

1960/



საქართველოს სსრ
მეცნიერებათა აკადემიის
გოგბე

გომი XXIV, № 2

მირითადი. ქართული გამოცემა

1960

თ ე ბ ე რ ვ ა ლ ი

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა
თბილისი

ზ ი ნ ა ა რ ს ი

გამომგაბიკა



- 1. ა. ხარაძე, ერმიტის განზოგადებულ პოლინომთა მწარმოებელი ფუნქციის წარმოდგენისათვის 129
- 2. ლ. ჭიჭიაშვილი, შეუღლებული ფუნქციების თვისებათა შესახებ 137
- 3. დ. პარცენკო, სტილიტის-ბერკლის ინტეგრალის შესახებ 145

შიშია

- 4. ი. გვერდუი თელი, ი. ნიკოლაძე, ე. თხიასვილი, ვ. ვლასენკო და რ. ტიშჩენკო, მაღალი კონტრაქციის $N^{1/2}$ -ის მიღება 153
- 5. აკად. ვიქტ. სპიციანი და ე. ზედელაშვილი, გოგირდის იზოტოპური მიმდევლის შესწავლა ზოგერთი ტუტე ლითონის პირობულფატების წარმოქმნისა და თერმული დაწლის დროს 157

ბიომიშია

- 6. ე. ქუთათელიაძე და ა. ანთელავა, ფტორის გავლენა ქოლინესთერაზის აქტივობაზე 163
- 7. ნ. გვალია და შ. დოლიძე, გლიცეროილ-ფოსფორილქოლინი და მისი გარდაქმნები ნერვულ ქსოვილსა და ლვიძში 169

გიომგრაფია

- 8. ს. ნემანიშვილი, დენუდაციური ზედაპირები აბალციხის ქვაბულის აღმოსავლეთ ნაწილში 175

გეოლოგია

- 9. ნ. რუბინშტეინი, კავკასიის კრისტალური სუბსტრატის ასაკის შესახებ 181

ბალეონტოლოგია

- 10. ლ. გაბუნია და გ. ჩხიკვაძე, გიგანტური ხმელეთის კუ ბენარის (სამხრეთ საქართველო) ოლიგოცენიდან 189

სამედიცინური ასქმე

- 11. თ. კერვალიშვილი, ცენტრიდანულმუხრუჭიანი ამწევი მანქანის ავტორეგულირება 197

ბიომეოლოგია

- 12. ა. მუხაშავერია, ფიჭვის დიდი მებაღის (*Blastophagus piniperda* L.) ბიოლოგიის შესწავლის საკითხისათვის ბიჭვინთის სახელმწიფო ნაკრძალის პირობებში 205

ფიზიოლოგია

- 13. ვ. თაყაიშვილი, ატროფიისა და პროსტრინის გავლენა დენდრიტულ პოტენციალებზე 213
- 14. გ. ვეფხვაძე, უნიპატერალური მანუფრეე პირობითი რეფლექსები კანიდან 217

ამსახურითაშვილი გეოციცინა

- 15. გ. გვიშიანი, ზოგერთი ფარმაცოლოგიური ნივთიერების ლვიძში უვნებელყოფის საკითხისათვის 225
- 16. ც. ქართველიშვილი, ჰიპერტენზიის ექსპერიმენტული თერაპია კარბოქიდრატ-ზონიუმბალტით 231
- 17. ვ. ვაჭაძე, ექსპერიმენტული ნეფრიტის მნიშვნელობა ალიმენტარული ათეროსკლოზის განვითარებაში 239

ლიტერატურის ისტორია

- 18. ჯ. ჯიქიაშვილი, შოთა რუსთაველის სამართლებრივი მსოფლმხედველობის საკითხები 245

ლიტერატურათმცოდნეობა

- 19. ე. შარაშენიძე, ტექსტოლოგიური შენიშვნები 253



მათემატიკა

ბ. ხარაძე

ერმიტის განზოგადებულ პოლინომთა მწარმოებელი ფუნქციის
წარმოადგენისათვის

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ნ. მუსხელიშვილმა 13.3.1959)

ცნობილია კლასიკურ ორთოგონალურ პოლინომთა სხვადასხვაგვარი განზოგადება. განზოგადების საფუძველს ზოგ შემთხვევაში როდრიგის ფორმულა წარმოადგენს, სხვა შემთხვევაში — დიფერენციალური განტოლება, მწარმოებელი ფუნქცია, რეკურენტული თანაფარდობა და სხვა ამგვარი.

ვთქვათ, $k \equiv 2$ წარმოადგენს ფიქსირებულ ნატურალურ რიცხვს. თუ $D_k^{(k)}$ ოპერატორი განისაზღვრება ტოლობით

$$D_k^{(k)} \equiv \frac{d}{dz} \frac{1}{z^{k-2}} \frac{d}{dz},$$

მაშინ $D_k^{(mk)}$ სიმბოლითი აღვნიშნოთ $D_k^{(k)}$ ოპერაციის m -ჯერ შესრულების შედეგი. თუ

$$D_k^{(k-1)} \equiv \frac{1}{z^{k-2}} \frac{d}{dz},$$

ამის მიხედვით

$$D_k^{(mk+k-1)} \equiv \frac{1}{z^{k-2}} \frac{d}{dz} D_k^{(mk)}.$$

ცხადია, როცა $k = 2$, გვექნება

$$D_2^{(2m)} \equiv \frac{d^{2m}}{dz^{2m}}, \quad D_2^{(2m+1)} \equiv \frac{d^{2m+1}}{dz^{2m+1}}.$$

დიფერენციალური ოპერატორები $D_k^{(mk)}$ და $D_k^{(mk+k-1)}$ მწარმოებენ როდრიგის ტიპის ფორმულებს. ამის საფუძველზე ფ. ჩატერჯის მიერ [1] შემოღებულია ერმიტის განზოგადებული პოლინომები, რომელნიც შემდეგი ტოლობებით განისაზღვრებიან⁽¹⁾:

$$(1) \quad H_{(mk)}(z) \equiv e^{\frac{z^k}{k}} D_k^{(mk)} \left(e^{-\frac{z^k}{k}} \right), \quad H_{(mk+k-1)}(z) \equiv -e^{\frac{z^k}{k}} D_k^{(mk+k-1)} \left(e^{-\frac{z^k}{k}} \right).$$

(¹ ჩვენ აქ მაჩვენებლიან ფუნქციას $e^{-\frac{z^k}{k}}$ სახით ვწერთ, მაშინ როდესაც ჩატერჯი ამჯობინებს e^{-z^k} სახეს.

აქვე შევნიშნოთ, რომ, როგორც ა. ერდემი მიუთითა (Math. Reviews, 1956, გვ. 967), $\{H_{(mk)}(z)\}$ და $\{H_{(mk+k-1)}(z)\}$ პოლინომები არსებითად ლაგერის პოლინომებია წარმოგვიდგებიან.





კერძოდ, როცა $m = 0, 1, 2$, ვეძენება

$$H_{(0)}(z) \equiv 1, \quad H_{(k)}(z) \equiv z^k - 1, \quad H_{(2k)}(z) \equiv z^{2k} - 2(k+1)z^k + k+1,$$

$$H_{(1)}(z) \equiv z, \quad H_{(k+1)}(z) \equiv z^{k+1} - (k+1)z, \quad H_{(2k+1)}(z) \equiv z^{2k+1} - 2(2k+1)z^{k+1} + (k+1)(2k+1)z.$$

$H_{(mk)}(z)$ სახის პოლინომები შედგებიან მხოლოდ z^{pk} სახის ხარისხებისაგან, ხოლო $H_{(mk+1)}(z)$ პოლინომები z^{pk+1} ხარისხებისაგან. ადგილი აქვს შემდეგ ტოლობებს

$$(2) \quad \int_0^{\infty} e^{-\frac{z^k}{k}} H_{(mk)}(z) H_{(nk)}(z) dz, \quad m \neq n,$$

$$(3) \quad \int_0^{\infty} z^{k-2} e^{-\frac{z^k}{k}} H_{(mk+1)}(z) H_{(nk+1)}(z) dz, \quad m \neq n,$$

$$(4) \quad H'_{(mk+1)}(z) = (mk+1)H_{(mk)}(z), \quad H'_{(mk)}(z) = mkz^{k-2}H_{((m-1)k+1)}(z).$$

ჩატერჯის მიერ აგებული მწარმოებელი ფუნქცია ცალკე $\{H_{(mk)}(z)\}$ მიმდევრობისათვის და ცალკე $\{H_{(mk+1)}(z)\}$ -სათვის, რისთვისაც გამოყენებულია ჩვეულებრივი მაჩვენებლიანი ფუნქცია (იხ. [1]).

წინამდებარე წერილის მიზანია მაჩვენებლიანი ფუნქციის ისეთიანი განზოგადება, რომლის საშუალებით ერთბაშად ორივე მიმდევრობისათვის ერთი მწარმოებელი ფუნქცია გამოისახება.

უპირველესად შევადგინოთ მთელ რიცხვთა შემდეგი მიმდევრობა

$$(s_k) \quad 0, 1, k, k+1, 2k, 2k+1, \dots, mk, mk+1, \dots$$

სადაც $k \equiv 2$, როგორც უკვე იყო აღნიშნული, წარმოადგენს ფიქსირებულ ნატურალურ რიცხვს. აღენიშნოთ $\{mk\}!$ ან $\{mk+1\}!$ სიმბოლოთი (s_k) მიმდევრობიდან ამოკრეფილ რიცხვთა ნამრავლი, დაწყებული 1-დან, ვიდრე mk ან $mk+1$ -მდე, შესაბამისად. ასეთ ნამრავლს შეიძლება ეწოდოს (s_k) მიმდევრობისადმი მიკავშირებული განზოგადებული ფაქტორიალი. იმავე (s_k) მიმდევრობის მიხედვით შევადგინოთ განზოგადებული ბინომური კოეფიციენტები $\left[\begin{smallmatrix} p \\ q \end{smallmatrix} \right]$, $p \equiv 2m$ ან $\left[\begin{smallmatrix} p \\ q \end{smallmatrix} \right]$, $q \equiv 2m+1$, შემდეგი წესით: (s_k) მიმდევრობიდან აღებული რომელიმე mk -სათვის და მოცემული ნატურალური p -სათვის ($p \equiv 2m$) შევადგინოთ წილადი, რომლის მრიცხველი წარმოადგენს p მამრავლისაგან შედგენილ ნამრავლს, დაწყებული mk -დან ქვევით (s_k) მიმდევრობის მიხედვით, ხოლო მნიშვნელი p მამრავლისაგან შედგენილი, (s_k) მიმდევრობისადმი მიკავშირებული განზოგადებული ფაქტორიალია. ასეთივე წილადი შეიძლება შევადგინოთ $mk+1$ სახის რიცხვისათვის და მოცემული ნატურალური q -სათვის ($q \equiv 2m+1$).

ასე, მაგალითად,

$$\left[\begin{smallmatrix} 2k \\ k \end{smallmatrix} \right] = \frac{2k(k+1)k}{1 \cdot k(k+1)} = \frac{2k(k+1)k}{\{k+1\}!} = 2k,$$

$$\begin{aligned} \binom{3k+1}{k} &= \frac{(3k+1)3k(2k+1)2k}{1 \cdot k(k+1)2k} = \frac{(3k+1)3k(2k+1)2k}{(2k)!} \\ &= \frac{3(3k+1)(2k+1)}{k+1} \end{aligned}$$

ახლა შემოვიღოთ (s_k) მიმდევრობისადმი მიკავშირებული განზოგადებული ბინომები $[a+b]^{mk}$ ან $[a+b]^{mk+1}$ სახისა, რომელთაც ჩვეულებრივი ბინომის ანალოგიური ალგებრული აგებულება აქვთ. ეს ისე უნდა გვესმოდეს, რომ $[a+b]^{mk+1}$ გაიშლება როგორც მრავალწევრი a და b -ს მიმართ, რომელიც $M_i a^i b^{m-k-i}$ სახის წევრებისაგან შედგება, ამასთანავე აქ r ღებულობს რიცხვით მნიშვნელობებს (s_k) მიმდევრობიდან, დაწყებული $mk+1$ დან ნულამდე, ხოლო s ღებულობს მნიშვნელობებს იმავე მიმდევრობიდან, დაწყებული ნულიდან $mk+1$ -მდე; რაც შეეხება M_i კოეფიციენტებს, ესენი წარმოადგენენ განზოგადებულ ბინომურ კოეფიციენტებს

$$\begin{bmatrix} mk+1 \\ 0 \end{bmatrix} = 1, \begin{bmatrix} mk+1 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} mk+1 \\ 2 \end{bmatrix}, \dots, \begin{bmatrix} mk+1 \\ 2m+1 \end{bmatrix} = 1.$$

მაგალითად,

$$\begin{aligned} [a+b]^{2k+1} &= a^{2k+1} + \frac{2k+1}{1} a^{2k} b + \frac{(2k+1)2k}{1 \cdot k} a^{2k-1} b^2 \\ &+ \frac{(2k+1)2k(k+1)}{1 \cdot k(k+1)} a^{2k-2} b^3 + \frac{(2k+1)2k(k+1)k}{1 \cdot k(k+1)2k} a^{2k-3} b^4 \\ &+ \frac{(2k+1)2k(k+1)k \cdot 1}{1 \cdot k(k+1)2k(2k+1)} b^{2k+1}. \end{aligned}$$

თუ $k=2$, მივიღებთ ჩვეულებრივ ბინომს $(a+b)^5$.

ვთქვათ, ახლა, $f(x)$ აღნიშნავს ისეთ ფუნქციას, რომელიც წარმოადგინებინ შემდეგი სახის ხარისხოვანი გამწკრივებით

$$(5) \quad f(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_{k+1} x^{k+1} + \dots + a_m x^m + a_{m+1} x^{m+1} + \dots$$

ამ მწკრივის A_k -გარდაქმნა ვუწოდოთ მწკრივს, რომელიც მიიღება (5) დან, თუ ყოველს x^{pk} და x^{pk+1} ხარისხს შევცვლით სათანადო განზოგადებული ბინომებით $[x+h]^{pk}$ და $[x+h]^{pk+1}$, შესაბამისად. შემოვიღოთ აღნიშვნა

$$(6) \quad f[x; h] = a_0 + a_1 [x+h] + a_2 [x+h]^2 + a_{k+1} [x+h]^{k+1} + \dots$$

ცხადია, როცა $k=2$, A_2 -გარდაქმნა წარმოადგენს ჩვეულებრივი გადაადგილების გარდაქმნას, სახელდობრ, გვექნება

$$f(x+h) = a_0 + a_1(x+h) + a_2(x+h)^2 + a_3(x+h)^3 + \dots$$

როგორც (5) გამწკრივებიდან ჩანს, იგი შეიძლება ორი მწკრივის ჯამის სახით წარმოვიდგინოთ

$$f(x) = f_{(mk)}(x) + f_{(mk+1)}(x),$$

რომელთა შორის პირველი კომპონენტი $f_{(mk)}(x)$ წარმოადგენს მწკრივს x^{pk} სახის ხარისხებისაგან შედგენილს, ხოლო მეორე $f_{(mk+1)}(x)$ შედგება x^{pk+1}

სახის ხარისხებისაგან. პირველს ვუწოდოთ I ტიპის კომპონენტი, ხოლო მეორეს—II ტიპისა.

ადვილად დავრწმუნდებით, რომ

$$(7) \quad \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f[\zeta; h] - f(\zeta)}{h} = \frac{f^{(mk)}(\zeta)}{\zeta^{k-2}} + f^{(mk+1)}(\zeta).$$

ცხადია, როცა $k = 2$, ეს ტოლობა ზევულებრივ $f'(\zeta)$ წარმოებულს განსაზღვრავს, ვინაიდან ამ შემთხვევაში $f[\zeta; h] \equiv f(\zeta + h)$ და

$$f^{(mk)}(\zeta) + f^{(mk+1)}(\zeta) \equiv f'(\zeta).$$

(7)-ის მისაღებად საკმარისია (6) ტოლობის მარჯვენა მხარე h -ის ხარისხებად გაფალოთ შემდეგი სახით

$$(8) \quad f[\zeta; h] = A_0 + \frac{h}{1} A_1 + \frac{h^2}{1 \cdot 2} A_2 + \frac{h^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} A_3 + \frac{h^{k+1}}{1 \cdot k \cdot (k+1)} A_{k+1} + \dots$$

მარტივი გამოთვლები გვიჩვენებს, რომ

$$A_0 = f^{(mk)}(\zeta) + f^{(mk+1)}(\zeta) \equiv f(\zeta); \quad A_1 = \frac{f^{(mk)}(\zeta)}{\zeta^{k-2}} + f^{(mk+1)}(\zeta);$$

$$A_2 = \left(\frac{f^{(mk)}(\zeta)}{\zeta^{k-2}} \right)' + \frac{f''(\zeta)}{\zeta^{k-2}}; \dots$$

შემოვიღოთ კიდევ ერთი აღნიშვნა

$$d_k f(\zeta) = \frac{1}{\zeta^{k-2}} \frac{d}{d\zeta} f^{(mk)}(\zeta) + \frac{d}{d\zeta} f^{(mk+1)}(\zeta).$$

ამგვარად, თუ $f(\zeta) \equiv f^{(mk)}(\zeta) + f^{(mk+1)}(\zeta)$, მაშინ d_k ოპერატორის გამოყენება $f(\zeta)$ -ის მიმართ ნიშნავს, რომ I ტიპის კომპონენტზე მოქმედებს

$\frac{1}{\zeta^{k-2}} \frac{d}{d\zeta}$ ოპერატორი, ხოლო II-ზე $\frac{d}{d\zeta}$ ოპერატორი. აქვე შევნიშნოთ, რომ,

როგორც ეს ადვილად შესამჩნევია, I ტიპის კომპონენტზე $\frac{1}{\zeta^{k-2}} \frac{d}{d\zeta}$ ოპერაციის შესრულების შედეგად მივიღებთ მწკრივს, რომელიც მხოლოდ

ζ^{k+1} სახის ხარისხებისაგან შედგება და, მაშასადამე, ხსენებული კომპონენტი ტიპს იცვლის, იგი გარდაიქმნება II ტიპის კომპონენტად. სრულიად აგრეთვე

II ტიპის კომპონენტზე $\frac{d}{d\zeta}$ ოპერატორის მოქმედება ცვლის ამ კომპონენტის

ტიპს, იგი I ტიპის კომპონენტად გარდაიქმნება. ამიტომ, თუ გავიმეორებთ d_k ოპერაციის, მივიღებთ

$$d_k^2 f = d_k(d_k f) = \frac{d}{d\zeta} \left(\frac{1}{\zeta^{k-2}} \frac{d}{d\zeta} f^{(mk)} \right) + \frac{1}{\zeta^{k-2}} \frac{d}{d\zeta} \left(\frac{d}{d\zeta} f^{(mk+1)} \right).$$

აქ პირველი შესაქრები ისევ I ტიპის კომპონენტს წარმოადგენს, ხოლო მეორე—II ტიპისა. განვაგრძობთ რა d_k ოპერატორის თანამიმდევრულად გამოყენებას, ყოველ საფეხურზე I ტიპის კომპონენტის წარმოებულს გაიყოფა ζ^{k-2} -ზე, ხოლო II ტიპის კომპონენტის უბრალო გაწარმოება ხდება.

მაშ, თუ

$$d_k^n f = d_k(d_k^{n-1}),$$

(8) ტოლობა ასე გადაიწერება

$$(T) \quad f[z; h] = f(z) + \frac{h}{1} d_k f(z) + \frac{h^2}{1 \cdot k} d_k^2 f(z) + \\ + \frac{h^{k+1}}{1 \cdot k(k+1)} d_k^k f(z) + \dots$$

ეს ტოლობა ტელიორის ფორმულის ანალოგიურია. აქედან (7) ტოლობის სამართლიანობა უშუალოდ გამომდინარეობს.

ახლა განვიხილოთ მთელი ფუნქცია $\mathcal{E}_k(z)$, განსაზღვრული შემდეგი ხარისხოვანი განმწკრივებით

$$(9) \quad \mathcal{E}_k(z) = 1 + \frac{z}{(1)!} + \frac{z^k}{(k)!} + \frac{z^{k+1}}{(k+1)!} + \dots + \frac{z^{mk}}{(mk)!} + \\ + \frac{z^{mk+1}}{(mk+1)!} + \dots = 1 + \frac{z}{1} + \frac{z^k}{1 \cdot k} + \frac{z^{k+1}}{1 \cdot k(k+1)} + \\ + \frac{z^{2k}}{1 \cdot k(k+1)2k} + \dots$$

როგორც ვხედავთ, ეს ფუნქცია სწორედ იმ $\{f(z)\}$ ფუნქციათა კლასს ეკუთვნის, რომელიც ზევით იყო განხილული. თუ $k=2$, $\mathcal{E}_2(z) \equiv e^z$.

(9) მწკრივი ორი კომპონენტისაგან შედგება, ერთი მათგანი I ტიპისაა, ხოლო მეორე—II ტიპისა.

შემოვიღოთ აღნიშვნა

$$\text{ch}_k(z) = 1 + \frac{z^k}{1 \cdot k} + \frac{z^{2k}}{1 \cdot k(k+1)2k} + \dots, \\ \text{sh}_k(z) = \frac{z}{1} + \frac{z^{k+1}}{1 \cdot k(k+1)} + \frac{z^{2k+1}}{1 \cdot k(k+1)2k(2k+1)} + \dots$$

ეს ფუნქციები ჰიპერბოლური კოსინუსისა და სინუსის ანალოგიურია. მაშ,

$$\mathcal{E}_k(z) = \text{ch}_k(z) + \text{sh}_k(z),$$

უშუალოდ ჩანს, რომ

$$\text{sh}'_k(z) = \text{ch}_k(z), \quad \text{ch}'_k(z) = z^{k-2} \text{sh}_k(z).$$

და, მაშასადამე, $\text{sh}_k(z)$ ფუნქცია აკმაყოფილებს განტოლებას

$$w'' - z^{k-2} w = 0,$$

ხოლო $\text{ch}_k(z)$ ფუნქცია—განტოლებას

$$z w'' - (k-2) w' - z^{k-1} w = 0.$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ საწყის პირობებს

$$\text{sh}_k(0) = 0, \quad \text{sh}'_k(0) = 1, \quad \text{ch}_k(0) = 1, \quad \text{ch}'_k(0) = 0,$$

მაშინ $\text{ch}_k(z)$ და $\text{sh}_k(z)$ ფუნქციები შემდეგნაირად წარმოიდგინება ბესელის ფუნქციების საშუალებით

$$\operatorname{ch}_k(z) = \left(\frac{2i}{k}\right)^{\frac{k-1}{k}} \Gamma\left(\frac{1}{k}\right) z^{\frac{k-1}{2}} J_{-\frac{k-1}{k}}\left(\frac{2i}{k} z^{\frac{k}{2}}\right),$$

$$\operatorname{sh}_k(z) = \left(\frac{k}{2i}\right)^{\frac{1}{k}} T\left(\frac{k+1}{k}\right) V z J_{\frac{1}{k}}\left(\frac{2i}{k} z^{\frac{k}{2}}\right).$$

დაუბრუნდეთ ისევ $\mathcal{E}_k(z)$ ფუნქციას. როგორც ეს (9) განმწკრივებიდან ჩანს,

$$d_k \mathcal{E}_k(z) = \frac{1}{z^{k-2}} \frac{d}{dz} \operatorname{ch}_k(z) + \frac{d}{dz} \operatorname{sh}_k(z) = \operatorname{sh}_k(z) + \operatorname{ch}_k(z) = \mathcal{E}_k(z).$$

მაშ,

$$d_k^2 \mathcal{E}_k(z) = d_k^3 \mathcal{E}_k(z) = \dots = \mathcal{E}_k(z).$$

თუ $\mathcal{E}_k(z)$ ფუნქციისათვის გამოვიყენებთ (T) ფორმულას, მივიღებთ

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_k[z; h] &= 1 + \frac{[z+h]^k}{1} + \frac{[z+h]^k}{1 \cdot k} + \frac{[z+h]^{k+1}}{1 \cdot k(k+1)} + \dots = \\ &= \mathcal{E}_k(z) \left(1 + \frac{h}{1} + \frac{h^k}{1 \cdot k} + \frac{h^{k+1}}{1 \cdot k(k+1)} + \dots\right) = \mathcal{E}_k(z) \mathcal{E}_k(h). \end{aligned}$$

სხვანაირად რომ ვთქვათ, $\mathcal{E}_k(z) \mathcal{E}_k(h)$ ნამრავლი იძლევა, მაშასადამე, $\mathcal{E}_k(k)$ -ის სათანადო ხარისხოვანი მწკრივის A_k^h -გარდაქმნას. ცხადია, რომ, როცა $k=2$, უკანასკნელი ტოლობა შენდევს სახეს ლებულობს

$$e^{z+h} = e^z e^h,$$

ვინაიდან ამ შემთხვევაში

$$\mathcal{E}_2[z; h] = 1 + \frac{z+h}{1} + \frac{(z+h)^2}{2!} + \frac{(z+h)^3}{3!} + \dots = e^{z+h}.$$

ახლა უკვე ადვილი დასამტკიცებელია, შემდეგი ტოლობის სამართლიანობა

$$(10) \quad e^{-\frac{ik}{k}} \mathcal{E}_k(zi) = H_{(0)}(z) + \frac{z}{1} H_{(1)}(z) + \frac{z^k}{1 \cdot k} H_{(k)}(z) + \\ + \frac{z^{k+1}}{1 \cdot k(k+1)} H_{(k+1)}(z) + \dots$$

ე. ი., რომ $e^{-\frac{ik}{k}} \mathcal{E}_k(zi)$ წარმოადგენს ერმიტის განზოგადებულ პოლინომთა მწკრივებელ ფუნქციას ერთბაშად ორივე სახის მიმდევრობისათვის $\{H_{(mk)}(z)\}$ და $\{H_{(mk+1)}(z)\}$.

მართლაც, ადვილი შესამჩნევია, რომ (10) ტოლობის მარცხენა მხარე, როგორც z -ს ფუნქცია, შემდეგი სახის ხარისხოვან მწკრივად იშლება z -ს მიმართ.

$$(11) \quad e^{-\frac{t}{k}z} \mathcal{E}_k(z) = Q_0(z) + \frac{t}{1} Q_1(z) + t^k Q_k(z) + t^{k+1} Q_{k+1}(z) + \dots + t^{2k} Q_{2k}(z) + \dots$$

სადაც კოეფიციენტები $\{Q_{mk}(z)\}$ და $\{Q_{mk+1}(z)\}$ წარმოადგენენ პოლინომებს z -ის მიმართ, ამასთანავე $Q_{mk}(z)$ შეიცავს მხოლოდ z^{pk} სახის ხარისხებს,

ხოლო $Q_{mk+1}(z)$ — მხოლოდ z^{pk+1} სახის ხარისხებს. ამგვარად, $e^{-\frac{t}{k}z} \mathcal{E}_k(z)$ ფუნქციის განმწკრივება ორი კომპონენტისაგან შედგება, მათ შორის ერთი მათგანი I ტიპისაა, ხოლო მეორე — II ტიპისა ორივე z და t ცვლადის მიმართ.

თუ (11) ტოლობაზე ვიმოქმედებთ d_k ოპერატორით z ცვლადის მიმართ და მხედველობაში მივიღებთ $\mathcal{E}_k(z)$ ფუნქციის ინვარიანტობას d_k ოპერაციის მიმართ, დავინახავთ, რომ

$$t e^{-\frac{t}{k}z} \mathcal{E}_k(z) = \frac{Q'_0(z)}{(zt)^{k-2}} + t Q'_1(z) + t^k \frac{Q'_k(z)}{(zt)^{k-2}} + t^{k+1} Q'_{k+1}(z) + \dots$$

ან სხვანაირად

$$t^{k-1} e^{-\frac{t}{k}z} \mathcal{E}_k(z) = \frac{Q'_0(z)}{z^{k-2}} + t^{k-1} Q'_1(z) + t^k \frac{Q'_k(z)}{z^{k-2}} + t^{2k-1} Q'_{k+1}(z) + \dots$$

თუ შევადარებთ ამ უქანასკენლსა და (11) ტოლობას, მივიღებთ $Q'_0(z) \equiv 0$, $Q'_1(z) = Q_0(z)$, $Q'_k(z) = z^{k-2} Q_1(z)$, $Q'_{k+1}(z) = Q_k(z)$ და საზოგადოდ

$$Q'_{mk}(z) = z^{k-2} Q_{(m-1)k+1}(z), \quad Q'_{mk+1}(z) = Q_{mk}(z).$$

თუ დავუბრუნდებით (10) განმწკრივებას, დავინახავთ, რომ

$$H'_{(1)}(z) = H_{(0)}(z), \quad H'_{(k)}(z) = k z^{k-2} H_{(1)}(z), \quad H'_{(k+1)}(z) = (k+1) H_{(k)}(z)$$

და საზოგადოდ

$$H'_{(mk)}(z) = m k z^{k-2} H_{((m-1)k+1)}(z), \quad H'_{(mk+1)}(z) = (mk+1) H_{(mk)}(z).$$

რადგან $H_{(0)}(z) = 1$, $H_{(1)}(z) \equiv z$, ამიტომ (4) ტოლობათა საფუძველზე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ (10) განმწკრივებაში შემაჯავლი $\{H_{(mk)}(z)\}$ და $\{H_{(mk+1)}(z)\}$ პოლინომები სწორედ იმ განზოგადებულ პოლინომებს წარმოადგენენ, რომელნიც (1) ტოლობებით განისაზღვრებიან.

აღსანიშნავია $\mathcal{E}_k(z)$ ფუნქციის ერთი საგულისხმო განმწკრივება განზოგადებული პოლინომების მიხედვით, რაც უშუალოდ გამომდინარეობს (10)-დან, თუ $t = 1$.

გვექნება

$$e^{-\frac{1}{k}z} \mathcal{E}_k(z) = H_{(0)}(z) + \frac{H_{(1)}(z)}{1} + \frac{H_{(k)}(z)}{1 \cdot k} + \frac{H_{(k+1)}(z)}{1 \cdot k(k+1)} + \dots$$

თუ $k = 2$, მივიღებთ ცნობილ ფორმულას

$$\frac{x}{\sqrt{e}} e^x = H_0(x) + \frac{H_1(x)}{1!} + \frac{H_2(x)}{2!} + \frac{H_3(x)}{3!} + \dots,$$

სადაც $\{H_n(x)\}$ წარმოადგენს ერმიტის პოლინომთა მიმდევრობას.

დასასრულ შევნიშნოთ, რომ, თუ $w = e^{\frac{\pi i}{k}}$, ესე იგი $w^k = -1$, გვექნება

$$(12) \quad \mathcal{E}_k(wz) = c_k(z) + w s_k(z),$$

სადაც

$$c_k(z) = 1 - \frac{z^k}{1 \cdot k} + \frac{z^{2k}}{1 \cdot k(k+1)2k} + \dots,$$

$$s_k(z) = \frac{z}{1} - \frac{z^{k+1}}{1 \cdot k(k+1)} + \frac{z^{2k+1}}{1 \cdot k(k+1)2k(2k+1)} - \dots$$

ეს ფუნქციები კოსინუსისა და სინუსის ანალოგიურია, ხოლო (12) ფორმულა ეილერის კლასიკური ფორმულის განზოგადებაა.

დასასრულ შევნიშნოთ, რომ იმის შესაგავსად, როგორც აქ განხილული განზოგადებული კლასიკური ფუნქციები მიკავშირებულია (s_k) მიმდევრობასთან, ანალოგიური განზოგადებანი, დაკავშირებულნი სპეციალურ ფიქსირებულ მიმდევრობებთან, განხილულია სხვა ავტორების მიერაც. ბიბლიოგრაფია ამის შესახებ იხ. [2] და [3]-ში.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 14.3.1959)

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. Ph. Chatterjee. On a generalisation of Hermite's polynomial-I. Bull. of the Calcutta Math. Soc., 1955, vol. 47, № 1, 27-41.
2. L. Carlitz. Some q-Polynomials in two Variables (Mathematische Nachrichten, 1959, B. 17, H. 3-6, 224-238).
3. W. Al-Salam. q-Bernoulli numbers and Polynomials (там же, 239-260).

მათემატიკა

ლ. ჟიჟიაშვილი

შეუღლებული ფუნქციების თვისებათა შესახებ

(წარმოდგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ვ. ჯოლოშვილმა 15.2.1959)

1. ცნობილია, რომ ყოველი ჯამებადი და 2π -პერიოდული $f(x)$ ფუნქციისათვის თითქმის ყველგან სასრულია ფუნქცია

$$f(x) = -\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \operatorname{ctg} \frac{t-x}{2} dt.$$

თუ $f(x) \in L^p$, $p > 1$, მაშინ რისის ცნობილი თეორემის ძალით,

$$\int_{-\pi}^{\pi} |\tilde{f}(x)|^p dx \cong A_p \int_{-\pi}^{\pi} |f(x)|^p dx.$$

რისის თეორემა განაზოგადა კ. ი. ბაბენკომ [6]. მან დაამტკიცა, რომ, თუ 2π -პერიოდული ფუნქცია $f(x)$ აკმაყოფილებს უტოლობას

$$\int_{-\pi}^{\pi} |f(x)|^p |x|^\alpha dx < +\infty, \quad -1 < \alpha < p-1, \quad p > 1, \quad (1.1)$$

მაშინ

$$\int_{-\pi}^{\pi} |\tilde{f}(x)|^p |x|^\alpha dx \cong A_{p,\alpha} \int_{-\pi}^{\pi} |f(x)|^p |x|^\alpha dx, \quad (1.2)$$

სადაც $A_{p,\alpha}$ მუდმივი დამოკიდებულია მხოლოდ p -სა და α -ზე.

შემდეგ, ვ. გაპოშკინმა [5] მონახა ზოგიერთი საკმარისი პირობა, რომელთაც უნდა აკმაყოფილებდეს $\omega(x)$ ფუნქცია, რათა სამართლიანი იყოს კ. ბაბენკოს თეორემის ანალოგიური თეორემა, როდესაც (1.1) და (1.2) უტოლობებში $|x|^\alpha$ ფუნქციის ნაცვლად გვაქვს $\omega(x)$.

წინამდებარე სტატიაში ჩვენ ვანზოგადებთ ა. კოლმოგოროვის ერთ-ერთ უტოლობას [4]. სახელდობრ, $\omega(x)$ ფუნქციის ჩვენ მოვთხოვთ გარკვეულ პირობებს, რომლებიც უზრუნველყოფენ შემდეგი უტოლობების სამართლიანობას:

$$\left\{ \int_{-\pi}^{\pi} |\tilde{f}(x) \cdot \omega(x)|^p dx \right\}^{\frac{1}{p}} \cong A_{p,q,\omega} \int_{-\pi}^{\pi} |f(x)| dx,$$

$$\left\{ \int_{-\pi}^{\pi} |f(x) \cdot \omega(x)|^p dx \right\}^{\frac{1}{p}} \equiv A_{p, q, \beta, \omega} \int_{-\pi}^{\pi} |f(x) \cdot \omega(x)| dx,$$

სადაც q, β მუდმივებია, ხოლო $A_{p, q, \omega}, A_{p, q, \beta, \omega}$ დამოკიდებულნი არიან შესაბამისად p, q, ω -სა და p, q, β, ω -ზე; როდესაც $\omega(x) \equiv 1$, აქედან მივიღებთ კოლმოგოროვის აღნიშნულ უტოლობას.

გარდა ამისა, ვანზოგადებთ კ. ბაბენკოსა [6] და ვ. გაპოშკინის [5] შედეგებს ორი ცვლადის ფუნქციებისათვის.

2. ქვემოთ ჩვენ დავკვირდება შემდეგი ლემები:

ლემა 1. ვთქვათ, $f(z) = u(z) + iv(z)$, $v(0) = 0$ არის ანალიზური ფუნქცია $|z| < 1$ წრეში და $\gamma(z) = \omega(z) + i\varphi(z)$,

$$\omega(z) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \omega(t) P_r(t-x) dt, \quad P_r(x) = \frac{1-r^2}{1+r^2-2r \cos x},$$

$$\varphi(z) = -\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \omega(t) \Theta_r(t-x) dt, \quad \Theta_r(x) = \frac{r \sin x}{1+r^2-2r \cos x}.$$

ვიგულისხმობთ, რომ $\omega(x)$ ფუნქცია აქმაყოფილებს პირობებს:

- 1) $\omega(x) \in L(-\pi, \pi)$, 2) $\omega(x) > 0$ თითქმის ყველგან,
- 3) $\omega(x) > q |\varphi(x)|$, $q > \operatorname{tg} p \frac{\pi}{2}$.

მაშინ ადგილი აქვს უტოლობას

$$\left\{ \int_{-\pi}^{\pi} |f(z)|^p |\gamma(z)|^p dx \right\}^{\frac{1}{p}} \equiv B_{p, q, \omega} \int_{-\pi}^{\pi} |u(z)| dx, \quad 0 < p < 1, \quad (2.1)$$

სადაც $B_{p, q, \omega}$ —მუდმივია, დამოკიდებული მხოლოდ p, q და ω -ზე.

დამტკიცება. ზოგადობის შეუზღუდავად შეგვიძლია ვიგულისხმობთ, რომ $u > 0$.

ვთქვათ,

$$H = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} [u(r, x) + iv(r, x)]^p [\omega(r, x) + i\varphi(r, x)]^p,$$

მაშინ კოშის ფორმულის თანახმად, გვექნება

$$H = [u(0)]^p [\gamma(0)]^p = A_{p, \omega} \left\{ \int_{-\pi}^{\pi} u(r, x) dx \right\}^p. \quad (2.2)$$

შემდეგ, რადგანაც

$$-\frac{\pi}{2} < \arg f(z) < \frac{\pi}{2}, \quad -\frac{\pi}{2} < \arg \gamma(z) < \frac{\pi}{2},$$

ამიტომ

$$\cos(p \cdot \arg f) \equiv \cos p \frac{\pi}{2} > 0, \quad \cos(p \cdot \arg \gamma) \equiv \cos p \frac{\pi}{2} > 0.$$

3)-ის ძალით, გვაქვს

$$\left| \operatorname{tg} \left(p \cdot \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{\omega} \right) \right| \equiv \frac{1}{q}.$$

შემდეგ,

$$\operatorname{Re} H = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} (u^2 + v^2)^{p/2} (\omega^2 + \varphi^2)^{p/2} C_p(z) dx,$$

სადაც

$$C_p(z) = \cos p(\arg f + \arg \gamma).$$

ადვილი შესამოწმებელია, რომ

$$C_p(z) > \cos^2 p \frac{\pi}{2} \left(1 - \operatorname{tg} p \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{q} \right) > 0;$$

ამიტომ

$$\operatorname{Re} H \equiv \cos^2 p \frac{\pi}{2} \left(1 - \operatorname{tg} p \frac{\pi}{2} \cdot \frac{1}{q} \right) \int_{-\pi}^{\pi} |f(z)|^p |\gamma(z)|^p dx.$$

აქედან (2.2)-ის ძალით, გვექნება

$$\left\{ \int_{-\pi}^{\pi} |f(z)|^p |\gamma(z)|^p dx \right\}^{\frac{1}{p}} \equiv B_{p,q,\omega} \int_{-\pi}^{\pi} u(z) dx,$$

სადაც $B_{p,q,\omega}$ — მუდმივია, დამოკიდებული მხოლოდ p, q, ω -ზე.

ანალოგიურად დამტკიცდება

ლემა 2. ვთქვათ,

$$f(z) = u(z) + iv(z), \quad v(0) = 0$$

ანალიზური ფუნქციაა $|z| < 1$ წრეში და

$$\gamma(z) = \omega(z) + i\varphi(z).$$

თუ $\omega(x)$ ფუნქციაა აკმაყოფილებს ლემა 1-ის 1) და 2) პირობებს, და

$$0 < p < \frac{1}{2},$$

მაშინ სამართლიანია (2.1) უტოლობა.

ლემა 3. ვთქვათ, თითქმის ყველა ფიქსირებული y -სათვის $f(x, y) \in L(-\pi, \pi)$. ვთქვათ, ფუნქცია

$$f(z, y) = u(z, y) + iv(z, y), \quad v(0, y) = 0,$$

თითქმის ყველა ფიქსირებული y -სათვის, ანალიზურია z -ის მიმართ $|z| < 1$ წრეში. დავუშვათ, რომ

$$g(z, y) = \omega(z, y) + i\varphi(z, y),$$

სადაც

$$\omega(z, y) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \omega(t, y) P_r(t-x) dt, \quad \varphi(z, y) = -\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \omega(t, y) \Theta_r(t-x) dt.$$

თუ

$$\omega(x, y) > 0, \omega(x, y) \equiv q |\varphi(x, y)|, q > 0,$$

მაშინ თითქმის ყველა ფიქსირებული y -სათვის და თითქმის ყველა x -სათვის, $x \in [-\pi, \pi]$, არსებობს $\lim_{r \rightarrow 1} \omega(x, y)$ და ყოველი λ -სათვის

$$0 < \lambda < \frac{\pi}{2} \left(\operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{1}{q} \right)^{-1},$$

გვაქვს

$$\lim_{r \rightarrow 1} \omega(x, y) \in L^\lambda(-\pi, \pi), \quad \frac{1}{\lim_{r \rightarrow 1} \omega(x, y)} \in L^\lambda(-\pi, \pi).$$

ლემა 4. ვთქვათ, თითქმის ყველა ფიქსირებული y -სათვის

$$f(x, y) = u(x, y) + iv(x, y), v(0, y) = 0$$

z -ის ანალიზური ფუნქციაა $|z| < 1$ შრეში. ვთქვათ,

$$g(x, y) = \omega(x, y) + i\varphi(x, y).$$

ვიგულისხმობთ, რომ $\omega(x, y)$ ფუნქცია აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს: 1) თითქმის ყველგან $\omega(x, y) > 0$, 2) თითქმის ყველა ფიქსირებული y -სათვის

$$\omega(x, y) \in L(-\pi, \pi),$$

3)

$$\omega(x, y) \equiv q |\varphi(x, y)|, q > 0,$$

როცა

$$p \equiv 2, q > \left| \operatorname{tg} p \frac{\pi}{2} \right|, \text{ როცა } 1 < p < r,$$

მაშინ

$$\int_{-\pi}^{\pi} |v(x, y)|^p \omega(x, y) dx \equiv K_{p, q} \int_{-\pi}^{\pi} |u(x, y)|^p \omega(x, y) dx,$$

სადაც $K_{p, q}$ დამოკიდებულია მხოლოდ p, q -ზე.

ლემა 3 და ლემა 4 მტკიცდება იგივე გზით, როგორც მტკიცდებიან ლემა 1 და ლემა 2 [5] შრომაში.

თეორემა 1. ვთქვათ, 2π -პერიოდული ფუნქცია $f(x) \in L_{\omega}$, ე. ი.

$$\int_{-\pi}^{\pi} |f(x) \omega(x)| dx < +\infty.$$

ვიგულისხმობთ, რომ $\omega(x)$ ფუნქცია აკმაყოფილებს შემდეგ პირობებს:

1) $\omega(x) \in L(-\pi, \pi)$,

2) თითქმის ყველგან $\omega(x) > 0$,

3) $\omega(x) \equiv q |\varphi(x)|, q > \operatorname{tg} p \frac{\pi}{2}.$

მაშინ

$$\left\{ \int_{-\pi}^{\pi} |\bar{f}(x) \omega(x)|^p dx \right\}^{\frac{1}{p}} \equiv B_{p,q,\omega} \int_{-\pi}^{\pi} |f(x)| dx, \quad (2.3)$$

$$\left\{ \int_{-\pi}^{\pi} |\bar{f}(x) \omega(x)|^p dx \right\}^{\frac{1}{p}} \equiv B_{p,q,\beta,\omega} \int_{-\pi}^{\pi} |f(x)| \omega(x) dx, \quad 0 < p < 1, \quad (2.4)$$

სადაც $B_{p,q,\omega}$ და $B_{p,q,\beta,\omega}$ მუდმივები დამოკიდებულია შესაბამისად p, q, ω -სა და p, q, ω, β -ზე.

დამტკიცება. ადვილი შესამჩნევია, რომ $f(x) \in L(-\pi, \pi)$. ამიტომ $\bar{f}(x)$ თითქმის ყველგან არსებობს. განვიხილოთ ახლა ანალიზური ფუნქცია

$$f(z) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(t) \frac{\tau + z}{\tau - z} dt, \quad \tau = e^{it}, \quad z = re^{ix},$$

პარამონიული ფუნქცია $f(r, x) = \operatorname{Re} f(z)$ და მისი შეუღლებული $\psi(r, x) = \operatorname{Im} f(z)$.

როგორც ცნობილია, თითქმის ყველგან

$$\lim_{r \rightarrow 1} f(r, x) = f(x), \quad \lim_{r \rightarrow 1} \psi(r, x) = f(x).$$

1 ლემის ძალით, გვაქვს

$$\int_{-\pi}^{\pi} |\psi(r, x)|^p [\omega(r, x)]^p dx \equiv B'_{p,q,\omega} \left\{ \int_{-\pi}^{\pi} |f(r, x)| dx \right\}^p.$$

ფაქტუს ცნობილი თეორემის ძალით, გვექნება

$$\int_{-\pi}^{\pi} |\bar{f}(x) \omega(x)|^p dx \equiv B'_{p,q,\omega} \left\{ \int_{-\pi}^{\pi} |f(x)| dx \right\}^p,$$

საიდანაც ადვილად მივიღებთ (2.3). თეორემის 2) პირობის ძალით ადვილად დავრწმუნდებით (2.4) უტოლობის სამართლიანობაში.

თუ $0 < p < \frac{1}{2}$, მაშინ ლემა 2-ის ძალით თეორემა 1-ის 3) პირობა

შედმეტია.

ანალოგიურად დამტკიცდება

თეორემა 2. ვთქვათ, 2π -პერიოდული ფუნქცია $f(x) \in L(-\pi, \pi)$

და

$$\int_{-\pi}^{\pi} |f(x) \omega(x)| dx < +\infty,$$

სადაც $\omega(x)$ ფუნქცია აკმაყოფილებს პირობებს:

1) $\omega(x) \in L(-\pi, \pi)$,

2) თითქმის ყველგან $\omega(x) > 0$,

$$3) \quad \omega(\zeta) \equiv q |\varphi(\zeta)|, \quad q > \operatorname{tg} p \frac{\pi}{2}, \quad 0 < p < 1.$$

მაშინ ადგილი აქვს (2.3) უტოლობას.

3. ვთქვათ, ჯამებადი $f(x, y)$ ფუნქცია 2π პერიოდულია ცალ-ცალკე x და y ცვლადების მიმართ. განვიხილოთ შემდეგი ფუნქციები:

$$f^{(1)}(x, y) = -\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x+s, y) c \operatorname{tg} \frac{s}{2} ds,$$

$$f^{(2)}(x, y) = -\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x, y+t) c \operatorname{tg} \frac{t}{2} dt$$

და

$$\bar{f}(x, y) = \frac{1}{4\pi^2} \int_{-\pi}^{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x+s, y+t) c \operatorname{tg} \frac{s}{2} c \operatorname{tg} \frac{t}{2} ds dt.$$

ლ. ჩეზარის [3] მიხედვით, $f^{(1)}$, $f^{(2)}$, \bar{f} ფუნქციებს ვუწოდოთ $f(x, y)$ ფუნქციის შეუღლებული ფუნქციები შესაბამისად x ცვლადით, y ცვლადით და x, y ცვლადებით.

ვთქვათ, ახლა $f(x, y) \in L^p(R_0)$, ე. ი.

$$\iint_{R_0} |f(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy < +\infty,$$

სადაც $\omega(x, y) > 0$ თითქმის ყველგან კვადრატზე $R_0 = [-\pi, \pi; -\pi, \pi]$. შემდეგ, ვთქვათ, რომ

$$\omega_1(\zeta, x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \omega(x, t) P_r(t-y) dt,$$

$$\varphi_1(\zeta, x) = -\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \omega(x, t) Q_r(t-x) dt.$$

თეორემა 3. ვთქვათ, $f(x, y)$ ფუნქცია 2π -პერიოდულია ცალ-ცალკე x და y ცვლადების მიმართ,

$$f(x, y) \in L^p_w(R_0), \quad f(x, y) \in L^k(R_0), \quad 1 < k < p,$$

სადაც $\omega(x, y)$ ფუნქცია აკმაყოფილებს პირობებს:

$$1) \quad \omega(x, y) \in L(R_0),$$

$$2) \quad \omega(\zeta, y) \equiv q |\varphi(\zeta, y)|,$$

$$3) \quad \omega_1(\zeta, x) \equiv q_1 |\varphi_1(\zeta, x)|, \quad q, q_1 > 0,$$

თუ $p \equiv 2, q, q_1 > \left| \operatorname{tg} p \frac{\pi}{2} \right|$ თუ $1 < p < 2$.

მაშინ თითქმის ყველგან არსებობს $\bar{f}(x, y)$ და

$$\iint_{R_0} |\bar{f}(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy \equiv C_{p, q, q_1} \iint_{R_0} |f(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy, \quad (3.1)$$

სადაც C_{p, q, q_1} დამოკიდებულია მხოლოდ p, q, q_1 -ზე.

დამტკიცება. ვინაიდან $f(x, y) \in L^k(R_0)$, ამიტომ ცნობილი ([1], [2]) შედეგების ძალით თითქმის ყველგან არსებობს $\bar{f}(x, y)$. შემდეგ, გაბოშების [5] თეორემის თანახმად, ლემა 4-დან გვექნება

$$\int_{-\pi}^{\pi} |\bar{f}^{(1)}(x, y)|^p \omega(x, y) dx \equiv A_{p, q} \int_{-\pi}^{\pi} |f(x, y)|^p \omega(x, y) dx.$$

აქედან

$$\iint_{R_0} |\bar{f}^{(1)}(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy \equiv A_{p, q} \iint_{R_0} |f(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy. \quad (3.2)$$

თუ ხელშეორედ გამოვიყენებთ გაბოშების დებულებას, მივიღებთ

$$\iint_{R_0} |\bar{f}^{(2)}(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy \equiv A_{p, q_1} \iint_{R_0} |\bar{f}^{(1)}(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy.$$

მაშასადამე, (3.2)-ის ძალით, გვექნება

$$\iint_{R_0} |\bar{f}^{(2)}(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy \equiv C_{p, q, q_1} \iint_{R_0} |f(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy. \quad (3.3)$$

ცნობილი ([1], [2]) შედეგების ძალით ადვილად შეიძლება დამტკიცდეს, რომ თითქმის ყველგან

$$\bar{f}^{(2)}(x, y) = \bar{f}^{(1)}(x, y) = \bar{f}(x, y),$$

როცა

$$|f(x, y)| \lg^+ |f(x, y)| \in L.$$

მაშასადამე, (3.3)-ის ძალით

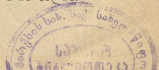
$$\iint_{R_0} |\bar{f}(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy \equiv C_{p, q, q_1} \iint_{R_0} |f(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy.$$

თეორემა 3 ძალაში რჩება მაშინაც, როდესაც $f(x, y) \in L_w^p$, ხოლო $\omega(x, y)$ ფუნქცია, გარდა 2) და 3) პირობებისა, აქმაყოფილებს კიდევ უტოლობას $\omega(x, y) \equiv \beta > 0$ თითქმის ყველგან, ან კიდევ

$$\omega(x, y) \in L_{\frac{p}{p-k}}(R_0), \quad p > k.$$

თეორემა 4. ვთქვათ, $f(x, y)$ ფუნქცია 2π -პერიოდულია ცალ-ცალკე x და y ცვლადების მიმართ. შემდეგ, ვიგულისხმობთ, რომ $f(x, y) \in L^p(R_0)$, სადაც $\omega(x, y) = |x|^\alpha + |y|^\beta$, $-1 < \alpha$, $\beta < p-1$, $p > 1$. მაშინ $f(x, y)$ არსებობს თითქმის ყველგან და ადგილი აქვს (3.1) უტოლობას.

დამტკიცება. ადვილი საჩვენებელია, რომ $\omega(x, y) \in L_{\frac{p-k}{k}}(R_0)$. მაშასადამე, $f(x, y) \in L^k(R_0)$. კ. ბაბენკოს [6] თეორემა 1-ის ძალით



$$\int_{-\pi}^{\pi} |\bar{f}^{(1)}(x, y)|^p |x|^\alpha dx \equiv A_p, \alpha \int_{-\pi}^{\pi} |f(x, y)|^p |x|^\alpha dx.$$

აქედან
$$\iint_{R_0} |\bar{f}^{(1)}(x, y)|^p |x|^\alpha dx dy \equiv A_p, \alpha \iint_{R_0} |f(x, y)|^p |x|^\alpha dx dy. \quad (3.4)$$

მაგრამ
$$\int_{-\pi}^{\pi} |\bar{f}^{(1)}(x, y)|^p dx \equiv A_p \int_{-\pi}^{\pi} |f(x, y)|^p dx.$$

ამიტომ
$$\iint_{R_0} |\bar{f}^{(1)}(x, y)|^p |y|^\beta dx dy \equiv A_p \iint_{R_0} |f(x, y)|^p |y|^\beta dx dy.$$

საიდანაც, (3.4)-ის ძალით მივიღებთ

$$\iint_{R_0} |\bar{f}^{(1)}(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy \equiv A_p, \alpha \iint_{R_0} |f(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy.$$

თუ ერთხელ კიდევ გამოვიყენებთ კ. ბაბენკოს [6] ხსენებულ თეორემას, ადვილად დავრწმუნდებით, რომ

$$\iint_{R_0} |\bar{f}(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy \equiv C_p, \alpha, \beta \iint_{R_0} |f(x, y)|^p \omega(x, y) dx dy.$$

ანალოგიურად ვაჩვენებთ, რომ თეორემა 4 სამართლიანია მაშინაც, როცა $\omega(x, y) = |x|^\alpha |y|^\beta$, $-1 < \alpha, \beta < p-1$, $p > 1$.

ადვილი შესამჩნევია, რომ, თუ $-1 < \alpha, \beta < 1$, მაშინ თეორემა 3-ს პირობები დატოვია. თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ სამართლიანია უტოლობა

$$\frac{1}{2} (a^k + b^k) < (a + b)^k < 2^k (a^k + b^k) \quad a, b, k > 0, \quad (3.5)$$

მაშინ ადვილად მტკიცდება

თეორემა 5. თუ $f(x, y)$ ფუნქცია 2π -პერიოდულია ცალ-ცალკე x და y ცვლადების მიმართ და $f(x, y) \in L^p \omega(R_0)$, სადაც $\omega(x, y) = (|x| + |y|)^\alpha$, $0 < \alpha < p-1$, მაშინ თითქმის ყველგან არსებობს $\bar{f}(x, y)$ და ადვილი აქვს (3.1) უტოლობას.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.2.1959)

დამოუკიდებელი ლიტერატურა

1. A. Zygmund. On singular integrals. Rendiconti di Matematica e delle sue applicazioni, volume XVI, fascicolo 2-4, 1957.
2. K. Sokol-Sokolowski. On trigonometric series conjugate to Fourier series of two variables. Fundamenta Mathematicae, Tom XXXIV, 1947.
3. L. Cesari. Sulle serie di Fourier della funzioni lipschitziane di più variabili Annali della R. Scuola normale Superiore di Pisa. (2) 7, 1938.
4. A. Kolmogoroff. Sur les fonctions harmoniques conjuguées et les séries de Fourier, F. M. 7, 1925.
5. В. Ф. Гапошкин. Одно обобщение теоремы М. Рисса о сопряжённых функциях. Мат. сб. 46 (88):3, 1958.
6. К. И. Бабенко. О сопряжённых функциях, ДАН СССР, т. LXII, № 2, 1948.

მათემატიკა

დ. პროცინკო

სტილტიეს-ბერკილის ინტეგრალის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. კუპრაძემ 27.2.1959)

შრომაში [1] შეისწავლება

$$\int_{(D)} f(x) u(x) dx$$

სახის ინტეგრალი, რომელიც განისაზღვრება როგორც

$$\sum_{i=1}^n f(\xi_i) u(\omega_i) \omega_i$$

ჯამის ზღვარი, სადაც ω_i წარმოადგენს R_n -სივრცის არის ზომას (აქ არედ წოდებულია $(E + E')$ სახის სიმრავლე, თუ E ღია სიმრავლეა, ხოლო E' არის მისი ისეთი ზღვრული წერტილების ერთობლიობა, რომლებიც არ შედიან E -ს შიგნით და E' -ის ქორდანის ზომა ნულის ტოლია) ([1], 4; [2], 276).

აღნიშნულ შრომაში განიხილება ის შემთხვევები, როდესაც $u(x) \cdot \omega$ წარმოადგენს არის ადიტიურ ფუნქციას, შეისწავლება ინტეგრალურ განტოლებათა თეორია ასეთი ინტეგრალებით და ეს თეორია გამოიყენება მათემატიკური ფიზიკის სხვადასხვა ამოცანებში.

შრომაში [3] განიხილება ინტეგრალი

$$\int_D \psi(\rho) \varphi(\omega) \mu(d\omega)$$

როგორც

$$\sum_{k=1}^n \psi(\rho_k) \varphi(\omega_k) \mu(\omega_k)$$

ჯამის ზღვარი. ნახვენებია, რომ, თუ $\psi(\rho)$ ფუნქცია ინტეგრებადია $\mu(\omega)$ ფუნქციით ($\mu(\omega)$ არის დადებითი, ადიტიური და აბსოლუტურად უწყვეტი), ხოლო $\varphi(\omega)$ შემოსაზღვრულია და $\varphi(\omega) \mu(\omega)$ ნახევრად ადიტიურია შემოდან, ნაშინ არსებობს ინტეგრალი

$$\int_D \psi(\rho) \varphi(\omega) \mu(d\omega).$$

წინამდებარე შრომაში განხილულია სტილტიესის ტიპის ინტეგრალი ნებისმიერი არაადიტიური მაინტეგრებელი ფუნქციით. შესწავლილია ამ ინტეგრალის ძირითადი თვისებები და მიღებულია რიგი შედეგები ინტეგრალის არსებობისა და ინტეგრალის ნიშნის ქვეშ ზღვარზე გადასვლის შესახებ.

აქ ჩვენ ვსარგებლობთ [4] შრომაში შემოღებული აღნიშვნებითა და ტერმინებით.

1. სტილტიეს-ბერკილის ინტეგრალი. ვთქვათ, E სიმრავლეზე განსაზღვრულია წერტილის $f(x)$ ფუნქცია, ხოლო $\mu(e)$ ($e \in \mathfrak{M}$) სიმრავლის რაიმე ფუნქციაა. განვიხილოთ E სიმრავლის ნებისმიერი λ -დანაწილება და შევადგინოთ ჯამი

$$\sigma_\lambda = \sum_{k=1}^n f(x_k) \mu(e_k), \quad x_k \in e_k.$$

განსაზღვრება. ვიტყვი, რომ σ_λ მიისწრაფვის I რიცხვისაკენ, როცა $\lambda \rightarrow 0$ ($\lim_{\lambda \rightarrow 0} \sigma_\lambda = I$), თუ ნებისმიერი $\varepsilon > 0$ რიცხვისათვის არსებობს ისეთ $\delta > 0$

რიცხვი რომ, როცა $\lambda < \delta$, ადგილი აქვს უტოლობას

$$|\sigma_\lambda - I| < \varepsilon,$$

როგორც არ უნდა იყოს E სიმრავლის (e_1, e_2, \dots, e_n) λ -დანაწილება და $x_k \in e_k$ ($k=1, 2, \dots, n$) წერტილები.

ასეთ შემთხვევაში $f(x)$ ფუნქციას ვუწოდოთ ინტეგრებადი $\mu(e)$ ფუნქციით E სიმრავლეზე სტილტიეს-ბერკილის აზრით, ხოლო I რიცხვს $f(x)$ ფუნქციის ინტეგრალი $\mu(e)$ ფუნქციით და იგი აღვნიშნოთ

$$\int_E f(x) \mu(e)$$

სიმბოლოთი.

ვთქვათ, ახლა $f(x)$ შემოსაზღვრულია, ხოლო $\mu(e)$ δ -არაუარყოფითია, აღვნიშნოთ

$$m_k = \inf_{x \in e_k} \{f(x)\}, \quad M_k = \sup_{x \in e_k} \{f(x)\}.$$

შევადგინოთ

$$\underline{S}_\lambda = \sum_{k=1}^n m_k \mu(e_k), \quad \bar{S}_\lambda = \sum_{k=1}^n M_k \mu(e_k).$$

ჯამები. ცხადია, როცა $\lambda < \delta$, მაშინ

$$\underline{S}_\lambda \equiv \sigma_\lambda \equiv \bar{S}_\lambda.$$

ადგილი საჩვენებელია, რომ $f(x)$ ფუნქციის $\mu(e)$ ფუნქციით ინტეგრებადობისათვის აუცილებელია, რომ

$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} (\bar{S}_\lambda - \underline{S}_\lambda) = 0, \quad (1)$$

ხოლო, თუ არსებობს $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \underline{S}_\lambda$ ან $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \bar{S}_\lambda$, მაშინ (1) ტოლობა საკმარისიცაა.

შენიშვნა. $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \underline{S}_\lambda$ ან $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \bar{S}_\lambda$ ზღვრების არსებობის მოთხოვნა თეორემის პირობის საკმარისობის დადგენისას არსებითია, როგორც ამას შემდეგი მაგალითი გვიჩვენებს.

ვთქვათ, $\mu(e)$ არ არის ბერკილის აზრით ინტეგრებადი E სიმრავლეზე, ხოლო $f(x) \equiv 1$. მაშინ $\lim_{\lambda \rightarrow 0} (\bar{S}_\lambda - \underline{S}_\lambda) = 0$, მაგრამ $\int_E f(x) \mu(e)$ ინტეგრალი არ არსებობს.

რადგანაც ნებისმიერი შემოსაზღვრული $f(x)$ ფუნქცია ინტეგრებადია ნებისმიერი ნულის ეკვივალენტური ფუნქციით და ინტეგრალი ასეთ შემთხ-

ვევაში ნულის ტოლია, ამიტომ [4]-ის 2,3-ის გამოყენებით ადვილად მტკიცდება შემდეგი ორი დებულება:

თუ $\mu(\epsilon)$ ინტეგრებადია ბერკილის აზრით, ხოლო შემოსაზღვრული $f(x)$ ფუნქცია ინტეგრებადია $\mu(\epsilon)$ ფუნქციით, მაშინ

$$\int_E f(x) \mu(\epsilon) = \int_E f(x) A(\epsilon),$$

სადაც

$$A(\epsilon) = \int \mu.$$

1.1. თუ $f(x)$ ფუნქცია შემოსაზღვრულია E სიმრავლეზე, ხოლო $\mu(\epsilon)$ ფუნქცია δ -არაუარყოფითი და $[B]$ კლასისა, მაშინ $f(x)$ ფუნქციის $\mu(\epsilon)$ ფუნქციით ინტეგრებადობისათვის აუცილებელია და საკმარისი, რომ

$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} (\bar{S}_\lambda - \underline{S}_\lambda) = 0.$$

ახლა მოვიყვანოთ მაგალითი ისეთი $f(x)$ და $\mu(\epsilon)$ ფუნქციებისა, რომელთათვისაც $\int_E f(x) \mu(\epsilon)$ ინტეგრალი არსებობს, მაგრამ $\mu(\epsilon)$ არ არის $[B]$ კლასის.

ამ გარემოებას შეიძლება ადვილი ჰქონდეს მაშინაც კი, როცა $f(x) \neq 0$ ყველგან E სიმრავლეზე. მართლაც, ვთქვათ, $[0, 1]$ სეგმენტზე $f(x) = x$, ხოლო

$$\mu(\epsilon) = \begin{cases} 1, & \text{თუ } \epsilon = \left[0, \frac{1}{n}\right] \\ |\epsilon|, & \text{თუ } \epsilon \neq \left[0, \frac{1}{n}\right] \end{cases}$$

ადვილი შესამჩნევია, რომ $\mu(\epsilon)$ არ არის $[B]$ კლასის, ხოლო ინტეგრალი

$\int_0^1 f(x) \mu(\epsilon)$ არსებობს და

$$\int_0^1 f(x) \mu(\epsilon) = \int_0^1 x dx.$$

ცხადია, $f(x)$ ფუნქციის $\mu(\epsilon)$ ფუნქციით ინტეგრებადობისათვის აუცილებელია და საკმარისი, რომ ნებისმიერი $\epsilon > 0$ რიცხვისათვის არსებობდეს ისეთი $\delta > 0$ რიცხვი, რომ, როცა $\lambda_1 < \delta$ და $\lambda_2 < \delta$ ადვილი ჰქონდეს უტოლობას

$$|\sigma_{\lambda_1} - \sigma_{\lambda_2}| < \epsilon;$$

აქედან

$$|\sigma_{\lambda_1} - \sigma_{\lambda_2}| \equiv |\sigma_{\lambda_1} - \sigma_{\lambda_1 \lambda_2}| + |\sigma_{\lambda_1 \lambda_2} - \sigma_{\lambda_2}|^{\text{I}}$$

უტოლობის ძალით გამომდინარეობს

1.2. $f(x)$ ფუნქციის $\mu(\epsilon)$ ფუნქციით ინტეგრებადობისათვის აუცილებელია და საკმარისი, რომ ნებისმიერი $\epsilon > 0$ რი-

^I $\sigma_{\lambda_1 \lambda_2}$ -ით აღნიშნულია λ_1 და λ_2 დანაწილებათა გაერთიანებით მიღებული დანაწილების შესაბამისი σ ჯამი.

ცხვისათვის არსებობდეს ისეთი $\delta > 0$ რიცხვი, რომ, როცა $\lambda < \delta$, ადგილი ჰქონდეს უტოლობას

$$\left| \sum_k f(x_k) \mu(e_k) - \sum_k \sum_i f(x_{ki}) \mu(e_{ki}) \right| < \varepsilon$$

ნებისმიერი $x_k \in e_k$, $x_{ki} \in e_{ki}$ -ისა და $e_k = \cup e_{ki}$ -თვის.

ახლა დავამტკიცოთ თეორემა, რომელიც წარმოადგენს სტილტესის ინტეგრალის არსებობის შესახებ კლასიკური თეორემის განზოგადებას.

1.3. თუ $f(x)$ ფუნქცია უწყვეტია E სიმრავლეზე, ხოლო $\mu(e)$ ბერკილის აზრით ინტეგრებადია და ეკუთვნის $[VBG]$ კლასს, მაშინ არსებობს ინტეგრალი

$$\int_E f(x) \mu(e).$$

დაბტკიცება. გვაქვს ტოლობა

$$\begin{aligned} & \sum_k f(x_k) \mu(e_k) - \sum_k \sum_i f(x_{ki}) \mu(e_{ki}) = \\ &= \sum_k f(x_k) \mu(e_k) - \sum_k \sum_i f(x_k) \mu(e_i) + \sum_k \sum_i f(x_k) \mu(e_{ki}) - \\ & \quad - \sum_k \sum_i f(x_{ki}) \mu(e_{ki}) = \sum_k f(x_k) [\mu(e_k) - \sum_i \mu(e_{ki})] + \\ & \quad + \sum_k \sum_i [f(x_k) - f(x_{ki})] \mu(e_{ki}), \end{aligned}$$

საიდანაც 1.2-ის ძალით ადვილად ვრწმუნდებით თეორემის სამართლიანობაში.

სამართლიანი

1.4. ვთქვათ, შემოსახვრული $f(x)$ ფუნქცია ინტეგრებადია მარაუარყოფითი $\mu(e)$ ფუნქციით. თუ $\varphi(e)$ ფუნქცია $[BG]$ კლასისაა, ხოლო $\varphi(e) \mu(e)$ ნამრავლი $[B]$ კლასისა, მაშინ არსებობს ინტეგრალი

$$\int_E f(x) \varphi(e) \mu(e).$$

წინა მაგალითი გვიჩვენებს, რომ

$$\int_E f(x) \varphi(e) \mu(e)$$

ინტეგრალის არსებობისათვის $\varphi(e) \mu(e)$ ნამრავლის ბერკილის აზრით ინტეგრებადობა არ არის აუცილებელი. ახლა ვაჩვენოთ, რომ $\varphi(e) \in [BG]$ პირობაც არაა აუცილებელი. მართლაც, ვთქვათ,

$$\varphi(e) = \begin{cases} n, & \text{თუ } e = \left[0, \frac{1}{n} \right] \\ 1, & \text{თუ } e \neq \left[0, \frac{1}{n} \right] \end{cases}$$

ცხადია, $\varphi(\epsilon)$ არაა $[BG]$ კლასის, მაგრამ ინტეგრალი $\int_0^1 x \varphi(\epsilon) dx$ არსებობს და

$$\int_0^1 x \varphi(\epsilon) dx = \int_0^1 x dx.$$

აღვილი მისახვედრია, რომ, თუ $f(x)$ ფუნქცია ინტეგრებადია E სიმრავლეზე რაიმე $\mu(\epsilon)$ ფუნქციით, მაშინ იგი ინტეგრებადია $\mu(\epsilon)$ ფუნქციის ეკვივალენტური ყოველი $\mu_1(\epsilon)$ ფუნქციითაც და

$$\int_E f(x) \mu(\epsilon) = \int_E f(x) \mu_1(\epsilon).$$

1.1-ის გამოყენებით ადვილად დავამტკიცებთ, რომ, თუ $\mu_1(\epsilon) \equiv \mu_2(\epsilon)$ ($\epsilon \in \mathbb{M}$) ბერკელის აზრით ინტეგრებადი დადებითი ფუნქციებია, მაშინ $\int_E f(x) \mu_2(\epsilon)$ ინტეგრალის არსებობიდან გამომდინარეობს $\int_E f(x) \mu_1(\epsilon)$ ინტეგრალის არსებობაც.

აქედან, რადგანაც $\mu_1(\epsilon)$ ეკვივალენტურია $\int \mu_1$ და $\mu_2(\epsilon)$ ეკვივალენტურია $\int \mu_2$, გამომდინარეობს, რომ, თუ $\mu_1(\epsilon)$ და $\mu_2(\epsilon)$ ბერკელის აზრით ინტეგრებადი დადებითი ფუნქციებია და $\int \mu_1 \equiv \int \mu_2$ ნებისმიერი $\epsilon \in \mathbb{M}$ -თვის, მაშინ $\int_E f(x) \mu_2(\epsilon)$ ინტეგრალის არსებობა იწვევს $\int_E f(x) \mu_1(\epsilon)$ ინტეგრალის არსებობას.

ვიგულისხმობთ ახლა, რომ $\mu(\epsilon)$ ფუნქცია განსაზღვრულია მხოლოდ \mathbb{M} კლასზე.

1.5. თუ $f(x)$ ფუნქცია შემოსაზღვრულია E სიმრავლეზე, ხოლო $\mu(\epsilon)$ არის დადებითი, ადიტიური და უწყვეტი, მაშინ არსებობს ზღვრები $\lim_{\lambda \rightarrow 0} S_\lambda^-$ და $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \bar{S}_\lambda$ და ადგილი აქვს ტოლობებს

$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} S_\lambda = \sup \{ S_\lambda \}, \quad \lim_{\lambda \rightarrow 0} \bar{S}_\lambda = \inf \{ \bar{S}_\lambda \}.$$

ეს თეორემა, რომელიც დარბუს კლასიკური თეორემის ანალოგია, მტკიცდება ისევე, როგორც [4]-ის 2.7.

1.5-დან [4] შრომის 2.1-ისა და 2.3-ის ძალიან გამომდინარეობს

1.6. თუ $f(x)$ ფუნქცია შემოსაზღვრულია E სიმრავლეზე, ხოლო $\mu(\epsilon)$ არის ბერკელის აზრით ინტეგრებადი, დადებითი, უწყვეტი ფუნქცია, მაშინ არსებობს ზღვრები $\lim_{\lambda \rightarrow 0} S_\lambda^-$ და $\lim_{\lambda \rightarrow 0} \bar{S}_\lambda$ და ადგილი აქვს ტოლობებს

$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} S_\lambda = \sup \left\{ \sum_{k=1}^n m_k A(\epsilon_k) \right\}, \quad \lim_{\lambda \rightarrow 0} \bar{S}_\lambda = \inf \left\{ \sum_{k=1}^n M_k A(\epsilon_k) \right\},$$

სადაც

$$A(\epsilon) = \int_E \mu.$$

1.5-დან [4] შრომის 1.2-ის, 5.1-ისა და 2.3-ის ძალით გამომდინარეობს, რომ, თუ $f(x)$ შემოსახვრულია E სიმრავლეზე, ხოლო $\mu(\epsilon)$ არის ბერკილის აზრით ინტეგრებადი, უწყვეტი ფუნქცია, მაშინ არსებობს ზღვრები

$$\lim_{\lambda \rightarrow 0} S_\lambda \text{ და } \lim_{\lambda \rightarrow 0} \bar{S}_\lambda.$$

1.6-დან, 1.1-ისა და 1.4-ის თანახმად, ვღებულობთ

$$\int_E f(x) \varphi(\epsilon) \mu(\epsilon)$$

ინტეგრალის არსებობის სხვადასხვა კონკრეტულ პირობებს.

2. ინტეგრალის ძირითადი თვისებები. ცხადია, სტილტიეს-ბერკილის ინტეგრალს გააჩნია ყველა ქვემოთ ჩამოთვლილი თვისება:

თუ $f(x)$ ინტეგრებადია $\mu(\epsilon)$ ფუნქციით E სიმრავლეზე, მაშინ იგი ინტეგრებადია ამავე ფუნქციით ყოველ $E' \subset E$ ქვესიმრავლეზე.

ინტეგრალი წარმოადგენს სიმრავლის ადიტიურ ფუნქციას.

თუ $f_1(x), f_2(x), \dots, f_n(x)$ ფუნქციები ინტეგრებადია $\mu(\epsilon)$ ფუნქციით E სიმრავლეზე, მაშინ მათი წრფივი კომბინაცია აგრეთვე ინტეგრებადია $\mu(\epsilon)$ ფუნქციით და

$$\int_E (c_1 f_1 + c_2 f_2 + \dots + c_n f_n) \mu = c_1 \int_E f_1 \mu + c_2 \int_E f_2 \mu + \dots + c_n \int_E f_n \mu.$$

ასევე, თუ $f(x)$ ფუნქცია ინტეგრებადია $\mu_1(\epsilon), \mu_2(\epsilon), \dots, \mu_n(\epsilon)$ ფუნქციებით, მაშინ იგი ინტეგრებადია მათი წრფივი კომბინაციითაც და

$$\int_E f (c_1 \mu_1 + c_2 \mu_2 + \dots + c_n \mu_n) = c_1 \int_E f \mu_1 + c_2 \int_E f \mu_2 + \dots + c_n \int_E f \mu_n.$$

თუ $\mu(\epsilon)$ არის $[VBG]$ კლასის, მაშინ ადგილი აქვს უტოლობას

$$\left| \int_E f(x) \mu(\epsilon) \right| \leq N \int_E |\mu|, \text{ სადაც } N = \sup \{ |f(x)| \}.$$

თუ $\mu(\epsilon) \geq 0$ და ბერკილის აზრით ინტეგრებადია, მაშინ სამართლიანია საშუალო მნიშვნელობის შემდეგი თეორემა

$$\int_E f(x) \mu(\epsilon) = k \int_E \mu,$$

სადაც $m \leq k \leq M$, $m = \inf \{ f(x) \}$, $M = \sup \{ f(x) \}$.

თუ $f(x)$ და $\psi(x)$ ფუნქციები ინტეგრებადია $[B]$ კლასის ნ-არაუარყოფითი $\mu(\epsilon)$ ფუნქციით, მაშინ არსებობს ინტეგრალი

$$\int_E \psi(x) u(\epsilon) \mu(\epsilon),$$

სადაც

$$\mu(\epsilon) = \frac{1}{\int_E \mu} \int_E f(x) \mu(\epsilon)^{(\epsilon)}$$

და ადგილი აქვს ტოლობას

$$\int_E \psi(x) \mu(\epsilon) \mu(\epsilon) = \int_E \psi(x) f(x) \mu(\epsilon).$$

3. ზღვარზე გადასვლა ინტეგრალის ნიშნის ქვეშ. ცხადია, რომ, თუ $\mu(\epsilon)$ ფუნქციით ინტეგრირებად ფუნქციითაა $\{f_n(x)\}$ მიმდევრობა თანაბრად კრებადია E სიმრავლეზე $f(x)$ ფუნქციისაკენ, ხოლო $\mu(\epsilon) [B]$ კლასის n -არა-უარყოფითი ფუნქციაა, მაშინ

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_E f_n(x) \mu(\epsilon) = \int_E f(x) \mu(\epsilon).$$

3.1. თუ $f(x)$ ფუნქცია უწყვეტია E სიმრავლეზე, ხოლო დადებით, ქვემოდან ნახევრად ადიტიურ, $[B]$ კლასის ფუნქციითაა $\{\mu_n(\epsilon)\}$ მიმდევრობა კრებადია $[B]$ კლასის $\mu(\epsilon)$ ფუნქციისაკენ, მაშინ

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_E f(x) \mu_n(\epsilon) = \int_E f(x) \mu(\epsilon).$$

დამტკიცება. ცხადია, $\mu(\epsilon)$ ნახევრად ადიტიურია ქვემოდან. 1.1-ის თანახმად, არსებობს $\int_E f(x) \mu(\epsilon)$ და $\int_E f(x) \mu_n(\epsilon) (n=1, 2, \dots)$ ინტეგრალები.

E სიმრავლის ნებისმიერი დანაწილებისათვის გვაქვს

$$\begin{aligned} \int_E f(x) \mu(\epsilon) - \sigma &= \sum_{k=1}^n \int_{e_k} f(x) \mu(\epsilon) - \sum_{k=1}^n f(x_k) \mu(\epsilon_k) \equiv \\ &\equiv \sum_{k=1}^n M_k \mu(\epsilon_k) - \sum_{k=1}^n m_k \mu(\epsilon_k) = \sum_{k=1}^n (M_k - m_k) \mu(\epsilon_k). \end{aligned}$$

აქედან $f(x)$ ფუნქციის უწყვეტობის ძალით ვღებულობთ

$$\left| \int_E f(x) \mu(\epsilon) - \sigma \right| < \epsilon \mu(E) \equiv \epsilon k.$$

ანალოგიურად

$$\left| \int_E f(x) \mu_n(\epsilon) - \sigma_n \right| \equiv \epsilon k,$$

სადაც $\mu_n(E) \equiv k (n=1, 2, \dots)$.

(¹ თუ $\int_E \mu = 0$, მაშინ $\mu(\epsilon)$ ფუნქციის მნიშვნელობად ასეთ ϵ სიმრავლეზე ვღებულობთ

ნებისმიერ ρ რიცხვს, რომელიც აკმაყოფილებს $m' \leq \rho \leq M'$ უტოლობას, სადაც m' და M' $f(x)$ ფუნქციის ზუსტი ქვედა და ზედა საზღვარია ϵ სიმრავლეზე.

მაგრამ

$$\left| \int_E f(x) \mu_n(e) - \int_E f(x) \mu(e) \right| \equiv \left| \int_E f(x) \mu_n(e) - \sigma_n \right| + |\sigma_n - \sigma| + \left| \sigma - \int_E f(x) \mu(e) \right|.$$

ამასთან, E სიმრავლის ფიქსირებული დანაწილებისათვის, როცა $n \equiv N$, გვაქვს $|\sigma_n - \sigma| < \varepsilon$, ამიტომ, თუ $n > N$,

$$\left| \int_E f(x) \mu_n(e) - \int_E f(x) \mu(e) \right| < \varepsilon(2k+1),$$

რითაც თეორემა დამტკიცებულია.

3.2. ვთქვათ, $f(x)$ ფუნქცია უწყვეტია E სიმრავლეზე, ხოლო ზემოდან (ქვემოდან) ნახევრად აღიტიურ, სასრული ვარიაციის მქონე, $[B]$ კლასის $\{\mu_n(e)\}$ ფუნქციითა მიმდევრობა კრებადია $[B]$ კლასის $\mu(e)$ ფუნქციისაკენ; თუ $V(\mu; e)$ და $V(\mu_n; e)$ ($n=1, 2, \dots$) $[B]$ კლასისა და $V(\mu_n; e)$ კრებადია $V(\mu; e)$ -კენ, მაშინ

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_E f(x) \mu_n(e) = \int_E f(x) \mu(e).$$

ამ დებულების დამტკიცება [4]-ის 1.1-ის ძალით მიიყვანება 3.1-ზე. შემოვისაზღვროთ ახლა სიმრავლეთა \mathfrak{M} კლასით. მაშინ სამართლიანია 3.3. ვთქვათ, $f(x)$ ფუნქცია უწყვეტია E სიმრავლეზე, ხოლო ზემოდან (ქვემოდან) ნახევრად აღიტიურ, უწყვეტ ფუნქციითა $\{\mu_n(e)\}$ მიმდევრობა თანაბრად კრებადია $\mu(e)$ ფუნქციისაკენ. თუ $V(\mu_n; e)$ აგრეთვე თანაბრად კრებადია $V(\mu; e)$ -კენ, მაშინ

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \int_E f(x) \mu_n(e) = \int_E f(x) \mu(e).$$

ამ თეორემის დამტკიცება [4]-ის 2.6-ისა და 2.7-ის ძალით მიიყვანება 3.2-ზე.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გამოთვლითი ცენტრი

თბილისი

(რედაქციის მოუვიდა 27.2.1959)

დამოწმებული ლირეაბაზრა

1. N. G u n t e r. Sur les intégrales de Stieltjes et leurs applications aux problèmes de la physique mathématique, Труды физико-математического института им. В. А. Стеклова, т. 1, 1932.
2. Н. М. Г ю т е р. Интегралы Стильеса в математической физике и в теории интегральных уравнений, Труды второго всесоюзного математического съезда, Ленинград, т. 1, 1934, стр. 271—317.
3. Г. П. Х а х у б и я. Об одном обобщении интеграла Стильеса-Гюнтера. Труды Груз. полт. инст. им. С. М. Кирова, № 2 (37), 1955, стр. 57—78.
4. Д. Ф. П р о ц е н к о. Об интеграле Бёркиля. Сообщения АН ГССР, т. XXIV, № 1, 1960.



0. გვერდუთაძე, ი. ნიკოლაიძე, ე. ოზიანიანი, მ. ვლასენკო და რ. ტიშინაძე

მაღალი კონცენტრაციის N¹⁵-ის მიღება

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა გ. ციციშვილმა 31.12.1959)

როგორც ცნობილია, აზოტს აქვს ორი სტაბილური იზოტოპი მასური რიცხვებით 14 და 15. N¹⁴-ის კონცენტრაცია ბუნებრივ ნარევეში 99,635%, N¹⁵-ისა კი — 0,365%.

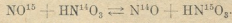
აზოტის მძიმე იზოტოპი ფართოდ გამოიყენება ფიზიკურ-ქიმიური და ბიოლოგიური კვლევებისათვის, როგორც ნიშანდებელი ატომი. N¹⁵-მა შეიძლება აგრეთვე გამოიყენება პოვოს ატომგულურ ენერგეტიკაში სითბური ნეიტრონების შთანთქმის მცირე კვეთის გამო.

დღეისათვის შესწავლილია აზოტის იზოტოპების გაყოფის რამდენიმე პროცესი, მათ შორის ცნობილია: იზოტოპური გაცვლა სისტემაში NH₃+NH₄⁺[1-4], N₂-ის თერმოდისოციაცია [5], NO-ს დაბალი ტემპერატურული დესტილაცია [6] და სხვა.

მაღალი კონცენტრაციის N¹⁵-ის მისაღებად ჩვენ გამოვიყენეთ იზოტოპური გაცვლის პროცესი სისტემაში NO—HNO₃. ეს მეთოდი პირველად გამოყენებული იყო 1955 წ. შპინდელისა და ტეილორის მიერ [7, 8].

მ ე თ ო დ ი

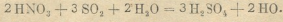
გაცვლის რეაქცია NO-სა და HNO₃-ის შორის, რომლის შედეგადაც N¹⁵ გროვდება თხევად ფაზაში, შეიძლება დაიწეროს შემდეგი სახით:



ათი მოლარული აზოტის მქავისათვის 25°C-ზე აზოტის იზოტოპების გაყოფის კოეფიციენტი 1,05-ის ტოლია (გაყოფის კოეფიციენტი წარმოადგენს ფარდობას იზოტოპების წონასწორული კონცენტრაციისა აირად და თხევად ფაზებში).

N¹⁵-ის კონცენტრირებისათვის მცირე პირველადი ეფექტის გამრავლების მიზნით ჩვენ გამოვიყენეთ წყობიანი კოლონა. პროცესის პრინციპული სქემა წარმოდგენილია ნახ. 1-ზე.

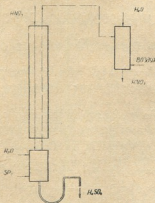
აზოტის მქავე შედის კოლონის (1) ზემო ნაწილში და მისი გავლის შემდეგ წვეთავს რეაქტორში (2). რეაქტორში HNO₃ რეაგირებს გოგირდოვან გაზთან (SO₂). რეაქცია მიმდინარეობს შემდეგი განტოლებით:



შემოთ მოყვანილი რეაქცია ეგზოთერმულია, რის შედეგადაც რეაქციის ზონაში აზოტის მქავე ნაწილობრივად იშლება და წარმოიქმნება NO, NO₂-ის პარციალური წნევის წონასწორული პირობების შესაბამისად შემცირების მიზნით, რეაქტორის ზემო ნაწილში ვაწოდებთ წყალს (~25% მქავის ნაკადის რაოდენობიდან) რეაქტორში წარმოქმნილი აზოტის უანგეულების ნარევი შედის

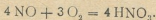
კოლონაში და გამოიყოფა მისი ზემო ნაწილიდან. ასეთი სქემით ხორციელდება აზოტის მქაფისა და მისი ქანგეულების (ძირითადად NO) ურთიერთსაწინააღმდეგო ნაქადი.

აზოტის მქაფასა და მის ქანგეულებს შორის იზოტოპური გაცვლის მეოხეზით აზოტის მძიმე იზოტოპი გროვდება აზოტის მქაფაში და გადაიტანება კოლონის ქვემო ნაწილში. რეაქტორში წარმოქმნილი გოგირდის მქაფა მილის (3) საშუალებით გამოდის რეაქტორიდან.



ნახ. 1

კოლონის ზემო ნაწილიდან გამომავალი აზოტის ქანგეულები ჰაერის ქანგბალით იქანგება NO₂-მდის. უკანასკნელის წყალში გახსნით წარმოიქმნება აზოტის მქაფა.



ამრიგად, შეიძლება აზოტის მქაფას მთლიანი რეგენერირება (მხოლოდ სდება მისი გაღარიბება N¹⁵-ით); SO₂ კი წარმოქმნის გოგირდის მქაფას. იმ შემთხვევაში, როდესაც ათი მოლარული აზოტის მქაფას ნაკადი უდრის 1 სმ³/წუთ., იხარება 1,4 კგ/დღ. ლ. SO₂ და ამავე დროში რეაქციის შედეგად წარმოიქმნება 3,3 კგ რვა მოლარული გოგირდის მქაფა.

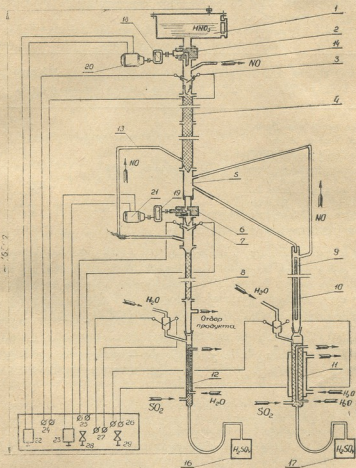
მაღალი კონცენტრაციის N¹⁵-ის მისაღები ქასკადი

მაღალი კონცენტრაციის N¹⁵-ის მისაღებად აგებულ იქნა ქასკადური დანადგარი⁽¹⁾, შემდგარი ორი კოლონისაგან. პირველი კოლონა მოთავსებულია მეორის ზევით ასეთი განლაგების დროს არაა საჭირო გადაქაჩავი ტუმბოების გამოყენება და ამავე დროს უზრუნველყოფილია ნაკადის საიქედო განაწილება კოლონებს შორის. ქასკადის სქემა მოცემულია ნახ. 2-ზე.

აზოტის მქაფა რეზერვუარიდან (1) მარეგულირებელი ონკანის (2) საშუალებით გადაეცემა წვეთების მთვლელს (3) და შედის პირველ კოლონაში (4). პირველი კოლონის გავლის შემდეგ ჩადის ნაკადთა განაწილებელში (5). გამანაწილებელიდან მქაფას ნაწილი მარეგულირებელი ონკანის (6) და წვეთების მთვლელის (7) გავლით მიემართება მეორე კოლონაში (8). მქაფას დანარჩენი

(¹ ი. გვერდწითელი, ი. ნიკოლაევი, ვ. ოზიაშვილი, ვ. კლასენკო, რ. ტიშჩენკო. დანადგარი მაღალი კონცენტრაციის N¹⁵-ის მისაღებად. ანგარიში, მარტი, 1959.

ნაწილი მიჰყვება ღეროს (9), მოთავსებულს მილში (10) და წვეთავს რეაქტორში (11), რომელიც კვებავს პირველ კოლონას. მეავე, შესული მეორე კოლონის ზემო ნაწილში, ვაივლის მას და წვეთავს რეაქტორში (12). აქ წარმოქმნილი ქანგეულების ნარევი მეორე კოლონის ვავლის შემდეგ შედის პირველი კოლო-



ნახ. 2

ნის ქვემო ნაწილში მილის (13) საშუალებით. მილის (14) საშუალებით ქანგე-
ულები კასკადიდან გამოიყოფა. ვოვირდის მეავე რეაქტორებიდან მიედინება
რეზერვუარებში (16, 17). გამდიდრებული პროდუქტის აღება ხდება მეორე კო-
ლონის ქვემო ნაწილიდან აზოტის ქანგეულების სახით.

კასკადის მართვა თავმოყრილია ერთ პულტზე. მეავეს ნაკადების რეგული-
რება (2) და (6) ონკანებით წარმოებს პულტიდან სელსინური მოტორების სა-
შუალებით (20, 21, 22, 23). წვეთების მთვლელები მუშაობენ ჯაჭვის მეკერის
პრინციპზე პლატინის ელექტროდებს შორის. წყლის ნაკადის გასაზომად ასე-
თივე მთვლელების გამოყენების მიზნით წყალი ოდნავ შემყავებულია აზოტის



მკვებით. წყლის ნაკადის მთვლელებიც განლაგებულია პულტზე (26, 27). გოგირდოვანი გაზის ნაკადის რეგულირება ხდება (28, 29) ონკანების საშუალებით. კოლონების ყველა ნაწილი და წყობური დამზადებულია უჟანგავი ფოლადისაგან (მარკა 1×18H9T). წყობური წარმოადგენს 1,2 მმ. დიამეტრიან რგოლებს, დამზადებულს 0,25 მმ დიამეტრის მავთულისაგან. შუასადებ მასალად გამოყენებულია ტეფლონი.

1 ცხრილში მოცემულია დანადგარის ძირითადი პარამეტრები.

ცხრილი 1

	პირველი კოლონა	მეორე კოლონა
კოლონის დიამეტრი მმ-ით	26	9
კოლონის სიგრძე სმ-ით	810	575
კოლონის დატვირთვა სმ ³ /წუთ.	15	1
N ¹⁵ -ის კონცენტრაცია, როდესაც პროდუქციის აღება უდრის $\frac{0,5 \text{ წ. ლ. NO}}{\text{დლ. ლ.}}$	8%	98,5%
თეორიული თეფშის ევკვივალენტური სიმაღლე სმ-ით	12,1	4,4
კასკადზე მიღებული გაყოფის კოეფიციენტი	17000	

ამჟამად მიმდინარეობს დანადგარის სრულყოფა მისი ეფექტურობის გაზრდისა და დანადგარის მთლიანი ავტომატური რეგულირების შექმნის მიზნით.

წყლისა და მკვების ნაკადების საზომი ელექტრონული ხელსაწყოები დამუშავებული და დამზადებულია საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის ელექტრონიკის, ავტომატიკისა და ტელემექანიკის ინსტიტუტში გ. მუსხელიშვილის ხელმძღვანელობით.

მადლობას ვუძღვნით ქ. ორჯონიკიძესა და ლ. ჩერნოვს — მასპეეტრო-მეტრული გაზომვებისათვის, ს. ვ. ბუბნოვს — დანადგარის კონსტრუირებისათვის, ა. ვასპაროვს და ვ. ვოენკოვს — კვარცის რეაქტორების დამზადებისათვის, ლ. ერმაკოვს — მუშაობაში სისტემატური დახმარებისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

ფიზიკურ-ტექნიკური

ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვია 12.12.1958)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. H. G. Thode, H. C. Urey. J. Chem. Phys., 34, № 7, 34, 1939.
2. С. И. Бабков, Н. М. Жаворонков. Химическая промышленность, № 7, 388, 1955.
3. Б. В. Оттесян, М. Э. Аэров. ЖФХ, 30, № 6, 1356, 1956.
4. A. Zeman, V. Čermák. Coll. Czechosl. Chem. Comm., 27, № 6, 1722, 1957.
5. K. Clusius. Helv. Chim. Acta, 33, 2134, 1950.
6. K. Clusius, K. Schleich. Helv. Chim. Acta, 42, 232, 1959.
7. W. Spindel, I. I. Tayler. J. Chem. Phys., 23, 981, 1955.
8. T. I. Tayler, W. Spindel. Proceedings of the International Symposium on Isotope Separation. Amsterdam, 158, 1958.



აკად. ვიქტ. სპიცინი და ე. ზაფელაშვილი

ბიროგირდის იზოტოპური მიმოცვლის შესწავლა ზოგიერთი ტუტამ ლითონის პიროსულფატების წარმოქმნისა და თერაპული დაშლის დროს

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა რ. ავლაძემ 3.4.1959)

ბიროგოგირდმჟევეასა და ბიროსულფატების აღნაკობის შესახებ ლიტერატურული მონაცემები ზედმიწევნით შეზღუდულია. უმეტესად გამოიყენება კოორდინაციული ფორმულა $H_2[S_2O_7]$ და $H_2[OSOSO_2]$, რომლის თანახმად

ბიროსულფატ-ანიონში ორივე გოგირდის ატომი ტოლფასი უნდა იყოს [1]. მეორე მხრივ, არსებობს აზრი იმის შესახებ, რომ ბიროგოგირდმჟევეას აქვს სტრუქტურა $H_2[SO_4 \cdot SO_3]$ ან $H_2[S(O_3)SO_3]$, სადაც გოგირდის ატომები სხვადასხვაგვარადაა დაკავშირებული [2,3].

ვიქტ. სპიცინმა და მ. მეეროვმა [4] გვიჩვენეს, რომ ბიროსულფატების ისეთი მნიშვნელოვანი თვისებები, როგორიცაა ქიმიური მდგრადობა, ლღობის ტემპერატურა, ჰიგროსკოპულობა და სხვა, ძლიერაა დამოკიდებული გარეთა სფეროს კათიონის ბუნებისაგან და საგრძნობლად იცვლება ლითიუმის ბიროსულფატიდან ცეზიუმის ბიროსულფატზე გადასვლასთან ერთად.

ბიროსულფატ-ანიონში შემავალი გოგირდის ატომების ტოლფასობისა და აგრეთვე მათი კავშირის სიმტკიცეზე გარეთა სფეროს კათიონის ბუნების გავლენის შესასწავლად ჩვენ მიერ გამოყენებული იყო იზოტოპური მიმოცვლის მეთოდი. ექსპერიმენტის მეთოდისა შემდეგში მდგომარეობდა: რადიაქტიური გოგირდის იზოტოპის მეშვეობით ხდებოდა ლითიუმის, ნატრიუმის და ცეზიუმის უწყლო სულფატების ნიშანდება. შემდეგ არაქტიური გოგირდის ანჰიდრიდთან ურთიერთქმედების გზით მათგან მიიღებოდა შესაბამისი ბიროსულფატები. უკანასკნელთა სწრაფი გახურებით ისინი კვლავ იშლებოდნენ და გადადიოდნენ სულფატებსა და გოგირდის ანჰიდრიდში. დაშლის პროდუქტების აქტივობის განმევა საშუალებას იძლეოდა გვეჩვენებოდა გოგირდის ატომების იზოტოპური მიმოცვლის ხარისხზე სხვადასხვა ბიროსულფატის სინთეზისა და დაშლის დროს.

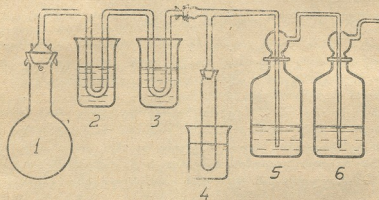
ერთი მხრივ შესაძლებელია წარმოგვედგინა, რომ SO_3 მოლეკულა, რომელიც უერთდება ნორმალურ სულფატს, შედის $S_2O_7^{2-}$ ანიონის შემადგენლობაში. თუ გოგირდის ორივე ატომი მასში ტოლფასია, მაშინ ბიროსულფატის თერაპული დაშლისას სულფატსა და გოგირდის ანჰიდრიდს შორის აქტივობა თანაბრად უნდა განაწილდეს, ხოლო, თუ გოგირდის ატომებს მდებარეობა მთლიანად ერთნაირი არ არის, უპირატესად ნორმალური სულფატის ნარ-

ჩენი უნდა იყოს გამდიდრებული რადიაქტიური იზოტოპით, ვიდრე პიროსულფატის დაშლით მიღებული გოგირდის ანჰიდრიდი.

პიროსულფატის სინთეზისათვის საჭირო გამოსავალ პროდუქტებს წარმოადგენდნენ ნორმალური სულფატები და გოგირდის ანჰიდრიდი. გასაყიდი ლითიუმისა და ნატრიუმის სულფატები იწმინდებოდა ვადაკრისტალებით და უწყლოვდებოდა 100—120° ტემპერატურაზე გახურებით. ცეზიუმის სულფატი მიიღებოდა ცეზიუმის ქლორიდზე კონცენტრირებული გოგირდმჟავის ჰარბი რაოდენობის მოქმედებით. მიღებული ცეზიუმის სულფატის ხსნარი ორთქლდებოდა HCl-ის მოსაცილებლად და მშრალი ნარჩენი ხურდებოდა 700° ტემპერატურაზე პლატინის ჯამში მუდმივ წონამდე.

ლითიუმის, ნატრიუმისა და ცეზიუმის სულფატების ანალიზი წარმოებდა ჩვეულებრივი მეთოდით, SO_3 რაოდენობის $BaSO_4$ -ის სახით განსაზღვრის გზით.

გოგირდის ანჰიდრიდი მზადდებოდა ოლეუმისაგან. SO_3 -ის გადაღენა ხორციელდებოდა ნახ. 1-ზე გამოსახულ ხელსაწყოში.



ნახ. 1

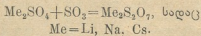
მრგვალიძირიანი კოლბა 1 ერთ მესამედამდე ივსებოდა ოლეუმით და ხურდებოდა ქვიშის აბაზანაში 130—150° ტემპერატურამდე. გოგირდის ანჰიდრიდი გადაღენისას დასაწყისში კონდენსირდებოდა U-ს მაგვარ მილში (2), რომელიც ცივდებოდა ცივი წყლით. ამ დროს, SO_3 რომ არ გადასულიყო U-მაგვარ მილში (3), უკანასკნელი თბებოდა წყლის აბაზანაში 60—70° ტემპერატურამდე. მაალი (2)-ის გოგირდის ანჰიდრიდით გაყვების შემდეგ ვაცივება წყდებოდა და იცვლებოდა წყლის აბაზანაში ვათბობით. ამასთან მილი (3) თავსდებოდა ცივი წყალში. ასეთი გზით ხორციელდებოდა გოგირდის ანჰიდრიდის განმეორებითი გადაღენა და გაწმენდა.

გოგირდით ნიშანდებული ნორმალური სულფატები მზადდებოდა მათ ხსნარში მაღალი აქტივობის მქონე ნატრიუმის სულფატის საჭირო რაოდენობის შეყვანით. მიღებული პრეპარატი შემდგომ ორთქლდებოდა და მყარი ნარჩენი ხურდებოდა. ამ უკანასკნელის ხვედრითი აქტივობა დაახლოვებით 0,036—0,15 მიკროკიური/გ შეადგენდა.

ლითიუმისა და ცეზიუმის სულფატებში სტაბილური ნატრიუმის სულფატის რაოდენობა, რომელიც მათში გადადიოდა რადიაქტიური ნაერთის ხსნარ-

დან, აღმატებოდა $3,9 \times 10^{-3}\%$, რასაც არ შეეძლო საგრძნობი გავლენა მოეხდინა მათ თვისებებზე.

ლითიუმის, ნატრიუმისა და ცეზიუმის პიროსულფატების სინთეზი ხორციელდებოდა ამ ელემენტების უწყლო S^{35} -ით ნიშანდებული სულფატებისა და არააქტიური გოგირდის ანზიდრიდის ურთიერთქმედების გზით. უკანასკნელი აიღებოდა 15-ჯერ უფრო ჭარბად, ვიდრე ამას მოითხოვს განაწილება.



აქტიური პიროსულფატების სინჯების მიღება პრაქტიკულად შემდეგნაირად წარმოებდა: კვარცის სინჯარაში 1 (ნახ. 1) თავსდებოდა აქტიური ნორმალური სულფატის წონაკი. გოგირდის ანზიდრიდი S -ს თავგარი მილიდან (3) გადაიდენებოდა $60-70^\circ$ ტემპერატურისას კვარცის სინჯარაში (4), რომელიც ცივდებოდა წყლით. სულფატის ყოველი წონაკი, რომელიც შეადგენდა $0,3-0,5$ გ, გადაიდენებოდა $1-1,5$ მლ SO_2 . ამის შემდეგ სინჯარა (4) იხსნებოდა, იხურებოდა მიღესილი საცობით, რომელიც მაგრდებოდა მავთულით და თავსდებოდა წინასწარ გახურებულ ელექტროლუმენში. რეაქცია ლითიუმის სულფატის შემთხვევაში მიმდინარეობდა 150° ტემპერატურაზე, ხოლო ნატრიუმისა და ცეზიუმისათვის 200° -ზე. გახურების დრო არ აღმატებოდა $10-15$ წუთს.

რეაქციის დამთავრების შემდეგ ჭარბი SO_3 -ია ოაოდეთია სინჯარიდან (4) გადაიდენებოდა წყლის აბაზანაში $60-70^\circ$ ტემპერატურაზე და შთანთქმებოდა (5) და (6) ჭურჭლებში $0,9$ ნორმალობის $NaOH$ -ის ხსნარით. მშრალი ნარჩენი სინჯართვე აიწონებოდა და წონის ნამატიტ განისაზღვრებოდა რეაქციის სისრულე. დამზადებული პიროსულფატები ამავე სინჯარაშივე განიცდიდა დაშლას 600° ტემპერატურაზე. გახურება წარმოებდა $2-3$ საათის განმავლობაში ელექტროლუმენში. პიროსულფატების დაშლისას გამოყენებული გოგირდის ანზიდრიდი შთანთქმებოდა $0,9$ ნორმალობის $NaOH$ -ის ხსნარით. გახურების შეწყვეტის შემდეგ იზომებოდა აქტივობა როგორც ტუტე მშთანთქმელის ხსნარისა, ისე ნორმალური სულფატის მშრალი ნარჩენისა. უკანასკნელი წინასწარ იხსნებოდა წყალში. ცდის შედეგები მოყვებილია 1, 2, და 3 ცხრილებში.

როგორც პირველი ცხრილიდან ჩანს, ლითიუმის პიროსულფატის შემთხვევაში გოგირდის სრული მიმოცვლა მიდის მყისიერად მარჯვს. მიღებისთანავე სწრაფი შეღობის მეთოდით აქტივობა თანაბრად ნაწილდება პიროსულფატის გოგირდის ყველა ატომს შორის.

მე-2 და მე-3 ცხრილები გვიჩვენებს, რომ ნატრიუმისა და ცეზიუმის პიროსულფატებში გოგირდის იზოტოპური მიმოცვლის პროცესი მარჯვს სწრაფი შეღობის მეთოდით მიღებისას არასრულად მიმდინარეობს. ამიტომ აღნიშნული პროცესი შეისწავლებოდა დროის მიხედვით. ნატრიუმისა და ცეზიუმის პიროსულფატები შედარებით ხანგრძლივად ხურდებოდა 400° ტემპერატურაზე, რომელიც მათი დაშლის ტემპერატურაზე უფრო დაბალია.

1 და 2 ცხრილების მონაცემების შედარება გვიჩვენებს, რომ დაშლების ერთსა და იმავე პირობებში ნატრიუმის პიროსულფატში, ლითიუმის პიროსულფატთან შედარებით, გოგირდის მიმოცვლა საგრძნობლად შენელებულია. ასე, მაგალითად: თუ გოგირდი 35-ის თანაბარი განაწილება ლითიუმის პიროსულფატში მაშინვე ხდება ნაერთის მიღებისას, ანალოგიური ტემპერატურისა და დროის პირობებში გოგირდის ატომები ნატრიუმის პიროსულფატში მიმოიცვლებიან მხოლოდ 60% -ით. ნატრიუმის პიროსულფატის გახურებას $1,5$ საათის

ვოციტდის იზოტოპური მიმოცემა ლითონის პიროსულფატში

1	2	კვების №№		პიროსულფატის 2000 ტონა- რატურაზე განეკუთვნის ფონი, საათი		მიღებული პრეპარატი Me ₂ O, O ₂				Me ₂ SO ₄ -ის წარჩინი პიროსულ- ფატის გაბურჯების შემდეგ			გადაფენილი		18	აქტივობის ბალანსის განსხვავ- ება ცვლებში		მიმოცე- მის ნა- რჩენი, %			
		3	4	5	6	წონათა სხვაობა		9	10	11	12	13	14	15		16	17	19	20	21	22
						ა	%														
1	0	0,3333	90355	0,5731	0,5757	0,0026	0,45	88990	1,50	0,3336	0,0007	0,21	43732	48,4	0,2405	39035	8276;	7588	8,4	96,8	
2	1,5	0,3545	99138	0,6113	0,6123	0,0010	0,10	67442	2,10	0,3534	0,0011	0,31	48575	48,8	0,2579	40358	88933	10605	10,6	87,5	
3	3	0,4323	135722	0,7448	0,7467	0,0019	0,25	134501	0,30	0,4311	0,0012	0,28	67725	49,9	0,3137	61075	12880	6922	5,1	99,8	

საშუალო | 98,1

ვოციტდის იზოტოპური მიმოცემა ნატრალის პიროსულფატში

1	0	0,3273	91783	0,5041	0,5102	0,0061	0,99	90875	0,9	0,3220	0,0007	0,2	61603	69,3	0,1766	23066	86671	5112	5,5	61,4
2	1,5	0,1625	24979	0,2515	0,2540	0,0025	0,98	24108	1,0	0,1610	0,0015	0,0	17485	70,0	0,0905	6938	24423	556	2,2	60,0
3	3	0,5024	67093	0,6950	0,7834	0,0904	11,5	62598	6,7	0,5018	0,0008	0,1	4153-	91,9	0,1935	15715	57245	9848	14,6	78,2
1	0	0,3784	45655	0,5324	0,5916	0,0592	10,0	44148	3,3	0,3792	0,0008	0,09	2721	60,5	0,1535	9729	37350	8305	18,1	79,0
2	1,5	0,5759	94389	0,7528	0,9004	0,1476	16,3	86188	8,7	0,5731	0,0008	0,1	45084	48,4	0,1777	30125	75809	18580	19,6	98,8
3	3	0,3784	34031	0,1939	0,6040	0,1101	18,2	30867	9,3	0,3859	0,0005	0,1	16811	49,1	0,2261	10710	27521	6510	19,1	98,2

ცხრილი 3

ვოციტდის იზოტოპური მიმოცემა ცხიფის პიროსულფატში

1	0	0,8208	33000	0,9911	1,0021	0,0110	1,11	31520	1,50	0,8200	0,0008	0,09	31510	97,5	0,1711	0	31700	800	2,5	0
2	1,5	0,7222	28500	0,8770	0,8818	0,0048	5,44	26050	1,58	0,7215	0,0007	0,10	27001	97,9	0,1555	0	27901	599	2,5	0
3	3	0,4781	18538	0,4865	0,5837	0,0972	16,61	18675	2,50	0,4754	0,0027	0,56	16784	90,5	0,0111	808	17592	975	5,3	19
1	0	0,5001	20022	0,5563	0,6166	0,1143	17,08	16622	1,99	0,4979	0,0011	0,62	18020	50,0	0,0093	1020	19040	972	4,9	20
2	1,5	0,7864	65921	0,7873	0,9602	0,1728	18,01	86648	8,10	0,7801	0,0003	0,80	32413	49,2	0,0072	28874	61347	4614	7,0	58,4
3	3	0,6001	58020	0,6009	0,7327	0,2318	17,49	53689	7,5	0,5965	0,0016	0,60	28720	49,5	0,0041	24619	53376	4641	8,0	95,0

საქართველოს ეკოლოგიური ცენტრი

განმავლობაში 400° ტემპერატურაზე მიეყვართ მიმოცვლის ხარისხის 75%-მდე გაზრდასთან. გოგირდის 100%-ით მიმოცვლას ადგილი აქვს მხოლოდ ტემპერატურის ამავე პირობებში, პრეპარატის 3 საათის განმავლობაში გახურების შემდეგ.

გოგირდის იზოტოპური მიმოცვლის შენელება პიროსულფატ-ანიონში განსაკუთრებით, მკაფიოდ ჩანს ცეზიუმის პიროსულფატის მაგალითიდან (ცხრილი 3). ამ შემთხვევაში სწრაფი შეღობისას მიმოცვლას საერთოდ არა აქვს ადგილი. პრეპარატის გახურება 3 საათის განმავლობაში 400° ტემპერატურაზე მიმოცვლას 18%-მდე ზრდის და სრულ მიმოცვლას მხოლოდ 18-საათიანი გახურების შემდეგ აღწევს.

ნიშანდებული ატომების საშუალებით აღმოჩენილი გოგირდ 35-ის შენელებული იზოტოპური მიმოცვლის ეფექტი ლითიუმის პიროსულფატიდან ცეზიუმის პიროსულფატზე გადასვლისას, მოწმობს გარე სფეროს კათიონის ბუნების საგრძნობ ველუნას გოგირდის ატომების ძვრადობაზე აღნიშნულ ნაერთებში. ეს ფაქტი ეთანხმება პიროსულფატების თერმული დაშლისას მიღებულ შედეგებს. ამგვარად, $S_2O_7^{2-}$ ანიონში გოგირდის ატომების ძვრადობა პიროსულფატის მდგრადობის გადიდების სიმბატურად ნელდება. რაც უფრო მეტია გარეთა სფეროს კათიონის რადიუსი, მით უფრო მეტია გოგირდის ატომების ძვრადობა და მით უფრო იოლად თანაბრდება მათი მდგომარეობა პიროსულფატ-ანიონში. სხვათადასა და რომ ვთქვათ, $[SO_4 \cdot SO_3]^{2-}$ სტრუქტურის ანიონი გარეთა მაპლარიზებული მოქმედების ზეგავლენის გამო უფრო ადვილად გადადის $[SO_3 \cdot O \cdot SO_3]$ სტრუქტურაში. ლითიუმიდან ცეზიუმზე გადასვლისას შექმნილი ენგბადის ატომის კონტრაპლარიზაციის შემცირება $S_2O_7^{2-}$ ანიონში, რომელშიც იგი ხიდის როლს თამაშობს, იწვევს გოგირდის ატომების ძვრადობის შემცირებას. ამიტომაც მიმოცვლა უფრო მეტად გაძნელებულია ყველაზე მდგომარეობაში — ცეზიუმის პიროსულფატში.

ჩვენ შევამოწმეთ აგრეთვე იზოტოპური მიმოცვლის შესაძლებლობა შესწავლილ ნორმალურ პიროსულფატებსა და გოგირდის ანჰიდრიდის შორის 70° და 100° ტემპერატურაზე, როდესაც შესაბამისი პიროსულფატები ჯერ კიდევ არ წარმოიქმნება. მიღებულმა შედეგებმა გვაჩვენა, რომ ასეთ სისტემაში იზოტოპური მიმოცვლის რეაქციას ადგილი არ აქვს მისი 24 საათის განმავლობაში გახურების შემთხვევაშიც კი. ამგვარად, სულფატებსა და გოგირდის ანჰიდრიდის შორის გოგირდის ატომების იზოტოპური მიმოცვლის პროცესის ჩატარების აუცილებელ პირობას პიროსულფატის წარმოქმნა წარმოადგენს.

დასკვნები

1. შესწავლილია ლითიუმის, ნატრიუმისა და ცეზიუმის პიროსულფატების წარმოქმნისა და მათი თერმული დაშლის პროცესებში გოგირდის იზოტოპური მიმოცვლა S^{32} -ის საშუალებით.

რეაქციის ერთსა და იმავე პირობებში ჩატარებისას (ნიშანდებული ნორმალური სულფატისა და არაქტიური გოგირდის ანჰიდრიდის სწრაფი გახურება და ცუდ არეში) ადგილი აქვს გოგირდის ატომების სწრაფ მიმოცვლას ლითიუმის პიროსულფატში და ნაწილობრივ მიმოცვლას ნატრიუმის პიროსულფატში (60%-ით), ხოლო ცეზიუმის პიროსულფატის შემთხვევაში იზოტოპური მიმოცვლა პრაქტიკულად არ წარმოებს.

2. ნატრიუმისა და ცეზიუმის პიროსულფატების გახურება 400° ტემპერატურაზე ზრდის გოგირდის იზოტოპურ მიმოცვლას. ნაჩვენებია, რომ ლითიუმის პიროსულფატში სრულ მიმოცვლას ადგილი აქვს 3 საათის განმავლობაში

გახურების შემდეგ და ცეზიუმის პიროსულფატის შემთხვევაში კი მხოლოდ 18 საათის ექსპოზიციის შემდეგ. აღნიშნულ ნაერთებში გოგირდის იზოტოპური მიმოცვლის მიმდინარეობა განხილულია პიროსულფატ-ანიონის გარეთა სფეროს კათიონის მაპოლარიზებული მოქმედების თვალსაზრისით.

3. პიროსულფატების წარმოქმნის ტემპერატურაზე უფრო ქვევით (70° და 100°) ლითიუმისა და ნატრიუმის ნორმალური სულფატები არ შედიან იზოტოპურ მიმოცვლაში გოგირდის ანპიდრიდთან.

სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემია
 ფიზიკური ქიმიის ინსტიტუტი
 მოსკოვი

(რედაქციას მოუვიდა 3.4.1959)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. A. Вернер. Новые воззрения в области неорганической химии, 1936.
2. J. Meyer. V. Stateizny Z. anorg. chem., 122, 1, 1922.
3. T. Lowry. Nature, 121, 537, 1928.
4. Викт. И. Спицын, М. А. Мееров. ЖОХ, 6, 905, 1952.

ბიოქიმია

მ. ჭუთათელაძე და ა. ანთელაძე

ფტორის გავლენა ჰოლინესთერაზის აქტივობაზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. ერისთავმა 17.10.1959)

ფტორი გარკვეულ ზეგავლენას ახდენს ორგანიზმში მიმდინარე ბიოქიმიურ პროცესებზე, ხოლო ეს უკანასკნელი, როგორც ცნობილია, სწარმოებს ორგანიზმში არსებული ფერმენტული სისტემების საშუალებით, ამიტომ, ცხადია, ორგანიზმში მიმდინარე პროცესებზე ფტორის მოქმედების მექანიზმის ასახსნელად, აუცილებლად საჭიროა შესწავლილ იქნეს მისი ზეგავლენა სხვადასხვა ფერმენტების აქტივობაზე.

ზოგიერთ ფერმენტზე ფტორის ზეგავლენის შესახებ არსებობს ლიტერატურული მონაცემებიც. აღნიშნული მონაცემებიდან ჩანს, რომ ფტორის გავლენა ფერმენტულ პროცესებზე საკმაოდ მრავალფეროვანია და იგი ფართოდაც გამოიყენება ნივთიერებათა ცვლის პროცესების შესწავლის დროს.

საყოველთაოდ ცნობილია ფტორის ინჰიბიტორული გავლენა გლიკოლიზზე. ფტორის მოქმედების დროს ჰექსოზოდიფოსფატის ფოსფოგლიცერინის მჟავად გარდაქმნა დაბრკოლებას არ განიცდის. ფტორი სწყვეტს ფოსფოგლიცერინის მჟავის გარდაქმნას ფოსფოპიროფურძის მჟავად. ამის მიზეზია ფტორის მიერ ენოლაზის მოქმედების დაკნინება.

ვ ა რ ბ უ რ გ მ ა და ხ რ ის ტ ი ა ნ მ ა [1] შეისწავლეს ფტორის მიერ ენოლაზის დაკნინების მექანიზმი. მათი აზრით, დამაკნინებელი მოქმედება აქვს ფტორის დამატების შემდეგ წარმოქმნილ კომპლექსს — მაგნიუმ-ფტორ-ფოსფატს, რომელიც ფერმენტის ცილას უერთდება.

ენოლაზის გარდა ფტორი აკნინებს ნახშირწყლების ცვლაში მონაწილე სხვა ფერმენტების აქტივობასაც (მაგალითად, პიროფურძის მჟავის კარბოქსილაზს და ფოსფოგლუკომუტაზს).

ფტორი იწვევს აგრეთვე ფოსფატაზების მოქმედების დაკნინებას, ამასთან მისი დამაკნინებელი მოქმედება სხვადასხვა ფოსფატაზებზე მატულობს კონცენტრაციის გაზრდასთან ერთად [2].

ა. კ ო ტ ი ლ ი კ ო ვ ა მ [3] შეისწავლა ფტორის გავლენა ადენოზინდიფოსფორმჟავის ფოსფომუტაზზე, ეს ფერმენტიც მონაწილეობს გლიკოგენოლიზისა და გლიკოლიზის ციკლებში. ცდები ჩატარდა შინაური კურდღლის კუნთის, გულისა და ღვიძლის დიალიზატებზე, ფტორმა ადფ-ს ფოსფომუტაზის აქტივობა დაკნინება გამოიწვია. დაკნინება უეცრად არ აღწევდა მაქსიმუმს, იგი თანდათან მატულობდა და უმაღლეს დონეს რამდენიმე წუთის შემდეგ აღწევდა. ფოსფომუტაზის აქტივობის დაკნინების ხარისხი არ იყო დამოკიდებული ფოსფატების რაოდენობაზე და არაორგანული ფოსფატის კონცენტრაციის გაზრდა ორჯერ არ ცვლიდა ფტორის მიერ გამოწვეულ ეფექტს. ამ ფაქტის საფუძველზე ავტორი დაასკვნის, რომ ფტორის ფოსფომუტაზზე მოქმედების მექანიზმი განსხვავდება ენოლაზზე მოქმედების მექანიზმისაგან.

ო ჩ ო ა ს [4] ცდებში ფტორმა ადენოზინტრიფოსფორ მჟავიდან ლაბილური ფოსფატების მოხლეჩის დაკნინება გამოიწვია.

ეოინარი [5] აღნიშნავს, რომ ნახშირწყლების ცვლაში მონაწილე ფერმენტებზე ფტორის ინჰიბიტორული მოქმედებით უნდა აიხსნას ის გარემოება, რომ ფტორი იონის შეყვანა იწვევს გლუკოზის, რძის მქაევისა და არაორგანული დოსფატის საგრძნობ მომატებას სისხლში. ფტორის სასიკვდილო დოზებით მოწამული ვირთაგვების სისხლში აღინიშნებოდა გლუკოზის საგრძნობი მომატება და ამავე დროს გლიკოგენის მკვეთრი დაკლება ღვიძლსა და კუნთებში.

ფტორი აქნინებს სუქციინილრაზის მოქმედებას, მის მიმართ მგრძნობიარეა ციტოქრომი — C, ხოლო ციტოქრომოსიდაზზე ფტორი არ მოქმედებს.

ზ. ვინიკოვამ [6] შეისწავლა ნატრიუმის ფტორიდის გავლენა თირკმელზედა ჯირკვლის ტვინოვან შრეზე. 1:5000 და 1:1000 განზავებულ ფტორიდის ხსნარით პერფუზიამ გამოიწვია აცეტილქოლინზე სეკრეტორული რეაქციის გაძლიერება. ამ მოვლენას აეტორი აშკარად გამოხატულ ანტიქოლინესთერაზული მოქმედებით ხსნის. ეს მოსაზრება სპეციალურად იქნა შემოღმებულ კუბრინიზებული თირკმელზედა ჯირკვლებზე. ქოლინესთერაზის ენერგით სრული ბლოკირების დროს ნატრიუმის ფტორიდის ანტიქოლინესთერაზულ მოქმედება არ გამოამჟღავნდა და არც ერთ შემთხვევაში აცეტილქოლინზე სეკრეტორული რეაქციის გაძლიერებას ადგილი არა ჰქონდა.

ყველა ზემოჩამოთვლილ შრომაში ფტორის გვლენა ფერმენტების აქტივობაზე გამოაკვლეულია ჰომოგენატებზე, ორგანოთა ან ქსოვილთა ანალებზე, დიალიზატებზე ან პერფუზიული მეთოდით. ყველა შემთხვევაში ფტორმა ძლიერი ანტიენზიმატური მოქმედება გამოამჟღავნა. ამავე დროს ლიტერატურაში არის მითითება, იმის შესახებ, რომ თითქოს არაა საფუძველი ფტორის დამაკნინებელი მოქმედება გადავიტანოთ ფერმენტებზე *in vivo* [7]. ამიტომ ჩვენ ფტორის ბიოლოგიური მოქმედების მექანიზმის დადგენის მიზნით გადავწყვეტეთ შეგვესწავლა ფტორის გავლენა სხვადასხვა ფერმენტის აქტივობაზე, მთლიან ორგანიზმში. წინამდებარე შრომაში შესწავლილია ფტორის გავლენა ქოლინესთერაზის აქტივობაზე.

მეთოდისა

ცდები ჩატარდა შინაურ კურდღლებზე. იგი ტარდებოდა დილის საათებში. საცდელი ცხოველების შერჩევის დროს ყურადღება ექცეოდა ასაკს, სქესს, წონასა და ჯანმრთელობას. ცდის წინ საცდელ ცხოველს ვწონილით და მას ვუწომავდით სხეულის ტემპერატურას.

შინაურ კურდღელს უზმოდ ვუღებდით სისხლს ყურის ვენიდან. ამის შემდეგ ყურის ვენაში შეგვყავდა ფტორიანი ნატრიუმის წყლიანი ხსნარის გარკვეული რაოდენობა. დატვირთვის შემდეგ სისხლს ვუღებდით ფტორიანი ნატრიუმის შეყვანის მომენტიდან 30 და 60 წუთის შემდეგ. აღებული სისხლის შრატში ისახვრებოდა ქოლინესთერაზის აქტივობა ზუბკოვასა და პრავდინ-ნემინსკის მეთოდით. ცდები ჩატარდა ხუთ სერიად. პირველ სერიაში სისხლის აღებას ვაწარმოებდით უზმოდ, სამჯერ, ყოველ 30 წუთის შემდეგ ფტორით დატვირთვის გარეშე. ეს სერია გამოყენებულია როგორც საკონტროლო.

მეორე სერიაში დატვირთვის სახით შეგვყავდა კილოგრამ წონაზე 0,5 მგ ფტორიანი ნატრიუმი, მესამე სერიაში — 1 მგ, მეოთხე სერიაში — 2 მგ და მეხუთე სერიაში — 5 მგ კილოგრამ წონაზე.

მიღებული შედეგები

საკონტროლო სერიაში სისხლის პირველად აღების დროს ქოლინესთერაზის აქტივობის მაქსიმალური ოდენობა იყო 0,06 მგ, მინიმალური — 0,015 მგ,

საშუალო დონე — 0,03 მგ, 30 წუთის შემდეგ ქოლინესტერაზის აქტივობის საშუალო დონე იყო 0,026 მგ, მაქსიმალური — 0,05 მგ, მინიმალური — 0,014 მგ. 60 წუთის შემდეგ — საშუალოდ 0,026 მგ, მერყეობდა 0,05 მგ-სა და 0,013 მგ-ს შორის. ამრიგად, სისხლის მერყედ აღების დროს 30 წუთის შემდეგ ქოლინესტერაზის აქტივობა დაკლებული იყო 13,5%-ით, სისხლის მესამედ აღების დროს 60 წუთის შემდეგ კვლავ 13,4%-ით.

მეორე სერიის ცდებში ფტორით დატვირთვამდე ქოლინესტერაზის აქტივობის დონის უდიდესი მაჩვენებელი 0,120 მგ-ს უდრიდა, უმცირესი — 0,102 მგ-ს, საშუალოდ — 0,110 მგ. კილოგრამ წონაზე 0,5 მგ ფტორიანი ნატრიუმის შეყვანის 30 წუთის შემდეგ ქოლინესტერაზის აქტივობა მერყეობდა 0,106-სა და 0,108 მგ-ს შორის (საშუალოდ 0,107 მგ), ხოლო ფტორით დატვირთვის 60 წუთის შემდეგ მაქსიმალური მაჩვენებელია 0,15 მგ, მინიმალური — 0,073, საშუალოდ — 0,110 მგ. 0,5 ნატრიუმის ფტორიდით დატვირთვის 30 წუთის შემდეგ ქოლინესტერაზის მაჩვენებელმა საშუალოდ დაიკლო 2,7%-ით, ხოლო 60 წუთის შემდეგ კვლავ დაუბრუნდა საწყის დონეს.

იმ ცდებში, როცა კილოგრამ წონაზე შეყვანილ იქნა 1 მგ ნატრიუმის ფტორიდი, დატვირთვის მიცემამდე, ქოლინესტერაზის აქტივობა ცვალებადობდა 0,057-სა და 0,099 მგ-ს შორის. საშუალოდ ყველა შემთხვევისათვის ქოლინესტერაზის აქტივობა 0,081 მგ შეადგენდა. დატვირთვის მიცემის 30 წუთის შემდეგ ქოლინესტერაზის აქტივობის მაქსიმალური დონე იყო 0,075 მგ, მინიმალური — 0,049, საშუალო — 0,066 მგ. დატვირთვის 60 წუთის შემდეგ მაქსიმუმი — 0,095 მგ, მინიმუმი — 0,048 მგ, საშუალო — 0,078 მგ.

კილოგრამ წონაზე 1 მგ ფტორიანი ნატრიუმით დატვირთვის 30 წუთის შემდეგ ქოლინესტერაზის აქტივობის დონემ დაიკლო 18,6%-ით. ამის შემდეგ ქოლინესტერაზის აქტივობა თანდათან მატულობს და 60 წუთის შემდეგ დაკლება მხოლოდ 3,7%-ს შეადგენს.

მეოთხე სერიის ცდებში კილოგრამ წონაზე შეყვანილია 2 მგ ნატრიუმის ფტორიდი. ფტორით დატვირთვამდე ქოლინესტერაზის აქტივობის მაქსიმალური დონე იყო 0,102 მგ, მინიმალური — 0,077 მგ, საშუალო ყველა შემთხვევისათვის — 0,095 მგ. ნატრიუმის ფტორიდით დატვირთვის 30 წუთის შემდეგ ქოლინესტერაზის აქტივობის მაქსიმუმი იყო 0,180 მგ, მინიმუმი — 0,114 მგ, საშუალო ყველა შემთხვევისათვის — 0,142 მგ; დატვირთვის 60 წუთის შემდეგ მაქსიმუმი — 0,144 მგ, მინიმუმი — 0,111 მგ, საშუალო — 0,125 მგ.

ამრიგად, კილოგრამ წონაზე 2 მგ ნატრიუმის ფტორიდის შეყვანის შემდეგ ქოლინესტერაზის აქტივობა მატულობს. ეს მატება დატვირთვის 30 წუთის შემდეგ 49%-ს უდრის, დატვირთვის 60 წუთის შემდეგ კი 31,5%-ს.

ცდების უკანასკნელ, მეხუთე სერიაში, შესწავლილია კილოგრამ წონაზე 5 მგ ნატრიუმის ფტორიდით დატვირთვის გავლენა. მეხუთე სერიის ცდებში ფტორით დატვირთვამდე ქოლინესტერაზის აქტივობის მაქსიმალური დონე 0,108 მგ იყო, მინიმალური — 0,096 მგ, საშუალო ყველა შემთხვევისათვის — 0,102 მგ. ფტორით დატვირთვის 30 წუთის შემდეგ ქოლინესტერაზის აქტივობის მაქსიმალური დონე იყო 0,092 მგ, მინიმალური — 0,091 მგ, საშუალო — 0,092 მგ, ხოლო 60 წუთის შემდეგ მაქსიმუმი — 0,144 მგ, მინიმუმი — 0,072 მგ, საშუალო — 0,114 მგ.

კილოგრამ წონაზე 5 მგ ნატრიუმის ფტორიდის შეყვანამ ქოლინესტერაზის აქტივობის საკონტროლო სერიის ცდებთან შედარებით მნიშვნელოვანი ცვლილება არ გამოიწვია, დატვირთვის 30 წუთის შემდეგ ქოლინესტერაზის აქტივობამ დაიკლო 10,8%-ით, 60 წუთის შემდეგ კი მოიმატა 11,7%-ით.

მიღებული შედეგების შეჯამების დროს ირკვევა, რომ კილოგრამ წონაზე 0,5 და 5,0 მგ ფტორიან ნატრიუმის ერთჯერადი შეყვანა ქოლინესტერაზის აქტივობის შესამჩნევ გადახრებს არ იძლევა არც გააქტივების, არც დაქნების

მხრივ. ზემოხსენებული დონების შეყვანის შედეგად მიღებული ძვრები არ აღემატება საკონტროლო ცხოველებში მიღებულ ძვრებს. ქოლინესთერაზის შესამჩნევი გააქტივება გამოიწვია კილოგრამ წონაზე 2,0 მგ ფტორიანი ნატრიუმის შეყვანამ. 30 წუთის შემდეგ ქოლინესთერაზის აქტივობამ 49%-ით მოიმატა, ე. ი. ამის შემდეგ ქოლინესთერაზის აქტივობა დაცემას იწყებს, მაგრამ 60 წუთის შემდეგ, პირვანდელ დონესთან შედარებით მაინც 31,5%-ით უფრო აქტიურია, ხოლო კილოგრამ წონაზე 1 მგ ფტორიანი ნატრიუმის შეყვანამ გამოიწვია ქოლინესთერაზის მცირე და ხანმოკლე დაქვეითება, რომელიც 60 წუთის შემდეგ უკვე გამოსწორდა.

ცხრილი 1

ფტორის გავლენა ქოლინესთერაზის აქტივობაზე (საშუალო მონაცემები)

სერიის №-ს	ქოლინესთერაზის აქტივობა			შენიშვნა
	დატვირთვაში	დატვ. 30 წუთის შემდეგ	დატვ. 60 წუთის შემდეგ	
I	0,037	0,026	0,026	საკონტროლო სერია.
II	0,110	0,107	0,110	დატვირთვა 0,5 მგ ფტორიანი ნატრიუმით კილოგრამ წონაზე
III	0,081	0,066	0,078	დატვირთვა 1,0 მგ ფტორიანი ნატრიუმით კილოგრამ წონაზე
IV	0,095	0,142	0,125	დატვირთვა 2,0 მგ ფტორიანი ნატრიუმით კილოგრამ წონაზე
V	0,102	0,092	0,114	დატვირთვა 5,0 მგ ფტორიანი ნატრიუმით კილოგრამ წონაზე

ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები არ ემთხვევა ზოგიერთ ლიტერატურულ მონაცემს. მაგალითად, ბ. ვინიკოვას [6] ცდებში ფტორის თირკმელზედა ჯირკვალზე მოქმედების მექანიზმი ანტიქოლინესთერაზული მოქმედებით აიხსნება. ჩვენ კი, პირიქით, ქოლინესთერაზის აქტივაცია მივიღეთ. ჩვენის აზრით, ასეთი განსხვავება უნდა აიხსნას მეთოდისა და დონების სხვადასხვაობით. ბ. ვინიკოვა [6] ფტორიანი ნატრიუმის განხვევებული ხსნარით პერეფუზიას აწარმოებდა, ჩვენ კი ცოცხალ ორგანიზმში შეგვყავდა იგი. ცნობილია, რომ მთლიან ცხოველზე ცდების ჩატარება სულ სხვა პირობებს ქმნის და ზოგჯერ სხვაგვარ შედეგებსაც იძლევა. მაგალითად, ლონდონმა და ალექსანდერმა [8] ანგიოსტომურ ძაღლებზე ვერ შეიძღეს შარდოვანის წარმოქმნის ოცივე პროცესი, როგორც სხვებმა ანათლებზე მუშაობის დროს. იზოლირებულ სისხლის ძარღვი ჰისტამინის მოქმედებით ვიწროვდება, სხეულში კი გაფართოებას განიცდის. მნიშვნელობა აქვს აგრეთვე ორგანიზმში შეყვანილი ფტორის რაოდენობას [2, 4, 9]. ჩვენი საკუთარი მონაცემებიც ადასტურებს, რომ ფტორის დიდ და პატარა დონებს სხვადასხვა ბიოლოგიური მოქმედება ახასიათებს.

დასკვნები

1. კილოგრამ წონაზე 0,5 და 5,0 მგ ფტორიანი ნატრიუმის შეყვანა არ იწვევს ქოლინესთერაზის აქტივობის მნიშვნელოვან ცვლილებას, ხოლო 1 მგ კილოგრამ წონაზე იგი ქოლინესთერაზის მცირე, ხანმოკლე დაკნინებას იწვევს.
2. კილოგრამ წონაზე 2,0 მგ ფტორიანი ნატრიუმის შეყვანა საგრძნობლად აღიძვრს ქოლინესთერაზის აქტივობას.

3. ფტორის სხვადასხვა დოზას სხვადასხვაგვარი ბიოლოგიური მოქმედება ახასიათებს.

4. ფტორიანი ნატრიუმის ამა თუ იმ რაოდენობით შეყვანა ორგანიზმში არ ახდენს უარყოფით გავლენას ნივთიერებათა ცვლის იმ პროცესებზე, რომელთა წარმოებაში ქოლინესტერაზი მონაწილეობს.

თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო
ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 17.10.1959)

დაგროვიებული ლიტერატურა

1. O. Warburg, N. Christian. Chemischer Mechanismus der Fluorid Hemmung der görung. *Bep. ges. Physiol. u. exper. Pharm.* B 129, 1942, s. 533.
2. F. Lipman n. Versuche Zum Mechanismus der Fluoridwirkung. *Bioch. Zschr.* B. 196, 1928, s. 1.
3. А. В. Котельникова. Влияние фтористого натрия на активность фосфофутазы аденозинтрифосфорной кислоты животных тканей. *Биохимия*, т. 15, № 4, 1950, 371.
4. S. Ochoa, Efficiency of aerobic phosphorylation in cell free heart extracts. I. *Biol. Chem.* v. 151, 1934, p. 493.
5. А. О. Войнар. Биологическая роль микроэлементов в организме животных и человека. 1953.
6. Б. Г. Винникова. О влиянии Фтористого натрия на возбудимость мозгового слоя надпочечников. *Физиол. журн. СССР*, т. 36, № 6, 1950, 729.
7. Ph. D. Mc. Clure. Fluorine and other trace elements in nutrition. I. *Am. Med. Atss.* v. 139, N 11, 1949, 711.
8. E. C. Лондон, А. К. Александер. Теория мочевинообразования в свете опытов на ангиостомированных собаках. *Биохимия*, т. 2, № 2, 1937, 304.
9. C. Cellei, J. Jàny. Die Beinflussung des stoffwechsels der Pumoren mittels Fluoridnatrium. *Bioch. Zschr.* B 239, 1931, s. 94.

ბიოქიმია

6. გვალბა და შ. ღოლიძე

გლიცერილ-ფოსფორილქოლინი და მისი ბარლამენები ნიკოპოლ
ქსოვილსა და ღვიძლში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა პ. ქომეთიანმა 4.7.1959)

გლიცერილ-ფოსფორილქოლინი მონაწილეობასღებულობს ფოსფატიდილქოლინის შენებაში როგორც სტრუქტურული ერთეული. ეს ნაერთი ყურადღებას იპყრობს ფოსფატიდების სინთეზის გზების შესწავლასთან დაკავშირებით. გამოკვლეულია, რომ ის ცხოველთა ორგანიზმში წარმოდგენილია თავისუფალი სახითაც ფოსფორილქოლინთან ერთად [1, 2].

გლიცერილ-ფოსფორილქოლინი აღმოჩენილია პირველად პანკრეასში შმიტის, პერშმანისა და ტანჰაუნერის მიერ [3]. მისი შენების ქიმიური იდენტიფიკაცია ბერმა და კეიტსმა მოახდინეს სინთეზის საშუალებით [4].

შმიტმა და თანაავტორებმა ვრცელი გამოკვლევა აწარმოეს გლიცერილ-ფოსფორილქოლინის გავრცელების შესახებ ცხოველთა ორგანიზმის სხვადასხვა ორგანოსა და ქსოვილებში [5]. ამ მიზნისათვის მათ მიერ გამოიშუაგებულა სპეციალური მეთოდი, რომლის პრინციპი იმაში მდგომარეობს, რომ დანართი ნივთიერების ჩამოშორების შემდეგ ახდენენ მის ჰიდროლიზს და ჰიდროლიზატში რაოდენობით საზღვრავენ ქოლინს.

აღნიშნულ ავტორთა მონაცემებით, გლიცერილ-ფოსფორილქოლინის (გფქ) ყველაზე მეტი რაოდენობა აღმოჩნდა ღვიძლში. ფურის ღვიძლის 100 გ შეიცავს საშუალოდ 100 მგ გფქ-ს, ხოლო კუჭის ქვედა ჯირკვალი — 51 მგ 100 გ ქსოვილში. უკანასკნელ დროს შმიტისა და თანაავტორების მიერ გფქ-ის განაწილება ხელმეორედ იყო შესწავლილი [6]. ახალი მონაცემების მიხედვით, გფქ-ს განაწილება შემდეგ სურათს იძლევა (გფქ-ის რაოდენობა მგ-ით 100 გრ. ქსოვილში):

ღვიძლი ცხერის, ხბოს, ღორის, ძაღლისა 20,9 — 37,8 მგ %,

ღვიძლი ვირთავკისა 7,9 — 10,0 მგ %,

თავის ტვინი ფურისა 6,3 მგ %.

პირველად გამოქვეყნებულ შრომაში მოცემულია გაცილებით უფრო დიდი რიცხვები [5], ვიდრე მეორე შრომაში [6]. ეს გამოწვეული უნდა იყოს იმ გარემოებით, რომ პირველი გამოკვლევის ჩატარებისას არ მიექცა ყურადღება გფქ-ის შესაძლებელ წარმოქმნას ავტოლიზის გამო. მეორე გამოკვლევისას ქსოვილი ჭერ ფიქსირდებოდა გაყინვის საშუალებით და მხოლოდ შემდეგ ხდებოდა ანალიზი.

გფქ-ის საგრძობი რაოდენობა აღმოაჩინეს დაუსონმა და სხვებმა სპერმაში [7]. როგორც ირკვევა, ეს ნაერთი სპერმის ხსნადი ფოსფორის ნაერთების შთავარ შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს. სპერმის ინკუბაციის დროს მისი რაოდენობა უცვლელი რჩება, ხოლო ფოსფორილქოლინის რაოდენობა მცირდება. კარაიან-ჩენტელმა და ბუშილუმ [8] შეისწავლეს გფქ-ის დამოკიდებულება ფოსფატაზების მიმართ, სახელდობრ. ტუტე ფოსფატაზის მოქმედება, და იმ დასკვნამდე მივიდნენ, რომ ეს ფოსფატაზა გფქ-ზე ნელა მოქმედებს. ამავე დროს გლიცერილ-ფოსფორის მეკავა და ფოსფორილქოლინი ამ ფოსფატაზით ინტენსიურად იშლება.

დაუსონმა 1956 წელს შეძლო დაემტკიცებინა, რომ გფქ-ის ფერმენტული ჰიდროლიზი ღვიძლში ხორციელდება სპეციფიკური დიესტერაზით [9]. ამ

ფერმენტის მოქმედებით გვქ-ის ჩამოშორდება ქოლინი. დაუსონის მიერ სპეციალურად იყო შესწავლილი გვქ-ის გამოყენების შესაძლებლობა ფოსფატიდილქოლინის სინთეზისათვის [10]. ეს საკითხი მან გადაწყვიტა რადიოაქტიური ინდიკაციის მეთოდით. მას შეჰყავდა ფოსფორის რადიოაქტიური იზოტოპი და არკვევდა გარკვეული დროის ინტერვალებში, ერთი მხრით, გვქ-ისა და, მეორე მხრით, ფოსფატიდილქოლინის რადიოაქტიურობას. აღმოჩნდა, რომ ცდის დასაწყისში ფოსფატიდილქოლინს მეტი აქტივობა ჰქონდა, ხოლო გვქ-ს — უფრო ნაკლები. ცდის ბოლოს გვქ-ს უფრო მეტი აქტივობა აღმოაჩნდა. აქედან ის დასკვნა იყო გაკეთებული, რომ გვქ წარმოიქმნება ფოსფატიდილქოლინის დაშლის შედეგად, რომ გვქ არ მიიხმარება ფოსფატიდის სინთეზისათვის. ამ დასკვნის სისწორე იმით მტკიცდება, რომ ქსოვილის ავტოლიზის დროს გვქ-ს რაოდენობა მატულობს, როგორც ამაზე პირველად მითითეს შმიტმა და სხვებმა [3] და შემდეგ დიამენტმა [11]. დიამენტის მტკიცებით, ქსოვილში პრეფორმირებული გვქ არ არის. იგი იქმნება ანალიზისათვის ქსოვილის დამუშავების პროცესში. როდბელისა და ჰანაჰანის გამოკვლევის მიხედვით, გვქ კონსიში — A-ს თანდასწრებისას დადებით გავლენას ახდენს ღვიძლის მიტოქონდრიების ჟანგბადის მოწმარების ინტენსივობაზე [12]. ეს გავლენა გამოწვეული უნდა იყოს ცხიმოვანი შეკვების ჟანგვის გაძლიერებით.

ჩვენი გამოკვლევის მიზანი იყო დაგვეზუსტებინა გვქ-ის რაოდენობა თავის ტვინში და დაგვედგინა მისი ცვალებადობის ხასიათი ამ ქსოვილში. შედარებისათვის აღებულ იქნა აგრეთვე ღვიძლი.

მუშაობის მეთოდი

საკვლევ ობიექტად აღებულ იქნა ზღვის გოჭი, დაკვლის შემდეგ ტვინი და ღვიძლი სწრაფად აიღებოდა და ინახებოდა სიცივეში. გვქ-ის განსაზღვრა წარმოებდა შმიტისა და სხვათა [5] მეთოდით, ხოლო ქოლინი ისაზღვრებოდა მიკროთომოგრაფიულად [13].

გვქ-ის შეცულობის ცვალებადობის გარკვევის მიზნით მზადდებოდა ჰომოგენატი კალიუმ-ფოსფატის ხსნარზე ($0,04M KH_2PO_4$, $pH=7,5$ და $pH=5,6$ $0,06MKCl$). ჰომოგენატის ინკუბირება წარმოებდა სხვადასხვა დროის განმავლობაში 37° -ზე.

მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

ცდების პირველ სერიაში ისაზღვრებოდა პრეფორმირებული გვქ-ისა და ქოლინის რაოდენობა ზღვის გოჭების თავის ტვინსა და ღვიძლში. 1 ცხრილში მოყვანილია საშუალო მონაცემები ექვსი ცდიდან:

ცხრილი 1

ქოლინისა და გლიცეროლ-ფოსფორილქოლინის რაოდენობა ზღვის გოჭების თავის ტვინსა და ღვიძლში მკ-ით 100 გ ქსოვილში

ორგანო	ქოლინი	გვქ
თავის ტვინი	8,4	29,7
ღვიძლი	17	37

1 ცხრილში მოყვანილი მონაცემებიდან ირკვევა, რომ ღვიძლი შეიცავს როგორც თავისუფალ ქოლინს, ისე გვქ-ის უფრო მეტ რაოდენობას, ვიდრე თავის ტვინი. ეს განსხვავება უფრო მეტია ქოლინის შემთხვევაში.



ცდების მეორე სერიაში მიზნად დაეისახეთ გაგვერკვია, თუ როგორ იცვლება გფქ-ისა და ქოლინის რაოდენობა ჰომოგენატის ინკუბირებისას. ჰომოგენატი მზადდებოდა ფოსფატის ბუფერზე და კალიუმის ქლორიდის ხსნარზე pH=5,9 და 7,5 მაჩვენებლის პირობებში. ინკუბირების ხანგრძლივობა უდრიდა 0,5, 1 და 1,5 საათს. ქვემოთ მე-2 ცხრილში მოყვანილია 6 ცდის საშუალო შედეგები. ამ ცდებში ჰომოგენატის pH უდრიდა 5,9-ს.

ცხრილი 2

ქოლინისა და გფქ-ის რაოდენობის ცვლილება ჰომოგენატის ინკუბირებისას 37°-ზე—pH=5,9 ქოლინისა და გფქ-ის რაოდენობა მგ-ით 100 გ ქსოვილში

ლ ვ ი ძ ლ ი

	ჰომოგენატის ინკუბირების ხანგრძლივობა			
	საწყისი	0,5 საათი	1 საათი	2 საათი
ქოლინი	17	47	20	26
გფქ	37	17	24	28

ტ ვ ი ნ ი

	ჰომოგენატის ინკუბირების ხანგრძლივობა			
	საწყისი	0,5 საათი	1 საათი	2 საათი
ქოლინი	8,4	7,1	9,1	—
გფქ	29,7	16,1	22	—

იგივე ცდები განმეორებულ იქნა pH=7,5 ლვიძლისა და ტვინის ჰომოგენატზე.

ცხრილი 3

ქოლინისა და გფქ-ის რაოდენობის ცვლილება ჰომოგენატის ინკუბირებისას 37°-ზე—pH=7,5 ქოლინისა და გფქ-ის რაოდენობა მგ-ით 100 გ ქსოვილში

ლ ვ ი ძ ლ ი

	ჰომოგენატის ინკუბირების ხანგრძლივობა			
	საწყისი	0,5 საათი	1 საათი	2 საათი
ქოლინი	32,3	27	47,3	
გფქ	57,2	82,2	160	

ტ ვ ი ნ ი

	ჰომოგენატის ინკუბირების ხანგრძლივობა			
	საწყისი	0,5 საათი	1 საათი	2 საათი
ქოლინი	6,4	—	0,48	
გფქ	40	—	110	

ის შედეგები, რომლებიც მოყვანილია მე-2 და მე-3 ცხრილებში, უფლებას გვაძლევს გარკვეული დასკვნა გავაკეთოთ ქოლინისა და გლიცერილ-ფოსფო-



რილქოლინის რაოდენობის ცვალებადობის შესახებ ლეიძლისა და თავის ტვინის ჰომოგენატის ინკუბირებისას. როდესაც $pH=5,9$ -ს, მაშინ ადგილი აქვს გფქ-ის რაოდენობის აშკარა შემცირებას ჰომოგენატის ინკუბირებისას. ამავე დროს წყალბადის ამ მაჩვენებელზე ქოლინის რაოდენობა საკმაოდ დიდ ფარგლებში მერყეობს. უნდა დაფიქსირდეს, რომ წყალბადის დაბალი მაჩვენებლის პირობებში ადგილი უნდა ჰქონდეს გფქ-ის შექმნის შეკავებას. ამ შეკავებას თან სდევს ქოლინის რაოდენობის შემცირება ყანგვიით გარდაქმნის გამო. შესაძლებელია აგრეთვე, რომ ქოლინი არ გროვდება ფოსფორილქოლინის წარმოქმნის გამო. რაც შეეხება იმ შედეგებს, რომლებიც მიღებულია ჰომოგენატის ინკუბირებისას წყალბადის უფრო მაღალი მაჩვენებლის პირობებში ($pH=7,5$), ისინი მიუთითებენ იმაზე, რომ ადგილი აქვს ფოსფატიდილ-ქოლინის დაშლას და გფქ-ის დაგროვებას.

ამგვარად, როდესაც $pH=7,5$ -ს, უპირატესობა ენიჭება ფოსფატიდილ-ქოლინის დაშლას, ხოლო წყალბადის უფრო დაბალი მაჩვენებლის პირობებში ($pH=5,9$) ადგილი უნდა ჰქონდეს ამ ფოსფატიდების დაშლის შეკავებას, ან გფქ-ის დაშლის აჩქარებას.

დასკვნა

მიზნად იყო დასახული გარკვეულიყო გლიცეროილ-ფოსფორილქოლინის (გფქ) რაოდენობა და მისი ცვლილება თავის ტვინისა და ლეიძლში. ამავე დროს წარმოებდა ქოლინის განაწილების შესწავლა. მიღებული შედეგები იმაზე მიუთითებს, რომ ლეიძლი თავის ტვინთან შედარებით მეტ გფქ-ს შეიცავს. ლეიძლში მისი რაოდენობა საშუალოდ უდრის 37 მკ/100 გ ქსოვილში, ხოლო თავის ტვინში ის წარმოდგენილია საშუალოდ 29 მკ რაოდენობით.

ლეიძლისა და თავის ტვინის ჰომოგენატის ინკუბირებისას ფოსფატის ბუფერის არეში, როდესაც $pH=5,9$ -ს, გფქ-ის რაოდენობა კლებულობს, ხოლო როდესაც $pH=7,5$ —მატულობს. ეს გამოწვეული უნდა იყოს ფოსფატიდილ-ქოლინის დამშლელი ფერმენტის pH -ის ოპტიუმით. ფოსფატიდილ-ქოლინის დამშლელი ფერმენტის pH -ის ოპტიუმში უფრო ტუტისაკენ არის გადახრილი, ამიტომ მისი დაშლა მეტად არეში შეკავებულია და გფქ უფრო ნაკლები რაოდენობით უნდა დაგროვდეს.

სტალინის სახელობის

თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

(რედაქციას მოუყიდა 16.7.1959)

დავოყვამბული ლიტერატურა

1. П. А. Кометиани, Л. К. Ткешелашвили и Т. А. Овсянко. Обмен фосфорных Эфиров Холина и этаноламина в Головном Мозгу. Вопросы биохимии нервной системы, т. 2, Киев, 1917.
2. Л. К. Ткешелашвили. Количественное распределение фосфорилхолина и фосфорилэтанолламина в животном организме. Сообщения АН ГССР, 17, 1956, 712.
3. G. Schmidt, B. Herschmann and S. J. Tannhauser. The isolation of—glycerylphosphorylcholine from incubated pancreas its significance for the intermediary metabolism of lecithin. J. bil. Chem., 161, 1945, 523.
4. E. Baer and M. Kates. L—glycerylphosphorylcholine. J. AM. Chem. Soc., 70, 1948, 3194.
5. G. et al Schmidt. The amounts of glycerylphosphorylcholine in some mammalian tissues. J. biol. Chem., 197, 1952, 601.

6. G. et al. Schmidt. The amounts of glycerylphosphorylecholine in some mammalian tissues. J. biol. Chem., 212, 1955, 887.
7. R. Dawson. T. Mann and G. White. Glycerylphosphorylecholine in semen and their relation to choline. Biochem. J., 65, 1975, 627.
8. A. Carayon-Gentil and Bouchilloux, Sur l'isolement de la glycerylphosphorylecholine a partir du pancreas de boeuf et son component vis-a-vis des phosphatases. Bull. Soc. Chim. Biol., 36, 1954, 5:7.
9. R. Dawson. Liver glycerylphosphorylecholine diesterase. Biochem. J., 62, 1956.
10. R. Dawson. The role of glycerylphosphorylecholine and glycerylphosphorylethanolamine in liver phospholipid metabolism. Biochem. J. 59, 5, 1955.
11. M. Diamants. Recherches sur la biochimie de la choline et de ses derives. XXXIII. Recherche sur la phosphorylecholine. Bull. Soc. Chim. biol., 37, 1955.
12. M. Rodbell and D. Hanahan.—Some aspects of the metabolism of lecithin and its derivatives in liver J. biol. Chem., 214, 1955, 595.
13. B. et al. Erickson. Micromethods for the determination of sphingomyelin and choline. J. biol. Chem., 135, 1940, 671.



ს. ნიშანიშვილი

დენუდაციური ზედაპირები ახალციხის ქვაბულის აღმოსავლეთ ნაწილში

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ალ. ჯავახიშვილმა 14.3.1959)

დენუდაციური ზედაპირის თანამედროვე მორფოლოგიის თავისებურებაში დიდი როლი ეკუთვნის მთიან მხარეებში არსებულ მოსწორებულ ზედაპირებს, რომელთა შორის განსაკუთრებულ ადგილს იჭერს ე. წ. დენუდაციური ზედაპირები; მათი წარმოება გაპარობებულია დენუდაციური ზედაპირზე მოქმედი ევზოდინამიკური პროცესებისა და ნახტომისებრი ტექტონიკური მოძრაობის ერთობლივი მოქმედებით.

ამჟამად მეცნიერთა შორის არაა თანხმობა დენუდაციური ზედაპირებისა და პენეპლენების ცნების საკითხში: ზოგი [16] დენუდაციურ ზედაპირებს და პენეპლენებს აიგივებს და მათ შორის არავითარ გენეტურ სხვაობას არ ხედავს. ზოგიც [15] დენუდაციურ ზედაპირებს მიაწერს აღმავალი, ხოლო პენეპლენებს — დაღმავალი განვითარების მთიანი მხარის თვისებას; ბ. ლიჩკოვის [15] აზრით, მდინარეული ტერასები და დენუდაციური ზედაპირები ერთისა და იმავე წარმოშობისაა და შესაძლებელია მათი ათვლა თვით ქალის ტერასიდან დაიწყო.

საბჭოთა გეომორფოლოგების დიდი ნაწილი [3, 4, 7, 13, 14] ამჟამად უკანასკნელ აზრს ეთანხმება, მაგრამ იმ შენიშვნით, რომ მდინარი წყლის ხაზობრივი მოქმედებით და აკუმულაციით დენუდაციური ზედაპირების წარმოქმნა მხოლოდ კერძო შემთხვევაა და მათ გენეზისში მონაწილეობას იღებენ აგრეთვე ფართობლივი გადარეცხვა, ქიმიური, ეოლური და თერმული გამოფიტვის გავლენით ფერდობთა საერთო დენუდაცია, ნივალური პროცესები მაღალ მთებში და სხვა [7].

გარდა თეორიულისა, დენუდაციური ზედაპირების შესწავლას პრაქტიკული მნიშვნელობაც აქვს. კერძოდ, მათთან დაკავშირებულია მოსახლეობის განლაგება, გზების გაყვანა, ზოგიერთი მთამაღნეულის არსებობა; ზედაპირის შესწავლა საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ დენუდაციური ზედაპირის ახეების ხასიათის, ინტენსივობისა და სიღრმის შესახებ და სხვა.

დენუდაციური ზედაპირები გავრცელებულია საქართველოს ტერიტორიაზეც, თუმცა მათ შესწავლას ჯერჯერობით ნაკლები ყურადღება ექცევა; არსებობს მხოლოდ აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემის დენუდაციური ზედაპირების შესახებ რამდენიმე შრომა [3, 10, 11, 12]. ამ სტატიაში გვსურს ყურადღება გავამახვილოთ საქართველოს ერთ-ერთ რაიონში, ახალციხის ქვაბულის აღმოსავლეთ ნაწილში გავრცელებულ დენუდაციურ ზედაპირებზე.

ამ მხარის დენუდაციურ ზედაპირებზე პირველი ცნობები მოგვცა ს. კუზნეცოვმა [10], რომელმაც მათი 8 საფეხური დაადგინა; აჭარაში: 1—624 მ, 2—3—900 მ, 4—1280 მ, 5—1500-1600 მ, 6—1760 მ, 7—1980 მ და 8—2130 მ; თრიალეთში: 1—610 მ, 2—792-818 მ, 3—900 მ, 4—1280-1300 მ, 5—1500 მ, 6—1700 მ 7-ც—2100 მ.

ავტორის მიხედვით, ოლიგოცენიდან ადრეულ პლიოცენამდე აჭარა-თრიალეთის ნაოჭა სისტემა კონტინენტურ განვითარებას განიცდიდა და პენეპლენ-

ნიზებულ იქნა; მხარემ პლიოცენსა და პლიოცენის შემდგომ პერიოდში წყვეტილი აზვევებები განიცადა, ამიტომ გვაქვს პალეოტიპური, ალომორფული, წარმოდგენილი პენეპლენების ნარჩენებით და კანოტიპური, ავტომორფული რელიეფი. ს. კუზნეცოვის მიხედვით, პალეოტიპური რელიეფი ზღვრული ვაკეებია (პენეპლენები), რომლებიც წარმოიქმნება მთიანი მხარის თითქმის ერთიანი ბაზისამდე დადაბლებისას (112), გვ. 532), ხოლო დენუდაციური ზედაპირების საფეხურებად ვახლაგება თანმიმდევრობით გამომუშავებული პენეპლენების წყვეტილი აზვევების შედეგია (იქვე). აქ ყოველი საფეხური განიხილება როგორც ცალკეული პენეპლენის ნაწილი, ვ. ი. აღგელი ჰქონია 8 დამოუკიდებელი პენეპლენის წარმოქმნას, რაც ყოველად წარმოდგენილია. დავუშვათ, რომ ხდებოდა პენეპლენების წარმოქმნა, მაშინ საკითხავია — შედარებით ახალგაზრდა პენეპლენებმა რატომ არ მოსპეს ძველს ნიშნები? სრულიად მართებულია აგრეთვე ამის შესახებ პ. გამყრელიძის მითითება, რომ ასეთ შემთხვევაში წარმოიქმნებოდა ერთი მოსწორებული ზედაპირი და არა მათი საფეხურები (15), გვ. 247). ს. კუზნეცოვის პალეო- და კანოტიპური რელიეფის გავრცელების რუკაზე თითქმის მთელი აჭარა-თრიალეთი პალეოტიპურ რელიეფშია მოქცეული [10], ხოლო ამიერკავკასიის გეომორფოლოგიური დარაიონების სქემაში [11] — პენეპლენების გავრცელების რაიონში. ვამოდის, რომ ძლიერ დანაოკებული და დანაწევრებული მთიანი მხარე ვაკეებით არის მოფენილი, რის გამოც ნ. დუმბარაშვილმა [6] სამართლიანად შენიშნავს, რომ ს. კუზნეცოვის წარმოდგენა ამ მხარის რელიეფზე, როგორც პენეპლენებით დაფარულ მხარეზე, „სინამდვილეს არ შეეფარდება“ (16), გვ. 68).

ახალციხის დეპრესიაში ბ. კლოპატოვსკი და ლ. მარუაშვილი [8] გამოყოფენ 1300—1500 მ სიმაღლის დენუდაციურ ზედაპირს, რომელიც მდ. ფოცხოვის ხეობის მარცხენა ფერდობზე მდებარეობს. ასევე ბ. კლოპატოვსკი [9] აღგენს დენუდაციური ზედაპირის სამ საფეხურს ზ. და 1800—2000 მ, 1500—1600 მ და 1300—1500 მ სიმაღლეზე.

ჩვენ მიერ პიფსომეტრიული ჭრილების შედგენისა და მათი ველად შემოწმების მეოხებით ახალციხის ქვაბულის აღმოსავლეთ ნაწილში დადგენილ იქნა დენუდაციური ზედაპირების 5 საფეხური: 1—1350-1440 ს, 2—1500-1600 მ, 3—1650-1760 მ, 4—1800-1960 მ და 5—2000-2100 მ სიმაღლეზე.

თუ ამ შედეგებს შევადარებთ ს. კუზნეცოვის მონაცემებს, დაენახავთ, რომ მათ შორის თითქმის სრული შესატყვისობა არსებობს: ეს განსაკუთრებით ითქმის ს. კუზნეცოვის მე-5, მე-6, მე-7 და მე-8 საფეხურებზე, რომლებიც ეთანხმებიან ჩვენ მიერ დადგენილ, შესაბამისად, მე-2, მე-3, მე-4 და მე-5 საფეხურებს. დენუდაციური ზედაპირები შემდეგდროინდელი ეროზიულ-დენუდაციური მოვლენების გამო დანაწევრებულია და მთლიანი ზოლის სახით არსად გვხვდება. ყველაზე სრულად წარმოდგენილია პირველი საფეხური (1850—1440 მ), რომელიც მდ. მტკვრის ხეობის მარცხენა ფერდობზე მ. „1673“-ის ჩრდილოეთით მდებარე მოსწორებული ზედაპირიდან იწყება, გაივლის ს. ს. ანდრიაშვინდა, ხაკი, ორალის რაიონებს და გადადის მდ. ბორბალას ხეობის მარცხენა ფერდობზე; იგი დანაწევრებულია მდ. მტკვრის მარცხენა და მდ. ფოცხოვის მარჯვენა შემდინარეთა ხეობებით. ზედაპირი უმთავრესად სახნავ-სათეს ფართობს წარმოადგენს, თუმცა ნაწილობრივ ტყითაც არის დაფარული. ს. ანდას რაიონში იგი შედარებით დადაბლებულია, რაც გამოწვეულია მდ. ლაშა-ჩევისა და ანდრიაშვინდის ველის სათავეთა გაძლიერებული ეროზიული მოქმედებით. აქ მდებარეობს კონუსური ფორმის მთა — ეროზიის მოწამი, რომლის სიმაღლე უპასუხებს ზედაპირის სიმაღლეს.

მდ. ფოცხოვის ხეობის მარცხენა ფერდობზე ამ ზედაპირს ეკუთვნის ნა-სოფლარებ ჩიხელს, ჩურჩუტოს, ტუტაჯვარს და ს. ქიქინეთს შორის მდებარე

ტერიტორია, რომლის ფართობი დაახლოებით 9—10 კვ. კილომეტრია. მასზე გვხვდება მცირე სიღრმის 15 ტბა, რომელთა ქვაბულების წარმოქმნა დენუდაციური ზედაპირის ტერიტორიაზე მიმდინარე ადგილობრივი ხასიათის ჩაქცევათი პროცესებით უნდა აიხსნას. ამ პროცესს ხელს უწყობს ზედაპირის ამგები ოლიგოცენის თაბაშირის შემცველი ფერადი წყების ქანებიდან თაბაშირის ღრმა ფენებში ჩარეცხვა. ეს პროცესი ამჟამად დენუდაციური ზედაპირის მიკრორელიეფს წარმოქმნის. ზედაპირი რელიეფში კარგად გამოხატული საფეხურიან გადაღის მის სამხრეთით მდებარე ტერიტორიაზე, სადაც ზედაპირიდან ჩაყონალი წყლები უზრუნველყოფენ 500—1000 მ სიგრძის მეწყურების წარმოქმნას.

აღმოსავლეთით ზედაპირი თავს იჩენს ს. ელიაწმინდისა და მდ. წვერუკისის ღელის სწრაფი მოსაბრუნის მიდამოებში, მთა საბადურის სამხრეთ-დასავლეთ ფერდობზე, ნასოფლარ ორფოლოდან ს. ინდუსაში მიმავალი გზის გასწვრივ, ს. ინდუსაში და მის სამხრეთ-აღმოსავლეთით და სხვ. ჩამოთვლილიდან ჩანს, რომ ზედაპირი გავრცელებულია მდ. მტკვრის ხეობის ორივე ფერდობზე და ოდესღაც მთლიანი ზედაპირი ამჟამად ცალკეული უბნების სახით გვხვდება.

მეორე საფეხურს (1500—1600 მ) შედარებით მცირე ფართობი უჭირავს და მხოლოდ რამდენიმე ადგილას გვხვდება. ყველაზე კარგად იგი ს. ხაკის რაიონშია წარმოდგენილი. აქ ზედაპირი მედგება ორი უბნისაგან, რომელთაგან ერთს მარცხენა სათავეები ერთიმეორისაგან გამოყოფენ. ზედაპირი აღმოსავლეთით ს. არჯულისაკენ ვრცელდება, ხოლო დასავლეთით ს. ხაკის სამხრეთ-დასავლეთით ერთ კილომეტრზე წყდება. მდ. მდ. მტკვრისა და ფოცხოვის ხეობათა მარცხენა ფერდობზე იგი გვხვდება ს. ს. ანი, ძირი, კართუბანი, ელიაწმინდის ჩრდილოეთით, მდ. წვერუკისის ღელის ხეობის მარცხენა ფერდობზე (მორაკლების ქვემოთ) და მდ. მდ. ბაღებისა და აბანოს ღელეთა წყალგამყოფზე. უკანასკნელი ორი უბანი წარმოადგენს ტყით დაფარულ რაიონს, დაახლოებით ერთ კილომეტრის სიგრძისა და დანაწევრებული პარალელური მშრალი ხეობებით. ასეთივე ზედაპირი გვხვდება აგრეთვე მ.საბადურის დასავლეთ ფერდობზე; იგი მნიშვნელოვან საძოვარ ადგილს წარმოადგენს.

მესამე საფეხური (1650—1760 მ) მდებარეობს მდ. მარდასა და მდ. ბორბალას მარჯვენა შემდინარის სათავეთა წყალგამყოფზე. იგი თითქმის იდეალური ვაკეა 300×500 მ ფართობით და სახნავ-სათესად არის გამოყენებული. ასეთივე საფეხურია მდ. ბორბალასა და მისი მარჯვენა შემდინარის წყალგამყოფზე; იგი ბორბალას ხეობის მარცხენა ფერდობზეც არის წარმოდგენილი. ისინი საფეხურითაა გამოყოფილი მ. აკუტას ჩრდილო ფერდობისაგან. ამავე საფეხურის სხვა უბნიდან აღსანიშნავია მდ. მდ. ბაღებისა და აბანოს ღელეთა წყალგამყოფი და ს. ეროკრტის სამხრეთ-დასავლეთ რაიონი.

მეოთხე საფეხური (1800—1940 მ) შემჩნეულ იქნა მხოლოდ ორ ადგილას. ყველაზე კარგად იგი მდ. წინუბნის მარცხენა შემდინარის და მდ. ბაღების ღელის წყალგამყოფზეა. იგი რამდენიმე ასეული მეტრის სიმაღლის საფეხურით გამოიყოფა მის ჩრდილოეთით მდებარე მეხუთე საფეხურისაგან, რომელიც მ. მელრუკს სამხრეთიდან ებმის. დენუდაციური ზედაპირი საძოვარ ადგილს წარმოადგენს და საკომლეთურ ფერმისათვის არის გამოყენებული. ამ საფეხურის მეორე უბანი გვხვდება მ. თავათვის ჩრდილო-აღმოსავლეთით. ისიც საძოვარი ადგილია, თუმცა სამხრეთი ნაწილი ტყით არის დაფარული.

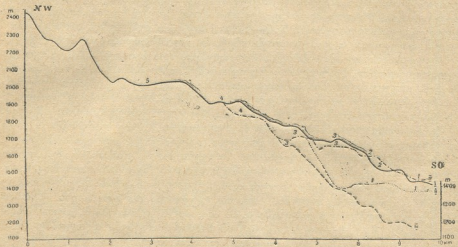
მეხუთე საფეხურიც (2000—2100 მ) მხოლოდ ორ ადგილას იქნა შემჩნეული, მაგრამ საკმაოდ დიდ ფართობს იჭერს. პირველი მდებარეობს მ. მელრუკის რაიონში, რომელიც მდ. მდ. ბაღების ღელესა და წინუბნის მარცხენა შემდინარის სათავეთა წყალგამყოფის ნაწილს წარმოადგენს, მეორე კი ოქიუზ-დაღაილუბას ქედის თხემს ემთხვევა. ამ უკანასკნელის სიგრძე დაახლოებით 3 კმ,



საქართველოს
მეცნიერებათა
აკადემია

ხოლო სიგანე რამდენიმე ასეულ მეტრს უდრის; ისინი საძოვარი ადგილებშია და საკოლმეურნეო ფერმებისათვის არის გამოყენებული.

როგორც აღწერილიდან ჩანს, მხოლოდ ერთი რაიონია, სადაც ყველა საფეხური თანმიმდევრობითაა წარმოდგენილი (იხ. სურ. 1); ესაა ახალციხე-იმერეთის ქედის განშტოება, რომელიც მიიმართება სამხრეთით და ს. აწყურთან წყდება მტკვრის ხეობაში.



სურ. 1. დენუდაციური ზედაპირების განლაგება მდ. მდ. წინუბნის და აბანოს ლელის წყალგამყოფზე და მის განშტოებებზე: I—მდ. მდ. წინუბნისა და აბანოს ლელის მთავარი წყალგამყოფი; II—წრიოხის ლელის მარჯვენა სათავესა და მდ. წინუბნის მარცხენა შემდინარის წყალგამყოფი; III—წრიოხის ლელის სათავეთა წყალგამყოფი; IV—მდ. მდ. აბანოს ლელისა და ამამბარასის წყალგამყოფი; 1-5—დენუდაციური ზედაპირების რიგითი ნომრები

დენუდაციური ზედაპირები თითქმის ყველგან კვეთენ ახალციხის ქვაბულის ამგებ შრეთა ნაოჭებს. ეს განსაკუთრებით მკაფიოდია გამოხატული ზემოაღნიშნულ ქედზე, რომელიც ე. წ. გვირგვინა-ბარათხევის სინკლინის სამხრეთ ფრთაშია ეროზიით გამომუშაებული და მასზე სამხრეთისაკენ (მტკვრის ხეობისაკენ) ორიენტირებული დენუდაციური ზედაპირები წარმოქმნილა.

ახალციხის ქვაბულის დენუდაციური ზედაპირები მნიშვნელოვან სასოფლო-სამეურნეო სავარგულებს წარმოადგენს. მათზეა განლაგებული ქვაბულის ზედა ზონის მოსახლეობის უდიდესი ნაწილი, კერძოდ — ს. ს. ანი, ქიქინეთი, გლიაწმინდა, ჭვინტა, სვირი, ინდუსა, ხაჯი, ორალი, ანდრიაწმინდა და სხვები; მართო ეს ჩამოთვალა მიუთითებს, თუ რა მნიშვნელობა აქვს მათ მოსახლეობის განლაგების საქმეში.

მიო-პლიოცენის პერიოდში ახალციხის ქვაბულში ადგილი ჰქონდა „თბილ, თუ ტროპიკულ არა“, ყოველ შემთხვევაში „სუბტროპიკულ ჰავას შაინც“ [2], რომელიც ალბათ პლიოცენის შემდგომ პერიოდშიც გრძელდებოდა. ასეთი კლიმატისათვის დამახასიათებელი იყო სინესტის სიოხვე, ძლიერი ჩიმიური გამაფიბრა, უხვწყლიან მდინარეთა ქსელი და ამის შედეგად ინტენსიური ეროზიულ-დენუდაციური პროცესები, რამაც უზრუნველყო ფართო მოსწორებული ზედაპირების წარმოქმნა.



როგორც აღწერიდან ჩანს, დენუდაციური ზედაპირები ქვაბულის ფერდობებზეა და საფეხურებად, არშისასვითაა შემოვლებული ირგვლივ, თუმცა მთლიანობა დარღვეულია, რაც ზედაპირების შემდეგდროინდელი დანაწევრებით არის გამოწვეული. ახალციხის ქვაბულის თითქმის ცენტრში მდებარე მდ. მტკვრისა და ფოცხოვის ხეობები მკვეთრად გამოხატული ტერასებით ხასიათდება, რომელთა რიცხვი შეიძლება აღწევს 11; ხეობათა და ტერასებული ფერდობები თანდათანობით გადადის ქვაბულის ფერდობებში, წარმოადგენენ რა მის შემადგენელ ნაწილს; ასეთი მდგომარეობა იმას გვაფიქრებინებს, რომ მდ. მტკვრისა და ფოცხოვის ტერასებსა და აღწერილ დენუდაციურ ზედაპირებს შორის რაღაც გენეტური კავშირი არსებობს, მდებარეობენ რა ერთსა და იმავე ფერდობზე, ერთიმეორის გავრძელებაზე. ბუნებრივ-ისტორიული ვანკითარების ხანგრძლივ პერიოდის მანძილზე, რომელიც პლიოცენის შემდგომ პერიოდს უნდა მოიცავდეს, მდ. პალეომტკვარი და მისი შემდინარეი სხვა ეგზოგენურ ძალებთან ერთად აწარმოებდნენ რა ეროზიულ-დენუდაციურ მოქმედებას, დედამიწის ზედაპირის წყვეტილი აღმავალი მოძრაობის პირობებში განაპირობებდნენ საფეხურებად გახლავებული დენუდაციური ზედაპირების წარმოქმნას. ოქიუზ-დალ-ამალუების ქედის სამხრეთი ფერდობის ძირის გასწვრივ მტკვარს განვითარებული აქვს მე-7 ტერასა, რომელიც მდინარის თანაგდროვე დონიდან 270—300 მ სიმაღლეზე მდებარეობს; ასი გავრძელებაზე ქედის ფერდობი აგრეთვე დასაფეხურებულია; ამ ფერდობის კონსექვენტური ლელებით დანაწევრებულ პარალელურ წყალგამყოფებზე ვხვდებით აღწერილი დენუდაციური ზედაპირების პირველი, მეორე, მესამე და მეოთხე საფეხურის შესაბამისი ზედაპირები და ზოგი მათგანის სიგანე 2 კმ-მდე აღწევს.

მე-7 ტერასის წარმოქმნის დროს მდ. მტკვარი, მსგავსად თანამედროვესი, გაცილებით უფრო დიდ მორკალებას ქმნიდა და უფრო მაღალ დონეზე იყო, ვიდრე ახლა. პალეომტკვრის რკალი დასავლეთით ალბათ ფოცხოვისა და ქვაბლიანის ახლანდელ შესართავამდეც კი აღწევდა და აღმოსავლეთისაკენ მობრის შემდეგ მიმდინარეობდა ჯერ ოქიუზ-დალ-ამალუების, ხოლო შემდეგ ახალციხე-იმერეთის ქედის სამხრეთი ფერდობის ძირის გასწვრივ და დედამიწის ზედაპირის წყვეტილი აზევების პირობებში, სხვა ეგზოგენურ პროცესებთან ერთად, თანამიმდევრობით აწარმოებდა მთისწინეთში მოსწორებული ზედაპირების წარმოქმნას; იმავე მიზეზით ზედაპირები წარმოიქმნებოდა აგრეთვე საბადურა-მორას ქედის სამხრეთ ფერდობზე და მის დასავლეთ დაბოლოებაზე და ეროზიუ-შეთის მთიანეთის ჩრდილო ფერდობზე ს. ასინიძიდან დაბა ვალდამდე, რაც სინამდვილეშიც მტკიცდება; ზედაპირები წყვეტილი აზევების პირობებში საფეხურებად განლაგდა და თანამიმდევრობით ხდებოდა ქედთა შემადგენელ ნაწილებად. ამიტომ არის, რომ დენუდაციური ზედაპირები ქვაბულის ფერდობებზე არსისებურად არის შემოვლებული, თუმცა დანაწევრებულია და მთლიანობა დარღვეული აქვს; ისინი უშუალოდ, თანდათანობით, გადადიან ხეობის ტერასებში, ასე რომ, მსგავსად ბ. ლიჩკოვისა [15], შეიძლება ახალციხის ქვაბულში მდებარე შემოაღწერილი დენუდაციური ზედაპირები მდ. მტკვრის ტერასების უშუალო გავრძელებად ჩავთვალოთ და ვიჯულისხმით, რომ მათ წარმოქმნაში მთავარი როლი მდ. პალეომტკვარმა ითამაშა. მდ. პალეომტკვარი მთელი მისი არსებობის მანძილზე (ქვედა პლიოცენიდან, როდესაც მან, ლ. მარუაშვილის მიხედვით, თანამედროვე მიმართულება მიიღო) დაახლოებით ისევე იყო ორიენტირებული, როგორც ახლა, რაც ახალციხის ქვაბულის თავისებურებით აინსუნება; ამიტომ არის აგრეთვე, რომ მტკვრის ტერასებიც და ქვაბულის დენუდაციური ზედაპირებიც ორიენტირებულია თანამედროვე მტკვრის ხეობის მიმართულებით. დენუდაციური ზედაპირების ამ სახით წარმოქმნის შემთხვევებს აღნიშნავენ უკანასკნელ ხანს ნ. დუმიტრაშკო [7], ვ. ვარსმოფეევა [4] და სხვები.

როგორც აღინიშნა, ქვაბულში დენუდაციური ზედაპირები მთელი სერისის სახით წარმოდგენილია მხოლოდ ახალციხე-იმერეთის ქედის სამხრეთ განშტოებაზე, რომელიც ს. აწყურთან (ბორჯომის ხეობის დასაწყისი) წყდება. ჩვენ ვფიქრობთ, რომ ასეთივე დასაფეხურებული განშტოებები უნდა მიიმართებოდეს ქართლ-იმერეთის ქედის თხემიდან ბორჯომის ხეობის ძირისაკენ; თუ ეს მოსაზრება გამართლდა, მაშინ შეიძლება სხვანაირად დაისვას საკითხი ბორჯომის ხეობის შესახებ და მისი გენეზისი ახალციხის ქვაბულის ალწერილ თავისებურებას დავუკავშიროთ.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ვახუშტის სახ. გეოგრაფიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 26.3.1959)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ს. ნე მ ა ნ ი შ ვ ი ლ ი. ახალციხის ანოქვაბულის აღმოსავლეთ ნაწილში მდ. მტკვრის ხეობის ტერასების საკითხისათვის. სტალინის სახელმძის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის შრომები, ტ. 58, 1956.
2. მ. უ ხ ნ ა ძ ე. გოდერძის წყების ფლორა. საქართველოს სსრ მეცნ. აკადემიის მონაბე, ტ. VII, № 7, 1946.
3. Н. Е. Астахов. О поверхностях выравнивания на Тriaлетских горах (Восточная Грузия) и их связи с историей формирования долины р. Куры. Труды института географии им. Вахушти АН ГССР, т. VI, 1955.
4. В. А. Варсанофьева. О геоморфологии горных стран на примере Северного Урала. Вопросы географии. Сборник 36. Геоморфология, М., 1954.
5. П. Д. Гамкрелидзе. Геологическое строение Аджаро-Тriaлетской складчатой системы. Инст. геол. и минер. АН ГССР. Монографии, № 2, 1949.
6. Н. В. Думитрашко. О пепеленах Малого Кавказа. Изв. АН СССР, сер. геологическая, № 2, 1950.
7. Н. В. Думитрашко. О генезисе поверхностей выравнивания. Вопросы географии. Сборник 36. Геоморфология, М., 1954.
8. Б. А. Клопотовский и Л. И. Марушвили. Геоморфологический очерк средней части Южной Грузии. Грузинское государственное геологическое управление, 1945.
9. Б. А. Клопотовский. Опыт физико-географического районирования Ахалцихской котловины. Рукопись Инст. географии им. Вахушти АН ГССР, 1946.
10. С. С. Кузнецов. Аджаро-Тriaлетская складчатая система. Матер. по геологии и петрографии ССР Грузии, IV. Сер. Закавказская, вып. 22. 1937.
11. С. С. Кузнецов. Попытка геоморфологического расчленения Закавказья. Изв. ГГО, т. 70, вып. 3. 1938.
12. С. С. Кузнецов. Вопросы геоморфологии Закавказья. Геология СССР, т. X. Закавказье, часть I, 1941.
13. Н. А. Лебедева. Ступенчатый рельеф Северо-Западного Кавказа. Вопросы географии. Сборник 36. Геоморфология, М., 1954.
14. Д. А. Дилленберг. Поверхности выравнивания Юго-Восточного Кавказа (преимущественно южного склона). Труды института географии АН СССР, т. 74. Материалы по геоморфологии и палеогеографии СССР, вып. 18. Вопросы геоморфологии Азербайджана и Армении, 1958.
15. Б. А. Личков. О горных денудационных поверхностях и их происхождении. Изв. Всесоюз. Географ. Общества, т. 77, вып. 4, 1945.
16. К. К. Марков. О горных денудационных поверхностях и их происхождении. Вопросы географии. Сборник 3-ий, 1947.



გეოლოგია

მ. რუბინშტაინი

კავკასიის კრისტალური სუბსტრატის ასაკის შესახებ

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ა. ჯანელიძემ 9.7.1959)

უძველესი მეტამორფული ფორმაციები, მათში შეჭრილ გრანიტოიდებთან ერთად, როგორც ცნობილია, ქმნიან კავკასიონის უდრეკ კრისტალურ სუბსტრატს და მთავარი ქედის ღერძულ ნაწილში შიშვლდებიან—მდ. მდ. ბელაია და ფშეხას სათავეებიდან მდ. თერგის დარიალის ხეობამდე. ანალოგიური წარმონაქმნები კავკასიონის სამხრეთითაც ძირულის, ხრამისა და ლოქის მასივებში და სომხეთის რამდენიმე ბუნქტშია გავრცელებული.

მრავალფეროვანი კრისტალური ფიქლები, რომელნიც ამ წარმონაქმნების შედგენილობაში ღებულობენ მონაწილეობას, მათი ინტენსიური მეტამორფიზმის გამო, ჯერ პირველ მკვლევართა ხანიდან, კამბრიუმის წინადროინდელად ითვლებოდა, თუმცა ამ ასაკის უშუალო დასაბუთება არავის მოუცია. ვინაიდან ეს ქანები მუდამ მჭიდრო ასოციაციასაა მსხვილ გრანიტულ სხეულებთან, ბუნებრივად იბადებოდა კითხვა, ხომ არ არის წარმოდგენილი აქ გრანიტული ინტრუზივების შემოჭრის გამო მეტამორფიზებული ანდა რეგიონული მეტამორფიზმის და გრანიტიზაციის ფაქტორების მიერ სახეშეცვლილი უფრო აბაღაზრდა წარმონაქმნები? სხეანაირად რომ ვთქვათ, მსჯელობა შეიძლება ყოფილიყო კრისტალური ფიქლების პალეოზოოური, ანდა, უფრო ზუსტად, ქვედაპალეოზოოური ასაკის შესახებ, ვინაიდან მათი ქვარგვალეები გვხვდება ჩრდილო კავკასიის ზედაპალეოზოოურ, ფაუნისტურად დათარიღებული ნალექების კონგლომერატებში, ზედადეფონურიდან დაწყებული. მიუხედავად ამისა, მკვლევართა უმრავლესობა მაინც კრისტალური ფიქლების კამბრიუმის წინადროინდელი ასაკის დაშვებისაკენ იხრებოდა. ამის საფუძველს ის გარემოება წარმოადგენდა, რომ ჩრდილო კავკასიაში, მდ. მალკას აუზში, ნაკლებად მეტამორფიზებულ ნალექებში დადგენილ იქნა ფაუნისტურად დათარიღებული ქვედაპალეოზოოური, ხოლო ძირულის მასივის ფილიტების წყებაში აღმოჩნდა არქეოციატების კამბრიული ფაუნა.

ცხადია, სანდოდ დათარიღებულ ქვედაპალეოზოოურის მეტამორფულ ფიქლებთან შედარებით, საკუთრავ კრისტალური ფიქლების მეტამორფიზმის უფრო მაღალი ხარისხი როდი ჩაითვლება მათი განსხვავებული ასაკის გადამჭრელ საბუთად. სწორედ ამის გამო ს. ჩიხელიძე [1], იხელმძღვანელა რა მან ა. ჯანელიძის გამოთქმული მოსაზრებებით [2], ძირულის მასივის ამ წარმონაქმნების შესწავლის დროს იმ დასკვნამდე მივიდა, რომ აქ ერთობლივ განუწყვეტელ ფორმაციასთან გვაქვს საქმე, ხოლო საკითხი ამ ფორმაციაში



უფრო ძველი, ვიდრე კამბრიული, ნალექების არსებობის შესახებ მან ლიად დატოვა. ანალოგიური მოსაზრებები გამოთქვა გ. ეფრემოვმა ჩრდილო კავკასიის მეტამორფული ფორმაციების შესახებ, ხოლო რ. არაქელიანი [3], რომელმაც უკანასკნელ წლებში სომხეთის ძველი მეტამორფული კომპლექსი შეისწავლა, მას ძირითადად კამბრიულად თვლის, მის ფუძეში ზედაპროტეროზოულის არსებობას უშვებს, ზედა ნაწილში კი—ორდოვიციუმისას.

უკანასკნელ დრომდე აგრეთვე გაურკვეველი რჩებოდა საკითხი იმ ძველი გრანიტული ინტრუზივების შესახებ, რომელიც ფართოდაა გავრცელებული კავკასიონის, ძირულის, ხრამისა და ლოქის მასივების კრისტალური სუბსტრატის გამოსაყვების ფარგლებში. ეს, ერთი მხრივ, როგორც ჩანს, უნდა იყოს გრანიტოიდები, რომელნიც საკუთრივ მეტამორფული კომპლექსის განუწყვეტელ ნაწილს წარმოადგენენ; მეორე მხრივ კი ეს ინდივიდუალიზაციის სხვადასხვა ხარისხის მქონე გრანიტული წარმონაქმნებია, რომელთა შორის რამდენიმე ადგილობრივი ჯგუფია გამოყოფილი; კერძოდ, კავკასიონის ფარგლებში ეს ვახლავთ ურუშტენის კომპლექსის გრანიტოგენისები, ე. წ. „ჩრდილო“ გრანიტები, მთავარი ქედის გრანიტები და სხვა.

ი. კუზნეცოვი [4] ამ გრანიტების უმრავლესობას კამბრიუმის წინადროინდელად თვლიდა, მაგრამ ბოლო დროს სულ უფრო და უფრო ფართოდება წარმოდგენა მათი პალეოზოური ასაკის შესახებ [5, 6]. მაგალითად, გ. აფანასიევი, რომელიც თავის შრომებში ფართოდ იყენებს აბსოლუტური ასაკის დადგენის არგონული მეთოდის მონაცემებს [7], ურუშტენის კომპლექსის გრანიტოიდებს სილურულ-ქვედადევონურის ინტერვალში ათავსებს, ხოლო „ჩრდილო“ გრანიტებს და მთავარი ქედის გრანიტების უდიდეს ნაწილს ზედაპალეოზოურს აკუთვნებს (კარბონულ-პერმული). დაახლოებით ასეთივე მდგომარეობაა ძირულის, ხრამისა და ლოქის მასივების გრანიტოიდების დათარიღების მხრივ, რომლებსაც გ. ხარძისა და ნ. თათრიშვილის [8], თ. ყაზახაშვილის, შ. ჯაგახიშვილისა და სხვა ავტორთა შრომები მიეძღვნა.

ჩვენ მიზნად არ ვისახავთ კავკასიის კრისტალური სუბსტრატის ჩამოყალიბებისა და ასაკის შესახებ გამოთქმული მოსაზრებების კრიტიკულ გადასინჯვას, რაც მრავალი მკვლევარის—გეოლოგისა და პეტროგრაფის მიერ დაგროვილი უზარმაზარი მასალის ღრმა ანალიზს მოითხოვს. ჩვენი ამოცანა შეუდარებელივ პატარაა—ეს ვახლავთ ჩვენს ლაბორატორიაში ახლახანს მიღებულ¹ აბსოლუტური ასაკის რამდენიმე რიცხვის და ზოგი უკვე გამოქვეყნებული მასალის ინტერპრეტაციის ცდა.

სანამ ამ რიცხვების უშუალო განხილვაზე გადავიდოდეთ, საჭიროა მათი გეოლოგიური შეფასების საკითხზე შეჩერება.

წინა შრომებში ჩვენ ამ საკითხს რამდენიმეჯერ ვებეზოდით [9, 10, 11] და ხაზს ვუსვამდით იმ გარემოებას, რომ რიცხვები, რომლებსაც ჩვენ მაგბური ქანის მთლიანი სინჯისათვის ვღებულობთ არგონის მეთოდით, მინდვ-

¹ სამუშაოს ექსპერიმენტულ ნაწილში მონაწილეობას ვღებულობდნენ: ო. გელმანი, ი. გრიგორიევი, ბ. ლაშვი, ე. უზნაძე, ბ. ჩიკვაძე, ა. ხუციანიძე.



რის შპატების მიერ რადიოგენული არგონის საგრძნობი ნაწილის ჩვეულებრივი დაკარგვის გამო, უნდა მიგვაჩნდეს არა ქანის ქეშმარიტ ასაკად, არამედ მისი ასაკის ზედა საზღვრად. ამრიგად, ჩვენ ეს რიცხვი გეოლოგისათვის ჩვეული მეთოდით კიდევაც უნდა გამოვიყენოთ. მხედველობაში გვქონდა მაგმური, ძირითადად მინდვრისშპატიანი ქანები, რელიქტურ მინერალებს მოკლებული, სადაც უფრო ძველი არგონიც, პრანციპში, თითქოს შეიძლება შენახული ყოფილიყო.

ჩვენ ვუჩვენებთ [11], რომ რადიოგენული არგონის ნაწილის შესაძლო დაკარგვის უჯულებელყოფამ იქამდე შეიძლება მიგვიყვანოს, რომ აშკარად კალედონური ინტრუზია ჩვენ მიერ მიჩნეული იქნება ტიპობრივ პერციინულ წარმონაქმნად. სწორედ ამ მიზეზის გამო, მთავარი ქედის აშკარად მეზოზოურის წინა გრანიტოიდებისათვის მიღებულ იქნა ასაკის ტრიასული რიცხვები. მრავალი ასეთი მაგალითი უკვე დიდი ხანია, რაც გამოქვეყნებულია ჩვენ მიერ და ამაზე შეჩერება ზედმეტი იქნებოდა. მაგრამ ამ თვალსაზრისით განსაკუთრებულ ინტერესს წარმოადგენს კელასურის გრანიტოიდული ინტრუზივის შესწავლის შედეგები. როგორც ცნობილია, ეს ინტრუზივი კვეთს ბაიოსს და ქვედა ცარციით იფარება (როგორც ჩანს, ბათურია). ამ ინტრუზივის ბიოტიტისათვის მიღებული ასაკის რიცხვი, 167 ± 9 მლნ წ., თუ ხოლმისა და მარბლის სკალებს დაუჯერებდით, ბევრად უფრო დიდი აღმოჩნდა, ვიდრე ეს მოსალოდნელი იყო. ამის გამო ჩვენ დავსვით საკითხი იმის შესახებ, რომ საჭიროა იურიული პერიოდის აბსოლუტური დათარიღების გადასინჯვა [12] და მისი ხანგრძლივობის გაზრდა ტრიასულის ხარჯზე.

მეორე მარცხ, ასაკის რიცხვები, რომლებიც მიღებულია კელასურის ინტრუზივის ქანების ჯამური სინჯებისა და მათი მინდვრისშპატიანი ფრაქციებისათვის (115, 125, 135 და 140 მლნ წ.), ძირითადად ცარცულს შეესაბამება. რადგან ზოგი უახლოესი გამოკვლევის შედეგებიდან (ჯ. კალპი და სხვ.) აშკარად გამომდინარეობს, რომ ცარცულის ქვედა საზღვრის ზევითკენ გადაწევისათვის (აბსოლუტური წელთაღრიცხვის მიხედვით) არავითარი საფუძველი არ არსებობს, ამის გამო დაშვება, რომ კელასურის ინტრუზივის ქანთა ჯამური სინჯების ასაკის რიცხვები ქეშმარიტია, აშკარად ეწინააღმდეგება ამ ინტრუზივის მტკიცედ დადგენილ გეოლოგიურ მდებარეობას.

ამგვარად, ეჭვს არ უნდა იწვევდეს, რომ გრანიტოიდული ქანების საპასუხისმგებლო ასაკობრივი დაპირისპირებისას არგონის მეთოდის მონაცემების საფუძველზე საჭიროა გამოვიყენოთ მხოლოდ ის რიცხვები, რომლებიც მიღებულია ისეთი შედარებით კარგად შესწავლილი და სანდო მინერალებისათვის, როგორიცაა ქარსები.

საჭიროა რამდენიმე სიტყვით შევჩერდეთ არსებული აბსოლუტური გეოქრონოლოგიური სკალების პალეოზოოურ ნაწილზე. ბოლო დროს ხოლმს—მარბლის სკალების ეს ნაწილიც კრიტიკული გადასინჯვის ობიექტი გახდა. როგორც ჩანს, მაინცადამაინც დიდ ეჭვებს არ უნდა იწვევდეს ის, რომ რიცხვები, რომლებიც ცალკეული პერიოდების საზღვრებს შეესაბამება, აქაც უნდა გაზრდილ იქნეს. ამას ასაბუთებს, კერძოდ, ის მონაცემები, რომლებიც

მიღებულია ვოგეზებისა და ზოგი სხვა პერციული მასივისათვის, მაგრამ სკალის ის ვარიანტი, რომელიც ახლახან გამოქვეყნდა მეინის, ლამბერტისა და იორკის მიერ [13], ამ თვალსაზრისით მეორე უკიდურესობას წარმოადგენს [12]. ამ წერილში ხსენებული საკითხის უფრო დეტალური გარჩევა უადგილო იქნებოდა. აღვნიშნავთ მხოლოდ, რომ ქვემოთ მოყვანილი ასაკის რიცხვების დაკავშირება პალეოზოოურის სათანადო სტრატოგრაფიულ ერთეულებთან საკმაოდ პირობითია.

ახლა კი შეიძლება კავკასიის ღრმად მეტამორფიზებული ფორმაციების ასაკის საკითხს კვლავ დაუბრუნდეთ. საკმაოდ ტრივიალურია ის აუცილებლობა, რომ მეტამორფული ქანების ასაკის საკითხის გარჩევისას განსხვავებულ იქნეს ერთმანეთისაგან იმ დედაქანთა ასაკი, რომლებმაც შეგდგომ მეტამორფიზში განიცადეს, და თვით ამ მეტამორფიზმის ასაკი. მაგრამ იმ ვეებერთელა ლიტერატურაში, რომელიც კავკასიის უძველეს ფორმაციებს მიეძღვნა, ეს მომენტი მუდამ როდია სათანადოდ გათვალისწინებული.

თუკი ჩვენ კავკასიის მეტამორფული ფორმაციების ასაკის დადგენას ვცდილობთ არგონის მეთოდის მონაცემების უშუალო საფუძველზე, უნდა გვახსოვდეს, რომ ერთადერთი, რასაც თავისთავად გვეუბნება სათანადო რიცხვები, ეს გახლავთ მეტამორფიზმის ასაკი, ვინაიდან ამ პროცესის ერთ-ერთ ეფექტურ შედეგს პირველ რიგში სწორედ ქარსების წარმოქმნა წარმოადგენს. ამასთან მხედველობაში გვაქვს მეტამორფიზმის უკანასკნელი ციკლი.

კავკასიის ძველი წარმონაქმნების მეტამორფიზმის ასაკის დადგენისათვის საჭირო რამდენიმე მონაცემის მისაღებად ჩვენ ჩავატარეთ კრისტალური ფიქლებიდან გამოყოფილი ქარსების ასაკის სამი განსაზღვრა.

ქარსების ამოღება ქანიდან ელექტრომაგნიტური და ელექტროსტატიკური სეპარაციის გზით ხდებოდა [14]. რადიოგენული არგონის რაოდენობის განსაზღვრისათვის გამოვიყენეთ იზოტოპური განხაეების მასსპექტრომეტრიული მეთოდი [15], ხოლო კალიუმის რაოდენობა ისაზღვრებოდა სპექტროფოტომეტრიული მეთოდით ამონიაკ-ჟანგბადის აღში. ასაკის გამოსათვლელად გამოვიყენეთ ახალი კონსტანტები: $\lambda_4 = 0,557 \cdot 10^{-10}$ წ⁻¹, $\lambda_6 = 4,72 \cdot 10^{-10}$ წ⁻¹, $K^{40} = 1,22 \cdot 10^{-4}$ K /გ/გ/, გეოლოგიური ფორმაციების აბსოლუტური ასაკის დამდგენი კომისიის მიერ რეკომენდებული; ჩვენი ძველი გაზომვების შედეგები და ლიტერატურიდან ამოკრეფილი რიცხვები გადათვლილია ახალი კონსტანტების საფუძველზე.

მდ. მცირე ლაბას სათავეების ქარსიანი ფიქლის მუსკოვიტმა (შ. ჯავახიშვილის კოლექციიდან) მოგვცა ასაკი 365 ± 20 მლნ წ. (მდ. ბაქსანის აუზის ე. წ. კირტიკის წყების ბიოტიტმა (გ. ზარიჰისა და თ. ყაზახიშვილის კოლექციიდან) — მსგავსი შედეგი გვიჩვენა — 320 ± 20 მლნ წ. ძირულის მასივის კრისტალური ფიქლის მუსკოვიტიც, თუმცა ცოტა უფრო მცირე, მაგრამ მაინც საკმაოდ მიახლოებული ასაკის ნიშნელობას იძლევა — 290 ± 20 მლნ წ.

ამრიგად, ეს მონაცემები, რა თქმა უნდა, ჯერჯერობით მცირერიცხოვანი, შეთანხმებულად იმას მოწმობს, რომ მარბლის სკალაზე დაყრდნობით,

კავკასიის უძველესი ფორმაციების მეტამორფიზმის ასაკი სილურულ-დევონურის ქვედა ნახევრის დროის მონაკვეთს შესაბამეობა. თუკი მხედველობაში მივიღებთ ამ სკალაში სათანადო ცვლილებების შეტანის აუცილებლობას, მაშინ სილურული, როგორც ჩანს, გამორიცხული იქნება.

მცირე ლაბასა და ძირულის მასივის კრისტალური ფიქლების მუსკოვიტების გარდა, გაზომილ იქნა აგრეთვე არგონის რაოდენობა ამავე ფიქლების მუსკოვიტით გალარიბებულ ფრაქციებში. შესაბამისი რიცხვები (385 ± 45 მლნ წ. და 245 ± 45 მლნ წ.) სათანადო ქარსებისათვის მიღებულ რიცხვებს არ ეწინააღმდეგება და იმას მოწმობს, რომ ამ მეტამორფულ ფიქლებში თითქმის არაა წარმოდგენილი ნარჩენი რადიოგენური არგონის შემცველი რელიქტური მინერალები. ბუნებრივად ისმის საკითხი ამ მეტამორფულ ფორმაციებთან დაკავშირებული გრანიტოიდების ასაკის შესახებ.

ძირულის მასივის შროშის პეგმატიტის მუსკოვიტის ასაკის განსაზღვრამ 330 ± 10 მლნ წ. მოგვცა, ხოლო ლოქის მასივის პეგმატიტის მუსკოვიტისამ (ე. ვეზირიშვილის კოლექციიდან)— 370 ± 25 მლნ წ. და ბოლოს ბიოტიტი კრისტალურ ფიქლებში შექრილი გრანიტიდან, რომელიც მდ. სილტრანსუს ხეობაში შიშვლდება, ბაქსანის აუზში (გ. ზარძისა და თ. ყაზახიშვილის მასალიდან) ანალოგიურ სურათს იძლევა— 345 ± 20 მლნ წ.

ამრიგად, ეს მონაცემებიც ერთმანეთს კარგად შეესაბამება.

მიემართოთ ახლა გ. აფანასიევის მონაცემებს ჩრდილო კავკასიის შესახებ, რომლებიც მის უკანასკნელ მონოგრაფიაშია შეჯამებული [7]. წინა ქედისათვის მას შესრულებული აქვს ასაკის 34 გაზომვა, მათ შორის მხოლოდ 4 ქარსია, დიდი და მცირე ლაბას წყალთაშუეთში აღებული. სათანადო რიცხვები შეჰდევია: მუსკოვიტი პეგმატიტიდან (ხევი მრამორნია) — $290-330$ მლნ წ.; მუსკოვიტი პეგმატიტიდან (მდ. ურუშტენი)— 330 მლნ წ.; მუსკოვიტი პეგმატიტიდან (ქედი მაგიშო)— 320 მლნ წ.; ფლოგოპიტი ურუშტენის კომპლექსის პლაგიოგრანიტების კონტაქტიდან ულტრაფუძე ქანებთან— 370 მლნ წ.¹.

რაც შეეხება ხსენებული ავტორის დანარჩენ მონაცემებს წინა ქედის შესახებ, უნდა აღინიშნოს, რომ სათანადო განსაზღვრები წარმოებდა ქანის ჯამური სინჯის, ან მინდვრის შპატის მიხედვით. ამის გამო ბუნებრივია, რომ ასაკი აქ შემცირებული აღმოჩნდა და, ჩვენი აზრით, $230-250$ მლნ წ. რიგის რიცხვები არ შეიძლება ეშაკონის მასივის, ინდიშის რაიონის მცირე ინტრუზივებისა და ზოგი სხვა სხეულის ბევრად უფრო ახალგაზრდა ასაკის სახლოდ მაჩვენებელი იყოს. მაგრამ ამავე დროს ზ. სტუდენიკოვასა და ქ. კნორეს შრომაში [16] მოყვანილია რამდენიმე რიცხვი ბიოტიტის მიხედვით; ამ რიცხვებიდან გამომდინარეობს, რომ წინა ქედის ზოლში, კერძოდ მდ. მალკაზე, მაინც არის წარმოდგენილი უფრო ახალგაზრდა ზედაპალეოზოური გრანიტოიდები.

¹ ზედმეტი არ იქნება დაემატოს ამას ჩვენ მიერ წინათ მიღებული რიცხვი მცირე ლაბის პეგმატიტისათვის— 280 მლნ წ.

გადავიდეთ ახლა მთავარი ქედის გრანიტოიდების შესახებ არსებულ მონაცემებზე. ჩვენი აღრიზნული, შ. ჯავახიშვილის მასალაზე (ქარსები პეგმატიტებიდან) დალესტინის ფილიალში შესრულებული გაზომვები შემდეგ სურათს იძლევა: მდ. ტებერდის მუსკოვიტი—255 მლნ წ., მდ. ულუ-ხურზუკის ბიოტიტი—280 მლნ წ., მუსკოვიტი იქიდანვე—285 მლნ წ., მუსკოვიტი მდ. ულუკამიდან — 225 მლნ წ., მუსკოვიტი მდ. უჩკულანიდან 235 მლნ წ. ამ მონაცემების საფუძველზე ჩვენ თავის დროზე იმ დასკვნამდე მივიდით, რომ უნდა არსებობდეს მთავარი ქედის გრანიტებთან დაკავშირებული არა ნაკლები ორი ფაზისი პეგმატიტწარმოქმნისა. პირველი ამ ფაზათა შორის, მისი წარმოქმნის დროის მხრივ, ახლო დგას ან ემთხვევა ურუშტენის კომპლექსის გრანიტოიდებს, მეორე კი უფრო ახალგაზრდაა. რაც შეეხება აფანასიევის მიერ მოყვანილ მონაცემებს მთავარი ქედის გრანიტოიდების ასაკის შესახებ, ამ შემთხვევაშიც პეგმატიტების ქარსებისათვის მიღებული შედეგები ჩვენს მონაცემებს ემთხვევა. მაგალითად, სადონ-ურუხის უბნისათვის მას მიღებული აქვს შემდეგი რიცხვები: სადონის მუსკოვიტი—270 მლნ წ., მდ. ტუილას მუსკოვიტი—290—325 მლნ წ., მდ. სადონის მუსკოვიტი—340—385 მლნ წ., მდ. მიზურის მუსკოვიტი—330—340 მლნ წ., მდ. აიგამუგას მუსკოვიტი—250—260 მლნ წ.

ამის გარდა, მდ. ტებერდის მუსკოვიტისათვის მას მოჰყავს რიცხვი 220 მლნ წ., ხოლო მდ. აქსაუტის ბიოტიტებისათვის—230 და 315 მლნ წ.

ჩვენ განგებ არ ვეხებით დარიალისა და კასარის მასივების ასაკს, რომელთა ჩამოყალიბებაში, გ. აფანასიევის მონაცემების მიხედვით, დიდი როლი უთამაშია უფრო ახალგაზრდა მეტასომატური პროცესების გავლენას, და აგრეთვე მთავარი ქედის ზოგი სხვა, აშკარად პალეოზოურის შემდგომი წარმოქმნების ასაკის საკითხი.

განიილული მასალა რამდენიმე ზოგადი ხასიათის დასკვნის გამოყვანის საშუალებას იძლევა, რომლებიც, რა თქმა უნდა, შემდგომ დადასტურებას და დაზუსტებას მოითხოვს უფრო მდიდარი და სისტემატურად შეგროვილი მასალის დამუშავების საფუძველზე.

კავკასიის უძველესი ფორმაციების ძირითადი მეტამორფიზმის გამოვლინების ყველაზე უფრო მოსალოდნელ დროის მონაკვეთს ასაკობრივი ინტერვალი 320—350 მლნ წ. წარმოადგენს, რომელიც, როგორც ჩანს, სულ ზედასილურულს (?) და დევონურის უმეტეს ნაწილს შეესაბამება. ამავე დროის მონაკვეთში ყალიბდება კავკასიონისა და ამიერკავკასიის კრისტალური მასივების ძველი გრანიტოიდების უძველესი ნაწილი. ის გარემოება, რომ ერთმანეთთან მჭიდრო გადასვლებით დაკავშირებული ძველი გრანიტოიდებისა და მეტამორფული წყებების ქარსების ასაკი ერთი რიგისაა, უნდა გვესმოდეს როგორც კავკასიის ძველი კრისტალური სუბსტრატის ჩამოყალიბებაში მეტასომატური გრანიტიზაციის ძირითადი როლის დამატებითი დადასტურება, რასაც კარგი ხანია გ. ზარიძე და ნ. თათრიშვილი [18], აგრეთვე გ. აფანასიევიც [7] ამტკიცებენ.

უფრო ახალგაზრდა ზედაპალეოზოური გრანიტოიდების არსებობა შეიძლება მეტ-ნაკლებად დასაბუთებულად ჩაითვალოს მთავარი ქედის ზონისა

და ნაწილობრივ წინა ქედისათვის, სადაც გრანიტების ჩამოყალიბების დევონურ ეტაპთან ერთად კარბონულ-პერმული ეტაპიც ისახება (230—250 მ წ.).

ამრიგად, აბსოლუტური ასაკის დადგენის შედეგები საკმაოდ დამაჯერებლად გვიჩვენებს, რომ კავკასიის ძველი სუბსტრატის ჩამოყალიბება ზედაკალედონური დანაოქების ბოლოსთან (?) და ჰერცინულ დანაოქებასთან არის დაკავშირებული.

ამასთან დაკავშირებით უფრო ნათელი ხდება საკითხიც კავკასიის კრისტალური ფიქლების დედაქანების ასაკის შესახებ—მათში კამბრიუმის, ორდოვიციუმის და ნაწილობრივ მაინც სილურულის არსებობა ექვეს თითქოს არ უნდა იწვევდეს, ხოლო მათში კამბრიუმისწინა წარმონაქმნების არსებობის შესახებ ჩვენ საკმარისი საბუთები ჯერჯერობით არ გავაჩნია.

ნავარაუდევია პრეკამბრიუმის არსებობის შემთხვევაშიც კი მოსალოდნელია მხოლოდ მისი სულ ზედა ნაწილი.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

გეოლოგიური ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 15.7.1959)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ს. ჩიხელიძე. იურისწინა დანალექი ფორმაციები საქართველოში. გეოლოგიური ინსტიტუტის შრომები, სერ. მინერ.-პეტრ., ტ. 1, ნ. 2, 1948.
2. ა. ჯანელიძე. საქართველოს ბელტის პრობლემა, საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. III, № 1—2, 1942.
3. Р. А. Аракелян. Стратиграфия древнего метаморфического комплекса Армении. Изв. АН Арм. ССР, т. X, сер. геол. и геогр. наук, № 5—6, 1957.
4. И. Г. Кузнецов. Тектоника, вулканизм и этапы формирования структуры центрального Кавказа. Тр. Ин-та Геол. наук АН СССР, вып. 131, геол. серия, № 52, 1951.
5. მ. რუბინშტეინი. საქართველოს ზოგი მაგმური წარმონაქმნის აბსოლუტური ასაკის შესახებ. საქართველოს სსრ მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. XVI, № 6, 1955.
6. К. Н. Паффенгольц. Геологический очерк Кавказа. Ереван, 1959.
7. Г. Д. Афанасьев. Геология магматических комплексов Северного Кавказа и основные черты связанной с ними минерализации. Труды ИГЕМ АН СССР, в. 20, 1958.
8. Г. М. Заридзе и Н. Ф. Татришвили. О возрастных взаимоотношениях и генезисе древних кристаллических пород Дзирульского массива. Тр. Геол. Ин-та АН СССР, сер. минер.-петр., т. III, 1953.
9. М. М. Рубинштейн. Новые данные об абсолютном возрасте магматических образований Грузии. Тр. V сессии Ком. по опр. абсол. возр. геол. формаций. Москва, 1953.
10. М. М. Рубинштейн. К вопросу потерь аргона калиевыми полевыми шпатами и о геологическом значении этого явления. Тр. VII сессии ком. по опр. абс. возр. геол. формаций. Москва, 1960.
11. М. М. Рубинштейн. О геологической интерпретации цифр абсолютного возраста, получаемых аргоновым методом. Сб. Тр. Геол. инс-та АН СССР, Тбилиси, 1959.

12. М. М. Рубинштейн. К пересмотру абсолютной геохронологической шкалы. ДАН СССР, т. 129, № 5, 1959.
13. K. J. Maune, R. St. J. Lambert, D. Jork. The geological time-scale. Nature, v. 183, № 4656, 1959.
14. М. М. Рубинштейн, И. Г. Григорьев, О. Я. Гельман, Б. Г. Чикваидзе, А. Л. Хуцаидзе. К методике получения мономинеральных фракций для определения абсолютного возраста горных пород аргоновым методом. Изв. АН СССР, сер. геол., № 6, 1958.
15. Х. И. Амирханов, И. Г. Гурвич и С. С. Сардаров. Масс-спектрометрический ускоренный метод определения абсолютного возраста геологических образований по радиоактивному распаду K^{40} в A^{40} . Изв. АН СССР, сер. геол., № 4, 1955.
16. З. В. Студеникова и К. Г. Кнорре. О возрасте гранитоидов Северного Кавказа. Геохимия, № 7, 1957.



პალეონტოლოგია

ლ. ბაბუნია და მ. ჩხიკვაძე

ბიზანტური ხმელეთის კუ ბენარის (სამხრეთ საქართველო) ოლიგოცენიდან

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ლ. დავითაშვილმა 31.3.1959)

ბენარის (ადიგენის რაიონი, საქართველოს სსრ) შუა ან ზედაოლიგოცენურ შრეებში, რომლებმაც უკვე საკმაოდ გაითქვეს სახელი ინდრიკოთერიიდებისა და სხვა ნამარხ ძუძუმწოვართა ნაშთების წყალობით (ლ. გაბუნია 1953, 1955, 1955) 1958 წლის შემოდგომაზე ჩვენ აღმოვაჩინეთ ძლიერ დიდი კუს არასრული და ძლიერ დაზიანებული ჯავშანი, რომელიც ეკუთვნის გვარს Testudo. მიუხედავად ცუდი დაცულობისა, ეს ფრაგმენტული ნასალა გარკვეულ წარმოდგენას იძლევა ბენარის კუს გარეგნობასა და მისი ცხოვრების პირობებზე. ამიტომაც, რომ ცნობები მის შესახებ არ არის ინტერესს მოკლებული.

ამ სტატიაში მოკლედ არის აღწერილი ბენარის ნამარხი კუ, რომელიც ჩვენ ხმელეთის კუს (Testudo) ახალ სახეს (T. meschethica¹ sp. nov.) მივაკუთვნეთ. აქვეა გამოთქმული ზოგიერთი ვარაუდი ამ ნამარხი ფორმის ცხოვრების პირობების შესახებ.

Testudo meschethica sp. nov.

ა დ გ ი ლ ს ა პ ო ვ ე ბ ე ლ ი: ბენარა, ადიგენის რაიონი, საქართველოს სსრ. ღია ნაცრისფერი ქვიშაქვის ფენა, რომელიც შიშვლდება ბენარიდან ჩრდილოეთით 600 მეტრით დაშორებულ ხევში.

გ ე ო ლ ო გ ი უ რ ი ა ს ა კ ი: შუა ან ზედა ოლიგოცენი.

მ ა ს ა ლ ა: კარაპაქისის კალდალური ნაწილი (მარცხენა და მარჯვენა მერვე, მეცხრე, მეათე და მარჯვენა მეთერთმეტე მარგინალური ფირფიტები, მათთან მდებარე კოსტალური ფირფიტების ფრაგმენტები; პიგალური, პოსტგერტებრაალური, მერვე და მეშვიდე ვერტებრაალური ფირფიტები), პირველი მარჯვენა მარგინალური ფირფიტა, მეხუთე ვერტებრაალური ფირფიტა, მეოთხე კოსტალური და მეოთხე ვერტებრაალური ფირფიტების ფრაგმენტები, პლასტრონის აკლია მხოლოდ წინა ნაწილი (ეპიპლასტრული ელემენტები, ენდოპლასტრონი, შიპოპლასტრონის წინა კიდეები). პლასტრონი მცირედ დეფორმირებულია. მაგრამ ძლიერ დაზიანებული. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის პალეობიოლოგიის ინსტიტუტის კოლექცია № 7.

ღ ი ა გ ნ ო ზ ი. ძლიერ დიდი ზომის ხმელეთის კუ (სიგრძით არანაკლებ 750 მმ), სქელი და მაღალი ჯავშნით. ვერტებრაალური ფირფიტები (მეოთხე, მეხუთე და მეშვიდე) მცირე სივანის, მცირედ დამრგვალებული კუთხეებით.

(¹—საშის სახელწოდება T. meschethica sp. nov. წარმოდგება საქართველოს ძველი პროვინციის—მესხეთის სახელწოდებიდან (დღევანდ. ბენარის რაიონი მესხეთის ფარგლებში შედიოდა)

პირველი პოსტვერტებრალური ფირფიტა გადმობრუნებულ V-ს წაავსეს. პიგალური—ტოლფერდა ტრაპეციას, მკვეთრად შეზნეპილი პროქსიმალური კიდიით; მეორე პოსტვერტებრალური რომბისებურია. კოსტალური ძვლოვანი ფირფიტები სოლისებურია, მარგინალური—წაგრძელებული, შებრტყელებული და ასევე სოლისებური. ენდოპლასტრონის უკანა კიდე ქმნის ბლაგვ კუთხეს, რომელიც წვერით უკანაა მიმართული. ნაკერი მხრისა და მკერდის ფარებს შორის კვეთს ენდოპლასტრონის ბოლოს. ქსიფიპლასტრონები საკმაოდ განიერია და უძრავად დამაგრებული.

აღწერა და შედარება. ბენარის კუს ჯავშანი, თუ მხედველობაში მივიღებთ მის შედარებით გრძელ (განზომ. ტაბულა 1) და გარედან შებრტყელებულ მარგინალურ ძვლოვან ფირფიტებს და ზურგისა და მუცლის ფარების შემაერთებელი, თითქმის შევეული „ხიდაკის“ საკმაო სიმაღლეს, შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მას შედარებით მაღალი კარაპაქსი (ნახ. 1 და 3) უნდა ჰქონოდა

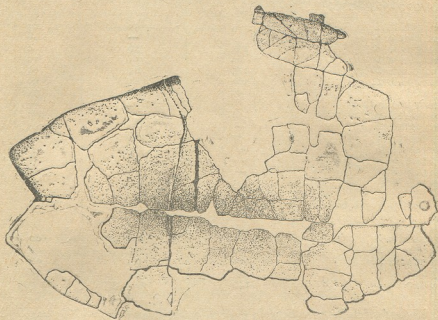


ნახ. 1. *Testudo meschethica* sp. nov. კარაპაქსი

(შესაძლოა, რომ მისი სიმაღლე მთელი ჯავშნის სიგრძის ნახევარს აღემატებოდეს). ამასთანავე შეიძლება ვიფიქროთ, რომ უდიდეს სიმაღლეს ის აღწევდა თავის კაუდალურ ნაწილში (კარაპაქსის კაუდალური მხარე მეტად ციცაბოა).

მარგინალური ფირფიტებისთვის დამახასიათებელია დისტალური ბოლოების გაგანიერება (ცხრილი 1), რაც კარაპაქსის ამ ელემენტებს სოლისებურ ფორმას აძლევს. პიგალური ფირფიტა (განზ. ცხრ. 1) ტრაპეცია—სოლისებური ფორმისაა, მკვეთრად შეზნეპილი პროქსიმალური კიდიით და გამოშვებული დისტალური ბოლოთი.

მცირე შეზნეილობა ამ ფირფიტის შიდა ზედაპირზე, ისევე, როგორც პლასტრონისათვის დამახასიათებელი შუა შეზნეილობა, რაზედაც შემდეგ გვეჩვენება საუბარი, მოწმობს ინდივიდის მამრობით სქესს. მეორე პოსტვერტებრალური ფირფიტა, სუბრომბისებურია, მასზედ ძეაფიოდ შეიმჩნევა ნაქდვევი მეხუთე ვერტებრალურ და პიგალურ ოკოვან თარებს შორის.



ნახ. 2. *Testudo meschethica* sp. nov. პლასტრონი

მეხუთე ვერტებრალური ფირფიტა შედარებით თართოა (ცხრილი 1), ექვსკუთხედის ფორმის, დამრგვალებული კუთხეებით. მეექვსე წარმოდგენილია ფრაგმენტით, რომელიც ადასტურებს მხოლოდ იმას, რომ ის რვაკუთხედის ფორმისაა და შეზნეილი ლატერალური კიდეები ჰქონდა. მეშვიდისგან შემონახულია მხოლოდ უკანა ნაწილი, რომელიც მოწმობს მის ტრაპეციისებურ ფორმას. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ მისი წინა კუთხეები, ისევე, როგორც მეხუთე ვერტებრალურისა, მომრგვალებული უნდა ყოფილიყო.

პირველი პოსტვერტებრალური ფირფიტის ფორმა მეტად თავისებურია, იმისი მოხაზულობა განპირობებულია მომდევნო რომბისებრი მეორე პოსტვერტებრალური ფირფიტით. უკანასკნელი იჭრება თავისი წინა კუთხით პირველ პოსტვერტებრალურში და ჰყოფს მას ორ ტოლ „სახელოდ“.

კოსტალური ფირფიტები წარმოდგენილია კალდალურ ნაწილში ფრაგმენტების სახით. ერთიმეორის გვერდზე მოქცეული მათი დისტალური ბოლოებში შეფარდება მიგვიითივებს მათ სოლისებურ ფორმაზე (ცხრილი 1).

ბენარის კუს პლასტრონს (ნახ. 2-4, ცხრ. 2), როგორც აღნიშნული იყო, აკლია კრანიალური ნაწილი (აკლია ენდოპლასტრონი, ეპიპლასტრონი და ჰიოპლასტრონის წინა მხარე). პლასტრონის მედიალური სიგრძე უდრის 420 (ზომა აღებულია ენდოპლასტრონის უკანა ნაკერიდან ჩსიფიპლასტრონის უკანა კიდე-

ცხრილი 1

კარაპაქსის ძვლოვანი ფირფიტებისა და რქოვანი ფარების ზომები (მმ)

კარაპაქსის ნაწილები	უდიდესი სიგრძე	პრტქს სიგანე	დისტ. სიგანე
ძვლოვანი ფირფიტები			
marginale 1	135	55	125
marginale 5	—	—	10
marginale 8	135	70	6
marginale 9	12	54	62
marginale 10	115	65	65
marginale 11	102	45	90
pygale	97	110	75
postvertebrale 1	79	99	—
postvertebrale 2	72	40	173
vertebrale 8	—	—	40
vertebrale 7	67	104	88
vertebrale 6	—	53 მდე	—
costale 6	—	—	60-ზე მეტი
costale 7	—	—	55-მდე
costale 8	135	—	70
რქოვანი ფარები			
Marginale 8	140	—	—
Marginale 9	13	60	60
Marginale 10	110	55	60
Marginale 11	110	92	90
Pygale	130	98	—
Vertebrale 5	140	100 მდე	22-მდე

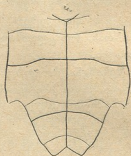
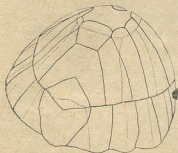
დე). პლასტრონის სრული სიგრძე უდრის დაახლოებით 650—700; სიგანე ჰიოპლასტრონის ნაკერთან დაახლოებით 500. ენდოპლასტრონის უკანა კიდე, ენდოპლასტრონსა და ჰიოპლასტრონს შორის ნაკერის დაცული ფრაგმენტის მიხედვით ქმნიდა 140° კუთხეს, რომლის წვერიც კაუდალური ნაწილისაკენაა მიმართული, ამ ნაკერთან მარცხენა ჰიოპლასტრონის ფრაგმენტზე შესამჩნევია ჰუმეროპექტორალური ნაჭდევი. ეს ნაჭდევი, ეტყობა, კეთს ენდოპლასტრონის სულ უკანა ნაწილს (ნახ. 4). ნაჭდევი შეკრდისა და მუცლის ფარებს შორის გადის ენდოპლასტრონის ახლოს, რაც გამოწვეულია მუცლის ფირფიტების დიდი სიგრძით (ცხრილი 2). ნაჭდევი მუცლისა და ბარძაყის ფარებს შორის მის ლატერალურ ნაწილებში საგრძნობლადაა შეზენეპილი კრანიალური მიმართულებით და მოთავსებულია ჰიოპლასტრონებისა და ქსიფიპლასტრონ-

ცხრილი 2

პლასტრონის ძვლოვანი ფირფიტებისა და რქოვანი ფარების ზომები (მმ)

ძვლოვანი ფირფიტები	სიგრძე შუაში	უდიდესი სიგრძე	უდიდესი სიგანე	რქოვანი ფარები	სიგრძე შუაში	უდიდესი სიგრძე	უდიდესი სიგანე
Hyo-plastron	128	—	—	Pectorale	43	—	—
Hypo-plastron	173	191	205	Abdominale	225	231	—
Xiph-plastron	110	133	121	Femorale	106	136	135
				Anale	39	51	88

ბის ნაკერზე ბევრად უფრო წინ. განიერი ქსიფიპლასტრონები უძრავადაა მიმაგრებული. მათი ლატერალური კიდეები საგრძნობლადაა შეზენქილი. ანალური უბე პლასტრონის კაუდალურ ნაწილში განიერია (ქსიფიპლასტრონების უკანა კიდეები ქმნიან 120-გრადუსიან კუთხეს). ნაჭდევი ფემორალურ და ანალურ ფარებს შორის ჰიოპლასტრონ-ქსიფოპლასტრონების ნაკერის პარალელურია. ნაკერიც და ნაჭდევიც ერთნაირადაა ამოზენქილი და პლასტრონის ლატერალურ კიდეებს მართებულად კვეთს.



ნახ. 3. *Testudo mechetthica* sp. nov.
 კარაპაქსი (რეკონსტრუქცია)

ნახ. 4. *Testudo meschetthica* sp. nov.
 პლასტრონი (რეკონსტრუქცია)

პლასტრონის მუცლისა და ბარძაყის ნაწილში მკაფიოდ არის გამოხატული მედიალური ჩაღრმავება, რომელიც მიუთითებს იმაზე, რომ ეს ჯავშანი ძამრისაა.

ყურადღებას იქცევს კარაპაქსის კიდის, პიგალური ძვლოვანი ფირფიტების და პლასტრონის ძვლოვანი ფირფიტების დიდი სისქე (M 1 მაქსიმალური სისქე—37,5, M 10—42, M 11—39, ჰიოპლასტრონის—40, ჰიოპოპლასტრონის—48).

ბენარის კუს შედარებამ სხვა ცნობილ ნამარხ და თანამედროვე წარმომადგენელებთან გვიჩვენა, რომ ყველაზე დიდ სიახლოვეს ის ამჟღავნებს ფაიუმის ოლიგოცენურ *Testudo ammon* Andr. (ენდრიუს, 1906; დაკე, 1912), რომელსაც ის ემსგავსება კარაპაქსის ვერტებრალური, პირველი პოსტვერტიბრალური და მარგინალური ფირფიტების ფორმით; ასევე ქსიფიპლასტრონების ფორმით, დიდი ზომით, კარაპაქსის სიმალლითა და სხვა თავისებურებებით, მაგრამ ამავე დროს ბენარის კუ საკმაოდ განსხვავდება ფაიუმის სახისაგან: მეორე პოსტვერტიბრალური ფირფიტის რომბისებური ფორმით, პიგალურის შედარებით უფრო დიდი სიგრძით, უფრო მეტად გაღუნული აბდომინალურ—პექტორალური ნაჭდევი, ჰუმერო-პექტორალური ნაჭდევის ადგილითა და სხვა.

განსხვავება ოლიგოცენური *Testudo kainseni* Gilm. *T. nanus* Gilm. (ჯილმორი, 1931), *T. beadnelli* Andr. (ენდრიუსი, 1906, დაკე, 1912), *T. givasi* (ბერგინიუ, 1935) *T. brontops* Marsh (ხეი, 1904), მიოცენური *T. vitodurana* Bied. *T. picteti* Bied. (პეიერი, 1942), *T. kalzburgensis* Tula (ტულა, 1896), პლიოცენური *T. perpinijsana* Dep. (დეპერე, 1890) და სხვებისაგან, რომლებიც ამჟღავნებენ ამა თუ იმ მსგავსებას ჩვენ ფორმასთან, კიდეც უფრო დიდია.

საკმაოდ დიდი განსხვავება ჩვენს ფორმასა, ყაზახეთისა და სსრკ სამხრეთ ნაწილის სხვა ადგილებიდან ცნობილ ნამარხ ტესტუდოთა შორის. ჩვენ მხედველობაში გვაქვს, როგორც დიდი ზომის *T. turgaica* Riab. (რაიბინინი, 1926) და *T. turme* Kuhn. (კუზნეცოვი, 1958), ასევე პატარა — *T. bessarabica* Riab. (რაიბინინი, 1918) *T. bosphorica* Riab. (რაიბინინი, 1945; ხოზაკვი, 1958), *T. kegenica* V. Khos. (ხოზაკვი, 1958). არც ერთი აქ დასახელებული ფორმებიდან არ შეიძლება დაფუძნდეთ ბენარის კუს.

ამრიგად, ჯერჯერობით შეგვიძლია ვილაპარაკოთ ჩვენი *Testudo meschethica*-ს შესაძლებელ შორეულ ნათესაურ კავშირზე ეგვიპტურ *T. ammon* Andr.-თან, რომელთანაც მას, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, შესამჩნევი მსგავსება აქვს.

შენიშვნა. როგორც აღწერიდან ჩანს, *Testudo meschethica* sp. nov. იყო საკმაოდ დიდი ხმელეთის კუ, რომელიც შედარებით ღრმა სპეციალიზაციის ნიშნების (ძლიერ ამოხეჩილი კარაპაქსი, კოსტალური და მარგინალური ფლოვანი ფირფიტების სოლისებური ფორმა და სხვა) გვერდით ამქდანებდა ისეთ არქაულ ნიშან-თვისებებსაც, როგორიცაა ძვლოვანი ფირფიტების დიდი სისქე (ხოზაკვი, 1958 წ.), ქსიფოლასტრონების უძრავი მიმაგრება და სხვა.

ბენარის ოლიგოცენში გიგანტური ხმელეთის კუს არსებობა არ არის მოულოდნელი, რადგანაც *Testudo*-ს მსგავსი ფორმები (ზომები, კარაპაქსის დიდი ამოხეჩილობა და სხვა) დასახელებულ ეპოქაში ფართოდ იყო გავრცელებულნი თითქმის მთელ დედამიწაზე. ევრაზიისა და აფრიკის ტერიტორიის დიდ ნაწილში ოლიგოცენურ დროს გაბატონებული იყო თბილა და ნოტიო ჰავის პირობები, რაც გვაფიქრებინებს, რომ კუთა ეს ოლიგოცენური გიგანტური ფორმები შეგუებული უნდა ყოფილიყვნენ შედარებით ნოტიო გარემოს.

ბენარის შუა ან ზედა ოლიგოცენური შრეებიდან ცნობილია ანტრაკოთ-ნარიუმების, ენტელოდონტების, სხიზოთერიუმებისა და ტყის ფაუნის სხვა წარმომადგენლების ნაშთები (გაბუნია, 1953, 1955). ეს გარემოება გვაფიქრებინებს, რომ იმავე შრეებში ნაპოვნი *T. meschethica* იყო სამხრეთ საქართველოს ოლიგოცენური ხმელეთის შედარებით ნოტიო ადგილების, ტყით დაფარული უბნების ბინადარი.

სამწუხაროდ, ჩვენ არ მოგვებოვება ბენარის კუს ჯგუშის კრანიალური ნაწილი, რის გამოც მოკლებულნი ვართ მისი ცხოვრების ზოგიერთი მნიშვნელოვანი თავისებურების გარკვევის საშუალებას, მაგრამ ტყით დაფარულ ზოლში ცხოვრების პირობებს ადვილად ეჩამება მისი ძლიერ დიდი ზომები და კარაპაქსის საგრძნობი ამობურცულობა, რაც უთუოდ ვერ შეუწყობდა ხელს სოროების თხრას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

პალეობიოლოგიის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 2.4.1959)

დამოღწეხად ლიტერატურა

1. Л. К. Габуня. Об олигоценовой фауне Бенары. Природа, 4, 1955.
2. Л. К. Габуня. О своеобразном представителе *Judicotheriidae* из олигоцена Грузии. ДАН Арм. ССР, XXI, 4, 1955.

3. Л. К. Габуния. Олигоценовая фауна позвоночных Бенары (юг Грузии). II научная сессия Сектора Палеобиологии (тезисы доклада). АН ГССР, 1955.
4. В. В. Кузнецов. Крупная форма наземной черепахи из миоцена Тургайского прогиба. Материалы по истории фауны и флоры Казахстана, т. II, 1958.
5. А. Рябинин. О черепахах из меотических отложений Бессарабии. Труды геол. и минер. музея имп. АН, т. I, вып. I, 1918.
6. А. Н. Рябинин. *Testudo turgaica sp. nov.* из среднего миоцена Тургайской области. Труды геол. муз. АН СССР, т. I, 1926.
7. А. Н. Рябинин. Черепаха из меотиса Крыма. Ежегодник Всероссийского Палеонт. общества, т. XII, 1945.
8. Л. И. Хозацкий. О меотических черепахах Керченского П-ва. Ежегодник Всесоюзного Палеонт. об-ва, XIV, 1953.
9. Л. И. Хозацкий. Наземная черепаха неогена Северного Тянь-Шаня. Мат. по истории фауны и флоры Казахстана, т. II, 1948.
10. С. W. Andrews. A descriptive catalogue of the Tertiary Vertebrata of the Fayum, Egypt. Brit. Mus. Nat. Hist., London, 1906.
11. F. M. Bergonniou x. Contribution a l'étude paléontologique des Chéloniens fossiles du Bassin d' Aquitaine. Mém. Soc. Geol. Fr., N. G., XXV, 1935.
12. E. Dacque. Die fossilen Schildkröten Aegyptens. Geol. u. Palaeont. Abh. N. F., X(XIV), 4, 1912.
13. Cs. Depéret. Animaux pliocenes du Roussillon. Mém. Soc. géol. Fr., IV, 1894.
14. Ch. W. Gilmore. Fossil turtles of Mongolia. Bull. Amer. Mus. Nat. Hist., LIX, IV, 1931.
15. O. P. Hay. Fossil turtles of North America. Carueqie Inst. Publ., 75, 1958.
16. B. Peyer. Fossile Riesenschildkröten aus der oberen Süsswassermolasse der Umgebung von Zürich. Mém. Suisses de Pal., 63, 1942.
17. F. Toulia. Ueber neue Wirbelthierreste aus dem Tertiär Oesterreichs un und Rumeliens. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges., XLVIII, 1896.

სამთო საკმე

ო. კეკელიძის

 ცენტრიდანულმუხრუჭიანი ანთივი მანქანის
 ანტირეზონანსობა

(მასპერინენტთა შედეგები)

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ვ. მახალაძემ 19.10.1959)

ასინქრონულამძრავიანი საშახტო ამწევი მანქანის ავტომატიზაცია დღემდე ინარჩუნებს თავის აქტუალობას. მართალია, შექმნილია და პრაქტიკული გამოყენება პოვეს ავტომატური რეგულირების სქემებმა, რომლებიც სხვადასხვა პრინციპებზე არიან დაფუძნებულნი (დინამიკური დამუხრუჭება, მიკროძრავი, კასკადური რეგულირება და სხვა), მაგრამ ძიება ახალი პრინციპებისა, რომლებიც უზრუნველყოფენ შედარებით სიმარტივესა და საიმედო მუშაობას, გერ კიდევ გადაუწყვეტელ ამოცანად რჩება.

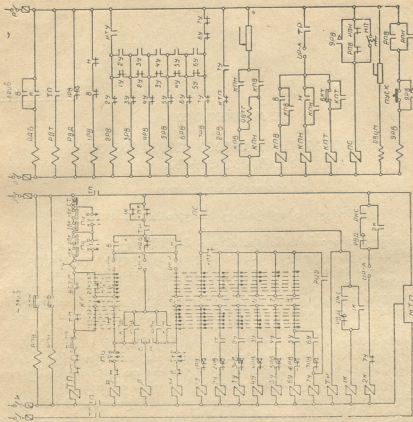
რეგულირებისათვის არსებული ხერხების გამოყენება არ გამოირიცხავს მექანიკური მუხრუჭის არსებობას. ამიტომ, ბუნებრივია, საშახტო ამწევი მანქანის ავტომატიზაციის საკითხი სვლის რეგულატორისა და მექანიკური მუხრუჭის სქემის მიხედვით მრავალი მკვლევარის ყურადღებას იპყრობს.

აღნიშნული სქემის მიხედვით, საზღვარგარეთ შექმნილია და მუშაობს ავტომატიზირებული საშახტო ამწევი დანადგარები, ჩვენში კი ეს საკითხი საბოლოოდ არაა გადაწყვეტილი. ძირითადი ხელისშემშლელი მიზეზი იმაში მდგომარეობს, რომ არსებულ მექანიკურ მუხრუჭებს არ გააჩნიათ ყველა ის თვისება, რომლებიც უზრუნველყოფდნენ ავტომატიზაციას.

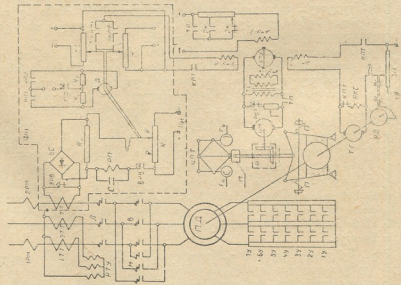
1948 წელს საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სამთო ელექტროტექნიკის კათედრაზე შექმნილი იქნა საშახტო ამწევი მანქანის მექანიკური მუხრუჭი ცენტრიდანული ამძრავით. ამ დროიდან დაწყებული კათედრამ მნიშვნელოვნად გააუმჯობესა მუხრუჭის კონსტრუქციული ელემენტები და დააზუსტა მისი პარამეტრები. აქ, საამუხრუჭო მომენტის რეგულირება წარმოებს მუხრუჭის ამძრავის (შუნგური ძრავი) ბრუნვათა რიცხვის მიხედვით (ელექტრული პარამეტრების რეგულირება) [1]. ეს გარემოება საშუალებას გვაძლევს შედარებით ადვილად განვახორციელოთ რეგულირება შეკრული წრედით.

ო. ევანსი და პ. ხარვეი [2] რეკომენდაციას იძლევიან, რომ საშახტო ამწევი მანქანის ავტომატიზაცია სვლის რეგულატორისა და მექანიკური მუხრუჭის სქემის მიხედვით გამოვიყენოთ 3 მ/სეკ. სიჩქარემდე. ქანქარისებური ტიპის საბაგირო გუბრისათვის, სიჩქარის აღნიშნული ზღვარი შესაძლებელია გაიზარდოს იმ მოსაზრებით, რომ ამ შემთხვევაში სისტემის დაყვანილი მასა შედარებით მცირეა.

ჩვენ მიერ შემუშავებული და გამოცდილი იქნა ამწევი მანქანის რეგულირების სქემა ცენტრიდანული მუხრუჭის გამოყენებით (ნახ. 1). სქემა ითვალისწინებს ამწევი მანქანის ავტომატიზაციის ლითონის რეოსტატისა და მექანიკური მუხრუჭის გამოყენებით.



1. 056



ხელით მართვიდან ავტომატურზე გადასვლისათვის ან პირიქით სქემა შეიცავს IP უნივერსალურ გადამრთველს.

ამწევი მანქანის ავტომატური მართვის განხორციელებისათვის საჭიროა:

1. შეიკრას უნივერსალური გადამრთველის კონტაქტი IP—A;
2. კომანდო-კონტროლერი გადაყვანილ იქნეს ერთ-ერთ უკიდურეს მდებარეობაში;
3. მართვის გრაგნილის—ЭМУ—I-ის წრედში ჩართული რეისტატის მცოცი გადაიყვანოთ ქვედა მდებარეობაში (წინააღმდეგობა დაეაშუნტოთ).

სქემის მუშაობის აღწერა დავიწყოთ იმ მომენტიდან, როდესაც ერთ-ერთმა ქუჩქელმა მიაღწია ზედა პოზიციონს და შეკრა ВКВ ან ВКН ბოლო ამომრთველი.

მიიღებს რა კვებას РПВ ან РПН რელე, გამორთავს თავის ნორმალურად დახურულ კონტაქტს საშუალოდ РС კონტაქტორის წრედში, შეკრავს კონტაქტს რევერსიული კონტაქტორის კოკის В ან Н წრედში, რითაც მოამზადებს ერთ-ერთ მათგანს შემდეგი ჩართვისათვის; ასევე შეკრავს კონტაქტს 9РВ რელეს წრედში. РС კონტაქტორი ვახსნის თავის კონტაქტს მუშა მუხრუჭის ТР კონტაქტორის წრედში, რის გამოც ამწევი ძრავი ПД გამოირთვება ქსელიდან და მანქანა დამუხრუჭდება.

მანქანის გაშვებისათვის საჭიროა ვიმოქმედოთ ღილზე — „ПУСК“, რითაც კვებას მიიღებს დროის რელე 9РВ, რომელიც თავის ერთი კონტაქტით დაამუხრუჭებს ღილს, ხოლო მეორე კონტაქტით РС კონტაქტორის ქსელზე მიაერთებს.

PC კონტაქტორის ჩართვა ამზადებს 1Y—7Y კონტაქტორების წრედებს მოქმედებისათვის და ჩართავს მუშა მუხრუჭის ТР კონტაქტორს. ТР კონტაქტორი ჩაქეტავს თავის კონტაქტებს რევერსიული კონტაქტორების В ან Н წრედში, ასევე КРВ, КРН, КРТ კონტაქტორების წრედში და დაამუხრუჭებს წინააღმდეგობას მართვის გრაგნილის ЭМУ-1 წრედში; მართვის გრაგნილის აგნების მნიშვნელობა ისეთია, რომ ის განაპირობებს ელექტრომანქანური გაძლიერების — ЭМУ გამოსავალი ძაბვის სიდიდეს ანუ ცენტრიდანული მუხრუჭის ამძრავის (ИМ) ბრუნვათა რიცხვის ისეთ მნიშვნელობას, რომელიც საჭიროა ამწევი მანქანის განმუხრუჭებისათვის (დამუხრუჭება ხორციელდება ზამბარებით П).

В ან Н კონტაქტორების მოქმედების შედეგად ПД ძრავი მიერთდება ქსელზე. ეს კი გამოიწვევს 1РВ რელეს წრედის გაწყვეტას, რომელიც დროის დაყოვნებით ჩაქეტავს თავის კონტაქტს აჩქარების კონტაქტორის 1Y წრედში.

ამწევი მანქანის ძრავის გაშვება განხორციელებულია დროის, დენისა და სიჩქარის კომბინირებული მეოდიით.

1РВ—7РВ რელეების დაყოვნება ისეთნაირად შეირჩევა, რომ ნორმალური ტვირთის დროს გაშვება წარმოებს მხოლოდ დროის მიხედვით. მიიმე ტვირთის აწევისას დენის რელე РТV ახანგრძლივებს გაშვების პროცესს, რითაც ზღუდავს დენის მნიშვნელობას.

გადიდებული აჩქარების თავიდან აცილების მიზნით, ტვირთის ჩაშვების შემთხვევაში სქემა ითვალისწინებს სათანადო კორექტირებას სიჩქარის მიხედვით. კორექტირება განხორციელებულია PKC (PKC ტახოგენერატორზეა მიერთებული), 2K და РВД რელეების მიხედვით. ამ შემთხვევაში ამწევი მანქანა იწყებს მოძრაობას როტორის წინააღმდეგობის პირველსავე საფეხურზე და იმ დროის განმავლობაში, რაც საჭიროა 1РВ და РВД დროის რელეების მოქმედებისათვის, მანქანის სიჩქარე აღწევს მნიშვნელობას, რომელიც იწყებს PKC რელეს მოქმედებას. PKC რელე ჩაქეტავს თავის ნორმალურად ღია კონტაქტს 2K რელეს წრედში, რომელიც თავის მხრივ ახ-

დენს შესაბამის გადაბრუნებს ЭМУ-I მართვის გრაგნილის წრედში, ეს კი განაპირობებს გაშვების პერიოდში სამუხრუჭო მომენტს. სამუხრუჭო მომენტის სიდიდე ისეთნაირადაა შერჩეული, რომ ძრავის დატვირთვა არ აღემატება ნორმალურს. ამწევი ძრავის როტორის წინააღმდეგობების დაძოკლების შემდეგ, 7V კონტაქტორის ბლოკკონტაქტი გახსნის 2K რელეს წრედს, რის გამოც მანქანა განმუხრუჭდება. როდესაც ჭურჭელი ჩამოცდება ზედა ჰორიზონტს BKB ან BKH ბოლო ამომრთველი გახსნის PPB ან PPH რელეს წრედს, რაც თავის მხრივ შეკრავს თავის ნორმალურად დახურულ კონტაქტს PC კონტაქტორის წრედში და გახსნის ნორმალურად ღია კონტაქტს B ან H რევერსორის წრედში. უკანასკნელი არ იწვევს B, H რევერსორის წრედიდან გამორთვას, რადგანაც მათი კვება ხორციელდება КПВ ან КPH კონტაქტორის კონტაქტის საშუალებით.

ამწევი მანქანის თანაბარი სვლის დროს ხდება სტატიკური დატვირთვის აღრიცხვა ხელსაწყოთი, რომელსაც „დატვირთვის ფიქსატორი“ ეწოდება [3].

შენელების დაწყების იმპულსს იძლევა საგზაო გამომრთველი BKT, როგორც კეტავს BKT კონტაქტს და მოქმედებაში მოყავს КИТ კონტაქტორი. თავის მხრივ, ეს უკანასკნელი ახორციელებს საჭირო ბლოკირებებს სქემის სხვადასხვა წრედებში; მანქანა იწვევს დამუხრუჭებას. სამუხრუჭო მომენტის რეგულირება ხორციელდება ელექტრომანქანური გამძლიერების (ЭМУ) ძაბვით, რაც დამოკიდებულია მართვის გრაგნილების ამპერხვევებზე.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, მართვის გრაგნილი ЭМУ-I განაპირობებს მანქანის განმუხრუჭებას. ЭМУ-II გრაგნილის ამპერხვევები, რომელიც ЭМУ-I საწინააღმდეგოდა მიმართული ფიქსატორის მიერ დატვირთვის მიხედვით დაყენდება.

ЭМУ-I და ЭМУ-II გრაგნილების ამპერხვევების ერთობლიობა ქმნის სამუხრუჭო მომენტს, რომელიც უზრუნველყოფს საპროგრამო შენელებას. მოცემული რეჟიმიდან გადახრა, რასაც შესაძლებელია ადგილი ქონდეს შახტური წინააღმდეგობების, ხახუნის კოეფიციენტისა და სხვათა ცვალებადობის გამო, კორექტირდება ЭМУ-III მართვის გრაგნილით, რომელშიაც ხდება ფაქტიური და საპროგრამო სიჩქარეების შედარება. ЭМУ-IV მართვის გრაგნილი გარდამავალი რეჟიმების სტაბილიზაციისათვისაა განკუთვნილი.

სქემა ითვალისწინებს შენელების ორი შესაძლო შემთხვევის განხორციელებას. როდესაც ტვირთის აწევა წარმოებს ძრავი ПД არ გამოირთვება ქსელიდან, რადგანაც ნორმალურად დახურული КИТ კონტაქტი B, H კონტაქტორების კოჭას წრედში დამუხრუჭებულია ნორმალურად დახურული 1K კონტაქტით, ხოლო როტორის წრედში შეიყვანება წინააღმდეგობის ექვსი საფეხური. ამრიგად, შენელება ხორციელდება ძრავული და მუხრუჭული რეჟიმების კომბინაციით. მეორე შემთხვევაში — ტვირთის ჩაშვების დროს, ПД ძრავი გამოირთვება ქსელიდან, რადგან 1K კონტაქტი გათიშულია, ე. ი. წარმოებს სამუხრუჭო შენელება. 1K კონტაქტი გათიშება გაშვების პერიოდში, თუ კი არ იმოქმედა РКC რელემ და არ ჩაქვტა თავისი ნორმალურად ღია კონტაქტი იმ დროის განმავლობაში, რომელიც РВД დროის რელეს დაყოვნებითაა გაპირობებული.

ჭურჭლის მოძრაობა შეწყდება BKB ან BKH ბოლო გამომრთველზე ზემოქმედების შედეგად, რის გამოც PPB ან PPH აღიგზნებიან და გააუდენებენ PC კონტაქტორს. ძრავი ПД გამოირთვება ქსელიდან და ამწევი მანქანა დაამუხრუჭდება მუშა მუხრუჭით. ამით მუშაობის პროცესი მთავრდება.

დაცვის წრედის დაწყების შემთხვევაში ТП კონტაქტორი გამოირთვება ქსელიდან, რის გამოც МТИ ელექტრომაგნიტს კვება შეუწყდება და მანქანა დამუხრუჭდება საავარიო მუხრუჭით (სქემაზე არაა ნაჩვენები).

ექსპერიმენტები ჩატარდა 2 BM 2000/1030 ტიპის მოქმედ საგალოო ამწევ დანადგარზე, რომლის მონაცემებია: ასინქრონული ძრავი MT-71—10, სიმძლავრე 80 კვტ; ბრუნვათა რიცხვი 583 ბრ/წთ; შახტის სიღრმე 48 მეტრი; მაქსიმალური სიჩქარე — 2,06 მ/სეკ; გალია ერთსართულიანი ორი 0,75 მ³ მოცულობის ვაგონებისათვის; ამწევი დანადგარის დაყვანილი მასა 4,5 ტნ მ⁻¹ სეკ.²

სქემის ელემენტების ძირითადი მონაცემები მოყვანილია 1 ცხრილში. ცდები ჩატარდა ძირითადად ორი შემთხვევისათვის. პირველ შემთხვევაში მოცემული შენელება მუხრუჭულია (საპროგრამო შენელება — 0,56 მ/სეკ²), მეორე შემთხვევაში ძრავი მიერთებულია ქსელზე, როტორში შეყვანილი მთლიანი წინააღმდეგობით, შენელება ხორციელდება ძრავული და მუხრუჭული რეჟიმების კომბინაციით (საპროგრამო შენელება 0,212 მ/სეკ²).

ცხრილი 1

დასახელება	ძირითადი მონაცემები
1. დატვირთვის ფიქსატორი	ა) დენის ტრანსფორმატორი (TT) ტიპი ТКФ 100/5; ბ) სელენიანი გამმართველი (BC), ჩართულია ორ ნახევარპერიოდშიანი ბოჭური სქემის მიხედვით, თითოეულ მხარეში ჩართულია 4 ცალი 100×100 მმ საყვლურები; გ) პოლარიზებული რელე PII—5, მართვის სიმძლავრე 2 მეტ; დ) ძრავი—II, სიმძლავრე 12 ვტ; ძაბვა 12 ვ; ე) წინააღმდეგობა R ₁ —4 ომი.
2. ელექტრომანქანური გამაძლიერებელი	სიმძლავრე 4,5 კვტ, ძაბვა 230 ვ, ბრუნვათა რიცხვი 2935 ბრ/წთ, მართვის გრაგნილების წინააღმდეგობები ომებში—1500, 300, 1500 და 30.
3. ძრავი—III	ტიპი—III-68, სიმძლავრე—3,7 კვტ, ძაბვა—220 ვ, ბრუნვათა რიცხვი—1000 ბრ/წთში.

ორივე შემთხვევაში ცდები ტარდებოდა სხვადასხვა სტატეკური დატვირთვებისათვის

$$F_{სტ.} = 0 \div 1600 \text{ კგ.}$$

ოსცილოგრაფით გადაღებულ იქნა ფაქტიური და საპროგრამო სიჩქარეები; ფაქტიური სიჩქარის გადამწოდით გამოვიყენეთ ტახოგენერატორი მუდმივი წაგნიტებით, საპროგრამო სიჩქარის გადამწოდით კი — 15-საფეხურიანი პოტენციომეტრი.

მე-2, მე-3, მე-4 და მე-5 ნახაზებზე მოცემულია საპროგრამო (მრუდი 1) და ფაქტიური (მრუდი 2) სიჩქარეების ოსცილოგრამები სათანადო დატვირთვებისათვის ($F_1 = 0$; $F_2 = 0,8$ ტნ; $F_3 = 1,2$ ტნ; $F_4 = 1,6$ ტნ) და იმ შემთხვევისათვის, როცა საპროგრამო შენელება ტოლია 0,212 მ/სეკ².

როგორც მოყვანილი ოსცილოგრამებიდან ჩანს, საპროგრამო სიჩქარის შესრულება მიმდინარეობს დამაკმაყოფილებლად.

კურკლის განერების ცდომილობები სხვადასხვა დატვირთვებისათვის მოცემულია მე-2 ცხრილში. ცდომილებების აღრიცხვას ვახდენდით უშუალოდ



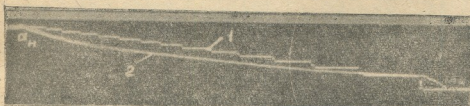
ნახ. 2



ნახ. 3



ნახ. 4



ნახ. 5

ნისალებ ბაქანთან. როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს, მაქსიმალური ცდომილება ბირველ შემთხვევაში შეადგენს ± 140 მმ, ხოლო მეორე შემთხვევაში — ± 100 მმ.

ამგვარად, საშახტო ამწევი მანქანის ავტომატიზაცია სვლის რეგულატორისა და მექანიკური მუხრუპის სქემის მიხედვით, სადაც სვლის რეგულატორი დატვირთვისა და სხვაობითი რეგულირების პრინციპზე მუშაობს, ხოლო მექა-

ცდების რიგი	დატვირთვა კგ-ით				შ ე ნ ი შ ვ ნ ა
	0	800	1200	1600	
	ჭურჭლის ვაჩერების ცდომილება მისაღებ ბაქანთან მმ-ით				
1	-100	- 50	-60	+ 90	საპროგრამო შენელება 0,56 მ/სეკ. ² შენელების მანძილი 3,8 მეტრი
2	-140	- 70	-60	+100	
3	- 90	-100	-80	+100	
4	-140	- 70	-80	+140	
5	- 50	+ 30	-50	+120	
6	- 90	+ 20	-60	+120	
7	-140	- 50	-60	+140	
8	-140	-100	+40	+ 90	
9	- 40	-100	+20	+110	
10	- 80	- 50	-20	+ 90	
1	- 60	+ 30	+10	+ 60	საპროგრამო შენელება 0,212 მ/სეკ. ² შენელების მანძილი 10 მეტრი
2	- 30	0	+10	+ 50	
3	- 60	0	+ 40	+ 40	
4	- 70	+ 50	+70	+ 30	
5	-100	+ 70	+80	+ 30	
6	- 80	+ 40	+80	+ 40	
7	- 20	+ 80	+90	+ 35	
8	- 60	+ 90	+60	+ 30	
9	- 60	+100	+50	+ 60	
10	- 70	+ 90	+70	+ 60	

ნიკურ მუხრუჭად გამოყენებულია ცენტრიდანული მუხრუჭი, სრულიად შრომისუნარიანია და შესაძლებელია მისი გამოყენება როგორც მცირე სიმძლავრის საშახტო ამწევი მანქანებისათვის, ისე ქანქარისებური ტიპის საბაგირო გზებისათვის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
სამთო საქმის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მიუვიდა 19.10.1959)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. К. М. Барамидзе. Исследование процесса автоматизации шахтной подъемной машины с центробежным приводом. Вопросы автоматизации в угольной промышленности. Сборник Углетехиздат, 1953.
2. О. Т. Эванс, П. Х. Харвей. Автоматизация шахтных подъемных установок. Углетехиздат, М., 1956.
3. თ. კერვალიშვილი. დატვირთვის ფიქსატორი ასინქრონულამპრავიანი საშახტო ამწევი დანადგარის ავტომატური მართვის სქემისათვის. საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მთაბებ, ტ. XXIII, № 4, 1959.

ა. მუხაზაგია

ფიჭვის დიდი მებაღის (*BLASTOPHAGUS PINIPERDA* L.)
ბიოლოგიის შესწავლის საკითხისათვის ბიჭვინთის სახელმწიფო
საქარძალის პირობებში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ლ. კალანდაძემ 16.10.1959)

ფიჭვის დიდი მებაღე ბიჭვინთის კონცხზე ფართოდაა გავრცელებული და ფიჭვისათვის სერიოზულ მავნებელს წარმოადგენს. ბიჭვინთის პირობებში იგი განსხვავებული ბიოლოგიური თავისებურებებით ხასიათდება, რის გამოც მიზანშეწონილად დევნილი მისი შესწავლა. ამ მიმართულებით მუშაობას ვაწარმოებდით 1946, 1947, 1948, 1955, 1957, 1958 და 1959 წლებში; შესაძარებლად კი დაკვირვებები ტარდებოდა საქართველოს სხვა-სხვა ადგილებში (ბორჯომის, რიწის, აბასთუმნის, ქუთაისის, თბილისის მიდამოებში).

ლიტერატურული მონაცემებით [6, 7, 15, 19], ფიჭვის დიდი მებაღე გავრცელებულია მთელ ევროპაში, აზიის ჩრდილო ნაწილში იაპონიამდე, ჩრდილო ამერიკაში, ხოლო სამხრეთით — კანარის კუნძულებზე. საბჭოთა კავშირში იგი გვხვდება მთელ ევროპულ ნაწილში, ყირიმში, კავკასიაში, ციმბირში (კრძოდ. საქართველოში ეს მავნებელი გვხვდება ყველგან ფიჭვის გავრცელების ადგილებში).

ლ. კალანდაძისა და დ. ლოხოვის მონაცემებით [1], ფიჭვის დიდი მებაღე გავრცელებულია: ბორჯომში, ბაქურიანში, მთაიკოვსკში, აბასთუმანში, რაჭასა და ზემო სვანეთში, სადაც იგი გვხვდება პატარა მებაღით დასახლებულ ფიჭვის ხეებზე.

შ. სუპატაშვილის [3] გამოკვლევით, ფიჭვის დიდი მებაღე გვხვდება როგორც აღმოსავლეთ, ისე დასავლეთ საქართველოს ფიჭვნარ კორომებში.

თ. ჩაფიძის [5] მასალებით, აღნიშნული მავნებელი ძლიერ გავრცელებულია ადიგენის სატყეო მეურნეობის ორპირის სატყეოში, სადაც იგი გვხვდება პატარა მებაღის გავრცელების კერებში.

ჩვენ მიერ ჩატარებული გამოკვლევებით დადასტურდა, რომ ფიჭვის დიდი მებაღე საქართველოში გავრცელებულია: ბორჯომის, ახალციხის, ასპინძის, ახალქალაქის, მთაიკოვსკის, ქუთაისის, ამბროლაურის, მესტიისა და სამგორის რაიონებში, აჭარასა და აფხაზეთში.

1946—47 წლებში ბიჭვინთში აღნიშნული იყო დიდი მებაღის გავრცელების ორი მოქმედი კერა — კონცხის აღმოსავლეთ და დასავლეთ ნაწილში. საერთოდ აღნიშნული მავნებელი ბიჭვინთის ფიჭვის კორომის მთელ ტერიტორიაზეა გავრცელებული. მისი გავრცელება ბიჭვინთის კონცხზე წლების მიხედვით შემდეგ სურათს გვაძლევს (იხ. ცხრილი 1).

როგორც 1 ცხრილიდან ჩანს, უკანასკნელი 14 წლის განმავლობაში ბიჭვინთის ფიჭვის კორომში ფიჭვის დიდი მებაღით დასახლებული იყო და მისი მოქმედების შედეგად გახმა 723 ძირი ხე, მარტო 1946 წელს დაზიანდა და განმა 270 ძირი ფიჭვი, მაგრამ საჭერი ხეების მოწყობისა და სანიტარულ-პიეგი-

ცხრილი 1

ფიჭვის დიდი მებლის გავრცელება წლების მიხედვით ბიჭვინთის კონცხზე

წლები	მაენებლით დასახლებულ ხეთა რაოდენობა	ფიჭვის დიდი მებლის დასახლების ადგილებში აკრეცილებული სხვა თანამგზავრი სახეობები
1946	270	<i>Orthotomicus longicollis</i> Gyll
1947	166	<i>O. proximus</i> Eihh.
1948	68	<i>O. erosus</i> Woll
1949	17	<i>Pityogenes bidentatus</i> Herbst
1950	15	<i>P. quadridens</i> Hart.
1951	11	<i>Pityocleines curvidens</i> Germ
1952	13	
1953	12	
1954	17	
1955	19	
1956	22	
1957	29	
1958	47	
1959	17	
სულ 14 წელს	723	

ნური ღონისძიებების გატარების შედეგად მაენებლის საზარალო მოქმედება შემდგომ წლებში მინიმუმამდე იქნა დაყვანილი.

ფიჭვის დიდი მებლის ძირითად მკვებავ მცენარეებად ცნობილია ჩვეულებრივი ფიჭვი (*Pinus silvestris* L.). გარდა ამისა, იგი აზიანებს ფიჭვის შემდეგ სახეობებს: (*Pinus funebris* Kom., *P. strobus* L., *P. pinea* L., *P. maritima* Lam., *P. sibirica* Mayr., *P. pentaphylla* Mayr., *P. cembra* L., *P. nigra* Arnold., *P. pithyusa* Stev.). აზიანებს აგრეთვე ჩვეულებრივ და ციმბირის ნაძვს (*P. excelsa* Link., *P. obovata* Ldb.), იშვიათად — ვერძოხეხულ და ციმბირის ლარიქსს (*L. decidua* Myll., *L. sibirica* Ldb.).

საქართველოში ბუნებრივად გავრცელებულია ფიჭვის სამი სახეობა, კაუქასური, ანუ სოსნოვსკის ფიჭვი (*P. sosnovskyi* Noka.), ელდარის ფიჭვი (*P. eldarica* Medw) და ბიჭვინთის ფიჭვი (*P. pithyusa* Stev.).

ჩვენი დაკვირვებებით დადასტურდა, რომ ჩამოთვლილი ჯიშებიდან ფიჭვის დიდი მებალე ინტენსიურად სახლდება ბიჭვინთის ფიჭვზე, შედარებით ნაკლებად — კაუქასური ფიჭვზე, ხოლო ელდარის ფიჭვზე მისი დასახლება არ იყო შენიშნული. უცხოეთიდან შემოტანილი ჯიშებიდან იგი აღნიშნულია ზღვისპირისა და შავ ფიჭვზე (*P. laricio* Poir., *P. moritima* Lam.) ქუთაისის სატყეო მეურნეობის ბანოჯის სატყეოში 1957 წელს.

ლიტერატურული მონაცემებით [1, 6, 7, 10, 13, 15], ფიჭვის დიდი მებალე სახლდება ლეროს ქვედა ნაწილზე, სქელი ქერქის არეში. თუმცა ამ უკანასკნელ წლებში არსებობს ზოგიერთი მონაცემი იმის შესახებ, რომ იგი სახლდება ხის ლეროს მთელ სიგრძეზე [3, 12].

ნ. კოროტნიევის [10], პ. გორნოსტაევის [8], ი. შევირიოვის [17], მ. რიშკი-კოროსაკოვის [13], ა. სილანტიევის [16], ა. ვორონცოვის [7], კ. ლიდენშანის [9], ე. როდის [14], ვ. სტარკის [15], კ. ეშერიხის [19] და სხვათა მონაცემებით, ფიჭვის დიდი მებლის აოჭოები დასახლებლად ირჩევენ სხვა მაენებლით დაზიანებულ, დასუსტებულ და ქარტხილ ხეებს, აგრეთვე ახალ ძირკვებს. მასობრივი გამრავლების შემთხვევაში სახლდებიან სად ხეებზედაც.

გ. სტარკისა [15] და სხვათა მონაცემებით, ფიჭვის დიდი მებაღის სადედე სასვლელების სიგრძე 10 სმ, ხოვ შემთხვევაში კი მეტსაც (10—18 სმ) უდრის.

ჩვენი მრავალი წლის დაკვირვებებით, ბიჭვინთის ფიჭვზე დიდი მებაღის სადედე სასვლელების სიგრძე 6-დან 30 სმ-მდე მერყეობს (იხ. ცხრილი 2).

ცხრილი 2

ფიჭვის დიდი მებაღის სადედე სასვლელების სიარძის ცვალებადობა ბიჭვინთის პირობებში (1947 წ.)

სამოდლე ხის №№	სამოდლე ხის სიმაღლე მეტრობით	სამოდლე ხის დიამეტრი სანტიმეტრობით	სამოდლე ხის წნოვანება წლობით	სადედე სასვლელების რაოდენობა	მ ა თ შ ო რ ი ს				
					5-დან 10 სმ სიგრძისა	10-დან 15 სმ სიგრძისა	15-დან 20 სმ სიგრძისა	20-დან 25 სმ სიგრძისა	25-დან 30 სმ სიგრძისა
1	32	52		324	53	162	49	37	23
2	30	48		282	80	142	28	27	5
3	19	28		81	29	32	9	6	5
4	18	24		110	22	35	23	13	17
5	22	24		124	27	59	24	8	6
6	20	24		55	7	13	15	13	7
7	22	23		140	47	60	17	11	5
8	18	20		113	27	47	16	13	10
9	16	21	90	108	22	49	19	11	7
10	18	22	130	152	32	68	27	16	6

როგორც მე-2 ცხრილიდან ჩანს, სადედე სასვლელების სიგრძე ბიჭვინთის პირობებში 6-დან 30 სმ ფარგლებში მერყეობს, რაც, ჩვენი აზრით, დამოკიდებულია მიკრობიოტოპის დასახლებული ხის სახეობაზე, ღეროს სიგრძეზე, დასახლების სიმჭიდროვეზე და იმაზე, თუ როგორია ქერქიჯამიების სხვა სახეობების დასახლების სიმჭიდროვეზე. ცხადია, აქ როლს ასრულებს მიკროკლიმატური პირობებიც. ამასთან ერთად უნდა აღინიშნოს, რომ ბიჭვინთის პირობებში ზეზემდგომ ხეზე ფიჭვის დიდი მებაღის დასახლებისას სადედე სასვლელები შედარებით გრძელია — ფესვის ყელიდან ზემოთ 6—18 მეტრის ფარგლებში. კენჭურებსა და ტოტებზე სადედე სასვლელები შედარებით მოკლეა. იმ შემთხვევაში, თუ ზის ღეროზე ქერქიჯამიების სხვა სახეობები მასობრივად დასახლებული, ფიჭვის დიდი მებაღე სადედე სასვლელებს უფრო მოკლეებს ამზადებს. წაქეჩულ ხეზე სადედე სასვლელები ზედა მხრიდან უფრო გრძელია, ვიდრე გვერდებზე.

ფიჭვის დიდი მებაღე გამრავლების მიზნით სახლდება ბიჭვინთის ფიჭვის ღეროზე, ტოტებსა და კენჭურებზე, ხოლო მომწიფებითი და რეგენერაციული კვების მიზნით იგი აზიანებს ფიჭვის ყლორტებს. ზიანდება სრულიად სალი ხეების ყლორტები ვარჯის ზემო ნაწილში.

გ. სტარკისა [15] და სხვათა მონაცემებით, ფიჭვის დიდი მებაღე მომწიფებითი და რეგენერაციული კვების დროს ინტენსიურად სახლდება კოროში გაბატონებული კლასისა და განაპირას მდგარ სიმწიფეში შესულ ხეებზე. ხალგაზრდა ხეების ვაკრეკის შემთხვევები იშვიათია.

ჩვენი დაკვირვებებით, ფიჭვის დიდი მებაღე მომწიფებითი და რეგენერაციული კვების მიზნით უპირატესად აზიანებს კორომისა და გზების ნაპირებს, აგრეთვე ფანჯრების ირგვლივ მდგომ კარგად განვითარებულ, გაბატონებულ კლასის ხეებსა და შედარებით ახალგაზრდა, კორომის განაპირას (ზღვის მხრიდან) მდგარ კარგად განვითარებულ ხეებს.

მომწიფებითი და რეგენერაციული კვების გამო მიმდინარე და გასულ წლის ყლორტების დაზიანება, მათი ქარისაგან ჩამოტყვევება იწვევს ვარჯის სა-



სიმილიანი ფართობის შემცირებას, რის შედეგად ხე იჩაგრება, სუსტდება და ღეროზე დასახლების პირობები ექმნება, როგორც ფიჭვის დიდი მებაღეს, ისე სხვა მეორეულ მავნებლებს.

აღსანიშნავია აგრეთვე ის გარემოებაც, რომ ყლორტების დაზიანების შედეგად ნადგურდება მომავალი წლის გირჩებიც და ხელი ეშლება ფიჭვის ბუნებრივ განახლებას.

საკითხი იმის შესახებ, რომ ფიჭვის დიდი მებაღე სახლდება ფიჭვის ღეროს ქვედა ნაწილში, სქელი ქერქის არეში, როგორც ზემოთ იყო აღნიშნული. ბიჭვინთის პირობებში არ მართლდება. 1946, 1947 და 1948 წლებში დიდი მებაღით დასახლებული ხეების ანალიზმა ეს საფესებით დაადასტურა (იხ. ცხრილი 3).

ცხრილი 3

დიდი მებაღის სადედ სასვლელების განაწილება ფიჭვის ღეროზე

წლისა და ხეების ნომერი	სამოდელო ხის №№	სამოდელო ხის სიმაღლე მ-ით	სამოდელო ხის დიამეტრი სმ-ით	ხსოვანება წლით	სადედე სასვლელების განაწილება ღეროზე																									
					მეტრებში																									
					2 მ-ზე	4 მ-ზე	6 მ-ზე	8 მ-ზე	10 მ-ზე	12 მ-ზე	14 მ-ზე	16 მ-ზე	18 მ-ზე	20 მ-ზე	22 მ-ზე	24 მ-ზე	26 მ-ზე	28 მ-ზე	30 მ-ზე											
1946	1	25	52	107	—	4	13	19	22	26	17	14	12	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	2	27	54	110	—	3	20	30	28	29	18	18	17	5	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	3	19	16	90	—	2	18	24	28	28	7	3	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	4	16	26	92	—	4	25	26	27	18	15	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	18	30	87	—	1	27	20	24	18	15	9	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1947	6	18	24	90	—	20	21	19	23	20	20	18	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	7	27	48	110	—	21	23	30	29	27	25	22	20	18	15	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	8	30	52	140	—	13	15	18	24	23	24	24	20	17	11	11	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	9	24	44	120	—	7	11	18	19	19	15	14	15	10	5	9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1948	10	27	47	120	—	13	20	21	22	20	18	18	17	15	12	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	11	20	22	100	—	2	18	20	20	18	18	11	9	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	12	19	20	90	—	2	11	14	15	14	11	12	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	13	17	21	90	—	—	13	14	15	16	10	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	14	20	24	110	—	—	10	14	18	20	20	11	6	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	21	24	110	—	—	10	14	16	18	18	11	7	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

როგორც მე-3 ცხრილიდან ჩანს, დიდი მებაღე ბიჭვინთის ფიჭვის ღეროს ქვედა ნაწილზე ფესვის ყელოდან 2 მეტრამდე სრულებით არ სახლდება. ინტენსიური დასახლება კი იწყება ექვსი მეტრიდან ზემოთ და კენწერომდე გრძელდება.

აღსანიშნავია აგრეთვე ის გარემოება, რომ ფიჭვის დიდი მებაღე ბიჭვინთის პირობებში სახლდება სრულიად ახალგაზრდა ხეებზე, კენწეროებზე და 5 სმ დიამეტრის წვრილ ტოტებზეც კი. 1947 წელს ჩვენ მიერ აღნიშნულია 9-წლიანი ფიჭვის ღეროსა და 5 სმ დიამეტრის ტოტების დაზიანება. ამავე დროს დადგინდა იქნა, რომ მავნებელი წაქცეული ხის ღეროს გვერდებზე იშვიათად სახლდება, ხოლო სრულებით არ სახლდება მის ქვედა მხრიდან.

ფიჭვის დიდი მებაღის ასეთი ბიოლოგიური თავისებურებანი ბიჭვინთის ფიჭვზე განვითარების დროს არ არის მოკლებული თეორიულ და პრაქტიკულ ინტერესს. ასე, მაგალითად, ნ. სტარკის მონაცემებით, ჭარბი ტენიანობის პირობებში დიდი მებაღე დომინანტობს პატარა მებაღესთან შედარებით. ამავე დროს დ. ლოზოვიის [12] აზრით, ფიჭვის დიდი მებაღის დასახლება ამიერკავკასიის ზოგიერთ რაიონში ხის ღეროს ზედა ნაწილზე, კენწეროებსა და ტოტებზე გარემო პირობების, პირველ რიგში კი — ჭარბი ტენიანობის შედეგია.



ტ. ლისენკო [11] იძლევა მეცნიერულ დასაბუთებას იმის შესახებ, რომ ცხოვრების პირობების შეცვლა იძულებს მცენარეულ ორგანიზმებს თითონაც შეიცვალონ. ამ მიდგომით შეიძლება აიხსნას ფიჭვის დიდი მებალის აღნიშნული თავისებურებანი ბიჭვინთის პირობებში.

ბიჭვინთაში საშუალო ტემპერატურის მკვეთრ რყევადობას არ აქვს ადგილი. 10° ტემპერატურის ზემოთ დღეთა რაოდენობა წელიწადში 244 უდრის. ამავე დროს საშუალოწლიური ტემპერატურა 14,5°-ით აღინიშნება. ყველაზე ცივი თვე იანვარია — 6,2° საშუალო ტემპერატურით, ხოლო ყველაზე თბილი აგვისტოა 23,8° საშუალო ტემპერატურით. ჰაერის საშუალოწლიური ტენიანობა 7 საათისათვის 78%-ს, 13 საათისათვის 69%-ს და 21 საათისათვის 81%-ს უდრის. მეტი რაოდენობა ნალექებისა (820 მმ) შემოდგომა-ზამთრის პერიოდზე და ნაკლები — გაზაფხულ-ზაფხულის (605 მმ) პერიოდზე მოდის. გარდა ჩამოთვლილი ფაქტორებისა, უნდა აღინიშნოს, რომ *P. pithyusa* Stev. ხასიათდება სქელი ქერქით, განსაკუთრებით ღეროს ქვედა ნაწილში. ყველა ამის გამო ფიჭვის დიდი მებალე იძულებულია დასახლდეს წაქცეული ხის ზედა მხარეზე. აგრეთვე ზეზემდგარი ხის ღეროს ფესვის ყელიდან ექვსი მეტრის ზემოთ, რადგან იგი გაურბის კარბტენიანობის პირობებს, განსაკუთრებით მაღალ ტემპერატურის პირობებში. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოს სხვა რაიონებში ჩვენი მრავალი წლის დაკვირვების დროს არ ყოფილა შენიშნული ფიჭვის დიდი მებალის დასახლება ხის ღეროზე იმგვარად, როგორც ეს ჩვენ გვაქვს აღნიშნული ბიჭვინთის პირობებში.

ფიჭვის დიდი მებალე ბიჭვინთის კონცხზე გავრცელებულ მავნებელთა შორის ყველაზე სერიოზული მავნებელია [2] და დიდი უარყოფითი სამეურნეო მნიშვნელობა აქვს.

ბიჭვინთის პირობებში ფიჭვის დიდი მებალის იმაგო ფრენას იწყებს ადრე გაზაფხულზე, როცა ჰაერის საშუალო ტემპერატურა 9° ზემოთაა. ასე, მაგალითად, 1947 წელს ფიჭვის დიდი მებალის ხოჭოებმა ფრენა დაიწყეს 15 მარტს 10,9° საშუალო, 15,2° მაქსიმალური და 7,4° მინიმალური ტემპერატურის დროს. 1948 წლის თებერვალი საგრძნობლად თბილი (17,8°) ტემპერატურით ხასიათდებოდა, ხოლო მარტში მოხდა ტემპერატურის მკვეთრი დაწვეა (5,2° საშუალოთიერი ტემპერატურა), რის გამო დიდი მებალის ხოჭოებმა ფრენა დაიწყეს შედარებით გვიან — 4 აპრილიდან (9° საშუალო ტემპერატურის დროს). 1955 წელს ფრენა დაიწყეს 18 მარტს (9° საშუალო ტემპერატურა), 1958 წელს — 6 მარტს (9,1° საშუალო ტემპერატურა), ხოლო 1959 წელს — 14 მარტს (9° საშუალო ტემპერატურა).

ამგვარად, ფიჭვის დიდი მებალე ბიჭვინთაში ფრენას იწყებს პირველი მარტიდან და იგი წვდება ტემპერატურული პირობების მიხედვით 10 აპრილამდე.

შ. სუაბატაშვილისა და კ. ხარაზიშვილის [4] მონაცემებით, დიდი მებალის ფრენა ბიჭვინთის პირობებში 20 მარტიდან იწყება და იგი 5 აპრილამდე გრძელდება.

საქართველოს სხვა ფიჭვნარ კორომებში — ბორჯომში, ადიგენში, აბასთუ-ჩანში, ახალქალაქში, ახალციხეში, სვანეთში, ქუთაისში და ბიჭვინთიდან 50 კილომეტრის დაცილებით რიწის სახელმწიფო ნაერძალში დიდი მებალის ფრენა აღნიშნული გვაქვს აპრილის მეორე ნახევარში და უფრო გვიანაც.

ხოჭოების ფრენა აქტიურად მიმდინარეობს თბილ და უქარო ამინდში, როგორც ბიჭვინთის პირობებში მასობრივ ხასიათს ღებულობს მზის ჩასვლის წინ. ცივ, ქარიან და წვიმიან ამინდში ფრენა ნელდება და წყდება კიდევ.

როგორც ცნობილია, მეზამთრობიდან გამოსული ხოჭო იჭრება გასული წლის ყლორტში და იკვებება ყლორტის გულით. მის მიერ ბიჭვინთის ფიჭვის ყლორტების დაზიანებით გამოწვეული ზარალი დიდია. ჩვენ ჩავატარეთ დაკ-



ვირეგები ყლორტების დაზიანების პროცენტული რაოდენობის დადგენის მიზნით და გამოირკვა, რომ მასობრივი გამრავლების შემთხვევაში დიდი მებალის მიერ გამოწვეული დაზიანებით ფიჭვის ხეები კენწეროს ყლორტების ორმესამედს კარგავს.

დედალი ხოჭო მომწიფებითი კვების ჩატარების შემდეგ, გამრავლების მიზნით სახლდება დასუსტებულ, მოტეხილ, მოკრილ ხეებზე, ძირნაყარზე (ტოტებსა და კენწეროებზე). მასობრივი გამრავლების შემთხვევაში სახლდება სრულიად საღ ხეებზედაც. ინტენსიური დასახლება ხდება 24—40 სმ დიამეტრის ხის ღეროებზე, შედარებით იშვიათად კი მსხვილ ღეროებზე. 1946—1957 წწ. მასობრივი გამრავლების დროს მკაფიოდ დასახლება დაიწყო 30—40-წლიან ლატნარებზე.

დედალი ხოჭო შესასვლელი ხერელის გაკეთებას 2,5—3 საათს უნდება. ლიტერატურული მონაცემებით, ერთი დედალი ხოჭო 100-მდე კვერცხს დებს; ჩვენი დაკვირვებებით კი ბიჭვინთის ფიჭვზე დიდი მებალის სადღედ სასულელებში საკვერცხე კამერების რაოდენობა 10-დან 125 ფარგლებში მერყეობს. კვერცხის რაოდენობის განსაზღვრის მიზნით აღრიცხვა ტარდებოდა ბუნებრივ პირობებში, რისთვისაც მკაფიოდ დასახლებისა და კვერცხის დების დამთავრების შემდეგ ვახდენდით საანალიზო ხის დამუშავებას. სადღედ სასულელების აღრიცხვა ტარდებოდა ხის ღეროს ყველა ნაწილზე ქვედა, შუა და წვეროს მიდამოებში, აგრეთვე კენწეროებსა და ტოტებზედ (იხ. ცხრილი*4).

ცხრილი 4

დიდი მებალის სადღედ სასულელებში კვერცხების აღრიცხვის შედეგები

თარიღი	5 სმ სიგრძის სადღედ სასულელები	აღრიცხული კვერცხების რაოდენობა	10 სმ სიგრძის სადღედ სასულელები	აღრიცხული კვერცხების რაოდენობა	15 სმ სიგრძის სადღედ სასულელები	აღრიცხული კვერცხების რაოდენობა	20 სმ სიგრძის სადღედ სასულელები	აღრიცხული კვერცხების რაოდენობა	25 სმ სიგრძის სადღედ სასულელები	აღრიცხული კვერცხების რაოდენობა	30 სმ სიგრძის სადღედ სასულელები	აღრიცხული კვერცხების რაოდენობა
1947 წ.	100	352	50	4370	30	2900	20	1950	10	990	5	500
1948	100	3611	50	4407	30	2750	20	1870	10	1010	5	498
1955	100	3590	50	4380	30	2814	20	1908	10	997	5	503
1958	100	3470	50	4368	30	2903	20	1915	10	980	5	428
1959	100	3600	50	4375	30	2865	20	1920	10	958	5	431

როგორც მე-4 ცხრილიდან ჩანს, კვერცხების დება უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობს 10 სმ და მეტი სიგრძის სადღედ სასულელებში. 5 წლის მანძილზე, კვერცხის დების განსაზღვრის მიზნით ჩვენ ჩავატარეთ 1075 ოჯახის ანალიზი. კვერცხის საერთო რაოდენობა შეადგენდა 70790-ს, ე. ი. თითო დედალი ხოჭოზე ბიჭვინთის პირობებში 70 ცალი კვერცხი მოდის. ხშირი იყო შემთხვევა, რომ სადღედ სასულელებში კვერცხების რაოდენობა 125-ს უდრიდა.

მკაფიოდ აღრიცხული კვერცხის დებას იწყებს დასახლებიდან ერთი დღე-ღამის შემდეგ კვერცხის დების ხანგრძლიობა 7-დან 13 დღით განისაზღვრება, ხოლო დედალი ხოჭო სადღედ სასულელის კეთებას 8-დან 15 დღეს უნდება. აღსანიშნავია აგრეთვე ის გარემოება, რომ დედალი ხოჭო ხშირად სტოვებს სადღედ სასულელებს (ქერქიჭამიების სხვა სახეობების ჭარბად დასახლების ან სხვა არაბელსაყრელი პირობების გამო), გადადის იმავე ხის სხვა ადგილას ან მეორე ხეზე და იწყებს ახლად დასახლებას. ასეთი ფაქტები ბიჭვინთის პირობებში ხშირია.

კვერცხებიდან მატლების გამოჩეკა ერთდროულად არ ხდება და იგი 7-დან 8 დღემდე გრძელდება. ასევე ერთდროულად არ მიმდინარეობს მატლების გან-

ვითარება და იმაგოს გამოფრენა, რადგან ხოჭო სადღეე სასვლელის გაკეთების პარალელურად ღებს კვერცხებს.

ახალგამოჩეკილ მატლს ბიჭვინთაში ვხვდებოდით მარტის ბოლოდან მაისის პირველ რიცხვებში და უფრო გვიანაც. დაკვირვებებით დადასტურდა, რომ მატლის ფაზის ხანგრძლივობა 26—36 დღით განისაზღვრება. კანს მატლი 4—5-ჯერ იცვლის. გამოჩეკიდან 26—36 დღის შემდეგ კვერცხა და გარემო ფაქტორების მიხედვით მატლი ამთავრებს ზრდას და იჭუბრებს.

ბიჭვინთის პირობებში ფიჭვის დიდი მებაღის სამატლე სასვლელები და ჭუბრის აკვანი ღეროს ქვედა ნაწილზე. სქელი ქერქის არეში ლაფანშია მოთავსებული, ხოლო კენწეროებსა და ტოტებზე დასახლებისას ჭუბრის აკვანი ცილაზე აღიბეჭდება.

ჭუბრის ფაზის ხანგრძლივობა 7-დან 13 დღემდე გრძელდება. ასე, მაგალითად, 1947 წელს ნახევრად სავლე პირობებში საცდელად აღებული 250 ჭუბრიდან მე-7 დღეს გამოფრინდა 4, მე-8 დღეს — 26, მე-9 დღეს — 50, მე-10 დღეს — 84, მე-11 დღეს — 36, მე-12 დღეს — 8 და მე-13 დღეს — 4 ხოჭო. ამგვარად, ჭუბრიდან მასობრივი გამოფრენა მიმდინარეობს მე-9, მე-10 და მე-11 დღეს.

ჭუბრიდან ახალგამოსული ხოჭო მაშინვე არ გაფრინდება. იგი ერთ-ორ დღეს (ხშირად მეტსაც) იმყოფება დაჭუბრების ადგილებში.

იმაგოს მერ მომწიფებითი კვების მიზნით ფიჭვის ყლორტების დაზიანება ბიჭვინთის პირობებში იწყება 15 მაისიდან და გვიან შემოდგომამდე გრძელდება. ერთი ხოჭო ხშირად რამდენიმე ყლორტს აზიანებს, რის შემდეგ ხდება მისი დასახლება ახალი თაობის მოცემის მიზნით.

1958 წელს, იმავე წელს გამოფრენილმა პირველი თაობის ხოჭოებმა ფიჭვის ხეებზე დასახლება დაიწყეს 10 ოქტომბერს. საანალიზოდ აღებული 2 ძირი ფიჭვის დამუშავების შედეგად დადასტურდა, რომ ახალგაზრდა ხოჭოების დასახლება ღეროზე, ფესვის ყელიდან 8 მ ზემოთ მასობრივად დაიწყო 10 ოქტომბერს. მავნებელი კვერცხისა და მატლის ფაზაში იყო და დასახლება კიდევ გრძელდებოდა. შემდგომი დაკვირვებების ჩასატარებლად აღებული გვექონდა მავნებელი ახალდასახლებული 5 ძირი ფიჭვის ხე.

1959 წლის 23—27 მარტამდე ჩაატარეთ ანებულ სამოდლო ხეებზე აღრიცხვები და გამოირკვა, რომ 1958 წლის ოქტომბერში დასახლებულმა ახალგაზრდა ხოჭოებმა მოგვცა მეორე თაობის სრული განვითარება და მათი დაზამთრება მოხდა დაჭუბრების ადგილებში. ხოჭოები ადრე გახაფხულზე დაზამთრების ადგილებში (ხალმისებრ ხერელებში) გვხვდებოდა.

ფიჭვის დიდი მებაღის გავრცელებასა და მის ეპიდემიოლოგიაზე ბიჭვინთის პირობებში მთელი რიგი ფაქტორები მოქმედებენ. ბიჭვინთის კონცხის გეოგრაფიული მდებარეობა, შავი ზღვის სიახლოვე, სამი მხრიდან მთებით შემოფარგვლა, ანელეს საშუალოწლიური ტემპერატურის მკვეთრ რყევადობას. ბიჭვინთის კონცხის მეტეოროლოგიური მონაცემები ოპტიმალურია ფიჭვის დიდი მებაღის განვითარებისათვის და ამას დიდი მნიშვნელობა აქვს ეპიდემიოლოგიური თვალსაზრისით. ზაფხულის პერიოდში მაღალი ტემპერატურა (ივლისი, აგვისტო) და ქარები უარყოფითად მოქმედებენ ფიჭვის კორომზე — ჩეები სუსტდება და პირობები ექმნება მეორეული მავნებლების მათზე დასახლებისათვის.

ზღვის ტალღების მოქმედებით სანაპირო ზოლში ზიანდება ფიჭვის ხეება, ხშირად ითხრება კიდევ; სრულსაკვან და გადაბერებულ ფიჭვის კორომებში ძლიერ განვითარებულია ბუჩქოვანი ქვეტყე მკიდროდ გამოსახული ბალახეული საფარით, დაწყებულია ნიადაგის ჰუმუსოვანი ფენის წარმოქმნა და შექმნილია პირობები ფიჭვის კორომში ჯარცხილის შეჭრისათვის.



ქარბი ტენიანობისა და გრუნტის წყლების სიახლოვის გამო ფიჭვის, განსაკუთრებით გადაბერებულ ხეებს, ფესვის ყელის მიდამოებში უჩნდება სიღამპლუ, რითაც სუსტდება და შემდეგ მათზე სახლდება მეორეული მავნებლები.

კორომში არსებული მრავალი უწესრიგო გზები და საცალფეხო ბილიკები, პიროტყვის ძოვება, შემთხვევითი ხანძრები, კონცხის ტერიტორიაზე არსებული საუწყებო, სარეწაო და კოოპერაციული დაწესებულებების მიერ სატყეო-სამეურნეო ღონისძიებების დარღვევის ხშირი შემთხვევები ხელს უწყობენ ფიჭვის ხეების დასუსტებასა და მავნებლების გავრცელებას.

ფიჭვის დიდი მებალის გავრცელების კერებში თანამგზავრი სახეობები (ჭერჭიჭამიები), მართალია, ზღუდავენ დიდი მებალის გამრავლებას, მაგრამ ამასთან ისინი პირობებს უქმნიან ამ მავნებელს შემდგომი დასახლებისათვის.

ფიჭვის დიდი მებალის გავრცელების დინამიკაზე გავლენას ახდენს აგრეთვე ბიოზური ფაქტორები — მტაცებელი და პარაზიტი მწერები და ცხოველები. პარაზიტი მწერებიდან ჩვენ მიერ აღნიშნულია: მატლისა და ჭუპრის პარაზიტი *Coeloides abdominalis* Zeitt (*Bracomidae*). დიდი მებალის სასვლელეში გვხვდება აგრეთვე მტაცებელი მწერები: *Hypophalus longulus* Gyll. (*Tenebridae*), *Aulonium ruficornis* Ol. (*colydiidae*) *Thanasimus formicarius* L. (*Cleridae*), რომლებიც სათანადო როლს ასრულებენ ფიჭვის დიდი მებალის კვერცხების მატლებისა და ჭუპრების განადგურების საქმეში.

საქართველოს სსრ სოფლის მეურნეობის მეცნიერებათა აკადემიის
მცენარეთა და ცივის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 16.10.1959)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. ლ. კალანდაძე და დ. ლოხოვოი. მასალები საქართველოს ტყეების (უმთავრესად წიწვინების) მავნე მწერების შესწავლისათვის. საქართველოს მცენარეთა და ცივის საცდ. სადგურის მოამბე, № 1, თბილისი, 1937.
2. ა. მუხაშავერია. ბიჭვინთის ფიჭვის მავნე მწერების შესწავლისათვის. საქ. სსრ სოფ. მეურნ. მეცნ. აკად. მოამბე, ტ. 1, № 1, 1958.
3. შ. სუპატაშვილი. ტყის კოლონურებისა და სანერგეების მავნე მწერები და მათ წინააღმდეგ ბრძოლა. თბილისი, 1950.
4. შ. სუპატაშვილი და კ. ხარაზიშვილი. ბიჭვინთის ფიჭვის ნაკრძალში ფიჭვის დიდი მებალის შესწავლის შედეგები. საქ. სსრ მეცნ. აკად. მეცნ. დაც. ინსტ. შრომები, ტ. 7, 1950.
5. თ. ჩაფიძე. მასალები ფიჭვის მავნე ენტომოფუნის დაღვინისათვის ადიგენის სატყეო მეურნეობაში. 1959.
6. Л. В. Арнольд и др. Вредители леса, часть 1, М.—Л., 1955.
7. А. Воронцов. О поврежденных сосен „Лесным садовником“ в южных губерниях царства польского в 1891—1892 гг. Лесной журнал, № 6, 1892.
8. П. Горностаев. Материалы к познанию фауны короедов Петроградской Губернии РЭО, XVI, 3/4 1916.
9. К. Лиденман. О значении короедов в наших лесах. Лесной журнал, вып. 7, 1894.
10. Н. И. Коротнев. Короеды. Москва, 1926.
11. Т. Д. Лисенко. О положении в биологической науке. Москва, 1948.
12. Д. И. Лозовой. О районах поселения большого соснового дубоеды Закавказья. ДАН СССР, т. 94, № 6, 1954.
13. М. Н. Римски-Корсаков и др. Лесная энтомология. М.—Л., 1949.
14. Е. Родд. Наблюдения над жизнью короедов на Кавказе. Тр. РЭО, т. 31, 1896.
15. В. Н. Старк. Фауна СССР, т. XXXI, М.—Л., 1952.
16. А. Силантiev. К биологии короедов. Ежегодник лесного института, вып. 4, 1891.
17. И. Шевирев. Наставления об уничтожении короедов при заготовках хвойного леса. Изд. департамента, СПб, 1916.
18. Я. Г. Щелконовцев. Очерки по биологии лесных насекомых о мер борьбы с ними. Воронеж, 1928.
19. К. Escherich. Die Forstinsekten Mitteleuropas. Zweiter Band. Berlin, 1923.

ფიზიოლოგია

3. ოპოზაცია

ატროპინისა და პროზერინის გავლენა დენდრიტულ კონტენციალებზე

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა ი. ბერიტაშვილმა 3.7.1959)

ამჟამად ფიზიოლოგიურ ლიტერატურაში დიდძალი მასალაა დაგროვილი ქიმიური მედიატორის როლის შესახებ აგზნების სინაფსურ გადაცემაში [5, 6]. სრომების უმეტესობა შეეხება აცეტილქოლინის მონაწილეობას აგზნების გადაცემაში ნერვკუნთოვან შეერთებაში და ვეგეტატიურ ქვანახებში. მიკროფიზიოლოგიური ცდებით ეკლსმა დამაჯერებლად აჩვენა [4], რომ აცეტილქოლინი არის მედიატორი, რომელიც აგზნებს ზურგის ტვინის რენოლუს შუამდებარე უჯრედებს. ამავე დროს უნდა აღინიშნოს, რომ ცენტრალური სინაფსების დიდი ნაწილისათვის მედიატორის ბუნება ჯერჯერობით დადგენილი არ არის. დაშვებულია [5], რომ ცენტრალური ნერვული სისტემის სხვადასხვა სინაფსურ კავშირებში შეიძლება სხვადასხვა მედიატორი იყოს. თავის ტვინის ქერქში ქოლინერგიული სინაფსების არსებობის შესახებ ლაპარაკობს შრომები, რომლებშიც პირველადი [3] და ტრანსკალოზალური პასუხების შესწავლისას გამოიყენებოდა ქოლინომიმეტიური და ქოლინოლითიური ნივთიერებანი. იუნგის ლაბორატორიაში [6] ქერქის ცალკეული უჯრედების მიკროფიზიოლოგიური რეგისტრაციით ნაჩვენები იყო ამ უჯრედებზე ქოლინერგიული სინაფსების არსებობა.

ჩვენ მიზნად დავისახეთ გამოვვეყვლია აგზნების გადაცემა თავის ტვინის ქერქის აქსონდენდრიტულ სინაფსებში აცეტილქოლინის ანტაგონისტის-ატროპინისა და ანტიქოლინესთერაზული ნივთიერების — პროზერინის გამოყენებით.

მ ე თ ო დ ი კ ა

ცდები ტარდებოდა ნემბუტალით დანარკოვებულ კატებზე. თავის ქალის ახდისა და მაგარი გარსის მოცილების შემდეგ სუპრასილიურ ხეულზე თავსდებოდა ვერცხლის ბიპოლარული გამაღიზიანებელი ელექტროდი, ხოლო მისგან 2—3 მმ დაშორებით — ვერცხლის გამოყვანი ელექტროდი. მეორე (ინდიფერენტული) ელექტროდი მაგრდებოდა ძვალში შუბლის წიაღის მიდამოში. გასაღიზიანებლად ვხმარობდით რელაქსაციურ სტიმულატორს, რომლის იმპულსის ხანგრძლივობა 0,2 მ/სეკ. უდრიდა. ბიპოტენციალების გაძლიერება ხდებოდა ცვლადი დენის გამაძლიერებლით, ხოლო მათი რეგისტრაცია — შლეიფიანი ოსცილოგრაფით. ატროპინითა და პროზერინით მოწამვლის მიზნით გამოყვანი ელექტროდის ქვეშ თავსდებოდა 1 მმ² ფილტრის ქაღალდი, გაქლენთილი ამ ნივთიერებათა ხსნარით.

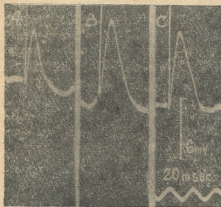
მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

დიდი ჰემისფეროების ქერქის ზედაპირის ელექტრული გაღიზიანებისას ზედაპირიდან აღირიცხება 10—20 მ/სეკ. ხანგრძლივობის უარყოფითი პოტენ-

ციალი, რომელიც ვრცელდება 10—11 მმ. რიგი გამოკვლევების საფუძველზე გაკეთებული იყო დასკვნა, რომ ეს პოტენციალი დენდრიტული პოტენციალია [1]. ნაჩვენები იყო [5], რომ იგი შედგება დენდრიტების არაპირდაპირი აგზნებისა: ქერქის ელექტრული გაღიზიანებისას აიგზნება ზედაპირული შრეების ტანგენციალური ბოჭკოები და მათი სინაფსური დაბოლოებებით აგზნება გადაეცემა პირამიდული ნეირონების აპიკალურ დენდრიტებს. დენდრიტული პოტენციალი ლოკალურ პოსტსინაფსურ პოტენციალს წარმოადგენს.

ზემოთქმულიდან ცხადია, რომ ქერქის ზედაპირის ელექტრული გაღიზიანებით გამოწვეული დენდრიტული პოტენციალები ხელსაყრელ ობიექტს წარმოადგენს თავის ტვინის ქერქის აქსოდენდრიტული სინაფსების ფიზიოლოგიური და ფარმაკოლოგიური შესწავლისათვის.

ფარმაკოლოგიურ ნივთიერებათა გავლენის შესასწავლად ჩვენ ვამოზიინეთ შეგვესწავლა ამ ნივთიერებათა ლოკალური მოქმედება. გამოვდიოდით რა შემდეგი მოსაზრებებიდან, ჩვენ მიზანშეუწონლად მიგვაჩნია ფარმაკოლოგიურ ნივთიერებათა საძილე არტერიაში შეყვანა, როგორც ეს კეთდებოდა მარაცის ცდებში ტრანსკალონარული პასუხების შესწავლისას.



სურ. 1

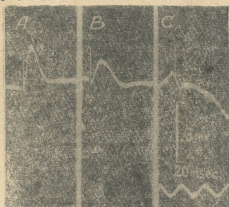
- A—დენდრიტული პოტენციალი ცდის დასაწყისში,
 B—დენდრიტული პოტენციალი პროპრიეტარული 2% ხსნარით ლოკალური მოწამელიდან 0,5 წუთის შემდეგ,
 C—ორი წუთის შემდეგ

არტერიაში შეყვანილი ფარმაკოლოგიური ნივთიერება მოქმედებს მთელ თავის ტვინზე, მათ შორის პირველ რიგში — ტვინის ღეროს ბადებრივ წარმონაქმნზე, რომელიც გამოირჩევა ჰუმორალური ზემოქმედებისადმი მაღალი მგრძობელობით. ცნობილია, რომ ტვინის ღეროს ბადებრივი წარმონაქმნის აქტივობაზე საგრძობლად დაამოკიდებული ქერქული ეფექტები, მათ შორის დენდრიტული პოტენციალების ამპლიტუდაც [7]. ამრიგად, ნივთიერებათა არტერიაში შეყვანისას ძნელდება ანალიზი, არის თუ არა მიღებული ეფექტი ფარმაკოლოგიური ნივთიერების პირდაპირ ქერქულ სინაფსებზე მოქმედების შედეგი, თუ იგი არის შედეგი ბადებრივი წარმონაქმნის აქტივობის შეცვლისა, რის გამოც შეორადად იცვლება ქერქული პასუხები.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენს ცდებში ნათელი შედეგები მიიღებოდა ატროპინისა და პროპრიეტარული შედარებით მაღალი (1—2%) კონცენტრაციის ხსნარების ხმარებისას. ხსნარების საჭირო კონცენტრაცია განპირობებულია ტვინის ქსოვილსა და სინაფსურ ბარიერში ამ ნივთიერებათა შეღწევის სისწრაფით. ზედაპირზე მოთავსებული ხსნარის კონცენტრაცია არ ლაპარაკობს სინაფსების უბანში ამ ნივთიერებათა ნამდვილ კონცენტრაციაზე. რაც შეეხება ატროპინს, უნდა აღინიშნოს, რომ იგი წარმოადგენს მ-ქოლინერგიული პოსტგანგლიური



სინაფსების სპეციფიკურ ბლოკატორს, მაგრამ იგი სუსტად მოქმედებს სხვა ქოლინერგიულ სინაფსებზე [2]. მათზე მოქმედებისათვის საჭიროა უფრო მაღალი კონცენტრაცია. ყოველ შემთხვევაში, ატროპინისა და პროზერინის 2% ხსნა-



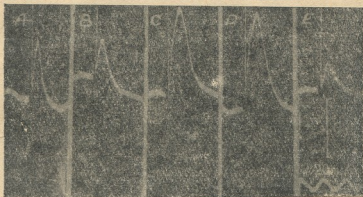
სურ. 2

A—დენდრიტული პოტენციალი ცდის დასაწყისში.

B—ატროპინის 2% ხსნარით ლოკალურად მოწამვლიდან 0,5 წუთის შემდეგ.

C—სამი წუთის შემდეგ.

რების მიმართ სპეციალური ცდებით ნაჩვენებია იყო [3], რომ ქერქზე ლოკალურად მოთავსებისას ვლინდება მათი სპეციფიკური სინაფსური მოქმედება და არა ალკალოიდის არასპეციფიკური მოქმედება.



სურ. 3

A—დენდრიტული პოტენციალი ცდის დასაწყისში.

B—ატროპინის 2% ხსნარით ლოკალურად მოწამვლიდან 0,5 წუთის შემდეგ.

C, D—პროზერინის 2% ხსნარით მოქმედებიდან 2 და 3 წუთის შემდეგ.

E—ატროპინის 2% ხსნარით განმეორებით მოწამვლიდან 0,5 წუთის შემდეგ.

გამომყვანი ელექტროდის ქვეშ ქერქის პროზერინის ხსნარით მოწამვლის შემდეგ დენდრიტული პოტენციალი შემდეგნაირად იცვლება (სურ. 1): დენდრიტული პოტენციალები ამპლიტუდის საგრძნობ ზრდასთან ერთად საგრძნობლად იზრდება მათი ხანგრძლივობაც. ეს უკანასკნელი მოვლენა ქოლინერგიული სინაფსებისათვის მეტად დამახასიათებელია; პროზერინი, ახდენს რა ფერმენტ ქოლინესტერაზას ინაქტივაციას, იწვევს აცეტილქოლინის უფრო ხანგრძლივ დაგროვებას და მის ხანგრძლივ მოქმედებას პოსტსინაფსურ მემბრანაზე.

აცეტილქოლინის კონკურენტული ანტაგონისტი — ატროპინის გავლენით მიიღება საწინააღმდეგო სურათი: დენდრიტული პოტენციალები საგრძნობლად მცირდება და ზოგჯერ მთლიანადც ქრება (სურ. 2).

განსაკუთრებით საინტერესოა პროზერინის მოქმედება ატროპინიზაციის ფონზე და პირუკუ. როგორც სურ. 3-დან ჩანს, ატროპინული ბლოკი შეიძლება მოიხსნას პროზერინის მოქმედებით და კვლავ გამოწვეულ იქნეს ატროპინით.

მაშასადამე, თავის ტვინის ქერქის აქსოდენდრიტული სინაფსები ატროპინისა და პროზერინის მოქმედებისას ამქლავნებენ ქოლინერგიულ ბუნებას, რაც გვაძლევს უფლებას დავასკვნათ, რომ აცეტილქოლინი არსებით როლს თამაშობს ამ სინაფსებში — აგზნების გადაცემასა და დენდრიტული პოტენციალების გენერირებაში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
 ფიზიოლოგიის ინსტიტუტი
 თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 9.7.1959)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. А. И. Ройтбак. Биоэлектрические явления в коре больших полушарий. Тбилиси, 1955.
2. К. С. Шадурский. Фармакология как основа терапии. Минск, 1959.
3. P. O. Chatfield, D. P. Purpura. Augmentation of evoked cortical potentials by topical application of prostigmine and acetylcholine after atropinization of cortex. EEG clin. Neurophysiol., 6, 287, 1954.
4. J. C. Eccles, R. M. Eccles, P. Fatt. Pharmacological investigations on a central synapse operated by acetylcholine. J. Physiol., 131, 154, 1956.
5. H. Grundfest. General problems of drug actions on bioelectric phenomena. Ann. N. Y. Acad. Sci., 66, 537, 1957.
6. R. Jung. Neuropharmakologie: zentrale wirkungsmechanismen chemischer Substanzen und ihre neurophysiologischen Grundlagen. Klin. Wchschr., 36, H. 24, 1153, 1958.
7. D. P. Purpura. Observations on the cortical mechanism of reticulocortical activation accompanying behavioral arousal. Science, 123, 804, 1956.



ფიზიოლოგია

ბ. მუხმბაძე

უნილატერალური სანერწყვე პირობითი რეფლექსები კანიდან

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა დ. გედევანიშვილმა 12.10.1959)

უნილატერალური (ცალმხრივი) სანერწყვე პირობითი რეფლექსების გამოყენება შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ უპირობო გამაღიზიანებელი, რომლითაც ვამტკიცებთ პირობით სიგნალს, მოქმედობს სიმეტრიულად განლაგებულ რეცეპტორებიდან მხოლოდ ერთ მათგანზე და იწვევს ნერწყვის უპირობო სეკრეციას უპირატესად ან მარტო გაღიზიანებულ მხარის სანერწყვე ჯირკვლიდან.

ძალღებში, უნილატერალური უპირობო რეფლექსური ნერწყვის სეკრეცია შეიძლება გამოვიწვიოთ პირის ღრუს ერთი მხრის ლორწოვანზე მკევის მოსხურებით [1, 2, 3, 4], პირის ღრუში ერთი ლოყის მხარეზე ორცხობილას ფხვნილის მოთავსებით [5], საჭმლის ჭამის დროს, იმ შემთხვევაში, თუ პირის ღრუს ლორწოვან გარსს ერთ მხარეზე წინასწარ ანესთეზიას ვაფუქვებთ [6], ბოლოს, აბულაძის მეთოდით, გარეთ გამოყვანილ ლორწოვანის ერთ-ერთი სიმეტრიული ნაწილის ქიმიური გაღიზიანებით [7]. ძალღებში, კბილის ელექტრული გაღიზიანება დ. გედევანიშვილის მეთოდით (1947), აგრეთვე იწვევს ნერწყვის სეკრეციას მხოლოდ გაღიზიანების მხარეზე [8].

ი. სკლიაროვმა [5], კ. აბულაძემ თანამშრომლებით [7, 9] და დ. გედევანიშვილმა თანამშრომლებით [8, 10, 11, 12], ძალღებში ადვილად გამოიმუშავეს ცალმხრივი სანერწყვე პირობითი რეფლექსები სხვადასხვა პირობით გამაღიზიანებლებზე, მათი ცალმხრივ უპირობო სანერწყვე რეფლექსებთან შეუღლების საფუძველზე. ამ ცდებში პირობითი სიგნალები მოქმედებდა სიმეტრიულად განლაგებულ რეცეპტორებზე ერთდროულად (ორივე თვალზე, ორივე ყურზე და სხვა); ამ ცდების საფუძველზე შეიძლება დამტკიცებულად ჩაითვალოს მხოლოდ უპირობო რეფლექსის ქერქული წარმომადგენლობის განცალკევებული მოქმედების შესაძლებლობა ერთ პემისფეროში.

პირობითი სიგნალის ანალიზატორის განცალკევებული მოქმედების მიღწევის მიზნით, ა. ტრაგინამ [13] სიგნალად გამოიყენა ტაქტილური გაღიზიანება — „შეშებები“, რომელიც მოქმედებდა კანის მცირე ფართობზე, სხეულის ერთ მხარეზე; აღნიშნული სიგნალის გამტკიცება წარმოებდა აბულაძის მეთოდით გარეთ გამოყვანილ ენის ლორწოვანის ნაწილის ქიმიური გაღიზიანებით. ჩვენ ამავე მიზნით პირობით სიგნალად გამოვიყენეთ სხეულის ერთ მხარეზე კანის პატარა ფართობის სუსტი ელექტრული გაღიზიანება, რომელსაც ვაღიზიანებდით კბილის ელექტრულ გაღიზიანებასთან გედევანიშვილის მეთოდით (1).

(1) კბილის ელექტრული გაღიზიანების მეთოდის აღწერა (რომელიც უპირობო სტიმულად იყენა ნახშირი) და ნერწყვის სეკრეციის რეგისტრაციის ხერხი იხ. დ. გედევანიშვილისა და ბ. ფუხვაძის შრომაში [10].

მეთოდოლოგია

ცდები ტარდებოდა 2 ძალზე, რომელთაც ორივე ყბაყურა ჯირკვალის საღინარების ქრონიკული ფისტულები ჰქონდათ დადებული. პირობით სიგნალად ეხმარობდით კანის სუსტი ფარადიული დენით ბიპოლარულ გალიზიანებას (ძალა 2 mA, სიხშირე 100 წამში). კანის ელექტროდებს სხეულის მარჯვენა მხარეზე ვამაგრებდით ოთხ პუნქტში: I პუნქტი — მარჯვენა წინა კიდურის ზემო მესამედის კანი, II პუნქტი — ამავე კიდურის პირველ პუნქტიდან სამი სანტიმეტრით ზევით, III პუნქტი — მეცხრე ნეკნის შუა მიდამო, IV პუნქტი — გავ. სხეულის მარცხენა მხარეზე ელექტროდები მაგრდებოდა სამ პუნქტში და თვითონვე წყვილი ელექტროდებისა (I-ა, III-ა და IV-ა) შეესატყვისებოდა სიმეტრიულ პუნქტების ელექტროდებს მარჯვენა მხარეზე. ელექტროდების შემხები ზედაპირები უდრიდა 3 კვ. მმ. ელექტროდებსა და კანს შორის უკეთესი კონტაქტის მიღწევის მიზნით ვათავსებდით სპეციალურ უშრობ პასტას¹.

მიღებული შედეგები და მათი განხილვა

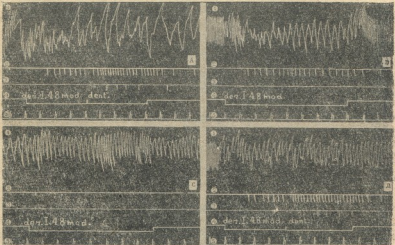
უნილატერალური სანერწყვე პირობითი რეფლექსი გამომუშავდა I (მარჯვენა) პუნქტის, წუთში 48 მოდულაციის მქონე, ე. ი. წყვეტილი ფარადიული დენით კანის გალიზიანებისას. მისი მარჯვენა ქვემო ეშვის ელექტრულ გალიზიანებასთან (სიხშირე 100 წამში, ძალა 2 mA) 49-ჯერ შეუღლები შემდეგ; მან მტკიცე რეფლექსის სახე მიიღო 65 შეუღლების შემდეგ; პირობითი სიგნალ რეფლექსის განმტკიცების შემდეგ ნერწყვის სეკრეციას იწვევს მხოლოდ მარჯვენა ყბაყურა ჯირკვლიდან (სურ. 1 A); მარჯვენა ყბაყურა ჯირკვლიდან ნერწყვის ძლიერი სეკრეცია და მარცხენა ჯირკვლის სრული უმოქმედობა განსაკუთრებით დემონსტრაციულია პირობითი სიგნალის 40 წამით იზოლირებულად მოქმედების დროს (სურ. 1 B). აღნიშნული რეფლექსი ადვილად ქრება პირობითი სიგნალის რამდენიმეჯერ გაუმტკიცებლად ხმარების შემდეგ (პირობითი სიგნალის 24-ჯერ გაუმტკიცებლად ხმარებით გამოწვეული ჩაქრობა იხ. სურ. 1 C) და აგრეთვე ადვილად აღდგება გამტკიცებათა გახახლების შემდეგ (პირობითი რეფლექსის აღდგენა პირობითი სიგნალის 23-ჯერ ეშვის ელექტრულ გალიზიანებით გამტკიცების შედეგად იხ. სურ. 1 D).

კანის I პუნქტიდან გამომუშავებული პირობითი რეფლექსის გამტკიცების შემდეგ აღინიშნება ირადიაციის მოვლენები: მარჯვენა II პუნქტის გალიზიანება პირველ ხანებში იწვევს საკმაოდ ძლიერ ნერწყვის სეკრეციას (სურ. 2 A), მისგან დაშორებული პუნქტი კი შედარებით სუსტს (სურ. 2C); ძლიერ დაშორებული პუნქტი IV (გავის კანი), თავიდანვე არ იძლევა ეფექტს, მაშასადამე, აგხნება არ ირადირდება ამ პუნქტისკენ.

ამასთან ერთად აღსანიშნავია ირადიაციის განვითარება საწინააღმდეგო მხრისაკენ. კანის I და II-ა მარცხენა პუნქტების გალიზიანება შედარებით სუსტად გამოხატული ნერწყვის სეკრეციას იწვევს (სურ. 3 A და 3 C), უფრო დაშორებული IV-ა მარცხენა პუნქტი გალიზიანებაზე არ რეაგირებს. უნდა აღინიშნოს, რომ ამ შემთხვევებშიც ნერწყვის სეკრეცია ვითარდება მარჯვენა მხარეს, ე. ი. არა მომქმედი პირობითი სიგნალის მხარეზე, არამედ ჩამოყალიბებული პირობითი რეფლექსის მხარეზე.

¹ პასტის შემადგენლობა: 100 ნაწილი თიხა ასკანეს (აკად. ი. გ. ქუთათელაძის მეთოდით სპეციალურად დამუშავებული ასკანის თიხა) ვუმატებთ 80 ნაწილ CaCl₂, ნაჯერ ხსნარს, თიხა ასკანეზე პასტის მომზადების ფ წესი მოწოდებულია დ. მ. გედევანიშვილის მიერ.

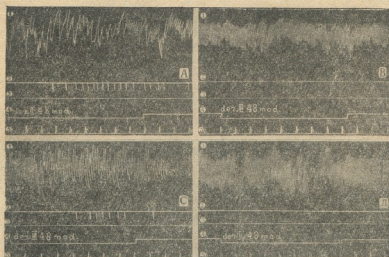
სივრცობრივ დიფერენცირების ცდებში შესაძლებელია ავზნების კონცენ-ტრაციის მიღწევა. უფრო ძნელად დიფერენცირდება აქტიურ პუნქთან ახლო მდებარე II პუნქტი; მის სრულ დიფერენცირებისათვის პირობითი სიგნალის 7-ჯერ გაუმტკიცებლად ხმარება დაგვიკირდა, ხოლო სრულ, მყარ დიფერენცირებას პირობითი სიგნალის 32-ჯერ გაუმტკიცებლად ხმარების შემდეგ მივაღწიეთ (სურ. 2 B). შედარებით უფრო დაშორებულ III პუნქტში ოთხჯერ გაუმტკიცებლობის შემდეგ პირობითი სიგნალი საპასუხო ეფექტს აღარ იწვევს (სურ. 2 D). საწინააღმდეგო, მარცხენა მხარეს, სიმეტრიულ Ia პუნქტის სრულ, ნულოვან დიფერენცირებისათვის პირობითი სიგნალის 7-ჯერ გაუმტკიცებლად ხმარება დაგვიკირდა (სურ. 3 B), ხოლო მოშორებულ IIIa პუნქტისთვის პირობითი სიგნალის სულ 2-ჯერ გაუმტკიცებლად ხმარებაც საკმარისი აღმოჩნდა (სურ. 3 D).



სურ. 1. ზემო მრუდი (1) სუნთქვის ჩანაწერი. მომდევნო ჩანაწერი (2) სალივოვარამა, მარჯვენა ყბაყურა ჯირკვლიდან გამოყოფილი ნერწყვის წვეთების რეგისტრაცია. მის ქვემოთ (3) მარცხენა ყბაყურა ჯირკვლიდან გამოყოფილი ნერწყვის წვეთების რეგისტრაცია. შემდეგი ჩანაწერი გალიზიანების აღნიშვნა (4); der—პირობითი სიგნალის, კანის ფარადიული დენით გალიზიანების დასაწყისი (რომაული ციფრები მიგვითითებენ კანის რომელი პუნქტი აღიზანდება, არაბული—რა სიხშირის დენია ხმარებული), dent—უპირაზო გამაღიზიანებლის დასაწყისი. სულ ქვემოთ (5) 5-წამიანი შეუღებდებით დროის რეგისტრაცია დანარჩენ სურათებზეც იგივე აღნიშვნებია.

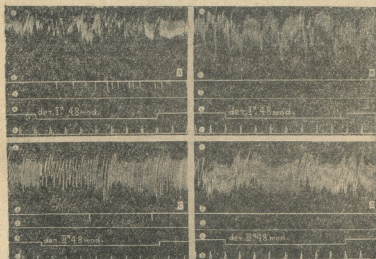
აგრეთვე აღვიღად მისალწვევი აღმოჩნდა გალიზიანების სიხშირის მიმართაც დიფერენცირება. დასაწყისში I პუნქტიდან (48 მოდულაციის დენზე) გამომუშავებული პირობითი რეფლექსის გამტკიცების შემდეგ, ამავე პუნქტის 24 მოდულაციის დენით გალიზიანებას მოსდევდა ნერწყვის სეკრეცია უპირატესად მარჯვენა ყბაყურა ჯირკვლიდან (სურ. 4 A). ამ გალიზიანებას 17-ჯერ გაუმტკიცებლად ხმარებას მოჰყვა სრული დიფერენცირება სიხშირის მიმართ: 48 სიხშირით I პუნქტის გალიზიანება იწვევდა ინტენსიურ ნერწყვის სეკრეციას, ხოლო ამავე პუნქტის 24 სიხშირით გალიზიანება ნერწყვის სეკრეციას არ იწვევდა (სურ. 4 B). ამ პირობებში სიმეტრიული Ia მარცხენა პუნქტის გალიზიანება ავ-

ლინებს საინტერესო ფენომენს: ამ პუნქტში გამოყენებული 48 სიხშირე პირველ სინჯზივე ნერწყვის სეკრეციას იწვევს, ხოლო 24 სიხშირე ნულოვან ეფექტს იძლევა; მაშასადამე, როგორც აგზნების პროცესი, ისე შეკავების პრო-



სურ. 2

ცესი (დიფერენცირება) მოიცავს მეორე ჰემისფეროს სიმეტრიულ პუნქტსაც, ე. ი. ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს ჰემისფეროთა წყვილად მოქმედებასთან⁽¹⁾.

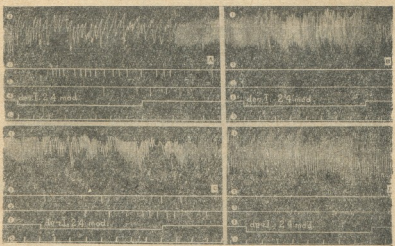


სურ. 3

⁽¹⁾ ამ შემთხვევაში პირობით-რეფლექსური ნერწყვის სეკრეცია, გასაგები მიზეზით, ვითარდება მარჯვენა ჯირკვლიდან, ე. ი. უპირობო გამაღიზიანებლის მხარეზე.

პემისფეროთა განცალკევებული მოქმედების მიღწევის მიზნით სპეციალური ცდები ჩავატარეთ. მარცხენა Ia პუნქტს ვალიზიანებით 24 მოდულაციის ფარადიული დენით, ე. ი. ისეთი სიხშირით, რომელიც მარჯვენა ყბაყურა ჭირკვლისათვის უარყოფით სიგნალს წარმოადგენდა. მარცხენა პუნქტში კი ეს სიხშირე მტკიცებოდა მარცხენა ქვემო ეშვის ელექტრული გალიზიანებით. რასაც მარცხენა ყბაყურა ჭირკვლიდან ნერწყვის სეკრეცია მოსდევდა; ხოლო 48 მოდულაციის ფარადიული დენი, ე. ი. სიხშირე, რომელიც მარჯვენა ჭირკვლისათვის წარმოადგენდა დადებით პირობით სიგნალს, ამ მარცხენა პუნქტში არასოდეს არ გაგვიმტკიცებია.

24 მოდულაციაზე Ia პუნქტიდან გამომუშავებული პირობითი რეფლექსის გამტკიცების შემდეგ (რასაც 84 შეუღლება დასჭირდა, სურ. 5 C), იგივე სიხშირე I პუნქტში გასინჯვისას იძლევა ნერწყვის სეკრეციას მარცხნივ; ე. ი. გამტკიცების მხარეს (სურ. 4 C); ხოლო ამავე პუნქტში იგივე პირობითი სიგნალის 15-ჯერ გაუმტკიცებლად მხარების შემდეგ, 24 მოდულაციის დენი აღარ იწვევდა ნერწყვის სეკრეციას (სურ. 4 D).



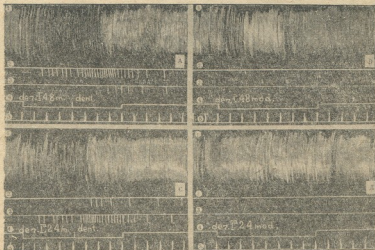
სურ. 4

ყველა ამ ცდის შედეგად მივიღეთ ასეთი სურათი: 48 სიხშირე იწვევდა პირობით რეფლექსურ ნერწყვის სეკრეციას მარჯვენა მხარეს, თუ მით ვმოქმედებდით მარჯვენა I პუნქტზე, და ამავე დროს სრულიად არააქტიური იყო მარცხენა Ia პუნქტზე მოქმედებისას; და პირიქით — 24 სიხშირე ნერწყვის სეკრეციას იწვევდა მარცხენა მხარეს, თუ უკანასკნელით ვმოქმედებდით მარცხენა Ia პუნქტზე, მარჯვენა I პუნქტზე მოქმედებისას კი ის იყო ათააქტიური. ამგვარად, მიღწეულ იქნა თავის ტვინის პემისფეროების სრულიად განცალკევებული მოქმედება, როგორც უპირობო რეფლექსის ქერქული წარმომადგენლობის მარჯვენა და მარცხენა ნახევრებისათვის, ისე კანის ანალიზატორის სიმეტრიული პუნქტების მიმართ (სურ. 5 A, B, C, D). მე-5 სურათზე მოყვანილი ფაქტები მიღებულია ერთსა და იმავე ცხოველზე ერთი დღის ცდაში.

მოყვანილ ფაქტიურ მასალიდან გამომდინარეობს, რომ სანერწყვე პირობითი რეფლექსები შეიძლება შედარებით ადვილად გამომუშავდეს იმ უემთხვევაშიც, როდესაც პირობით სიგნალად ნახშირია კანის სუსტი ელექტრული გა-

ლიზიანება. კანის ელექტრულ გალიზიანებაზე გამომუშავებული პირობითი რეფლექსები მდგრადია და ადვილად დიფერენცირდება.

როგორც ცნობილია, ე რ ო ფ ე ე ვ ა მ [14] შეძლო კანის ელექტრულ გალიზიანებაზე სანერწყვე პირობითი რეფლექსების გამომუშავება, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ მან პირობითი სიგნალის სახით იხმარა კანის ძლიერი ფარადიული დენით გალიზიანება. სუსტი ფარადიული დენის გამოყენებით პირობითი რეფლექსის გამომუშავება ან სულ ვერ შეძლო, ან მიღებული რეფლექსი არამდგრადი იყო. ე რ ო ფ ე ე ვ ა ს მსგავსი შედეგები მიიღო პ ო დ კ ო პ ა ე ვ მ ა ც [15]. რომლის ცდებში მდგრადი პირობითი რეფლექსების გამომუშავებისათვის საჭირო აღმოჩნდა ძლიერი ფარადიული დენის ხმარება, იმ დროს, როდესაც ჩვენ ცდებში კანის უარესად სუსტ ელექტრულ გალიზიანებაზე კი ადვილად მუშავდება სანერწყვე პირობითი რეფლექსები. ე რ ო ფ ე ე ვ ა ს ა და პ ო დ კ ო პ ა ე ვ ი ს ცდებით მიღებული შედეგების ჩვენ მიერ მიღებულ შედეგებთან განსხვავება შესაძლებელია აიხსნას იმით, რომ ეს ავტორები პირობით სიგნალს ამტკიცებდნენ საკვების მიცემით, იმ დროს, როდესაც ჩვენს ცდებში პირობით სიგნალის გამტკიცება წარმოებდა კბილის ელექტრული გალიზიანებით, რომელიც დაცვით სანერწყვე რეფლექსებს იწვევს.



სურ. 5

კ ა ბ უ ლ ა ძ ე მ [9], ა. ტ რ ა ვ ი ნ ა მ [16] და ა. პ ა პ ა ვ ა მ [17] შეძლეს ცალმხრივ სანერწყვე პირობითი რეფლექსების გამომუშავება კანიდან, მხოლოდ ჩვენი ცდებისაგან იმ განსხვავებით, რომ აღნიშნული რეფლექსები გამომუშავებული იყო არა კანის ელექტრულ გალიზიანებაზე, არამედ მექანიკურ გალიზიანებაზე. ამის გარდა, აღნიშნული ავტორები პირობით სიგნალს აუღლებდნენ არა კბილის ელექტრულ გალიზიანებასთან, არამედ აბულაძის მეთოდით — გარეთ გამოყვანილი ენის ლორწოვანის მონაკვეთზე ქიმიურ და საკვებ ნივთიერებათა ზემოქმედებასთან.

ჩვენს ცდებში მნიშვნელოვან ფაქტად შეიძლება ჩაითვალოს ის, რომ კანის სიმეტრიული პუნქტის ელექტრული გალიზიანება პირველსავე სინჯისას იწვევს ნერწყვის სეკრეციას იმ ჯირკვლიდან, რომელზედაც გამომუშავებული იყო პირობითი რეფლექსი. აგრეთვე ის, რომ აღნიშნული სიმეტრიული პუნ-



ქტის გალიზიანება თავიდანვე არ იწვევს სეკრეციას იმ შემთხვევაში, თუ მოპირდაპირე მხარის სიმეტრიულ პუნქტზე გამოძეუშავებული იყო უნილატრალური დიფერენცირება გამაღიზიანებლის სიხშირის (მოდულაციის) მიმართ. აღნიშნული ცდებით მტკიცდება ჰემისფეროთა წყვილადი მოქმედება — კანის ერთ რომელიმე პუნქტიდან დროებითი კავშირის გამოძეუშავების შემთხვევაში დროებითი კავშირი მყარდება მეორე ჰემისფეროს სიმეტრიულ პუნქტთანაც, და შინაგანი შეკავების პროცესის განვითარების შემთხვევაშიც (დიფერენცირება) შეკავების პროცესი აგრეთვე ვრცელდება მეორე ჰემისფეროს სიმეტრიულ პუნქტზე.

ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები ადასტურებენ ნ. კრასნოგორსკის [18], გ. ანრევის [19], დ. ფურსიკოვის და კ. ბიკოვის [21] მიერ ერთი ჰემისფეროს რომელიმე პუნქტიდან მეორე ჰემისფეროს სიმეტრიულ პუნქტზე აგზნებისა და შეკავების გავრცელების შესახებ გამოთქმულ აზრს. ჩვენა ცდები აღნიშნული ავტორების ცდებიდან განსხვავდება იმით, რომ ისინი ორნაწივ სანერწყვე რეფლექსებზე აწარმოებდნენ დაკვირვებას.

ჩვენ მიერ მიღებული ცალმხრივი სანერწყვე პირობითი რეფლექსების დინამიკა ისეთივეა, როგორც სხვა ავტორების მიერ კანიდან მიღებული ორმხრივ პირობითი რეფლექსების დინამიკა; ე. ი., დასაწყისში აღინიშნება რეფლექსის გენერალიზაციის სტადია; რაც უფრო დაშორებულია კანის აქტიურ უბანს ესა თუ ის პუნქტი, მით უფრო სუსტია ნერწყვის სეკრეცია იგივე ძალის და სიხშირის ელექტრულ გაღიზიანებაზე. კონცენტრაციის ფაზაში პირობით-რეფლექსური ნერწყვის სეკრეცია აღინიშნება მხოლოდ აქტიურ უბნიდან, ხოლო კანის სხვა პუნქტების გაღიზიანება ელექტს არ იძლევა.

კანის სიმეტრიული პუნქტი არ ექვემდებარება კონცენტრაციის კანონს და იმისათვის, რომ ეს პუნქტი არააქტიური გავხადოთ, საჭიროა საეციალური ცდები, რომელშიც სიმეტრიული პუნქტის ელექტრული გაღიზიანება არ გამოტყდება უპირობო რეფლექსით. ასეთი ცდები ამტკიცებს იმას, რომ ცდის საეციალური პირობების შერჩევით შესაძლებელია ბუნებრივად არსებული ჰემისფეროების წყვილადი მოქმედება გადაკეთდეს ჰემისფეროთა განცალკევებულ მოქმედებად. ეს დამტკიცდა ენის ლორწოვანის ქიმიური გაღიზიანების საფუძველზე ერთმხრივი რეფლექსების გამოძეუშავებით [9, 16, 17] და კბილის ელექტრული გაღიზიანების საფუძველზე გამოძეუშავებული პირობითი რეფლექსებით [10].

ჩვენს ცდებში სრულიად ახალია ის საინტერესო ფაქტი, რომ ელექტრული დენის განსაზღვრული სიხშირით (48 მოდულაცია წუთში) კანის ერთი რომელიმე პუნქტის გაღიზიანება იწვევს გაღიზიანების მხარეზე მდებარე ჯირკვლიდან ნერწყვის სეკრეციას, ხოლო იგივე ძალის სხვა სიხშირის სადიფერენციაციო გაღიზიანება (24 მოდულაცია წუთში) ნერწყვის სეკრეციას არ იწვევს, ე. ი. შემაკავებლად მოქმედებს; ამავე დროს პირობითი რეფლექსების გამოძეუშავების დროს საეციალური პირობების შერჩევისას აღნიშნული შემაკავებელი გაღიზიანება შეიძლება გადააკეთოდ აღმგზნებლად სიმეტრიული პუნქტის მიმართ, რის გამოც ის გამოიწვევს ნერწყვის სეკრეციას სიმეტრიული პუნქტის გაღიზიანებისას გამაღიზიანებლის მოქმედების მხარეზე. კიდევ მეტი — 48 მოდულაცია, რომელიც აღმგზნებლად მოქმედებს თავისთვის აქტიურ უბანში, სიმეტრიული პუნქტის მიმართ დიფერენცირების შემდეგ ამჟღავნებს ამ სიმეტრიულ პუნქტში შემაკავებელ გავლენას, ე. ი. ნერწყვის სეკრეციას არ იწვევს. ეს ცდები ნათლად გვიჩვენებენ რა თითოეული ჰემისფეროს განცალკევებული მოქმედების შესაძლებლობას, ამავე დროს წარმოადგენენ ილუსტრაციას იმისას, რომ ერთი და იგივე პირობითი სიგნალი ერთი ჯირკვლის მიმართ შეიძლება აღმგზნებლად მოქმედებდეს, მეორე სიმეტრიული ჯირკვლის მიმართ კი — შემაკავებლად.

დასკვნები

1. პირობითი სანერწყვე რეფლექსების გამომუშავება (დ. გედევანიშვილის მეთოდით — კბილის ელექტრული გალიზიანების საფუძველზე) შესაძლებელია იმ შემთხვევაშიც, თუ პირობით სიგნალად გამოყენებულია კანის სუსტი ელექტრული გალიზიანება.

2. კანის რომელიმე პუნქტიდან უნილატერალური სანერწყვე პირობითი რეფლექსის გამომუშავებისას (კბილის ელექტრული გალიზიანების საფუძველზე) და ამ პუნქტის გამლიზიანების სიხშირის მიმართ დიფერენცირების შექმნა, კანის სიმეტრიული პუნქტის გალიზიანება ავლინებს მზა რეფლექსს და დიფერენცირებას სიმეტრიულ პუნქტში. ამით მტკიცდება ქერქული აგზნების და შეკავების პროცესების ირადიაცია ერთი ჰემისფეროდან მეორე ჰემისფეროს სიმეტრიულ პუნქტში, ე. ი. ჰემისფეროების წყვილად მოქმედების ფაქტი.

3. ამასთანავე, ცდის სპეციალური პირობების შეჩვენებით შესაძლებელია ისეთი უნილატერალური პირობითი რეფლექსების გამომუშავება, როდესაც კანის რომელიმე პუნქტის განსაზღვრული სიხშირის ელექტრული დენით გალიზიანება იწვევს უნილატერალურ სეკრეციას ამავე მხრის სანერწყვე ჯირკვლიდან, და სიმეტრიული პუნქტის მეორე სიხშირის დენით გალიზიანება კი უნილატერალურ სეკრეციას იწვევს მეორე ჯირკვლიდან. ამით დასტურდება თითოეული ჰემისფეროს იზოლირებულობა, ე. ი. მეორე ჰემისფეროსაგან დამოუკიდებელი მოქმედების შესაძლებლობა.

თბილისის სამეცნიერო-კვლევითი
 ქიმიურ-ფარმაცევტული ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 12.10.1959)

დადოკუმენტური ლიტერატურა

1. Д. А. Бирюков. Сборник посвящен 30-летию деятельности А. П. Ющенко: 1928.
2. О. В. Верике. Физиологический журнал СССР, XIX, 1935.
3. И. В. Введенская. Бюлет. эксп. биол. и мед., 3, 611, 1937.
4. Г. Г. Кузьменко. Бюлет. эксп. биол. и мед., 10, 457, 1940.
5. Я. П. Склярв. Экспериментальная медицина, № 5, 1935.
6. Я. П. Склярв. Экспериментальная медицина, № 3, 1937.
7. К. С. Абуладзе. Безусловные и условные слюнные рефлексы по новой методике раздражения изолированных участков языка. Ленинград, 1950.
8. Д. М. Гедеванишвили (Гедевани). Доклад на III научной конференции Тбил. гос. стоматологического ин-та, 28.XII.1947.
9. К. С. Абуладзе. Изучение рефлекторной деятельности слюнных и слезных желез. Изд. АМН СССР, 1953.
10. Д. М. Гедеванишвили и Г. Л. Вепхвадзе. О парной и раздельной работе больших полушарий головного мозга. Тбилиси, 1956.
11. Д. М. Гедеванишвили. Восемнадцатое совещание по проблемам высшей нервной деятельности. Тезисы и рефераты докладов, в. 1, 40, 1958.
12. Д. М. Гедеванишвили и Г. Л. Вепхвадзе. Сборник, посвященный 70-летию со дня рождения К. М. Быкова. Изд. Академии наук СССР, М.—Л. 1957.
13. А. А. Травина. Журнал высшей нервной деятельности, 2, 1952, 126.
14. М. Н. Ерофеева. Электрическое раздражение кожи собаки, как условный возбудитель работы слюнных желез. М., 1953.
15. Н. А. Подкопаев. Русский физиологический журнал. 6, 679, 1923.
16. А. А. Травина. Журнал высшей нервной деятельности, 5, в. 1, 54, 1955.
17. А. А. Папова. К вопросу о взаимоотношении симметричных пунктов кожного анализатора при генерализации условного рефлекса. Реферат диссерт. Ленинград, 1955.
18. Н. И. Красногорский. О процессе задерживания и о локализации кожного и двигательного анализатора в коре больших полушарий у собак. СПб, 1911.
19. Г. В. Анреп. Архив биол. наук, 20, 262, 299, 1917.
20. Д. С. Фурсиков. Архив биол. наук, 23, в. 1—3, 1923.
21. К. М. Быков. Избр. произв., I, II, 1953.

მესპერიმენტული მემიციება

გ. გვიზიანი

 ზოგიერთი ფარმაკოლოგიური ნივთიერების ღვიძლში
 უნებგელყოფის საკითხისათვის

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბაქურაძემ 10.5.1959)

ამჟამად საყოველთაოდ აღიარებულია, რომ ღვიძლი უნებგელყოფს ენდოგენური და ეგზოგენური წარმოშობის შხამებს, მაგრამ ამ ფუნქციის არსის შესახებ არ არსებობს აზრთა ერთიანობა, ე. ი. გაურკვეველია საკითხი, თუ როგორ ახდენს ღვიძლი აღნიშნულ ნივთიერებათა უნებგელყოფას. მ. გროსმა აჩინის [6] გამოკვლევით, მომშხამველი ნივთიერებები ღვიძლში მოხვედრამდე შთაინთქმებიან კუჭფერის უჯრედების მიერ, ეს უკანასკნელი კი რკინით, ტუშით ან ტრიბანის ლილით ბლოკირებულნი შთაინთქავენ მათ შედარებით მცირე რაოდენობას.

ვ. პეტროვის [9] აზრით, ღვიძლი შლის შხამებს მხოლოდ მასთან შეხების დროს; ეს დაშლა წარმოებს ღვიძლის ფერმენტების მეშვეობით [12].

ი. ტეპლოვი [11] ამ პროცესში დიდ როლს მიაწერს ცხიმოვან ფერმენტს, მ. კლოეტა [14] კი ქანგვით პროცესებს.

ზოგიერთი ავტორი [7, 10, 18, 19] ღვიძლის ბარიერულ ფუნქციაში დიდ მნიშვნელობას ანიჭებს ნუკლეოპროტეიდებს.

ღვიძლის ბარიერულ ფუნქციაში განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს გლიკოგენს.

გ. როჟე [17] საკუთარი ექსპერიმენტული გამოკვლევის (ცდები კურდღლის, ზღვის ვოჭისა და ბაყაყის ღვიძლზე) საფუძველზე აღნიშნავს, რომ ღვიძლის ანტიტოქსიკური ფუნქცია პირდაპირ დამოკიდებულეა მასში დაგროვილ გლიკოგენის რაოდენობასთან და რომ ღვიძლი უნებგელყოფს შხამებს მხოლოდ მანამ, ვიდრე მასში იმყოფება გლიკოგენი. ნ. ანჩკოვის [2] აზრით, გლიკოგენის არსებობას ღვიძლში დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ ორგანოს უჯრედების ფუნქციისათვის. ბრუგშის [5] აზრით, ღვიძლის ძირითად ფუნქციას წარმოადგენს მისი გლიკოგენური ფუნქცია და რომ გლიკოგენით ლარობი ღვიძლი ადვილად განიცდის ინტოქსიკაციას ეთერით, ქლოროფორმით, ალკოჰოლით, ავერტინით და სხვა ნივთიერებებით. გლიკოგენით ღვიძლის გალარობება (შიმშილობისას, ალკოჰოლიზმის დროს, ორსულობისას, კვების დაცემისას და სხვა) იწვევს მისი ბარიერული ფუნქციის შესუსტებას, მასში გლიკოგენის სიუხვე კი, პირუტყვ, მალა წვეს ამ ორგანოს ბარიერულ ფუნქციას.

ამგვარად, როგორც აღნიშნული ირკვევა, ღვიძლის ბარიერული ფუნქციისათვის აუცილებელია გლიკოგენის განსაზღვრული რაოდენობა.

ზემოთქმულიდან გამომდინარეობს, რომ ღვიძლი ბარიერულ ფუნქციას აწარმოებს: 1) კუჭფერის უჯრედების მეშვეობით, რომლებიც წარმოადგენილია რეტიკულოენდოთელური სისტემის სახით; 2) ღვიძლის ჯირკვლოვანი ნაწილით — ეპითელი თავისი მრავალფეროვანი და მრავალრიცხოვანი ფერმენტებით; 3) გლიკოგენით, რომლის გარკვეული რაოდენობაც აუცილებელია ამ ორგანოს ბარიერული ფუნქციისათვის.

წინამდებარე შრომაში ჩვენ მოგვყავს შედეგები, რომლებიც მიღებულია აცეტილქოლინის, ადრენალინის, პაპავერინისა და მეთილანაბაზინის სისხლის წნევასა და სუნთქვაზე მოქმედების შესწავლისას პერიფერიულ ვენაში და პორტალურ სისტემაში მათი შეყვანის დროს.

მეთოდები

ეთერით დანარკოვებულ კატას მხედველობის ბორცვსა და ოთხგორაკის წინა ბორცვების საზღვარზე ვუკეთებდით დეცერებრაციას. კისრის მიდამოში აღმოვაჩინდით სასულეს და საძილე არტერიებს; ერთდროულად ვხსნიდით მუცლის ღრუს. ჯორჯლის ერთ-ერთ ვენაში, ირგვლივ მყოფი ქსოვილებიდან გამოცალკავების შემდეგ, ვათავსებდით მილის კანიულას. კანიულები შეგვყავდა აგრეთვე საძილე არტერიასა და ბარძაყის ვენაში, სასულეში ვათავსებდით ტრაქეალურ მილს. სისხლის წნევის გრაფიკული ჩაწერა ხდებოდა საერთო საძილე არტერიიდან, სინდიყის შაონმეტრით. ტრაქეალური სუნთქვა იზომებოდა მარეის კავსულის საშუალებით. აღწერილი მეთოდის პირობებში ჩვენ შეგვეძლო ერთდროულად გვეწარმოებინა დაკვირვება ბარძაყის ვენაში ან პორტალურ სისტემაში ამა თუ იმ ნივთიერების შეყვანით გამოწვეულ სისხლის წნევისა და სუნთქვის ცვლილებებზე და ამგვარად გვემსჯელა ღვიძლის გავლენის შესახებ ნივთიერებათა მოქმედებაზე.

ცდები სამ სერიად ჩატარდა.

პირველი სერია

ამ სერიის ცდებში შესწავლებოდა აცეტილქოლინის, ადრენალინის, პაპავერინისა და მეთილანაბაზინის მოქმედების ხასიათი სისხლის წნევასა და სუნთქვაზე ბარძაყის ვენაში და პორტალურ სისტემაში მათი ინექციის დროს. დეცერებრირებულ კატებზე ჩატარებულ 15 ცდაში დადგენილ იქნა, რომ აცეტილქოლინის ის დოზები (1:1.000.000 და უფრო მაგარი კონცენტრაციის ხსნარების 0,5—1 მლ), რომლებიც ბარძაყის ვენაში შეყვანისას იწვევენ კარგად გამოხატულ დებრესორულ ეფექტს და სუნთქვის აღგზნებას, ჯორჯლის ვენაში შეყვანისას მხოლოდ ორულ აქვეითებულ წნევას და ძლიერ მცირედ აღაგზნებულ სუნთქვას, ე. ი. აცეტილქოლინის დიდი ნაწილი ღვიძლში გაუვნებლად და ამიტომ არ იძლევა სისხლის წნევის დამახასიათებელ დაქვეითებას და სუნთქვის აღგზნებას.

ჩვენ შედეგებთან ასლო დგას ფლექსნერისა და რაიტის [16] მონაცემები. ამ ავტორთა გამოკვლევების თანახმად, მექოლინი (ქოლინის შეღარებით მყარი ფერი), შეყვანილი კარის ვენაში, სისხლის წნევაზე იწვევს შეღარებით სუსტად გამოხატულ დებრესორულ ეფექტს, ვიდრე იგივე დოზები, შეყვანილი ბარძაყის ვენაში. პლატნერი და ჰინტნერი [15], ჩანგი და ვაღუმი [13] აცეტილქოლინის სუსტ მოქმედებას უკავშირებენ ქოლინესთერაზის სიჭარბეს ღვიძლში.

ადრენალინის გავლენა ამ მხრივ ერთგვარად განსხვავდება აცეტილქოლინის გავლენისაგან.

ადრენალინის 1:50.000-ზე განზავებულ ხსნარის 1 მლ-ის ინექცია ჯორჯლის ვენაში ცდების უმრავლეს შემთხვევაში სისხლის წნევაზე იწვევს კარგად გამოხატულ პრესორულ ეფექტს, რომელიც მხოლოდ მცირედ განსხვავდება იმ ეფექტისაგან, რასაც აღვილი აქვს ადრენალინის იმავე დოზის ბარძაყის ვენაში შეყვანისას. სისხლის წნევაზე სუსტად გამოხატული პრესორული ეფექტი, რომელიც აღინიშნება პორტალურ სისტემაში, ადრენალინის შეყვა-

ნისას მიუთითებს ღვიძლში ადრენალინის ნაწილობრივ დაშლაზე. ადრენალინის დიდი დოზების ვენაში შეყვანისას სისხლის წნევის მომატების ხარისხის მხრივ განსხვავება არ აღინიშნება. მაგალითად, ადრენალინის 1:10.000 განზავებული ხსნარის 1 მლ, შეყვანილი ჯორჯლისა და პერიფერიულ ვენაში, სისხლის წნევაზე ყოველთვის იწვევს ერთისა და იმავე ხარისხით გამოხატულ პრესორულ ეფექტს.

გ. ბატრაქის [4] ცდებში 21 შემთხვევიდან 11-ში ადრენალინის დაშლა ღვიძლში მერყეობდა 50%-დან 60%-მდე; 4 შემთხვევაში — 17%-დან 23%-მდე და 6 შემთხვევაში — 70%—80%-ის ფარგლებში.

რაც შეეხება სისხლის წნევასა და სუნთქვაზე პაპავერინისა და მეთილანაბაზინის გავლენას ჯორჯლის ვენაში მათი შეყვანისას, უნდა აღინიშნოს, რომ არც პაპავერინი (0,5—1 მგ ცხოველის მთელ წონაზე) და არც მეთილანაბაზინი (8—10 მგ ცხოველის მთელ წონაზე) პორტალურ სისტემაში შეყვანისას არ იჩენენ დამახასიათებელ ეფექტს, ე. ი. პაპავერინი არ აქვეითებს სისხლის წნევას და მეთილანაბაზინი არ აღაგზნებს სუნთქვას.

ნემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე, პაპავერინი და მეთილანაბაზინი ღვიძლში ინაქტივირებას განიცდიან.

ანალოგიური შედეგები აღწერილია მ. ე. ბარიშნიკოვის მიერ [3]. ავტორს ახაბაზინი შეყავდა ცხოველის ვენაში, რომელსაც სისხლის საერთო ზომოქცევიდან გამოთიშული ჰქონდა ღვიძლი. ასეთ ცხოველებს აღნიშნებოდათ ხანგრძლივი პრესორული ეფექტი სისხლის წნევაზე და სუნთქვის უფრო ძლიერი აღგზნება, ვიდრე ნორმალურ ცხოველებს.

ამ სერიის ცდების შედეგები შეჯამებულია 1 ცხრილში.

ცხრილი 1

ნივთიერება- თა დასახე- ლება	დოზა მთელ წონაზე	ცდის რაოდენობა	სისხლის წნევისა და სუნთქვის (ცვლილებები (საშუალო მონაცემები)									
			ბარძაყის ვენაში შეყვანისას				პორტალურ სისტემაში შეყვანისას					
			სისხლის წნევა		სუნთქვა		სისხლის წნევა		სუნთქვა			
			ცვლილების ხასიათი	სიდიდე მმ-ით	მოქმედების ხანგრძლივობით	ფართობით	ცვლილების ხასიათი	ცვლილების ინტენსივობა	ცვლილების ხასიათი	სიდიდე მმ-ით	მოქმედების ხანგრძლივობით	ფართობით
აბერელქოლინი	14	15	დაქვეითება	35	130	აღზნება	კარგად გამოხატული	დაქვეითება	12	40	აღზნება	ოდნავ შესამჩნევი
ადრენალინი	0,2 მგ	10	აწვევა	29	120	არ არის ცვლილება	—	აწვევა	21	115	არ არის ცვლილება	—
პაპავერინი	1 მგ	8	დაქვეითება	22	77	აღზნება	ოდნავ გამოხატული	დაქვეითება	7	35	არ არის ცვლილება	—
მეთილანაბაზინი	10 მგ	10	აწვევა	10	40	აღზნება	კარგად გამოხატული	აწვევა	5	18	არ არის ცვლილება	—

როგორც ცხრილიდან ჩანს, აცეტილქოლინი, პაპავერინი და მეთილანაბაზინი პორტალურ სისტემაში შეყვანისას არ იჩენენ თავის დამახასიათებელ გავლენას სისხლის წნევასა და სუნთქვაზე, რაც მიუთითებს ღვიძლში ამ ნივთიერებათა გაუფნებლობის შესახებ. რაც შეეხება ადრენალინს, უნდა ითქვას, რომ იგი ალბათ ღვიძლში მხოლოდ მცირე რაოდენობით იშლება და ამიტომ ზარბაზის ვენაში და პორტალურ სისტემაში მისი შეყვანისას თითქმის ერთი და იმავე ხარისხით აიწვეს სისხლის წნევა საერთო საძილე არტერიაში.

შემდგომ ცდებში ჩვენ შეკუდებით კუპერის უჯრედების როლის შესწავლას გამოსაკვლევ ნივთიერებათა დეტოქსიკაციაში და გლიკოგენის მნიშვნელობის გარკვევას ღვიძლის ბარიერული ფუნქციისათვის.

მეორე სერია

ამ სერიაში შესწავლილ იქნა ღვიძლის ვარსკვლავა უჯრედების გავლენა აცეტილქოლინის, პაპავერინისა და მეთილანაბაზინის მოქმედებაზე.

როგორც უკვე იყო აღნიშნული, კუპერის უჯრედებს უნარი აქვთ შთანთქან სხვადასხვა ნივთიერება. ეს უნარი მკვეთრად ქვეითდება რკინით, ჩინური ტუშით და ტრიბანის ლურჯათი ამ უჯრედების ბლოკირების პირობებში [6]. ნ. ა. ი. კ. ვ. ს. [1] მონაცემებით, რეტვიკულოენდოთელური უჯრედების ფუნქციის საგრძნობი დაქვეითება ხდება მათი მწვავე ბლოკადის დროს, ე. ი. მამლოკირებულ ნივთიერებათა (ჩინური ტუშის, კოლოიდური მეტალების და სხვა) დიდი რაოდენობით (ხანმოკლე დროის განმავლობაში) შეყვანისას.

იმის გასარკვევად, თუ რა როლი მიეკუთვნება კუპერის უჯრედებს ჩვენ მიერ შესწავლილ ნივთიერებათა უფნებელყოფაში, ცდები დავაყენეთ დეტოქსირებულ კატებზე.

შესასწავლი ნივთიერებები შეგვყავდა ცხოველის ჯორჯლის ვენაში ჩინური ტუშით (გასაყიდი ტუშის 5%, ხსნარის 4 მლ შეგვყავდა პორტალურ სისტემაში 2-ჯერ 10-წუთიანი ინტერვალით) ბლოკადის ფონზე.

ექსპერიმენტებმა გვიჩვენა, რომ აცეტილქოლინი (1:1 000 000 განზავებული ხსნარის 0,5-1 მლ მთელ წონაზე), შეყვანისას ჯორჯლის ვენაში, ღვიძლის ვარსკვლავთა უჯრედების ბლოკადის შემდეგ სუნთქვასა და სისხლის წნევაზე იმავე ან იშვიათ შემთხვევებში რამდენადმე გაძლიერებულ ეფექტს იძლევა, ვიდრე ამას ადგილი აქვს ბლოკადამდე.

პაპავერინი კი (0,5-1 მგ მთელ წონაზე) ცდის იმავე პირობებში მცირედ, მაგრამ შედარებით ხანგრძლივად აქვეითებს სისხლის წნევას; რაც შეეხება მეთილანაბაზინს (8-10 მგ მთელ წონაზე), იგი, მართალია, კუპერის უჯრედების ბლოკირების ფონზე იწვევს სუნთქვის აღზნებას, მაგრამ ეს ისე ძლიერ გამოხატული არ არის, როგორც ამას ადგილი აქვს პერიფერიულ ვენაში მისი შეყვანის დროს.

ამრიგად, ღვიძლის კუპერის უჯრედები თუმცა იღებენ მონაწილეობას აცეტილქოლინის, პაპავერინისა და მეთილანაბაზინის ინაქტივაციაში, მაგრამ მათი როლი უმნიშვნელოა.

მესამე სერია

ამ სერიის ცდებში შევეცადეთ აგვეხსნა გლიკოგენის როლი ღვიძლის ბარიერულ ფუნქციაში ჩვენი საკვლევი ნივთიერებების დეტოქსიკაციის დროს.

ამ მიზნით ცდები ვაწარმოეთ 14-16 დღის ნაშიმშილებ კატებზე (ცხოველები იღებდნენ მხოლოდ წყალს შეუზღუდავი რაოდენობით) ჩვეულებრივ მეთოდით.

ექსპერიმენტებმა გვიჩვენა, რომ აცეტილქოლინის გავლენა სისხლის წნე-
ვასა და სუნთქვაზე შიმშილობის პირობებში თითქმის იგივეა პრეპარატის რო-
გორც ბარბაყის, ისე ჯორჯლის ვენაში შეყვანის შემდეგ. პაპავერინის შეყვანა
პორტალურ სისტემაში ზემოთ აღნიშნული ცდების პირობებში იწვევდა სის-
ხლის წნევის ხანმოკლე, მაგრამ ცხადად გამოხატულ დაწევას; ცდებში, სადაც
ნაშიმშილე კატებზე აგრეთვე ხდებოდა კუბაფერის უჯრედების ბლოკირება,
სისხლის წნევის დაწვევა თავისი სიღრმისა და ხანგრძლივობით არ განსხვავდებ-
ოდა დებრესორული ეფექტისაგან, რომელსაც ვიღებდით პაპავერინის შეყვა-
ნისას ბარბაყის ვენაში.

ანალოგიური შედეგი მიღებულია მეთილანაბაზინის შემთხვევაშიც. ეს
პრეპარატი, შეყვანილი 14—16 დღის ნაშიმშილებ ცხოველთა ჯორჯლის ვენა-
ში, იწვევს სუნთქვის კარგად გამოხატულ აგზნებას; ხოლო ცდებში ნაშიმში-
ლებ კატებზე, რომელთაც დამატებით ჩინური ტუშით ვუბლოკირებდით კუბე-
რის უჯრედებს, ჯორჯლის ვენაში შეყვანილი მეთილანაბაზინით გამოწვეული
სუნთქვის აღზნება არ განსხვავდებოდა იმ ეფექტისაგან, რასაც იგი იწ-
ვევდა ნორმალურ ცხოველებზე ბარბაყის ვენაში შეყვანისას.

ჩატარებული ექსპერიმენტების შედეგად შეიძლება დავასკვნათ, რომ
აცეტილქოლინის, პაპავერინისა და მეთილანაბაზინის ინაქტივაცია ღვიძლში
არის შედეგი ღვიძლის უჯრედების მოქმედებისა და რომ გლიოკოგენის არსე-
ობა უზრუნველყოფს ღვიძლის არა მარტო ბარიერულ ფუნქციას, არამედ ამ
ორგანოში არსებული მრავალი ფერმენტის აქტივობასაც.

ამ მოსაზრების სასარგებლოდ მიუთითებენ პლ ა ტ ნ ე რ ი ს ა და ჰ ი ნ-
ტ ნ ე რ ი ს [15], ჩ ა ნ გ ი ს ა და გ ა დ უ მ ი ს [13] მონაცემები, რომლებიც პორ-
ტალურ ვენაში შეყვანილი აცეტილქოლინის უფრო სუსტ მოქმედებას ღვიძ-
ლში ქოლინესთერაზის სიჭარბით ხსნიან.

ამას მოწმობს აგრეთვე ჩვენ მიერ მიღებული შედეგები ნაშიმშილებ კა-
ტებზე. როგორც აღნიშნეთ, აცეტილქოლინი, პაპავერინი და მეთილანაბაზინი,
შეყვანილი კარის ვენაში, ნაშიმშილებ ცხოველებზე იძლევიან სისხლის წნევი-
სა და სუნთქვის ისეთსავე ცვლილებებს, როგორსაც მათი შეყვანა ნორმალური
ცხოველების ბარბაყის ვენაში.

დასკვნები

1. აცეტილქოლინი, პაპავერინი და მეთილანაბაზინი, შეყვანილი ჯორჯლის
ვენაში, არ იძლევიან სისხლის წნევის დამახასიათებელ ცვლილებებს და არ
იწვევენ სუნთქვის აღზნებას.

2. ამ ნივთიერებათა ინაქტივაცია ღვიძლში ძირითადად ღვიძლის საკუთა-
რი ეპითელარული უჯრედების ბარიერული ფუნქციით მიმდინარეობს.

3. ღვიძლის ეპითელარული უჯრედების მიერ შესწავლილ ნივთიერებათა
უვნებელყოფაში დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ ორგანოში გლიოკოგენის არსე-
ობას.

თბილისის სახელმწიფო

სამედიცინო ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 14.5.1959)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Н. Н. Аничков. Учение о ретикуло-эндотелиальной системе. 1930.
2. Н. Н. Аничков. Учебник патологической физиологии. 1934.



3. М. А. Барышников. Диссертация Инст. физ. им. Павлова АН СССР, Ленинград, 1939.
4. Г. Е. Батрак. Труды конференции по проблеме шока. Изд. Академии наук УССР, 1938.
5. Бругш. Печень в хирургии. Клиническая медицина, том XI, № 7-8, 1933.
6. М. Гросман. Приведен по Сиротинину. Руководство по патологической физиологии, том III, 1936.
7. А. Е. Дьячков. Диссертация, СПб, 1907.
8. Э. Кастанаян. Систематический курс внутренних болезней, 1929.
9. В. И. Петров. Диссертация, СПб, 1905.
10. Б. И. Слозцов. Известия Императорской Военно-медицинской Академии, том 5, № 1, 1902, стр. 3.
11. И. Т. Теплов. Диссертация, Казань, 1918.
12. M. Gennemann. Pflügers Archiv f. d. Gesamte physiolog. 1906, Bd. 113.
13. Chang a. Gedum. Journ. physiol., vol. 79, 1933, 255.
14. M. Cloetta. Arch. f. exp. Pathol. u. Pharmak. 1903, Bd. 50, 453.
15. Platner u. Hintner. Pflügers Arch. f. d. gessamt. physiol. Bd. 225, 1930, 19.
16. Flexner a. Wright. Journ. pharmak. a. exp. therapeut. vol. 66, № 2, 1939.
17. G. Roger. These de Paris, 1887.
18. Zoltan de Vamossy. Arch. internationale de Pharmakodyn. et de therapie, vol. 13, 1904.
19. Stassano. Comtes rendus de l, Academie des sciences. 1900, t. 130, 1780.



ც. ჰარტველიშვილი

ჰიპერტონიის მასპარეზობის თერაპია

კარბოჰიდრატო-ნიუმკობალტით

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა კ. ჩიქოვანმა 20.7.1959)

წინა შრომებში [1—2] ჩვენ შევისწავლეთ კარბოჰიდრატო-ნიუმკობალტის ფარმაკოლოგია. დავადგინეთ პრეპარატის ჰიპოტენზიური მოქმედება და მომადუნებელი გავლენა გლუვკუნთოვან მუსკულატურაზე მწვავე ცდების პირობებში. ამ შრომაში შესწავლილია კარბოჰიდრატო-ნიუმკობალტის გავლენა ნორმალურ და ჰიპერტენზირებულ ცხოველთა სისხლის წნევაზე ქრონიკულ ცდებში პრეპარატის როგორც ვენისა და კუნთებში ერთჯერადი ინექციისას, ისე კუნთებში ხანგრძლივი შეყვანის დროს.

1. გავლენა ნორმალური სისხლის წნევის მქონე ცხოველებზე

დაკვირვება ჩატარებულია ორ ძალზე, რომელთაც სისხლის წნევა ეზომეტრით კანის მარყუჟში გამოტანილ საერთო საძილე არტერიაზე რივა-როჩის სფიგომომანომეტრის საშუალებით.

ნორმალური სისხლის წნევის დონის დადგენის მიზნით ცხოველებს ხუთი დღის განმავლობაში ყოველდღიურად ეზომეტრით სისხლის წნევა და ეთვლებოდათ პულსი. შემდეგ ვენაში ან კუნთებში შეგვყავდა ქლორნატრიუმის იზოტონურ ხსნარზე გახსნილი გამოსაყვლელი ნოვოთერაბა არა უმეტეს 1 ან 2 მლ-ის მოცულობით.

კარბოჰიდრატო-ნიუმკობალტის არტერიული სისხლის წნევაზე გავლენას ესწავლობდით როგორც ვენასა და კუნთებში ერთჯერადი ინექციის პირობებში, ისე მისი კუნთებში ხანგრძლივი შეყვანის დროს.

ჩვენ გამოვიკვლიეთ გავლენა პრეპარატის 0,3; 0,5; 0,8 დოზებისა 1 და 2 მგ ცხოველს კილოგრამ წონაზე.

გამოირკვა, რომ პრეპარატის 0,3 და 0,5 მგ/კგ ვენაში ერთჯერადი ინექციის დროს სისხლის წნევის და პულსაციის შეცვლას არ იწვევს.

0,8 მგ/კგ იწვევს სისხლის წნევის დაქვეითებას 10 მმ-ით პულსაციის შეცვლად 5—10 წუთის ხანგრძლივობით; 1 მგ/კგ კი იჩენს დეპრესორულ მოქმედებას. წნევის დაქვეითება იწყება პრეპარატის ვენაში ინექციის სამი წუთის შემდეგ. დეპრესორული ეფექტი უდრის 15—22 მმ-ს და გრძელდება 20—25 წუთის განმავლობაში. წნევის დაქვეითებას თან ახლდა პულსაციის უმნიშვნელო გაზიარება (4—6 ცემით), რაც გამოხატულია მხოლოდ ინექციის პირველ წუთებში. კარბოჰიდრატო-ნიუმკობალტის 1 მგ/კგ არტერიული სისხლის წნევაზე მოქმედების შედეგები მოყვანილია 1 ცხრილში.

რაც შეეხება 2 მგ/კგ ვენაში ერთჯერად ინექციას, ჩვენს ცდებში იგი იძლეოდა დეპრესორულ ეფექტს, მაგრამ აღნიშნული დოზის შეყვანას ზოგჯერ თან ახლდა მოწამლის ნიშნები, ნერწყვის დენა, პირღებინება. კარბოჰიდრატო-ნიუმკობალტის 1 მგ/კგ კუნთებში შეყვანის 16—18 წუთის შემდეგ აღინიშნებოდა დეპრესორული ეფექტი 10—15 მმ-ით 15—20 წუთის განმავლობაში.

აღსანიშნავია, რომ, ისე როგორც ვენაში ინექციის პირობებში, კუნთებში შეყვანის დროს, პრეპარატის 1 მგ/კგ, იშვიათ შემთხვევაში დეპრესორულ ეფექტს არ იძლეოდა. პრეპარატის 2 მგ/კგ კუნთებში ინექციის ყველა შემთხვევაში აღინიშნებოდა სისხლის წნევის დაქვეითება 20—25 მმ-ით, რაც 26—30 წუთის განმავლობაში გრძელდებოდა. პულსის ცვლილებას პრეპარატის კუნთებში შეყვანის დროს ადვილი არ ჰქონია.



კარბოპიდრაზონიუმკობალტის (1 მგ/კგ) გავლენა ნორმალური სისხლის წნევის მქონე ძაღლების სისხლის წნევაზე გენაში ერთჯერადი ინექციის დროს

ძაღლები	ცდის №№	პრეპარ. დოზა მგ/კგ-ით	სისხლის წნევის დონე მმ-ით პრეპ. გენაში ინექციამდე	პრეპარატის მოქმედების ლატენტიური პერიოდი წამთობით	სისხლის წნევის დონე მმ-ით პრეპ. გენაში ინექციამდე.	დეპრესორული ეფექტის სიძლიერე მმ-ით	პრეპარატის მოქმედების ხანმოკლეობა წუთობით
ცუბა	1	1	130	2	115	15	15
	2	1	135	3	110	20	20
	3	1	130	2	120	10	25
	4	1	125	4	110	15	20
საშუალო			130	2	113	15	20
თეთრა	1	1	125	3	105	20	30
	2	1	130	4	115	15	25
	3	1	120	2	90	30	20
	4	1	125	3	105	20	25
საშუალო			125	3	103	22	25

კარბოპიდრაზონიუმკობალტის 2 მგ/კგ კუნთებში ერთჯერადი შეყვანის პირობებში მიღებული შედეგები მოგვეყვას მე-2 ცხრილში.

კარბოპიდრაზონიუმკობალტის 2 მგ/კგ ცხოველის მთელ წონაზე კუნთებში ყოველდღიური ერთჯერადი ხანგრძლივი (20 დღე) შეყვანის დროს, პირველ დღეებში, წნევის სტაბილური დაქვეითება არ აღინიშნებოდა. დაახლოებით მე-4—მე-5 დღიდან სისხლის წნევა ქვეითდებოდა 15—20 მმ-ით 40—45 წუთის განმავლობაში, ხოლო ნივთიერების შეყვანის მე-9—მე-11 დღიდან დეპრესორული ეფექტი 25—30 მმ-მდე აღწევდა და გრძელდებოდა პრეპარატის შეყვა-

ცხრილი 2

კარბოპიდრაზონიუმკობალტის (2 მგ/კგ) გავლენა ნორმალური სისხლის მქონე ძაღლების სისხლის წნევაზე კუნთებში ერთჯერადი ინექციის დროს

ძაღლები	ცდის №№	პრეპარატის დოზა მგ/კგ-ით	სისხლის წნევის დონე მმ-ით პრეპ. გენაში ინექციამდე	პრეპარ. მოქმედების ლატენტიური პერიოდი წამთობით	სისხლის წნევის დონე მმ-ით პრეპ. გენაში ინექციამდე.	დეპრესორ. ეფექტის სიძლიერე მმ-ით	პრეპარატ. მოქმედების ხანგრძლივობა წუთობით
ცუბა	1	2	125	15	105	20	20
	2	2	130	18	105	15	30
	3	2	135	15	110	25	25
	4	2	130	16	110	20	20
საშუალო			130	16	110	20	26
თეთრა	1	2	125	18	105	20	35
	2	2	120	18	95	25	30
	3	2	130	18	95	35	25
	4	2	125	19	105	20	30
საშუალო			125	18	100	25	30

ნის მთელ პერიოდში. წნევა საწყის დონეს უბრუნდებოდა ინექციის შეწყვეტი-
2—4 დღის შემდეგ. მიღებული შედეგები მოგვყავს მე-3 ცხრილში.

ცხრილი 3

კარბოჰიდრაზონიუმკოზალტის (2 მგ ცხოველის მთელ წონაზე) გავლენა ნორმალური სის-
ხლის წნევის მქონე ძალღების სისხლის წნევაზე მისი კუნთებში ხანგრძლივი ინექციის დროს

ძალღები	პრეპ-ის დო- ზა მგ ცხოვე- მთ. წონაზე	სისხლის წნე- ვის დონე მმ- ით პრეპარა- ტის კუნთ. შეყვან. დაწ- ყვამდე	დეპრესორუ- ლი ეფექტის დასაწყისი დღეებით	დეპრესორუ- ლი ეფექტის სიღრმე მმ-ით	სისხლის წნე- ვის დონე პრეპარატის შეყვან. შემ. შემ.	დეპრესორ. ეფექტის ხან- გრძლივ დღე- ებით
კრელა	2	125	მე-9	25	103	23
წითელა	2	135	მე-11	30	105	24

ამგვარად, კარბოჰიდრაზონიუმკოზალტი სისხლის წნევაზე ნორმალურ
სისხლის წნევის მქონე ცხოველებზე, როგორც ვენასა და კუნთებში ერთჯერა-
დი ინექციისას, ისე კუნთებში ხანგრძლივი შეყვანის დროს დეპრესორულ მოქ-
მედებას იჩენს.

2. გავლენა ჰიპერტენზიურებული ცხოველების
სისხლის წნევაზე

ექსპერიმენტები წარმოებული იყო ოთხ ცხოველზე, რომელთაგანაც ორს
ჰქონდა პიტუიტრინული და ორს — კაოლინური ჰიპერტენზია.

ცხოველებზე ცდები ორ სერიად იქნა ჩატარებული. პირველი სერიის
ცდებში ორ ცხოველზე ჩვენ შევისწავლეთ კარბოჰიდრაზონიუმკოზალტის გავ-
ლენა სისხლის წნევაზე ვენასა და კუნთებში ერთჯერადი ინექციის პირობებში;
მეორე სერიის ცდებში კი შესწავლილ იქნა პრეპარატის გავლენა სისხლის წნე-
ვაზე კუნთებში ყოველდღიური, ხანგრძლივი (20—25 დღე) ინექციის დროს.

ცხრილი 4

კარბოჰიდრაზონიუმკოზალტის (1 მგ/კგ) გავლენა ჰიპერტენზიურებული ძალღების სისხლის წნე-
ვაზე ვენაში ერთჯერადი ინექციის დროს

ძალღები	ცუნი №№	პრეპ. დოზა მგ/კგ	სისხლის წნე- ვის დონე მმ- ით პრეპარა- ტის ვენაში ინექციამდე	პრეპარ. მოქ- მედ. ლატენ- ტური პერი- ოდი წამო- ბით	სისხლის წნე- ვის დონე მმ- ით პრეპ. ვე- ნაში ინექ- შემ.	დეპრესორუ- ლი ეფექტის სიღრმე მმ-ით	პრეპარატი მოქმედების ხანგრძლივი წუთობით
მურა (პიტუ- იტრინული ჰიპერტ.)	1	1	190	2	165	25	60
	2	1	200	2	165	35	50
	3	1	190	4	160	30	70
	4	1	180	3	160	20	80
საშუალო			190	2	162	27	65
ყურშა (კაოლინ. ჰიპერტ.)	1	1	200	2	165	35	80
	2	1	210	3	170	40	100
	3	1	190	2	160	30	60
	4	1	200	2	165	35	80
საშუალო			200	2	165	35	80

პიტუიტრინული ჰიპერტენზიის შემთხვევებში პრეპარატის 1 მგ/კგ ვენაში
ერთჯერადი ინექციის პირობებში, წნევა საშუალოდ 27 მმ-ით ქვეითდებოდა.
წნევის დაკემა პრეპარატის ინექციის მე-2—მე-3 წუთიდან იწყებოდა. დეპრე-
სორული მოქმედება 65 წუთამდე გრძელდებოდა.



დებრესორული ეფექტი მიღებულ იქნა აგრეთვე კაოლინური ჰიპერტენზიის მქონე ცხოველებზეც. 1 მგ/კგ წნევას აქვეითებდა საშუალოდ 35 მმ-ით. წნევის დაქვეითება იწყებოდა პრეპარატის ინექციის 2 წუთის შემდეგ და გრძელდებოდა საშუალოდ 80 წუთის განმავლობაში.

ინექციის პირველ წუთებში აღინიშნებოდა პულსის უმნიშვნელო აჩქარება (6—8 ცემით). ორივე ძალზე მიღებული შედეგები მოგვყავს მე-4 ცხრილში.

თუ შევადარებთ მიღებული ექსპერიმენტების შედეგებს ნორმალური სისხლის წნევის მქონე ძაღლებზე ჩატარებული ცდების შედეგებს, დავინახავთ, რომ კარბოჰიდრაზონიუმკობალტი, ექსპერიმენტული ჰიპერტენზიის პირობებში უფრო ხანგრძლივ და ინტენსიურ მოქმედებას იჩენს, ვიდრე ნორმალური წნევის მქონე ცხოველებზე. აღნიშნულის საილუსტრაციოდ მოგვყავს მე-5 ცხრილი. მე-5 ცხრილიდან ჩანს, რომ ნორმალური სისხლის წნევის მქონე ძაღლებზე, კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის 1 მგ/კგ ვენაში ერთჯერადი ინექცია იწვევს

ცხრილი 5

კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის (1 მგ/კგ) შედარებითი მოქმედება ნორმალური და ჰიპერტენზიონული ძაღლების სისხლის წნევაზე ვენაში ინექციის დროს

ძაღლები	პრეპ. დოზა მგ/კგ	სისხლის წნევის დონე მმ-ით პრეპ. მენაში ინექციამდე	პრეპარატის მოქმედების დასრულების რეპერიოდის შემთხვევაში	სისხლის წნევის დონე მმ-ით პრეპ. ვენაში ინექციის შემდეგ	დებრესორული ეფექტის სიმძლიერე მმ-ით	პრეპარატის მოქმედების ხანგრძლივობა წუთობით
ცუზა თეთრა (ნორმ. ს/წნევა)	1	130	2	113	15	20
მურა (პიტუიტ ჰიპერტ.)	1	125	3	103	22	25
ყურა (კაოლინ. ჰიპერტ.)	1	190	2	162	27	65
ყურა (კაოლინ. ჰიპერტ.)	1	200	2	165	35	80

ვეს სისხლის წნევის დაწევას საშუალოდ 15—22 მმ-ით 20—25 წუთის ხანგრძლივობით. პრეპარატის იგივე დოზის შეყვანა პიტუიტრინულ ჰიპერტენზიის შემთხვევაში წნევას აქვეითებს 27 მმ-ით 65 წუთის განმავლობაში, ხოლო კაოლინური ჰიპერტენზიის დროს დებრესორული ეფექტის სიღრმე 35 მმ-ს შეადგენს. სისხლის წნევა საწყის დონეს 80 წუთის შემდეგ უბრუნდება.

კუნთებში ინექციის დროს კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის 1 მგ/კგ სისხლის წნევას აქვეითებდა ორივე ფორმის ჰიპერტენზიის შემთხვევაში ინექციიდან 15—18 წუთის შემდეგ, საშუალოდ 25—35 მმ-ით. დებრესორული ეფექტის ხანგრძლივობა 60 წუთიდან 75 წუთამდე აღწევდა.

2 მგ/კგ პიტუიტრინული ჰიპერტენზიის შემთხვევაში სისხლის წნევის დაწევა იწყება საშუალოდ ინექციის მე-16 წუთზე. დებრესორული ეფექტი 36 მმ-ს უდრის, ხანგრძლივობა კი — 100 წუთს.

კაოლინური ჰიპერტენზიის დროს, სისხლის წნევა დაქვეითებას იწყებს ინექციის 18 წუთის შემდეგ. წნევა ეცემა 45 მმ-ით და დაბალ დონეზე დგას 122 წუთის განმავლობაში. კუნთებში პრეპარატის ინექციის დროს პულსის ცვლილება აღინიშნული არ ყოფილა. პრეპარატის 2 მგ/კგ გავლენის შედეგები სისხლის წნევაზე მოგვყავს მე-6 ცხრილში.

როგორც მე-6 ცხრილის შედეგებიდან ჩანს, კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის 2 მგ/კგ კუნთებში ერთჯერადი ინექციის დროს პიტუიტრინული და კაოლინური ჰიპერტენზიის მქონე ცხოველებზე, იწვევს სისხლის წნევის დაქვეითებას. დებრესორული ეფექტის სიღრმე და ხანგრძლივობა უფრო ინტენსიურია, ვიდრე ნორმალური სისხლის წნევის მქონე ცხოველებში იგივე დოზის შეყვანით გა-



მოწვეული დებრესორული ეფექტი. საილუსტრაციოდ მოგვყავს მე-7 ცხრილი. ამგვარად, ნორმალური სისხლის წნევის მქონე ცხოველებზე, კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის 2 მგ/კგ კუნთებში ერთჯერადი შეყვანა, როგორც მე-7 ცხრილიდან ჩანს, წნევას აქვეითებს საშუალოდ 20—25 მმ-ით 26—30 წუთის ხანგრძლივობით. იგივე დოზა ექსპერიმენტული პიტუიტრინული და კაოლინური ჰიპერტენზიით შეპყრობილ ცხოველებზე იწვევს წნევის დაწევას საშუალოდ 36—45 მმ-ით. წნევა საწყის დონეს უბრუნდება 100—122 წუთის შემდეგ.

მეორე სერიის ცდებში იმავე ცხოველებზე რამდენიმე ხნის შესვენების შემდეგ (და დამატებით აგრეთვე ორ ძალზე) ჩატარებულ იქნა ექსპერიმენტები საკვლევი პრეპარატის ხანგრძლივი შეყვანით კუნთებში.

კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის 1—2 მგ ცხოველის მთელ წონაზე შეგვყავდა კუნთებში დღეში ერთხელ 20—25 დღის განმავლობაში. მიღებული შედეგები მოგვყავს მე-8 ცხრილში.

ცხრილი 6

კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის (2 მგ/კგ) გავლენა ჰიპერტენზიურულ ძაღვების სისხლის წნევაზე კუნთებში ერთჯერადი ინექციის დროს

ძაღვები	ცდის №№	პრეპარ. დოზა მგ/კგ-ით	სისხლის წნ. დონე მმ-ით პრეპარატის ევენაში ინექციამდე	პრეპარატ. მოქმედებ. ლატენტური პერიოდი წამობით	სისხლის წნ. დონე მმ-ით პრეპარატ. ინ. შემდეგ	დებრესორ. ეფექტის სიძლიერე მმ-ით	პრეპარატ. მოქმედების ხანგრძლივ. წუთობით
მურა (პიტუიტ. ჰიპერტ.)	1	2	210	16	175	35	100
	2	2	190	18	150	40	100
	3	2	200	15	170	30	120
	4	2	190	16	150	40	80
საშუალო			197	16	161	36	100
ყურწა (კაოლინ. ჰიპერტ.)	1	2	205	18	160	45	120
	2	2	210	20	145	55	130
	3	2	200	15	165	35	105
	4	2	215	19	170	45	135
საშუალო			207	18	157	45	122

ცხრილი 7

კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის (2 მგ/კგ) შედარებითი მოქმედება ნორმალური და ჰიპერტენზიურული ძაღვების სისხლის წნევაზე კუნთებში ინექციის დროს

ძაღვები	პრეპ. დოზა	სისხლის წნევის დონე მმ-ით პრეპარატში ინექციამდე	პრეპარატის მოქმედების ლატენტური პერიოდი წუთობით	სისხლის წნევის დონე მმ-ით პრეპარატ. ევენაში ინექციის შემდეგ	დებრესორ. ეფექტის სიძლიერე მმ-ით	პრეპარატ. მოქმედების ხანგრძლივ. წუთობით
ცშმა თერთა	(ნორმ. სის. წნევა)	2	130	16	110	26
მურა (პიტუიტ. ჰიპერტ.)	2	125	18	100	25	30
	2	197	16	161	36	100
	2	207	18	157	45	122



პიტუიტრინული ჰიპერტენზიის პირობებში ძალღ თოლიას (წონით 18 კგ) პრეპარატის 1 მგ ცხოველის მთელ წონაზე კუნთებში ხანგრძლივი შეყვანისას უკვე მე-4 დღიდან აღენიშნა წნევის მერყეობა, ტენდენცია დაქვეითებისაკენ მე-8 დღეზე დეპრესორული ეფექტი უკვე კარგად იყო გამოხატული. წნევის დაწევა მაქსიმუმს აღწევდა მკურნალობის მე-18—მე-20 დღეს. დაბალ დონეზე იყვანა მკურნალობის მთელ პერიოდში და გრძელდება 26 დღის განმავლობაში მკურნალობის შეწყვეტის შემდეგ.

ამგვარად, კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის 1 მგ ხანგრძლივი ყოველდღიური ინექცია კუნთებში (25 დღე) პიტუიტრინული ჰიპერტენზიის მქონე ცხოველში წნევის სისხლის წნევის დაქვეითებას 50 მმ-ით 43 დღის განმავლობაში.

კაოლინური ჰიპერტენზიის მქონე ცხოველზე (ძალი შავი) პრეპარატის 1 მგ-მა (ცხოველის მთელ წონაზე) გამოიწვია სისხლის არტერიული წნევის დაქვეითება 60 მმ-ით. სისხლის წნევა საწყის დონეს დაუბრუნდა 41 დღის შემდეგ.

მაშასადამე, კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის 1 მგ (ცხოველის მთელ წონაზე) ინექციისას კუნთებში 25 დღის განმავლობაში კაოლინური ჰიპერტენზიის შემთხვევაში, იწვევს წნევის დაქვეითებას 60 მმ-ით. სისხლის წნევა დაბალ დონეზეა 41 დღის განმავლობაში.

ჰიპოტენზიური ეფექტი იქნა მიღებული აგრეთვე პრეპარატის 2 მგ (მთელ წონაზე) კუნთებში ინექციისას 20 დღის განმავლობაში.

ცხრილი 8

კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის (1—2 მგ ცხოველის მთელ წონაზე) გავლენა ჰიპერტენზირებულ ძალღების სისხლის წნევაზე მისი კუნთებში ხანგრძლივი ინექციის დროს

ძალღები	პრეპ. დოზა მგ ით. ცხოველზე. მთელ წონაზე	სისხლის წნევის დონე მმ-ით პრეპარატის კუნთებში შეყვ. დაწყებამდე	დეპრესორული ეფექტის დასაწყისი დღეები	დეპრესორული ეფექტის სიღრმე მმ-ით	სისხლის წნევის დონე პრეპარატ-კუნთებში შეწყვეტ. შემდეგ	დეპრესორ. ეფექტის ხანგრძლ. დღეები
თოლია (პიტუიტ. ჰიპერტ.)	1	190	8	50	140	43
შავი (კაოლინ. ჰიპერტ.)	1	200	10	60	140	41
აღმა (პიტუიტრ. ჰიპერტ.)	2	180	9	50	130	38
წაბლა (კაოლინ. ჰიპერტ.)	2	210	11	55	155	42

როგორც მე-8 ცხრილიდან ჩანს, პიტუიტრინული ჰიპერტენზიით დაავადებულ ცხოველზე (ძალი ალმა) კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის 2 მგ-ის ყოველდღიურმა ინექციამ კუნთებში 20 დღის განმავლობაში გამოიწვია სისხლის წნევის დაქვეითება 50 მმ-ით. დეპრესორული ეფექტი აღინიშნა მკურნალობის დაწყების მე-9 დღიდან და გაგრძელდა 38 დღე, რის შემდეგაც წნევა საწყის დონეს დაუბრუნდა.

პრეპარატის ასეთივე დოზამ (20 დღის ყოველდღიური ინექციის შემდეგ) კაოლინური ჰიპერტენზიის დროს (ძალი წაბლა) წნევა დააქვეითა 55 მმ-ით. 42 დღის შემდეგ წნევა საწყის დონეს დაუბრუნდა.

ამგვარად, ექსპერიმენტული ჰიპერტენზიით (პიტუიტრინული ჰიპერტენზია) დაავადებულ ცხოველებზე კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის 1—2 მგ ცხოველის მთელ წონაზე. ერთჯერადი ყოველდღიური ინექცია (20—25 დღე) იწვევს სისხლის წნევის დაქვეითებას საშუალოდ 50 მმ-ით 40 დღის განმავლობაში. ხოლო პრეპარატის ასეთივე დოზის ინექცია 20—25 დღის განმავლობაში კაოლინური ჰიპერტენზიის შემთხვევებში წნევას აქვეითებს საშუალოდ 57 მმ-ით 41 დღის განმავლობაში.

შემდგომ ცდებში ჩვენ შევისწავლეთ კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის სხვადასხვა განზავების ხსნარების გავლენა როგორც მომუშავე იზოლირებული გულის გვირგვინოვან სისხლის ძარღვებზე, ისე პრეპარატის კუნთებში ხანგრძლივი ინექციის დროს. დაკვირვებას ვახდენდით გვირგვინოვანი სისხლის ძარღვებიდან გამონდენი რინგერ-ლოკის ხსნარის ოაოლნობაზე (კორონალური განვლადობა). გამოირკვა, რომ ჩვენ მიერ შესწავლილი განზავებებიდან განზავებები 1:200 000, 1:150 000 არ ცვლის კორონალურ განვლადობას. განზავება 1:100 000 იწვევს კორონალური განვლადობის მომატებას საშუალოდ 0,4 მლ-ით. კონცენტრაციის გადიდებისას ზოგიერთ ცდებში მივლეთ კორონალური განვლადობის შემცირება. ასე, მაგალითად, განზავება 1:50 000 მხოლოდ ერთ ცდაში (4 ცდიდან) იწვევს კორონალური განვლადობის შემცირებას 0,2 მლ-ით, ხოლო განზავება 1:25 000 კორონალურ განვლადობას ამცირებს 0,3 მლ-ით 4 ცდიდან ერთ ცდაში (იხ. მე-9 ცხრილი).

ცხრილი 9

კარბოჰიდრაზონიუმკობალტის სხვადასხვა კონცენტრაციების გავლენა კორონალურ განვლადობაზე

პრეპარატის განზავება	ცდების №№	კორონალური განვლადობა მლ-ით პრეპარატის მოკვამდე	პრეპარატის მოკვამდე ლატენტური პერიოდი წამებით	კორონალური განვლადობა მლ-ით პრეპარატის მოკვამდე	კორონალური განვლადობის მონაწილე მლ-ით	კორონალური განვლადობის მლ-ით
1 : 200000	1	10	—	10	—	—
	2	8	—	8	—	—
	3	10	—	10	—	—
	4	12	—	12	—	—
საშუალო		10	—	10	—	—
1 : 150000	1	8	—	8	—	—
	2	14	—	14	—	—
	3	12	—	12	—	—
	4	9	—	9	—	—
საშუალო		11	—	11	—	—
1 : 100000	1	7	3	7,4	0,4	—
	2	10	4	10,3	0,3	—
	3	8	2	8,5	0,5	—
	4	11	3	11,5	0,5	—
საშუალო		9	3	9,7	0,4	—
1 : 50000	1	10	—	10	—	—
	2	14	—	14	—	—
	3	10	3	8,8	—	0,2
	4	12	—	12	—	—
საშუალო		11,2	—	11,1	—	—
1 : 25000	1	10	—	10	—	—
	2	14	2	14,3	—	0,3
	3	8	—	8	—	—
	4	15	—	15	—	—
საშუალო		11	—	11,3	—	—

პრეპარატის გავლენა გვირგვინოვან სისხლის ძარღვებზე შესწავლილ იქნა აგრეთვე ქრონიკულ ცდებში ელექტროკარდიოგრაფიული მეთოდით. ცდები



ჩატარდა ორი ნორმალურ სისხლის წნევის მქონე ძაღლზე. ათი დღის განმავლობაში საწყისი ელექტროკარდიოგრაფიული მაჩვენებლების დადგენას ვაწარმოებდით ოთახში ცხოველის მშვიდად დგომის პირობებში.

ელექტროკარდიოგრაფიის გადაღება ხდებოდა ყოველდღიურად სამ სტანდარტულ და ერთ გულმკერდის განხრაში. ამავე დროს ცხოველს ეზომებოდა სისხლის წნევა და ეთვლებოდა პულსი.

საწყისი ელექტროკარდიოგრაფიული მაჩვენებლების დადგენის შემდეგ ცხოველებს კუნთებში 25 დღის განმავლობაში ყოველდღიურად უკეთდებოდათ კარბოპიდრაზონიუმკობალტის 2 მგ ცხოველის მთელ წონაზე. პრეპარატის კუნთებში ინექციის მთელ პერიოდში ყოველ მე-5 დღეს ცხოველს ვუღებდით ელექტროკარდიოგრაფიას.

პრეპარატის ერთჯერადი ინექციის შემდეგ, რამოდენიმეჯერმე ვაწარმოეთ აგრეთვე ელექტროკარდიოგრაფიის გადაღება ინექციიდან 15—18 წუთის შემდეგ ყოველ 5 წუთში 45—50 წუთის განმავლობაში.

აღსანიშნავია, რომ ორივე ცხოველზე საწყისი ელექტროკარდიოგრაფიული მაჩვენებლების შეცვლას კუნთებში კარბოპიდრაზონიუმკობალტის ერთჯერადი და 25 დღის ინექციის შემდეგ მიღებული მაჩვენებლებთან შედარებით, ადვილი არ ჰქონია.

ამგვარად, კარბოპიდრაზონიუმკობალტის განზავებები 1:200 000 და 1:150 000 არ ცვლის კორონალურ განვლადობას. განზავება 1:100 000 იწვევს კორონალური განვლადობის მომატებას საშუალოდ 0,4 მლ-ით, ხოლო განზავებები 1:50 000 და 25.000 ჩატარებული 4 ცდიდან მხოლოდ ერთ ცდაში იწვევს კორონალური განვლადობის შემცირებას 0,2—0,3 მლ-ით.

პრეპარატის 2 მგ (ცხოველის მთელ წონაზე) კუნთებში ერთჯერადი და ხანგრძლივი (25 დღე) ყოველდღიური ინექციის პირობებში არ იწვევს საწყისი ელექტროკარდიოგრაფიული მაჩვენებლების რაიმე ცვლილებას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

მ. წინამძღვრიშვილის სახელობის

კლინიკური და ექსპერიმენტული

კარდიოლოგიის ინსტიტუტი

(რედაქციას მოუვიდა 20.7.1959)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. Ц. Е. Картвелишвили. К фармакологии карбогидразониймкобальта. Труды Инс-та клин. и эксп. кардиологии, т. V, 1958, стр. 585—588.
2. Ц. Е. Картвелишвили. Влияние карбогидразониймкобальта на реактивность сердечно-сосудистую систему нормальных и гипертонизированных животных и на гладкую мускулатуру. Сообщения АН СССР, т. XIX, № 4, стр. 491—495.

მეცნიერებათა აკადემია

თ. ვაჭაძე

მეცნიერებათა აკადემიის მდივანის მდივანობა ალიმენტარული
ათეროსკლეროზის განვითარებაში

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ი. ტატიშვილმა 20.7.1959)

აკად. ი. პავლოვისა და მისი სკოლის გამოკვლევებით [1], დამტკიცებულია მკიდრო კავშირი დიდი ტენიის ჰემისფეროების ქერქსა და შინაგანი ორგანოების ფუნქციის შორის. თავის მხრივ, დიდი ტენიის ქერქის ნეიროდინამიკის დარღვევას ნევროზის სახით გარკვეული როლი ენიჭება შინაგან სწეულდებათა პათოგენეზში.

ამ შრომაში ჩვენ მიზნად დავისახეთ შეგვესწავლა ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის გავლენა ექსპერიმენტული ათეროსკლეროზის მიმდინარეობაზე. ამ მიზნით შევისწავლეთ 16 შინაური კურდღელი; აქედან 10 საცდელი და 6 საკონტროლო.

შინაური კურდღლების უმაღლეს ნერვულ მოქმედებას ვიკვლევდით პირობითი რეფლექსური მოქმედების შესწავლით (მოძრაობითი-კვებითი მეთოდით). ექსპერიმენტულ ათეროსკლეროზს ვღებულობდით აკად. ნ. ანიჩკოვის [2] მიერ მოწოდებული მეთოდით. უმაღლესი ნერვული მოქმედების შეცვლას ვიწვევდით შეკაების პროცესის გადაძაბვით. ი. პავლოვის შრომებიდან [3] ცნობილია, რომ შეკაების პროცესი უფრო ლაბილურია და ყოველთვის უფრო ადრე ზიანდება ცენტრალურ ნერვულ სისტემაზე მანვე შემოქმედებისას. შეკაების პროცესის გადაძაბვას ვაწარმოებდით მოგვიანე რეფლექსის გამოშვებით, რაც შინაურ კურდღლებზე ცდების წარმოებისას ძნელ ამოცანას წარმოადგენდა.

ქოლესტერინით კვების დაწყებამდე ყველა შინაური კურდღლისათვის ვადგენდით უმაღლესი ნერვული მოქმედების ტიპს, სისხლის წნევასა და ქოლესტერინის დონეს სისხლში. სისხლის წნევას ვსაზღვრავდით კანის ნაფლეთში გამოყვანილ საძილე არტერიაზე ვან ლეგოზუ მის მეთოდით [4] სპეციალური ონკომეტრით, ხოლო ქოლესტერინის დონეს—სისხლში ენგელ-პარტეს-მიჩინოვის [5] მეთოდით.

უმაღლესი ნერვული მოქმედების ტიპის დადგენა ხდებოდა ცხოველის პირობითი რეფლექსური მოქმედების მიმდინარეობისა და რიგი დამატებითი გამოკვლევების საფუძველზე, რომელთა საშუალებით ჩვეულებრივად შეისწავლება აღზნებისა და შეკაების პროცესები და მათი ძვარაობა [6, 7].

აღნიშნული ცდებით ვამოიკვება, რომ 16 შინაური კურდღლიდან 6 შეიძლება მივაკუთვნოთ უმაღლესი ნერვული მოქმედების გაწონასწორებულ ტიპს. 5—აღზნებად ტიპს და 5—სუსტ ტიპს (შეკაების პროცესის გამომხატული სიჭარბით).

უმაღლესი ნერვული მოქმედების ტიპის დადგენის შემდეგ ვიწყებდით შინაური კურდღლების კვებას ქოლესტერინითა და ერთდროულად შეკაების



პროცესის გადაძაბვით ვიწვევდით ექსპერიმენტულ ნერვოსს, უმაღლესი ნერვული მოქმედების ჩაშლას (ათ შინაურ კურდღელში). დანარჩენ ექვს შინაურ კურდღელში (საკონტროლო ჯგუფი) ვაწარმოებდით შეკავების პროცესის გადაძაბვას ქოლესტერინით კვების გარეშე.

შინაურ კურდღლებს, რომლებიც უმაღლესი ნერვული მოქმედების ვაწონასწორებულ ტიპს მიეკუთვნებოდნენ (№ № 100, 183, 188, 104), მოგვიანე რეფლექსის გამომუშავების შემდეგ ყველა შემთხვევაში მე-5—მე-7 ცდიდან უვითაოდებოდათ პირობითი რეფლექსების შემცირება, ხოლო შემდგომ თანდათანობით გაქრობა. რეფლექსების სრული გაქრობა მივიღეთ 12—15 ცდაზე. ყველა შემთხვევაში პირობითი რეაქციის გაქრობა ვითარდებოდა თანდათან, ე. ი. ჯერ მივიღეთ რეაქციის შემცირება, შემდეგ პირობითი რეაქციის გაქრობა და ბოლოს უპირობო რეაქციის მოხსნაც. ასეთი მდგომარეობა გავრძელებდა 6—8 დღე, რის შემდეგ პირობითი რეფლექსები აღდგა. აღდგენილი პირობითი რეფლექსები მეტად სუსტი იყო, მათ ხანგრძლივი ფარული პერიოდი ჰქონდა. როგორც ვხედავთ, მოგვიანე რეფლექსის გამომუშავებამ გამოიწვია შეკავების პროცესის გაძლიერება. ასეთი მდგომარეობა გავრძელებდა ორი კვირიდან ოც დღემდე, შემდეგ შინაური კურდღლების ქცევა საგრძნობლად შეიცვალა. შეკავება გადავიდა ადგზნების პროცესის გაძლიერებაში. თვალსაჩინოდ მოიმატა ცხოველების აქტიურობამ, ისინი მოუსვენრად დარბოდნენ გალიაში. საგრძნობლად შემცირდა პირობითი რეფლექსის ფარული პერიოდი, თავი იჩინა სიგნალთა შორის რეაქციებმა. ხშირად ადვილი ჰქონდა მოგვიანე რეფლექსის შეკავების ფაზის დარღვევას და დიფერენცირების დარღვევასაც კი.

ამგვარად, შეკავების გაძლიერებას მოჰყვა მეორე ტალღა ადგზნების გაძლიერებამ. აღსანიშნავია, რომ შეკავების გაძლიერება უფრო ხანგრძლივი იყო, იგი თითქმის ოც დღემდე გავრძელებდა, ხოლო ადგზნების სიჭარბის პერიოდი უფრო ხანმოკლე იყო და 8 დღემდე გავრძელებდა. ადგზნების გაძლიერებას მოჰყვა დაცვითი შეკავების განვითარება, რაც გამოვლინდა პარადოქსალური რეაქციების სახით. ხშირად უარყოფითი გამაღიზიანებელი იწვევდა დადებით პასუხს, ხოლო დადებით გამაღიზიანებელზე რეაქცია არ აღინიშნებოდა. შემდგომ ეს მოვლენები გაქრა და განვითარდა პირობითი რეფლექსების სრული ჩაქრობა (4, 6 ან 8 დღით) ამ დღეებში შინაური კურდღლები თითქმის ჰიპნოზურ მდგომარეობაში იმყოფებოდნენ.

30—40 დღეზე ყველა შინაურ კურდღელში აღდგა პირობითი რეფლექსური მოქმედება, ისევე როგორც დასაწყისში, მხოლოდ პირობითი რეფლექსები ოდნავ შემცირებული იყო და მათ ხანგრძლივი ფარული პერიოდი ჰქონდა.

როგორც ვხედავთ, ამ ტიპის შინაურ კურდღლებში ქოლესტერინით კვებისა და შეკავების პროცესის გადაძაბვით უმაღლეს ნერვულ მოქმედებაში ძლიერდებოდა შეკავება, რასაც მოსდევდა ადგზნების გაძლიერება, შემდგომ კი კვლავ შეკავების გაძლიერება და ბოლოს პირობით რეფლექსური მოქმედების აღდგენა.

სისხლის წნევა ამ ჯგუფის შინაურ კურდღლებში ცდების პირველი ორისამი კვირის მანძილზე ნორმის ფარგლებში მერყეობდა. მეორე კვირიდან სისხლის წნევა დროდადრო ერთი-ორი დღით მატულობდა და 140—150 მმ სინდიის სვეტს აღწევდა. მსგავსი ნახტომები მეორედებოდა ცდების მანძილზე 2—3-ჯერ. სისხლის წნევის მომატება თან ხვდებოდა პირობითი რეფლექსების ჩაქრობის პერიოდს. ამ ჯგუფის კურდღლებში ქოლესტერინის განსაზღვრა სისხლში ქოლესტერინით კვების მეორე კვირის ბოლოსათვის გარკვეულ მატებას (200—400 მგ%) იძლეოდა და ცდების ბოლოსათვის 1000—1400 მგ%-ს აღწევდა.

შინაური კურდღლების საერთო მდგომარეობა დამაკმაყოფილებელი იყო. წონაში ოდნავ ძატულობდნენ—50—110 გრ 75 დღეში. ქოლესტერინით კვების 75-ე დღეზე შინაური კურდღლები მოვკალით საძილე არტერიიდან სისხლის გამოშვებით. გაკვეთილ აორტის რკალისა და მისი ასწვრივი ნაწილის ინტიმაზე აღინიშნებოდა მოთეთრო-მოყვითალო ფერის ზედაპირიდან ოდნავ წამოწეული ლაქები და ერთეული ათეროსკლეროზული ფოლაქები. მიკრომორფოლოგიურად ინტიმაში ენდოთელური უჯრედების ქვეშ და თვით ენდოთელური უჯრედების პროტაპლაზმაში აღინიშნებოდა ცხიმის საშუალო წვეთობისა და უწვრილესი მარცვლების არსებობა. ცხიმოვანი წვეთების საკმაო რაოდენობით არსებობას ადგილი ჰქონდა მედიის კუნთოვან ბოჭკოებს შორისაც. ამავე დროს აღინიშნებოდა შიგნითა ელასტიკური ფირფიტის ზომიერი გათხელებაც.

აღზნებადი ტიპის უმაღლესი ნერვული მოქმედების ცხოველების (№ № 111, 178, 576) იმავე ხასიათის ცდები გვაძლევდა შემდეგ სურათს: მე-7—ძე-8 ცდებზე ყველა შემთხვევაში გვექონდა კარგად გამომუშავებული სოკვიანი რეფლექსი. მოგვიანე რეფლექსის გამომუშავებიდან მე-3 კვირაზე იწყებოდა აღზნების ძლიერი ზრდა, რაც გამოიხატებოდა მოგვიანე რეფლექსის შეკავების ფაზის დარღვევით და სიგნალთა შორის რეაქციების გამოჩენით. იცვლებოდა ცხოველების ქცევა. ისინი დარბოდნენ გალიაში. ხშირად რეაქცია იმდენად ძლიერი იყო, რომ ცხოველი წიწკნიდა კლემს პირობითი გამდინებლის მოქმედების მთელ მანძილზე და მისი შეწყვეტის შემდეგაც. აღზნების ეს ზრდა გადადიოდა, როგორც ჩანს, დაცვით შეკავებაში. რაც პირველად ფაზობრივი განვითარებით გამოიხატებოდა, ხოლო შემდგომ პირობითი რეფლექსების სრული ჩაქრობით. ამ დროს ცხოველი მეტად იცვლებოდა. იგი გაუძნეველად იჯდა გალიის კუთხეში ან წვებოდა იატაკზე და არავითარ რეაქციას არ იძლეოდა სიგნალზე. ასეთი მდგომარეობა გრძელდებოდა 2 დღე, რის შემდეგ ირღვეოდა დაცვითი შეკავება და კვლავ ვლინდებოდა აღზნების პროცესის გაძლიერება. ცხოველები ყოველ გამაღიზიანებელზე დიდ უარყოფით რეაქციას იძლეოდნენ. ზარის ხმაზე კურდღელი ხშირად ციბრუტივით ტრიალებდა, ან უახლოვდებოდა მკვებავ ავტომატს, ცდილობდა გალიიდან ამოხტომას, ზარის ყუთის ჩამოგლეჯას. ხშირად ძლიერად უბრაზუნებდა უკანა თათებს იატაკს. ამ პერიოდში ყველა ცხოველი კატასტროფულად ხდებოდა. მათ წონაში 260—300 გრამამდე დაიკლებს; სცვიოდათ ბეწვი, ჰქონდათ გაძლიერებული ნერწყვის დენა, უნებლიე შარდვა. ასეთ პირობებში ცხოველები დიდხანს ვერ ცოცხლობდნენ და ცდების დაწყებიდან მეორე თვის დასასრულისათვის სამივე შინაური კურდღელი მოკვდა.

სისხლის წნევა ამ ტიპის შინაური კურდღლებში ცდების დასაწყისში არ იცვლებოდა, ხოლო პირობითი რეფლექსების ჩაქრობიდან სისხლის წნევამ მკვეთრად მოიმატა და სინდიყის სვეტის 160—170 მმ-მდე მიაღწია. ამ დონეზე რჩებოდა იგი ცხოველების სიკვდილამდე.

ქოლესტერინის დონე სისხლში სწრაფად მატულობდა, პირველივე კვირის ბოლოსათვის აღწევდა 500—700 მგ%-ს, ხოლო მეორე თვის ბოლოსათვის—1.700—2.050 მგ%-ს. სიკვდილის შემდეგ სამივე შინაური კურდღელი გაიკვეთა. ასწვრივი აორტის, აორტის რკალისა და დასწვრივი აორტის ინტიმაზე აღინიშნებოდა მრავლობითი ალაგ 0,2×0,2 სმ-ის, ალაგ 2×2 სმ-ის სიდიდის მოთეთრო-მოყვითალო ლაქები და ზოლები. ამავე დროს ადგილი ჰქონდა ინტიმის ზედაპირიდან მკვეთრად წამოწეული ათეროსკლეროზული ფოლაქების არსებობასაც. მიკრომორფოლოგიურად აღინიშნებოდა აორტის შრეების მკვეთრი ცხიმოვანი ინფილტრაცია. ცხიმის მოდილო წვეთების არსებობას ადგილი



პქონდა როგორც ენდოთელური უჯრედების ქვეშ, ისე მათ პროტოპლაზმაში. ცხიმის წვეთების არსებობა შეიმჩნეოდა აგრეთვე მედიის კუნთოვან ბოჭკოებს შორისაც. ინტიმაში ცხიმის წვეთებისაგან შემდგარი კუნთულაკების მახლობლად ჩაზრდილი იყო ზედმიწევნით ნაზი შემაერთქსოვილოვანი ბოჭკოები. შიგნითა ელასტიკური ფირფიტა გათხელებული იყო, ალგა-ალაგ მისი სტრუქტურული მთლიანობა დარღვეული იყო.

როგორც ვხედავთ, ალგზნებადი ტიპის შინაურ კურდღლებში შეკავებით პროცესის გადაძაბვამ გამოიწვია უმალესი ნერვული მოქმედების ჩაშლა ნევროზული მდგომარეობის განვითარებით, რამაც გააძვირა ექსპერიმენტული ათეროსკლეროზის მიმდინარეობა.

მესამე ჯგუფის შინაურ კურდღლებში, რომელნიც მიეკუთვნებიან სუსტი ტიპის უმალესი ნერვული მოქმედების ცხოველებს შეკავების სიჭარბით (№ № 122, 105, 106), ცხიმის იმავე წესით წარმოებით მოგვიანე რეფლექსის გამომუშავების პერიოდში განვითარდა ძლიერი შეკავება, რაც გააიხიბა პირობითი რეფლექსების შემცირებით და შემდგომ სრული ჩაქრობით. კურდღელი საცდელ გალიაში მოთავსების შემდეგ მიიმალეობდა ერთერთ კუნჭულში და აღარ ტოვებდა მას. ასეთი მდგომარეობა გრძელდებოდა 75 დღის განმავლობაში (ცდების დასასრულამდე).

ამ ცხოველებში სისხლის წნევა ნორმასთან შედარებით თითქმის არ იცვლებოდა. ქოლესტერინის მატება სისხლში მეტად ნელა მიმდინარეობდა, მისი მაქსიმალური მაჩვენებელი 75 დღის ყველა სხვა ტიპის შინაურ კურდღლებთან შედარებით უფრო დაბალი იყო და 460—570 მგ % -ს აღწევდა.

75-ე დღეს შინაური კურდღლები მოვალთ საძილე არტერიიდან სისხლის გამოშვებით. გაკვეთაზე ასწვრივი აორტისა და აორტის რკალის ინტიმალზე ალგა-ალაგ იშვიათად აღინიშნებოდა საშუალოდ და სუსტად გამოსატული მცირე ოდენობის ინტიმის ზედაპირიდან ოდნავ ამოწეულ ლაბილური ლაქები. მიკრომორფოლოგიურად აორტის რკალის ინტიმაში ვხედავდით წვრილ მარცვლებს და კუნთოვან ბოჭკოებს შორის იშვიათად ცხიმის წვრილ წვეთებს.

ამგვარად, სუსტი ტიპის შინაურ კურდღლებში შეკავების პროცესის გადაძაბვა იწვევდა ძლიერი შეკავების განვითარებას პირობითი რეფლექსების სრული ჩაქრობით.

საკონტროლო ცდებში შეკავების პროცესის გადაძაბვამ გაწონასწორებული ტიპის შინაურ კურდღლებში გამოიწვია დასაწყისში ერთგვარი ცვალებადობა ალგზნებისა და შეკავების გამძლიერებაში, რაც სამი კვირის მუშაობის შემდეგ გამოსწორდა და შინაური კურდღლების პირობითი რეფლექსები დაუბრუნდა ჩვეულებრივ დონეს. რაც შეეხება სისხლის წნევას და ქოლესტერინის დონეს, ამ მხრივ რაიმე მნიშვნელოვანი ცვლილებები არ აღინიშნებოდა.

ალგზნებადი ტიპის შინაურმა კურდღელმა მოგვცა მსავსი სურათი უმალესი ნერვული მოქმედების ჩაშლისა, რაც ჩვენ მიერ იყო აღწერილი საცდელ ცხოველებში, იმ განსხვავებით, რომ ცხოველი ორი თვის ბოლოსათვის არ მომკვდარა. უმალესი ნერვული მოქმედების ჩაშლის პერიოდში, განსაკუთრებით ალგზნების გამძლიერების დროს, სისხლის წნევა სინდიყის სვეტის 130 მმ-მდე ავიდა. ამავე პერიოდში არა მუდმივად, არამედ ზოგჯერ გამოკვლევაში ვინახულობდით ქოლესტერინის დონის ზრდას სისხლში 120 მგ % -მდე. შინაურ კურდღელში შეკავების პროცესების სიჭარბით მოგვიანე რეფლექსების გამომუშავებამ გააძლიერა შეკავება, ხოლო ქოლესტერინის დონესა და სისხლის წნევის მხრივ რაიმე ცვლილებები არ მომხდარა.

საყრველთაოდ ცნობილია, რომ ნევროზის განვითარებაში უდიდესი მნიშვნელობა აქვს უმალესი ნერვული მოქმედების ტიპს—ჩვენს შემთხვევაებში

ნერვული პროცესების გადაძაბვას ყოველთვის მოსდევდა პირობითი რეფლექსების გაქრობა დაცვითი შეკავების განვითარების გამო. რაც უფრო ძლიერია ცხოველში უნარი გამოიმუშაოს შინაგანი შეკავების ეს თუ ის სახე, მით უფრო ძლიერია დაცვითი შეკავება და მით უფრო ადვილად ხდება ცხოველში ნორმული პირობითი რეფლექსური მოქმედების აღდგენა, რასაც ადვილი ჰქონდა გაწონასწორებული ტიპის უმაღლესი ნერვული მოქმედების ცხოველებში. აღზნებადი ტიპის ცხოველებში კი შეკავების პროცესის სისუსტის გამო ადვილად დაირღვა დაცვითი შეკავება და განვითარდა აღზნების პროცესის პათოლოგიური ზრდა ნევროზის სახით. ამავე ცხოველებში ადვილი ჰქონდა რიგ ძვრებს: ქოლესტერინის ცვლის მოშლას, რაც გამოვლინდა ქოლესტერინის სწრაფი მატებით სისხლში როგორც ქოლესტერინით კვების დროს, ისე საკონტროლო ცხოველებში, სისხლის წნევა მკვეთრად და სტაბილურად იმატებს, ცხოველების წონა იკლებს და ბოლოს იწვევს სიკვდილს. გაკვეთისას აორტის ინტიმალზე გამოხატულია ათერომატოზული ცილილებები.

ამგვარად, ნევროზი აღრმავებს ქოლესტერინის ცვლის და სისხლის წნევის რეგულაციის მოშლას, რითაც ამძიმებს ექსპერიმენტული ათეროსკლეროზის მიმდინარეობას.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

მ. წინამძღვრიშვილის სახელობის
კლინიკური და ექსპერიმენტული
კარდიოლოგიის ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 21.7.1959)

დაკონსტრუქციული ლიტერატურა

1. И. П. Павлов. Экспериментальная патология высшей нервной деятельности. 1935
2. Н. Н. Аничков. Новые данные по вопросу о патологии и этиологии артериосклероза. Русский врач, №№ 8 и 9, 1915.
3. И. П. Павлов. 20-летний опыт. М., 1938, стр. 585, 724.
4. Van Leersum. Phluger Arch. gesamt Phys. Bd 142, H. 7/8, 1914, 347.
5. В. Е. Предтеченский, В. М. Боровская и А. Т. Боровская. Лабораторные методы исследований. Медгиз, 1950, 212.
6. А. И. Котляревский. Влияние экспериментального срыва высшей нервной деятельности на течение нейронтоксикации у животных. Жур. ВНД, № 3, 1951, 495.
7. А. И. Карамян. Эволюция функции мозжечка и больших полушарий головного мозга. М., 1956, 102.



ლიტერატურის ისტორია

ჯ. ბაქრაძე

შოთა რუსთაველის საპარტიოებრივი მსოფლმხედველობის საკითხები

(წარმოადგინა აკადემიკოსმა კ. კვეციანმა 15.9.1959)

ქართველი ერის სიამაყის, შოთა რუსთაველის, უკვდავი პოემა „ვეფხისტყაოსანი“ იურისტებისთვისაც ხელიხელსაგომანებელია: შოთას არნახულ სიმალღემდე აჰყავს მასში სამართლის მნიშვნელობა და იგი მართლმსაჯულების ზოგად ფილოსოფიურ გაგებას იძლევა.

„ვეფხისტყაოსანში“ იურისტის ყურადღებას უპირველეს ყოვლისა იპყრობს აფორიზმი „ქმნა მართლისა სამართლისა ხესა შეიქმნ ხმელსა ნელდად“. „სამართლის ხე“ — ესაა მართლმსაჯულება, მაგრამ ზოგჯერ ეს „ხე“ გამხმარია, — ასე ხდება მაშინ, როდესაც მართლმსაჯულება ვერ ასრულებს თავის დანიშნულებას, ვერ აღადგენს ჭეშმარიტებას, ვერ შეძლებს „მართლის ქმნას“. იმ შემთხვევაში კი, როდესაც მართლმსაჯულება მიაღწევს თავის მიზანს, სიმართლეს მიაკვლევს, სამართლის (მართლმსაჯულების) „გამხმარი ხე“ განედღდება.

თუ „გამხმარმა ხემ“, უსამართლო სამართალმა, უდანაშაულო ადამიანი დამნაშავედ მიიჩნია, უსამართლობის მსხვერპლი რიგი წლების მანძილზე უნდა გამოეთიშოს ნორმალურ ცხოვრებას, შინაურებს, ნაცნობ-მეგობრებს! ეს ხომ სამოქალაქო სიკვდილს უდრის! ჭეშმარიტების საფუძველზე განხორციელებული მართლმსაჯულება კი ამ „სიკვდილს“ საზოგადოებრივი სიცოცხლით შეცვლის.

ზემოთ მოყვანილ ამ აფორიზმში, მოკლედ თქმულ „გრძელ სიტყვაში“, მართლმსაჯულების, როგორც სოციალური მოვლენის, ისეთი ზოგადფილოსოფიური გაგებაა მოცემული, რომლის მსგავსს სამართლის ვერც ერთ ფილოსოფოსს ვერ ვუბოვით. მართლმსაჯულების განხორციელებას არ უკავშირებდნენ „დამნაშავის“ სამოქალაქო სიკვდილ-სიცოცხლის საკითხს, თუმცა, როგორც ფილოსოფიის ისტორიიდანაა ცნობილი, წარსულის ფილოსოფოსებს ერთ-ერთი უმთავრესი შრომა სამართლის ფილოსოფიისადმი ჰქონდათ მიძღვნილი (პლატონი, არისტოტელე, კანტი, ჰეგელი და სხვ.). შემთხვევითი არ იყო ის გარემოება, რომ კომუნისტური საზოგადოების იდეოლოგიის ფუძემდებელმა კარლ მარქსმა ძველი იდეოლოგიის კრიტიკა ჰეგელის სამართლის ფილოსოფიის კრიტიკით დაიწყო.

მსოფლიო მწერლებს შორის სამართლის შესახებ ყველაზე მეტი შექსპირს აქვს ნათქვამი. ტყუილად კი არ უწოდებენ შექსპირს სამართლისა და სინართლის უდიდეს პოეტს. მისი „ვენეციელი ვაჭრის“ ენის გაანალიზების საფუძველზე, პროფ. კოლერი [1] მოწმობით, მეცნიერები იმ დასკვნამდე

მივიდნენ, რომ XVI—XVII სს. ინგლისურ სასამართლო წარმოებაში ხმარებული იურიდიული ტერმინოლოგია და ენა ზუსტად აქვს დაცული შექსპირს თავის თხზულებებში და დაცვის მეთოდიკა ისე აქვს წარმოდგენილი, რომ შესაძლებლად მიიჩნის შექსპირის ადვოკატად ყოფნა ახალგაზრდობის წლებში.

როგორც ცნობილია, შექსპირმა თავის დრამას „ვენეციელ ვაჟი“ საფუძვლად ვალის უფლების განხორციელება დაუდო. ისტორიულად არსებული სამართლის ისეთი სამარცხენო ინსტიტუტი, როგორც იყო ვალის აუნაზღაურებლობის შემთხვევაში მოვალის მიერ ვალის საკუთარი ხორციით, სხეულის ნაწილით ანაზღაურება, შექსპირმა დაგმო და მით სამართლის ამ ინსტიტუტის შემდგომი განვითარების გეზი მოხაზა.

ავილოთ შექსპირის მეორე შესანიშნავი ნაწარმოები, რომელსაც გოეთემ, მისივე სიტყვებით რომ ვთქვათ, მხოლოდ „შეხება“ ვაუბედა. ეს ნაწარმოებია უძლიერესი ტრაგედია „ჰამლეტი“, რომლის კონფლიქტი დაფუძნებულია სისხლის აღებასა და შურისძიებაზე. ჰამლეტის წინაშე დგას მიძიმე არჩევანი: მან ან უნდა უქუაგდოს თავისი ზნეობრივი პრინციპები და შური იძიოს, ან კიდევ არაფრად ჩააგდოს მამის შეურაცხყოფილი სულის ხმა საიქიოდან, ხმა, რომელიც მოუწოდებს სისხლის აღებისაკენ და არ ასვენებს დანიელ პრინცს. ჰამლეტში აღიძვრება უსაშინელესი შინაგანი ბრძოლა, რომელიც შეარყევს მთელ მის არსებას. ამ ბრძოლაშია საწყისი დრამატული კონფლიქტისა და კვანძი მთელი ტრაგედიისა.

ამ შინაგან ბრძოლაში ავტორი ამარჯვებინებს შურისძიების საწყისს, თუმცა ჰამლეტის ცნობიერებაში უკვე ნათლადაა ჩამოყალიბებული ახალი ეთიკურ-უფლებრივი იდეები და იმდენად ძლიერად, რომ კოლიზია პრინციპს მორალურ შეხედულებებსა და დაკისრებულ ვალდებულებას შორის ჯერ წარმოქმნის ჰამლეტის პესიმიზმს, ხოლო შემდეგ სპობს ჰამლეტს როგორც პიროვნებას. ამრიგად, ჰამლეტი დგას ორი ეპოქის მიჯნაზე—ერთი მხრივ, სისხლის აღებდა და შურისძიების ეპოქისა, ხოლო, მეორე მხრივ—უახლესი ეთიკურ-უფლებრივი თვალთახედვის ეპოქის მიჯნაზე. სწორედ ამიტომაც ჰამლეტი სამართლებრივ-ისტორიული ფიგურა, მით უმეტეს, რომ შექსპირმა თავის ტრაგედიას საფუძვლად დაუდო რეალურად არსებული იუტლანდიის მეფის გორვენდალის შვილის ჰამლეტის ისტორია.

მიუხედავად იმისა, რომ შექსპირთან ვხვდებით ასეთ რთულსა და ღრმა სამართლებრივ ნაზრევს, ჩვენ საფუძველი ვვაქვს განავაცხადოთ, რომ ინგლისელთა სიამაყე ვერ გვაძლევს სამართლის ისეთ ზოგადფილოსოფიურ გააზრებას, როგორც მოგვცა შოთა რუსთაველმა. შექსპირმა, მართალია, მოხაზა სამართლის შემდგომი განვითარების გზა, მაგრამ სამართლის მხოლოდ ერთი დარგის, ერთი ინსტიტუტის განვითარების გეზი მოგვცა,—ისიც ერთ ნაწარმოებში, კერძოდ, „ვენეციელ ვაჟი“ში—ვალდებულებით სამართლის ვალის უფლების პროგრესის ხაზი წარმოადგინა, ხოლო „ჰამლეტში“ სისხლის სამართლის ერთი ინსტიტუტის—შურისძიების განვითარების გეზი. შოთა რუსთაველმა კი მოგვცა სამართლისა და მისი ცხოველყოფელი ფორმის—მართლმსაჯულების—ზოგადი განმარტება. ამ თვალსაზრისით შოთა რუსთა-



ველის „ვეფხისტყაოსანი“ შექსპირის „ჰამლეტის“ ანტიკურ პროტოტიპ ესკილეს „ორესტეაზეც“ მაღლა დგას, რომლის დრამატული კონფლიქტიც სამართლის კოლიზიაზეა დაფუძნებული და რომელშიაც აგრეთვე მისი გმირების მოქმედების სახით გატარებულია სამართლის პროგრესის მოთხოვნა.

ქეშმარიტების დაკავშირება სამოქალაქო სიკვდილ-სიცოცხლის პრობლემასთან პირველმა შავთელმა მოგვცა თავის „აბდულ-შესაიში“. უფრო მეტიც, შავთელსავე ეკუთვნის მეტაფორა ხმელი ხის განედლების შესახებ: „ესა მართალი: ე სამართალი ხეს შეიქმს ხმელსა წყალმომდინარედ“, ე. ი. ნედლად.

როგორც ვხედავთ, შავთელს ეკუთვნის შოთას ზემოთ გაანალიზებული აფორიზმის დედააზრი—ქეშმარიტების დადგენის დაკავშირება ხმელი ხის განედლებასთან. აქედან ნათლად ჩანს, რომ ჩვენთვის საინტერესო აფორიზმის დედააზრმა თავისი განვითარების გზა გაიარა იმდროინდელ პროგრესულ მოღვაწეთა აზროვნებაში, ვიდრე საბოლოოდ ჩამოყალიბდებოდა შოთას ნააზრევის ოქროს ზოდად:—„ქმნა მართლისა სამართლისა ხესა შეიქმს ხმელსა ნედლად“. შოთა რუსთაველის ეს აზრი პოეტის ღრმა რწმენაა. ამას ამტკიცებს ამ აზრის რამდენჯერმე გამოთქმა პოემაში.

ერთ-ერთ სტროფში შოთა ამბობს „ალარად გინდა ასმითი, ნანე მართალი ბქობილი“ (ე. ი. სამართლიანად განსჯილი). სხვა სტროფში ჩაწერილია: „კვლავ ქალი ეტყვის: „მართალ ხარ მაგისა დამძიმებასა, მაგრამ რა გაბჭო მართალი, ნუ მექვ რასაცა თნებასა“... ხოლო ნესტანის სტროფი გვაუწყებს:

„რაცა ვიჩივლე ბედისა ჩემისა ხმა საჩივარად,
ჰსცან სამართალი მართალი გულისა გულსა მივა რად,
შენთვის მოგვცდები, გავბდები ყორანთა დასაყვივარად,
ვიდრე ცოცხალ ვარ, გეყოფი სატირლად და სატივივარად“.

და ასე შემდეგ. ამ სტროფებში ცნება ბქობის დაკავშირება ყოველთვის სიმართლესთან. გვაფიქრებინებს, რომ შოთა განასხვავებდა ცრუ ბქობას მართალი ბქობისაგან.

შოთა რუსთაველის სამართლებრივი ნააზრევი ლოგიკური გაგრძელება იყო XI—XII სს. პროგრესული ქართველი მოღვაწეების მუშაობისა სამართლის სფეროში. შოთას მიერ აგებული სამართლის კოშკი ვერ აშენდებოდა, თუ მას არ ექნებოდა მყარი საფუძველი, ასეთი საფუძველი კი შექმნილი იყო ჯერ კიდევ XI საუკუნეში ეფრემ მცირეს, გიორგი მთაწმინდელის, არსენ იყალთოელის, იოანე პეტრიწისა და სხვათა მიერ. ცნობილია, რომ ეფრემ მცირე შესანიშნავი ფილოლოგი, ფილოსოფოსი და ისტორიკოსი იყო. ეფრემის მიერ ნათარგმნი შრომების კომენტარები ამტკიცებს, რომ იგი იურიის-პრუდენციასაც კარგად იცნობდა. შავ მთაზე მოღვაწეობის დროს ეფრემს კავშირი დაუმყარებია იმდროინდელ ბერძენ და არაბ ფილოსოფოსებთან. ეფრემი კარგად იცნობდა შესანიშნავ ბიზანტიელ კანონისტ ნიკონ შავმთელს, პანდექტებისა და ტაქტიკონების ავტორს, რომელიც რთულა საეკლესიო საკითხების გადაწყვეტისას იმავე წყაროებით სარგებლობდა, რომლებიც ხელთ ჰქონდა ეფრემს. იხილავს რა ეფრემ მცირეს მოღვაწეობას, აკადემიკოსი

ივანე ჯავახიშვილი წერს: „ქართველი მეცნიერების მესამე დიდი მნათობი, ეფრემ მცირე, მმართველისა და მსაჯულის აუცილებელ თვისებად ვნებათღელვის სრულ დამორჩილებულობასა და უმაღლესი სამართლიანობისა და კანონიერების დაცვას თვლიდა“.

XI საუკუნის მეორე გამოჩენილი ქართველი მოღვაწე გიორგი მთაწმინდელი საეკლესიო სამართლის ძალიან კარგი მცოდნე იყო და ქართულ ენაზე თარგმნიდა ამ დარგის უცხოურ იურიდიულ ლიტერატურას. გიორგი მთაწმინდელი იმდროინდელი საქართველოს უმაღლესი სასამართლოს („სამეფუფეო სასამართლოს“) მიერ გამოტანილი გადაწყვეტილების სისწორის პასუხისმგებლობას თვით მეფეს აკისრებდა და მას „ეტყოდა მსჯავრთათვის და სამართალთა სამეფუფოთა, რათა უსჯიდეს ობოლთა და ქვრივთა... და რათა არა მისდრეკდეს სასწორსა სამართლისასა დიდისა, ვანა მცირისა და რათა უმეტეს ყოვლისა წყალობაი შეიტკბოს“ [2].

ცხადია, ასეთი მოთხოვნის წამოყენება შეეძლო მხოლოდ თავის დროისათვის დიდად განათლებულ და პროგრესულ იურისტს.

არსენ იყალთოელს (XI საუკუნის დასასრული და XII საუკუნის დასაწყისი) მიუღია დიდი განათლება კონსტანტინეპოლში კონსტანტინე მონომაქის მიერ დაარსებულ მანგანის აკადემიაში, სადაც ასწავლიდნენ მიქაელ ფსელოსი და იოანე ნომოფილაქსი. „მხოლოდ მიქაელ ფსელოსისა და იოანე ნომოფილაქსის მიერ, — ამბობს აკადემიკოსი კორნელი კეკელიძე, — მანგანია აკადემიაში შექმნილსა და განმტკიცებულ ტრადიციებს შეეძლო აღეზარდა არსენ იყალთოელის პიროვნებაში ის ფილოსოფოსი და იურისტი, რომელიც გამოსჭვივის უკანასკნელის ფილოსოფიურ-იურიდიულ ნათარგმნ თხზულებებში და მის მიერ, გადმოცემით, დაფუძნებულ იყალთოს აკადემიაში“ [3]. 1114 წელს არსენს გელათში ყოფნისას უთარგმნია „დიდი სჯულის კანონი“.

რაც შეეხება იოანე იტალის აღზრდილის, სამშობლოში დევნილი იოანე პეტრიწის ფილოსოფიურ შრომებს, ისინი წარსულში ქართული მეცნიერების დულაბს, დღეს კი ჩვენში ღრმა ფილოსოფიური აზროვნების დიდი ტრადიციის არსებობის შესანიშნავ დამამტკიცებელ საბუთს წარმოადგენენ. იოანე პეტრიწის შრომები შავთელის, ჩახრუხაძის, შოთა რუსთაველისა და სხვა განათლებულ ქართველი მოღვაწეების ფილოსოფიის შესწავლის წყარო და ღრმა აზროვნების გამოკვერვის სამკედლოა.

ფეოდალურმა საქართველომ ისევე „დააფასა“ იოანე პეტრიწონელი, როგორც მისი აღმზრდელი იტალი ფეოდალურმა ბიზანტიამ: იოანე იტალი, უძველესი მებრძოლი პროგრესული იდეებისათვის, კონსტანტინეპოლში სოფიის დიდ ტაძარში ანათემას მისცეს. ზემოთ არასრულად დახასიათებულმა პირობებმა წარმოშვა შოთას სამართლებრივი ნააზრევი.

შოთას „ვეფხისტყაოსანში“ სამართლებრივი ინსტიტუტის ამსახველი მეორე აფორიზმია:

„მიეც გლახაკთა საკურკლე, ათავისუფლე მონები“.

შოთა რუსთაველის ამ შესანიშნავი აფორიზმის შესახებ ლიტერატურაში სხვადასხვა აზრია გამოთქმული. უმრავლესობა ქვემოთ მოყვანილ აფორიზმს თავის დროისათვის პროგრესულ მოვლენად თვლის:

„მაქვს საქონელი ურიცხვი, ვერვისგან ანაწონები, მიეც გლახაკთა საქურტლე, ათავისუფლე მონები, შენ დაამდიდრე ყოველი, ობოლი, არას მქონები მიღწიან, მომიგონებენ, დამლოცვენ, მოვეგონები“.

ინტროინდელი ცხოვრების გენიალურმა მესაიდუმლემ იგრძნო, რომ მის ეპოქაში არასამქონებნი თავისუფალი ვერ იქნებოდნენ და ამიტომაც მოითხოვა არასამქონეთა „დამდიდრება“ და გააზატება, ე. ი. განათავისუფლება. თითქოს შოთა ოცნებობს ისეთ საზოგადოებაზე, სადაც ადამიანთა დაყოფა მქონებლებად და არამქონებლებად არ იქნება, რადგან იგი თავისი ეპოქის მაგალითზე შესანიშნავად ხედავდა, რომ კლასობრივ საზოგადოებაში ადამიანთა დამორჩილება სხვა ადამიანთა მიერ დამოკიდებული იყო ქონებრივი იერარქიული კიბისაგან და პოეტს ეგონა, რომ, თუ დაიმსხვრეოდა ეს იერარქიული კიბე, მაშინ შესაძლებელი იქნებოდა ქვეყნად, რომ „შიგან მათთა საბრძანისთა თხა და მგელი ერთად ძოვდეს“.

შოთა რუსთაველი ადამიანს გონიერ არსებად თვლის. მისი არსებობის აუცილებელ პირობად მიიჩნევს თავისუფლებას, ამიტომ მოითხოვს მონათა განათავისუფლებას.

სწორედ ამიტომ, როდესაც დაიწერება ადამიანის უფლების განვითარების ისტორია, უფლების, როგორც თავისუფლების აუცილებელი წინამძღვრისა, შოთა რუსთაველს კაცობრიობის უფლებრივი პროგრესის ისტორიაში ერთ-ერთი საპატიო და სანიმუშო ადგილი მიეკუთვნება.

მესამე სამართლებრივი აფორიზმია:

„ლეკვი ლომისა სწორია, ძუ იყოს თუნდა ხვალია“.

„ვეფხისტყაოსნის“ მეცნიერულმა კვლევა-ძიებამ, ასევე შოთას განთქმულმა აფორიზმმა „ლეკვი ლომისა სწორია, ძუ იყოს თუნდა ხვალია“, პირველად აკადემიკოს ნიკო მარის შრომებში პოვა ასახვა. აკადემიკოსი ნ. მარი იყო ერთ-ერთი პირველ მკვლევართაგანი ზემოთ მოყვანილი აფორიზმისა და ბევრი საყურადღებო მასალა მოაგროვა მისი მეცნიერული შესწავლისათვის, მაგრამ, სამწუხაროდ, დასკვნა გამოიტანა იმ აზრის საწინააღმდეგო, რაც შოთა რუსთაველმა და აღმოსავლეთის პოეზიამ ჩააქსოვეს ამგვარ პროგრესულ თქმებში.

მართლაცდა შოთამ არა მარტო გამოთქვა სურვილი ქალთა და მამაკაცთა გათანაბრებისა, არამედ პრაქტიკულად გაატარა კიდევაც თავის მიერ შექმნილ „ვეფხისტყაოსნის“ სამყაროში ქალთა ემანსიპაციის პროგრესული და შოთას დროისათვის მეტად პროგრესული მოთხოვნა: ტარიელი და ნესტან-დარეჯანი ერთნაირ სიმაღლეზე დგანან როგორც გონებრივად, ისევე მორალურად და მიტ უმეტეს უფლებრივად.

ანტიკურსა და შუა საუკუნეების დასავლეთის ემანსიპაციის საკითხი არ დაუყენებია საზოგადოების წინაშე. ანტიკური საბერძნეთის საუკეთესო ადამიანებიც ვერ ამალდნენ ქალთა უფლებრივ საკითხში თავისი დროის სოციალურ რეალობაზე მალლა. თვით სოკრატე ქალებს მხოლოდ სახლის კუთვნილებად თვლიდა. პლატონი თავის რესპუბლიკაში მოითხოვდა „ცოლების



განსაზოგადოებას“, დასაშვებად მიიჩნდა ქალებისა და კაცების თანაბარი აღზრდა, მაგრამ ქალს მეტად უხეში სიტყვებით ამკობდა. არისტოტელე ქალს „ბუნების შეცდომად“ თვლიდა და ქალსა და მონას ერთ სიბრტყეზე აყენებდა. დემოსთენესათვის ქალები წარმოადგენდნენ უხეშ სიამოვნებათა დაკმაყოფილების ობიექტებს, თვით ცოლების დანიშნულებაც მისთვის მხოლოდ გვარის გაგრძელებით და სახლების (ოჯახის) დაცვით ამოიწურებოდა. ქსენოფონტე ქალის საუკეთესო სამკაულად სიჩუმეს მიიჩნევდა. ყველასათვის გასაგებია, რომ შოთა ასეთ წყაროზე დამყარებით ვერ შეიძმუშავებდა თავის შეხედულებას ქალთა ემანსიპაციის შესახებ.

არც რომი იჩენდა ქალთა მიმართ დიდ ჰუმანურობას და რომაელ ქალს იმდენად სცემდა პატივს, რამდენადაც სახელმწიფოსათვის საჭირო იყვნენ მისი შვილები. რომაელებს არ ავიწყდებოდათ, რომ „კორნელია მხოლოდ დედა იყო გრაქებისა“.

ათინაში ქალებისათვის ექიმობის ამკრძალავი კანონი მას შემდეგ გაუქმდა, როდესაც აგნოდიკამ, მამაკაცის ტანისამოსში გამოწყობილმა, ბრწყინვალე გამარჯვებას მიიღწია მედიცინის დაუფლებაში და მხოლოდ მის შემდეგ გაუმეღაფნა ათინელებს თავისი ქალობა.

არც ეკლესია ჩამორჩებოდა თავის დროს ქალთა უფლებრივი მდგომარეობის უგულვებელყოფაში. შუა საუკუნეებში ეკლესიის მსახურთა კრებამ კატეგორიულად დასვა ასეთი საკითხიც კი: ადამიანი თუ არა საერთოდ ქალი? ადამიანად მიიჩნის ქალი მხოლოდ იმ არგუმენტით, რომ სახარებაში ქრისტე იწოდებოდა ადამიანის შვილად, ქრისტე შობა ღვთისმშობელმა — ქალმა, ე. ი. „ქალი ყოფილა ადამიანი“.

მხოლოდ ნეოპლატონიზმმა მოგვცა სახე კეთილშობილი ჰიპატიისა, ალექსანდრიელი ფილოსოფოსი ქალისა, რომელიც მოღვაწეობდა IV საუკუნის დამლევს და V საუკუნის დასაწყისში. ჰიპატია 415 წელს მოკლეს ქრისტიანებმა. ჰიპატიის კალამს ეკუთვნოდა მათემატიკური შრომებიც, რომელთაც ჩვენამდე არ მოუღწევიათ.

მეცნიერების ასპარეზზე ქალთა აღზევება დასავლეთში რენესანსის ეპოქას ემთხვევა. XIII საუკუნეში ბოლონის უნივერსიტეტში რომის სამართლის ლექციებს კითხულობდა თავის დროისათვის ცნობილი მეცნიერი ქალი ბიტიზია გოცადინი. იმავე ბოლონიაში, ხან კი პადუაში, XIV საუკუნეში კანონიკურ სამართალს ასწავლიდა ნოკელა დ'აულდრეა (გარდაიცვალა 1366 წელს), ცნობილი თავის კოლეგებს შორის როგორც „სარკე და კაშკაშა ჩირაღდანი იურისპრუდენციისა“.

ქალთა ემანსიპაციის მტკიცე მოთხოვნა საფრანგეთის ბურჟუაზიულმა რევოლუციამ წამოაყენა. როგორც კი დაიწერა ოლიმპია დე გევის მიერ „ადამიანის უფლებათა დეკლარაცია“, მასვე მოჰყვა „ქალის უფლებათა დეკლარაციის“ შექმნა. მაგრამ გამარჯვებულმა ბურჟუაზიამ თავისი პროგრესული მოთხოვნა დაივიწყა და ქალთა ემანსიპაციის, საზოგადოებისათვის უმნიშვნელოვანესი საკითხის განხორციელება 1830 წლის ივლისის რევოლუციის დროს თვით ტერმინის „ემანსიპაციის“ შექმნით ამოწურა.



საერთოდ ქალისადმი პატივისცემის გამოხატვა ქართული ლიტერატურისათვის უცხო არ არის. შოთასათვის ცნობილი იქნებოდა V საუკუნის ქართული ლიტერატურის ძეგლში ასახული სახე ქრისტიანი ქალის შუშანიკისა, რომელიც დღესაც პრინციპულობის, სულიერი სიძლიერისა და საუკეთესო ნებძოლის მაგალითია. შოთასათვის არც თამარისდროინდელი გავლენიანი მანდილოსნების ხემაქ ცოქალისა და კრავაი ჯაყელის სახელმწიფოებრივი მოღვაწეობა იქნებოდა უცნობი და თვით თამარი ხომ შოთასათვის შთაგონების წყარო იყო თავისი გონებით, გამჭვირახობით, სათნოებით და სილამაზით „მომცემი აღმაფრენათა“. შოთასათვის ისიც იქნებოდა ცნობილი, რომ ქართული ქრისტიანული ლიტერატურა ქართველთა განმანათლებელ ნინოს ძულუმს ადარებდა და ნინო თავის მრევლს ასწავლიდა, თითქოს მას ეუწყა „არა მამაკაცები, არცა დედაკაცები, არამედ ყოველნი ერთ ხართ“.ო. ქართველი ქრისტიანი მწერლები ნინოს მოღვაწეობით ასაბუთებდნენ ქალისადმი პატივისცემის აუცილებლობას [4].

შოთა რუსთაველმა ქალთა უფლებრივი მდგომარეობის განსაზღვრის დროსაც ერთ-ერთმა პირველთაგანმა წამოაყენა ზოგადსაკაცობრიო მოთხოვნა—ქალთა ემანსიპაცია, მამაკაცთან ერთად ქალის სრულ უფლებაუნარიან და ქმედობაუნარიან სუბიექტად აღიარება რუსთაველს სამართლის თვალსაზრისით უდიდეს მოაზროვნეთა რიგებში აყენებს. ამ საკითხშიც იგრძნობა შოთას აზრის სიღრმე, სიძლიერე და პროგრესულობა.

შოთა რუსთაველის „ვეფხისტყაოსანში“ მიმოხეულია იმდროინდელი ქართული სამართლებრივი ტერმინები, რომელთა შორის ზოგიერთი დღესაც ხმარებაშია.

„სამართალი“, „სარჩელი“ „გასამართლება“, „ხანდაზმულობა“, „დასჯელი“, „მოსამართლე“, „მოლარე“, „სარჩლობა“, „გაბრჭობა“ (ე. ი. გასამართლება), „მოწმე“, „აზატება“ (განთავისუფლების მნიშვნელობით), „სასჯელი“, „ბადრაგა“ და „დარაჯა“, „აჯა“ (ე. ი. თხოვნა, საჩივარი), „ბჭე“ (ე. ი. მსაჯული), „განზრახვა“, „გამომართლება“ (ე. ი. გამართლება), „დაწამება“ (ე. ი. დაბრალება), „დაწბილება“ (ე. ი. გაწბილება, შერცხვენა, როგორც სასჯელის ერთ-ერთი სახე), „პატიმარი“, „პატრონი“, „მონა“, „ყმა“ „უმეკიდრო“ (ე. ი. უმემკვიდრო ან არასმქონე) „უმართლე“ (ე. ი. უმართლესი) და სხვ. შოთასათვის ცნობილია წერილობითი საბუთიც, რაც ჩანს შემდეგი სიტყვებიდან: „ამა წიგნმა გამამართლოს“.

სასამართლოს პროცესი, მართალია, პირდაპირ არ არის მითითებული „ვეფხისტყაოსანში“, მაგრამ მას აღნიშნავენ პოეტი ტერმინების „გაბრჭობის“ ან „სარჩლობის“ მეშვეობით და ამბობს: „შაბაშ მართლისა ბრჭობასა“ო.

შოთა რუსთაველი იმდროინდელი საქართველოს სახელმწიფოებრივ წყობილებასაც კარგად იცნობდა. პოეტი არაერთხელ ახსენებს მაშინდელი საქართველოს უმაღლეს სახელმწიფოებრივ ორგანოს „დარბაზს“ და დარბაზისა და დარბაზობის მრავალ ფუნქციას ჩამოთვლის.

შოთას დროს ქართული სამართლის ლიტერატურაში ტერმინი „დარბაისელი“ ან ფორმით ჯერ კიდევ ჩამოყალიბებული არ ყოფილა, პოეტი ამ ტერმინის წარმომშობ ფორმას ხმარობს „დარბაისის ერნის“ სახით.

შოთა რუსთაველი ფეოდალური სახელმწიფოებრივი წყობილების ერთ-ერთ ინსტიტუტს, ე. წ. „ჯდომის წესსაც“ იცნობს და საჭიროების შემთხვევაში იცავს კიდევაც ამ წესის შესრულებას თავის პოემაში.

ქცევის წესის, როგორც სამართლის ნორმის შინაარსის, შესახებ შოთა რუსთაველი ორ განსხვავებულ ტერმინს ხმარობს („ქცევა-ზმა“ და „ქცევა-ქმნა“).

შოთა რუსთაველი ადვოკატურის ინსტიტუტსაც იცნობს და ადვოკატს „ვაქილს“, ხოლო დაცვას „ვაქილობას“ უწოდებს: ვაქაქილენითო — ამბობს პოეტი. ამ ტერმინით აღნიშნული უნდა იყოს დაცვის პროცესი.

რუსთაველი თავის დროის სახელმწიფოებრივი მოღვაწეობის პათოლოგიასაც კარგად იცნობდა. ასეთთა შორის აღსანიშნავია ქრთამის ინსტიტუტი. ქრთამს შოთა სამ სტროფში ახსენებს, რომელთაგან ერთ-ერთში განსაკუთრებით საინტერესოდ, მიატერულად გამოკვეთილია უძველესი სიბოროტის — ქრთამის — მნიშვნელობა.

„ქრთამსა სთხვს და ამხანაგობს, თუცა ცრემლსა ვერ იწურვებს;

მიკვირს, რად სცალს წყლიანობად, რად არ გულსა შეიურვებს!

ვინ არ მისცემს ქადებულსა, მოურავსა მოიმღღრვებს;

თქმულა: „ქრთამი საურავსა ჯოჯოხეთსცა დაიურვებს“.

შოთა რუსთაველი თავისი პოემის ასიოდე სტროფში გვაძლევს სამართლის ამა თუ იმ ინსტიტუტის აღწერას. აღნიშნულიც კმარა იმის დასამტკიცებლად, რომ შოთამ მშვენივრად იცოდა თავის დროის სახელმწიფოებრივი წყობილება, სამართლებრივი ინსტიტუტები და მით რეგულირებული სოციალური ურთიერთობანი. ყოველივე ეს ამტკიცებს, რომ შოთა რუსთაველი საერთოდ სამეფო კართან, სახელმწიფოებრივ მართვა-გამგეობასთან და მართლმსაჯულების განხორციელებასთან ახლო იდგა. გოეთეც ხომ შესანიშნავი ფინანსთა მინისტრი იყო. ჩვენი პოეტის მიერ „გოფხისტყაოსანში“ ასახული სახელმწიფოებრიობის და სამართლის ღრმა ცოდნა ამტკიცებს, რომ შოთა იმდროინდელი საქართველოს დიდი საზოგადო მოღვაწე იყო.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

შოთა რუსთაველის სახელობის

ქართული ლიტერატურის ინსტიტუტი

თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 15.9.1959)

დამოწმებული ლიტერატურა

1. И. Колер. Шекспир с точки зрения права. СПб, 1895, стр. 2.
2. ცხვრება და მოქმედება წმიდისა და ნეტარისა მამისა ჩუენისა გიორგი მთაწმინდელისა. ათონის ივერიის მონასტრის 1074 წ. ხელთნაწერი. საეკლესიო მუზეუმის გამოცემა, თბილისი, 1901, გვ. 321.
3. კ. ქეკელიძე. ქართული ლიტერატურის ისტორია, ტ. 1, თბილისი, 1951, გვ. 249.
4. ა. ბარამიძე. შოთა რუსთაველი, თბილისი, 1958, გვ. 98—99.

ლიტერატურათმცოდნეობა

ეთერ შარაშენიძე

ტიქსტოლოგიური შინიშვნები

(წარმოადგინა აკადემიის წევრ-კორესპონდენტმა ა. ბარამიძემ 9.7.1959)

ვაჟა-ფშაველას თხზულებათა აკადემიური გამოცემის მომზადების წინ, ვფიქრობთ, ურიგო არ იქნება თვალი გადავაველოთ მისი მოთხრობების პუბლიკაციის ისტორიას ავტორის სიცოცხლეში და ავტორისავე დამოკიდებულებას ამ საკითხისადმი.

1881 წლიდან ვაჟა-ფშაველას მოთხრობები ხშირად იბეჭდებოდა ქართულ პერიოდულ გამოცემებში („დროება“, „ივერია“, „ჭეჭილი“, „ნაკადული“, „სახალხო გაზეთი“, „სახალხო ფურცელი“, „ცნობის ფურცელი“, „მოამბე“, „კვალი“ და სხვ.). ამასთანავე ვაჟას მოთხრობები დროდადრო ცალკე წიგნებად ქვეყნდებოდა: „მოთხრობანი“ (1889), „შალვას ნანახი ხატი...“ (1896 წ.), „ამოდის, ნათღება“ და სხვა მოთხრობები (1898), „თხზულებანი“ (1899 წ.), „სამი საყმაწვილო ამბავი“ (1911 წ.).

ვაჟა-ფშაველას თხზულებათა პუბლიკაციის დროს მუდამ ყურადღების ცენტრში იყო ვაჟას ენის საკითხი.

ვაჟას ლექსებსა და პოემებში, ნაწილობრივ მოთხრობებშიც, უხვად არის ფშაური დიალექტისათვის დამახასიათებელი გამოთქმები.

ვაჟას მიერ დიალექტური ფორმების გამოყენებას სხვადასხვა რედაქტორ-გამომცემელი სხვადასხვა თვალსაზრისით უდგებოდა.

აღსანიშნავია ის გარემოება, რომ „ივერიის“ რედაქცია დიდ ანგარიშს უწყევდა ავტორის ენას, ფრთხილად და ფაქიზად ეპყრობოდა დიალექტურ გამოთქმებს და ტექსტში მხოლოდ კალმისმიერს ან კორექტურულ შეცდომებს ასწორებდა. „ივერიის“ ფურცლებზე დაბეჭდილ ვაჟას მოთხრობებში ხშირად ვხვდებით ფშაური დიალექტისათვის დამახასიათებელ ფორმებს, როგორცაა: მოჭრე ვნია, შავერ ცხლილი, თვალე მხი ჭქვილი, ნოყლა, და იმ ცხრა და სხვა მრავალი.

ცხადია, „ივერიის“ რედაქტორს, ილია ჭავჭავაძეს, კარგად ესმოდა დიალექტური ფორმების მნიშვნელობა სალიტერატურო ენის განვითარების საქმეში და ხელს უწყობდა ამ ფორმათა გამოვლინებას გაზეთის ფურცლებზე, კარგად ესმოდა ისიც, რომ ამ ფორმათა არსებობა ვაჟას ნაწერებში გამოწვეული იყო ნაწარმოებთა შინაარსით.



ვაჟა-ფშაველას მოთხოვნების ზოგი გამოცემა უშუალოდ არის გადმობეჭდილი „ივერიიდან“ („მოთხოვნანი“, 1899 წ.) და ძირითადად „ივერიის“ ტექსტს მიჰყვება. მასში ხშირად უცვლელად არის გამოვარებული ამა თუ იმ სიტყვის ივერიისეული ფორმა, მაგალითად:

„ზღარტები გულეურად იცინოდნენ“, „თავებს გაგინაყო“, „ცისაკე ამაებრუნა“, „მარტოდაა“, „ენიაზება“, „ზოგიერთა“ და სხვა მრავალი.

„ივერიისაგან“ განსხვავებით, საბავშვო ჟურნალების „ჯეჯილისა“ და „ნაკადულის“ რედაქციები უფრო გაბედულად ერიოდნენ ავტორისეულ ტექსტში და ხშირად შეჰქონდათ მასში სხვადასხვა ხასიათის შესწორებანი, მაგალითად: დ ა ი მ ც ხ ვ რ ა-ს ნაცვლად ბეჰდავდნენ დ ა ი მ ს ხ ვ რ ა-ს; დ ა ე ო ბ ლ ა-ს ნაცვლად—დ ა ე ო ბ ლ ე ბ ი ნ ა-ს; გ უ ლ ე უ რ ა დ-ს ნაცვლად—გ უ ლ ი ა ნ ა დ.

ბავშვებისათვის განკუთვნილ ჟურნალებში შეიძლებოდა ასეთი შესწორებანი დიდ შეცოდებად არ მიგვეჩნია, მაგრამ სწორედ გაუგებარი იყო, როცა ვაჟასეულ ტექსტებს ასწორებდა ზოგიერთი გამოცემელი. 1896 წლის გამოცემაში („შალვას ნანახი ხატი...“). არის: დ ი დ რ ო ნ ი-ს ნაცვლად დ ი დ ი, ი ყ ვ ნ ე თ ო-ს ნაცვლად ი ყ ო თ ო, ს ი ა თ ა-ს ნაცვლად თ ო ფ ი, გ ი ნ ა-ხ ა ვ ს ნაცვლად მ ი ნ ა ხ ა ვ ს.

1899 წლის გამოცემაში („თხზულებანი“) არის: ჰ გ ვ ა ნ დ ა-ს ნაცვლად ჰ გ ა ვ დ ა, ც ი ს ა კ ე-ს ნაცვლად ც ი ს ა კ ე ნ, ა მ ა ე ბ რ უ ნ ა-ს ნაცვლად ა მ ო ე ბ რ უ ნ ე ბ ი ნ ა.

დიალექტური ფორმების სწორებას ვაჟას ნაწერებში შემთხვევითი ხასიათი არ ჰქონია. პეტრე მირიანაშვილის წერილი „საერო ენა და სათემო კილო“, რომელიც 1888 წელს გამოქვეყნდა, წარმოადგენდა თეორიულ დასაბუთებას იმისას, რასაც შემდეგ ჩვენი რედაქტორები პრაქტიკულად ახორციელებდნენ ვაჟას ენის მიმართ. წერილის ავტორი უსაყვედურებდა ვაჟა-ფშაველას დიალექტური ფორმების შემოტანას: ამან არია ენის ტაძარიო.

ვაჟას შემოქმედებაში ხშირად გამოყენებული დიალექტური ფორმები არ მოსწონდა აკაკი წერეთელსაც. მსცოვანი პოეტი პირდაპირ მიმართავს ვაჟას:

„ენას გიწუნებ, ფშაველო,
მგოსანო მალალ მთისაო,
თუმც კი გვითვისავ მარგალიტს,
შკითხველიც ამას მკისაო“.

კრიტიკოსთა შემოტევებს ვაჟა-ფშაველა დასაბუთებულად იგერიებდა. წერილში „მცირე შენიშვნა“ (პასუხად ბ-ნ პ. მირიანაშვილისა, ვაზ. „ივერია“, 1888, № 192) ვაჟა ხაზგასმით აღნიშნავდა, რომ „ახლანდელი ლიტერატურული ენა ახალია და სიახლის გამო ბევრს ფორმებს, ბევრს სიტყვებს მოკლებული არის, ყველა ეს ფორმები და სიტყვები ხალხშია დამარხული, ხალხი, ერი დედაა ენისა. იგი ჰბადებს და ჰზრდის ენას, როგორც დედა შვილს. ყოველი ეთნოგრაფი და საერო მწერალი მოვალეა ყველა საყურადღებო ხალხური სიტყვა

ან ფორმა გააცნოს ლიტერატურულს ენას, თუ იგი სიტყვა და ფორმა შეეფერება ენის ხასიათს, იმის ბუნებას“...

აკაკის ლექსს ვაქამ ლექსითვე გაცა პასუხი („სახალხო გაზეთი“, 1913, № 909) — „დაგვიანებული პასუხი მხცოვან პოეტ აკაკის“, სადაც ღიღი პოეტი აღნიშნავდა:

„მე არც ერთს კილას არ ვწუნობ,
თუა ქართველის გვარისა,
მოთაყვანე ვარ ყოვლისა,
იმათ ტკბილის და მწარისა.

...
ნუ შეგაშინებსთ, არ გავნებსთ.
მთიდან ყვირილი ხარისა“.

ვაქა უყურადღებოდ და უპასუხოდ არ ტოვებდა ტექსტში რედაქტორ-გამომცემელთა თვითნებურ ჩარევასაც. იგი დასაბუთებულად იცავს აგრეთვე ზოგ შემთხვევაში დიდილიტერატურული ფორმის ხმაირების აუცილებლობას.

„სახალხო ფურცელში“ (1915, № 288) დაბეჭდილია ვაქას წერილი „ჩემი ნაწერები და კორექტურა“ (წერილი რედაქციასთან), სადაც ავტორი საყვედურით მიმართავს გამომცემლებს ზოგიერთი თვითნებური სწორების გამო, რაც იწვევს ამა თუ იმ ნაწარმოების აზრისა და მხატვრული სახის გაბუნდოვანებას. იგი განსაკუთრებულ ყურადღებას აქცევს „თხზულებებს“: „მეორე გამოცემის კორექტურა უსათუოდ მე უნდა ვიკისრო, — წერს ვაქა, — რათა ავიცილიო თავიდან და ჩემს ნაწერებსაც ავაცილიო... გულის ასაძღვრევი შეცდომანი...“

განსაკუთრებით აღსანიშნავია ვაქა-ფშაველას პირადი წერილი ქურნალეზის „კვალის“ და „ჯეჯილის“ ერთ-ერთი რედაქტორის — ანასტასია თუმანიშვილი-წერეთლის მიმართ [1]. აი, რას სწერს ვაქა „ჯეჯილის“ რედაქტორს:

„გიგზავნიო ამ მასალას: ზოგს „კვალში“ დასაბეჭდად და სხვასაც „ჯეჯილში“. ერთსა გთხოვო, კორექტურას გაუფრთხილიო... ამასთან გთხოვო უმორჩილესად ბ გ ე რ ა „პ“ და ი ც ვ ა თ ჩ ე მ ს ნ ა წ ე რ ე ბ შ ი ი ს ე, რ ო გ ო რ ც მ ე ვ ხ მ ა რ ო ბ...“ (ხაზი ჩვენია—ე. შ.).

ახალ მეცნიერულ გამოცემაში უზრუნველყოფილ უნდა იქნეს ვაქას ენის სიზუსტის დაცვა.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია
შოთა რუსთაველის სახელობის
ქართული ლიტერატურის
ინსტიტუტი
თბილისი

(რედაქციას მოუვიდა 9.7.1959)

დავოწმებული ლიტერატურა

1. მ. დუდუჩავა. მასალები ქართული ლიტერატურის ისტორიისათვის. ჟურნალი „დროშა“, № 19—20, 1933, გვ. 22—23.

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

ზემოწერილია დასაბუქდად 20.2.1960; შუკვ. № 3; ანაწყოების ზომა 7×11;
ქალაქის ზომა 70×108; სააღრიცხვო-საგამომც. ფურცლების რაოდენობა 9,4;
ნაბეჭდი ფურცლების რაოდენობა 10,96; უე 00626; ტირაჟი 200

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

დებულება „საბარტემალოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მრავლის“ შესახებ

1. „მოამბეში“ იბეჭდება საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მეცნიერა მუშაკებისა და სხვა მეცნიერთა წერილები, რომლებშიც მოკლედ გადმოცემულია მათი გამოკვლევების ძირითადი შედეგები.
2. „მოამბეს“ ხელმძღვანელს სარედაქციო კონსულტირება, რომელსაც ირჩევს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საერთო კრება.
3. „მოამბე“ გამოდის ყოველთვიურად (თვის ბოლოს), ცალკე ნაკვეთებად, დაახლოებით მზებლური თაბახის მოცულობით თითოეული. ყოველი ნახევარი წლის ნაკვეთები (სულ 6 ნაკვეთი) შეადგენს ერთ ტომს.
4. წერილები იბეჭდება ქართულ ენაზე, იგივე წერილები იბეჭდება რუსულ ენაზე პარალელურ გამოცემაში.
5. წერილის მოცულობა, ილუსტრაციების ჩათვლით, არ უნდა აღემატებოდეს 8 გვერდს; არ შეიძლება წერილების დაყოფა ნაწილებად სხვადასხვა ნაკვეთში გამოსაქვეყნებლად.
6. მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსებისა და წევრი-კორესპონდენტების წერილები უშუალოდ გადაეცემა დასაბეჭდად „მოამბის“ რედაქციას; სხვა ავტორების წერილები კი იბეჭდება მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის ან წევრი-კორესპონდენტის წარმოდგენით. წარმოდგენის გარეშე შემოსულ წერილებს რედაქცია გადასცემს აკადემიის რომელიმე აკადემიკოსს ან წევრი-კორესპონდენტს განსახილველად და, მისი დადებითი შეფასების შემთხვევაში, წარმოსადგენად.
7. წერილები და ილუსტრაციები წარმოდგენილ უნდა იქნეს ავტორის მიერ ორ-ორ ცალკე თითოეულ ენაზე, სავსებით გამზადებული დასაბეჭდად. ფორმულები შეაფიოდ უნდა იყოს ტექსტში ჩაწერილი ხელით. წერილის დასაბეჭდად მიღების შემდეგ ტექსტში არავითარი შესწორებისა და დამატების შეტანა არ დაიშვება.
8. დამოწმებული ლიტერატურის შესახებ მონაცემები უნდა იყოს შეტლებსა და გვარად სრული: საჭიროა აღინიშნოს ავტორის სახელწოდება, ნომერი სერიისა, ტომისა, ნაკვეთისა, გამოცემის წელი, წერილის სრული სათაური; თუ დამოწმებულია წიგნი, სავალდებულოა წიგნის სრული სახელწოდების, გამოცემის წლისა და ადგილის მითითება.
9. დამოწმებული ლიტერატურის დასახელება წერილის ბოლოში ერთვის სისის სახით. ლიტერატურაზე მითითებისას ტექსტში ან შენიშვნებში ნაჩვენებია უნდა იქნეს ნომერი სისის მიხედვით, ჩასმული კვადრატულ ფრჩხილებში.
10. წერილის ტექსტის ბოლოს ავტორმა სათანადო ენებზე უნდა აღინიშნოს დასახელება და ადგილმდებარეობა დაწესებულებისა, სადაც შესრულებულია ნაშრომი. წერილი თარიღდება რედაქციაში შემოსვლის დღით.
11. ავტორს ეძლევა გვერდებზე შეტრული ერთი კორექტურა მკაცრად განსაზღვრული ვადით (ჩვეულებრივად, არა უმეტეს ორი დღისა). დადგენილი ვადისთვის კორექტურის წარმოდგენლობის შემთხვევაში რედაქციის 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. XXIV, № 2, 1960

Основное, грузинское издание