

1963/2



საქართველოს სსრ

მეცნიერებათა აკადემიის

გ Ⴣ� ე მ ბ ე

გ Ⴣ� ე მ ბ ე XXX, № 5

ძირითადი ქართული გამოცემა

1963

მ ა ი ს ი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი



შ ი ნ ბ ა რ ს ი

მათემატიკა

- ვ. კუპრაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და მ. ალექსიძე. სასახლერო ამოცანების ამოხსნის ერთი მიანლობებით მეთოდის შესახებ 529
- ხ. ინასარიძე. კატეგორიებში გაფართოებების თეორიისათვის 537
- კ. კვანტალიანი. სასახლერო ამოცანები მიკროპარამეტრიანი ინტეგროდიფერენციალური განტოლებებისათვის 545

ფიზიკა

- ნ. კოსტანაშვილი, გ. ლებედვეიჩი, ჯ. მანდრიცკაია, ო. შახულაშვილი, ლ. ჯანგლიძე. ფოტომულსიაში 9 BeV პროტონებით გენერირებული დამუხტული Σ-ჰიპერონების განივი იმპულსი 553

ბიოფიზიკა

- ლ. ტანტურიშვილი და გ. ხეტია. წვრტილოვანი წყაროს ევლი სამი სექტორით წარმოდგენილ სივრცეში 559

ქიმია

- დ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და ფ. ბროუჩეკი. ბორის იონგაცვლითი დაკონტროლებსა და კონცენტრირების მეთოდი ბუნებრივ წყლებში მისი განსახლერის დროს 565

ბიოქიმია

- ო. ქობულაძე. ცილებისა და სახამებლის რაოდენობის ცვალებადობა ღომის მარცვალში განსხვავებული აგროტექნიკური ფონისა და ხონალობის გავლენით 573
- მ. წულაია, ა. გაგულაშვილი და ვ. მაისაია. ბიოქიმიური ძვრები ლიქვორში ქალა-ტენის მწვავე ტრავმული დაზიანების დროს 579
- ხ. ზურაბაშვილი. ცენტრალური ნერვული სისტემის ჰისტოქიმიის საკითხისათვის ამინაზინისა და ტოფრანილის მოქმედებისა მწვავე ცდის პირობებში 583
- ნ. ფირადაშვილი. სისხლის ზოგიერთი ფერმენტის ცვლილებები ავთვისებიანი სიმსივნეების დროს 591

გეოგრაფია

- შ. ცხოვრებაშვილი. მთიან მხარეებში არსებული მოსწორებული ზედაპირების ძირითადი საფეხურების რაოდენობის დადგენის საკითხისათვის 595

გეოლოგია

- ა. ჯანგლიძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი). ოროგენეტიური ციკლების შესახებ 601
- ი. ხმალაძე. კონგლომერატები ძირულის მასივის კრისტალური ფიქლების წყობიდან 607

ტიპნიკა

- ო. ლოლაშვილი, გ. რუჩუა. გარეგანი ძალებით გამოწვეული სფუთა კუმშვისა და გაჭიმვის იზოსტატიკური ბადის ელექტრომოდულირება 611

სამედიცინო საქმე

- ა. კაკუშვიძე, გ. მსხილაძე. დრეკად ფუძეზე მდებარე დამრეცი ცილინდრული გარსის განგაროშება 617

მწერბატიკა

- დ. ცხვირაშვილი და ვ. გალუსტაშვილი. წყლის ნაჯვრ ორთქლში სუსტი მინერალური მყავების გადასვლის შესახებ 625

(გაგრძელება იხ. გარეკანის მე-3 გვერდზე)

მათემატიკა

მ. კუბრაძე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი) და
 მ. ალექსიძე

სასაზღვრო ამოცანების ამოხსნის ერთი მიახლოებითი
 მეთოდის შესახებ

1°. დავუშვათ, რომ B_i ლიაპუნოვის S ფართეულით შემოსაზღვრუ-
 ლი არეა, $\bar{B}_i = B_i + S$. B_i არის S საზღვრის მქონე გარე უსასრულო არე
 $u(x)$, სადაც $x \in B_i$ არის წერტილია, იყოს პუასონის განტოლების ორჯერ
 წარმოებადი ამოხსნა, რომელსაც \bar{B}_i არეში უწყვეტი პირველი წარმოებულები
 აქვს. მაშინ ცნობილია, რომ

$$u(x) = \iiint_{B_i} \frac{\rho(y)}{r(x,y)} dy^{(1)} dy^{(2)} dy^{(3)} + \frac{1}{4\pi} \int_S \frac{\partial}{\partial n_y} \left(\frac{1}{r(x,y)} \right) \psi(y) dS -$$

$$- \frac{1}{4\pi} \int_S \frac{1}{r(x,y)} \varphi(y) dS, \quad x \in B_i \quad (1)$$

სადაც $y^{(1)}, y^{(2)}, y^{(3)}$ წერტილის კოორდინატებია,

$$\Delta u = 4\pi\rho(x), \quad u \Big|_S = \psi(y), \quad \frac{\partial u}{\partial n} \Big|_S = \varphi(y); \quad (2)$$

და ადგილი აქვს შემდეგ ფუნქციონალურ განტოლებას:

$$0 = \iiint_{B_i} \frac{\rho(y)}{r(x,y)} dy^{(1)} dy^{(2)} dy^{(3)} + \frac{1}{4\pi} \int_S \frac{\partial}{\partial n_y} \left(\frac{1}{r(x,y)} \right) \psi(y) dS -$$

$$- \frac{1}{4\pi} \int_S \frac{1}{r(x,y)} \varphi(y) dS, \quad x \in B_i \quad (3)$$

$\left(\frac{\partial}{\partial n_y} \right)$ არის წარმოებული $y \in S$ წერტილში შიდა ნორმალის გასწვრივ). ქვე-
 მოთ ნაჩვენები იქნება, რომ (3) განტოლებიდან შეიძლება ვიპოვოთ უცნობი
 ფუნქცია— $\varphi(y)$ დირიხლეს ამოცანის შემთხვევაში და $\psi(y)$ ნეიმანის ამოცა-





ნის შემთხვევაში—ერთ-ერთი შემდეგი ხერხით: 1. ვიპოვოთ უცნობი ფუნქციის სრული ორთონორმირებული სისტემის ფუნქციებად გამწკრივების ფურიეს კოეფიციენტები; 2. რომელიმე მექანიკური კუბატურის ფორმულის საშუალებით შევცვალოთ (3) ფუნქციონალური განტოლება ალგებრულ განტოლებათა სისტემით. ამ განტოლებათა სისტემის ამოხსნა მოგვცემს უცნობი ფუნქციის მიახლოებით მნიშვნელობებს S საზღვრის ცალკეულ დისკრეტულ წერტილებში.

ორივე ხერხის შემთხვევაში, თუ ნაპოვნ მნიშვნელობებს შევიტანთ (1) ფორმულაში და ჩავატარებთ საჭირო კუბატურებს, მივიღებთ დირიხლეს ან ნეიმანის ამოცანის ამოხსნის მიახლოებით მნიშვნელობებს B_i არის ნებისმიერ წერტილში.

2^o. განვიხილოთ (3) განტოლების ამოხსნის პირველი ხერხი დირიხლეს ამოცანის შემთხვევაში. დაეწმავთ, რომ საკმარისად გლუვი S_1 საზღვრის (საკმარისია, მაგალითად, რომ S_1 იყოს ლიაპუნოვის ზედაპირი) მქონე B არე მთლიანად მოიცავს B_i არეს და $\min(S, S_1) > 0$, სადაც $r(S, S_1)$ არის მანძილი S -დან S_1 -მდე. განვიხილოთ ფუნქციათა სისტემა $[r(x_i, y)]^{-1} = \omega_i(y)$ ($i=1, 2, \dots$), სადაც x_i წერტილები განლაგებულნი არიან S_1 ზედაპირზე ყველგან მკვრივად.

თეორემა 1. ფუნქციათა სისტემა $\{\omega_i(y)\}$ არის წრფივად დამოუკიდებელი.

თეორემა 2. ფუნქციათა სისტემა $\{\omega_i(y)\}$ არის სრული S ზედაპირზე უწყვეტ ფუნქციათა C სივრცეში, ე. ი. ნებისმიერი $\gamma(y) \in C$ ფუნქციისათვის და ნებისმიერი $\varepsilon > 0$ მოინახება ისეთი N_0 და კოეფიციენტების სისტემა a_i ($i=1, 2, \dots, N$), რომ, თუ

$$N_0 < N, \text{ მაშინ } \max_S |\gamma(y) - \sum_{i=1}^N a_i \omega_i(y)| < \varepsilon.$$

მეორე თეორემიდან, მაქსიმუმის პრინციპიდან და ფუნქციის $[r(x_i, x)]^{-1}$ ($x \in B_i$) ჰარმონიულობიდან B_i არეში გამომდინარეობს, რომ ფუნქციათა სისტემა $\{[r(x_i, x)]^{-1}\}$ არის სრული B_i არეში ჰარმონიულ ფუნქციათა კლასში, რომლებიც r ზედაპირზე იღებენ უწყვეტ მნიშვნელობებს.

მეორე თეორემიდან, მინკოვსკის უტოლობიდან და უწყვეტ ფუნქციათა სისრულიდან L_2 -ში გამომდინარეობს

თეორემა 3. ფუნქციათა სისტემა $\{\omega_i(y)\}$ არის სრული L_2 , ე. ი. ნებისმიერი ფუნქციისათვის $\gamma(y) \in L_2$ და ნებისმიერი $\varepsilon > 0$ მოინახება ისეთი N_0 და კოეფიციენტების სისტემა b_i ($i=1, 2, \dots, N$)

რომ, თუ $N_0 > N$, მაშინ $\int_S |\gamma(y) - \sum_{i=1}^N b_i \omega_i(y)|^2 dt < \varepsilon$. ვინაიდან ყველა

$\omega_i(y) \in L_2$ პირველი თეორემიდან გამომდინარეობს.

თეორემა 4. შეიძლება აგებულ იქნეს ორთონორმირებულ ფუნქციათა ისეთი სისტემა $\{\varphi_i(y)\}$, რომ მისი ელემენტები იქნებიან სისტემის $\{\omega_i(y)\}$ წრფივი კომბინაციები და პირუკუ,

ე. ი. $\varphi_i(y) = \sum_{k=1}^i A_{k,i} \omega_k(y)$, $\omega_k(y) = \sum_{k=1}^i A_{k,i}^{(1)} \varphi_k(y)$ მესამე და მეოთხე თეორემებიდან გამომდინარეობს

თეორემა 5. ფუნქციითა სისტემა $\{\varphi_i(y)\}$ არის სრული L_2 -ში.

აღნიშნოთ $\varphi(y)$ ფუნქციის $\varphi_i(y)$ ფუნქციებად ფურიეს გამწვრივების კოეფიციენტები Φ_i -ით.

თეორემა 6. $\Phi_i = \sum_{k=1}^i A_{k,i} F_k$, სადაც

$$F_k = \frac{1}{4\pi} \int_S \int \frac{\partial}{\partial h_y} \left(\frac{1}{r(x_k, y)} \right) \psi(y) ds + \int_{B_i} \int \int \frac{\rho(y)}{r(x_k, y)} dy^{(1)} dy^{(2)} dy^{(3)}.$$

პილბერტის L_2 სივრცის სისრულიდან და მეხუთე და მეექვსე თეორემებიდან გამომდინარეობს

თეორემა 7.

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \left\| \varphi(y) - \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^i (A_{k,i} F_k) \varphi_i(y) \right\|_{L_2} = 0.$$

შემოვიღოთ აღნიშვნები $\varphi^{(N)}(y) = \sum_{i=1}^N \Phi_i \varphi_i(y)$.

$$\begin{aligned} u^{(N)}(x) &= -\frac{1}{4\pi} \int_S \int \frac{1}{r(x, y)} \varphi^{(N)}(y) dS + \int_{B_i} \int \int \frac{\rho(y)}{r(x, y)} dy^{(1)} dy^{(2)} dy^{(3)} + \\ &+ \frac{1}{4\pi} \int_S \int \frac{\partial}{\partial h_y} \left(\frac{1}{r(x, y)} \right) \psi(y) dS, \quad x \in B_i. \end{aligned}$$

(1) ფორმულიდან და შვარცის უტოლობიდან გამომდინარეობს (3) განტოლების ამოხსნის პირველი ხერხისათვის ძირითადი

თეორემა 8. B_i არის ნებისმიერი შიდა x წერტილისათვის და ნებისმიერი $\varepsilon > 0$ მოინახება ისეთი N_0 , რომ, თუ $N_0 < N$, მაშინ $|u(x) - u^{(N)}(x)| < \varepsilon$.

ახლა გვაკეთებთ რამდენიმე შენიშვნას (3) განტოლების ამოხსნის მეორე ხერხის შესახებ, თუ პარამეტრ x -ს მივცემთ N სხვადასხვა მნიშვნელობას x_k , შევცვლით უცნობი ფუნქციის შემცველ ინტეგრალს რაიმე N კვანძიანი კუბატურული ფორმულით და უგულვებელყოფთ ნაშთით წევრებს, მივიღებთ სისტემას

$$\sum_{i=1}^N d_i \frac{1}{r(x_k, y_i)} \varphi(y_i) = F_k, \quad (k=1, 2, \dots, N). \quad (4)$$

უპირველეს ყოვლისა განვიხილოთ უნდა იქნეს (4) სისტემის ამოხსნადობის საკითხი. აღნიშნოთ y_i კვანძებს შორის უმოკლესი მანძილი h -ით.



თეორემა 9. ნებისმიერი N -ისა და $h > 0$ -სათვის მოინახება პარამეტრ x -ის N ისეთი მნიშვნელობები, რომ (4) სისტემა იქნება ამოხსნადი და ამოხსნა შეიძლება მიღებულ იქნეს მიმდევრობითი მიახლოების მეთოდით.

ჩავწერთ (4) სისტემა ვექტორული ფორმით $H\varphi = F$ და განვიხილოთ H როგორც ოპერატორი, რომელსაც გადაჰყავს m_N [1] სივრცე თავის თავში.

თეორემა 10. შებრუნებული ოპერატორის H^{-1} ნორმა შეიძლება გავხადოთ თითქმის ერთის ტოლი, ე. ი. ნებისმიერი N და $\varepsilon > 0$ მოინახება ისეთი მნიშვნელობები x_k ($k=1, 2, \dots, N$), რომ შესრულებულ იქნება უტოლობა $\|H^{-1}\|_{m_N} < 1 - \varepsilon$.

უნდა აღინიშნოს, რომ თეორემა 9 არ გვადიდებს შესაძლებლობას დამტკიცებულ იქნეს (3) განტოლების მეორე ხერხით ამოხსნის კრებადობა. საქმე ისაა, რომ, როცა $N \rightarrow \infty$, წერტილები X_k მიისწრაფვიან Y_k კვანძებისაკენ და ამიტომ ინტეგრალქვეშა ფუნქცია და ნაშთით წვერში შემავალი მისი წარმოებულები მიისწრაფვიან უსასრულობისაკენ. რიცხვითმა მაგალითებმა გვაჩვენა, რომ პარამეტრ x -ის მნიშვნელობები არ არის მიზანშეწონილი ავილოთ S საზღვრის ძალიან ახლოს. ამიტომ ინტერესს მოკლებული არ არის შემდეგი

თეორემა 11. ნებისმიერი x_k წერტილების ნებისმიერ მიახლოებაში მოინახება ისეთი ახალი წერტილები \bar{x}_k (კერძოდ, ისინი შეიძლება დამთხვენენ x_k), რომ (4) სისტემის დეტერმინანტი იქნება ნულისაგან განსხვავებული ნებისმიერი კუბატურული ფორმულისათვის.

თუ დავაფიქსირებთ პარამეტრის მნიშვნელობებს x_k , მაშინ (4) სისტემის დეტერმინანტი $\det H$ იქნება N ცვლადზე y დამოკიდებული ფუნქცია, სადაც y იღებს ნებისმიერ მნიშვნელობებს S -ზე. დავუშვათ, Y არის $2N$ -განზომილებიანი ევკლიდეს R_{2N} სივრცის წერტილი.

თეორემა 12. $2N$ -განზომილებიანი ზომა იმ Y წერტილების სიმრავლისა, სადაც $\det H(Y) = 0$, არის ნული, ე. ი. თუ ავიღებთ კვანძების შემთხვევით მნიშვნელობებს, $\det H(Y)$ იქნება ნულისაგან განსხვავებული თითქმის ერთის ტოლი ალბათობით.

ანალოგიურად, თუ დავაფიქსირებთ კვანძებს y_k , მაშინ (4) სისტემის დეტერმინანტი იქნება N ცვლადზე x დამოკიდებული ფუნქცია, სადაც x იღებს B -ზე არეში ნებისმიერ მნიშვნელობას. დავუშვათ, X არის $3N$ -განზომილებიანი ევკლიდეს R_{3N} სივრცის წერტილი.

თეორემა 13. $3N$ -განზომილებიანი ზომა იმ X წერტილების სიმრავლისა, სადაც $\det H(X) = 0$, არის ნული, ე. ი. თუ ავიღებთ შემთხვევით მნიშვნელობებს X_k , მაშინ თითქმის ერთის ტოლი ალბათობით $\det(X)$ იქნება ნულისაგან განსხვავებული.

კუბატურულ პროცესს

$$\sum_{i=1}^N d_i f(y_i) \approx \iint_S f(y) dS_y \quad (N \rightarrow \infty)$$

უწოდოთ ზოგადი გართულებული კუბატურული პროცესი, თუ სამართლიანია შემდეგი ასიმპტოტური ტოლობები $d_i = 0 \left(\frac{1}{N} \right) (i=1, 2, \dots, N)$. ადგილი შესამჩნევია, რომ ზოგადი გართულებული კუბატურული პროცესის შემთხვევაში არ არის აუცილებელი, ყველა წრფივი ფუნქციონალი $L(x, \mu, f)$ [2] იყოს მსგავსი.

თეორემა 14. თუ $0 < \alpha < [r(X_k, y_i)]^{-1} < \mu < \infty$ ($k, i=1, 2, \dots, N$) და (3) განტოლების ამოსახსნელად გამოვიყენებთ ზოგად გართულებულ კუბატურულ პროცესს, მაშინ H მატრიცის უმცირესი საკუთარი მნიშვნელობისათვის λ_1 სამართლიანია ასიმპტოტური უტოლობა $\lambda_1 < 0 (N^{-1/2})$.

მეთოთხმეტე თეორემიდან გამომდინარეობს, რომ, თუ H სიმეტრიული მატრიცაა, მაშინ $\|H^{-1}\|_{R_N} > o(\sqrt{N})$.

თეორემა 15. თუ მეთოთხმეტე თეორემის პირობებში H დადებითად გაპირობებული მატრიციაა, მაშინ სამართლიანია შემდეგი ასიმპტოტური უტოლობა $\lambda_1 < 0 (N^{-1})$.

მეთხუთმეტე თეორემიდან გამომდინარეობს, რომ, თუ H სიმეტრიული დადებითად გაპირობებული მატრიციაა, მაშინ $\|H^{-1}\|_{R_N} > o(N)$.

ანალოგიურ თეორემებს აქვს ადგილი სიბრტყის შემთხვევაში; მაგალითად, მეორე თეორემა ჩამოყალიბდება ასე: ფუნქციათა სისტემა

$$\left\{ \ln \frac{1}{r(x_k^*, y)} \right\}$$

არის სრული C სივრცეში.

შედარებისათვის შევნიშნავთ, რომ ღირიხლეს ამოცანის შემთხვევაში ლაპლასის განტოლების უმარტივეს ბაღურ აპროქსიმაციას აქვს $O(h^2)$; სადაც h არის ბადის ბიჯი. რიგის უმცირესი საკუთარი მნიშვნელობა B_1 არის განზომილებისაგან დამოუკიდებლად. ამიტომ სივრცის შემთხვევაში, თუ H მატრიცი დადებითად გაპირობებულია, მისი უმცირესი საკუთარი მნიშვნელობა რიგით არ აღემატება სასრულსხვაობიანი ლაპლასის ოპერატორის სპექტრის ქვედა საზღვარს. თუ ღირიხლეს ამოცანას ამოვხსნით ერთი და იგივე ბიჯით h , ბადეთა მეთოდითა და აქ განხილული მეთოდით (მეორე ხერხი), მაშინ ბრტყელ შემთხვევაში მანქანის მეხსიერების საჭირო უჯრედების რაოდენობა ორივე შემთხვევაში იქნება h^{-2} რიგისა, ხოლო სივრცის შემთხვევაში ბადეთა მეთოდი დაიკავებს h^{-3} რიგის უჯრედების რაოდენობას, ჩვენი მეთოდი h^{-4} — რიგის უჯრედების რაოდენობას. (4) სისტემის გაუსის მეთოდის რომელიმე ვარიანტით (გამორიცხვის სქემა, კომპაქტური სქემა, ერთადერთი გაყოფის სქემის ტიპის სქემები და სხვ.) ამოხსნის დროს საჭიროა N^3 რიგის არითმეტიკული ოპერაციების რაოდენობა, ე. ი. ბრტყელ შემთხვევაში h^{-3} და სივრცის შემთხვევაში h^{-6} რიგის არითმეტიკული ოპერაციები. ღირიხლეს ამოცანის ბრტყელ სასრულსხვაობიანი ანალოგის ლიბმანის ან რიჩარდსონის იტერაციული პროცესებით ამოხსნისას საჭიროა არითმეტიკული ოპერაციების რაოდენობა $\log \varepsilon \cdot h^{-4}$ რიგისა, სადაც ε არის სასრულსხვაობიანი განტოლებების მიხედვითი ამოხსნის სიზუსტე; მისი რიგი უნდა იყოს $O(h^2)$ და მაშინ არითმეტიკული ოპერაციების რაოდენობისათვის მივიღებთ შემდეგ რიგს



$h^{-1} \log h$. ანალოგიურ პირობებში სივრცის შემთხვევაში არითმეტიკული რაოდენობის რაოდენობისათვის გვექნება რიგი $h^{-2} \log h$. თუ რაიმე მოსაზრებებიდან ცნობილია სასრულებლობისანი ლაპლასის ოპერატორის სპექტრის ზუსტი ზედა ზღვარი (ეს ზღვარი შეიძლება ზუსტად დადგენილ იქნეს მხოლოდ მართკუთხა არეებისათვის), მაშინ შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ზერელაქსაციური იტერაციის პრაცესი (ექსტრაპოლირებული ლიბმანის მეთოდი) და ოპერაციების რაოდენობისათვის გვექნება რიგები $h^{-2} \log h$ და $h^{-1} \log h$ შესაბამისად ბრტყელ და სივრცით შემთხვევაში. საქმითა აღინიშნოს, რომ ეს შედარებები პირობითია, ვინაიდან ერთმა და იმავე ბოჯმა შედარებულ ორ მეთოდში შეიძლება სხვადასხვა ცდომილება მოგვეცეს.

გადავდივართ ნეიმანის ამოცანის შემთხვევაში (3) განტოლების პირველი ხერხით ამოხსნაზე. განვიხილოთ \mathcal{N} ზედაპირზე ფუნქციათა სისტემა

$$\frac{\partial}{\partial n_y} \frac{1}{r(x_k, y)} = f_k(y) \quad (k=1, 2, \dots).$$

თეორემა 16. ფუნქციათა სისტემა $\{f_k(y)\}$ არის წრფივად დამოუკიდებელი.

აღვნიშნოთ \mathcal{N} ზედაპირზე მუდმივისაგან განსხვავებულ უწყვეტ ფუნქციათა სივრცე \mathcal{E} . ვივლინებოთ, რომ \mathcal{E} სივრცის მეტრიკა ემთხვევა \mathcal{E} სივრცის მეტრიკას.

თეორემა 17. ფუნქციათა სისტემა $\{f_k(y)\}$ არის სრული \mathcal{E} სივრცეში.

თეორემა 18. ფუნქციათა სისტემა $\{e, f_1(y), f_2(y), \dots\}$ არის სრული L_2 -ში, სადაც e ნულისაგან განსხვავებული ნებისმიერი მუდმივია.

თეორემა 19. შეიძლება აგებულ იქნეს ისეთ ორთონორმირებულ ფუნქციათა სისტემა $\{\psi_k(y)\}$, რომ მისი ელემენტები იქნებიან $\{f_k(y)\}$ სისტემის ელემენტების წრფივი კომბინაციები და პირუქუ, ე. ი.

$$\psi_k(y) = \sum_{i=1}^k A_{ki}^{(2)} f_i(y), \quad f_k(y) = \sum_{i=1}^k A_{ki}^{(2)} \psi_i(y).$$

თეორემა 20. ფუნქციათა სისტემა $\left\{ \frac{1}{\sqrt{|S|}}, \psi_1(y), \psi_2(y) \right\}$, სადაც $|S|$ არის S ზედაპირის ფართი, არის ორთონორმირებული და სრული L_2 -ში.

აღვნიშნოთ $\psi(y)$ ფუნქციის $\psi_i(y)$ ფუნქციებად ფურიეს გამწკრივების კოეფიციენტები Ψ_i -ით.

თეორემა 21.

$$\Psi_i = \sum_{k=1}^i A_{ki}^{(2)} W_k,$$

სადაც

$$W_k = - \iint \iint_{B_1} \frac{\rho(y)}{r(x_k, y)} dy^{(1)} dy^{(2)} dy^{(3)} + \frac{1}{4\pi} \iint_S \frac{1}{r(x_k, y)} \varphi(y) dS.$$

თეორემა 22.

$$\lim_{N \rightarrow \infty} \|\psi(y) - \sum_{i=1}^N \Psi_i \psi_i(y) - \epsilon_1\|_{L_2} = 0,$$

სადაც ϵ_1 მუდმივია და

$$\epsilon_1 = \frac{1}{V|S|} \iint_S \psi(y) dS.$$

22-ე თეორემიდან გამომდინარეობს, რომ $\psi(y)$ განისაზღვრება მუდმივი შესაქრების სიზუსტით. (1) ფორმულიდან ჩანს, რომ ნეიმანის ამოცანის ამოხსნა განისაზღვრება მუდმივი შესაქრების სიზუსტით, როგორც ეს მოსალოდნელი იყო ნეიმანის წიდა ამოცანისათვის. შემოვიღოთ აღნიშვნები:

$$\psi^{(N)}(y) = \sum_{i=1}^N \Psi_i \psi_i(y),$$

$$u^{(N)}(x) = \iint_S \frac{\partial}{\partial h_y} \left(\frac{1}{r(x,y)} \right) \psi^{(N)}(y) dS + \iint_{B_i} \frac{\rho(y)}{r(x,y)} dy^{(1)} dy^{(2)} dy^{(3)} - \\ - \frac{1}{4\pi} \iint_S \frac{1}{r(x,y)} \varphi(y) dS, \quad x \in B_i.$$

თეორემა 23. B_i არის ნებისმიერი x წერტილისათვის და ნებისმიერი $\epsilon > 0$ მოიხაზება ისეთი N_0 , რომ, თუ $N_0 < N$, მაშინ $\|u(x) - u^{(N)}(x) - \epsilon_1\| < \epsilon$.

როცა ნეიმანის ამოცანისათვის ცნობილია რაიმე x_0 წერტილში საძიებელი ფუნქციის $u(x_0)$ მნიშვნელობა, მაშინ ამოხსნა განისაზღვრება ცალსახად და იგი ტოლია $u^{(N)}(x) + u(x_0) - u^{(N)}(x_0)$.

აღვილი შესამჩნევია, რომ (3) განტოლების ამოხსნის ორივე აქ განხილული ხერხი არ არის დამოკიდებული B_i არის განზომილებაზე. შეიძლება იმის ჩვენებაც, რომ ორივე ხერხი არსებითი ცვლილებების გარეშე გამოიყენება უფრო ზოგადი სასაზღვრო ამოცანის ამოსახსნელად, კერძოდ დრეკადობის თეორიის დიფერენციალურ განტოლებათა სისტემის ძირითადი სასაზღვრო ამოცანებისა. განხილული მეთოდის ძირითადი იდეა გამომოცემული იყო ვ. დ. კუპრაძის მიერ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამოთვლითი ცენტრის სემინარზე. ძირითადი თეორემის რამდენადმე განსხვავებული დამტკიცება მიღებულია ავტორების მიერ დამოუკიდებლად.

დასასრულ მადლობას ვუცხადებთ ი. ქარცივაძეს სასარგებლო დისკუსიებისათვის.

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციის მოუვიდა 29.12.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. В. Канторович. Функциональный анализ и прикладная математика. Успехи матем. наук, т. III, 6(28), 1948, 89—185.
2. С. М. Никольский. Квадратурные формулы. Москва, 1958.

ბ. ინსარნიძე

კატეგორიებში გაფართოებების თეორიისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა გ. კოლოშვილმა 20.11.1961)

ამ შრომაში (აგრეთვე მომდევნო შრომებში) აგებულია გაფართოებათა თეორია ნახევარჯგუფთა სხვადასხვა კატეგორიებისათვის. ამ სტატიისი ეს გაკეთებულია გარკვეული პირობების დამაკმაყოფილებელი ზოგადი კატეგორიებისათვის. შემდგომ შრომაში გაფართოებათა თეორია მოცემულ იქნება ერთეულის მქონე ნახევარჯგუფთა, მარცხენა A -ნახევარმოდულთა, ერთეულის მქონე და შეკვეცად კომუტატურ ნახევარჯგუფთა, ერთეულის მქონე კომუტატურ განზოგადებულ ჯგუფთა და ერთეულის მქონე კომპაქტურ კომუტატურ ნახევარჯგუფთა კატეგორიებისათვის. ეს შრომა საშუალებას იძლევა, რომ ხუთივე ზემოთ ჩამოთვლილი კატეგორიისათვის ზოგადი თეორია აიგოს და ამით ავიცილინოთ მისი აგების აუცილებლობა ხუთივესათვის ცალ-ცალკე⁽¹⁾.

ვთქვათ, A არის კატეგორია ნულოვანი 0 ასახვებით და A, B ობიექტთა ყოველი წყვილისათვის $H(A, B)$ სიმრავლის ასახვათა ზოგიერთ წყვილს ცალსახად შეესაბამება ამავე $H(A, B)$ სიმრავლის გარკვეული ელემენტი, ე. წ. მათი ჯამი, ამასთან შეკრება აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

I. ყოველი α -სათვის $H(D, S)$ -დან $\{\alpha, 0\}$ ასახვათა წყვილი შეკრებადია და $\alpha + 0 = \alpha$.

II. თუ $\{\alpha, \beta\}$ წყვილი $H(D, S)$ -დან შეკრებადია, მაშინ ნებისმიერი γ -სათვის $H(C, D)$ -დან და ნებისმიერი δ -სათვის $H(S, F)$ -დან შეკრებადია $\{\gamma\alpha, \gamma\beta\}$ და $\{\alpha\delta, \beta\delta\}$ წყვილები, ამასთან $\gamma\alpha + \gamma\beta = \gamma(\alpha + \beta)$, $\alpha\delta + \beta\delta = (\alpha + \beta)\delta$.

III. თუ μ ნებისმიერი მონომორფიზმია $C \rightarrow D$ და $\{\alpha\mu, \beta\mu\}$ წყვილი შეკრებადია, მაშინ შეკრებადია $\{\alpha, \beta\}$ წყვილიც; თუ ν ნებისმიერი ეპიმორფიზმია $S \rightarrow F$ და $\{\nu\alpha, \nu\beta\}$ წყვილი კრებადია, მაშინ შეკრებადია $\{\alpha, \beta\}$ წყვილიც.

IV. ასახვათა ნებისმიერი α, β, γ სამეულისათვის $D \rightarrow S$, თუ განმარტებულია $\alpha + \beta$, $(\alpha + \beta) + \gamma$ და $\beta + \gamma$, მაშინ განმარტებულია აგრეთვე $\alpha + (\beta + \gamma)$ და ადგილი აქვს ტოლობას $(\alpha + \beta) + \gamma = \alpha + (\beta + \gamma)$.

შემდგომ ვიგულისხმებთ, რომ A კატეგორიაში არსებობს ნულოვანი θ ობიექტი, რომ ყოველი ასახვა შეიძლება დაიშალოს ეპიმორფიზმად და მონომორფიზმად და რომ ყოველი ორი D_1, D_2 ობიექტისათვის არსებობს ისეთი $D = D_1 + D_2$ ობიექტი, რომ კმაყოფილდება შემდეგი პირობები:

⁽¹⁾ ამ შრომის (აგრეთვე მომდევნო შრომის) ძირითადი შედეგები 1961 წელს მოხსენდა ლენინგრადში მათემატიკოსთა IV საკავშირო ყრილობას.



1) D ობიექტი არის D_1 და D_2 ობიექტების პირდაპირი ნამრავლი;

2) $\{p_\alpha i_\alpha, \alpha = 1, 2\}$ წყვილი შეკრებადია და $p_1 i_1 + p_2 i_2 = 1$, სადაც p_α არის D -ს პროექცია D_α -ზე, ხოლო $i_\alpha - D_\alpha$ -ს ინექცია D -ში.

D ობიექტს ეწოდება D_1 და D_2 ობიექტების პირდაპირი ჯამი. ადვილი სანახავია, რომ, თუ $f_1: C \rightarrow D_1$ და $f_2: C \rightarrow D_2$, მაშინ $\{f_1 i_1, f_2 i_2\}$ წყვილი შეკრებადია და $f_1 i_1 + f_2 i_2 = f$.

G ობიექტს ეწოდება გამოყოფილი, თუ ყოველი D ობიექტისათვის $H(D, G)$ სიმრავლე არის აბელის ჯგუფი. ადვილი სანახავია, რომ $H(G, D)$ სიმრავლის ყოველ ელემენტს გააჩნია შებრუნებული.

ვიტყვი, რომ

$$G \xrightarrow{\alpha} D \xrightarrow{\beta} S,$$

ასახვითა წყვილს, სადაც G გამოყოფილი ობიექტია, გააჩნია (E) თვისება, თუ

1. ნებისმიერი f -სათვის $H(F, D)$ -დან და f' -სათვის $H(F, G)$ -დან $\{f, f'\}$ წყვილი შეკრებადია;

2. $\alpha\beta = 0$;

3. ნებისმიერი γ, γ' -სათვის $H(F, D)$ -დან, რომელთათვის $\gamma\beta = \gamma'\beta$, არსებობს ერთადერთი ასახვა $h: F \rightarrow G$ ისეთი, რომ $\gamma' = \gamma + h\alpha$;

4. ნებისმიერი δ -სათვის $H(D, R)$ -დან, რომლისთვისაც $\delta\beta = 0$, არსებობს ერთადერთი ასახვა $k: S \rightarrow R$ ისეთი, რომ $\delta = \beta k$.

ასახვითა წყვილს $G \xrightarrow{i_1} G + D \xrightarrow{p_2} D$ გააჩნია (E) თვისება.

გარდა ზემოთ მოყვანილი მოთხოვნებისა, ვუშვებთ, რომ ქვემოთ განხილული კატეგორიები აკმაყოფილებენ A და B პირობებს; პირობა A იძლევა საშუალებას კონტრავარიანტული ადიციური ფუნქტორის მარჯვენა სატელიტის აგებისა, ხოლო პირობა B - გაფართოებების სიმრავლესა და Hom ფუნქტორის მარჯვენა სატელიტს შორის ურთიერთცალსახა თანადობის დამყარებისა.

პირობა A . (E) თვისების მქონე $G \xrightarrow{\alpha} D \xrightarrow{\beta} S$ ასახვითა ყოველი წყვილისათვის და ყოველი $\gamma: S' \rightarrow S$ ასახვისათვის, $D + S'$ ობიექტის (A, μ) ქვეობიექტებს შორის, რომლებიც აკმაყოფილებენ პირობას $\mu p_1 \beta = \mu p_2 \gamma$ არსებობს მაქსიმალური (K, σ) ობიექტი; გარდა ამისა, $G \xrightarrow{\omega} K \xrightarrow{\sigma p_2} S'$ ასახვითა წყვილი, სადაც $i_\alpha, p_\alpha, \alpha = 1, 2$, არიან $D + S'$ ჯამის ინექციები და პროექციები, ხოლო $\omega\sigma = \alpha i_1$ აკმაყოფილებს (E) თვისების 4 პირობას.

შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ

$$\begin{array}{ccccc} G & \xrightarrow{\omega} & K & \xrightarrow{\sigma p_2} & S' \\ \parallel & & \downarrow \sigma p_1 & & \downarrow \gamma \\ G & \xrightarrow{\alpha} & D & \xrightarrow{\beta} & S \end{array}$$

დიაგრამა კომუტატურია და რომ $G \rightarrow K \rightarrow S'$ ასახვათა წყვილს გააჩნის (E) თვისება.

D -თი აღენიშნოთ (E) თვისების მქონე $G \xrightarrow{\alpha} D \xrightarrow{\beta} S$ ასახვათა წყვილი, ხოლო $\gamma^*(D)$ -თი (E) თვისების მქონე $G \xrightarrow{\omega} K \xrightarrow{\sigma p_2} S'$ ასახვათა წყვილი.

ვთქვათ, B არის ზუსტი კატეგორია, რომელშიც არსებობს პირდაპირი სპექტრების ზღვრები და, ვთქვათ, T არის ადიციური კონტრავარიანტული ფუნქტორი A -დან B -ში.

ბუქსბაუმის თანახმად [1], ავავოთ A -დან B -ში ახალი ფუნქტორი $S^1 T$ და ვაჩვენოთ, რომ ეს აგება მართლაც იძლევა ფუნქტორს ჩვენი კატეგორიის შემთხვევაშიც, რომელიც უფრო ზოგადია, ვიდრე [1]-ში. ამისათვის განვიხილოთ A კატეგორიიდან $M \rightarrow P \rightarrow D$ სახის (E) თვისების მქონე ასახვათა ყველა წყვილის P_D კლასი და დავუშვათ $P' < P$, თუ არსებობს

$$\begin{array}{ccccc} M & \longrightarrow & P & \longrightarrow & D \\ \downarrow & & \downarrow & & \parallel \\ M' & \longrightarrow & P' & \longrightarrow & D \end{array}$$

კომუტატური დიაგრამა.

შიეძლება შემოვშედს, რომ ასეთი დალაგებისას P_D არის მიმართული კლასი და რომ, თუ

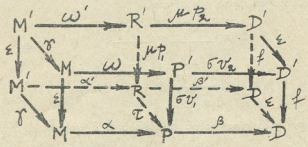
$$\begin{array}{ccccc} M & \longrightarrow & P & \longrightarrow & D \\ g \downarrow & & f \downarrow & & \parallel \\ M' & \longrightarrow & P' & \longrightarrow & D \end{array}$$

არის კომუტატური დიაგრამა, სადაც სტრიქონებს გააჩნიათ (E) თვისება, მაშინ მივიღებთ

$$\begin{array}{ccccccc} T(P') & \longrightarrow & T(M) & \longrightarrow & F_{P'} & \longrightarrow & \Theta \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow \mu_{P'} & & \\ T(P) & \longrightarrow & T(M) & \longrightarrow & F_P & \longrightarrow & \Theta \end{array}$$

კომუტატურ დიაგრამას, სადაც $\mu_{P'}$ ასახვა არ არის დამოკიდებული g -ზე (და f -ზე) და არის ტრანზიტული. ახლა, განმარტების თანახმად, $ST^1(D)$ არის $\{F_P, \mu_{P'}, P' < P\}$ პირდაპირი სპექტრის ზღვარი.

ასახვა $f: D' \rightarrow D$ იწვევს ასახვას $f^*: P_D \rightarrow P_{D'}$. ვაჩვენოთ, რომ დალაგება შეინარჩუნება. ვთქვათ, $P < R$ და $f^*(P) = P', f^*(R) = R'$. მაშინ გვაქვს კომუტატური დიაგრამა





სადაც $i_\alpha, p_\alpha, u_\alpha, v_\alpha, \alpha = 1, 2$, არიან ინექციები და პროექციები, შესაბამისად $R + D'$ და $P + D'$ ობიექტებისა, ხოლო $\omega = \alpha u_1$ და $\omega' \mu = \alpha' i_1$.

ჩვენ უნდა მოვინახოთ ისეთი ასახვა $R' \rightarrow P'$, რომ ეს დიაგრამა დარჩეს კომუტატორი. ამისათვის განვიხილოთ ასახვა $\alpha = \mu p_1 \tau u_1 + \mu p_2 u_2 : R' \rightarrow P + D'$. გვაქვს $\alpha v_2 f = \alpha v_1 f$. ვთქვათ, (ν, I, η) არის α ასახვის დაშლა. მაშინ $\eta v_2 f = \eta v_1 \beta$ და ამიტომ არსებობს ისეთი $\delta : I \rightarrow P'$, რომ $\eta = \delta \alpha$. ადვილი სანახავია, რომ ასახვა $\nu \delta : R' \rightarrow P'$ არის საძიებელი ასახვა.

ამ დიაგრამიდან ვღებულობთ შემდეგ

$$\begin{array}{ccc} F_P & \longrightarrow & J_{P'} \\ \downarrow & & \downarrow \\ F_R & \longrightarrow & J_{R'} \end{array}$$

კომუტატორ დიაგრამას, ე. ი. გვაქვს $S^1 T(D)$ -ს განმსაზღვრელი პირდაპირი სპექტრის ასახვა $S^1 T(D')$ -ის განმსაზღვრელ სპექტრში. ამიტომ ვღებულობთ ერთადერთ ასახვას $S^1 T(f) : S^1 T(D) \rightarrow S^1 T(D')$.

ვაჩვენოთ, რომ $S^1 T$ არის კონტრავარიანტული ფუნქტორი A -დან B -ში. ცხადია, რომ $S^1 T(\varepsilon) = \varepsilon$. ვთქვათ, $f : D' \rightarrow D, g : D'' \rightarrow D'$. გვაქვს ორი კომუტატორი დიაგრამა

$$\begin{array}{ccccc} M & \xrightarrow{\omega''} & K'' & \xrightarrow{\mu'' i_2} & D'' \\ \parallel & & \downarrow \mu'' i_1 & & \downarrow g \\ M & \xrightarrow{\omega'} & K' & \xrightarrow{\mu' v_2} & D' \\ \parallel & & \downarrow \mu' v_1 & & \downarrow f \\ M & \xrightarrow{\alpha} & P & \xrightarrow{\beta} & D \end{array}, \quad \begin{array}{ccccc} M & \xrightarrow{\bar{\omega}} & \bar{K} & \xrightarrow{\bar{\mu} p_2} & D'' \\ \parallel & & \downarrow \bar{\mu} p_1 & & \downarrow g f \\ M & \xrightarrow{\alpha} & P & \xrightarrow{\beta} & D \end{array}$$

სადაც $u_\alpha, v_\alpha, j_\alpha, l_\alpha, i_\alpha, p_\alpha, \alpha = 1, 2$, ინექციები და პროექციებია, შესაბამისად, $P + D', K' + D''$ და $P + D''$ ობიექტებისა; $\omega' \mu' = \alpha u_1$, $\omega'' \mu'' = \alpha' j_1$ და $\alpha \bar{\mu} = \alpha i_1$.

განვიხილოთ ასახვა $\alpha = \mu'' (l_1 \mu' v_1 i_1 + l_2 i_2) : K'' \rightarrow P + D''$. გვაქვს $\alpha p_2 g f = \alpha p_1 \beta$. ვთქვათ, (ν, I, η) არის α ასახვის დაშლა. მაშინ $\eta p_2 g f = \eta p_1 \beta$ და ამიტომ არსებობს ისეთი $\delta : I \rightarrow K$, რომ $\eta = \delta \alpha$.

ადვილი სანახავია, რომ დიაგრამა

$$\begin{array}{ccccc} M & \xrightarrow{\omega''} & K'' & \xrightarrow{\mu'' i_2} & D'' \\ \parallel & & \downarrow \nu \delta & & \parallel \\ M & \xrightarrow{\bar{\omega}} & \bar{K} & \xrightarrow{\bar{\mu} p_2} & D'' \end{array}$$

არის კომუტატორი.

უკანასკნელი სამი დიაგრამის დახმარებით მტკიცდება, რომ $S^1 T(gf) = S^1 T(f) S^1 T(g)$.

თუ $G \rightarrow D \rightarrow S$ არის (E) თვისების მქონე ასახვათა ნებისმიერი წყვილი, გვაქვს $T(D) \xrightarrow{\varphi'} T(G) \xrightarrow{h_p} S^1 T(D)$, სადაც $\varphi_p = \varphi' / h_p: T(G) \rightarrow S^1 T(D)$ ასახვას ეწოდება გადამშვლი ასახვა.

შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ, თუ

$$\begin{array}{ccccc} G_1 & \xrightarrow{\psi_1} & P_1 & \xrightarrow{\varphi_1} & D_1 \\ \gamma \downarrow & & \beta \downarrow & & \downarrow \alpha \\ G_2 & \xrightarrow{\psi_2} & P_2 & \xrightarrow{\varphi_2} & D_2 \end{array}$$

დიაგრამა, რომლის სტრიქონები (E) თვისების მქონე ასახვათა წყვილებია, კომუტატურია, მაშინ

$$\begin{array}{ccc} T(G_2) & \xrightarrow{\varphi_{p_2}} & S^1 T(D_2) \\ T(\gamma) \downarrow & & \downarrow S^1 T(\alpha) \\ T(G_1) & \xrightarrow{\varphi_{p_1}} & S^1 T(D_1) \end{array}$$

დიაგრამაც კომუტატურია.

D ობიექტის გაფართოება გამოყოფილი G ობიექტის საშუალებით ეწოდება (E) თვისების მქონე ასახვათა წყვილს:

$$G \xrightarrow{\psi} X \xrightarrow{\varphi} D. \tag{e}$$

τ^* ასახვა (e) გაფართოებისა (e') გაფართოებაში

$$G \xrightarrow{\psi'} X' \xrightarrow{\varphi'} D, \tag{e'}$$

ეწოდება ისეთი $\tau: X \rightarrow X'$ ასახვის მოცემას, რომ

$$\begin{array}{ccccc} G & \xrightarrow{\psi} & X & \xrightarrow{\varphi} & D \\ \parallel & & \downarrow \tau & & \parallel \\ G & \xrightarrow{\psi'} & X' & \xrightarrow{\varphi'} & D \end{array}$$

დიაგრამა კომუტატურია. $\tau^*: (e) \rightarrow (e')$ ასახვას ეწოდება იზომორფიზმი, თუ τ არის იზომორფიზმი. (e) გაფართოება ეკვივალენტურია (e') გაფართოებისა, თუ არსებობს იზომორფიზმი $\tau^*: (e) \rightarrow (e')$. ეკვივალენტურ გაფართოებათა ყველა კლასის სიმრავლე აღენიშნოთ $E^1(D, G)$ -თი.

განვიხილოთ ნებისმიერი ორი

$$G \xrightarrow{\psi_1} X_1 \xrightarrow{\varphi_1} D \quad \text{და} \quad G \xrightarrow{\psi_2} X_2 \xrightarrow{\varphi_2} D$$

გაფართოება.

ვთქვათ, (R, σ) არის $X_1 + X_2$ ობიექტის მაქსიმალური ქვეობიექტი იმ (A, δ) ქვეობიექტთა შორის, რომლებიც აკმაყოფილებენ $\delta \varphi_1 = \delta \varphi_2$ პირობას.

ვთქვათ, (K, ν) არის $\mu: G \rightarrow R$ ასახვის კობირთვი, სადაც $\mu = -\psi_1 i_1 + \psi_2 i_2$. მაშინ შეგვიძლია განვიხილოთ



$$G \xrightarrow{\omega} K \xrightarrow{\tau} D$$

ასახვათა წყვილი, სადაც $\omega\sigma = \phi_1 \phi_1$ და $\nu\tau = \sigma\phi_1 \phi_1$.

თუ ნებისმიერი ორი გაფართოებისათვის ასახვათა $G \rightarrow K \rightarrow D$ წყვილი არსებობს და გააჩნია (E) თვისება, მაშინ $E'(D, G)$ სიმრავლეში შეიძლება შემოვიტანოთ ალგებრული ოპერაცია, თუ ყოველ ორ გაფართოებას შევუთანადებთ $G \rightarrow K \rightarrow D$ გაფართოებას. ამ ოპერაციას ეწოდება ბერის ოპერაცია.

პირობა B. (E) თვისების მქონე ასახვათა ყოველი წყვილი-სათვის: $G \xrightarrow{\alpha} D \xrightarrow{\beta} S$ და ყოველი $\delta: G \rightarrow G'$ ასახვისათვის, სადაც G' გამოყოფილი ობიექტია, არსებობს $x = (-\delta)u_1 + \alpha u_2$ ასახვის კობირთვი, სადაც u_1, u_2 არიან $G \rightarrow D$ ობიექტის ინექციები და პროექციები; გარდა ამისა, $G' \xrightarrow{u_1\tau} F \xrightarrow{\xi} S$ ასახვათა წყვილი, სადაც (τ, F) არის x ასახვის კობირთვი და $\tau\xi = u_2\beta$, აკმაყოფილებს (E) თვისების 1 და 3 პირობებს.

შეიძლება ვაჩვენოთ, რომ

$$\begin{array}{ccccc} G & \xrightarrow{\alpha} & D & \xrightarrow{\beta} & S \\ \delta \downarrow & & & \downarrow u_2\tau & \parallel \\ G' & \xrightarrow{u_1\tau} & F & \xrightarrow{\xi} & S \end{array}$$

დიაგრამა კომუტატურია, რომ ასახვათა $G' \rightarrow F \rightarrow S$ წყვილს გააჩნია (E) თვისება და რომ, თუ A კატეგორიაში ყოველ ობიექტს დედგმებზე აროქციური ობიექტი, მაშინ ასახვათა $G' \rightarrow F \rightarrow S$ წყვილისათვის (E) თვისების 1 პირობა ყოველთვის სრულდება.

ყოველ გაფართოებას

$$G \rightarrow X \rightarrow D \tag{e}$$

შეესაბამება

$$\Phi_e: H(G, G) \rightarrow S^1 H(D, G)$$

გადამხმელი ასახვა.

თეორემა 1. (e) $\rightarrow \Phi_e$ თანადობა იწვევს $E^1(D, G)$ სიმრავლის Φ ასახვას $S^1 H(D, G)$ აბელის ჯგუფზე, ამასთან, თუ $E^1(D, G)$ სიმრავლეში შეიძლება შემოვიტანოთ ბერის ოპერაცია, მაშინ Φ ასახვა არის ეპიმორფიზმი, ხოლო თუ ნებისმიერ ორ გაფართოებას შორის ასახვა არის იზომორფიზმი, მაშინ Φ არის იზომორფიზმი.

დამტკიცება. ცხადია, რომ ეკვივალენტური გაფართოებები აისახება ერთსა და იმავე ელემენტში. ვაჩვენოთ, რომ $E^1(D, G)$ აისახება $S^1 H(D, G)$ -ზე. ვთქვათ, $L \in S^1 H(D, G)$ და $a \in L$. მაშინ $a \in F_P$, სადაც $M \rightarrow P \rightarrow D$ არის

$$(E) \text{ თვისების მქონე ასახვათა წყვილი და გვაქვს } H(P, G) \xrightarrow{\Phi} H(M, G) \xrightarrow{F_P} \rightarrow S^1 H(D, G). \text{ არსებობს ისეთი } \gamma \in H(M, G), \text{ რომ } \Phi'(\gamma) = a.$$

ზემოთ თქმულის თანახმად, A კატეგორიაში γ ასახვისათვის არსებობს (E) თვისების მქონე ასახვათა $G \rightarrow F \rightarrow D$ წყვილი და

$$\begin{array}{ccccc} M & \xrightarrow{\alpha} & P & \xrightarrow{\beta} & D \\ \gamma \downarrow & & \downarrow & & \parallel \\ G & \longrightarrow & F & \longrightarrow & D \end{array}$$

დიაგრამა კომუტატორია. აქედან გამომდინარეობს, რომ $G \rightarrow F \rightarrow D$ გაფართოება აისახება L ელემენტში.
 ვთქვათ, გვაქვს

$$\begin{array}{ccccc} M & \xrightarrow{\alpha} & P & \xrightarrow{\beta} & D \\ \gamma \downarrow & & \downarrow \eta & & \parallel \\ G & \longrightarrow & X & \longrightarrow & D \end{array}$$

კომუტატორი დიაგრამა, რომლის სტრიქონებია (E) თვისების მქონე ასახვათა წყვილები.
 ვაჩვენოთ, რომ

$$\begin{array}{ccccc} G & \xrightarrow{u_1 \tau} & F & \xrightarrow{\xi} & D \\ \parallel & & \downarrow \sigma & & \parallel \\ G & \longrightarrow & X & \longrightarrow & D \end{array}$$

დიაგრამა კომუტატორია, სადაც $\tau \sigma = v_1 \psi + v_2 \eta$.
 გვაქვს $u_1 \tau \sigma = u_1 (v_1 \psi + v_2 \eta) = \psi$. შემდეგ, $v_2 u_2 \tau \xi = v_2 \beta = v_2 \eta \varphi = v_2 u_2 \tau \sigma \varphi$.
 ამიტომ $\tau \xi = \tau \sigma \varphi$, საიდანაც გამომდინარეობს, რომ $\xi = \sigma \varphi$.
 ვთქვათ,

$$G \xrightarrow{\omega \gamma} K \xrightarrow{\tau} D \text{ არის } G \xrightarrow{\psi_1} X_1 \xrightarrow{\varphi_1} D \text{ და } G \xrightarrow{\psi_2} X_2 \xrightarrow{\varphi_2} D$$

გაფართოებების ჯამი ბერის აზრით და, ვთქვათ,

$$\begin{array}{ccccc} M & \xrightarrow{\alpha} & P & \xrightarrow{\beta} & D \\ \gamma_1 \downarrow & & \downarrow \tau_1 & & \parallel \\ G & \longrightarrow & X_1 & \longrightarrow & D \end{array} \quad , \quad \begin{array}{ccccc} M & \xrightarrow{\alpha} & P & \xrightarrow{\beta} & D \\ \gamma_2 \downarrow & & \downarrow \tau_2 & & \parallel \\ G & \longrightarrow & X_2 & \longrightarrow & D \end{array}$$

ასახვა $\tau_1 i_1 + \tau_2 i_2 : P \rightarrow X_1 + X_2$ აკმაყოფილებს პირობას: $(\tau_1 i_1 + \tau_2 i_2) \beta_1 \varphi_1 = (\tau_1 i_1 + \tau_2 i_2) \beta_2 \varphi_2$. თუ (η, I, μ') არის ამ ასახვის დაშლა, მაშინ $\mu' \beta_1 \varphi_1 = \mu' \beta_2 \varphi_2$ და ამიტომ არსებობს ისეთი $\sigma' : I \rightarrow R$, რომ $\mu' = \sigma'$.
 დიაგრამა

$$\begin{array}{ccccc} M & \xrightarrow{\alpha} & P & \xrightarrow{\beta} & D \\ \gamma \downarrow & & \downarrow h & & \parallel \\ G & \longrightarrow & K & \longrightarrow & D \end{array}$$

სადაც $\gamma = \gamma_1 + \gamma_2$, $h = \eta \mu'$, არის კომუტატორი. აქედან გამომდინარეობს, რომ μ ასახვა არის ჰომომორფიზმი.

დავამტკიცოთ ახლა თეორემის პირობებში μ ასახვის ურთიერთცალსახეობა. ვთქვათ, $G \rightarrow X_1 \rightarrow D$ და $G \rightarrow X_2 \rightarrow D$ გაფართოებები აისახება ერთსა და იმავე ელემენტში. მაშინ იდვილი სანახავია, რომ შეიძლება



მოინახოს (E) თვისების მქონე ასახვათა ისეთი $M \xrightarrow{\alpha} P \xrightarrow{\beta} D$ წველი, რომ $P > X_1, X_2$, ე. ი.

$$\begin{array}{ccc} M & \xrightarrow{\alpha} & P \xrightarrow{\beta} D \\ \gamma_1 \downarrow & \psi_1 \downarrow & \tau_1 \downarrow \\ G & \xrightarrow{\phi_1} & X_1 \xrightarrow{\varphi_1} D \end{array}, \quad \begin{array}{ccc} M & \xrightarrow{\alpha} & P \xrightarrow{\beta} D \\ \gamma_2 \downarrow & \psi_2 \downarrow & \tau_2 \downarrow \\ G & \xrightarrow{\phi_2} & X_2 \xrightarrow{\varphi_2} D \end{array},$$

და რომ $\beta'(\gamma_1 - \gamma_2) = 0$, სადაც $\beta': H(M, G) \rightarrow F_P$. ამიტომ არსებობს ისეთი $\omega \in H(P, G)$, რომ $\gamma_1 - \gamma_2 = \alpha\omega$.

გვაქვს კომუტატორი დიაგრამები:

$$\begin{array}{ccc} G & \xrightarrow{u_1\tau_1} & F_1 \xrightarrow{\xi_1} D \\ \psi_1 \downarrow & \sigma_1 \downarrow & \varphi_1 \downarrow \\ G & \xrightarrow{\phi_1} & X_1 \xrightarrow{\varphi_1} D \end{array}, \quad \begin{array}{ccc} G & \xrightarrow{u_2\tau_2} & F_2 \xrightarrow{\xi_2} D \\ \psi_2 \downarrow & \sigma_2 \downarrow & \varphi_2 \downarrow \\ G & \xrightarrow{\phi_2} & X_2 \xrightarrow{\varphi_2} D \end{array}.$$

განვიხილოთ ასახვა $\Omega = (v_1 + v_2)\omega + v_2\omega_2: G + P \rightarrow G + P$.

$$\begin{array}{ccc} M & \xrightarrow{x_1} & G + P \xrightarrow{\tau_1} F_1 \\ \parallel & & \downarrow \Omega \\ M & \xrightarrow{x_2} & G + P \xrightarrow{\tau_2} F_2 \end{array}$$

დიაგრამა არის კომუტატორი. ამიტომ არსებობს ისეთი $\Omega': F_1 \rightarrow F_2$, რომ $\tau_1\Omega' = \Omega\tau_2$. აქედან გამომდინარეობს

$$\begin{array}{ccc} G & \xrightarrow{u_1\tau_1} & F_1 \xrightarrow{\xi_1} D \\ \parallel & & \downarrow \Omega' \\ G & \xrightarrow{u_1\tau_2} & F_2 \xrightarrow{\xi_2} D \end{array}$$

დიაგრამის კომუტატურობა. ეს კი ნიშნავს, რომ $G \xrightarrow{\psi_1} X_1 \xrightarrow{\varphi_1} D$ გაფართოება ექვივალენტურია $G \xrightarrow{\psi_2} X_2 \xrightarrow{\varphi_2} D$ გაფართოებისა და თეორემა დამტკიცებულია.

A კატეგორიაში, სადაც არ იგულისხმება პირობა B-ს შესრულება, ადგილი აქვს შემდეგ თეორემას.

თეორემა 2. თუ კატეგორიის ნებისმიერი ორი A და B ობიექტისათვის $H(A, B)$ სიმრავლე არის კომუტატორი ნახევარჯგუფი, მაშინ S^1T ფუნქტორი ადიციურია და $[S^n T]$ ფუნქტორთა მიმდევრობა არის ფუნქტორთა უნივერსალური გადაბმული მიმდევრობა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის

თბილისის მათემატიკის

ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 6.1.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. D. A. Buchsbaum. Satellites and universal functors, Ann. of Math., 71, 1960.

კ. კვანტალიანი

სასაზღვრო ამოცანები მცირეპარამეტრიანი ინტეგრალ-
დიფერენციალური განტოლებებისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. ექვთიმ 2.1.1962)

წრფივი ინტეგრო-დიფერენციალური განტოლებისათვის

$$\sum_{k=1}^l \varepsilon^k a_{m+k}(t, \varepsilon) \rho_\varepsilon^{m+k}(t) + \sum_{j=0}^m \left[a_j(t, \varepsilon) \rho_\varepsilon^{(j)}(t) + \int_0^t K_j(t, \tau, \varepsilon) \rho_\varepsilon^{(j)}(\tau) d\tau \right] = f(t, \varepsilon), \quad (1)$$

სადაც $a_s(t, \varepsilon)$, $K_j(t, \tau, \varepsilon)$ და $f(t, \varepsilon)$ მოცემული ფუნქციებია შუალედში $0 \leq t, \tau \leq 1$, $\varepsilon > 0$ მცირე პარამეტრია, განიხილება სასაზღვრო ამოცანა K_ε :

$$\rho_\varepsilon^{(i)}(0) = D_0^i, \quad i = 0, 1, \dots, m_1 - 1, m_1, \dots, m_1 + l_1 - 1,$$

$$\rho_\varepsilon^{(j)}(1) = D_1^j, \quad j = 0, 1, \dots, m_2 - 1, m_2, \dots, m_2 + l_2 - 1,$$

სადაც D_0^i და D_1^j მოცემული მუდმივებია, $m_1 + m_2 = m$, $l_1 + l_2 = l$.
 ვუშვებთ, რომ ადგილი აქვს შემდეგ წარმოდგენებს:

$$a_s(t, \varepsilon) = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k a_{sk}(t), \quad K_j(t, \tau, \varepsilon) = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k K_{jk}(t, \tau),$$

$$f(t, \varepsilon) = \sum_{k=0}^{\infty} \varepsilon^k f_k(t),$$

სადაც $a_{sk}(t)$, $K_{jk}(t, \tau)$ და $f_k(t)$ ფუნქციებს აქვთ ნებისმიერი რიგის წარმოებულები. ამის გარდა, ვუშვებთ, რომ

$$a_{m+l}(t, \varepsilon) \equiv 1, \quad \inf |a_m(t, \varepsilon)| > 0. \quad (2)$$

* გადაგვარებული განტოლებისათვის

$$\sum_{j=0}^m \left[a_{j0}(t) \rho^{(j)}(t) + \int_0^t K_{j0}(t, \tau) \rho^{(j)}(\tau) d\tau \right] = f_0(t), \quad (3)$$

რომელიც მიიღება (1)-დან, როცა $\varepsilon = 0$, ისმის სასაზღვრო ამოცანა K_0 :

$$\rho^{(s)}(0) = D_0^s, \quad s = 0, 1, \dots, m_1 - 1,$$

$$\rho^{(n)}(1) = D_1^n, \quad n = 0, 1, \dots, m_2 - 1.$$

ვეულისხმობთ, რომ K_0 ამოცანა ამოხსნადია.

კოშის ამოცანა გარკვეული ტიპის ინტეგრო-დიფერენციალური განტოლებებისათვის მცირე პარამეტრით უმაღლესი რიგის წარმოებულებთან განხილულია ნ. ვეკუას შრომაში [1]. კოშის ამოცანა და ერთი სახის სასაზღვრო ამოცანა ცვალებადკოეფიციენტებიანი ინტეგრო-დიფერენციალური განტოლებისათვის მცირე პარამეტრით უმაღლესი რიგის წარმოებულებთან განხილულია ავტორის [2, 3] შრომებში.

K_{ε} ამოცანა ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებისათვის განხილულია მ. ვიშიკისა და ლ. ლუსტერნიკის შრომაში [4], მაგრამ ამ შრომაში არ არის დადგენილი K_{ε} ამოცანის ამოხსნადობის საკმარისი პირობა. ა. შაბატის შრომაში [5] დადგენილია ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებისათვის K_{ε} ამოცანის ამოხსნადობის საკმარისი პირობა. ანალოგიური საკითხებისადმი არის მიძღვნილი ვ. კოროლიუკისა და ე. ნიკოაიას [6] და ნ. ივანოვას [7] შრომები.

წინამდებარე შრომაში მოცემულია K_{ε} ამოცანის ამოხსნადობის საკმარისი პირობა და ამოხსნის ასიმპტოტიკა.

შემოვიღოთ აღნიშვნა

$$\rho_{\varepsilon}^{(m)}(t) = \mu_{\varepsilon}(t). \quad (4)$$

ამ აღნიშვნის შემდეგ (1) განტოლება ასე გადაიწერება:

$$\sum_{k=0}^l \varepsilon^k a_{m+k}(t, \varepsilon) \mu_{\varepsilon}^{(k)}(t) = F(t, \varepsilon) - \int_0^t K^0(t, \tau, \varepsilon) \mu_{\varepsilon}(\tau) d\tau, \quad (5)$$

სადაც

$$F(t, \varepsilon) = f(t, \varepsilon) - \sum_{j=0}^{m-1} \sum_{i=0}^{m-j} A_j \left[\frac{a_j(t, \varepsilon) t^{m-j-i}}{(m-j-i)!} + \right. \\ \left. + \int_0^t K_j(t, \tau, \varepsilon) \frac{\tau^{m-j-i}}{(m-j-i)!} d\tau \right],$$

$$K^0(t, \tau, \varepsilon) = K_m(t, \tau, \varepsilon) + \sum_{j=0}^{m-1} a_j(t, \varepsilon) \frac{(t-\tau)^{m-j-1}}{(m-j-1)!} + \\ + \sum_{j=0}^{m-1} \frac{1}{(m-j-1)!} \int_{\tau}^t K_j(t, t_1, \varepsilon) (t_1-\tau)^{m-j-1} dt_1.$$

(5) განტოლებაში შემავალ A_i მუდმივებს განვსაზღვრავთ შემდგომ სასაზღვრო პირობებიდან.

(5) განტოლების ამოხსნას ვეძებთ შემდეგი სახით:

$$\mu_{\varepsilon}(t) = \varphi_{\varepsilon}(t) + \chi_{\varepsilon}(t), \quad (6)$$

სადაც $\varphi_{\varepsilon}(t)$ და $\chi_{\varepsilon}(t)$ არის შემდეგი განტოლებების ამოხსნები:



$$a_m(t, \varepsilon) \varphi_\varepsilon(t) = F(t, \varepsilon) - \int_0^t K^0(t, \tau, \varepsilon) \varphi_\varepsilon(\tau) d\tau, \quad (7)$$

$$\sum_{k=0}^l \varepsilon^k a_{m+k}(t, \varepsilon) z_\varepsilon^{(k)}(t) = - \sum_{k=1}^l \varepsilon^k a_{m+k}(t, \varepsilon) \varphi_\varepsilon^{(k)}(t) - \int_0^t K^0(t, \tau, \varepsilon) z_\varepsilon(\tau) d\tau. \quad (8)$$

ცხადია, (7) განტოლება (4) აღნიშვნებში მიისწრაფვის (3) განტოლებისაკენ, როცა $\varepsilon \rightarrow 0$. რადგან K_0 ამოცანა ამოხსნადია, ამოხსნადია (7) განტოლებაც და A_l მუდმივები ცალსახად გინისაზღვრება.

(7) განტოლების ამოხსნა A_l მუდმივებზე დამოკიდებულია წრფივად:

$$\varphi_\varepsilon(t) = \sum_{i=1}^m A_i z_i(t, \varepsilon). \quad (9)$$

განვიხილოთ განტოლება

$$\sum_{k=0}^l \varepsilon^k a_{m+k}(t, \varepsilon) z_\varepsilon^{(k)}(t) = 0. \quad (10)$$

ამ განტოლების ფუნდამენტალურ ამოხსნათა სისტემას აქვს სახე [8]:

$$z_{\varepsilon i}(t) = \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t w_i(\tau) d\tau\right) [u_i(t) + O(\varepsilon)],$$

სადაც $w_i(t)$ წარმოადგენს შემდეგი ალგებრული განტოლების ამოხსნებს:

$$\sum_{k=0}^l a_{m+k, 0}(\cdot) z^k(t) = 0, \quad (11)$$

ხოლო $u_i(t)$ წარმოადგენენ პირველი რიგის გარკვეული ერთგვაროვანი დიფერენციალური განტოლებების არატრივიალურ ამოხსნებს და ამიტომ $u_i(t) \neq 0 \quad t \in [0, 1]$. (2) პირობიდან ჩანს, რომ $w_i(t) \neq 0 \quad i = 1, 2, \dots, l, t \in [0, 1]$.

K_ε ამოცანის გადაგვარებას K_0 ამოცანაში ვუწოდებთ რეგულარულს, თუ (11) განტოლების ამოხსნები აკმაყოფილებენ პირობებს

$$\begin{aligned} w_i(t) &\neq w_j(t), \quad i \neq j, \quad t \in [0, 1], \\ \operatorname{Re} \{w_1(t), w_2(t), \dots, w_{l_1}(t)\} &< 0, \\ \operatorname{Re} \{w_{l_1+1}(t), w_{l_1+2}(t), \dots, w_l(t)\} &> 0. \end{aligned}$$

შემდგომ ვიგულისხმებთ, რომ K_ε ამოცანის გადაგვარება K_0 ამოცანაში რეგულარულია.

(8) განტოლების ზოგადი ამოხსნა ვეძებთ სახით

$$z_\varepsilon(t) = \sum_{i=1}^l c_i(t, \varepsilon) z_{\varepsilon_i}(t), \quad (12)$$

სადაც

$$z_{\varepsilon_j}(t) = \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t w_j(\tau) d\tau\right) [u_j(t) + O(\varepsilon)], \quad j = 1, 2, \dots, l_1, \quad (13)$$

$$z_{\varepsilon, i_1+i}(t) = \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_t^1 w_{i_1+i}(\tau) d\tau\right) [u_{i_1+i}(t) + O(\varepsilon)], \quad i = 1, 2, \dots, l_2$$

ხოლო $c_i(t, \varepsilon)$ ფუნქციები ვეძებთ მუდმივთა ვარიაციის მეთოდით, რომელიც მოგვცემს ალგებრულ განტოლებათა შემდეგ სისტემას:

$$\sum_{i=1}^l c_i'(t, \varepsilon) z_{\varepsilon_i}^{(k)}(t) = 0, \quad k = 0, 1, \dots, l-2,$$

$$\sum_{i=1}^l c_i'(t, \varepsilon) z_{\varepsilon_i}^{(l-1)}(t) = -\frac{1}{\varepsilon} \left[\sum_{k=1}^l \varepsilon^k a_{m+k}(t, \varepsilon) \varphi_{\varepsilon}^{(k)}(t) + \int_0^t K^0(t, \tau, \varepsilon) z_\varepsilon(\tau) d\tau \right].$$

აქ თუ ჩავსვამთ $z_{\varepsilon_i}^{(k)}(t)$ ფუნქციების მნიშვნელობებს (13)-დან და აღვნიშნავთ

$$\psi(t, \varepsilon) = -\sum_{k=1}^l \varepsilon^{k-1} a_{m+k}(t, \varepsilon) \varphi_{\varepsilon}^{(k)}(t) - \frac{1}{\varepsilon} \int_0^t K^0(t, \tau, \varepsilon) z_\varepsilon(\tau) d\tau, \quad (14)$$

მაშინ მივიღებთ

$$c_\nu(t, \varepsilon) = \int_0^t T_\nu(\tau, \varepsilon) \chi_\nu(\tau, \varepsilon) d\tau + A_{m+\nu}, \quad \nu = 1, 2, \dots, l_1, \quad (15)$$

$$c_{i_1+j}(t, \varepsilon) = -\int_t^1 T_{i_1+j}(\tau, \varepsilon) \chi_{i_1+j}(\tau, \varepsilon) d\tau + A_{m+i_1+j}, \quad j = 1, 2, \dots, l_2$$

სადაც $T_\nu(\tau, \varepsilon)$ და $\chi_\nu(\tau, \varepsilon)$ მოცემული ფუნქციებია.

(15)-ის (12)-ში ჩასმით, ნაწილობითი ინტეგრაციითა და სხვა მარტივი გარდაქმნებით $z_\varepsilon(t)$ -სათვის მივიღებთ შემდეგ განტოლებას:



$$\begin{aligned}
 & z_\varepsilon(t) + \int_0^t N(t, \tau, \varepsilon) z_\varepsilon(\tau) d\tau = \\
 & = \sum_{i=1}^m d_i e \left[\sum_{\nu=1}^{l_1} p_{i\nu}(t, \varepsilon) \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t w_\nu(\tau) d\tau + \right. \right. \\
 & \left. \left. + \sum_{j=1}^{l_2} p_{i, l_1+j}(t, \varepsilon) \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_t^1 w_{l_1+j}(\tau) d\tau\right) + q_i(t, \varepsilon) \right] + \quad (16) \\
 & \quad + \sum_{\nu=1}^{l_1} A_{m+\nu} \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t w_\nu(\tau) d\tau\right) [u_\nu(t) + O(\varepsilon)] + \\
 & \quad + \sum_{j=1}^{l_2} A_{m+l_1+j} \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_t^1 w_{l_1+j}(\tau) d\tau\right) [u_{l_1+j}(t) + O(\varepsilon)],
 \end{aligned}$$

სადაც $p_{in}(t, \varepsilon)$ და $q_i(t, \varepsilon)$ გამოისახებიან მოცემული ფუნქციებით და შემოსაზღვრულნი არიან, როცა $\varepsilon \rightarrow 0$. $N(t, \tau, \varepsilon)$ გულს აქვს სახე

7406

$$\begin{aligned}
 N(t, \tau, \varepsilon) = & \left\{ \begin{aligned}
 & - \sum_{\nu=1}^{l_1} M_\nu(\tau, \tau, \varepsilon) \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_\tau^t w_\nu(t_1) dt_1\right) + \\
 & + \sum_{j=1}^{l_2} M_{l_1+j}(t, \tau, \varepsilon) \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_t^1 w_{l_1+j}(t_1) dt_1\right) + \\
 & + \sum_{i=1}^j M_i(t, \tau, \varepsilon) + O(\varepsilon), \quad \text{როცა } \tau \leq t, \\
 & \sum_{j=1}^{l_2} \left[M_{l_1+j}(t, \tau, \varepsilon) \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_t^1 w_{l_1+j}(t_1) dt_1\right) + \right. \\
 & \left. + M_{l_1+j}(\tau, \tau, \varepsilon) \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_t^\tau w_{l_1+j}(t_1) dt_1\right) \right] + \\
 & + O(\varepsilon), \quad \text{როცა } \tau > t.
 \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$

$N(t, \tau, \varepsilon)$ გულის გამოსახულებიდან ჩანს, რომ (16) განტოლება ამოსნაღია და მის ამოხსნას ექნება სახე



$$\begin{aligned}
 x_\varepsilon(t) = & \sum_{i=1}^m A_i \varepsilon \left[\sum_{\nu=1}^{l_1} p_{i\nu}^0(t, \varepsilon) \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t w_\nu(\tau) d\tau\right) + \right. \\
 & + \sum_{j=1}^{l_2} p_{i, l_1+j}^0(t, \varepsilon) \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_t^1 w_{l_1+j}(\tau) d\tau\right) + q_i^0(t, \varepsilon) \left. \right] + \\
 & + \sum_{\nu=1}^{l_1} A_{m+\nu} \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t w_\nu(\tau) d\tau\right) [v_\nu(t) + O(\varepsilon)] + \quad (17) \\
 & + \sum_{j=1}^{l_2} A_{m+l_1+j} \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_t^1 w_{l_1+j}(\tau) d\tau\right) [v_{l_1+j}(t) + O(\varepsilon)],
 \end{aligned}$$

სადაც $p_{in}^0(t, \varepsilon)$, $q_i^0(t, \varepsilon)$ და $v_i(t)$ გარკვეული წესით გამოისახებიან $p_{in}(t, \varepsilon)$, $q_i(t, \varepsilon)$ და $u_i(t, \varepsilon)$ ფუნქციების საშუალებით.

(16)-დან, (9), და (17)-ის გათვალისწინებით გვექნება

$$\begin{aligned}
 \mu_\varepsilon(t) = & \sum_{i=1}^m A_i \left[x_i(t, \varepsilon) + \varepsilon \sum_{\nu=1}^{l_1} f_{i\nu}^0(t, \varepsilon) \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t w_\nu(\tau) d\tau\right) + \right. \\
 & + \varepsilon \sum_{j=1}^{l_2} p_{i, l_1+j}^0(t, \varepsilon) \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_t^1 w_{l_1+j}(\tau) d\tau\right) + \varepsilon q_i^0(t, \varepsilon) \left. \right] + \\
 & + \sum_{\nu=1}^{l_1} A_{m+\nu} \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t w_\nu(\tau) d\tau\right) [v_\nu(t) + O(\varepsilon)] + \\
 & + \sum_{j=1}^{l_2} A_{m+l_1+j} \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_t^1 w_{l_1+j}(\tau) d\tau\right) [v_{l_1+j}(t) + O(\varepsilon)].
 \end{aligned}$$

აქედან, თუ გავიხსენებთ (4)-ს, მივიღებთ

$$\begin{aligned}
 \rho_\varepsilon(t) = & \sum_{i=1}^m A_i \left\{ X_i(t, \varepsilon) + O(\varepsilon^{m+1}) \left[\sum_{\nu=1}^{l_1} \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t w_\nu(\tau) d\tau\right) + \right. \right. \\
 & + \sum_{j=1}^{l_2} \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_t^1 w_{l_1+j}(\tau) d\tau\right) \left. \right] + O(\varepsilon) \left. \right\} + \\
 & + \sum_{\nu=1}^{l_1} A_{m+\nu} O(\varepsilon^m) \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t w_\nu(\tau) d\tau\right) +
 \end{aligned}$$

$$+ \sum_{j=1}^{l_2} A_{m+l_1+j} O(\varepsilon^m) \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^1 w_{l_1+j}(\tau) d\tau\right). \quad (18)$$

ამ ფორმულაში $X_i(t, \varepsilon)$ შეესაბამება გადაგვარებულ (3) განტოლებას. თუ $p_\varepsilon(t)$ -ს ამ მნიშვნელობას ჩავსვამთ სასაზღვრო პირობებში და მოვახდენთ სათანადო გარდაქმნებს, $A_s (s = 1, 2, \dots, m+l)$ შუღმივებისათვის მივიღებთ ალგებრულ განტოლებათა შემდეგ სისტემას:

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m A_i [\gamma_{i0}^2 + O(\varepsilon)] + \sum_{j=1}^l A_{m+j} O(\varepsilon^{m-\sigma}) &= D_0^\sigma, \quad \sigma = 0, 1, \dots, m_1 - 1, \\ \sum_{i=1}^m A_i [\gamma_{i1}^n + O(\varepsilon)] + \sum_{j=1}^l A_{m+j} O(\varepsilon^{m-n}) &= D_1^n, \quad n = 0, 1, \dots, m_2 - 1, \\ \sum_{i=1}^m A_i [O(\varepsilon^k) + O(\varepsilon^{m_2+1})] + \sum_{j=1}^{l_1} A_{m+j} [w_j(\varepsilon)]^k O(\varepsilon^{m_2}) &+ \end{aligned} \quad (19)$$

$$+ \sum_{p=1}^{l_2} A_{m+l_1+p} O(\varepsilon^{m_2}) \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^1 w_{l_1+p}(\tau) d\tau\right) = \varepsilon^k D_1^{m_1+k},$$

$$k = 0, 1, \dots, l_1 - 1,$$

$$\sum_{i=1}^m A_i [O(\varepsilon^s) + O(\varepsilon^{m_1+1})] +$$

$$+ \sum_{j=1}^{l_1} A_{m+j} O(\varepsilon^{m_1}) \exp\left(\frac{1}{\varepsilon} \int_0^1 w_j(\tau) d\tau\right) +$$

$$+ \sum_{p=1}^{l_2} A_{m+l_1+p} [w_{l_1+p}(\varepsilon)]^s O(\varepsilon^{m_1}) = \varepsilon^s D_1^{m_2+s}, \quad s = 0, 1, \dots, l_2 - 1.$$

ამ სისტემის დეტერმინანტს მცირე ε -სათვის ექნება სახე

$$\Delta \approx \Delta_0 \cdot \Delta_{10} \cdot \Delta_{11} + O(\varepsilon),$$

სადაც Δ_0 შეესაბამება K_0 ამოცანას და ამიტომ $\Delta_0 \neq 0$;

$$\Delta_{10} = \begin{vmatrix} w_1(\varepsilon), & \dots, & w_{l_1}(\varepsilon) \\ \dots & \dots & \dots \\ w_{l_1-1}^{-1}(\varepsilon), & \dots, & w_1^{-1}(\varepsilon) \end{vmatrix} \neq 0, \quad \Delta_{11} = \begin{vmatrix} w_{l_1+1}(\varepsilon), & \dots, & w_1(\varepsilon) \\ \dots & \dots & \dots \\ w_{l_1+1}^{-1}(\varepsilon), & \dots, & w_1^{-1}(\varepsilon) \end{vmatrix} \neq 0.$$

(19) განტოლებიდან ჩანს, რომ მის ამოხსნებს ექნება სახე

$$A_i = A_i^0 + O(\varepsilon), \quad i = 1, 2, \dots, m,$$

სადაც A_i^0 შუღმივი შეესაბამება K_0 ამოცანას;

$$A_{m+j} = O(\varepsilon^{-m_2}), \quad j = 1, 2, \dots, l_1,$$

$$A_{m+l_1+p} = O(\varepsilon^{-m_1}), \quad p = 1, 2, \dots, l_2.$$

თუ ამ მნიშვნელობებს შევითანთ (18)-ში, გვექნება

$$\rho_\varepsilon(t) = \rho(t) + \sum_{i=1}^{l_1} O(\varepsilon^{m_1}) \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t w_i(\tau) d\tau\right) +$$

$$+ \sum_{i=1}^{l_2} O(\varepsilon^{m_2}) \exp\left(-\frac{1}{\varepsilon} \int_0^t w_{i+l_1}(\tau) d\tau\right) + \sigma(t, \varepsilon), \quad (20)$$

სადაც $\rho(t)$ არის K_0 ამოცანის ამოხსნა, ხოლო $\sigma(t, \varepsilon)$ არის ფუნქცია, რომელიც ყველა თავის წარმოებულთან ერთად მიიწვრია ფუნქციის ნულისაკენ, როცა $\varepsilon \rightarrow 0$.

ამრიგად, ჩვენ დავამტკიცეთ შემდეგი

თეორემა: თუ K_0 ამოცანა ამოხსნადია და K_ε ამოცანის გადაგვარება K_0 ამოცანაში რეგულარულია, მაშინ ამოხსნადია აგრეთვე K_ε ამოცანაც და მისი ამოხსნა გამოისახება (20) ფორმულით.

ეს თეორემა სამართლიანია აგრეთვე შემდეგი განტოლებისათვის:

$$\sum_{k=1}^l \varepsilon^k a_{m+k}(t, \varepsilon) \rho_\varepsilon^{(m+k)}(t) + \sum_{j=0}^m \left[a_j(t, \varepsilon) \rho_\varepsilon^{(j)}(t) + \int_0^t K_j(t, \tau, \varepsilon) \rho_\varepsilon^{(j)}(\tau) d\tau \right] = f(t, \varepsilon).$$

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. რაზმაძის სახელობის
თბილისის მათემატიკის
ინსტიტუტი

(რედაქცია მოჰვიდა 2.1.1962)

დაგროვებული ლიტერატურა

1. Н. П. Векуа. Линейные интегро-дифференциальные уравнения с малыми параметрами при старших производных. Проблемы механики сплошной среды. К семидесятилетию со дня рождения академика Н. И. Мусхелишвили, 1961.
2. К. И. Кванталиани. Интегро-дифференциальные уравнения типа Вольтерра с малыми параметрами при старших производных. Сообщения АН ГССР, т. XXVI, № 3, 1961.
3. К. И. Кванталиани. Об одной краевой задаче для интегро-дифференциальных уравнений типа Вольтерра с малыми параметрами при старших производных. Сообщения АН ГССР, т. XXVII, № 2, 1961.
4. М. И. Вишик и Л. А. Люстерник. Регулярное вырождение и пограничный слой для линейных дифференциальных уравнений с малым параметром. Успехи мат. наук, т. XII, вып. 5 (77), 1957.
5. А. Б. Шабат. Краевые задачи с малым параметром для обыкновенных линейных дифференциальных уравнений. Успехи мат. наук, т. XVII, вып. 1 (103), 1962.
6. В. С. Королюк и Э. Р. Ницкая. Замечание об алгоритме построения пограничного слоя. Успехи мат. наук, т. XVI, вып. 6 (101), 1961.
7. Н. А. Иванова. Асимптотика функции Грина обыкновенного линейного дифференциального уравнения с переменными коэффициентами, зависящими от малого параметра. ДАН СССР, т. 140, № 1, 1961.
8. P. Noaillon. Developpements asymptotiques dans les equations differentielles lineaires a parametre variable. Memoires de la Societe des Sciences de Liege, IX, 1912.

ფიზიკა

ბ. კოსტანაშვილი, ბ. ლეხავაძე, ძ. მანდრიცკაია, ო. შახუშაშვილი,
 ა. ჯანელიძე

ფოტოეფექტულსიაში 9 BeV პროტონებით გენერირებული
 დამუხტული Σ -ჰიპერონების განიხი
 იმპულსი

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ე. ანდრონიკაშვილმა 22.2.1962)

პრობანის ბუნებრივად კამერაში 6,8 BeV ენერჯის π^- -მეზონებით გენერირებული მძიმე ნაწილაკების (K^0 , P , Λ^0 , Σ^\pm) განივი იმპულსის შესწავლამ [1] აჩვენა, რომ მათ აქვთ საშუალო განივი იმპულსის დაახლოებით ერთნაირი მნიშვნელობა (P_x) ~ 400 MeV/c¹, გარდა Σ^\pm -ჰიპერონებისა, რომელთათვისაც (P_x) = 577 MeV/c.

ამ თვალსაზრისით საინტერესოა დაახლოებით იგივე ენერჯის პირველადი ნაწილაკებით გენერირებული Σ^\pm -ჰიპერონების განივი იმპულსის გაზომვა. ამ მიზნით ჩვენ მიერ გამოყენებულ იქნა 9 BeV პროტონებით ფოტოეფექტულსიაში გენერირებული Σ -ჰიპერონები (აქ და შემდეგში ივულისხმება დამუხტული Σ -ჰიპერონები).

ემულსიური კამერა, ზომებით (10×15×4) სმ, რომელიც შედგებოდა „BP-400 HIK-FH“ ტიპის ემულსიის 100 ფენისაგან, ექსპონირებული იყო ბირთვული კვლევის გაერთიანებული ინსტიტუტის სინქროფაზოტრონის შიდა ნაკადში 9 BeV პროტონებით.

მეორადი ნაწილაკებიდან Σ -ჰიპერონების გამოყოფისათვის ვისარგებლეთ კვალის გაყოლის მეთოდით, რომელიც იძლევა 96% ეფექტურობას მძიმე ნაწილაკის მსუბუქ დამუხტულ ნაწილაკად დაშლის შემჩნევაში [4]. ემულსიური ფენის ცენტრალური ნაწილის ფართი ისინჯებოდა MBIH—3 მიკროსკოპზე (10×15×1,5) ვადიდებით. ამოიჩვენა პირველადი პროტონების ისეთი ურთიერთქმედებანი, რომელთა მეორადი ნაწილაკების კვალებს შორის ერთი მაინც აკმაყოფილებდა შემდეგ გეომეტრიულ და ენერგეტიკულ პირობებს:

1. კვალი მიმართულია პირველადი პროტონის მოძრაობის მიმართულების მიმართ წინა ნახევარსფეროში;

¹ [2, 3] შრომებში, 9 BeV პროტონებით ფოტოეფექტულსიაში გენერირებული მეორადი პროტონებისათვის მიღებულია საშუალო განივი იმპულსის ასეთივე მნიშვნელობა (~ 400 MeV/c).



2. კვლის პორიზონტალური პროექცია ერთ ემულსიურ ფენაში $\cong 3$ მმ, რაც ეთანადება კვლის დახრის კუთხეს ენულსიის სიბრტყის მიმართ $\cong 7,5^\circ$;

3. იონიზაცია კვალზე $J \cong 1,6 J_0$, სადაც J_0 არის იონიზაცია პირველადი პროტონის კვალზე. ეს პირობა შემოსახლვრავს გასაყოლი ნაწილაკების სიჩქარეს $\beta = 0,64$ მნიშვნელოზამდე, რაც ეთანადება Σ -ჰიპერონების იმპულსს $1 \text{ BeV}/c$. უფრო მაღალი სიჩქარის მქონე ნაწილაკების შესწავლა საგრძნობლად გააუარესებდა შემთხვევების იდენტიფიკაციას.

ამ პირობების შესაბამისად ამორჩეულ კვალებს მიეყვებოდით გენერაციის წერტილიდან ორი სანტიმეტრის მანძილზე, თუ ნაწილაკი აღნიშნულ მანძილზე არ განიცდიდა ბირთვულ ურთიერთქმედებას, არ იშლებოდა, ან არ ჩერდებოდა. გაყოლილი კვალებიდან გამოყოფდით ისეთებს, რომლებსაც ემჩნეოდათ მკვეთრი გარდატეხა და ამავე დროს მოძრაობის მიმართულებით იონიზაციის შემცირება. ასეთი შემთხვევები შეიძლებოდა ყოფილიყო Σ -ჰიპერონების, ან K^\pm -მეზონების დაძლები მოძრაობისას. Σ -ჰიპერონების და K^\pm -მეზონების არსებობის დროში დიდი განსხვავების გამო, K^\pm -მეზონების მინარევი მცირე იქნება და ამიტომ, უმეტესად, გვექნება Σ -ჰიპერონების დაშლები.

ამორჩეული შემთხვევების საბოლოო იდენტიფიკაცია წარმოებდა იონიზაციისა და მრავალჯერადი კულონური გაბნევის გაზომვის შედეგების შედარების საფუძველზე. Σ -ჰიპერონისა და K -მეზონის P_β -ს მნიშვნელობანი, რომლებიც ცხრილების [5] თაჩხმად ეთანადება მარცვალთა დაჯგუფებებისა და მათ შორის ხარვეზების თვლის მეთოდით [6] გაზომილ სიჩქარეს, შედარებულ იქნა მრავალჯერადი კულონური გაბნევის მეთოდით [7] მიღებულ P_β -ს მნიშვნელობებთან. როგორც წესი, სიჩქარისა და P_β -ს გაზომვის სტატისტიკური ცდომილებები არ აღემატებოდა სათანადოდ $(6-8)\%$ და $(10-15)\%$ ასეთი სიზუსტის გაზომვები საქმარისა აღმოჩნდა Σ -ჰიპერონების საინფლო იდენტიფიკაციისათვის. იდენტიფიკაციის შედეგებმა აჩვენა, რომ ამორჩეულ შემთხვევათა შორის არ არის K^\pm -მეზონების მინარევი.

ასეთ პირობებში, 22 ათასი კვლის გაყოლებისას გამოყოფილ იქნა 42 Σ -ჰიპერონი.

Σ -ჰიპერონების განივი იმპულსების განაწილების აგებისას ვისარგებლეთ კიდევ 30 Σ -ჰიპერონით, რომლებიც ნაპოვნი იყო სრულიად ანალოგიურ პირობებში ბირთვული კვლევის გაერთიანებულ ინსტიტუტში⁽¹⁾.

იმის გამო, რომ ყველა გაყოლილი მეორადი ნაწილაკი ამოირჩეოდა გარკვეული (ზემოთ ჩამოთვლილი) გეომეტრიული და ენერგეტიკული პირობების შესაბამისად, თითოეული ნაპოვნი Σ -ჰიპერონისათვის გამოთვლილ იქნა შესაბამისი წონა. Σ -ჰიპერონის წონა Γ , მოიკემა შემდეგი ფორმულით:

(¹) ავტორები მადლობას უხდებიან მ. პოდგორცკის და მის თანამშრომლებს მათი მონაცემების გამოყენების ნებართვისათვის.

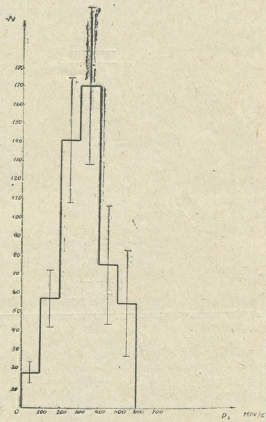
$$\Gamma_i = \begin{cases} \frac{\frac{\pi}{2}}{\arcsin x_i [\alpha w_i^+ + (1 - \alpha) w_i^-]}, & x_i < 1, \\ \frac{1}{\alpha w_i^+ + (1 - \alpha) w_i^-}, & x_i \equiv 1, \end{cases}$$

სადაც $x_i = \frac{\sin \theta_{\max}}{\sin \theta_i}$ ($\theta_{\max} = 7,5^\circ$ -შეესაბამება ჩვენი პირობების მიხედვით შერჩეული ჰიპერონების მაქსიმალური დახრის კუთხეს ემულსის სიბრტყის მიმართ); θ_i —ჰიპერონის გამოსვლის სივრცითი კუთხვა პირველადი პროტონის მოძრაობის მიმართულების მიმართ); $\alpha = 0,62$ არის ალბათობა იმისა, რომ რეგისტრირებული Σ^- -ჰიპერონი იქნება დადებითი [8]; w_i^+ —იმის ალბათობაა, რომ მოცემული სიჩქარის Σ^+ -ჰიპერონი დაიშლება ორი სანტიმეტრის მანძილზე; ანალოგიურად, w_i^- —იგივე ალბათობაა Σ^- -ჰიპერონებისათვის.

Σ^- -ჰიპერონების განივი იმპულსების განაწილება მოყვანილია ნახ. 1-ზე. როგორც ნახაზიდან ჩანს, განაწილება წყდება $P_{\perp} = 600$ MeV/c მნიშვნელობაზე და მისი მაქსიმუმი ექვს (200—400) MeV/c ინტერვალში. მაქსიმუმის მდებარეობა კარგადაა უზრუნველყოფილი შემდგომი ინტერვალებით, რომლებშიაც დაიმზირება ნაწილაკების რიცხვის მკვეთრი შემცირება.

ჩვენი მონაცემების მიხედვით, Σ^- -ჰიპერონების განივი იმპულსის საშუალო მნიშვნელობისათვის მივიღეთ

$$\langle P_{\perp} \rangle = (327 \pm 14) \text{ MeV/c.}$$



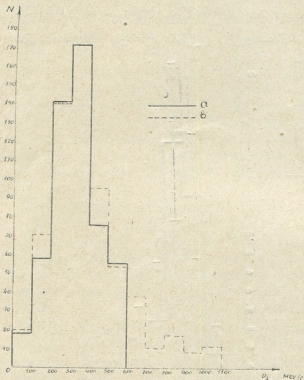
ნახ. 1. დამუხტული Σ^- -ჰიპერონების განივი იმპულსების განაწილება. აბსცისთა ღერძზე გადაზომილია Σ^- -ჰიპერონების განივი იმპულსი P_{\perp} ; ორდინატთა ღერძზე—მათი რიცხვი ნებისმიერ ერთეულში

იმპულსის საშუალო მნიშვნელობისათვის მივიღეთ



Σ -ჰიპერონების ენერგეტიკული განაწილების [8] თანახმად, რომელშიაც მკვეთრად არის გამოხატული ნაწილაკების რიცხვის შემცირება ენერგიის ზრდასთან ერთად, არ შეიძლება მოველოდეთ, რომ დიდი იმპულსების მქონე Σ ჰიპერონები არსებითად შეცვლიან ჩვენ მიერ დაკვირვებული ჰიპერონების სპექტრის სახეს და განივი იმპულსების განაწილების მაქსიმუმის მდებარეობას (0—600) MeV/c ინტერვალში.

საინტერესოა, ჩვენს მიერ მიღებული Σ -ჰიპერონების განივი იმპულსების განაწილების შედარება [1] შრომაში მოყვანილ Λ^0 -ჰიპერონების განივი იმპულსების განაწილებასთან (Λ^0 -ნაწილაკების გენერაცია ხდებოდა 6,8 BeV π^- -მეზონებით პროპანის ბუშტულოვან კამერაში). ნახ. 2-ზე მოცემულია Λ^0 -ჰიპერონების განივი იმპულსების განაწილების ჰისტოგრამა [1] და ჩვენ მიერ მიღებული ანალოგიური ჰისტოგრამა Σ -ჰიპერონებისათვის (შესაბამისად *b* და *a*). ჰისტოგრამები აგებულია ისეთ მასშტაბში, რომ მათი მაქსიმუმების სიმაღლე ემთხვევა ერთმეორეს. აღენიშნოთ, რომ ჰი-



ნახ. 2. Σ -და Λ^0 -ჰიპერონების განივი იმპულსების განაწილება. ჰისტოგრამა *a* ეთანადება ჩვენ მიერ დამზერილ დამუხტულ Σ -ჰიპერონებს; *b*—[4] ნაშრომში მოყვანილ Λ^0 -ჰიპერონებს. კოორდინატთა ღერძებზე გადაზომილია იგივე სიდიდეები, რაც ნახ. 1-ზე

სტოგრამა *b* შეიცავს განივი იმპულსების უფრო მაღალ მნიშვნელობებს, ვიდრე ჰისტოგრამა *a* და წყდება $P_{\perp} = 1,1$ BeV/c მნიშვნელობაზე. ამ ჰისტოგრამების შედარებიდან ჩანს, რომ მათ შორის კარგი თანხვედრაა, როგორც მაქსიმუმების მდებარეობის, ისე სპექტრის ფორმის მხრივ განივი იმპულსების (0—600) MeV/c ინტერვალში. ზემოთქმულიდან გამომდინარე, მოსალოდნელია, რომ განივი იმპულსების უფრო მაღალი მნიშვნელობებისათვის სპექტრის ფორმა საგრძნობლად არ შეიცვლება.

აზრივად, როგორც ჩანს, ჩვენი მონაცემები მიუთითებს, რომ 9 BeV პროტონებით ფოტოემულსიის ბირთვებზე გენერირებული Σ -ჰიპერონების განივი იმპულსის საშუალო მნიშვნელობა დაახლოებით ისეთივე უნდა იყოს, როგორც მიღებული იყო [1] შრომაში Λ^0 -ჰიპერონებისათვის (~ 400 MeV/c).

ჩვენ მიერ მიღებული Σ -ჰიპერონების განივი იმპულსის საშუალო მნიშვნელობა (P_x) რამდენადმე განსხვავდება [9, 10] ნაშრომებში მიღებული (P_x) მნიშვნელობისაგან. შესაძლებელია, რომ ეს განსხვავება გამოწვეულია ჩატარებული ექსპერიმენტების სხვადასხვა პირობების გამო.

დასასრულს, ავტორები მადლობას უხდებიან ლაბორანტებს: ს. გეტცს, ვ. დრონოვას და ლ. კოჩეტკოვას ფოტონების გასინჯვისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ფიზიკის ინსტიტუტი
თბილისი

თბილისის სახელმწიფო
უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 22.2.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. M. I. Soloviev. Strange particle production in π - p -collisions at 7-8 BeV. Proceedings of 1960 Annual International Conference on High Energy Physics at Rochester. New-York, 1960, p. 388.
2. В. А. Беляков, Ван Шу-Фень, В. В. Глаголев и др. Неупругие взаимодействия π -мезонов с нуклонами при энергии 7 Бэв. ЖЭТФ, т. 39, вып. 4 (10), 1960, стр. 937.
3. В. С. Барашенков, В. А. Беляков и др. Механизм взаимодействия быстрых протонов с нуклонами и ядрами. Препринт ОИЯИ. 1959, 311.
4. Л. П. Джанелидзе, К. В. Мандрицкая, О. А. Шахулашвили и др. Об угловом распределении продуктов распада Σ -гиперонов, образованных протонами в фотоэмульсии. ЖЭТФ, т. 38, вып. 3, 1960, стр. 1004.
5. H. Fay, K. Gottstein, K. Hain. Numerical Tables of Relations Frequently Used in Nuclear Emulsion Work. Suppl. Nuovo Cimento v. XI, N 2, 1954.
6. P. H. Fowler and D. H. Perkins, H. H. Willis. Measurement of Ionization in Nuclear Emulsions. Phil. Mag. v. 46, N 377, 1955, 587.
7. W. H. Barkas and D. M. Young. Emulsion Tables I. Heavy Particle Functions. Preprint UCRL-2579, 1954.
8. Л. П. Джанелидзе, Д. К. Копылова и др. Образование заряженных Σ -гиперонов при взаимодействии протонов с энергией 9 Бэв с ядрами фотоэмульсии. ЖЭТФ, т. 39, вып. 5 (11), 1960.
9. Э. Л. Андроникашвили, Н. Н. Ройнишвили. О поперечной составляющей импульса странных частиц, генерированных в проникающих ливнях космического излучения. ЖЭТФ, т. 39, вып. 2 (8), 1960.
10. I. Barke, R. Bück et. al. Charged Hyperon Production by 16 BeV/c π -mesons. Phys. Rev. Lett. v. 6, N 6, 1961.

გეოფიზიკა

ლ. ზანტუჩიშვილი და გ. ხშიტია

წერტილოვანი წყაროს ველი სამი სექტორით
წარმოდგენილ სივრცეში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა მ. მირიანაშვილმა 4.4.1962)

წარმოვიდგინოთ სივრცე, გაყოფილი სამ სექტორად, კუთხეებით α , $(\beta - \alpha)$ და $(2\pi - \beta)$ და კუთრი ელექტროწინააღმდეგობებით, სათანადოთ, ρ_1 , ρ_2 და $\rho_3 = \infty$ (იხ. ნახ. 1).

გადავწყვიტოთ შემდეგი სახის ამოცანა.

სექტორის, რომელიც Q წერტილში მოთავსებულია დენის წერტილოვანი წყარო, რომლის ინტენსივობა არის I . საჭიროა მოიძებნოს α და $(\beta - \alpha)$ სექტორებში პოტენციალის მნიშვნელობა ნებისმიერ $P(r, \theta, z)$ წერტილში.

როდესაც $\beta = \pi$, ამოცანა დაიყვანება დახრილი კონტაქტის შემთხვევაზე, რაც შესწავლილია სხვადასხვა მკვლევარის მიერ ([1], გვ. 23).

ამოცანათ ჩვენ მიერ ჩამოყალიბებული ამოცანა დუგოლის მეთოდით ([2], გვ. 135) ისე, როგორც თავის დროზე გამოიყენა კ. მედამ ეს მეთოდი ელექტროძიებაში [3].

პოტენციალი α და $(\beta - \alpha)$ სექტორებში გამოვხატოთ სათანადოდ შემდეგი სახით:

$$u_1 = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left\{ \frac{1}{R} + \frac{4}{\pi^2} \int_0^\infty \cos \lambda z \int_0^\infty A(s) [\operatorname{ch} s(\pi + \theta) + \operatorname{ch} s(\pi - \theta)] K_{1s}(\lambda r_0) K_{1s}(\lambda r) ds d\lambda \right\}, \quad (1)$$

$$u_2 = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left\{ \frac{1}{R} + \frac{4}{\pi^2} \int_0^\infty \cos \lambda z \int_0^\infty B(s) \operatorname{ch} s(\pi - \theta + x) \times \right. \\ \left. \times K_{1s}(\lambda r_0) K_{1s}(\lambda r) ds d\lambda \right\},$$

სადაც R მანძილია წყაროდან დაკვირვების წერტილამდე, r_0 —სექტორის წვეროდან დენის წყარომდე, ხოლო r —წვეროდან დაკვირვების წერტილამდე, K_{1s} —ბესელის მეორე გვარის სახეცვლილი ფუნქციები.



განესაზღვროთ მუდმივები $A(s)$ და $B(s)$ იმ დაშვებით, რომ $x = 0$ ამავე დროს გვახსოვდეს, რომ

$$\frac{1}{K} = \frac{4}{\pi^2} \int_0^{\infty} \cos \lambda z \int_0^{\infty} \operatorname{ch} s(\pi - \Theta) K_{1s}(\lambda r_0) K_{1s}(\lambda r) d\lambda ds.$$

ზემოხსენებული მუდმივების განსაზღვრისათვის საჭიროა შემდეგი სასაზღვრო პირობების დაკმაყოფილება:

1.

$$u_1 = u_2, \quad \text{როცა } \Theta = \alpha,$$

2.

$$\frac{1}{\rho_1} \frac{\partial u_1}{\partial \Theta} = \frac{1}{\rho_2} \frac{\partial u_2}{\partial \Theta}, \quad \text{როცა } \Theta = \alpha. \quad (2)$$

3.

$$\frac{\partial u_2}{\partial \Theta} = 0, \quad \text{როცა } \Theta = \beta.$$

თუ (1) განტოლებაში მიღებულ გამოსახულებებს ჩავსვამთ (2) განტოლებაში, მივიღებთ

$$A(s) [\operatorname{ch} s(\pi + \alpha) + \operatorname{ch} s(\pi - \alpha)] = B(s) \operatorname{ch} s(\pi - \alpha + x);$$

$$\begin{aligned} A(s) [\operatorname{sh} s(\pi - \alpha) - \operatorname{sh} s(\pi + \alpha)] + \operatorname{sh} s(\pi - \alpha) = \\ = \frac{\rho_1}{\rho_2} [\operatorname{sh} s(\pi - \alpha) + B(s) \operatorname{sh} s(\pi - \alpha + x)]; \end{aligned}$$

$$\operatorname{sh} s(\pi - \beta) + B(s) \operatorname{sh} s(\pi - \beta + x) = 0$$

აბ

$$2 A(s) \operatorname{ch} s \pi \operatorname{ch} s \alpha = B(s) \operatorname{ch} s(\pi - \alpha + x);$$

$$- 2 A(s) \operatorname{ch} s \pi \operatorname{sh} s \alpha + \operatorname{sh} s(\pi - \alpha) =$$

$$= \frac{\rho_1}{\rho_2} [\operatorname{sh} s(\pi - \alpha) + B(s) \operatorname{sh} s(\pi - \alpha + x)]; \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \operatorname{sh} s(\pi - \beta) + B(s) [\operatorname{sh} s(\pi - \alpha + x) \operatorname{ch} s(\beta - \alpha) - \\ - \operatorname{ch} s(\pi - \alpha + x)] = 0. \end{aligned}$$

მიღებული (3) პირველი ორი განტოლებიდან განესაზღვრავთ

$$\operatorname{ch} s(\pi - \alpha + x) = 2 \frac{A(s)}{B(s)} \operatorname{ch} s \pi \operatorname{ch} s \alpha;$$

$$\operatorname{sh} s(\pi - \alpha + x) =$$

$$= \frac{1}{B(s)} \left\{ \frac{\rho_2}{\rho_1} [\operatorname{sh} s(\pi - \alpha) - 2 A(s) \operatorname{ch} s \pi \operatorname{sh} s \alpha] - \operatorname{sh} s(\pi - \alpha) \right\}, \quad (3')$$

და, თუ ჩავსვამთ მესამე განტოლებაში, გვექნება

$$A(s) = \frac{\operatorname{sh} s(\pi - \alpha) \operatorname{ch} s(\beta - \alpha) \left[1 - \frac{\rho_2}{\rho_1} \right] - \operatorname{sh} s(\pi - \beta)}{\operatorname{ch} s \pi \left[- 2 \frac{\rho_2}{\rho_1} \operatorname{ch} s(\beta - \alpha) \operatorname{sh} s \alpha - 2 \operatorname{sh} s(\beta - \alpha) \operatorname{ch} s \alpha \right]}$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ

$$\frac{2\rho_2}{\rho_1 + \rho_2} = 1 + k, \quad \frac{2\rho_1}{\rho_1 + \rho_2} = 1 - k,$$

სადაც

$$k = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\rho_2 + \rho_1},$$

საბოლოოდ

$$A(s) = \frac{k \operatorname{sh} s(\pi - \alpha) \operatorname{ch} s(\beta - \alpha) + \frac{1-k}{2} \operatorname{sh} s(\pi - \beta)}{\operatorname{ch} s \pi [\operatorname{sh} s \beta + k \operatorname{sh} s(2\alpha - \beta)]} \quad (4)$$

აღვილი საჩვენებელია, რომ

$$\lim_{\beta \rightarrow \pi} A(s) = \frac{k \operatorname{sh} s 2(\pi - \alpha)}{2 \operatorname{ch} s \pi [\operatorname{sh} s \pi + k \operatorname{sh} s(2\alpha - \pi)]},$$

ანუ $A(s)$ კ. მელას მიხედვით ([1], გვ. 25).

$B(s)$ -თვის გვექნება

$$B(s) = \frac{2 A(s) \operatorname{ch} s \pi \operatorname{ch} s \alpha}{\operatorname{ch} s [2\pi - (\alpha + \beta)]};$$

ან

$$B(s) = \frac{[2k \operatorname{sh} s(\pi - \alpha) \operatorname{ch} s(\beta - \alpha) + (1-k) \operatorname{sh} s(\pi - \beta)] \operatorname{ch} s \alpha}{\operatorname{sh} s \beta + k \operatorname{sh} s [2\alpha - \beta]} \quad (5)$$

აქაც ადვილი საჩვენებელია, რომ

$$\lim_{\beta \rightarrow \pi} B(s) = \frac{k [\operatorname{sh} s \pi - \operatorname{sh} s(2\alpha - \pi)]}{\operatorname{sh} s \pi + k \operatorname{sh} s(2\alpha - \pi)},$$

ანუ $B(s)$ კ. მელას მიხედვით.

ამრიგად, $A(s)$ და $B(s)$ განისაზღვრებიან (4) და (5) განტოლებებით.

მიღებული გამოსახულებების (1)-ში ჩასმით, u_1 და u_2 ჩაიწერება შემდეგი სახით:

$$u_1 = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left\{ \frac{1}{R} + \frac{4}{\pi^2} \int_0^\infty \cos \lambda z \int_0^\infty \frac{2k \operatorname{sh} s(\pi - \alpha) \operatorname{ch} s(\beta - \alpha) + (1-k) \operatorname{sh} s(\pi - \beta)}{\operatorname{sh} s\beta + k \operatorname{sh} s(2\alpha - \beta)} \times \right. \\ \left. \times \operatorname{ch} s \Theta K_{is}(\lambda r_0) K_{is}(\lambda r) ds d\lambda \right\}, \quad (6)$$

$$u_2 = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left\{ \frac{1}{R} + \frac{4}{\pi^2} \int_0^\infty \cos \lambda z \int_0^\infty \frac{[2k \operatorname{sh} s(\pi - \alpha) \operatorname{ch} s(\beta - \alpha) + (1-k) \operatorname{sh} s(\pi - \beta)] \operatorname{ch} s\alpha}{\operatorname{sh} s\beta + k \operatorname{sh} s(2\alpha - \beta)} \times \right. \\ \left. \times \operatorname{ch} s [2\pi - (\alpha + \beta) - \Theta] K_{is}(\lambda r_0) K_{is}(\lambda r) ds d\lambda \right\}.$$

პოტენციალის გამოსახულებები (6) წარმოადგენენ ჩვენი ამოცანის ამოხსნას.

გარდაქმნის შედეგად ვექნება

$$u_1 = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left\{ \frac{1}{R} + \frac{1}{Vrr_0} \left[a Q_{-1/2}(\xi) + \sum_{m=1}^{\infty} b_m Q_{s_m-1/2}(\xi) + \sum_{n=1}^{\infty} c_n Q_{s_n-1/2}(\xi) \right] \right\};$$

$$u_2 = \frac{I\rho_1}{2\pi} \left\{ \frac{1}{R} + \frac{1}{Vrr_0} \left[a Q_{-1/2}(\xi) + \sum_{m=1}^{\infty} b'_m Q_{s_m-1/2}(\xi) + \sum_{n=1}^{\infty} c'_n Q_{s_n-1/2}(\xi) \right] \right\},$$

სადაც

$$a = \frac{2k(\pi - \alpha) + (1-k)(\pi - \beta)}{\pi[\beta + k(2\alpha - \beta)]};$$

$$b_m = 2 \frac{2k \sin s_m(\pi - \alpha) \cos s_m(\beta - \alpha) + (1-k) \sin s_m(\pi - \beta)}{\sin s_m \pi [\beta \cos s_m \beta + k(2\alpha - \beta) \cos s_m(2\alpha - \beta)]};$$

$$c_n = \frac{2}{\pi} \frac{2k \sin s_n(\pi - \alpha) \cos s_n(\beta - \alpha) + (1-k) \sin s_n(\pi - \beta)}{\cos s_n \pi [\sin s_n \beta - k \sin s_n(2\alpha - \beta)]};$$

$$b'_m = 2 \frac{[2k \sin s_m (\pi - \alpha) \cos s_m (\beta - \alpha) + \sin s_m \pi [\beta \cos s_m \beta + k(2\alpha - \beta) \cos s_m (2\alpha - \beta)] + (1 - k) \sin s_m (\pi - \beta)] \cos s_m \alpha \cos s_m [2\pi - (2\beta + \alpha)]}{\sin s_m \pi [\beta \cos s_m \beta + k(2\alpha - \beta) \cos s_m (2\alpha - \beta)]}$$

$$c'_n = \frac{2}{\pi} \frac{[2k \sin s_n (\pi - \alpha) \cos s_n (\beta - \alpha) + \cos s_n \pi [\sin s_n \beta + k \sin s_n (2\alpha - \beta)] + (1 - k) \sin s_n (\pi - \beta)] \cos s_n \alpha \cos s_n [2\pi - (2\beta + \alpha)]}{\cos s_n \pi [\sin s_n \beta + k \sin s_n (2\alpha - \beta)]}$$

$Q_s(\xi)$ ლეჟანდრის მეორე გვარის ფუნქციებია.

$$\xi = \frac{r^2 + r_0^2}{2rr_0};$$

s_m და s_n არიან ფესვები სათანადოდ შემდეგი განტოლებებისა:

$$\sin s \beta + k \sin s (2\alpha - \beta) = 0,$$

$$\sin s \pi = 0.$$

ρ_k -ს მნიშვნელობები ერთბოლუსიანი ზონდირებებისათვის ჩაიწერებინა შემდეგი ფორმულით:

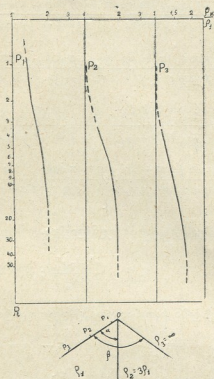
$$\frac{\rho_k}{\rho_1} = \frac{u_k}{u_0} = 1 + \frac{R}{Vrr_0} \left[aQ_{-1/2}(\xi) + \sum_{m=1}^{\infty} b_m Q_{s_m-1/2}(\xi) + \sum_{n=1}^{\infty} c_n Q_{s_n-1/2}(\xi) \right].$$

მრუდის ასიმპტოტური მნიშვნელობები განისაზღვრებიან ზემო ასიმპტოტისათვის:

$$\lim_{R \rightarrow 0} \left(\frac{\rho_k}{\rho_1} \right) = 1;$$

ქვემო ასიმპტოტისათვის:

$$\lim_{R \rightarrow \infty} \left(\frac{\rho_k}{\rho_1} \right) = 1 + a\pi.$$



ნახ. 1

ნახ. 1-ზე მოცემულია $\frac{\rho_k}{\rho_1}$ მრუდები იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ზონდირების წერტილები დაშორებულნი არიან ქედის წვეროდან 1, 5 და 10 პირობით ერთეულ მანძილზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოფიზიკის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 4.4.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Л. С. Чантуришвили. Электроразведка при проектировании дорог на пере-сеченной местности. Автотрансиздат. Москва, 1959.
2. Э. Грей и Г. Б. Мэтьюз. Функции Бесселя и их приложение к физике и механике. Изд. иностр. литературы. Москва, 1949.
3. K. Maeda. Apparent resistivity for dipping beds. Geophysics, vol. XX, № 1, 1955.

კინოა

დ. მარსთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და
ფ. ბროუზიძე

ბორის იონგაცვლითი დაცილებისა და კონცენტრირების მეთოდი ბუნებრივ წყლებში მისი განსაზღვრის ღრის

ჰიდროქიმიური კვლევის თანამედროვე პრაქტიკაში გამოყენებული შედარებით მარტივი და საიმედო მეთოდები—ბორის მოცულობითი განსაზღვრა მანიტობორმეაჟას ალკალიმეტრიული გატიტრით და კოლორიმეტრიული განსაზღვრა კარმინის გამოყენებით [1—4]—მისაღებია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა ბორი მთლიანადაა დაცილებული ხელისშემშლელი მინარევებისაგან.

ბორმეაჟას მოცულობით განსაზღვრას ხელს უშლის ამონიუმის, სპილენძის, ალუმინის, ნიკელის, რკინისა და სხვა მძიმე ლითონების კათიონები, რომლებიც ჰიდროლიზებულ მარილებს წარმოქმნიან. ამ მეთოდით ბორის განსაზღვრას აბრკოლებს აგრეთვე ფოსფატი-, სულფატი- და ფტორ-იონები, ნახშირმეაჟა, გოგირდწყალბადმეაჟა, სილიციუმმეაჟა და შეფერილი ორგანული ნივთიერებები.

ბორის კოლორიმეტრიულ განსაზღვრას კარმინის გამოყენებით ხელს უშლის დამეანგველები (ნიტრატები, მოლიბდატები და სხვ.), ფტორის, კალციუმის, მაგნიუმის, სპილენძის, ტიტანის, რკინის იონები, გოგირდწყალბადი და შეფერილი ორგანული ნივთიერებები.

ამჟამად მიზანშეწონილია ბორის მინარევებისაგან დაცილება გამოხდის გზით ბორმეთილეთერის სახით [1,3]. ანალიზის მსგელობის გართულება აპარატების დამატებით (განსაკუთრებით სავლე პირობებში), ხანგრძლივობა და აგრეთვე ბორის მნიშვნელოვანი დანაკარგი, რომელიც ბორმეთილეთერის გამოხდისას 90%/ს აღწევს [5—9], აპირობებს ბორის დაცილების უფრო სრულყოფილი ხერხის ძიების აუცილებლობას.

ბუნებრივ წყლებში ბორის მიკრორაოდენობის განსაზღვრისას მისი კონცენტრირების ერთადერთ ხერხად ითვლება წყლის აბაზანაზე გამოსაკვლევი წყლის დიდი რაოდენობით აორთქლება. კონცენტრირების ასეთი პრიმიტიული და ტლანქი ხერხი განსაკუთრებით მიზანშეწონილია საექსპედიციო პირობებში.

ამ შრომის მიზანია ექსპერიმენტული გამოკვლევის საფუძველზე იონგაცვლითი ფისების საშუალებით ბორის დაცილებისა და კონცენტრირების ჩქარი და მარტივი მეთოდის შემუშავება ბუნებრივ წყლებში მისი განსაზღვრისას.



ამჟამად არაა ცნობილი იონიტი, რომელიც სელექტიურად შთანთქმავს ბორატ-იონებს, რომელთა სახითაც ბორი მოიპოვება ბუნებრივ წყლებში. ამიტომ ჩვენ მიერ დასახულ იქნა ბორის იონგაცვლითი დაცილებისა და კონცენტრირების პრინციპული სქემა. ამ სქემის თანახმად, გამოსაკვლევი ბუნებრივი წყლის განსაზღვრული მოცულობა თანმიმდევრობით უნდა იქნეს გაშვებული:

1) იონგაცვლით სვეტში კათიონიტით H-ფორმაში, სადაც მოხდება გამოსაკვლევ წყალში არსებული კათიონების შთანთქმა და აგრეთვე ნახშირმჟავასა და გოგირდწყალბადმჟავას ანიონების დიდი ნაწილის გაწვევა CO_2 -ისა და H_2S -ის სახით (გამოსაკვლევი წყლის pH-ის მძაფრი დაწვევის გამო H-კათიონირებისას);

2) იონგაცვლით სვეტში (ბორატ-იონების არაშთანთქმელი) სუსტი ფუძე ანიონიტით, რომელშიაც მოხდება გამოსაკვლევ წყალში არსებული ძლიერ მჟავათა ანიონების შთანთქმა. იმ შემთხვევაში, როცა წინასწარი კონცენტრირება არაა საჭირო, მიღებულ ფილტრატში ბორი შეიძლება განისაზღვროს ერთ-ერთი წინათ დასახელებული მეთოდით;

3) იონგაცვლით სვეტში ძლიერ ფუძე ანიონიტით, რომელშიც მოხდება გამოსაკვლევ ბუნებრივ წყალში არსებული ბორატ-იონების შთანთქმა. ამ ანიონიტზე კონცენტრირებული ბორი შემდგომ ელუირდება სათანადო რეაგენტის მინიმალური მოცულობის გამოყენებით. მიღებულ კონცენტრატში ბორის განსაზღვრა მოხდება მოცულობითი ან კოლორიმეტრიული მეთოდით (საწყის წყალში მისი შეცულობისა და კონცენტრირების ხარისხის მიხედვით).

ამ სამუშაოს შესრულებისას, დასმული ამოცანის შესაბამისად, ექსპერიმენტული კვლევისათვის გამოყენებული იყო სამამულო მარკის შემდეგი იონიტები. ძლიერი მჟავა კათიონიტები KV—1r, KV—2 და CBC—1, სუსტი ფუძე ანიონიტები AH—1, AH—2ფრ, AH—9 და ძლიერი ფუძე ანიონიტი AB—16 [10,11].

მსაპრობინტული ნაწილი

იონიტების წინასწარი დამუშავება, მომზადება და რეგენერაცია ტარდებოდა იმ მეთოდით, რომელიც ანალოგიური მიზნებისათვის გამოიყენებოდა პლასტმასების სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში [10]. კათიონიტები H-ფორმაში და ანიონიტები OH-ფორმაში თითოეული 10 გ რაოდენობით თავსდებოდა 16 მმ დიამეტრიან და 200 მმ სიმაღლის მქონე მინის სვეტებში.

ბორის რაოდენობითი განსაზღვრა ხდებოდა ზემოთ აღნიშნული მოცულობითი და კოლორიმეტრიული (ვიზუალური და ფოტოკოლორიმეტრიული, ФЭК—M ფოტოკოლორიმეტრის გამოყენებით) მეთოდებით.

დასახული სქემის პირველი საფეხურისათვის სამუშაო კათიონიტის შერჩევის მიზნით ჩატარდა ექსპერიმენტები იმის დასადგენად, თუ რამდენად შესაძლებელია KV—1r, KV—2 და CBC—1 კათიონიტების გამოყენება დინამიკურ პირობებში ბორატ-იონების მილიგრამული რაოდენობის დასაცე-



ლებლად NH_4^{+} , Ca^{++} , Mg^{++} , Fe^{++} , Fe^{+++} , Al^{+++} , Ni^{+++} , Cu^{++} , TiO^{++} და MoO_4^{--} კათიონებისაგან, რომლებიც იმავე სიდიდის რაოდენობით შეყვანილია ხელოვნურ ნარევეში. სამივე გამოცდილი კათიონიტის დახმარებით მიღწეული იყო ბორატ-იონების რაოდენობრივი დაცილება ზემოჩამოთვლილი კათიონებისაგან, მაგრამ ჩვენ მიერ დასახული ბორის დაცილებისა და კონცენტრირების სქემა შორეული რაოდენობის უნდა მიეცეს $KV-2$ კათიონიტის გამოყენებას, რომელიც ხასიათდება კარგი კინეტიკური თვისებებით და შედარებით მაღალი გაცვლითი ტევადობით მყავა არეში [10].

AH-1, AH-2Fr, AH-9 და AB-16 ანიონიტებით ბორატ-იონების შთანთქმის შედარებითი გამოკვლევა ტარდებოდა დინამიკურ პირობებში (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

ბორატ-იონების შთანთქმა სხვადასხვა ანიონიტებით

№№	ანიონიტის მარკა	ბორის შემცველობა საკვლევ ხსნარში, მგ HBO_3		ანიონიტით შთანთქმული ბორი, %/%
		ანიონიტში გატარებამდე	ანიონიტში გატარების შემდეგ	
1	AH-1	14,6	14,6	0,0
2	AH-2Fr	14,6	6,57	55,0
3	AH-9	14,6	0,64	95,6
4	AB-16	14,6	არ აღმოჩნდა	100,0

როგორც ჩვენ მიერ ჩატარებულმა ექსპერიმენტებმა გვიჩვენა, AH-1 ანიონიტის OH-ფორმა მყავა გარემოში ($pH < 2$) რაოდენობრივად შთანთქავს ბორის განსაზღვრის ხელის შემშლელ ძლიერ მყავათა ანიონებს (SO_4^{--} , Cl^{-} , NO_3^{-} , $H_2PO_4^{-}$ და სხვ.), აგრეთვე შეფერილ ორგანულ ნივთიერებებს და ნაწილობრივ სილიციუმმყავას, ხოლო ამ დროს ბორატ-იონები არ შთანი-თქმება.

ფილტრაციის ხვედრითი დატვირთვის (ხდ=საათ⁻¹) სიდიდის AB-16 ანიონიტით ბორის შთანთქმის ხარისხზე გავლენის ექსპერიმენტული შესწავლა ტარდებოდა თანმიმდევრულად შეერთებული იონგაცვლითი სვეტების სისტე-მაზე $KV-2$, AH-1 და AB-16 იონიტებით (ნახ. 1).

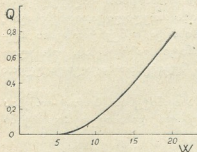
ბორის შემცველ ხსნარად გამოიყენეთ ქლორ-ნატრიუმ-კალციუმიანი ბუნებრივი წყალი (132,35 მგ/ლ HBO_3).

როგორც ნახ. 1-დან ჩანს, მოცემული პირობებისათვის (AB-16 შრის სი-მალღე სვეტში—9,0 სმ, დიამეტრი—1,6 სმ, მოცულობა—18 მლ) ოპტიმალუ-რია 5 მლ/წთ გაფილტვრის სიჩქარე და ჩვენ მიერ გამოთვლილი მისი შესა-ბამისი ხვედრითი დატვირთვის სიდიდე, რომელიც შეადგენს 16,66 საათ⁻¹.

AB-16 ანიონიტის გაცვლითი ტევადობის ბორატ-იონების მიხედვით განსაზღვრა ხდებოდა შთანთქმის გამოსავალი მრუდის აგების დინამიკური მეთოდით [10] გაფილტვრის ხვედრითი დატვირთვის ოპტიმალური სიდიდის



დროს ($\text{ხდ} = 16,66 \text{ საათ}^{-1}$). ბორის შემცველ ხსნარად გამოყენებული იყო ქიმიურად სუფთა H_3BO_3 -ის 0,02N ხსნარი (ნახ. 2).

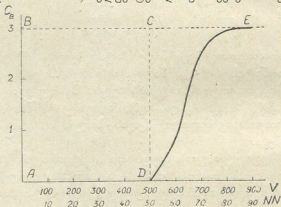


ნახ. 1. AB—ანიონტიზი ბორის შემცველი ხსნარის გაფილტვრის სიჩქარის გავლენა ბორის გახტომის სიდიდეზე. W—გაფილტვრის სიჩქარე, მლ/წთ; Q—ბორის ფილტრატში გახტონა, მგ HBO_2

ამ ექსპერიმენტების შედეგების მიხედვით AB—16 ანიონტიზის გამოთვლილი დინამიკური გაცვლითი ტევადობა ბორის გახტომის დაწყებამდე (დგტ) და სრული დინამიკური გაცვლითი ტევადობა (სდგტ) შესაბამისად, 1,308 და 1,73 მგ-ექვ HBO_2 /გ აბს. მშრალი იონტიზის ტოლია.

ბორატ-იონების AH—2Cl₂, AH—9 და AB—16 ანიონტიზებზე შთანთქმის შემდეგ რაოდენობრივი ელუირების შესაძლებლობისა და ეფექტურობის შესწავლა ტარდებოდა NaOH-ის 5%-იანი ხსნარით ელუენტად გამოყენებით (ნახ. 3).

AB—16 ანიონტიდან ბორის ჩქარი და რაოდენობრივი ელუირებისათვის (კონცენტრირების მაღალი ხარისხით) ელუენტებად გამოყენების შესაძლებლობის შესწავლის თვალსაზრისით, ექსპერიმენტულად გამოკვლეულია რიგი სხვადასხვა ბუნებისა და კონცენტრაციის მქონე ხსნარები (ნახ. 4).

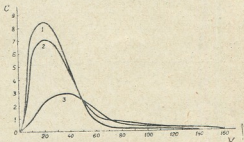


ნახ. 4-ზე უწყვეტი ხაზებით გავლებულია გამოსავალი მრუდები, რომლებიც მიღებულია ბორის ელუირებისას NaOH-ის 5%-იანი ხსნარით წინასწარ რეგენერირებული AB—16 ანიონტიდან, ხოლო წყვეტილი ხაზებით—გამოსავალი მრუდები ბორის ელუირებისას იმავე ანიონტიდან, რომელიც წინასწარ რეგენერირებული იყო ელუენტის სახით გამოცდილი ხსნარით.

ნახ. 2. AB—16 ანიონტიზის OH-ფორმით ბორის შთანთქმის გამოსავალი მრუდი; C_n —ბორის შემცველობა სვეტიდან გამოსულ ფილტრატის ფრაქციებში, მგ HBO_2 /10 მლ; V—სვეტში გასული H_3BO_3 -ის 0,02N ხსნარის მოცულობა, მლ; NN—ფილტრატის ფრაქციების ნომერი

გამოკვლეულ ელუენტებიდან ჩვენ მიერ დასახული სტემისათვის ყველაზე მისაღებია NaOH-ის 5%-იანი ხსნარი.

NaOH-ის 5%-იანი ხსნარის ფილტრაციის სიჩქარის გავლენის შესწავლა
AB-16 ანიონიტიდან ბორატ-იონების ელუირების პროცესზე ხდებოდა თან-
 მიმდევრობით შეერთებული სვე-
 ტების $KV-2$, $AH-1$ და $AB-16$ იონიტებიან სისტემაზე. ბო-
 რის შემცველ ხსნარებად გამო-
 ყენებული იყო H_3BO_3 -ის 0,02N
 ხსნარი (ხსნარი № 1) და ბუნებ-
 რივი წყალი (ხსნარი № 2). მი-
 ლებული შედეგები მოცემულია
 ნახ. 5 ზე.



ნახ. 3. სხვადასხვა ანიონიტებიდან NaOH-ის 5%-იანი ხსნარით ბორის ელუირების გამოსავალი მრუდები. C—ელუატის ფრაქციებში ბორის შემცველობა, მგ $HBO_3/20$ მლ; V—ელუატის მოცულობა, მლ; 1—AB-16 ანიონიტი; 2—AH-9 ანიონიტი; 3—AH-2Φ ანიონიტი

როგორც ნახ. 5-დან ჩანს, მოცემული პირობებისათვის ოპტიმალურად უნდა ჩაითვალოს 5 მლ/წთ-ის ტოლი ელუენტის ფილტრაციის სიჩქარე.

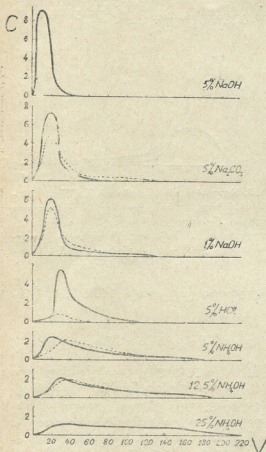
მისი შესაბამისი ფილტრაციის ხვედრითი დატვირთვა 16,66 საათ⁻¹ შეადგენს.

ბორის განსაზღვრის მეთოდი იონიტების გამოყენებით

წარმოდგენილი პრინციპული სქემის საფუძველზე და ზემომოყვანილი ექსპერიმენტული კვლევის შედეგების გათვალისწინებით ჩვენ მიერ დამუშავებულია ბუნებრივ წყლებში ბორის განსაზღვრის შემდეგი მეთოდი იონგაცვლითი ფისების გამოყენებით მისი დაცილებისა და კონცენტრირებისათვის.

1. ბორის განსაზღვრა წინასწარი იონგაცვლითი დაცილებით. საანალიზო ბუნებრივი წყლის 100 მლ-ს 5 მლ/წთ-ის ფილტრაციის სიჩქარით თანმიმდევრობით ატარებენ იონგაცვლით სვეტებში ($d=1,6$ სმ, $H=20$ სმ) $KV-2$ კათიონიტით (10 გ გაჯირჯვებული H-ფორმა) და $AH-1$ ანიონიტით (10 გ გაჯირჯვებული OH-ფორმა). სვეტების ამ სისტემის 50—75 მლ დისტილირებული წყლით გარეცხვის შემდეგ ფილტრატში, რომელსაც შეერთებული აქვს სარეცხი წყლები, ხდება ბორის განსაზღვრა მანიტობორმეავას ალკალიმეტრიული გატიტრით $Ba(OH)_2$ -ის 0,01N-ის ხსნარით, ფენოლროტის ინდიკატორად გამოყენებისას.

2. ბორის განსაზღვრა წინასწარი იონგაცვლითი კონცენტრირებით. საანალიზო წყლის განსაზღვრულ მოცულობას 5 მლ/წთ-ის ფილტრაციის სიჩქარით თანმიმდევრობით ატარებენ იონგაცვლით სვეტებში ($d=1,6$ სმ, $H=20$ სმ) $KV-2$ კათიონიტით (10 გ გაჯირჯვებული H-ფორმა), $AH-1$ და $AB-16$ ანიონიტებით (10—10 გ გაჯირჯვებული OH-ფორმა). ამ დროს ამ უკანასკნელზე ხდება ბორატ-იონების კონცენტრირება. სვეტების ამ სისტემის 50—75 მლ დისტილირებული წყლით გარეცხვის შემდეგ სვეტში



ნახ. 4. სხვადასხვა ბუნებისა და კონცენტრაციის მქონე ხსნარების გამოყენებით AB—16 ანიონი-საგან ბორის ქლუვირების გამოაჯავლი ირუდები: C—ბორის შემცველობა ელუატის ფრაქციებში, მგ \cdot $\text{HBO}_2/10$ მლ; V—ელუატის მოცულობა, მლ;

სინჯებზე. ამ შემოწმებამ გვიჩვენა, რომ იონიტების გამოყენება ბორის დაცილებისა და კონცენტრირებისათვის გამორიცხავს წყლის აბაზანაზე საანალიზო წყლის დიდი მოცულობის აორთქლების და ბორმეთილეთერის სახით ბორის გამოხდის ოპერაციების აუცილებლობას და საგრძნობლად ზრდის ბორის განსაზღვრის როგორც მოცულობით, ისე კოლორიმეტრიული მეთოდების მგრძობიარობას. ანალიზის შესრულების სიჩქარე 3—4 ჯერ იზრდება.

საკირო ხელსაწყოების სიმარტივე, რეკომენდებული იონიტების მისაწვდომობა, ბორის დაცილებისა და კონცენტრირების ოპერაციების ჩქარი და ეფექტური შესრულების შესაძლებლობა სტაციონარულ და სავლე პირობებში.

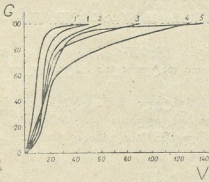
AB—16 ანიონიტით 5 მლ/წუთში ფილტრაციის სიჩქარით ატარებენ 50—75 მლ NaOH -ის 5% იანხსნარს. მიღებულ ელუატში ბორის განსაზღვრა კონცენტრირების ხარისხის მიხედვით მთავრდება მოცულობითი ან კოლორიმეტრიული (ვიშუალური ან ფოტოკოლორიმეტრიული) მეთოდით.

საანალიზო წყალში მოლიბდენის ან ტიტანის არსებობის შემთხვევაში მოცემული წყლის სინჯს იონგაცვლითი დაცილების ან კონცენტრირების ოპერაციის ჩატარების წინ შეამუშავენ მარილმკვავათი $\text{pH}=1-2$ -მდე (უნივერსალური ინდიკატორული ქაღალდის მიხედვით), ხოლო სვეტების სისტემის გარეცხვა ამ შემთხვევაში დისტილირებული წყლის ნაცვლად ხდება იმავე მოცულობის 0,005 N-ის HCl -ის ხსნარით.

იონიტების გამოყენებით ბორის განსაზღვრის ზემოთ აღწერილი მეთოდების ექსპერიმენტული შემოწმება ჩვენ მიერ ჩატარებულია სტაციონარულ და საექსპედიციო პირობებში სუფთა მარილებზე, აგრეთვე საქართველოს სსრ ტერიტორიაზე აღებულ სხვადასხვა ტიპისა და მინერალიზაციის მქონე ბუნებრივი წყლის



(უშუალოდ წყაროსთან), მიღებული შედეგების მაღალ სიზუსტესთან ერთად შესაძლებლობას იძლევა ბორის დაცილებისა და კონცენტრირების ჩვენ მიერ წამოყენებული მეთოდი ვურჩიოთ ჰიდროქიმიური ლაბორატორიებისა და ექსპედიციების პრაქტიკაში დასანერგად.



ნაბ. 5. ელუენტის ფილტრაციის სხვადასხვა სიჩქარეებისას AB-16 ანიონიტიდან ბორის გამორეცხვის მრუდები. G—ბორის (HBO₃) ელუიციის %; V—ელუენტის მოცულობა, მლ; 1¹—5 მლ/წთ (ხსნარი № 1); 1—5 მლ/წთ (ხსნარი № 2); 2—10 მლ/წთ (ხსნარი № 2); 3—15 მლ/წთ (ხსნარი № 2); 4—20 მლ/წთ (ხსნარი № 2); 5—1 მლ/წთ (ხსნარი № 1)

დასკვნები

1. სამამულო კათიონიტები CBC-1, KY-1r და KY-2 შესაძლებელია გამოყენებულ იქნეს ბორის დაცილებისათვის ხელისშემშლელი კათიონებისაგან: NH₄⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Fe⁺⁺, Fe⁺⁺⁺, Al⁺⁺⁺, Ni⁺⁺, Cu⁺⁺, TiO₂⁺⁺ მისი რაოდენობრივი განსაზღვრის დროს.

2. დადგენილია სამამულო AH-1, AH-2Φr, AH-9 და AB-16 ანიონიტებით დინამიკურ პირობებში ბორის შთანქმის ეფექტურობის მწკრივი: AB-16 > AH-9 > AH-2Φr > AH-1.

3. OH-ფორმაში AH-1 ანიონიტი შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ბორის დაცილებისათვის ძლიერმკვავათა ანიონებისაგან, შეფერილი ორგანული ნივთიერებებისაგან და ნაწილობრივ სილიციუმის შეავსაგან (pH < 2).

4. AB-16 ანიონიტიში ბორშემცველი ხსნარის ფილტრაციის ხვედრითი დატვირთვის ოპტიმალური სიდიდე მოცემული პირობებისათვის შეადგენს 16,66 საათ⁻¹.

5. AB-16 ანიონიტის სრული დინამიკური გაცვლითი ტევადობა და ბორატ-იონებით დინამიკური გაცვლითი ტევადობა (გახტომამდე) ფილტრაციის ოპტიმალური ხვედრითი დატვირთვისას შესაბამისად 1,73 და 1,308 მგ-ეკვ HBO₃/გ აბს. მშრალ იონიტზე შეადგენს.



6. $\text{AH}-2\text{Fr}$; $\text{AH}-9$ და $\text{AB}-16$ ანიონიტებისაგან NaOH -ის 5%-იანი ხსნარით ბორის ელუირების ეფექტური მწკრივი გამოისახება შემდეგნაირად: $\text{AB}-16 > \text{AH}-9 > \text{AH}-2\text{Fr}$.

7. გამოცდილი ელუენტების პრაქტიკული გამოყენების მიზანშეწონილობა გამოისახება მწკრივით:

$5\% \text{NaOH} > 1\% \text{NaOH} > 5\% \text{Na}_2\text{CO}_3 > 5\% \text{NH}_4\text{OH} > 12,5\% \text{NH}_4\text{OH} > 25\% \text{NH}_4\text{OH} > 5\% \text{HCl}$.

8. შერჩეული ელუენტის (NaOH -ის 5%-იანი ხსნარი) $\text{AB}-16$ ანიონიტში ფილტრაციის ხვედრითი დატვირთვის ოპტიმალური სიდიდე შეადგენს 16,66 საათ⁻¹.

9. მიღებულ ექსპერიმენტული მონაცემების საფუძველზე შემუშავებულია ბორის იონგაცვლითი დაცილებისა და კონცენტრირების მარტივი და ჩქარი მეთოდი ბუნებრივ წყლებში მისი განსაზღვრისას.

ვ. ლენინის სახელობის
საქართველოს პოლიტექნიკური
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვია 25.11.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. И. Бахман, С. С. Крапивина, К. П. Флоренский. Анализ минеральных вод. Москва, 1960, 105.
2. Г. С. Коновалов. Методы определения бора в природных водах. Сб. Современные методы химического анализа природной воды. Изд. АН СССР, Москва, 1955, 72.
3. А. А. Резников, Е. П. Муликовская. Методы анализа природных вод. Госгеолтехиздат, Москва, 1954, 204.
4. Методическое руководство по определению микрокомпонентов в природных водах при поисках рудных месторождений. Отв. редактор И. Ю. Соколов. Госгеолтехиздат, Москва, 1961, 52.
5. Д. И. Рябчиков и В. В. Данилова. Количественное определение бора и фтора при их совместном присутствии. ЖАХ, т. V, вып. 1, 1950, 28.
6. I. A. Naftel, E. W. Fajans. The determination and availability of less soluble borates in fertilizers. I. Assoc. Offic. Agric. Chemists, № 2, 1954, 37, 537.
7. Onishi Hiroshi, Ishiwatari Nasumi, Nagai Hitoshi. Spectrophotometric determination of traces of boron in thorium. Bull. Chem. Soc. Japan, 33, № 12, 1960.
8. Onishi Hiroshi, Ishiwatari Nasumi, Nagai Hitoshi. Spectrophotometric determination of traces of boron in uranium. Bull. Chem. Soc. Japan, 33, № 6, 1960, 830.
9. Fr. Ráb. Fixace boru v methylesteru kyseliny borite. Sb. Vysoké školy zeměd. Brně, A, № 1, 1960, 27.
10. К. М. Салдадзе, А. Б. Пашков, В. С. Титов. Ионнообменные высокомолекулярные соединения, ГХИ, Москва, 1960.
11. Е. В. Тростянская. Ионнообменные смолы (иониты). Сб. Ионный обмен и его применение. Изд. АН СССР, М., 1959, 11.



მ. ჟობულაძე

ცილებიისა და სახამებლის რაოდენობის ცვალებადობა ღომის მარცვალში განსხვავებული აბრტეჟირებული ფონისა და ზონალობის მიხედვით

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ს. დუმბიშიძემ 8.7.1961)

ჩვენ მიზნად დავისახეთ საქართველოში გავრცელებული ზოგიერთი ჯიშის ღომის ქიმიური შედგენილობის ცვალებადობის შესწავლა განსხვავებული აბრტეჟირებული ფონისა და ზონალობის მიხედვით. საცდელად ავიღეთ აჯამეთის შემინდვრობის საცდელი სადგურის მიერ შეიწავლილი [1] 10 სხვადასხვა ჯიშის ღომიდან კვებითი ღირებულებითა და მოსავლიანობით [2] მაღლა მდგომი ღომის სამი ჯიში:

მთრახა *Var longiseta* Döll *acuminata*...

ყვითელი ღომი *Var lutesperma* Men. et Er. f. *acuminata* tip *Imaturata*.

გრძელბეწვა *Var Vanicum* Gordat et. T. *Tschenkely* f. *acuminata*.

დათესილია კლიმატური და ნიადაგური პირობებით განსხვავებულ ხუთ სხვადასხვა პუნქტზე: აჯამეთში, საჩხერეში, ფოთში (ქალაქი), ტყიბულში და რაჭაში (თლული) სასუქიან (N_{60}, P_{60}, K_{60} პექტარზე) და უსასუქო ფონზე.

საანალიზოდ ღომის მარცვლის ნიმუშების აღება და მომზადება ჩატარებულია ლაბორატორიული კვლევის პრაქტიკაში მიღებული წესებით [3, 4]. ქიმიური შედგენილობა შესწავლილია კილგაცილ ღომის მარცვლის ფევილში.

1 ცხრილში მოყვანილია ბარნშტეინის მეთოდით [5] ჩატარებული ცილების განსაზღვრის 4 წლის შედეგები, საიდანაც ჩანს, რომ ერთსა და იმავე პუნქტზე სხვადასხვა წელს ღომის მარცვალში ცილების სხვადასხვა რაოდენობაა მიღებული.

თუ ამ ცვალებადობას დაუკავშირებთ ვეგეტაციის პერიოდში ქოსული ატმოსფერული ნალექების რაოდენობას (ცხრილი 2), დავინახავთ, რომ ნალექების რაოდენობის ზრდისას ცილების რაოდენობა მცირდება და პირიქით.

1953 წელს ღომის ვეგეტაციის პერიოდში მოსული ატმოსფერული ნალექების ჯამი აჯამეთში 418,3 მმ-ია, ხოლო 1954 წელს—292,2 მმ; ჯიშ გრძელბეწვაში ცილების რაოდენობა 1953 წელს სასუქიან ფონზე 13,58%-ია, უსასუქოზე — 12,55%. 1954 წელს სასუქიან ფონზე 15,06%-ია, უსასუქოზე — 14,09%. ანალიზური თანაფარდობა მიღებული დანარჩენ პუნქტებზეც, საიდანაც შეიძლება დავასკვნათ, რომ მარცვალში ცილოვანი ნივთიერების ცვალებადობის მთავარი ფაქტორი ატმოსფერული ნალექებია. მის რაოდენობასა და ცილოვანი ნივთიერების რაოდენობას შორის უკუპროპორციული დამოკიდებულებაა.



ცხრილი 1

ცილების რაოდენობა პარცენტობით 100 გრამ აბსოლუტურ მზრალ ნივთიერებაზე

საიდვლი პუნქტები	ლომის ჯიშები	1952 წელი		1953 წელი		1954 წელი		1955 წელი	
		უსასუქო	სასუქიანი	უსასუქო	სასუქიანი	უსასუქო	სასუქიანი	უსასუქო	სასუქიანი
აჯამეთი	მათრახა	—	—	11,63	14,08	15,90	16,41	13,96	14,39
	ყვითელი ლომი	—	—	12,08	13,09	14,20	15,90	13,02	13,95
	გრძელბეწვა	—	—	12,55	13,58	14,09	15,06	13,21	13,92
სახერე	მათრახა	13,51	14,00	13,23	13,54	13,88	16,64	14,28	15,20
	ყვითელი ლომი	13,17	13,42	12,56	13,57	13,62	16,58	13,54	14,69
	გრძელბეწვა	13,26	13,54	12,97	13,48	13,66	15,51	13,41	14,28
ქალადიდი	მათრახა	14,25	14,45	—	—	12,14	12,36	14,02	14,24
	ყვითელი ლომი	13,83	13,97	—	—	12,08	12,30	13,39	13,49
	გრძელბეწვა	13,88	13,99	—	—	12,00	12,20	12,68	12,94
ამბროლაური (თლული)	მათრახა	14,23	14,41	13,79	14,03	—	—	13,96	14,27
	ყვითელი ლომი	13,54	13,76	12,60	13,02	—	—	13,04	13,35
	გრძელბეწვა	13,48	13,84	13,00	13,45	—	—	13,65	13,88
ტიკბული	მათრახა	11,64	11,93	12,03	12,83	—	—	—	—
	ყვითელი ლომი	10,76	11,35	11,38	12,09	—	—	—	—
	გრძელბეწვა	9,69	19,82	11,99	12,03	—	—	—	—

ცხრილი 2

ლომის ვეგეტაციის პერიოდები და შესაბამისი ატმოსფერული ნალექები

საიდვლი პუნქტები	პუნქტების სიმაღლეები ზღვის დონიდან მეტრით	ლომის სავეგეტაციო პერიოდი				ვეგეტაციის პერიოდში მოსული ატმოსფერული ნალექების ჯამი მმ-ით			
		1952 წ	1953 წ	1954 წ	1955 წ	1952 წ	1953 წ	1954 წ	1955 წ
აჯამეთი	140,0	—	25/IV 25/IX	5/V 15/IX	17/IV 30/IX	—	418,3	292,2	402,4
სახერე	428,3	10/VI 30/X	18/V 15/X	15/VI 20/X	1/VII 17/X	190,1	308,6	205,5	221,9
ქალადიდი	3,5	14/V 20/IX	—	24/V 20/IX	15/V 10/IX	501,6	—	662,2	643,7
ამბროლაური (თლული)	545,8	14/VI 20/X	30/V 1/X	—	19/V 17/X	186,8	439,9	—	372,5
ტიკბული	544,3	5/V 20/IX	20/V 15/IX	—	—	619,3	600,8	—	—

ამ საერთო კანონზომიერებიდან გამონაკლისს წარმოადგენენ 1952 წელს სახერის პუნქტზე მიღებული მონაცემები, რადგანაც ეს წელი უფრო მცირე ნალექიანი იყო, ვიდრე 1954 წელი, ცილებიც 1952 წლის ლომის ნიმუშებში მიაღებულა უფრო მცირე რაოდენობით. ეს გამოწვეულია იმით, რომ სახერის

პუნქტის ნიადაგები ხასიათდებიან საკვები ელემენტების სიღარიბითა და უსტრუქტურობით. მასში 0,25 მმ-იან ნაწილაკთა რაოდენობა 0,15 სმ სიღრმეზე 75,22%-ია; ცნობილია, რომ უსტრუქტურო ნიადაგებს არ აქვს უნარი ატმოსფერული ნალექების შენარჩუნებისა, რის გამოც გაზაფხულის გავლენის დროს მცენარე ტენისა და საკვები ელემენტების ძლიერ ნაკლებობას განიცდის, რაც თავისებურ გავლენას ახდენს მარცვლის შედგენილობაზე.

ცხრილი 3

ნიადაგის აგროქიმიური შედგენილობა

სადველი პუნქტები	ნიმუშის აღების სიღრმე სმ-ით	საერთო აზოტი %-ით	საერთო ჰუმუსი %-ით	საერთო P ₂ O ₅ %-ით	შთანთქმული ფუძეობითი კალციუმი %-ით	შთანთქმული ფუძეობითი მილიექვივალენტებში 100 გრამ ნიადაგში	ადგილად ხსნადი P ₂ O ₅ მგ-ში 100 გრამ ნიადაგში
აჯამეთი	0—20	0,199	2,16	0,052	0,59	30,0	15,0
	20—40	0,175	1,88	0,053	0,62	29,0	20,0
სახჩერე	0—20	0,192	2,05	0,060	1,10	37,0	2,50
	20—40	0,186	1,70	0,033	1,14	35,0	1,25
ქალადიდი	0—20	0,407	6,65	0,070	0,86	36,0	2,50
	20—40	0,215	2,80	0,081	0,86	30,4	კვალი
ამბროლაური (თლელი)	0—20	0,238	3,52	0,055	1,22	48,6	4,5
	20—40	0,105	3,28	0,046	1,26	48,8	10,5
ტყიბული	0—20	0,183	3,04	0,048	0,21	10,1	0,00
	20—40	0,162	2,68	0,043	0,23	10,4	0,00

დებულება, რომ ცილოვანი ნივთიერების რაოდენობრივი ცვლადობა ხდება ნალექების უკუპროპორციულად ნათელია, მაგრამ წყლის სიმცირესაც აქვს უკანასკნელი ზღვარი, რომლის დაბლა მისი შემცირება იწვევს ცილების რაოდენობის შემცირებასაც. სიმინდის მარცვალში მსგავსი შედეგები მიღებული აქვს ბ. გერასიმოვის [6], ხოლო ხორბალში დ. პრიანიშნიკოვის [7].

ქალადიდში მიღებული ღომის ნიმუშებში ცილების რაოდენობა ატმოსფერული ნალექების უკუპროპორციულად იცვლება. მაგრამ აღსანიშნავია ის, რომ 1954 და 1955 წლების ნალექები (ცხრილი 2) დიდად არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, მაგრამ ცილათა რაოდენობა 1955 წლის ღომის მარცვალში 1—2%-ით აღემატება 1954 წლის ღომის მარცვლის ცილათა რაოდენობას. ვფიქრობთ, ეს გამოწვეულია ფრინველებისაგან მარცვლის განადგურების აცილების მიზნით. 1955 წელს ქალადიდში მოსავალი აღებულ იქნა სრულ სიმწიფემდე, ე. ი. ჯერ კიდევ მაშინ, როცა ცილებსა და სახამებელს შორის თანაფარდობა ცილების სასარგებლოდ იყო, რის გამოც მარცვლის საერთო შედგენილობაში ცილები მეტი აღმოჩნდა 1954 წლის ღომის ნიმუშებთან შედარებით.

სხვადასხვა პუნქტზე მიღებული მასალების ერთიერთშედარებით ირკვევა, რომ პუნქტებს შორის ყველაზე მაღალი ცილიანობით ხასიათდება საჩხერის ღომის ნიმუშები, ყველაზე დაბალი ცილიანობით კი—ქალადიდისა და ტყიბულის ღომის ნიმუშები.

ფაქტი, რომ ქალადიდისა და ტყიბულის ნიადაგები გაცილებით მაღალნაყოფიერია, ვიდრე საჩხერის ნიადაგები (ცხრილი 3), ნათელიყოფს, რომ ნიადაგობრივი პირობები ცილათა დაგროვების საკითხში შედარებით ნაკლებ მნიშვნე-



ნელოვანია, ვიდრე ატმოსფერული ნალექები. ეს აზრი ისე არ უნდა გავიგოთ, თითქმის ნიადაგი არაერთაზრ როლს არ თამაშობდეს მარცვლის შედგენილობის საკითხში. მაგ., ჭალადიდის ნიადაგები გაცილებით მაღალნაყოფიერია, ვიდრე ტყიბულის რაიონის ნიადაგები, ამასთანავე ატმოსფერული ნალექები 1955 წელს ჭალადიდში უფრო მეტი იყო, ვიდრე ტყიბულში 1952 წელს და მიუხედავად ამისა, ჭალადიდში მიღებული ღომის ნიმუშები მეტი ცილებით ხასიათდებიან, ვიდრე ტყიბულის პუნქტის ღომის ნიმუშები, ე. ი. აზოტითა და ჰუმუსით მდიდარმა ნიადაგმა მოგვცა ცილიანობის მეტი პროცენტი. მაგრამ ეს ისეთი შემთხვევაა, როცა ატმოსფერული ნალექები თითქმის ერთნაირია (განსხვავება მხოლოდ 43 მმ-ია, ცხრილი 2), რის გამოც ნაყოფიერმა ნიადაგმა მოგვცა ცილებით მდიდარი მარცვალი. ჭალადიდსა და საჩხერის პუნქტების ატმოსფერულ ნალექებს შორის დიდი სხვაობაა (300—400 მმ, იხ. ცხრილი 2), რის გამოც, მიუხედავად იმისა, რომ ჭალადიდის ნიადაგები ბევრად ნაყოფიერია, ვიდრე საჩხერისა, ცილების მაღალი პროცენტი საჩხერის ღომის ნიმუშებშია მიღებული, ნათლად ჩანს, რომ ნიადაგური ფაქტორის გავლენა მთა-ნთქა კლიმატური ფაქტორის გავლენამ და ცილების რაოდენობა იქ არის მაღალი, სადაც ატმოსფერული ნალექები დაბალია.

სასუქიან და უსასუქო ფონზე მოყვანილი ღომის მარცვლის ცილების რაოდენობების შედარებით ირკვევა, რომ სასუქიან ფონზე ცილების რაოდენობა მეტია. ეს განსაკუთრებით გამოვლინდა საკვები ელემენტებით ლარიბ აჯამეთის და საჩხერის ნიადაგებზე მოყვანილ ღომის ნიმუშებში, რომელშიაც მატება 2—3%-ს აღწევს.

ჭალადიდის და ამბროლაურის პუნქტებზე მიღებული შედეგები სასუქიანი ფონის სასარგებლოდ ცილების მატებას იძლევიან მხოლოდ მეათედი პროცენტებით. ჩანს, შეტანილმა აზოტოვანმა სასუქმა ამ პუნქტებზე ეფექტი არ გამოიწვია, რადგანაც ნიადაგი თავისთავად მდიდარი იყო ნაყოფიერების ელემენტებით.

თითქმის ყველა პუნქტზე და ყოველ წელს ჯიში „მათრახა“ ხასიათდება ცილების მაღალი შემცველობით, ვიდრე ორი დანარჩენი ჯიში. ჩანს, ეს მისი ჯიშური თვისებაა. საერთოდ მასში ცილების რაოდენობა დიდ ფარგლებში მერყეობს კლიმატურ-ნიადაგობრივი ფაქტორების ზემოქმედებით.

ვერტიკალური ზონალობის გავლენა მარცვლის შედგენილობაზე ძირითადად იმაში გამოიხატება, რომ საერთოდ შემალგებულ ზონში ატმოსფერული ნალექები მეტია და ტემპერატურა დაბალია, რაც იწვევს ცილების რაოდენობის შემცირებას. მაგალითად, მიუხედავად იმისა, რომ ტყიბულის ნიადაგები საკვები ელემენტებით საკმაოდ მდიდარია, ცილების რაოდენობა იქ მიღებულ ღომის მარცვალში ძალიან დაბალია, რადგანაც ზღვის დონიდან მისი სიმაღლე 544,3 მეტრია და ატმოსფერული ნალექებიც ამ პუნქტზე მაღალია. მაგრამ უფრო კონტინენტურ პუნქტებზე, სადაც ნალექების რაოდენობა შემცირებულია, ვერტიკალური ზონალობის გავლენა იჩქმალება. მაგ. აჯამეთის პუნქტი ზღვის დონიდან 140 მეტრის სიმაღლეზე მდებარეობს, საჩხერის პუნქტი 428,1 მეტრზე. ამ პუნქტების ნიადაგები ნაყოფიერებით დიდად არ განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან. ცილების რაოდენობა კი საჩხერის ღომის ნიმუშებში გაცილებით მეტია მიღებული, რაც შეიძლება აიხსნას მხოლოდ და მხოლოდ საჩხერის პუნქტზე ნაკლები ატმოსფერული ნალექებით. ე. ი. ცილების რაოდენობის ცვალებადობა ძირითადად გამოწვეულია ნალექების რაოდენობის ცვალებადობით.

ღომის მარცვლის მთავარი შემადგენელი ნაწილი სახამებელია, რომლის განსაზღვრა ჩატარებულია დიასტაზური [8] მეთოდით.

შედეგები მოგვყავს მე-4 ცხრილში.

სახამებლის რაოდენობა პროცენტობით 100 გრამ აბსოლუტურ მშრალ ნივთიერებაზე

საცდელი პიგმენტები	ლომის ჯიწები	1952 წ.		1953 წ.		1954 წ.		1955 წ.	
		უსა- სუქო	სასუ- ქიანი	უსა- სუქო	სასუ- ქიანი	უსა- სუქო	სასუ- ქიანი	უსა- სუქო	სასუ- ქიანი
აჯამეთი	მათრახა	—	—	67,61	65,40	58,80	58,60	63,10	62,72
	ყვითელი ღომი	—	—	68,35	67,35	58,90	58,20	65,70	66,33
	გრძელბეწვა	—	—	66,80	64,83	37,10	56,00	65,00	65,10
საჩხერე	მათრახა	62,70	62,59	65,30	65,50	60,00	60,10	61,50	58,82
	ყვითელი ღომი	63,06	62,75	69,50	67,80	56,50	55,70	66,50	63,90
	გრძელბეწვა	64,00	63,82	67,01	66,03	58,53	56,50	63,90	63,00
ჭალადიდი	მათრახა	66,57	65,84	—	—	67,80	66,00	63,80	61,30
	ყვითელი ღომი	66,51	66,08	—	—	68,30	67,10	64,10	63,20
	გრძელბეწვა	67,07	67,01	—	—	68,90	67,10	64,80	62,30
ამბროლაური (თლული)	მათრახა	63,12	63,98	65,12	64,89	—	—	64,82	63,90
	ყვითელი ღომი	64,50	64,44	67,80	65,73	—	—	66,20	66,60
	გრძელბეწვა	64,99	64,41	69,86	64,69	—	—	66,82	65,00
ტყიბული	მათრახა	66,90	68,00	69,89	68,92	—	—	—	—
	ყვითელი ღომი	69,58	69,00	70,98	70,20	—	—	—	—
	გრძელბეწვა	71,35	71,20	70,90	70,40	—	—	—	—

1-ლი და მე-4 ცხრილების შედარებით ნათლად ჩანს, რომ ღომის მარცვალში ცილების და სახამებლის რაოდენობებს შორის უკუპროპორციული დამოკიდებულებაა.

ერთსა და იმავე პუნქტზე მიღებული სხვადასხვა წლების მონაცემების შედარებით ირკვევა, რომ ატმოსფერული ნალექებით მდიდარ წყლებში სახამებლის რაოდენობა მეტია მიღებული, ვიდრე ნაკლებ ნალექებიან წყლებში. მაგ., აჯამეთში ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა ღომის ვეგეტაციის პერიოდში მეტი იყო 1953 წელს, ვიდრე 1954 წელს. ამის შესაბამისად ღომის მარცვალში სახამებელი 5—10%-ით მეტია მიღებული 1953 წელს. ანალოგიურ მდგომარეობას აქვს ადგილი სხვა პუნქტებზეც. მაგ., საჩხერის პუნქტზე საცდელი წლებიდან ყველაზე მეტი ნალექიანი 1953 წელი იყო და სწორედ ამ წლის ღომას ნიმუშებში ყველაზე მეტი სახამებელია მიღებული.

გვაღვიანი ამინდები და ცხელი ქარები, რომლებიც აფერხებენ ასიმილაციის პროცესს, იწვევენ მარცვალში სახამებლის შემცირებას. ამას ადასტურებს აჯამეთისა და საჩხერის პუნქტების ღომის მარცვლის დაბალი სახამებლიანობა. ჭალადიდისა და ტყიბულის ღომის მარცვალი გაცილებით მდიდარია სახამებლით, რასაც ხელს უწყობს ბევრი ატმოსფერული ნალექები და ზომიერი თბიერების ზღვის ჰავა. პუნქტებს შორის ყველაზე მეტი სახამებელი დაგროვებულია ყველაზე მეტი ნალექიანი ტყიბულის პუნქტის ღომის ნიმუშებში.

ნალექების რაოდენობასა და სახამებლის დაგროვებას შორის პროპორციული დამოკიდებულება დარღვეულია მხოლოდ ჭალადიდის პუნქტის 1955 წლის ღომის ნიმუშებში, რაც გამოწვეულია მოსავლის სრულ სიმწიფემდე აღებით, როცა მცენარეს ასიმილაციის პროცესი დასრულებული არ ჰქონდა და მარცვალი იყო ბეჩიტი, რომელიც სახამებლით ღარიბია.



სასუქების მოქმედება ვერ იძლევა სახამებლის რაოდენობის ცვალებადობის შემთხვევაში ისეთ მკვეთრ სურათს, რაც ცილების შემთხვევაშია მიღებული. მაგრამ უფრო მეტ შემთხვევაში უსასუქო ფონზე მიღებულ მარცვალში მეტი სახამებლიანობაა აღრიცხული.

დასკვნა

1. ცილების მაღალი შემცველობით ხასიათდებიან იმ პუნქტის ღომის ნიმუშები, სადაც ჰაეა მშრალია და ატმოსფერული ნალექების რაოდენობა მცირეა.

2. ერთსა და იმავე პუნქტზე მეტ ნალექიან წელს მიღებულია ცილების დაბალი და სახამებლის მაღალი მაჩვენებლები, ვიდრე ნაკლებ ნალექიან წელს.

3. აზოტოვანი სასუქები აღიდეგენ მარცვალში ცილების რაოდენობას, რომელიც სხვადასხვა პუნქტზე სხვადასხვა ოდენობითაა გამოხატული. იმ პუნქტებზე, სადაც ნიადაგი მდიდარია საკვები ელემენტებით და ატმოსფერული ნალექებიც დიდია, ცილების მატება მეათედი პროცენტებით გამოიხატება, ხოლო იქ, სადაც ნიადაგები ღარიბია და ატმოსფერული ნალექები დაბალია, სასუქების გავლენით ცილების მატება 3 პროცენტამდეც აღის.

4. ნიადაგის პირობებისა და ვერტიკალური ზონალობის გავლენა ცილების რაოდენობის ცვალებადობაზე გაცილებით ნაკლებ მნიშვნელოვანია, ვიდრე კლიმატური პირობებისა და კერძოდ ატმოსფერული ნალექების გავლენა.

5. სახამებლისა და ცილების რაოდენობის ცვალებადობას შორის ღომის მარცვალში უკუპროპორციული დამოკიდებულებაა: იქ, სადაც მაღალია ცილები, დაბალია სახამებელი და პირიქით.

საქართველოს სსრ მიწათმოქმედების
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 21.7.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ვლ. გორდაძე, თ. ჩხენკელი. დასავლეთ საქართველოს ღომები. აჯამეთის მემინდერობის საცდელი სადგურის შრომები, ტ. IV, თბილისი, 1950.
2. ო. ქობულაძე. დასავლეთ საქართველოს ღომების ქიმიური შედგენილება. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აჯამეთის მემინდერობის საცდელი სადგურის შრომები, ტ. V, თბილისი, 1951.
3. А. И. Ермаков. Методы биохимического исследования. Сельхозгиз, 1952.
4. ს. დურშიშიძე, ფ. ცისკარიშვილი. ბიოქიმიის პრაქტიკუმი. საქართველოს სასოფლო-სამეურნეო ინსტიტუტი, თბილისი, 1939.
5. ი. სარიშვილი, ა. მენაღარიშვილი, ბ. გერასიმოვი. აკრუქიმიის პრაქტიკუმი. საქართველოს სას.-სამეურნეო ინსტიტუტი, თბილისი, 1953.
6. ბ. გერასიმოვი, საქართველოს სამინდის დარაიონებული ჯიშების ქიმიური შედგენილების საკითხისათვის. საქართველოს სას.-სამეურნეო ინსტიტუტის შრომები, ტ. XXVI, თბილისი, 1957.
7. Д. Н. Прянишников. Химия растений, т. II, 1914.
8. А. Петербургский. Практикум по агрохимии. Сельхозгиз, Москва, 1954.

ბიოქიმიკა

მ. წულაია, ა. ბაბულაშვილი და მ. მინსია

ბიოქიმიკური ძვრები ლიგნოზი ქალა-ტვინის მწვავე ტრავმული დაზიანების დროს

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაქრაძემ 8.9.1961)

თავის ტვინის ტრავმული დაავადება, რომლის პათოგენეზში ცენტრალური ადგილი უკავია ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში ძირითადი ფიზიოლოგიური პროცესების აგზნება-შეკავების ნორმული მიმდინარეობის დარღვევას, იწვევს რთულ ცერებრალურ დარღვევებს და ორგანიზმის ყველა სასიცოცხლო პროცესის ნეიროპათოლოგიური რეგულაციის მოშლას. ცენტრალური ნეოკული სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის შეცვლასთან დაკავშირებით იცვლება როგორც ცენტრალური ნერვულ სისტემაში, ისე ორგანიზმის სხვა სისტემებში მიმდინარე ბიოქიმიკური პროცესები.

წინამდებარე შრომა მიძღვნილია ნახშირწყლოვანი, მინერალური, აზოტოვანი და ფერმენტული ცვლის ზოგიერთი მაჩვენებლების მდგომარეობის შესწავლისადმი იმ ავადმყოფებში, რომელთაც მიიღეს ქალა-ტვინის მწვავე ტრავმული დაზიანება (მკურნალობამდე და მის შემდეგ).

მეთოდის აღწერა

ჩვენი გამოკვლევის ობიექტს წარმოადგენდა ავადმყოფთა ზურგტვინის სითხე, რომელშიც ვიკვლევდით შაქარს, ქლორნატრიუმს, ნარჩენ აზოტს, კალიუმს, კალციუმს და ქოლინესტერაზას (უკანასკნელს ს. ზუბკოვასა და ტ. პრავდინი-ნემინსკაიას მეთოდით).

გამოკვლევები წარმოებდა 80 ავადმყოფზე, რომელთაც მიღებული ჰქონდათ ქალა-ტვინის მწვავე ტრავმა, და რომლებიც ნაწილდებოდნენ კ. ჩიქოვანის კლასიფიკაციის თანახმად, დაზიანების ხარისხის მიხედვით სამჯგუფად. დიაგნოზის დასმა წარმოებდა კომპლექსური გამოკვლევის საფუძველზე. ავადმყოფებს მკურნალობა უტარდებოდათ კონსერვატიულად — 0,25% ნოვოკაინის ინტრაკარტიდულად შეყვანით და ოპერაციულად (საქიროების მიხედვით). ქალა-ტვინის მწვავე დაზიანებათა მკურნალობა 0,25% ნოვოკაინის ინტრაკარტიდული გზით შეყვანით წარმატებით წარმოებს ტრავმატოლოგიისა და ორთოპედიის სამედიცინო-კვლევითი ინსტიტუტის ნეირო-ქირურგიულ განყოფილებაში, თანახმად ს. ჩიქოვანის კონსერვატივისა, რომელიც დეპრესორულ აპარატებს ანიჭებს წამყვან როლს ტვინის გაფუჭება-შეშუპების პათოფიზიოლოგიურ მექანიზმებში.

გამოკვლევის შედეგები და მათი განხილვა

ჩვენი გამოკვლევის შეჯამებული შედეგები გადმოცემულია ქვემოთ წარმოდგენილი ცხრილის სახით.

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ბაზალურ-ლეროვანი სინდრომისას ავადმყოფების ლიჭვორი იყო სისხლიანი. ცენტრიფუგატი ქსანტოქრომული, ბიოქიმიკური გამოკვლევისას მასში აღინიშნებოდა შაქრისა და ნარჩენი აზოტის მომატება. ქლორნატრიუმის, კალიუმის და კალციუმის დაქვეითება. ქოლინესტერაზას აქტივობა სისხლის უმნიშვნელო რაოდენობით მირევისას უდრიდა ნულს, ხოლო სისხლის დიდი რაოდენობით მირევისას ქოლინესტერაზას აქტივობა იზრდებოდა.



ბოდა სისხლის შრატის ქოლინესთერაზას ხარჯზე და ზოგჯერ აღწევდა მისი ლიდრის (სისხლის შრატის ქოლინესთერაზას ჩვენ ვიკვლევდით ერთდროულად ლიქვორში ქოლინესთერაზას მატების მიზეზის გამოკვლევის მიზნით), რასაც მოწმობდა ავადმყოფის მეტად მძიმე მდგომარეობა (ბაზალურ-ღეროვანისინდრომის მქონე 20 ავადმყოფისაგან 9 დაიღუპა).

ცხრილი

ქალა-ტენის მწვავე ტრავმით დაზიანებულ ავადმყოფთა ცალკეული ჯგუფის ლიქვორში სხვადასხვა კომპონენტების შემადგენლობა 0,25% ნოვოკაინის ხსნარით ინტრაკაროტიდულად შეყვანილ მკურნალობამდე და მკურნალობის შემდეგ

ავადმყოფთა ჯგუფების ჩიქო-ფიკაციის მიხედვით	ავად. რიცხვი	ლიქვორის აღდგენის დრო	ლიქვორის ფერი	შაქარა	ნარჩენი აზოტი	ქლორნატრიუმი	კალუმი	კალციუმი	ქოლინესთერაზა
მილიგრამპროცენტობით									
ავადმყოფთა I ჯგუფი ბაზალურ-ღეროვანი სინდრომით	20	მკურნალობამდე	სისხლ., მღვრიე	150-200	40-50	470-530	6-7,8	2,6-3,8	0-54,3
		მკურნ. შემდეგ	გამჭვ. უფერული	70-80	18-25	600-700	9-11,6	4,5-5,2	1-1,8
ავადმყოფთა II ჯგუფი სუბარაქნოიდული სისხლჩაქცევის სინდრომით	21	მკურნალობამდე	სისხლ., მღვრიე	85-120	30-40	500-650	7-8,2	3,5-4,1	0-2,7
		მკურნ. შემდეგ	გამჭვ. უფერული	65-70	18-22	670-700	8,3-12	64,7-5	6,3,1-10
ავადმყოფთა III ჯგუფი ფუნქციურ-დინამიკური სინდრომით	39	მკურნალობამდე	სისხლ., მღვრიე	60-70	10-20	650-720	8,5-10	3,8-4,3	0-5,7
		მკურნ. შემდეგ	გამჭვ. უფერული	60-70	10-18	700-750	9-12	4,9-5,8	8-12,7

ამ ჯგუფის ცოცხლად დარჩენილ ავადმყოფთა 0,25% ნოვოკაინის 7-10 მლ. რაოდენობით ინტრაკაროტიდული ინექციით 2-4-ჯერ (დავალების კლინიკური მიმდინარეობის მიხედვით) მკურნალობა გაცილებით ეფექტური იყო, ვიდრე თანაბარი სიმძიმის ავადმყოფთა მკურნალობა ოსმოტერაპიით.

ლიქვორის განმეორებითი გამოკვლევისას (დაახლოებით 2-3 დღის, ერთი კვირის შემდეგ) ლიქვორში სისხლის შემცირებასთან ერთად ქოლინესთერაზას აქტივობა მკვეთრად ეცემოდა ხშირად ნულამდე. ავადმყოფები დაახლოებით 20-30 დღის განმავლობაში უმცობესდებოდნენ და ეწერებოდნენ კარგ მდგომარეობაში.

გაწერის 2 დღით ადრე მათ კვლავ ესინჯებოდათ ლიქვორი. ამჯერად უფერულ და გამჭვირვალე ლიქვორში ვნახულობდით შემადგენელ ინგრედიენტების ნორმულ რაოდენობებს: ქოლინესთერაზა რჩებოდა დაბალ დონეზე.

სუბარაქნოიდული სისხლჩაქცევის სინდრომის მქონე ავადმყოფების ლიქვორი იყო სისხლიანი, მხოლოდ სისხლის ნაკლები რაოდენობის მიჩვევით, ვიდრე პირველი ჯგუფის ავადმყოფების შემთხვევაში. ლიქვორის ცენტრიფუგატში, გამოკვლევისას აღინიშნებოდა კალციუმის, კალციუმის და ქლორნატრიუმის შედარებითი ზომიერი დაქვეითება და მომატება შაქრისა და ნარჩენი აზოტისა. ქოლინესთერაზას აქტივობა უმეტეს შემთხვევაში უდრიდა ნულს.

ნოვოკაინის 0,25% ხსნარის ინტრაკარტიდულად შეყვანით მკურნალობის შედეგად ამ ჯგუფის ავადმყოფები 13—20 დღეში ეწერებოდნენ კლინიკიდან კარგ მდგომარეობაში. გამჭვირვალე და უფერული ლიქვორი ავადმყოფის გაწერის წინ შემადგენელ ინგრედიენტებს შეიცავდა ნორმული რაოდენობით. ქოლინესთერაზას აქტივობა იყო შედარებით მომატებული, ვიდრე I ჯგუფის ავადმყოფების შემთხვევაში, მაგრამ ნორმას მაინც არ აღწევდა.

ფუნქციურ-დინამიკური სინდრომის მქონე ავადმყოფების ლიქვორი იყო გამჭვირვალე და უფერული. ლიქვორის ცენტრიფუგატის გასაცვლევად ვეაჩვენებდა შემადგენელ კომპონენტების ნორმულ რაოდენობებს. ქოლინესთერაზას აქტივობა უმრავლეს შემთხვევაში უდრიდა ნულს.

ნოვოკაინის 0,25% ხსნარის ინტრაკარტიდული შეყვანის შემდეგ ავადმყოფები შედარებით მალე უმჯობესდებოდნენ და 7—9 დღეზე ეწერებოდნენ კარგ მდგომარეობაში. გაწერის წინ აღებულ გამჭვირვალე და უფერულ ლიქვორში ენახულობდით შემადგენელი ინგრედიენტების ნორმულ რაოდენობებს. ქოლინესთერაზას აქტივობა უახლოვდებოდა ნორმულ ნაჩვენებლებს.

როგორც ჩვენი გამოკვლევებიდან ჩანს, ქალა-ტვინის ტრავმით დაზიანებულითა პირველი ორი ჯგუფის ავადმყოფის ლიქვორში შაქრის და ნარჩენი აზოტის შემცველობა იყო მომატებული, ხოლო ქლორნატრიუმი, კალიუმი და აცეტილქოლინის რაოდენობა დაქვეითებული. მკურნალობის შემდეგ (გაწერის წინ), ჩვენ მიერ გამოკვლეულ კომპონენტთა შემცველობა ლიქვორში იყო ფიზიოლოგიური ნორმის ფარგლებში. შაქრის, ნარჩენი აზოტის და ქოლინესთერაზას ყველაზე დიდი რიცხვები (ქოლინესთერაზა მატულობდა ლიქვორში სისხლის დიდი რაოდენობით მირევის შემთხვევაში. შრატის ქოლინესთერაზას ხარჯზე) და ქოლინესთერაზას ყველაზე მცირე რიცხვები (ლიქვორში სისხლის მცირე რაოდენობით მირევისას), აღინიშნებოდა I ჯგუფის ავადმყოფთა ლიქვორში. გამოჩანსალეების შემდეგ, ქალა-ტვინის ტრავმაგადატანილ სამივე ჯგუფის ავადმყოფთა ლიქვორში შემადგენელი კომპონენტები უბრუნდებოდნენ ნორმალურ მაჩვენებლებს, ქოლინესთერაზა ორ უკანასკნელ ჯგუფში ავადმყოფთა ლიქვორში იძლეოდა შედარებით მომატებულ მაჩვენებლებს და უახლოვდებოდა ნორმას, ხოლო პირველი ჯგუფის ავადმყოფებში რჩებოდა დაბალ დონეზე. შაქრის მომატებას ლიქვორში ქალა-ტვინის ტრავმების დროს ნახულობდნენ გ. გ. ო. რ. ო. დ. ი. ს. კ. ა. ი. ა. და თანაავტორები [1] ვ. ლ. ი. ვ. ა. ს. კ. ა. ი. ა. [2], ა. მ. ი. ტ. შ. ტ. ე. ტ. ი. და თანაავტორები [3].

მარილისა და წყლის ცვლის რეგულაციის მოშლაზე, როგორც პოსტტრავმული შემუშავება-გაფუფიების შედეგზე, ქალას დაზურულ ტრავმის დროს მიუთითებენ დ. ა. ლ. კ. ე. რ. ი. და თანაავტორები [4]. ცილების გაძლიერებულ დაშლას აღნიშნავენ გ. გ. ო. რ. ო. დ. ი. ს. კ. ა. ი. ა. და თანაავტორები [1], ზ. ი. უ. ზ. ი. ნ. ი. [5].

ქოლინესთერაზას აქტივობის მომატებას ქალა-ტვინის ტრავმების დროს ნახულობდნენ ი. ზ. ი. უ. ზ. ი. [5], გ. გ. ო. რ. ო. დ. ი. ს. კ. ა. ი. ა. და თანაავტორები [1], ა. ლ. ე. ო. ნ. ტ. ი. ე. ვ. ა. [6], როგორც ჩანს, შრატის ქოლინესთერაზას ხარჯზე, სისხლნარევი ლიქვორის შემთხვევაში.

ქოლინესთერაზას აქტივობის მაღალ მაჩვენებლებს ქალა-ტვინის ტრავმული დაზიანებისას სისხლიან ლიქვორში ნახულობდა ლ. ლ. ი. კ. შ. ი. ც. ი. ც. [7] შრატის ქოლინესთერაზას ხარჯზე, როგორც ამას თვითონ აღნიშნავდა.

ჩვენ შემთხვევაში ქოლინესთერაზას აქტივობის როგორც დაქვეითებას, ისე მომატებას ადგილი ჰქონდა დაზიანების სიმძიმესთან შესაბამისად. ჩვენს გამოკვლევებში სამივე ჯგუფის ავადმყოფთა ლიქვორში უმეტესად აღინიშნებოდა ქოლინესთერაზას დაბალი მაჩვენებლები ამ მისი სრული აქტივობა, რაც



შეიძლება იხსნას ჰუმორალური დეკომპენსაციით [4] ან აცტილქოლინური დეპოლარიზაციით [8].

ქოლინესტერაზას აქტივობის დონე ბაზალურ-ღეროვანი სინდრომის მქონე ავადმყოფების ლიქვორებში დამოკიდებული იყო უკანასკნელში მირეული სისხლის რაოდენობაზე და განპირობებული იყო სისხლის შრატის ქოლინესტერაზას აქტივობით.

გამოჯანსაღებისას ქოლინესტერაზას აქტივობა იყო იმდენად მაღალი, რამდენადაც მსუბუქი იყო გადატანილი ტრავმა.

ქოლინესტერაზას აქტივობის მომატება ქალა-ტვინის ტრავმაგადატანილ ორ უკანასკნელ ჯგუფის ავადმყოფთა ლიქვორში შეიძლება იხსნას, ტრავმის ხარისხის შესაბამისად, დეჰიდრირების სისტემის შედარებით ინტენსიური აღდგენით, აღმდგენელ ნივთიერებათა — ქოლინესტერაზას აქტივატორების დაგროვებით [6].

დასასრულს, საჭიროდ ვთვლით ვთქვათ ა. მესტეჩკინას და ლ. ოკულოვას [9] აზრის საწინააღმდეგოდ, რომ ლიქვორის ბიოქიმიური მაჩვენებლების ხასიათი არის სპეციფიკური ქალა-ტვინის ტრავმის სხვადასხვა სახეობისათვის და საეხებით ვეთანხმებით ლ. ლივიშიცს [7], რომელიც ლიქვორში ქოლინესტერაზას აქტივობის გამოკვლევას თვლის გამართლებულად. უკანასკნელის დაავადების კლინიკურ სურათთან გარკვეული კავშირის გამო. კიდევ მეტი, ჩვენი გამოკვლევების საფუძველზე მივიღივართ იმ დასკვნამდე, რომ ლიქვორში შაქრის განსაზღვრა (შაქრის განსაზღვრას ჩვენ ვანიჭებთ წამყვან მნიშვნელობას) ლიქვორის სხვა კომპონენტების ქოლინესტერაზას, ქლორატრიუმის, ნარჩენი აზოტის, კალიუმის და კალციუმის განსაზღვრასთან ერთად, გვაძლევს საშუალებას გავარჩიოთ ქალა-ტვინის ტრავმის სიმძიმის ხარისხი კ. ჩიქოვანის კლასიფიკაციის მიხედვით.

ტრავმატოლოგიისა და ორთოპედიის
სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 8.9.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. Я. Городинская и др. Влияние травмы на обмен веществ мозга. Сборник VI Всесоюзного съезда физиологов, биохимиков и фармакологов. 1937.
2. В. Я. Ливанская. Влияние травмы на углеводный обмен мозга. Кандидатская диссертация. Горький, 1937.
3. А. А. Миттельштетт и др. Изменения углеводного и азотистого обмена при военной травме головного мозга. В кн. Неврология военного времени, 1949, 1.
4. Д. Е. Альперн и др. Гуморальная регуляция в деятельности вегетативной нервной системы. „VII Всесоюзный съезд физиологов, биох. и фармакологов“. 1947.
5. И. К. Зюзин. Травма головного мозга и антитоксическая функция печени. Невропатология и психиатрия, 6, 1949, 8—11.
6. А. А. Леонтьева. Влияние травмы на систему ацетил-холинэстераза мозга. В кн. „Вопросы пластической хирургии, ортопедии и травматологии“. Горький, 1953.
7. Л. Я. Лившиц. Активность холинэстеразы спинно-мозговой жидкости и сынотки крови у больных с острой закрытой травмой черепа и головного мозга. „Биохимические изменения в организме при травме“. 1959, стр. 104—113.
8. А. А. Зубков. Материалы к физиологии и патологии холинэстеразы. Труды Пермского мед. инст., 1942, т. XXI, стр. 91—116.
9. А. Я. Местечкина и др. Биохимические изменения в крови и ликворе при черепно-мозговой травме. Вопросы нейрохирургии, 1955, 2, стр. 47—51.

ბიოქიმია

წ. ზურაბაშვილი

**ცენტრალური ნერვული სისტემის ჰისტოქიმიის საკითხისათვის
 ამინაზინისა და ტოფრანილის მოქმედებისას მწვავე
 ცვლის პირობებში**

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ნ. ჯავახიშვილმა 4.10.1962)

თანამედროვე ეტაპზე კვლევის მეთოდების კომპლექსურობას წამყვანი ადგილი უკავია. ამ მეთოდთა შორის განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება ჰისტოქიმიას. უჯრედის სტრუქტურის ცვლილებას წინ უსწრებს ფიზიკური და ქიმიური პროცესების ძვრები.

სტრუქტურისა და მეტაბოლიზმის ურთიერთკავშირების კვლევა მიზნად ისახავს გამორჩევი საშუალებანი და გზები, რომლებიც ცოცხალ ორგანიზმებს ხელს უწყობს სპეციფიკური მთლიანობის (მოწესრიგების) ფორმირებასა და აღდგენაში. სახელობრ, კვლევის ჰისტოქიმიური მეთოდები პერსპექტიულია სულ სხვადასხვა პრეპარატების მექანიზმების, კერძოდ ტრანსკვილიზატორთა და ანალეფტიკურ საშუალებათა (ამინაზინი და ტოფრანილი) მოქმედების მექანიზმების შესწავლისას.

უჯრედში არსებულ ნუკლეინის მჟავათა მნიშვნელობა, აგრეთვე ხსენებულ შენაერთთა კავშირი ცილების სინთეზთან მრავალი მეკლევარის ყურადღებას იპყრობს. დაახლოებით 20 წლის წინათ პირველად შეინიშნეს კავშირი უჯრედში რიბონუკლეინის მჟავასა და ცილის წარმოშობის ინტენსივობას შორის.

რაც შეეხება პოლისახარიდებს, აქ გლიკოგენის ციტოქიმია, ა. შაბადაშვილის [1] აზრით, საინტერესოა არა როგორც მხოლოდ სპეციფიკური ცვლის მაჩვენებელი, არამედ აგრეთვე როგორც დინამიკურ თავისებურებათა ნიშანი.

ქსოვილოვანი სტრუქტურების ფუნქციური მოქმედების შესწავლისას არსებითი მნიშვნელობა აქვს ამ სტრუქტურებში ფერმენტულ ნივთიერებათა და მათი მოქმედების სუბსტრატთა განაწილების საკითხს. ამჟამად ყველაზე აქტუალურ საკითხს წარმოადგენს ფოსფორის შემცველი ნაერთების ცვლის შესწავლა. ხსენებული ცვლა დიდ როლს ასრულებს ბიოქიმიური პროცესების ენერგეტიკაში. სახელობრ გარკვეული სტრუქტურის ფოსფორის მჟავას შენაერთებში მოთავსებულია ენერგია, რომელიც უშუალოდ განსაზღვრავს უჯრედის ფიზიოლოგიურ მოქმედებას.

ფუნქციური მორფოლოგიის ამოცანების გადასაწყვეტად დიდად მნიშვნელოვანია დადგენილ იქნეს სტრუქტურებში სხვადასხვა ქიმიურ ნივთიერებათა, კერძოდ ფერმენტების, მიკროტომოგრაფია. ამასთან ჰისტოქიმიური სურათის გამოკვლევა ძირითადად ხელს უწყობს საკითხის დაზუსტებას, თუ ნორმისა და პათოლოგიის დროს რანაირადაა დაკავშირებული ქიმიური სისტემები უჯრედის ფუნქციურ მოქმედებასთან.

ფოსფატაზებს უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ცხოველის ორგანიზმის გლუკოზით მომარაგებაში. ამასთან ერთად ფოსფატაზები მონაწილეობას იღებენ გლუკოზის უტილიზაციაში.

ფოსფატაზებისა და გლიკოგენის ურთიერთკავშირის შესწავლა მრავალი აქტორის კვლევის საგანი გახდა.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ შევისწავლოთ ცენტრალური ნერვული სისტემის სხვადასხვა უბნებში ჰისტოქიმიური ძვრები, რომლებიც გამოიწვევა ამინაზონისა და ტოფრანხილის მოქმედებით მწვავე ცდის პირობებში. ექსპერიმენტებს ვიწყებდით ტლანქ (ბრუტალური) დოზებიდან, რომლებიც ჩვენთვის წარმოადგენდნენ გამოსავალი დაკვირვების შემთხვევებს. ცდები წარმოებდა ძალღებზე. ცხოველები დავყავით ორ ჯგუფად. ერთ ჯგუფს უკეთდებოდა ამინაზონი, ხოლო მეორეს — ტოფრანილი. ერთდროულად ყოველი ჯგუფი დავყავით სამ ქვეჯგუფად, ხოლო თითოეულ ქვეჯგუფში ავიღეთ სამი საექსპერიმენტო ძალღი. პირველი ქვეჯგუფის დროს შეგვეყავდა ამინაზონის 2,5% ხსნარი 50 მილიგრამის რაოდენობით ცხოველის 1 კგ წონაზე. მეორე ქვეჯგუფის დროს 2,5% ამინაზონის ხსნარი შეგვეყავდა 25 მილიგრამის რაოდენობით ცხოველის 1 კგ წონაზე; მესამე ქვეჯგუფში — ამინაზონის 2,5% ხსნარის 5 მილიგრამი 1 კგ წონაზე. მეორე ჯგუფის ექსპერიმენტებში შეგვეყავდა ტოფრანხილის ხსნარი ანალოგიური დოზებით (50 მილიგრამი, 25 მილიგრამი, 5 მილიგრამი). ინექციის აღვიღებ ვიღებდით ბარძაყის კუნთებს. ექსპერიმენტის დაწყების 3 საათის შემდეგ ცხოველს კვლავით გულის ღრუში ეთერის 250 მილიგრამის შეყვანით და მაშინვე ვხსნიდით თავის ქალას. ვიღებდით თავისა და ზურგის ტვინის ნაწილებს: ქერქულ ველებს (4, 7, 10, 17, 52), ნათხემს, ამონის რქას, მხედველობით ბორცვს (მედიალური და ლატერალური ბირთვები), ვაროლის ხიდს, მოკრძო ტვინსა და ზურგის ტვინს. მასალის ფიქსაცია ხდებოდა ციკ კალციუმ ფორმალში, შაბადანის ნეიტრალურ ფიქსატორში და კარნუს ფიქსატორში.

ჰისტოქიმიური კვლევის მიზნებისათვის ვხმარობდით რეაქციებს ტუტოვან ფოსფატაზაზე (გომორის თანახმად), გლიკოგენზე (შაბადანის მეთოდი), დეჰოქსირიბონუკლეინის მეთაზე (ფელგენის მეთოდი) და რიბონუკლეინის მეთაზე (ბრაშეს მეთოდი).

ამინაზონისა და ტოფრანხილის მოქმედების შემდეგ ჰისტოქიმიურ რეაქციათა მონაცემების ანალიზი ვვარწმუნებს, რომ საექსპერიმენტო მასალა შესაძლებელია წარმოდგენილ იქნეს ორი ჯგუფის სახით. პირველ ჯგუფს შეადგენს პირველი და მეორე ქვეჯგუფების შემთხვევები, როდესაც საქმე გვაქვს ტლანქ დოზებთან. რაც შეეხება მესამე ქვეჯგუფის შემთხვევებს, ისინი ცალკე უნდა იქნეს განხილული პირველ ქვეჯგუფში. წარმოდგენილი მკვეთრი ჰისტოქიმიური ძვრები ჩვენ განვიხილეთ როგორც გამოსავალი (საწყისი) ექსპერიმენტები ამინაზონითა და ტოფრანხილითა მოწამვლისას.

ცენტრალური ნერვული სისტემის გლიკოგენზე ამინაზონისა და ტოფრანხილის მოქმედების ექსპერიმენტული კვლევა გვიჩვენებს, რომ ამინაზონი იძლევა ნივთიერებათა ცვლაში უფრო ღრმა ცვლილებებს. ვიდრე ტოფრანილი. ამინაზონის მოქმედებისას ჰისტოქიმიური ძვრები უფრო მეტად წარმოდგენილია ქერქვეშა უბნებში. ტოფრანხილის დროს ჰისტოქიმიური ძვრები უფრო მეტად წარმოდგენილია დიდი ჰემისფერობის ქერქში, ქერქვეშა უბანი კი თითქმის მთლიანად ხელუხლებელია. ორივე პრეპარატის მოქმედებისას აღინიშნება შრიების გარკვეული დაინტერესება; შრიების გარეგანი კომპლექსი მკვეთრ პათოლოგიურ ძვრებს განიცდის, ხოლო შინაგანი კომპლექსი შედარებით ნაკლებად იცვლება.

როგორც ვხედავთ, ამინაზონით გამოწვეული ეფექტი გულისხმობს ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე მთლიან მოქმედებას, რასაც აგრეთვე აღნიშნავს ტ. გენჩევი [2]

პირველ და მეორე ქვეჯგუფთა შემთხვევებში გლიკოგენის დიდი რაოდენობის არსებობა მიუთითებს ნივთიერებათა ცვლის პროცესების ძვრებსა და გლი-

კოგენის უტილიზაციის შესაძლებლობის მოსპობაზე, როგორც ა. პალადინი ბ. ხაიკინა [3, 4] აღნიშნავენ, გლიოკოგენის მომატება მიუთითებს ქერქში შეკავების პროცესების არსებობაზე.

ლიტერატურული მონაცემების მიხედვით [4, 5] ადგილი აქვს მხოლოდ ფერმენტების აქტივობის შეცვლას (იმ ფერმენტებისა, რომლებიც შლიან პოლისახარიდებს, როცა სინთეზის მწარმოებელ ფერმენტთა აქტივობა არ იცვლება). უკანასკნელი მოვლენა ხელს უწყობს პოლისახარიდების დაგროვებას. სინთეზი ქარბობს დაშლას. ამგვარად, ადგილი არა აქვს ნივთიერებათა ცვლის შემცირებას, რაც ხელს უწყობს თავის ტვინის შრომისუნარიანობის აღდგენას.

მესამე ქვეჯგუფში გლიოკოგენის რაოდენობის შემცირება, პირველ და მეორე ქვეჯგუფებთან შედარებით, იმაზე მიუთითებს, რომ ადგილი აქვს ნივთიერებათა ცვლის გაძლიერებას.

ამინაზინის მოქმედებით ტუტოვან ფოსფატაზაზე პისტოქიმიური რეაქციის მონაცემების ანალიზი გვარწმუნებს, რომ პრეპარატის დიდი დოზის ხმარებისას (პირველი და მეორე ქვეჯგუფები) ქერქში სისხლძარღვთა კედლებს შესამჩნევად ღია ფერის აჩის. ამასთან, თვით ქერქში სისხლძარღვთა კედლები შრეთა გარეგან კომპლექსში უფრო ღია ფერისაა, ვიდრე შინაგან კომპლექსში.

მესამე ქვეჯგუფის პრეპარატებში ქერქში სისხლძარღვთა კედლები ღია ფერისაა, ხოლო ქერქქვეშა უბანში — უფრო მუქი ფერისა. თვით ქერქში შრეთა გარეგან კომპლექსში სისხლძარღვთა კედლები უფრო ღია ფერისაა, ვიდრე შინაგან კომპლექსში; აქ პირველი და მეორე ქვეჯგუფების ანალოგიური მდგომარეობაა.

თუ ერთმანეთს შევედარებთ ქერქულ სისხლძარღვთა შეღებვის პირველ და მეორე ქვეჯგუფში შემთხვევებს მესამე ქვეჯგუფის შემთხვევებს, ირკვევა, რომ ქერქსა და ქერქქვეშა უბანში მესამე ქვეჯგუფის შემთხვევებში სისხლის ძარღვები უფრო მუქია, ვიდრე პირველ და მეორე ქვეჯგუფთა შემთხვევებში. ქერქში სამივე ქვეჯგუფის შემთხვევებში ყველაზე ღრმა ცვლილებები აღინიშნება 4, 8, 17 ველებში. ნათხემში რუტოვან ფოსფატაზაზე შეღებვის სისხლის ძარღვები უფრო მკრთალი ფერისაა, ვიდრე ნორმალური. შეღებვის ინტენსივობის მხრივ შესამჩნევ განსხვავებას არა აქვს ადგილი მოლეკულურ შრეში, პურკინის უჯრედთა შრესა და მარცვლოვან შრეში. ზურგის ტვინის ინტერმედიალურ უბანთა და უკანა რქასთან შედარებით წინა რქის სისხლძარღვთა შეღებვის ინტენსივობა უფრო სუსტადაა წარმოდგენილი (პირველი და მეორე ქვეჯგუფები). მესამე ქვეჯგუფის შემთხვევებში სისხლძარღვთა კედლებში რეაქცია უფრო ნათლადაა წარმოდგენილი, ვიდრე პირველ და მეორე ქვეჯგუფებში, მაგრამ ოდნავ სუსტია ნორმასთან შედარებით.

რუტოვანილის მოქმედებისას ტუტოვან ფოსფატაზაზე პისტოქიმიური რეაქციების ანალიზი გვარწმუნებს, რომ დიდი დოზების ხმარებისას (პირველი და მეორე ქვეჯგუფები) ქერქულ სისხლძარღვთა კედლების შეღებვა საკმაოდ სუსტადაა წარმოდგენილი შრეთა გარეგან კომპლექსში იმ დროს, როდესაც შინაგან კომპლექსში სისხლის ძარღვები უფრო მკვეთრადაა შეღებილი. განსაკუთრებული ღრმა ცვლილებები აღინიშნება ქერქში (სამივე ქვეჯგუფი). სახელობრ 4, 8, 17 ველებში.

მესამე ქვეჯგუფში აგრეთვე ადგილი აქვს ტუტოვანი ფოსფატაზის შემცირებას. ხსენებული შემცირება უფრო მკვეთრადაა წარმოდგენილი შრეების გარეგან კომპლექსში; რაც შეეხება შინაგან კომპლექსს, აქ სისხლძარღვთა კედლებში ფოსფატაზის რაოდენობა გაცილებით უფრო მეტია, ვიდრე გარეგან კომპლექსში, მაგრამ ნორმას ვერ აღწევს. პირველ და მეორე შემთხვევებში ქერქქვეშა ბირთვებში ტუტოვანი ფოსფატაზა სისხლძარღვთა კედლებში განუცდის რაოდენობრივ ცვლილებებს. ქერქულა შრეების გარეგან და შინაგან

კომპლექსებთან შედარებით ფოსფატაზას რაოდენობა მეტია. მესამე ქვეჯგუფში რეაქციის ინტენსივობა უფრო ძლიერია, ვიდრე პირველ და მეორე ქვეჯგუფებში და რაოდენობრივად უახლოვდება ნორმას. მედიალურ და ლატერალურ ბირთვთა შორის არსებითი განსხვავება არ აღინიშნება. ნახემში შრეებს შორის შეღებვის მხრივ განსხვავება ვერ აღმოვაჩინეთ. ნორმასთან შედარებით ზურგის ტვინში რეაქცია ტუტოვან ფოსფატაზაზე უფრო მკრთალადაა წარმოდგენილი.

მესამე ქვეჯგუფში რეაქცია ოდნავ უფრო ინტენსიურია, ვიდრე პირველ ოქვეჯგუფში. აღინიშნება განსხვავება წინა რქისა და მის სხვა ნაწილთა შორის.

ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე ამინაზინისა და ტოფრანილის მოქმედების გამო გამოწვეული ტუტოვანი ფოსფატაზის რეაქციის შესწავლისას ვრწმუნდებით, რომ ამინაზინი უფრო ღრმა ცვლილებებს იძლევა, ვიდრე ტოფრანილი.

პირველ და მეორე ქვეჯგუფებში ამინაზინისა და ტოფრანილის მოქმედებისას ტუტოვანი ფოსფატაზა სისხლძარღვთა კედლებში საგრძნობლად დაქვეითებულია (ამინაზინის დროს ქერქსა და ქერქვეშა უბანში, ხოლო ტოფრანილის დროს — ქერქში); ეს გარემოება მიუთითებს ფერმენტაციული პროცესების იმ ცვლილებებზე, რომლებსაც ადგილი აქვს ნივთიერებათა ცვლაში. ადგილი აქვს ნივთიერებათა ცვლის დაქვეითებას.

მესამე ქვეჯგუფში აღინიშნება უფრო ინტენსიური რეაქცია ტუტოვან ფოსფატაზაზე (თუმცა ოდნავ სუსტია ნორმასთან შედარებით); ეს გარემოებაც მიგვიითითებს ნივთიერებათა ცვლაში ფერმენტაციული პროცესის ცვლილებაზე, კერძოდ მის მომატებაზე.

ამინაზინის მოქმედების შემდეგ რიბონუკლეინის მკვანზე პისტოქიმიური რეაქციის მონაცემები გვარწმუნებს, რომ დიდი დოზის ხმარებისას (პირველი და მეორე ქვეჯგუფები) განვლიურ უჯრედთა ციტოპლაზმისა და ბირთვების შეღებვა პირობებით წარმოდგენილია უფრო მკვეთრად, ვიდრე მესამე ქვეჯგუფში. რაც შეეხება ბირთვებს, აქ შეღებვა ყველაზე ახალად წარმოდგენილია მესამე ქვეჯგუფში, ხოლო პირველ და მეორე ქვეჯგუფებში რეაქცია უფრო მკრთალია. ციტოპლაზმაში რიბონუკლეინის მკვანეს მარცვლები არათანაბრადაა განაწილებული. რიბონუკლეინის მკვანეს მარცვლების არათანაბარი შეღებვის ინტენსივობა თანდათანობით მკირდება, რაც უახლოვდება დენდრიტს. ყველაზე სუსტად შეღებვა წარმოდგენილია თვით დენდრიტში; ამასთან, რაც უფრო ვშორდებით უჯრედის სხეულს, მით უფრო სუსტია მორჩნი შეღებვა.

ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ პირველ, მეორე და მესამე ქვეჯგუფებში ქერქულ პირამიდთა შეღებვის ინტენსივობა სხვადასხვადაა. პირველ და მეორე ქვეჯგუფებში შეღებვა უფრო მკვეთრია, ვიდრე მესამე ქვეჯგუფში. არათანაბრია პირობებით შეღებვა ქერქულ პირამიდებში. შრეებში II და III შეღებვა უფრო ძლიერია, ვიდრე სხვა შრეებში. განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს 17 ველის IV შრის ქვეშრეები: a, b, c. ამ ქვეშრეებში, სხვა შრეებთან შედარებით, რეაქცია უფრო მკვეთრადაა წარმოდგენილი.

ყველაზე ღრმა ცვლილებები აღინიშნება სამივე ჯგუფის ქერქში, ველებში 4, 8, 17, რაც შეეხება ქერქულ ველთა განვლიური უჯრედების ბირთვებს, აქ ჩანს დეზოქსირიბონუკლეინის მკვანეს მარცვლები, რომლებიც იღებება მეთილის ლურჯით. ბირთვების ახლოს გაფანტულია დეზოქსირიბონუკლეინის მკვანეს ცალკეული მარცვლები. უნდა აღინიშნოს, რომ პირველ და მეორე ქვეჯგუფებში დეზოქსირიბონუკლეინის მკვანეს მარცვლები ძირითადად მწვანედაა შეღებილი. რაც პოლიმეროზაციის შესაბამისია; მესამე ქვეჯგუფში კი ხსენებული

მარცვლები მკრთალი ვარდისფერია, რაც თავის მხრივ მიუთითებს დებოლიმე-
რიზაციაზე.

ნათხეში პირველ და მეორე ქვეჯგუფების დროს აღვილი აქვს მომწვანო
შეღებვას მოლეკულური მარცვლოვანი შრეების ბირთვებში, ხოლო ეს შეღებ-
ვა მესამე ქვეჯგუფის დროს მკრთალი ვარდისფერია. პურკინის უჯრედებში
ციტოპლაზმა შეღებილია მკვეთრ მოწითალო ფერად. ციტოპლაზმაში შეღებვის
ინტენსივობა არათანაბარია. ყველაზე სუსტად შეღებვა წარმოდგენილია დენდ-
რიტებში. ხსენებულ ქვეჯგუფებში ციტოპლაზმის შეღებვის ინტენსივობა
მხრივ განსხვავება თითქმის არ შეინიშნება.

პირველი ქვეჯგუფის შემთხვევებში ამონის რქის მოლეკულურ და პი-
რამიდულ შრეებში აღინიშნება მომწვანო ფერის ბირთვები. მესამე ქვეჯგუფის
შემთხვევებში ძირითადად ბირთვები მკრთალი ვარდისფერია. განვლიურ უჯ-
რედთა ციტოპლაზმაში უხვადაა რიბონუკლეინის მჟავას მარცვლები, რომლე-
ბიც არათანაბრადაა განლაგებული. ყველაზე სუსტად შეღებვა წარმოდგენილია
დენდრიტებში. მესამე ქვეჯგუფთან შედარებით პირველ ქვეჯგუფში ციტოპლა-
ზმის შეღებვა უფრო ნათლადაა წარმოდგენილი.

სპეციალური ყურადღების ღირსია დაკვირვებები მხედველობით ბორც-
თა მედიალურ და ლატერალურ ბირთვებზე. ორივე რიგის წარმონაქმნებში
ბირთვებში აღინიშნება მკვეთრი პირონიზოფილობა. რაც შეეხება ციტოპლაზ-
მას, აქ რიბონუკლეინის მჟავას ბირთვები არათანაბრადაა განლაგებული. მხედ-
ველობითი ბორცვის მედიალურ ბირთვში შეღებვა უფრო მკრთალია. ვიდრე
ლატერალურში. ყველა სამი ქვეჯგუფის შედარებისას შეიძლება ითქვას, რომ
შეღებვის ინტენსივობა პირველი ქვეჯგუფის შემთხვევებში გაცილებით უფრო
მკვეთრია, ვიდრე მესამე ქვეჯგუფში. პირველი ქვეჯგუფის დროს ბირთვებში დე-
ზოქსირიბონუკლეინის მჟავას მარცვლები ძირითადად იღებება მომწვანო
ფერად, ხოლო მეორე ქვეჯგუფის, განსაკუთრებით კი, მესამე ქვეჯგუფის, პირო-
ბებში ხსენებული მარცვლები მკრთალ ვარდისფერად იღებება. ეაროლის ხილ-
სა და მოგრძო ტვინში სპეციალურ ბირთვთა უჯრედები პირონიზოფი-
ლურად იღებება, ვიდრე არასპეციფიკურ ბირთვთა უჯრედები. აქ შეღებვის
ინტენსივობაში ქვეჯგუფთა შორის რამე განსხვავება არ არის შენიშნული. ზურ-
გის ტვინში წინა რქის უჯრედები საკმაოდ ძლიერად იღებება. რეაქციის ინტენ-
სივობის მხრივ ქვეჯგუფებში განსხვავება არ შეიმჩნევა.

ტოფრანდილის მოქმედების შემდეგ რიბონუკლეინის მჟავაზე პისტოქი-
მიური რეაქციების მონაცემების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ დიდი დოზებისას
(პირველი და მეორე ქვეჯგუფები) დიდი პემისფეროციტების ქერქში ციტოპლაზ-
მის შეღებვა უფრო მკვეთრია, ვიდრე მესამე ქვეჯგუფის შემთხვევებში. ქერქ-
ში შრეთა გარეგანი კომპლექსი, ძირითადად შრეები II და III უფრო მკვეთ-
რად იღებება, ვიდრე შინაგანი კომპლექსი. განსაკუთრებით ინტერესს იწვევს
რე-17 ველის IV შრის ქვეშრები a, b, c, რომლებიც უფრო ღრმა ცვლილე-
ბებს იძლევიან სხვა შრეებთან შედარებით ამავე ელემენტს. ნათქვამსა და ამონის
რქაში პირონიზოფილობა. პირველ ქვეჯგუფში, მესამე ქვეჯგუფთან შედარებით,
შეღებვა უფრო მკრთალია. პირამიდულ უჯრედთა ბირთვებში დეზოქსირიბო-
ნუკლეინის მჟავას მარცვლები მეთილის მწვანით ლურჯად იღებება (პირველი
ქვეჯგუფი), ხოლო მეორე ქვეჯგუფში, განსაკუთრებით კი მესამე ქვეჯგუფში,
ხსენებული შეღებვა მკრთალ ვარდისფერ იერს იღებულობს. ნათქვამსა და ამონის
რქაში ჩვენ მიერ საგრძნობლად განსხვავება შეღებვის მხრივ არ არის შენიშნუ-
ლი სხვადასხვა ქვეჯგუფებში. მხედველობის ბორცვის ლატერალურ და მედი-
ალურ ბირთვებში რეაქცია რიბონუკლეინის მჟავაზე შეცვლილია. პირველ ქვე-
ჯგუფში ეს რეაქცია უდნავ უფრო მკრთალია, ვიდრე მესამე ქვეჯგუფში (განსხ-
ვავება ძლიერი სუსტია). ციტოპლაზმა არათანაბრად იღებება. ბირთვები კი
მკვეთრად, მხედველობითი ბორცვის ლატერალურ და მედიალურ ბირთვთა შო-



რის განსხვავება არ არის შენიშნული. ამასთან ერთად პირველ ქვეჯგუფში შე-
ლებვა ოდნავ უფრო მკვეთრია, ვიდრე მესამე ქვეჯგუფში.

რიბონუკლეინის მჟავაზე რეაქციის თავისებურებათა მხრივ ცენტრალურ
ნერვულ სისტემაზე ამინაზინისა და ტოფრანილის მოქმედების შედარებითი
შესწავლა გვარწმუნებს, რომ ამინაზინი უფრო ღრმა ცვლილებებს იწვევს, ვიდრე
ტოფრანილი ამინაზინის მოქმედების დროს ჰისტოქიმიური ძვრები უპირ-
ატესად ქერქვეშა უბნებშია წარმოდგენილი. ამასთან ერთად ცვლილებები
მხედველობითი ბორცვის მედიალურ ბირთვში უფრო მკვეთრია, ვიდრე ლა-
ტერალურში. ტოფრანილის დროს ცვლილებები ძირითადად ქერქს ეხება. ორი-
ვე პრეპარატის მოქმედებისას ყურადღებას იპყრობს ის ფაქტი, რომ ქერქში
გარეგანი კომპლექტი ვახიცდის უფრო მკვეთრ პათოლოგიურ ძვრებს, ვიდრე
შინაგანი. გარეგან კომპლექსში რიბონუკლეინის მჟავა მეტია, ვიდრე შინაგან-
ში. ზემოხსენებულიდან გამომდინარე დავასკვნით, რომ პირველ და მეორე
ქვეჯგუფებში ამინაზინის და ტოფრანილის მოქმედებისას რიბონუკლეინის
მჟავა ოდნავ მომატებულია, იმ დროს როდესაც მესამე ქვეჯგუფში მისი რაო-
დენობა მცირეა, მაგრამ სამივე შემთხვევაში საკონტროლო რაოდენობასთან
შედარებით რიბონუკლეინის მჟავას რაოდენობა მეტია.

უნდა აღინიშნოს, რომ პირველ და მეორე ქვეჯგუფებში ბირთვაცები (ამი-
ნაზინისა და ტოფრანილის დროს) ოდნავ უფერულია, ხოლო მესამე ქვეჯგუ-
ფის შემთხვევაში ბირთვაცები უფრო ნათლადაა წარმოდგენილი.

გარკვეული ყურადღების ღირსია დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავას დეპო-
ლიმერიზაციის საკითხი, რაც გვინდობს მეთილის ლურჯის საშუალებით. ჯერ
კიდევ კურკმა შენიშნა, რომ დეპოლიმერიზებული დეზოქსირიბონუკლეინის
მჟავა წარმოდგენილია მარცვლების სახით, რომლებიც გაფანტულია ბირთვში
და ბირთვაცთა გარშემო, იმ დროს როდესაც პირველ ქვეჯგუფში (ამინაზინი და
ტოფრანილი) ადგილი აქვს პოლიმერიზებულ დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავას
დიდ რაოდენობას. მესამე ქვეჯგუფში იგი შედარებით მცირეა; სამაგიეროდ
ჩნდება დიდი რაოდენობით დეპოლიმერიზებული დეზოქსირიბონუკლეინის
მჟავა. ამინაზინის მოქმედების შემდეგ დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავაზე ჰის-
ტოქიმიური რეაქციის მონაცემების ანალიზი გვარწმუნებს, რომ ფეოკენას
მიხედვით ბირთვები მოწითალო ფერად იღებება. ამინაზინის ყველა სამი ქვე-
ჯგუფის შედარებითი შესწავლა გვიჩვენებს, რომ პირველ და მეორე ქვეჯგუფ-
ში შეღებვა უფრო ძლიერია, ვიდრე მესამე ქვეჯგუფში, ხოლო მესამე ქვეჯგუ-
ფის შედარება საკონტროლო შემთხვევასთან გვიჩვენებს, რომ მესამე ქვეჯგუფ-
ში შეღებვა ოდნავ უფრო მუქია. ხაზგასმით აღვნიშნეთ, რომ ყველა ჩვენი დე-
ბულგა — შეღებვა „მუქი“ ან შეღებვა „ბაი“, ჩვენ მიერ იხმარება დიდი სი-
ფრთხილით, ვინაიდან, როგორც ამას აღნიშნავენ ე. ჩარგაფი და ჯ. დე-
ვიდსონი [7], დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავას რაოდენობა მეტად სტაბილურ
რეაქციას წარმოადგენს.

ქერქში, შრებების გარეთა კომპლექსში, ბირთვები უფრო მუქადაა შეღებო-
ლი, ხოლო შიგნითა კომპლექსში — უფრო ღიად. ეს გარემოება მიუთითებს
დაზიანების ინტენსივობის სხვადასხვა ხარისხზე, რაც შეეხება ნათხემს, აქ და-
ზიანების მხრივ სხვადასხვა ქვეჯგუფებსა და საკონტროლო ქვეჯგუფებს შორის
განსხვავება ვერ იქნა შემჩნეული. ამონის რქაში განგლოთერ უჯრითთა შრეში
სუსტი შეღებვაა და განსხვავება ქვეჯგუფებს შორის ძლიერ უმნიშვნელოა.
მხედველობითი ბორცვის ლატერალურ ბირთვში (ყველა სამ ქვეჯგუფში) შე-
ღებვა უფრო მკრთალია, ვიდრე მხედველობითი ბორცვის მედიალურ ბირთვში.
საკონტროლო შემთხვევასთან შედარებისას ლატერალური და მედიალური ბირ-
თვები უფრო ნათლადაა შეღებილი.

ამასთან ერთად შეღებვა უფრო ნათლადაა პირველ ქვეჯგუფში, როგორც
ვხედავთ, მხედველობითი ბორცვის ლატერალური ბირთვი უფრო ნაკლებ



ცვლილებებს განიცდის, ვიდრე მედიალური ბირთვი. ყველა სამ ქვეჯგუფში ვაროლის ხიდის და მოგრძო ტვინის შეღებვის მხრივ რაიმე განსხვავება არ აღინიშნება. სპეციფიკურ ბირთვებში უფრო ძლიერადაა წარმოდგენილი შეღებვა. ვიდრე არასპეციფიკურ ბირთვებში.

ტოფრანილის მოქმედების შემდეგ, რიბონუკლეინის მკაფაზე პისტოქიმიური რეაქციის მონაცემების გახშილვისას მივდივართ იმ დასკვნამდე, რომ პირველ და მეორე ქვეჯგუფებში რეაქციის ინტენსივობა უფრო ძლიერია, ვიდრე მესამე ქვეჯგუფში. ქერქული შრეების გარეგანი კომპლექსი უფრო ხათლადაა შეღებილი, ვიდრე შინაგანი. ყველა სამი ქვეჯგუფის შედარებისას ირკვევა, რომ პირველი ქვეჯგუფი უფრო ტლანქ ცვლილებებს იძლევა, ვიდრე მესამე. უკანასკნელი მოვლენა მიუთითებს დაზიანების სხვადასხვაობაზე. ამის რქის შეღებვაც სამივე ქვეჯგუფში იძლევა ძლიერ უმნიშვნელო განსხვავებას. შუამდებარე ტვინში ვერ იყო შენიშნული შეღებვის ინტენსივობის მხრივ რაიმე განსხვავება მედიალურ და ლატერალურ ბირთვთა შორის. ქვეჯგუფთა შორის რაიმე განსხვავება არ არის შენიშნული. ვაროლის ხიდსა და მოგრძო ტვინში აღინიშნება განსხვავება. ზურგის ტვინში პირველ და მესამე ქვეჯგუფთა შორის განსხვავება ვერ იქნა შენიშნული.

კომპლექსი (რიბონუკლეინის მკაფა, დეზოქსირიბონუკლეინის მკაფა, გლიკოგენი და ფოსფატაზა), როგორც ცნობილია უკრედის ფიზიოლოგიიდან და ბიოქიმიიდან, ჩვენ შევისწავლეთ არა შემთხვევითად. ხსენებული კომპლექსი მჭიდროდაა დაკავშირებული ხიფთიერებათა ცვლის ძირითად პროცესებთან. ჩვენს განკარგულებაში მყოფი მასალა მიგვიითებს, რომ, თუ ამინაზინისა და ტოფრანილის შემთხვევებში პირველი და მეორე ქვეჯგუფები იძლევა ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში ღრმა ცვლილებებს, ამ მხრივ მესამე ქვეჯგუფი სხვაგვარ მონაცემებს იძლევა. ქერქში პირველი და მეორე ქვეჯგუფების დროს რიბონუკლეინის მკაფა წარმოდგენილია დიდი რაოდენობით. ტუტოვანი ფოსფატაზის რაოდენობა შემცირებულია. ფელგენის მიხედვით, რეაქცია დეზოქსირიბონუკლეინის მკაფაზე ბირთვთა შეღებვა ისტენსიკოა, აღინიშნება პოლიმერიზებული დეზოქსირიბონუკლეინის მკაფას რაოდენობის მომატება და აგრეთვე გლიკოგენის მომატება; აღნიშნული მომენტები მიუთითებს პარანეკროზული რეაქციის არსებობაზე. ხსენებულ მოვლენაზე მიუთითებს აგრეთვე მკრთალი ბირთვებების არსებობა (აბდულ ხოჯაევი — 19) და ფელგენის რეაქციის გაძლიერება, რაც, თანახმად ა. ტ რ ი ფ ო ნ ო ვ ი ს ა [6], დაკავშირებულია ბართვის პარანეკროზის დასაწყისთან. თანახმად ნ. ხ ა ს ო ნ ო ვ ი ს ა [8], პარანეკროზული რეაქცია მიმდინარეობს პარაბიოზის პარალელურად. ამნირად, შეკავება პარაბიოზის შედეგია [8]. რაც შეეხება ამინაზინისა და ტოფრანილის მოქმედებას მესამე ქვეჯგუფში, აქ ქერქი უფრო ბაცად არის შეღებილი, ვიდრე პირველ და მეორე ქვეჯგუფებში, მაგრამ უფრო მუქია საკონტრასტოსთან შედარებით. კოტოლანზის პირობინით შეღებვა, ტუტოვანი ფოსფატაზის რაოდენობის შემცირება და ფელგენის რეაქციის ინტენსივობა თითქმის ნორმას უახლოვდება. დეპოლიმერიზებული დეზოქსირიბონუკლეინის მკაფას რაოდენობის მომატება, გლიკოგენის რაოდენობის დაქვეითება (პირველ და მეორე ქვეჯგუფთან შედარებით) აგრეთვე მიუთითებს პარანეკროზული რეაქციის არსებობაზე. მესამე ქვეჯგუფთან შედარებისას პირველ და მეორე ქვეჯგუფებში ირკვევა, რომ ქერქივეს უბნის პირობინით შეღებვა უფრო მკრთალია. ამავე დროს ამინაზინისა და ტოფრანილის მოქმედების ყველა სამივე ქვეჯგუფის შემთხვევებში ბირთვების შეღებვის ინტენსივობა საგრძნობლად ძლიერია.

ციტოპლაზმის სუსტი შეღებვა (განსაკუთრებით ამინაზინის შემთხვევებში), ბირთვთა სიმკვებრე, პოლიმერიზებული დეზოქსირიბონუკლეინის მკაფას რაოდენობის მომატება მიუთითებს, რომ ჩვენ საქმე გვაქვს უკრედთა გამოფიტვის ფაზასთან. ამასვე აღნიშნავენ სხვა მკვლევარებიც [9]. რაც შეეხება მესამე



ქვევსუფს, აქ ადგილი აქვს ციტოპლაზმის უფრო ინტენსიურ შეღებვას. ბირთვარების სიმკვდორის დეპოლიმერინებული დეზოქსირიბონუკლეინის მქავას რაოდენობის მონატება და სხვა, მიუთითებს გამოფიტვის ფაზის არა არსებობაზე, არამედ ამ უბანში უჯრედთა გარკვეულ ირიტაციასზე.

ამრიგად, მწვავე პირობებში ამინაზინისა და ტოფრანილის მოქმედების პისტოქმიური შესწავლით მივდივართ იმ დასკვნამდე, რომ ამინაზინის დროს რეაქცია ძირითადად ქერქში და ქვექქვეშა კვანძებში არსებობს. წარმოდგენილი მასალის თანახმად, ორივე ექსპერიმენტის ყველა სამივე ქვევსუფსში გვაქვს საქმე ერთსა და იგივე რეაქციასთან, ე. ი. პარანეკროზულ რეაქციასთან [8]. მაგრამ სხვადასხვა სტადიებთან, რაც ემთხვევა ვედენსკის მოძღვრებას პარაბიოზზე. თუ პირველ და მეორე ქვევსუფსთა შემთხვევებში ჩვენ ძირითადად საქმე გვაქვს შეკავების პროცესთან და სტრუქტურის დაზიანება არ არის აღდგენილი. დაბეჯითებით შეიძლება ითქვას, რომ მესამე ქვევსუფსში მორფოლოგიურად პროცესი აღდგენილია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

წა. ნათიშვილის სახელობის

ექსპერიმენტული მორფოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 4.10.1962)

დაიწმეხული ლიტერატურა

1. А. Л. Шабаташ. Проблемы гистохимического исследования гликогена нормальной нервной системы. Медгиз, М., 1949.
2. Т. Генчев. Гистохимическое исследование гликогена ЦНС при различном ее функциональном состоянии (материалы конференции. Структура и функции нервной системы). 10—14 декабря, М., 1960.
3. А. В. Паладин, Б. И. Хайкина. Гликоген в головном мозгу тварии. Украинский биохимический журнал, т. 22, № 4, 1950.
4. Б. И. Хайкина. Обмен полисахаридов в головном мозгу. Автореферат, Киев, 1953.
5. А. В. Паладин. Исследования обмена веществ в головном мозгу при различном его функциональном состоянии. Украинский биохимический журнал, т. XXVI, № 2, 1954, стр. 127.
6. А. Н. Трифонова. Нуклеопротенды и реактивность ядра. ДАН СССР, № 6, 1948, стр. 1169—1172.
7. Нуклеиновые кислоты (химия и биохимия). Под редакцией Э. Чаргаффа, Дж. Девитсона. Изд. ин. лит., М., 1957.
8. Д. Н. Насонов. Изменения в протоплазме нервных клеток при торможении. Цитология, т. I, 1959.
9. М. Абдулаходжаева. Содержание нуклеиновых кислот в ганглиозных клетках продолговатого мозга при пневмонии у детей. За социалистическое здравоохранение Узбекистана, № 4, 1954, стр. 129—132.
10. G. Smorto, A. Spinnato, L. Biondi. Studio istochimico sulle modificazioni degli acidi nucleici nelle cellule radicolari del midollo spinale di cavie sottoposte ad intossicazione accota da 4560 R. P. Nevrasse. vel V, № 6, 1955, 1335—1338.

ნ. ზირადაშვილი

სისხლის ზოგიერთი ფერმენტის ცვლილებები ანთიპისპიანი სიმსივნეების დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. ასათიანმა 27.7.1961)

სიმსივნურ ორგანიზმში ნივთიერებათა ცვლის მრავალრიცხოვანმა ბიოქიმიურმა გამოკვლევამ დაარწმუნა მკვლევრები, რომ როგორც თვით სიმსივნეში, ისე სიმსივნის მატარებელ ორგანიზმში აღინიშნება ნივთიერებათა ცვლის მრავალმხრივი დარღვევა.

ავთვისებიანი სიმსივნეების დროს ნივთიერებათა ცვლის ძვრების შესწავლას გარკვეული მნიშვნელობა ენიჭება სიმსივნური პროცესის წარმოქმნისა და განვითარების მიზეზების გარკვევაში, მისი დიაგნოსტიკისა და მკურნალობის საქმეში. ნივთიერებათა ცვლის პროცესებში მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება ფერმენტებს.

საქ. სსრ ჯანდაცვის სამინისტროს რენტგენოლოგიისა და სამედიცინო რადიოლოგიის ინსტიტუტის კლინიკურ განყოფილებაში ვიკვლევდით სხვადასხვა ლოკალიზაციის სიმსივნეების მქონე ავადმყოფებს და ეუტარებდით მათ სხივურ თერაპიას, ამავე დროს ვსწავლობდით ამ ავადმყოფების სისხლში რიგ ფერმენტულ სისტემას როგორც მკურნალობამდე, ისე მკურნალობის პროცესში.

კვლევის პირველ ეტაპზე შევისწავლეთ კატალაზას, პეროქსიდაზას, ნახშირის ანჰიდრაზას აქტივობა, აგრეთვე სარეზერვო ტუტეანობა.

როგორც ლიტერატურული წყაროებიდან არის ცნობილი, ნივთიერებათა ცვლა და სათანადო ფერმენტების რიგი სხვადასხვაგვარი წარმოშობის სიმსივნეებში გარკვეული მსგავსებით ხასიათდება. ასე რიგი ავტორები აღნიშნავენ კატალაზას აქტივობის საგრძნობ დაქვეითებას სხვადასხვაგვარი სიმსივნური დაავადების დროს. ნახშირის ანჰიდრაზასა და პეროქსიდაზას აქტივობის მხრივ მკვეთრი ვადახრა ნორმისაგან ამ დროს არ აღინიშნება. რაც შეეხება სარეზერვო ტუტეანობას, მკვლევარები აღწერენ მის უმნიშვნელო დაქვეითებას სიმსივნეების დროს. საერთოდ უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ფერმენტების, განსაკუთრებით ნახშირის ანჰიდრაზასა და პეროქსიდაზას აქტივობა სიმსივნეების დროს მცირედაა შესწავლილი.

ზემოჩამოთვლილი ფერმენტები ჩვენ შევისწავლეთ სხვადასხვა ლოკალიზაციის სიმსივნის მქონე 70 ავადმყოფში. ამთაგან 30 ავადმყოფს ჰქონდა ფილტვის კიბო, 20 ავადმყოფს — სარძევე ჯირკვლის კიბო და 20 ავადმყოფს — კანის კიბო.

ვიღრე შევუდგებოდით სიმსივნურ ორგანიზმში ზემოჩამოთვლილი ფერმენტების შესწავლას, დაეადგინეთ ამ ფერმენტების ნორმალური მაჩვენებლები ჯანმრთელ ადამიანებში. ფერმენტების შესწავლა ვაწარმოეთ დონორთა სისხლში მიღებული მონაცემებით: კატალაზას აქტივობა საშუალოდ შეადგენდა 15,2 (მერყეობის ფარგლები 13,4—16,7), კატალაზური ინდექსი მერყეობდა



2,96-დან — 3,06-მდე, საშუალოდ 3,01; პეროქსიდაზას აქტივობა მერყეობდა 53—76-ის ფარგლებში, საშუალოდ 62,2; სარეზერვო ტუტეიანობა მერყეობდა 56—64 მოც. % ფარგლებში, საშუალოდ 59 მოც. %; ნახშირის ანჰიდრაზას აქტივობა მერყეობდა 2,31—2,73 ფარგლებში, საშუალოდ — 2,37, ხოლო ანჰიდრაზული ინდექსი შეადგენდა 0,95—1,21, საშუალოდ 1,04.

ფერმენტების შესწავლით მიღებული მონაცემების განხილვას ვაწარმოებდით ავადმყოფთა ცალკეულ ჯგუფებში, რომლებიც სიმსივნის ლოკალიზაციის მიხედვით იყო შერჩეული.

ასე, ფილტვის სიმსივნის დროს (30 ავადმყოფი) სისხლის ფერმენტების შესწავლამ სხივური თერაპიის ჩატარებამდე შემდეგი გვიჩვენა: კატალაზას აქტივობა ამ ჯგუფის ავადმყოფებში საშუალოდ უდრიდა 11,44-ს, კატალაზური ინდექსი კი — 2,59-ს; პეროქსიდაზას აქტივობა შეადგენდა 40,5-ს, სარეზერვო ტუტეიანობა — 42,96 მოც. %-ს, ნახშირის ანჰიდრაზას აქტივობა — 3,45, ხოლო ანჰიდრაზული ინდექსი — 1,55-ს.

როგორც მიღებული მონაცემებიდან ჩანს, ყველა ჩვენ მიერ შესწავლილი ინგრედიენტი, ნახშირის ანჰიდრაზას გარდა, ამ ჯგუფის ავადმყოფებში მკურნალობამდე დაქვეითებულია, ღოლო რაც შეეხება ნახშირის ანჰიდრაზას და ანჰიდრაზულ ინდექსს, ისინი ნორმასთან შედარებით ოდნავ მომატებული არიან (იხ. ცხრილი 1).

ცხრილი 1

სისხლის ზაგიერთი ფერმენტის ცვლილებება ფილტვის კიბოს დროს

	კატალა- ზას აქტი- ვობა	კატალა- ზური ინდექსი	პეროქსი- დაზას აქტი- ვობა	სარეზერვო ტუტეიანობა მოც. %-ით	ნახშირის ანჰიდრაზას აქტივობა	ანჰიდრა- ზული ინ- დექსი
მკურნალობამდე	11,44	2,59	40,5	42,96	3,45	1,55
2000 რენტგენის შემდეგ	11,71	2,54	38,6	42,80	3,48	1,41
5000 რენტგენის შემდეგ	12,40	2,54	35,6	49,68	3,34	1,46
8000 რენტგენის შემდეგ	11,64	2,32	38,7	51,32	3,29	1,38
მკურნალობის დასა- სრულს	13,56	2,66	44,3	53,47	2,92	1,29

განყოფილებაში შემოსვლისას ავადმყოფები უჩიოდნენ ხველას ნახველის გამოყოფით (ზოგიერთ შემთხვევაში ნახველს ერეოდა სისხლი), ტემპერატურის მატებას (38° — $38,4^{\circ}$), ყრუ ტკივილს გულ-მკერდის ამა თუ იმ მიდამოში. ქოშინს, გაძნელებულ სუნთქვას და საერთო სისუსტეს.

ავადმყოფების დაწვრილებითი კლინიკურ-რენტგენოლოგიური და ლაბორატორიული გამოკვლევის და ფილტვის კიბოს დიაგნოზის დაზუსტების შემდეგ ავადმყოფებს ენიშნებოდათ სხივური თერაპია სიმპტომატურ საშუალებებთან და ანტიბიოტიკებთან ერთად კომბინაციაში. ანემიის არსებობისას ავადმყოფს დამატებით უტარდებოდა კომპლექსური ანტიანემიური თერაპია.

სხივური თერაპიის ჩასატარებლად ავადმყოფებს ენიშნებოდათ ტელეგამათერაპიის კურსი IYT Co 400-ზე ერთჯერადი დოზით 200—250 რენტგენი. ზოგადი კლინიკური მდგომარეობის მიხედვით ავადმყოფი საერთო ჯამში მიღებულა 8600 რენტგენიდან—14.000 რენტგენამდე, საშუალოდ ყოველ კელზე 2200 რენტგენიდან 2500 რენტგენამდე

ჩატარებულმა დაკვირვებამ გვიჩვენა, რომ მკურნალობის დასრულების შემდეგ დაავადების არც კლინიკურ მიმდინარეობაში, არც შესწავლილ ფერმენტების მხრივ არავითარი ცვლილებები არ აღინიშნებოდა.

რენტგენის მიღების შემდეგ ავადმყოფებს აღინიშნებოდათ სოკადი მდგომარეობის ოდნავი გაუმჯობესება.

სისხლის ფერმენტების მხრივ ამ დროს აღინიშნებოდა შემდეგი ძვრები: კატალაზას აქტივობამ ოდნავ მოიმატა (11,44-დან 12,40-მდე), ხოლო კატალაზური ინდექსი თითქმის არ შეცვლილა (2,54). პეროქსიდაზას აქტივობა ოდნავ დაქვეითდა—40,5-დან 35,6-მდე. სარეზერვო ტლტინანობის მაჩვენებლებმა მოიმატეს (42,96-დან 49,68 მოც. %-მდე). ნახშირის ანჰიდრაზას აქტივობა და ანჰიდრაზული ინდექსი თითქმის არ შეცვლილა.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ჩვენი ავადმყოფები საერთო კურსზე ღებულობდნენ 8600-დან 1400-რენტგენამდე.

მკურნალობის დასასრულს ყველა შესწავლილი სისხლის ფერმენტის მაჩვენებლები იჩენდა მიდრეკილებას ნორმალიზაციისაკენ, თუმცა არც ერთმა მათგანმა არ მიაღწია ნორმალურ რიცხვებს. კატალაზას, პეროქსიდაზას აქტივობა და სარეზერვო ტლტინანობა მაინც რამდენიმე დაქვეითებული იყო ნორმასთან შედარებით, ხოლო ნახშირის ანჰიდრაზას აქტივობა მკურნალობის დასასრულსაც აღემატებოდა ნორმის მაღალ საზღვარს.

სისხლის ფერმენტების სრული ნორმალიზაციის არარსებობა ამ შემთხვევაში გასაგები ხდება, თუ გავითვალისწინებთ იმ მდგომარეობას, რომ ამ ჯგუფში არც ერთ ავადმყოფს არ აღინიშნებოდა სრული გამოჯანსაღება რენტგენოთერაპიის ზეგავლენით. ის დადებითი ძვრები, რომლებიც აღინიშნებოდა შესწავლილი ფერმენტების მხრივ, როგორც ჩანს, პირობადებულია ავადმყოფების კლინიკური მდგომარეობის გაუმჯობესებით. ავადმყოფებს უმცირდებოდათ ქოშინი, ნახველში აღარ ერეოდა სისხლი, ტემპერატურა ზოგიერთ შემთხვევაში ნორმამდე დავიდა, ხოლო რენტგენოლოგიურად შემცირდა და ფილტვებში პერიფოკალური ანთების, პიპოფერტილაციისა და ატელექტაზის მოვლენები. ამრიგად, ავადმყოფების კლინიკური მდგომარეობის გაუმჯობესებას თან ახლავს სისხლის ფერმენტების მაჩვენებლების გაუმჯობესებაც.

სარძევე ჯირკვლის კიბოს მქონე ავადმყოფების ჯგუფში (20 ავადმყოფი) ჩვენ ვსწავლობდით ფერმენტებს წინასაოპერაციო რენტგენოთერაპიის პერიოდში, რომელსაც სარძევე ჯირკვლის კიბოს დროს ენიჭება განსაკუთრებული მნიშვნელობა. პირველადი სიმსივნის შემცირებისა და სიმსივნის ირგვლივ არსებული ანთებადი მოვლენების დაქრომის გამო ჩქმნება ხელსაყრელი პირობები საოპერაციო ჩარევისათვის. სხივურ თერაპიასთან ერთად ამ ჯგუფის ავადმყოფებს უტარდებოდა პორმონალური თერაპია (ტესტოსტერონპროპიონატი).

კლინიკაში შემოსვლისას ავადმყოფებს აღინიშნებოდათ ნათლად შესაგრძნობი გამაგრება სარძევე ჯირკვლის გარკვეულ მიდამოში, ავადმყოფების ნაწილს ჯირკვლის მოცულობა გადიდებული ჰქონდა. ძუძუს დიდილი ჩახნეილი იყო. ზოგიერთი ავადმყოფი აღნიშნავდა მტკივნეულობას დაავადებული სარძევე ჯირკვლის პალპაციის დროს. ავადმყოფებს გადიდებული ჰქონდათ ილიის, ზოგჯერ კი ლავიწხედა ლიმფური კვანძები. ამრიგად, კლასიფიკაციის თანახმად, ავადმყოფებს აღინიშნებოდა II და III სტადიის სარძევე ჯირკვლის კიბო.

მკურნალობის დაწყებამდე ჩვენ მიერ შესწავლილი სისხლის ფერმენტები ამ ავადმყოფებში შემდეგნაირად მერყეობდნენ: კატალაზას აქტივობა, ისევე როგორც კატალაზური ინდექსი ნორმასთან შედარებით, დაქვეითებული იყო, 38. „მომბე“, ტ. XXX, № 5, 1963

ასევე დაქვეითებული იყო პეროქსიდაზას აქტივობა და სარეზერვო ტუტინაზას ნაწილის ანჰიდრაზას აქტივობა, ისევე როგორც ანჰიდრაზული ინდექსი, ნორმასთან შედარებით მომატებული იყო (იხ. ცხრილი 2).

რენტგენოთერაპია ავადმყოფებს შემდეგნაირად უტარდებოდა: სხივდებოდა ლავიწხედა და ლავიწქვედა სივრცეები, ილიის ფოსო, ხოლო სარძევე ჯირკვლი სხივდებოდა ოთხპოლარულად. დასხივებას იწყებდნენ სარძევე ჯირკვლიდან. ერთხელობრივი დოზა შეადგენდა 200—250 რენტგენს; შეჯამებული დოზა ყოველ ველზე კი 1500—2000 რენტგენს.

ცხრილი 2

სისხლის ზოგიერთი ფერმენტის ცვლილებები სარძევე ჯირკვლის კიბოს დროს

	კატალაზას აქტივობა	კატალაზური ინდექსი	პეროქსიდაზას აქტივობა	სარეზერვო ტუტინაზა მოც. %-ით	ნაწილის ანჰიდრაზას აქტივობა	ანჰიდრაზული ინდექსი
მკურნალობა	11,56	2,87	44,2	46,82	3,77	1,67
2000 რენტგენის შემდეგ	12,01	2,69	40,6	50,46	3,32	1,44
5000 რენტგენის შემდეგ	11,27	2,58	46,3	56,09	3,21	1,42
მკურნალობის დასასრულს	12,87	2,94	49,3	57,73	3,01	1,30

2000 რენტგენის მიღების შემდეგ ავადმყოფებს არც კლინიკური მავნებლობის, არც სისხლის ბიოკატალიზატორების მხრივ არ აღენიშნებოდათ საგრძნობი ცვლილებები.

500 რენტგენის მიღების შემდეგ სისხლის ფერმენტების მხრივ აღინიშნებოდა შემდეგი სურათი: კატალაზას აქტივობა დაქვეითდა გამოსავალ რიცხვებზე დაბლა (11,27). შემცირდა კატალაზური ინდექსიც (2,58). პეროქსიდაზას აქტივობამ ამ პერიოდში მოიმატა და ოდნავ გადააჭარბა საწყის დონეს (46,3). სარეზერვო ტუტინაზამ საგრძნობლად მოიმატა, ხოლო ნაწილის ანჰიდრაზას აქტივობა კიდევ უფრო დაქვეითდა (3,21) ანჰიდრაზული ინდექსთან ერთად (1,42).

მკურნალობის დასასრულს კლინიკურად აღინიშნებოდა ავადმყოფების საერთო მდგომარეობის გაუმჯობესება. სიმსივნემ სარძევე ჯირკვალში საგრძნობლად მოიკლო. შემცირდა რეგიონული ლიმფური კვანძებიც; დაყუჩდა ტკივილები. ფერმენტების მხრივ ამ დროს აღინიშნებოდა შემდეგი: კატალაზას აქტივობამ მოიმატა 12,87-მდე (11,56-დან), მაგრამ ნორმალურ რიცხვებს ვერ მიაღწია. კატალაზური ინდექსი ოდნავ აღემატებოდა საწყის დონეს. უფრო მეტად მოიმატა პეროქსიდაზას აქტივობამ (49,3). თუმცა არც აქ აღინიშნება მანკვინებლების ნორმალიზაცია. ნორმალურ დონეს მიაღწია მხოლოდ სარეზერვო ტუტინაზამ, რომელმაც მკურნალობის დასასრულს მიაღწია 57,75 მოც. %-ს. ნაწილის ანჰიდრაზა, რომელიც მკურნალობამდე მომატებული იყო, მკურნალობის დასასრულს დაქვეითდა, მაგრამ ნორმას მაინც ვერ მიაღწია და მალა დონეზე მერყეობდა (3,01). იგივე ითქმის ანჰიდრაზულ ინდექსზეც.

ამრიგად, სარძევე ჯირკვლის კიბოს მქონე ავადმყოფების ჯგუფში, ისევე როგორც ფილტვის კიბოს მქონე ავადმყოფების ჯგუფში, ფერმენტების მანკვინებლებს მკურნალობის დასასრულს ემჩნეოდა გარკვეული ტენდენცია ნორმალიზაციისაკენ, მაგრამ სრული ნორმალიზაცია აქაც არ აღინიშნებოდა. ეს მდგომარეობა იმით აიხსნება, რომ ამ ჯგუფის ავადმყოფებს უტარდებოდა მხო-

ლოდ წინასწარი და არა რადიკალური მკურნალობა. ამ ავადმყოფების რადიკალური განკურნება მიიღება მხოლოდ ქირურგიული ჩარევით და სარძვევე ჯირკვლისა და დაზიანებული ლიმფურა კვანძების მთლიანი ამოკვეთისას.

კანის კიბოს მქონე ავადმყოფების ჯგუფი 20 ადამიანისაგან შედგებოდა. უნდა აღინიშნოს, რომ სიმსივნეთა სხვადასხვა ფორმებს შორის კანის კიბო ყველაზე მგრძობიარეა რენტგენოთერაპიის მიმართ. რენტგენოთერაპია იძლევა დადებით შედეგებს კანის კიბოს ყველა ფორმის დროს და სრული განკურნების პროცენტი ამ დროს მეტად მაღალ რიცხვებს აღწევს.

ავადმყოფებს მკურნალობამდე აღინიშნებოდათ კანის დაწყლულება სახის სხვადასხვა უბნებში (ლოყა, ცხვირი). წყლულები სიდიდით 1×1 სმ, 3×4 სმ, უსწორო, მკვრივი, გარქავებული, კიდეებით დაფარული იყო მორუხო-ქუქუყიანი ნადებით.

სისხლის ფერმენტების მხრივ ამ ავადმყოფებში მკურნალობამდე სხვა, ჯგუფებთან შედარებით ძალიან უმნიშვნელო ცვლილებები აღინიშნებოდა. კატალაზას აქტივობა და კატალაზური ინდექსი დაქვეითებული იყო, პეროქსიდაზას აქტივობა კი უმნიშვნელოდ იყო შემცირებული (45,0). სარეზერვო ტუტეანობის მაჩვენებლები ნორმის ფარგლებში მერყეობდა (58,37), ხოლო ნახშირის ანჰიდრაზას აქტივობა ოდნავ აღემატებოდა ნორმის მაღალ საზღვარს (2,81) (იხ. ცხრილი 3).

ცხრილი 3

სისხლის ზოგიერთი ფერმენტის ცვლილებები კანის კიბოს დროს

	კატალა- ზას აქტი- ვობა	კატალა- ზური ინდექსი	პეროქსი- დაზ. ს აქტივობა	სარეზერვო ტუტეანობა მოც. %-ით	ნახშირის ანჰიდრაზას აქტივობა	ანჰიდრა- ზული ინდექსი
მკურნალობამდე	11,37	2,30	45,6	58,37	2,81	1,21
2000 რენტგენის შემდეგ	10,22	2,27	43,4	59,28	2,75	1,16
5000 რენტგენის შემდეგ	11,25	2,41	45,8	62,76	2,54	1,08
მკურნალობის დასა- სრულს	12,39	2,78	49,4	59,86	2,69	1,06

ჰისტოლოგიური აღნაგობის მხრივ გამოსაკვლევ ავადმყოფებს აღინიშნებოდათ კანის კიბოს ბაზალურ-უჯრედოვანი ფორმა მეორე და მესამე სტადიაში. ამ ავადმყოფების სამკურნალოდ გამოიყენებოდა ახლოფოკუსური რენტგენოთერაპია ერთჯერადი დოზა შეადგენდა 500 რენტგენს, საერთო ჯამში კი 5000—6000 რენტგენს. ზოგიერთ შემთხვევაში მკურნალობის კურსი 8000 რენტგენს შეადგენდა.

5000 რენტგენის მიღების შემდეგ კლინიკურ სურათში გარკვეული ძვრები აღინიშნება. სიმსივნის ირგვლივ ვითარდება შეშუპება, თვით სიმსივნე და მისი კიდეები რბილდება, წყლულიდან გამოდის სეროზულ-ჩირქოვანი გამონადენი.

კატალაზას აქტივობა ამ პერიოდში მატულობს საწყის დონემდე და შეადგენს 11,25-ს, ხოლო კატალაზური ინდექსი 2,41-ს უდრის. პეროქსიდაზას აქტივობა უცვლელი რჩება. სარეზერვო ტუტეანობის მაჩვენებლები მატულობდა საწყისთან შედარებით (62,76 მოც. %), ხოლო ნახშირის ანჰიდრაზას აქტივობა დაქვეითდა, მაგრამ მაინც ნორმის ფარგლებში მერყეობდა.

მკურნალობის დასასრულს კანის დაწყლულებული უბანი მთლიანად რბილდება, ქრება კიდეების გამკვრივება, წყლულიდან კვლავ გამოდის სეროზულ-



ჩირქოვანი გამონადენი. ასეთ კლინიკურ მდგომარეობაში ავადმყოფებს უწყდებოდა მკურნალობა. წყლულის დაფარვა ფუფხით და სრული შეხორცება რენტგენოთერაპიის უკანასკნელი სეანსის, 2—3 კვირის შემდეგ აღინიშნებოდა. ავადმყოფების გაწერის წინ ფერმენტების მაჩვენებლები შემდეგ სურათს იძლეოდა: კატალაზას აქტივობა მოიმატა, მაგრამ ნორმას ვერ მიაღწია; პეროქსიდაზას აქტივობამ, რომელიც მკურნალობის დაწყებამდე უმნიშვნელოდ იყო დაქვეითებული, მოიმატა და ნორმას მიუახლოვდა. სარეზერვო ტუტინაზა როძელმაც მკურნალობის პროცესში მოიმატა, დაქვეითდა გაქოსავალ ნორმალურ რიცხვამდე. ნაწშირის ანჰიდრაზას აქტივობამ მკურნალობის დასასრულს სრული ნორმალისხაცია განიცადა.

ამრიგად, ავთვისებიანი სიმსივნეების ზოგიერთი ფორმის დროს ჩატარებულმა სისხლის ფერმენტების შესწავლამ გამოავლინა კანონზომიერი ცვლილებები მათს აქტივობაში რენტგენოთერაპიისთან დაკავშირებით. ყველა ჩვეულის ავადმყოფებში მკურნალობის დაწყებამდე აღინიშნებოდა კატალაზას აქტივობისა და კატალაზური ინდექსის დაქვეითება. დაქვეითებულ იყო პეროქსიდაზას აქტივობაც და სარეზერვო ტუტინაზის მაჩვენებლებიც. ნაწშირის ანჰიდრაზას აქტივობა და ანჰიდრაზული ინდექსი მომატებული იყო. ამ ფერმენტების მაჩვენებლების ნორმისაგან გადახრის ხარისხი ავადმყოფების სხვადასხვა ჩვეულებაში სხვადასხვაგვარი იყო. მაგალითად, პეროქსიდაზასა და ნაწშირის ანჰიდრაზას აქტივობის სრულიად უმნიშვნელო ცვლილებები აღინიშნებოდა კანის კიბოს მქონე ავადმყოფებში, ხოლო სარეზერვო ტუტინაზის მაჩვენებლები ამ დროს საერთოდ არ სცილდებოდა ნორმის ფარგლებს. სარეზერვო ტუტინაზის ყველაზე დაბალი მაჩვენებლები მიღებული იყო ფილტვის კიბოს დროს. კატალაზას აქტივობისა და მისი ინდექსის დაქვეითება დაახლოებით თანაბრად იყო გამოხატული ავადმყოფების სხვადასხვა ჩვეულებში.

ამრიგად, მკურნალობის დაწყებისთანავე დადგენილი იყო რაღაც გარკვეული დამოკიდებულება შესწავლილ სისხლის ფერმენტების მაჩვენებლებსა და სიმსივნური პროცესის ფორმასა და სიმძიმეს შორის. საესებით გასაგებია, რომ ორგანიზმის მკაფიო-ტუტოვანი წონასწორობა ყველაზე მკვეთრად შეიცვლილი იყო ფილტვის კიბოს დროს დარღვეული ვენტილაციისა და ორგანიზმში მკაფიო პროდუქტების დიდი რაოდენობით დაგროვების გამო. ფერმენტების ყველაზე უმნიშვნელო ცვლილებები აღინიშნებოდა კიბოს მსუბუქი, ლოკალური ფორმის — კანის კიბოს დროს. რაც შეეხება რენტგენოთერაპიის გავლენას სისხლის ფერმენტების ცვლილებებზე, აქაც უმჩინელი იყო ზოგიერთი კანონზომიერება. ავადმყოფების ყველა ჩვეულებაში მკურნალობის დასასრულს აღინიშნებოდა ტენდენცია ფერმენტების აქტივობის ნორმალისხაცისაკენ. მაგრამ სრული ნორმალისხაცია არ აღინიშნებოდა არც ერთ შემთხვევაში. აქ, ეტყობა, გარკვეულ როლს თამაშობს ის მდგომარეობა, რომ რენტგენოთერაპია, რომელიც უტარდებოდა გამოკვლეულ ავადმყოფებს, არ წარმოადგენდა ამ ავადმყოფების მკურნალობის რადიკალურ მეთოდს. შემთხვევათა ნაწილში (ფილტვის კიბო) იგი იძლეოდა ავადმყოფების მდგომარეობის დროებით შემსუბუქებას, ხოლო შემთხვევათა მეორე ნაწილში იგი წარმოადგენდა მხოლოდ მოსამზადებელ ეტაპს მკურნალობის რადიკალური მეთოდის ჩასატარებლად (სარძვევი ჯირკვლის კიბო). რაც შეეხება კანის კიბოს, რენტგენოთერაპია თუმცა იძლევა სრულ განკურნებას, მაგრამ იგი რენტგენოთერაპიის უკანასკნელი სეანსის ორი-სამი კვირის შემდეგ აღინიშნებოდა.

რენტგენოლოგიისა და სამედიცინო რადიოლოგიის

სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი

თბალისი

(რედაქციას მოუწვია 27.7.1961)

გეოგრაფია

მ. ცხომავაშვილი

მთიან მხარეებში არსებული მოსწორებულ ზედაპირების ძირითადი საფეხურების რაოდენობის დადგენის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიოსმა ა. ჯავახიშვილმა 5.10.1961)

სპეციალურ ლიტერატურაში არა ერთხელ აღნიშნულა ის დიდი მნიშვნელობა, რომელიც მთიან მხარეებში არსებული მოსწორებული ზედაპირების შესწავლას აქვს. ამიტომ გასაგებია, თუ რატომ არის უკანასკნელ ხანს მკვლევართა ყურადღება მათ მიმართ ესოდენ გამახვილებული.

როგორც ცნობილია, დღეისათვის საბჭოთა გეომორფოლოგებს ბ. ლიჩკოვის [1, 2], კ. მარკოვის [3, 4], ნ. დუმიტრაშკოს [5, 6], ი. მემჩიურის [7] და სხვათა მიერ მოსწორებული ზედაპირების გენეზისის, ასაკის და რაოდენობის საკითხებთან დაკავშირებით არა ერთი საყურადღებო გამოკვლევა დაწერილი. მაგრამ ჭერჭერობით თვით ზედაპირთა შესწავლის მეთოდის საკითხები აშკარად უკანა პლანზე იმყოფება. ეს იფქმის პირველ რიგში მოსწორებულ ზედაპირთა სიმალლითი საფეხურების გამოყოფის შესახებ. ძირითადად აღნიშნული მეთოდის უქონლობით უნდა აიხსნას ისეთი ფაქტები, როცა ერთიდაიგივე მთიანი მხარის ზედაპირთა სიმალლითი საფეხურების რაოდენობის შესახებ მკვლევრები მკვეთრად განსხვავებულ ცნობებს იძლევიან.

ამის ნათელსაყოფად, რომ არაფერი ვთქვათ, მაგალითად, ალპების შესახებ, სადაც სხვადასხვა ავტორის მიერ გამოყოფილი საფეხურების რიცხვთა სხვაობა ოცს აღემატება, — საქართველოში მდებარე აჭარა-თრიალეთის მთავრენილიც გამოკვადგება, სადაც ფრიად ავტორიტეტულ მკვლევრებს ზოგს ორი, ზოგს ხუთი, ექვსი და რვა საფეხური აქვთ გამოყოფილი [4, 8, 9, 10; 11].

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე, მოსწორებული ზედაპირების შესწავლის საერთო ფონზე მათი კვლევის მეთოდის საკითხების დამუშავება არამც თუ საყურადღებოა, არამედ აუცილებელი და ამავე დროს საინტერესოც.

ჩვენ მიერ ჩატარებული მუშაობა ერთგვარ ცდას წარმოადგენს აღნიშნული მიმართულებით, რომელმაც დაინტერესებულ პირებს შეიძლება გარკვეული სამსახური გაუწიოს მოსწორებული ზედაპირების ძირითადი სიმალლითი საფეხურების გამოყოფისა და მასთან მჭიდრო კავშირში მყოფი ზოგიერთი სხვა საკითხის გარკვევის საქმეში. უფრო ზუსტად თუ ვიტყვი, ქვემოთ მოცემული მეთოდიკა დაგვეხმარება ისეთი საფეხურების გამოყოფის საქმეში, რომელთა გენეზისი ლოკალური ფაქტორებით კი არაა გაპირობებული, არამედ იმ ტექტონიკურ-დეზუდაციური ხასიათის ციკლური ცვლილებებით, რომელთა გამოვლინება გეოლოგიურად ხანგრძლივი ინტერვალებით წარმოებდა და რომელთაც ვრცელ ტერიტორიაზე თავისი მოქმედების აშკარა კვალი დაუტოვებიათ.

მთიან მხარეებში არსებული მოსწორებული ზედაპირების სიმალლითი საფეხურების გამოყოფის მეთოდი, რომელსაც პირობით ზედაპირთა სისწირის სკალის შედგენის სახელწოდებით აღვნიშნავთ, გამოყენებულ იქნა აჭარა-



თრიალეთის მთავრეხილის მაგალითზე. აღნიშნულ მთავრეხილზე შეჩერება არ ყოფილა შემთხვევითი და იგი რამდენიმე მნიშვნელოვანმა ფაქტორმა განაპირობა.

1. აჭარა-თრიალეთის მთავრეხილისათვის გვაქვს სათანადო რუკები, რომლებიც აუცილებლად საჭიროა ზედაპირთა ფრაგმენტების იმ კატალოგის შესადგენად, რომლის შესახებ ქვემოთ გვექნება ლაპარაკი;

2. თითქმის ყველა მკვლევარი, რომელსაც აჭარა-თრიალეთის მხარეში ჩატარებია მუშაობა მოსწორებული ზედაპირების არსებობას ამ მხარის დამახასიათებელ მორფოლოგიურ ნიშნად თვლის(1).

3. აჭარა-თრიალეთის მთავრეხილის შესახებ არსებობს გეოლოგიური თვალსაზრისით ჩატარებული დეტალური გამოკვლევები;

4. აღნიშნულ მთავრეხილზე ჩვენ რიგი წლების განმავლობაში ვატარებთ სავლელ მუშაობას და პირადი დაკვირვების სათანადო მასალები მოგვეპოვება [12, 13].

როგორც ზემოთ აღინიშნა, ძირითადი ზედაპირების სიმალლითი საფეხურების გამოსაყოფად აუცილებელია სათანადო მასშტაბის მქონე რუკა და ამავე დროს სავლელ დაკვირვების მასალების გამოყენება ზედაპირთა ტოპოგრაფიისა და მისი სტრუქტურული თავისებურების ურთიერთდამოკიდებულების გარკვევის თვალსაზრისით.

გრაფიკის აგება და უკანასკნელის საფუძველზე მოსწორებული ზედაპირის ძირითადი საფეხურების გამოყოფის არსი შემდეგში მდგომარეობს.

პირველ ყოვლისა ვიღებთ ჩვენთვის საინტერესო მთიანი მხარის სათანადო რუკას და მასზე გამოსახული რელიეფის დეტალური ანალიზის საფუძველზე ვადგენთ მოსწორებულ ზედაპირების ფრაგმენტთა კატალოგს. კატალოგში ასახული უნდა იყოს ყველა საყურადღებო ზედაპირის ფრაგმენტთა ისეთი თავისებურება, როგორცაა, მაგალითად: მდებარეობა, უმაღლესი, უმდაბლესი და საშუალო სიმაღლე, ზედაპირის გამოსახულების სიტყვიერი დახასიათება და სხვა.

აღრვეისა და გაუგებრობის თავიდან აცილების მიზნით საჭიროა ზემოაღნიშნული კნობები შეკრებილი იყოს ცალკადაც მოცემული ქედის თითოეული ფერდობისათვის. ამასთან ერთად კატალოგში აღნიშნულ ზედაპირებს სათანადო რიგითი ნომრები უქვდება.

ამის შემდეგ ქედის თითოეული ფერდობისათვის ვიწყებთ მოსწორებულ ზედაპირების გავრცელებისა და მათი სიმაღლითი მდებარეობის ამსახველი გრაფიკის შედგენას. ამ გრაფიკზე ვერტიკალის მიმართულებით სიმაღლეებია მოცემული(2, ხოლო ჰორიზონტალზე თანმიმდევრობით აღინიშნება ის ადგილები, რომელზეც ამა თუ იმ მოსწორებული ზედაპირის ფრაგმენტია წარმოდგენილი. მაგ., მდინარეთა თყალთაშორისი ან სათანადო რუკის ფურცლის ნომერი.

ამ გრაფიკზე თითოეული ზედაპირის ფრაგმენტი მოკლე ჰორიზონტულ ხაზითაა აღნიშნული და წარწერილი აქვს ის რიგითი ნომერი, რომლითაც იგი კატალოგშია აღნიშნული. ამ რიგით ნომრებს ის მნიშვნელობა აქვს, რომ იგი გვეხმარება ამ მუშაობის მეოხებით მიღებული საბოლოო შედეგების სისწორის შემოწმებაში, არაიმე უნებლიე გაუგებრობის გარკვევის საქმეში.

მიღებულ გრაფიკზე სიმაღლითი საფეხურების გავრცელების კანონზომიერების სურათი ძნელი შესამჩნევია. მისი ჩვენება ამ გრაფიკზე არ შეიძლება და

(1) თუმცა ნ. დუმიტრაშკოს სამართლიანი შენიშვნით ზოგი ამ მხრივ ზედმეტ გადაჭარბებასაც იჩენს [14].

(2) გამოცდილებამ გვიჩვენა, რომ ამ მიზნით ყველაზე უკეთესია ვერტიკალურ მასშტაბად 1:200 მ-ის აღება.

არცაა აუცილებელი, რადგან მისი დანიშნულება ზედაპირთა ფრაგმენტების გეოგრაფიულ გავრცელებასა და მათი სიმაღლეების ასახვაში მდგომარეობს.

სიმაღლითი გავრცელების კანონზომიერება თვალსაჩინო ხდება მეორე გრაფიკულ, რომელსაც, როგორც ზემოთ აღინიშნა, ზედაპირთა სიმაღლითი გავრცელების სკალას ვუწოდებთ. ეს უკანასკნელიც ქედის თითოეული ფერდობისათვის ცალკეულად დგება. მასაც ისეთივე ვერტიკალური მასშტაბი ჯაჩნია, როგორც პირველს, და მოსწორებელი ზედაპირების ფრაგმენტები თანაბარი სიგრძის (მთლიანი ან წყვეტილი) პორიზონტული ხაზებითაა აღნიშნული.

სკალაზე ფრაგმენტების აღნიშვნას ვიწყებთ მარცხენა პირველი სვეტიდან. მომდევნო სვეტში მათ აღნიშვნას იმ შემთხვევაში ვახდენთ, როცა წინა სვეტში საამისო ადგილი უკვე შევსებულია. ამ გზით საბოლოო ჩამში ვღებულობთ სკალას, რომელიც მარცხნიდან მარჯვნივ თანდათან გაიშვილებულ სახეს იძენს და კარგად გვიჩვენებს სიმაღლითი საფეხურების კანონზომიერ ჭვუფურ განლაგებას.

ჩვენ შორსა ვართ იმ აზრისაგან, რომ სკალაზე აღნიშნული ყველა ფრაგმენტი ციკლურ პროცესებთან დაკავშირებული ზედაპირების ნაწილად მივიჩნით. გამოირჩეული არაა ზოგიერთი მათგანის ჭკუფის გარეშე დარჩენა. ეს ბუნებრივია და სხვაგვარად არც შეიძლება იყოს. უნდა ვფიქროთ, რომ მათი მცირე ნაწილი ამა თუ იმ ლოკალური ფაქტორის შედეგია და საერთო არა აქვს იმ ფრაგმენტებთან, რომლებიც ციკლურ პროცესებთანაა დაკავშირებული.

როგორც გამოცდილებამ დაგვანახვა, არცთუ ისე იშვიათად, ამა თუ იმ ლოკალური ფაქტორით მიღებული ზედაპირის ნაწილი სწორედ ისინია, რომლებსაც ჭვუფობად თავმოყრილი ზედაპირთა შორის შესამჩნევად იზოლირებული ადგილი უყავია და გაიშვილებული სიხშირის მქონეა, ანდა მათ კიდევ ნაწილებზეა წარმოდგენილი. ამ თითო-ორთა „უაღვალო“ ფრაგმენტმა არ შეიძლება დაჩრდილოს ის აშკარა სურათი, რომელიც ფრაგმენტთა შემოსხმებული თავმოყრით გამოიხატა და ამიტომ მათ არ შეუძლიათ სერიოზული გავლენის მოხდენა სკალის ანალიზით მიღებული დასკვნების სისწორეზე — ზედაპირთა ძირითადი სიმაღლითი საფეხურების გამოყრებისას.

ქედის თითოეულ ფერდობზე ზედაპირთა ფრაგმენტების შემოაღნიშნული ჭვუფური განლაგება, მათ საშუალო სიმაღლეთა თითქმის თანხვედრა, ჭკუფთა რიყხვი და ზოგი რამ სხვა ნიშანი საფუძველს იძლევა ყველა ისინი ერთ შემეჯამებელ სკალაზე გადავიტანოთ. ამასთან თითოეულ ჭკუფში ყველაზე უფრო გავრცელებული სიმაღლის გამოვლინებისათვის და მეტი თვალსაჩინოებისათვის ფრაგმენტები 20 მეტრით მიუჯახლოვით მოცემული ჭკუფის საშუალო სიმაღლის მაჩვენებელს.

უკანასკნელ სკალაზე ფრაგმენტთა ის ჭკუფები, რომლებიც ერთმანეთს დაემთხვევა, უდავოდ ერთ რომელიმე ციკლთან არიან დაკავშირებული და ამრიგად ციკლურ ზედაპირებს წარმოადგენენ. ისინი კი, რომლებიც ქედის მხოლოდ ერთ რომელიმე ფერდობზე იქნებიან წარმოდგენილი და სხვაგან მათი შესატყვისი ან არ აღმოჩნდება, ანდა მხოლოდ უმნიშვნელო რაოდენობით, ისინი ადგილობრივ ზედაპირებად უნდა მივიჩნიოთ.

სინთეზურ სკალაზე ჭკუფთა შორის არსებული ინტერვალები სხვა არა უნდა იყოს რა, თუ არა ტექტონიკური მოძრაობის აქტივობის იმ ეტაპთა თავისებური გამოვლინება, რომელსაც ადგილი ჰქონდა მოცემული მთიანი მხარის გეოლოგიური განვითარების ისტორიაში, და რამდენადაც მოსწორებულ (დენუდაციურ) ზედაპირთა საფეხურის გაჩენა ტექტონური მოძრაობის გარეშე შეუძლებელია. მათი რაოდენობა უკანასკნელი გეოლოგიური პერიოდის ოროგენული ციკლების რიყხვის დასადგენადაც შეიძლება გამოგვადგეს.

როგორც უკვე ითქვა, შემოაღნიშნული მეთოდიცა გამოვიყენეთ აქარათრიალეთის მთაგრეხილის მაგალითზე. ეს მთაგრეხილი, რომელიც სამისამდე

კილომეტრის მანძილზეა სიკანედურად გავიშული შავი ზღვის სანაპიროსა და თბილისის მიდამოებს შორის, ბორჯომის რაიონში მდ. მტკვრის მიერ ორ შორ-ფოლოგიურ ნაწილად არის გამოყოფილი—დასავლეთით მდებარე აჭარა-იმერეთის და აღმოსავლეთით მდებარე თრიალეთის ქედებად. ამიტომ, მოსწორებულ ზედაპირთა ფრაგმენტები თითოეული ნაწილისათვის როგორც კატალოგში, ისე ანალოგიურ გრაფიკებზე ცალკეულად გვაქვს მოცემული. აღნიშნულ მთაგრებილზე აღრიცხული 296 ფრაგმენტიდან ყველაზე მეტი აჭარა-იმერეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობზე მოდის და იგი 131 შეადგენს. ამავე ქედის სამხრეთისა და თრიალეთის ჩრდილო ფერდობზე შესაბამისად 81 და 84 ფრაგმენტი შენიშნული. დროულ საგულისხმოა ის ფაქტი, რომ უკანასკნელ ორ ფერდობზე არა თუ ფრაგმენტთა ჯგუფების თანაბარ რაოდენობასთან გვაქვს საქმე, არამედ მათი საშუალო სიმაღლის მეტისმეტ სიახლოვესთანაც (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

№№	თრიალეთის ქედის N ფერდობის ფრაგმენტთა ჯგუფების საშ. აბს. სიმაღ. მეტრობით	აჭარა-იმერეთის ქედის S ფერდობის ფრაგმენტთა ჯგუფების საშ. აბს. სიმაღლე მეტრობით	სიმაღლეთა სხვაობა მეტრობით
I ¹			
II	2177	2156	21
III	1956	1938	18
IV	1619	1660	41
V	1218	1193	25

როგორც სინთეზური სკალიდან ჩანს, ორივე მათგანზე ფრაგმენტთა ოთხი ჯგუფია და მათ საშუალო სიმაღლეთა შორის არსებული სხვაობა შემდეგი სახის მქონეა:

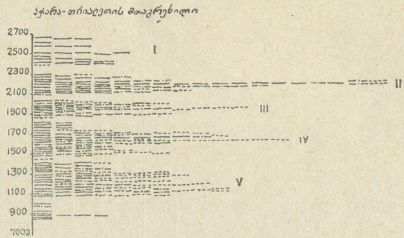
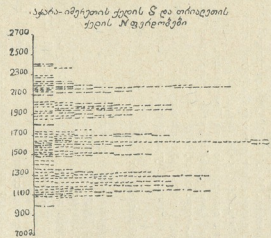
ცხრილი 2

№№	აჭარა-თრიალეთის ქედის N ფერდობის ფრაგ. ჯგუფების საშ. აბს. სიმაღლე მეტრობით	თრიალეთის ქედის N ფერდობის ფრაგ. ჯგუფების საშ. აბს. სიმაღლე მეტრობით	აჭარა-იმერეთის ქედის S ფერდობის ფრაგ. ჯგუფების საშ. აბს. სიმაღლე მეტრობით	საერთო საშუალო სიმაღლე მეტრობით
I	2500			2500 ¹
II	2189	2177	2156	2170
III	1964	1956	1938	1950
IV	1665	1619	1660	1650
V	1255	1218	1193	1220
VI	824	—	—	—

არსებითად თითქმის ასეთ სიმაღლით მაჩვენებლებთანა გვაქვს საქმე აჭარა-იმერეთის ქედის ჩრდილოეთ ფერდობებზე მდებარე ზედაპირების შემთხვევაშიც, თუმცა აქ მათი რაოდენობა ნაცვლად ხუთისა ექვს შეადგენს, რომელთაგან I, II, III, IV და V ჯგუფი ზემოაღნიშნულთა შესაბამისია, ხოლო VI ზედაპირის შემადგენელი ჯგუფია ისეთი, რომელიც მთაგრებილის მხოლოდ ამ ნაწილშია წარმოდგენილი, ამიტომ უკანასკნელს პირობით ადგილობრივი მნიშვნელობის ზედაპირს ვუწოდებთ, დანარჩენებს კი ძირითადად (ცხრილი 2 და ნახაზი).

(¹ პირველი ზედაპირი აჭარა-იმერეთის ქედის სამხრეთ და თრიალეთის ქედის ჩრდ. ფერდობებზე თითო-ორთა ფრაგმენტის სახითაა წარმოდგენილი და ამიტომ არაა მათი საშ. სიმაღლე მითითებული.)

(² საერთო საშუალო სიმაღლე დამრგვალებულია 5 მეტრის ფარგლებში.)



სურ. 1

მოსწორებული ზედაპირების ფრაგმენტთა კუთხეების დ მათ მიერ შექმნილ სიმაღლითი საფეხურების შუაღა

შეფენილი შ.ა. ყხოვრებაშვილის მხარე 1960წ

პირთმითი ნიშნები.

—	აჭარა-იფრეთის ქედი N ფერდობის შიშ. ზედაფეხურები	I	საფეხურის სიმაღლე 2500 მ.
- - -	" " " S " " " "	II	" " 2170 მ.
---	თრიალეთის ქედი N " " " "	III	" " 1950 მ.
		IV	" " 1650 მ.
		V	" " 1220 მ.

მთავრების სხვადასხვა ფერდობებზე არსებულა ზედაპირების საშუალო სიმაღლეთა ასეთი სიახლოვე იმაზე მიუთითებს, რომ აქ შემთხვევითობასთან კი არა გვაქვს საქმე, არამედ აშკარა კანონზომიერების გამოვლინებასთან. კანონზომიერების ეს ფაქტი კიდევ უფრო მტკიცდება ფრაგმენტთა ჯგუფებისა და აღნიშნული მთავრების უმთავრესი ოროფაზების რაოდენობის თანხვედრით [15].

გამორიცხული არაა იმის შესაძლებლობა, რომ ზემოაღნიშნული საფეხურები ტიპოლოგიურიც აღმოჩნდეს. ამას მომავალი მუშაობა გვიჩვენებს, როცა ანალოგიური ანალიზი მეზობლად მდებარე ქედების მიმართაც ჩატარდება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ვახუშტის სახელობის
 გეოგრაფიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.10.1961)

დაიოსმებაშლი ლიტმრატურა

1. Б. Л. Личков. О горных денудационных поверхностях и их происхождении. Изв. Всес. Геогр. Об-ва, т. 77, в. 4, 1945.
2. Б. Л. Личков. О поднятии торных систем. Вопр. геогр., сб. 36, 1954.
3. К. К. Марков. О горных денудационных поверхностях и их происхождении. Вопр. Геогр., сб. 3, 1947.
4. К. К. Марков. Основные проблемы геоморфологии. М., 1947.
5. Н. В. Думитрашко. О генезисе поверхностей выравнивания. Вопр. геогр., сб. 36, 1954.
6. Н. В. Думитрашко. Основные проблемы геоморфологии Кавказа. АН СССР, отд. Геолого-географических наук, геоморф. комиссия, М., 1950.
7. Ю. А. Мещеряков. О полигенетических поверхностях выравнивания на примере Юга-Востока Русской равнины. Изв. АН СССР, сер. геогр., № 1, 1959.
8. С. Н. Неманишвили. Денудационные поверхности Восточной части Ахалдзихской котловины. Сообщ. АН Груз. ССР, т. 24, № 2, 1950.
9. Н. Е. Астахов. О поверхностях выравнивания на Тriaлетских горах (Восточная Грузия) в связи с историей формирования долины р. Курм. Труды Инст. Геогр. им. Вахушти, т. 6, физ.-геогр. серия, 1955.
10. Б. А. Клопотовский. Геоморфология и палеогеография центральной части Аджаро-Тriaлетской горной области. Труды Инст. Географии им. Вахушти, т. 6, физ.-геогр. серия, 1955.
11. С. С. Кузнецов. Аджаро-Тriaлетская складчатая система. АН СССР, М.—Л., 1937.
12. Ш. А. Цховребашвили. Выравненные поверхности в бассейне р. Курм между с. с. Ацкури и Ташикар. Труды ТГУ, т. 92, 1953.
13. Ш. А. Цховребашвили. К вопросу о денудационных поверхностях Северного склона Аджаро-Имеретского хребта. Сообщ. АН СССР, т. 29, № 1, 1952.
14. Н. В. Думитрашко. О пенепах Малого Кавказа. Изв. АН СССР, серия Геол., № 2, 1950.
15. П. Д. Гамкрелидзе. Геологическое строение Аджаро-Тriaлетской складчатой системы. АН Груз. ССР, Инст. Геологии и минералогии, Тбилиси, 1949.

გეოლოგია

ბ. ჯანაშიძე

(საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი)

ორგანიზმური ციკლების შესახებ¹

შტილეს კარგად ცნობილი ოროგენეტიკული ფაზისების (ოროფაზისების) თეორია დანაოჭების ხანმოკლე ეპიზოდების წარმოდგენაზე არის აგებული. ასეთი ეპიზოდების დადგენა კუთხურ უთანხმოებათა ფაქტს ემყარება. ითვლება, რომ უთანხმოებას ქვეშ მდებარე შრეები დანაოჭებისას უკვე არსებობდნენ. ხოლო იმავე ზედაპირს ზევით მდებარე შრეები დანაოჭების დამთავრების შემდეგ არიან დალექილი [1].

ცხადია, რომ, თუ გეოლოგიური ქრილი საკმაოდ სრულია (ხარვეზი არ არის ან მცირეა), დანაოჭებას კატასტროფის ხასიათი მიეცემა, როგორც ეს არა ერთხელ აღუნიშნავს ნ. ს. შატსკის [2] და სხვებსაც. ასეთ კრიტიკას სავსებით ამართლებს ფაზისების გრაფიკული გამონახულებაც, რომლისაც შტილე იძლევა: დროის კოორდინატზე ფაზისი გამოიყურება როგორც წერტილი [3, სურ. 4].

რაც შრომაში მე შევეცადე დამესაბუთებია საერთოდ გაგრძელებული შეხედულება, რომ დანაოჭება ხანგრძლივად პროცესი არის [4, 5, 6, 7]. იგი სელიმენტაციასთან ერთად მიმდინარეობს, იწვევს ახევებას და გამოხატულებას ჰოლოზონებში რეგრესიაში (ოროგენის ფარგლებში). კუთხურ უთანხმოებასთან ერთად ასეთი რეგრესია არამართ დანაოჭების ფაქტს დადგენის, არამედ ამ პროცესის ხანგრძლივობის გარკვევის შესაძლებლობასაც იძლევა: ეს იქნება დრო რეგრესიის დაწყებიდან მომყოლ ტრანსგრესიასა და უთანხმოებამდე.

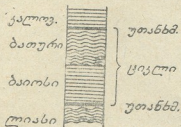
იმავე დროს საქართველოს იურული და ცარკული ფორმაციების შესწავლამ ნათელჰყო, რომ აქ საქმე გვაქვს მოვლენების მკაფიო და ერთგვაროვან თანამიმდევრობასთან: კუთხური უთანხმოება; დაძირვა, ტრანსგრესია და სელიმენტაცია; ნაოჭების განვითარება, ახეგება და რეგრესია; ისევ კუთხური უთანხმოება და ა. შ. ადვილი დასანახავია, რომ უთანხმოებიდან უთანხმოებამდე მოვლენათა კანონზომიერი ცვლა წარმოადგენს წესიერ ციკლებს, რომელთაც შეიძლება ოროგენეტიკური ვუწოდოთ. კუთხური უთანხმოებები და, მაშასადამე, შტილეს „ფაზისები“ მხოლოდ ციკლებს შუა საზღვრის მახინგებელი იქნებიან (სურ. 1). თვითიველი ციკლი თავის მხრით ორ ფაზისად იყოფა: 1. დაძირვა და სელიმენტაცია; 2. დანაოჭება და ახეგება (თანამგზავრი სელიმენტაციით).

ამგვარად, გაგებული ოროგენეტიკური ციკლების გამოყოფა ნაწილობრივ იმავე დაკვირვებებს ემყარება, როგორც შტილეს ოროფაზისების გამოყოფა. ამიტომ შედეგიც მრავალი მხრივ მსგავსი არის. მაინც არაერთი „ფაზისი“ გასაუქმებელი ხდება. ეს საკითხი განმარტებას მოითხოვს.

დავიწყებ პირენეული ფაზისებით თუ ქვეფაზისებით. თვით პირენეებში შტილე ამ ფაზისებს პალასუს კონგლომერატების (პუდინგების) დალექვის

¹ საქართველოს გეოლოგიური საზოგადოების სხდომაზე (1962 წ. ოქტომბრის 12) წაკითხული მოხსენების რეზიუმე.

დასაწყისს და დასასრულს უკავშირებს სათანადოდ. ეს მძლავრი კონტინენტური წყება მოიცავს მთელ ზედა ეოცენს და, ეგებ, შუა ეოცენის სულ ზედა ნაწილსაც. წარმოდგარია პირენეების ღერძული ქედის გადარეცხვის ხარჯზე. დუვიიეს, ოგს, ჟინიუს მათი წარმოშობის დრო პირენეების აზვევება-დანაოჭების დროდ მიაჩნიათ. ზემოთქმულის მიხედვით ეს არის დანაოჭების ფაზისი, რომელიც პალეოცენ-შუა ეოცენის დაძირვის ფაზისს მოჰყვება და მასთან ერთად ერთ ციკლს შეადგენს. მასასაღამე, მხოლოდ ახალგაზრდა პირენეული ფაზისი არის თვით შტილეს ტიპური ფაზისების ბადალი და დატოვებულ უნდა იქნეს. უთანხმოება პალასუს კონგლომერატებს ქვეშ პირენეების წინაქედებში რეგრესიული წყების ტრანსგრესიული განლაგების [4, 5] კარგ მაგალითს წარმოადგენს.



სურ. 1

ზედა ეოცენის ტრანსგრესიული განლაგება ჩვენშიც არის ცნობილი (ზემო რაჭა), მაგრამ თრიალეთის ქედზედაც (დოღზნის კონგლომერატები) და რაჭა-ლენჩხუმის სინკლინიშიც (სარეწველა-ლარჩვალის ქრილი) ზედა ეოცენი რეგრესიული არის.

ასევე ოლიგოცენისა და ქვედა მიოცენის საზღვარზე, უფრო ზუსტად აქვიტანიურს ქვეშ, შტილეს გამოჰყავს საკუთრ ფაზისს. ამ საკითხის ანალიზისათვის ჩვენში საკმარისი ხელსაყრელი პირობები არის. გორ-კასპის უბანში კარგად ჩანს მაიკოპურის სრულიად თანდათან გადასვლა საყარაულოს ქვიშაქვეში (ქვედა მიოცენი) და მხარდი რეგრესიის მშვენიერი სურათი. ეს რეგრესია აშკარად არის დაკავშირებული თრიალეთის ქედის დანაოჭება-აზვევებასთან. აქაც ქვედა მიოცენი დანაოჭების ფაზისს წარმოადგენს და ოლიგოცენი და ქვედა მიოცენი ერთად—ოროგენეტურ ციკლს (დაძირვა ოლიგოცენში, დანაოჭება ოლიგოცენის ბოლოდან). საეური და შტირიული „ფაზისებიდან“ მხოლოდ უკანასკნელი უნდა დავსტოვოთ.

კიდევ უფრო რთულია ხეოგენური „ფაზისების“ საკითხი. ამ მოკლე დროის მანძილზე შტილეს ხუთ მთავარ „ფაზისს“ გამოჰყოფს. ეს არის შტირიული, ატიკური, როდანული, ვალახური და პასადენური ფაზისები. დავიწყებთ ორი უკანასკნელი. შტილეს მიხედვით, ვალახური ფაზისი პლეისტოცენის ძირში არის და პასადენური—შუა პლეისტოცენში. რადგან მისივე აზრით, ფაზისის ხანგრძლივობა 500000 წელიწადს უდრის, ხოლო მთელი პლეისტოცენი ერთ მილიონს, გამოდის, რომ, საითყნაც არ უნდა გადავხომოთ ფაზისის დრო, პასადენური ვალახურს გადაეხმის. მასასაღამე, ეს იქნება ერთი ფაზისი, ერთი უწყვეტელი დანაოჭება, მით უმეტეს რომ ამ ორის გარდა დღეს შტილეს [1, 3] პლეისტოცენშივე მთელ რიგ სხვა „ფაზისებსაც“ აღნიშნავს. ცხადია, ეს მხოლოდ ცალკეული ბიძგები შეიძლება იყოს დანაოჭების უწყვეტ პროცესში.

მეორე მხრით ცნობილი არის, რომ ზედა სარმატიდან დაწყებული, ზღვაშ დატოვა რაჭა-ლენჩხუმის სინკლინი და შემდეგ იქ აღარ დაბრუნებულა. ეს არის

ერთიანი რეგრესია, რომელიც დღემდე გრძელდება, თუმცა შავი ზღვის სახაპი-
 რო ხაზი პლიოცენში მნიშვნელოვან ქანობას განიცდის. აღმოსავლურ საქარ-
 თველოშიც, ისევე ზედა სარმატულიდან, ზღვიურ ნალექებს კონტინენტური
 სცვლის, კერძოდ მიოპლიოცენის მძლავრი კონგლომერატების (1000 მეტრამ-
 დე) წყება. აქაც ერთი რეგრესია არის, რომელსაც დანაოჭებაც თან ახლავს
 (მიოპლიოცენი დანაოჭებული არის). ამგვარად შუა მიოცენის დასრულებული
 დღემდე ერთი ოროგენეტური ციკლი ისახება, რომლის პირველი ნაწილი ჩოკ-
 რაკულიდან შუა სარმატულამდე ჩათვლით დაძირვის ფაზისი იქნება, ხოლო
 შემდეგ—დანაოჭების ფაზისი. ატიკური და როდანული ფაზისები ისევე, რო-
 გორც ცალახური და ბასადენური, უნდა მოიხსნას—ეს არის მხოლოდ ცალკეუ-
 ლი ბიძგები დანაოჭების ერთობილ პროცესში.

თითქო ნათელია, რომ კუთხური უთანხმოება თავისთავად ოროგენეტური
 ციკლების დასადგენად გადამწყვეტ კრიტერიუმს არ წარმოადგენს. ასეთ უთან-
 ხმოებას უნდა ახლდეს რეგრესიის შეცვლა ტრანსგრესიით. ამავე დროს რეგრე-
 სიაც და ტრანსგრესიაც არ უნდა იყოს ადგილმობრივი ან სპეციფიური პირობე-
 ბით გამოწვეული, როგორც კასპიური ზღვის შემთხვევაში, და თან ოროგენის
 მნიშვნელოვან ნაწილზე ვრცელდებოდეს. თანაც, რაკი მიწის ქერქი თვით ორო-
 გენის ფარგლებშიც კი ერთგვაროვანი არ არის, არ შეიძლება დანაოჭების მიმ-
 დინარობა თანაბარი იყოს [6]. იგი ხან აქჩარებულია, ხან შენელებულია სრულ
 შეწყვეტამდე და ასეთ პირობებში უთანხმოებები შეიძლება წარმოიშვას დანა-
 ოჭების საწყის სტადიაში (ძველი პირენეული და საეური „ფაზისები“) და შემ-
 დგავც (პოსტმტირიული „ფაზისები“) და, ცხადია, დანაოჭების პროცესში წარ-
 მომდგარი ასეთი უთანხმოება კუთხური იქნება. ამ პირობებში მხოლოდ რეგრე-
 სიების და ტრანსგრესიების გათვალისწინება უთანხმოებასთან ერთად გვი-
 ლევს საშუალებას ციკლის საზღვრების საკითხი დამაჯერებლად გადავწყვი-
 ტოთ. ამისთვის კი საჭირო არის ოროგენის მნიშვნელოვანი ნაწილის შედარე-
 ბითი მიმოხილვა შესწავლა. ცალკეულ უბნებში ტრანსგრესიამ შეიძლება მეტად
 თუ ნააღებად დაიკვიანოს და რეგრესია დანაოჭების შემდეგაც გაგრძელდეს.
 დასასრულ, და ეს არსებითი არის, ამ გზით მიღებული დასკვნები სტრუქტურო-
 ლი დაკვირვებებით უნდა შემოწმდეს: ახალი ნაოჭების ჩასახვა (ბათური ნაოჭე-
 ბი ოკრიბაში), ნაოჭთა ღერძების გადაადგილება (იურტლის შემდეგი დანაოჭება
 რაჭა-ოკრიბაში), გეოსინკლინური როფების ღერძების გადაადგილება (კახეთის
 ქედი) და სხვა.

მეზო-კაინოზოური ციკლების აქ წარმოდგენილი სკალა მხოლოდ იმით გან-
 სხვავდება შტილეს პირვანდელი სქემისგან, რომ მოხსნილია ძველი პირენეუ-
 ლი და საეური „ფაზისები“ თუ ქვეფაზისები და აგრეთვე ყველა პოსტმტირი-
 ული „ფაზისი“. დამატებულია ბიოისურისწინა და კალოვიურისწინა უთანხმო-
 ებები (სურ. 2).

ამასწინათ მ. რუბინშტიინმა დააყენა იურული დანაოჭების ფაზისე-
 ბის აბსოლუტური ხანგრძლივობის საკანონი. ემყარებოდა რა სინქრონული
 რეგრესიის პრინციპს, მან მიიღო 5—6 მილიონი წლის რიცხვი. იმავე საკითხს
 შეეხებ მეც. ამიტომ სრულიად ბუნებრივი იყო, რომ, როდესაც ოროგენეტური
 ციკლის ცნება გამოიმსახრა და სათანადო სკალის კონტურებიც მოვხაზე, ჩემს წი-
 ნაშე ოროგენეტური ციკლის აბსოლუტური ხანგრძლივობის საკითხი წამოიჭრა.
 მით უმეტეს, რომ საზღვარი ციკლებს შუა გაცილებით უფრო მკაფიოა, ვიდ-
 რე დაძირვისა და დანაოჭების ფაზისების საზღვარი.

(¹) მოხსენება საქართველო მეცნ. აკადემიის საიუბილეო სესიოზე 1961 წ. დეკემბერში.
 (²) მოხსენება საქართველოს გეოლ. საზოგადოების სხდომაზე 1962 წ. იანვრის 23 ს.



საფუძვლად საბჭოური კომისიის (1960) გეოქრონოლოგიური სკალა ავიღე. უჩანასწარი ოროციკლი, რომელსაც, შეიძლება, ნეოგენური ვუწოდოთ, მოიცავს პლიოცენს და პლეისტოცენს, ე. ი. 10 მილიონ წელიწადს, და შუა და ზედა მიოცენს. თუ დავუშვებთ, რომ მიოცენის სამი ნაკვეთი თანასწორი არის, ეს იქნება ისევ 10 მილიონი წელიწადი და ერთად 20 მილიონი.

ოლიგოცენურ-ქვედამოცენური ციკლი შეიცავს ოლიგოცენის 15 მილიონ წელიწადს და ქვედა მიოცენის ხუთს. ჯამი აქაც 20 მილიონი იქნება.

პალეოცენ-ეოცენის ხანგრძლივობა სკალის მიხედვით 30 მილიონი წელიწადი არის. თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ ლარამული უთანხმოება შუა პალეოცენზე მოდის (შტილე) გამოვადახლოებით 25 მილიონი.

ცარტულ პერიოდში სამი ოროციკლი არის. პერიოდის ხანგრძლივობას 63-70 (კალპი) მილიონ წელიწადად აზგარიშობენ. ციკლზე მოდის 20—25 მილიონი.

იურაშიც სამი ციკლი გამოიყოფა. პერიოდის ხანგრძლივობა იმავე სკალის მიხედვით 45 მილიონი წელიწადი არის. მაგრამ მ. რუბინშტიინი 60 მილიონს აზგარიშობს. თუ ამ ციკლს მივიღებთ, ციკლის ხანგრძლივობა ისევ 20 მილიონი წელიწადი გამოვა (დაახლოებით, რადგან ტიტონური საუკუნე ნაწილობრივ ქვედაცარტულ ციკლს მიეკუთვნება).

მედიუმი	20	ლაბური	20	კიბორი	20	ლომევი	20	შტალი	20	ანდრე	20-25	კეპი	20-25	კუბკევი	20-25	ლაკამი	20-25	პირნი	20	შტილი	20
	ქ ₁	ქ ₂	ქ ₃	ქ ₄	ქ ₅	ქ ₆	ქ ₇	ქ ₈	ქ ₉	ქ ₁₀	ქ ₁₁	ქ ₁₂	ქ ₁₃	ქ ₁₄	ქ ₁₅	ქ ₁₆	ქ ₁₇	ქ ₁₈	ქ ₁₉	ქ ₂₀	ქ ₂₁

სურ. 2.

ტრიასში შტილეს მიხედვით ორი ციკლი არის (პფალტურა, ლაბური, ძველკემერიული „ფაზისები“) და პერიოდის ხანგრძლივობა 40—45 მილიონი წელიწადია. ციკლისთვის ეს გვაძლევს 20 მილიონს ან ცოტა მეტს.

პალეოზოურში მდგომარეობა უფრო გაურკვეველი არის, მაგრამ თუ მივიღებთ, რომ პერმულს და კარბონულს ხანგრძლივობა 95 მილიონი წელიწადი არის და ამ ხნის განმავლობაში 4 ციკლი გვაქვს (ბრეტონული, სუდეტური, ასტურიული, ზაალური და პფალტური „ფაზისები“), ციკლის ხანგრძლივობა 20—25 მილიონი წელიწადი გამოვა.

განსაკუთრებით მკაფიოა სილურული (s. str.) ციკლის საზღვრები. სათანადო დროის ხანგრძლივობა საბჭოური კომისიის (და კალპის 1961) მიხედვით სწორედ 20 მილ. წელიწადს უდრის!

ამგვარად, შეიძლება ითქვას, რომ თითქმის მთელი ნეოგეოკუმის მანძილზე ოროგენეტური ციკლის ხანგრძლივობა 20—25 მილ. წელიწადი არის. რა თქმა უნდა, ეს ციფრი მხოლოდ ტლანქი მიახლოების გამომხატველი არის, მაგრამ, ვფიქრობთ, იგი უფლებას გვაძლევს დავასკვნათ, რომ მთელი ახალი გეოლოგიური დროის მანძილზე ოროგენეტური ციკლი ერთი რიგის სიდიდეს წარმოადგენს. აქედან კი მთელი რიგი მნიშვნელოვანი დასკვნა გამომდინარეობს:

1. ზემოთ მოცემული ოროგენეტური ციკლების თანაბარი განაწილება დროში თვით ციკლის კონცეპციის წინასწარ გაუთვალისწინებელსა და საყურადღებოდ დადასტურებას წარმოადგენს.

2. როგორც წესი, ოროგენეტური ციკლების საზღვრები სტრატиграფიული სექციები ბუნებაში მოცემულ ერთეულებს წარმოადგენენ და შეუწყნარებელი იქნებოდა მათი საზღვრების ნებისმიერად, მაგალითად პრიორიტეტის მიხედვით, დადგენა.

3. ვიდეც რომ დანაოქების ფაზისი დაძირვის ფაზისზე საგრძნობლად უფრო მოკლე იყოს (რაც სახეებით შესაძლებელი არის) დანაოქებითი მოძრაობათა საშუალო სიჩქარე ბევრად ნაკლები გამოდის, ვიდრე დღეს ცნობილ საუკუნეებრივ მოძრაობათა მაქსიმალური სიჩქარეები. ეს გვიჩვენებს რომ დანაოქებითი მოძრაობის სიჩქარე არ შეიძლება ფაზისის მთელ მანძილზე თანაბარი იყოს. იგი ცვალებადია დროშიც და სივრცეშიც [6], რამაც, შეიძლება, ზემოთ აღნიშნული უთანხმოებების წარმოშობა გამოიწვიოს.

4. მოძრაობის სიჩქარე ვერ გამოდგება ეპიროგენეტურ და ოროგენეტურ მოძრაობათა გასარჩევ კრიტერიუმად. იმ ჰეტეროგენურ მოძრაობათა დიდი ნაწილი, რომელთაც ეპიროგენეტურს უწოდებენ, უჩველად ოროგენეტური ბუნებისა არის. მათი თავისებურება ქერქის სათანადო უბნის სტაბილობის ხასიათით განისაზღვრება.

5. დაძირვისა (გაჭიმვა) და დანაოქების (შეკუმშვა) ფაზისების კანონზომიერი მორიგეობა აღვივებს წარმოდგენას მიწის ქერქის პოლსაციის შესახებ, როგორც ეს ჯოლი [8], ბუხერს [9] და სხვებს [10] ესმოდათ.

სამწუხაროდ თვითონ ტერმინმა „ოროგენეტური ციკლი“ არ იქნება კრიტიკა არ გამოიწვიოს: ჩვენ შეჩვეული ვართ ეს სახელი ვუწოდოთ კალედონურ-პერიკინულ და მისთანა ოროგენეტურ პროცესს და არა ისეთს, როგორც შეუიურული ან ეოცენური ციკლი არის. აშკარად განსხვავებული ცნებებია და არამართო მოცულობით. პირველ შემთხვევაში საქმე გვაქვს ოროგენის კონსოლიდაციასთან, მეორეში—დანაოქების მიმდინარეობასთან; უკანასკნელი პროცესი აშკარად ციკლურია, პირველი—წინსვლითი და არსებითად შეუბრუნებადი. ტერმინი ციკლი ჩვენს შემთხვევაში უდავოდ სწორია, მაგრამ უნებჩულობა მანაც რჩება. ვებნ საქმავ იქნებოდა გვეთქვა არა ოროგენეტური, არამედ დანაოქების ციკლი, უნდა გვახსოვდეს კი, რომ არის დანაოქების ფაზისიც.

(რედაქციას მოუვიდა 30.12.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. J. Joly. The surface history of the earth. Oxford 1925
2. М. М. Рубинштейн. Абсолютная геохронологическая шкала. Труды геол. Инст. АН СССР, 1961.
3. Н. Stille. Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin 1,24.
4. А. И. Джанелидзе. К вопросу об орогенетических фазах. Совет. Геол., №5, 1940.
5. А. И. Джанелидзе. Геологические наблюдения в Окрибе. Груз. Фил. АН СССР, Тбилиси 1940.
6. ა. ჯანელიძე. ოროგენეტური ფაზისების თეორია დღეს, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, ტ. 46, 1952.
7. А. И. Джанелидзе. Складкообразование и седиментация. Междун. Геол. Конгр., XX сессия, Мехико, (1956) 1957.
8. W. Bucher. The deformation of the earth's crust. Princeton (1932) 1941.

9. Н. С. Шатский. Орогенические фазы и складчатость. Межд Геол. Конгр., Труды XVII сессии, т. II. Москва (1937) 1939.
10. ა. ჯანელიძე. ნარკვევები გეოლოგიის ისტორიიდან. თბილისის სახელმწ. უნივერსიტეტის გამოცემა, თბილისი 1939.
11. H. Stille. Recent deformations of the earth's crust in the light of those of earlier epochs. Geol. Soc. Am., Spec. Paper. 62, 171—192, 1955. Русск. пер. в сборн. „Земная Кора“, ИЛ, Москва 1957.

გეოლოგია

ი. ხვალაძე

კონგლომერატები ძირულის მასივის კრისტალური ფიგურების
წყობიდან

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა პ. გ-მერელიძემ 12.2.1962)

ძირულის მასივი საქართველოს ბელტის კრისტალური სუბსტრატის აწეულსა და გაშიშვლებულ ნაწილს წარმოადგენს. მის აგებულებაში შედიან კრანტიოიდები, ფუძე ქანები, კამბრიულად დათარიღებული ფილიტები და კრისტალური ფიქლები, რომლებსაც მკვლევართა ნაწილი კამბრიულისწინად მიიხსენებს, ხოლო ნაწილი—კამბრიულად.

1961 წელს ძირულის მასივის კრისტალური ფიქლების გავრცელების ერთ-ერთ უბანში, რომელიც სოფ. ბრილსა და სოფ. უწლევს შორის მდებარეობს, ჩვენ ვნახეთ მეტამორფული კონგლომერატების დასტა. აღნიშნული დასტა გაშიშვლებულია საურმე გზის გასწვრივ მდ. საკირისღელის ხეობის მარცხენა ფერდზე, დაახლოებით 2 კმ მანძილზე სოფ. აღის ჩრდილო-დასავლეთით.

მდ. საკირისღელის ხეობის ქვედა ნაწილში ტრასგრესიულად განლაგებულ ჩოკრაის უხეშნატეზოვანი კონგლომერატებსა და ბრეჭიებს ქვეშ უღევს კვარციან-პლაგიოკლაზიანი გნეისებისა და კვარციან-სეროციტიანი ფიქლების მორიგეობით შედგენილი შრეები, რომლებიც ხარვეზებით დაახლოებით ხეობის შუა ნაწილამდე ვრცელდებიან.

კვარც-პლაგიოკლაზიანი გნეისების შედგენილობაში შედის კვარცი, პლაგიოკლაზი და მცირე რაოდენობით ბიოტიტი და მუსკოვიტი. აქცესორებია: მადნეული მინერალი, აბატიტი და ცირკონი.

პლაგიოკლაზი წარმოდგენილია უმთავრესად უსწორმასწორო, მომრგვალებული მარცვლებით (ზომით 0,7—1 მმ); იშვიათად გვხვდება პრიზმული კრისტალები. იგი მთლიანად ან ნაწილობრივ ჩანაცვლებულია პელიტური ნიჟიფრებით, სერიციტით და ებიდოტით. ზოგჯერ მას ირგვლივ სალი, მეორადი პროდუქტებისაგან განთავისუფლებული არშია მიუყვება. შეიმჩნევა პლაგიოკლაზის ზონალური კრისტალებიც.

კვარცის ცალკეული მოზრდილი მარცვლების გვერდით გვხვდება აგრეთვე ძარცვაკები და წვრილკრისტალური გროვები.

მუსკოვიტა წარმოქმნილია უმთავრესად ბიოტიტის შეცვლით: ცალკეულ შუქანებებში შეიმჩნევა ბიოტიტის ნარჩენები ტკუჩხალობის ბზარების გასწვრივ. ხშირად მუსკოვიტის ქერცლები განლაგებულია დაკლაკნილ, წაგრძელებულ ზოლებში. ქარებთან დაკავშირებულია აქცესორები—მადნეული მინერალი, ცირკონი და ებიდოტი.

კვარციან-სერიციტიან ფიქლებში კვარცისა და სერიციტის გარდა მცირე რაოდენობით პლაგიოკლაზი და მუსკოვიტი გვხვდება. ამ ქანებში სერიციტი ალბათ პლაგიოკლაზის ხარჯზეა წარმოქმნილი.



ხეობის შუა ნაწილში და ზემოთ კვარციან-პლაგიოკლაზიან გნეისებში გამოირჩევა სუსტად მეტამორფული კვარციან-მუსკოვიტისანი ქვიშაქვების შრეები, რომლებიც მუსკოვიტისანი ფიქლის შუაშრეებს შეიცავენ.

ქვიშაქვის შედგენილობაში შედის კვარცი, მუსკოვიტი და მცირე რაოდენობით ალაგიოკლაზი. ქანის სუსტი ძეტამორფიზმის გამო მეტ შემთხვევაში კარგად შეიმჩნევა ბლასტოფსამიტური სტრუქტურა.

მდ. საკირისლელის ხეობის ზედა ნაწილში კვარც-პლაგიოკლაზიან გნეისებს შორის ხარვეზებით მეტამორფული კონგლომერატებია მოქცეული. განიშვლება სიმძლავრეზე 4 მ აღწევს. ქვედა ნაწილში ჩანს 1 მ სიმძლავრის კონგლომერატის შრე, რომელიც 1—2 სმ სიღიღის ვარდისფერი გრანიტოიდისა და ნაცრისფერი მეტამორფული არკოზული ქვიშაქვის ქვარგალებს შეიცავს. კონგლომერატებს მოსდევს 0,5 სიმძლავრის მეტამორფული არკოზული ქვიშაქვის შუაშრე, რომელსაც ისევ 2,5 სიმძლავრის კონგლომერატის შრე მოსდევს. ქვარგალების რაოდენობა აქ იზრდება. ისინი წარმოდგენილი არიან უმთავრესად ნაცრისფერი აქტინოლიტისანი ფიქლებით, რომელთა ზომა 1—3 სმ. ქვარგალები შეეყმენებულა მეტამორფული არკოზული ქვიშაქვებითა და აქტინოლიტისანი ფიქლებით.

მიუხედავად იმისა, რომ ამ განიშვლების ქანები გამოფიტულია, შეიმჩნევა ზოგიერთი ქვარგალის წაგრძელება კონგლომერატის დასტის ფიქლებრიობის გასწვრივ. დაფიქლების აზიზმული კონგლომერატებში და მათ შორის მოქცეულ ქვიშაქვის შუაშრეში ისეთივეა, როგორც მთელ ჭრილში (ჩრ.-დას. 300°, < 50°). გრანიტოიდების ქვარგალები შედგება კვარცის, პლაგიოკლაზის, ქარსისა და პერტიტისაგან. აქცესორებიდან მხოლოდ მადნეული მინერალი გვხვდება.

კვარცს ქანის დაახლოებით 30—40% უკავია. იგი წარმოდგენილია 0,5—1,5 მმ ზომის, ტალღური ჩაქრობის მქონე, ქსენომორფული მარცვლებით. იშვიათად შეიცავს პლაგიოკლაზისა და ქარსის ჩანართებს.

პლაგიოკლაზი (ოლიგოკლაზ-ანდეზინი) გაპეილიტებული და გასერიციტებულია; წარმოდგენილია უმთავრესად უსწორმასწორო, პოლისინთეზურად დამრჩობლილი მარცვლების სახით, იშვიათად კი პრიზმულ კრისტალებს ქმნის.

პერტიტის უსწორმასწორო, გაპეილიტებული და გასერიციტებული მარცვლები ქანში მცირე რაოდენობითაა.

ქარსი წარმოდგენილია ბიოტიტისა და მუსკოვიტის 1 მმ ზომის ქერცლებით. შეიმჩნევა ბიოტიტის ჩანაცვლება ქლორიტითა და მუსკოვიტით. ქლორიტი ხშირად შეიცავს საგენიტის ნემსისებრ კრისტალებს. ქარსებიდან გვხვდება აგრეთვე სერიციტიც, რომელიც ცალკეულ უბნებს ქმნის.

ამგვარად, ეს გრანიტოიდული კვარცის მაღალი შემცველობით ხასიათდება. კალიუმის მინდვრის შპატი მასში წარმოდგენილია მხოლოდ პერიტიული სახესხვაობით და ისიც მცირე რაოდენობით. ამ ნიშნებით იგი განსხვავდება ძირულის მასივში გავრცელებულ გრანიტოიდებისაგან.

მეტამორფული არკოზული ქვიშაქვების შედგენილობაში შედის კვარცი, ქარსი და მცირე რაოდენობით მინდვრის შპატი. აქცესორებიდან გვხვდება მადნეული მინერალი.

ქვიშაქვების სტრუქტურა ბლასტოფსამიტურია; ტექსტურა ფიქლებრივია, რასაც ქარსის ქერცლების პარალელური განლაგება განაპირობებს.

კვარცს ქანში ნახევარზე მეტი სივრცე უკავია. იგი წარმოდგენილია 0,2—1 მმ ზომის, ტალღური ჩაქრობის, მომრგვალებული მარცვლებით.

ქარსებს შორის ქარბობს მუსკოვიტი, რომლის ნაწილი ბიოტიტის შეცვლის შედეგად არის წარმოქმნილი. ბიოტიტი განიცდის აგრეთვე გაქლორიტებას. რომლის დროსაც გამოიყოფა მადნეული მინერალი და საგენიტი. ხშირად მუსკოვიტი და სერიციტი ქმნიან ცალკეულ უბნებს.

ქანში გვხვდება რამდენიმე უსწორმასწორო, მომრგვალებული მარცვლი, რომელიც გაველიტებულ და გასერიციტებულ პლაგიოკლასს, ან გაველიტებულ კალიუმის მინდვრის შპატს წარმოადგენს. უკანასკნელი ზოგჯერ პლაგიოკლასის პერტიტულ შენაზარდებს შეიცავს. ერთ შემთხვევაში შეგვხვდა მიკროპეგმატიტის ნატეხი.

ქვიშაქვის ცემენტი წვრილკრისტალურია და შედგება სერიციტის, მადნეული მინერალის, პელიტური ნივთიერების, ქლორიტის, კვარცისა და მინდვრის შპატებისაგან. შემაცემენტებელი მასის რაოდენობა მეტად ცვალებადია და არ აღემატება ნატეხების რაოდენობას.

აქტინოლიტთან ფიქლები აქტინოლიტის გარდა შეიცავენ მუსკოვიტს, ბიოტიტს, პლაგიოკლასსა და კვარცს. აქცესორებია: მადნეული მინერალი და აპატიტი.

აქტინოლიტი წარმოდგენილია უფრო ან ღია მწვანე, ბოჭკოვანი და ნემსისებრი კრისტალებით და უსწორმასწორო მარცვლებით. იგი ნაწილობრივ ან მთლიანად ჩანაცვლებულია ქლორიტით, მადნეული მინერალით და ბიოტიტით. უკანასკნელი თავის მხრივ გადადის მუსკოვიტში, რომელიც ხშირად დამოუკიდებელი ქერცლების სახითაც გვხვდება.

პლაგიოკლასის უსწორმასწორო მარცვლები გაველიტებული, გასერიციტებული და გალიმონიტებულია. ერთ შემთხვევაში ქანში შეინიშნება ალბიტის წვრილი, დატოტვილი ძარღვი.

კვარცი წარმოდგენილია მარცვლებისა და წვრილკრისტალური უბნების სახით.

როგორც ჩანს, აღნიშნული კონგლომერატი და ქვიშაქვები ამ უბანზე შემორჩენილია რეგიონული მეტამორფიზმის შედარებით სუსტი გამოვლენის გამო.

გ. ზ ა რ ი ძ ე ს და ნ. თ ა თ რ ი შ ვ ი ლ ი ს [1, 2] ძირულის მასივის კამბიულად დათარიღებული ფილიტებიდან (მდ. ჭერათხევის ხეობა) აღწერილი აქვთ გრაუვაკ-არკოზული ქვიშაქვები, რომლებიც პორფირიტისა და ქვიშაქვის ნატეხებსაც შეიცავენ. ავტორები ასკვნაან, რომ კამბრიულში ადგილი ჰქონდა რომელიმე ძველი გრანიტოიდის, პორფირიტისა და აგრეთვე დანალექი ქანის—ქვიშაქვის გადარეცხვას. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ამავე ნალექებში არკოზული ქვიშაქვების არსებობას აუასტურებს მ. აბესაძის მასალაც ძირულის მასივის ფილტების წყებიდან.

მ. ა ბ ე ს ა ძ ე და დ. შ ე ნ გ ე ლ ი ა [3] ხრამის ფარგლებში აღწერენ უძველეს (ქვედაპალეოზოური) მეტამორფულ ბრეჩია-კონგლომერატების დასტას, რომელშიც ქვარცვლები და ნარჩები კვარციან-დიორიტული გნეისით, პორფირიტით, მიკროლიბაზითა და გრანიტ-პორფირით, ხოლო ცემენტი კი კვარციან-დიორიტული გნეისით არის წარმოდგენილი.

ლოქის მასივის ქვედაპალეოზოური მეტამორფულ წყებაში შ. ჯ ა ვ ა ხ ი შ ვ ი ლ ს [4] გამოყოფილი აქვს შედარებით სუსტად შეცვლილი ქვიშაქვები, რომლებიც შედგებიან ძირითადად კვარცისა და დამორჩილებულად მყავე პლაგიოკლასის ნატეხებისაგან, ცემენტი-სერეციტ-ქლორიტულია. ავტორი ასკვნის, რომ ქვედაპალეოზოურში უკვე ირეცხებოდნენ გრანიტიდები.

ჩრდილო კავკასიაში, მდ. ყუბანის ხეობაში („იალბუზის“ საბადოს რაიონი). ა. მ ე დ ვ დ უ კ ს მეტამორფულ წყებაში, რომელსაც მკვლევართა უმეტესობა ქვედაპალეოზოურად ათარიღებს, აღწერილი აქვს მეტამორფული კონგლომერატები ძლიერ შეცვლილი ფიქე ქანის ქვარცვლებით.

ამავე წყებიდან სხვადასხვა მკვლევართა [2, 5, 6] მიერ აღწერილია კვარციან-მინდვრის შპატთან-მუსკოვიტთან ფიქლები (მეტამორფული ქვიშაქვები), რომლებიც კვარცს, მყავე პლაგიოკლასს და მიკროკლინს შეიცავენ. ავტორები ას- 39. „ზოამბე“, ტ. XXX, № 5, 1963

კვნიან, რომ ქვედაპალეოზოურში ირეცხებოდნენ მიკროკლინის შემცველი გრანიტოიდები.

შ. ჯ ა ვ ა ხ ი შ ვ ი ლ ს [5] მდინარეების დაუთის, ჯენაიტისა და კორლი-კოლის ხეობების (ჩრდილო კავკასია) შუადევეონური ნალექების დაფიქლებული კონგლომერატებიდან აღწერილი აქვს გრანიტოიდის ქვარგვალეები, რომლებიც თავისი შედგენილობით განსხვავდებიან როგორც ურუშთენის ტიპის, ასევე „ნაცრისფერი“ და „წითელი“ გრანიტოიდებისაგან.

მოყვანილი ფაქტები მიგვითითებს იმაზე, რომ კავკასიის უძველესი მეტამორფული წარმონაქმნები შეიცავენ გრანიტოიდების, ფუძე და აგრეთვე დანალექი ქანების გადარეცხილ მასალას. როგორც ჩანს, ძირულის მასივის კრისტალური ფიქლებსა და აგრეთვე ფილიტების დედა ქანების დალექვამდე არსებობდნენ გრანიტოიდები, რომლებიც სხვადასხვა დანალექ და ფუძე ქანებთან ერთად იძლეოდნენ პირვანდელ მასალას ზემოთ აღნიშნული წყებებისათვის. ჩვენ უნდა დავუშვათ ამჟამად ცნობილ უძველეს გრანიტოიდებზე (კვარციანი დიორიტები) უფრო ადრინდელი გრანიტოიდების არსებობა, რომლებიც შესაძლოა კამბრიული ან, საფიქრებელია, კამბრიულისწინა წარმონაქმნები იყვნენ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 გეოლოგიური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 12.2.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Г. М. Заридзе, Н. Ф. Татришвили. О возрастных взаимоотношениях и генезисе древних кристаллических пород Дзирульского массива. Труды Геол. ин-та АН ГССР. Минер.-петр. серия, т. III, 1953.
2. Г. М. Заридзе, Н. Ф. Татришвили. Магматизм Грузии и связанные с ним рудообразования. Госгеолтехиздат, 1959.
3. მ. ა ბ ე ს ა ძ ე, დ. შ ე ნ გ ე ლ ი ა. ხრამის კრისტალური მასივის უძველესი დანალექი მეტამორფული ქანები. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მოამბე, ტ. XXVI, № 5, 1961.
4. Ш. И. Джавахишвили. Петрография и геологическое строение восточной части Локского массива. Труды Геол. ин-та АН ГССР. Минер.-петр. серия, IV, 1958.
5. Ш. И. Джавахишвили. Петрография палеозойских магматических и метаморфических пород верховьев р. Кубани. Труды Геол. ин-та АН ГССР. Минер.-петр. серия, т. V, 1961.
6. ო. ხ მ ა ლ ა ძ ე. მდ. ყუბანის სათავეების მცირე ინტრუზიების პეტროგრაფია, საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის გამოცემა, 1958.

ტექნიკა

ო. ლოლაშვილი, ბ. კაპაშა

ბარებანი ძალებით გამოწვეული სუფთა კუმზისა
 და ბარებანის იზოსტატიკური ბაღის
 ელემტრომოდულირება

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ხავერდმა 25.1.1962)

ამჟამად სხვადასხვა ტექნიკური ამოცანების გადასაწყვეტად ფართოდ იყენებენ ელემტროანალოგიის მეთოდს, კერძოდ იმ ამოცანების ამოსახსნელად, რომლებიც აიწერება ცვლადკოეფიციენტებიანი და ცვლადი მარჯვენა-მხარისანი დიფერენციალური განტოლებებით, სახელდობრ ლაპლასის, პუასონის, ფურიეს, კოშისა და სხვათა ტიპის დიფერენციალური განტოლებებით [1]. მაგრამ მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს საფუძვლიანი ნაშრომები [2, 3] და გადაწყვეტილია დრეკადობის თეორიის ზოგიერთი ამოცანა [4], სამწუხაროდ, ელემტრომოდულირების ანალოგიის მეთოდი ჯერ კიდევ არ არის დამუშავებული პრაქტიკული გამოყენების დონემდე.

აღნიშნულის გამო მიზნად დავისახეთ დაგვემუშავეინა ელემტროანალოგიის მეთოდი სამშენებლო მექანიკის ზოგიერთი ამოცანის გადასაწყვეტად, კერძოდ იზოსტატიკური ბაღის ასაგებად, ე. ი. თანაბარი დეფორმაციის მქონე ხაზებისა და ძალთა ტრაექტორიების ასაგებად მყარი სხეულის ტანში გამოწვეული გარეგანი ძალებისაგან სუფთა კუმზის ან გაჭიმვის დროს.

დასმული ამოცანის გადასაჭრელად საჭიროა გამოვიყენოთ ჰუკის კანონი, რომლის თანახმად ჭინვა მყარ ტანში გამოისახება

$$\sigma = \pm E \frac{\partial \lambda}{\partial l}, \quad (1)$$

სადაც

- σ — ჭინვა,
- E — დრეკადობის მოდული,
- λ — დეფორმაციის ფუნქცია,
- l — ტანის სიგრძე.

განვიხილავთ ბრტყელ ამოცანას, მაშინ (1) გამოისახლება გვაძლევს საშუალებას გამოვაგლინოთ ანალოგია მყარი სხეულის ტანში ჭინვასა და ელემტროდენის ძალის სიმჭიდროვეს შორის გამტარში.

მაგალითად:

დაძაბული სხეულისათვის

$$\sigma_x = \pm E \frac{\partial \lambda}{\partial x}, \quad (2)$$

$$\sigma_y = \pm E \frac{\partial \lambda}{\partial y}, \quad (3)$$

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} = 0, \quad (4)$$

ელექტროდენისათვის

$$i_x = -\sigma^* \frac{\partial v}{\partial x^*}, \quad (2^*)$$

$$i_y = -\sigma^* \frac{\partial v}{\partial y^*}, \quad (3^*)$$

$$\frac{\partial i_x}{\partial x} + \frac{\partial i_y}{\partial y^*} = 0. \quad (4^*)$$

სადაც

i_x, i_y — ელექტროდენის ძალის კომპონენტები,
 v — ელექტროდაძაბულობის ფუნქცია გამტარში,
 σ^* — ელექტროგამტარობის კოეფიციენტი.

ამ განტოლებებიდან ვღებულობთ

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[E(x, y) \frac{\partial \lambda}{\partial x} \right] = \frac{\partial}{\partial y} \left[E(x, y) \frac{\partial \lambda}{\partial y} \right] = 0, \quad (5)$$

$$\frac{\partial}{\partial x^*} \left[\sigma^*(x^*, y^*) \frac{\partial v}{\partial x^*} \right] + \frac{\partial}{\partial y^*} \left[\sigma^*(x^*, y^*) \frac{\partial v}{\partial y^*} \right] = 0. \quad (5^*)$$

კერძოდ, როცა მყარი ტანი შედგება ერთგვაროვანი მასალისაგან (როცა $E(x, y) = \text{const}$ და $\sigma^*(x^*, y^*) = \text{const}$, (5) და (5^{*}) განტოლება ღებულობს ლაპლასის განტოლების სახეს:

$$\frac{\partial^2 \lambda}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \lambda}{\partial y^2} = 0, \quad (6)$$

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^{*2}} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^{*2}} = 0. \quad (6^*)$$

როგორც ვხედავთ, (5), (6) და (5^{*}), (6^{*}) განტოლებები იდენტურია, ამიტომაც, თუ ავიღებთ ბრტყელ გამტარს, ზომით მყარი ტანის ტოლს, და ერთდროულად მოვითხოვთ ელექტროგამტარობის კოეფიციენტისა და დრეკადობის მოდულის ტოლობასაც, განსახილველი არის ყოველ წერტილში, გარდა ამისა, თუ მივიღწევთ დენის დაძაბულობისა და დეფორმაციის ტო-

ლობას არის კონტურზე, რომლებიც განსაზღვრავენ (5) და (5*) განტოლების ამოხსნის ცალსახობას, მაშინ მიღებული შედეგებიც ერთი და იგივე იქნება. (5) და (5*) განტოლებებიდან აღვილი დასადგენია განსახილველ მოვლენათა ფიზიკური ანალოგია, რომლის შედეგიც ცხრილშია მოყვანილი (ცხრილი 1).

ცხრილი 1

დეფორმაცია	კინემა	დრეკადობის მოდული	ძალა
λ	σ	E	$\Sigma \sigma = \pm \int_0^s \sigma ds = \pm \int_0^s E \frac{\partial \lambda}{\partial l} ds$
დენის ძაბვა	დენის სიმკვიდროვე	ელექტროგამტარობის კოეფიციენტი	დენის ძალა
v	i	σ^*	$I^* = - \int_0^{s^*} \sigma^* \frac{\partial v}{\partial \lambda^*} ds^*$

აქ

L^* და s^* რკალის მონაკვეთის სიგრძეა თანაბარი ძაბვის ხაზიდან და დენის წირიდან ელექტროგამტარზე;

l და s — რკალის მონაკვეთის სიგრძე თანაბარი დეფორმაციისა და ძალის ტრანსპორტის ხაზებიდან.

განვიხილოთ ბრტყელი ელექტრომოდელი, რომელიც რომელიღაც m მასშტაბში გამოსახავს მყარი ტანის გამოსარკვევ არეს. ეს გვაძლევს საშუალებას დავწეროთ:

$$\left. \begin{aligned} x^* &= mx \\ y^* &= my \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

სადაც

x^*, y^* რომელიმე წერტილის კოორდინატებია მოდელზე,

x, y — იმავე წერტილის კოორდინატები.

დავუშვათ, რომ ძაბვა v და ელექტროგამტარობის კოეფიციენტი σ^* დაკავშირებულია დეფორმაციის ფუნქცია λ -თან და დრეკადობის მოდულ E -თან შემდეგი დამოკიდებულებით:

$$v = a\lambda + b, \quad (8)$$

$$\sigma^* = nE, \quad (9)$$

სადაც a, b და n რალაც მუდმივი პარამეტრებია.

ჩავსვათ x^*, y^*, v და σ^* მნიშვნელობები (5*) გამოსახულებაში და მივიღებთ

$$\frac{an}{m^2} \left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left[E(x, y) \frac{\partial \lambda}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[E(x, y) \frac{\partial \lambda}{\partial y} \right] \right\} = 0,$$

რადგანაც $a \neq 0$, $n \neq 0$ და $m < \infty$, მივიღებთ

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[E(x, y) \frac{\partial \lambda}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[E(x, y) \frac{\partial \lambda}{\partial y} \right] = 0. \quad (10)$$

(10) განტოლება იგივეა, რაც (5) განტოლება და, შესაბამისად, (5*) განტოლების ყოველ ამოხსნას შეესაბამება (5) განტოლების რომელიმე ამოხსნა.

(8) დამოკიდებულებიდან, როცა $v = \text{const}$, $\lambda = \text{const}$ და $\frac{\partial v}{\partial L^*} = 0$,

$\frac{\partial \lambda}{\partial l} = 0$, ე. ი. მოდელზე თანაბარი ძაბვის ხაზს შეესაბამება თანაბარი დეფორმაციის ხაზები ნატურაში, ხოლო დენის წირებს ძალის ტრაექტორიები სხეულის ტანში, სათანადოდ აღებულ შემთხვევაში გვაქვს არა მარტო გეომეტრიული, არამედ დინამიკური მსგავსება ნატურასა და ელექტრომოდელს შორის.

ჩამოვყალიბოთ მსგავსების საკმარისი პირობები მყარი ტანის დეფორმაციის ელექტრომოდელზე შესწავლისას:

1. ელექტრომოდელი უნდა წარმოადგენდეს მყარი ტანის შესასწავლ არეს m მასშტაბში ყოველგვარი დამახინჯების გარეშე⁽¹⁾.

2. ელექტროგამტარობის კოეფიციენტი $\sigma^*(x^*, y^*)$ მოდელზე პროპორციული უნდა იყოს დრეკადობის მოდულისა $E(x, y)$ ნატურაში, ე. ი. მოდელსა და ნატურას შორის უნდა არსებობდეს ფიზიკური მსგავსება

$$\sigma^*(x^*, y^*) = nE(x, y),$$

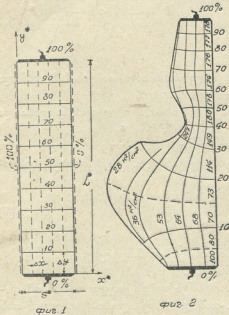
n ფიზიკური მსგავსების კოეფიციენტი.

3. ნატურისა და მოდელის სა-

სახდგრო პირობები მსგავსი უნდა იყოს, როგორც ეს (8) ფორმულაშია მოცემული, ე. ი. უნდა არსებობდეს დინამიკური მსგავსებაც, აქ a დინამიკური მსგავსების კოეფიციენტი.

აღსანიშნავია, რომ ერთგვაროვანი არისათვის ფიზიკური მსგავსების პირობა (9) არსებობს ნებისმიერი σ^* -ის მნიშვნელობის დროს, ე. ი. ფიზიკური მსგავსება ავტომატურად სრულდება. ამიტომაც მოდელირების დროს,

(1) m პარამეტრს შემდგომ დეაარქვათ გეომეტრიული მსგავსების კოეფიციენტი.



ფიგ. 1 ფიგ. 2

როცა საქმე გვაქვს ერთგვაროვან არესთან, საჭიროა დავაკმაყოფილოთ მხოლოდ გეომეტრიული და დინამიკური მსგავსების პირობები (სასაზღვრო პირობების მსგავსება).

დავადგინეთ რა აღნიშნული პირობები, შეგვიძლია გადავიდეთ სუფთა კუმშვისა და გაჭიმვის ამოცანების გადაწყვეტაზე.

თავდაპირველად განვიხილოთ ელემენტარული შემთხვევა, ბრტყელი თანაბარი სისქისა და სიგანის ლითონის ფირფიტის გაჭიმვა. რადგანაც ფირფიტის სისქე და სიგანე არ იცვლება, ელექტრომოდული შეიძლება დამზადდეს ელექტროგამტარი ქაღალდისაგან ნებისმიერი ელექტროგამტარობის უნარით, m მასშტაბით (ფიგ. 1). ელექტროჰიდროდინამიკური ხელსაწყოს საშუალებით ამ ქაღალდზე (მოდელზე) ცნობილი წესით [1] ვაგებთ თანაბარი ძაბვის ხაზებს და მის შესაფარდის თანაბარი დეფორმაციის მქონე ხაზებს. ამოცანის შებრუნებით ვღებულობთ ძალის ტრაექტორიებს, ანუ დენის წირებს.

ქინვა ტანში შეიძლება განესაზღვროთ გამოსახულებით

$$\sigma_i = \pm E \frac{\lambda (v_i - v_{i-1})}{\Delta \lambda^*} m, \quad (11)$$

სადაც

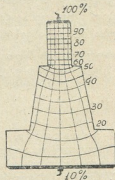
λ სიგრძის ელემენტის სრული წაგრძელება,

v_i და v_{i-1} — ძაბვა პოტენციტობით მთელიდან, ორ მეზობელ განსახილველ კვეთს შორის.

როგორც ვხედავთ (ფიგ. 1), ფარდობითი წაგრძელება (დეფორმაცია) $\frac{\Delta \lambda}{\Delta l}$

ყველა წერტილში ერთნაირია, ე. ი. მოდელზე ელემენტის გასწვრივ შესრულებულია თანაბარი გაჭიმვის პირობა.

შემდეგ განვიხილოთ თანაბარი სისქის, მხოლოდ ცვალებადი სიგანის მქონე ღეროს გაჭიმვის ამოცანა (ფიგ. 2). რადგან ღეროს სისქე არ იცვლება, ელექტრომოდულს ვაშაადებთ ელექტროგამტარის ქაღალდისაგან ერთნაირი ელექტროგამტარობით არის ყოველ უბანზე, რომელიმე m მასშტაბით. იმ ადგილებში, სადაც ტანზე მოქმედებს გარეგანი ძალები, მოდელზე ედება ელექტროინტეგრატორის სალტე და ცნობილი წესით [1] ვაგებთ თანაბარი პოტენციალების ხაზებს (10, 20, ..., 100%), რაც თავის მხრივ შეესაბამება ერთნაირი დეფორმაციის მქონე ხაზებს.



ფიგ. 3

σ_1 -სა და მისი შესაბამისი

Δl_1 -ის მნიშვნელობა ფორმულით

$$\sigma_i = \sigma_1 \frac{\Delta l_1}{\Delta l_i}, \quad (12)$$



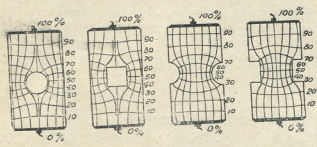
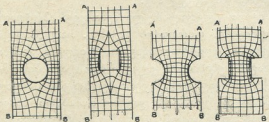
შიეძლება განვსაზღვროთ ჭინვის მნიშვნელობა ღეროს ნებისმიერ წერტილსა და არეში.

(12) გამოსახულებაში ΔI_1 და ΔI_2 ძალის ტრაექტორიის მონაკვეთი, ორ მეზობელ თანაბარბოტენციკალებიან ხაზს შორის, განსახილველ და ცნობილ

უბნებზე. ანგარიშის შედეგი მოყვანილია ფიგ. 2-ზე.

ასეთივე მეთოდით არის აგებული იზოსტატიკური ბადე ფიგ. 3-ზე, რომელიც წარმოადგენს ნაგებობის საძირკველს. ეს ბადე საგრძნობლად კარგად ასახავს მოვლენის არსს.

იზოსტატიკურ ბადეთა შესადარებლად, რომლებიც აგებულია დიდლრიჭოიანი და დიდამონაჭრებიანი ძელაკებისათვის, ოპტი-



ფიგ. 4

კური და ელექტროანალოგიის მეთოდებით მოყვანილია ფიგ. 4-ზე [5]. როგორც ვხედავთ, ამ ფიგურებიდან ორი მეთოდის შედეგები იდენტურია.

ყოველივე აღნიშნულიდან შიეძლება დავასკვნათ, რომ ელექტროანოდელირებით შიეძლება გადაწყდეს გარეგანი ძალებისაგან გამოწვეული სუფთა კუმშვისა და ვაკუმშვის ამოცანები.

საქართველოს სსრ ჰიდროტექნიკისა და მელიორაციის ინსტიტუტი თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 1.2.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. П. Ф. Фильчаков, В. И. Панчишин. Интегратор ЭГДА 6/51 и ЭГДА 6/53. Инструкция по эксплуатации и методика моделирования задач Киевского государственного университета, 1955.
2. С. Г. Гутман. Решение некоторых уравнений теории упругости методом электроанalogии. Изв. ВНИИГ, т. 36, 1948.
3. С. Г. Гутман. Приложение метода электроанalogии к решению задач теории упругости. Известия ВНИИГ, т. 26, 1940.
4. Л. И. Дятловский. Определение напряжений в основании сооружений с помощью электроинтегратора ЭГДА. Гидротехническое строительство, № 24, 1952.
5. А. К. Зайцев. Оптический метод изучения напряжений. Сев. зап. обл. Промбюро ВСНХ, 1927.

ა. კაკუშაძე, ვ. მსხილაძე

დრეკად ფუძეში მდებარე დამრეცი ცილინდრული გარსის
ბანანბარიშვა

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ზაერიევმა 13.3.1962)

სამრეწველო და ჰიდროტექნიკურ მშენებლობაში გვხვდება საძირკვლები (ცალკეული თაღების სახით).

ამ სტატიაში განხილულია დრეკად ფუძეზე მდებარე თაღის ან წრიული მოხაზულობის გრძივი ცილინდრული გარსის დეფორმაციის ამოცანა. გან-გარიშებას ვაწარმოებთ გარსიდან ამოკრილი თაღისათვის ერთეული სი-განით.

მივაკუთვნოთ ორმაგი სიმრუდის გარსი xOy კოორდინატთა სისტემას. გარსის კვეთებში მოქმედებენ: მღუნავი მომენტები M_x, M_y , მგრეხავი მომენ-ტი H , განივი ძალები Q_x და Q_y , ღერძული ძალები, რომლებიც წარმოგვიდ-გება $N_1 = \sigma_x h$ და $N_2 = \sigma_y h$ სახით და ძვრის ძალა $S = \tau h$ -ის სახით, სა-დაც h —გარსის სისქეა, σ_x და σ_y —ნორმალური ძაბვებია, τ —შებეი ძაბვა.

აღვნიშნოთ სიმრუდეები

$$k_x = \frac{1}{R_x} \quad \text{და} \quad k_y = \frac{1}{R_y},$$

ჩაღუნვა w -თი, ნორმალური გარე დაწოლა p -თი, ფუძის რეაქცია q -თი, მა-შინ გვექნება გარსის წონასწორობის შემდეგი განტოლება [1]:

$$\frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} + \sigma_x h \left(\frac{1}{R_x} + \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) + \sigma_y h \left(\frac{1}{R_y} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) + \\ + 2 \tau h \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} + p - q = 0. \quad (1)$$

ფირფიტების თეორიიდან ცნობილია $M_x, M_y, H, Q_x, Q_y, \sigma_x, \sigma_y$ და τ -ს გამომსახველი ფორმულები. ჩვენ პირობებში, თუ მხედველობაში მივი-ღებთ, რომ ეს ფაქტორები გარსების ღუნვის შემთხვევაში გამოისახება იგივე ფორმულებით, (1) განტოლებიდან მივიღებთ

$$D \nabla^2 \nabla^2 w = \sigma_x h \left(\frac{1}{R_x} + \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right) + \left(\frac{1}{R_y} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) \times \\ \times \sigma_y h - 2 \tau h \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} + p - q = 0, \quad (2)$$

სადაც D არის გარსის ცილინდრული სიხისტე.



$\varepsilon_x, \varepsilon_y, \gamma$ გამოვსახოთ დაბეებით, ხოლო უკანისკენელი $\Phi(x, y)$ დაბეათა ფუნქციის საშუალებით

$$\sigma_x = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2}; \quad \sigma_y = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2}; \quad \tau = -\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y}. \quad (3)$$

განვიხილოთ დრეკადფუძეზე მდებარე გარსი ორი მახასიათებლით, რომლის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე [2, 4]:

$$-2t\nabla^2 w + kw = q. \quad (4)$$

დამრეც გარსებში, როდესაც მისი დეფორმაცია განისაზღვრება მხოლოდ გადაადგილების ერთი w კომპონენტით, მაშინ ბრტყელი ფილისა და მოცემული გარსის ფუძის განტოლებას აქვთ ერთი და იგივე სახე (4).

1945 წელს მ. ფილონენკო-ბოროდიჩმა კოჭებისათვის [3], 1937 წელს ბ. პასტერნაკმა [4] და 1949 წელს ვ. ვლასოვმა [2] ფილებისათვის მოგვცეს განტოლება, რომელიც ფორმით მთლიანად ემთხვევა (4) განტოლებას. განსხვავება მხოლოდ იმაშია, რომ მახასიათებლები k და t სხვადასხვანაირად განისაზღვრება.

ჩვენ ვიძლევი (4) განტოლების დადგენის ახალ ვარიანტს, რაც, ჩვენი აზრით, უფრო თვალსაჩინო და დასაბუთებულია.

ამრიგად, ფილის გაანგარიშებისას მხედველობაში მიიღება როგორც ნორმალური, ისე მხები რეაქციები. ფილის როგორც ზედა, ისე ქვედა საზღვრებზე გარე დატვირთვები შეიძლება მოცემულ იქნეს მხოლოდ ისეთი, რომლებიც წარმოადგენს ამ საზღვრებზე მოქმედი დატვირთვების მდგენელებს. სხვანაირად რომ ვსთქვათ, ისინი მოქმედებენ სიბრტყეებზე, რომელთა ნორმალს წარმოადგენს oz ღერძი. ასეთებია $\sigma_z, \tau_{xz}, \tau_{yz}$.

k_1 და k_2 აღენიშნოთ საგების კოეფიციენტები (ამას ვუწოდებთ მათ მიღებული ტერმინოლოგიის თანახმად), მაშინ გარე დაბეები, მოქმედი ფილის ქვედა საზღვარზე, უნდა წარმოგვიდგეს შემდეგი სახით:

$$\sigma_z = k_1 w; \quad \tau_{xz} = k_2 u; \quad \tau_{yz} = k_2 v. \quad (5)$$

როგორც ფილის თეორიიდან ცნობილია,

$$u = z \frac{\partial w}{\partial x}, \quad (6)$$

$$v = z \frac{\partial w}{\partial y},$$

ქვედა საზღვრისათვის გვექნება

$$u = h \frac{\partial w}{\partial x}; \quad v = h \frac{\partial w}{\partial y}, \quad (7)$$

სადაც $2h$ —ფილის კვეთის სიმაღლეა.

შევადგინოთ ახლა შესაბამისი ამოცანის ფუნქციონალი, ე. ი. გამოვთვალოთ პოტენციალური ენერგია.

1. გარე p დატვირთვების შესაბამისი ფუნქციონალის წევრია

$$\int_0^a \int_0^b p w \, dx \, dy ; \quad (8)$$

2. გარე σ_z დატვირთვების შესაბამისი ფუნქციონალის წევრია

$$\int_0^a \int_0^b \frac{\sigma_z w}{2} \, dx \, dy = \int_0^a \int_0^b \frac{k_1 w \cdot w}{2} \, dx \, dy = \int_0^a \int_0^b \frac{k_1 w^2}{2} \, dx \, dy ; \quad (9)$$

3. გარე τ_{xz} დატვირთვების შესაბამისი ფუნქციონალის წევრია

$$\int_0^a \int_0^b \frac{\tau_{xz} u}{2} \, dx \, dy = \int_0^a \int_0^b \frac{k_2 u \cdot u}{2} \, dx \, dy = \int_0^a \int_0^b \frac{k_2 h^2}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 \, dx \, dy ; \quad (10)$$

4. ფუნქციონალის წევრი, რომელიც შეესაბამება გარე τ_{yz} დატვირთვას არის

$$\int_0^a \int_0^b \frac{\tau_{yz} v}{2} \, dx \, dy = \int_0^a \int_0^b \frac{k_2 v \cdot v}{2} \, dx \, dy = \int_0^a \int_0^b \frac{k_2 h^2}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 \, dx \, dy ; \quad (11)$$

5. ფუნქციონალის წევრი, რომელიც შეესაბამება შიგა ძალებს (M_x , M_y , H_x , H_y , Q_x , Q_y), როგორც ცნობილია არის

$$\int_0^a \int_0^b \frac{D}{2} \left\{ \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right]^2 - 2(1-\nu) \left[\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 \right] \right\} \, dx \, dy ; \quad (12)$$

ფუნქციონალი, რომელიც შეესაბამება მოცემულ ამოცანას არის

$$A = \int_0^a \int_0^b \frac{D}{2} \left\{ \left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)^2 - 2(1-\nu) \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)^2 \right) \right] + \frac{k_2 h^2}{2} \left[\left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)^2 \right] + \frac{k_1 w^2}{2} - p w \right\} \, dx \, dy . \quad (13)$$

(13) გამოსახულების ინტეგრალქვეშა გამოსახულება აღენიშნოთ B -ით და შევადგინოთ ეილერ-ოსტროგრადსკის განტოლება. ეს განტოლება იქნება დიფერენციალური, რაც შეესაბამება მოცემულ ამოცანას (დრეკად ფუძეზე მდებარე ფილის ამოცანა ნორმალური და მხები რეაქტივების გათვალისწინებით)

ეილერ—ოსტროგრადსკის განტოლებას აქვს სახე

$$\begin{aligned} \frac{\partial B}{\partial w} - \frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial B}{\partial \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)} - \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial B}{\partial \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)} + \frac{\partial^2}{\partial x^2} \frac{\partial B}{\partial \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)} + \\ + 2 \frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \frac{\partial B}{\partial \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \frac{\partial B}{\partial \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)} = 0. \end{aligned} \quad (14)$$

განვსაზღვროთ

$$\frac{\partial B}{\partial w} = k_1 w + p; \quad \frac{\partial B}{\partial \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)} = k_2 h \frac{\partial w}{\partial x};$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \frac{\partial B}{\partial \left(\frac{\partial w}{\partial x} \right)} = k_2 h^2 \frac{\partial^2 w}{\partial x^2}; \quad \frac{\partial}{\partial y} \frac{\partial B}{\partial \left(\frac{\partial w}{\partial y} \right)} = k_2 h^2 \frac{\partial^2 w}{\partial y^2};$$

$$\frac{\partial B}{\partial \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)} = D \left[\left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) - 2(1-\nu) \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right];$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \frac{\partial B}{\partial \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right)} = D \left[\left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} \right) - 2(1-\nu) \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} \right];$$

$$\frac{\partial^2}{\partial y^2} \frac{\partial B}{\partial \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right)} = D \left[\left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) - 2(1-\nu) \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} \right];$$

$$\frac{\partial B}{\partial \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)} = 4 D (1-\nu) \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y};$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x \partial y} \frac{\partial B}{\partial \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \right)} = 4 D (1-\nu) \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2}.$$

ეილერის განტოლება მიიღებს სახეს

$$\begin{aligned} D \left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) - \\ - k_2 h^2 \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right) + k_1 w - p = 0. \end{aligned} \quad (15)$$

$2t = k_2 h^2$ ფორმალური აღნიშვნის შეტანით, მივიღებთ განტოლებას, რომელიც მოგვცა ვ. ვლასოვმა. მაშასადამე, ფუძის განტოლება შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$2t \nabla^2 w - kw + q = 0,$$

სადაც

$$\nabla^2 w = \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} .$$

(3) და (4) გამოსახულებების (2) განტოლებაში შეტანივთ მივიღებთ

$$\begin{aligned} \frac{D}{h} \nabla^2 \nabla^2 w &= \frac{1}{R_x} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2} + \frac{1}{R_y} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} + 2t \nabla^2 w - k w + \frac{p}{h} ; \\ \frac{1}{E} \nabla^2 \nabla^2 \Phi &= - \frac{1}{R_x} \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - \frac{1}{R_y} \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} . \end{aligned} \quad (16)$$

მაგალითის სახით განვიხილოთ წრიული ცილინდრული გარსი, მაშინ

$$k_x = \frac{1}{R_x} = 0; \quad k_y = \frac{1}{R_y} = \frac{1}{R} , \quad (17)$$

სადაც R წრის რადიუსია.

(16) განტოლებიდან, თუ $\nabla^2 \nabla^2$ ოპერაციას გამოვიყენებთ, მივიღებთ

$$\begin{aligned} \frac{D}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 \nabla^2 \nabla^2 w - \frac{2t}{h} \nabla^2 \nabla^2 \nabla^2 w + \frac{k}{h} \nabla^2 \nabla^2 w + \\ + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} - \frac{1}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 p = 0 . \end{aligned} \quad (18)$$

წარმოვადგინოთ გამოსახულება (18) შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned} \nabla^2 \nabla^2 \left[\frac{D}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 w - \frac{2t}{h} \nabla^2 w + \frac{k}{h} w - \frac{1}{Eh} p \right] + \\ + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} = 0 . \end{aligned} \quad (19)$$

განვიხილოთ გარსი შემდეგი სასაზღვრო პირობებით: როცა $x = 0$;
 $x = l$ (გარსის ბოლოებში)

$$w = 0; \quad M_x = 0; \quad v = 0; \quad \sigma_x = 0; \quad (20)$$

როცა $y = 0$; $y = b$ (სწორხაზოვან საზღვრებზე)

$$w = 0; \quad M_y = 0; \quad u = 0; \quad \sigma_y = 0. \quad (21)$$

ამ შემთხვევაში (19) განტოლების ამოსხნა შეიძლება წარმოვადგინოთ ორმაგი ტრიგონომეტრიული მწკრივის სახით [5]

$$w = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} w_{mn} , \quad (22)$$

სადაც

$$w_{mn} = A_{mn} \sin \frac{m\pi x}{l} \sin \frac{n\pi y}{b} . \quad (23)$$



წარმოვადგინოთ p დატვირთვა აგრეთვე ორმაგი ტრიგონომეტრიული მწკრივის სახით

$$p = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} p_{mn} \sin \frac{m\pi x}{l} \sin \frac{n\pi y}{b}, \quad (24)$$

სადაც

$$p_{mn} = \frac{4}{bl} \int_0^l \int_0^b p(x, y) \sin \frac{m\pi x}{l} \sin \frac{n\pi y}{b} dx dy. \quad (25)$$

(23) გამოსახულების საფუძველზე, გვექნება

$$\begin{aligned} \frac{D}{Eh} \nabla^2 \nabla^2 w_{mn} - \frac{2t}{h} \nabla^2 w_{mn} + \frac{k}{h} w_{mn} - \frac{1}{Eh} p_{mn} &= \\ &= \left(T_1 A_{mn} - \frac{1}{Eh} p_{mn} \right) \sin \frac{m\pi x}{l} \sin \frac{n\pi y}{b}; \quad (26) \\ \frac{1}{R^2} \frac{\partial^4 w_{mn}}{\partial x^4} &= T_2 A_{mn} \sin \frac{m\pi x}{l} \sin \frac{n\pi y}{b}, \end{aligned}$$

სადაც

$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{D\pi^4}{Eh} \left(\frac{m^2}{l^2} + \frac{n^2}{b^2} \right)^2 + \frac{2t\pi^2}{h} \left(\frac{m^2}{l^2} + \frac{n^2}{b^2} \right) + \frac{k}{h}; \\ T_2 &= \frac{\pi^4 m^4}{R^2 l^4}. \end{aligned} \quad (27)$$

ახლა განტოლება (19) შეგვიძლია წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

$$\begin{aligned} \nabla^2 \nabla^2 \left[\left(T_1 A_{mn} - \frac{1}{Eh} p_{mn} \right) \sin \frac{m\pi x}{l} \sin \frac{n\pi y}{b} \right] + \\ + T_2 A_{mn} \sin \frac{m\pi x}{l} \sin \frac{n\pi y}{b} = 0. \end{aligned} \quad (28)$$

$\nabla^2 \nabla^2$ ოპერაციის წარმოებით, მივიღებთ

$$\pi^4 \left(\frac{m^2}{l^2} + \frac{n^2}{b^2} \right)^2 \left(T_1 A_{mn} - \frac{1}{Eh} p_{mn} \right) + T_2 A_{mn} = 0. \quad (29)$$

(29) გამოსახულებაში შევიტანოთ T_1 და T_2 მნიშვნელობები, მაშინ საბოლოოდ გვექნება

$$\begin{aligned} \left\{ \pi^4 \left(\frac{m^2}{l^2} + \frac{n^2}{b^2} \right)^2 \left[\frac{D\pi^4}{Eh} \left(\frac{m^2}{l^2} + \frac{n^2}{b^2} \right)^2 + \frac{2t\pi^2}{h} \left(\frac{m^2}{l^2} + \frac{n^2}{b^2} \right) + \right. \right. \\ \left. \left. + \frac{k}{h} \right] + \frac{\pi^4 m^4}{R^2 l^4} \right\} A_{mn} = \frac{\pi^4}{Eh} \left(\frac{m^2}{l^2} + \frac{n^2}{b^2} \right)^2 p_{mn}. \end{aligned} \quad (30)$$

(30) ფორმულაში p_{mn} მნიშვნელობის შეტანით განვსაზღვრავთ A_{mn} ხოლო ამ ბოლო გამოსახულების (23) განტოლებაში შეტანით, მივიღებთ საბოლოოდ გამოსახულებას w -თვის

$$w = \frac{4\pi^4}{Ehbi} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \times$$

$$\left[\left(\frac{m^2}{l^2} + \frac{n^2}{b^2} \right)^2 \int_0^l \int_0^b p(x, y) \sin \frac{m\pi x}{l} \sin \frac{n\pi y}{b} dx dy \right]$$

$$\times \frac{\pi^4 \left(\frac{m^2}{l^2} + \frac{n^2}{b^2} \right)^2 \left[\frac{D\pi^4}{Eh} \left(\frac{m^2}{l^2} + \frac{n^2}{b^2} \right)^2 + \frac{2I\pi^2}{h} \left(\frac{m^2}{l^2} + \frac{n^2}{b^2} \right) + \frac{k}{l} \right]}{\times \sin \frac{m\pi x}{l} \sin \frac{n\pi y}{b}} \quad (31)$$

გვეჩვენება რა სტატიკური ფაქტორების ($M_x, M_y, H, Q_x, Q_y, N_1, N_2$ და S) გამოსახვები და მათში w წარმოებულების შეტანით მივიღებთ ამ სიდიდეების მნიშვნელობებს. ამგვარად, ამოცანა ამოხსნალია.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 სამშენებლო მექანიკისა და სტრუქტურული ინჟინერების
 ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 13.3.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. С. Вольмир. Гибкие пластинки и оболочки. Государственное издательство технико-теоретической литературы, Москва, 1956.
2. В. З. Власов и И. П. Леонтьев. Балки, плиты и оболочки на упругом основании. Государственное издательство физико-математической литературы. Москва, 1960.
3. М. М. Филоненко-Бородич. Простейшая модель упругого основания, способная распределять нагрузку. Сборник трудов Московского электро-мех. ин-та инженеров транспорта, вып. 53, Трансжелдориздат, 1945.
4. П. Л. Пастернак. Основы нового метода расчета фундаментов на упругом основании при помощи двух коэффициентов постели. Гос. изд. литературы по строительству и архитектуре. М.—Л., 1954.
5. А. И. Лурье. Статика тонкостенных упругих оболочек. Гостехиздат. Москва, 1947.

დ. ცხვირაშვილი და გ. ბალუსტაშვილი

წყლის ნაჯერ ორთქლში სუსტი მინერალური მჟავების
გადასვლის შესახებ

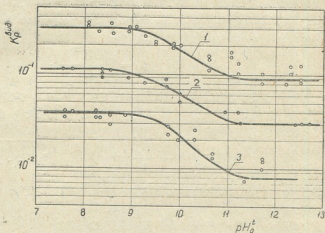
(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა პ. შენგელიამ 25.2.1962)

ორთქლში სუსტი მინერალური მჟავების გადასვლის თავისებურებებს (კერძოდ ბორის მჟავისას) გარკვეული მნიშვნელობა აქვს ატომური ენერგეტიკისათვის. ამიტომ, შრომაში მოყვანილია ბორის მჟავას ორთქლში განაწილების მონაცემები წყლის pH-ის მიხედვით. გარდა ამისა, გამოთქმულია თეორიული მოსაზრებანი ორთქლში სუსტი მინერალური მჟავების გადასვლის შესახებ.

ნახ. 1-ზე წარმოდგენილია ექსპერიმენტული მონაცემები 40—200 ატმ წნევებისათვის. ისინი გვიჩვენებენ ბორის მჟავას წარმოსახვითი განაწილების კოეფიციენტის $K_p^{რეალ}$ საგრძნობ დამოკიდებულებას წყლის pH_0^f -საგან. pH_0^f -დ მიღებულია ოთახის ტემპერატურაზე გაზომილი pH-ის მნიშვნელობა, რაც ექსპერიმენტში წყლის გარკვეულ ტემპერატურას ეთანადება (pH^t).

როგორც ჩანს, ბორის მჟავას განაწილების კოეფიციენტები pH_0^f -ს გაზრდასთან ერთად დაახლოებით 3—4-ჯერ მცირდებიან. აღნიშნულ შემცირებას ადგილი აქვს pH_0^f -ს გარკვეულ ფარგლებში (9-დან 12-მდე). ამ ზღვრების გარეთ განაწილების კოეფიციენტები მუდმივი მნიშვნელობებით ხასიათდებიან.

40. „მოამბე“, ტ. XXX, № 5, 1963



ნახ. 1. ბორის მჟავას $K_p^{რეალ}$ -ის დამოკიდებულება წყლის pH_0^f -ზე შემდეგი წნევებისათვის: 1— 200 ატმ; 2— 100 ატმ და 3— 40 ატმ



pH_p^t -ს დაბალი მნიშვნელობებისას განაწილების კოეფიციენტები უტოლდება „სუფთა“ ბორის მჟავას განაწილების კოეფიციენტებს [1]. ეს აიხსნება აღნიშნულ პირობებში მჟავას უმნიშვნელო დისოციაციით. ამიტომ K_p^{mix} პრაქტიკულად უტოლდება მჟავას არადისოცირებული მოლეკულების განაწილების კოეფიციენტს ($K_p^{mix} = K_p^x$). pH_p^t -ს მაღალი მნიშვნელობებისას წყალში მჟავას არადისოცირებული მოლეკულების რაოდენობა უმნიშვნელო ხდება. ამ შემთხვევაში OH^- -ის სიჭარბე სუსტი მჟავისა და ძლიერი ტუტის მარილის ჰიდროლიზის დახშობას იწვევს. მაშასადამე, განაწილების კოეფიციენტი ძირითადად განისაზღვრება ორთქლში დისოცირებული იონების გადასვლით (K_p^t). ამიტომ $K_p^{mix} = K_p^t$. ცხადია, რომ K_p^t -ს სიდიდე დისოცირებული იონების ბუნებაზე დამოკიდებული, პირველ რიგში კი მათი ჰიდრატაციის ხარისხზე. თანაც, იონებს მეტი ჰიდრატაციის ხარისხით ბუნებრივია ეთანადება ნაკლები განაწილების კოეფიციენტი. მართლაც, $NaCl$ -ის განაწილების კოეფიციენტი (Cl^- ჰიდრატაციის სითბო დაახლოებით 79 კალ/გ-იონის-ს შეადგენს) მეტია, ვიდრე Na_2SO_4 -სა (SO_4^{2-} ჰიდრატაციის სითბო 243 კკალ/გ-იონის-ს შეადგენს).

მოყვანილი მოვლენის აღწერისათვის ჩვენ შემოგვავქვს განტოლება

$$K_p^{mix} = \beta K_p^{x} + (1 - \beta) K_p^t, \quad (1)$$

სადაც β სათანადო მჟავას მარილის ჰიდროლიზის ხარისხია, რაც შეიძლება გამოისახოს ასე:

$$\beta = \frac{[OH^-]^t}{C_c}. \quad (2)$$

დამოკიდებულებას $[OH^-]^t$ -სა და სუსტი მჟავისა და ძლიერი ტუტის მარილის კონცენტრაციას (C_c) შორის, უმნიშვნელო გამარტივებით, შემდეგი სახე აქვს [2]:

$$[OH^-]^t = -\frac{K_t^t}{2} + \sqrt{\frac{(K_t^t)^2}{4} + K_t^t C_c}, \quad (3)$$

სადაც K_t^t ჰიდროლიზის კონსტანტაა გარკვეული ტემპერატურისას (წნევისას).

აღენიშნავთ, რომ (3) დამოკიდებულების მნიშვნელოვანმა გამარტივებამ, ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება საგრძნობ შეცდომამდე მიგვიყვანოს.

მოყვანილი განტოლებების საფუძველზე ჩვენ სათანადო ანგარიში ჩავატარეთ მარილის სხვადასხვა დაშვებული კონცენტრაციებისას. ამ დროს მხედველობაში ვიღებდით მას, რომ ჰიდროქსილი იონების კონცენტრაცია საერთოდ მჟავას კონცენტრაციის ტოლია. წყალში დისოცირებული იონების კონცენტრაციას კი მარილის კონცენტრაციას ვუტოლებდით ნეიტრალიზაციის მოცემულ მომენტში. pH_p^t -ს გაანგარიშებას pH_p^t -ზე ვაწარმოებდით [3]-ში მოცემული პრინციპის მიხედვით. ამისათვის სათანადო გარდაქმნების შემდეგ მიღებულია დამოკიდებულება

$$\frac{K_p^t}{[H^+]^t \beta} = \left(\frac{K_{k-tm}^0}{[H^+]_0^t} + 1 \right) \frac{K_p^0}{[H^+]_0^t}, \quad (4)$$

სადაც

K_p^0 და K_p^t წყლის იონთა ნაბრავლია ოთახისა და ცდის ტემპერატურებისას სათანადოდ;

K_{k-tm}^0 — მჟავას დისოციაციის კონსტანტა ოთახის ტემპერატურისას.

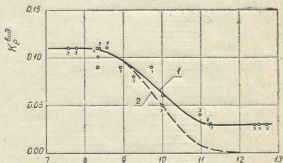
მოყვანილი განტოლებების მარტივი გარდაქმნებით შეგვიძლია მივიღოთ

$$\beta = \frac{1}{1 + \frac{K_{k-tm}^t}{[H^+]^t}}, \quad (5)$$

ამგვარად, $K_p^{max} = f(pH_0^t)$ -ს ანგარიშით განსაზღვრისათვის, გარდა ორი ექსპერიმენტული მონაცემისა (K_p^{max} და K_p^t), საჭიროა მოცემული ტემპერატურებისას მჟავას დისოციაციის კონსტანტის ცოდნა.

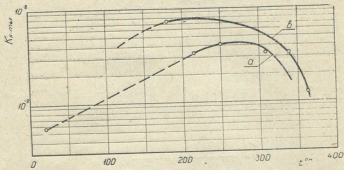
გამოთქმული მოსაზრებების დადასტურების მიზნით ნახ. 1-ზე. ექსპერიმენტულ მონაცემებთან ერთად (წერტილები) დატანილია გაანგარიშებული მრუდები ბორის მჟავას განაწილების კოეფიციენტებისათვის.

როგორც ჩანს, აღნიშნული მრუდები კარგად ეთანხმებიან ექსპერიმენტულ მონაცემებს. არასაკმარისი ცდების გამო სილიციუმმჟავას მონაცემების ამგვარი დამუშავება ჩვენ ვერ შეგძელით. მაგრამ, ცხადია, რომ ნივთიერებების ორთქლში გადასვლის სრული დახასიათებისათვის აუცილებელია იონური ფორმის გადასვლის გათვალისწინება, რაც ნათლად ჩანს ნახ. 2-დან.

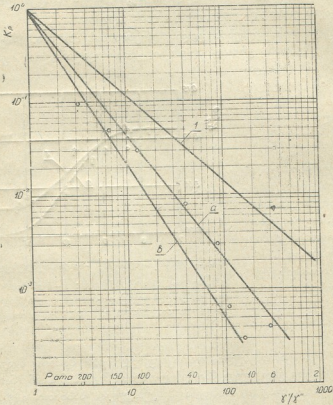


ნახ. 2. ბორის მჟავას K_p^{max} -ის დამოკიდებულება წყლის pH_0^t -ზე $p=100$ ატმ წნევისას: 1—ჩვენ მიერ შემოტანილი განტოლებით (1) გაანგარიშებული მრუდი; 2—[3] და [4]-ში მოყვანილი დამოკიდებულებით გაანგარიშებული მრუდი

მოყვანილი გაანგარიშებული დამოკიდებულებები ბორის მჟავას დისოციაციის კონსტანტის გარკვეულ მნიშვნელობებს შეესაბამებიან (ნახ. 3). დამოკიდებულებას $K_{k-tm} = f(t)$ რამდენადმე უჩვეულო ხასიათი აქვს. ალბათ, აქ მელანდებია ბორის მჟავას წყალხსნარების მეტად სპეციფიური თვისებები მაღალი ტემპერატურებისას [5]. ბორატების ჰიდროლიზი შეიძლება პირობების მიხედვით სხვადასხვა იონების წარმოქმნით ხასიათდებოდეს. ამიტომ იონების სხვადასხვა ფორმებს K_p^t -ს სხვადასხვა მნიშვნელობა შეესაბამება



ნახ. 3. ბორის მტევას გაანგარიშებული დისოციაციის კონსტანტის დამოკიდებულება ტემპერატურისაგან



ნახ. 4. ბორის მტევას K_p^{1-x} -სა (1 მრუდი) და K_p^x -ს (a და b მრუდი) დამოკიდებულება გამხსნელის ხვედრით წონათა შეფარდებისაგან

(ნახ. 4). ამასთან, გამოტანის საერთო სახესთან დაკავშირებით, K_p -ს მეტ მნიშვნელობას (მრუდი, a) K_{K-TM} -ს ნაკლები მნიშვნელობა (მრუდი a , ნახ. 3) ეფარდება.

დასკვნები

1. ნაჯერ ორთქლში ბორის მჟავას გადასვლა წყლის pH-ის მაჩვენებელზე დამოკიდებულია.

2. 40—200 ატმ წნევებისას ბორის მჟავას განაწილების კოეფიციენტები რამდენჯერმე (3—4) მცირდებიან წყლის pH-ის გარკვეულ ინტერვალში (9—12).

3. ორთქლში სუსტი მინერალური მჟავების გადასვლისას აუცილებელია დისოცირებული იონების ქცევის გათვალისწინება. ჯაქედან გამომდინარე, მოცემულია სრული განტოლება მოჩვენებითი განაწილების კოეფიციენტის დამოკიდებულებისა წყლის pH-ზე.

4. დადგენილია ანგარიშით მიღებული ბორის მჟავას დისოციაციის კონსტანტები მაღალი ტემპერატურებისას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ა. დიდებულის სახელობის

ენერგეტიკის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 25.2.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. А. Стырикович, Д. Г. Цхвирашвили и Д. П. Небнеридзе. Исследование растворимости борной кислоты в насыщенном водяном паре. ДАН СССР, т. 134, № 3, 1960.
2. Б. П. Надеинский. Теоретические обоснования и расчеты в аналитической химии. Госиздат, „Советская наука“, Москва, 1956.
3. М. А. Стырикович, О. И. Мартинова, И. Х. Хайбуллин и Э. И. Мингулина. Некоторые закономерности перехода слабых минеральных кислот в насыщенный пар. Теплоэнергетика, № 9, 1959.
4. Н. Е. Н ö m i n g. Новые нормы содержания кремниевой кислоты в котловой воде, Экспресс-информация, теплотехника и теплоэнергетика, рефераты 195—200, № 37, 1960.
5. Е. М. Шварц. Состояние боратов в водном растворе. Труды конференции по химии бора и его соединений. 1958.



თ. გათიქაშვილი

სავენტილაციო სისტემაში მოძრაობის განტოლება
პარალელურად მოგშვავე ორი ვენტილატორის
შემთხვევაში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ძიძიგურმა 21.2.1962)

ვენტილატორების არამდგრადი მუშაობა, რომელიც გარეგნულად მიწოდების თვითნებური ცვალებადობით ან პერიოდული რხევით და დანადგარის გაძლიერებული ვიბრაციით გამოიხატება, დღემდე ნაკლებადაა შესწავლილი ნაწილობრივი გარკვეულობა ამ საკითხში შეიტანა [1] შრომამ, რომელშიც დამუშავებულია სავენტილაციო და პნევმატურ სისტემებში თვითრხევების თეორიის საფუძვლები და გამოყვანილია მოძრაობის განტოლება სისტემისათვის ერთი ვენტილატორით.

ჩვენ მიერ მიღებულია მოძრაობის განტოლება უფრო რთული სისტემისათვის, როდესაც პარალელურად მუშაობს ორი ვენტილატორი, რომელიც სავენტილაციო სისტემებში მდგრადობისა და გარდამავალი პროცესების კვლევის ჩატარების საშუალებას იძლევა. ასეთ სისტემებში ვენტილატორების მუშაობის მდგრადობის შესწავლა, შახტების განიაგების რთული სქემების გავრცელების გამო, დიდ პრაქტიკულ ინტერესს წარმოადგენს.

საკვლევი სისტემა სქემატურად გამოსახულია ნახ. 1-ზე. იგი შეიცავს ორ პარალელურად ჩართულ ვენტილატორს, რომელთა წნევითი მახასიათებლები აიწერება არაწრფივი ფუნქციებით

$$\left. \begin{aligned} H_1 &= f_1(Q_1) \\ H_2 &= f_2(Q_2) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

სადაც H წნევაა, ხოლო Q —მწარმოებლობა. ფუნქციებს (1) გააჩნიათ ექსტრემუმი: პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ მუშაობა არამდგრადია, თუ რეჟიმი მდებარეობს წნევითი მახასიათებლის მაქსიმუმის მარცხნივ, სადაც მახასიათებელი აბსცისთა ღერძთან ქმნის დადებით კუთხეს.

საკვლევი სისტემის ინდივიდუალური უბნების განივკვეთი მცირეა. ჰაერის მოძრაობის სიჩქარე მათში დიდია. ამიტომ მოძრაობის დამახასიათებელ ძირითად პარამეტრს წარმოადგენს ინერციულობა, რომელიც იზომება აქუსტიკური მასით [2]

$$L = \frac{\rho l}{S} \quad (2)$$

სადაც

 ρ — არის ჰაერის სიმკვრივე, l — სიგრძე, S — განივკვეთის ფართი.

ქსელის საერთო უბანი (კამერა) ტევალია. ამიტომ მოძრაობის დამახასიათებელ მთავარ პარამეტრს მასში აკუსტიკური მოქნილობა (ჰაერის კუმ-შეადობა) წარმოადგენს [2]

$$C = \frac{Sl}{\rho a^2}, \quad (3)$$

სადაც a ბგერის სიჩქარეა.საერთო უბანი ბოლოვდება r დროსელით, რომლის მახასიათებელია

$$H_k = \varphi(Qr), \quad (4)$$

სადაც

 H_k — არის ჰარბი წნევა კამერაში, Q_r — ჰაერის ხარჯი დროსელში.

მიღების აკუსტიკურ მოქნილობას და კამერის აკუსტიკურ მასას მოძრაობის განტოლების შედგენისას მხედველობაში არ ვღებულობთ და ვუშვებთ, რომ სისტემის მთელი წინაღობა შეყურსულია დროსელში. ამ დაშვებათა სამართლიანობა ქვემოთ იქნება განხილული.

აკუსტიკური მასის თვისებიდან გამომდინარე [2], შეგვიძლია დავწეროთ

$$L_1 \dot{Q}_1 = H_1 - H_k,$$

$$L_2 \dot{Q}_2 = H_2 - H_k,$$

სადაც \dot{Q}_1 და \dot{Q}_2 არის ჰაერის ხარჯის წარმოებული დროით. ჩავსვათ (1) განტოლებიდან H_1 და H_2 მნიშვნელობები და მივიღებთ

$$L_1 \dot{Q}_1 = f_1(Q_1) - H_k, \quad (5)$$

$$L_2 \dot{Q}_2 = f_2(Q_2) - H_k. \quad (6)$$

აკუსტიკური მოქნილობის თვისებიდან გამომდინარე, განვსაზღვროთ კამერაში ჰაერის ჰარბი მოდინება

$$Q_1 + Q_2 - Q_r = CH_k. \quad (7)$$

მოგნახოთ ამ გამოსახულების დიფერენციალი დროის მიხედვით და ჩავსვათ მასში \dot{Q}_2 -ის მნიშვნელობა (6) განტოლებიდან.

$$f_2(Q_2) - H_k = L_2 C \dot{H}_k + L_2 \dot{Q}_r - L_2 \dot{Q}_1. \quad (8)$$

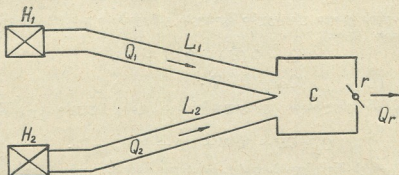
(4), (5) და (8) განტოლებებით აისახება გარდამავალი პროცესი სისტემაში. დავიყვანოთ ისინი უმაღლესი ხარისხის ერთ განტოლებაზე.

აღვნიშნოთ Q_0 -ით, H_0 -ით წონასწორობის რეჟიმის კოორდინატები. $Q_1 - H_k$ კოორდინატთა სისტემაში.

კოორდინატა სისტემის სათავე გადავიტანოთ წონასწორობის რეჟიმის წერტილში. მაშინ გარდამავალი პროცესის პარამეტრების გადახრა წონასწორობის რეჟიმის დროს არსებული მნიშვნელობებისაგან იქნება.

$$Q = Q_1 - Q_0,$$

$$H = H_k - H_0.$$



ნახ. 1

ამის მხედველობაში მიღებით განტოლება (5) მიიღებს სახეს

$$L_1 \dot{Q} = f_1(Q + Q_0) - H - H_0. \quad (9)$$

f_1 ფუნქცია გავშალოთ ტელიორის მწკრივად Q_0 -ის მახლობლობაში და განვიხილოთ მწკრივის მხოლოდ პირველი ხარისხის წევრები. ამით ვუშვებთ ვენტილატორის წნევითი მახასიათებლის სწორხაზობრივობას რეჟიმის წერტილის მახლობლობაში

$$f_1(Q + Q_0) = H_0 + \frac{df_1(Q_0)}{dQ_1} \cdot Q.$$

წარმოებულ $\frac{df_1}{dQ_1}$ შევცვალოთ საკუთხო კოეფიციენტით, რომელიც განსაზღვრავს პირველი ვენტილატორის წნევითი მახასიათებლის დახრას რეჟიმის წერტილში

$$\frac{df_1(Q_0)}{dQ_1} = b_1. \quad (10)$$

თუ რეჟიმის წერტილთან წნევითი მახასიათებელი აღმავალია, b_1 დადებითია, წინააღმდეგ შემთხვევაში—უარყოფითი. ყოველივე ამის მხედველობაში მიღებით განტოლება (9) მიიღებს სახეს

$$L_1 \dot{Q} = b_1 Q - H. \quad (11)$$

ანალოგიურად მოვახდინოთ f_2 ფუნქციის განშლა $Q_{2(0)}$ -ის, ე. ი. წონასწორობის რეჟიმის დროს მეორე ვენტილატორის მწარმოებლობის მახლობლობაში

$$f_2(Q_2) = H_0 + b_2 \cdot Q_{(2)}. \quad (12)$$

აქ b_2 არის მეორე ვენტლატორის წნეებითი მახასიათებლის საკუთხო კოეფიციენტი, ხოლო $Q_{(2)} - Q_2$ -ის გადახრა მისი მნიშვნელობიდან წონასწორობის რეჟიმის წერტილში.

განვსაზღვროთ (7)-დან $Q_{(2)}$

$$Q_{(2)} = C\dot{H} + Q_r - Q - Q_{2(0)} - Q_0. \quad (13)$$

ჰერის ხარჯი დროსელში შეიძლება გამოვსახოთ φ -ს (4) შებრუნებული ფუნქციით (Φ -ით)

$$Q_r = \Phi(H_k) = \Phi(H + H_0),$$

$$Q_{r(0)} = \Phi(H_0).$$

ამ მნიშვნელობათა გათვალისწინებით გამოსახულება (13) მიიღებს სახეს

$$Q_{(2)} = C\dot{H} + \Phi(H + H_0) - \Phi(H_0) - Q.$$

$Q_{(2)}$ -ს ეს მნიშვნელობა და f_2 -ის ახალი გამოსახულება (8)-დან შევიტანოთ (12)-ში, მაშინ მივიღებთ

$$L_2 C\ddot{H} - b_2 C\dot{H} + L_2 \dot{\Phi}(H + H_0) - b_2 \dot{\Phi}(H + H_0) + b_2 \dot{\Phi}(H_0) + H + b_2 Q - L_2 \dot{Q} = 0. \quad (14)$$

გავშალოთ Φ ფუნქცია ტეილორის მწკრივად წონასწორობის წერტილის მახლობლობაში. აეროდინამიკური წინალობის (დროსელის) საკუთხო კოეფიციენტი აღვნიშნოთ k -თი, რომელიც ყოველთვის დადებითია

$$k = \frac{d\varphi(Q_r)}{dQ_r}. \quad (15)$$

მაშინ

$$\Phi(H + H_0) = \Phi(H_0) + \frac{1}{k} \cdot H,$$

$$\dot{\Phi}(H + H_0) = \frac{1}{k} \cdot \dot{H}.$$

ამ მნიშვნელობათა (14)-ში ჩასმით ვღებულობთ

$$L_2 C\ddot{H} + \left(\frac{L_2}{k} - b_2 C\right) \dot{H} + \left(1 - \frac{b_2}{k}\right) H + b_2 Q - L_2 \dot{Q} = 0. \quad (16)$$

(11)-დან განვსაზღვროთ

$$H = b_1 \cdot Q - L_1 \dot{Q}.$$

H -ისა და მისი დროის მიხედვით წარმოებულის მნიშვნელობები ჩავსვათ (16)-ში. მაშინ გარდაქმნის შემდეგ მივიღებთ მე-3 ხარისხის განტოლებას, რომელიც ასახავს გარდამავალი პროცესის დროს პირველი ვენტი-

ლატორის მწარმოებლობის წონასწორობის რეჟიმის მნიშვნელობიდან გადახრას.

$$\frac{L_1 L_2}{b_2} \ddot{Q} + \left[L_2 \frac{L_1}{kC} - b_1 - L_1 \right] \dot{Q} + \left[b_1 - \frac{L_1}{kC} + \frac{k(L_1 + L_2) - b_1 L_2}{b_2 kC} \right] Q + \frac{1}{kC} \left[b_1 - k \left(1 + \frac{b_1}{b_2} \right) \right] Q = 0. \quad (17)$$

ანალოგიური გზით შეიძლება განტოლების გამოყვანა სისტემისათვის, რომელიც განხილულისაგან განსხვავდება. ერთი ვენტილატორის მქონე სისტემისათვის საკმარისია მივიღოთ, რომ $b_2 = -\infty$. მაშინ სათანადო გარდაქმნის შემდეგ განტოლება მიიღებს სახეს

$$L_1 \ddot{Q} + \left(\frac{L_1}{kC} - b_1 \right) \dot{Q} + \frac{1}{kC} (k - b_1) Q = 0. \quad (18)$$

(18) ლიტერატურაში მოცემული განტოლების იდენტურია [1].

მიღებული განტოლება სავენტილაციო სისტემებში გარდამავალი და თვითრხევითი პროცესების შესწავლის ვენტილატორების მდგრადად მუშაობის საზღვრების დაზუსტების (რომელიც ამჟამად მეტად მიახლოებით წარმოებს) საშუალებას იძლევა. გარდა ამისა, იგი საშახტო-სავენტილაციო სისტემებში არასტაციონარული პროცესების მათემატიკურ მოდელირებას საფუძველს უქმნის [3]. მოდელირების დროს საჭირო არაა სტატიის დასაწყისში აღნიშნული გამარტივებების შემოღება, რაც უფრო ზუსტი შედეგის მიღების საშუალებას იძლევა. არასტაციონარულ მოვლენებზე უშუალო დაკვირვება და მათი მათემატიკური მოდელირება აჩვენებს, რომ, თუ სისტემის აკუსტიკა განშტოებებითა და ჰაერსადენის ადგილობრივ გაფართოებებით გართულებული არ არის, მაშინ (17) და (18) განტოლებები სწორად ასახავს პროცესს; აკუსტიკურად რთული სისტემების კვლევა კი შესაძლებელია მხოლოდ მათემატიკური მოდელის გამოყენებით [4].

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გ. წულუკიძის სახელობის

სამთხვე საჭმის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მიუყვება 21.2.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. В. В. Казакевич. Автоколебания (помпаж) в вентиляторах и компрессорах. Машгиз, 1959.

2. А. А. Дзидзигури, В. Л. Мухелишвили, А. А. Кутателадзе, Ш. И. Ониани. Совместная работа шахтных вентиляторов. Госгортехиздат, 1961.
3. ა. ძიძიგური, თ. მათიკაშვილი. საშახტო ვენტილატორების მუშაობის გარდამავალი პროცესები და მდგრადობა. ვ. ლენინის სახ. საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის შრომები, კრებული № 2 (82), 1962.
4. Т. И. Матикашвили. Электрическая модель для исследования нестационарных процессов в шахтных вентиляционных сетях. Труды ИГД АН ГССР, т. III, 1962.

ფენომოლოგია

ბ. გეგინავა, ლ. ოთხმეზური

ნავთობის ზეთისა და თიოფოსის კომბინირებული ნაზავის
მომკვდების ხასიათის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. ყანაველმა 8.12.1961)

ციტრუსოვანთა ნარგავების ძირითადი მავნებლების ერთ-ერთი ჯგუფის—კოქციდების წინააღმდეგ დიდი ხანია გამოიყენება ნავთობის ზეთის ემულსიები. მათ სეკელიურ თვისებებთან ერთად ახასიათებთ ძლიერი ფიტოტოქსიკური მოქმედება, რის გამოც პრაქტიკაში გამოიყენება ისეთი კონცენტრაციები (არა უმეტეს 2%-ისა, ზეთის მიხედვით), რომლებიც იწვევენ ფარიანების მატლების უფროსი ხნოვანების მხოლოდ 80—90% სიკვდილიანობას. ტოქსიკურობის გაზრდა ქლორ-ორგანული ინსექტიციდების დამატების გზით გამორიცხულია, ვინაიდან ეს შენაერთები, კერძოდ დდტ, ბევრად უფრო ტოქსიურია ციტრუსების სასარგებლო ენტომოფაუნისათვის, ვიდრე კოქციდებისათვის.

ამიტომ უკანასკნელ წლებში ფართოდ გამოიყენება ნავთობის (ტრანსფორმატორის) ზეთისა და თიოფოსის კომბინირებული ნაზავი; იგი ნაკლებ ტოქსიურია სასარგებლო ენტომოფაუნისათვის და მაღალეფექტურია კოქციდების მიმართ. ამასთან აღნიშნული ნაზავი მოქმედებს როგორც ფარიანებზე, ისე ფეკილისებრ ცრუფარიანებზე. უკანასკნელების წინააღმდეგ კი, როგორც ცნობილია, ნავთობის ზეთები დაბალეფექტურია. მიუხედავად ამისა, ამ კომბინირებული ნაზავის მოქმედების ხასიათი, კერძოდ თიოფოსის დამატებისას ნავთობის ზეთების ტოქსიკურობის ცვლილების ხარისხი არ იყო ცნობილი. წინამდებარე სტატიაში შეჯამებულია ამ საკითხზე ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევით მიღებული მონაცემები.

ცდებში ბიონდიკატორად გამოყენებული იყო ციტრუსოვანთა ნარგავების ერთ-ერთი სერიალული მავნებლის—იაპონური ჩხირისებრი ფარიანას (*Leucaspis japonica* Ckll) პირველი ხნოვანების მატლები. საფუძვლად აღებული იყო მავნებლის პირველი ორი ხნოვანების მატლების წინააღმდეგ დადგენილი ეფექტური კონცენტრაციები და ნორმები, სახელდობრ კომბინირებული ნაზავის კომპონენტთა პრაქტიკაში მიღებული ორი შეფარდებიდან (5:1 და 14:1) გამოყენებული იყო მათი შუალედი, კერძოდ 9:1 (ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსია—9 და თიოფოსი—1).

ცდებისათვის ჩაისა და ციტრუსების საბჭოთა მეურნეობების ტრესტის მანვილურის საბჭოთა მეურნეობაში (ბათუმის რაიონი) შერჩეულ იქნა აღნიშნული მავნებლით ძლიერ დაზიანებული ხეები. თითოეულ ვარიანტში იღებოდა 3 ხე, და სხურდებოდა ასეთი ტიპის ინსექტიციდებისათვის მიღებული წესით (გამანვა), აპარატ ორპ-თი. სიკვდილიანობის აღრიცხვა ტარდებოდა დამუშავებინდან მეთხუთმეტე დღის 300-300 ცალი მატლის დათვლით. შემდეგ გამოიყენებოდა სიკვდილიანობის პროცენტი, სწორდებოდა ბუნებრივ სიკვდილიანობაზე და მიღებული შედეგები მუშავდება პრობიტული ანალიზით, ზოგიერთი გამარტივებით [1].

თიოფოსის გამოცდისა და მიღებული მონაცემების დამუშავების შედეგში მოყვანილია 1 ცხრილში, ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსიისა — მე-2 ცხრილში, ხოლო თიოფოსისა და ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსიის კომბინირებული ნაზავისა — მე-3 ცხრილში. ცხრილები მონაცემები გადატანილია გრაფიკ 1-ზე.

როგორც ჩანს, თიოფოსის ტოქსიკური მოქმედების განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$y = -3,82 + 3,367x \quad (1)$$

ამასთან $\lg CL_{50} = 2,6201$ და $CL_{50} = 0,0417\%$;

ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსიისას:

$$y = -7,34 + 3,367x \quad (2)$$

$\lg CL_{50} = 3,6649$ და $CL_{50} = 0,462\%$;

კომბინირებული ნაზავისას:

$$y = -6,4 + 3,367x \quad (3)$$

$\lg CL_{50} = 3,3858$ და $CL_{50} = 0,2431\%$.

ვინაიდან ამ განტოლებებით და მაჩვენებლებით არ შეიძლება მსჯელობა თიოფოსის დამატებისას ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსიის ტოქსიკურობის ცვლილებების ხარისხზე, ამიტომ აუცილებელია გაირკვეს საკვლევი ნაზავის ტოქსიკურობის საერთო ხასიათი, კერძოდ დადგენილ იქნეს, თიოფოსი და ზეთი დამოუკიდებლად მოქმედებენ თუ აძლიერებენ ერთმანეთის ტოქსიკურობას.

როცა კომბინირებულ ნაზავში შემაჯავლი კომპონენტები მოქმედებენ დამოუკიდებლად, ე. ი. არ აძლიერებენ საერთო ტოქსიკურ მოქმედებას, ეს იწოდება „დამოუკიდებელ ერთიან“ მოქმედებად და განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით [3]:

$$P = P_1 + P_2 - P_1P_2 \quad (4)$$

სადაც P , P_1 და P_2 სიკვდილიანობის პროცენტის პროპორციული ნაწილებია, რომელიც მიღებულია შესაბამისად კომბინირებული ნაზავიდან (P), პირველი (P_1) და მეორე (P_2) კომპონენტისაგან.

ჩვენი საკვლევი კომბინირებული ნაზავის 0,8% კონცენტრაციაში შედის 0,72% ტრანსფორმატორის ზეთი და 0,08% თიოფოსი. მათი შესაბამისი სიკვდილიანობის პროცენტი ცხრილებში არაა, მაგრამ გრაფიკზე ინტერპოლირებით ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსია (0,72% კონცენტრაციის ლოგარითმი = 3,85733 და სიკვდილიანობის პრობიტა = 5,7) იძლევა 75,9%-ს, ხოლო თიოფოსი (0,08% კონცენტრაციის ლოგარითმი = 2,90309 და პრობიტა = 6,3) — 90,4% სიკვდილიანობას. ამ მნიშვნელობების (4) ფორმულაში ჩასმით

$$P = 0,904 + 0,759 - 0,904 \times 0,759 = 0,917.$$

ამრიგად, ტრანსფორმატორის ზეთის 0,72% ემულსიისა და 0,08% თიოფოსის „დამოუკიდებელი ერთიანი“ მოქმედებისას, იაპოხური ჩხირისებრ ფარიანას პირველი ხნოვანების მატლების სიკვდილიანობა არ უნდა აღინაშნებოდეს

თიოფოსის მოქმედება იაპონური ჩხირისებრი ფარინას პირველი ხნოვანების მატლებზე

№ ფ	კონცენტრაცია, %	კონცენტრაცია მგ/ლ-ით	კონცენტრაციების ლოგარითმი (x)	დათვლილი მატ-ლების რაოდ.	ფაქტიური სიკ-ვდილიანობა %-ით	შესწორებული სიკვდილიანობა %-ით	ემპირიული პრო-ბიტა	თვალსაზრისით პრობიტა	სამუშაო პრობიტა	წინითი კოეფი-ციენტი	წონა (w)	wx	wy
1	0,099	990,0	2,99564	300	100,0	100,0	—	6,7	7,2	0,092	27,6	82,68	198,72
2	0,066	660,0	2,81954	300	88,9	84,9	6,0322	5,9	6,0	0,439	131,7	371,83	790,2
3	0,044	440,0	2,64345	300	63,4	50,1	5,0025	5,1	5,0	0,637	191,1	505,2	955,5
4	0,030	300,0	1,47712	300	42,7	21,9	4,2244	4,2	4,2	0,503	150,9	373,80	633,78
5	საკონ.	—	—	300	26,9	—	—	—	—	—	501,3	1333,01	2578,20

$$S_w = 501,3 \quad S_{wx} = 1333,01 \quad S_{wy} = 2578,2$$

$$\bar{x} = \frac{S_{wx}}{S_w} = \frac{1333,01}{501,3} = 2,659 \quad \bar{y} = \frac{S_{wy}}{S_w} = \frac{2578,2}{501,3} = 5,13$$

$$\text{გრაფიკზე: } \Delta_{92} = 2,930 \quad \Delta_{10} = 2,633 \quad b = \frac{1}{\Delta_{92} - \Delta_{10}} = \frac{1}{0,297} = 3,367$$

$$y = (\bar{y} - b\bar{x}) + bx = (5,13 - 3,367 \cdot 2,659) + 3,367x = -3,82 + 3,367x$$

$$y = 5 \quad 5 = -3,82 + 3,367x \quad x = \frac{8,82}{3,367} = 2,6201$$

$$CL 50 = \text{ანტილოგარ. } 2,6201 = 417 \frac{\text{მგ}}{\%} = 0,0417\%$$

ცხრილი 2

ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსიის მოქმედება იაპონური ჩხირისებრი ფარინას პირველი ხნოვანების მატლებზე

№ №	კონცენტრაცია %-ით	კონცენტრაცია მგ/ლ	კონცენტრაციების ლოგარითმი	დათვლილი მატ-ლების რაოდ.	ფაქტიური სიკ-ვდილიანობა	შესწორებული სიკ-ვდილიანობა, %-ით	ემპირიული პრობიტა	თვალსაზრისით პრობიტა	სამუშაო პრო-ბიტა	წინითი კოეფი-ციენტი	წონა w	wx	wy
1	1,20	12,000	4,07918	300	100,0	100,0	—	6,5	7,0	0,131	39,3	160,32	275,1
2	0,80	8,000	3,90309	300	92,7	90,1	6,2873	6,0	6,2	9,370	111,0	433,25	688,2
3	0,53	5,300	3,72428	300	63,1	49,6	4,9900	5,1	5,0	0,637	191,1	711,70	955,5
4	0,35	3,500	3,54407	300	47,7	28,7	4,4378	4,3	4,4	0,558	167,4	593,28	736,6
5	კონტ.	—	—	500	26,6	—	—	—	—	—	508,8	1898,55	2655,4

$$S_w = 508,8 \quad S_{wx} = 1898,55 \quad S_{wy} = 2655,4$$

$$\bar{x} = \frac{S_{wx}}{S_w} = \frac{1898,55}{508,8} = 3,731 \quad \bar{y} = \frac{S_{wy}}{S_w} = \frac{2655,4}{508,8} = 5,22$$

$$\text{გრაფიკზე: } \Delta_{92} = 3,937 \quad \Delta_{50} = 3,7 \quad b = \frac{1}{\Delta_{92} - \Delta_{50}} = \frac{1}{0,237} = 3,367$$

$$y = (\bar{y} - b\bar{x}) + bx = (5,22 - 3,367 \times 3,731) + 3,367x = -7,34 + 3,367x$$

$$y = 5 \quad 5 = -7,34 + 3,367x \quad x = \frac{12,34}{3,367} = 3,6649 \quad \text{CL}_{50} = \text{ანტილოგ. } 3,6649 = \\ = 4620 \text{ მგ/ლ} = 0,462\%$$

ცხრილი 3

ტრანსფორმატორის ზეთისა და თიოფოსის (შეფარდება 9:1) კომბინირებული ნაზავის მოქმედება იაპონური ჩბირისებრი ფარიანას პირველი ხნოვანების მატლებზე

№№	კონცენტრაცია %-ით	კონცენტრაცია მგ/ლ-ით	კონცენტრაციების ლოგარითმი	დათვლილი მატ- ლების რაოდენობა	ფაქტობრივი სი- მდობლიანობა	შესწავრებული სიკე- ვდილიანობა %-ით	ემპირული პრობობა	თვალსაზრისით პრობობა	სამუშაო პრო- ბობა	წინითი კოეფი- ციენტი	შონა w	wx	wy
1	0,8	8000	3,90309	300	100,0	100,0	—	7,3	7,7	0,076	22,8	88,99	175,56
2	0,53	5,300	3,72428	300	96,4	95,1	6,6546	6,4	6,6	0,238	71,4	265,61	471,24
3	0,35	3,500	3,54407	300	77,9	69,8	5,5187	5,5	5,5	0,581	174,3	617,73	958,65
4	0,22	2200	3,34242	300	51,3	33,6	4,5766	4,6	4,6	0,601	180,3	602,64	829,38
5	კონტ.	—	—	300	26,6	—	—	—	—	—	44,8	1575,27	2434,83

$$S_w = 448,8 \quad S_{wx} = 1575,27 \quad S_{wy} = 2434,83$$

$$\bar{x} = \frac{S_{wx}}{S_w} = \frac{1575,27}{448,8} = 3,5099 \quad \bar{y} = \frac{S_{wy}}{S_w} = \frac{2434,83}{448,8} = 5,42$$

$$\text{გრაფიკზე: } \Delta_{50} = 3,433 \quad \Delta_{92} = 3,732 \quad b = \frac{1}{\Delta_{92} - \Delta_{50}} = \frac{1}{0,297} = 3,367$$

$$y = (\bar{y} - b\bar{x}) + bx = (5,42 - 3,367 \cdot 3,5099) + 3,367x = -6,4 + 3,367x$$

$$y = 5 \quad 5 = -6,4 + 3,367x \quad x = \frac{11,4}{3,367} = 3,3858$$

$$\text{CL } 50 = \text{ანტილოგ. } 3,3858 = 2431 \text{ მგ/ლ} = 0,2431\%$$

97,7%-ს, მაგრამ უშუალო გამოცდისას მიღებულ იქნა 100% სიკვდილიანობა, გრაფიკზე კი ის 98,9%-ს უდრიდა.

ანალოგიურად, საკვლევი 0,53%-ი კომბინირებული ნაზავის შემცველი კომპონენტების „დამოუკიდებელი ერთიანი“ მოქმედებისას (ტრანსფორმატორული ზეთი—0,477% და თიოფოსი—0,053%) სიკვდილიანობა არ უნდა აღე-
მატებოდეს 81,5%-ს, მაგრამ ფაქტობრივად იგი იძლევა 95,1%-ს (გრაფიკზე—



92,0%). ასევე 0,35% კონცენტრაცია, ნაცვლად მოსალოდნელი 45,8%-სა, იწვევს 77,9% სიკვდილიანობას (გრაფიკზე — 77,4%).

ამგვარად, გამოცდილი არც ერთი კონცენტრაცია არ აკმაყოფილებს „ღამოუკიდებელი ერთიანი“ მოქმედების ფორმულას და ყველა შემთხვევაში ადგილი აქვს საერთო ტოქსიკურობის ზრდას. ეს მიუთითებს „მსგავსე მოქმედების“ არსებობაზე და იგი განისაზღვრება ფინის [3,4] შემდეგი ფორმულით:

$$y' = a_1 + b \lg(\pi_1 + \rho \pi_2) + bx, \quad (5)$$

სადაც π_1 და π_2 კომბინირებულ ნაზავებში შემავალ კომპონენტთა პროპორციული ნაწილებია, ხოლო ρ — მათი ტოქსიკურობის შედარებითი ძალა; ვინაიდან კომპონენტთა შეფარდება ჩვენს შემთხვევაში უდრიდა 9:1-ს, $\pi_1 = 0,9$ და $\pi_2 = 0,1$ -ს, ρ კი საჭიროა გამოთვლილ იქნეს მიღებული მონაცემების მიხედვით.

გრაფიკზე ტრანსფორმატორული ზეთის ემულსიისა და თიოფოსის რეგრესული ხაზები პარალელურია და კუთხეების დახრილობა ერთნაირი, რის გამოც მათი ტოქსიკური მოქმედების შედარებითი ძალა იქნება

$$\rho = 10^a, \quad (6)$$

სადაც M -იმ კონცენტრაციების ლოგარითმთა შორის განსხვავებაა, რომლებიც იძლევიან მავნებელთა 50% სიკვდილიანობას; აქედან

$$M = CL_{50a} - \lg CL_{50b} = 3,6649 - 3,6201 = 1,0448;$$

$$\rho = 10^{1,0448};$$

$$\lg \rho = \lg 10^{1,0448} = 1,0448;$$

$$\rho = \text{ანტილოგარითმი } 1,0448 = 11,1.$$

ამრიგად, საკვლევი კომბინირებული ნაზავის კომპონენტების ტოქსიკური მოქმედების შედარებითი ძალა უდრის 11,1-ს, ე. ი. იაპონური ჩხირისებრი ფარიანას პირველ ხნოვანების მატლის მიმართ თიოფოსი 11,1-ჯერ უფრო ტოქსიკურია, ვიდრე ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსია.

ვსარგებლობთ რა ρ -ს მნიშვნელობით და ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსიის ტოქსიკური მოქმედების განტოლებით (ფორმულა 2), თეორიულად (ფორმულა 5-ის გამოყენებით) შეიძლება გამოყვათილ იქნეს საკვლევი კომბინირებული ნაზავის ტოქსიკური მოქმედების განტოლება და შემდეგ გამოთვლილი CL_{50} -ის თეორიულად მოსალოდნელი მნიშვნელობა, შემდეგი გზით:

$$y' = -7,34 + 3,367 \lg(0,9 + 11,1 \times 0,1) + 3,367x;$$

$$y' = -7,34 + 3,367 \lg 2,01 + 3,367x;$$

$$y = -6,319 + 3,367x;$$

$$y' = 5; \quad 5 = -6,319 + 3,367x;$$

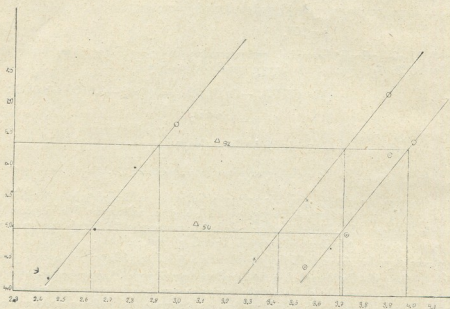
$$x = \frac{11,319}{3,367} = 3,3618;$$

$$CL_{50} \text{ ანტილოგ. } 3,3618 = 2301 \text{ მგ/ლ} = 0,2301\%;$$

თუ CL 50-ის ამ თეორიულ მნიშვნელობას (0,2301%) დავუპირისპირებთ ექსპერიმენტულს (0,2431%), მაშინ მივიღებთ, რომ ტრანსფორმატორის ზეთისა და თიოფოსის კომბინირებული ნაზავის ტოქსიკურობა 5,4%-ით ნაკლებია, ვიდრე იგი მოსალოდნელი იყო უბრალო „მსგავსი მოქმედების“ დროს, ე. ი. ცდებისას მიღებული მონაცემები არ აკმაყოფილებს მე-5 ფორმულას და გამოყენებულ უნდა იქნეს უფრო ზუსტი [3, 4] შემდეგი ფორმულა:

$$y'' = a_1 + b \lg(\pi_1 + \rho\pi_2 + k \sqrt{\rho\pi_1\pi_2}) + bx. \quad (7)$$

ამ ფორმულაში k იწოდება სინერგიზმის კოეფიციენტი. თუ $k=0$ კომბინირებული ნაზავის მოქმედების ტიპი უბრალო „მსგავსი ერთიანი“, მისი დადებითი მნიშვნელობისას მოქმედება სინერგისტულია, ხოლო უარყოფითი მნიშვნელობისას—ანტაგონისტური.



ნახ. 1. ●—თიოფოსი, ○—ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსია, x—კომბინირებული ნაზავი

k -ს მნიშვნელობის პირდაპირი გამოთვლის ხერხი არ არსებობს და მისი შერჩევა ხდება ემპირიულად: ნებისმიერად იღებენ k -ს სხვადასხვა მნიშვნელობას და სვამენ ფორმულაში მანამ, სანამ ფორმულის მიხედვით მიღებული CL 50-ის თეორიული მნიშვნელობა არ დაემთხვევა ექსპერიმენტულს.

ჩვენი საკვლევი კომბინირებული ნაზავისათვის მე-7 ფორმულა აკმაყოფილებს $k=-0,1$, ვინაიდან CL 50-ის თეორიულ და ექსპერიმენტულ მნიშვნელობას შორის განსხვავება უმნიშვნელოა:



$$y'' = -7,34 + 3,367 [g_{10,9} + 11,1 \times 0,1 - 0,1 \sqrt{11,1 \times 0,1 \times 0,9}] + 3,367x$$

$$- 0,1 \sqrt{11,1 \times 0,1 \times 0,9} = 0,09995;$$

$$y'' = -7,34 + 3,367 [g(2,01 - 0,09995) + 3,367x];$$

$$y'' = -6,394 + 3,367x;$$

$$y'' = 5 \quad 5 = -6,394 + 3,367x;$$

$$x = \frac{11,394}{3,367} = 3,3839;$$

$$CL_{50} = \text{ანტილოგ. } 3,3839 = 2420 \text{ მგ/ლ} = 0,242\%;$$

$$0,2431 - 0,242 = 0,0011\%.$$

ამიტომ შეიძლება ჩავთვალოთ, რომ k -ს მნიშვნელობა სარწმუნოდ უარყოფითია, რაც მიუთითებს ერთგვარ ანტაგონიზმზე ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსიისა და თიოფოსის მოქმედებაზე, იაპონური ჩხირისებრი ფარიანას პირველი ხნოვანების მატლების მიმართ.

თუ შევაჯამებთ ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსიისა და თიოფოსის კომბინირებული ნაზავის გამოცდისას მიღებული ციფრობრივი მასალის ანალიზის შედეგებს, იმ დასკვნამდე მივალთ, რომ ამ ნაზავის ტოქსიკურობა უფრო დიდია, ვიდრე მოსალოდნელი იყო „დამოუკიდებელი ერთიანი“ მოქმედების არსებობისას და ოდნავ ნაკლებია ჩვეულებრივი „მსგავსი ერთიანი“ მოქმედებისას მოსალოდნელ შედეგზე. არსებული ტერმინოლოგიით მსჯელობისას ეს ფაქტი განხილულ უნდა იქნეს როგორც ანტაგონიზმი, მითუმეტეს, რომ სინერგიზმის კოეფიციენტი k სარწმუნოდ უარყოფითია.

მიუხედავად ამისა, მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული შემდეგი გარემოება: ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსიისა და თიოფოსის მოქმედების მექანიზმი სხვადასხვაა და მათი კომბინირებისას მოსალოდნელია „დამოუკიდებელი ერთიანი“ მოქმედება, ფაქტობრივ კი მიღებული ეფექტი უახლოვდება „მსგავსი ერთიანი“ მოქმედებას. ამიტომ საკვლევი კომბინირებულ ნაზავს კომპონენტების მოქმედება არ უნდა ჩაითვალოს ანტაგონისტურად, პირუკუ, უნდა დაეასკვნათ, რომ ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსიაზე თიოფოსის დამატებისას ადგილი აქვს ტოქსიკური მოქმედების აქტივაციას, მაგრამ, ალბათ, ისეთი ხარისხით, რომ იგი ჯერ აღწევს სინერგისტული ეფექტის დონემდე.

მოყვანილი დებულება შეიძლება დადასტურდეს აღნიშნული კომბინირებული ნაზავის მოსალოდნელი ეფექტურობის გაანგარიშებითაც: 1 ცხრილის მიხედვით თიოფოსისათვის $\Delta_{92} = 2,930$ და $\Delta_{50} = 2,633$; იაპონურ ჩხირისებრი ფარიანას აქვს ორი გენერაცია და საკმაოდ დიდი პროდუქცია; ამიტომ დამაკმაყოფილებელი ტექნიკური ეფექტიანობის მისაღებად, ალბათ, საჭირო იქნება პირველი ხნოვანების მატლების 99,99% სიკვდილიანობა, რასაც შეესაბამება $\lambda = 2,6$; აქედან, გ უ ი პ ი ლ ს ი ს [2] ფორმულის მიხედვით,

$$\Delta y = \Delta_{50} + \lambda(\Delta_{92} - \Delta_{50}) \quad (8)$$

$$\Delta_{99,99} = 2,633 + 2,6(2,93 - 2,633) = 3,4052;$$

$$CL_{99,99} = \text{ანტილოგ. } 3,4052 = 2540 \text{ მგ/ლ} = 0,254\%;$$

$$\text{ტრანსფორმატორის ზეთის ემულსიისათვის: } \Delta_{92} = 3,937 \text{ და } \Delta_{50} = 3,7,$$

ე. ი.

$$\Delta_{99,99} = 3,7 + 2,6(3,337 - 3,7) = 4,4722;$$

$$CL_{99,99} = \text{ანტილოგ. } 4,4722 = 29700 \text{ მგ/ლ} = 2,97\%;$$

კომბინირებული ნაზავისათვის: $\Delta_{92} = 3,732$ და $\Delta_{99} = 3,433$,

ე. ი.

$$\Delta_{99,99} = 3,433 + 2,6(3,732 - 3,433) = 4,2052;$$

$$CL_{99,99} = \text{ანტილოგ. } 4,2052 = 16000 \text{ მგ/ლ} = 1,6\%.$$

ამ განგარიშების საფუძველზე სასურველი სიკვდილიანობის პროცენტის მისაღებად საჭიროა აღებულ იქნეს ტრანსფორმატორის ზეთის 2,97% ემულსია ან თიოფოსის 0,254%-იანი კონცენტრაცია, იმ დროს, როცა მათი კომბინირებისას იგივე ეფექტის მისაღებად საკმარისია 1,6%-იანი კონცენტრაცია (შეაცავს 0,16% თიოფოსს და 1,44% ზეთს).

ამ განგარიშებას პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს. იაპონური ჩხირისებრი ფარიანას წინააღმდეგ ბრძოლა, კერძოდ მისი პირველი ხნოვანების სიჭარბისას, ტარდება ზაფხულსა და შემოდგომაზე, როცა ზეთის 2,97% ემულსია არ შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ნაყოფებისა და ფოთლების დაზიანების გამო; ნაკლები ხარისხით, მაგრამ მაინც შეიძლება იგივე ითქვას თიოფოსის 0,254% კონცენტრაციაზე, კომბინირებული ნაზავი კი 1,6% კონცენტრაციით ამ თვალსაზრისით საესეებით უვნებელია. ამასთან, უკანასკნელის გამოყენება ეკონომიურადაც უფრო ხელსაყრელია, ვინაიდან ერთი მხრივ მცირდება ყველაზე უფრო ძვირად ღირებული პრეპარატის (თიოფოსის) ხარჯვა, მეორე მხრივ—ერთ წამლობაში ერთიანდება ფარიანებისა და ცრუფარიანების წინააღმდეგ ბრძოლა.

საქართველოს სსრ მეცნარეთა დაცვის
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 8.12.1961)

დავოწმებული ლიტერატურა

1. Г. В. Гегенава. Математическая обработка опытных данных по токсичности ядохимикатов. Труды инст. защит. раст., т. 13, Тбилиси, 1960.
2. A. Michels, Le calcul de l'efficacite des fongicides et des insecticides I. Parasitica, XII, № 3, 1956.
3. D. G. Finney. The analysis on mixtures of Poisons. The Annals of Appl. Biology vol. 29, № 1, February, 1942.
4. D. G. Finney. Probit analysis. Cambridge at the University Press, 1947.

ჰოლოლოგია

დ. კობახიძე

ცრუმორიელის ახალი ქმისახეობა (*TOXOCHERNES PANZERI CAUCASICUS* KOBACHIDZE, SSP. N.) კავკასიიდან

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 1.1.1962)

ცრუმორიელების ჩვენს მრავალრიცხოვან მასალებში (6 სინჯში), რომელთა შორისაც ზოგიერთი მრავალ ინდივიდს შეიცავს, გამოირჩევა გვარ *Toxochernes*-ის ერთი სახეობა, რომელიც უმეტესი ნიშნებით კარგად ემთხვევა მ. ბეიერის [1] მიერ აღწერილ სახეობას *Toxochernes panzeri* (C. L. K.). ამ სახეობის ბეიერისეული აღწერა, როგორც გვაცნობა ჰ. ლომანდერმა, არცთუ მთლიანად ემთხვევა ჰ. ლომანდერის მიერ შეეციაში დიდი რაოდენობით შეგროვილ *Toxochernes panzeri*-ს ფაქტობრივ არსებულ ნიშნებს, რადგან მ. ბეიერის მიერ აღწერილ ამ სახეობას არ აქვს მგრძნობიარე ჯაგრები მე-11 ტერგიტზე, მაშინ როცა ჩრდილოეთელ ერთეულებს ორი მხრიდან (ისევე, როგორც ლატერალურად სტერნიტზე) ასეთი ჯაგრები აქვთ. ეს განსხვავება იმდენად მნიშვნელოვანია, რომ საჭიროა დაისვას საკითხი საქმე ხომ არ გვაქვს ორ ცალკეულ სახეობასთან, მაგრამ სხვა ნიშნების მიხედვით ისინი იდენტურებია. ამასთან ე. ელინგსენმა [2], ჰ. კივმა [3] და ე. შენკელმა [4] ჯერ კიდევ მ. ბეიერზე უფრო ადრე შენიშნეს, რომ *Toxochernes panzeri*-ს ასეთი მგრძნობიარე ჯაგრები მე-11 ტერგიტზე აქვს. ვ. ტუმში [5] ამტკიცებს, რომ ბალტიისპირეთისეულ ერთეულებს ასეთი მგრძნობიარე ჯაგრები არ აქვთ, რაც, ამგვარად, ემთხვევა მ. ბეიერის მონაცემებს.

ბიომეტრიული მონაცემები ჩვენი მასალების მიხედვით ასეთია.

1. სოფ. მულანლო (დმანისის რაიონი), ტყე, ტყის ტენიან საფენში, 18.XI.1955 (1♀).

თავმკერდის ფარი დაახლოებით $60^{(1)} \times 55$, უკანა კიდზე ჯაგრებია $6+7.8-9$ ჯაგარი წინა ნახევარტერგიტებზეა. მე-11 ტერგიტს გვერდებზე მგრძნობიარე ჯაგარი არ აქვს.

პედიპალპები. ბარძაყი 50×20 , სიგრძე 2,5-ჯერ მეტია სიგანეზე; წვივი 43×22 , სიგრძე თითქმის 2-ჯერ და მარწუხი 83×30 , სიგრძე 2,7-ჯერ მეტია სიგანეზე; ხელი (უღერაკოდ) 40; თითი 43, ე. ი. თითი რამდენადმე უგრძესია ხელზე. უმოძრაო თითის დამატებითი კბილაკებია, გვერდებზე 7 (8), მედიალურად—5; მოძრავი თითის დამატებითი კბილაკებია, გვერდებზე—5, მედიალურად—3.

(¹ ოქულარმიკრომეტრის 40 დანაყოფი=1 მმ-ს

ფეხი IV. ბარდაყი 47×14 , სიგრძე 3,3-ჯერ მეტია სივანეზე; თითი 28×5 , სიგრძე 4,6-ჯერ მეტია სივანეზე (ამგვარად, ეს ნაწილაკები უფრო წვრილია, ვიდრე მ. ბეიერის მიერ აღწერილი *Toxochernes panzeri*-სისა).

2. ბანისხევი (ბორჯომის ახლოს), მსხლისა და ვაშლის ხეების ამსკლარი ქერქის ქვეშ, 10.XIII.1957 (2 ♂♂, 2 ♀♀; მათ შორის 1 ♀ 13 კვერცხითურთ).

პედიპალპები: ♂—ბარდაყი 46×19 , სიგრძე 2,4-ჯერ მეტია სივანეზე; წვივი 44×21 , სიგრძე 2,0-ჯერ და კიდევ უფრო მეტია სივანეზე; მარწუხი 78×27 , სიგრძე 2,8-ჯერ მეტია სივანეზე; ხელი (ულერაკოდ) 34; თითი 33, ე. ი. თითი რამდენადმე უფრო გრძელია ხელზე; ♀—ბარდაყი 48×19 , სიგრძე 2,5-ჯერ მეტია სივანეზე; წვივი 45×21 , სიგრძე 2,1-ჯერ მეტია სივანეზე; მარწუხი 80×28 , სიგრძე 2,8-ჯერ მეტია სივანეზე; ხელი (ულერაკოდ) 35; თითი 33, ე. ი. თითი ხელზე უგრძესია. ♂ უმოძრაო თითს აქვს დამატებითი კბილაკები, ლატერალურად—7, ხოლო მედიალურად—3; ♀ უმოძრაო თითს აქვს დამატებითი კბილაკები, ლატერალურად—5, ხოლო მედიალურად—2; ♂ მოძრავ თითს აქვს დამატებითი კბილაკები, ლატერალურად—7, ხოლო მედიალურად—4; ♀ მოძრავ თითს აქვს დამატებითი კბილაკები, ლატერალურად—3, ხოლო მედიალურად—5. სხვა ♀♀ დამატებითი კბილაკებია: უმოძრაო თითისა: ლატერალურად—(8) 7, ხოლო მედიალურად—4; მოძრავ თითისა: ლატერალურად—7, ხოლო მედიალურად—2.

ფეხი IV. ბარდაყი 40×12 , სიგრძე 3,3-ჯერ მეტია სივანეზე. თითების მგრძნობიარე ჯაგრები: ist რამდენადმე უფრო დისტალურადაა est-საგან.

3. ხოსტა, ჭადრის ამსკლარი ქერქის ქვეშ, 22.X.1955 (1 ♂ 3 ♀♀).

პედიპალპები. ♂—ბარდაყი 42×17 , სიგრძე 2,45-ჯერ მეტია სივანეზე; წვივი 38×19 , სიგრძე 2-ჯერ მეტია სივანეზე; მარწუხი 68×24 , სიგრძე 2,8 ჯერ მეტია სივანეზე; ხელი (ულერაკოდ) 32; თითი 34, ე. ი. თითი ხელზე რამდენადმე უგრძესია. ♀—ბარდაყი 42×17 , სიგრძე 2,45-ჯერ მეტია სივანეზე; წვივი 38×19 , სიგრძე 2-ჯერ მეტია სივანეზე; მარწუხი 70×25 , სიგრძე 2,8 ჯერ მეტია სივანეზე; ხელი (ულერაკოდ) 32; თითი 36, ე. ი. თითი ხელზე რამდენიმედ უგრძესია. ♂ უმოძრაო თითს დამატებითი კბილაკები აქვს. ლატერალურად—5+6, ხოლო ♀ თითს—6+6 და 6+5, ♂ მედიალურად აქვს 3+3, ხოლო თითს—2+2 და 3—4; ♂ მოძრავ თითს დამატებითი კბილაკები აქვს, ლატერალურად—4+5, ხოლო ♀ თითს—5+5 და 2+4, ♂ მედიალურად აქვს—1+3, ხოლო ♀ 2+2 და 3+3. ამგვარად, დამატებითი კბილაკები ძლიერ ვარიირებს (შეადარე აგრეთვე *Toxochernes panzeri*-ს დამატებითი კბილაკები ჰ. ლომანდერის მიხედვით, 1939).

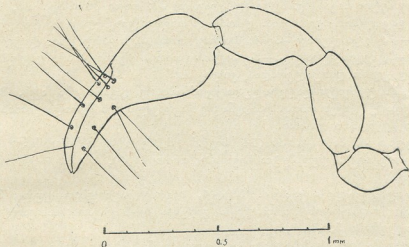
ფეხი IV (♀). ბარდაყი 40×12 , სიგრძე 3,1-ჯერ მეტია სივანეზე; წვივი 28×8 , სიგრძე 3,8-ჯერ მეტია სივანეზე; თითი 24×6 , სიგრძე 4,0-ჯერ მეტია სივანეზე.

თავმკერდის ფარის უკანა კიდეზე არის ჯაგრები, 6+6. ტერგიტების ჯაგრები: 8,8(9), 9, 9, 10, 10 და ა. შ. მე-11 ტერგიტს არა აქვს ლატერალური მგრძნობიარე ჯაგარი, მაგრამ მის მაგივრად არის ლატერალურად

რამდენადმე გამოჩრილი წვრილი ქინძისთაეისებური ჯაგარი. ტერგიტს აქვს ლატერალური მგრძნობიარე ჯაგარი.

4. სოჭა, „რიეიერას“ პარკი ჭადრის ამსკდარი ქერქის ქვეშ, ამის გარდა ქალაქის ცენტრში ჭადრის ამსკდარი ქერქის ქვეშ, 23.X.1955 (ორ ცალკეულ სინჯში: ♂♂ 6, ♀♀; ♂♂ და 2 ♀♀).

პედიპალპები: ♂♂ — ბარდაყი 41×17 , 2,4; 45×19 , 2,3; 45×18 , სიგრძე 2,5-ჯერ მეტია სიგანეზე; წვივი $36 \times 18 = 2,0$; 41×18 , 2,2; 41×19 , 2,2; 41×19 , სიგრძე 2,1-ჯერ მეტია სიგანეზე; მარწუხი $70 \times 25 = 2,8$; 75×27 , 2,7; 72×27 , სიგრძე 2,6-ჯერ მეტია სიგანეზე; ხელი (უღერაკოდ)



სურ. 1.

Toxochernes panzeri caucasicus ssp. n.

სოჭის პოპულაცია, ჭადრის ამსკდარი ქერქის ქვეშ (♂)

28, 32, 32; თითი 39, 40, 38, = ე. ი. თითი ხელზე უგრძესია. ♀♀ — ბარდაყი 50×20 , 2,5; 44×17 , სიგრძე 2,6-ჯერ მეტია სიგანეზე; წვივი 44×20 , 2,2; 38×19 , სიგრძე 2,0-ჯერ მეტია სიგანეზე; მარწუხი 75×26 , 3,0; 73×25 , სიგრძე 2,9-ჯერ მეტია სიგანეზე; ხელი (უღერაკოდ) 38, 34; თითი 40, 38, ე. ი. თითი ხელზე უგრძესია: ამგვარად, თითი, ყოველ შემთხვევაში მამრების თითი. გაცილებით უგრძესია ხელზე (ბეიერის აღწერის მიხედვით *Toxochernes panzeri*-ს თითი რამდენადმე უფრო მოკლეა, ვიდრე უღერაკო ხელი). ♂♂ — უმოძრაო თითს ლატერალურად აქვს—5+8, 7+7,6,8, ხოლო ♀♀ თითს—7+6; ♀♀ მედიალურად აქვს—5+5, 4+4, 4, 4, ხოლო ♀♀ თითს—5+4,4. ♂♂ მოძრავ თითს ლატერალურად აქვს—7×7, 6+8,5,7, ხოლო ♀♀ თითს—5+5,7; ♂♂ მედიალურად აქვს—2+2, 2+2,3,2, ხოლო თითს—3+2,2. პალპების მგრძნობიარე ჯაგრები: ist აშკარად უფრო დისტა-



ლურადაა est-საგან, est რამდენადმე უფრო ახლოსაა t-თან, ვიდრე sb-თან. უმოძრაო თითის მარგინალური კბილაკებია 33, ხოლო მოძრავი თითისა— 35 (♂).

ქელიცვრები. გალესა აქვს 5 გვერდითი ტოტი, ფლაგელუმს—3 ჯაგარი და სერულას—18 ფირფიტა.

თავმკერდის ფარის უკანა ნაწილშია ჯაგრები 7+7. წინა ნახევარტერგიტებზეა ჯაგრები 7—8 ან 8, ან 8—9-მდე.

5. ფოთი, ევკალიპტის ამსკდარი ქერქის ქვეშ, 25.VIII.1956 (1 ♀).

პედიპალპები. ბარდაყი 42×17, სიგრძე 2,4-ჯერ მეტია სიგანეზე; წვივი 36×19, სიგრძე 2-ჯერ მეტია სიგანეზე; მარწუხი 68×24, სიგრძე 2,6-ჯერ მეტია სიგანეზე; ხელი (ულერაკოდ) 32; თითი 38, ამგვარად, თითი ხელზე გაცილებით უგრძესია. უმოძრაო თითს აქვს კბილაკები: ლატერალურად 7—7, მედიალურად—3—4; მოძრავ თითს აქვს კბილაკები: ლატერალურად 5—5, მედიალურად—3—3. პალპის თითის მგრძნობიარე ჯაგრები: ist აშკარად უფრო დისტალურადაა, ვიდრე est.

მე-11 ტერგიტს ლატერალური მგრძნობიარე ჯაგარი არა აქვს, მაგრამ ორივე მხარეზე აქვს თითო რამდენადმე წვარძელბული წვრილი ქინძისთავისებური გვერდითი ჯაგარი.

ფეხი IV. ბარდაყი 36×14, სიგრძე 3,2-ჯერ მეტია სიგანეზე; წვივი 28×8—სიგრძე 3,5-ჯერ მეტია სიგანეზე; თითი 24×6, სიგრძე 4-ჯერ მეტია სიგანეზე.

თავმკერდის ფარი. 55×44, სიგრძე გაცილებით უფრო მეტია სიგანეზე; თავმკერდის ფარის უკანა კიდეზეა 6+6 ჯაგარი; ნახევარტერგიტებზეა ჯაგრები 8,8,8...9,...

ჩვენი მასალების მიხედვით მიღებული ბიომეტრიული მონაცემებისა და ბეიერის მიერ შემოთავაზებული აღწერის შედარებისას შეიძლება აღინიშნოს *Toxochernes panzeri*-ს შემდეგი განსხვავებანი: ჩვენი ცრუმორიელების პედიპალპის თითი ხელზე (ულერაკოდ) ყოველთვის უგრძესია, ♂♂ შემთხვევაში განსაკუთრებით უფრო გრძელია, ხოლო ფეხის IV ნაწევრები ყოველთვის უფრო წვრილია (ბეიერის აღწერის მიხედვით *Toxochernes panzeri*-ს ბარდაყის სიგრძე 3,8-ჯერ მეტია სიგანეზე; წვივის სიგრძე 5-ჯერ მეტია სიგანეზე; თითის სიგრძე 5,5-ჯერ მეტია სიგანეზე. ჩვენი მასალების მიხედვით კი ბარდაყის სიგრძე 3—1—3,3-ჯერ მეტია სიგანეზე; წვივის სიგრძე 3,5—3,8-ჯერ მეტია სიგანეზე; თითის სიგრძე 4—4,2-ჯერ მეტია სიგანეზე). პალპების თითების კბილაკების რაოდენობა საგრძნობლად ვარიირებს, რის გამოც ამ ნიშნების შედარება არ გამოდგება. *Toxochernes panzeri*-ს მგრძნობიარე ჯაგარი ist (ბეიერის მიხედვით) შეუძნეველად დისტალურადაა est-საგან, მაშინ როცა ჩვენი მასალების მიხედვით ეს მგრძნობიარე ჯაგარი დისტალურად მკაფიოადაა მოთავსებული.

ამგვარად, ჩვენი მასალის მსგავსება *Toxochernes panzeri*-სთან მნიშვნელოვანია და ამიტომ შესაძლებლად მივიჩნიეთ ჩვენი ცრუმორიელები გაგვე-

ზილა როგორც მხოლოდ ახალი ქვერხეობა,—იმის საფუძველზე, რომ ჩვენს ცრუმორიელებს აქვს პედიპალპების უფრო გრძელი თითები და IV ფეხის ცალკეული ნაწიერების ზომებიც განსხვავდება. ახალ ქვესახეობას ვაძლევთ სახელწოდებას *Toxochernes panzeri caucasicus* Kobachidze, ssp. n.

ახალი ქვესახეობის—*Toxochernes panzeri caucasicus* Kobachidze, ssp. n.—ტიპი ინახება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის ზოოლოგიის ინსტიტუტში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ზოოლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვია 2.1.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. M. Beier. Pseudoscorpionidea, 1 u. 11. Das Tierreich, 57, 58. Lief. Berlin u. Leipzig, 1932.
2. E. Ellingsen. Norske Pseudoscorpioner. Christ. Vidensk.—Selsk. Forhandl., № 5, 1903.
3. H. Kew. A. synopsis of the False-Scorpions of Britain and Ireland. Supplement. Proc. R. Irisch. Acad., vol. 33, sect. B., 1916.
4. E. Schenkel. Pseudoscorpionida (Afterscorpione). Die Tierwelt Deutschlands. 8. Teil. Jena, 1928.
5. V. Tumss. Beitrag zur Kenntnis der Pseudoscorpionen—Fauna Lettlands. Folia zool. et hydrobiol., vol. 7, N 1, 1934.
6. H. Lohmander. Zur Kenntnis der Pseudoscorpiofauna Schwedens. Entomologisk. Tidskrift, 1939.
7. F. Rebl. M. Beier. Zur Ökologie, Biologie und Phänologie der heimischen Pseudoscorpione. Zool. Jahrbücher, Band 86, Heft 1/2, 1958.

ფიზიოლოგია

ს. ნანიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი) და
 ა. მონიკა

ბაღებრივი ფორმაციის ბალიზიანების გავლენა ნათხმის
 საბასუნო ამტინობაზე

ნათხმთან თავის ტვინის ღეროს ბაღებრივი ფორმაციის აფერენტული და ეფერენტული კავშირები კარგადაა ცნობილი [1, 2]. ბაღებრივი ფორმაციის ნეირონთა აქტივობაზე ნათხმის გავლენა საკმაოდ დაწვრილებითაა გამოკვლეული [3, 4], მაშინ როდესაც ნათხმის ქერქის ნეირონების აქტივობაზე ბაღებრივი ფორმაციის გავლენა თითქმის არაა შესწავლილი [5]. ჩვეულებრივ, როდესაც ბაღებრივი ფორმაციის ამაველ გავლენაზე ლაპარაკობენ, თვლიან, რომ ნათხმის მიმართ იგი ისეთივე უნდა იყოს, როგორც დიდი ტვინის ქერქისა და დიენცეფალური სტრუქტურების მიმართ. თუ ვიმსჯელებთ „აქტივაციის“ რეაქციის მიხედვით (ეეგ-ის დესინქრონიზაცია), ეს ალბათ ასეც უნდა იყოს. მაგრამ ეეგ-ის „აქტივაციის“ რეაქცია ჯერ კიდევ არ იძლევა კონკრეტულ წარმოდგენას ბაღებრივი ფორმაციის იმპულსების მოქმედების ხასიათზე, კერძოდ, ადვილებენ ისინი, თუ, პირუკუ, აკავებენ დიდი ტვინისა და ნათხმის ქერქის ნეირონების მოქმედებას. ამ მიზნით უმჯობესია შესწავლილ იქნეს ბაღებრივი ფორმაციის გავლენა ამ წარმონაქმნთა არა სონტანურ, არამედ საბასუნო რეაქციაზე.

ამასწინათ გამოქვეყნებულ შრომებში [6—8] ნაჩვენებია იყო, რომ ბაღებრივი ფორმაციის ბალიზიანების გავლენით დიდი ტვინის ქერქის პირველადი პასუხები საგრძნობ გაადვილებას განიცდის. ეინაიდან სხვადასხვა პერიოდული ბალიზიანებისას ნათხმშიც აღიძვრის სათანადო პასუხები [9—13]. შეიძლება გვეცადა, თუ როგორ იცვლებიან ისინი ბაღებრივი ფორმაციის ბალიზიანებისას. ამ მიზნით ჩვენ გადავწყვიტეთ მხედველობითი სისტემის (ძირითად) ბალიზიანებაზე ნათხმში აღმოცენებული ელექტრული პასუხები გამოვვეყნებინა როგორც ნათხმის ქერქის ნეირონების მოქმედების მაჩვენებელი, რომელთა ცვლილებების მიხედვით შეიძლება გვემსჯელა რეტინულური მოქმედების ხასიათზე. დიდი ტვინის ქერქის მხედველობის უბნისა და ნათხმის პასუხების ერთდროული რეგისტრაცია, ამავე დროს, საშუალებას მოგვცემდა გვემსჯელა დიდი ტვინის ქერქისა და ნათხმის ნეირონებზე ბაღებრივი ფორმაციის გავლენის თავისებურების შესახებ.

მეთოდიკა

ცდები ჩატარდა დაუნარკოზებულ, კურორიზებულ (d—ტუბოკურარინი) კატეხე, მხედველობის ქერქიდან და ნათხმის შესაბამისი უბნებიდან პოტენციალები გამოიტანებოდა ბიოოლარულად, მხედველობის გზის ქერქქვეა წარმონაქმნებიდან, კი—მონოპოლარულად. ცხოველის ატროპინიზებული თვალები ღიზიანდებოდა 1 მსეკ. ხანგრძლივობის ნათებით. მხედველობის გზის ქერქქვე-



შე წარმონაქმნები (მხედველობის გარედიანი ან გარეთა დამუხვლილი სხეულის) ლიზიანდებოდა სწორკუთხა იმპულსებით (იმპულსის ხანგრძლივობა 0,2—0,5 მსეკ, ძაბვა 2—5 ვოლტი, სიხშირე 1—10 წამში) ბიპოლარული ელექტროდების საშუალებით, რომელთა გაშიშვლებულ წვერებს შორის მანძილი 0,5—1 მმ უდრიდა. პოტენციალები აღირიცხებოდა ალვარის მრავალარხიანი ელექტროენცეფალოგრაფით. ბადებრივი ფორმაცია აიგზნებოდა უშუალო ელექტრული გაღიზიანებით ან კონტრალატერალური წინა თათის კანის გაღიზიანებით.

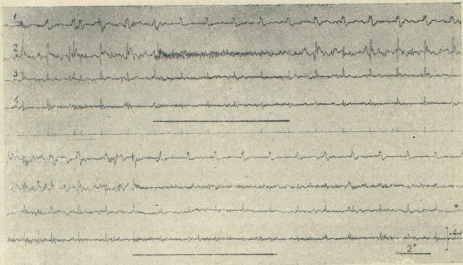
ცდების შედეგები და მათი განხილვა

მხედველობის ქერქისა და ნათხემის შესატყვისი უბნის საპასუხო პოტენციალების ერთდროულმა აღრიცხვამ გვიჩვენა, რომ იშვიათი ნათებით აღძრული ნათხემის საპასუხო პოტენციალები, ისე როგორც დიდი ტვინის ქერქისა და გარეთა დამუხვლილი სხეულისა, ბადებრივი ფორმაციის გაღიზიანების გავლენით ითრგუნება (სურ. 1). სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ბადებრივი ფორმაციის იმპულსების გავლენა დიდი ტვინის ქერქსა და ნათხემზე ერთნაირი ხარისხისაა. ნათხემის ამავე უბნებში აღძრული პასუხების ასეთივე დათრგუნვა აღინიშნებოდა იმ შემთხვევაშიც, როდესაც ისინი ბგარის ან კანის გაღიზიანებით გამოიწვეოდნენ. ამგვარად, ნათხემის ყველა საპასუხო პოტენციალი, რომელიც იშვიათი ადეკვატური გაღიზიანებით გამოიწვევა, რეტეკულური იმპულსების გავლენით ითრგუნება, ე. ი. ისეთნაირადვე იცვლება, როგორც დიდი ტვინის ქერქის პასუხები [6—8].

მაგრამ თუ ბადებრივი ფორმაციის გაღიზიანების სუსტა ძალებით დავიწყებთ, აღმოჩნდება, რომ ნათხემის პასუხები უფრო ადრე, უფრო მკარგე ძალებისას შეკავდება, ვიდრე დიდი ტვინის ქერქის პასუხები. გამოდის, რომ ბადებრივი ფორმაცია ნათხემზე უფრო ძლიერ გავლენას ახდენს, ვიდრე დიდი ტვინის ქერქზე. მაგრამ ეს ფაქტი შეიძლება აცვლენსა ნათხემის პასუხების რეტეკულარილობითაც, რაც შეიძლება იმითაც დასტურდება, რომ მისი ნეირონები მეტ მგრძობელობას იჩენს სანარკოზო ანთეიერებისადმი [10].

ამასთან ერთად, ნათხემის პასუხები, ისე როგორც გარეთა დამუხვლილი სხეულისა, ბადებრივი ფორმაციის გაღიზიანების შეწყვეტის შემდეგ უფრო ადრე თავისუფლდებიან რეტეკულური გავლენისაგან, ვიდრე დიდი ტვინის ქერქის პასუხები. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ბადებრივი ფორმაციის გავლენის შემდეგმოქმედება დიდი ტვინის ქერქის პასუხების მიმართ უფრო ხანგრძლივია, ვიდრე ნათხემის პოტენციალების მიმართ. ეს კარგად ჩანს სურ. 1-ზე დიდი ტვინის ქერქის მხედველობის მიდამოსა და ნათხემის პასუხების შედარებისას (ბადებრივი ფორმაციის გაღიზიანების შეწყვეტის შემდეგ). ნათხემის პასუხების ამპლიტუდის უფრო სწრაფი აღდგენა აღინიშნებოდა აგრეთვე ბადებრივი ფორმაციის ხანგრძლივი გაღიზიანებისას. ამ შემთხვევაში, ბადებრივი ფორმაციის გაღიზიანების მიმდინარეობის მიუხედავად, ნათხემის პასუხები გაცილებით ადრე „უსსლტებოდა“ რეტეკულური იმპულსების გავლენას და თავდაპირველ ამპლიტუდამდე აღდგებოდა. დიდი ტვინის ქერქის პასუხებზე კი ეს მოვლენა გაცილებით უფრო გვიან იწყება. ამგვარად, თუ ვილაპარაკებთ ნათხემისა და დიდი ტვინის ქერქის პასუხებზე ბადებრივი ფორმაციის გავლენის თავისებურებაზე, შეიძლება შემდეგი აღვნიშნოთ: ნათხემის პასუხები ბადებრივი ფორმაციის ადერენტული აგზნების უფრო მკარგე ინტენსივობას დროს განიცდის შეკავებას და აგრეთვე უფრო ადრე აღდგება ხანგრძლივი რეტეკულური გაღიზიანებისას ან მისი შეწყვეტის შემდეგ.

ნათხემის პასუხების ამპლიტუდის უფრო ადრე აღდგენა, ე. ი. ბადებრივი ფორმაციის გავლენის შემდეგმოქმედების სიმცირე ნათხემის პოტენციალების მიმართ, როგორც ჩანს, დაკავშირებული უნდა იყოს ბადებრივი ფორმაციიდან ნათხემისაკენ მიმავალი გზების შეღარებით ნაკლები სირთულით (სინავსურ კავშირთა რაოდენობის მცირე), ვიდრე დიდი ტვინის ქერქისაკენ მიმავალი გზებისა. ამავე მიზეზით უნდა ხდებოდეს ნათხემის საპასუხო პოტენციალებზე ბადებრივი ფორმაციის გავლენის უფრო სწრაფი ადაპტაცია მისი ხანგრძლივი გალიზიანების დროს.

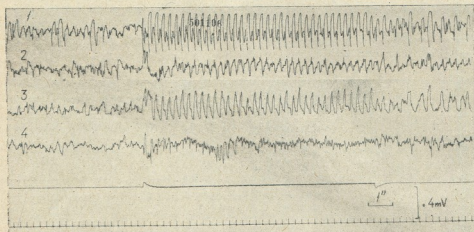


სურ. 1. თითოეულ თ. ცილოგრაფაზე ხვევიან ქვევით აღირიცხება პოტენციალები: შუა ლატერალური ხველისა (1), შუა ექტოლიფიური ხველისა (2), გარეთა და მუხლული სხეულისა (3) და ნათხემისა (4). სასიხლო ხაზი უჩვენებს სწრაფი გალიზიანების მომენტებს, რომელთაც თან ახლავს სუსტი ბგერა, ოის საპასუხოდ ექტოლიფიური ხვეულში პოტენციალი აღიძვრის ის ხეობით პირი ხონტალური ხაზით აღინიშნება კონტრალატერალური წინა თით. ს. კანის ქვეკრული გალიზიანების პერიოდი

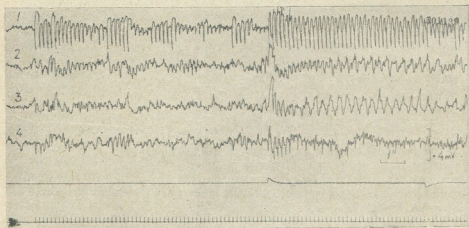
ერთ-ერთ წინა შრომაში ჩვენ ვუჩვენეთ [8], რომ, თუ დიდი ტვინის ქერქის პასუხებს გარეთა დამუხლული სხეულის იშვიათი ერთხელობრივი გალიზიანებებით გამოვიწვევთ, მაშინ ბადებრივი ფორმაციის აგზნების გავლენით პასუხები შეკავებას კი არ განიცადის, როგორც ეს აღინიშნება თვალის იშვიათი ნათებით გალიზიანებისას, არამედ, პირუკუ, გადავიღდება (იხ. აგრეთვე [6]). ბადებრივი ფორმაციის იმპულსების ასეთმა ურთიერთსაწინააღმდეგო გავლენამ თავის დროს შესაბამისი განმარტება მიიღო [6].

აქ მნიშვნელოვანია ის, რომ იგივე აღმოჩნდა ნათხემის საპასუხო პოტენციალების მიმართ, მაგალითად, სურ. 2 და 3 წარმოდგენილია დიდი ტვინის ქერქისა და ნათხემის პასუხები, რომლებიც მხედველობის ჯვარდინისა და დამუხლული სხეულის იშვიათი ერთხელობრივი გალიზიანებისას მიიღება. აგრად ჩანს, რომ შუა ტვინის ბადებრივი ფორმაციის ელექტრული გალიზიანებ-

სას საგრძნობ გაადვილებას განიცდის როგორც დიდი ტენის ქერქის, ისე ნათხემის პასუხები. ამგვარად, ცდის ამ ვარიანტის პირობებშიც კარგად ჩანს, რომ ბადებრივი ფორმაციის ამჟავალი გავლენა ერთნაირია როგორც დიდი ტენის



სურ. 2. ზვიდან ქვევით აღირიცხება პოტენციალები: უკანა სუპრასულვიური ზვეულისა (1), შუა ლატერალური ზვეულისა (2), უკანა ლატერალური ზვეულისა (3) და ნათხემისა (4). ქვემო სასიგნალო ხაზი აღნიშნავს მხედველობის უვარედინის ერთხელობრივ ელექტრულ გაღიზიანებას (3 ვ, 0,5 მსეკ); ზემო სასიგნალო ხაზით აღინიშნება შუა ტენის ბადებრივი ფორმაციის ელექტრული გაღიზიანება (3 ვ, 0,5 მსეკ 200/სეკ)



სურ. 3. გამოტანები იგივეა, რაც სურ. 2-ზე. აქ ღიზიანდება გარეთა დამუხლული სხეული (3 ვ, 0,5 მსეკ), რის ფონზეც წაცადა ბადებრივი ფორმაციის გაღიზიანება (4 ვ, 0,5 მსეკ, 200/სეკ).

ქერქის, ისე ნათხემის ნეირონების მიმართ. მაგრამ ოსცილოგრაფების უფრო დაწვრილებითი განხილვა ნათხემზე ბადებრივი ფორმაციის გავლენის ზოგიერთ თავისებურებასაც გვიჩვენებს, რაც თვალის სინათლით გაღიზიანების დროსაც იქნა აღნიშნული. ნათხემის პასუხების კარგად გამოხატული გაადვილება აღინიშნება მხოლოდ მცირე ხნით ბადებრივი ფორმაციის გაღიზიანების დასაწყისში. დიდი ტვინის ქერქის პასუხები კი გაადვილებულია გაცილებით მეტი ხნით, ბადებრივი ფორმაციის გაღიზიანების თითქმის მთელი პერიოდის განმავლობაში.

დასკვნა

ყველა ზემოთქმულის შეჯამების შემდეგ შეიძლება იმ დასკვნამდე მივიდეთ, რომ ამავალი რეტისკულური იმპულსები ერთდროულად მოქმედებენ როგორც დიდი ტვინის ქერქის, ისე ნათხემის ნეირონებზე. თავის ტვინის ორივე მიდამოში აღინიშნება საპასუხო პოტენციალებს როგორც შეკავება (რეცეპტორთა იშვიათი ადეკვატურ გაღიზიანების შემთხვევაში), ისე გაადვილება (მხედველობის გზის ელექტრული გაღიზიანებისას). უკანასკნელ შემთხვევაში პასუხები აგრეთვე უფრო რეგულარულად აღმოცენდება. ამ ფაქტებიდან გამომდინარე, უნდა ვიფიქროთ, რომ თავის ტვინისა და ორგანიზმის იმ ცვლილებების წარმოშობაში, რომლებიც რეტისკულური აგზნების დროს ვითარდება და ცნობილია გამოღვიძების რეაქციის სახელწოდებით, გარკვეულ როლს ნათხემიც უნდა თამაშობდეს, რომლის ნეირონთა აქტივობა ამ დროს საგრძნობლად ძლიერდება. მაგრამ, როგორც ჩვენი ცდებიდან ჩანს, ნათხემის როლი ხანმოკლე და უფრო უმნიშვნელო უნდა იყოს, ვიდრე დიდი ტვინის ქერქისა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 22.11.1962)

დაგოვამებული ლიტერატურა

1. А. Бродал. Ретикулярная формация мозгового ствола. Москва, 1960.
2. Дж. Ф. Росси и А. Цанкетти. Ретикулярная формация ствола мозга. Москва, 1960.
3. R. Baumgarten von, A. Mollica und G. Moruzzi. Modulierung der Entladungsfrequenz einzelner Zellen der Substantia reticularis durch corticofugale und cerebelläre Impulse. Pflügers Arch. ges. Physiol., 259, 56—78, 1954.
4. A. Mollica, G. Moruzzi et R. Naquet. Décharges réticulaires induites par la polarisation du cervelet: leur rapports avec le tonus postural et la réaction de déveil. EEG Clin. Neurophysiol., 5, 571—584, 1953.
5. Ch. K. Levy and P. Chervin. Modification of acoustically evoked cerebellar responses by subcortical structures. Fed. Proc., 19, 288, 1960.
6. F. Bremer et N. StoupeL. Facilitation and inhibition des potentiels évoqués corticaux dans l'éveil cerebral. Arch. int. Physiol., 67, 24—275, 1959.
7. S. Dumont et P. Dell. Facilitation réticulaire des mécanismes visuels corticaux. EEG Clin. Neurophysiol., 12, 769—696, 1960.
8. С. П. Нарикашвили, Э. С. Монина и Д. В. Каджая. К вопросу о механизме взаимодействия анализаторов. ДАН СССР, 134, 229—232, 1960.



9. R. S. Snider and A. Stowell. Evidence of a projection of the optic system to the cerebellum. *Anat. Rec.*, 82, 448—449, 1942.
10. R. S. Snider and A. Stowell. Receiving areas of the tactile, auditory and visual systems in the cerebellum. *J. Neurophysiol.*, 7, 331—357, 1944.
11. H. Gastaut, R. Naquet, A. Roger et M. Badier. Réponse irradiée cérébelleuse à la stimulation lumineuse chez le chat soumis à l'action du cardiazol. *C. R. Soc. Biol., Paris*, 145, 916—917, 1951.
12. F. Bremer. Cerebral and cerebellar potentials. *Physiol. Rev.*, 38, 357—388 1958.
13. R. S. Dow and G. Moruzzi. *The Physiology and Pathology of the Cerebellum*. Minneapolis, 1958.

ფიზიოლოგია

4. ჩიქოვანი

 ნებისმიერი მოძრაობისა და კუნთოვანი ტონუსის ცვლილებათა
 წიგნიერითი თავისებურების შესახებ დისკიმიური პროცესის
 დროში ლოკალიზაციის დროს

(წარმოდგინა აკადემიკოსმა პ. ქავთარაძემ 15.9.1962)

ნებისმიერი მოძრაობებისა და კუნთოვანი ტონუსის ცვლილებები ნერვულ სნეულებათა კლინიკაში ერთ-ერთი წამყვანი სიმპტომებია, რომელთა საფუძვლიანი შესწავლა და ამოცნობა უაღრესად დიდ მნიშვნელობას იძენს როგორც დაავადების ზუსტი დიაგნოზის დასმის, ისე მისი მეურნელობისა და პროფილაქტიკის გზების დასახვის საქმეში.

ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში (ცნს) სისხლის მიმოქცევის მოშლით განპირობებული ნებისმიერი მოძრაობებისა და კუნთოვანი ტონუსის ცვლილებები განსხვავებულ ხასიათს ატარებენ პროცესის ხასიათის, მისი ოდენობისა და უპირატესად ლოკალიზაციისაგან დამოკიდებულებით [1]. ამ თვალსაზრისით განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს დისკიმიური პროცესის ღეროში ლოკალიზაციის შემთხვევაში 12 ავადმყოფი, რომელთა მოძრაობებისა და კუნთოვანი ტონუსის ცვლილებები ჩვენ მიერ შესწავლილია კლინიკური და ელექტრომოგრაფიული (ემგ) წესით. უკანასკნელი წლების ელექტროფიზიოლოგიურ გამოკვლევათა მიღწევებისა და განსაკუთრებით კი ტვინის ღეროს რეტეკულური ფორმაციის მნიშვნელობის გათვალისწინება ორგანიზმის სხვადასხვა სასიცოცხლო ფუნქციებში [2, 3, 4] კიდევ უფრო აღრმავებს და აფართოებს ჩვენს წარმოდგენას ღეროს დიდი მნიშვნელობის შესახებ, იმაზე, როგორც ნორმის, ასევე პათოლოგიის პირობებში ღეროს რეტეკულური სუბსტანცია ჰქმნის პირველად მაინტიგრირებელ და მაკოორდინირებელ მექანიზმს, რომელიც მკვიდრობდა დაკავშირებული როგორც ეფერენტულ, ისე აფერენტულ სისტემებთან. ღეროს რეტეკულური სუბსტანციის უკრედებისაკენ მოგშაობებიან დაღმავალი ბოჭკოები ქერქიდან და ნახეშიდან [5]. მითითებულია აგრეთვე ღეროს რეტეკულური ფორმაციის პირდაპირი და არაპირდაპირი კავშირები ქერქვეშა კვანძებთან—ლუისისა და წითელ ბირთვთან, შავ სუბსტანციასთან, კუდიან სხეულთან და მკრთალ ბირთვთან. რეტეკულური ფორმაცია ახორციელებს თავის გავლენას კუნთოვანი თითისტარებიდან მიმდინარე აფერენტულ ტანტვირთვებზე, იმ უკრედებზე წინასწარი მოქმედებით, რომელთაგანაც იწყებიან გამა (γ)-ეფერენტები, რომლებიც კონტროლს უწევენ (აღფა α—მოტონეირონებს) [6].

ამგვარად, ღეროს რეტეკულური ფორმაცია თავისი უხვი ეფერენტული და აფერენტული კავშირების მეოხებით ც. ნ. ს-ის სხვადასხვა ნაწილებთან არა მარტო განაპირობებს ღეროს დისკიმიური პროცესების დროს მოძრაობათა და კუნთოვანი ტონუსის ცვლილებათა თავისებურ ხასიათს, არამედ გარკვეულ



დაღს ასევემს დისპემიური პროცესის სხვა ლოკალიზაციით განპირობებულ კლინიკურ სიმპტომოკომპლექსს.

ჩვენ მიერ შესწავლილ 12 შემთხვევაში ნებისმიერი მოძრაობებისა და კუნთოვანი ტონუსის ცვლილებები გამოწვეული იყო თრომბოზული ტიპის დისპემიური პროცესის არსებობით ტვინის ლეროში [7, 8]. თრომბოზის სიჭარბეზე ლეროს დისპემიურ პროცესებში მიუთითებენ აგრეთვე ლიტერატურული მონაცემები.

ლეროს დისპემიური პროცესით გამოწვეული ნებისმიერი მოძრაობებისა და კუნთოვანი ტონუსის ცვლილებები შედარებით იოლი ჰემიპარეზებისა და კუნთოვანი ტონუსის მომატების ან დაქვეითების სახით ვლინდება. ღრმა ჰემიპარეზი ან ჰემიპლეგია ხშირად ლეროს და ქერქის დაზიანებათა კომბინაციას მაჩვენებელია.

ჩვენ მიერ შესწავლილი 12 ავადმყოფიდან მხოლოდ 2 შემთხვევაში იყო შენისშული დარღვეულ ფუნქციათა ცუდი აღდგენის უნარი. ორ ავადმყოფში აღდგენა დამაკმაყოფილებლად მიმდინარეობდა, ხოლო 8-ში აღდგენის პროცესი კარგი გამოსავლით ხასიათდებოდა. ცუდი აღდგენითი პროცესის მქონე 2-ივე შემთხვევაში როგორც კლინიკური, ასევე ემგ გამოკვლევით დადგინილი იყო მძიმე ჰემიპარეზების არსებობა, ხოლო დანარჩენ 10 ავადმყოფში ნებისმიერი მოძრაობები საშუალო სიმძიმისა და იოლი ჰემიპარეზების სახით იყვნენ წარმოდგენილნი. კუნთოვანი ტონუსის მხრივ ცუდი აღდგენის მქონე ამავე შემთხვევაში ადგილი ჰქონდა კუნთთა პირამიდულ ჰაპერტონიას, რომელიც შედარებით მდგრადი ხასიათისა იყო.

ყველა დანარჩენ შემთხვევაში (10 ავადმყოფი) ნებისმიერ მოძრაობათა ცვლილებები დაავადების დასაწყის პერიოდში (პირველი კვირა) არ იყო დართული კუნთოვანი ჰაპერტონიით. რაც შემთხვევებში, როცა ადვილი ჰქონდა ძილის ფორმულის მკვეთრ დარღვევებს ძლიანობის მომატების სახით (4 ავადმყოფი). აღინიშნებოდა ტონუსის შედარებითი დაქვეითება დაავადებიდან 1-11 დღისათვის. 5-7 დღისათვის ვლინდებოდა ტონუსის ზომიერა მომატება შერეულ ფონზე პირამიდული კომპონენტის სიჭარბით.

შემდგომ ძლიანობის თანდათანობით შემცირების პარალელურად შერეული ჰაპერტონიის ფონზე აღინიშნებოდა ექსტრაპირამიდული კომპონენტის სიჭარბე, უპირატესად დაავადებულ კიდურებში; ამავე დროს აღინიშნებოდა ნებისმიერ მოძრაობათა სრული აღდგენა კლინიკურად, თუმცა ემგ გამოკვლევით ჯერ კიდევ ადვილი ჰქონდა ამპლიტუდის დაქვეითებას ე. წ. „სად მხარესთან“ შედარებით.

ძილის ფორმულის სრული აღდგენის შემდეგ ადვილი ჰქონდა კუნთოვანი ტონუსის კლინიკურ ნორმალიზაციას. დაავადებიდან 8-10 კვირის ბოლოსათვის, ხოლო ემგ გამოკვლევით კუნთოვანი ტონუსი ნორმალიზაციას გაცილებით გვიან განიცდიდა.

საყურადღებოა ის გარემოებაც, რომ დაავადების დასაწყისში არსებული კუნთოვანი ჰაპოტონია არ ვლინდება იმ სიღრმით, რასაც ადვილი ჰქონდა ნათხემის დაზიანების გამოწვეული კუნთოვანი ჰაპოტონიის დროს. ამავე დროს დაავადების მოგვიანო პერიოდში არსებული ექსტრაპირამიდული ჰაპერტონია საგრძნობლად ჩამორჩებოდა თავისი ინტენსივობით და გამოხატულებით პარკინსონის დაავადებით განპირობებულ კუნთოვან ჰაპერტონიას, რაზედაც მიუთითებენ უპირატესად ემგ გამოკვლევები. ეს განსხვავება ვლინდებოდა აგრეთვე ამინაზინის გავლენის შესწავლითაც; სახელდობრ ამინაზინი უფრო თრგუნავდა შერეულ ფონზე არსებულ ექსტრაპირამიდულ ჰაპერტონიას, ვიდრე პარკინსონის დაავადების დროს არსებულ რიგიდობას. პროზერიინის ხსნარის შეყ-



ვანით ნებისმიერ მოძრაობათა სიფართო შესამჩნევად მატულობდა. მისი გავლენით მატულობდა აგრეთვე არსებული კუნთოვანი ჰიპერტონიაც. ამგვარად პროზერინი უფრო ააშკარავებდა და რელიეფურს ხდოდა კუნთოვანი ტონუსისა და ნებისმიერ მოძრაობათა არსებულ ცვლილებებს.

ზემოაღნიშნულის საილუსტრაციოდ მოვიყვანთ ზოგიერთ მაგალითს.

ავად. დ. ს., 63 წლისა (ავად. ისტორია № 2533), შემოვიდა ქალაქის პირველი საავადმყოფოს ნერვულ სნეულებათა განყოფილებაში 27/XII 1959 წ. ჩივილებით სიელმეზე, თავის ტკივილზე, სისუსტეზე და მოძრაობის შეზღუდვაზე მარჯვენა კიდურებში. დაავადება განუვითარდა უეცრად ცნობიერებას და აშკარებს გარეშე. ჯერ მას შეუმჩნევია გაორება, შემდეგ სისუსტე მარჯვენა ფეხში, შემდეგ კი ხელში.

სტაციონარში მოთავსებისას ავადმყოფს აღინიშნებოდა ქარბი ძილიანობა. კითხვებზე ადეკვატურად უპასუხებდა და ისევ სწრაფად გადადიოდა ძილში.

T. A 150/80 mm RR ნევროლოგიურ სტატუსში გამოხატული ანბოკორია მარცხენა თვალის გუგის გაფართოების ხარჯზე. მარცხენა თვალის კაკალი მიტრიალებული იყო გარეთ, ხოლო მარჯვენა შიგნით. მარცხენა თვალის კაკლით მოძრაობა არ წარმოებდა ზემოთ, ქვემოთ და შიგნით, ხოლო მარჯვენაში შეზღუდულად წარმოებს ზემოთ, ქვემოთ და გარეთ. მარცხენა ცხვირტუჩის ნაოჭი გასადავებელია, რბილი სასა აღუნდ იკუმშება ორივე მხარეს. ნებისმიერი მოძრაობების სიფართო და ძალა მარჯვენა კიდურებში მკვეთრად შეზღუდული იყო; მარცხნივ ნებისმიერი მოძრაობები სრული სიფართოთ და ძალით წარმოებდა. კუნთთა ტონუსის მხრივ მარჯვენა ხელ-ფეხში აღინიშნებოდა ზომიერი ჰიპოტონია, ხოლო მარცხნივ კუნთთა ტონუსი ცვლილებებს არ განიცდიდა. აღინიშნებოდა აგრეთვე ანიზორეფლექსია, მარჯვნივ—ბაზინსკის, როსოლომოსა და ოპენჰეიმის პათოლოგიური ნიშნები. აქსიალური რეფლექსები გაცხოველებულია, მგრძობელობის მოშლას ადვილი არა აქვს.

კლინიკური დიაგნოზი. თავის ტვინის სისხლძარღვთა სკლეროზი; თავის ტვინში სისხლის მიმოქცევის მოშლა თრომბოზის ტიპით. ტვინის ფეხის სინდრომი. არტერიოკარდიოსკლეროზი.

დაავადებიდან მე-5 დღეს მარჯვენა კიდურებში აღინიშნებოდა ზომიერი პირამიდული ჰიპერტონია, მარცხნივ კი მკირე ინტენსივობის შერეული ჰიპერტონია. ძირიანობა უცვლელია.

დაავადების მეორე კვირის ბოლოს მოძრაობებმა დადამბლავებულ კიდურებში საგრძნობლად მოიმატა, კუნთთა ტონუსის მხრივ აქ აღსანიშნავი იყო შერეულ ჰიპერტონიის ფონზე ექსტრაპირამიდული კომპონენტის სიჭარბე, როგორც კლინიკური, ასევე ემგ გამოკვლევით. ძილის ფორმულაში თანდათანობით მატულობდა სიფხიშლე. შემდეგმ პერიოდში ძილ თანდათანობით ნორმალიზდებოდა; ამის პარალელურად იზრდებოდა შერეულ ფონზე ექსტრაპირამიდული კომპონენტის გამოხატულება და აქტიური მოძრაობების სიფართო. ძილისა და ნებისმიერ მოძრაობათა სრული კლინიკური ნორმალიზაციის შემდეგ (დაავადების მე-8 კვირა) ემგ აღინიშნებოდა არსებული რიგიდობის თანდათანობითი შემცირება. რომლის სრული ნორმალიზაცია არ იყო ნახი დაავადებიდან მე-3 თვის ბოლოსაც.

ავადმყოფი ს. ა., 66 წლისა (ავადმ. ისტორია № 533). შემოვიდა ქალაქის პირველ საავადმყოფოს ნერვულ სნეულებათა განყოფილებაში 1960 წლის 14/1 ჩივილებით. სახის მარცხენა ნახევრის ასიმეტრიაზე და მარჯვენა კიდურების სისუსტეზე და მოძრაობის შეზღუდვაზე მათში. დაავადება განუვითარდა უეცრად ნათელი ცნობიერების ფონზე სისუსტით მარჯვენა კიდურებში.



სტაციონარში მოთავსებისას ავადმყოფს აღენიშნებოდა T. A 160/100 mm RR, სახის ნერვის ორივე ტოტის პარეზი მარცხნივ, მარჯვენა კიდურებში მოძრაობის მცირედ შესუღღვა, ძალის მკვეთრი დაქვეითებით მათში. ამ მხარეს მყესთა და მყესძვალთა რეფლექსები აწეულია; იწვევა ბაზინსკის პათოლოგიური ნიშანი. კუნთთა ტონუსის მხრივ მარჯვენა ხელ-ფეხში აღინიშნება სუსტი პირამიდული ჰიპერტონია, უმთავრესად ხელში.

კლინიკური დიაგნოზი. ათეროსკლეროზი. თავის ტვინში სისხლის მიმოქცევის მოშლა (ხედში) თრომბოზის ტიპით.

შემდგომ პერიოდში მოძრაობათა სიფართის ტეტების ცალდაცალ მარჯვენა კიდურებში აღინიშნებოდა შერეული ჰიპერტონიის ფონზე რიგიდობის ელემენტების არსებობა, რაც უფრო შესამჩნევი იყო ემგ გამოკვლევათ. მოძრაობათა სრული აღდგენიდან დაახლოებით ორნახევარი თვის მანძილზე წორმალისაგან განიცადა კუნთოვანმა ტონუსმა. ამინაზინის შეყვანამ დაავადების მოგვიანო პერიოდში თითქმის ყველა შემთხვევაში გამოიწვია თითქოს დაბრუნება დაავადების პირველი დღეებისაგან—დაავადების კლინიკურ სურათში აღინიშნებოდა ძილიანობის მომატება და კუნთთა ტონუსის შესამჩნევი დაქვეითება; ჩვენ მიერ მოყვანილ პირველ დაკვირვებაში ამინაზინის 2,5%-1,5 შეყვანამ კუნთთა ჰიპოტონიის განვითარება გამოიწვია.

აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ ღეროს დისჰემიური პროცესებით განპირობებული კუნთოვანი ჰიპოტონია, რომელსაც ჩვენს დაკვირვებებში ადვილი პქონდა დაავადების პირველ დღეებში, ხასიათდებოდა მოკლე ხანგრძლივობით და ზომიერი გამოხატულებით. იგი არც ერთ შემთხვევაში არ აღწევდა იმ ინტენსივობას, რომელიც ახასიათებს ნათხემის დაზიანებით გამოწვეულ კუნთოვან ჰიპოტონიას. ეს უკანასკნელი ემგ გამოკვლევით სინერგიული მოძრაობების დროს იძლეოდა „სრული ბიოელექტრული სიჩუმის“ სურათს, თითქმის სწორი ხაზის სახით; ღეროს დისჰემიური პროცესით გამოწვეული კუნთოვანი ჰიპოტონია კი ემგ გამოკვლევით იძლეოდა ტალღისებრი შენედელების „ბიოელექტრული სიჩუმის“ სურათს.

ჩვენ მიერ შესწავლილი ღეროს დისჰემიური პროცესის შემთხვევები აშკარად მიუთითებს ღეროს აპარატების უდიდეს როლზე მოძრაობებისა და განსაკუთრებით კუნთოვანი ჰიპერტონიისათვის, რაც თითქმის სრულიად ეთანხმება ლიტერატურაში არსებულ მონაცემებს [9, 10]. ამის შესახებ უკანასკნელი წლების გამოკვლევების დადასტურებული რეტეკულური ფორმაციის აქტივაცია თანდართულია კუნთოვანი ტონუსის გაძლიერებით, ხოლო მისი დათრგუნვა იწვევს დეცერენტაციული რიგიდობის დაქვეითებას ან სრულ მოხსნას [11].

ჩვენი კლინიკური და ელექტრომიოგრაფიული გამოკვლევები არ ეწინააღმდეგება ამ მონაცემებს და ერთხელ კიდევ გვარწმუნებს დისჰემიური ხასიათის პროცესებში ღეროს ბადებრივი ფორმაციის სუბპოესტორული და ფასალიტაციური მექანიზმების დიდ მნიშვნელობაში.

დასკვნები

1. ყოველივე ზემოთქმულიდან გამომდინარე, შეგვიძლია დავასკვნათ: დისჰემიური პროცესების ტვენის ღეროში ლოკალიზაციით განპირობებული ნებისმიერი მოძრაობების და კუნთთა ტონუსის ცვლილებები შედარებით კარგი აღდგენით ხასიათდება.

2. ზოგიერთ შემთხვევაში არსებობს გარკვეული დამოკიდებულება ღეროს დაზიანების სინდრომების დროს არსებულ ძილის ფორმულის დარღვევებს, კუნთოვან ტონუსსა და მოძრაობათა აღდგენას შორის, სახელდობრ, კარბი ძი-



ლიანობა ნებისმიერ მოძრაობათა სიფართის შემცირებისა და კუნთოვანი ტონუსის დაქვეითებით არის თანდართული, ხოლო ძილის აღდგენა—მოძრაობებისა და, რაც მთავარია, კუნთოვანი ტონუსის აღდგენით.

3. კუნთოვანი ტონუსის აღდგენა საგრძნობლად ჩამორჩება ნებისმიერ მოძრაობათა აღდგენის პროცესს.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
კლინიკური და ექსპერიმენტული
ნერვოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.9.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. К. Боголепов. Нарушение двигательной функции при сосудистых поражениях головного мозга. М., 1953.
2. А. Бродал. Ретикулярная формация мозгового ствола. М., 1960.
3. А. В. Вальдман. Новые данные по фармакологии ретикулярной формации и синаптической передачи. Л., 1958, стр. 5—63.
4. П. М. Сараджишвили. Некоторые клинические вопросы функционального значения ретикулярной формации ствола. Тбилиси, 1958.
5. K. Baumgarten, A. Mollica. Der Einfluss sensibler Reizung auf die Entladungsfrequenz Keinhirnabhängige Reticularis Zellen. Ibid, 259, 1954, 79.
6. K. Akert, E. Mortimer. Central influence on gamma-efferents. Bull. Schweizer Akad. med. Wiss. № 5, 16, 1961, 337—354.
7. Р. Я. Зусин, М. И. Кончакова, И. Г. Фомина. Острые нарушения мозгового кровообращения. М., 1960, стр. 161—165.
8. H. Krajenbüh und M. Jasargil. Die yaskulären Erkrankungen in Gebiet d. Arterie vertebralis und Arterie basilaris. 1957.
9. J. E. Thomas. Spasticity at rigidity. The j. of nervous and mental dislase, v 132, № 6, june, 1961, 505—514..
10. I. D. French. The reticular formation J. of Neurosurgery, v. XV, № 1, 1958 97—115.
11. C. De Risio, E. Maughi. Studi sul trattamento farmacologico dell ipertonia muscolare. Bull. Soc. gital. Biol. Sperium. 30, 1954.

ცხაკიმიძისტილი მდივინა

მ. მაჩაბელი, თ. ჯაფარიძე, რ. ბოქარია, ბ. ლაბაშვილი, ლ. ბეზარაშვილი,
 გ. კინაშვილიძე

**ჯანმრთელი ძალღებვის სისხლის შედეღებვის სისტემის
 გარჩენებლები**

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 5.7.1962)

ჯანმრთელი ძალღებვის სისხლის შედეღების სისტემის ცალკეული მარჯვენა-ბლების შესახებ საკმაო ლიტერატურა მოიპოვება [2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9], მაგრამ მათში ნორმები სპეციალურად არაა შესწავლილი. იგი შესწავლებოდა იმდენად, რამდენადაც ამა თუ იმ ავტორს ცდის წინ ესაჭიროებოდა ფონის დაღვენა. გარდა ამისა, გამოქვეყნებული მონაცემებით სარგებლობა გაძნელებულია იმიტოც, რომ მკვლევარები იყენებენ სხვადასხვა მეთოდს; კონკრეტულად იმის მეთოდები ხშირად ცნობილი არაა.

საჭირო გახდა გამოვეყმუშავებია ჯანმრთელი ძალღებვის სისხლის შედეღების სისტემის ნორმული მარჯვენებლები. ეს შრომა სწორედ ამ საკითხისადმი მიძღვნილი.

გამოვიკვლიეთ 150 ჯანმრთელი, უჯიშო ძალღი, ორივე სქესისა წონით 10—14 კგ. გამოსაკვლევად ვიღებდით 12—14 მღ სისხლს ბარძაყის არტერიიდან და ვასხამდით 5 სინჯარაში.

პირველ ცენტროფუგის სინჯარაში ერეოდა 9 მღ სისხლი და 1 მღ ანტიკოაგულიანტი (მეაუნ-მეავენატრიუმის 0,1 მიღარული ხსნარი).

მეორე აგლუტინაციურ სინჯარაში ვათავსებდით 1 მღ სისხლს ანტიკოაგულიანტის გარეშე და ვიკვლევდით მთლიანი სისხლის სპონტანური შედეღების დროს (ლი ს და უ ა ი ტ ის მეთოდით).

მესამე სინჯარაში ერეოდა 0,85% ფიზიოლოგიური ხსნარის 0,5 მღ და 0,5 მღ სისხლი. ამ ნარევეში ვიკვლევდით სისხლის თრომბოპლასტიურ აქტივობას (ულიტინასა და კულრიაშოვის მეთოდით).

მეოთხე სინჯარაში ვათავსებდით 2-3 მღ სისხლს ანტიკოაგულიანტის გარეშე შრატის მისაღებად.

მეხუთე გრადუირებულ სინჯარაში. ვათავსებდით 1 მღ სისხლს კოლტის რეტრაქციის გამოსაკვლევად.

პლანჰმის მისაღებად სტაბილიზირებული სისხლი ცენტროფუგირებოდა 3000 ბრ/წუთში, 15 წუთის განმავლობაში. პლანჰმა ცდამდე გადაგვქონდა ცალკე სინჯარაში და ვინახავდით ყინულზე.

წარმოებდა სისხლის შედეღების ფაზებისა და ცალკეული ფაქტორების გამოკვლევები (იხ. ცხრილი 1).

გამოყენებული მეთოდები აწერილია [1]-ში.



სისხლის შედედებელი სასუნის მარეგულბები ჯანმრთელ უჯიშო ძაღლებში

მარეგულბები	M	m±	σ	t
მთლიანი სისხლის შედედების დრო წუთობით (ლი და უაიტის მეთოდით)	4,27	0,044	0,4	0,088
კოლტის რეტრაქცია ინდექსით	0,46	0,01	0,07	0,02

სისხლის შედედების I ფაზა

რეკალციფიკაციის დრო (წამობით)	86,08	0,8	7,72	1,6
სისხლის თრომბოპლასტიკული აქტიუობა (წამობით)	19,45	0,026	0,2	0,052
პროთრომბინის მოხმარება შრატში (წამობით)	48,8	5,05	44,7	10,12

სისხლის შედედების II ფაზა

პროთრომბინის დროს (წამობით) განსაზღვრა ერთსაფეხურიანი მეთოდით	11,73	0,08	0,08	0,016
პროთრომბინის ინდექსი %-ით	100 %			
თრომბინის დრო (წამობით)	32,08	0,9	6,84	1,8
თრომბინის დრო წამობით პლანხაში ტალუი- დინის ლურჯის მიმატების შემდეგ	24,35	1,32	11,1	2,64
სისხლის თავისუფალი ჰეპარინი (წამობით)	7,8	0,43	3,7	0,86

სისხლის შედედების III ფაზა

ფიბრანოგენი მგ-ით 1 მლ პლანხაში	5,88	0,01	0,35	0,08
---------------------------------	------	------	------	------

მიღებული შედეგები დამუშავებულია ვარიაციული სტატისტიკით. გამოთვლილია: 1) საშუალო არითმეტიკული—(M), 2) საშუალო კვადრატული გადახრა—(σ), 3) საშუალო ცთომილება—(m ±), 4) გაორკეცებული საშუალო ცთომილება—(t).

მთლიანი სისხლის ზოგადი კოაგულაციური თვისება

მთლიანი სისხლის ზოგადი კოაგულაციური თვისების მაჩვენებლების დასახისათებლად ვიყენებდით: მთლიანი სისხლის სპონტანური შედედების დროს—ლის და უაიტის მეთოდს (მეორე ვარიანტი), სისხლის დენის დროს—ლიუვის მეთოდს (თრომბოციტების რაოდენობა სისხლის 1 მმ³).

კოლტის რეტრაქციის გამოთვლები წარმოებდა ინდექსით.

მთლიანი სისხლის სპონტანური შედედების დრო მერყეობდა 2 წუთი და 30 წამიდან 6 წუთამდე. ვარიაციული სტატისტიკით მიღებულია შემდეგი მონაცემები: M=4 წუთ. 27 წამი, σ=0,4, m ±=0,044, t=0,088.

სისხლის დენის ხანგრძლივობა მერყეობდა 1 წუთი და 30 წამიდან 2 წუთამდე, ხოლო წვეთების რაოდენობა—3-დან 5 წვეთამდე. თრომბოციტების რაოდენობა ჯანმრთელ ძაღლებში მერყეობდა 300-დან 380 ათასამდე 1 მმ³ სისხლში.

კოლტის რეტრაქციის ინდექსის სტატისტიკური მონაცემების დამუშავებით მიღებულია შემდეგი: M=0,46, σ=0,07, m ±=0,01, t=0,02.

სისხლის შედედების I ფაზა. პემოსტაზის I ფაზის დასახასიათებლად ჩვენ ვისარგებლეთ შემდეგი მეთოდებით: 1. რეკალციფიკაციის დრო, 2. სისხლის თრომბოპლასტიკური აქტივობა, 3. შრატში პროთრომბინის მოხმარება. რეკალციფიკაციის დრო მერყეობდა 50 წამიდან 130 წამამდე. სტატისტიკური მონაცემები ასეთია: $M=86,08$ წამს, $\sigma=7,72$, $m \pm = 0,8$, $t=1,6$.

სისხლის თრომბოპლასტიკური აქტივობის განსაზღვრისათვის ნარევი ინკუბირდებოდა 53°C ტემპერატურაზე 10 წუთის განმავლობაში. რაც მ. ფელოტოვას (1958) შრომაში არაა მითითებული. სტატისტიკური დამუშავებით გამოირკვა, რომ $M=19,45$ წამს, $\sigma=0,2$, $m \pm = 0,026$, $t=0,052$.

ჯანმრთელი ძალღების პროთრომბინის მოხმარების დრო შრატში მერყეობდა 27-დან 84 წამამდე. ვარიაციული სტატისტიკით დამუშავებული მონაცემები ასეთია: $M=48,8$ წამს, $\sigma=44,7$, $m \pm = 5,06$, $t=10,12$.

სისხლის შედედების II ფაზა. პემოსტაზის II ფაზის მდვიომარობას ვიკვლევდით შემდეგი ტესტების დახმარებით: 1. ქუიკის დრო, 2. თრომბინის დრო, 3. სისხლის თავისუფალი ჰეპარინის დრო (გამოსაკვლევ პლაზმას ემატებოდა ტოლუიდინის ლურჯის ხსნარი).

ქუიკის დრო გამოკვლეულ ჯანმრთელ ძალღებში მერყეობდა 10-დან 12 წამამდე. სტატისტიკური დამუშავებით მიღებულია შემდეგი მონაცემები: $M=11,75$, $\sigma=0,8$, $m \pm = 0,08$, $t=0,16$.

თრომბინის დროს ვიკვლევდით ე. სირმაის მეთოდით ცენტრალური სისხლის ვადასხმის ინსტიტუტის მოდიფიკაციით. ვცდილობდით თრომბინი აკველო ისეთი აქტივობისა, რომელიც ნორმალური პლაზმის შედედებას მოგვეცემა 29—30 წამში. თრომბინის დრო მერყეობდა 29-დან 40 წამამდე.

სტატისტიკური დამუშავებით მიღებულია შემდეგი მონაცემები: $M=32,08$, $\sigma=6,84$, $m \pm = 0,9$, $t=1,9$.

სისხლის თავისუფალი ჰეპარინის განსაზღვრას ვაწარმოებდით იგივე ცდით იმ განსხვავებით, რომ ფიზიოლოგიური ხსნარი იცვლებოდა 0,1%-იანი ტოლუიდინის ლურჯის ხსნარით.

სტატისტიკური დამუშავებით მიღებულია შემდეგი მონაცემები: $M=24,35$ წამს, $\sigma=11,1$, $m \pm = 1,32$, $t=2,64$.

წინასწარ მიღებულ თრომბინის დროს (წამებს) ვაკლებდით დროს (წამებს), რომელიც მიღებული იყო ტოლუიდინის ლურჯის დამატებით.

სტატისტიკური დამუშავებით მიღებულია ასეთი მონაცემები: $M=7,8$ წამს, $\sigma=3,7$, $m \pm = 0,43$, $t=0,86$.

სისხლის შედედების III ფაზა. სისხლის შედედების III ფაზის დასახასიათებლად ვიკვლევდით ფიბრინოგენის რაოდენობას (ჰაეროჯან-შრატლი მეთოდით).

ფიბრინის რაოდენობა 1 მლ პლაზმაში მერყეობდა 5-დან 8 მგ ფარგლებში. სტატისტიკური დამუშავებით მიღებულია ასეთი მონაცემები: $M=5,88$ მგ, $\sigma=0,35$, $m \pm = 0,04$, $t=0,08$.

მიღებული შედეგების შედარება ადამიანის სისხლის ნორმებთან, რაც მოცემულია მ. მაჩაბეის შრომაში [1], გვიჩვენებს, რომ მთლიანი სისხლის სკონტანური შედედება ძალღებში უფრო ჩქარა წარმოებს. სისხლის თრომბოპლასტიკური აქტივობა უფრო ძლიერია, ხოლო პლაზმის რეკალციფიკაციის დრო და ქუიკის დრო მკვეთრად შემოკლებულია, ვიდრე ადამიანებში, რაც სისხლის შე-



დედების კომპონენტების დიდ აქტივობაზე მიუთითებს. რაც შეეხება ფიბროზოგენსა და თავისუფალი ჰეპარინის დროს, ეს მაჩვენებლები დაახლოებით იმავე ფარგლებშია, როგორც ადამიანებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა და
ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი

(ოქტომბრის მოღუიდა 5.7.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. М. С. Мачабели. О теории свертывания крови. Тбилиси, 1960.
2. რ. ბოკერია. ექსპერიმენტული რადიაციული სიცივიტლის დროს სისხლის შემდეგბული სისტემის ცკლოლებების შესწავლის საკონზიაატუის. კრებული უბნის ექიმთა დასახმარებლად, № 1 — 4, 1961.
3. К. В. Гордеева, К. С. Косякова, Л. М. Павлова, Л. В. Попель. Изменения некоторых свойств фибриногена при лучевой болезни. Пробл. гематолог. и переливание крови, № 9, 11 — 14, 1960.
4. Т. Н. Джанашидзе. Изменения некоторых показателей крови при острой лучевой болезни в условиях гипотермии. Труды института эксп. и клин. хирургии и гематологии АН ГССР, X, 1962, 277.
5. Н. Д. Кикнавелидзе. Изменения в свертывающей системе крови при экспериментальном атрофическом циррозе. Тезисы докл. посвящ. 40-летию инст. эксп. и клин. хирургии и гематологии АН ГССР, Тбилиси, 1961, 63 — 65.
6. Б. А. Кудряшова, П. Д. Андреевко и др. О природе кровоточивости при экспериментальном поражении организма животных. Пробл. гематологии и переливание крови, № 5, 3 — 10, 1957.
7. М. И. Федотова. Тромбопластическая активность тромбоцитов крови у собак при острой лучевой болезни. В кн. „Патол. физиология острой лучевой болезни“, М., 1958, 288 — 295.
8. П. М. Козлов. Санитарная статистика. Медгиз. М., 1955, 232.
9. G. J. Jacobs, E. P. Cronkite, S. G. White. Observations on serum prothrombin conversation accelerator in radiation induced pancytopenia. Amer. J. Physiol., 170, № 2, 1952, 390 — 395.
10. H. Stomorken. Species differences of clotting factors in ox, dog, horse, a man. Acts Physiol. Scand., 41, 1957, 101 — 117.
11. E. P. Cronkite, G. J. Jacobs, G. Brecher, G. Dillard. The hemorrhagic phase of the acute radiation syndrome due to exposure of the whole body to penetrating ionizing radiation. Am. J. Roentgen., 67, 5, 1952, 796 — 804.

ექსპერიმენტული მდიცინა

ა. მარსთავე (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), მ. ბახჩილაძე,
ზ. გონაშვილი, მ. მახაბაძე

ლეღვის რძე-წვენიის ფერმენტის ფიცინის ფიზიკოქიმიური მოკვლევა

უკანასკნელ წლებში წარმოებს გაცხოველებული მუშაობა სხვადასხვა ტრინობის ფიბრინოლიზინების თრომბოზების სამკურნალოდ მედიცინაში გამოყენების მიზნით. მეცნიერთა ყურადღება მიპყრობილ იქნა პროტეოლიზურ ფერმენტებისადმი. ჯერ კიდევ XX საუკუნის დასაწყისში შემჩნეულ იყო პანკრეასული ტრიფსინის პროტეოლიზური მოქმედება მისი ადგილობრივი ხმარების დროს. შემდგომში დადგინდა იქნა ამ ნივთიერების ანტიკოაგულანტური მოქმედება, ხოლო 1952 წლიდან უკვე დაიწყო მისი პარენტერალური ხმარება თრომბოფლებიტების დროს [1, 2, 3].

ცილების ჰიდროლიზურად დამშლელი ფერმენტები გვხვდებიან მცენარეთა სამყაროშიც. სხვადასხვა სახის ფიკუსის რძე-წვენიდან (ლატექსიდან) შეიძლება ფერმენტ-ფიცინის მიღება (სახელწოდება წარმოიშვა სიტყვა ფიკუსიდან). ზოგიერთი მკვლევარი (ა. ჩანდლერი, რ. ჩოპრა, მ. პოლი, დ. ოგასტინი) თვლის, რომ ფიცინით მდიდარია *Ficus laurifolia*, ფ. პაესი კი ამტკიცებს, რომ მისი მიღება უმჯობესია *Ficus glabrata*-ს რძე-წვენიდან [1, 5].

რობინსონის მონაცემებით [5] ფიცინი ტრიფსინის მსგავსი პროტეოლიზური ფერმენტია. იგი არ კარგავს აქტივობას 70°C-მდე გათბობისას ა წუთის განმავლობაში, ხოლო 75°C-ის ზემოთ მას აქტივობა ეკარგება და მისი პროტეოლიზური მოქმედება უკვე აღარ შეინიშნება. ფიცინის მოქმედების ოპტიმუმი pH 4-დან 8-მდე, ხოლო pH 2-დან 3-მდე იგი ინაქტივირდება 1,5 საათში.

ფერმენტ ფიცინით მდიდარია ლეღვის რძე-წვენი (ლეღვის ხე — *Ficus carica*) მცენარისა, რომელიც ფართოდაა გავრცელებული საქართველოში. ყოველ უმწიფარ ლეღვის ნაყოფს შეუძლია მოგვცეს 1-2 წვეთი და მტკი რძე-წვენი. კარგი მორწყვის დროს წვენი შეიძლება მივიღოთ ფოთლებისგანაც. მოწყვეტის ადგილიდან წვენი თავისთავად გამოდის.

ლეღვის რძე-წვენი თავისი პროტეოლიზური აქტივობით 15—20-ჯერ აღემატება ტრიფსინის სუფთა პრეპარატის აქტივობას. გარდა ამისა, ადგილებს და ჰიდროლიზურად შლის კაზეინს, რძისა და სისხლის ალბუმინებს და სოიის თესლის ცილოვან ნივთიერებებს [6].

ლეღვის რძე-წვენის ამ თვისებებმა მიგვიყვანეს მოსაზრებამდე, რომ შესაძლებელია მივიღოთ თრომბოემბოლურ დაავადებათა სამკურნალოდ ადვილად ხელმისაწვდომი მცენარეული წარმოშობის საშუალება.

სისხლის შემაღლებულ ფაქტორებზე და მის ფიბრინოლიზურ აქტივობაზე ლეღვის რძე-წვენის მოქმედების გამოსაკვლიევად გადავწყვიტეთ პირველ ყოვლისა ჩავეტარებინა ექსპერიმენტი *in vitro*.



ცდები ვაწარმოეთ რამდენიმე სერიად ჯანმრთელი ძაღლების სისხლზე, პირველ ორ სერიაში ვაკვირდებოდი ლატექსის მოქმედებას ფიბრინზე, ხოლო მესამე სერიაში—ფაბრიკაზე. პირველ და მესამე სერიაში გამოვიყენეთ სხვადასხვა განზავებისა და რაოდენობის რძე-წვენი. მეორე სერიაში ვიყენებდით რძე-წვენის 10%-იან ხსნარს, როგორც ახლადმიღებულს, ისე ხსნარის სახით 4°C ტემპერატურაზე შენახულსა (სხვადასხვა დროის განმავლობაში) და ადუღებულს.

ყველა ცდის დროს პარალელურად წარმოებდა საკონტროლო გამოცდები ფიზიოლოგიური ხსნარით. საკონტროლო სინჯში და პარალელურ ცდებში გამოვიყენეთ ერთისა და იმავე პლაზმიდან მიღებული ფიბრინი. მიღებული მონაცემების შეფასებას ვაწარმოებდით ვიზუალურად. ფიბრინის კოლტის მთლიან გაქრობას და სინჯარის ფსკერზე ნალექის არარსებობას ვაფასებდით, როგორც „მთლიან ლიზისს“. ფიბრინის კოლტის შემცირების ან მცირე რაოდენობით ფიბრინის ნალექის გაჩენის დროს რეაქცია აღინიშნებოდა როგორც „არასრული ლიზისი“. შედეგი უარყოფითად ითვლებოდა, მაშინ, როცა ფიბრინის კოლტი უცვლელი რჩებოდა.

ფდების I სერია. ამ სერიაში ვიღებდით ლატექსის სხვადასხვა განზავებას ფიზიოლოგიურ ხსნართან — 1:1000, 1:100, 1:50 და 1:25.

ხუთ სინჯარაში ვათავსებდით 1:1000 განზავებულ რძე-წვენს თანდათან მზარდ რაოდენობით 0,2 მლ-დან დაწყებული 1 მლ-ით დამთავრებული, ისე, რომ ორ უახლოეს სინჯარაში არსებული რძე-წვენის რაოდენობებს შორის განსხვავება იყო 0,2 მლ. ასეთივე რაოდენობით ხუთ-ხუთ სინჯარაში თავსდებოდა თითოეული განზავების ხსნარი—1:100, 1:50, 1:25. ყველა ამ ხსნარში შეგუქონდა თითო მგ ფიბრინი და სინჯარები თავსდებოდა თერმოსტატში 37° C-ზე 24 საათით. ეს ცდა მრავალჯერ გავიმეორეთ.

ცდებში ყველა განზავების დროს გამოვიყენეთ ახლად მომზადებული ფიბრინი (იმავე დღეს), ერთი დღე-ღამის განმავლობაში შენახული ფიბრინი და ცდამდე ორი კვირით ადრე დამზადებული ფიბრინი.

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, ყველა სინჯარაში ახლად დამზადებული და 24 საათის განმავლობაში შენახული ფიბრინით მოხდა სრული ლიზისი, გარდა პირველი ორი სინჯარისა, სადაც ჩასმული იყო 1:1000 განზავებული სუსტი ხსნარის მცირე რაოდენობა (0,2 და 0,4 მლ), რაც არ აღმოჩნდა საკმარისი, რომ გამოეწვია მთლიანი ლიზისი და აღინიშნა როგორც არასრული ლიზისი.

ცხრილი 1

ლატექსის ხსნარის მოქმედება 1 მგ ფიბრინზე

ლატექსის განზავება	ხსნარის რაოდ. მლ.-ში	ახლადმიღებულზე					წინა დღით მიღებულზე					ძველზე				
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
1:1000		±	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1:100		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1:50		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1:25		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

- + — მთლიანი ლიზისი
- ± — არასრული ლიზისი
- ლიზისი არ აღინიშნება

სრულიად საწინააღმდეგო მონაცემები მივიღეთ იმ შემთხვევაში, როცა გამოვიყენეთ ძველი ფიბრინი; მეოთხე და მეხუთე სინჯარებში (0,8 და 1 მლ)

1:25 განზავებული რძე-წვენით აღინიშნებოდა ნაწილობრივი ლიზისი, ხოლო სხვა სინჯებში ლიზისი არ აღინიშნებოდა. ეს სინჯები ხელმეორედ მოვათავსეთ თერმოსტატში რამდენიმე დღე, მაგრამ უშედეგოდ—ფიბრინის კოლტის ლაზისი მაინც არ მოხდა.

საკონტროლო ცდებში ფიზიოლოგიური ხსნარით არც ახალი და არც ძველი ფიბრინით არავითარი ლიზისი არ ყოფილა აღნიშნული.

ცდების II სერია. ამ სერიის ცდებში გამოვიყენეთ ლატექსის უფრო აქტიური ხსნარი—10%-იანი როგორც ახლად მიღებული. ისე ხსნარის სახით 24 საათის განმავლობაში შენახული 4°C-ზე და აგრეთვე 10 წუთის განმავლობაში ადუღებული.

ცდები მიმდინარეობდა მხოლოდ ახლად დამზადებული და წინა დღით დამზადებული ფიბრინით, რადგან ძველი ფიბრინი თითქმის არ დაემორჩილა აღნიშნული პრეპარატის ზემოქმედებას. ამის გამო შემდგომ ცდებში მას აღარ ვიყენებდით.

სამ სინჯარაში თავსდებოდა სამ-სამი მგ ფიბრინი და რძე-წვენი თითოეული გამოსაკვლევი ხსნარის 0,6 მლ, ე. ი. პირველ სინჯარაში თავსდებოდა ახლად მიღებული ხსნარი, მეორეში 4°C-ზე 24 საათის განმავლობაში შენახული, ხოლო მესამეში—ადუღებული 10 წუთის განმავლობაში. სინჯარები იდგმებოდა თერმოსტატში 37°C-ზე 24 საათით.

ცხრილი 2

ლატექსის 10% ხსნარის 0,6 მლ	ლატექსის ხსნარის მოქმედება 3 მგ ფიბრინზე									
	ახლად მიღებულზე					წინა დღით მიღებულზე				
მომზადებული <i>extempore</i> შენახული 24 საათის განმავლობაში 4°C-ზე	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ადუღებული 10 წუთის განმავლობაში	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, ფიბრინის მთლიანი ლიზისი მიღებული იმ შემთხვევებში, როცა ვხმარობდით ლატექსის ახალ ან 24 საათით 4°C-ზე შენახულ ხსნარს. ამ ხსნარებს ზემოქმედების შედეგად მთლიანად იშლებოდა როგორც ახალი, ისე წინდლით დამზადებული ფიბრინი; ადუღების შედეგად კი ლატექსის პროტეოლიზური აქტივობა მთლიანად ქრებოდა. ფიზიოლოგიურ ხსნარში (საკონტროლო ცდები) ფიბრინის ლიზისის არავითარი ნიშნები არ აღინიშნებოდა.

როგორც შემდგომმა დაკვირვებებმა გვიჩვენა, რძე-წვენი არ კარგავს თავის აქტივობას რამდენიმე თვის განმავლობაში, თუ მას მოვათავსებთ 4°C-ზე კარგად თავდაცულ კურობელში ისე, რომ პაერის სერვეცი საცობსა და ხსნარს შორის არ დარჩეს.

ცდების III სერია. ისე, როგორც I სერიის ცდების დროს, აქაც ვიყენებდით რძე-წვენი სხვადასხვა განზავებებს ფიზიოლოგიურ ხსნართან—1:1000, 1:100, 1:50 და 1:25, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ ამ სერიაში ვსწავლობდით რძე-წვენი მოქმედებას არა ფიბრინზე, როგორც პირველ სერიაში, არამედ პლაზმის ფიბრინოგენზე.

რვა სინჯარაში ვათავსებდით ნორმალურ პლაზმას 0,5 მ-ის რაოდენობით თითოეულში. პირველ ორ სინჯარას ვუმატებდით 1:1000 განზავებულ რძე-წვე-



ნის 0,25 მლ-ს პირველს და 0,5 მლ-ს—მეორეს. მესამე სინჯარაში გასხამდით 0,25 მლ-ს, ხოლო მეოთხეში—0,5 მლ-ს 1:100 განზავებულ რძე-წვეგს, მეხუთე და მეექვსე სინჯარაში კი—ასეთივე რაოდენობით 1:50 განზავებულ ხსნარს, ხოლო მეშვიდე და მერვე სინჯარაში—1:25 განზავებულ რძე-წვეგს.

პირველ ორ ნარევეში ფიბრინის განსაზღვრისას ფიბრინოგენის შედედების უნარი შეფასებულ იქნა 4+, ხოლო ფიბრინის რაოდენობა იყო 6 მკ/მლ [11]. მესამე ნარევეში კოლტი თვისობრივად შეფასდა 3+, ხოლო რაოდენობრივად—5 მკ/მლ. მეოთხე სინჯარაში არსებულ ნარევეში ფიბრინის რაოდენობის განსაზღვრა არ მოხერხდა, რადგან პლაზმა ოდნავ შესქედიდა და ფიბრინის ძაკები არ გამოვარდა (აქ დამატებული იყო 1:100 განზავებული ლატექსის 0,5 მლ). მეხუთე სინჯარაში ფიბრინის განსაზღვრისას გამოვარდა ფიბრინის უმნიშვნელო კოლტი, რომელიც ცურავდა სითხის დიდ რაოდენობაში. საიდანაც მისი ამოღება და განსაზღვრა არ მოხერხდა. დანარჩენ სამ სინჯარაში არსებულ ნარევეებშიც არა მარტო ფიბრინის კოლტის, არამედ ფიბრინის ძაფებისა და მარცვლების გაჩენასაც არ ჰქონდა ადგილი. პლაზმა ვიზუალურად დარჩა უცვლელი. მსგავსი გამოკვლევა ჩატარდა 10-ჯერ და შედეგიც ყოველთვის ერთი და იგივე იყო.

ჩვენი მასალის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ ფიციანი წარმოადგენს პროტეოლიზურ ფერმენტს, რაც მთლიანად შლის ფიბრინის კოლტებს (ახალსა და დღეღამის განმავლობაში შენახულს). იგი მოქმედებს არა მარტო ფიბრინზე, არამედ პლაზმის ფიბრინოგენზეც. მისი მოქმედების შემდეგ ხდება ფიბრინის კანძის მთლიანი დაშლა ვეფქრობით, რომ ფიცინის ეს ფიბრინოლიზური თვისება შესაძლებელია მომავალში გამოიყენოს თრომბოზების დროს როგორც მკურნალობის თვალსაზრისით, ისე პროფილაქტიკური მიზნით.

ჩვენ დაეწიყეთ ცდები სხვადასხვა ცხოველებზე *in vivo*. ლიღვიდან მიღებული ფერმენტი ფიცინი არ წარმოადგენს ძვირად ღირებულ პრეპარატს, არაა ძნელი ფხვნილის სახით მიღება. სამხრეთ ამერიკაში რძე-წვეგს მოსახლეობა ხმარობს დიდი რაოდენობით, როგორც ქვის საწინააღმდეგო საშუალებას (*per os*). მითუმეტეს, უნდა ვიფიქროთ, რომ ჩვენ მიერ მიღებული ფიცინის გაწმენდილი პრეპარატი იქნება ნაკლებად ტოქსიკური და შესაძლებელი გახდება მისი პარენტერალურად გამოყენება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ექსპერიმენტული და კლინიკური ქირურგიისა

და ჰემატოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 20.1.1963)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. К. Н. Веремеенко, М. П. Зверькова, Н. П. Морозова. Применение кристаллического трипсина в терапии тромбозов. Новый хирург. арх. № 3, 1962.
2. I. Innerfield, A. W. Schwarz, A. A. Angrist. Parenteral Administration of Trypsin. Clinical Effect in 538 Patients, JAMA, 152, 1953.
3. I. Innerfield. Intramuscular trypsin inof in acute thrombophlebitis, diabeti cellulitis and leg ulcer, Sourg, 36, 1954.
4. A. Chandler, R. N. Chopra. Anthelmintics and their uses. Baltimore, 1928.
5. B. H. Robbins. A Proteolytic Enzyme in Flein, the anthelmintic principle of leche de higueron, J. Biol. Chem., 1930.
6. შ. გონაშვილი. ლეღვის ხის რძე-წვეგის ფერმენტის შესახებ. „საქ. ბუნება“, № 2, 1963.
7. М. С. Мацабели. Теория свертывания крови. Тбилиси, 1960.

მეცნიერებათა აკადემიის მიხედვით

3. ლიტანიონი

ზოგადი ბიოქიმიური მაჩვენებლის ცვლილებები სისხლის მიმოქცევის მოზლით დაავადებულ ავადმყოფთა სისხლში

(წარმოდგინა აკადემიის ვლ. ასათიანი 5.7.1962)

უკანასკნელი წლების კლინიკური ბიოქიმიის მიღწევებს უნდა მიეწეროს ენზიმოლოგიური გამოკვლევების სულ უფრო ფართო გამოყენება როგორც დიაგნოსტიკური მიზნით, ისე მთელ რიგ დაავადებათა არსის გამოვლინებისათვის. 1954 წლიდან მოყოლებული, როდესაც ლ. ა. დ. უე მ [1, 2] და ვ. რ. ბ. ლ. ე. ს. კ. ი. მ [3, 4] პირველად აღმოაჩინეს ტრანსამინაზების საგრძნობი მომატება სისხლის შრატში გულის ინფარქტების დროს. გამოქვეყნდა შრომები, რომლებიც გვიჩვენებენ აღნიშნული ფერმენტების აქტივობის გამოკვლევის საპრობლემო კლინიკური მედიცინის მრავალ დარგში.

აღმნიშნის ორგანიზმში გადაამინირების პროცესები, ე. ი. ამინომჟავათა ამინოჯგუფების შებრუნებით გადატანა კეტოჟგუფებზე, ხორციელდება ფერმენტების დახმარებით, რომლებმაც ამინოფერაზების ან ტრანსამინაზების სახელწოდება მიიღეს. ეს პროცესი პირველად ნახეს მკვლევარებმა ბ. რ. ა. უ. ნ. შ. ტ. ე. ნ. შ. ა. და მ. კ. რ. ი. ც. მ. ა. [5].

აღმნიშნის ქსოვილებში მონაწილეობს სხვადასხვა ტრანსამინაზების დიდი რიცხვი, რომლებიც ახდენენ ცალკეული ამინომჟავების გადაამინირებას. ყველაზე დიდი რაოდენობით გვხვდება (და მათ ყველაზე მეტი კატალიტიური აქტივობა აქვთ) ორი ფერმენტი: გლუტამინოასპარაგინის (ასტ) და გლუტამინოალანინის (ალტ) მჟავა ტრანსამინაზა (ამინოფერაზა). უცხოურ ლიტერატურაში ტესტ ასტ-ს შეესაბამება „SGOT“ (serum—Glutamat—Oxalacetat—Transaminase). „TEST“, ხოლო ალტ-ს—„SGPT“ (serum—Glutamat—Piruvat—Transaminase) „TEST“. ისინი დიდ როლს ასრულებენ ამინომჟავების სინთეზისა და დაშლის პროცესებში.

აღმნიშნავია, რომ გულის ინფარქტის დროს მხოლოდ შემთხვევათა 60%-ში მიიღება ტიპური ელექტროკარდიოგრაფიული მრუდი [6]. აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ასტ-ს აქტივობის თავის დროზე განსაზღვრას, გაცილებით მეტი მნიშვნელობა აქვს მიოკარდიუმის ინფარქტის გამოსამჟღავნებლად, ვიდრე კლინიკაში დღემდე ხმარებულ დამატებით გამოკვლევებს, მათ შორის ელექტროკარდიოგრაფიულსაც.

სისხლის შრატში ასტ-ს აქტივობის მომატება და მისი ნორმამდე დასვლის დრო, მნიშვნელოვანია დაავადების პროგნოზის დადგენისათვის. იგი ახასიათებს ნეკროზის ოდენობას.

მიოკარდიუმის ინფარქტის დროს კოეფიციენტი $\frac{\text{ასტ}}{\text{ალტ}} > 1$.



ღვიძლის დაავადების დროს სისხლის შრატში აღნიშნული ფერმენტების აქტივობის მომატების სიდიდე და მათი ცვლილებების ხანგრძლივობა წარმოადგენს გვაძლევს ღვიძლის პარენქიმის დაზიანების ხარისხზე და მკურნალობის ეფექტურობის ერთ-ერთი კრიტერიუმია.

საზოგადოთ მიღებულია, რომ ასტ-ს და ალტ-ს აქტივობის ცვლილებები სისხლის შრატში საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ ქსოვილოვანი უჭრედების ნეკროზის სიდიდე.

ტრანსამინაზის განსაზღვრა საშუალებას გვაძლევს უფრო ღრმად ჩავწვდეთ გულის დაავადების ბუნებას. ამიტომაც ვროზლევსკის ჰქონდა საფუძველი ასეთი ანალიზისათვის ეწოდებოდა ბიოქიმიური ბიოფსია. ტრანსამინაზების აქტივობის განსაზღვრა სისხლის შრატში გვეხმარება დავადებით გულის ინფექციური, ტოქსიკური ან სისხლძარღვოვანი დაზიანება; სისხლის შრატის ჰიპერფერმენტემიის სიდიდე გარკვეული ხარისხით პროპორციულია გულის უჭრედების დაზიანების ხარისხისა.

ფერმენტების აქტივობამ (ტრანსამინაზა, კრეატინკინაზა, კოკარბოქსილაზა, ლაქტიკოდეჰიდრაზა) შეიძლება მოიმატოს სისხლის შრატში არა მარტო ქსოვილების ნეკროზის დროს, არამედ მათი ჰიპერპროდუქციის შედეგადაც. ასეთი ჰიპერფერმენტემია არაიშვიათად წარმოადგენს ჰიპოქსიის საპასუხო რეაქციას.

მიუხედავად იმისა, რომ ტრანსამინაზის აქტივობის დიდი პრაქტიკული ღირებულების დამამტკიცებელი შრომების რიცხვი იზრდება, მრავალ საკითხი, რომლებიც ამ ფერმენტების წარმოშობას, არსს და კლინიკურ მნიშვნელობას ეხება ჯერ კიდევ გადაუწყვეტელია. კერძოდ, ჯერ კიდევ არაა საბოლოოდ გამოვლენილი ფერმენტების აქტივობის მომატების მექანიზმი, არასაკმარისად ზუსტად არის წარმოდგენილი ტრანსამინაზების აქტივობის მნიშვნელობა მთელი რიგი დაავადებების დიფერენციალურ-დაგნოსტიკური და პროგნოსტიკული თვალსაზრისით. ასევე ითქმის ასტ-ისა და ალტ-ის აქტივობის ურთიერთდამოკიდებულებაზეც.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ დინამიკაში გამოგვეკვლია ასტ-ისა და ალტ-ის აქტივობა სისხლის შრატში გულის მანკიას ავადმყოფებში სისხლის-მიმოქცევის მოშლის სხვადასხვა ხარისხის დროს და აგრეთვე გადატანილ გულის ინფარქტთან ავადმყოფებში.

ასტ-ს და ალტ-ს აქტივობა გამოიხატება ერთეულების რიცხვით—1 მლ სისხლის შრატში.

აქტიურობის ერთი ერთეულად როგორც ასტ-სათვის, ისე ალტ-სათვის მიღებულია ფერმენტის ისეთი რაოდენობა, რომელიც მეთოდის პირობებში წარმოშობს 1 მიკროგრამ პიროუფორმის მქაფას. გაზომვა ხდებოდა ფოტოელექტროკოლორიმეტრში 3KM, ლურჯი ფილტრით (ტალის სიგრძე 470 მმკ.) კიუვეტაში, რომლის სისქე 1 სმ-ს უდრიდა.

სულ გამოკვლეულია 88 პირი; მათგან ჩვენი საკვლევი ტესტების საორიენტაციო ნორმების დადგენის მიზნით ჩვენ ვიკვლევდით 15 ქანსალ პირს, უკანასკნელ ჯგუფიდან ქალი იყო 8, მამაკაცი—7, 23—51 წლის ასაკამდე (იხ. ცხრილი 1).

გულის მანკიანი ავადმყოფი გამოკვლევულია 56, გადატანილი გულის ინფარქტის ავადმყოფი—12. მთლიანად ჯანმრთელ და ავადმყოფ ადამიანზე ჩატარებულ იქნა 131 გამოკვლევა (იხ. ცხრილი 2).

გულის მანკიან ავადმყოფებში ქალი იყო 38 (86, 42%), მამაკაცი—18 (13, 58%). ასაკის მიხედვით აღნიშნული ავადმყოფების ჯგუფი ნაწილდება შემდეგნაირად 11-დან 20 წლამდე — 6 ავადმყოფი, 21-დან 30 წლამდე—17, 31-დან 40 წლამდე—21, 41-დან 50 წლამდე—8, 51-დან 60 წლამდე—4 ავადმყოფი; გუ-

ცხრილი 1

ასტ-ს და ალტ-ს ცვლილებები ჯანმრთელ ადამიანებში

გამოკვლევის თარიღი	ასაკი	დონორი (ინიციალები)	სქესი	ასტ	ალტ	კოეფიცი- ენტის ასტ/ალტ
2/IV-62	50	ა. მ. გ.	ქ.	14,63	13,30	1,11
5/VI-62	37	ბ. რ. გ.	ქ.	25,27	19,95	1,27
7/VI-62	36	გ. ტ. ი.	მ.	15,96	13,30	1,20
12/VI-62	33	გ. ა. პ.	მ.	14,63	10,64	1,38
13/VI-62	37	გ. კ. ი.	ქ.	25,27	19,95	1,26
18/VI-62	40	ბ. ნ. გ.	ქ.	17,29	14,63	1,16
20/VI-62	38	კ. ო. ხ.	ქ.	18,62	13,30	1,40
21/VI-62	45	ბ. ა. გ.	ქ.	15,96	11,97	1,33
22/VI-62	23	ა. ნ. გ.	ი.	23,24	17,29	1,37
23/VI-62	35	რ. ა. ბ.	ქ.	17,29	10,64	1,62
25/VI-62	51	ს. მ. გ.	მ.	25,27	13,30	1,80
26/VI-62	32	ა. ლ. ს.	მ.	14,63	10,64	1,37
27/VI-62	36	შ. ნ. ა.	ქ.	16,62	11,97	1,39
1/VII-62	34	ბ. ა. გ.	მ.	23,94	21,28	1,12
3/VII-62	49	კ. მ. ს.	მ.	20,28	18,62	1,09
				14,63-25,27 (19,17)	10,64-19,95 (15,12)	1,09-1,80 (1,39)

ცხრილი 2

131 გამოკვლევა 88 პირზე

ავადმყოფები

ჯანმრთე-
ლები

73

15

გულის ფუნ- ქციონალური მდგომარეობა	გულის მანკი			გულის ინფარქტი		
	I	II	III	I	II	III
	გამოკვ.	გამოკვ.	გამოკვ.	გამოკვ.	გამოკვ.	გამოკვ.
Compensata.	15	8	1	10	I	I
D. C. I	16	9	1	3		
D. C. II-A	11	11		3		
D. C. II-B	9	4	2	1		
D. C. III	5	2	2			
სულ	56	34	6	17	I	I

ლის ფუნქციონალური მდგომარეობის მიხედვით: Compensata—15 ავადმყოფი, D. C. I—16, D. C. II. A—11, D. C. II. B—9, D. C. III—5. გულის ინფარქტი ვადატანილი ჰქონდა 4 ქალს და, 13 მამაკაცს. ავადმყოფთა ეს ჯგუფი ასაკის მიხედვით შემდეგნაირად ნაწილდება: 21-დან 30 წლამდე—1 ავადმყოფი, 41-დან 50 წლამდე—5, 51-დან 60 წლამდე—8, 61-დან 70 წლამდე—3.

გულის ფუნქციური მდგომარეობის მიხედვით ასეთი სურათია, Compensata—12 ავადმყოფი, D. C. I—1, D. C. II A—3, D. C. II B—1.

ამგვარად, ჩვენ დავადგინეთ, რომ სისხლის შრატის ასტ-ს აქტივობა 15 ჯანსაღ პირზე (დონორზე) $19, 31 \pm 4, 23$ ერთეულს უდრის, სისხლის შრატის ალტ-ს აქტივობა კი— $14, 73 \pm 5, 61$ ერთეულს.



კოეფიციენტი $\frac{\text{ასტ-აქტივობის ერთეულები}}{\text{ალტ-აქტივობის ერთეულები}} = 1,32 \pm 0,21$ ერთეულს

ცხრილი 3

ასტ-ს დინამიკა დაავადების ჯგუფების მიხედვით

ჯგუფები	I გამოკვლევა							II გამოკვლევა						
	პ ა რ ა მ ე ტ რ ე ბ ი													
	M	±σ	mσ	t	n	n'	P	M	±σ	mσ	t	n	n'	P
ნორმა	19,31	4,23	0,77		15			19,31	4,23	0,77		15		
Compen-sata	30,79	20,00	4,26	3,31	16	29	<0,001	24,94	9,37	2,21	1,71	9	22	<0,2
D. C. I	29,49	8,10	1,48	4,31	15	28	<0,001	24,38	4,31	1,02	2,82	9	22	<0,01
D. C.II-A	36,76	7,39	1,58	7,06	11	24	<0,001	35,66	6,52	1,54	6,73	9	22	<0,001
D. C.II-B	45,71	26,69	6,29	2,94	9	22	<0,01	29,48	9,23	2,67	2,59	6	19	<0,02
D. C.III	49,61	30,86	9,76	2,19	5	18	<0,05	50,51	20,54	7,26	3,02	4	17	<0,01
გულის ინფარქტი	28,16	17,59	3,02	5,06	17	30	<0,001							

ცხრილი 4

ალტ-ს დინამიკა დაავადების ჯგუფების მიხედვით

ჯგუფები	I გამოკვლევა							II გამოკვლევა						
	პ ა რ ა მ ე ტ რ ე ბ ი													
	M	±σ	mσ	t	n	n'	P	M	±σ	mσ	t	n	n'	P
ნორმა	14,73	5,61	1,02		15			14,73	5,61	1,02		15		
Compen-sata	21,53	8,18	1,44	2,72	16	29	<0,02	19,21	6,17	1,46	1,78	9	22	<0,1
D. C. I	21,01	3,34	0,61	3,73	15	28	<0,001	19,65	1,74	0,41	3,15	9	22	<0,01
D. C.II-A	21,25	3,29	0,70	3,72	11	24	<0,01	19,50	2,20	0,52	2,94	9	22	<0,01
D. C.II-B	27,34	18,90	4,46	1,95	9	22	<0,1	16,18	4,26	1,23	0,64	6	19	<0,5
D. C.III	20,16	3,30	1,04	2,64	5	18	<0,02	18,95	2,26	0,80	2,29	4	17	<0,05
გულის ინფარქტი	22,20	11,20	1,92	2,42	17	30	<0,05							

გულის მანკიანი ავადმყოფების ჯგუფის კომპენსაციის სტადიაში (16 ავადმყოფი; მათ შორის 9 განმეორებითაა გამოკვლეული) დადგინდა, რომ სისხლის შრატის ასტ-ს აქტივობა $30,79 \pm 20,00$ ერთეულს უდრის. ამავე ჯგუფში 1 ხარისხის დეკომპენსაციით (15 ავადმყოფი; მათ შორის 9 განმეორებითაა გამოკვლეული) სისხლის შრატის ასტ-ს აქტივობა $29,49 \pm 8,10$ ერთეულს შეადგენს. II A ხარისხის დეკომპენსაციით (11 ავადმყოფი; მათგან 9 განმეორებითაა გამოკვლეული) ასტ-ს აქტივობა $36,67 \pm 7,39$ ერთეულს. II B ხარისხის დეკომპენსაციით (9 ავადმყოფი; მათგან 6 განმეორებითაა გამოკვლეული) ასტ-ს აქტივობა $45,71 \pm 26,69$, ერთეულს, III ხარისხის დეკომპენსაციით (5 ავადმყოფი; მათგან 4 განმეორებითაა—გამოკვლეული) ასტ-ს აქტივობა კი $49,61 \pm 30,86$ ერთეულს.

შესაბამისად ავადმყოფთა ჯგუფში გულის კომპენსირებული მანკით სისხლის შრატის ალტ-ს აქტივობა უდრის $21,53 \pm 8,18$ ერთეულს, I ხარისხის გულის დეკომპენსაციის დროს— $21,01 \pm 8,18$ ერთეულს, II A სტადიის დროს—

21,25 ± 3,29 ერთეულს, II B სტადიის დროს—27,34 ± 18,90 ერთეულს, III სტადიის დროს—20,16 ± 33,0 ერთეულს.

ჩვენი მონაცემებიდან ჩანს, რომ სისხლის შრატის ასტ-ს აქტივობა ავადმყოფთა ყველა ჯგუფში როგორც გულის კომპენსაციის, ისე სხვადასხვა ხარისხის დეკომპენსაციის დროს მომატებულია, რაც დასტურდება სხვაობის რეალობის კოეფიციენტით.

თუ ასტ-ს აქტივობის მომატების საშუალო სიდიდეების მიხედვით ვიმსჯელებთ, შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ გამოსაკვლევ ფერმენტის აქტივობის ყველაზე მეტი მომატება აღინიშნება II B და III სტადიის ჯგუფის ავადმყოფებში, ე. ი. რაც უფრო ღრმაა დეკომპენსაცია, მით უფრო მეტია ასტ-ს აქტივობა.

ავადმყოფთა განმეორებითი გამოკვლევისას (7—10—15 დღის შემდეგ) კლინიკურ სტაციონარში მკურნალობის შემდეგ (უმთავრესად სათითურას პრეპარატებით) გამოირკვა, რომ ასტ-ს აქტივობა სისხლის შრატში კომპენსაციის სტადიაში არ იცვლება.

I სტადიის დეკომპენსაციის მქონე ავადმყოფთა ჯგუფში ასტ-ს აქტივობა ზომიერად ქვეითდება. ასევე ხდება დეკომპენსაციის II-A და II-B სტადიის ჯგუფის ავადმყოფებში. წინა ჯგუფებისაგან განსხვავებით, ასტ-ს აქტივობამ III სტადიის ავადმყოფებში რამდენადმე მოიმატა, რაც შეიძლება აიხსნას დეკომპენსაციის შეუბრუნებელი შემთხვევებით (სიკვდილის შემთხვევებითაც კი). შემოაღნიშნული მტყიცლება სხვაობის რეალობის კოეფიციენტით. ასტ-სა და ალტ-ს დინამიკის საილუსტრაციოდ მოვიყვანთ რამდენიმე შემთხვევას.

ავადმყოფი ა. ნ. ბ., 37 წლისა (ავადმყოფობის ისტორია № 447), სტაციონარში შემოვიდა განმეორებით 1962 წლის 20 ოქტომბერს დიაგნოზით: *Insuff. v. mitralis et stenosis ostii ven. sin. Insuff. vv. aortae*. ავადმყოფს ჩაუტარდა ორჯერადი გამოკვლევა:

	ასტ	ალტ
I გამოკვლევა 2/VI—1962 წ. (გამოკვლევის ოქმი № 38)	57,74	29,26
II გამოკვლევა 19/VI—1962 წ. (გამოკვლევის ოქმი № 48)	33,29	23,94
III გამოკვლევა 30/VI—1962 წ. (გამოკვლევის ოქმი № 58)	25,27	21,28
IV გამოკვლევა 22/X—1962 წ. (გამოკვლევის ოქმი № 98)	27,93	21,28

ამ მონაცემებიდან ცხადათ ჩანს, თუ მკურნალობის პერიოდში როგორ ქვეითდება ორივე ტრანსამინაზის აქტივობა.

ავადმყოფი ტ. გ. გ., 25 წლისა, მძღოლი, სტაციონარში შემოვიდა პირველად 1962 წლის 14 მაისს, განმეორებით— 1962 წლის 7 ივლისს, (ავადმყოფობის ისტორია № 219). გაეწერა დიაგნოზით: *Endocarditis recurrens. Insuff. v. mitralis et stenosis ostii ven. sin. Des. Cor. II B*. ეს ავადმყოფი სტაციონარში შემოვიდა მესამეთაღ—1962 წლის 26 სექტემბერს (ავადმყოფობის ისტორია № 417). მას ჩაუტარდა ისეთივე გამოკვლევები, როგორც პირველ ავადმყოფს.

აღსანიშნავია, რომ ამ შემთხვევაში ავადმყოფს განმეორებით შემოსვლის დროს ორივე ტრანსამინაზი შედარებით მაღალ დონეზე პქონდა პირველად შემოსვლასთან შედარებით. აღნიშნულ გარემოებას შეესაბამებოდა კლინიკური სურათიც, როგორც პირველად, ისე განმეორებით შემოსვლიდან 7—25 დღის



	ასტ	ალტ
I გამოკვლევა 15/V—1962 წ. გამოკვლევის ოქმი № 28	17,98	18,62
II გამოკვლევა 11/VI—1962 წ. გამოკვლევის ოქმი № 43	14,63	17,29
III გამოკვლევა 27/IX—1962 წ. გამოკვლევის ოქმი № 89	31,92	21,28
IV გამოკვლევა 4/X—1962 წ. გამოკვლევის ოქმი № 91	27,93	17,29

შემდეგ, წოლითი რეჟიმისა და მკურნალობის (სათითურას პრეპარატებით) ფონზე აღინიშნებოდა ტენდენცია ასტ-ს დაქვეითებისაკენ, ხოლო განმეორებით შემოსვლისას—ალტ-ს დაქვეითებაც.

რაც შეეხება ალტ-ს აქტივობის ცვლილებებს, გამოირკვა რომ II-B სტადიის გულის-დეკომპენსაციან ავადმყოფთა ჯგუფის გარდა, ყველა ჯგუფში აღინიშნებოდა ალტ-ს ზომიერი მომატება. აღნიშნული გამოწვევის ახსენება ამ ჯგუფის ავადმყოფებში საკვლევი მაჩვენებლის დიდი მერყეობით.

ავადმყოფთა განმეორებითი გამოკვლევისას (7—10—15 დღის შემდეგ) სტაციონარში მკურნალობის შემდეგ (უმთავრესად სათითურის პრეპარატებით) გამოირკვა, რომ კომპენსაციის სტადიაში ალტ-ს დაქვეითება არ აღინიშნება; დანარჩენ ჯგუფებში ალტ-ს აქტივობის დაქვეითება დასტურდება არამალალი სხვაობის კოეფიციენტით, თუმცა გულის II-B სტადიის დეკომპენსაციის მქონე ავადმყოფთა მიღებული მონაცემები არაა სარწმუნო.

ასტ/ალტ კოეფიციენტის მონაცემების განხილვისას, რომელიც ასახავს ერთი ფერმენტის სიჭარბეს მეორესთან შედარებით, გამოირკვა, რომ სისხლის შრატში, ასტ-ს აქტივობა უფრო მეტია ვიდრე ალტ-სა (კოეფიციენტი მეტია 1-ზე).

შეიძლება აღვნიშნოთ, რომ დეკომპენსაციის გაღრმავებასთან ერთად კოეფიციენტი — ასტ/ალტ — თანდათანობით მატულობს.

ამგვარად, სისხლის შრატში ასტ-სა და ალტ-ის აქტივობის შესწავლის შედეგად გულის სხვადასხვა სტადიის დეკომპენსაციის მქონე ავადმყოფთა ჯგუფებში შეიძლება შევნიშნოთ ორივე ფერმენტის აქტივობის არამკვეთრი მომატება. ეს უმთავრესად შეეხება ასტ-ს, რაც ნაწილობრივ მტკიცდება კოეფიციენტი ასტ/ალტ 1-ზე მეტი მომატებით.

როგორც აღვნიშნეთ, გულის მანკიან ავადმყოფთა გარდა, ჩვენ გამოვიკვლიეთ აგრეთვე ავადმყოფთა ჯგუფი გადატანილი გულის ინფარქტით (ინფარქტის 3-4 კვირის შემდეგ).

ორივე ფერმენტის აქტივობა ნორმასთან შედარებით რჩება ზომიერად მომატებული. შეფარდება—ასტ/ალტ აქტივობისა ასევე ერთზე მეტია.

ამგვარად, თუ მიღებული გამოკვლევების შედეგებს განვიხილავთ, ჩვენთვის საინტერესო საკითხის ჭრილში, რაც მდგომარეობს ტრანსამინაზული ტესტის შესაძლო დიაგნოსტიკურ ღირებულებაში, არამარტო გულის ინფარქტების დროს, არამედ აგრეთვე გულის ნაკლოვანების კლინიკაშიც, მივიღეთ ისეთი მონაცემები, რომლებიც ამ საკითხზე ორიენტაციის საშუალებას იძლევა.

თუ მთლიანად განვიხილავთ, გულის მანკიან ავადმყოფების ჯგუფს (56 ავადმყოფი) დავინახავთ, რომ ორივე ტრანსამინაზის აქტივობა ზომიერად მომატებულია შემთხვევათა საგრძნობ პროცენტში (ასტ-თვის—68,01%, ხოლო ალტ-თვის—49,49%). თუ ამ რიცხვს შევადარებთ ტრანსამინაზული აქტივობის მომატების სიხშირეს გადატანილი გულის ინფარქტიან ავადმყოფთა ჯგუფის მონაცემებს, დავინახავთ, რომ ისეთი პათოლოგია, როგორცაა არის გულის მანკი ტრანსამინაზული ფერმენტების გავლენის გარეშე არ რჩება.

რა შეიძლება იყოს სისხლის პლაზმაში ამ ფერმენტების ასეთი გაჟონვის მიზეზი?—ყველაზე შესაძლებელია დაეშვათ რომ ფერმენტების გაჟონვას გუ-

ლის მანკის დროს ადგილი აქვს სისხლძარღვთა განვლადობის დარღვევის შედეგად, გულის მოქმედების ნაკლოვანების პირობებში (ქსოვილთა ჰიპოქსია) გაძლიერებულად წარმოიშობა გულის კუნთის ფერმენტები.

ძნელია გარკვევით ითქვას, თუ გულის მანკიან ავადმყოფებში როგორი წარმოშობისაა ტრანსამინაზემია. ამ საკითხის შესასწავლად აუცილებელია შემდგომი გამოკვლევების ჩატარება ელექტროფორეტული და ქრომატოგრაფიული მეთოდების გამოყენებით.

თანამედროვე ბიოქიმიაში არსებობს მეთოდები, რომელთა საშუალებითაც შეიძლება დავადგინოთ სისხლის პლაზმის ფერმენტების სპეციფიკურობა ანუ თუ იმ ორგანოსათვის (უმთავრესად გულის ან ღვიძლისათვის). გულის მანკიან ავადმყოფებში ასეთი გამოკვლევები ჯერ არ ჩატარებულა, მაგრამ ჩვენ მიერ მიღებული მონაცემები აყენებენ საკითხს ასეთი გამოკვლევების ჩატარების მიზანშეწონილობის შესახებ. სწორედ ეს არის ჩვენი გამოკვლევის მთავარი შედეგი.

რასაკვირველია, ჩვენ შეგვიძლია მიემართოთ შემოვლით გზასაც, თუ გამოვიყენებთ ლიტერატურულ მონაცემებს. კერძოდ, გულის მანკიან ავადმყოფებში კლინიკურად ჩვენ არ შეგვხვედრია ღვიძლის დაავადებები, მწვავე პანკრეატიტი, კუნთების დაავადებები, განგრენები, ე. ი. ისეთი პათოლოგიური მდგომარეობანი, რომლებიც შესაძლოა გახდებოდნენ ტრანსამინაზემიის მიზეზი.

კლინიკისტს არ შეიძლება არ აინტერესებდეს რომ ტრანსამინაზული აქტივობა იცვლება ჩატარებული მკურნალობის შედეგად. ჩვენ ცხრილებში გამოქვეყნებული მონაცემები ამტკიცებენ ტრანსამინაზული ტესტის გამოყენების შესაძლებლობას დამხმარე კრიტერიუმის სახით (გულის მანკიან ავადმყოფების მკურნალობის ეფექტიანობის შესაფასებლად).

დასკვნები

1. ჯანმრთელ ადამიანების სისხლის შრატში ასტ-ს აქტივობა უდრის $19,31 \pm 4,23$ ერთეულს, ალტ-სა კი— $14,73 \pm 5,61$ ერთეულს.
2. გულის მანკიან ავადმყოფების სისხლის შრატის ტრანსამინაზების აქტივობა არაიშვიათად იცვლება (მეტწილად მომატების სახით).
3. ასტ-ს აქტივობის მატება საგრძობლად აღემატება ალტ-ს აქტივობის მატებას.
4. ტრანსამინაზული ტესტი გულის დაავადებათა კლინიკაში შეიძლება გამოყენებულ იქნეს არა მარტო ინფარქტების დროს, არამედ აგრეთვე გულის ნაკლოვანების დროსაც, როგორც დამხმარე კრიტერიუმი მკურნალობის ეფექტურობის შესაფასებლად (დიფერენციალური დიაგნოსტიკის მიზნით).

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

მ. წინამძღვრიშვილის სახელობის
 კარდიოლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 5.7.1962)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. S. La Due Iohn. Serum glutamic oxaloacetic transaminase, and glutamic pyruvic transaminase activity in evaluation of heart muscle damage. Amer. J. Cardiol., I, № 3, 1958, 308—314.

2. S. La Due Iohn. Alterations in the serum activity of some myocardial enzymes in heart disease. *Galiatrics*, 12, № 9, 1957, 528—534.
3. P. Cabaud, R. Leeper, F. Wroblewski. Colorimetric measurement of serum glutamic-oxaloacetic transaminase. *Amer. Clin. Pathol.* 26, 1956, 1101.
4. F. Wroblewski, P. Cabaud. Colorimetric measurement of serum glutamic pyruvic transaminase. *Amer. J. Clin. Pathol.* 27, 1957, 235.
5. А. Е. Браунштейн. Пераминирование и интегрирующие функции дикарбоновых кислот в азотистом обмене. Сбор. трудов „Успехи современной биохимии“, т. 1, 1947, стр. 40—93.
6. J. H. Maaßen. Fermentdiagnostic des Herzinfarktes. *Medizin. Klinik*, № 4, 1962, 123—126.

კლინიკური მემორიალი

ი. ბალაშხია

 ზოგირითი ნევროლოგიური სინდრომის განვითარებისა და
 მკურნალობის საკითხისათვის ქრონიკული ჩირკოვანი
 ტონილიტის დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა პ. ქეთარაძემ 15.6.1962)

უქანასკნელი ხუთი წლის მანძილზე (1957—62) ნერვული სისტემის ზოგიერთი ხასიათის დაზიანებათა მიზეზების დადგენის პროცესში შემჩნეული იყო, რომ მათ ზოგჯერ თან ახლავს ქრონიკული ტონილიტი. ვიცოდით, რა ქრონიკული ტონილიტის როგორც კეროვანი ინფექციისა და ინტოქსიკაციის წყაროს მნიშვნელობა ზოგიერთი შინაგანი ორგანოს დაავადებათა განვითარებაში (გულსისხლძარღვთა, თირკმლების, რევმატიზმის) [1, 2]. მიზნად დავისახეთ კლინიკური გამოკვლევებისა და მკურნალობის ზოგიერთი მეთოდის გამოყენების საფუძველზე ვაგვერკვია შემდეგი საკითხები: 1) ყოველ ცალკეულ შემთხვევაში ნერვული სისტემის დაზიანების განვითარება რამდენადაა დამოკიდებული ქრონიკულ ტონილიტზე; 2) როგორია ტონილიტქრომის ან ქრონიკული ტონილიტის მკურნალობის სხვა მეთოდების მნიშვნელობა სხვადასხვა ნევროლოგიური სინდრომების, უკუგანვითარებისა და მკურნალობის საქმეში.

ჩვენი დაკვირვების ქვეშ იმყოფებოდა ქრონიკული ჩირკოვანი ტონილიტით დართული სხვადასხვა ნევროლოგიური სინდრომის მქონე 125 ავადმყოფი. გამოკვლევები წარმოებდა მკურნალობამდე და მკურნალობის შემდეგ.

ჩვილების, კლინიკური და კლინიკოფიზიოლოგიური გამოკვლევების საფუძველზე ავადმყოფები დაეანაწილეთ ნერვული სისტემის დაზიანების სინდრომების მიხედვით (იხ. 1 ცხრილი).

ცხრილი 1

№ რიგ.	ავადმყოფთა დანაწილება ნერვული სისტემის დაზიანების სინდრომების მიხედვით	ავადმყოფთა რაოდენობა
1	დიენცეფალური სინდრომები	82
2	ჰიპერტენზიულ-ჰიდროცეფალური სინდრომები	16
3	ღეროს დაზიანების სინდრომები	7
4	მცირე ჯირკვავი	5
5	ფესობრივ-მედულარული სინდრომები	4
6	გავა-წელის რადიკულიტები	8

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, ყველაზე უფრო ხშირი იყო დიენცეფალური სინდრომების შეუღლება ქრონიკულ ტონილიტებთან (82 შემთხვევა).

მივიღეთ რა მხედველობაში რივი ავტორების [3] დაკვირვება ზოგიერთ შემთხვევაში ტონილიტქრომის დადებითი გაგენის შესახებ არსებული ნეკ-



როლოგიური სინდრომის უკუგანვითარებაში, გადაწყვეტით მიგვემართა ამ მეთოდისათვის. ამ მიზნით ტონზილექტომია გაუკეთდა დაკვირვების ქვეშ მყოფ 44 ავადმყოფს. აქედან დროებითი გაუმჯობესება აღენიშნებოდა მხოლოდ 14-ს, დიენცეფალური სინდრომებით, დანარჩენ ავადმყოფთა მდგომარეობა უცვლელი რჩებოდა. ცხადი იყო, რომ მნიშვნელობა უნდა ჰქონოდა ქრონიკული ტონზილიტის არსებობასთან ერთად რაღაც სხვა ფაქტორს, რომელიც ხელს უშლიდა არსებული პათოლოგიური პროცესის უკუგანვითარებას ინფექციის წყაროს მოშორების შემდგომაც კი; წინააღმდეგ შემთხვევაში უნდა გვეფიქრა, რომ ნერვულ სისტემის დაზიანება ქრონიკული ტონზილიტისაგან არ იყო დამოკიდებული. უახლესი ლიტერატურის გაცნობისას [4—5] დავრწმუნდით, რომ ქრონიკული ტონზილიტებს და მათი გართულებების პათოგენეზში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს ბაქტერიული ალერგიის არსებობას, რომლის გამომწვევე ძირითად მიკროორგანიზმად მიჩნეულია სტრეპტოკოკის სხვადასხვა სახეები [6].

ქრონიკული ტონზილიტის, როგორც კეროვანი ინფექციის, ინტოქსიკაციის და ორგანიზმის ალერგიზაციის წყაროს დასამტკიცებლად და გამოავლინებლად, მაშინაც კი, როცა ავადმყოფებს არ აწუხებთ არავითარი მოვლენება ტონზილების მხრივ (უანგიზო ტონზილიტი), დიდ მნიშვნელობას ანიჭებენ კატინზილების მხრივ (უანგიზო ტონზილიტი), დიდ მნიშვნელობას ანიჭებენ კაძლიერ სპეციფიკურად ითვლება [7].

ნერვული სისტემის დაზიანების ეტიოპათოგენეზში ალერგიის როლას გამოსარკვევად ქრონიკული ტონზილიტის დროს ჩვენ ვისარგებლეთ ე. გუბკოვას ხელმძღვანელობით მომზადებული სტრეპტოკოკული ალერგენის, ე. წ. „ფიბრიალერგენის“, სათანადო კანის დოზის წინა მხრის კანში შეყვანით. სტრეპტოკოკული ალერგენისადმი კანის ალერგიული რეაქციის მაჩვენებლები მკურნალობამდე მოცემულია მე-2 ცხრილში.

ცხრილი 2

ავადმყოფთა კლინიკური დაზიანება	კანის დოზა	გამოკლებულ ავადმყოფთა რაოდენობა	რეაქციის ხარისხი		
			დადებითი (+ + + +)	სუსტად დადებითი (+ +)	უარყოფითი (+, -)
გაურთულებელი ქრონიკული ტონზილიტი (ნევროლოგიურ სინდრომებთან შეუღლების გარეშე)	10	22		6	16
დიენცეფალური სინდრომები	10	66	53	10	3
ღეროს სინდრომი	10	5	1	2	2
ჰიპერტენზიული-ჰიდროცეფალური სინდრომი	10	15	—	2	13
გავა-წელის რადიკულიტი	10	8	—	2	6
ფესობრივი მედულარული სინდრომი, მცირე ქორეა	10	5	—	2	3

ქრონიკული ტონზილიტი, შეუღლებული სხვადასხვა ნევროლოგიურ სინდრომებთან

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, სტრუბტოკოკული ალერგენისადმი ორგანიზმის ალერგიული მდგომარეობის ხარისხი ყველაზე უფრო მაღალია ქრონიკული ტონზილიტის დიენცეფალურ სინდრომებთან შეუღლებისას, უმნიშვნელოა, თითქმის არ განსხვავდება საკონტროლო ჯგუფისაგან (ვაურთულე-ბელი ქრონიკული ტონზილიტი) გავაწყლის რადიკულიტებისა და ჰიდროცეფალურ-ჰიპერტენზიული სინდრომების დროს.

მივიღეთ რა მსგავსებაში კანის ალერგიული სინჯის მონაცემები, საფუძველი გვქონდა გვეფიქრა კეროვანი ინფექციის შედეგად ორგანიზმში მეორადად განვითარებული ალერგიული მდგომარეობის ერთგვარ მნიშვნელობაზე ნერვული სისტემის, უფრო ხშირად მისი დიენცეფალური მიდამოს პათოლოგიის გამოწვევაში, ვინაიდან კანის ალერგიული სინჯი უმეტესად ამ შემთხვევებში აღმოჩნდა დადებითი, ამიტომ გადავწყვიტეთ ამ ჯგუფის ავადმყოფებისათვის (დიენცეფალური სინდრომებით, 72 კაცი) ტონზილექტომიის შემდეგ ჩაგვეტარებინა ანტიალერგიული და ანტიინფექციური მკურნალობა, აღნიშნული კომპლექსური მკურნალობის ჩატარების შემდეგ კლინიკური გაჯანსაღება კანის დადებითი ალერგიული რეაქციის გაქრობასთან ერთად 72 ავადმყოფიდან აღენიშნებოდა 51-ს, მდგომარეობის გაუმჯობესება — 4-ს, უკლებლივ მდგომარეობა კი — 7 ავადმყოფს.

კომპლექსური მკურნალობა უშედეგო აღმოჩნდა ქრონიკული ტონზილიტის და დიენცეფალური სინდრომის ხანგრძლივი დროის განმავლობაში (4—5 წელი) ერთად შეუღლების შემთხვევაში.

სიმპტომატურმა მკურნალობამ (ანტიალერგიული, ანტიინფექციური და ტონზილების გამორეცხვა) ეფექტი მოგვცა მხოლოდ დაავადების დაწყების ადრეულ სტადიებში (1 წლამდე).

კომპენსიური ქრონიკული ტონზილიტების დროს ჩატარებული სიმპტომატური მკურნალობის შემდეგ ავადმყოფებს არ აღენიშნებოდათ დიენცეფალური პათოლოგიის განვითარება.

შემდგომმა კატამნეზურმა დაკვირებებმა 1—3 წლის განმავლობაში საგნებით დადასტურა წარმოებულ მკურნალობის მეთოდთა სისწორე და კომპლექსური მკურნალობის უპირატესობა ქრონიკულ ტონზილიტთან შეუღლებული დიენცეფალური სინდრომების დროს.

ჰიპერტენზიულ-ჰიდროცეფალური სინდრომებით დაკვირვების ქვეშ იმყოფებოდა 16 ავადმყოფი, აქედან კომპლექსურმა მკურნალობამ მხოლოდ 2 შემთხვევაში მოგვცა მდგომარეობის დროებითი გაუმჯობესება.

პერიფერიული ნ. ს. დაზიანებებთან ქრონიკული ტონზილიტის შეუღლების შემთხვევებში წარმოებულმა კომპლექსურმა მკურნალობამ (გავაწყლის რადიკულიტის 8 შემთხვევა) შედეგი არ მოგვცა, მხოლოდ ავადმყოფთა უმნიშვნელო რაოდენობას (3 ავადმყოფი) აღენიშნებოდა მდგომარეობის დროებითი გაუმჯობესება. მცირე ქორეის შემთხვევებში გამოვლინდა ქრონიკულ ტონზილიტთან ერთად რევმატიული ინფექციის არსებობა, რის გამოც არავითარი საფუძველი არ გვქონდა აღნიშნული ნევროლოგიური სინდრომის განვითარება ქრონიკული ტონზილიტისათვის მიგვეწერა.

ავადმყოფთა კომპლექსური შესწავლა-მკურნალობის და კატამნეზური დაკვირვებების (1—3 წელი) მონაცემების საფუძველზე დავრწმუნდით, რომ რიგ შემთხვევებში თავის ტვინის დიენცეფალური მიდამოს დაზიანების სხვადასხვა სინდრომები: ვეგეტატიურ-ვისცერალური, ვეგეტატიურ-ნევროზული და შერეული, მართლაც მჭიდრო ეტიოპათოგენეზურ კავშირშია პარალელურად არსებულ ქრონიკულ ტონზილიტებთან და ამ ეტიოპათოგენეზურ კავშირში გარკვეული წამყვანი როლი ორგანიზმის ალერგიული მდგომარეობის არსებობას ენიჭება.

ქრონიკული ტონზილიტის ფონზე დიენცეფალური სინდრომების გამოვლინებას ხელს უწყობს სხვადასხვა ხასიათის ფსიქიური ტრავმები, ინფექციები, ინტოქსიკაციები, ქალას ტრავმა და სხვა. მათთვის დამახასიათებელია პაროქსიზმული მიმდინარეობა და კლინიკურ სიმპტომათა პოლიმორფიზმი. რომელიც წამყვანად ითვლება ვეგეტატიურ-ვისცერალური და სიმპტური ზსიათის მოშლილობანი, მათში როდესაც ამ ორგანოების მხრივ ადგილი არა აქვს ორგანულ დაზიანებებს, ანდა ეს დაზიანებანი იმდენად უმნიშვნელოა, რომ არ ეფარდებიან არსებულ სუბიექტურ შეგრძნებათა ხასიათს. ინფექციებისა და ინტოქსიკაციების დროს დიენცეფალური მიდამოს უზშირეს დაზიანებას, ნერვულ სისტემის სხვა ნაწილებთან შედარებით, განაპირობებენ ამ მიდამოს ვასკულარიზაციის თავისებურებანი, სისხლძარღვთა მაღალი განვლადობის უნარიანობა და ამ მიდამოს ვეგეტატიური წარმონაქმნების განსაკუთრებული მგრძობელობა ვირუსებისა და ტოქსინებისადმი.

უახლესი გამოკვლევებით, ტვინის ღეროსა და დიენცეფალურ მიდამოში მოთავსებული ბაღებრივი ფორმაციის ფუნქციონალურ მდგომარეობას უდიდეს მნიშვნელობას ანიჭებენ ორგანიზმის როგორც ნორმალური ცხოველმქმედებისათვის, ისე ნერვულ სისტემაში განვითარებულ სხვადასხვა პათოლოგიურ პროცესთა აღმოცენების მექანიზმებში გარკვევისათვის [8, 9]. ამ ძველვართა კლინიკური და ექსპერიმენტული კვლევის ძონაცემები საშუალებას იძლევა ახლებურად გავიგოთ ორგანიზმში მიმდინარე სხვადასხვა მოვლენათა და დაავადებათა პათოგენეზი.

რა მექანიზმით შეიძლება აიხსნას ქრონიკული ტონზილიტებს დროს დიენცეფალური მიდამოს ვეგეტატიური წარმონაქმნების და ბაღებრივი ფორმაციის ჩართვა პათოლოგიურ პროცესში? ჩვენი აზრით, მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს ნევროგენულ მომენტებს, როგორც ცნობილია, თავის ტვინის „IX, X“ წყვილი და სიმპატიკური ნერვული ბოკოები იღებენ მონაწილეობას ერთი მხრივ ხანის წნელის შექმნაში და ტონზილების ინერვაციაში, მეორე მხრივ კი კავშირს აქვთ ტვინის გარსებთან და ღეროს ბაღებრივ ფორმაციათან. შესაძლოა პათოლოგიურად შეცვლილი ტონზილები იწვევენ მათში არსებული რეცეპტორების გალიზიანებას და იმპულსაციის გაძლიერებას, რომლებიც გადაეცემათ ტვინის გარსებს და ბაღებრივ ფორმაციის სხენებული ნერვების გზით. მათი ბირთვები, როგორც ცნობილია, მოთავსებულია ღეროს ბაღებრივ ფორმაციაში და მჭიდროდ არიან დაკავშირებულნი ამ უკანასკნელთან, ეს კი უნდა განაპირობებდეს თავის ტკივილების, თავბრუხვევის და რაგი ვეგეტატიურ-ვისცლარული ხასიათის მოშლილობების განვითარებას, ქრონიკული ტონზილიტების დროს.

სწორედ ამ შემთხვევებში, როცა კიდეც არაა განვითარებული ორგანიზმის ალერგიული მდგომარეობა, შემოხსენებული ნევროგენული მექანიზმი ძალაში რჩება და ტონზილექტომა ეფექტურია ანტიალერგიული მკურნალობის გარეშე, ვინაიდან ამით ორგანიზმს შორდება ტონზილებში მოთავსებული პათოლოგიური კერა, რაც იწვევს მასში მოთავსებული რეცეპტორების გალიზიანებას.

დაავადების ხანგრძლივი მიმდინარეობის შემთხვევაში (4—5 წ.) ტონზილებში არსებული მიკრობული ფლორა იწვევს ორგანიზმის ინტოქსიკაციას და მისი რეაქტიულობის თანდათანობით შეცვლას, ორგანიზმის ალერგიული მდგომარეობის განვითარებით.

ამ შემთხვევაში დაავადების განვითარების მექანიზმის ნევროგენულ ფაქტორს მეორადად თან ერთვის ალერგიული ფაქტორი, რამელიც თვითონ ხდება წამყვანი და ბოლოს ლებულობს დომინირებულ მდგომარეობას, კიდეც უფრო ართულებს მას და იწვევს დიენცეფალური მიდამოს წარმონაქმნებში

ფუნქციონალური ხასიათის ცვლილებებს. ამ შემთხვევაში წარმოებულ ტონ-ზილექტომია, ანტიალერგიული მკურნალობის გარეშე, რასაც ვიწვევით, არავითარ ეფექტს არ იძლევა. მის შეუძლია მხოლოდ მდგომარეობის დროებითი გაუმჯობესება გამოიწვიოს.

ზოგიერთ შემთხვევაში დაავადების განვითარებაში (ანგინების გარეშე მიმდინარე ქრონიკული ტონზილიტის ფონზე განვითარებული ვეგეტატიურ-ვისცულარული სინდრომების დროს) წამყვანი მნიშვნელობა უნდა მიენიჭოს თავიდანვე, პირველად აღერგული რეაქციის განვითარებას დიფერენციალური მიდამოს სისხლძარღვებში (ალერგენისა და ანტისხეულების ურთიერთაქრობის მოქმედება ა. აღოს მიხედვით), რასაც მოსდევს მათი განვლადობა კიდევ უფრო გაძლიერება, ალერგენისა და ტოქსინების განმეორებითი შეჭრა ორგანიზმში, რაც იწვევს ამ მიდამოს ვეგეტატიურ წარმონაქმნებსა და მის ბაღებრივ ფორმაციაში პათოლოგიური ხასიათის ცვლილებებს და შესატყვისად მათი რეგულაციის ქვეშ მყ.ფ. ორგანოთა ფუნქციის დარღვევას. ე. ი. ამ შემთხვევებში ადგილი აქვს დაავადების „ალერგიული მექანიზმის“ პირდაპირ გადასვლას „ნევროგენულ მექანიზმში“.

ამასთან ხაზი უნდა გაესვას იმ გარემოებას, რომ ამ შემთხვევებში ალერგიული ფაქტორი გამოდის როგორც პირველადი და, რა თქმა უნდა, ეტიოლოგიური ფაქტორის როლს თამაშობს. ე. წ. „ნევროგენული ფაქტორი“ კი წარმოადგენს მეორადს, წარმოქმნილს ქსოვილების ალერგიზაციით. სწორედ ამით უნდა აიხსნას, ის გარემოებაც, რომ ალერგიული მდგომარეობის შემდგომ წარმოებულ ტონზილექტომია საკმარისი არ არის პათოლოგიური პროცესის უკუგანვითარებისათვის, ვინაიდან თვით ალერგიული ფაქტორი ხდება წამყვანი დაავადების პათოგენეზში.

განხილული მექანიზმების სისწორეს ადასტურებს სათანადო მკურნალობის ჩატარების შემდეგ დიფერენციალური მიდამოს, წარმონაქმნების, ტონზილოგენური, ფუნქციური დარღვევების უკუგანვითარების ფაქტი.

დასკვნები

1. ქრონიკული ტონზილიტების დროს დიფერენციალური სინდრომების არსებობა, სხვა მიზეზების გამორიცხვის შემდეგ, მისი დეკომპენსაციის უტყუარ ნიშნად უნდა ჩაითვალოს.
 2. საყოველთაოდ აღიარებული ქრონიკული ტონზილიტის დეკომპენსაციის უმეტესი ნიშნები (სუბფერიალური ტემპერატურა, გულის ფრიალი, ტკივილები კუნთებსა და სახსრებში, უძილობა, თავის ტკივილები, მენსტრუალური ციკლის მოშლა, ოფლიანობა და სხვა) დიფერენციალური მიდამოს ფუნქციონალური ხასიათის მოშლილობით უნდა იყოს გამოწვეული.
 3. ქრონიკული ტონზილიტის დეკომპენსაციის დაწყებით სტად.ში დიფერენციალური მიდამოს დაზიანების პათოგენეზში წამყვანად უნდა ჩაითვალოს ნევროგენული მექანიზმები.
 4. დაავადების ხანგრძლივად მიმდინარეობის შემთხვევებში ალერგიული ფაქტორი გამოდის როგორც პირველადი და ეტიოლოგიური ფაქტორის როლს თამაშობს, ე. წ. ნევროგენული ფაქტორი კი წარმოადგენს მეორადს და იწვევს ორგანოთა ფუნქციის დარღვევას.
- ორივე მექანიზმი წარმოადგენს ერთიან რგოლს პათოლოგიური პროცესის თანამიმდევრობით განვითარებაში.
5. ორგანიზმის ალერგიული მდგომარეობის განვითარება უნდა ჩაითვალოს ნერვული სისტემის მხრივ მეტატონზილარულ ვართულებათა აღმოცენების მთავარ პირობად.



6. ქრონიკული ტონზილიტების დროს განვითარებული დიენცეფალური მიდამოს პათოლოგია კლინიკურად ვლინდება ვეგეტატიურ-ვისცელარული, ვეგეტატიურ-ნევროზული და შერეული სინდრომების სახით, რომლებსაც შემაძლოა საფუძვლად ედოს პათოლოგიური პროცესის ჰიპოთალამუსის სხვადასხვა ბირთვში არსებობა.

7. ნერვული სისტემის მხრივ მეტატონზილარულ გართულებათა პროფილაქტიკის საუკეთესო საშუალებად უნდა ჩაითვალოს დროზე წარმოებულ კონსერვატიული მკურნალობა, დიენცეფალური სინდრომების განვითარების შემდეგ კი აუცილებელია კომპლექსური მკურნალობის ჩატარება.

8. დაავადების მოგვიანებით სტადიებში ჩატარებული კომპლექსური მკურნალობის შემდეგ სასურველი ეფექტის მისაღწევად საჭირო ხდება ანტი-ალერგიული მკურნალობის რამდენჯერმე განმეორება ანტიჰოსტამინური პრეპარატების და სტეროიდების მცირე დოზების გამოყენებით.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
კლინიკური და ექსპერიმენტული
ნევროლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

ექიმთა დახელოვნების თბილისის
სახელმწიფო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.6.1962)

დამრწმობა ლიტერატურა

1. დ. თევზაძე. ტონზილიტები, როგორც ორგანიზმის სხვადასხვა დაავადებების ეტიოლოგიური ფაქტორი. საბჭოთა მედიცინა, № 10-11, 1940, 87-82.
2. Б. С. Преображенский. Хронический тонзиллит и его связь с другими заболеваниями. М., 1954.
3. М. С. Качеровская и Н. Т. Тупицина. Значение тонзилэктомии при заболеваниях нервной системы. Врачебное дело, 12, 1958, 1263-1266.
4. Д. А. Пигулевский. Значение аллергии в патогенезе хронического тонзиллита. Вестник АМН СССР, № 1, 1960, 44-52.
5. R. E. Ashley. Allergy in otolaryngology. Laryngoscope, 58, 7, 1948, (686-697).
6. А. А. Горлина. К. М. Соколова. О роли микробной флоры поверхности и крипт небных миндалин при хроническом тонзиллите. Вестник оториноларингологии № 1, 1961, 57-63.
7. П. П. Сахаров. Аллергия при тонзиллитах и их осложнениях. Труды Гос. научно-исслед. ин-та, Уха-Горла-Носа, 1959, 9-24.
8. П. М. Сараджишвили. Некоторые клинические вопросы функционального значения ретикулярной формации ствола мозга. Тбилиси, 1958.
9. J. D. French. The reticular formation. Journal of Neurosurgery, V. 15, № 1, 1958, 97-115.

ხელოვნების ისტორია

ბ. აბრამიშვილი

შენიშვნები ატენის სიონის მხატვრობის თარიღის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა შ. ამირანაშვილმა 10.10.1961)

ატენის სიონის კედლის მხატვრობის თარიღის შესახებ სამეცნიერო ლიტერატურაში სხვადასხვა მოსაზრება არსებობს: შ. ამირანაშვილი კედლის მხატვრობას 904—906 წლების ახლო ხანით ათარიღებს [1]. ამ დებულების საწინააღმდეგოდ რ. შმერლინგი, პალეოგრაფიული და ისტორიული ანალიზის საფუძველზე, კედლის მხატვრობის შესრულების დროდ ვარაუდობს 1072 წლის შემდგომ ხანას [2]. ამ მოსაზრებას იზიარებს თ. ვირსალაძეც [3], 1956 წელს გამოქვეყნდა თ. ბარნაველი სწორილი ატენის სიონის მხატვრობის თარიღის შესახებ, სადაც ავტორი კითხულობს ტაძრის აფსიდში ახლად აღმოჩენილ საკტიტორო ხასიათის წარწერას, რომლის მიხედვით ირკვევა, რომ კედლის მხატვრობა შესრულებული ყოფილა 1080 წელს [4, 5].

ამ წერილში გვინდა ნაწილობრივ შევეხოთ ატენის სიონის დასავლეთის აფსიდის კედლის მხატვრობის ქვედა რეგისტრს, რომლის სამხრეთის ფრთაზე მოთავსებულია მხატვრობის დამათარიღებელი ზემოთ აღნიშნული 8 სტრიქონიანი წარწერა (1).

დასავლეთის აფსიდის ჩრდილოეთის ფრთაზე, ქვედა რეგისტრზე ბემიდან აფსიდას სარკმლამდე ექვსი კტიტორია გამოსახული, რომელთა ვინაობის დაუგენის შესახებ სამეცნიერო ლიტერატურაში აზრთა სხვაობაა. მის მოპირდაპირე მხარეს, სამხრეთის ფრთაზე, ბემიდან აფსიდის სარკმლამდე წინასწარმეტყველები და წმინდანები შემდეგი თანმიმდევრობითაა წარმოდგენილი: ბემის კედელზეა ელია წინასწარმეტყველი, წმინდა იოანე ღმრთისმეტყველი და მამამთავარი ენოქი სამოთხეში. შემდეგ, აფსიდის ფრთის დასაწყისში, რეგისტრის მთელს სიმაღლეზე არის საშუალოდ 104 სმ. სივანის ლაკუნი, რომლის ზედა ნაწილზე ჩვენ მიერ უკვე აღნიშნული საკტიტორო ხასიათის წარწერაა მოთავსებული, რის შემდეგ სარკმლამდე გამოსახულია ამბაკუმი, ეზეკიელი, იოელი და დანიელ წინასწარმეტყველები (იხ. სურ. 1, 2). ამგვარად, დასავლეთის აფსიდის სამხრეთის ფრთაზე სარკმლამდე გამოსახულია ოთხი წინასწარმეტყველი, რომელთა წინ მხატვრობის დამათარიღებელი წარწერაა მოთავსებული.

დასავლეთის აფსიდის სამხრეთის მხარეს, ორი კომპოზიციის მოთავსების მიუხედავად, რეგისტრის ეს ნაწილი ერთ მთლიან მხატვრულ ზოლად იკითხება ისევე, როგორც ამავე რეგისტრის მოპირდაპირე მხარეს გამოსახულ კტიტორებს ერთ მთლიან, მხატვრულ მწკრივად აღვიქვამთ. დასავლეთის აფსიდის ჩრდი-

(1 1961 წლის თებერვალ-მარტში საქართველოს სსრ ხელოვნების სახელმწიფო მუზეუმის თანამშრომელთა ერთი ჯგუფი მივლინებულ იქნა ატენის სიონში. ექსპედიციის შემადგენლობაში შედიოდნენ მუზეუმის უმცროსი მეცნიერ-მუშაკები: კ. ვაჩიშვილი, ი. ჯანდიერი, გ. სოხაშვილი, ა. ჩხარტიშვილი, ვ. ვაღილია, გ. აბრამიშვილი.

ლოეთისა და სამხრეთის ფრთაზე სხვადასხვა ხასიათის კომპოზიციების მოთავეების მიუხედავად, ისინი გაერთიანებული არიან ერთ მთლიან რიტმულ, მხატვრულ ზოლში, სადაც სამხრეთის ფრთიდან ჩრდილოეთის ფრთის მიმართულე-ბით მოძრაობაში მყოფ წინასწარმეტყველთა და კტიტორთა გამოსახვით, რეგისტრი ერთი საერთო მხატვრული პრინციპით გადაწყვეტილ მთლიანობაში წარმოგვიდგება. დასავლეთის აფსიდის სამხრეთის ფრთის დასაწყისში, წინასწარმეტყველთა წინ საკტიტორო წარწერის მოთავსებას ერთგვარი დისონანსი შეაქვს. ბუძისა და აფსიდის ფრთას შორის ირღვევა რიტმი ხახატისა და ფერადი ლაქებისა, რაც ამ რეგისტრის მხატვრული ამოცანებისათვის შეუთავსებლად გამოიყურება.



სურ. 1

კედლის მხატვრობის შესწავლისას, ჩვენი ყურადღება მიექცია საკტიტორო წარწერის ქვედა ფენაზე დარჩენილმა მხატვრობის მცირე ფრაგმენტმა (2 X 1 სმ, იხ. სურ. 1), რომელიც გამოჩენილა მასზე არსებული შეღვევილობის ერთი



ნახევარ სანტიმეტრამდე აღწევს⁽¹⁾. ამგვარად, წარწერა და მაკურთხეველი მარჯვენა კედლის ორ სხვადასხვა ფენაზეა მოთავსებული, ხოლო შეღესილობის ქვეშ მოქცეული კედლის მხატვრობის ზემოთ აღნიშნული ფრაგმენტი და შარავანდელის ნაწილი მხატვრობის ძირითად ფენას ეკუთვნის.

კედლის მხატვრობის ამ ნაწილის აზომვის მიხედვით, ნალესობის ქვეშ მოქცეული მოწითალო ფერის ფრაგმენტი თავსდება აქ გამოსახული წინასწარმეტყველების თავის დონეზე, მაგრამ გასათვალისწინებელია, რომ ამ რეგისტრში მოწითალო ფერის თმა არ აქვს არც ერთ წინასწარმეტყველს. მაიო თმის წერის ტექნიკის გაცნობამ გვაჩვენა ფენათა შემდეგი თანამიმდევრობა: ამბაკუმ წინასწარმეტყველის თმის მარცხენა ნაწილზე გაიჩრევა ღია ყავისფერით მოხაზული თმის კონტური, რომლის არე დაფარულია მოწითალო ფერის საღებავით. მასზე ძირითად ფენად დაფენილია ყავისფერი, რომელიც ზევიდან დამუშავებულია წვრილი შავი ხაზებით. ამბაკუმ წინასწარმეტყველის შარავანდელის თავდაპირველი კონტური ღია მოყავისფრო ფერით არის მოხაზული, ზევიდან კი შემოვლებული აქვს შავი საღებავი. ამბაკუმ წინასწარმეტყველის თმის ქვედა მოწითალო ფერის სარჩელისა და ჩვენ მიერ აღნიშნული ფრაგმენტის ფერთა შედარებამ დაადასტურა, რომ წითელი ფერის ფრაგმენტი არის დაზიანებული ფიგურის თმის ქვეშეფენილი ფერი, ხოლო ყავისფერი რკალის ფრაგმენტი — მისი შარავანდელის ნაწილი, რომელიც აღდგენის შემთხვევაში კარგად ეტევა წინასწარმეტყველთა საშუალო ზომების ფარგლებში.

საყურადღებოა, რომ იმ ზოლზე, სადაც წინასწარმეტყველთა გამოსახულების შარავანდელთა ორსავე მხარეს შავი საღებავით შესრულებულია მათი აღმნიშვნელი სახელები, აქაც ამ წითელი ფრაგმენტის ზევით აღდგენილი შარავანდელის ორსავე მხარეს შეიმჩნევა ასეთივე შავი საღებავის მცირე ფრაგმენტები. ვარაუდ ამისა, კედლის მხატვრობის ძირითად ფენაზე მის ქვედა ნაწილში, სადაც კედელს არ ფარავს გვიანი შეკეთების დროის შეღესილობა, მეტად მკრთალად, მაგრამ გარკვევით გაიჩრევა ტანსაცმლის დრაპირების მოყავისფრო კონტურების ერთი ნაწილიც. ეს კიდევ ადასტურებს კედლის ამ ნაწილზე გამოსახულების არსებობის შესაძლებლობას.

წინასწარმეტყველთა საშუალო ზომების მიხედვით, კედლის იმ ნაწილზე, სადაც საკტიტორო წარწერის ქვედა ფენაზე მოქცეულია დაზიანებული კედლის მხატვრობის ფრაგმენტები, კარგად თავსდება ერთი გამოსახულება.

ვფიქრობთ, ჩვენ მიერ განხილული ყველა მონაცემი უფლებას უნდა გვაძლევდეს, რომ საკტიტორო წარწერის ქვედა ფენაზე ამბაკუმ წინასწარმეტყველის მარცხნივ აღვადგინოთ მეხუთე გამოსახულება შემდეგი ზომების დაცვით⁽²⁾

(1) მეოთხე სტრიქონის პირველი ოთხი ასო შეღესილობაზეა მოთავსებული, ხოლო ასოთა დანარჩენი ნაწილი მხატვრობის ძირითად ფენაზე გადადის.

(2) წინასწარმეტყველთა ძირითადი ზომები: ჰორიზონტალური ზომები — ამბაკუმ წინასწარმეტყველის შარავანდელი — 39 სმ, თავი — 22 სმ, მხრები — 40 სმ, წელის არე გრავილით 52 სმ; ეზეკიელ წინასწარმეტყველის შარავანდელი — 39 სმ, თავი — 22 სმ, მხრები — 44 სმ, წელის არე გრავილით — 58 სმ; იოელ წინასწარმეტყველის შარავანდელი — 39 სმ, თავი — 20 სმ, მხრები — 40 სმ, წელის არე გრავილით 48 სმ; დანიელ წინასწარმეტყველის შარავანდელი — 40 სმ, თავი — 20 სმ, მხრები — 42 სმ, წელის არე გრავილით — 74 სმ.

მანძილ წინასწარმეტყველთა შორის: ამბაკუმ და ეზეკიელ წინასწარმეტყველთა შარავანდელთა შორის — 28 სმ, მხრებს შორის — 27 სმ, წელის არეში — 11 სმ; ეზეკიელისა და იოელ წინასწარმეტყველთა შარავანდელებს შორის — 26 სმ, მხრებს შორის — 22 სმ, წელის არეში — 11 სმ; იოელ და დანიელ წინასწარმეტყველთა შარავანდელებს შორის — 38 სმ, მხრებს შორის — 40 სმ, წელის არეში — 16 სმ.

(ნახაზზე აღდგენას ვიწყებთ შარავანდედის რკალის იმ ფრაგმენტიდან, რომელიც ეკუთვნის აღსადგენ გამოსახულებას): ჰორიზონტალური ზომები — მანძილი ამბაკუმ წინასწარმეტყველისა და მეხუთე დაზიანებული გამოსახულების შარავანდედს შორის—31 სმ, მხრებს შორის—25 სმ, წელის არეში გრაჯნით — 12 სმ; ვერტიკალური ზომები რეგისტრის გამყოფი ორნამენტული ზოლიდან შარავანდედამდე 8 სმ, ფეხის ტერფებამდე — 198 სმ.

ნახაზზე აღდგენამ გვიჩვენა, რომ მანძილი ჩვენ მიერ აღდგენილსა და ამბაკუმ წინასწარმეტყველის შარავანდედებს შორის შეესაბამება წინასწარმეტყველთა შარავანდედებს შორის დაცულ საშუალო ზომებს. კედლის მხატვრობის მოწითალო ფერის ფრაგმენტი თავსდება ჩვენ მიერ აღდგენილი შარავანდედის მარჯვენა ნაწილში, რომლის მანძილი შარავანდედის რკალამდე კარგად შეესაბამება წინასწარმეტყველთა ამავე ნაწილის საშუალო ზომებს. ტანსაცმლის დრაპირების კონტურები მთლიანად თავსდება აღდგენილი გამოსახულების ტანსაცმლის არეში; საკტიტორო ხასიათის წარწერის მეორე და მეშვიდე სტრიქონების ერთი ნაწილი ექცევა მეხუთე წინასწარმეტყველის ტანის არეში, რაც გამოიღვხავს საკტიტორო წარწერისა და კედლის მხატვრობის სინქრონიზაციას.

ამგვარად, დასავლეთის აფსიდის სამხრეთი ფრთის კედლის მხატვრობის ძირითადი ფენის ერთ ნაწილზე არის გვიანდელი ხანის შეღესილობა, რომელზეც საკტიტორო წარწერის ერთი ნაწილია შესრულებული. შეღესილობა ფარავს დაზიანებული მხატვრობის იმ ფრაგმენტს, რომელიც მიეკუთვნება აქ ამოსახულ წინასწარმეტყველებისა და კტიტორების ფენას. კედლის ძირითად ფენაზე, არსებული ფრაგმენტებისა და წინასწარმეტყველთა საშუალო ზომების დაცვით, ნახაზზე ხეობდება მეხუთე გამოსახულების ძიანლოებითი კონფიგურაციის აღდგენა. რაც შეეხება საკტიტორო ხასიათის წარწერას, რომელიც აღდგენილი გამოსახულების ზედა ფეხაზე ექცევა, უნდა მივიჩნიოთ შედარებით გვიან ხანებში ჩატარებულ სამუშაოთა დამადასტურებლად და არა კედლის მხატვრობის იმ ფენის დამათარიღებლად, რომელზეც წინასწარმეტყველები და კტიტორებიც მთავსებულია (I. როგორც ჩანს, ჩატარებული ყოფილა ატენის სიონის დაზიანებული კედლის მხატვრობის შეკეთება-გაცხოველება. ამით უნდა აიხსნებოდეს მეხუთე წინასწარმეტყველის მოქცევა შეღესილობის ქვეშ, რომლის აღდგენა-გაცხოველება, მისი დაზიანების გამო, მხატვრისათვის შეუძლებელი ყოფილა. როგორც ჩანს, კედლის ეს ნაწილი მთლიანად არ ყოფილა შეღესილი, შეუქეთებიათ მხოლოდ მისი ცალკეული დაზიანებული ნაწილები. შედეგად, შეკეთებულ კედელზე, რომელზეც ახალი ბათქაშის გარდა ძირითადი — დაუზიანებელი კედელიც ყოფილა დატოვებული, მოუთავსებიათ აქ ჩატარებულ სამუშაოთა მაუწყებელი წარწერა. აქ კარგად გაიჩნევა კედლის მხატვრობის ძირითად ნაწილზე არსებული შეღესილობა, რომელიც მისი საკარნობი სისქით, ფერითა და სტრუქტურის სხვაობით კარგად გამოიყოფა ძირითადი ფენისაგან (იხ. სურ. 1).

წინასწარმეტყველთა ვერტიკალური ზომები რეგისტრის გამყოფი ორნამენტული ზოლიდან ამბაკუმ წინასწარმეტყველის შარავანდედამდე — 8 სმ, თავამდე — 16 სმ, ფეხის ტერფებამდე — 198 სმ; ვხევიელ წინასწარმეტყველის შარავანდედამდე — 7 სმ, თავამდე — 15 სმ, ფეხის ტერფებამდე — 199 სმ იოელ წინასწარმეტყველის შარავანდედამდე — 8 სმ, თავამდე — 15 სმ, ფეხის ტერფებამდე—200 სმ, დანიელ წინასწარმეტყველის შარავანდედამდე — 12 სმ, თავამდე—22 სმ, ფეხის ტერფებამდე—211 სმ.

(I ჩვენ სწორედ არ მოგვანჩია საკტიტორო წარწერის იმ ნაწილის წაკითხვა, სადაც თ. ბარნევილი მერვე სტრიქონში ასო E-ს მიიჩნევს ქართული წვლთადრიცხვის რიცხვით ნიშნად [3, 4], გარდა იმისა, რომ ამ სტრიქონზე არ იკითხება ქორონიკონი (ⴗⴜⴢⴝⴞⴟⴢⴝ) ასო E-ს წინ კარგად გაიჩნევა ო-ს მკრთალი შიხაზულობა (ႭE) რაც გამოიწვევს ამ ადგილზე ქორონიკონის არსებობის შესაძლებლობას.



საკტიტარო წარწერისა და მის ზევით გამოსახული მაკურთხეველი შარჯვენის ერთი ნაწილის მოთაქსება კედლის ძირითად ფენაზე, ხოლო მათი დანაწიენი ნაწილის მოქცევა შეღწევილობაზე, ვფიქრობთ, ამით უნდა აიხსნებოდეს.

საქართველოს სსრ ხელოვნების
სახელმწიფო მუზეუმი
თბილისი

(რედაქციას მოუყიდა 20.10.1961)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Ш. Я. Амيرانашвили. История грузинского искусства, т. I. 1950, 185.
2. რ. შნეღლინგი. ატენის სიონის დათარიღების საკითხისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მთაბზე, ტ. VIII, № 4, 1947, 267.
3. Г. Чубинашвили, Т. Вирсаладзе. Книга о старом грузинском искусстве, Искусство, № 2, Москва, 1955, 88—89.
4. თ. ბარნაველი. ატენის სიონის მხატვრობის თარიღის შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მთაბზე, ტ. XVII, № 3, 1956, 281.
5. თ. ბაონაველი. ატენის სიონის წარწერები. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემა. თბილისი, 1957, 6—7.

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

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 29.4.1963; შევ. № 502; ანაწიობის ზომა 7×11;
ქალაქის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 11,3;
საბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 12,5; უე 03661; ტირაჟი 700

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

შ ი ნ ა ბ რ ს ი

(გაგრძელება)

სამთრო სამშენ



თ. მათიკაშვილი. სავენტილაციო სისტემაში მოძრაობის განტოლება პარალელურად მომუშავე ორი ვენტილატორის შემთხვევაში 631

ენტომოლოგია

გ. ზეგუნავა, ლ. ოთხმეხუარი. ნავთობის ხეთისა და თითოეთის კომბინირებული ნაზავის მოქმედების ზასიათის საკითხისათვის 637

ზოოლოგია

დ. კობახიძე. ცრუმორიელის ახალი ქვესახეობა... კავკასიიდან 645

ფიზიოლოგია

ს. ნარიკაშვილი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკად. წევრ-კორესპონდენტი) და ვ. მონიავა. ბადებრივი ფორმაციის გალიზიანების გავლენა ნათხების საპასუხო აქტივობაზე 651

ქ. ჩიქოვანი. ნებისმიერი მოძრაობისა და კუნთოვანი ტონუსის ცვლილებათა ზოგადი თავისებურების შესახებ დისპემიური პროცესის დეროში ლოკალიზაციის დროს 657

მაკრობიოტული მემბრანა

მ. მარაბელი, თ. ჯაფარიძე, რ. ბოკერია, გ. ლაბაძე, ლ. ბეზარაშვილი, ნ. კიკნაველიძე. ჯანმრთელი ძაღლების სისხლის შედედების სისტემის მარცხენებლები 663

კ. ერისთავი (საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი), მ. გაჩეჩილაძე, შ. გონაშვილი, მ. მარაბელი. ლელვის რბე-წვევის ფერმენტის ფიციანის ფიბრინოლიზური მოქმედება 667

ვ. ლითანიშვილი. ზოგიერთი ბიოქიმიური მარცხენებლის ცვლილებები სისხლის მიმოქცევის მოშლით დაავადებულ ავადმყოფთა სისხლში 671

კლინიკური მემბრანა

ი. მალაშენია. ზოგიერთი ნევროლოგიური სინდრომის განვითარებისა და მკურნალობის საკითხისათვის ქრონიკული ჩირჭოვანი ტონილიტის დროს 679

ხელოვნების ისტორია

გ. აბრამიშვილი. შენიშენები ატენის სიონის მხატვრობის თარიღის შესახებ 685



დებულება „საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მოსამართლის“ შესახებ

1. „მოსამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერი მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების მთავარი შედეგები.
2. „მოსამბეში“ ხელმძღვანელობს სარედაქციო კოლეგია, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოსამბეში“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით 8 ბეჭდური თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნაკვეთი წლის ნაკვეთები (სულ 6 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს; არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში განოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრ-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოსამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრ-კორესპონდენტის წარმოდგენით, წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრ-კორესპონდენტს განსაზღვრულად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალად თითოეულ ენაზე, სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები მკაფიოდ უნდა იყოს ტიპეტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტიპეტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეძლებისდაგვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ევრნალის 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 ტიპეტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებია უნდა იქნეს ნომერი სიის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტიპეტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უადა აღნიშნის დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებად შეკრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციას უფლება აქვს შეაჩეროს წერილის დაბეჭდვა ან დაბეჭდოს იგი ავტორის ვიზის გარეშე.
12. ავტორს უფასოდ ეძლევა მისი წერილის 25-25 ამონაბეჭდი ქართულ და რუსულ ენებზე.

რედაქციის მისამართი: თბილისი, ძეგლიძის ქ. 8

ტელეფონი: 3-03-52

СООБЩЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК ГРУЗИНСКОЙ ССР, Т. XXX, № 5, 1963

Основное, грузинское издание