს აღწევს. წელის III მალის სხეულზე წინიდან წინაზარდის ძირში ჩანს პატარა ხვრელმილი, ხოლო პარტხნივ IV მალის წვეტიან და სასახსრე მორჩებს შორის მოთავსებულია კაკლისოდენა მკვრივი წარმონაქმნი, რომელიც ამ მიდამოში მკიდროდაა მიზრდილი. აღნიშნულ წარმონაქმნსა და წვეტიანი მორჩის კედელს შორის იქმნება ერთგვარი ღარი, რაც მიუთითებს ჩამოწვეთილი აბსცესის არსებობაზე.



რენტგენოგრაფიაზე (იხ. სურ. 4) გვაქვს წელის I, II, III და IV მწვეტიანი, სასახსრე, დვრილისებრი და დამატებითი მორჩების სრული ანკილოზი. მალთა სხეულების კუთხეები გაწვეტიანებულია, იგი განსაკუთრებით კარგად ჩანს წელის I, II და III—IV მალეების სხეულთა წინა კუთხეებში. ძვლოვანი წანაზარდების სახით. წელის III მალის სხეულის მიდამოში აღინიშნება საკმაოდ მოზრდილი დესტრუქციული ბუდე. პირდაპირ რენტგენოგრაფიაზე იგი უფრო მარცხნივაა გამოხატული, გვერდით რენტგენოგრაფიაზე კი მალის სხეულის ცენტრალურ ნაწილს იკავებს. აღნიშნული ფორმით იგი უახლოვდება ოთხკუთხედს, რომლის სიმაღლე 22 მმ-ს, ხოლო სიგანე 23 მმ-ს უდრის.



სურ. 4. რენტგენოგრაფია

აღნიშნული პათოლოგიური ცვლილებები შეიძლება გამოწვეული იყოს სიმსივნეებით, ლუესითა და ტუბერკულოზური სპონდილიტით.

1. ხერხემლის სიმსივნეებიდან პალეანთროპოლოგიურ მასალაზე რენტგენოლოგები უმეტესად ნახულობენ კიბოს მეტასტაზის სახით. მას ახასიათებს არსებობა დეფექტისა, რომელიც შემოსაზღვრულია სკლეროზული სარტყლით და უმეტესად განიცდის ოსტეოკლასტურ და ოსტეობლასტურ ცვლილებებს [6]. რადგან ზემოაღნიშნული ცვლილებები ჩვენს შემთხვევაში არ გვაქვს, ამიტომ ეს დაავადება გამოვრიცხეთ.

2. ლუესურ სპონდილიტს რენტგენოლოგიურად ახასიათებს ოსტეოსკლეროზი ბუდობრივი და შლილი კერებითა და პერიოსტული ნადედებით, რასაც ჩვენს შემთხვევაში ადგილი არ აქვს, ამიტომ ეს დაავადებაც გამოვრიცხეთ.

3. ტუბერკულოზური სპონდილიტის დროს პალეანთროპოლოგიურ მასალაზე რენტგენოლოგები ნახულობენ მალთა სხეულების სასახსრე იოგების, მორჩებისა და სხვა წარმონაქმთა ერთობლივ გაძვალებას, მალთაშუა ხვრელების დაპატარავებას, მალთა სხეულების გაფხვიერებას და მათ დაშლას. აღწერენ აგრეთვე ორი და ზოგჯერ მეტი მეზობელი მალის დაზიანებას, რის გამოც ნაცვლად ფიზიოლოგიური ლორღოზისა არსებობს კუთხური კიფოზი, ზოგჯერ ნახულობენ ჩამოწვეთილი აბსცესის კვალსაც [7, 8, 13, 14].

ზემოთ აღწერილი ნიშნებიდან ჩვენს შემთხვევაში გვაქვს ხერხემლის სვეტის წელის მალეების წვეტიანი, სასახსრე, დვრილისებრი და დამატებითი მორჩების შეზრდა, მალთაშუა ხვრელების დაპატარავება, მალთა სხეულების უმნიშვნელო დადაბლება. გვაქვს ჩამოწვეთილი აბსცესის კვალი და წელის მესამე მალის სხეულში პატარა ხვრელმილი. წელის III მალის სხეული პირდაპირ რენტგენოგრაფიაზე ოდნავ მარცხნივ გაფხვიერებულია, გვერდით რენტგენოგრაფიაზე კი ცენტრალურ ნაწილს იკავებს და ოთხკუთხედის ფორმასღებულობს, რომლის სიმაღლე 22 მმ-ს, ხოლო სიგანე 23 მმ-ს არ აღემატება. რაც შეეხება მოპირდაპირე მალეების სხეულების დაშლასა და კუხს, ჩვენს შემთხვევაში ადგილი არ აქვს. ამგვარად, ჩვენს შემთხვევაში საქმე გვაქვს ჭაუშთავრებელ ტუბერკულოზურ პროცესთან, რის სასარგებლოდაც მიუთით-

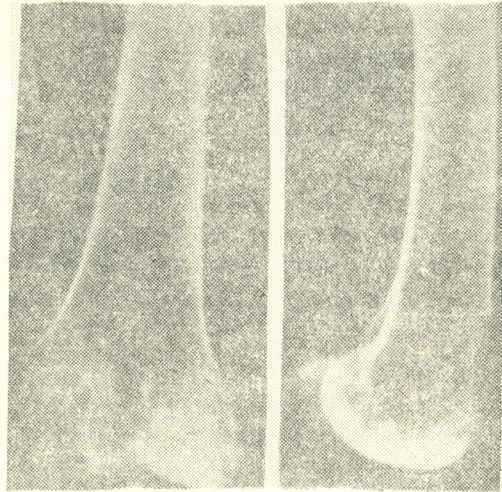
თებს წელის III მალის სხეულზე არსებული პატარა ხვრელმილი. დასაშვებია იყოს ტუბერკულოზის მეორადი ინფექციით გართულებაც.

როგორც ცნობილია, ძვალ-სახსართა ტუბერკულოზური დაავადება, პალეანთროპოლოგების აზრით, ძველ საუკუნეებში შედარებით იშვიათია. შ. ვალოისა [11] და ლ. პალესის [10] მონაცემებით, პალეოლითის ეპოქაში ტუბერკულოზი არ იყო, ხოლო ნეოლითის, ბრინჯაოსა და რკინის ხანაში ძვლების ტუბერკულოზით დაზიანება ძლიერ იშვიათია. საფრანგეთის პალეანთროპოლოგიურ მასალაში ძვლების ტუბერკულოზით დაზიანება ნახულ იქნა 11 შემთხვევაში. (აქედან 2 შემთხვევა სპონდილიტისა).

ეგვიპტის უძველეს მუმიებზე (1100 ძვ. წ.) რ. მოდიესა [14] და სხვების მიერ აღმოჩენილ იქნა ტუბერკულოზური სპონდილიტის რამდენიმე შემთხვევა. დისტრუქციულ ცვლილებებთან ერთად ერთეულ შემთხვევებში ნახეს ჩამოწვეთილი აბსცესის კვალიც.

დ. როხლინისა და ვ. მაიკოვას-ტროგანოვას გამოკვლევების მიხედვით, ტუბერკულოზი არ ითვლება ახალ დაავადებად. მათ მიერ ტუბერკულოზური სპონდილიტი დადგენილია ბრინჯაოს ხანის ძვლოვან მასალაზე 5 შემთხვევაში. მათ შორის ერთ შემთხვევაში ნახეს ჩამოწვეთილი აბსცესის კვალიც [1].

ჯერჯერობით პირველ ქართულ საექიმო ძველ „უსწორო კარაბადინში“ ტუბერკულოზი, ანუ „სიმჰლის სენი“, აღწერილია „დიყის“ სახელწოდებით [2]. ეს გარემოება მიგვითითებს, რომ ქართულ არქეოლოგიურ ძვლოვან მასალაზე ამ და-



სურ. 5. რენტგენოგრამა

ავადების კვალი უნდა არსებობდეს. ვფიქრობთ, ჩვენ მიერ აღწერილი შემთხვევა ამის უტყუარ მაგალითს წარმოადგენს.

მესამე შემთხვევა. მარცხენა ბარძაყის ძვალი მოპოვებულია 1954 წ. დიდ ლილოში, ქვის სამარხში არქ. დ. ქორიძის მიერ. ძვალი XVI—XVIII სს მცხოვრები პირისაა. იგი კარგადაა შენახული. მისი სიგრძე 44 სმ-ია, გარშემოწერილობა ზემოთ საშუალოდ—9,5—10,5 სმ, ქვემოთ—9,5—15,5 სმ. ბარძაყის ძვლის დისტალური ეპიფიზი პერიოსტალური ზედნადებების გამო გასქელებულია, როკთაშუა ფოსო დაპატარავებულია. პერიოსტალური ზედნადებები გვირგვინისებრ ეკვრის ქვემოდან როკთაშუა ფოსოს, რომლის სისქე 10—20 მმ-ს უდრის. აღნიშნული პერიოსტალური ნადებები კარგადაა გამოხატული ლატერალურად ზედა როკს ქვემოთ და უკან. ორივე როკზე მედიალურ ზედაპირზე აღსანიშნავია, ნისკარტისებრი წანაზარდი, რომლის სიმაღლე 15 მმ, ხოლო სიგანე 20 მმ-ია.

რენტგენოგრაფიაზე (იხ. სურ. 5) აღინიშნება მარცხენა ბარძაყის ძვლის დისტალური ეპიფიზის დეფორმაცია, რაც გამოიხატება შიგნითა როკის მედიალური მხრიდან წანაზარდის განვითარებით, სკლეროზითა და ბუდობრივი გაფხვიერებით. აღნიშნული მოვლენები განვითარებულია დეფორმირებული ართროზის შედეგად.

დასკვნები

1. პალეანთროპოლოგიური მასალის შესწავლამ დაგვარწმუნა, რომ ძველ საუკუნეებში საქართველოშიც ჰქონდა ადგილი ისეთ დაავადებებს, როგორცაა ძვალ-სახსართა ტუბერკულოზი, ბეხტერევის დაავადება, სახსრებისა და ძვლების არასპეციფიკური ანთებადი ხასიათის დაავადება და სხვა.

2. გამოკვლევამ დაადასტურა ის აზრი, რომ პალეანთროპოლოგიური მასალის შესწავლას ზოგიერთი დაავადების სიძველის დასადგენად გარკვეული მნიშვნელობა აქვს; ეს ხელს შეუწყობდა აგრეთვე ქართული მედიცინის ისტორიის მრავალი საკითხის დაზუსტებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა და
 ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 4.2.1956)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ა. ნათიშვილი. ადამიანის ნორმალური ანატომია, ნაწ. 1, თბილისი, 1954.
2. ქანანელი. უსწორი კარბადინი, თბილისი, 1940, გვ. 28—35.
3. ბ. ფირფილაშვილი. სამთავროს სამართავანში გათხრების შედეგად მოპოვებული მასალები ძველთა სისტემის დაავადების შესწავლისათვის. საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბე, XV, № 8, 1954, გვ. 351—359.
4. Н. И. Вылегжанин. Палеопатология. Казанский медицинский журнал, 1932.
5. А. А. Цейтлин. Поражения позвоночника как признак нераспознанного рака внутренних органов. Вестник рентгенологии и радиологии, т. XII, вып. 5, 1933.
6. Д. Г. Рохлин и В. С. Майкова-Строганова. Метастазы рака на палеопатологическом материале. Вестник рентгенологии и радиологии, т. XIX, № 1, 1938, стр. 171—177.
7. Д. Г. Рохлин и В. С. Майкова-Строганова. Туберкулезное поражение позвоночника на палеопатологическом материале. Вестник рентгенологии и радиологии, т. XIX, № 1, 1938, стр. 179—185.
8. П. Г. Корнев. Костно-суставный туберкулез. Медгиз, Москва, 1953, стр. 330—352.
9. М. М. Иващенко. Находка византийского экскафия в Грузии, КСИИМК, АН СССР, в. XIX, М.—Л., 1948, стр. 43—45.
10. L. Pales. Paléopathologie et pathologie comparative. Paris. Masson, 1930.
11. Н. V. Vallois. Les maladies de l'homme préhistorique. Revue scientifique (revue rose) 27 octobre, № 20, 1934.
12. G. Schmorl a. und H. Junghanns. Die gesunde und Kranke Wirbelsäule im Röntgenbild Leipzig. Thieme, 1932.
13. F. F. F. F. F. The healing process in tubercululous spondylitt. Surg., Gynec and obst. v. 62, April, № 4, 1936.
14. R. L. Modie. Ph. D. paleopathology... Illinois, 1923, стр. 424—512.

ხელოვნების ისტორია

ბ. გულისაშვილი

სუფთა წყობა და ხალხური მუსიკალური შემოქმედება

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. ახვლედიანმა 19.5.1955)

სუფთა წყობა, როგორც ერთ-ერთი ძირითადი სამუსიკო-აკუსტიკური სისტემა, ხშირად გვხვდება მუსიკალურ თეორიასა და პრაქტიკაში. ფლავო-ლეტები ხემიან საკრავებზე და ჰაერის გადაბერვა ჩასაბერ საკრავებში წარმოადგენენ ისეთ ობერტონებს, რომლებიც ემთხვევიან სუფთა წყობას. ინტერვალებს, რომლებიც უახლოვდებიან სუფთებს, ჩვენ ვხვდებით მუსიკალურ საკრავებზე დაკვრისა და სიმღერის დროს.

ზოგიერთი მკვლევარი გადაჭრით ამტკიცებს, რომ ხალხური მუსიკალური შემოქმედებისათვის დამახასიათებელია სუფთა წყობა. პ. სოკალსკი [1], მაგალითად, ამ წყობას თვლის დამახასიათებლად რუსული ხალხური სიმღერისათვის, დ. არაყიშვილი [2] მიგვითითებს სუფთა წყობაზე ქართულ ხალხურ სიმღერაში, პ. ტიხოვი [3] აღნიშნავს სუფთა წყობას ყირგიზულ მუსიკაში, ხოლო ს. რიბაკოვი [4] ამტკიცებს, რომ ეს წყობა დამახასიათებელია ყველა ხალხის სიმღერებისათვის.

ასეთი აზრის საფუძვლით მიღება არ შეიძლება. ხალხური სიმღერის წყობას შეუძლია მხოლოდ დაუახლოვდეს სუფთა წყობას, მაგრამ საფუძვლით ვერ დაემთხვევა მას.

ჩვენ აქ ვაჩვენებთ ხალხური მუსიკალური შემოქმედების წყობის მიახლოებას სუფთა წყობასთან რუსული, ქართული და უზბეკური მუსიკის მაგალითებზე.

ე. გიპიუსისა და ზ. ევალდის [5] პინეის რუსულ ხალხურ სიმღერათა კრებულში ხშირად აღნიშნულია ზოგიერთი ბგერის ამაღლება ან დაბალდება ტემპერირებულ წყობასთან შედარებით და უმეტეს შემთხვევაში ამ გადახრას განსაზღვრული კანონზომიერება აქვს.

პატარა სეკუნდებში ფუძე დადაბლებულია (სიმღერა „Нам не для чего ф шюжы люди торопище...“) ან მწვერვალი ამაღლებულია (სიმღერა „Сполюбил я де... ай да деушкү...“), რაც ადიდებს პატარა სეკუნდებს ტემპერირებულ პატარა სეკუნდებთან შედარებით.

დიდ სეკუნდებში ფუძე ამაღლებულია (სიმღერა „Што за парень и друк любитель за такой...“) ან მწვერვალი დადაბლებულია (სიმღერა „По широкой то было славной юлицы...“). ეს ამცირებს დიდ სეკუნდებს ტემპერირებულ დიდ სეკუნდებთან შედარებით.

გადიდებულ სეკუნდებში ფუძე ამაღლებულია (სიმღერა „Чернобровенькой дакы черноглазой...“) ან მწვერვალი დადაბლებულია (სიმღერა „Нам не для чего ф шюжы люди торопище...“). ამით მცირდება გადიდებული სეკუნდები ტემპერირებულ გადიდებულ სეკუნდებთან შედარებით.



შემცირებულ ტერციებში ფუძე დადაბლებულია (სიმღერა „Нам не для чего ф сюжы люди торопище...“) ან მწვერვალი ამაღლებულია (სიმღერა „Чернобровенькой дакы черноглазой...“). ეს ადიდებს შემცირებულ ტერციებს ტემპერირებულ შემცირებულ ტერციებთან შედარებით.

პატარა ტერციებში ფუძე დადაბლებულია (სიმღერა „Ой белокамены полаты...“) ან მწვერვალი ამაღლებულია (სიმღერა „Долина долинушка...“), რაც ადიდებს პატარა ტერციებს ტემპერირებულ პატარა ტერციებთან შედარებით.

დიდ ტერციებში ფუძე ამაღლებულია (Ах из за лесу...“) ან მწვერვალი დადაბლებულია (სიმღერა „Нам не для чего ф сюжы люди торопище...“). ეს ამცირებს დიდ ტერციებს ტემპერირებულ დიდ ტერციებთან შედარებით.

შემცირებულ კვარტებში მწვერვალი ამაღლებულია (სიმღერა „Ой белокамены полаты...“), ეს კი ადიდებს შემცირებულ კვარტებს ტემპერირებულ შემცირებულ კვარტებთან შედარებით.

გადიდებულ კვარტებში ფუძე ამაღლებულია (სიმღერა „Ай да ы... эх из за лесу...“) ან მწვერვალი დადაბლებულია (სიმღერა „Нам не для чего ф сюжы люди торопище...“), რაც ამცირებს გადიდებულ კვარტებს ტემპერირებულ გადიდებულ კვარტებთან შედარებით.

შემცირებულ კვინტებში მწვერვალი ამაღლებულია (სიმღერა „Во лужях таки во лужях...“). ეს ადიდებს შემცირებულ კვინტებს ტემპერირებულ შემცირებულ კვინტებთან შედარებით.

პატარა სექსტებში მწვერვალი ამაღლებულია (სიმღერა „Ф Питер Москву да про... ой да проежжали...“), რაც ადიდებს პატარა სექსტებს ტემპერირებულ პატარა სექსტებთან შედარებით.

დიდ სექსტებში ფუძე ამაღლებულია (სიმღერა „Экой Ваня розудамая го... ой голова...“) ან მწვერვალი დადაბლებულია (სიმღერა „Из за лесу ту лесу темного...“), რაც ამცირებს დიდ სექსტებს ტემპერირებულ დიდ სექსტებთან შედარებით.

ყველა ამ შემთხვევაში პატარა და შემცირებული ინტერვალები ტემპერირებულ ინტერვალებთან შედარებით გადიდებულია, ხოლო დიდი და გადიდებული ინტერვალები შემცირებულია. უფრო იშვიათად გვხვდება რუსულ ხალხურ სიმღერებში საწინააღმდეგო შემთხვევები, როდესაც პატარა და შემცირებული ინტერვალები შემცირებულია, ხოლო დიდი და გადიდებული ინტერვალები გადიდებულია ტემპერირებულ ინტერვალებთან შედარებით.

ქართულ ხალხურ სიმღერებში პატარა და შემცირებული ინტერვალების გადიდება და დიდი და გადიდებული ინტერვალების შემცირება, ტემპერირებულ ინტერვალებთან შედარებით, უფრო მიმდევრობითად ტარდება. აქ ჩვენ არ ვხვდებით ისეთ შემთხვევებს, როდესაც პატარა და შემცირებული ინტერვალის შემცირებულია, ხოლო დიდი და გადიდებული ინტერვალის გადიდებულია ტემპერირებულ ინტერვალებთან შედარებით.

ზოგიერთი ბგერის დადაბლება ან ამაღლება ტემპერირებულ წყობასთან შედარებით ქართულ ხალხურ სიმღერაში აღნიშნულია დ. ა რ ა ყ ი შ ვ ი ლ ი ს ა [2, 6; 7] და ზ. ფ ა ლ ი ა შ ვ ი ლ ი ს [8] შრომებში. ტემპერირებულ წყობიდან ამ გადახრაზე მიგვითითებს შ. ა ს ლ ა ნ ი შ ვ ი ლ ი ც [9].

პატარა და შემცირებული ინტერვალების გადიდება და დიდი და გადი-
დებული ინტერვალების შემცირება, ტემპერირებულ ინტერვალებთან შედარე-
ბით, ქართულ ხალხურ სიმღერებში ასევე ხდება ფუძის ან მწვერვალის ამაღ-
ლებითა და დადაბლებით.

პატარა სეკუნდებში ფუძე დადაბლებულია (სიმღერა „ფირუზი“) ან მწვე-
რვალი ამაღლებულია (სიმღერა „დაღიე, ჩემო ბატონო“), რაც ადიდებს პა-
ტარა სეკუნდებს ტემპერირებულ პატარა სეკუნდებთან შედარებით.

დიდ სეკუნდებში ფუძე ამაღლებულია (სიმღერა „სუფრული“) ან მწვერ-
ვალი დადაბლებულია (სიმღერა „ჩარირამა“), რაც ამცირებს დიდ სეკუნდებს
ტემპერირებულ დიდ სეკუნდებთან შედარებით.

გადიდებულ სეკუნდებში ფუძე ამაღლებულია (სიმღერა „გურიაში“) ან
მწვერვალი დადაბლებულია (სიმღერა „ჰერი ეგა“), რაც ამცირებს გადიდებულ
სეკუნდებს ტემპერირებულ გადიდებულ სეკუნდებთან შედარებით.

პატარა ტერციებში ფუძე დადაბლებულია (სიმღერა „აბა დელი“) ან
მწვერვალი ამაღლებულია (სიმღერა „ბერიკების ტირილი“). ეს ადიდებს პა-
ტარა ტერციებს ტემპერირებულ პატარა ტერციებთან შედარებით.

დიდ ტერციებში ფუძე ამაღლებულია (სიმღერა „რირაო“) ან მწვერვა-
ლი დადაბლებულია (სიმღერა „დიამბეგო, ქალს გიქებენ“), რაც ამცირებს
დიდ ტერციებს ტემპერირებულ დიდ ტერციებთან შედარებით.

გადიდებულ კვარტებში ფუძე ამაღლებულია (სიმღერა „ორირა რირა“)
ან მწვერვალი დადაბლებულია (სიმღერა, „ხასანბეგურა“), ეს კი ამცირებს
გადიდებულ კვარტებს ტემპერირებულ გადიდებულ კვარტებთან შედარებით.

შემცირებულ კვინტებში ფუძე დადაბლებულია (სიმღერა „ალილო“) ან
მწვერვალი ამაღლებულია (სიმღერა „ჩარირამა“). ეს ადიდებს შემცირებულ
კვინტებს ტემპერირებულ შემცირებულ კვინტებთან შედარებით.

პატარა სექსტებში ფუძე დადაბლებულია (სიმღერა „ალი-ჯაშა“) ან
მწვერვალი ამაღლებულია (სიმღერა „ჩარირამა“), რაც ადიდებს პატარა სექს-
ტებს ტემპერირებულ პატარა სექსტებთან შედარებით.

დიდ სექსტებში მწვერვალი დადაბლებულია (სიმღერა „ნამგლური“), რაც
ამცირებს დიდ სექსტებს ტემპერირებულ დიდ სექსტებთან შედარებით.

პატარა სეპტიმებში ფუძე დადაბლებულია (სიმღერა „ხასანბეგურა“) ან
მწვერვალი ამაღლებულია (სიმღერა „ჩარირამა“), რაც ადიდებს პატარა სეპ-
ტიმებს ტემპერირებულ პატარა სეპტიმებთან შედარებით.

დიდ სეპტიმებში ფუძე ამაღლებულია (სიმღერა „ხასანბეგურა“) ან
მწვერვალი დადაბლებულია (სიმღერა „გძელი მრავალქამიერი“), რაც ამცი-
რებს დიდ სეპტიმებს ტემპერატურულ დიდ სეპტიმებთან შედარებით.

პატარა და შემცირებული ინტერვალების გადიდება და დიდი და გადი-
დებული ინტერვალების შემცირება, ტემპერირებულ ინტერვალებთან შედარე-
ბით, გვიჩვენებს წყობის მიახლოებას სუფთა წყობასთან, რომელშიაც ყველა
პატარა და შემცირებული ინტერვალის ტემპერირებულ ინტერვალზე დიდია,
ხოლო დიდი და გადიდებული პატარაა.

ხალხურ საკრავიერ შემოქმედებაში უფრო იშვიათად, მაგრამ მაინც
გვხვდება ინტერვალები, რომლებიც უახლოვდება სუფთა ინტერვალებს. მაგა-
ლითად შეიძლება მოვიყვანოთ ქართული და უზბეკური საკრავიერი მუსიკა.



ქართულ დასაკვრელებში, რომლებიც ჩაწერილია დ. არაყიშვილის [7] მიერ, ისევე როგორც ხალხურ სიმღერებშიც, ზოგჯერ აღნიშნულია გადახრა ტემპერირებული წყობიდან და აქაც პატარა ინტერვალები გადიდებულია ტემპერირებულ ინტერვალებთან შედარებით, ხოლო დიდი შემცირებულია. ეს აახლოებს ამ ინტერვალებს სუფთა ინტერვალებთან.

ერთ საცეკვაო დასაკვრელში, მაგალითად, პატარა სეკუნდასა და პატარა სექსტას ფუძე დადაბლებული აქვს, რაც ადიდებს ამ ინტერვალებს ტემპერირებულ ინტერვალებთან შედარებით, ხოლო დიდ ტერციას მწვერვალი დადაბლებული აქვს, რაც ამცირებს ამ ინტერვალს.

მეორე საცეკვაო დასაკვრელში დიდ სეკუნდასა და დიდ სექსტას მწვერვალი დადაბლებული აქვს, რაც ამცირებს ამ ინტერვალებს ტემპერირებულ ინტერვალებთან შედარებით.

ვ. სტეშენკო-კუფტინას [10] მოჰყავს ქართული მრავალმიღებიანი ფლეიტების (სოინარების) აწყობის მაგალითები, რომლებშიც მიღები აწყობილია ტერციებით. წყობა, რომელიც ავტორს გამოხატული აქვს ცენტებში⁽¹⁾, საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ, რომელი ტერცია უახლოვდება სუფთა ტერციას.

როგორც ცნობილია, სუფთა წყობის პატარა ტერციის ზომა 316 ცენტს უდრის, ხოლო დიდი ტერციისა—386 ცენტს. იმ ტერციებისაგან, რომლებიც ოთხ სოინარზე მდებარეობენ, სუფთა წყობას უფრო უახლოვდება ის ტერციები, რომელთა ზომა 311, 312, 317 და 392 ცენტია. პირველი სამი მხოლოდ 5, 4 და 1 ცენტით განსხვავდება სუფთა წყობის პატარა ტერციისაგან, ხოლო უკანასკნელი 6 ცენტით განსხვავდება სუფთა წყობის დიდი ტერციისაგან.

ე. რომანოვსკაია [11] უზბეკური ხალხური საკრავიერი მუსიკის კრებულში გვიჩვენებს დუთარის წყობას ცენტებში. ამ ორსიმიან საკრავზე შესრულებული იყო ის ხალხური დასაკვრელები, რომლებიც მოთავსებულია კრებულში. ინტერვალების ზომაზე მითითება ცენტებში საშუალებას იძლევა აქაც განვსაზღვროთ, რომელი მათგანი უახლოვდება სუფთა წყობას.

ამ დასაკვრელებში აგრეთვე გვხვდება ტერციები, რომლებიც უახლოვდება სუფთა წყობის ტერციებს. პატარა ტერციას, ზომით 318 ცენტი, ჩვენ ვხვდებით, მაგალითად, დასაკვრელში „ჩორგოხ“, ხოლო დიდ ტერციას, ზომით 384 ცენტი—დასაკვრელში „აჟამ ვა ნავო“. ეს ორივე ტერცია სუფთა წყობის ტერციებისაგან მხოლოდ 2 ცენტით განსხვავდება.

ტერციებს გარდა უზბეკური საკრავიერი მუსიკის ამ ნიმუშებში გვხვდება სხვა ინტერვალებიც, რომლებიც უახლოვდება სუფთა ინტერვალებს.

როგორც ცნობილია, სუფთა წყობაში პატარა სეკუნდის ზომა 112 ცენტს უდრის, დიდი სეკუნდის—182 ცენტს, გადიდებული კვარტის—590 ცენტს, შემცირებული კვინტის—610 ცენტს, პატარა სექსტის—814 ცენტს, დიდი სექსტის—884 ცენტს, პატარა სეპტიმის—1018 ცენტს და დიდი სეპტიმის—1088 ცენტს.

(1) ცენტი—ტემპერირებული ნახევარტონის ერთი მესხედი ნაწილი.

პატარა სეკუნდას, ზომით 114 ცენტი, ჩვენ ვხვდებით, მაგალითად, დასაკვრელში „დუგოხ ხუსაინ“, დიდ სეკუნდას, ზომით 180 ცენტი—დასაკვრელში „სარბოზგა“, გადიდებულ კვარტას, ზომით 588 ცენტი—დასაკვრელში „დუგოხ ხუსაინ“, შემცირებულ კვინტას, 612 ცენტის ზომისას—დასაკვრელში „ნასრულო“, პატარა სექსტას, ზომით 816 ცენტი, დასაკვრელში „ჩორგოხ“, დიდ სექსტას (882 ცენტი)—დასაკვრელში „დუგოხ ხუსაინ“, პატარა სეპტიმას (1020 ცენტი) დასაკვრელში „დუგოხ ხუსაინ“ და დიდ სეპტიმას (1086 ცენტი) დასაკვრელში „დუგოხ ხუსაინ“. ყველა ეს ინტერვალი აგრეთვე მხოლოდ 2 ცენტით განსხვავდება სუფთა ინტერვალისაგან.

ნ. გარბუზოვის [12] ზონური წყობის თეორიის თანახმად, ყოველ ინტერვალს აქვს თავისი ზონა, რომლის ფარგლებში მას ისე შეუძლია შეცვალოს თავისი სიდიდე, რომ მისი არსებითი ხმოვანი თვისებები არ შეიცვლება. თუ ჩვენ ამ თეორიას გამოვიყენებთ ხალხური მუსიკალური შემოქმედების აკუსტიკურ ანალიზში, მაშინ შეგვიძლია აღვნიშნოთ: 1. ინტერვალები თავისი ზონის ფარგლებში ცვლიან თავის სიდიდეს, 2. ინტერვალები საკრავიერ მუსიკაში ზოგჯერ, (ვოკალურში კი უმეტეს შემთხვევაში) აუახლოვდებიან სუფთა ინტერვალს.

სუფთა წყობასთან ახლო მდებარე ინტონაციების არსებობა ხალხურ მუსიკალურ შემოქმედებაში ადამიანის სმენის ბუნებით აიხსნება. ხალხური მომღერლების სმენა თავისუფლად ვითარდებოდა და არ იყო შებოჭილი ტემპერირებული წყობით. ადამიანის სმენა და ხმის აპარატი მისი წრათვის სუფთა წყობისაყენ, რადგან ეს წყობა ბგერის ფიზიკური კანონზომიერებისაგან გამომდინარეობს.

პატარა და შემცირებული ინტერვალების გადიდება და დიდი და გადიდებული ინტერვალების შემცირება ტემპერირებულ ინტერვალებთან შედარებით ამცირებს განსხვავებას ინტერვალების სახეებს შორის.

პატარა ტერციის გადიდება და დიდი ტერციის შემცირება აახლოებს ამ ტერციებს ერთმანეთთან და რამდენადმე ამცირებს განსხვავებას მინორულ და მაჟორულ სამხმოვანებს შორის. ამის დამახასიათებელ მაგალითებს ვპოულობთ ქართულ ხალხურ სიმღერებში.

მინორული სამხმოვანების ტერციის ამაღლება, რომელიც აღნიშნულია, მაგალითად, სიმღერაში „ალი-ფაშა“, აახლოებს ამ სამხმოვანებს მაჟორულ სამხმოვანებსთან, ხოლო მაჟორული სამხმოვანების ტერციის დადაბლება, რომელიც აღნიშნულია სიმღერაში „გუშინ შეიღნი გურჯანგლი“, აახლოებს ამ სამხმოვანებს მინორულ სამხმოვანებსთან.

ხალხური სიმღერის წყობის მიახლოება სუფთა წყობასთან, ინტერვალებსა და აკორდებს შორის განსხვავების შემცირებასთან ერთად, ამცირებს აგრეთვე განსხვავებას ერთსა და იმავე ტონალურ ცენტრზე მდებარე სხვადასხვა კილოს შორის. ამის მაგალითებსაც ვხვდებით ქართულ ხალხურ სიმღერებში.

სიმღერაში „ფირუზი“ ლიდიური კილოს მეოთხე საფეხურის დადაბლებული ხმოვანება აახლოებს ამ კილოს იონიურ კილოსთან, ხოლო იონიური კილოს მეოთხე საფეხურის ამაღლებული ხმოვანება აახლოებს ამ კილოს ლიდიურ კილოსთან.

სიმღერაში „ჩონგურო“ იონიური კილოს მეშვიდე საფეხურის დადაბლებული ხმოვანება აახლოებს ამ კილოს მიქსოლიდიურ კილოსთან, ხოლო სიმღერაში „მუშური სიმღერა თონხაზე“ მიქსოლიდიური კილოს მეშვიდე საფეხურის ამალღებული ხმოვანება აახლოებს ამ კილოს იონიურ კილოსთან.

სიმღერაში „ძველებური მაყრული“ მიქსოლიდიური კილოს მესამე საფეხურის დადაბლებული ხმოვანება აახლოებს ამ კილოს დორიულ კილოსთან, ხოლო სიმღერაში „მზის სხივები აკოკრებენ“ დორიული კილოს მესამე საფეხურის ამალღებული ხმოვანება აახლოებს ამ კილოს მიქსოლიდიურ კილოსთან.

სიმღერაში „სათამაშო“ ეოლიური კილოს მეექვსე საფეხურის ამალღებული ხმოვანება აახლოებს ამ კილოს დორიულ კილოსთან.

სიმღერაში „აღზევანს წავალ“ ეოლიური კილოს მეორე საფეხურის დადაბლებული ხმოვანება აახლოებს ამ კილოს ფრიგიულ კილოსთან.

სიმღერაში „სათამაშო“ მიქსოლიდიური კილოს მესამე და მეექვსე საფეხურების დადაბლებული ხმოვანება აახლოებს ამ კილოს ეოლიურ კილოსთან.

სიმღერაში „მაყრული“ დორიული კილოს მესამე და მეშვიდე საფეხურების ამალღებული ხმოვანება აახლოებს ამ კილოს იონიურ კილოსთან.

ხალხურ სიმღერებში ხშირად გვხვდება კილოს მოდულაცია, რომლის დროს ტონალური ცენტრი არ იცვლება. სიმღერის წყობის სუფთა წყობასთან მიახლოებით გამოწვეულ ერთსახელიან კილოებს შორის განსხვავების შემცირება აადვილებს ასეთ მოდულაციას.

კილოს მოდულაციის არსებობას რუსულ ხალხურ სიმღერებში აღნიშნავს ზ. ევალდი [5], ხოლო ქართულ სიმღერებში — შ. ასლანიშვილი [9].

წყობის ანალიზი გვეჩვენებს უფრო ღრმად ჩაგვყვდეთ ხალხური მუსიკალური შემოქმედების არსს. ხალხური სიმღერის წყობა უნდა ჩაითვალოს ზონურ წყობად, რომელიც სუფთა წყობას უახლოვდება.

გ. სარაჯიშვილის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო კონსერვატორია

(რედაქციას მოუვიდა 21.5.1955)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. Сокальский. Русская народная музыка. Харьков, 1888.
2. Д. Аракчиев. Народная песня Западной Грузии. Москва, 1908.
3. П. Тихов. О музыке туркестанских киргиз. Журнал «Музыка и жизнь», № 4, 1910.
4. С. Рыбаков. Рецензия на работу П. Тихова «О музыке туркестанских киргиз». Русская музыкальная газета, №№ 21—22, 1912.
5. Е. Гиппиус и З. Эвальд. Песни Пинежья, книга 2. Москва, 1937.
6. Д. Аракчиев. Краткий очерк развития грузинской карталино-кахетинской народной песни. Москва, 1905.
7. Д. Аракчиев. Грузинское народное музыкальное творчество. Москва, 1916.
8. ზ. ფალიაშვილი. ქართულ ხალხურ სიმღერათა კრებული. თბილისი, 1909.
9. შ. ასლანიშვილი. ქართლ-კახეთის საგუნდო სიმღერათა ჰარმონია. თბილისი, 1950.
10. В. Стешенко-Курфтина. Древнейшие инструментальные основы грузинской народной музыки. I. Флейта пана. Тбилиси, 1936.
11. Е. Романовская. Узбекская инструментальная музыка. Ташкент, 1948.
12. Н. Гарбузов. Зонная природа звуковысотного слуха. Москва—Ленинград, 1948

მთ. რედაქტორი აკად. ნ. მუსხელიშვილი

ხელმოწერილია დასაბუქდად 5.4.1956; შეკვ. № 308; ანაწყობის ზომა 7×11;
ქაღალდის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 6,5;
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 8; უე 01914; ტირაჟი 800.



დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოამბის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.

2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.

3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), გარდა ივლის-აგვისტოს თვისა — ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 5 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ერთი წლის ყველა ნაკვეთი (სულ 10 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 ნამდვილი წევრებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას, სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ნამდვილი წევრის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე ნამდვილ წევრს ან წევრ-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.

7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილი უნდა იქნეს ავტორის მიერ სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.

8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ეურნალის 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, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.

10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა უნდა აღნიშნოს სათანადო ენებზე დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.

11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ერთი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენილობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა, ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.

12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 50 ამონაბეჭდი (25 ამონაბეჭდი თითოეული გამოცემიდან) და თითო ცალი „მოამბის“ ნაკვეთებისა, რომლებშიც მისი წერილია მოთავსებული.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძმ. შ. შ. 8

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XVII, № 4, 1956

Основное, грузинское издание