

მალხაზ მაყაშვილი

# შესავალი ქვევის მექანიზმებში

ფსიქოლოგიის სპეციალობის  
სტუდენტებისათვის



ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა  
თბილისი 2015

**შესავალი ქცევის მექანიზმებში**  
**ფსიქოლოგიის სპეციალობის სტუდენტებისათვის**  
მალხაზ მაცაშვილი

რედაქტორი: **თამარ აზმაიფარაშვილი**

კომპიუტერული  
უზრუნველყოფა: **ქეთევან ღონღაძე**

© 2015 მალხაზ მაცაშვილი  
© 2015 ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ISBN 978-9941-18-235-8

ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტის გამომცემლობა  
ქაქუცა ჩოლოყაშვილის 3/5, თბილისი, 0162, საქართველო

ILIA STATE UNIVERSITY PRESS  
3/5 Cholokashvili Ave, Tbilisi, 0162, Georgia

## სარჩევი

|   |     |
|---|-----|
| ანოტაცია .....  | 5   |
| შესავალი .....  | 7   |
| ნერვული სისტემა (ნეირონები და ნეიროგლია).....                 | 9   |
| ნერვული სისტემა (თავის ტვინი, ზურგის ტვინი, ნერვები).....     | 22  |
| ქვევაში ნერვული სისტემის როლის შესწავლის მეთოდები .....       | 37  |
| ენდოკრინული სისტემა. ქვევაში მისი როლის შესწავლის მეთოდები .. | 54  |
| აღჭმა.....  | 63  |
| ყურადღება .....   | 81  |
| მოძრაობის ორგანიზაცია.....                                    | 91  |
| ემოციები.....   | 105 |
| სქესი და სქესობრივი ქვევის მემანიზმი .....                    | 124 |
| სოციალური ქვევა .....   | 136 |
| ქვევა და გენები .....   | 151 |
| დასწავლა .....  | 159 |
| მეტყველება .....  | 173 |
| მეხსიერება .....  | 181 |
| მონაცემების საწყისი მათემატიკური დამუშავება, ტესტები .....    | 193 |
| დამატება.....   | 205 |
| ძირითადი ტერმინების ლექსიკონი.....                            | 213 |
| გამოყენებული ლიტერატურის სია.....                             | 221 |



## ანოტაცია

სახელმძღვანელო განკუთვნილია ფსიქოლოგიის სპეციალობის სტუდენტებისათვის. სახელმძღვანელო ეხება ნერვულ, ენდოკრინულ და გენეტიკურ მექანიზმებს, რომლებიც საფუძვლად უდევს ფსიქიკურ პროცესებს: აღქმას, ყურადღების ორგანიზაციას, მოძრაობის ორგანიზაციას, ემოციებს, დასწავლას, მესხიერებას, მეტყველებას. აღნიშნული პროცესები განხილულია ქცევასთან დაკავშირებით.

იმისათვის, რომ ფსიქიკურ პროცესებთან უშუალოდ დაკავშირებული ტექსტი სტუდენტისთვის გასაგები იყოს, აუცილებელია ნერვული და ენდოკრინული სისტემების ზოგადი აგებულების და ფუნქციის ცოდნა. ამიტომ სახელმძღვანელოს საწყისი ნაწილი ამ საკითხს ეხება. ამავდროულად, სტუდენტს დასჭირდება გაიხსენოს ზოგი რამ ბიოლოგიიდან, მაგალითად, სიცოცხლის კრიტერიუმები, უჯრედული აგებულება, ნივთიერებათა ტრანსპორტი, მესინჯერები და რეცეპტორები, გენები და სხვ. აღნიშნული საკითხები სახელმძღვანელოში მოცემულია დამატების სახით. სტუდენტს ვურჩევთ გადახედოს დამატებას სანამ სახელმძღვანელოს ძირითადი ტექსტის კითხვას შეუდგება.

სახელმძღვანელოში აღწერილია ექსპერიმენტული მონაცემების საწყისი მათემატიკური დამუშავების ხერხები და მოცემულია, აგრეთვე, იმ ფსიქოლოგიური ტესტების აღწერილობა, რომლებიც სტუდენტს შეუძლია გამოიყენოს სასწავლო მიზნით კვლევის ჩასატარებლად.

სახელმძღვანელოს ცალკეულ განყოფილებებში განთავსებულია ქართველი მეცნიერების წერილები ფიზიოლოგიის და მედიცინის კონკრეტული საკითხების შესახებ. დიდ მადლობას ვუხდით პროფესორებს ბესარიონ ნანობაშვილს, არჩილ კეზელს, რევაზ სოლომონიას და ბაკურ კოტეტიშვილს ამ საქმეში დახმარებისათვის.

სახელმძღვანელოში სტუდენტებს ვთავაზობთ დავალებებს: განმარტოს აღწერილ კლინიკურ შემთხვევებში სიმპტომების წარმომავლობა, დაამტკიცოს საკუთარი მოსაზრება ტექსტში მოყვანილი ფაქტებიდან, ან მოძიებული ლიტერატურიდან გამოდინარე, ჩაატაროს გარკვეული ფიზიოლოგიური/ფსიქოლოგიური ფენომენის მარტივი კვლევა, განმარტოს ამა თუ იმ მედიკამენტის მოქმედების ბუნება და სხვა.

ტექსტის საფუძვლად აღებული მონოგრაფიების და სამეცნიერო სტატიების სრული ბიბლიოგრაფიული მონაცემი მოცემულია გამოყენებული ლიტერატურის სიაში. თუ ნაშრომი მითითებულია მხოლოდ საიტის საშუალებით, საიტის მისამართი მოყვანილია უშუალოდ ტექსტში.

ილუსტრაციებში ზოგიერთი წარწერა ინგლისურ და/ან ლათინურ ენაზეა, რადგან უცხოენოვანი ტერმინების ცოდნა სტუდენტისათვის აუცილებლად მიგვაჩნია. იგივე ტერმინები ტექსტში ქართულ ენაზეა მოცემული.

სახელმძღვანელოს ახლავს ძირითადი ტერმინების ლექსიკონი, ქართული ტერმინებით და მათი იმ ინგლისური და ლათინური შესატყვისებით, რომლებიც გამოიყენება სამეცნიერო ლიტერატურაში.

დიდი მადლობა პროფესორებს დოდო ბარამიძეს, რუსუდან მხეიძეს, მანანა ვარაზაშვილს, ქეთევან კუპატაძეს, ბაკურ კოტეტიშვილს, არჩილ კეზელს, ბესარიონ ნანობაშვილს, სახელმძღვანელოს შინაარსის კრიტიკული განხილვისათვის.

# შესავალი

ქცევის მექანიზმი მარტივად შეგვიძლია წარმოვიდგინოთ რეფლექსის მოდელის სახით. ორგანიზმზე მოქმედი გამლიზიანებელი, მაგალითად ცეცხლის სიმბურვალის კიდურზე ზემოქმედება, იწვევს აგზნებას, რომელიც გადაეცემა ნერვულ სისტემას. ნერვული სისტემა, თავის მხრივ, აღძრავს საპასუხო რეაქციას, კიდურის გაწევას ცეცხლისაგან. მოდელი გულისხმობს ქცევის სამ კომპონენტს: ტვინში შემავალ ინფორმაციას, თავის ტვინში აღძრულ პროცესს და საპასუხო რეაქციას.

მაგრამ ქცევა გაცილებით უფრო რთულია, ვიდრე ზემოთ აღწერილი მოდელი.

როდესაც შევისწავლით კონკრეტულ ქცევას, მაგალითად გამრავლებისათვის მზად მყოფი მამრი ფრინველის გალობას, ჩვეულებრივ წამოიჭრება კითხვა: რა უბიძგებს ამ ცხოველს გალობისადმი? ტინბერგენის მიხედვით (Tinbergen N., 1951) ეს შეიძლება იყოს: 1. ქცევის უშუალო მიზეზი (მექანიზმი), 2. განვითარება, 3. ევოლუცია და 4. ადაპტური ფუნქცია

1. უშუალო მიზეზი ის ენდოკრინული, ნერვული და გენეტიკური მექანიზმებია, რომლებიც საფუძვლად უდევს ქცევას: ფრინველი იწყებს გალობას როდესაც მის სისხლში მატულობს მამრობითი სასქესო ჰორმონის რაოდენობა და აქტიურდება თავის ტვინის გარკვეული უბნები, რომლებიც გალობაზე პასუხისმგებელი.

2. განვითარება გულისხმობს ცვლილებას, რომელსაც ორგანიზმი განიცდის ინდივიდუალური განვითარების პროცესში: ფრინველის გალობის ახსნა გულისხმობს, რომ ფრინველმა მიაღწია განვითარების გარკვეულ სტადიას, როდესაც ის მომწიფდა სქესობრივად და აგრეთვე, მოხდა სახმო აპარატის და გალობაზე პასუხისმგებელი ნერვული სტრუქტურების სრულყოფა.

3. ევოლუციურ მიდგომას აინტერესებს როგორ ვლინდება ქცევა მონათესავე სახეობებში, როგორ ჩამოყალიბდა და ვითარდებოდა ეს ქცევა სახეობის ევოლუციური განვითარების პროცესში.

4. ადაპტური ფუნქცია გულისხმობს თუ რამდენად უწყობს ქცევა ხელს ორგანიზმის ადაპტაციას გარემოსთან და გამრავლებას. ამ თვალსაზრისით, მამრი ფრინველის გალობა არის ქცევა, რომელიც ხელს უწყობს მდედრის მოზიდვას და მამრისადაც გამრავლებას.

ჩამონათვალი შეიძლება გაერთიანდეს ორ პუნქტად: ქცევის წარმოქმნის **უშუალო მიზეზი** და ქცევის **განვითარება**, რომელიც მოიცავს ბოლო 3 პუნქტს.

ქცევის ანალიზი ეფუძნება ორ მთავარ კითხვას. ვილსონის მიხედვით (Wilson E., 1975) ეს არის:

- **პროქსიმატული კაუზაცია** (პროქსიმატული – უახლოესი, უშუალო): როგორ ხდება ეს, რა არის ქცევის აღმძვრელი უშუალო მიზეზი?

- **ულტიმატური კაუზაცია** (ულტიმატური – მთავარი, ყველაზე მნიშვნელოვანი): რატომ ხდება ასე, რა მნიშვნელობა აქვს ამ ქცევას?

პროქსიმატული და ულტიმატური კაუზაცია ეხება როგორც ქცევის მექანიზმებს, ასევე ნებისმიერ სხვა ფსიქიკურ პროცესს, რომელიც სახელმძღვანელოშია განხილული.

კითხვების სწორად დასმა ძალიან მნიშვნელოვანია, რათა სტუდენტს „როგორ“ და „რატომ“ ერთმანეთში არ აერიოს: ხდება, რომ კითხვას „რატომ?“ სვამენ ქცევის მექანიზმთან დაკავშირებით, რაც შეცდომაა. „რატომ?“ გულისხმობს ქცევის განვითარებას, ხოლო „როგორ?“ ეხება ქცევის ნერვულ, ენდოკრინულ და გენეტიკურ მექანიზმს.

წინამდებარე სახელმძღვანელოში ძირითადად გაცემულია პასუხი კითხვაზე „როგორ?“ – ნაჩვენებია ის ნერვული, ენდოკრინული და გენეტიკური მექანიზმები, რომლებიც უშუალოდ განაპირობებენ ფსიქიკურ პროცესებს. ზოგიერთი ფენომენის განმარტებისას ულტიმატურ კაუზაციასაც მივმართავთ.

პასუხი კითხვაზე „რატომ?“ ეყრდნობა ევოლუციურ თეორიას. ძირითადი აქცენტი კეთდება სახეობის ევოლუციურ წარმატებულობაზე.

ჩარლზ დარვინისეული ტერმინი „**რეპროდუქციული წარმატება**“ გულისხმობს, რომ ადაპტირებული სახეობა წარმოშობს შთამომავლობას, რომელსაც გადასცემს საკუთარ გენებს, ამგვარად ამრავლებს თავის მსგავსებს და მაშასადამე, ინარჩუნებს ფიზიკურ არსებობას.

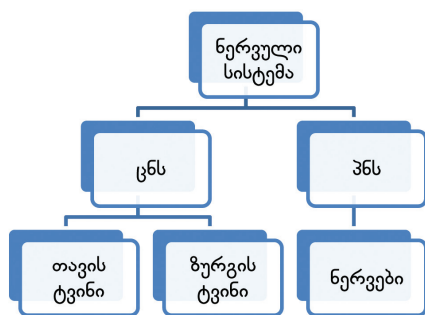
თუ გვაქვს მეცნიერულად დასაბუთებული პასუხი კითხვაზე „რატომ?“ ეს ნიშნავს, რომ გვაქვს მეცნიერული მონაცემები კონკრეტული ფსიქიკური პროცესის ადაპტურობის შესახებ.

ფსიქიკური პროცესები შეისწავლება ადამიანის და სხვა ცხოველების მაგალითზე. ტექსტში შეცდომა არ არის – „სხვა ცხოველების“, რადგან ბიოლოგიური თვალსაზრისით ჩვენ, ადამიანები მივეკუთვნებით ცხოველთა სამეფოს, ძუძუმწოვართა კლასს და პრიმატების რიგს, ამდენად სხვა ცხოველებთან საერთო ბევრი გვაქვს და ძირეული ნერვული, ენდოკრინული და გენეტიკური მექანიზმებიც მსგავსია.

მეცნიერულ ფაქტებს, რომლებზეც გვექნება საუბარი, არ აქვს ურყევობის პრეტენზია (ეს საერთოდ არ ახასიათებს მეცნიერებას). ეს მხოლოდ ცოდნაა, რომელიც დღეს გაგვარჩნია. მის საფუძველზე მომავალში გაჩნდება ახალი ცოდნა, რომელიც კიდევ უფრო დაგვაახლოვებს ფსიქიკის მექანიზმის ამოხსნასთან.

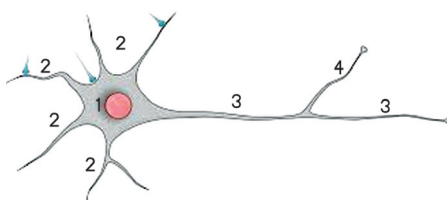
## ნერვული სისტემა (ნეირონები და ნეიროგლია)

ნერვული სისტემის ორგანოებია თავის ტვინი, ზურგის ტვინი და მათგან გამომავალი ნერვები (სურ. 1). თავის და ზურგის ტვინი ქმნის ცენტრალურ ნერვულ სისტემას (ცნს), ხოლო ნერვები პერიფერიულ ნერვულ სისტემას (პნს).

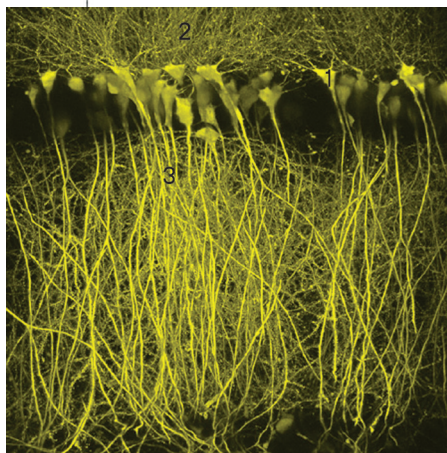


სურ. 1

ნერვული სისტემის ქსოვილს ქმნის ნეირონები და გლიური უჯრედები (ნეიროგლია).



ნეირონს (სურ. 2) აქვს სხეული – სომა (soma – 1) და გამონაზარდები – დენდრიტები (dendrites – 2) და აქსონი (axon – 3). აქსონს აქვს ხოლმე განშტოებები – კოლატერალები (4). სურათზე ნაჩვენებია ეგრეთწოდებული პირამიდული ნეირონები. სახელწოდება მათ სომის პირამიდული ფორმის გამო აქვთ მინიჭებული. ნეირონები განსხვავებული ფორმისაა და შესაბამისად ეწოდება პირამიდული, კალათისებრი, ვარსკვლავისებური. სხვა შემთხვევაში ნეირონების სახელწოდება უკავშირდება აღმოჩენის, აღმოჩენის სახელს, მაგალითად პურკინიეს, რენშოუს უჯრედები.



სურ. 2

ნეირონები დენდრიტების და აქსონების საშუალებით უკავშირდება ერთმანეთს, შეგრძნების ორგანოების რეცეპტორებს და აგრეთვე უჯრედებს სხვადასხვა ორგანოთა სისტემაში, მაგალითად კუნთების და ჯირკვლების უჯრედებს.

ფუნქციური კავშირი ნეირონებსა და მათ სამიზნე უჯრედებს შორის (სამიზნეა უჯრედი, რომელსაც კონკრეტული ნეირონი უკავშირდება), ხორციელდება ქიმიური მესინჯერების – ნეიროტრანსმიტერების საშუალებით. ისინი წარმოიქმნება ნეირონებში და ნეირონებიდანვე გამოიყოფა. ნეიროტრანსმიტერი მოქმედ-

დებს სამიზნე უჯრედზე და აღძრავს სამიზნე უჯრედის გარკვეული ტიპის რეაქციას.

სურათზე 3 ჩანს **სინაპსი** – ანატომიური კავშირი ნეირონსა და სამიზნე უჯრედს შორის. ნეირონის აქსონის დაბოლოებას ეწოდება **აქსონის ტერმინალი (A)**. აქსონის ტერმინალი კონტაქტშია სამიზნე უჯრედთან (B). მათ ერთმანეთისაგან მიჯნავს უჯრედშორისი სივრცე. ტერმინალში არსებული ნეიროტრანსმიტერი (1) დაგროვილია **ვეზიკულებში (2)**. ვეზიკულიდან ნეიროტრანსმიტერი გამოიყოფა **სინაპსურ ნაპრალში (3)**. აქ ნეიროტრანსმიტერი მოქმედებს სამიზნე უჯრედის **რეცეპტორებზე (4)**. სამიზნე უჯრედის პლაზმური მემბრანის მონაკვეთი, სა-



სურ. 3

დაც განლაგებულია ნეიროტრანსმიტერის რეცეპტორები, **პოსტსინაპსურია**. აქსონის ტერმინალის პლაზმური მემბრანის მონაკვეთი, რომელიც უშუალოდ კონტაქტშია პოსტსინაპსთან, **პრესინაპსურია**. სინაპსში, ნეირონების პლაზმური მემბრანაზე გვხვდება იონების არხები: კალციუმის, ქლორის, ნატრიუმის და კალიუმის იონების არხები, რომლებიც ატარებენ ამ იონებს უჯრედშორისი სივრციდან ნეირონში და პირიქით.

**პოსტსინაპსური რეცეპტორები** სამიზნე უჯრედის პოსტსინაპსზე არსებული სპეციალური ცილის მოლეკულებია, რომლებიც კონტაქტში შედის ნეიროტრანსმიტერთან. ამ კონტაქტის გარეშე, ნეიროტრანსმიტერის ეფექტი სამიზნე უჯრედზე არ განხორციელდება. კერძოდ, ნეიროტრანსმიტერი აქტივებს რეცეპტორს, რომელიც, თავის მხრივ, იწვევს გარკვეულ ცვლილებებს სამიზნე უჯრედში (მაგალითად, იწვევს ჯირკვლიდან ჰორმონის გამოყოფას), ან ცვლის სამიზნე ნეირონის პლაზმური მემბრანის განვლადობას იონების მიმართ. ნეიროტრანსმიტერი სინაპსურ ნაპრალში გამოიყოფა, თავის დანიშნულებას შეასრულებს და იშლება მარტივ მოლეკულებად. ზოგიერთი ნეიროტრანსმიტერი შეიწოვება ტერმინალში. ამ პროცესს **რეაბსორბციას**, ან კვლავ შეთვისებას (reuptake) უწოდებენ.

## მოსვენების პოტენციალი, დეპოლარიზაცია და მოქმედების პოტენციალი

ნეირონი, ისევე როგორც ყველა უჯრედი მრავალუჯრედიან ორგანიზმში, მოთავსებულია უჯრედგარე სითხეში. ამ სითხეში გვხვდება სხვადასხვა იონები, მათ შორის  $\text{Na}^+$  და  $\text{K}^+$  (ნატრიუმის იონები და კალიუმის იონები). ეს იონები გვხვდება ნეირონის შიგნითაც – უჯრედშიდა სითხეში. იონები დიფუზიის პროცესში გაივლიან პლაზმურ მემბრანაში, რომელიც გარს აკრავს ნეირონს. იონების ტრანსპორტი პლაზმური მემბრანის არხების გავლით ხდება. არხები ცილის მოლეკულებია. ისინი ხელს უწყობენ იონების დიფუზიას პლაზმურ მემბრანაში. თითოეულ იონს თავისი არხი აქვს.

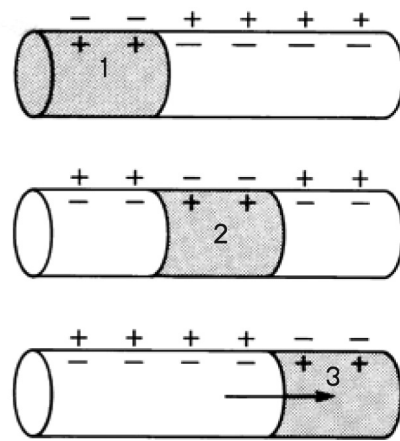
არხების თავისებურების გამო,  $\text{K}^+$ -ის ტრანსპორტი ნეირონიდან უჯრედგარე სითხეში უფრო ინტენსიურია, ვიდრე  $\text{Na}^+$ -ის ტრანსპორტი უჯრედგარე სითხიდან უჯრედში. როგორი ინტენსიობითაც არ უნდა ხდებოდეს ტრანსპორტი, პლაზმური მემბრანის გარე და შიდა ზედაპირზე იონების კონცენტრაცია დროთა განმავლობაში წესით უნდა გათანაბრდეს. მაგრამ ნეირონში მოქმედებს  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ის ტუმბო, რომელიც გარედან შემოსულ  $\text{Na}^+$ -ს გარეთ



განდევნის, ხოლო უჯრედიდან გასულ  $\text{K}^+$ -ს კვლავ უჯრედში დააბრუნებს. რადგან დადებითი იონების ტრანსპორტი პლაზმურ მემბრანაში უფრო ინტენსიურია უჯრედიდან გარეთ, პლაზმური მემბრანის გარე ზედაპირზე გროვდება მეტი დადებითი მუხტი, ვიდრე შიდა

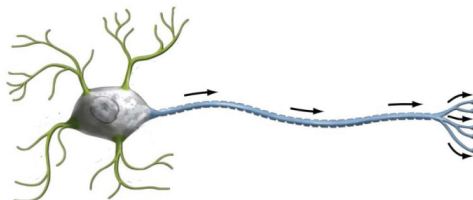
ზედაპირზე (სურ. 4). შეიძლება ვთქვათ, რომ ნეირონის პლაზმური მემბრანის შიდა ზედაპირი გარე ზედაპირთან შედარებით უარყოფითადაა დამუხტული. ამ მდგომარეობას ეწოდება ნეირონის მოსვენების პოტენციალი.

როდესაც სამიზნე ნეირონის პოსტსინაპსურ რეცეპტორებზე იმოქმედებს სხვა ნეირონის აქსონის ტერმინალიდან გამოყოფილი ნეიროტრანსმიტერი, იცვლება პოსტსინაპსური მემბრანის არხების განვლადობა. კერძოდ  $\text{Na}^+$ -ის არხები ფართოდ იღება და იწყებს ნეირონში  $\text{Na}^+$ -ის დიდი რაოდენობით შეშვებას. პოსტსინაპსურ მემბრანაში მდგომარეობა იცვლება: ახლა მეტი დადებითი მუხტია პოსტსინაპსური მემბრანის შიდა ზედაპირზე მემბრანის გარე ზედაპირთან შედარებით. ამ მდგომარეობას ეწოდება დეპოლარიზაცია (სურ. 5,1).



დეპოლარიზაცია ხდება ნეირონის მემბრანის იმ მონაკვეთში, სადაც მოქმედებს ნეიროტრანსმიტერი (1). მაგრამ დეპოლარიზაცია უკვე თავად გამოიწვევს პოსტსინაპსური მემბრანის მიმდებარე უბანში  $\text{Na}^+$ -ის არხების განვლადობის გაზრდას და დეპოლარიზაციას (2), ამ უბნის დეპოლარიზაცია იწვევს მომდევნო მონაკვეთის დეპოლარიზაციას (3) და ასე შემდეგ. დეპოლარიზაციის გავრცელების მდგომარეობა აღინიშნება როგორც **მოქმედების პოტენციალი (ნერვული იმპულსი)**. სურათზე ისარი უჩვენებს ნერვული იმპულსის მიმართულებას. ამ შემთხვევაში ამბობენ, რომ ნეირონი ამოქმედდა – აიგზნო.

ნერვული იმპულსი ვრცელდება აქსონში (სურ. 6) და მიაღწევს აქსონის ტერმინალს. ნერვული იმპულსის საპასუხოდ ტერმინალში გაიღება კალციუმის იონების გამტარი არხები.  $\text{Ca}^{++}$  უჯრედგარე სითხიდან შემოდის ტერმინალში და იწვევს ვეზიკულებიდან ნეიროტრანსმიტერის გამოყოფას სინაპსურ ნაპრალში. ნეიროტრანსმიტერი, როგორც უკვე ითქვა, მოქმედებს სამიზნე უჯრედის პოსტსინაპსურ რეცეპტორებზე, რაც იწვევს სამიზნე ნეირონის სათანადო რეაქციას, რის შესახებაც უკვე ვისაუბრეთ. ასე მყარდება ფუნქციური კავშირი ნეირონებს შორის.



სურ. 6

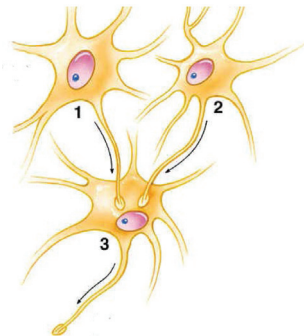
ნეიროტრანსმიტერის გამოყოფა არ არის ერთჯერადი პროცესი. ის ყოველთვის მოხდება, როდესაც ნეირონმა ზემოქმედება უნდა მოახდინოს სამიზნე უჯრედზე. ამიტომ დეპოლარიზაციის შემდეგ ნეირონი კვლავ უბრუნდება მოსვენების პოტენციალს და მზად არის ხელახალი დეპოლარიზაციისათვის. მოსვენების პოტენციალის აღდგენა ეტაპობრივად ხდება. პლაზმურ მემბრანაში  $\text{Na}^+$ -ის შემოსვლის და დეპოლარიზაციის შემდეგ,  $\text{Na}^+$ -ის არხები ჩვეულ რეჟიმს უბრუნდება. სამაგიეროდ, ამჯერად მემბრანის  $\text{K}^+$ -ის არხები იწყებს  $\text{K}^+$ -ის დიდი რაოდენობით გადევნას პლაზმური მემბრანის გარეთ. ამიტომ ნეირონის პლაზმური მემბრანის გარე ზედაპირი კვლავ დადებითად დაიმუხტება შიდა ზედაპირთან შედარებით, მოხდება მემბრანის **რეპოლარიზაცია**. ამის შემდეგ,  **$\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ის ტუმბო**, განდევნის გარეთ  $\text{Na}^+$ -ს და შემოიტანს  $\text{K}^+$ -ს მემბრანის შიდა ზედაპირზე. ამგვარად აღდგება მოსვენების მდგომარეობისათვის დამახასიათებელი იონების გადანაწილება მემბრანის გარე და შიდა ზედაპირზე:  $\text{Na}^+$  დიდი რაოდენობით გროვდება გარე ზედაპირზე,  $\text{K}^+$ -შიდა ზედაპირზე.

დეპოლარიზაცია და მოქმედების პოტენციალის განვითარება გაცილებით უფრო რთული პროცესია, ვიდრე აქ აღვწერეთ, მაგრამ სახელმძღვანელოს საჭიროებისათვის მოტანილი ინფორმაცია საკმარისია. დაინტერესებულ მკითხველს შეუძლია დეტალებისათვის გაეცნოს ფიზიოლოგიის ნებისმიერ თანამედროვე

სახელმძღვანელოს, მაგ. Stanfield C.L., 2012, ან წაიკითხოს ქართულ ენაზე არსებული სახელმძღვანელო (იოსელიანი თ., 2011).

დეპოლარიზაციის დონე ყოველთვის არ არის საკმარისი მოქმედების პოტენციალის განვითარებისთვის. დეპოლარიზაციის დონეში იგულისხმება, თუ რამდენი დადებითად დამუხტული იონი შეაღწევს უჯრედში დეპოლარიზაციის დროს. ამ რაოდენობას აქვს კრიტიკული დონე – **ზღურბლი**, რომლის მიღწევისას ვითარდება მოქმედების პოტენციალი. წარმოვიდგინოთ, რომ ტერმინალიდან გამოყოფილი ნეიროტრანსმიტერი იწვევს პოსტსინაპსის მემბრანის დეპოლარიზაციას, მაგრამ ვერ აღწევს ზღურბლს. დავუშვათ, ნეიროტრანსმიტერის ზემოქმედება მრავალჯერადაა (ბუნებრივად ეს ასეც ხდება). თითოეულ ზემოქმედებას ახლავს გარკვეული დონის დეპოლარიზაცია. ერთ მომენტში, დეპოლარიზაცია ზღურბლს მიაღწევს და განვითარდება მოქმედების პოტენციალი. ამ მოვლენას ეწოდება **სუმაცია დროში**. სუმაცია, ანუ დაჯამება გულისხმობს, რომ ჯამდება ნეიროტრანსმიტერის თითოეული ზემოქმედების შედეგად გამოწვეული დეპოლარიზაციული ეფექტი და მოვა დრო, როდესაც პოსტსინაპსის დეპოლარიზაცია ზღურბლს მიაღწევს. ეს სუმაციაა დროში, რადგან ნეიროტრანსმიტერის მრავალჯერადი გამოყოფა ტერმინალიდან დროში გავრცობილი პროცესია.

ჩვეულებრივ, (სურ. 7) ერთ ნეირონთან (3) სინაპსურ კავშირშია არა ერთი, არამედ მრავალი ნეირონი (სქემაზე ჩანს ორი მათგანი, 1, 2). ამ ნეირონებიდან გამოყოფილი ნეიროტრანსმიტერების ზემოქმედებამ სამიზნე ნეირონზე შესაძლებელია გამოიწვიოს **სუმაცია სივრცეში**: პოსტსინაპსზე რამდენიმე ნეირონის ტერმინალიდან გამოყოფილი ნეიროტრანსმიტერის ზემოქმედების შედეგად მიიღწევა ზღურბლი და ვითარდება მოქმედების პოტენციალი.



სურ. 7

### ჰიპერპოლარიზაცია

ზოგიერთ შემთხვევაში აუცილებელია, რომ ნეირონის მოქმედება მკვეთრად შეკავდეს: ნეირონმა გარკვეული დროით ვერ შეძლოს მოქმედების პოტენციალის განვითარება.

ამისათვის პლაზმური მემბრანის არხების განვლადობა იონების მიმართ იცვლება: პლაზმური მემბრანის არხები ჩვეულებრივზე ნაკლებად განვლადი ხდება  $\text{Na}^+$ -ის მიმართ. და მეტად განვლადი  $\text{K}^+$ -ის მიმართ. ამგვარად ხდება დადებითი მუხტის გაზრდა მემბრანის გარეთა მხარეს, რაც აფერხებს ზღურბლის მიღწევას და შესაბამისად, მოქმედების პოტენციალის განვითარებას.

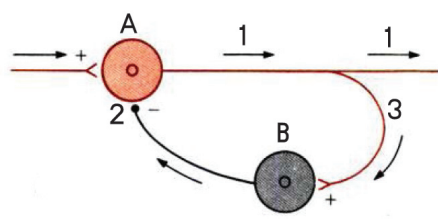
ამ მდგომარეობას **ჰიპერპოლარიზაცია** ეწოდება. ჰიპერპოლარიზაციის დროს ნეირონი ვერ აიგზნება.

ნეირონის პოსტსინაპსში არხების განვლადობა იონების მიმართ იცვლება ნეიროტრანსმიტერების ზეგავლენით. არსებობს ნეიროტრანსმიტერები, რომლებიც იწვევენ დეპოლარიზაციას (ეს **ამაგზნებელი** ნეიროტრანსმიტერებია) და ნეიროტრანსმიტერები, რომლებიც იწვევენ ჰიპერპოლარიზაციას (ეს **შემაკავებელი** ნეიროტრანსმიტერებია). იმის მიხედვით, თუ როგორი ზემოქმედების მქონე ნეიროტრანსმიტერს გამოყოფს, ნეირონიც არის შემაკავებელი ან ამაგზნებელი.

ძირითადი ნეიროტრანსმიტერებია: **აცეტილქოლინი, გამა – ამინოერბომაჟავა, სეროტონინი, დოფამინი, ნორეპინეფრინი (ნორადრენალინი) და ეპინეფრინი (ადრენალინი).**

ნეირონი ფუნქციური თვალსაზრისით შესაძლებელია იყოს **სენსორული, მოტორული და ასოციაციური (ინტერნეირონი)**. სენსორული ნეირონი აკავშირებს სპეციალური შეგრძნების ორგანოებში (თვალში, ყურში, ენაში) და აგრეთვე კანში, ჩონჩხის კუნთებში და ვისცერალურ ორგანოებში არსებულ რეცეპტორებს ზურგის და თავის ტვინთან. (ვისცერალურია ორგანოები, რომლებიც მოთავსებულია სხეულის ძირითად ღრუებში – გულმკერდის და მუცლის ღრუში, მაგალითად ფილტვები, გული, კუჭი, ნაწლავი). მოტორული ნეირონი (**მოტონეირონი**) უკავშირდება ორგანოებს (მაგალითად ჩონჩხის კუნთებს) და არეგულირებს მათ მოქმედებას. ინტერნეირონი ასრულებს სხვადასხვა ფუნქციის მქონე ნეირონების (მაგალითად სენსორული და მოტონეირონის) დამაკავშირებლის როლს. ინტერნეირონები მონაწილეობენ აგრეთვე თავის ტვინში მიმდინარე ყველა ფსიქიკური პროცესის ორგანიზაციაში.

ნეირონებს შორის ურთიერთობა რთული და დინამიური პროცესია. ეს არ არის მხოლოდ ნეიროტრანსმიტერის გამოყოფა და სამიზნე უჯრედის რეაქცია. როგორც ითქვა, ნეირონები ახდენენ ერთმანეთის აქტივობის მოდულირებას დროში და სივრცეში სუმაციის გზით. ნეირონების ურთიერთქმედების კიდევ ერთი მაგალითია უკუცემული და რეციპროკული შეკავება.

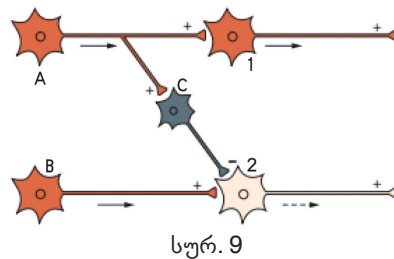


სურ. 8

**უკუცემული შეკავება:** ნებისმიერ ნეირონს (სურ. 8, A) აქვს კავშირი სხვა ნეირონების რაღაც ჯგუფებთან (ისინი სურათზე არ ჩანს, მაგრამ ისრები გვიჩვენებს ნერვული იმპულსის გადაადგილებას მათკენ -1) და ზეგავლენას ახდენს ამ სამიზნე ნეირონებზე. ამაგდროულად, ნეირონი A უკავშირდება ინტერნეირონს -B, რომელიც ამავე A ნეირონთან ქმნის სინაპსს (2). ეს შემაკავებელი ინტერნეირონია. უკუცემული შეკავება არეგულირებს A ნეირონის აგზნების სიხშირეს, რადგან მის ყოველ დეპოლარი-

ზაციას მოსდევს ჰიპერპოლარიზაცია. კერძოდ, A ნეირონის აქსონში გავცელებული ნერვული იმპულსი მიდის სამიზნე უჯრედებამდე, ხოლო კოლატერალით (3), აღწევს ინტერნეირონსაც და ალაგზნებს მას. ინტერნეირონი, თავის მხრივ, გამოყოფს შემაკავებელ ნეიროტრანსმიტერს. ამგვარად A ნეირონიდან ნერვული იმპულსის გავრცელებას აქსონში სამიზნე უჯრედებისკენ მოსდევს ინტერნეირონის მიერ A ნეირონის შეკავება. ამგვარად რეგულირდება ამ ნეირონის ზეგავლენა სამიზნე ნეირონებზე. სურათზე „+“ აღნიშნავს ამაგზნებელ, ხოლო „-“ შემაკავებელ ზეგავლენას.

**რეციპროკული შეკავება.** სურათზე 9 ჩანს ორი ნეირონი A და B, რომლებიც უკავშირდებიან თავიანთ სამიზნე ნეირონებს, შესაბამისად 1 და 2. ორივე ნეირონი ამაგზნებელია, ანუ გამოყოფს სამიზნეს დეპოლარიზაციის გამომწვევ ნეიროტრანსმიტერს. მაგრამ, A უკავშირდება კოლატერალით შემაკავებელ ინტერნეირონს C, რომელიც სინაპსს ქმნის სამიზნე ნეირონ-



სურ. 9

თან 2. ამგვარად, A-დან წამოსული ნერვული იმპულსი მიაღწევს სამიზნე 1-ს და გამოიწვევს მის დეპოლარიზაციას. ამავდროულად, კოლატერალით იმპულსი მოვა ინტერნეირონში და ააგზნებს მას. ინტერნეირონი გამოიწვევს სამიზნე 2-ის ჰიპერპოლარიზაციას. ეს კი ნიშნავს, რომ სამიზნე 2 დროებით ვეღარ უპასუხებს B-დან მოსულ ამაგზნებელ ნეიროტრანსმიტერს. ამ გზით, A აკონტროლებს არა მარტო საკუთარ, არამედ B ნეირონის სამიზნე უჯრედის აქტივობას. ასეთივე ზეგავლენა აქვს B ნეირონს A-ს სამიზნე უჯრედზე. სქემაზე არ ჩანს ის ინტერნეირონი, რომელიც აკავშირებს B-ს სამიზნესთან – 1.

არსებობს აგრეთვე აფინურობის ფენომენი. **რეცეპტორის აფინურობა** – მარტივად, მიმღებლობა მესინჯერის მიმართ, ნიშნავს თუ რამდენად ეფექტიანია კონტაქტი ნეიროტრანსმიტერსა და რეცეპტორებს შორის. აფინურობა ცვალებადი მოვლენაა და ამგვარად, ის მოქმედებს სამიზნე ნეირონის რეაქციაზე. სამიზნე ნეირონების რეაქცია ცვალებადობს აგრეთვე იმის მიხედვითაც, თუ რამდენი რეცეპტორია პლაზმურ მემბრანაზე და აგრეთვე, რამდენ ხანს რჩება ნეიროტრანსმიტერი სინაპსურ ნაპრალში.

ცნობილია ეგრეთწოდებული რეცეპტორების “Upregulation” - რაოდენობის მატება, და “Downregulation” - რაოდენობის კლება, იმის მიხედვით, თუ როგორი უნდა იყოს სამიზნე უჯრედის პასუხი მესინჯერზე (Stanfield S., 2012).

პლაზმური მემბრანის რეცეპტორების თავისებურება განაპირობებს ნეიროტრანსმიტერის ეფექტს. მაგალითად, შემაკავებელი ნეიროტრანსმიტერი **გამა ამინოფერბომაჟავა** (ინგლისური აბრევიატურა GABA) ქიმიური თვალსაზრისით მსგავსია ამაგზნებელი ნეიროტრანსმიტერის – **გლუტამატის**. მაგრამ ეს

ნივთიერებები რეცეპტორების სხვადასხვა ჯგუფს უკავშირდება და ამის გამო ერთი შემაკავებელ ზეგავლენას ახდენს, მეორე კი ამაგზნებელს.

ნეირონებს შორის სინაპსიც ცვალებადი ფენომენია. ის შესაძლებელია გაუქმდეს ან წარმოიქმნეს და ამგვარად შეიცვლება ერთმანეთთან კავშირში მყოფი ნეირონების ფუნქციური სისტემა.

ტვინის სხვადასხვა სტრუქტურები სხვადასხვა ნეიროტრანსმიტერს გამოყოფენ. სხვადასხვა აგრეთვე, მათი სამიზნე ნეირონების ლოკალიზაცია.

## კავშირი კლინიკასთან:

განვიხილოთ ზოგიერთი დაავადება, რომელთა წარმოშობა – ეტიოლოგია, გარკვეულწილად კავშირშია ზემოთ აღწერილ საკითხებთან.

ზოგიერთი ცხოველი გამოიმუშავებს ნეიროტოქსიკურ (ნერვული სისტემის დამაზიანებელ) ნივთიერებებს. მაგალითად თევზის, სალამანდრას და რვაფეხას ზოგიერთი სახეობა, გამოიმუშავებს ნეიროტოქსინს – ტეტროდოტოქსინს. ის ახდენს ადამიანის ნეირონის პლაზმურ მემბრანაში  $\text{Na}^+$  არხების ბლოკირებას. თავად ამ ცხოველებზე ტოქსინი არ მოქმედებს, რადგან მათ ნერვულ სისტემაში იონური არხები ადამიანის იონური არხებისაგან განსხვავებული თვისებებით ხასიათდება. ტეტროდოტოქსინი გამომუშავდება სხვადასხვა ორგანოებში, მაგ თევზის ზოგიერთი სახეობის ღვიძლში. ამიტომ მზარეული ძალიან გამოცდილი უნდა იყოს, რომ სუშის დამზადებისას ღვიძლი ფრთხილად მოაცილოს, რათა იქიდან არ გამოჟონოს ტოქსინმა და თევზის სხეულის საკვებად გამოსაყენებელ ნაწილებში არ შეაღწიოს.

**დავალება: სტუდენტს ვთავაზობთ განმარტოს:**

1. ნეირონში მიმდინარე რა პროცესზე მოქმედებს ტეტროდოტოქსინი
2. შეძლებს ტეტროდოტოქსინით მოწამლული ნეირონი ნეიროტრანსმიტერის გამოყოფას? პასუხი განმარტეთ

სითხე, რომელიც სწაფად კლავს ფრინველებს – ასე ითარგმნება ინდიელების ენაზე სიტყვა „კურარე“. კურარე ნეიროტოქსინია, რომელიც გამოიყოფა სამხრეთ ამერიკის ჯუნგლებში მზარდი მცენარეიდან *Strychnos toxifera*. ინდიელები კურარეს უსვამენ ისრებზე, რომლითაც ცხოველებზე ნადირობენ.



სურ. 10

სურათზე 10 ჩანს ისარი და ისრის სასროლი ღრუიანი ჯოხი. კურარე ისრით მიყენებული ჭრილობიდან გადადის სისხლში, მიაღწევს სასუნთქ კუნთებში არსებულ სინაქსებამდე და მიუერთდება კუნთოვანი უჯრედების პლაზმური მემბრანის რეცეპტორებს. რეცეპტორები ველარ რეაგირებენ აცეტილქოლინზე. ამიტომ კურარეთი მოწამლული ცხოველი წყვეტს სუნთქვას და იხრჩობა. საჭმლის მომნელებელ სისტემაში მოხვედრისას, კურარე კარგავს თავის ტოქსიკურ თვისებას.

**დავალება: სტუდენტს ვთავაზობთ განმარტოს:**

- 1. რა განსხვავებაა ტეტროდოტოქსინის და კურარეს ტოქსიკურ ეფექტებს შორის**
- 2. ინდიკატორები, მიერთმევენ კურარეს დახმარებით მოპოვებულ ცხოველებს. ამგვარად კურარე საკვებთან ერთად აუცილებლად მოხვდება მათ ორგანიზმში. რატომ არ მოქმედებს კურარე ინდიკატორებზე?**

## **დეპრესია**

დეპრესიას ახასიათებს შემდეგი სიმპტომები: სისუსტე (ენერჯის ნაკლებობა), გადამეტებული კვება ან პირიქით – კვების შეწყვეტა, გადამეტებული ძილიანობა ან პირიქით, უძილობა. ხშირად ადამიანს ეუფლება ფიქრები თვით-მკვლელობაზე. დეპრესია უკავშირდება თავის ტვინში ბიოქიმიურ ცვლილებებს. ფიქრობენ, რომ დეპრესია უკავშირდება ნეიროტრანსმიტერების – **სეროტონინის და ნორეპინეფრინის** (ნორადრენალინის) ნაკლებობას. დეპრესიის **მედიკამენტოზური** მკურნალობა მიმართულია ამ ნივთიერებების რაოდენობის რეგულაციაზე.

სპეციალური მედიკამენტების დახმარებით ხდება აქსონის ტერმინალიდან გამოყოფილი სეროტონინის და ნორეპინეფრინის შენარჩუნება სინაქსურ ნაპრალში, რათა გახანგრძლივდეს მათი ზემოქმედება პოსტსინაქსზე. ერთ-ერთი ასეთი მედიკამენტების ჯგუფია ეგრეთწოდებული **მონოამინოქსიდაზას ინჰიბიტორები** (ინჰიბიტორი – დამთრგუნველი). მონოამინოქსიდაზა უჯრედში ბუნებრივად არსებული ენზიმაა, რომელიც მონაწილეობს სინაქსურ ნაპრალში მოხვედრილი სეროტონინის და ნორეპინეფრინის ქიმიურ დაშლაში. მონოამინოქსიდაზას ინჰიბიტორები თრგუნავენ მის აქტივობას.

**დავალება: სტუდენტს ვთავაზობთ განმარტოს, რაში მდგომარეობს მონოამინოქსიდაზას ინჰიბიტორების სამკურნალო ეფექტი.**

## პოსტტრავმული სტრესი:

პოსტტრავმული სტრესი (ტრავმის შემდგომი სტრესი) ვითარდება იმ შემთხვევებში, როდესაც ადამიანი გადაიტანს მძიმე ფსიქიკურ ზეწოლას, მაგალითად ომს, კატასტროფას, სექსობრივ ძალადობას. თუმცა **სტრესოგენურ (სტრესის გამომწვევ) ფაქტორზე** რეაგირება მეტად ინდივიდუალურია და პოსტტრავმული სტრესი შესაძლებელია განვითარდეს ჩამოთვლილთან შედარებით უმნიშვნელო სტრესოგენის ზეგავლენითაც. (სიტყვა უმნიშვნელო აქ დამაბნეველია, რადგან ერთისთვის ემოციურად უმნიშვნელო სიტუაცია სხვისთვის შესაძლებელია მეტად მნიშვნელოვანი იყოს). პოსტტრავმული სტრესის დროს თავის ტვინში ვითარდება ნეიროტრანსმიტერის – სეროტონინის ძლიერი დეფიციტი.

## შფოთვა და ძილის დარღვევა:

არსებობს ნივთიერებები, რომლებიც აძლიერებს GABA -ს აქტივობას თავის ტვინში. GABA ბუნებრივი დეპრესანტია, რადგან იწვევს ნეირონების ჰიპერპოლარიზაციას და მაშასადამე მათი აქტივობის დათრგუნვას.

GABA-ს აქტივობის გაძლიერება საჭიროა ხოლმე შფოთვის ან უძილობის სამკურნალოდ, ანუ ისეთ შემთხვევებში, როდესაც ნერვული სისტემა ზედმეტად აგზნებულია. ამისათვის გამოიყენება GABA-ს აქტივობის გამაძლიერებელი ნივთიერებების ჯგუფი - **ბენზოდიაზეპინები**.

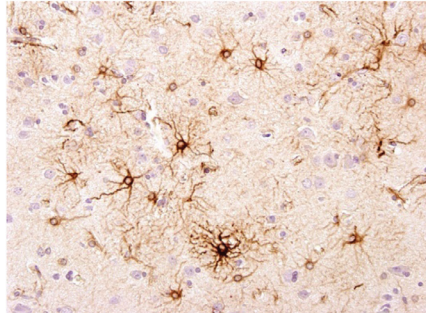
ამ ნივთიერებების მოქმედება არ ვრცელდება უშუალოდ GABA-ზე. ისინი ზრდიან GABA-ს რეცეპტორების აფინურობას GABA-ს მიმართ. ამგვარად საქმე გვაქვს ისეთ მედიკამენტთან, რომელიც არ ახდენს ზეგავლენას ნეიროტრანსმიტერის რაოდენობაზე (როგორც ეს ხდება მაგალითად მონოამინოქსიდაზას ინჰიბიტორების შემთხვევაში), არამედ მოქმედებს ნეიროტრანსმიტერის სამიზნე უჯრედების რეცეპტორებზე.

მსგავსი მექანიზმით GABA-ს აქტივობას აძლიერებს ალკოჰოლი. ამიტომაც არის, რომ ალკოჰოლის მიღება ზოგიერთ ადამიანს დეპრესიაში აგდებს. ალკოჰოლის მიღება დაძინებასაც უწყობს ხელს.

რადგან ზემოთ ნახსენებ მედიკამენტებს და ალკოჰოლს მსგავსი ეფექტი აქვს, მათი ერთდროულად მიღება დაუშვებელია. ამ დროს მოსალოდნელია **სინერგისტული** ეფექტი, როდესაც ორი სხვადასხვა ნივთიერების ერთდროული მოქმედება გაცილებით უფრო ძლიერია, ვიდრე ერთი მათგანის. ამ შემთხვევაში ნერვული სისტემა შესაძლებელია ძლიერ დაითრგუნოს.

## ნეიროგლია

ნეიროგლია შეადგენს ნერვული ქსოვილის მასის 70-90%-ს. გლიური უჯრედები რამდენიმე სახისაა. **ოლიგოდენდროციტები** გარს ეხვევა თავის და ზურგის ტვინში არსებული ნეირონების აქსონებს და ქმნის ევრეთწოდებულ აქსონის **მიელინის** გარსს. **მიკროგლია** ასრულებს იმუნურ ფუნქციას: ანადგურებს ბაქტერიებს და შლის დაზიანებულ და მკვდარ უჯრედებს. **ასტროციტები** (სურ. 11) არეგულირებენ სინაპსების რაოდენობას: მონაწილეობენ



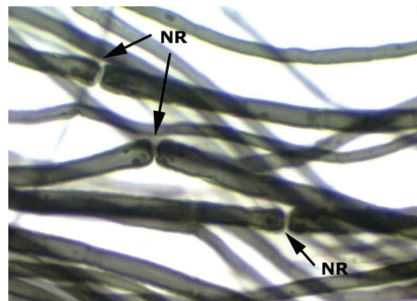
სურ. 11

ნეირონებს შორის სინაპსების წარმოქმნასა და გაუქმებაში. ამგვარად, ნეიროგლია აქტიურად მონაწილეობს ნეირონული ფუნქციური სისტემის წარმოქმნაში. ამავდროულად ასტროციტები აფართოებენ კაპილარების სანათურს თავის ტვინის იმ უბნებში, რომლებიც აქტიურად მოქმედებს მოცემულ მომენტში და ამით ხელს უწყობენ ამ უბნებში მეტი რაოდენობით სისხლის მიწოდებას. გარდა ამისა ასტროციტები აკონტროლებენ თავის ტვინის კაპილარებში გამდინარე სისხლიდან უჯრედშორის სითხეში ნივთიერების გადასვლას. ასტროციტები აქტიურად ითვისებენ სისხლში არსებულ გლუკოზას, წარმოქმნიან გლუკოზისაგან გლიკოგენს და ინახავენ მას. საჭიროების შემთხვევაში ასტროციტები გარდაქმნიან გლიკოგენს უფრო მცირე ზომის მოლეკულებად, რომლებსაც აწვდიან ნეირონებს მათი საკვებით (ენერჯით) უზრუნველყოფის მიზნით.

ნეიროგლიას ეკუთვნის აგრეთვე **შვანის უჯრედები და ეპენდიმური უჯრედები**.

ეპენდიმური უჯრედები ქმნიან **თავის ტვინის პარაკუჭების** შიდა კედელს. ისინი წარმოქმნიან **თავზურგტვინის სითხეს**.

შვანის უჯრედები ქმნიან მიელინის გარსს იმ ნეირონების აქსონებზე, რომლებიც გამოდიან თავის და ზურგის ტვინიდან. სურათზე 12 ჩანს მიელინის გარსი – შედარებით მუქი ფერის გარსი აქსონებზე. მიელინის გარსი მთლიანი არ არის, ის წყდება გარკვეულ ადგილებში, რომლებსაც **რანვიეს ნაჭდევი** (NR – Node of Ranvier) ეწოდება.



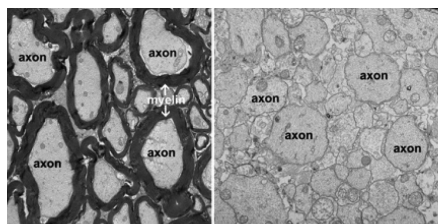
სურ. 12

მიეღინის გარსი აჩქარებს მოქმედების პოტენციალის გავრცელებას აქსონში. როგორც ითქვა, ნეიროტრანსმიტერით გამოწვეული დეპოლარიზაცია იწვევს აქსონის მეზობელი უბნის დეპოლარიზაციას და პროცესი ამგვარად ვრცელდება აქსონის მთელ სიგრძეზე. მიეღინის გარსს დიდი წინააღმდეგობა აქვს და ხელს უშლის დეპოლარიზაციას. ის მოქმედებს, როგორც სადენზე დახვეული იზოლატორი. ამიტომ დეპოლარიზაციის ტალღა მიეღინის გარსის მქონე (მიეღინიზებულ) აქსონში ნახტომისებურად ვრცელდება: ერთი ადგილიდან მეორე – საკმაოდ მოშორებულ უბანში, სადაც მიეღინის გარსი წყდება რანვიეს ნაჭდევი, (სადაც სადენზე იზოლატორი არ არის). აქედან გამომდინარე მნიშვნელოვნად მცირდება დეპოლარიზაციის გავრცელების დრო: არამიეღინიზებულ აქსონში დეპოლარიზაცია ვრცელდება აქსონის ყოველ მომდევნო მონაკვეთში, მიეღინიზებულ აქსონში კი დეპოლარიზაცია ვრცელდება აქსონის დიდი მონაკვეთების გამოტოვებით, ნახტომისებურად – რის გამოც ამ პროცესს **სალტატორულს** ეძახიან. მიეღინიზებული აქსონების რაოდენობა მატულობს ქვეწარმავლებიდან ძუძუწოვრებში და მაგალითად, პრიმატების აქსონები მთლიანად მიეღინიზებულია.

## კავშირი კლინიკასთან:

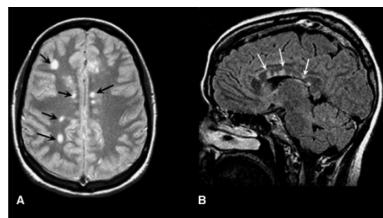
### დემიელინაცია (მრავლობითი სკლეროზი)

მრავლობითი სკლეროზი უკავშირდება ცნს-ში **დემიელინაციას** – აქსონების მიეღინის გარსის გადაგვარებას. სურათზე 13 ჩანს ჯანმრთელი ვირთაგვის მიეღინიზებული (მარცხნივ) და ავადმყოფი ვირთაგვის დემიელინიზებული (მარჯვნივ) აქსონები.



სურ. 13

დაავადებას მრავლობითი ეწოდება, რადგან დემიელინაცია არ მიმდინარეობს ერთ კონკრეტულ ადგილას, არამედ ერთდროულად ვითარდება თავის ტვინის სხვადასხვა უბანში (დეტალებისთვის იხ. Hauser S.L., Oxenberg J.R., 2006). სურათზე 14 ჩანს მაგნიტურ-რეზონანსული გამოსახვით გადაღებული ავადმყოფის თავის ტვინი და, ღია ლაქების სახით (ისრითაა მითითებული) დემიელინაციის ადგილები. ამავდროულად, დაავადება პროგრესირებს დროთა განმავლობაში და დემიელინაციის უბნები ჩნდება თავის ტვინის ახალ ადგილებში. დაავადების გამოვლინების – **სიმპტომების** ხასიათი განისაზღვრება დაზიანების თავის ტვინში **ლოკალიზაციით** – მდებარეობით. შესაძლებელია გამოვლინდეს



სურ. 14

სისუსტე კიდურებში ან დამბლა, კოორდინირებული მოძრაობის დარღვევა, მხედველობის სიმახვილის დაქვეითება, კოგნიტიური ხასიათის დარღვევები: მეხსიერების გაუარესება, ყურადღების ერთი საქმიდან მეორეზე გადატანის უნარის შესუსტება, ზოგადად აზროვნების პროცესის შეფერხება. მოსალოდნელია დეპრესია და თვითმკვლელობის მცდელობა.

მოვიყვანო მრავლობითი სკლეროზის სამედიცინო აღწერის ერთ-ერთ პირველ შემთხვევას. ის თარიღდება 1835 წლით. ავტორია ფრანგი ექიმი კრუვაიე (Jean Cruveilhier, 1791-1874, ციტ. Carlson R.J., 2010):

37 წლის ქალს, მზარეულს, კლინიკაში შემოსვლამდე 6 წლით ადრე დაეწყო მარცხენა ფეხის მოძრაობის შეფერხება იმდენად, რომ სიარული უჭირდა და ერთხელ ქუჩაში წაიქცა კიდევაც. სამი თვის შემდეგ შეფერხდა მარჯვენა ფეხის მოძრაობაც. ხელებმა დაიწყო კანკალი, თუმცა პაციენტს შეეძლო დამოუკიდებლად ჭამა. შეგრძნებები შენარჩუნებული იყო. კლინიკაში შემოსვლის პერიოდში პაციენტს ოდნავ უჭირდა სიტყვების გამოთქმა, ყლაპვა, მხედველობა გაუარესებული იყო. თავის ტკივილები არ აღინიშნებოდა, გონება სრულიად შენარჩუნებული იყო (სტუდენტმა გაითვალისწინოს, რომ იმ დროისთვის არსებული კოგნიტიური ფუნქციის კვლევის მეთოდები ცხადია არ იძლეოდა ინტელექტის სიღრმისეული შეფასების საშუალებას). სიკვდილის შემდგომმა (ლათ. **post mortem**) ანატომიურმა გამოკვლევამ უჩვენა მიელინის გარსის გადაგვარება თავის ტვინის ზოგიერთ უბანში და აგრეთვე მხედველობის ნერვში.

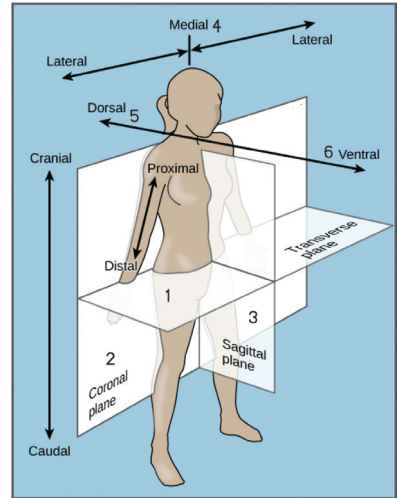
**დავალეზა: გთხოვთ მოიფიქროთ 1. რატომ მიუთითებს აღწერილი სიმპტომები მრავლობითი სკლეროზის არსებობაზე? 2. ამყარებს თუ არა დიაგნოზს post mortem ანატომიური გამოკვლევა? 3. რატომ უშლის ხელს დემიელინიზაცია ნეირონის ნორმალურ ფუნქციონირებას?**

სასურველია სტუდენტმა მიაქციოს ყურადღება ტერმინს – სკლეროზი. ხშირად სტუდენტები ცდებიან და სკლეროზს უწოდებენ მეხსიერების მოშლას. სინამდვილეში ტერმინი სკლეროზი აღნიშნავს სისხლძარღვების ან ქსოვილის დაზიანებას, მეხსიერების მოშლა კი ნერვულ სისტემაში განვითარებული სკლეროზის ერთერთი შედეგია.

## ნერვული სისტემა (თავის ტვინი, ზურგის ტვინი, ნერვები)

ნერვული სისტემის აგებულების და სხვა, მომდევნო საკითხების განხილვისათვის დაგეგმვა სპეციფიკური ანატომიური ტერმინოლოგია, რომელსაც აქვე ვთავაზობთ (სურ. 1).

სხეული გარკვეულ სივრცეს იკავებს და თავად სხეულში გამოყოფენ ჰორიზონტალურ – **ტრანსვერსიულ** (1 – transverse), **ფრონტალურ**, **კორონალურ** (2 – coronal) და **საგიტალურ** (3 – sagittal) სიბრტყეს. გარდა ამისა, არჩევენ სხეულის შუა ხაზს – **მედიანურ ხაზს** (4 – medial), რომელიც სხეულს ორ – მარცხენა და მარჯვენა თანაბარ ნაწილად ყოფს. შუა ხაზთან დაკავშირებით იყენებენ ტერმინებს – **მედიალური** და **ლატერალური** (lateral). მედიალური ნიშნავს შუა ხაზთან მიახლოებულს, ლატერალური – შუა ხაზისაგან მოშორებულს. ორგანო, ან თავად ამ ორგანოში რომელიმე მონაკვეთი, შეიძლება განლაგებული იყოს **დორზალურად** (5 – dorsal) – უფრო ზურგის მხარეს, ვიდრე წინ, ან **ვენტრალურად** (6 – ventral) – უფრო მუცლისკენ (წინა მხრისკენ), ვიდრე ზურგისკენ. კორპუსთან ახლოს – **პროქსიმალურად** (proximal) და მოშორებით – **დისტალურად** (distal). ეს ტერმინები გამოიყენება ორგანოების, და ორგანოებში ცალკეული სტრუქტურების ურთიერთგანლაგების დასაზუსტებლადაც.

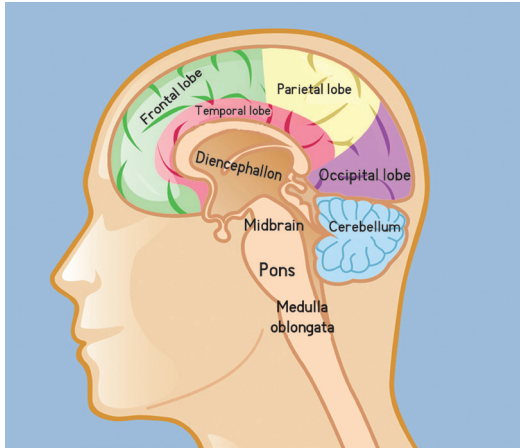


სურ. 1

**დავალება:** სტუდენტს ვთავაზობთ დააკვირდეს სურათს, გამოიყენოს ლექსიკონი, გაარკვიოს, რას ნიშნავს ტერმინები: კრანიალური (cranial) და კაუდალური (caudal) და გამოიყენოს ეს ტერმინები ცხვირის და ნიკაპის ურთიერთმიმართების განსაზღვრისთვის.

ადამიანის ორგანიზმს ახასიათებს **ორმხრივი (ბილატერალური) სიმეტრია**: მედიანური ხაზის ორივე მხარეს სხეული მიახლოებით ერთნაირია აგებულების თვალსაზრისით. ბილატერალური სიმეტრია ახასიათებს ხერხემლიან ცხოველებს (მათ შორის ადამიანს) და უხერხემლო ცხოველების ნაწილს (მაგ. მწერებს). არსებობს **სხივური სიმეტრია** (მაგ. ზღვის ვარვლავის სხეული), როდესაც სხეულზე შესაძლებელია გავავლოთ რამდენიმე მედიალური ხაზი და ხაზის ლატერალურად დარჩენილი ნაწილები ერთმანეთის სიმეტრიული იქნება.

## თავის ტვინი



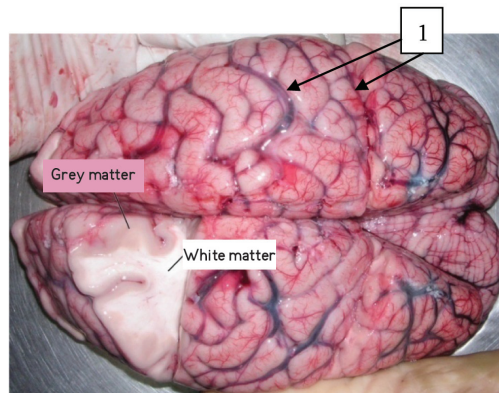
სურ. 2

თავის ტვინი (brain) მოთავსებულია ქალას ღრუში. სურათ 2-ზე მოცემულია თავის ტვინის საგიტალური განაწილება. თავის ტვინი შედგება შემდეგი ძირითადი განყოფილებებისაგან: **თავის ტვინის ჰემისფეროები** (brain hemispheres, სურათზე ერთი, მარჯვენა ჰემისფერო ჩანს), **შუამდებარე ტვინი (diencephallon)**, **ღერო (შუა ტვინი, ხიდი, მოგრძო ტვინი)**, შესაბამისად: midbrain, pons, medulla oblongata) და ნათხემი (cerebellum). ტვინის ღერო უერთდება ზურგის ტვინს. ნერვული სისტემა ზოგადი

აგებულების თვალსაზრისით ორმხრივ სიმეტრიულია. ჰემისფერო ორია – მარჯვენა და მარცხენა. ჰემისფეროების განყოფილებებია: **ფრონტალური** (შუბლის, frontal lobe), **პარიეტალური** (თხემის, parietal lobe), **ტემპორალური** (საფეთქლის, temporal lobe), **ოკციპიტალური** (კეფის, occipital lobe) წილები.

ჰემისფერო დაფარულია **რუხი ნივთიერებით** (სურ. 3 – gray matter). ეს არის **თავის ტვინის ჰემისფეროების ქერქი** (cerebral cortex), რომელიც ქმნის ჰემისფეროების ზედა ქსოვილურ ფენას.

რუხ ნივთიერებაში გვხვდება დიდი რაოდენობით ნეირონების სომა. ეს ძირითადად ინტერნეირონებია. ჰემისფეროების ქერქში გამოირჩევა **ხვეულები** – ამობურცული ზედაპირით, და ხვეულებს შორის – **ღარები**. ჰემისფეროების ქერქი ფსიქიკური ფუნქციების ორგანიზაციის მთავარი ადგილია. მუქი წარმონაქმნები ქერქის ზედაპირზე – სისხლძარღვებია (1). ქერქის ქვეშ



სურ. 3

ნივთიერება (white matter). სურათზე ადამიანის თავის ტვინის ჰემისფეროებზე სპეციალურად გაკეთებულია ტრანსვერსული ქრილი, რათა გამოჩნდეს თეთრი ნივთიერება. თეთრ ნივთიერებაში დიდი რაოდენობითაა თავმოყრილი მიეღინი-

ანი აქსონები. სწორედ მიელინი აძლევს ცნს-ს თეთრ ფერს. თეთრი ნივთიერება ქმნის როგორც ჰემისფეროების, ისე თავის ტვინის დანარჩენი განყოფილებების ძირითად მასას.

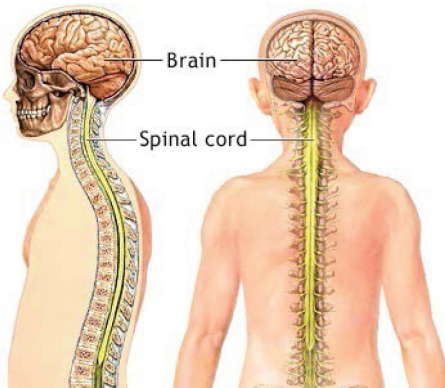
რუხი ნივთიერების გროვები – ეგრეთწოდებული **ბირთვები**, გვხვდება თავის ტვინის თეთრ ნივთიერებაში. ქერქი და თეთრ ნივთიერებაში არსებული ბირთვები ერთმანეთთან ანატომიურად და ფუნქციურად დაკავშირებულია და ქმნიან **ფუნქციურ სისტემებს**.

ამ სისტემების და მათი შემადგენელი სტრუქტურების ადგილმდებარეობა და ფუნქცია განიხილება ქვემოთ, ცალკეულ ფსიქიკურ ფუნქციებთან დაკავშირებით. იქვე მოტანილია შესაბამისი ილუსტრაციებიც.

თავის ტვინის თეთრ ნივთიერებაში აქსონები კონებად არის შეკრული. ეს აქსონების **ტრაქტია**.

**პროექციული ტრაქტი** აკავშირებს თავის ტვინის ქერქს თავის ტვინის სხვა ნაწილებთან და ზურგის ტვინთან. მაგალითად **კორტიკოსპინალური** (ქერქიდან ზურგის ტვინში ჩამომავალი) ტრაქტი აკავშირებს ქერქს ზურგის ტვინთან. **ასოციაციური ტრაქტი** ერთმანეთთან აკავშირებს ქერქის სხვადასხვა უბნებს. **კომისურული ტრაქტით** დაკავშირებულია თავის ტვინის ჰემისფეროები.

## ზურგის ტვინი



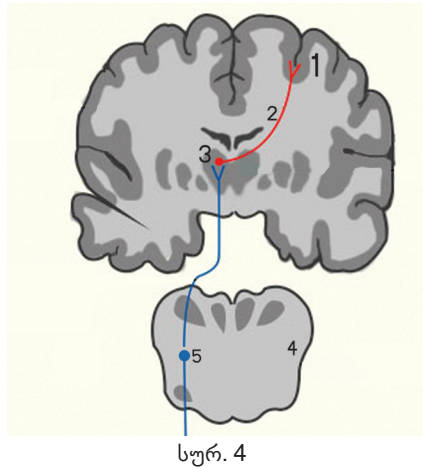
სურ. 4

ზურგის ტვინი (spinal cord) მოთავსებულია ხერხემალში (spine/vertebrum) არსებულ სიღრუეში – ხერხემლის არხში. ერთი მხრივ ის უერთდება თავის ტვინს, კერძოდ თავის ტვინის ღეროს, მეორე მხრივ კი გრძელდება ხერხემლის წელის მეორე-მესამე მალის მიდამომდე.

ზურგის ტვინში არის **აღმავალი და დაღმავალი ტრაქტი**: აქსონების ერთობლიობა, რომელიც აკავშირებს შესაბამისად ზურგის ტვინს თავის ტვინთან (მიაქვს ნერვული იმპულსი

ზურგის ტვინიდან თავის ტვინში) და თავის ტვინს ზურგის ტვინთან (მიაქვს ნერვული იმპულსი თავის ტვინიდან ზურგის ტვინში). თავის ტვინიდან დაღმავალი ტრაქტი ხასიათდება ერთი თავისებურებით:

სურათზე 4 თავის და ზურგის ტვინი წარმოდგენილია შესაბამისად, ფრონტალური და ტრანსვერსული განაჭერის სახით. მარცხენა ჰემისფეროდან (1) დაღმავალი ტრაქტის აქსონები (2) ჯვარედინდება და გადადის მარჯვენა მხარეს (3), გაივლის ზურგის ტვინს (4) და უკავშირდება ზურგის ტვინში არსებულ მოტონეირონს (5). მოტონეირონის აქსონები უკავშირდებიან ორგანოებს, მაგალითად ჩონჩხის კუნთებს და იწვევენ მათ ამოძრავებას. დაღმავალი ტრაქტის აგებულების აღწერილი თავისებურების გამო, თავის ტვინის მარჯვენა ჰემისფერო არეგულირებს სხეულის მარცხენა მხრის (მაგალითად მარცხენა ხელის და ფეხის) მოძრაობას და პირიქით, მარცხენა ჰემისფერო არეგულირებს სხეულის მარჯვენა მხრის (მაგალითად მარჯვენა ხელის და ფეხის) მოძრაობას.

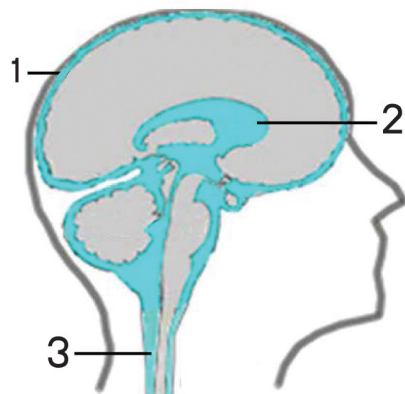


სურ. 4

მსგავსი სიტუაციაა **აღმავალი** ტრაქტის შემთხვევაში. სხეულის მარცხენა ნაწილიდან ზურგის ტვინში შემავალი აქსონები უკავშირდება აღმავალ ტრაქტს, რომელიც ზურგის ტვინიდან მიემართება თავის ტვინში, გზაზე ჯვარედინდება (გადადის ზურგის ტვინის მარცხენა მხრიდან მარჯვენაში) და მთავრდება თავის ტვინის მარჯვენა ჰემისფეროში. ამიტომ სხეულის მარცხენა მხრიდან აღმავალი იმპულსები აღიქმება თავის ტვინის მარჯვენა ჰემისფეროს მიერ და პირიქით, სხეულის მარჯვენა მხრიდან აღმავალი იმპულსები აღიქმება თავის ტვინის მარცხენა ჰემისფეროს მიერ.

ცენტრალური ნერვული სისტემა დაცულია ძვლოვანი წარმონაქმნებით – ქალას და ხერხემლის ძვლებით. გარდა ამისა თავის და ზურგის ტვინს იცავს მფარავი გარსები.

გარსების ქვეშ გამდინარე **თავ-ზურგტვინის** სითხე იცავს თავის და ზურგის ტვინს გამოშრობისგან და მექანიკური დაზიანებისგან. თავ-ზურგტვინის სითხე გარს უვლის თავის ტვინს (1) და აგრეთვე, მიედინება თავის ტვინის ღრუებში – **პარაკუჭებში** (2) და **ზურგის ტვინის არხში** (3).



სურ. 5

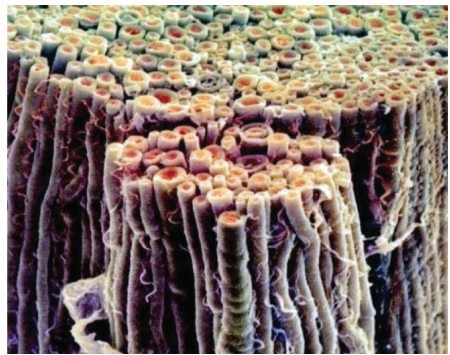
თავის ტვინის სისხლით მომმარაგებელი წვრილი სისხლძარღვების – **კაპილარების** სისტემა ცნობილია, როგორც

**ჰემატო-ენცეფალური** (სისხლ-თავის ტვინის) ბარიერი. ბარიერი ამ სისტემას იმიტომ ეწოდება, რომ კაპილარები სისხლიდან ტვინის ქსოვილში გაატარებენ იმ ნივთიერებებს, რომლებიც საჭიროა ნეირონების და გლიური უჯრედების ფუნქციონირებისათვის და ეწინააღმდეგებიან მავნე ნივთიერებების შეჭრას ტვინის ქსოვილში. ადრე ვახსენეთ, რომ ასტროციტები აკონტროლებენ ნივთიერებათა ტრანსპორტს კაპილარებიდან ნეირონებში. ამგვარად, **ჰემატო-ენცეფალური** ბარიერი კაპილარების და ასტროციტების ფუნქციური სისტემაა.

**პერიფერიული ნერვული სისტემა**

პერიფერიული ნერვული სისტემა (პნს) შექმნილია ზურგის და თავის ტვინიდან გამომავალი ნერვებისაგან.

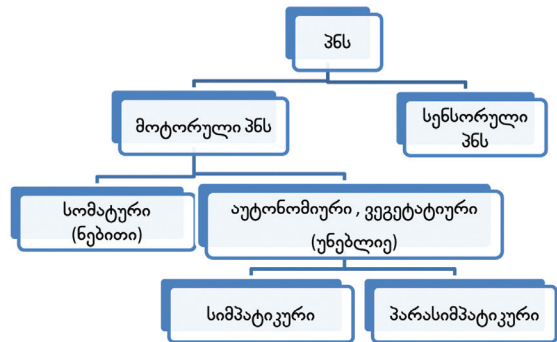
ნერვი (სურ. 5) წარმოადგენს ნეირონების აქსონების კონას. სურათზე ნაჩვენებია ნერვის ტრანსვერსიული განაჭერი. თითოეული ცილინდრული ფორმის მოგრძო სხეული ერთი აქსონია. სურათზე აქსონების გარედან მოჩანს მიელების გარსი.



სურ. 5

პერიფერიული ნერვული სისტემა იყოფა ორ ნაწილად: **სენსორულ** (მგრძნობიარე) და **მოტორულ** (მამოძრავებელ) სისტემებად (სურ. 6).

პერიფერიული ნერვული სისტემის **სენსორული, აფერენტული** (აღმავალი), ნერვები (სენსორული ნეირონების აქსონების კონა) უკავშირდებიან შეგრძნების (და არა „გრძნობის“) ორგანოებში არსებულ რეცეპტორებს, მაგ. თვალში არსებულ მხედველობის რეცეპტორებს და მიიქვთ ნერვული იმპულსი პერიფერიიდან (რეცეპტორებიდან) ტვინში.



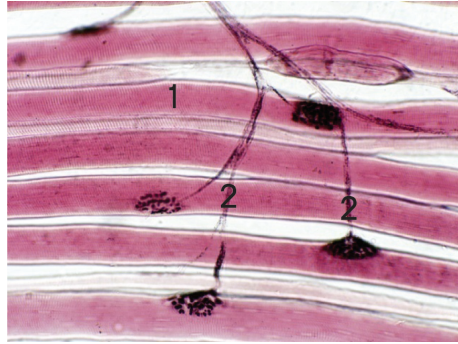
სურ. 6

თავის ტვინში შესვლის შემდეგ ნერვების აქსონები იტოტება და ქმნის აქსონების **ტრაქტს**, მაგალითად მხედველობის, სმენის ტრაქტს.

მოტორულ სისტემაში შედის **ეფერენტული (დაღმავალი) სომატური და აუტონომური (ვეგეტატიური) ნერვები**. მოტორული ნერვები უკავშირდებიან

ორგანოებს და არეგულირებენ მათ მოქმედებას. მოტორული ნერვების ზეგავლენით შესაბამისი ორგანოები – **ეფექტორები** გარკვეულ ქმედებას ასრულებენ.

სომატური ნერვები უკავშირდებიან ჩონჩხის კუნთებს, ხოლო აუტონომური – ვისცერალურ ორგანოებს. სომატური ნერვებით ეფექტორის რეგულაცია ჩვენს ნებას ემორჩილება – **ნებითია**. სურათზე 7 ჩანს ჩონჩხის კუნთის უჯრედებთან (1) მიმავალი სომატური ნერვის აქსონების კოლატერალები (2). ისინი უკავშირდება კუნთის უჯრედებს. როდესაც სომატურ ნერვის აქსონებში ვრცელდება ნერვული იმპულსი, ტერმინალიდან გამოიყოფა აცეტილქოლინი, რომელიც იწვევს კუნთის შეკუმშვას (ამ საკითხს უფრო დეტალურად მოგვიანებით განვიხილავთ).



სურ. 7

თავის ტვინიდან გამოდის 12 წყვილი ნერვი. ზოგიერთი მათგანი მგრძობიარე – სენსორულია, მაგალითად **სმენის ნერვი**, **მხედველობის ნერვი**. სხვა ნერვები მოტორულია. მაგალითად **თვალის მამოძრავებელი ნერვი**, რომელიც უკავშირდება თვალის კაკლის მამოძრავებელ კუნთებს.

ზურგის ტვინიდან გამომავალი 31 წყვილი ნერვი შეიცავს როგორც სენსორული, ისე მოტორული (სომატური და აუტონომური) ნეირონების აქსონებს და ამიტომ მათ **შერეული ნერვი** ეწოდება. თავის ტვინიდან გამომავალი ნერვების ნაწილიც შერეულია.

აუტონომური ნერვები ორნაირია – **სიმპათიკური** და **პარასიმპათიკური**. აუტონომური ნერვებით ეფექტორის რეგულაცია ჩვენს ნებას არ ემორჩილება – **უნებლიეა**.

აუტონომური ნერვული სისტემა ახდენს ვისცერალური ორგანოების ინერვაციას. აუტონომური ნერვის მაგალითია ნერვები, რომელებიც გამოდიან ზურგის და თავის ტვინიდან (ღეროდან), ბოლოვდებიან გულში და არეგულირებენ გულისცემის სიხშირეს და ძალას.

სიმპათიკური და პარასიმპათიკური ნერვები აინერვირებენ ერთსა და იმავე ორგანოს, ამიტომ ამბობენ რომ ადგილი აქვს ორგანოთა **ორმაგ ინერვაციას**.

აუტონომური სისტემის ნერვებიდან (აქსონების ტერმინალებიდან) გამოიყოფა ნეიროტრანსმიტერები: სიმპათიკურიდან **ნორეპინეფრინი** და **ეპინეფრინი** და პარასიმპათიკურიდან – **აცეტილქოლინი**. სამიზნე უჯრედების პლაზმურ მემბრანებზე განლაგებულია ამ ნეიროტრანსმიტერების შესაბამისი რეცეპტორები. მაგრამ რეცეპტორების რეაგირება ნეიროტრანსმიტერზე არ არის ერთგვაროვანი. მაგალითად: **ეპინეფრინის** (ადრენალინის) სამიზნე უჯრედების რეცეპტორები, ანუ **ადრენერგული** რეცეპტორები (ადრენერგული, რადგან ისინი ადრენალინს

პასუხობენ) არის ეგრეთწოდებული ალფა (α) და ბეტა (β) რეცეპტორები. რეცეპტორების ეს ჯგუფი კიდევ იყოფა ქვეჯგუფებად, მაგალითად არსებობს β1, β2 და β3 ტიპის რეცეპტორები. α და β1 ან β3 რეცეპტორებთან ეპინეფრინის დაკავშირება იწვევს **გულის კუნთის** უჯრედების გააქტივებას, ხოლო **ეპინეფრინის** დაკავშირება β2 რეცეპტორებთან თრგუნავს **გულის კუნთის** უჯრედის აქტივობას.

სიმპათიკური და პარასიმპათიკური ნერვები ერთმანეთის **ანტაგონისტია** – ისინი ეფექტორზე ურთიერთსაწინააღმდეგო ზეგავლენას ახდენენ.

ქვემოთ, ცხრილში მოცემულია სიმპათიკური და პარასიმპათიკური ნერვების ფუნქციის ზოგიერთი მაგალითი:

| ეფექტორი                         | პარასიმპათიკური ზეგავლენა  | სიმპათიკური ზეგავლენა  |
|----------------------------------|--|--|
| საჭმლის მომნელებელი სისტემა      | აძლიერებს საჭმლის მომნელებელი წვენების გამოყოფას, ასუსტებს ნაწლავის კედლების შეკუმშვას | ასუსტებს საჭმლის მომნელებელი სისტემის აქტივობას, აძლიერებს ნაწლავის კედლების შეკუმშვას                   |
| პანკრეასი                        | აძლიერებს სეკრეციას  | აფერხებს სეკრეციას   |
| სასუნთქი გზები                   | ავიწროებს  | აფართოებს  |
| შარდის ბუშტი                     | მოადუნებს  | შეკუმშავს  |
| თვალის გუგა                      | ავიწროებს  | აფართოებს  |
| ნივთიერებათა ცვლა                | ნაკლებად მოქმედებს   | აძლიერებს  |
| გულისცემის სიხშირე და სიძლიერე   | ნაკლებად მოქმედებს   | აძლიერებს  |
| სისხლძარღვების სანათურის ფართობი | არ მოქმედებს   | აფართოვებს ან ავიწროებს (ჩონჩხის კუნთებში), ავიწროებს (სხეულის სხვა ორგანოებში, თავის ტვინის გამოკლებით) |

## კავშირი კლინიკასთან:

### ასთმა, ჰიპერტენზია

ასთმით დაავადებულებს უჭირთ ჩასუნთქვა-ამოსუნთქვა, რადგან მათი სასუნთქი გზები შევიწროებულია. ასთმის სამკურნალოდ იყენებენ მედიკამენტს, რომელიც ისევე მოქმედებს სასუნთქი გზის სამიზნე უჯრედების რეცეპტორებზე, როგორც ეპინეფრინი. ეს მედიკამენტი ეპინეფრინის **აგონისტია** – ხასიათდება

ეპინეფრინის მსგავსი მოქმედებით. მედიკამენტი ასთმით დაავადებულს უადვილებს ჩასუნთქვა ამოსუნთქვას.

#### დავალება:

1. სტუდენტს ვთავაზობთ მოიფიქროს რატომ უადვილებს ეპინეფრინის აგონისტი მედიკამენტი ასთმით დაავადებულებს ჩასუნთქვა – ამოსუნთქვას, რა ზეგავლენას ახდენს ის სასუნთქ გზებზე.

2. თვალის დაავადებათა დიაგნოსტიკაში გამოიყენება მედიკამენტი ატროპინი, რომელსაც თვალში აწვეთებენ, რათა გაადვილდეს გუგის მიღმა თვალის ფსკერის დათვალიერება.

განმარტეთ რაში მდგომარეობს ატროპინის ეფექტი, თუ ვიცით, რომ ის აცეტილქოლინის ანტაგონისტია.

3. გახანგრძლივებული სტრესის პირობებში, ორგანიზმი აქტიურად გამოყოფს ეპინეფრინს, რაც იწვევს არტერიული წნევის მატებას. არტერიული წნევა მატულობს გულის შეკუმშვათა გაძლიერების გამო, რასაც, თავის მხრივ, გულზე ეპინეფრინის ზემოქმედება იწვევს. სამკურნალოდ იყენებენ ე.წ. β ბლოკატორებს, მაგალითად მედიკამენტ ატენოლოლს. განმარტეთ ატენოლოლის სამკურნალო მექანიზმი.

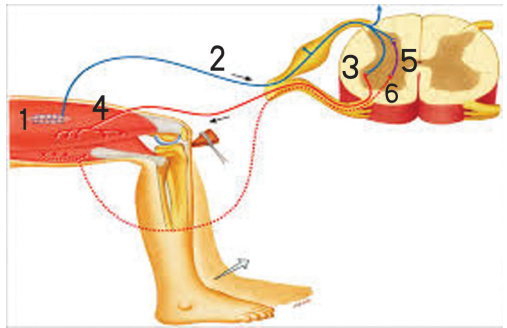
ატროპინი მოიპოვება მცენარისგან, რომელსაც ქართველები „შმაგას“ ეძახიან, უცხოურად კი ქვია atropus, ან კიდევ belladonna (მშვენიერი ქალბატონი). შუა საუკუნეებში ქალები სპეციალურად იწვეთებდნენ ატროპინს, რათა გაფართოებულ გუგებს მათთვის მამაკაცების მომხიბლავი იერი მიეცა.

#### ნერვული სისტემის რეფლექსური მოქმედება

რეფლექსი შესაძლებელია განვიხილოთ როგორც სტერეოტიპული ქმედება ან რეაქცია ორგანიზმზე მოქმედ გამლიზიანებელზე, როდესაც ამ გამლიზიანებლით აღძრული ნერვული იმპულსი გადაეცემა პერიფერიიდან ცენტრალურ ნერვულ სისტემას და კვლავ უბრუნდება პერიფერიას. რეფლექსების უმრავლესობაში მონაწილეობს ნეირონების გარკვეული ერთობლიობა. რეფლექსები ძირითადად უნებლიეა, თუმცა შესაძლებელია მათი ნებითი კონტროლიც. განვიხილოთ ზურგის ტვინის რეფლექსებიდან ყველაზე მარტივი – მყესის რეფლექსი. რეფლექსის ანატომიურ-ფუნქციური საფუძველია **რეფლექსური რკალი**, რომელიც მოიცავს რეფლექსის შემსრულებელ კომპონენტებს: რეცეპტორს, სენსორულ ნეირონს, მოტონეირონს და ინტერნეირონს, რომელიც სენსორულ და მოტონეირონებს აკავშირებს. რეფლექსური რკალი **პოლისინაპსურია** თუ მასში ინტერნეირონია

ჩართული, ან **მონოსინაპსურია**, როდესაც სენსორული ნეირონი პირდაპირ (ინტერნეირონის გარეშე) უკავშირდება მოტონეირონს (მაგ. მყესის რეფლექსი).

განვიხილოთ როგორ მოქმედებს მყესის რეფლექსური რკალი. კვირისტავის ქვემოთ ფეხზე მსუბუქი ფიზიკური ზეწოლა (მაგ. ნევროლოგის ჩაქუჩის დარტყმა) აღიზიანებს ამ მიდამოში განლაგებული კუნთის **მყესში** (მყესით კუნთი ემაგრება ძვალს) და კუნთში არსებულ რეცეპტორებს (სურათი 8, – 1). რეცეპტორებში წარმოქმნილი ნერვული იმპულსი სენსორული ნეირონით (2) მიაღწევს ზურგის ტვინს. აქ სენსორული ნეირონის აქსონიდან გამოიყოფა ნეიროტრანსმიტერი, რომელიც ალაგზნებს ზურგის ტვინში არსებულ მოტონეირონს (3). მოტონეირონის აქსონი მთავრდება **ეფექტორში (სამიზნე ორგანოში) – კუნთში** (4), იქ გამოყოფს აცეტილქოლინს, რომელიც გამოიწვევს კუნთის შეკუმშვას და ფეხი გაიშლება.



სურ. 8

რეფლექსის ამოქმედება გულისხმობს, სხვა, მისი საწინააღმდეგო რეფლექსის შეკავებას.

როდესაც მუშაობს ერთი სახის ეფექტორი, დავუშვათ ფეხის გამშლელი კუნთი, უმოქმედო უნდა იყოს მისი ანტაგონისტი ფეხის მომხრელი კუნთი. სხვანაირად მოქმედება – ფეხის გაშლა ვერ შესრულდება. ცხადია, რომ ფეხის მოხრაც ხორციელდება საკუთარი რეფლექსური რკალით. ფეხის გამშლელი რეფლექსის ამოქმედება იწვევს ფეხის მომხრელი რეფლექსის შეკავებას. ეს რეციპროკული შეკავების გზით ხდება. ფეხის გაშლის რეფლექსურ რკალში არსებული სენსორული ნეირონის აქსონის განშტოება უკავშირდება შემაკავებელ ინტერნეირონს (5). ინტერნეირონი, თავის მხრივ, უკავშირდება ფეხის მოხრაში მონაწილე რეფლექსური რკალის მოტონეირონს (6) და იწვევს მის შეკავებას. შედეგად, ფეხის გაშლის დროს მომხრელი კუნთი უმოქმედო იქნება. თავის მხრივ, მომხრელი კუნთის მამოძრავებელ რეფლექსურ რკალში არსებული სენსორული ნეირონი, ინტერნეირონის საშუალებით უკავშირდება გამშლელი კუნთის მოტონეირონს. ამიტომ, როდესაც ამოქმედდება მომხრელი კუნთის რეფლექსი, ინტერნეირონი რეციპროკულად შეაკავებს გამშლელი კუნთის მოტონეირონს. შედეგად, ფეხის მოხრის დროს გამშლელი კუნთი უმოქმედო იქნება.

რეფლექსურად მოქმედებს ავტონომიური (ვეგეტატიური) ნერვული სისტემაც. მაგალითად, გუგის დიამეტრს ცვლის სიმპათიკური და პარასიმპათიკური რეფლექსური ზეგავლენა. ძლიერი განათების შემთხვევაში პარასიმპათიკური

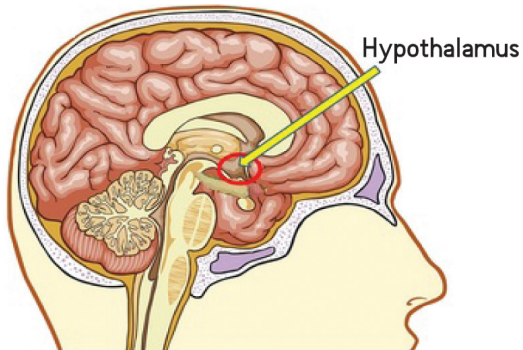
ნერვები იწვევენ გუგის შევიწროებას, ხოლო სუსტი განათების პირობებში სიმპათიკური ნერვების ზეგავლენით გუგები ფართოვდება.

აუტონომიური რეფლექსები ჰომეოსტაზურია, ისინი ემსახურება ორგანიზმის შინგანი გარემოს შედარებით მუდმივ დონეზე შენარჩუნებას, მაგალითად, ორგანიზმის შედარებით მუდმივი ტემპერატურის, სისხლში ჟანგბადის შედარებით მუდმივი რაოდენობის შენარჩუნებას.

### ვეგეტატიური რეფლექსების ჰიპოთალამური რეგულაცია

ორგანიზმის ფიზიოლოგიური მდგომარეობის ზოგიერთი მაჩვენებელი (პარამეტრი) შესაძლებელია დახასიათდეს მისი **ნორმალური საზღვრით**. მაგალითად, სისხლში ნახშირორჟანგის და ჟანგბადის რაოდენობას აქვს ნორმალური საზღვარი. ნორმალურია საზღვარი, რომელიც უზრუნველყოფს ორგანიზმის ნორმალურ ფუნქციონირებას. ჟანგბადის შემთხვევაში ნორმალურია მისი ის რაოდენობა, რომელიც უზრუნველყოფს უჯრედებში ენერჯის სათანადო რაოდენობით გამომუშვებას.

სისხლში ჟანგბადის რაოდენობა ბუნებრივად ცვალებადია, მაგალითად, ფიზიკურად დატვირთვის დროს სისხლში კლებულობს ჟანგბადის რაოდენობა, მაგრამ ორგანიზმი სწრაფად აღადგენს ამ ნივთიერების ნორმალურ რაოდენობას სიმპათიკური ნერვული სისტემის რეფლექსური გაქტივების და სუნთქვის გაზიარების საშუალებით. ამგვარად ორგანიზმს



სურ. 9

აქვს „ათვლის წერტილი“, სისხლში ჟანგბადის გარკვეული დონე, ნორმალური ზღვარი, რომლის მიხედვითაც ორგანიზმი რეაგირებს სისხლში ჟანგბადის რაოდენობის ცვლილებაზე. ჟანგბადის რაოდენობის ათვლის წერტილი თავის ტვინის ლეროს და ჰიპოთალამუსის (სურ. 9, hypothalamus) ნეირონებშია. ეს ნიშნავს, რომ ნეირონები მგრძობიარეა (სენსიტიურია) სისხლში ჟანგბადის რაოდენობის მიმართ და აიგზნება ჟანგბადის ნორმალური რაოდენობის (ათვლის წერტილის) ცვლილების შედეგად. ათვლის წერტილიდან გადახრის საპასუხოდ, ტვინის ლეროს და ჰიპოთალამუსის ნეირონების ზეგავლენით, ამოქმედდება ვეგეტატიური რეფლექსი, რომელიც დააბრუნებს ჟანგბადის რაოდენობას ნორმალურ საზღვრებში. მსგავსი მექანიზმი უდევს საფუძვლად სისხლის არტერიული წნევის

რეგულაციასაც. ამ შემთხვევაში არტიერიული წნევის მიმართ მგრძობიარე რეცეპტორები, რომლებიც სისხლძარღვებშია მოთავსებული, უკავშირდება ჰიპოთალამუსის ნეირონებს, რომლებიც თავის მხრივ, არეგულირებენ შესაბამის ვეგეტატიურ რეაქციას სისხლის წნევის ცვლილების შემთხვევაში.

**თერმორეგულაცია** – ორგანიზმის ტემპერატურის რეგულაცია.

ორგანიზმი წარმოშობს სითბოს, რომელიც სხეულში გროვდება. ამიტომ სხეულს ყოველთვის აქვს გარკვეული ტემპერატურა. სითბოს წარმოშობა ხდება სხეულში მიმდინარე ქიმიური რეაქციების (მაგალითად უჯრედში საკვების დაშლის, ატფ-ს დაშლის და წარმოქმნის, საჭმლისმომწელებელ სისტემაში საკვების დაშლის) შედეგად, რომლებსაც თან სდევს სითბოს გამოყოფა,

ორგანიზმი, როგორც ფიზიკური სხეული, გასცემს გარემოში სითბოს, მაგრამ ამავდროულად, არეგულირებს წარმოქმნილი და გაცემული სითბოს რაოდენობას ისე, რომ არ განვითარდეს **ჰიპოთერმია** (სხეულის ტემპერატურის დაცემა ნორმალური საზღვრის ქვემოთ) ან **ჰიპერთერმია** (სხეულის ტემპერატურის მატება ნორმალურ საზღვარს ზემოთ).

ადამიანის სხეულის ნორმალური ტემპერატურა (**ნორმოთერმია**) უდრის 37 °C-ს. ეს მაჩვენებელი აღნიშნავს ტემპერატურას სხეულის შინაგან ორგანოებში, რომელიც უფრო მეტია ვიდრე კანის ტემპერატურა, ან ტემპერატურა პირის ღრუში. ამიტომ, როდესაც ტემპერატურას ილღიაში ვზომავთ, ნორმალური მაჩვენებელი 37 °C-ზე ნაკლებია. ამავდროულად, ტემპერატურა მერყეობს დღის განმავლობაში დაახლოებით 0.5 °C-ით.

ორგანიზმს აქვს ტემპერატურის ათვლის წერტილი, რომლის მიხედვითაც ის მსჯელობს გარემოში და ორგანიზმში მიმდინარე ცვლილებების შესახებ. ეს ათვლის წერტილი ჰიპოთალამუსის ნეირონებშია. ჰიპოთალამუსი მგრძობიარეა სხეულის ტემპერატურის მიმართ. ჰიპოთალამუსის ნეირონები რეაგირებენ ტემპერატურის ნორმალური საზღვრიდან გადახრაზე და იწყებენ ორგანიზმის სათანადო რეფლექსურ რეაქციას. რეაქცია ჰომეოსტაზურია – ის ხელს უწყობს ორგანიზმში ტემპერატურის სტაბილურ დონეზე შენარჩუნებას გარემოში ან ორგანიზმში ტემპერატურის ცვლილების პირობებში.

როდესაც ორგანიზმში ტემპერატურა ნორმალურ საზღვარს აჭარბებს, აუცილებელია სითბოს სწრაფი გაცემა ჰიპერთერმიის შედეგად გადახურების თავიდან ასაცილებლად.

ამ დროს იწყება სისხლის გადანაწილება ორგანიზმში, კერძოდ მეტი რაოდენობით სისხლი იწყებს დენას სხეულის ზედაპირისკენ – კანისაკენ, და ამდენად, ნაკლები სისხლი მიედინება შინაგან ორგანოებში. შედეგად ძლიერდება სითბოს გაცემა კანის საშუალებით, ხოლო შინაგან ორგანოებში მცირდება წარმოქმნილი სითბოს რაოდენობა. ძლიერი ჰიპერთერმიის დროს დაიწყება ოფლდენა

და ოფლის აორთქლება, რაზედაც იხარჯება ორგანიზმის ენერგია და სხეული გრილდება.

ჰიპოთერმიის დროს სისხლის დინება ძლიერდება შინაგან ორგანოებში და ისინი იწყებენ დიდი რაოდენობით სითბოს წარმოქმნას. ამავდროულად კლებულობს კანში მიმავალი სისხლის რაოდენობა და შესაბამისად სითბოს გაცემა კანის საშუალებით. ოფლი არ გამოიყოფა და ამდენად, სითბო არც აორთქლებით გაცივება.

სისხლის გადანაწილება ჰიპო-და ჰიპერთერმიის ფონზე ხდება სისხლძარღვების სანათურის ფართობის რეგულექსური რეგულაციის გზით. კერძოდ, სისხლძარღვში გამავალი სისხლის რაოდენობა დამოკიდებულია სისხლძარღვის სანათურის ფართობზე. როდესაც ეს ფართობი იზრდება კანში მომავალ სისხლძარღვებში, კანში უფრო მეტი სისხლი იწყებს დენას. იგივე პრინციპით, სისხლის ნაკადის გაძლიერება შინაგან ორგანოებში შესაძლებელია ამ ორგანოებში მიმავალი სისხლძარღვების სანათურის ფართობის გაზრდით. სისხლძარღვების სანათურის ფართობის რეგულაცია ხორციელდება ძირითადად სიმპათიკური ნერვების საშუალებით, ხოლო ამ სისტემის მუშაობას აკონტროლებს ჰიპოთალამუსი.

## კავშირი კლინიკასთან:

როდესაც ავად ვხდებით, ორგანიზმში ავადმყოფობისაგან დაზიანებული უჯრედები გამოყოფენ ქიმიურ ნივთიერებებს – **პიროგენებს**. პიროგენები მოქმედებენ ჰიპოთალამუსზე და ცვლიან მის მგრძნობელობას სხეულის ტემპერატურის მიმართ: ჰიპოთალამუსისათვის სხეულის ტემპერატურის ნორმალური საზღვარი მატულობს. კერძოდ, თუ ჯანმრთელ ადამიანში ჰიპოთალამუსისათვის ნორმალური ზღვარია  $37^{\circ}\text{C}$ , პიროგენების ზეგავლენით ეს ზღვარი შესაძლებელია შეიცვალოს და გახდეს  $37^{\circ}\text{C}$ -ზე ბევრად მეტი. ამიტომ ვითარდება ჰიპოთერმიის „ილუზია“ და ჰიპოთალამუსი იწყებს შესაბამის რეაქციას: სისხლი დიდი რაოდენობით გადაისროლება შინაგან ორგანოებში და მოაკლდება კანს. კანიდან სითბოს გაცემა მცირდება, ხოლო შინაგანი ორგანოები იწყებენ დიდი რაოდენობით სითბოს დაგროვებას. შედეგად სხეულის ტემპერატურა მატულობს – „სიცხე მალლა გვიწევს“ როდესაც ტემპერატურა მიაღწევს იმ მაჩვენებელს (დავუშვათ  $38^{\circ}\text{C}$ -ს), რომელიც პიროგენების ზემოქმედების გამო, ჰიპოთალამუსის მიერ აღიქმება როგორც ნორმალური, ჰიპოთალამუსი შეწყვეტს ტემპერატურის მატებისკენ მიმართულ რეაქციას.

„სიცხის დამწვევი წამლები“ (ჰიპერთერმიის საწინააღმდეგო მედიკამენტები) ანეიტრალებენ პიროგენების მოქმედებას და აღადგენენ ჰიპოთალამუსის მრძნო-

ბელობას სხეულის ტემპერატურის მიმართ. დიდი რაოდენობით სითხის მიღება ავადმყოფობის დროს ხელს უწყობს პიროგენების სწრაფ გამოდევნას სხეულიდან.

### დავალება

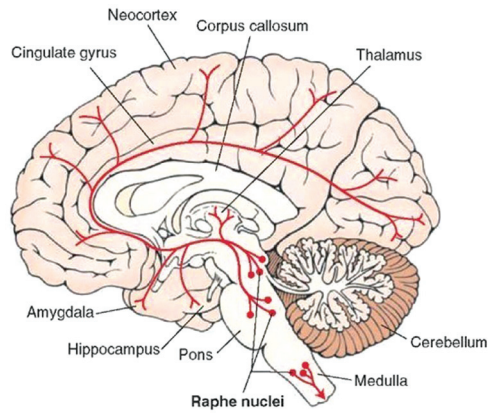
1. დააკვირდით სურათზე ჰიპოთალამუსის ადგილმდებარეობას თავის ტვინში და მოიფიქრეთ, თავის ტვინის რომელ განყოფილებას ეკუთვნის ჰიპოთალამუსი
2. გადახედეთ პნს-ს მოქმედების ამსახველ ცხრილს და მოიფიქრეთ, რომელი ვეგეტატიური ნერვების ფუნქციაა არტერიული სისხლის წნევის რეგულაცია
3. მოიფიქრეთ, რა კავშირშია ჰიპოთალამუსის ფუნქციასთან ტერმინი „ჰომეოსტაზი“:

### ნეიროტრანსმიტარები

რადგან სტუდენტს უკვე აქვს გარკვეული წარმოდგენა ნერვული სისტემის აგებულებაზე, ნეიროტრანსმიტერებს განვიხილავთ უფრო დაწვრილებით, მათი ქიმიური ბუნების და თავის ტვინში ლოკალიზაციის თვალსაზრისით.

**სეროტონინი** წარმოიქმნება ამინომჟავა ტრიპტოფანისგან. სეროტონინი უშუალო ზემოქმედებას ახდენს თავის ტვინის ჰემოსფეროების ქერქულ, კერძოდ პირამიდულ ნირონებზე. თუმცა ხშირ შემთხვევაში სეროტონინი პირდაპირი გზით არ მოქმედებს ნეირონებზე, არამედ არეგულირებს ნეირონების რეაქციას სხვა ნეიროტრანსმიტერებზე. სეროტონინს დიდი რაოდენობით გამოიმუშავებს საჭმლის მომნელებელ სისტემაში ნაწლავის უჯრედები. ტრიპტოფანი დიდი რაოდენობითაა ხორცში. ტრიპტოფანს ადამიანის ორგანიზმი ვერ გამოიმუშავებს, ამიტომ ტრიპტოფანი საკვებთან ერთად უნდა მივიღოთ.

თავის ტვინში სეროტონინის მთავარი წარმოქმნელი და გამომყოფია (სეროტონინერგულია) Raphe ბირთვები (სურათზე 9, Raphe nuclei) – თავის ტვინის ღეროში, ნეირონების ფუნქციური სისტემის – რეტიკულური ფორმაციის კომპონენტი. მნიშვნელოვანია, რომ Raphe ბირთვების ადგილმდებარეობა და ფუნქცია მსგავსია ყველა ხერხემლიან ცხოველში. ეს გასაკვირი არ არის, რადგან რეტი-



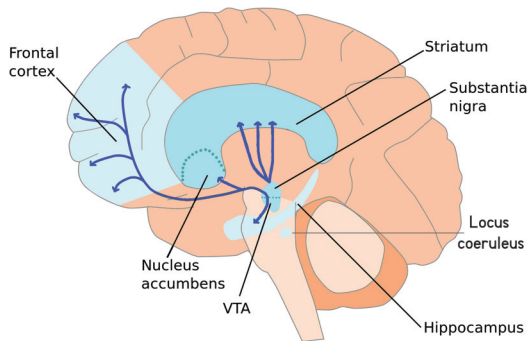
კულური ფორმაცია ევოლუციურად თავის ტვინის ერთერთი ყველაზე ადრინდელი წარმონაქმნია (Allman J.M., 1999).

Raphe-დან აქსონები მიემართება ზურგის ტვინში და თავის ტვინის შემდეგ სტრუქტურებში: თალამუსი (thalamus), ზოლიანი სხეული (striatum), ჰიპოთალამუსი, ჰიპოკამპი (hippocampus), ამიგდალა (amygdala), და პრაქტიკულად მოიცავს მთელს ჰემისფეროების ქერქს. ამგვარად, Raphe ნეირონების აქსონების ტერმინალები გვხვდება თავის ტვინის მთელ მასაში.

**დოფამინი, ნორეპინეფრინი და ეპინეფრინი** წარმოიქმნება ამინომჟავა თიროზინისგან. თიროზინი, თავის მხრივ, წარმოიქმნება ამინომჟავა ფენილალანინისგან. ორგანიზმში თიროზინი ცილოვან საკვებთან ერთადაც ხვდება. ნეირონები თიროზინს გარდაქმნიან დოფამინად, ნორეპინეფრინად და ეპინეფრინად. რომელი მათგანი წარმოიქმნება, დამოკიდებულია იმ კონკრეტულ ქიმიურ გარდაქმნაზე, რომელშიც მოცემულ შემთხვევაში იქნება ჩართული თიროზინი.

**დოფამინის გამომუშავება** ხდება (სურ. 10) შავ სუბსტანციაში და სახურავში (Substantia nigra, Tegmentum). უფრო ზუსტად, ვენტრალურ სახურავში (VTA).

შავი სუბსტანციის ტერმინალები დიდი რაოდენობით გვხვდება ზოლიან სხეულში (striatum). ამგვარად, არსებობს ძლიერი ნიგრო-სტრიატული გზა – აქსონური კავშირი შავ სუბსტანციასა და ზოლიან



სურ. 10

სხეულს შორის. გარდა ამისა დოფამინერგული ნეირონების ტერმინალები გვხვდება ლიმბურ სისტემაში (მას მოგვიანებით განვიხილავთ) და ჰემისფეროების ქერქში (მეზოკორტიკალური გზა, იქმნება ძირითადად სახურავის ნეირონების აქსონებისგან, რომლებიც გაივლის ლიმბურ სისტემას და მთავრდება შუბლის წილის ფრონტალურ ქერქში – Frontal cortex). სურათზე ჩანს, აგრეთვე, მიმდებარე ბირთვი – nucleus accumbens, რომელთანაც დაკავშირებულია VTA. დოფამინერგული აქსონები გაივლიან აგრეთვე ჰიპოთალამუსს და მთავრდებიან ჰიპოფიზში.

თავის ტვინში **ნორეპინეფრინი** წარმოიქმნება ცისფერ ლაქაში (locus coeruleus), რომლის ნორეპინეფრინერგული ნეირონების აქსონების ტერმინალები გვხვდება ზურგის ტვინში, ნათხემში, ტვინის ღეროში, ჰიპოთალამუსში, თალამუსის ბირთვებში, ამიგდალასა და ახალ ქერქში.

**აცეტილქოლინი** წარმოიქმნება ნეირონებში ქოლინისგან. ქოლინერგული ნეირონების ტერმინალები გვხვდება ჩონჩხის კუნთებში, ვისცერალურ კუნთებში და ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში.

**გამა ამინოურბოსმჟავა (GABA)** წარმოიქმნება ამინომჟავა გლუტამატისგან. თავად გლუტამატი ამავგზნებელი ნეიროტრანსმიტერია, ხოლო – GABA შემაკავებელი ნეიროტრანსმიტერია. გვხვდება ცნს-ში თითქმის ყველგან.

# ქვევაში ნერვული სისტემის როლის შესწავლის მეთოდები

კლინიკური ნეიროფსიქოლოგიური მეთოდი კლასიკურია. ის გულისხმობს თავის ტვინის დაზიანების შედეგად განვითარებულ ფსიქიკის დარღვევებზე დაკვირვებას, ამ დარღვევების დაკავშირებას ტვინის დაზიანებულ სტრუქტურასთან, და ამ გზით, ფსიქიკურ ფუნქციებში ტვინის ცალკეული უბნების როლის დადგენას.

მეთოდის ლოგიკა ასეთია: თუ ერთი მხრივ, ვიცით, როგორ ირღვევა ქცევა ტვინის დაზიანების კონკრეტულ შემთხვევაში, მეორე მხრივ კი ვიცით ტვინის რა უბანია დაზიანებული ამ კონკრეტულ შემთხვევაში, შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ ტვინის ეს უბანი პასუხისმგებელია მოცემულ ფსიქიკურ პროცესზე. მაგალითად, თუ ტვინის დაზიანების კონკრეტულ კლინიკურ შემთხვევაში პაციენტს აღარ შეუძლია საუბარი, გავარკვევთ თავის ტვინის რა უბანია დაზიანებული და ვიმსჯელებთ ამ უბნის როლზე მეტყველებაში. თანამედროვე ნეიროფსიქოლოგია არ განიხილავს თავის ტვინის სტრუქტურის და ფუნქციების ურთიერთკავშირს ასე მარტივად, თუმცა ძირეული პრინციპი დღეისთვისაც მართებულია.

განვიხილოთ ცნობილი შემთხვევა, რომელიც თემასთან ახლოსაა, და ამავედროულად, კლასიკურადაც ითვლება. ის თარიღდება 1848 წლის 13 სექტემბრით. ამერიკის შეერთებულ შტატებში, რკინიგზის ერთ-ერთი ხაზის გაყვანაზე მუშაობდა ფინეას გეიჯი. იმ დღეს გეიჯი კლდეს აფეთქებდა. კლდეში გაკეთებულ ხვრელში გეიჯი ძალაყინით ტკეპნიდა დენტს. ძალაყინი კლდეს მოხვდა, ნაპერწკალმა დენთი ააფეთქა და ძალაყინი ხვრელიდან ამოისროლა. დენტის აფეთქების შედეგად გამოსროლილმა ძალაყინმა გეიჯს თავში გაურა, დააზიანა თვალი და რაც მთავარია თავის ტვინი. საოცარი ის არის, რომ გეიჯი გადარჩა. ინციდენტის შემდეგ გადაღებულ ფოტოზე (სურ. 1, მარცხნივ) გეიჯი ჩანს ძალაყინით ხელში ([http://en.wikipedia.org/wiki/Phineas\\_Gage](http://en.wikipedia.org/wiki/Phineas_Gage)).

გეიჯის ექიმის და ახლობლების ჩანაწერებიდან მეცნიერებისთვის ცნობილი გახდა, თუ როგორ შეიცვალა გეიჯის ქცევა ტრავმის შემდეგ. მუზეუმში ინახება გეიჯის ქალა და მის მიხედვით მეცნიერებმა აღადგინეს ძალაყინის თავის ტვინში გავლის ტრექტორია (სურ. 1, მარჯვნივ) და დაადგინეს თავის ტვინის რა უბანი დააზიანა ძალაყინმა (Damassio H. et al., 1994).

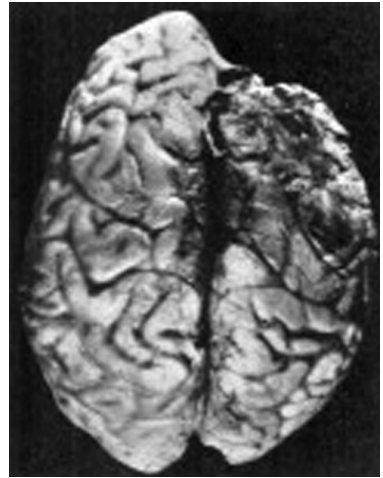


სურ. 1

ძალაყინის ტრექტორიის რეკონსტრუქციამ უჩვენა, რომ მას უნდა დაეზიანებინა თავის ტვინის ფრონტალური წილი. მოწ-

მეთა ჩვენების მიხედვით, ტრავმის შემდეგ გეიჯი დაუბრუნდა სამუშაოს, მაგრამ დაკარგა საქმის დაგეგმვის უნარი. ამ ორი ფაქტის (ანატომიური და ქცევითი) შეჯერებით შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ თავის ტვინის ფრონტალური წილი პასუხისმგებელია მოქმედებათა გეგმის შემუშავებაზე. ვარაუდი შეესაბამება ფრონტალური წილის ფუნქციაზე თანამედროვე წარმოდგენას (Goldberg E., 2001, Hoffman M., 2013).

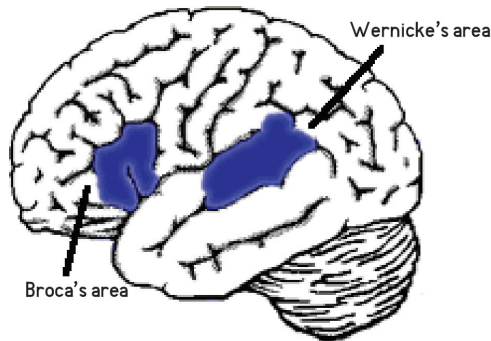
კიდევ ერთი კლასიკური მაგალითი კლინიკური ნეიროფსიქოლოგიის პრაქტიკიდან არის ცნობილი ნეიროქირურგის, ვაილდერ პენფილდის (Wilder Graves Penfield, 1891-1976) დაკვირვება საკუთარ დაზე. რუთ პენფილდს განუვითარდა სიმსივნე შუბლის წილში, რომელიც თავად ვაილდერ პენფილდმა მოაცილა ოპერაციული ჩარევით. ოპერაციამ გარკვეული ხნით გაუზანგრძლივა სიცოცხლე რუთ პენფილდს. ოპერაციის შემდეგ ყველაზე მთავარი ქცევითი პრობლემა, რომელიც ავადმყოფს გამოუვლინდა, იყო ყოველდღიურ მოქმედებათა კოორდინირების, დაგეგმვის უნარის დარღვევა. რუთ პენფილდი დიდი ოჯახის დედა იყო და წარმატებული დიასახლისი. ოპერაციის შემდგომ ის ვეღარ ახერხებდა კერძების სადილისათვის დროულ მომზადებას, უჭირდა სამზარეულოში ერთდროულად ორი საქმის კეთება, რის გამოც ხშირად უფუჭდებოდა მოსამზადებელი საკვები, ვერ ახერხებდა სუფრის თანმიმდევრულ გაწყობას და სხვ. Post mortem შესრულებულ თავის ტვინის ფოტოსურათზე (სურ. 2) ჩანს, რომ ოპერაციის შედეგად მოცილებულია მარჯვენა ჰემისფეროს შუბლის წილი.



სურ. 2

თავის ტვინის დაზიანების მქონე პაციენტებზე დაკვირვების შედეგად ჩაეყარა საფუძველი წარმოდგენას მეტყველებაში თავის ტვინის წილების როლის შესახებ. ფრანგი ექიმი პოლ ბროკა (Pierre Paul Broca, 1824-1880) წლების განმავლობაში აკვირდებოდა პაციენტებს, რომლებსაც დარღვეული ქონდათ მეტყველება. პაციენტების გარდაცვალების შემდეგ ბროკა სწავლობდა მათი თავის ტვინის მორფოლოგიურ მდგომარეობას და არკვევდა, რა ნაწილი იყო ავადმყოფობისაგან დაზიანებული. ამ მეთოდით გამოიკვლია ბროკამ 1860 წელს მისი ერთერთი პაციენტი – ლებორნი, რომელსაც ზედმეტ სახელად "ტან" უწოდეს, რადგან ამ ბგერების მეტს ვერაფერს წარმოთქვამდა. ლებორნის post mortem თავის ტვინის შესწავლამ უჩვენა, რომ დაზიანებული იყო თავის ტვინის მარცხენა ჰემისფეროს ფრონტალური წილი. ბროკამ კიდევ რამდენიმე მსგავსი დაკვირვება გააკეთა და დაასკვნა, რომ ადამიანის მეტყველებისათვის, კერ-

ძოდ სიტყვების წარმოთქმისათვის, მარცხენა ჰემისფეროს ფრონტალური წილია მნიშვნელოვანი. ფრონტალური წილის ამ ნაწილს, დღეს **ბროკას უბანი** ეწოდება (სურათზე 3, Broca's Area).



სურ. 3

არსებობს **ვერნიკეს უბანიც** (Wernicke's Area – გერმანელი ნევროლოგის, Karl Wernicke-ს, 1848-1905, **საპატივცემულოდ**) მარცხენა ჰემისფეროს ტემპორალურ წილში (სურ. 3), რომელიც, როგორც ვერნიკემ დაადგინა, ნათქვამის ალქმის, გაგების ფუნქციას ასრულებს.

ბროკას ნაშრომი საფუძვლად დაედო წარმოდგენას თავის ტვინის ჰემისფეროების **ფუნქციური ლატერალიზაციის** შესახებ. რადგან მეტყველება ადამიანის უნიკალური ფუნქციაა, ბროკამ კი უჩვენა, რომ ეს ფუნქცია მარცხენა ჰემისფეროს დაზიანებისას ირღვევა, თავის ტვინის ამ ნაწილს წამყვანი – **დომინანტური** უწოდეს, მარჯვენა ჰემისფერო კი დაქვემდებარებულად – **სუბდომინანტურად** მოინათლა.

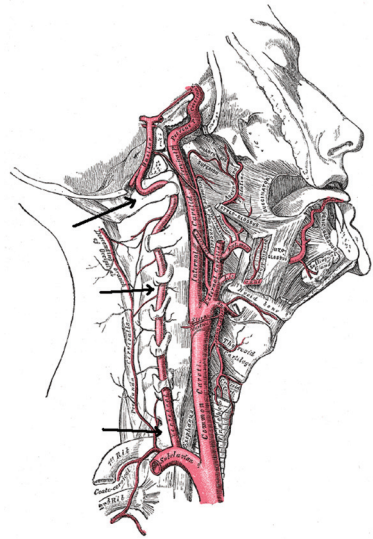
დღეს ტერმინები „დომინანტური, სუბდომინანტური“ პრაქტიკულად აღარ გამოიყენება, რადგან მეოცე საუკუნეში ჩატარებული და თანამედროვე გამოკვლევებით დადგინდა, რომ მარჯვენა ჰემისფერო წამყვანია ადამიანისათვის მეტად მნიშვნელოვანი ფსიქიკური ფუნქციების შესრულებაში, მაგალითად სივრცეში ორიენტაციასა და ხატისმიერ ალქმაში. ამიტომ საუბრობენ თავის ტვინის ჰემისფეროების არა დომინანტურობა-სუბდომინანტურობაზე, არამედ ჰემისფეროთა შორის ფუნქციების გადანაწილების – **ფუნქციური ლატერალიზაციის** შესახებ. ამ საკითხის და ზოგადად კლინიკური ნეიროფსიქოლოგიური მეთოდის შესახებ დეტალური ინფორმაციის მისაღებად იხ.: გაგოშიძე თ., 2012, Хомская Е.Д. 2003, Мосидзе В.М. и др., 1991 და აგრეთვე <http://yanko.lib.ru/books/psycho/homskaya=neuropsychology=ann.htm>. ამ მონოგრაფიებში და საიტზე განთავსებულია კლინიკური ნეიროფსიქოლოგიური მასალა, რომელიც ძალიან მნიშვნელოვანია ფსიქოლოგიის სპეციალობის სტუდენტებისათვის.

## კავშირი კლინიკასთან:

ფინეას გეიჯის შემთხვევა უალრესად იშვიათია და ნეიროფსიქოლოგია ამგვარ შემთხვევებს ვერ დაეყრდნობა. შედარებით ხშირია შეიარაღებული კონფლიქტების დროს მიღებული თავის ტვინის ტრავმები. რუსეთში მოღვაწე ალექსანდრ ლურიას (Александр Лурия, 1902-1977) მიერ, მეორე მსოფლიო ომის დროს ტრავმირებულთა ნეიროფსიქოლოგიურმა შესწავლამ, შეუფასებელი გამოცდილება შესძინა თანამედროვე ნეიროფსიქოლოგიას. მაგრამ ყველაზე ხშირად, ნეიროფსიქოლოგის პაციენტი ხდება ადამიანი თავის ტვინის სისხლით მომარაგების დარღვევით.

ამ საკითხზე წერილი მოგვაწოდა პროფესორმა ბაკურ კოტეტიშვილმა (*მედიცინის მეცნიერებათა დოქტორი, ბ. კოტეტიშვილის ფსიქო-ნევროლოგიური კლინიკა*).

ნერვული ქსოვილი საჭიროებს სისხლის შეუფერხებელ, სტაბილურ მიწოდებას. თავის ტვინი მთელი სხეულის მასის 2%-ია, მაგრამ მოიხმარს ორგანიზმში არსებული ჟანგბადის 18%-ზე მეტს. თავის ტვინისთვის არტერიული სისხლის მიწოდებას უზრუნველყოფს 4 მსხვილი სისხლძარღვი (სურ. 4): ორი ხერხემლის – ვერტებრული არტერია (სურათზე ნაჩვენებია ისრებით) და ორი საძილე – კაროტიდული არტერია (სურათზე – ვერტებრულის ვენტრალურად).

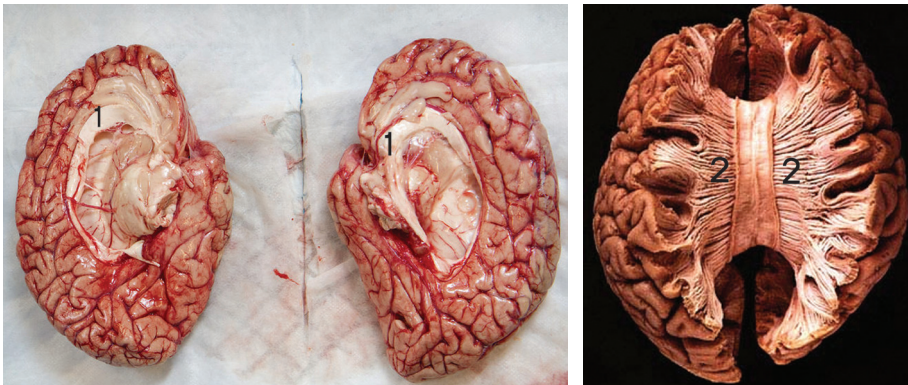


სურ. 4

ტვინში შესვლისას ეს არტერიები იტოტება და წარმოიქმნება სისხლძარღვთა ქსელი, რომელიც მთელს ტვინს მოიცავს. ეს მოწესრიგებული სისტემა მოიშლება ხოლმე. თავის ტვინის სისხლის მიმოქცევის მწვავე მოშლა ვითარდება თავის ტვინის რომელიმე უბნისთვის სისხლის მიწოდების შეწყვეტით, მაგალითად სისხლძარღვის სანათურის დაცობა – თრომბოზი, ან სისხლძარღვის სანათურის მთლიანობის დარღვევა. პირველ შემთხვევაში საქმე გვაქვს იშემიურ (ბერძნ. *Ishaimos* – სისხლნაკლი), ხოლო მეორე შემთხვევაში – ჰემორაგიულ (ბერძნ. *Haimorrhagio* – სისხლდენა) დაზიანებასთან ანუ თავის ტვინში სისხლჩაქცევასთან. (თავის ტვინის სისხლის მომარაგების მწვავე მოშლას ინსულტს (*insult*) უწოდებენ, თუმცა თანამედროვე ინგლისურენოვან ლიტერატურაში უპირატესად იხმარება ტერმინი „stroke.“)

ინსულტს ახასიათებს ეგრეთწოდებული ზოგად-ტვინოვანი სიმპტომები: ცნობიერების დაბინდვა, მენსიერების დარღვევა, გაბრუება, წონასწორობის დაკარგვა, თავის ტკივილი, ლებინება და სხვა. ამავდროულად, ინსულტს შესაძლებელია თან ახლდეს კეროვანი სიმპტომები. კეროვანი იმიტომ ეწოდება, რომ ეს სიმპტომები განსხვავდება ინსულტის კერის – დაზიანებული თავის ტვინის უბნის ადგილმდებარეობის მიხედვით. კეროვანი სიმპტომებია: კიდურებში მოძრაობის და მგრძობელობის მოშლა (დამბლა), მიმიკური კუნთების დამბლა, მეტყველების სხვადასხვა ხარისხის მოშლა და სხვა. ნებისმიერი სახის ინსულტი საჭიროებს საექიმო ჩარევას დაავადების სიმპტომების მკურნალობის (სიმპტომური მკურნალობა) და შემდგომი განმეორების თავიდან აცილების მიზნით.

ჩამოთვლილ კეროვან სიმპტომებთან ერთად, ვითარდება ხოლმე კოგნიტიური ფუნქციების კონკრეტული დარღვევებიც, რომლებიც უკავშირდება დაზიანებული კერის მონაწილეობას მოცემული ფუნქციის განხორციელებაში და რომლებიც ნეიროფსიქოლოგებისათვის სპეციალურ ინტერესს წარმოადგენს.



სურ. 5

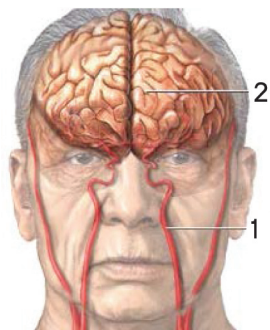
**გაყოფილი ტვინი.** ეს ტერმინი აღწერს კლინიკურ შემთხვევას, როდესაც ადამიანს ქირურგიული ჩარევით – **კალოზოტომიით**, გადაკვეთილი აქვს თავის ტვინის ჰემისფეროების კომისურული ტრაქტი – **კორძიანი სხეული (corpus callosum)**. კალოზური (კორძიანი სხეულის) აქსონები სათავეს იღებენ ნეირონებიდან, რომელთა სომა ჰემისფეროების ქერქშია განლაგებული. სურათზე 5, მარცხნივ, მოცემულია ადამიანის თავის ტვინის საგიტალური განაჭერი, ჩანს ჰემისფეროების შიდა ზედაპირი, შუამდებარე ტვინის თეთრი ნივთიერება და კორძიანი სხეული (1). მარჯვენა მხარეს ნაჩვენებია ჰემისფეროებში შემავალი კომისურული ტრაქტი (2).

კალოზოტომია პოპულარული იყო გასული საუკუნის 60-70-ან წლებში და გამოიყენებოდა ეპილეფსიის გარკვეული კლინიკური ფორმის სამკურნალოდ. კა-

ლოზოტომიის შედეგად ორი ჰემისფერო კარგავს ერთმანეთთან ანატომიურ და, შესაბამისად ფუნქციურ კავშირს. ამგვარად, გაყოფილი ტვინი საშუალებას იძლევა შევისწავლოთ ტვინის თითოეული ჰემისფეროს ფუნქცია იზოლირებულად.

**კლინიკური შემთხვევის აღწერა** (Rhawn J., 2011): პაციენტს აღენიშნა პირველი ეპილეფსიური შეტევა 8 წლის ასაკში. შეტევები ძლიერ გახშირდა და გადაწყდა კალოზოტომიის ჩატარება.

ვადას ტესტით გამოვლინდა მარცხენა ჰემისფეროს დომინირება მეტყველებაში. **ჯუნ ვადას ტესტი**: თავის ტვინში, მარცხენა ან მარჯვენა შიდა კაროტიდულ არტერიაში (სურ. 6, – 1), შეყავთ ბარბიტურატის ხსნარი. ბარბიტურატი იწვევს შესაბამისად მარცხენა ან მარჯვენა ჰემისფეროს (2) ფუნქციურ დათრგუნვას გარკვეული ხნის განმავლობაში. ამ პერიოდში პაციენტი მოქმედებს მხოლოდ ერთი ჰემისფეროთი, რაც იძლევა საშუალებას, რომ შევისწავლოთ ამ ჰემისფეროს ფუნქციები მეორე ჰემისფეროსგან დამოუკიდებლად. შემოიღო ნევროლოგმა Juhn Atsushi Wada-მ. [http://www.ta-service.cz/epodes/downloadsPRESsupB/Pauli\\_01\\_EPODES.pdf](http://www.ta-service.cz/epodes/downloadsPRESsupB/Pauli_01_EPODES.pdf)



სურ. 6

პაციენტი მემარჯვენე იყო. კლინიკური სურათი კალოზოტომიის შემდეგ:

**სტერეოგნოზი (ობიექტის აღქმა და ცნობა მხოლოდ შეხების გზით, სხვა შეგრძნებების ჩარევის გარეშე)**: ასახელებს საგნებს, რომლებსაც სინჯავს მარჯვენა ხელით, მარცხენა ხელით მოსინჯულ საგნებს ვერ ასახელებს, მაგრამ შეუძლია ამოიცნოს ეს საგნები მრავალთა შორის, თუ დაანახვებენ.

**განმარტება**: მარჯვენა ხელით მოსინჯვისას ინფორმაცია მიემართება მარცხენა ჰემისფეროში და აღწევს მეტყველების უბანს. ამიტომ პაციენტს შეუძლია დაასახელოს მოსინჯული საგანი. მარცხენა ხელით საგნის მოსინჯვისას ინფორმაცია მიემართება მარჯვენა ჰემისფეროში, სადაც არ არის მეტყველების უბანი. ინფორმაცია ვერ გადადის მარცხენა ჰემისფეროში, რადგან გადაკვეთილია ჰემისფეროების ანატომიურად და ფუნქციურად დამაკავშირებელი კორძიანი სხეული. ამიტომ პაციენტი ვერ ასახელებს საგანს, თუმცა ცნობს მას ფიზიკური მახასიათებლების მიხედვით. ამის დასტური ის არის, რომ პაციენტს შეუძლია ამოიცნოს საგანი, რომელიც მოსინჯა მარცხენა ხელით, თუ ამ საგანს დაანახვებენ მრავალ სხვა საგანთან ერთად.

**ცალმხრივი (უნილატერალური) ან მთელი სხეულის პასუხი ვერბალურ ინსტრუქციებზე**: პაციენტს აძლევენ ინსტრუქციას, რომელიც 1. მოითხოვს სხეულის ერთი მხარით (მარცხენა ან მარჯვენა) რეაქციას, მაგ: გვიჩვენე ჯარისკაცული სალაში (მარჯვენა ხელის მტევნის მიღება საფეთქელთან) ან 2. სხეულის ორივე მხარის ჩართვას რეაქციაში, მაგ. მიიღე მოკრივეს პოზა.

პაციენტი სწორად რეაგირებს თუ საჭიროა სხეულის მარჯვენა მხარის ამოქმედება (მაგ. ხელით ჯარისკაცული მისალმება), მაგრამ სწორად რეაგირებს მხოლოდ სამჯერ იმ 10 ინსტრუქციაზე, რომელიც სხეულის ორივე მხარის ამოქმედებას მოითხოვს.

**განმარტება:** პაციენტის მარცხენა, „მეტყველი“ ჰემისფერო იგებს ინსტრუქციას და ასრულებს მას სხეულის მარჯვენა ნაწილით, რომელსაც ის აკონტროლებს. მაგრამ მარცხენა ჰემისფერო ვერ არეგულირებს სრულყოფილად სხეულის მარცხენა მხარის მოქმედებებს, რადგან ეს მხარე მარჯვენა ჰემისფეროს კონტროლის ქვეშაა, ხოლო კავშირი ჰემისფეროებს შორის დარღვეულია, მარჯვენა ჰემისფეროს კი უჭირს ინსტრუქციის გაგება.

**დავალება: სტუდენტს ვთავაზობთ განმარტოს ნერვული სისტემის აგებულების რა ანატომიურ თავისებურებას ეყრდნობა ზემოთ მოყვანილი განმარტება.**

**მხედველობით-სივრცითი პროცესები:** პაციენტი ხატავს (გადახატავს) საგნებს მარჯვენა ხელით, მაგრამ ასახავს საგნის მარჯვენა მხარეს და უგულვებელყოფს მარცხენა მხარის დეტალებს (**მარცხენამხრივი უგულვებელყოფა – Left-sided Visual Neglect**).

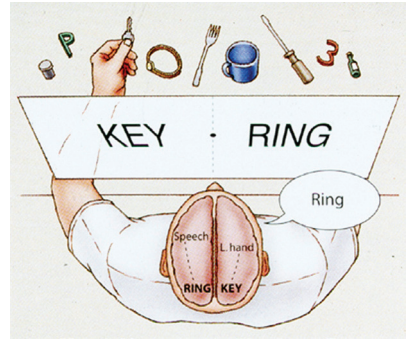
**განმარტება:** ჰემისფეროები აკონტროლებენ სივრცის ძირითადად საწინააღმდეგო მხარეს: მარჯვენა ჰემისფერო – სივრცის მარცხენა მხარეს, მარცხენა ჰემისფერო – მარჯვენა მხარეს. ასეთია ჰემისფეროების მიერ მხედველობითი სივრცის კონტროლის თავისებურება. რადგან პაციენტი ხატავს მარჯვენა ხელით, რომელსაც აკონტროლებს მარცხენა ჰემისფერო – ყურადღებით ობიექტის მარჯვენა მხარეზე, პაციენტი ასახავს საგნის მარჯვენა მხარეს, მაგრამ არა მარცხენა მხარეს, რომელიც მარჯვენა ჰემისფეროს ყურადღების ქვეშაა, მარჯვენა ჰემისფერო კი მარჯვენა ხელს ვერ აკონტროლებს და ამავდროულად, დაკარგული აქვს კავშირი მარცხენა ჰემისფეროსთან.

**მხედველობითი ველის განცალკევების მეთოდი** საშუალებას იძლევა მხედველობითი ინფორმაცია აღიქვას მხოლოდ ერთმა ჰემისფერომ და შესაბამისად, ჩატარდეს დაკვირვება ამ ჰემისფეროს მიერ ინფორმაციის აღქმის, ანალიზის და შესაბამისი რეაქციის ორგანიზაციის უნარზე.

ბუნებრივ პირობებში, ერთი თვალიდან მხედველობითი ინფორმაცია მიდის ორივე ჰემისფეროში.

მხედველობითი ველის განცალკევების მეთოდის გამოყენებისას ცდის პირი აფიქსირებს მზერას ეკრანის ცენტრალურ ნაწილში, ხოლო მხედველობითი სტიმულები გამოჩნდება ეკრანის მარცხენა ან მარჯვენა ნაწილში. მაგალითად, სურათზე 7 ჩანს, რომ მხედველობითი სტიმულები – ინგლისური სიტყვები, გამოჩნდა მზერის ფიქსაციის წერტილიდან (წერტილი ეკრანის შუაში) მარცხნივ და

მარჯვნივ: KEY – მხედველობის ველის მარცხენა ნაწილში, RING – მხედველობის ველის მარჯვენა ნაწილში. ამ პირობებში მხედველობის ველის მარცხენა მხარეს არსებული მხედველობითი სტიმული აღიქმება მხოლოდ მარჯვენა ჰემისფეროს მიერ, ხოლო მხედველობის ველის მარჯვენა მხარეს არსებული მხედველობითი სტიმული აღიქმება მხოლოდ მარცხენა ჰემისფეროს მიერ.



სურ. 7

ჰემისფეროებში სტიმულების ასეთი ლატერალიზაცია შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ადამიანის მზერა დაფიქსირებულია ეკრანის ცენტრალურ წერტილზე. გარდა ამისა თავად მხედველობითი სტიმულები მხედველობის ველის მარცხენა და მარჯვენა ნაწილში უნდა ჩნდებოდეს ძლიერ შეზღუდული დროით. ამ პირობების მკაცრი დაცვა აუცილებელია, რათა მოხერხდეს მხედველობითი ინფორმაციის შერჩევითად ერთ ჰემისფეროში გაგზავნა. დაწვრილებით მეთოდის შესახებ იხ: Bourne V.J., 2006.

გაყოფილი ტვინის მქონე ცდის პირებში მხედველობითი ველის განცალკევების მეთოდით ნაჩვენები იქნა, თუ როგორ აღიქვამს და ამუშავებს ინფორმაციას შერჩევითად ერთი ჰემისფერო. ჯანმრთელ ცდის პირებში მხედველობითი ველის განცალკევება ხერხდება, მაგრამ ერთ ჰემისფეროში მიმართული ინფორმაცია გადადის მეორე ჰემისფეროშიც კორძიანი სხეულის აქსონებით. ამიტომ ჯანმრთელ ადამიანში შერჩევითად ერთი ჰემისფეროს ფუნქციაზე დაკვირვება არ იძლევა სუფთა შედეგს. მაგრამ გაყოფილი ტვინის მქონე ცდის პირებში ერთ ჰემისფეროში გაგზავნილი ინფორმაცია ამ ჰემისფეროში რჩება და არ გადადის მეორეში, რადგან გადაკვეთილია კალოზური კომისურული აქსონები.

**კლინიკური შემთხვევების აღწერა:** (Gazzaniga M.S., et al., 1965., Sperry, R.W., 1968) მასალა განეკუთვნება კლასიკური ექსპერიმენტების სერიას, რომელიც ჩატარდა გაყოფილი ტვინის მქონე პაციენტებზე მაიკლ გაზანიგას (Michael Gazzaniga, 1939) და როჯერ სპერის (Rojer Wolcott Sperry, 1913-1994) მიერ.

ცდის პირები: გაყოფილი ტვინის მქონე 11 პაციენტი. როდესაც მხედველობითი სტიმული – რაიმე სიტყვა (მაგ. KEY) მიეწოდებათ მარცხენა მხედველობით ველში (ეკრანის მარცხენა მხარეს), პაციენტები სიტყვას ვერ კითხულობენ.

**განმარტება:** მარცხენა მხედველობის ველიდან ინფორმაცია მიდის მარჯვენა ჰემისფეროში, რომელსაც არ აქვს მეტყველების უნარი. ინფორმაცია ვერ გადადის მარცხენა – „მეტყველ“ ჰემისფეროში, რადგან გადაკვეთილია ჰემისფეროების დამაკავშირებელი კალოზალური აქსონები. მაგრამ პაციენტები კითხულობენ სიტყვას – RING რადგან ის ეკრანის მარჯვენა მხარეს ჩნდება და მამასადამე, პირდაპირ მიეწოდება „მეტყველ“ მარცხენა ჰემისფეროს.

აღსანიშნავია, რომ ამ სახის ცდების ჩატარებისას აუცილებელია პაციენტის წამყვანი ხელის დადგენა, რადგან მეტყველების უბნის მდებარეობა მარცხენა ჰემისფეროში მემარჯვენეებისათვისაა დამახასიათებელი, მაშინ როდესაც ცაციებში ეს უბანი შესაძლებელია მდებარეობდეს ორივე ჰემისფეროში, მარჯვენა ჰემისფეროში (ცაციების ერთ ნაწილში) ან მარცხენა ჰემისფეროში (McManus Ch., 2002).

აღწერილი კლინიკური შემთხვევები ეყრდნობა წარმოდგენას თავის ტვინის ჰემისფეროების ფუნქციური ლატერალიზაციის შესახებ.

**დავალება: სტუდენტს ვთავაზობთ, იპოვოს კლინიკური შემთხვევის აღწერაში ის ადგილი, რომელიც გვიჩვენებს, რომ ჰემისფეროები განსხვავებულ ფუნქციას ასრულებენ.**

წამყვანი ხელის შესახებ მსჯელობისას არ არის საკმარისი ვიცოდეთ, თუ რომელი ხელით წერს პაციენტი. წამყვანი ხელის დადგენა ხორციელდება სხვადასხვა მეთოდით. მათგან ერთერთი ყველაზე პოპულარულია ედინბურგის კითხვარი (Oldfield R.C. 1971), რომელიც ადვილი ჩასატარებელია და მონაცემების დამუშავებაც სირთულეს არ წარმოადგენს. თუმცა არსებობს ამ კითხვარზე დაყრდნობით შექმნილი წამყვანი ხელის დასადგენი გაცილებით მარტივი ონ-ლაინ პრცედურაც <http://www.brainmapping.org/shared/Edinburgh.php>.

გაყოფილი ტვინის მქონე პაციენტების გამოკვლევის „კლასიკური პერიოდის“ (მეოცე საუკუნის 60-70 წლები, ძირითადად გაზანიგას, სპერის და მათი კოლეგების ნაშრომები) შემდეგ წარმოდგენა თავის ტვინის ჰემისფეროების ფუნქციური ლატერალიზაციის შესახებ მნიშვნელოვნად შეიცვალა. დღესაც მიღებულია კონცეფცია ჰემისფეროების ფუნქციური ლატერალიზაციის შესახებ, მაგრამ ითვლება, რომ ნებისმიერი ფუნქციის შესრულებაში (მათ შორის ვერბალური ფუნქციის) მონაწილეობს ორივე ჰემისფერო, ოღონდ მათი წვლილი ამ საქმეში განსხვავებულია (Хомская Е.Д., 2003, Springer S.P., Deutsch G., 2003). უნდა აღინიშნოს, რომ ამ აზრს ქართველი მეცნიერები ადრეც გამოთქვამდნენ (Мосидзе В.М., Акбардия К.К., 1973., Мосидзе В.М, и др., 1991).

ექსპერიმენტში (Gazzaniga M.S., et al., 1965., Sperry, R.W., 1968) კალოზოტომირებულ პაციენტს სთხოვდნენ ხელით მოესინჯა სხვადასხვა საგნები (გასაღები, სახრახნისი, ლითონის ფული და სხვ.). ზოგიერთ საგანს პაციენტი სინჯავდა მარცხენა ხელით, ზოგიერთს კი, იმავე დროს, მარჯვენა ხელით. პაციენტი ამ საგნებს ვერ ხედავდა და ამგვარად, საგნების შესახებ ინფორმაცია თავის ტვინში მხოლოდ შეხების საშუალებით მიდიოდა.

**დავალება: სტუდენტს ვთავაზობთ განმარტოს, რატომ ხდება, რომ აღწერილ ექსპერიმენტულ პირობებში:**

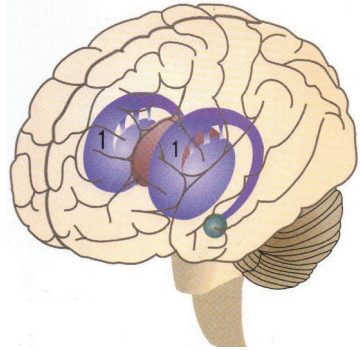
**1. პაციენტი ვერ ასახელებს საგნებს, რომლებსაც სინჯავს მაცხენა ხელით და**

## 2. პაციენტს არ შეუძლია შეადაროს მარცხენა და მარჯვენა ხელით მოსინჯული საგნები და თქვას, ეს ერთი და იგივე საგანია თუ განსხვავებული

თავის ტვინის შესწავლის კიდევ ერთი მეთოდია თავის ტვინის ცალკეული სტრუქტურების ელექტროსტიმულაცია და შედეგზე დაკვირვება. თავის ტვინის რომელიმე სტრუქტურაში ინერგება ელექტროდი და ამ ელექტროდში გაატარებენ სუსტ ელექტროდენს. ეს ალაგზნებს ტვინის ამ სტრუქტურას და გამოიწვევს რაღაც ფსიქიკურ აქტს. ეს შეიძლება იყოს კონკრეტული შეგრძნება, კიდურების უნებლიე ამოქმედება, ემოცია და სხვა. ამის მიხედვით მსჯელობენ ტვინის სტრუქტურის კავშირზე მოცემულ ფსიქიკურ პროცესთან.

ამ სახის ექსპერიმენტების წამოწყების ერთერთი ინიციატორია ესპანელი ფიზიოლოგი **ხოსე დელგადო (Jose Manuel Delgado, 1815-1911)**. სასურველია სტუდენტები გაეცნონ მის ნაშრომებს (ინტერნეტში საძიებო სიტყვაა: Jose Delgado experiments).

დელგადოს ერთ-ერთი ყველაზე ცნობილი ექსპერიმენტი ჩატარდა ესპანეთის ქალაქ კორდოვაში, კორიდიასთვის განკუთვნილი ხარების საშენში. დელგადომ ხარს ჩაუნერგა ელექტროდი კუდიან ბირთვში (nucleus caudatus), რომელიც ბაზალური ბირთვების (basal ganglia) კომპონენტია და მოძრაობებს აკონტროლებს (სურ. 8 – 1). დელგადოს შეეძლო ელექტროდში ელექტრული იმპულსის გატარება დისტანციაზე, რადიოტალღების გადამცემის საშუალებით. როდესაც დროშის ფრიალით გაღიზიანებული ხარი მათადორისკენ გაიწედა, დელგადო აღიზიანებდა კუდიან ბირთვს და ხარი წყვეტდა მოძრაობას. მკითხველს შეუძლია ნახოს ამ ექსპერიმენტის ვიდეო ჩანაწერი (<http://www.youtube.com/watch?v=23pXqY3X6c8>).



სურ. 8

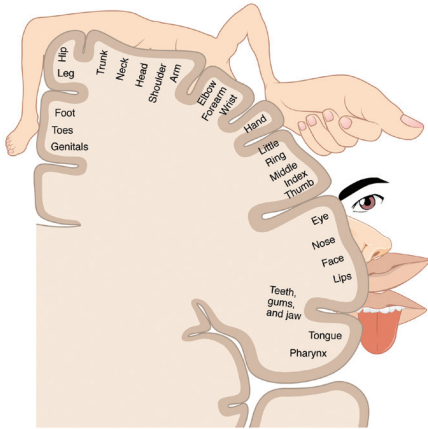
ექსპერიმენტმა ნათლად უჩვენა კუდიანი ბირთვის როლი მოძრაობის ორგანიზაციაში, თუმცა დელგადო ფიქრობდა, რომ კუდიანი ბირთვი ემოციების წარმოშობაში მონაწილეობს და მისი გაღიზიანება აქრობდა ხარის აგრესიას. შესაძლოა დელგადო არ ცდებოდა, რადგან თანამედროვე წარმოდგენით, კუდიანი ბირთვი მართლაც მონაწილეობს გარკვეული სახის ემოციური რეაქციების განვითარებაში (Carretie L., et al., 2009).

დელგადომ კიდევ რამდენიმე მსგავსი ცდა ჩატარა. მნიშვნელოვანია დელგადოს იდეა: თავის ტვინის სხვადასხვა სტრუქტურების გაღიზიანებით ადამიანის ქცევის კორექციის შესახებ, რომელსაც მიმდევარიც ბევრი ყავდა. ამჯერად

შემოვიფარგლებით ხარის მაგალითით, რადგან ჩვენს საკითხს მეთოდის აღწერა წარმოადგენს.

ელექტროდებით თავის ტვინის სტრუქტურების გაღიზიანება გამოყენებულ იქნა აგრეთვე თავის ტვინის ჰემისფერობის ქერქის როლის შესასწავლად. კლასიკური მაგალითია პენფილდის და რასმუსენის შრომის (დეტალებისთვის იხ. Penfield W. and Rasmussen T., 1950)

საფუძველზე შექმნილი, ეგრეთწოდებული „მოტორული ჰომუნკულუსის რუკა“ (homunculus – ლათ. კაცუნა) – თავის ტვინის ქერქის მოტორული უბნის რუკა, სადაც ნაჩვენებია ამ უბნის კავშირი სხეულის მოძრაობებთან (სურ. 9). ეს რუკა ორი რამით არის საინტერესო: 1. გაირკვა, რომ თავის ტვინის მოტორულ უბანს აქვს **სომატოტოპური** (ბერძნ. სომა-სხეული, ტოპოს – ადგილი) **ორგანიზაცია** – მოტორული უბნის სხვადასხვა ნაწილები სხეულის სხვადასხვა ნაწილის მოძრაობაზე პასუხისმგებელი და 2. რუკიდან ჩანს, რომ ადამიანის თავის ტვინის მოტორული უბნის განსაკუთრებით დიდი ნაწილი კავშირშია ერთი მხრივ ხელის მტევნის და მეორე მხრივ, ენის, ტუჩების და ყბების მოძრაობასთან. ამიტომ აქვს სხეულის ამ ნაწილებს რუკაზე არაპროპორციულად დიდი ზომა.



სურ. 9

სტუდენტს ვთავაზობთ მოიძიოს მაიმუნის თავის ტვინის მოტორული უბნის რუკა (დეტალებისთვის: <http://neurobiography.info/teaching.php?lectureid=129&mode=handout>). მითითებულ წყაროში სტუდენტი აღმოაჩენს, რომ ადამიანის მსგავსად, მაიმუნსაც ახასიათებს სომატოტოპური ორგანიზაცია. ოღონდ ადამიანის მსგავსად, მაკაკ რეზუსის მოტორულ უბანში მძლავრად არის წარმოდგენილი თათის მოძრაობების მაკონტროლებელი უბნები, მაგრამ ადამიანისგან განსხვავებით, შედარებით ნაკლებადაა წარმოდგენილი ტუჩების, ენის და ყბის მოძრაობის მაკონტროლებელი უბნები.

**დავალეზა: სტუდენტს ვთავაზობთ დაუკავშიროს ეს განსხვავებები ადამიანის და მაიმუნის ფსიქიკურ ფუნქციებს შორის განსხვავებას.**

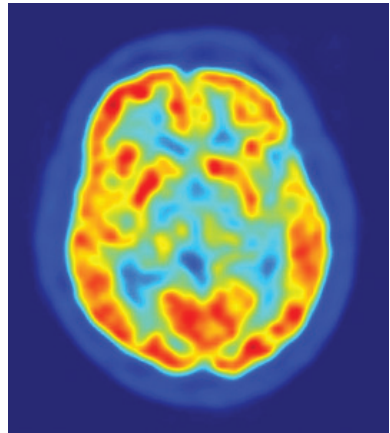
დღეს ელექტროდებით თავის ტვინის სტრუქტურების გაღიზიანების მეთოდით ქცევის ცვლილებებზე დაკვირვება ნაკლებად აქტუალურია, რადგან ხელთ გვაქვს **არაინვაზიური** (უშუალო ჩარევის გარეშე) მეთოდები, რომლებიც

ტვინთან უშუალოდ შეხების გარეშე იძლევიან ტვინის ფუნქციის შესწავლის საშუალებას.

ეს არის **ტრანსკრანიალური მაგნიტური სტიმულაცია, ფუნქციური მაგნიტურ რეზონანსული გამოსახვა და პოზიტრონულ ემისიური ტომოგრაფია** (ინგლისური აბრევიატურა შესაბამისად TSM, fMRI და PET).

TSM– ის დროს, მაგნიტური ტალღის საშუალებით ახდენენ ჰემისფეროს ქერქის შერჩეული უბნის ნეირონების დეპოლარიზაციას ან ჰიპერპოლარიზაციას და შედეგად ქცევის ცვლილებების შესწავლას (დეტალებისთვის: [http://en.wikipedia.org/wiki/Transcranial\\_magnetic\\_stimulation](http://en.wikipedia.org/wiki/Transcranial_magnetic_stimulation))

fMRI და PET (სურ. 10) ზომავს თავის ტვინში ენერჯის გამომუშავების ინტენსიობას (<http://psychcentral.com/lib/what-is-functional-magnetic-resonance-imaging-fmri>). როდესაც ადამიანი ასრულებს გარკვეულ ფსიქიკურ ფუნქციას (მაგალითად კითხულობს, იმახსოვრებს, ისმენს და სხვ.) და ამ დროს გამოვიყენებთ fMRI და PET ტექნიკას, შევძლებთ გავარკვიოთ, თავის ტვინის რომელი უბნები გამოიმუშავებს მეტ (ნაკლებ) ენერჯიას და მაშასადამე რომელი მათგანია მეტად თუ ნაკლებად ჩართული კონკრეტული ფსიქიკური ფუნქციის შესრულებაში. fMRI და

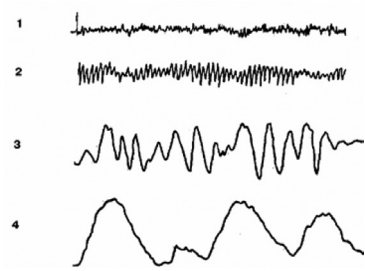


სურ. 10

PET-ით გაზომილი სხვაობა ტვინის უბნების აქტივობას შორის შესაძლებელია გამოსახოს მონიტორზე სხვადასხვანაირად შეფერილი ტვინის უბნების სახით, სადაც ფერის ინტენსიობა ასახავს კონკრეტული უბნის აქტივობის დონეს და შესაბამისად ფსიქიკურ პროცესში მისი ჩართულობის ხარისხს.

სპეციალური დანადგარი – **ელექტროენცეფალოგრაფი**, აფიქსირებს თავის ტვინში ნეირონების დიდი ერთობლიობის აქტივობას და წარმოადგენს მას ე.წ. **ელექტროენცეფალოგრამის (ეეგ)** – ეეგ ტალღების სახით (სურ. 11). ეეგ იწერება ქაღალს კანზე მოთავსებული ელექტროდების საშუალებით.

ეეგ ტალღების მიხედვით მსჯელობენ თავის ტვინის ფუნქციური მდგომარეობის შესახებ. სურათზე ნაჩვენებია ეეგ ჩანაწერი. ტალღა წარმოადგენს გადახრას პირობითი სწორი ხაზიდან ზევით, ქვევით, ორივე მიმართულებით.



სურ. 11

ადამიანის ეეგ-ს ძირითადი ტალღებია: ბეტა, ალფა, თეტა და დელტა (სურათზე შესაბამისად 1,2,3,4). ტალღა ხასიათდება ძირითადად ამპლიტუდით, სიხშირით, ხანგრძლივობით. ამ მახასიათებლების და მათი ცვლილების მიხედვით მსჯელობენ თავის ტვინის საერთო და თავის ტვინის ცალკეული სტრუქტურების ფუნქციურ მდგომარეობაზე.

ეეგ-ს ჩანაწერში ვლინდება, აგრეთვე, სპეციფიკური ფიზიკური პარამეტრების მქონე აქტივობის ტალღა – „გამოწვეული პოტენციალი“ (Evoked potential-EP) და „მოვლენებთან დაკავშირებული პოტენციალი“, (Event Related Potential – ERP). EP ვითარდება, როდესაც ადამიანზე მოქმედებს რაიმე გარე გამღიზიანებელი (მაგალითად ბგერა, კანის გაღიზიანება, სინათლის სხივი), ხოლო ERP (სურ. 12) აღმოცენდება კოგნიტური ფუნქციის შესრულების დროს. ამგვარად, EP ახასიათებს თავის ტვინის რეაქციას გარე გამღიზიანებელზე, ხოლო ERP – თავის ტვინში „შიგნიდან“ აღძრულ პროცესს, მაგალითად მოსმენილი ბგერების ერთმანეთისგან გარჩევას.



სურ. 12

თუ სტუდენტს ეეგ-ს შესახებ მეტის გაგება სურს, არსებობს საიტები საძიებო სიტყვით EEG for beginners. უფრო დეტალური ინფორმაციისთვის: Andreassi JI., 2000, Зенков Л.Р., Ронкин М.А., 2004.

**ნეირონის აქტივობის რეგისტრაციის მეთოდით** შესაძლებელია ნეირონების მცირე ჯგუფის ან ერთი ნეირონის აქტივობის გაზომვა ტვინში ჩანერგილი ელექტროდის მეშვეობით. ამ შემთხვევაში შესაძლებელია ნეირონის სხვადასხვა ფუნქციურ მდგომარეობაზე (მოსვენების პოტენციალზე, დეპოლარიზაციაზე, ჰიპერპოლარიზაციაზე) დაკვირვება. ეს პროცესებიც ტალღების სახით ფიქსირდება და ტალღები ხასიათდება ამპლიტუდით, სიხშირით, ხანგრძლივობით, განვითარების დროით.

### **ქსავის შესწავლა ექსპერიმენტულ სიტუაციაში**

ცხოველს ათავსებენ სპეციალურ საექსპერიმენტო გალიაში და სწავლობენ მის ქცევას სხვადასხვა პირობაში. მაგალითად, როგორ ამყარებს ცხოველი კავშირს მოვლენებს შორის. როდესაც ცხოველი საკვებს მიირთმევს ნერწყვი გამოიყოფა, მაგრამ თუ რამდენჯერმე კვების წინ ცხოველს ზარის ხმას მოვასმენინებთ, მას ნერწყვი უკვე ზარის ხმაზეც გამოეყოფა, რადგან ზარის ხმა კვებასთან ასოცირდება. სიცოცხლის განმავლობაში ცხოველები უამრავ მსგავს ასოციაციას

ამყარებენ და ამ საკითხს დაწვრილებით შევხებით, როდესაც დასწავლას განვიხილავთ. გალის პირობებში შეისწავლიან აგრეთვე ცხოველების მენსიერებას, ემოციურ მდგომარეობას, სოციალურ ურთიერთობებს და სხვა.

## **ქვევის მოდელირება**

მეცნიერები ქმნიან შესასწავლი ობიექტის, მოვლენის მოდელს. მოდელი იმიტაციაა. მაგალითად, მეცნიერები აკვირდებიან ვირთაგვების სოციალურ ქცევას, დაკვირვების ქვეშ მყოფი ჯგუფიდან გამოყოფენ ლიდერ (დომინანტ) და დაქვემდებარებულ (სუბორდინატ) ვირთაგვებს. ეს ქვეჯგუფები შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას როგორც ადამიანის სოციალური ქცევის (დომინირება/სუბორდინატულობის) მოდელი. შემდგომში, ამ მოდელებზე შეისწავლიან სხვადასხვა დამოუკიდებელი ცვლადების (გენეტიკური აპარატის, ორგანიზმში სხვადასხვა ჰორმონების რაოდენობის, ვირთაგვების ზომის, წონის და სხვა) კავშირს ცხოველის სოციალურ მდგომარეობასთან და შეეცდებიან ცვლადების გამორიცხვის გზით დაუკავშირონ რომელიმე მათგანი დამოკიდებულ ცვლადს – ვირთაგვის დომინანტურ/სუბორდინატულ სოციალურ მდგომარეობას.

ცხადია, მოდელი შესასწავლი ობიექტის მსგავსი უნდა იყოს. მაგალითად, თუ რომელიმე ძუძუმწოვარი ცხოველის (ვირთაგვას, მაიმუნის) ქცევის მოდელირებით ვსწავლობთ ადამიანის სოციალურ ქცევას, მოდელად სოციალური ცხოველი უნდა გამოვიყენოთ. ამავდროულად მოდელად შერჩეული ცხოველი რაც შეიძლება ახლოს უნდა იდგეს ადამიანთან თავისი ფიზიოლოგიური, გენეტიკური მახასიათებლებით. ამ თვალსაზრისით ხშირად მოდელად იყენებენ შიმპანზეს, რომელიც სოციალური ქცევით და აგრეთვე გენეტიკური თვალსაზრისით ახლოს დგას ადამიანთან (დეტალებისთვის იხ: Varki A., Altheide T.K., 2005, <http://genome.cshlp.org/content/15/12/1746.full>).

მოდელირება ადამიანზეც წარმოებს, როდესაც ცდის პირებს ხელოვნურად უქმნიან გარკვეულ სიტუაციას და აკვირდებიან ამ სიტუაციაში ადამიანის ქცევის თავისებურებებს.

მაგრამ ლაბორატორიაში ცხოველი არ იმყოფება მისთვის ბუნებრივ გარემოში. ამიტომ შესაძლოა, მისი ქცევაც არ იყოს ბუნებრივი და მცდარ დასკვნებამდე მიიყვანოს მკვლევარი. განსაკუთრებით ფასეულია ცხოველთა ქცევის შესწავლა იმ პირობებში, რომლებიც მისთვის ბუნებრივია, ანუ ცხოველის საცხოვრისში. **ეთოლოგია** ამ გზას ადგას.

## დაკვირვება

დაიან ფოსი (Dian Fossey, 1932-1985, სურ. 13) შეისწავლა მთის გორილების (*Gorilla beringei beringei*) პოპულაცია, რომელიც ცხოვრობს აფრიკაში (რუანდაში), მთის ფერდობებზე. ამისათვის ფოსი 14 წლის განმავლობაში ყოველ დღე ადიოდა მთაზე და აკვირდებოდა ჩვეულებრივ გარემოში გორილების ყოფას. ფოსი იწერდა ყველაფერს, რასაც შეამჩნევდა: რითი იკვებებიან გორილები, როგორია მათი ჯოგის სოციალური მოწყობა, დღე-ღამური ცხოვრების რითმი და სხვა.



სურ. 13

ჯეინ გუდოლი (Jane Goodall, სურ. 14) ათწლეულების განმავლობაში შეისწავლიდა აფრიკაში შიმპანზეების პოპულაციას. ისევე, როგორც ფოსი, ის აკვირდებოდა და წერილობით აფიქსირებდა ცხოველების ქცევის თავისებურებებს. გარდა წერილობითი ანგარიშისა, ორივე მეცნიერი იწერდა ცხოველების მიერ გამოცემულ ხმებს სხვადასხვა სიტუაციაში: ზრდასრულების ურთიერთობის, პატარებთან კონტაქტის, თამაშის, კვების, აგრესიული ქცევის პირობებში. მეცნიერები ქმნიდნენ ფოტო და ვიდეო მასალასაც.



სურ. 14

ამგვარად, დაკვირვების დროს მეცნიერი აგროვებს მონაცემს, რომელიც შესაძლებელია იყოს აუდიო ჩანაწერი, ვიდეო მასალა, ან გაზომვის (მაგალითად ერთი თვე დაკვირვების მანძილზე, გორილას პატარების წონაში მატების გაზომვის) შედეგი.

დაკვირვება კეთდება რაღაც კითხვაზე პასუხის გასაცემად. მაგრამ დაიან ფოსი არ ერეოდა ცხოველთა ცხოვრებაში – არ ცვლიდა მათ საცხოვრებელ პირობას (მაგალითად არ შემოყავდა ახალი წვერები სხვა პოპულაციიდან, არ გადაყავდა პოპულაცია საცხოვრებლად სხვა ადგილას, არ ასმენინებდა უცხო ხმებს და სხვა). ის მხოლოდ აკვირდებოდა როგორ იქცეოდნენ პოპულაციის წარმომადგენლები მათთვის ჩვეულ გარემოში.

მეცნიერული მეთოდის – დაკვირვების გამოყენების დროს ადამიანი არაფერს ცვლის დაკვირვების ობიექტში და ამ ობიექტის გარემოში, ის მხოლოდ აკვირდება მიმდინარე მოვლენებს.

## ქსპერიმენტი

შიმპანზეებზე დაკვირვების ხანგრძლივ პერიოდში, ჯეინ გუდოლი დრო და დრო ერეოდა შიმპანზეების ცხოვრებაში, მაგალითად, მიჰქონდა მათთვის საკვები, რათა შეესწავლა, როგორ გაიყოფდნენ საკვებს ეს ცხოველები. ეს უკვე იყო ექსპერიმენტი, რადგან გუდოლმა თავისი ნებით შეცვალა გარემო პირობები, რომლებშიც იმყოფებოდა მისი ინტერესის ობიექტი – შიმპანზე.

ექსპერიმენტში, დაკვირვებისგან განსხვავებით, ადამიანი აკონტროლებს პირობებს, ცვლის მათ – იყენებს ცვლადებს და აწარმოებს გაზომვებს ცვლადებს შორის კავშირის დასადგენად.

**ცვლადი** მარტივად განიმარტება როგორც ფენომენი, რომელიც იცვლის მახასიათებელს (პარამეტრს). მაგალითად, ექსპერიმენტში შეიძლება შევისწავლოთ კუნთის შეკუმშვის სიხშირეს (A) და პულსის სიხშირეს (B) შორის კავშირი, გავარკვიოთ, იცვლება თუ არა B, A-ს ცვლილებასთან ერთად. ექსპერიმენტული მეთოდი სხვა მეთოდებისგან გამოირჩევა ცვლადების ზუსტი კონტროლით. ჩვენს მაგალითში შეგვიძლია ვცვალოთ A და დავაკვირდეთ B-ს ცვლილებებს A-ს სხვადასხვა პირობაში. ამ დროს A არის დამოუკიდებელი ცვლადი, ხოლო B – დამოკიდებული ცვლადი. სხვა სიტყვებით, დამოუკიდებელია ცვლადი, რომელსაც ექსპერიმენტატორი თავად აკონტროლებს და ცვლის სურვილის და კვლევის მიზნის მიხედვით. მაგალითად, ექსპერიმენტში ვცვლით A-ს – ვზრდით ან ვუკლებთ კუნთის შეკუმშვათა სიხშირეს. დამოკიდებულია ცვლადი, რომელსაც ექსპერიმენტატორი აკვირდება A-ს სხვადასხვა პირობაში. გუდოლმა, მაგალითად, გამოიყენა დამოუკიდებელი ცვლადი – საკვების არსებობა/არ არსებობა. მან საკვები შეიტანა ჯოგში რათა დაკვირებოდა დამოკიდებულ ცვლადს – ჯოგის ქცევას.

ექსპერიმენტიც, დაკვირვების მსგავსად, კეთდება რაღაც კითხვაზე პასუხის გასაცემად. ზემოთ მოყვანილ მაგალითში კითხვა იყო: უდრთიერთდამოკიდებულია თუ არა კუნთის შეკუმშვის და სუნთქვის სიხშირე.

როგორც დაკვირვების, ისე ექსპერიმენტის შედეგად მიღებული მონაცემი საშუალებას იძლევა, გაეცეს კითხვას პასუხი **სამუშაო ჰიპოთეზის** სახით. სამუშაო ჰიპოთეზა მეცნიერის მოსაზრებაა ექსპერიმენტის (დაკვირვების) ობიექტის შესახებ (მეცნიერის მიერ მოფიქრებული სავარაუდო პასუხი დასმულ კითხვაზე), რომელიც ყურდნობა ექსპერიმენტში (დაკვირვების დროს) მიღებულ შედეგს.

განვიხილოთ მაგალითი: მეცნიერს აინტერესებს დამოკიდებულია თუ არა ადამიანის ემოციური მდგომარეობა კომპიუტერთან გატარებულ დროზე. მეცნიერი ზომავს სხვადასხვა ადამიანის მიერ დღე-ღამის განმავლობაში კომპიუტერთან გატარებულ დროს და ამ პერიოდის ამოწურვის შემდეგ, შეავსებინებს ცდის პირებს ემოციური მდგომარეობის საზომ კითხვარს, რომელიც აფასებს ემოციურ მდგომარეობას ქულებით, ვთქვათ 0-დან 10-მდე. დავუშვათ, დღე-ღამის განმავლობაში ცდის პირთა ერთი ჯგუფი იყენებდა კომპიუტერს 10 საათის განმავლობაში, მეორე კი – 2 საათის განმავლობაში. პირველმა ჯგუფმა კითხვარში დაგროვა საშუალოდ 6 ქულა, მეორემ – 3 ქულა. რა არის ამ კვლევის შე-

დეგი? ზოგჯერ ამბობენ: შედეგი ის არის, რომ კომპიუტერთან დიდ ხანს ჯდომა ზემოქმედებს ადამიანის ემოციურ მდგომარეობაზე. ეს შეცდომაა. დაკვირვების შედეგი გამოხატულია მხოლოდ მშრალი ციფრებით (კომპიუტერის გამოყენების დრო, კითხვარის ქულები). ხოლო სამუშაო ჰიპოთეზა ვარაუდია ორი მოვლენის შესაძლო კავშირის შესახებ, რომელიც დაკვირვების შედეგს (ციფრებს) ეყრდნობა. კონკრეტულად, ზემოთ აღწერილ შემთხვევაში კვლევის შედეგია, რომ პირველმა ჯგუფმა კითხვარში დააგროვა საშუალოდ 6 ქულა, მეორემ – 3 იმ პირობებში, როდესაც ისინი კომპიუტერთან ისხდნენ შესაბამისად 10 და 2 საათი. მეცნიერი გამოთქვამს ვარაუდს, რომ შესაძლებელია კომპიუტერის დიდ ხანს გამოყენება იწვევდეს ადამიანის ემოციური მდგომარეობის ცვლილებას.

რატომ არის ეს მხოლოდ ჰიპოთეზა, და არა დამტკიცებული ფაქტი. იმიტომ რომ ემოციური მდგომარეობის ცვლილება შესაძლებელია გამოეწვიოს ბევრ დამოუკიდებელ ცვლადს – ტელეფონის ზარს და უსიამოვნო საუბარს, კომპიუტერიდან მიღებულ ინფორმაციას, ბოლოს და ბოლოს შიმშილს, რომელიც კომპიუტერის ხანგრძლივად მომხმარებელს შეიძლება აწუხებდეს. ამ საკითხების გასარკვევად საჭიროა **ჰიპოთეზის შემოწმება**. მეცნიერი აგრძელებს ექსპერიმენტს: მანიპულირებს ცვლადებით, ცდილობს გამორიცხოს სხვა დამოუკიდებელი ცვლადები (მაგალითად, ორივე ცდის პირი ინტერნეტიდან იღებს ერთსა და იმავე ინფორმაციას, დროულად მიირთმევს საკვებს) და იმუშაოს მხოლოდ იმ ცვლადით, რომელიც მისთვის საინტერესოა – კომპიუტერთან გატარებული დრო. ამავდროულად ის აუცილებლად ჩაატარებს საკონტროლო ექსპერიმენტებს: გაზომავს ემოციურ მდგომარეობას კომპიუტერთან გატარებული დროის (დამოუკიდებელი ცვლადის) სხვადასხვა პირობაში, ვთქვათ 1, 6 და 12 საათის განმავლობაში და ამავე პერიოდში კომპიუტერთან ყოფნის გარეშე.

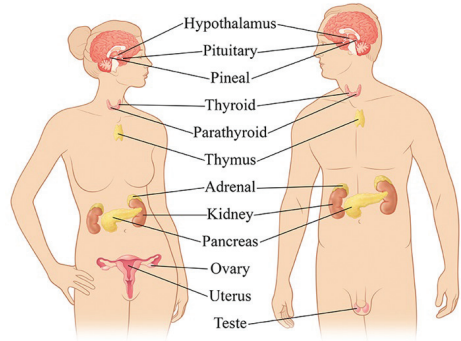
დაკვირვების, ექსპერიმენტის, მოდელირების შედეგები აუცილებლად მუშავდება სტატისტიკური ანალიზის საშუალებით. ამ საკითხს, ნაწილობრივ, სახელმძღვანელოს ბოლოში განვიხილავთ.

# ენდოკრინული სისტემა. ძველში მისი როლის შესავლის გეოლოგები

ენდოკრინულ სისტემას (სურ. 1) ქმნის ენდოკრინული ჯირკვლები, რომლებიც წარმოადგენენ სპეციალური დანიშნულების მქონე უჯრედების ერთობლიობას. ენდოკრინული ჯირკვლები გამოიმუშავენ **ჰორმონებს** – სპეციალურ ქიმიურ მესინჯერებს, რომლებიც სისხლში გამოიყოფა. სისხლი მოძრაობს მთელს ორგანიზმში და ჰორმონებს სამიზნე უჯრედებამდე მიიტანს.

ჰორმონის სამიზნე უჯრედს, ისევე როგორც ნეიროტრანსმიტერისას, პლაზმურ მემბრანაზე აქვს რეცეპტორები, რომლებიც აფინურია ჰორმონის მიმართ.

ცხრილში მოცემულია ენდოკრინული ჯირკვლების, მათ მიერ გამოყოფილი ჰორმონების და ამ ჰორმონების ფუნქციის ჩამონათვალი.



სურ. 1

| ჯირკვალი.                         | ჰორმონი   | ფუნქცია   |
|-----------------------------------|---|---|
| ჰიპოფიზის (pituitary) წინა ნაწილი | ზრდის ჰორმონი   | აძლიერებს მეტაბოლიზმს (უჯრედებში ცილების წარმოქმნას), უჯრედების გამრავლებას, ხელს უწყობს ძვლების და ჩონჩხის კუნთების ზრდას  |
|                                   | პროლაქტინი  | მშობიარობის შემდეგ, ხელს უწყობს დედის ორგანიზმში, სარძევე ჯირკვლებში, რძის წარმოქმნას   |
|                                   | ადრენოკორტიკოტროპული  | არეგულირებს თირკმელზედა ჯირკვლის მიერ ჰორმონების გამოყოფას  |
|                                   | თიროტროპული   | ხელს უწყობს თირიდიული ჯირკვლის ზრდას და არეგულირებს მის მიერ ჰორმონის გამოყოფას   |
|                                   | გონადოტროპული ჰორმონები (ფოლიკულ-მასტიმულირებელი და მალუთენინიზირებელი) | არეგულირებენ სასქესო ჯირკვლებში (გონადებში) – სათესლეში და საკვერცხეში სასქესო უჯრედების (სპერმატოზოიდების და კვერცხუჯრედის) ჩამოყალიბებას და გონადების მიერ ჰორმონების გამოყოფას |

|                          |   |  |
|--------------------------|---|--|
| ჰიპოფიზის უკანა ნაწილი   | ოქსიტოცინი  | ხელს უწყობს საშვილოსნოს (uterus) კუნთების ძლიერ შეკუმშვას სქესობრივი აქტის, მშობიარობის, ზავშვის ძუძუთი კვების დროს, რძის გამოდენას სარძევე ჯირკვლებიდან.  |
|                          | ანტი-დიურეზული (ვაზოპრესინი)  | ხელს უწყობს წყლის სისხლში რეაბსორბციას თირკმელში (kidney) გამავალი შარდიდან. იწვევს სისხლძარღვების შევიწროებას, რის გამოც მატულობს არტერიული წნევა.  |
| ფარისებრი Thyroid        | თიროიდული (თიროქსინი და ტრიოთიდონინი)   | არეგულირებს მეტაბოლიზმს (უჯრედში ენერჯის წარმოქმნას გლუკოზის დაშლის ხარჯზე), ქსოვილების ზრდას და ჩამოყალიბებას   |
|                          | კალციტონინი   | ხელს უწყობს კალციუმის გადატანას სისხლიდან ძვლებში  |
| ფარისებრახლო parathyroid | პარათიროიდული ანუ პარატჰორმონი  | ხელს უწყობს კალციუმის გადასვლას ძვლებიდან სისხლში, კალციუმის შეწოვას საჭმლის მომნელებელ სისტემაში და რეაბსორბციას თირკმლებში გამავალი შარდიდან   |
| თირკმელზედა adrenal      | კორტიკოსტეროიდები<br>1. მინერალოკორტიკოიდები<br>2. გლუკოკორტიკოიდები<br>3. ანდროგენები, ესტროგენები<br>4. კატექოლამინები: ეპინეფრინი და ნორეპინეფრინი | 1. ძირითადად არეგულირებენ ორგანიზმში ნატრიუმის და კალიუმის რაოდენობას<br>2. ზრდიან სისხლში გლუკოზის რაოდენობას, ამცირებენ შეშუპებას და ტკივილს ანთებითი რეაქციების დროს<br>3. სასქესო ჰორმონები, არეგულირებენ სქესთან დაკავშირებულ ფიზიკურ სრულყოფას და ქცევას<br>4. უზრუნველყოფენ რეაქციას „იბრძოლე ან გაიქციე“ |
| კუჭქვეშა pancreas        | 1. ინსულინი<br>2. გლუკაგონი   | 1. ხელს უწყობს გლუკოზის გადასვლას სისხლიდან უჯრედებში და მარაგის სახით (გლიკოგენი) დაგროვებას<br>2. ხელს უწყობს გლიკოგენის გლუკოზად გარდაქმნას და სისხლში გადასვლას  |
| მსხლისებრი pineal        | მელატონინი  | არეგულირებს ღვიძილიდან ძილში გადასვლას, სქესობრივ ურთიერთობას, სასქესო ჯირკვლების აქტივობას  |
| თიმუსი thymus            | თიმოზინი  | მონაწილეობს იმუნიტეტის ჩამოყალიბებაში  |

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| საკვერცხე ovary (საკვერცხეში წარმოიქმნება კვერცხუჯრედი) | 1. ესტროგენები<br>2. პროგესტრონი | 1. ხელს უწყობენ მდედრობითი სქესისათვის დამახასიათებელი ნიშან-თვისებების და ქცევის ჩამოყალიბებას, არეგულირებენ მენსტრუალურ ციკლს<br>2. არეგულირებს მენსტრუალურ ციკლს, ასუსტებს საშვილოსნოს შეკუმშვებს ორსულობის პერიოდში, ხელს უწყობს რძის გამომუშავებას სარძევე ჯირკვლებში |
| სათესლე teste (სათესლეში წარმოიქმნება სპერმატოზოიდი)    | ანდროგენები                      | ხელს უწყობს მამრობითი სქესისათვის დამახასიათებელი ნიშან-თვისებების და ქცევის ჩამოყალიბებას, სპერმატოზოიდების წარმოქმნას  |

ესტროგენები და ანდროგენები სასქესო ჰორმონების კრებითი სახელია, რომელიც აერთიანებს რამდენიმე ჰორმონს. ესტროგენებს შორის ძირითადია **ესტროგენი**, ანდროგენებს შორის – **ტესტოსტერონი**. სასქესო ჰორმონებს აქვს შესაბამისი რეცეპტორები სამიზნე უჯრედების პლაზმურ მემბრანაზე. სასქესო და თიროიდული ჰორმონები პლაზმურ მემბრანაშიც გავივლიან და მოქმედებენ უჯრედშიდა რეცეპტორებზე.

ჰორმონებს გამოყოფს, აგრეთვე, თირკმელი, გული, საჭმლის მომნელებელი სისტემის ორგანოები, პლაცენტა (პარკი დედის ორგანიზმში, რომელშიც მოთავსებულია ნაყოფი). პლაცენტის ჰორმონები ხელს უწყობს ესტროგენის და პროგესტრონის მოქმედებას ორსულობის პერიოდში.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჰიპოფიზის უკანა ნაწილი არ არის ტიპური ენდოკრინული ჯირკვალი. ის ინახავს და სისხლში გამოყოფს ოქსიტოცინს და ვაზოპრესინს, მაგრამ ამ ჰორმონების გამომუშავება ხდება ჰიპოთალამუსში და აქედან მოხვდება ჰიპოფიზში. არც **ჰიპოთალამუსია** ტიპური ენდოკრინული ჯირკვალი. ჰიპოთალამუსი ნერვული სისტემის სტრუქტურაა.

ცხრილიდან ჩანს, რომ ჰიპოფიზის ზოგიერთი, ეგრეთწოდებული **ტროპული** ჰორმონები (ადრენოკორტიკოტროპული, გონადოტროპული, თიროტროპული) არეგულირებენ სხვა ენდოკრინული ჯირკვლების აქტივობას. ჰიპოფიზის სხვა ჰორმონები მაგ. ზრდის ჰორმონი და ოქსიტოცინი, ისევე როგორც ყველა დანარჩენი ენდოკრინული ჯირკვლის ჰორმონი, უშუალოდ მოქმედებენ ორგანიზმის სხვადასხვა ორგანოთა სისტემებში.

ენდოკრინულ სისტემაში ჰიპოთალამუსს განსაკუთრებული როლი აქვს. ის ზეგავლენას ახდენს ჰიპოფიზზე და არეგულირებს ჰიპოფიზის მიერ ტროპული ჰორმონების გამოყოფას. ჰიპოთალამუსს და ჰიპოფიზს უწოდებენ **ენდოკრინულ ღერძს**, რადგან ეს სტრუქტურები არეგულირებენ ენდოკრინული სისტემის მოქმედებას.

## Feedback-ის მექანიზმი

ჰორმონების გამოყოფის რეგულირება ხდება **ფიდბეკის** (უკუკავშირი, Feedback) მექანიზმით. მაგალითად, ჰორმონების გამოყოფა ძლიერდება ორგანიზმში რაიმე პროცესის მოსაგვარებლად, მაგრამ როგორც კი ეს პროცესი ჩამთავრდება, ფიდბეკის ზემოქმედებით, ჰორმონების გამოყოფაც დაიკლებს ან შეწყდება. ხშირ შემთხვევაში, სისხლში თავად ჰორმონის რაოდენობაა ფიდბეკის განმაპირობებელი. ჰორმონის გამოყოფა ფერხდება მას შემდეგ, როდესაც ამ ჰორმონის რაოდენობა სისხლში მატულობს. მაგალითად, საკვების მიღების ყოველ ჯერზე სისხლში მატულობს გლუკოზის რაოდენობა. პანკრეასი სისხლში გამოყოფს ჰორმონ ინსულინს, რომელიც აწესრიგებს სისხლში გლუკოზის დონეს – ხელს უწყობს გლუკოზის გადასვლას სისხლიდან უჯრედებში და სისხლში გლუკოზის დონე ნორმალურ ზღვარს დაუბრუნდება. ამავდროულად სისხლში დიდი რაოდენობით ინსულინის დაგროვება იწვევს ამ ჰორმონის შემდგომი გამოყოფის შეწყვეტას – პანკრეასი წყვეტს ინსულინის გამოყოფას. ფიდბეკი შემთხვევათა უმრავლესობაში **უარყოფითია**, რადგან ის იწვევს ჰორმონის გამოყოფის შეფერხებას. გამონაკლისია, მაგალითად ოქსიტოცინის გამოყოფა მშობიარობის დროს. ოქსიტოცინის გამოყოფა იწვევს საშვილოსნოს კუნთების ძლიერ შეკუმშვას და რაც უფრო ძლიერად მოქმედებს კუნთები, მით მეტი ოქსიტოცინი გამოიყოფა **დადებითი** ფიდბეკის ზემოქმედებით.

ფიდბეკის მექანიზმი ხელს უწყობს ორგანიზმის ჰომეოსტაზს.

ენდოკრინული მესინჯერები არეგულირებენ ქცევას. მტკიცება „ჰორმონი იწვევს ქცევით რეაქციას (ამა თუ იმ ქცევით რეაქციას) არ არის კორექტული. სწორია ვთქვათ, რომ ჰორმონი ზემოქმედებას ახდენს ორგანოთა სისტემების უჯრედებზე, პირველ რიგში, ნეირონებზე, და ამზადებს მათ კონკრეტული ქცევითი რეაქციის აღსაძვრელად. ჰორმონების ზეგავლენით ნერვული სტრუქტურები მომზადდება კონკრეტულ სიტუაციაში კონკრეტული პასუხის გაცემისათვის.

ჰორმონებს ახასიათებს **მაკორდინირებელი** მოქმედებაც. მათი საშუალებით სხვადასხვა სასიცოცხლო პროცესი ინტეგრირებულად მიმდინარეობს. მაგალითად, ერთი და იგივე ჰორმონები ხელს უწყობენ **გამეტოგენეს** – სასქესო უჯრედების (**გამეტების**) მომწიფებას სასქესო ორგანოებში და იმავდროულად, სქესობრივი ქცევის წარმართვას – სქესობრივი პარტნიორების დაწყვილების და შეჯვარების პროცესს (Nelson R.J., 2010). ამ შემთხვევაში ჰორმონების დახმარებით კოორდინირებულია გამეტების მომწიფება და სქესობრივი ქცევა. ეს ძალიან მნიშვნელოვანია ულტიმატური კაუზაციის თვალსაზრისით, რადგან სქესობრივი ქცევა შედეგიანია მაშინ, როდესაც პარტნიორებს აქვთ მომწიფებული გამეტები.

კიდევ ერთი მაგალითი: გამოლვიძების წინ გარკვეული ჰორმონები ხელს უწყობენ ორგანიზმში, კერძოდ სისხლში, გლუკოზის დონის მატებას, რათა გაღ-

ვიძების შემდეგ აქტიურ მდგომარეობაში გადასვლისას ორგანიზმი უზრუნველყოფილი იყოს უჯრედებისათვის ენერჯის ყველაზე მნიშვნელოვანი წყაროთი – გლუკოზით. ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს აქტიური მდგომარეობის მოლოდინის რეჟიმში გლუკოზის დონის დაპროგრამებულ მატებასთან, სხვა სიტყვებით, მიმდინარეობს ორგანიზმის სავარაუდო ქცევის (აქტიური მოქმედების) კოორდინაცია მეორე პროცესთან – სისხლში გლუკოზის დონის მატებასთან.

გარემო, იქ მომხდარი ცვლილებები ცვლის ენდოკრინული სისტემის მოქმედებას. მაგალითად, მამრი ფრინველის საცხოვრებელ ტერიტორიაზე სხვა მამრის გამოჩენა იწვევს სისხლში ტესტოსტერონის რაოდენობის მატებას, რაც თავის მხრივ ხელს უწყობს მომხდურთან ბრძოლის დაწყებას (რაც სპეციალური ტერიტორიული ხმების გამოცემაში ან ფიზიკურ შეხლა-შემოხლაში გამოვლინდება). ამ შემთხვევაში გარემოს ცვლილება (მომხდურის გამოჩენა) მოქმედებს ენდოკრინულ სისტემაზე და მისი საშუალებით იწვევს გარკვეულ ქცევას.

საცდელ ცხოველებში მდებდრობითი ჰორმონის – ესტროგენის შეყვანა სერიოზულად ცვლის მათ სქესობრივ ქცევას. მაგრამ იგივე ქცევითი ეფექტი აქვს ესტროგენის მსგავს მცენარეულ ჰორმონებს და თუ ცხოველის საკვებში ამ ჰორმონის შემცველი მცენარე ჭარბადაა, ეს იმოქმედებს ცხოველის სქესობრივ ქცევაზე. ამიტომ არის საინტერესო ძველი გამოცდილება – სქესობრივი ლტოლვის გამაძლიერებელი ათასგვარი რეცეპტები, რომელთაგან ზოგიერთში „სიყვარული წამლის“ კომპონენტად გვევლინება სასქესო ჰორმონების მსგავსი ნივთიერებების შემცველი მცენარეული ექსტრაქტი, მშრალი მასა და სხვ.

## ქვევაში ენდოკრინული სისტემის როლის შესწავლის მეთოდები

ადამიანებს ძველთაგანვე ქონდათ წარმოდგენა ენდოკრინული ჯირკვლების ფუნქციაზე და ამ ცოდნას პრაქტიკაშიც იყენებდნენ.

გავრცელებული პრაქტიკა იყო დასაჭურისება – ბიჭებისათვის სასქესო ჯირკვლების – სათესლეების ამოცლა.

ევროპელები საჭურისებს იყენებდნენ საეკლესიო გუნდში და ოპერაში სამღერლად, აზიელები საჭურისებს ნიშნავდნენ ჰარემის ზედამხედველებად. დასაჭურისება და შედეგად, ორგანიზმში მამრობითი სასქესო ჰორმონების **დეპრეცია** (დანაკლისის შექმნა), ხელს უშლიდა მამრობითი სქესისათვის დამახასიათებელი ნიშნების (ბოხი ხმა, მდებდრებისადმი სქესობრივი ლტოლვა, სქესობრივი პოტენცია, სხვ.) განვითარებას. საჭურისი ბიჭების ხმა ქალებისას ჯობდა – მამრებს უფრო დიდი მოცულობის ფილტვები აქვთ და ამდენად, საჭურისების ხმა მეტად უღერადი იყო. ტენორი საჭურისები, მათ ერქვათ კასტრატები (იტალ.: castrati), ორი საუკუნის განმავლობაში



სურ. 2

იპყრობდნენ ევროპული ოპერის სცენას. ერთ-ერთი ცნობილი კასტრაცი იყო ბალდასარე ფერი მე-17 საუკუნეში. როდესაც საზოგადოების ინტერესმა კასტრაციების მიმართ მოიკლო, ბოლო, მეტად პოპულარულმა კასტრატმა – ჯოვანი ველუტიმ (სურ. 2) 1849 წელს დაამთავრა საოპერო კარიერა.

აზიელ ფაშებს და სულთნებს კი ცხადია აწყობდათ ჰარემის ზედამხედველად საჭურისის ყოლა – ის მათ ცოლებს მამრის თვალით არ შეხედავდა.

სასქესო ჯირკვლების ამოცლის პრაქტიკას მისდევდნენ ინდოელები (იხ: Nanda S., 1990. და აგრეთვე [http://en.wikipedia.org/wiki/Third\\_gender#India](http://en.wikipedia.org/wiki/Third_gender#India)). ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს ე.წ. ჰიჯრების ინდუსტრულ კასტასთან. ჰიჯრები (სურ. 3) არიან საჭურისები, რომლებსაც ბავშობაში კვეთენ სათესლე ჯირკვლებს და აგრეთვე ასო-



სურ. 3

საც. ჰიჯრების რელიგიურ-კულტურული დანიშნულებაა სარიტუალო მაგიური ცეკვების შესრულება ქორწილებში. თუმცა მრავალი მათგანი პროსტიტუციასაც ეწევა. სხვათა შორის, ბიჭების ჰიჯრად ქცევის შემთხვევათა გარკვეული წილი იმ მოზარდებზე მოდის, რომლებიც დასაჭურისებამდეც შემჩნეული იყვნენ ჰომოსექსუალურ ქცევაში. აღნიშნული ფენომენი გვხვდება ინდოეთის გარდა სხვა მოსაზღვრე ქვეყნებშიც.

ენდოკრინული სისტემის და ქცევის ურთიერთკავშირის შესწავლისათვის პირველი მეცნიერული ექსპერიმენტები 1848 წელს ჩაატარა არნოლდ ბერთოლდმა – Arnold Adolph Berthold, ხოლო 1948 წელს გამოჩნდა ამ თემის შესახებ ბიჩის /Frank A. Beach/ მონოგრაფია Hormones and Behavior (ციტ. Nelson R.J., 2010). ბერთოლდი ყვინჩილებს აცლიდა სასქესო ჯირკვლებს და აკვირდებოდა ჩამოყალიბდებოდნენ თუ არა ისინი მამლებად. ბერთოლდმა ნახა, რომ ყვინჩილები ვეღარ ვითარდებოდნენ მამრობითი სქესის ფრინველებად. სავარაუდო იყო, რომ სათესლეები მონაწილეობენ მამრობითი სქესისათვის დამახასიათებელი ნიშან-თვისებების ჩამოყალიბებაში. ამ მეთოდის გამოყენებით თანამედროვე მეცნიერული კვლევა მოიცავს ერთ მნიშვნელოვან ეტაპს: ქიურურგიული ოპერაციის გზით ჯირკვლის ამოცლის და ცვლილებებზე დაკვირების შემდეგ, ტარდება ჩანაცვლებითი თერაპია – ოპერირებულ საცდელ ცხოველს შეუყვანენ ამ ჯირკვლის ჰომოგენატს (უმცირეს ნაწილაკებამდე დანაწევრებული ქსოვილის ერთგაროვანი მასა, რომელიც გახსნილია სპეციალურ სითხეში) ან ჯირკვლის მიერ გამოყოფილ ჰორმონებს და აკვირდებიან, აღდგება თუ არა დაკარგული ფუნქცია. ფაქტობრივად, მოწმდება, ნამდვილად კავშირშია თუ არა სასქესო ჯირკვლების ჰორმონები სქესის ჩამოყალიბებასთან. ტექნიკის ნაკლი ის არის,

რომ ჰომოგენატს და ჰორმონების ხსნარს ყოველთვის მიყვება რალაც მინარევი და ამიტომ ექსპერიმენტი ვერ ჩაითვლება „სუფთად“. პრობლემისათვის გვერდის ავლა შესაძლებელია ოპერირებული ცხოველისათვის ჯირკვლის გადანერგვით – **რეიმპლანტაციით** (კვლავ ჩანერგვით). რეიმპლანტაციის შემდეგ ჯირკვალი იწყებს მოქმედებას და ჰორმონის სისხლში გამოყოფას. ამ ხერხს ბერთოლდიც იყენებდა და ნახულობდა, რომ რეიმპლანტაციის შედეგად ხდებოდა ყვინჩილების მამლებად ჩამოყალიბება.

**კანულაციის** დროს, ძალიან წვრილი მილები (**კანულები**) შეყავთ საცდელი ცხოველის ტვინში რომელიმე კონკრეტულ ადგილას და კანულის საშუალებით აწვეთებენ ჰორმონს. მაგალითად, იკვლევენ ტვინის რომელი სტრუქტურა განიცდის კონკრეტული ჰორმონის ზეგავლენას. კანულით შეყავთ ჰორმონი თანმიმდევრულად ტვინის სხვადასხვა სტრუქტურაში და აკვირდებიან, ჰორმონის რომელ სტრუქტურაში შეყვანა გამოიწვევს ამ სტრუქტურის რეაქციას და როგორია ეს რეაქცია.

**ბიოესეს** მეთოდის არსი ის არის, რომ ჰორმონი შეყავთ ორგანიზმში და აკვირდებიან განვითარდება თუ არა სტრუქტურული და/ან ქცევითი ცვლილებები, რომელიც ამ ჰორმონის სავარაუდო ფუნქციასთანაა დაკავშირებული.

ბიოესეს მეთოდებიდან სტუდენტისთვის საინტერესო იქნება ე.წ. „**ბოცვერის ტესტი**“. ფრიდმანმა (Maurice Harold Friedman, 1931, <http://www.nytimes.com/1991/03/10/obituaries/dr-maurice-friedman-87-dies-created-rabbit-pregnancy-test.html>) ბოცვრებს შეუყვანა ადამიანის ქორიოგონადოტროპული ჰორმონი (ქგტ), რომელიც ადამიანში ორსულობის საწყის ეტაპზე დიდი რაოდენობით გამოიყოფა. ქგტ-ს აღმოჩენა შესაძლებელია ორსულის შარდში. ფრიდმანმა სწორედ შარდი შეუყვანა ბოცვრებს და ნახა, რომ პროცედურის შედეგად ბოცვრების ორგანიზმში, კერძოდ საკვერცხეებში, დაიწყო ორსულობისათვის დამახასიათებელი სტრუქტურების განვითარება. ამ მეთოდს აქტიურად იყენებდნენ ადამიანის ორსულობის დასადგენად. მსგავსი ტექნიკაა „ბაყაყის ტესტი“ სავარაუდო ორსულის შარდი შეყავთ ბაყაყში და თუ შარდში არის ქგტ, ბაყაყი იწყებს აქტიურად სპერმის წარმოშობას. დღეს ორსულობის დადგენა ხდება სისხლში ქგტ-ს რაოდენობრივი ანალიზით.

**ფარმაკოლოგიური მეთოდი** გულისხმობს ჰორმონის აგონისტების და ანტაგონისტების გამოყენებას. ჰორმონი უნდა შევიდეს კონტაქტში უჯრედის რეცეპტორთან, რათა ზეგავლენა მოახდინოს უჯრედის ფუნქციაზე. არის ნივთიერებები, რომლებიც ასევე შედიან კონტაქტში კონკრეტული ჰორმონის რეცეპტორთან, მაგრამ არ მოქმედებენ უჯრედის ფუნქციაზე. ისინი იკავებენ რეცეპტორზე ჰორმონის ადგილს, ჰორმონი ვეღარ მიეზმება რეცეპტორს და ამგვარად, ვერ მოახდენს ზეგავლენას უჯრედზე. ამგვარ ნივთიერებებს **ჰორმონის ანტაგონისტები** ეწოდება. ანტაგონისტების კლინიკაში გამოყენების მაგალითია

**ციპროტერონის აცეტატის** – მამრობითი სასქესო ჰორმონის ანტაგონისტის გამოყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც მკურნალობენ სქესობრივ მოძალადეებს. **ჰორმონის აგონისტები** პირიქით, აძლიერებენ ან/და ახდენენ ჰორმონის მსგავს ეფექტს.

**აუტორადიოგრაფია** გამოიყენება ჰორმონის რეცეპტორების ადგილმდებარეობის დასადგენად. ორგანიზმში შეყავთ რადიოაქტიური ნივთიერებით მონიშნული ჰორმონი. შემდეგ აკეთებენ ორგანოს, მაგალითად ტვინის თხელ ანათლებს და ნახულობენ, სად არის კონცენტრირებული ეს ჰორმონი – რადიოაქტიური ნივთიერების კონცენტრაციის ადგილები ლაქის სახით ვლინდება.

**ელექტროფიზიოლოგიური მეთოდი** გამოიყენება, როდესაც ტვინის რომელიმე სტრუქტურაში ნერგავენ ელექტროდებს. ელექტროდში ატარებენ მეტად მცირე ძალის დენს, აღიზიანებენ სტრუქტურას და აკვირდებიან თუ რა ზეგავლენას მოახდენს ეს ენდოკრინულ ფუნქციაზე ან, ელექტროდების საშუალებითვე იწერენ ამ სტრუქტურის აქტივობას რომელიმე ჰორმონის ორგანიზმში შეყვანის ან დეპრევიაციის ფონზე.

**გენის „ნოკაუტი“:** ჰორმონის წარმოქმნა უჯრედში გენეტიკური ინფორმაციის საფუძველზე ხდება. ასევე გენები განაპირობებენ პლაზმური მემბრანის რეცეპტორების, მათ შორის ჰორმონის რეცეპტორების წარმოქმნას.

გენის „ნოკაუტი“-ს ტექნიკა უკავშირდება კონკრეტული ჰორმონის წარმოქმნაზე პასუხისმგებელი გენის შეცვლას. გავიხსენოთ რა არის გენი: ის დნმ-ს მონაკვეთია და ისევე, როგორც დნმ-ს სხვა დანარჩენი მონაკვეთები, მათ შორის სხვა გენები, შედგება ქიმიური ნაერთებისაგან – ნუკლეოტიდებისაგან. ნუკლეოტიდები ქიმიურად გარკვეულწილად განსხვავებულია და 4 სახისაა. ნიშან-თვისებები მრავალნაირია და მაშასადამე, გენებიც მრავალნაირი უნდა იყოს. გენები განსხვავდება ერთმანეთისაგან გენში ნუკლეოტიდების თანმიმდევრობით.

გენში 4 სხვადასხვა ნუკლეოტიდი მრავალჯერ მეორდება და მათი თანმიმდევრობის ცვლილება უამრავ ვარიანტადაა შესაძლებელი. თუ წარმოიდგენთ, რომ გაქვთ მძივი, რომელშიც არის 4 სხვადასხვა ფერის ბურთულა, თითოეული ფერის ბურთულა 100, 500 ან მეტი რაოდენობით, მაშინ შეძლებთ ამ ბურთულების თანმიმდევრობა ცვალოთ ათასგვარად და ყოველ დღე ახლებური მძივით მოიწონოთ თავი.

გენის „ნოკაუტი“ გულისხმობს კონკრეტულ გენში ნუკლეოტიდების თანმიმდევრობის ხელოვნურად შეცვლას. ამ შემთხვევაში იცვლება გენის ინფორმაცია და ის კარგავს თავის ადრინდელ ფუნქციას – აღარ განაპირობებს იმ ნიშან-თვისებას, რომელზედაც ის იყო პასუხისმგებელი. ნოკაუტირებული გენის მქონე ცხოველებზე დაკვირვება უჩვენებს, რა არის იმ ნივთიერების, ჩვენს შემთხვევაში – ჰორმონის როლი, რომელიც ამ გენით იყო განაპირობებული.

მაგრამ გენის „ნოკაუტი“ არ მთავრდება მისი ნუკლეოტიდების თანმიმდევრობის „არევიტ“ ეს მხოლოდ დასაწყისია. ამის შემდეგ აუცილებელია რამდენიმე ურთულესი ეტაპის გავლა რათა საბოლოოდ მიღებულ იქნას შეცვლილი გენის მატარებელი ლაბორატორიული ცხოველები. ამ ეტაპებზე სახელმძღვანელოში დაწვრილებით საუბარი მიზანშეწონილი არ არის. დაინტერესებულ მკითხველს შეუძლია მოძებნოს გენის ნოკაუტის ტექნიკის აღწერა ნებისმიერ თანამედროვე ბიოლოგიურ – გენეტიკურ ლიტერატურაში, მაგ. მკითხველს ვურჩევთ საიტს: <http://www.dnalc.org/view/897-Gene-knockout-in-mice.html>

აღწერილი მეთოდები, რა თქმა უნდა, არ ამოწურავს იმ არსენალს, რომელიც თანამედროვე ფიზიოლოგიას გაჩნია ქცევაში ენდორკინული სისტემის როლის შესასწავლად.

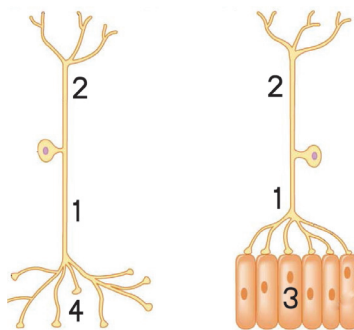
# აღემა

## რეცეპტორები, რეცეპტული ველი

თავის ტვინში მიმდინარე აღქმის პროცესი უპირველეს ყოვლისა კავშირშია რეცეპტორებთან და სენსორულ ნეირონებთან.

გამოყოფენ ეგრეთწოდებულ „სპეციალურ შეგრძნებებს“ (Special senses) – მხედველობა, სმენა, წონასწორობა, ყნოსვა, გემო (და არა „გემოვნება“).

კლასიფიკაცია იმას ემყარება, რომ ამ შეგრძნებებს ემსახურება სპეციალური ორგანოები – მაგ. თვალი, ენა, რომლებშიც თავმოყრილია შესაბამისი რეცეპტორები. შეხება არ არის სპეციალური შეგრძნება, რადგან შეხების რეცეპტორები მთელს სხეულშია გაბნეული (არ არის თავმოყრილი ერთ, სპეციალურ ადგილში).



სურ. 1

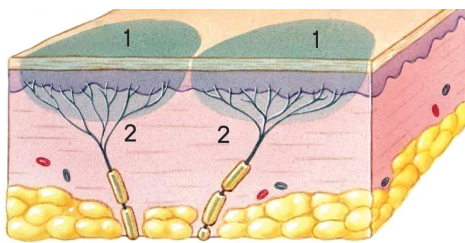
ქვემოთ აღვწერთ ვისცერალური ორგანოებიდან, კუნთებიდან, მყესებიდან და კანიდან გალიზიანების შეგრძნების თავისებურებებს.

**პირველი რიგის სენსორულ ნეირონებს** (სურ. 1) ორი აქსონი აქვთ – პერიფერიული (1) და ცენტრალური (2).

პერიფერიული აქსონის დაბოლოება მთავრდება რეცეპტორში ან თავად წარმოადგენს რეცეპტორს, ცენტრალური აქსონი კი ცნს-ს გადასცემს რეცეპტორიდან მიღებულ იმპულსს.

რეცეპტორი შესაძლებელია იყოს: აღქმის დანიშნულების მქონე სპეციალური უჯრედი (3), რომელიც უკავშირდება სენსორულ ნეირონს, ან თავად სენსორული ნეირონის აქსონის დაბოლოება (4).

**რეცეპტული ველი** (სურ. 2, 1) ის ადგილია შეგრძნების ორგანოში, რომლის საზღვრებში მოქმედ სტიმულს შეუძლია გამოიწვიოს ამ ადგილას განლაგებული რეცეპტორის, მაგ. აქსონის დაბოლოების (2) საპასუხო რეაქცია. სურათზე ნაჩვენებია



სურ. 2

კანში არსებული ორი რეცეპტული ველი. თითოეულში გვხვდება სენსორული ნეირონების აქსონების დაბოლოებები.

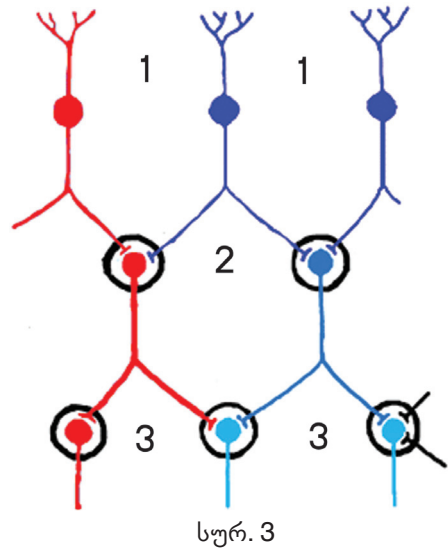
**სენსორული ერთეული** არის ერთ კონკრეტულ რეცეპტულ ველში არსებული ყველა რეცეპტორი და ის სენსორული ნეირონი, რომელიც ამ რეცეპტორულ უჯრედებს უკავშირდება ან თავად ქმნის რეცეპტორებს თავისი აქსონის დაბოლოებით.

**ცენტრალური აქსონით** პირველი რიგის ნეირონი (სურ. 3, 1) უკავშირდება **მეორე რიგის** ნეირონს (2), რომელიც ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში – ზურვის ტვინშია მოთავსებული.

მეორე რიგის ნეირონთან სინაპსურად დაკავშირებულია რამდენიმე სენსორული ერთეული და ინტერნეირონი. მეორე რიგის ნეირონის აქსონი უკავშირდება **მესამე რიგის** ნეირონებს (3) თავის ტვინში, ქერქქვეშა სტრუქტურებში. ეს ძირითადად თალამუსის ნეირონებია. მათ შესახებ უფრო მეტს ქვემოთ ვისაუბრებთ.

მესამე რიგის ნეირონთან სინაპსურად დაკავშირებულია რამდენიმე მეორე რიგის ნეირონი და ინტერნეირონი.

მესამე რიგის ნეირონები თავის მხრივ უკავშირდებიან თავის ტვინის ქერქს, სადაც ხდება სტიმულის გარჩევა, დამახსოვრება და სტიმულზე რეაქციის განვითარება.



## კანზე მოქმედი სტიმულის ადგილმდებარეობის დადგენა

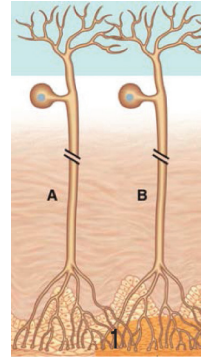
კანზე მოქმედი სტიმულის ადგილმდებარეობის დადგენა – **ლოკალიზაცია**, ბევრ ფაქტორზეა დამოკიდებული. მაგალითად, კანში სტიმულის ლოკალიზაცია დამოკიდებულია 1. რეცეპტული ველების **ფართობზე**, 2. რეცეპტული ველების **გადაფარვაზე** 3. **ლატერალურ შეკავებაზე**, 4. სტიმულზე მოპასუხე სენსორული ერთეულების **რაოდენობაზე**

რეცეპტული ველების **ფართობი**.

სენსორული ერთეული რეაგირებს ნებისმიერ სტიმულზე, რომელიც მოქმედებს ამ ერთეულის რეცეპტული ველის ნებისმიერ წერტილში. ამიტომ თუ რეცეპტული ველის ფართობი დიდია, ჭირს სტიმულის ზუსტი ლოკალიზაცია. რაც უფრო მცირეა ფართობი, მით ადვილია სტიმულის ლოკალიზაცია.

**რეცეპტული ველების გადაფარვა**

სურათზე 4, ორი სენსორული ერთეულის (A,B) რეცეპტული ველები გადაფარულია (1).

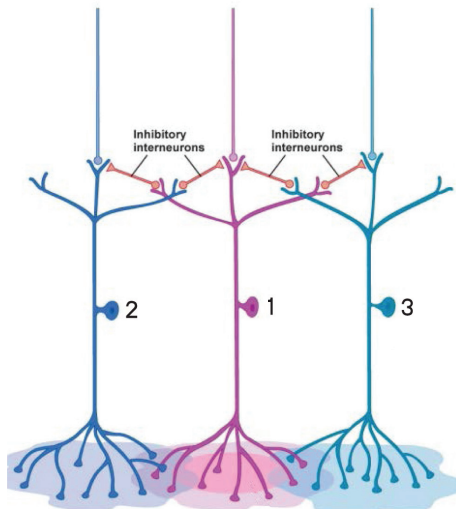


სურ. 4

**ლატერალური შეკავება**

სურათზე 5 ნაჩვენებია სამი სენსორული ერთეული (1, 2, 3) და სამი რეცეპტული ველი, რომლებიც ერთმანეთის მეზობლადაა განლაგებული. სამივე ველში მოქმედებს რალაც სტიმული, თითო სტიმული თითო ველზე.

ლატერალური შეკავება შემდეგში მდგომარეობს: სტიმული, რომელიც სხვებზე ძლიერია, იწვევს შესაბამისი პირველი რიგის ნეირონის დეპოლარიზაციას, მეზობელ სენსორულ ერთეულებში კი ნეირონების შეკავებას. ეს შესაძლებელია, რადგან ნეირონები ერთმანეთზე ახდენენ რეციპროკულ შემაკავებელ ზეგავლენას შემაკავებელი ინტერნეირონების (სურათზე – inhibitory interneurons) საშუალებით. ამგვარად შეგრძნება ვითარდება იმ სენსორული ერთეულის ხარჯზე, რომელიც მოცემულ მომენტში პასუხობს ყველაზე ძლიერ სტიმულს. ეს აადვილებს ამ სტიმულის ლოკალიზაციას.



სურ. 5

ძლიერი სტიმულის სწრაფი ლოკალიზაციის მნიშვნელობა გასაგებია: ის საშუალებას აძლევს ორგანიზმს სწრაფად აღიქვას გამლიზიანებული, რომელიც მოცემულ მომენტში მოქმედთაგან ყველაზე ძლიერია და მაშასადამე, შესაძლოა იყოს სასიცოცხლოდ განსაკუთრებულად მნიშვნელოვანი (ორგანიზმში ან გარემოში სერიოზული ცვლილების მანიშნებელი)

სტიმულის ლოკალიზაცია დამოკიდებულია რეცეპტული ველების ფართობზეც. სტიმულის ლოკალიზაციის უნარი შესაძლებელია გაიზომოს. ამგვარი საზომია მაგალითად ორი წერტილის გაღიზიანების დისკრიმინაცია. დისკრიმინაცია ამ შემთხვევაში ნიშნავს სტიმულების ერთმანეთისგან გარჩევას. ამ დროს იზომება როგორ შეუძლია ადამიანს (ან სხვა ცოცხალ არსებას) გაარჩიოს ორი სტიმული, რომელიც ერთდროულად მოქმედებს კანზე.

ამ შემთხვევაში ორი სტიმულის გარჩევა შესაძლებელია, თუ სტიმულები მოქმედებს სხვადასხვა სენსორულ ერთეულზე. სტიმულების ერთმანეთთან დაახლოებისას ისინი გარკვეულ მომენტში აღმოჩნდება ერთ რეცეპტულ ველში და აღიქმება, როგორც არა ორი, არამედ ერთი სტიმული. რაც უფრო ფართოა სენსორული ერთეულების რეცეპტული ველები, მით უფრო დიდია ის მინიმალური დისტანცია ორ სტიმულს შორის, რომელიც აუცილებელია ამ სტიმულების დისკრიმინაციისთვის.

**დავალევა:** სტუდენტს ვთავაზობთ ჩაატაროს კვლევა და დაადგინოს ხელის მტევნის კანზე მოქმედი ორი მექანიკური გამღიზიანებლის დისკრიმინაციის თავისებურება. კერძოდ, დაადგინოს, ორი სტიმულის ერთდროული ზემოქმედების პირობებში, ამ სტიმულებს შორის რა დისტანციაზე ვეღარ მოახერხებს ცდის პირი ორ სტიმულის დისკრიმინაციას. კანზე ერთდროულად ორი სტიმულის ზემოქმედებისათვის შესაძლებელია გამოვიყენოთ პინცეტი (სურ. 6). ცდის პირს ვთხოვთ, რომ ხელის მტევანი თავისუფლად დადოს მაგიდაზე. ცდა ტარდება ხელისგულზე. ცდის პირს ვეუბნებით, რომ მან უნდა დახუჭოს თვალები, რის შემდეგაც შევხებით პინცეტით ხელისგულზე. შეხება მოხდება პინცეტის ორი, ან ერთი წვერით. ყოველ შეხებაზე, ცდის პირმა უნდა თქვას, რამდენი შეხება შეიგრძნო – ერთი თუ ორი. ცდის პროცესში პაციენტს რამდენჯერმე ვხებით პინცეტის ხან ერთი, ხან ორივე წვერით. ცდის პირის პასუხებს ვაფიქსირებთ. პერიოდულად ვამცირებთ პინცეტის ორ წვერს შორის დისტანციას და ვამოწმებთ, წვერებს შორის რა დისტანციაზე აღიქვამს ცდის პირი ორი წვერით შეხებას როგორც ერთი წვერით შეხებას. როგორც კი ცდის პირი შეცდომას დაუშვებს, ვზრდით დისტანციას პინცეტის წვერებს შორის მანამ, სანამ სწორ პასუხს არ მივიღებთ. ამის შემდეგ კვლავ ვიწყებთ დისტანციის შემცირებას.



სურ. 6

ცდის ჩატარებისთვის საჭიროა გაიზომოს პინცეტის წვერებს შორის დისტანცია. რადგან პინცეტი ხელით გვიჭირავს, რთულდება ხოლმე კონკრეტული დისტანციის ზუსტად შენარჩუნება. ამიტომ სტუდენტს ვთავაზობთ მოიფიქროს ისეთი ტექნიკა, რომელიც საშუალებას მისცემს ზუსტად დააფიქსიროს

დისტანცია ორ სტიმულს შორის და ადვილად ცვალოს ეს დისტანცია ცდის მიმდინარეობისას.

როდესაც ხელისგულს ვეხებით, უნდა ვეცადოთ, რომ ყოველ ჯერზე შეხება ერთნაირი ძალის იყოს, ორი სტიმულის მიწოდებისას (მაგ. პინცეტის ორივე წვერით შეხებისას) კი შეხება ერთდროულად მოხდეს.

ამ სახის ცდით შესაძლებელია დადგინდეს სტიმულის ლოკალიზაციის ინდივიდუალური, ასაკობრივი, სქესობრივი თავისებურებები. შესაძლებელია სტიმულების დისკრიმინაციის უნარზე ალკოჰოლის, უძილობის, ფიზიკური თუ გონებრივად გადაღლის ზეგავლენის შესწავლა, ან საინტერესო იქნება შედარდეს სხეულის სხვადასხვა ნაწილების (ტუჩების, მკლავის და ა.შ.) მგრძობელობა.

## პასუხი ტკივილზე

ტკივილის რეცეპტორების – ნოციცეპტორების აქტივაცია იწვევს ტკივილის შეგრძნებას და იმავდროულად: 1. არტერიული წნევის და გულისცემის სიხშირის მატებას, 2. სისხლში ეპინეფრინის და გლუკოზის რაოდენობის მატებას, 3. გუგების გაფართოებას და /ან ოფლდენას, 4. შიშს, შფოთვას და 5. განრიდების რეფლექსს

ტკივილის შეგრძნება ცვალებადობს სხვადასხვა პირობებში. მაგალითად, კბილის ტკივილს ნაკლებად შევიგრძნობთ თუ საქმით ვართ დაკავებული, მაგრამ იგივე ძალის ტკივილი გაუსაძლისი შეიძლება გახდეს როდესაც დაძინებას ვცდილობთ.

არსებობს ეგრეთწოდებული **ნელი და სწრაფი** ტკივილი. სწრაფი ტკივილი აღიქმება როგორც ჩხვლეტა და ადვილად ლოკალიზდება. ნელი ტკივილის ლოკალიზება რთულია და ის აღიქმება როგორც ყრუ ტკივილი.

მიზეზი ის არის, რომ ტკივილის რეცეპტორები დაკავშირებულია ორი სახის სენსორულ ერთეულთან. ერთი სწრაფად გადასცემს ტკივილის შეგრძნებას თავის ტვინს, მეორე კი ნელა. სწრაფი ტკივილი სწრაფად მოქმედი სენსორული ერთეულით აღიქმება, ნელი ტკივილი – ნელა მოქმედი სენსორული ერთეულით.

ვისცერალური ორგანოებიდან ტკივილი აღიქმება თითქოს ის სხეულის ზედაპირიდან მოდიოდეს. ეს ეგრეთწოდებული ტკივილის **გადაცემაა**.

მაგალითად, გულის შეტევის დროს ტკივილი აღიქმება ბეჭის, მხრის არეში, მაგრამ არა გულიდან. ეს იმიტომ ხდება, რომ შინაგან ორგანოებთან და კანთან დაკავშირებული სენსორული ერთეულები დაკავშირებულია ზურგის ტვინში ერთსა და იმავე მეორე რიგის ნეირონებთან.

## კავშირი კლინიკასთან

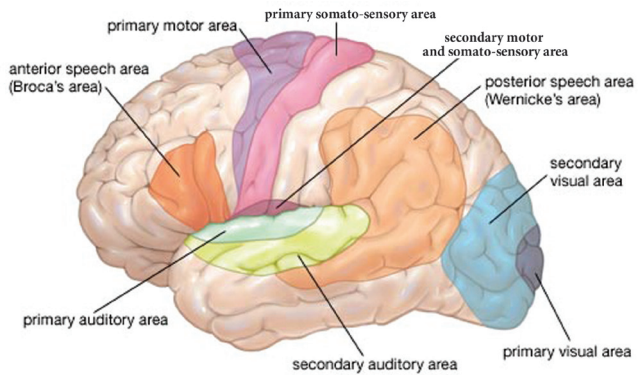
ექიმები კბილის მკურნალობის დაწყებამდე პაციენტს ნემსით ღრძილში შეუყვანენ ხოლმე ეგრეთწოდებულ **ანესთეტიკს**. ანესთეტიკი შეყავთ სენსორული ნერვის დაბოლოების მიდამოში. ანესთეტიკი ხელს უშლის ნეირონში მოქმედების პოტენციალის განვითარებას: ის კეტავს ნატრიუმის არხებს, არხები ველარ იხსნება და შედეგად, დეპოლარიზაცია ველარ ხდება.

გაუტკივარებისათვის იყენებენ აგრეთვე **ანალგეტიკებს**. ისინი მოქმედებენ სინაპსზე და ხელს უშლიან ნეირონებს შორის კომუნიკაციას.

ხშირად ადამიანს აქვს მოკვეთილი კიდურის ტკივილის განცდა. ეს არის ფანტომური შეგრძნება, **ფანტომური ტკივილი**. ეს ტკივილი არ მომდინარეობს პროთეზით შექმნილი დისკომფორტიდან. თანამედროვე მოსაზრებით, მეორე და მესამე რიგის ნეირონები, რომლებიც აღარ იღებენ გაღიზიანებას სენსორული ერთეულიდან (კიდურის არ არსებობის გამო), ძალიან მგრძობიარე ხდებიან იმ სტიმულების მიმართ, რომლებიც სხვა პირველი რიგის ნეირონებიდან მოდის.

## თავის ტვინის ჰემისფეროების პირველადი და ასოციაციური ველები

რეცეპტორებიდან ნერვული იმპულსი რთულ გზას გადის და მიაღწევს თავის ტვინის ჰემისფეროების (სურ. 7) პირველად სენსორულ უბნებს (primary area), სადაც ხდება ინფორმაციის პირველადი დამუშავება. პირველად უბნებს კავშირი აქვს მეორეულ, ასოციაციურ უბნებთან (secondary area), სადაც მიმდინარეობს ინფორმაციის უფრო ღრმა ნალიზი.



სურ. 7

სურათზე 7 ნაჩვენებია პირველადი და ასოციაციური უბნები: მხედველობის (visual), სმენის (auditory), სომატო-სენსორული (somato-sensory) და მოტორული (motor).

## მხედველობითი ინფორმაციის აღქმა

აღქმის პროცესებს განვიხილავთ მხედველობის მაგალითზე, რამდენადაც ის ადამიანისთვის მეტად მნიშვნელოვანი შეგრძნებაა. აუცილებელია რამდენიმე ტერმინის განმარტება:

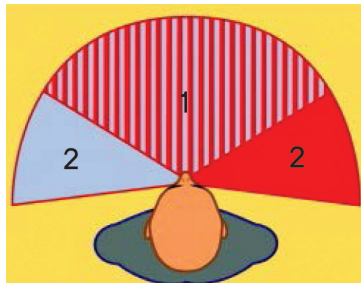
**ფიქსაციის წერტილი:** ადგილი სივრცეში, რომელზედაც დაფიქსირებულია მზერა (სურ. 8, A).

**მხედველობის ველი:** სივრცის ის მონაკვეთი, რომელსაც ვხედავთ მოცემულ მომენტში (მხედველობის ველი მუდმივად ცვალებადია, რადგან იცვლება ფიქსაციის წერტილი – თვალი არ ჩერდება ერთ ფიქსაციის წერტილში და გადაინაცვლებს სხვადასხვა მიმართულებით (მარჯვნივ, მარცხნივ, ზემოთ, ქვემოთ). მხედველობის ველი უფრო ფართოა ფიქსაციის წერტილთან შედარებით. მაგალითად, სურათზე 8 ნაჩვენებია პარიზის ნაწილი, რომელსაც მოიცავს მაყურებლის მხედველობის ველი ერთ მომენტში. მეორე წამს (წამის მეასედში) დავინახავთ ქალაქის სხვა ნაწილსაც, რადგან მზერა გადაინაცვლებს ერთი ფიქსაციის წერტილიდან მეორეზე გარკვეული მიმართულებით.



სურ. 8

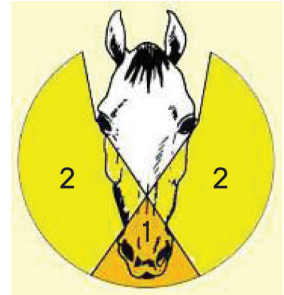
მხედველობის ველის რაღაც მონაკვეთს ვხედავთ ორივე თვალით – **ბინოკულურად**. ეს ველის ცენტრალური ნაწილია (სურ. 9, 1). პერიფერიულ მონაკვეთებს (2) ვხედავთ ცალი (შეასაბამისად მარცხენა და მარჯვენა) თვალით – **მონოკულურად**. უყურეთ თქვენს წინ მდებარე რაიმე საგანს, დააფიქსირეთ რას ხედავთ მხედველობის ველში. შემდეგ დახუჭეთ ჯერ ერთი, შემდეგ მეორე თვალი და დააკვირდით, როგორ შეიცვლება მხედველობის ველი მონოკულური მხედველობისას. რაც უფრო ფართოა ბინოკულური მხედველობის ველი, მით ხარისხიანია მხედველობა. მაგალითად, ბინოკულურად ობიექტი უფრო ნათლად ჩანს და უკეთ ხდება ობიექტამდე დისტანციის განსაზღვრა, ვიდრე მონოკულურად. ბინოკულური და მონოკულური მხედველობის ველის ფართობი დამოკიდებულია თავზე თვალების ადგილმდებარეობაზე. მაგალითად პრიმატებს, მათ შორის ადამიანს, მტაცებელ ძუძუმწოვრებს (კატას, ლომს, ძაღლს, მგელს, მელას) და ზოგიერთ მტაცებელ ფრინველს (მაგ. ბუსს), თვალები ერთმანეთთან ახლოს აქვთ განლაგებული. ასეთი განლაგება აფართოვებს ბინოკულური მხედველობის ველს, მაგრამ ავიწროვებს პერიფერიული მხედველობის ველს (სურ. 9). თავგის,



სურ. 9

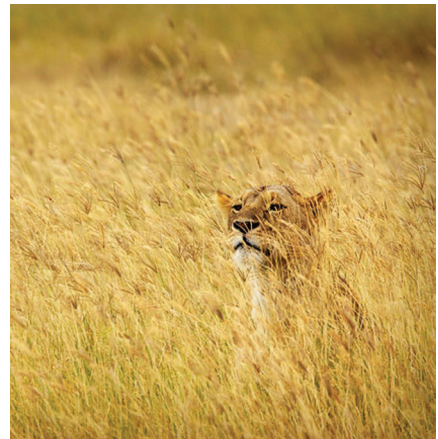
ირმის, ანტილოპას, კურდღელის, ცხენის თვალები (სურ. 10) ერთმანეთისაგან დაშორებულია და ეს აფართოვებს პერიფერიულ მხედველობის ველს (2), მაგრამ ავიწროვებს ბინოკულური მხედველობის ველს (1).

აღწერილი ფენომენი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ქცევაში. რაც უფრო ფართოა პერიფერული მხედველობის ველი, მით უკეთ ამჩნევს ცოცხალი არსება იმ ობიექტებს, რომლებიც მის გარშემო, მარცხნივ, მარჯვნივ და ზურგსუკანაა განლაგებული. ეს სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია იმ არსებებისათვის, რომლებზედაც ნადირობენ. ფართო მხედველობის ველის წყალობით ანტილოპა, მაგალითად, აკონტროლებს მის გარშემო ფართო ტერიტორიას და ამჩნევს ვინმე თუ ეპარება. მტაცებელი, მაგალითად ლომი (სურ. 11), მეტად ფრთხილად ეპარება მსხვერპლს, მაგრამ ახლოს მიპარვა ჯერ კიდევ საქმის ნახევარია, რადგან მტაცებელმა ზუსტად უნდა განსაზღვროს დისტანცია მასსა და მსხვერპლს შორის, რათა აზრი ქონდეს დევნის წამოწყებას (მტაცებელმა უნდა შეძლოს სწრაფად დაფაროს დისტანცია რათა დაეწიოს მსხვერპლს) და/ან შესრულდეს წარმატებული ნახტომი, რაც ბინოკულური მხედველობის წყალობითაა შესაძლებელი.



სურ. 10

**მხედველობის რეცეპტორი:** თვალის ბადურაზე განლაგებულია რეცეპტორები – კოლები და ჩხირები. ისინი ღიზიანდება საგნიდან არეკლილი სინათლის სხივის საპასუხოდ, უკავშირდებიან სენსორულ ნეირონებს, რომლებიც გალიზიანებას გადასცემენ თავის ტვინს.



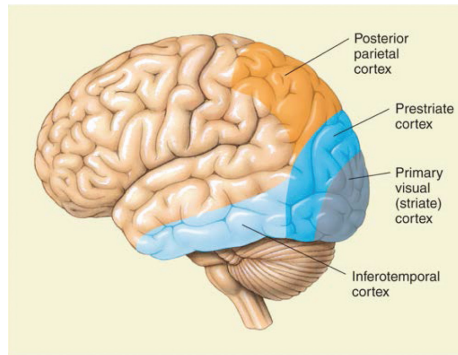
სურ. 11

**მხედველობის ნეირონის რეცეპტული ველი** მხედველობის ველის ის მონაკვეთია, რომლის დანახვაზე რეაგირებს მოცემული ნეირონი (რომელსაც „ხედავს“ ეს ნეირონი). რეცეპტული ველი განისაზღვრება ბადურაზე მხედველობის იმ რეცეპტორების ადგილმდებარეობით (ბადურის ცენტრში, ცენტრის გარეთ სხვადასხვა წერტილში), რომლებიც უკავშირდება მოცემულ ნეირონს.

ნერვული იმპულსი მხედველობის რეცეპტორებიდან თავის ტვინის სხვადასხვა სტრუქტურების გავლით მიიღწევს ჰემისფეროების კეფის წილის მონაკვეთს, მხედველობის პირველად ველს – **სტრიულ ქერქს** (striate cortex) (სურ. 12).

შვედმა ნეიროფიზიოლოგებმა – დევიდ ჰიუბელმა და ტორსტენ ვიზელმა (David Hubel, Torsten Wiesel, იხ.: Wurtz R.H., 2009) დაადგინეს, თუ რა პრინციპით რეაგირებენ თავის ტვინის ნახევარსფეროების მხედველობითი ქერქის ნეირონები მხედველობის ველში არსებული ობიექტების სივრცეში განლაგებზე, გადაადგილებაზე, ორიენტაციაზე. გაირკვა, რომ მხედველობითი ნეირონების სხვადასხვა დაჯგუფება რეაგირებს ობიექტების სხვადასხვა პარამეტრებზე. უფრო მეტიც, ნეირონების სპეციალიზაცია მარტო ის არ არის, რომ ზოგიერთი დაჯგუფება ობიექტის ორიენტაციას აღიქვამს, სხვა კი გადაადგილებას. თვით ამ ჯგუფებშიც არსებობენ სპეციალიზებული ნეირონები, რომელთაგან, მაგალითად, ერთნი რეაგირებენ ობიექტის გადაადგილებაზე მარჯვნიდან მარცხნივ, მეორენი კი – საწინააღმდეგო მიმართულებით.

სტრიულ ქერქში შესაძლებელია გამოიყოს დაახლოებით 2500 მცირე ზომის (მილიმეტრზე ნაკლები) მონაკვეთი (მოდული), თითოეული დაახლოებით 150 000 ნეირონით, რომელიც აანალიზებს მხედველობითი ობიექტის კონკრეტულ მახასიათებელს. მოდულში ნეირონების რეცეპტული ველები გადაფარულია, მაშასადამე მოდულის ნეირონები აკონტროლებენ მხედველობითი ველის ერთსა და იმავე უბანს (დეტალიზაციისთვის: Edwards D. P., Purpura



სურ. 12

K. P., and Kaplan, E. 1995, Kaas J. H., and Collins, C. E., 2001, Landisman C. E., and Ts'o D. Y. 2002). ობიექტის სრულფასოვანი აღქმისათვის აუცილებელია სტრიული ქერქის კავშირი ასოციაციურ მხედველობის ქერქთან – სტრიული ქერქის მოდულების მიერ ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად მიღებული და ხარისხობრივად განსხვავებული ინფორმაცია უნდა გამთლიანდეს რათა ჩამოყალიბდეს ობიექტის მხედველობითი ხატი.

სტრიული ქერქის გარდა, მხედველობის იმპულსები აღწევს თავის ტვინის სხვადასხვა ქერქქვეშა სტრუქტურას, რომლებიც არეგულირებენ გუგების გაფართოება-შევიწროებას, მხედველობით ობიექტებზე ყურადღების კონცენტრაციას.

**მხედველობით ასოციაციურ ქერქში (prestriate cortex, ის სტრიულ ქერქს ესაზღვრება)** ცალკეული უბნები (ნეირონების დაჯგუფებები) სპეციალიზებულია: ისინი რეაგირებენ სხვადასხვა ობიექტებზე და ამიტომ ამბობენ, რომ ეს უბნები **კატეგორია – სპეციფიკურია**. მაგალითად, ზოგიერთი უბანი სპეციალიზებულია ცხოველების გამოსახულების აღქმაზე, სხვა უბანში ნეირონები მონაწილეობენ შრომის იარაღის, ყვავილების, სხეულის ნაწილების, ასობის აღქმის პროცესში.

მსგავსი კატეგორიის ნეირონების დაჯგუფებები ერთმანეთის მეზობლადაა განლაგებული (დეტალებისთვის იხ: Bell A. H., et al. 2009, Grill-Spector K., and Malach R. 2004, Tootell R. B. H., et al., 2003).

ასოციაციური ქერქის ძირითადი ფუნქცია აღქმაში არის არა დანახვა (რაც სტრიული ქერქის პრეროგატივაა), არამედ ცნობა. ამ საკითხის შესახებ მეტის შეტყობის მსურველს ვურჩევთ წაიკითხოს სემირ ზეკის ძალიან მნიშვნელოვანი სტატია (Zeki S., 1993).

სტრიული ქერქიდან ასოციაციურში მოდის ინფორმაცია საგნის ცალკეული მახასიათებლების (მდებარეობა, ფორმა, ფერი სხვ.) შესახებ, ასოციაციური ქერქი ამთლიანებს ამ ინფორმაციას და გვაძლევს საშუალებას, ვიცნოთ ის რასაც ვუყურებთ.

მხედველობითი ასოციაციური ქერქის დაზიანება იწვევს მხედველობითი აღქმის დარღვევებს – **მხედველობით აგნოზიას**. ასოციაციურ ქერქში ნეირონების სხვადასხვა დაჯგუფებების სპეციალიზაციის გამო, მხედველობითი აგნოზიაც მრავალფეროვანია ასოციაციური ქერქის დაზიანების ლოკალიზაციის მიხედვით. მაგალითად, მხედველობითი აგნოზიის ერთერთი ფორმაა **პროზოპაგნოზია** (ბერძნ. prosopion–სახე). პაციენტი ხედავს სახეს, მაგრამ ვერ ხვდება, ვის ეკუთვნის ის. პროზოპაგნოზია ვითარდება ასოციაციური ქერქის ერთი კონკრეტული მონაკვეთის დაზიანების შედეგად.



სურ. 13

ასოციაციური ქერქის სხვა ნაწილის დაზიანება იწვევს მხედველობითი აგნოზიის სხვა ფორმას. ამ თვალსაზრისით მეტად თვალნათლივია ერთი პაციენტის შემთხვევა, რომელიც აღიქვამდა და ცნობდა სახეს ნახატზე (სურ. 13. აგტორი – ჯუზეპე არჩიმბოლოდო), მაგრამ ვერ ცნობდა ყვავილებს, ხილს და ბოსტნეულს, რომელთაგანაც იყო ეს სახე შექმნილი. ამგვარად, პაციენტს ქონდა **აგნოზია საგნებზე**, მაგრამ არ ქონდა პროზოპაგნოზია.

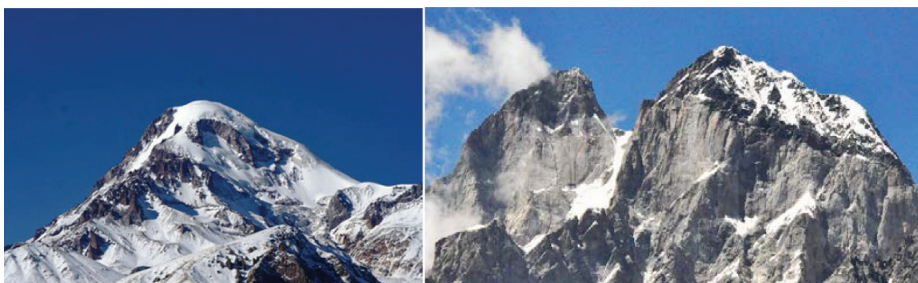
სახის ცნობაში დიდ როლს თამაშობს გამოცდილებაც. მაგალითად, ადამიანებს უფრო უადვილდებათ თავისი რასის ადამიანების სახის ცნობა, რამდენადაც აქეთ თავისი რასის ადამიანებთან ურთიერთობის მეტი გამოცდილება (Golby A. J. et al., 2001). მნიშვნელოვანია, რომ სახის ცნობაში მონაწილე ნეირონები მაკაკ რეზუსის თავის ტვინშიც ზუსტად იმავე უბანშია ლოკალიზებული, რომელიც ადამიანის ტვინშია სახის ცნობაზე სპეციალიზებული (Tsao D. Y., et al., 2006, Tsao D. Y., et al., 2003).

მხედველობით აღქმაში ნეირონების დაჯგუფებების სპეციალიზაციის საინტერესო მაგალითია წარმოდგენილი დე-ლოუჩის და კოლეგების ნაშრომში (DeLoache J. S., et al., 2004). ავტორებმა 2 წლის ბავშვები გაიყვანეს სათამაშო მოედანზე, სადაც ბავშვებს დახვდათ დიდი ზომის სათამაშო სკამები, მანქანები. ბავშვები ძვრებოდნენ ამ მანქანებზე, სხდებოდნენ შიგნით, აცოცდებოდნენ და სხდებოდნენ სკამებზე. ცოტა ხნის შემდეგ ბავშვები გადაიყვანეს ოთახში, მანქანები და სკამები შეცვალეს ძალიან პატარა ზომის ასლებით და ბავშვები კვლავ დააბრუნეს მოედანზე. ბავშვებმა გააგრძელეს სკამებით და მანქანებით თამაში, მაგრამ ცდილობდნენ გაეკეთებინათ იგივე, მაგალითად ჩამსხდარიყვნენ მანქანაში, დამსხდარიყვნენ სკამზე, და რომ არ გამოსდიოდათ, უკვირდათ და მშობლებს სთხოვდნენ დახმარებას (შეგიძლიათ ნახოთ ამ ექსპერიმენტის ვიდეო ჩანაწერი საიტზე MyPsychLab. საიტზე განთავსებულია ფსიქოლოგიის სტუდენტისათვის ბევრი, მეტად საინტერესო და საჭირო ინფორმაცია და მკითხველს ვურჩევთ საიტის მონახულებას). როგორც ჩანს საქმე გვაქვს თავის ტვინის განვითარების ფენომენთან: ორი წლის ბავშვის თავის ტვინში უკვე ჩამოყალიბებულია საგნის ცნობის მექანიზმი (ბავშვებმა იცნეს დიდი ზომის მანქანების პატარა ასლები), ცნობილია, რომ ამ ასაკში ჩამოყალიბებულია აგრეთვე საგნის ზომის აღქმაც, მაგრამ, როგორც ექსპერიმენტიდან ირკვევა, ჯერ კიდევ არ არის ჩამოყალიბებული ფუნქციური კავშირი საგნის შესახედაობაზე და ზომაზე სპეციალიზებულ უბნებს შორის.

ობიექტის (საგნის) აღქმის **იერარქიული მოდელის** თანახმად, კეფის წილში არსებობს ნეირონების სხვადასხვა დონის დაჯგუფებები. იგულისხმება დონეები აღქმის პროცესის სირთულის მიხედვით. პირველი დონის ნეირონები რეაგირებენ ობიექტის მარტივ მახასიათებლებზე, მაგ. ფერზე. ნეირონების ეს ჯგუფი დაკავშირებულია აღქმის უფრო მაღალი დონის ნეირონებთან, რომლებიც რეაგირებენ ობიექტის ფორმაზე. უფრო კარგად რომ აღვწეროთ ეს პროცესი, წარმოვიდგინოთ, რომ ადამიანი უყურებს ობიექტს, მაგალითად მაგიდას. აღქმის ყველაზე დაბალ საფეხურზე, ნეირონები რეაგირებენ ფერსა და ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ წრფეებზე. ამის შემდეგ ინფორმაცია გადაეცემა მაღალი დონის ნეირონებს, რომლებიც რეაგირებენ ობიექტის წრფეების გადაკვეთაზე, კუთხოვანობაზე, შემდეგ დონეზე აღიქმება მთლიანი ფორმა, ზედაპირები, მათი ფაქტურა, ბოლო დონეზე კი მიიღება საბოლოო გამოსახულება. ამ წესით ხდება ობიექტის იდენტიფიცირებაც – ცნობა. იერარქიული მოდელის თანახმად, ნეირონების ცალკეული ჯგუფები ცნობენ კონკრეტულ ობიექტს. ამ მოდელს აქვს ერთი მნიშვნელოვანი ნაკლი: გარშემო ისეთი მრავალფეროვნებაა, რომ თითოეული ობიექტის ცნობისთვის ნეირონების ცალკე ჯგუფის არსებობა საეჭვოა.

**ანსამბლის მოდელის** თანახმად ობიექტის აღქმისას ნეირონების სხვადასხვა ჯგუფი (**ანსამბლი**) აღიქვამს გამოსახულების სხვადასხვა მახასიათებელს და ეს ინფორმაცია იკრიბება მაღალი დონის ნეირონებში, რომლებიც აერთიანებს აღქმულ მახასიათებლებს ერთ გამოსახულებად.

მაგალითად, ადამიანის ალქმის პროცესში, ნეირონების ცალკეული ანსამბლები აღიქვამენ სახის კონტურს, სახის ცალკეულ მთავარ კომპონენტებს (ცხვირი, პირი, სათვალე), სახის წვრილმან დეტალებს (ნაოჭი, კეხი, სხვ.), თმას, ტანსაცმლის დეტალებს, ეს ინფორმაცია თავს იყრის უფრო მაღალი დონის ნეირონებში და წარმოიქმნება ადამიანის ხატი. ანსამბლის მოდელის თანახმად, ნეირონები არ რეაგირებენ მხოლოდ ერთ კონკრეტულ ობიექტზე, არამედ ნებისმიერი ობიექტის ალქმა ხდება ნეირონების ერთი და იგივე ანსამბლის მიერ. ეს მოდელი ადვილად ხსნის თუ რატომ შეიძლება ერთი საგანი მეორეში აგვერიოს (მაგ. ერთი ადამიანი სხვა ვინმეში): სხვადასხვა ობიექტები ნეირონების ერთი ჯგუფის გააქტივების შედეგად აღიქმება, ამიტომ მცირე მსგავსებამაც (მაგ. სათვალემ და კენიანმა ცხვირმა) შეიძლება გამოიწვიოს ალქმის შეცდომა. ამავდროულად, რადგან იგივე ანსამბლი მონაწილეობს ახალი ობიექტის ალქმაში, ეს ალქმას ადვილებს, რადგან ახალ ობიექტს ძველთან (გამოცდილებაში უკვე არსებულთან) რაღაც საერთო და განსხვავებული მახასიათებლები ექნება და ალქმა შედარების გზით წარიმართება.



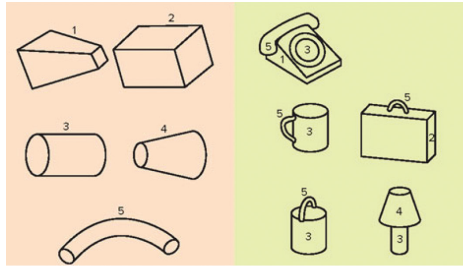
სურ. 14

ობიექტის ალქმის პროცესში მნიშვნელოვანია ფორმის მთავარი მახასიათებლების ალქმა, ანუ იმ პარამეტრების, რომლებიც ფორმაზე ძირითად წარმოდგენას იძლევა. როდესაც აღვიქვამთ ორ ან რამდენიმე ობიექტს, რომლებსაც ზოგადად მსგავსი ფორმა აქვთ, ყურადღება ექცევა იმ სპეციფიკურ დეტალს, რაც ამ ფორმებს განასხვავებს.

მცინვარწვერის და უშბას ფორმების ალქმისას (სურ. 14), მაგალითად, „თვალ-ვისაცემია“ ძირითადი სხვაობა: უშბას ორი მკვეთრად ამოწვდილი წვერი. ორივე ობიექტს აქვს ძირითადი საერთო მახასიათებელი – ისინი კონუსს წააგავს.

ობიექტის ალქმის დროს ტვინი შესაძლებელია იყენებდეს რამდენიმე ძირითად გეომეტრიულ მახასიათებელს. ბიდერმანის თეორიის მიხედვით (იხ. Gazaniga M., et al., 1998, გვ. 180-181) ეს ძირითადი მახასიათებლები (ბიდერმანის მიხედვით „გეონები“) წარმოაჩენენ ნებისმიერ ფორმას.

სურათზე 15 ნაჩვენებია რამდენიმე ასეთი გეონი (მარცხნივ) რომლებიც სხვადასხვა კომბინაციაში წარმოაჩენენ ობიექტების ფორმას (მარჯვნივ). ბილდერმანი განარჩევს ძირითადად 24 მარტივ გეონს, თუმცა, ჩვეულებრივ, ობიექტის საცნობად საკმარისია 2-3 ძირითადი გეონი.

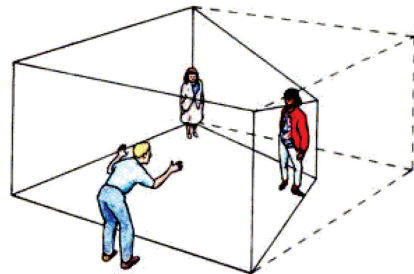


სურ. 15

გამოცდილებას დიდი მნიშვნელობა აქვს ალქმისათვის. ამერიკის ჯუნგლებში მაცხოვრებელი ინდიელი, რომელიც არასოდეს გასულა ჯუნგლიდან და ამდენად დიდი სივრცის ალქმის გამოცდილება არ ქონდა (ჯუნგლებში

ხშირი ტყის პირობებში სივრცე შემოსაზღვრულია), პრერიაში წაიყვანეს და დაანახეს შორს, საძოვარზე გასული ბიზონები. ინდიელმა თქვა – ეს ბუზები არიანო. როდესაც ახლოს მიიყვანეს, ინდიელი გაოცდა და ამტკიცებდა, რომ ბუზები ჯადოქრობით გადაიქცნენ დიდი ზომის ცხოველებად. შეცდომის მიზეზი ის არის, რომ სივრცის ალქმა, შორს და ახლოს მდებარე საგნების იდენტიფიკაცია, გამოცდილებასთან ერთად მოდის.

**ალქმის ილუზიის** ერთ-ერთი პოპულარული მაგალითია ე.წ. ეიმსის ოთახი (სურ. 16, Ames Room, ავტორი – ადელბერტ ეიმსი, 1946). სურათზე 16 ოთახის მარჯვენა კუთხეში მდგარი ადამიანი დამკვირვებელს ძალიან მაღალი ეჩვენება. სინამდვილეში, ოთახის ჭერი დახრილია და მარცხნიდან მარჯვნივ დაბლდება, ხოლო ოთახის მარჯვენა კუთხე უფრო ახლოა დამკვირვებელთან. ამ დროს ილუზიას ქმნის ბუნებრივი გა-



სურ. 16

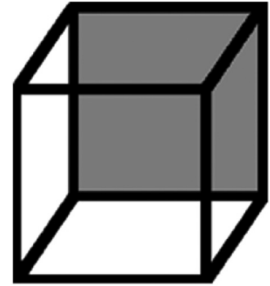
მოცდილება: დაჩვენული ვართ, რომ ჭერი იატაკის პარალელურია, კედლები ერთმანეთის მიმართ მართი კუთხითაა განლაგებული და შესაბამისად დისტანცია დამკვირვებელსა და უკანა კედლის მარცხენა და მარჯვენა კუთხემდე ერთნაირია. წარმოიქმნება ილუზია, რომ მარჯვენა კუთხეში მდგარი ბიჭი გოგონაზე მაღალია. სინამდვილეში კედლის მარჯვენა კუთხე დამკვირვებელთან უფრო ახლოა, ჭერი დახრილია და ამიტომაც ბიჭი უფრო მაღალი მოჩანს.

გთავაზობთ პროფესორ **არჩილ კეზელის (მეცნიერებათა დოქტორი, ივანე ბერიტაშვილის სახელობის ექსპერიმენტული ბიომედიცინის ცენტრი)** წერილს მხედველობითი ილუზიის და აგრეთვე, ალქმის კონსტანტობის შესახებ:

მხედველობითი ილუზია უპირატესად მაშინ ჩნდება, როდესაც ინფორმაცია არასრული, ზედმეტად ჭარბი, ან არაერთმნიშვნელოვანია. ასეთ შემთხვევაში ის წარმოსახვითი მექანიზმები, რომელთა არსებობასაც ჩვენ ჰიპოთეზის დონეზე ვუშვებთ, შეავსებს (ინფორმაციის ნაკლებობის შემთხვევაში), გაფილტრავს (ინფორმაციის სიჭარბისას) ან შემოგვთავაზებს შესაძლო ინტერპრეტაციებს (არაერთმნიშვნელოვანი ინფორმაციის შემთხვევაში). ყველა ამ შემთხვევაში მოსალოდნელია წარმოიშვას ესა თუ ის ილუზია.

არაერთმნიშვნელოვანი ინფორმაციის პირობებში ილუზიის ყველაზე მარტივი მაგალითია ეგრეთწოდებული ნეკერის კუბი (სურ. 17).

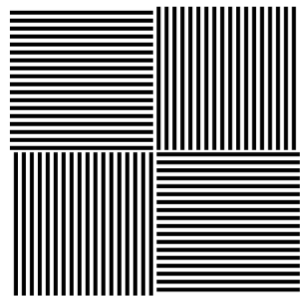
ნეკერის კუბის სივრცეში ორიენტაცია ორნაირად შეიძლება წარმოვიდინოთ: იგი ან მიმაგრებულია ვერტიკალურ კედელზე და ჩვენსკენაა გამოშვებული, ან დგას ჰორიზონტალურ ზედაპირზე. პირველად შეხედვისას, როგორც წესი, ვხედავთ ერთ-ერთ შესაძლო ვარიანტს. თუ ყურადღებით დავაკვირდებით, დავინახავთ მეორე ვარიანტსაც. როგორც კი ორივე ორიენტაციას დავინახავთ, ამის შემდეგ შეუძლებელი ხდება რომელიმე ერთზე შეჩერება. გამოსახულება დახტის – საინტერპრეტაციო მექანიზმი რიგრიგობით გვთავაზობს ორივე შესაძლო ინტერპრეტაციას და ჩვენ ვერაფრით ვერ მოვახერხებთ, დავაფიქსიროთ რომელიმე ერთი.



სურ. 17

კომპიუტერული ტექნიკა იძლევა სულ ახალი და ახალი ილუზიების შექმნის შეუზღუდავ შესაძლებლობებს, მაგრამ ეს არაა უბრალოდ გასართობი – ილუზიების წარმოქმნის მექანიზმების კვლევას შეუძლია, ფარდა ახადოს მხედველობითი ანალიზის მრავალ საიდუმლოს. ცნობილი ილუზიების რიგში განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს ე.წ. განპირობებულ შემდგომეფექტებს (aftereffects), რომელთა თავისებურება ისაა, რომ მათ გაჩენას გამომუშავება სჭირდება. მათ შორის ერთ-ერთია ე.წ. მაკოლაფის ეფექტი – McCollough effect, რომელიც აღწერა ამერიკელმა ფსიქოლოგმა, ჩელესტა მაკოლაფმა (Celeste McCollough) 1965 წელს. ეფექტი შემდეგში მდგომარეობს:

თუ ვუყურებთ შავ-თეთრ ცხაურს, ურთიერთპერპენდიკულარული (მაგ., ჰორიზონტალური და ვერტიკალური, სურ. 18) ზოლებით, ბუნებრივია, რომ დავინახავთ შავ და თეთრ ზოლებს. თუ ამის შემდეგ მორიგეობით ვუყურებთ დაახლოებით 10 წმ-ის განმავლობაში ასეთივე ოღონდ (მაგ., შავ-წითელი ჰორიზონტალური და შავ-მწვანე ვერტიკალური ზოლებით) ცხაურებს და 20-25 წარდგენის შემდეგ კვლავ შევხედავთ შავ-თეთრ ცხაურს, მაშინ შავ-თეთრი



სურ. 18

ცხაურის თეთრი ზოლები გვერგენება შეფერადებულად. თუ ფერად ცხაურში ჰორიზონტალური ზოლები წითელი ფერისაა, იგივე ორიენტაციის თეთრი ზოლები შავ-თეთრ ცხაურში მოგვერგენება მომწვანოდ. თუ ფერად ცხაურში ჰორიზონტალური ზოლები მწვანეა, შავ-თეთრი ცხაურის ზოლები მოწითალოდ მოგვერგენება. ერთხელ გამოიმუშავების შემდგომ ეფექტი რჩება საათების, დღეების, ზოგჯერ კი კვირებისა და თვეების განმავლობაშიც. ეს ერთი შეხედვით მარტივი ეფექტი, მიუხედავად მისი ხანგრძლივი კვლევის ისტორიისა, დღემდე დამაჯერებლად არ არის ახსნილი.

დავალება: სტუდენტს ვთავაზობთ თავად ჩაატაროს ექსპერიმენტი და საკუთარ თავზე და ცდის პირებზე გამოსცადოს მაკკოლაფის ეფექტი. ცხაურების დამზადების და კვლევის ჩატარების ინსტრუქცია განთავსებულია საიტზე <http://www.cheswick.com/ches/projects/me/>

## ალქმის კონსტანტობა

ამ ტერმინის ქვეშ იგულისხმება ფსიქო-ფიზიოლოგიური პროცესი, რომლის გარეშეც ორგანიზმის უკუკავშირი გარემოსთან საკმაოდ გართულებული იქნებოდა, თუმცა ჩვენ უმეტეს შემთხვევაში ამ პროცესის არსებობას ვერც კი აღვიქვავთ. საქმე ისაა, რომ ჩვენ ვარსებობთ მუდმივად ცვალებად გარემოში – გარემოს რეალური სურათის აღქმისათვის აუცილებელია ობიექტების მახასიათებელი პარამეტრების (ფერის, ფორმის, ზომის, სიკაშკაშის და ა.შ.) მეტნაკლები სტაბილურობა. ავიღოთ კონკრეტულად ფერის მაგალითი. დავიწყოთ იმით, რომ ცნებები – სინათლე, სიბნელე, ფერი და ა.შ. ფიზიკურ სამყაროში საერთოდ არ არსებობს. არსებობს სხვადასხვა სიხშირის (ტალღის სიგრძის) ელექტრომაგნიტური ტალღები, რომელთაც სხვადასხვა თვისებები გააჩნია. ელექტრომაგნიტური ტალღების სკალა მოიცავს უდიდეს დიაპაზონს, დაწყებული ვამა – გამოსხივებით და რადიო – ტალღებით დამთავრებული. ცოცხალი სამყაროს წარმომადგენლებს, რომლებზეც შეიძლება ითქვას, რომ მხედველობა გააჩნიათ, შესწევთ უნარი, შეიგრძნონ ამ გამოსხივებათა ძალიან ვიწრო დიაპაზონი. ადამიანისათვის ეს დიაპაზონი მოიცავს ტალღის სიგრძეებს დაახლოებით 380-400 ნანომეტრიდან 760-780 ნანომეტრამდე. ამ დიაპაზონს ხილულ სინათლეს, ან უბრალოდ სინათლეს უწოდებენ, ხოლო 10-380ნმ გამოსხივებას ულტრაიისფერი, 740-დან 2500ნმ-მდე გამოსხივებას კი ინფრაწითელი გამოსხივება ეწოდება. ეს დიაპაზონები ადამიანისა და სხვა ძუძუმწოვართა უმრავლესობისათვის უხილავია. ზოგიერთი ფრინველი, მწერები შეიგრძნობენ ულტრაიისფერს, ქვეწარმავლებს გააჩნიათ ინფრაწითელი გამოსხივების მიმღები ორგანოები. ასე, მაგალითად, სხვადასხვა ხეხილის თეთრი ყვავილები განსხ-

ვაგდება ულტრაიისფერი გამოსხივების არეკვლის უნარით. ადამიანისათვის ეს განსხვავება უხილავია, მაგრამ ფუტკრები სარწმუნოდ განასხვავებენ მათ. ინფრაწითელი გამოსხივების შეგრძნების წყალობით გველებს შეუძლიათ ნადირობა აბსოლუტურ სიბნელეშიც კი.

როგორც ცნობილია, საგნის ზედაპირის ფერი განისაზღვრება ამ ზედაპირის ამრეკლი თვისებებით – ზედაპირი იმ ფერისა გვეჩვენება, როგორი სპექტრული შემადგენლობის სინათლესაც არეკლავს იგი. აქედან გამომდინარე, ზედაპირის ფერი უნდა იცვლებოდეს, როდესაც იცვლება სინათლის წყაროს ფერი, მაგრამ ასე არ ხდება – ჩვენ უცვლელად აღვიქვამთ ფერებს სინათლის წყაროს სპექტრის საკმაოდ დიდ ფარგლებში ცვლილებისას. ასე მაგალითად, დილით და საღამოს მზის სინათლე გამოკვეთილად წითელია, შუადღისას – თეთრი, მაგრამ საგნების ფერები ჩვენთვის უცვლელი რჩება. ანალოგიური სიტუაციაა ხელოვნური განათების შემთხვევაშიც – ჩვენ ვერც კი ვამჩნევთ, რომ ვარვარების ნათურების, სანთლის, კოცონის სინათლე მოყვითალოა და, შესაბამისად, ელექტრული განათების, ან სანთლის შუქზე საგნები მოყვითალოდ უნდა გვეჩვენებოდეს. ამ მოვლენას ფერთა აღქმის კონსტანტობა ეწოდება და მისი განხორციელების შესაძლო მექანიზმები ინტენსიური კვლევის საგანს წარმოადგენს. ეს ფენომენი უაღრესად რთული მექანიზმებით ხორციელდება და მასში თუნდაც ზედაპირულად ვარკვევა ამ სახელმძღვანელოს ფარგლებში ვერ მოხერხდება.

ზოგადად კი უნდა ითქვას, რომ ჩვენი შეგრძნებები ცალსახად განისაზღვრება ჩვენი სენსორული სისტემების სპეციფიკით. ისეთი შეგრძნებები, როგორიცაა ფერი, სიკაშკაშე, ბგერა (ხმამაღლობა და ტონი), გემო, სითბო, სიცივე, სიმძიმე, ფორმა და კიდევ ბევრი სხვა, არსებობს იმიტომ, რომ ჩვენ გავგანჩნია მხედველობისა და სმენის სისტემები, ტემპერატურის, გემოს, შეხების და მექანორეცეპტორები. ჩვენ სენსორულ სისტემებს ერთი თავისებურება ახასიათებს: შესაბამისი რეცეპტორების საშუალებით ჩვენ შევიგრძნობთ სპეციფიკური გამლიზიანების უმნიშვნელო ცვლილებებსაც კი, მაგრამ სრულებით არ შეგვწყვეს უნარი, შევაფასოთ მისი აბსოლუტური მნიშვნელობა. მაგ., ჩვენი თითის ბალიშებზე განლაგებული შეხების (ტაქტილური) რეცეპტორებით შეგვიძლია გავარჩიოთ საგნის ზედაპირზე არსებული ერთ მიკრონამდე ზომის უსწორმასწორობა, მაგრამ ზუსტად ვერასოდეს ვიტყვით, რა ზომისაა იგი. ჩვენ აღვიქვამთ უმცირეს განსხვავებას ფერში, ან ხმამაღლობაში, მაგრამ არ ვიცით, რამდენი მიკრონია ტალღის სიგრძე, ან რამდენი დეციბელია ბგერის ხმამაღლობა. მეორეს მხრივ, გასაოცარია ამა თუ იმ პარამეტრის აღქმის ფარგლები: მხედველობის სისტემას შეუძლია გაარჩიოს სინათლის სულ რამდენიმე ქვანტის მიერ მოტიანილი ენერგია და იმავდროულად მზით განათებული პეიზაჟი. ამ დროს სიკაშკაშეები დაახლოებით მილიონჯერ განსხვავდება.

განსხვავებულ სიტუაციებში აღქმის სისწორე რომ შევინარჩუნოთ (აღქმა კონსტანტური იყოს), სენსორული სისტემა „დააყენებს თავის ნულს“ და ამის

შემდეგ შეგრძნებები აითვლება (შეფასდება) ამ ნულიდან გამომდინარე. სწორედ ეს არის ალქმის კონსტანტობის ერთ-ერთი ბაზისური მექანიზმი. საილუსტრაციოდ მოვიყვანოთ ასეთი მაგალითი: როდესაც ოთახში კითხულობთ წიგნს, თეთრი ფურცელი არეკლავს სინათლის გარკვეულ რაოდენობას, შავი ასოები კი გაცილებით (დაახლოებით 80%-ით) ნაკლებს. თუ ამ წიგნს გავიტანთ მზეზე, ტექსტის შავი ასოები იმაზე მეტ სინათლეს არეკლავს, ვიდრე ოთახში თეთრი ფურცელი არეკლავდა. მიუხედავად ამისა, ჩვენ მაინც ვხედავთ შავ ასოებს თეთრ ფონზე. საქმე ის არის, რომ, თეთრისა და შავის ალქმა დამოკიდებული არა იმაზე, რაოდენობრივად რამდენ სინათლეს არეკლავს საგნის ზედაპირი, არამედ ამ რაოდენობათა შეფარდებაზე: რამდენსაც არ უნდა არეკლავდეს ზედაპირი, რომელსაც ჩვენ აღვიქვამთ თეთრად, ნებისმიერი სხვა, რომელიც ამავე პირობებში ამ რაოდენობის 80%-ზე ნაკლებს არეკლავს, ჩვენთვის იქნება შავი. სწორედ ეს არის „ნული“, ნულოვანი ათვლის წერტილი მხედველობის სისტემისთვის. წიგნს გარეთ რომ გავიტანთ, მზე თეთრ ფურცელსაც და ასოებსაც მეტად გაანათებს, ვიდრე ოთახში. ამგვარად ქალაქისა და ასოების მიერ არეკლილ სინათლის რაოდენობათა შეფარდება იგივე დარჩება. სწორედ ამ შეფარდებათა შეფასებაზე დაყრდნობით ყალიბდება ჩვენი შეგრძნებები, და არა იქიდან გამომდინარე, რომ ვთქვათ, 100 ლუქსი სიკაშკაშე აღიქმება, როგორც თეთრი, ხოლო 20 ლუქსი – როგორც შავი.

აღნიშნულთან დაკავშირებით უნდა შევეხოთ დიმიტრი უზნაძის მიერ მოწოდებულ განწყობის თეორიას. უზნაძისეული განწყობის ერთ-ერთი ბაზისური მექანიზმი, სავარაუდოდ, სწორედ ნულიდან ათვლის მექანიზმია. განვიხილოთ ცნობილი ექსპერიმენტი სხვადასხვა წონის ბურთულებით. როგორც ვახსოვთ, ამ ექსპერიმენტში ცდის პირს რამდენჯერმე ჩაუდებენ ხელში ერთნაირი ზომის, მაგრამ განსხვავებული წონის ბურთულებს – ვთქვათ, მარჯვენაში უფრო მძიმეს, მარცხენაში კი უფრო მსუბუქს. თუ გარკვეული რაოდენობის წარდგენების შემდეგ ცდის პირს მივაწვდით იგივე ზომის, ოღონდ ტოლი წონის მქონე ბურთულებს, ცდის პირს ერჩენება, რომ მარჯვენა ბურთულა უფრო მსუბუქია, ვიდრე მარცხენა. ალქმის კონსტანტობის პოზიციებიდან ეს შედეგი ასე შეიძლება აიხსნას: განწყობის გამომუშავებისას სიმძიმით შეფასების მექანიზმი აყენებს განსხვავებულ „ნულებს“ – უფრო დიდს მარჯვენა ხელისათვის და უფრო მცირეს მარცხენისათვის. ამის შემდეგ შეფასება ხდება „ნულთან“ შედარებით. გასაგებია, რომ ამის გამო ერთი და იგივე ბურთი მარჯვენა ხელით შეფასდება, როგორც უფრო მსუბუქი, მარცხენათი კი – როგორც უფრო მძიმე. ზოგადად, შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ განწყობის გამომუშავებისას ხდება ერთგვარი <<ქვეპროგრამის>> ჩამოყალიბება: ყოველ კონკრეტულ, სტაბილურად განმეორებად სიტუაციაში, სისტემა აყენებს ამ სიტუაციის შესაბამის ნულებს, შედეგად ჩვენი შეგრძნებები სტაბილური რჩება – ხორციელდება ალქმის კონსტანტობა. თავისებურება ისაა, რომ ამ ქვეპროგრამის ჩამოყალიბებას გამომუშავება,

*სიტუაციის მრავალჯერადი გამეორება სჭირდება. სავარუდოდ ასე ხდება განწყობის ჩამოყალიბება. იგივე პროცესი უნდა ედოს საფუძვლად განპირობებული შემდგომეფექტების და, მათ შორის, მაკოლაფის ეფექტის ჩამოყალიბებასაც.*

ობიექტის მხედველობით სრულფასოვანი აღქმა ორსაფეხურიანი პროცესია: პირველია ობიექტის ფიზიკური მახასიათებლების მიხედვით ცნობა, მეორე – ამ ობიექტის დასახელება და აღწერა (სემანტიკური პროცესი).

მხედველობითი პერცეპციის დარღვევა შესაძლებელია შეეხოს ერთ-ერთს ამ საფეხურთან, რაც მიგვანიშნებს, რომ აღნიშნული პროცესები თავის ტვინის სხვადასხვა უბნის მიერ ხორციელდება.

არსებობს ასოციაციური ქერქული უბნები, რომლებიც ემსახურება საგნების შესახებ უფრო განზოგადოებული წარმოდგენის შექმნას. მოვიყვანოთ მაგალითი (Чуковский К., 2001): 4 წლის პატარამ გატეხა ჭიქა. მას გაუბრაზდნენ და უთხრეს, რომ ჭიქის გატეხვა ცუდი საქციელია. პატარამ მეორე დღეს სხვა ჭიქა გატეხა და ძალიან გაუკვირდა, კვლავ რომ გაუბრაზდნენ. პირველ დღეს გატეხილი ჭიქა იყო ვარდისფერი, მეორე დღეს გატეხილი კი – სხვა ფერის. პატარას ტვინმა ვერ მოახერხა სხვადასხვა ჭიქების გაერთიანება ერთ ცნებაში „ჭიქა“; მისთვის არსებობდა სხვადასხვა ჭიქები: ვარდისფერი, ცისფერი, ამ ფორმის, სხვა ფორმის და სხვ. ამიტომ ბავშვისთვის ჭიქის გატეხვის აკრძალვაც მხოლოდ ვარდისფერ ჭიქას ეხებოდა.

ასოციაციური აზროვნება გვეხმარება განვაზოგადოთ აღქმული ობიექტები, მოვახდინოთ მათი **კატეგორიზაცია**. ამ პროცესში უკვე მენსიერებაც ერთვება, რადგან ყოველი ახალი ობიექტის რაიმე კატეგორიაში გაერთიანება შესაძლებელია, თუ მას შევადარებთ მენსიერებაში არსებულ გამოცდილებასთან.

კატეგორიზაცია რთული პროცესია, რადგან, მაგალითად კონკრეტული ჭიქა აღმოჩნდება სულ ცოტა 2 სხვადასხვა კატეგორიაში: „ჭიქა“ და „ჭურჭელი“; აქედან მეორე კატეგორია მეტად ფართოა და მოიცავს ძალიან ბევრ სხვადასხვანაირ ობიექტს, რომლებიც, თავის მხრივ, სხვა კატეგორიებშიც იქნებიან გაერთიანებული.

ადამიანის აზროვნება კატეგორიზაციის გზით ვლინდება ჩვენი საქმიანობის ყველა სფეროში. ნებისმიერი საკითხის განხილვის დროს წავაწყდებით კატეგორიზაციის უამრავ გამოვლინებას.

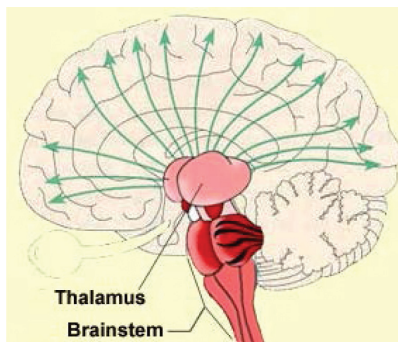
პრეფრონტალური ქერქი აქტიურად არის ჩართული აღქმის პროცესში და ემსახურება აღქმული გამლიზიანებლის აბსტრაქტულ კატეგორიზაციას. მაგალითად, პიროვნების სახის აღქმის დროს იქმნება სხვადასხვა სახის კატეგორიები: ადამიანი, მდედრი (მამრი) კავკასოიდური (ან სხვა რასის) წარმომადგენელი და სხვ. კატეგორიზაციის პროცესი არ არის დამახასიათებელი მხოლოდ მხედველობითი პერცეპციისათვის და ვრცელდება შეგრძნების ყველა მოდალობაზე.

## ყურადღება

პერცეპციასთან უშუალოდაა დაკავშირებული ყურადღების პროცესი.

თავის ტვინის ღეროში (სურ. 1, brainstem) არსებული ნეირონების ფუნქციური სისტემა, ე.წ. რეტიკულური ფორმაცია (reticular formation) და თალამუსის (Thalamus)

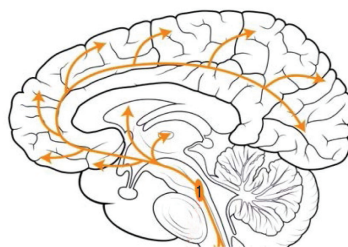
**არასპეციფიკური** ბირთვები პერცეპციის პროცესში იწვევენ თავის ტვინის ქერქული ნეირონების ზოგად გააქტივებას. არასპეციფიკური ბირთვების აგზნება ხდება თავის ტვინში შემოსული ნებისმიერი მოდალობის ინფორმაციის საპასუხოდ. სურათზე ისრებით ნაჩვენებია, რომ ეს სტრუქტურები თავის გამააქტივებელ ზეგავლენას მთელ ქერქზე ავრცელებენ. თალამუსის **სპეციფიკურ** ბირთვებს არ აქვთ ამგვარი ფუნქცია, რადგან ისინი იღებენ ნერვულ იმპულსებს კონკრეტული შეგრძნების ორგანოებიდან და გადასცემენ იმპულსს თავის ტვინის შესაბამის უბნებს. მაგალითად, თალამუსის სპეციფიკური ბირთვი – **გარეთა დამუხლული სხეული** იღებს იმპულსებს მხედველობითი ტრაქტიდან და გადასცემს მათ პირველად მხედველობის ველს.



სურ. 1

რეტიკულური ფორმაცია და თალამუსის არასპეციფიკური ბირთვები განაპირობებენ ყურადღების ორგანიზაციის ერთერთ მექანიზმს: **სიფხიზლეს**.

მოქმედება უკეთ სრულდება, თუ ადამიანი ფხიზლად ელოდება მის დაწყებას. მაგალითად, თუ საჭიროა რეაგირება რაიმე სიგნალზე, რეაქცია უფრო სწრაფია, როდესაც ამ სიგნალს წინ უძღვის გამაფრთხილებელი სიგნალი. გამაფრთხილებელი სიგნალი იწვევს რეტიკულური ფორმაციის და თალამუსის არასპეციფიკური ბირთვების მიერ ქერქის ზოგად გააქტივებას და სიფხიზლის გაძლიერებას. ჩამოთვლილ სტრუქტურებთან ერთად სიფხიზლის ორგანიზაციაში მონაწილეობას იღებს ცისფერი ლაქა – locus coeruleus (სურ. 2, 1). მისი როლი განსაკუთრებულია, რადგან ცისფერი ლაქის ნეირონები დიდი რაოდენობით გამოყოფენ ნორეპინეფრინს (Aston-Jones G., and Cohen JD., 2005). ცისფერი ლაქის ნეირონები სინაპსებს ამყარებენ ქერქულ ნეირონებთან და არეგულირებენ მათ აქტივობას.



სურ. 2

მოქმედება უკეთ სრულდება, თუ ადამიანი ფხიზლად ელოდება მის დაწყებას. მაგალითად, თუ საჭიროა რეაგირება რაიმე სიგნალზე, რეაქცია უფრო სწრაფია, როდესაც ამ სიგნალს წინ უძღვის გამაფრთხილებელი სიგნალი. გამაფრთხილებელი სიგნალი იწვევს რეტიკულური ფორმაციის და თალამუსის არასპეციფიკური ბირთვების მიერ ქერქის ზოგად გააქტივებას და სიფხიზლის გაძლიერებას. ჩამოთვლილ სტრუქტურებთან ერთად სიფხიზლის ორგანიზაციაში მონაწილეობას იღებს ცისფერი ლაქა – locus coeruleus (სურ. 2, 1). მისი როლი განსაკუთრებულია, რადგან ცისფერი ლაქის ნეირონები დიდი რაოდენობით გამოყოფენ ნორეპინეფრინს (Aston-Jones G., and Cohen JD., 2005). ცისფერი ლაქის ნეირონები სინაპსებს ამყარებენ ქერქულ ნეირონებთან და არეგულირებენ მათ აქტივობას.

დღეისათვის გავრცელებულია მოსაზრება, რომ სიფხიზლის ორგანიზაციაში ძირითადად თავის ტვინის მარჯვენა ჰემისფერო მონაწილეობს (Petersen S.E., and Posner M.I., 2012).

ყურადღების ორგანიზაციის მეორე მექანიზმია **ორიენტაცია**.

სიფხიზლე უზრუნველყოფს მზადყოფნას, ორიენტაცია კი აუცილებელია ობიექტისადმი ყურადღების მისაქცევად. სიფხიზლე საჭიროა, რათა დროულად ჩავერთოთ მოვლენის მიმდინარეობაში, ხოლო ორიენტაცია საჭიროა, რომ დავადგინოთ „სად“ ხდება ეს. თუ მაგალითად ირემს (სურ. 3) მოესმის გამხმარი ტოტის ტკაცუნა, ეს გამაფრთხილებელი სიგნალია, რომელსაც რაღაც მოვლენა მოყვება (შეიძლება მოყვეს). მაგრამ სად ხდება ეს, უკვე ორიენტაციის გზით დადგინდება. თვალი, ყური და მთლიანად თავი ან მთელი სხეულიც, მიტრიალდება გამაფრთხილებელი სიგნალის მიმართულებით.



სურ. 3

მხედველობის და სმენის საშუალებით ორიენტაციაზე პასუხისმგებელ სტრუქტურებად მიჩნეულია ოთხგორაკის (corpora quadrigemina) ნეირონები, რომლებიც იღებენ იმპულსებს მხედველობის და სმენის ტრაქტიდან, ბალიში (putamen, თალამური ბირთვი) და აგრეთვე პარიეტალური ქერქი (Petersen S.E., and Posner M.I., 2012).

კინოფილმებში, თეატრალურ სცენაზე, რეჟისორები მიმართავენ ხოლმე ასეთ ხერხს. როდესაც საჭიროა ჩვენება, რომ პერსონაჟისათვის რაღაც სრულიად მოულოდნელად მოხდა, მაგალითად მას ეძინა და ძლიერმა ხმაურმა გამოაღვიძა, პერსონაჟი წამოხტება, აქეთ – იქეთ იწყებს სირბილს და ყურებას, რათა აჩვენოს რამდენად მოულოდნელი იყო ის, რაც მოხდა. ეს ორიენტაციის მსახიობური იმიტაციაა. ამ შემთხვევაში ორიენტაცია ჯერ კიდევ საწყის ფაზაშია, როდესაც მოულოდნელობის გამო ყველა მხარეს ვაქცევთ ყურადღებას. მაგრამ როდესაც ფხიზლად ვართ, ორიენტაცია სწრაფად აღმოაჩენს, სად რა ხდება. ამიტომ არის, რომ მძინარე ჯარზე თავდასხმა დიდ უპირატესობას სძენს თავდამსხმელს, რადგან მოწინააღმდეგეს, რომელიც ფხიზლად არ იყო, ძლიერ დაავგიანდება სწორად ორიენტაცია. ამგვარი ბატალური სცენების აღწერისას, ისტორიკოსები წერენ ხოლმე, რომ მტრის ჯარისკაცები აქეთ-იქეთ გარბოდნენ, რადგან ვერ მიმხდარიყვნენ, სიდან მოდიოდა თავდამსხმელი.

ზემოთ მოყვანილი მაგალითები გვაფიქრებინებს, რომ სიფხიზლის და ორიენტაციის მექანიზმები ერთმანეთისგან დამოუკიდებელია. სავარაუდოდ ეს მართ-

ლაც ასეა, რადგან ეს მექანიზმები, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, თავის ტვინის სხვადასხვა სტრუქტურების მონაწილეობით ხორციელდება.

ამავდროულად, მოყვანილი მაგალითები ხაზს უსვამს **ყურადღების შერჩევითობის (სელექციის)** მნიშვნელობას. სიფხიზლის ფონზე, საჭიროა რომ ორიენტაცია მოხდეს შერჩევითად იმ მოვლენაზე, რომელიც მოცემულ მომენტში ყველაზე მნიშვნელოვანია, და არ გაიფანტოს ამ დროს მოქმედ სხვა გამლიზიანებელზე. მაგალითად, მოსწავლემ კლასში უნდა მოახერხოს საგაკვეთილო პროცესზე კონცენტრაცია. ეს არც ისე ადვილია, რადგან ღია ფანჯრიდან შემოდის ხმაური, რომელიმე თანაკლასელს დაუვარდება კალმისტარი, ვინმე დააცემინებს და ასე შემდეგ. ამ შემთხვევაში, მოსწავლე ფიზიკლად არის, მაგრამ საქმე ისაა, როგორ მოახერხებს მთავარზე ორიენტაციას.

ყურადღება შესაძლებელია განვიხილოთ, როგორც პერცეპციის მაკონტროლებელი პროცესი. თავის ტვინს გაჩნია სპეციალური მექანიზმი, რომელიც უზრუნველყოფს ყურადღების შერჩევითობას (სელექტიურობას). ნეირონულ დონეზე სელექციის მექანიზმი ასე გამოიყურება:

გამლიზიანებლების დისკრიმინაციის ექსპერიმენტში აღმოჩნდა, რომ აქტივობას ზრდის ის ნეირონები, რომლებიც აიგზნება იმ გამოსახულების საპასუხოდ, რომლის ეკრანზე გამოჩენა, ინსტრუქციის თანხმად, ცდის პირმა უნდა რალაცით მიანიშნოს, მაგალითად დაჭიროს თითი ღილაკს. ამავდროულად ნეირონები, რომლებიც აიგზნებიან სხვა გამოსახულებების გამოჩენის საპასუხოდ, აქტივობას ამცირებენ. მსგავსი შედეგი მიღებულია ადამიანის გარდა, მაკაკებზეც. მაგალითად, მაკაკებზე მოქმედებდნენ ორი – მხედველობითი და ტაქტილური გამლიზიანებლით. მათ ავარჯიშებდნენ, რომ გადაეტანათ ყურადღება მხედველობითი სტიმულიდან ტაქტილურზე და პირიქით. აღმოჩნდა, რომ ყურადღების გადატანის პროცესში იცვლებოდა ნეირონების აქტივობა. ტაქტილურ სტიმულზე ყურადღების გადატანისას მკვეთრად მცირდებოდა იმ ნეირონების აქტივობა, რომლებიც ინტენსიური მოქმედების პოტენციალით პასუხობდნენ მხედველობით სტიმულს (დეტალებისთვის იხ: Niebur E. et al., 2002).

სელექტიურ ყურადღებას უნდა განაპირობებდეს თავის ტვინის ფრონტალური ქერქის თავისებურებაც. ადამიანს, ჩვეულებრივ უჭირს ერთდროულად ორი საქმის კეთება. ფიქრობენ, რომ ეს ფრონტალური ქერქის თავისებურებაა, ის ვერ ახერხებს ორი ან მეტი ინფორმაციის ერთდროულ დამუშავებას და საპასუხო რეაქციის ორგანიზაციას (დეტალებისთვის იხ: Dux P., et al., 2006).

სტუდენტისთვის საინტერესო იქნება სელექტიური ყურადღების სადემონსტრაციო ვიდეო მასალა. ერთერთი, განსაკუთრებით პოპულარული, არის „უჩინარი გორილა“ (<http://www.theinvisiblegorilla.com/videos.html>).

სელექტიური ყურადღების მექანიზმთან დაკავშირებით მნიშვნელოვანია ქართველი მეცნიერების ნაშრომიც. საკითხის შესახებ წერილი მოგვაწოდა პროფესორმა **ბესარიონ ნანობაშვილმა (ი. ბერიტაშვილის ექსპერიმენტული ბიომედიცინის ცენტრი, კავკასიის საერთაშორისო უნივერსიტეტი):**

თალამუსის სპეციფიკურ ბირთვებში იყრის თავს რეცეპტორებიდან ტვინში შემავალი ინფორმაცია. თალამუსის ბირთვებიდან ეს ინფორმაცია ჰემისფეროების ქერქს გადაეცემა. ამიტომ ვამბობთ, რომ თალამუსის ბირთვები წარმოადგენს ინფორმაციის გადამრთავ რელეს (სადგურს) რეცეპტორებიდან დიდი ტვინის ნახევარსფეროების ქერქამდე. აქ ხდება ყველა ნენსორული სისტემებიდან შემოსული, უკვე ნაწილობრივ გადამუშავებული ინფორმაციის დამატებითი გადამუშავება და ახალი ქერქის შესაბამის უბნებამდე ინფორმაციის მიტანა. როგორც ითქვამს, თალამუსის ცალკეული სპეციფიკური ბირთვი მიმღებლობს ერთი რომელიმე მოდალობის სპეციფიკურ ინფორმაციას. მაგალითად, გარეთა დამუხლულ სხეულში გაივლის მხოლოდ მხედველობითი ინფორმაცია, შიგნითა დამუხლულ სხეულში – მხოლოდ სმენითი, ხოლო თალამუსის ვენტრალურ ბირთვებში – მხოლოდ კან-კუნთოვანი სისტემის რეცეპტორებიდან წამოსული ინფორმაცია.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ თავის ტვინში ჩვეულებრივ, მრავალფეროვანი ინფორმაცია შემოედინება როგორც ერთი, ისე სხვადასხვა მოდალობის ფარგლებში, მაშინ საინტერესოა, რა მექანიზმით ახერხებს ნერვული სისტემა ახალი ქერქისაკენ მხოლოდ იმ ინფორმაციის გატარებას, რომლის საპასუხოდ ორგანიზმმა უნდა განახორციელოს მიზანშეწონილი რეაქცია?

წარმოვიდგინოთ, რომ გვაქვს ქვიშა, რომლითაც გვინდა კედლის აშენება. დავუშვათ ასევე, რომ ჩვენი ქვიშა შეიცავს სხვადასხვა ზომის ნატეხებს. კედლის ასაშენებლად გვჭირდება ქვიშის შედარებით წვრილი ნატეხები. რას ვაკეთებთ? ვიღებთ საცერს, რომელიც მცირე ზომის ხვრელებს შეიცავს, ქვიშა გაიცრება და საცერში გააღწევს მხოლოდ ის ნატეხები, რომლებიც გვესაჭიროება.

ცენტრალურ ნერვულ სისტემაშიც უნდა არსებობდეს მექანიზმი, რომელიც გაატარებს საჭირო და შეაფერხებს არასაჭირო ინფორმაციას. ასეთი შემაფერხებელი მექანიზმია შეკავება, ხოლო საცერის როლს ასრულებს წარმონაქმნი, რომელიც მდებარეობს თალამუსსა და ქერქს შორის და ლაბადასავით გარს ეკვრის მთელ თალამუსს. ეს წარმონაქმნია თალამუსის რეტიკულური ბირთვი (თრბ). თალამუსის ყველა სპეციფიკური ბირთვის ნეირონების აქსონები, რომელთაც ინფორმაცია მიაქვთ ახალი ქერქის შესაბამის უბნებთან, იძლევიან კოლატერალებს და უკავშირდებიან თრბ-ის ნეირონებს. ამიტომ, რომ თრბ-ის ნეირონები ყველა მოდალობის გამლიზიანებელზე რეაგირებენ. თრბ-ის ნეირონები გამოიმუშავებენ GABA-ს და აქსონებს ავზავნიან უკან თალამუსის ბირთვებისაკენ. აღსანიშნავია ასევე, რომ ახალი ქერქის პირამიდული ნეირონების აქსონები, რომლებიც უკავშირდებიან სხვადასხვა ქერქევეს სტრუქტურებს, ასევე იძლევიან კოლატერალებს და სინაფსურ კავშირებს ამყარებენ თრბ-ის ნეირონებთან. ამიტომ, სავარაუდოა, რომ მიუხედავად იმისა, თუ რა გზით მოხდება თრბ-ის ნეირონების გააქტივება: თალამუსიდან თუ ახალი ქერქიდან, ყველა შემთხვევაში ადგილი ექნება თალამუსიდან ახალი ქერქისაკენ მიმავალი ინფორმაციის შერჩევითად გატარებას და არასაჭირო ინფორმაციის ბლოკირებას.

ჩვენს მიერ ექსპერიმენტულად ნაჩვენები იქნა, რომ თრბ-ის ელექტრული სტიმულაცია იწვევს თალამუსის სარელეო ბირთვების ნეირონებში შეკავების პროცესის განვითარებას. უფრო მეტი, როდესაც აქტივდება ერთი რომელიმე სენსორული სისტემა და მისი შესაბამისი სარელეო ბირთვის ნეირონები, თრბ იწვევს სხვა სენსორულ სისტემასთან დაკავშირებული სარელეო ბირთვების შეკავებას.

ჰემისფეროების ქერქული ნეირონების აქსონები, რომლებიც სხვადასხვა ქერქქვეშა სტრუქტურებისაკენ მიემართებიან, აქსონების კოლატერალებით სინაფსურ კავშირებს ამყარებენ თრბ-ის ნეირონებთან. ამას გარკვეული მნიშვნელობა უნდა ჰქონდეს. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ თუ რაიმე მიზეზით ახალ ქერქამდე მოხდა არასაჭირო ინფორმაციის მიწოდება, მაშინ ახალი ქერქი თავისი ნეირონების კოლატერალებით „შეახსენებს“ თრბ-ის ნეირონებს ამის შესახებ (გააქტივებს ამ ნეირონებს), და თრბ კიდევ ერთხელ შეეცდება არასაჭირო ინფორმაციის ბლოკირებას.

ეს სავარაუდო მექანიზმი ვლინდება ორი დამოუკიდებელი მიკროელექტროდით თრბ-ის და თალამუსის სარელეო ბირთვების ნეირონების აქტივობის ერთდროული რეგისტრაციისას. კერძოდ, თუ მოვახდენთ ახალი ქერქის ნეირონების ელექტრულ სტიმულაციას, თრბ-ის ნეირონების გააქტივებისას პარალელურად მოხდება თალამუსის სარელეო ბირთვების ნეირონების ღრმა შეკავება.



სურ. 4

ყურადღების ორგანიზაციის მესამე მექანიზმია საშემსრულებლო კონტროლი.

ამ მექანიზმში მოიაზრებენ კოგნიტურ კონტროლსაც, რომელიც ხორციელდება ქერქული უბნების, სავარაუდოდ ფრონტალური და პარიეტალური უბნების და, აგრეთვე, ცინგულარული ხვეულის (სურ. 4, 1 – cingulate gyrus) ქერქის ნეირონების მიერ (Carter C.S., and Krug M.K., 2012, Petersen S.E., and Posner M.I., 2012, Dosenbach N.U.F., et al., 2008). სურათზე, ნაჩვენებია თავის ტვინის საგიტალური განაჭერი და ცინგულარი ხვეული და ღარი.

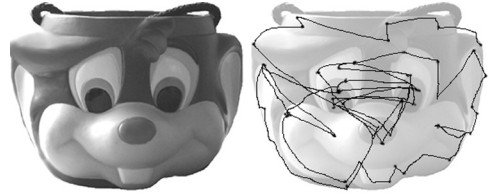
ყურადღების კონტროლი უზრუნველყოფს, მაგალითად, საქმის შესრულების დროს პროცესის განვითარებაზე თვალის მიდევნებას, ყურადღების გაძლიერებას იმ მომენტში, როდესაც ამას საქმე მოითხოვს, ერთი საქმიდან მეორეზე გადასვლას და სხვა.

სხვადასხვა სენსორული სისტემები ხასიათდება ყურადღების ორგანიზაციის თავისებურებით. პროფესორმა არჩილ კეზელმა მოგვაწოდა წერილი მხედველობითი ყურადღების შესახებ:

## ვუყურებ და ვხედავ

„ვუყურებ“ და „ვხედავ“, ეს ორი სიტყვა პრაქტიკულად ყველა ენაში გვხვდება და იმაზე მიგვანიშნებს, რომ არსებობს ორი განსხვავებული ნერვული პროცესი, რომ ყურება და დანახვა ერთი და იგივე არაა: ჩვენ ხშირად ვერ ვხედავთ იმას, რასაც ვუყურებთ, ან ვხედავთ იმას, რაც არ არსებობს. მხედველობითი ანალიზის ეს თავისებურება უმეტეს შემთხვევაში საფუძვლად უდევს უამრავი ტიპის მხედველობითი ილუზიის გაჩენას, რაზედაც ადრე ვისაუბრეთ.

ალბათ გაგივიათ, რომ თვალს ფოტოაპარატს ადარებენ. ეს შედარება პრინციპულად არაკორექტულია. ფოტოაპარატი ზუსტად აფიქსირებს იმას, რაც მის ობიექტივში მოხვდება, დანახვა კი სრულიად განსხვავებული, რთულად ორგანიზებული, მრავალსაფეხურიანი პროცესია.



სურ. 5

მაგალითად: შეგიძლიათ თქვათ, რამდენჯერ დაახამხამეთ თვალი, სანამ წინა ორ აზბაცს კითხულობდით? დახამხამების დროს თვალი იხუჭება, მაგრამ ამას ჩვენ ვერ ვამჩნევთ. იგივე ხდება, როდესაც თვალი საკადურად მოძრაობს – მზერა სწრაფად გადაინაცვლებს გამოსახულების ერთი წერტილიდან მეორეზე (სურ. 5). სურათზე ნაჩვენებია გამოსახულების დათვალიერების პროცესში თვალის საკადური მოძრაობების ტრაექტორია. წერტილები უჩვენებს იმ ადგილებს, სადაც მზერა ჩერდება ძალიან მცირე ხნით და შემდეგ სხვა წერტილზე გადაინაცვლებს.

თვალის საკადების და მზერის სწრაფი გადაინაცვლების გამო გამოსახულება უნდა გაიდღაბნოს, მაგრამ ამასაც ვერ ვხედავთ და ვერც იმას ვამჩნევთ, რომ თვალი გამოსახულების სხვადასხვა წერტილზე ფიქსირდებოდა. შევაფასოთ მხედველობითი ყურადღების მექანიზმის მუშაობა: ეს მექანიზმი ფილტრავს შემავალი ინფორმაციის ნაკადს, რის შედეგადაც ჩვენ ვხედავთ იმას, რაც ინფორმაციულია, დანარჩენი ინფორმაცია კი ჩვენი ცნობიერების მიღმა რჩება. მაგრამ თუ ცნობიერების მიღმა დარჩენილ ინფორმაციაზე გადაიტანთ ყურადღებას, მისი აღქმაც უპრობლემოდ შეგეძლება. მაგალითად, თუ თქვენთვის რაღაც მიზეზის გამო მნიშვნელოვანი გახდება დახამხამების დაფიქსირება, გადაიტანთ მასზე ყურადღებას და დააფიქსირებთ დახამხამების მომენტს. საინტერესოა, რომ ამის შემდეგ საკმაო ძალისხმევა დაგჭირდებათ, რომ ყურადღების მექანიზმებს „გაუუქმოთ“ წინა დავალება: თქვენ კიდევ კარგა ხანს თქვენდა უნებურად დაინახავთ დახამხამების მომენტს.

მხედველობითი ყურადღების მექანიზმების მოქმედება საფუძვლად უდევს ი.წ. ფუნქციური სიბრმავის – უყურადღებობის სიბრმავისა და ცვლილებებისად-

მი სიბრმავის ფენომენის არსებობას . მათში გასარკვევად იხ. საიტები საძიებო სიტყვებით: *change blindness, inattentional blindness.*

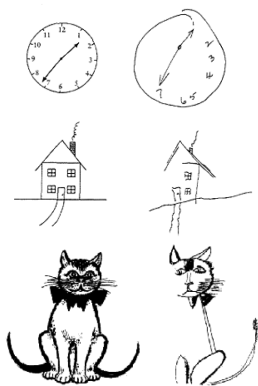
შევნებულად არ განვიმარტავთ ამ საიტების შინაარსს, რადგანაც განმარტების შემდეგ ეფექტს ველარ დაინახავთ.

დავალება: საიტებზე განთავსებული ინფორმაციის გაცნობის შემდეგ მოიფიქრეთ, რა კავშირი აქვს უყურადღებობის სიბრმავისა და ცვლილებებისადმი სიბრმავის ფენომენტთან უჩინარი გორილას (*invisible gorilla*) ეფექტს.

## კავშირი კლინიკასთან.

### მარცხენამხრივი უგულვებელყოფა

ყურადღების დარღვევის მეტად თავისებური ფენომენი – მარცხენამხრივი უგულვებელყოფა (*left-sided neglect*) გვხვდება მარჯვენა ჰემისფეროს დაზიანების კლინიკურ სურათში. ავადმყოფი ხატვის დროს, მაგალითად (სურ. 6), საათის, სახლის და კატის (მარცხნივ) კოპირების (მარჯვნივ) დროს, ტოვებს ნახატის მარცხენა მხარეს. ამ მხრივ მეტად საინტერესო მაგალითი მოყავთ Gazzaniga-ს და თანაავტორებს: სურათზე (მარჯვენა ორი ნახატი) წარმოდგენილია გერმანელი მხატვრის ანტონ რედერშაიდტის ავტოპორტრეტი, რომელიც მხატვარმა შეასრულა მარჯვენა ჰემისფეროს ინსულტის გადატანის შემდეგ. სურათზე ჩანს, რომ ავტორმა, ორივე ნახატში, მეტ-ნაკლებად გამოტოვა სახის მარცხენა ნაწილის დეტალები ინსულტის შედეგად განვითარებული მარცხენამხრივი უგულვებელყოფის გამო (Gazzaniga M.S., et al., 1998).



სურ. 6

აღწერილი ფენომენი უგულვებელყოფაა და არა აგნოზია, რადგან პაციენტი ყურადღებას არ აქცევს მხედველობის ველის მარცხენა მხარეს, მაგრამ მხედველობითი ობიექტების ცნობა შეუძლია. სავარაუდოდ, მარჯვენა ჰემისფეროს დაზიანების დროს მარცხენამხრივი უგულვებელყოფა ვითარდება, რადგან მარჯვენა ჰემისფერო, კერძოდ მისი პარიეტალური უბანი, პასუხისმგებელია მხედველობის ველის მარცხენა ნაწილის მხედველობით კონტროლზე.

იშვიათად მარცხენამხრივი უგულვებელყოფა ვითარდება მარცხენა ჰემისფეროს დაზიანების დროს. გაცილებით იშვიათი და, შესაბამისად, ნაკლებად შესწავლილიცაა მარჯვენამხრივი უყურადღებობა, რომელიც ვითარდება მარცხენა ჰემისფეროს დაზიანებების შემთხვევაში. ამ დროს, სხვა სიმპტომებთან ერთად გვხვდება **უყურადღებობის დიზლექსია**, როდესაც ავადმყოფი ვერ ამჩნევს და არ კითხულობს ნაწერში მარჯვენა მხარეს განლაგებულ სიტყვებს, ან **უყურადღებობის დისგრაფია** – ავადმყოფი უშვებს შეცდომებს ფურცლის მარჯვენა მხარეს სიტყვის წერის დროს (დეტალებისთვის Kleinman J., et al., 2007, Мосидзе В. М. и др., 1990).

### **ყურადღების დეფიციტი და ჰიპერაქტივობა (Attention deficit hyperactivity disorder – ADHD).**

ჩვეულებრივ, ბავშვებს უჭირთ საქმეზე ყურადღების კონცენტრაცია და ეს, დრო და დრო, უქმნის მათ პრობლემებს სკოლაში. მაგრამ ADHD-ის მქონე ბავშვს ყურადღება მეტად გაფანტული აქვს, უჭირს საქმეზე კონცენტრაცია, ამავდროულად ჰიპერაქტიულია – თუ მერხზე ზის, ცმუკავს, შეუძლია უეცრად წამოდგეს და დაიწყოს კლასში სეირნობა, ან საერთოდ დატოვოს კლასი და სხვა. სახელმძღვანელოს ავტორს ყავს ერთი მოსწავლე, რომელიც 2-3 წუთზე მეტ ხანს ვერ უსმენს გაკვეთილს, იწყებს ცმუკვას, ითხოვს კლასიდან გასვლას (წყლის დაღვების, საპირფარეშოში გასვლის მომიზნებით). ერთი შეხედვით, ეჭვი უნდა მივიტანოთ ADHD-ზე. სინამდვილეში მიზეზი სულ სხვაა. მოსწავლე საზღვარგარეთ იზრდებოდა და სკოლაშიც იქ დადიოდა. მშობლის გადმოცემით, სკოლაში დისციპლინა მოიკოჭლებდა და ამავდროულად, თეორიულ სწავლებას საერთოდ არ ეთმობოდა დრო. ბავშვი გადმოვიდა საცხოვრებლად საქართველოში და აღმოჩნდა სკოლაში, სადაც უწევს გაკვეთილზე მიმდინარე სასწავლო პროცესში აქტიური მონაწილეობა, მუდმივად ყურადღებიანი უნდა იყოს, ჩაერთოს თეორიული საკითხის განხილვაში, რასაც ის მიუჩვეველია. ამიტომ ბავშვს ძალიან უჭირს სწავლების ამ სტილთან შეგუება. აქედან მოდის მისი უყურადღებობა და მოუსვენრობა გაკვეთილზე. სამაგიეროდ მას ვერ მოაცილებ მიკროსკოპს, რომელშიც საათობით შეუძლია ათვალეიროს სხეულები, მას შეუძლია ხატოს მთელი ხატვის გაკვეთილის განმავლობაში, იქნება ეს ნატურმორტი თუ პორტრეტი, რასაც დიდი ყურადღება სჭირდება. ეს შემთხვევა საგულისხმოა მომავალი სკოლის ფსიქოლოგისთვისაც. მან არ უნდა იმსჯელოს ADHD-ის სავარაუდო არსებობის შესახებ მოსწავლის ქცევაზე ზედაპირული დაკვირვების,

ან მოსწავლის ქცევის შესახებ მხოლოდ ერთი მასწავლებლისგან მოწოდებული ინფორმაციის საფუძველზე.

არსებობს მენტალური დარღვევების დიაგნოსტიკის და სტატისტიკის სახელმძღვანელო (Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders – **DSM**), რომელიც გამოიყენება ფსიქოლოგიური/ ფსიქიატრიული ხასიათის დარღვევების დიაგნოსტიკისათვის. სახელმძღვანელო ახლდება ამ დარღვევების შესახებ ახალი ცოდნის დაგროვების პარალელურად (დეტალებისთვის: <http://allpsych.com/disorders/dsm.html>).

*DSM-IV-ის თანახმად*, ADHD-ის დიაგნოზი დაისმევა, თუ სახეზეა ADHD-ისთვის დამახასიათებელი უყურადღებობის 9 დადგენილი სიმპტომიდან 6 მაინც, და ასევე ჰიპერაქტიულობის 9 დადგენილი სიმპტომიდან 6 მაინც, თანაც ეს სიმპტომები სახეზე უნდა იყოს მინიმუმ 6 თვის განმავლობაში. შესაძლებელია დაავადება მიმდინარეობდეს უპირატესად უყურადღებობის, ან უპირატესად ჰიპერაქტიულობის მიმართულებით (American Psychiatric Association, 1994).

ჩვენთვის, ამ შემთხვევაში, მნიშვნელოვანია ის ფიზიოლოგიური ცვლილებები, რომლებიც ვითარდება ADHD-ის დროს. ამ ცვლილებების ცდონა საჭიროა, რათა გავიგოთ, თავის ტვინის რომელი სტრუქტურების დაზიანებიდან მომდინარეობს ეს დაავადება, რა არის მისი **ეტიოლოგია** – წარმომავლობა. ეტიოლოგიის ცოდნა მოგვცემს დაავადების მიზანმიმართული მკურნალობის საშუალებას.

ცნობილია, რომ თავის ტვინის რიგი სტრუქტურების დისფუნქცია (ფუნქციის მოშლა) მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ADHD-ის სიმპტომების განვითარებაში. ნაჩვენებია ADHD-ის დროს ცინგულარული ქერქის, პრეფრონტალური ქერქის და ზოლიანი სხეულის ზომაში ცვლილება და ჰიპოაქტივაცია – დაქვეითებული აქტიურობა (Hale T.S., et al., 2000., 2006., Hill D.E., et al., 2003., Visser, 2003., Stefanatos J.A., and Wasserstein J., 2001). მკითხველი ადვილად შეამჩნევს, რომ საუბარია ტვინის იმ სტრუქტურებზე, კერძოდ ფრონტალურ და ცინგულარულ ქერქზე, რომელიც ყურადღების ორგანიზაციაში იღებენ მონაწილეობას. ამავდროულად, ბაზალური განგლიების კომპონენტის – ზოლიანი სხეულის ზომების ცვლილება და ჰიპოაქტიურობა უნდა უკავშირდებოდეს ADHD-ის დროს ადამიანის მოძრაობითი აქტივობის რეგულაციის სირთულეს (მოუსვენრობას, ხელებით მუდმივად რაღაც მოქმედებების შესრულებას, ერთ ადგილზე გაჩერების სიძნელეს).

ზემოთ ნათქვამი საგულისხმოა სტუდენტისათვის, რადგან ჩანს, თუ როგორ კავშირდება სხვადასხვა ფიზიოლოგიური კვლევის მონაცემი ერთმანეთთან. ერთი მხრივ, ხელთ გვაქვს თანამედროვე მონაცემები ადამიანის ყურადღების სამი მექანიზმის და ამ მექანიზმებზე პასუხისმგებელი სტრუქტურების შესახებ. ვიცით, აგრეთვე, რომ ბაზალური განგლიები მონაწილეობს მოძრაობის ორგანიზაციაში (ამ საკითხის შესახებ მეტს შემდეგ თავში ვისაუბრებთ). მეორე მხრივ, ვიცით, თავის ტვინის რომელი სტრუქტურების ფუნქციაა მოშლილი ADHD-ის

დროს. ცოდნა ADHD-ის დროს ტვინის სტრუქტურების დისფუნქციის შესახებ ლოგიკურად ემთხვევა ცოდნას ყურადღების და მოძრაობათა ორგანიზაციის ნერვული მექანიზმის შესახებ. მაშასადამე, შეგვიძლია ვიფიქროთ, რომ წარმოდგენა ADHD-ის ეტიოლოგიის შესახებ სწორ ფაქტებს ეყრდნობა.

კორდიანი სხეული მნიშვნელოვანია როგორც ზოგადად ყურადღების ორგანიზაციისა და კონტროლისათვის, ისე კონკრეტული ფსიქიკური ფუნქციის შესრულების დროს ყურადღების განაწილების პროცესში (Dimond S., 1976, Ellenberg L., Sperry R., 1979, Gazzaniga M.S., 2000). საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით კორდიანი სხეულის წინა ნაწილი ზომაში შემცირებულია ADHD-იან ბავშვებსა და მოზარდებში (Hutchinson et al., 2008., Hill E.M., et al., 2003., Hynd G.W., et al., 1991). კორდიანი სხეულის ზომა კორელაციაშია ამ სტრუქტურის ფუნქციურ შესაძლებლობასთან (Schlaug G., et al., 1995; Stancák A., et al., 2003, 2002., Yazgan M.I., et al., 1995). ეს მეტად მნიშვნელოვანი ფაქტია, რადგან თუ ADHD-ით დაავადებულ ადამიანებში კორდიანი სხეულის ზომები შემცირებულია, უნდა ვივარაუდოთ, რომ შესუსტებულია ამ სტრუქტურის ფუნქციაც, კერძოდ ყურადღების ორგანიზაცია. სტუდენტს ვთხოვთ მიაქციოს ყურადღება, რომ ამ შემთხვევაშიც საქმე გვაქვს ორი ცოდნის ლოგიკურ დამთხვევასთან. ერთი მხრივ, ვიცით, რომ კორდიანი სხეული მონაწილეობს ყურადღების ორგანიზაციაში, მეორე მხრივ, ვიცით რომ ამ სტრუქტურის ზომები შემცირებულია ADHD-ის დროს, რომლის ერთერთი მთავარი სიმპტომია ყურადღების დეფიციტი.

ამავდროულად, საქმეში აუცილებლად ჩართულია ცოდნის სხვა ასპექტიც: ვიცით თუ როგორია კორდიანი სხეულის ზომები ჯანმრთელ ადამიანში, რაც გვაძლევს საშუალებას ვიმსჯელოთ კორდიანი სხეულის ზომის ცვლილებების შესახებ.

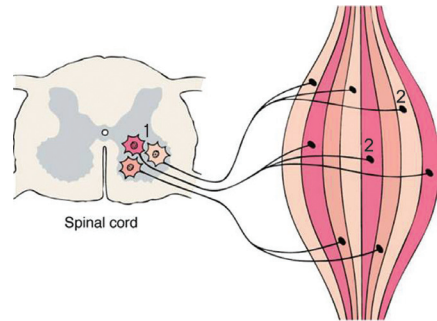
## მოძრაობის ორგანიზაცია

სხეულის მოძრაობა ეფუძნება ჩონჩხის კუნთების შეკუმშვას. კუნთის შეკუმშვა ხდება მოტონეირონების ზეგავლენით.

კუნთის უჯრედებში – **ბოჭკოებში** არის კუმშვადი ცილები. ისინი განაპირობებენ ბოჭკოს დამოკლებას. როდესაც ბევრი ბოჭკო ერთდროულად დამოკლდება, კუნთი იკუმშება. ბოჭკოს ცილების ამოქმედება ხდება ნერვული იმპულსის ზეგავლენით, რომელიც კუნთში შემოდის **მოტონეირონის** აქსონის საშუალებით.

მოტონეირონის სხეული ტვინშია განლაგებული (სურ. 1). კუნთში შემოსვლისთანავე აქსონი წარმოქმნის კოლატერალებს და ქმნის სინაპსებს კუნთის ბოჭკოებთან. კუნთში შემოდის რამდენიმე მოტორული ნეირონის აქსონი.

**მოტორული ერთეული** არის ერთი მოტორული ნეირონი და ყველა ის ბოჭკო, რომელთანაც ამ ნეირონის აქსონის კოლატერალები ქმნიან სინაპსს. სურათზე ჩანს ჩონჩხის კუნთი, ზურგის ტვინის ტრანსვერსული განაჭერი და 3 მოტორული ერთეული – 3 მოტონეირონის სხეული ზურგის ტვინში (სურ. 1, 1) და მათ აქსონებსა და კუნთის ბოჭკოებს შორის სინაპსები (2).



სურ. 1

მოტორულ ერთეულში, მოტორული ნეირონის აქსონის და მისი კოლატერალების პრესინაპსულ დაბოლოებაში, ვეზიკულებში დაგროვილია ნეიროტრანსმიტერი **აცეტილქოლინი**. როდესაც ნერვული იმპულსი მოტონეირონის პრესინაპსულ დაბოლოებას მიაღწევს, ვეზიკულები გამოყოფენ აცეტილქოლინს სინაპსურ ნაპრალში. აცეტილქოლინი იწვევს კუნთის უჯრედის პოსტსინაპსური მემბრანის დეპოლარიზაციას, რასაც მოსდევს მოქმედების პოტენციალი.

ბოჭკოში, ენდოპლაზმურ ბადეში, არის კალციუმის იონების საცავი. მოქმედების პოტენციალი იწვევს ამ საცავიდან კალციუმის იონების გამოსვლას ციტოპლაზმაში. კალციუმის იონები მოქმედებს კუნთის ბოჭკოს კუმშვად ცილებზე, რომლებიც თავის მხრივ იკუმშებიან და იწვევენ ბოჭკოს დამოკლებას.

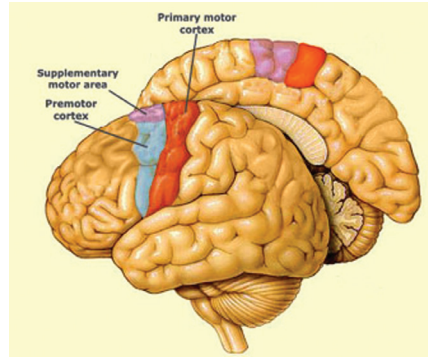
კუნთი მრავალი ბოჭკოსგან შედგება. შეკუმშვაში მონაწილეობს მრავალი მოტორული ერთეული. მოტორულ ერთეულებში შემავალი ბოჭკოების ერთდროული დამოკლება გამოიწვევს კუნთის შეკუმშვას.

შეკუმშვის დამთავრებისათვის სინაპსურ ნაპრალში გამოყოფილი აცეტილქოლინი იშლება, მოხდება ბოჭკოს მემბრანის რეპოლარიზაცია, ბოჭკოს ციტოპლაზმაში გამოყოფილი კალციუმის იონები კი დაუბრუნდება მათ საცავს ენდოპლაზმურ ბადეში – კუნთი მზად არის მომდევნო შეკუმშვისათვის.

მოძრაობას არეგულირებს თავის და ზურგის ტვინის სტრუქტურები. მათ ფუნქციებს ქვემოთ განვიხილავთ, მაგრამ აქ აღვნიშნავთ რეგულაციის მთავარ განყოფილებებს თავის ტვინში – ჰემისფეროების ქერქის **პირველად მოტორულ** (primary motor cortex), **დამატებით მოტორულ** (supplementary motor area) და **პრე-მოტორულ** (premotor cortex) ქერქულ უბნებს (სურ. 2).

**კლინიკური შემთხვევის აღწერა**  
(Carlson N.R., 2013, გვ. 256).

48 წლის ფოტოგრაფმა გადაიტანა ტვინის მარცხენა ჰემისფეროს თხემის წილის ძლიერი ინსულტი. მკურნალმა ნევროლოგმა პაციენტი შემოიყვანა აუდიტორიაში და მედიცინის სტუდენტების თანდასწრებით შეამოწმა პაციენტის მიერ მოქმედებების შესრულების უნარი. გთავაზობთ დიალოგს ექიმსა და პაციენტს შორის.



სურ. 2

ექიმი: თუ შეიძლება დაუქნიეთ ამ ხალხს ხელი მისალმების ნიშნად.

პაციენტი: აკეთებს უხეშ მოძრაობას მარჯვენა ხელით და დარცხვენილი იღიმება.

ექიმი: ასწიეთ საჩვენებელი თითი ისე, როგორც მე ვაკეთებ (ექიმი საჩვენებელ თითს ზევით იშვერს).

პაციენტი: სწევს ხელს მაღლა, აშკარად ცდილობს გაშალოს საჩვენებელი თითი, მაგრამ შლის მას მხოლოდ სხვა თითებთან ერთად.

ექიმი: შეგიძლიათ ხელს მისცეთ ეს მდგომარეობა? (იწვდის ხელს ხელისგულით ქვევით).

პაციენტი: გაჭირვებით, მაგრამ იმეორებს მოძრაობას.

ექიმი: ძალიან კარგი, ახლა ამოატრიალეთ ხელი.

პაციენტი: ვერ ასრულებს მოქმედებას, ისვამს ხელს თეძოზე.

ექიმი იღებს მის ხელს და ეხმარება სათანადო მდგომარეობის მიღებაში.

ექიმი: კარგია, ახლა ისევ შეატრიალეთ ხელი.

პაციენტი: ვერ ასრულებს მოქმედებას ექიმის დახმარებითაც კი.

ნევროლოგის კომენტარი: საქმე გვაქვს მძიმე აპრაქსიასთან, მაგრამ ახლა დააკვირდით:

ექიმი მიმართავს პაციენტს:

ხომ იცით რა არის ჩაქუჩი?

პაციენტი: რა თქმა უნდა.

ექიმი: გვარჯვენეთ, როგორ იყენებთ ჩაქუჩს.

პაციენტი: ვერ ასრულებს დავალებას და კვლავ იმეორებს ადრინდელ მოქმედებას – ისვამს ხელს თეძოზე.

ექიმი: კარგი, საკმარისია. პაციენტი აგრძელებს მოძრაობას და დიდი გაჭირვებით წყვეტს მას.

ექიმი: მოდი ეს ვცადოთ. დებს პაციენტის წინ, მაგიდაზე, ხის ნაჭერს, ჩაქურს და ლურსმანს. აბა სცადეთ ლურსმანის ხეში ჩაჭედება.

პაციენტი: იჭერს ლურსმანს მარცხენა ხელით, იღებს მარჯვენათი ჩაქურს და ადვილად და ზუსტად ასრულებს დავალებას.

ნევროლოგის კომენტარი: პაციენტის პრობლემა ის კი არ არის, რომ ვერ ასრულებს ნატივ მოძრაობებს, არამედ ის რომ მას არ შეუძლია ამ მოძრაობების შესრულება ვისამე დავალებით (ინსტრუქციით). მან შეძლო ჩაქურით ლურსმანის ჩაჭედება, მაგრამ ვერ უჩვენა ეს მოძრაობა ექიმის ინსტრუქციის საპასუხოდ. პაციენტმა ვერ დაუქნია ხელი აუდიტორიას ექიმის თხოვნით, მაგრამ ხელის დაქნევით მიესალმა სტუდენტებს როდესაც ოთახში შემოვიდა. ეს მოძრაობა (ხელის დაქნევა) ავტომატურია, დიდი ხნის წინ დასწავლილი და მაშინვე ჩაირთო, როდესაც პაციენტი შეხვდა სტუდენტებს (ანუ კონტექსტუალურად გამართლებულ სიტუაციაში, მ.მ.). მარცხენა თხემის წილი მონაწილეობს იმ მოძრაობების კონტროლში, განსაკუთრებით მოძრაობათა თანმიმდევრულ შესრულებაში, რომლებიც კონტექსტით არ არის განპირობებული. ამიტომაც პაციენტი ვერ ასრულებს იმ მოძრაობებს, რომლებიც არ არის დაკავშირებული კონტექსტთან და მხოლოდ ბრძანებით, დავალებით უნდა შესრულდეს.

განვმარტოთ აღწერილი კლინიკური სურათი თეორიული ცოდნით.

მოძრაობის შესრულება შესაძლებელია რაიმე გამლიზიანებლის საპასუხოდ, მაგალითად მუხლის რეფლექსის შემთხვევაში ფეხის გაშლა (გამშლელი კუნთის შეკუმშვა) ხორციელდება ამ კუნთის მყესში არსებული რეცეპტორების გალიზიანების საპასუხოდ. ზოგიერთი გამლიზიანებელი იწვევს დასწავლილ მოძრაობებს, მაგალითად კერძის დანახვისას აღმოცენდება კვებასთან დაკავშირებული მოქმედებები (კერძის თეფშზე გადმოღება, დანა-ჩანგლის გამოყენება და სხვ.). ამ დროს შეგვიძლია შევასრულოთ სხვა მოქმედებებიც: ხელი დავუქნიოთ ნაცნობს, ავაყოლოთ ფეხი მუსიკას, დავუსხათ ღვინო ჩვენს გვერდზე მჯდომს და სხვა. ამგვარად, ერთდროულად სრულდება ბევრი მოძრაობა და ყველა მათგანს აკონტროლებს თავის ტვინის სათანადო მოტორული სისტემები.

**პირველადი მოტორული უბანი** განლაგებულია ტვინის ჰემისფეროების პრეცენტრალურ ხვეულში (ჰემისფეროების ქერქის ცენტრალური ღარის ვენტრალურად). სურათზე 2 ცენტრალური ღარი ჩანს ვერტიკალურად გამავალი მუქი ჩაღრმავების სახით. ამ უბანს სომატოტოპური ორგანიზაცია ახასიათებს. აქედან იღებს სათავეს დაღმავალი ტრაქტი: აქსონების კონა, რომელიც მიემართება რეფლექსური რკალების ინტერნეირონებისკენ ზურგის ტვინში.

**დამატებითი მოტორული უბანი და პრემოტორული უბანი** მონაწილეობენ მოქმედებების დაგეგმვაში. ჩამოყალიბებული გეგმა სრულდება პირველადი მოტორული უბნის მიერ, რომელიც უშუალოდ მოძრაობის კონტროლში მონაწილეობს. ეს შესაძლებელია, რადგან დამატებითი მოტორული და პრემოტორული უბნების ნეირონები აქსონებით უკავშირდება პირველად მოტორულ უბანს და ამგვარად უზრუნველყოფილია ამ უბნებს შორის ფუნქციური კავშირი.

დამატებითი მოტორული უბანი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია დასწავლილი თანმიმდევრული მოძრაობების შესასრულებლად, როდესაც ერთ მოძრაობას ლოგიკურად მოსდევს მეორე. ეს თვალნათლივ დადასტურდა მაიმუნებზე ჩატარებულ ექსპერიმენტში (Chen Y.C., et al. 1995, Shima K., and Tanji J. 1998). ერთ ექსპერიმენტს აღვწერთ, რადგან ის საინტერესოა გამოყენებული მეთოდის თვალსაზრისით (Shima K., and Tanji J. 1998). ავტორებმა დაასწავლეს მაიმუნებს სამი მოძრაობის (მოქაჩვა, ბიძგი, მოტრიალება) შესრულება სხვადასხვა ობიექტების მიმართ. ყოველ ობიექტს შეესაბამებოდა ამ მოძრაობების სხვადასხვანაირი თანმიმდევრობა. სულ 6 ასეთი თანმიმდევრობა იყო გამოყენებული. ამის შემდეგ ავტორებმა შეიყვანეს ნივთიერება **მუსკიმოლი** საცდელი მაიმუნების თავის ტვინის დამატებით მოტორულ უბანში. მუსკიმოლი ააქტიურებს ნეირონების GABA-ს რეცეპტორებს და ამგვარად იწვევს ნეირონის შეკავებას. მუსკიმოლი GABA-ს აგონისტია. ის ბუნებრივი პროდუქტია, რომელსაც წარმოქმნის შხამა სოკო – *Amanita muscaria*. ავტორებმა ნახეს, რომ მუსკიმოლის შეყვანის შემდეგ მაიმუნებს შეეძლოთ თითოეული მოძრაობის შესრულება, მაგრამ ვეღარ შეძლეს ამ მოძრაობების თანმიმდევრობის გამეორება. საინტერესოა ამავე ავტორების მეორე ნაშრომიც (Shima K., and Tanji J., 2000) სადაც ხდებოდა აღნიშნულ მოძრაობათა დასწავლის ფონზე დამატებითი მოტორული უბნის ნეირონების აქტივობის რეგისტრაცია. აღმოჩნდა, რომ ნეირონების ერთი ნაწილი აქტივდებოდა მოძრაობების რომელიმე კონკრეტული თანმიმდევრობის შესრულებისას, სხვა ნეირონები კი ამავე მოძრაობების სხვა თანმიმდევრობის შესრულებისას. სავარაუდოდ დამატებით მოტორულ უბანში არის ნეირონები, რომლებიც მონაწილეობენ მოძრაობათა ერთი კონკრეტული თანმიმდევრობის დასწავლასა და შესრულებაში. ზოგიერთი ნეირონი აქტივდებოდა მოძრაობების ერთი თანმიმდევრობის ბოლო კომპონენტის შესრულების დროს და მეორე თანმიმდევრობის შესრულების დასაწყისში. სავარაუდოდ ეს ნეირონები პასუხისმგებელია მოძრაობათა ერთი თანმიმდევრობის მეორეთი შეცვლაზე, რაც ადამიანებზე ჩატარებული ცდების შედეგითაც მტკიცდება.

აქამდე ვსაუბრობდით მოძრაობის შესრულებაზე და ამ მოძრაობის დაგეგმვაზე. სხვა საქმეა გადაწყვეტილების მიღება, რომ შესრულდეს ესა თუ ის მოძრაობა. ეს პროცესი, სავარაუდოდ დამოკიდებულია ნეირონებზე, რომლებიც

ეგრეთწოდებულ **ფრონტოპოლარულ** (შუბლის წილის ყველაზე წინა ნაწილის) ქერქშია განლაგებული (Soon C. S., et al., 2008).

როგორც ჩანს, მოძრაობების დაგეგმვაში და მოძრაობის შესრულების გადაწყვეტილების მიღებაში, ჩართულია შუბლის წილის უბნები. დღეს მეტი ვიცი ამ უბნების სპეციფიკური როლის შესახებ, მაგრამ სტუდენტს ალბათ გაახსენდება ფინეას გეიჯის და რუთ პენფილდის კლასიკური შემთხვევები, რომლებმაც (და სხვა მსგავსა) დიდი ხნის წინ შექმნა ზოგადი წარმოდგენა მოქმედებების დაგეგმვაში ფრონტალური წილის როლის თაობაზე.

**პრემოტორული უბანი** ემსახურება რთულ მოძრაობებს, რომლებიც იმართება სენსორული ინფორმაციით. ის ასრულებს ასე ვთქვათ, მოძრაობას დავალებით და ეყრდნობა ინფორმაციას თუ რა მოძრაობა უნდა შესრულდეს. მაგალითად, ფეხბურთელი დაარტყამს ბურთს „ცხრიანში“ თავისი ნებით, სხვისი ჩარევის გარეშე, მაგრამ სხვა საქმეა, როდესაც ის ბურთს დაარტყავს „ცხრიანში“ მწვრთნელის თხოვნით. ამ შემთხვევაში მოძრაობა ასოცირდება სენსორულ ინფორმაციასთან – მწვრთნელის სიტყვიერ დავალებასთან.

იტალიელი ნეიროფიზიოლოგების მიერ აღმოჩენილია ნეირონების განსაკუთრებული ჯგუფი – „**სარკული ნეირონები**“ რომლებიც განლაგებულია პრემოტორულ და აგრეთვე პარიეტალურ ქერქულ უბნებში და პასუხისმგებელია სხვისი მოძრაობების აღქმასა და იმიტაციაზე. განსაკუთრებით აქტიური ეს ნეირონები მაშინაა, როდესაც ვხედავთ ჩვენთვის ნაცნობ მოძრაობებს. დეტალებისთვის იხ. ჯაკომო რიზოლატის (Jacommo Rizzolatti) და თანაავტორების სტატიები გასაღები სიტყვით: mirror neurons. სარკულ ნეირონებს შორის არის ეგრეთწოდებული „**აუდიო-ვიზუალური სარკული ნეირონებიც**“; რომლებიც აქტივდება არა მარტო სხვის მიერ შესრულებული მოძრაობების დანახვისას, არამედ მაშინაც, როდესაც თავად მოძრაობას ვერ ვხედავთ, მაგრამ გვესმის მისი ხმა, მაგალითად გვესმის როგორ უკრავს ვილაც პიანინოზე, როგორ ახრამუნებენ ორცხობილას ან აპოზენ შეშას. ამავდროულად, თუ ვხედავთ მოძრაობას, მაგრამ არ გვესმის ხმა, თავის ტვინში აქტივდება სარკული ნეირონები და აგრეთვე საფეთქლის ქერქში არსებული ნეირონული ჯგუფები, რაც, სავარაუდოდ, გვაძლევს საშუალებას წარმოვიდგინოთ, როგორი ხმა უნდა ქონდეს ამ მოძრაობას (Haslinger B., et al. 2005).

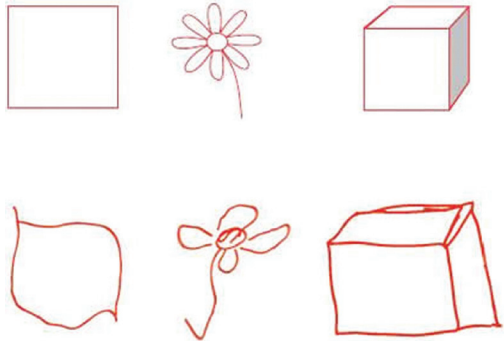
პრემოტორული ქერქის მნიშვნელობა მოძრაობების კონტროლისათვის უჩვენებს ნოვაკმა და კოლეგებმაც (Nowak D. A., et al. 2009). ამ ნაშრომს უფრო დეტალურად აღვწერთ. ცდის პირებს ეკრანზე ფერადი წერტილის გამოჩენის საპასუხოდ სწრაფად უნდა აეღოთ მარჯვენა ხელის ორი თითით მათ წინ მოთავსებული პატარა ზომის ტვირთი. ეკრანზე ცისფერი წერტილის გამოჩენა იუწყებოდა, რომ ტვირთი მსუბუქია, ხოლო ლურჯი წერტილი იუწყებოდა, რომ ტვირთი მძიმეა. ტვირთი იცვლებოდა ეკრანზე ფერის გამოჩენებს შორის, ის ხან მსუბუქი იყო, ხან მძიმე, მაგრამ ცდის პირი ვერ ხედავდა ამ პროცედურას. გარეგნულად

ტვირთი ერთნაირი რჩებოდა. ცდაში ზომავდნენ ცდის პირის მიერ ტვირთის ალღების ძალას და გაირკვა, რომ ცდის პირები სწორად ანაწილებდნენ ტვირთის აწვევის ძალას ეკრანზე გამოჩენილი ფერის საპასუხოდ: სწევდნენ უფრო მძიმე ტვირთს უფრო ღინიერი მოძრაობით. მაგრამ როდესაც პრემოტორული ქერქის აქტივობა დათრგუნეს TSM სტიმულაციით, ცდის პირებმა დაკარგეს მოძრაობაზე კონტროლი და ტვირთს ნებისმიერ შემთხვევაში ერთნაირი ძალით სწევდნენ.

თავის ტვინის ქერქის ფრონტალური და პარიეტალური წილების დაზიანების შემთხვევაში ვითარდება **აპრაქსია**. აპრაქსია შესაძლებელია განიმარტოს როგორც მოძრაობის შესრულების უნარის მოშლა. მაგრამ აპრაქსია განსხვავდება ზოგადად მოძრაობის შესრულების უნარის მოშლისგან, რასაც ადგილი აქვს ბაზალური ბირთვების ან ზურგის ტვინის დაზიანების შემთხვევაში (ამ შემთხვევებს ქვემოთ განვიხილავთ). არსებობს აპრაქსიის რამდენიმე ფორმა.

**კიდურების აპრაქსიის დროს:** 1. ვერ ხერხდება სხვისი მოძრაობის იმიტაცია, 2. ვერ სრულდება მოძრაობა სიტყვიერი მოთხოვნის (ინსტრუქციის) საპასუხოდ, 3. მოშლილია წარმოდგენით მოძრაობების შესრულება. მაგალითად, ავადმყოფს არ შეუძლია წარმოიდგინოს და უჩვენოს, რა მოძრაობაა საჭირო ონკანის გახსნის ან დაკეტვისათვის, თუმცა შეუძლია გახსნას და დაკეტოს რეალურ სიტუაციაში არსებული ონკანი (Leiguarda R. C., and Marsden C. D. 2000).

**დავალება:** სტუდენტს ვთავაზობთ დაუბრუნდეს პარაგრაფის დასაწყისში აღწერილი აპრაქსიის კლინიკურ შემთხვევას, კიდევ ერთხელ წაიკითხოს და მიღებული ცოდნის გამოყენებით გადაწყვიტოს: 1. რა ნიშნები მიუთითებს აღწერილ შემთხვევაში კიდურების აპრაქსიის არსებობაზე, 2. რატომ შეძლო პაციენტმა ჩაქუჩით მანიპულაცია და რატომ ვერ უჩვენა ჩაქუჩით გასაკეთებელი მოძრაობა, 3. რა ტიპის ნეირონების მოქმედების მოშლასთან უნდა იყოს დაკავშირებული პაციენტის უუნარობა – გაიმეოროს ექიმის მიერ ნაჩვენები მოძრაობები, 4. არის თუ არა პაციენტის თავის ტვინის დაზიანების ლოკალიზაცია (მდებარეობა) დამახასიათებელი აპრაქსიისათვის.



სურ. 3

არსებობს **კონსტრუქციული აპრაქსია**: ამ დროს მოძრაობების შესრულების უნარი შენარჩუნებულია, მაგრამ ადამიანი კარგავს საგნების დახატვის ან ცალკეული ნაწილებისგან მთლიანის აწყობის უნარს. მიზეზი ის არის, რომ პაციენტს

აღარ შეუძლია დეტალებს შორის გეომეტრიული ურთიერთკავშირის წარმოდგენა. სურათზე 3 ჩანს კონსტრუქციული აპრაქსიის მქონე პაციენტის მიერ მოდელიდან (ზედა რიგი) გაკეთებული კოპიოები (დეტალებისთვის გადახედეთ Russel Sh. et al., 2010).

კონსტრუქციული აპრაქსიის ფონზე მოსალოდნელია ცალმხრივი უგულვებელყოფაც, რის შესახებ ადრე ვისაუბრეთ. უგულვებელყოფის აპრაქსიის ფონზე განვითარება ალბათ იმიტომ ხდება, რომ ორივე დარღვევა პარიეტალური ქერქის დაზიანებას უკავშირდება.

კონსტრუქციული აპრაქსია ვითარდება მარჯვენა ჰემისფეროს პარიეტალური უბნის დაზიანების შემთხვევაში, ხოლო კიდურების აპრაქსიას ადგილი აქვს უპირატესად მარცხენა ჰემისფეროს დაზიანების დროს. როგორც ითქვა, აპრაქსია არ არის ზოგადად მოძრაობის შესრულების უნარის მოშლა, რასაც ადგილი აქვს ბაზალური ბირთვების ან ზურგის ტვინის დაზიანების შემთხვევაში. ბაზალური ბირთვების დაზიანებასთან დაკავშირებულია მოძრაობათა მოშლის ისეთი ფორმები, რომლებიც ვლინდება პარკინსონის და ჰანტინგტონის დაავადებების დროს.

### ჰანტინგტონის დაავადება

1982 წელს მეცნიერების ჯგუფი ნენსი ვექსლერის (Nancy Wexler) ხელმძღვანელობით ჩავიდა ვენესუელის ორ პატარა, მიკარგულ სოფელში. აქ ძალიან ბევრი ადამიანი, მთელი მოსახლეობის დაახლოებით მესამედი, ისე მოძრაობდა, თითქოს მთვრალეები ყოფილიყვნენ ან რაღაც უცნაურს ცეკვავდნენ – არაკორდინირებულად იქნევდნენ ხელს და ფეხს, ფეხებს განზე ადგამდნენ, ზოგიერთს ლაპარაკიც კი უჭირდა – ვერ გამოთქვამდნენ სიტყვებს გამოკვეთილად, პერიოდულად ახასიათებდათ უკონტროლო მიმიკა.

THE  
**MEDICAL AND SURGICAL REPORTER.**  
 No. 789.] PHILADELPHIA, APRIL 13, 1872. [Vol. XXVI.—No. 15.

#### ORIGINAL DEPARTMENT.

##### Communications.

##### ON CHOREA.

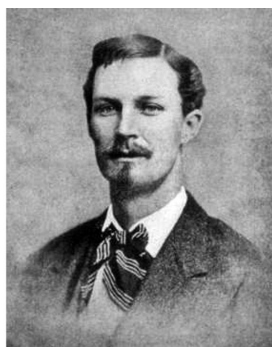
By GEORGE HUNTINGTON, M. D.

OF Painesville, Ohio.

Essay read before the Medical and Surgical Academy of Medicine at Painesville, Ohio, February 15, 1872.  
 Chorea is essentially a disease of the nervous system. The name "chorea" is given to the disease on account of the dancing propensities of those who are affected by it, and it is a very appropriate designation. The disease, as it is commonly seen, is by no means a dangerous or serious affection, however distressing it may be to the one suffering from it, or to his friends. Its most marked and char-

The upper extremities may be the first affected, or both simultaneously. All the voluntary muscles are liable to be affected, those of the face rarely being exempted.

If the patient attempt to protrude the tongue it is accomplished with a great deal of difficulty and uncertainty. The hands are kept rolling—first the palms upward, and then the backs. The shoulders are shrugged, and the feet and legs kept in perpetual motion; the toes are turned in, and then everted; one foot is thrown across the other, and then suddenly withdrawn, and, in short, every conceivable attitude and expression is assumed, and so varied and irregular are the motions gone through with, that a complete description of



სურ. 4

ეს ჰანტინგტონის დაავადების (ჰანტინგტონის ქორეა) სიმპტომებია. დაავადება პირველად მეცხრამეტე საუკუნეში აღწერეს ამერიკელმა სოფლის ექიმ-

მებმა – მამა-შვილმა ჰანტინგტონებმა. სურათზე 4 ნაჩვენებია იმ სტატიის თავ-ფურცელი, რომელიც უმცროსმა ჰანტინგტონმა (George Huntington, 1850-1916, სურათზე) გამოაქვეყნა სამედიცინო ჟურნალში – Medical and Surgical Reporter.

შემთხვევათა უმრავლესობაში დაავადება იწყება 30-50 წლის ასაკში და 15-20 წელიწადში იწვევს ავადმყოფის დაღუპვას. დაავადებას ახასიათებს სწრაფი და უკონტროლო მოძრაობები, რომლებიც დროთა განმავლობაში შესაძლებელია გამუდმებული გახდეს. დაავადების ბოლო სტადიაზე ავადმყოფი შესაძლებელია პირიქით, ძალიან ნელა მოძრაობდეს. თანამდევი სიმპტომებია: აზროვნების და ემოციური მდგომარეობის დარღვევები.

ვენესუელელი ავადმყოფების ისტორია უკავშირდება იქ, ერთერთ სოფელში 200 წლის წინ მცხოვრებ ქალბატონს – მარია კონსეპსიონ სოტოს, რომელსაც იგივე პრობლემა აწუხებდა.

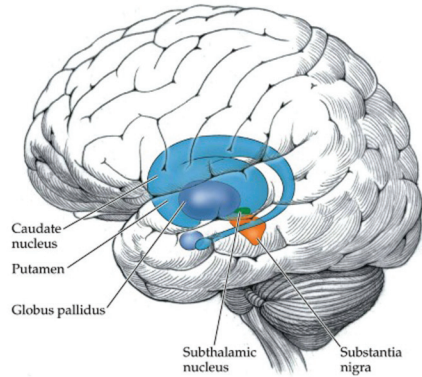
ადამიანები, რომლებიც 1982 წელს დახვდნენ სოფელში ვექსლერის გუნდს, მარიას შთამომავლები იყვნენ. მთელი ამ 200 წლის მანძილზე დაბადებული მარიას შთამომავლიდან თითქმის ნახევარს აწუხებდა ჰანტინგტონის დაავადება.

თავად ნენსი ვექსლერის ოჯახის წევრების ერთ ნაწილსაც ქონდა ეს დაავადება. მკითხველს შეუძლია მოიძიოს ამის შესახებ ინფორმაცია საიტზე [http://en.wikipedia.org/wiki/Nancy\\_Wexler](http://en.wikipedia.org/wiki/Nancy_Wexler)

უკვე ჰანტინგტონებმა იცოდნენ, რომ დაავადება შთამომავლობით გადაეცემა. მაგრამ კარგა ხანი უცნობი იყო, რომელ გენთან არის ის დაკავშირებული და ზუსტად რა კანონზომიერებით გადადის შთამომავლობით. ვექსლერის ვენესუელაში ექსპედიციის მიზანი სწორედ ის იყო, რომ გაერკვია ჰანტინგტონის დაავადების გენეტიკური საფუძველი.

ვექსლერმა ჩაატარა გენეტიკური ანალიზი და დაადგინა, რომ ჰანტინგტონის დაავადება გადადის დომინანტური გენით. დაინტერესებულ მკითხველს შეუძლია მოიძიოს უფრო დეტალური ინფორმაცია გენების და მათი შთამომავლობაში გადაცემის შესახებ (ა. შათირიშვილი და სხვ. 2011). ამჯერად ჩვენს ინტერესს წარმოადგენს თავის ტვინის ის სტრუქტურები, რომლებიც ზიანდება ჰანტინგტონის დაავადების დროს. თუმცა ერთი რამ სათქმელია. სამედიცინო სტატისტიკის თანახმად, ჰანტინგტონის დაავადება (შესაბამისად ამ დაავადების გამომწვევი გენი) შემთხვევათა უდიდეს ნაწილში გვხვდება დასავლეთ ევროპის პოპულაციაში. ამდენად ცოტა უცნაურია, რომ ლათინურ ამერიკაში, ვენესუელის ორ პატარა სოფელში, ასე გავრცელებული აღმოჩნდა ეს დაავადება. მაგრამ საქმე ის არის, რომ მარია კონსეპსიონის მამა ევროპელი მეზღვაური იყო. სავარაუდოდ მას ქონდა ჰანტინგტონის დაავადება, რომელიც შთამომავლობით მარიას გადასცა. მარია იყო ავად რადგან მამისგან გადმოეცა დაავადების განმსაზღვრელი დომინანტური გენი, რომელიც მარიამ თავის შთამომავლებს გადასცა.

**ბაზალურ ბირთვებს** (სურ. 5) ეკუთვნის მკრთალი ბირთვი (globus pallidus), შავი სუბსტანცია (substantia nigra), მიმდებარე ბირთვი (nucleus accumbens), კუდიანი ბირთვი – Caudate nucleus, ბალიში – putamen, სუბთალამური ბირთვები (subthalamic nuclei). ბაზალური ბირთვები დაკავშირებულია თავის ტვინის ჰემისფეროების მოტორულ ქერქთან, რომელიც მოძრაობებს აკონტროლებს. მოტორულ ქერქთან და თალამუსთან ერთად, ბაზალური ბირთვები ქმნის ნეირონების ერთობლიობას – წრეს, რომელიც აკონტროლებს მოძრაობას. ბაზალური ბირთვები არ ეკუთვნის უშუალოდ დადმავალ ტრაქტს, რომელიც თავის ტვინიდან ჩამოდის ზურგის ტვინში და უკავშირდება მოტონეირონებს. მაგრამ ბაზალური ბირთვები ჩართულია იმ ნეირონულ წრეში, რომელიც აკონტროლებს დადმავალი ტრაქტით მოტონეირონებზე გავრცელებულ ზეგავლენას.



სურ. 5

ჰანტინგტონის დაავადება აზიანებს ბაზალურ ბირთვებს, რაც იწვევს მოძრაობის დარღვევას. კერძოდ, ბაზალური ბირთვების ნეირონებში იწყებს წარმოქმნას ისეთი ნივთიერებები, რომლებიც აზიანებენ ნეირონებს და იწვევენ მათ სიკვდილს. ეს ნივთიერებები წარმოიქმნება იმ გენის მიერ, რომელიც პასუხისმგებელია ჰანტინგტონის დაავადების განვითარებაზე. ბაზალური ბირთვების ნეირონების ერთი ნაწილის სიკვდილი იწვევს ბაზალური ბირთვების მიერ გამოშვებული ნეირტრანსმიტერების რაოდენობის შემცირებას. ერთ-ერთი ამ ნეირტრანსმიტერთაგანია GABA. რადგან ის შემაკავებელი ნეირტრანსმიტერია, ბაზალური ბირთვები ვეღარ ახერხებენ მოძრაობათა შეკავებას იმ შემთხვევაში, როდესაც ეს მოძრაობები საჭირო არ არის.

დღეისათვის ჰანტინგტონის დაავადება არ იკურნება. რა აზრი ქონდა ან მამა – შვილ ჰანტინგტონების, ან ვექსლერის შრომას, თუ მაინც ვერაფერს ვშველით ავადმყოფს?

განვიხილოთ საკითხი ცხრილის სახით, ვნახოთ როგორ ვითარდებოდა ცოდნა ჰანტინგტონის დაავადების შესახებ, სად ვიყავით 200 წლის წინ, სად ვართ ახლა და რა პერსპექტივა გვაქვს.

| პერიოდი   | ცოდნის დონე   | პერსპექტივა   |
|---|---|---|
| <b>მამა-შვილ<br/>ჰანტინგტონე-<br/>ბამდე</b>             | აღამიანებს რაღაც ემართებათ, მათი მოძრაობა ზიანდება, ამის შემდეგ მალე კვდებიან. დაავადება არ არის აღწერილი კლინიკურად, არ ვიცით მისი ზუსტი სიმპტომატიკა, ვის ემართება, რა ასაკში, როგორ მიმდინარეობს დაავადება   | დაავადების შესახებ ზერელე წარმოდგენის გამო არ ვიცით ზუსტად რა ახასიათებს ამ დაავადებას, მაშასადამე არ შეგვიძლია დავსვათ <b>დიაგნოზი</b> (რა დაავადებასთან გვაქვს საქმე), არ ვიცით რა სჭირდება ავადმყოფს, რით შეიძლება შევუმსუბუქოთ მდგომარეობა, არ ვიცით, გადადის თუ არა დაავადება შთამომავლობით, ამდენად არ შეგვიძლია ამ მხრივ გავაკეთოთ <b>პროგნოზი</b> : ვივარაუდოთ, რა სიხშირით უნდა ველოდეთ დაავადების განვითარებას კონკრეტულ ოჯახში |
| <b>ჰანტინგტონეები აღწერენ<br/>დაავადებას</b>            | გარკვეულია დაავადების კლინიკური თავისებურება  | შეგვიძლია დავსვათ დიაგნოზი, და ამგვარად, აღარ აგვერევა ეს დაავადება სხვაში და შევძლებთ შევიმუშაოთ მიზან-მიმართული მკურნალობის სტრატეგია   |
| <b>ვექსლერი<br/>აღწერს<br/>დაავადების<br/>გენეტიკას</b> | დაავადება გადადის შთამომავლობით გენის გზით. ეს გენი იწვევს უჯრედებში არასასურველი ნივთიერებების წარმოქმნას  | შეგვიძლია გავაკეთოთ პროგნოზი: როგორია დაავადებული შვილების დაბადების მოსალოდნელობა. ამიტომ ოჯახი ფსიქოლოგიურად მომზადებული ხდება ავადმყოფობის გამოვლენას ოჯახის წევრებში. რადგან ავადმყოფობა მოგვიანო ასაკში ვლინდება, შესაძლებელი ხდება ადრევე დავიწყოთ პრევენციული მკურნალობა.<br>რადგან ვიცით, რომელი გენია „დამნაშავე“ და რას აკეთებს ეს გენი, შეგვიძლია ვიმოქმედოთ ამ გენზე  |
| <b>თანამედროვე<br/>ეტაპი</b>                            | შესაძლებელია გენის მოქმედების შესუსტება. შედეგად ნეირონებში დამაზიანებელი ნივთიერებები ნაკლები რაოდენობით გროვდება<br>შესაძლებელია <b>ღეროვანი უჯრედებით</b> ბაზალური ბირთვების დაზიანებული უჯრედების ჩანაცვლება. რამდენიმე წარმატებული ოპერაცია აღამიანებზეც არის შესრულებული.<br>გარკვეულია რომელი ნეიროტრანსმიტერების რაოდენობა კლებულობს დაავადების დროს. შესაბამისად შექმნილია მედიკამენტები, რომლებიც ამსუბუქებს დაავადების სიმპტომატიკას | შეგვიძლია შევამციროთ დაავადების გამოვლინების (სიმპტომების) სიძლიერე აღამიანში და ახლო მომავალში, სრულად განვკურნოთ ავადმყოფები  |

ცხრილი უჩვენებს, რა მნიშვნელობა აქვს მეცნიერების განვითარებას დაავადებათა მკურნალობისათვის. დღევანდელ ეტაპზე მისასვლელად კიდევ უამრავმა ადამიანმა იწრომა: მათ, ვინც დაადგინა ბაზალური ბირთვების ფუნქცია და რომ ჰანტიგეტონის დაავადება ამ ბირთვების დაზიანებას უკავშირდება, მეცნიერებმა (გრეგორ მენდელიდან დაწყებული), რომლებმაც გაარკვიეს მემკვიდრეობის გენეტიკური ბუნება, ვინც აღმოაჩინა ლეროვანი უჯრედები და გაარკვია მათი მნიშვნელობა სხვადასხვა დაავადებების მკურნალობაში. ლეროვან უჯრედებზე მეტი ინფორმაციის მიღება შესაძლებელია ნებისმიერი თანამედროვე ბიოლოგიის სახელმძღვანელოდან და აგრეთვე საიტებიდან საძიებო სიტყვით stem cells და stem cell therapy.

## **პარკინსონის დაავადება**

ბაზალური ბირთვების ფუნქციის მოშლას უკავშირდება პარკინსონის დაავადებაც. ამ შემთხვევაშიც ირღვევა მოძრაობების კონტროლი. დაავადების სიმპტომებს შორის გამოირჩევა უნებლიე მოძრაობები (მაგ. თითების, კიდურის კანკალი), მოძრაობის დაწყების და აგრეთვე, დაწყებული მოძრაობის შეჩერების სიძნელე. პარკინსონის დაავადების დროს დაზიანებულია ბაზალური ბირთვების ნეირონების სომა, კერძოდ ერთერთი ბაზალური ბირთვის – შავი სუბსტანციის დოფამინერგული ნეირონების სომა. შედეგად ვითარდება დოფამინის დეფიციტი იმ უბნებში, სადაც შავი სუბსტანციის ნეირონების აქსონები კონტაქტს ამყარებენ სხვა ნეირონებთან.

**დავალება: სტუდენტს ვთავაზობთ მოიფიქროს, რა მნიშვნელობა აქვს ცოდნას პარკინსონის დაავადებისთვის დამახასიათებელი სიმპტომების და სტრუქტურული დაზიანებების შესახებ ამ დაავადების მკურნალობისათვის, ივარაუდოს რა სახის მედიკამენტური მკურნალობა შეიძლება უტარდებოდეს ავადმყოფებს და შემდეგ კი შეადაროს თავისი მოსაზრება საიტებზე (საძიებო სიტყვები: Parkinson disease) არსებულ ინფორმაციას.**

## **პერი – და ექსტრაპერსონალური სივრცე. სხეულის სქემა**

მოძრაობის ორგანიზაცია დამოკიდებულია პერი და ექსტრაპერსონალური სივრცის და საკუთარი სხეულის სქემის აღმაზე. ამიტომ აქემის ამ საკითხს აქ განვიხილავთ. განარჩევინ პერიპერსონალურ (სხეულთან უშუალოდ მიმდებარე) და სხეულისაგან მოშორებულ – ექსტრაპერსონალურ სივრცეს (დეტალებისთვის: Holmes N.P. and Spence Ch., 2004). პერიპერსონალურია სივრცე, სადაც არსებულ საგნებს მივწვდებით გადაადგილების გარეშე, ხოლო ექს-

ტრაპერსონალურ სივრცეში საგნებთან შეხება შესაძლებელია ამ საგნებისაკენ გადაადგილებით.

წარმოიდგინეთ კორიდაზე, ერთი მხრივ ხარი, რომელსაც ერთი სული აქვს რქებით მიწვდეს ბანდერილიას, რომელსაც უფრიალებენ, მეორე მხრივ კი მატადორი, რომელმაც უნდა აიცილოს ხარის რქები. ორივეს თავის ტვინს მსგავსი ამოცანა აქვს: სივრცეში ფიზიკური სხეულის მდებარეობის ზუსტი განსაზღვრა.

ხარის და მატადორის ტვინი წამებში წყვეტს ურთულეს პრობლემას: ხარი სწრაფად გადაადგილდება მატადორის ხან ექსტრა, ხან პერიპერსონალურ სივრცეში. მატადორის ტვინმა უნდა დააფიქსიროს ეს გადაადგილება და ზუსტად განსაზღვროს ხარის ადგილმდებარეობა ყოველ წამს და უფრო მოკლე დროშიც. იგივე პრობლემა აქვს ხარს, რადგან მატადორი და ბანდერილია ერთ ადგილზე არ ჩერდებიან, ისინი ხან ხარის ექსტრაპერ-



სურ. 6

სონალურ, ხან პერიპერსონალური სივრცეშია და ხარის ტვინმა უნდა ზუსტად აღრიცხოს ამ სხეულების ადგილმდებარეობა. ამ შემთხვევებში თავის ტვინში ხდება ორი ინფორმაციის ნაკადის გაერთიანება: მაგალითად მატადორის შემთხვევაში, მისი ტვინი იღებს მხედველობით ინფორმაციას ხარის მდებარეობის შესახებ და აგრეთვე აქვს სომატოსენსორული ინფორმაცია საკუთარი სხეულის მდებარეობის შესახებ. ორივე ინფორმაცია მუდმივად ახლდება, რადგან ხარიც და მატადორიც ერთ ადგილას იშვიათად დგანან, ან თუ დგანან, მათი სხეულის პოზიცია მაშინაც ცვალებადობს.

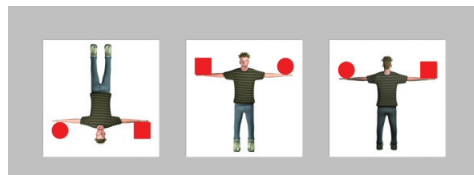
ევოლუციის თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია, რომ მხედველობითი და სომატოსენსორული ინფორმაციის გაერთიანება – ინტეგრაცია ადამიანის და მაიმუნების თავის ტვინის ერთი და იმავე უბნებით: პარიეტალური და პრემოტორული ქერქის უბნებით იმართება (Làdavas E., et al., 2000).

წარმოდგენა საკუთარი სხეულის შესახებ, ანუ **სხეულის სქემა**, გულისხმობს როგორც სხეულის ცალკეული ნაწილების (თავი, ტორსი, კიდურები) მდებარეობის, ზომის, ისე მთლიანად სხეულის მდებარეობის შესახებ ინფორმაციას. სხვათა შორის, კორიდის ისტორიაში არის ერთი უსიამოვნო ფაქტი. თავის დროზე ხარის არენაზე გამოსვლის წინ დაიწყეს ხარისთვის რქების წვერის მოქლიბვა, ისე რომ ამას ვერავინ შეატყობდა, მაგრამ ხარს აზნევდა: მას სულ სხვა ინფორმაცია ჰქონდა თავისი სხეულის სქემის, კერძოდ რქების სიგრძის შესახებ. ჩვენც ზუსტად ვიცით, რას მივწვდებით გაწვდილი ხელით პერიპერსონალურ სივრცეში და რა შემთხვევაში დაგვჭირდება ექსტრაპერსონალურ სივრცეში რაიმეს მი-

საწვდომად ნაბიჯის გადადგმა. მაგრამ თუ ხელს „დაგვიმოკლებენ“, სანამ ტვინი ამ ახალ სიტუაციას გაიაზრებს, შეცდომას დავუშვებთ. მაღალგანვითარებული თავის ტვინის მქონე ადამიანის და სხვა პრიმატებისათვის ასეთი ახალი სიტუაციისადმი შეგუება ადვილია.

სხეულის სქემაში შედის აგრეთვე წარმოდგენა სხეულის მარცხენა და მარჯვენა მხარის შესახებ. ბალის და ადრეული სკოლის ასაკის ბავშვების ფსიქიკური განვითარების ერთერთი მეთოდის თანახმად, ბავშვებს მარცხენა (ან მარჯვენა) ხელზე უკეთებენ ხოლმე ფერად ბაფთას, იმისათვის, რომ მათ დაიმახსოვრონ რომელია მათი სხეულის მარცხენა და მარჯვენა მხარეები. სხეულის სქემის ჩამოყალიბება დაბადებიდანვე იწყება. გარკვეულ ასაკში ყალიბდება გარემომცველ სივრცეში ორიენტირების უნარიც. ამიტომ ბავშვებს, რომლებსაც აღარ უჭირთ საკუთარ სხეულში გარკვევა, შესაძლებელია მოუვიდეთ შეცდომა სხვა ადამიანის სხეულის მარცხენა და მარჯვენა მხარეში გარკვევისას.

**დავალება: სტუდენტს ვთავაზობთ მცირე კვლევის ჩატარებას. დადებით ცდის პირის წინ, სახით მისკენ, მიეცით თანმიმდევრულად დავალებები, დაუსვით კითხვები და დააკვირდით რეაქციას: 1. ასწიე შენი მარჯვენა ხელი, 2. მიიტანე ცხვირთან შენი მარცხენა ხელი, 3. რომელია ჩემი მარცხენა ხელი?, 4. რომელი ხელი (მარჯვენა თუ მარცხენა) მაქვს აწეული?, 5. მიეცით დავალება: გაიმეოროს თქვენი მოძრაობები ზუსტად, მაგალითად მივაქვთ მარჯვენა ხელი მარცხენა ყურთან, იდებთ მარცხენა ხელს მარჯვენა ლოყაზე, მარცხენა ფეხს გადაიდებთ მარჯვენაზე და პირიქით. შეცდომა ყოველ ჯერზე გაუსწორეთ და კვლავ გაიმეორეთ მსგავსი მოქმედებები. ერთი სახის მოქმედების სწორად გაიმეორების შემდეგ, გადადით სხვა მოქმედებაზე. დათვალეთ თითოეული მოქმედების გამეორების დროს შეცდომების რაოდენობა. დააკვირდით, რამდენი შეცდომის შესწორებაა საჭირო, რომ ცდის პირმა სწორად გაიმეოროს ყოველი კონკრეტული მოქმედება. მსგავსი დავალებები და კითხვები გამოცდის, რამდენად სწორად აქვს წარმოდგენილი ცდის პირს საკუთარი და სხვისი სხეულის სქემა. ჩაატარეთ კვლევა სხვადასხვა ასაკის ცდის პირებში.**



სურ. 7

არსებობს სხეულის სქემის სრულყოფილების შესამოწმებელი უფრო რთული ტესტებიც. მაგალითად, (სურ. 7), ქალღმერთი ნატავენ კაცუნას, ყირაზე (მარცხ-

ნივ), ფეხზე, სახით თქვენსკენ (შუა სურათი), და ზურგით (მარჯვენის) მდგარს. ცდის პირს ეკითხებიან, ფეხზე მდგარი კაცუნა რომ ყირაზე დადგეს (ან შებრუნდეს) ასეთი იქნება? წრე და კვადრატი იმისათვის არის საჭირო, რომ ცდის პირმა ზუსტად გაარკვიოს სად არის კაცუნას მარცხენა და მარჯვენა მხარე.

სურათზე კიდურა სურათები სწორად ასახავს სიტუაციას. შესაძლებელია, კიდურა სურათების სხვანაირად წარმოდგენა, მაგალითად, წრეს და კვადრატს გავაცვლევინოთ ადგილი, ყირაზე მდგარი კაცუნა შევატრიალოთ ჩვენსკენ ზურგით და სხვა. ეს ტესტები სივრცეში ორიენტაციის ტესტების ნაკრებში შედის.

## ეპოზიუმი

ემოციების წარმოშობაზე ძირითადად პასუხისმგებელია ლიმბური სისტემა. მას უწოდებენ ადამიანის თავის ტვინის „პრიმიტიულ“ ნაწილს. ტერმინი „პრიმიტიული“ ბიოლოგიური თვალსაზრისით ნიშნავს, რომ სტრუქტურამ ან პროცესმა ევოლუციის შედეგად მიაღწია გარკვეული განვითარების დონეს, მაგრამ შემდგომი მნიშვნელოვანი ევოლუციური ცვლილებები აღარ განუცდია. ლიმბური სისტემა გვხვდება როგორც ძუძუმწოვრების, ასევე სხვა ხერხემლიანი ცხოველების თავის ტვინში. ძუძუმწოვრებში ის თითქმის იმ სახით და იმ ძირეული ფუნქციებითაა წარმოდგენილი, რაც მას გააჩნია, მაგალითად, ქვეწარმავლების დონეზე. ამგვარად, ძუძუმწოვრების (მათ შორის ადამიანის) ლიმბური სისტემა პრიმიტიულია, რამდენადაც ევოლუციური ქრონოლოგიით ქვეწარმავლები უფრო ადრეული წარმოშობის არიან, ვიდრე ძუძუმწოვრები. ადამიანი, როგორც ძუძუმწოვრებს შორის ევოლუციურად ერთ-ერთი ყველაზე გვიანდელი ქმნილება, სხვა ძუძუმწოვრების გათვალისწინებითაც (ქვეწარმავლებზე რომ არაფერი ვთქვათ) პრიმიტიული ლიმბური სისტემის პატრონია. ლიმბური სისტემის პრიმიტიულობა ადვილი გასაგებია, რადგან ის განაპირობებს ისეთ რეაქციებს, როგორიცაა შიში, აგრესია და სხვა, ორგანიზმის გარემოში გადარჩენასთან დაკავშირებული რეაქციები, რომლებიც საბაზისოა გადარჩენისა და რეპროდუქციული წარმატებისათვის.

დასაწყისისათვის განვიხილოთ კლასიკური რეაქციები, რომლებიც ემოციასთან პირდაპირ კავშირშია.

აუტონომიური ნერვული სისტემის მიერ ხორციელდება რეაქცია „**იბრძოლე ან გაიქეცი**“ (ინგლისურიდან: „Fight or flight“). ასე ხატოვნად ეწოდება ორგანიზმის რეაქციას სტრესის გამოწვევ – **სტრესოგენურ** გამლიზიანებებზე.

სტრესოგენური გამლიზიანებელი იწვევს ორგანიზმის სწრაფ პასუხს, რომელიც მიმართულია **სტრესის** დასაძლევად.

„იბრძოლე ან გაიქეცი“ ვითარდება ხოლმე ძლიერი ემოციური დაძაბულობის შემთხვევებში. რეაქციის მნიშვნელობა ის არის, რომ ორგანიზმს მისცეს საშუალება სათანადოდ უპასუხოს სტრესოგენურ სიტუაციას.

ასეთ შემთხვევებში ძირითადი აქცენტი კეთდება თავის ტვინის და ჩონჩხის კუნთების მოქმედებაზე: „იბრძოლე ან გაიქეცი“ ახდენს თავის ტვინის მობილიზაციას (სიტუაციის სწრაფად გაანალიზების, გადაწყვეტილების სწრაფად მიღების და შესაბამისი რეაქციის სწრაფად აღმოცენების მიზნით) და ჩონჩხის კუნთების შრომისუნარიანობის ამაღლებას (ბრძოლასაც და გაქცევასაც სჭირდება კუნთების აქტიური ამოქმედება).

„იბრძოლე ან გაიქეცი“ რეაქცია რეგულირდება ძირითადად სიმპათიკური ნერვული სისტემის და ენდოკრინული ჯირკვლების საშუალებით. სიმპათიკური ნერვები აინერვირებს თირკმელზედა ჯირკვალს. ეს ეფექტორი ძლიერ აქტივ-

დება სტრესის პირობებში და იწყებს დიდი რაოდენობით ეპინეფრინის გამოყოფას. ამ საქმეს ჰიპოთალამურ-ჰიპოფიზიკური ლერძიც აკონტროლებს. იმავდროულად, თავად სიმპათიკური ნერვები, რომლებიც აინერვირებენ ვისცერალურ ორგანოებს, მაგალითად გულს, გამოყოფენ ეპინეფრინის მსგავს ნორეპინეფრინს, რომელიც ეპინეფრინის მსგავსი მოქმედებითაა ცნობილი.

ეპინეფრინის და ნორეპინეფრინის ზეგავლენით ძლიერდება და ხშირდება გულის შეკუმშვა, რაც აძლიერებს სისხლის მიმოქცევას. სისხლძარღვებით მეტი სისხლი მიეწოდება თავის ტვინს და ჩონჩხის კუნთებს. ხშირდება სუნთქვა და აგრეთვე, სისხლში ღვიძლიდან გლუკოზის გადატანა. ამგვარად თავის ტვინი და ჩონჩხის კუნთები ინტენსიურად მარაგდება ჟანგბადით და საკვებით, რაც უზრუნველყოფს მათ მაღალ შრომისუნარიანობას.



სურ. 1

გარდა ამისა, ეპინეფრინი და ნორეპინეფრინი იწვევენ გუგების გაფართოებას და თმის აშლას (ყალყზე დადგომას), რაც განსაკუთრებით გამოსატულია ძლიერი შიშის განცდის პირობებში (სურ. 1). ორივე რეაქცია, ერთი მხრივ, ოპონენტის (შიშის გამომწვევი ფაქტორის) წინააღმდეგაა მიმართული. აშლილი თმა სხეულის ზომაში მატების ილუზიას ქმნის. მეორე მხრივ, ძუძუმწოვრებში აშლილი ბალანი უნარჩუნებს სხეულს სითბოს, რომლის დაკარგვა მეტად არასასრუველია, განსაკუთრებით სტრესულ სიტუაციაში. ვისაც თმის აშლა განუცდია ძლიერი შიშის დროს, ალბათ არასოდეს დაავიწყდება. განცდილი ემოციის გამოსახატავად ამბობენ ხოლმე: „თმები ყალყზე დამიდგა“, „დამბურძგლა“, „ჟრუანტელმა დამიარა“. ბოლო ორი შეფასება სავარაუდოდ დაკავშირებულია კანში არსებული თმის მამოძრავებელი კუნთების შეკუმშვასთან. ადამიანებს იმდენი თმოვანი საფარველი სად გვაქვს, რომ მისი აშლა რამედ ღირდეს, მაგრამ რეაქცია პრიმიტიულია, მსგავსია ძუძუმწოვრებში და ასეთი რეფლექსების არსებობა ადამიანში, ჩვენი ცხოველური წინაპრებისაგან ევოლუციის ერთ-ერთი საინტერესო მაგალითია.

რეაქცია „იბრძოლე ან გაიქეცი“ ვითარდება მაშინაც, როდესაც ორგანიზმი არ განიცდის ძლიერ ემოციას, მაგრამ ფიზიკურად გადატვირთულია, მაგალითად ინტენსიური ვარჯიშის, მძიმე ფიზიკური სამუშაოს შესრულების დროს. ამ სიტუაციაში სტესოგენური ფაქტორია ფიზიკური დაძაბულობა.

აუტონომიური ნერვები შერეულ ნერვებს წარმოადგენენ. მაგალითად, ეგრეთწოდებული ცდომილი ნერვი, რომელიც მთავრდება არა ერთ კონკრეტულ, არამედ რამდენიმე შინაგან ორგანოში, შეიცავს უფრო მეტ აფერენტულ, ვიდრე ეფერენტულ აქსონებს. ლოგიკურად ეს ასეც უნდა იყოს. აუტონომიური ნერვუ-

ლი სისტემა ემსახურება ორგანიზმის მყისიერ ჰომეოსტაზურ რეაგირებას და ამიტომ აუტონომური ნერვები უშუალოდ უნდა იღებდნენ ინფორმაციას რეცეპტორებიდან.

## გლუკოკორტიკოიდული ჰორმონები სტრესის პირობებში

გლუკოკორტიკოიდები ადრენალური ჯირკვლიდან გამოიყოფა. ამ ჰორმონების, მაგალითად კორტიზოლის გამოყოფას, არეგულირებს ჰიპოთალამუსი და ჰიპოფიზი. ჰიპოთალამუსიდან გამოიყოფა მასტიმულირებელი ტროპული ჰორმონი, რომელიც იწვევს ჰიპოფიზიდან ადრენოკორტიკოტროპული ჰორმონის (ACTH) გამოყოფას. ეს უკანასკნელი ააქტივებს ადრენალური ჯირკვლიდან კორტიზოლის გამოყოფას.



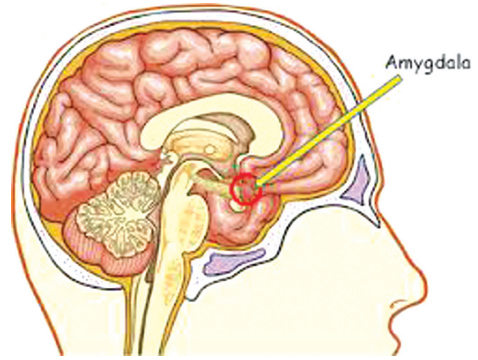
კორტიზოლი დიდი რაოდენობით გამოიყოფა შიშის, ტკივილის, დამწვრობის, ინფიცირების, ძლიერი ფიზიკური დატვირთვის საპასუხოდ.

**დავალეზა: სტუდენტს ვთავაზობთ მოიფიქროს, რა დანიშნულება აქვს კორტიზოლის გამოყოფას დამწვრობის ან ინფიცირების დროს. ამისათვის შესაძლებელია საიტების მოძიება სიტყვით: cortisol, body defence**

ემოცია წარმოიქმნება რათა შევძლოთ სწრაფად ვუპასუხოთ მოვლენებს, რომლებიც ჩვენთვის მნიშვნელოვანია (Экман П., 2013). ემოციური რეაქცია შედგება სამი კომპონენტისაგან: ქცევითი, აუტონომური და ჰორმონული. ქცევითი კომპონენტი გულისხმობს მოქმედებებს, რომლებიც მოცემული ემოციისა და სიტუაციის ადეკვატურია. მაგალითად, საშიშროების დროს ადამიანი გაურბის ან შეებრძოლება საშიშროების გამომწვევს. ამ დროს მან შეიძლება იყვიროს, იტიროს, დაწვდეს ქვას, ჯოხს თუ იარაღს, გაიქცეს და სხვა. აუტონომური კომპონენტი ხელს უწყობს ამ მოქმედებებისათვის აუცილებელი ენერჯის გამონათვისუფლებას. მაგალითად, სიმპათიკური ნერვული სისტემის ზეგავლენით მეტი სისხლი (მეტი ჟანგბადი და საკვები) მიეწოდება თავის ტვინს და ჩონჩხის

კუნთებს, რომლებიც ჩართულია ქცევაში. ჰორმონული კომპონენტი აძლიერებს აუტონომიურ ეფექტს. მაგალითად, ეპინეფრინი ხელს უწყობს კუნთებში ენერჯის წყაროს – გლუკოზის კონცენტრაციის ზრდას.

**ამიგდალა** (სურ. 2 – Amygdala) ლიმბური სისტემის წყვილი სტრუქტურაა და განლაგებულია ორივე ჰემისფეროს საფეთქლის წილში. ამიგდალას ნეირონები აქტივდება ისეთი სტიმულების საპასუხოდ, რომლებიც სიცოცხლისათვის მნიშვნელოვანია და უკავშირდება ტკივილს, კვებას, გამრავლებას. ამიგდალა არ არის ერთგვაროვანი სტრუქტურა და ფუნქციურად განსხვავებული ბირთვებისაგან შედგება. ამათგან განსაკუთრებით საინტერესოა **ლატერალური, ბაზალური და ცენტრალური ბირთვები**.



სურ. 2

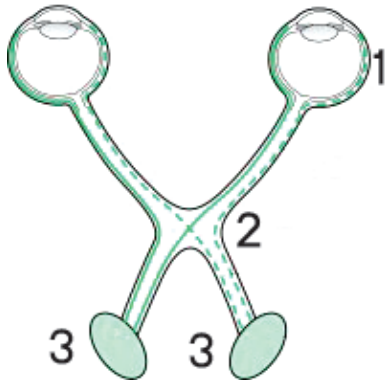
ლატერალური ბირთვი ფუნქციურ კავშირშია ახალი ქერქის ყველა უბანთან და თავის მხრივ უკავშირდება ბაზალურ ბირთვს. ლატერალური და ბაზალური ბირთვი ერთი მხრივ უკავშირდებიან თავის ტვინის პრეფრონტალურ უბანს, მეორე მხრივ კი ცენტრალურ ბირთვს.

ცენტრალური ბირთვის ნეირონები დაკავშირებულია ჰიპოთალამუსთან, ხიდთან, მოგრძო ტვინთან, ანუ ტვინის იმ ნაწილებთან, რომლებიც უშუალოდაა ჩართული ემოციის აუტონომური და ჰორმონული კომპონენტების გამოვლენაში. ცენტრალური ბირთვი ძირითადად მონაწილეობს **ავერსიულ სტიმულზე** (ნეგატიურ, უარყოფით სტიმულზე) საპასუხო ემოციის განვითარებაში. საცდელი ცხოველები, რომლებსაც დაზიანებული აქვთ ცენტრალური ბირთვი, აღარ გამოხატავენ შიშს, გაცილებით თვინიერი ხდებიან. სტუდენტისთვის ალბათ განსაკუთრებით საინტერესოა, რომ ასეთ ცხოველებს იშვიათად უჩნდებათ სტრესთან დაკავშირებული კუჭის წყლული და სხვა ფსიქო-სომატური დაავადებები (LeDoux J. E. 1992., Coover G.D., et al., 1992., Davis M. 1992). ასეთი ცხოველები არ ამჟღავნებენ შიშს გველის დანახვაზე (Amaral D. G. 2003).

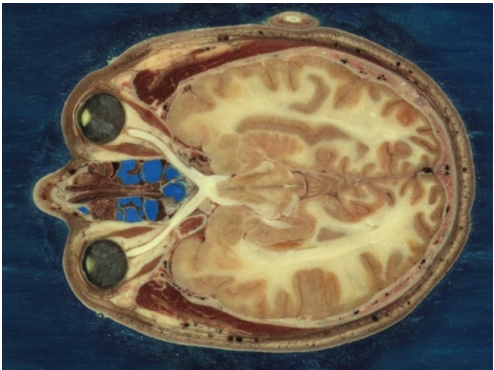
ამ ფაქტებთან დაკავშირებით საინტერესოა ჯონ დაუნერის (John Downer) კლასიკური ექსპერიმენტი (ციტ. Purves D. et al., 2001).

ექსპერიმენტის აღწერისთვის საჭიროა გავარკვიოთ მხედველობის გზის აგებულების ერთი თავისებურება (სურ. 3). ოპტიკურ ქიაზმაში (2) გადის თვალებიდან (1) თავის ტვინში (3) მიმავალი მხედველობითი აფერენტული გზები. კომპიუტერული ტომოგრაფიის საშუალებით გაკეთებულ ფოტოზე (სურ. 4), ჩანს თვალები, მათგან გამომავალი მხედველობის ნერვი, ოპტიკური ქიაზმა და თავის ტვინი. სურათზე მოცემულია ტვინის ტრანსვერსული ჭრილი, ხედი ზე-

მოდან. ქიაზმაში თითოეული თვალიდან გამავალი მხედველობითი (ოპტიკური) გზა ჯვარედინდება: მაგალითად (სურ. 3) მარჯვენა თვალიდან მხედველობის ნერვის აქსონების ნაწილი (წყვეტილი ხაზი) შედის თავის ტვინში და წარმოქმნის მხედველობით ტრაქტს (optic tract), რომელიც საბოლოოდ მთავრდება იმავე მხრის – **იფსილატერალურ** ჰემისფეროში. აქსონების მეორე ნაწილი (უწყვეტი ხაზი) შედის თავის ტვინში და წარმოქმნის მხედველობით ტრაქტს, რომელიც საბოლოოდ მთავრდება საწინააღმდეგო მხარეს – **კონტრალატერალურ**, მარცხენა ჰემისფეროში. ასეთივე მიმართულება აქვს მარცხენა თვალიდან ტვინში მიმავალ აქსონებს. ქიაზმის გადაკვეთის შემდეგ თითოეული თვალი უკავშირდება მხოლოდ იფსილატერალურ ჰემისფეროს.



სურ. 3



სურ. 4

დაუნერმა გადაუკვეთა საცდელ მაიმუნს ოპტიკური ქიაზმა (მაშასადამე დააზიანა კონტრალატერალურ ჰემისფეროში მიმავალი გზები და დატოვა იფსილატერალური) და დაუზიანა მარცხენა ჰემისფეროს ამიგდალა. მარჯვენა ჰემისფეროს ამიგდალა უვნებელი დატოვა. დაუნერმა გადაუკვეთა მაიმუნს, აგრეთვე, კორძიანი სხეული. მაიმუნს დაუხურეს მარცხენა თვალი, რომელიც, ქიაზმის გადაკვეთის გამო, უკავშირდებოდა მხოლოდ ამიგდალა დაზიანებულ მარხენა ჰემისფეროს. ამ პირობებში, მაიმუნს უვითარდებოდა შიშის რეაქცია გალიასთან ადამიანების მიახლოების საპასუხოდ. მაიმუნი მათ ხედავდა მარჯვენა თვალით, საიდანაც ინფორმაცია მიერმართებოდა მარჯვენა ჰემისფეროში და აღწევდა უვნებელ ამიგდალას, რომელიც ავითარებდა სათანადო რეაქციას. მაგრამ როდესაც მაიმუნს დაუხურეს მარჯვენა თვალი, მან აღარ გამოავლინა შიში ადამიანების მიახლოების საპასუხოდ. ამ შემთხვევაში მაიმუნი ადამიანებს ხედავდა მარცხენა თვალით, საიდანაც ინფორმაცია მიერმართებოდა მარცხენა ჰემისფეროში. ამ ჰემისფეროს დაზიანებული ქონდა ამიგდალა და შესაბამისად, მაიმუნი ვერ ავითარებდა სათანადო რეაქციას. ეს ექსპერიმენტი ორიგინალურია და მეთოდის მხრივ მეტად ფასეული. როდესაც შეისწავლება ტვინის რომელი-

მე სტრუქტურის როლი და ამისათვის გამოიყენება ამ სტრუქტურის დაზიანების მეთოდი, აუცილებელია საკონტროლო ცდების ჩატარება, კერძოდ დაკვირვება უნდა წარმოებდეს როგორც სტრუქტურა დაზიანებულ, ისე საკონტროლო ცხოველებზე შენარჩუნებული სტრუქტურით. დაუნერის ცდის ორიგინალურობა ის არის, რომ მისი საცდელი ცხოველები პრაქტიკულად წარმოადგენდნენ საკუთარი თავის კონტროლსაც, რადგან ერთსა და იმავე ცხოველში, ქიაზმის და კორძიანი სხეულის გადაკვეთის წყალობით, შესაძლებელი იყო მხედველობითი ინფორმაციის მიწოდება როგორც სტრუქტურა დაზიანებულ, ისე უვნებელი ამიგდალას მქონე ჰემისფეროში.

### **დავალბა: სტუდენტს ვთავაზობთ განმარტოს, რატომ გადაუკვეთა დაუნერმა მაიმუნს კორძიანი სხეული, რა მოხდებოდა, ეს სტრუქტურა რომ უვნებელი დაეტოვებინათ?**

გარკვეულ სიტუაციაში სათანადო ემოციური პასუხის განვითარება დასწავლას ექვემდებარება. თუ რაიმე სტიმული, მაგალითად ბგერა, წინ უძღვის ელექტრომოკს (საცდელ ცხოველზე მცირე სიმძლავრის, მაგრამ უსიამო შეგრძნების გამომწვევი დენით ზემოქმედებას), ცხოველს ადვილად უძმუშავდება ნეგატიური ემოციური რეაქცია ბგერაზე. ეს მეტად მნიშვნელოვანი უნარია, რადგან საშუალებას აძლევს ცოცხალ არსებას აიცილოს თავიდან ავერსიული ფაქტორი (ამ შემთხვევაში ელექტრომოკი). მაგრამ თუ დასწავლის შემდეგ ბგერა რამდენჯერმე მეორდება, მაგრამ აღარ ახლავს ელექტრომოკი, ემოციური რეაქცია წყდება. ესეც მეტად მნიშვნელოვანია, რადგან ნებისმიერი რეაქცია „ძვირი ჯდება“ – ენერჯის და დროის დანახარჯს უკავშირება. ემოციური პასუხის განვითარებას და შეწყვეტას სათანადო სიტუაციებში არეგულირებს პრეფრონტალური ქერქი, რომელთანაც მჭიდრო კავშირი აქვს ამიგდალას ბირთვებს (Sotres-Bayon F., and Quirk G. J., 2010., Amano T., Unal C. T., Pare, D., 2010)

ამიგდალა ადამიანშიც შიშის რეაქციის განმავითარებლის როლს ასრულებს. ამიგდალაზეა დამოკიდებული აგრეთვე, საშიში სტიმულის და სიტუაციის დამახსოვრება. სხვადასხვა სახის შიშები სოციალურადაც ვითარდება და არ საჭიროებს უშუალო დასწავლას. მაგალითად, ლაბორატორიაში გაზრდილ მაკაკებს არ აქვთ შიშის რეაქცია გველის დანახვაზე, მაგრამ თუ ისინი დაინახავენ, როგორ პასუხობენ გველის გამოჩენას სხვა მაკაკები (გველთან ურთიერთობის გამოცდილების მქონე), გველის მეორედ გამოჩენაზე ისინიც პანიკური შიშის ემოციას ავითარებენ (Cook M., and Mineka S., 1990). როდესაც ადამიანი ამბობს, რომ არასოდეს შეჭამს რალაც საკვებს, რადგან ეზიზღება, საფიქრალია, რომ ზიზღი გაჩნდა სხვებისაგან მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე. ეს ინფორმაცია შესაძლებელია იყოს ვერბალური (მას მოუყვანენ, ან მისი თანდასწრებით საუბრობდნენ თუ არა უგემური, საზიზღარია ეს საკვები, ან როგორ არაჰიგი-

ენურად მზადდება), ან საქმე გვექონდეს სხვის ქცევაზე დაკვირვებასთან, როდესაც ვიღაც ავლენს უარყოფით ემოციას ამ საკვების მიღების, ხსენების ან დანახვისას. ბავშვს თუ ძაღლმა უკბინა, მას გაუჩნდება ძაღლის შიში, მაგრამ ეს შიში ბავშვს შესაძლებელია მოშობელმა ჩაუხერგოს. შიში ჩამოყალიბდება იმ შემთხვევაშიც, თუ ბავშვი დაინახავს, რომ ძაღლმა ვიღაცას უკბინა და დაზარალებულმა გამოხატა ტკივილი ან შიში.

ადამიანები განსხვავდებიან იმით, თუ რა იწვევს მათში ამა თუ იმ ემოციას, ანუ რა არის მათთვის ემოციის ტრიგერი (გამომწვევი). არსებობს ყველასათვის უნივერსალური ტრიგერები, არსებობს ინდივიდუალურიც. მაგალითად, ყველას გვიჩნდება შიშის გრძნობა სროლის ხმაზე (მიუხედავად მათთვის ეს საერთო განცდაა), მაგრამ ვიღაცას ეშინია თაგვის, სხვას კი არა, ზოგი სიამოვნებით მიირთმევს ლოკოკინებს, სხვისთვის კი ლოკოკინას შეჭმაზე ფიქრიც ზიზღის ტრიგერია.

სოციალური ზეგავლენა მნიშვნელოვან განწყობას უქმნის ადამიანს. ადამიანები, ვისაც გაუხინჯავს ებრაული ტრადიციული საკვები „მაცა“ (რომელიც ცხვება ებრაელი ხალხის ეგვიპტიდან გამოსვლის აღსანიშნავად), ამბობენ, რომ ის ძალიან გემრიელია. მაგრამ ზოგიერთს, სამწუხაროდ დღესაც, მაცას ვერ გაასინჯებ, რადგან ისინი დარწმუნებული არიან, რომ მაცა ქრისტიანების სისხლიდან მზადდება და იმთავითვე ზიზღით და შიშით არიან განწყობილი. ეს მაგალითი გვიჩვენებს, როგორ შეიძლება წარმოიშვეს ემოცია არაპირდაპირი გზით, არა საკუთარი გამოცდილების ნიადაგზე, არამედ სხვისი მონაყოლით. თუ გავითვალისწინებთ, რომ მაცის შესახებ ჭორი მრავალსაუკუნოვანია ([http://en.wikipedia.org/wiki/Blood\\_libel](http://en.wikipedia.org/wiki/Blood_libel)), მითუმეტეს მნიშვნელოვნად მოჩანს სოციალური ფაქტორის ზეგავლენა ადამიანის ემოციაზე.

მრავალსაუკუნოვანი გამოცდილება ადამიანს ასწავლის რა და ვინ უნდა უყვარდეს, რისი და ვისი ეშინოდეს. ხშირად ეს გამოცდილება ანდაზებად იქცევა და ასე მიეწოდება საზოგადოებას, მაგ. ქართული ანდაზა – „გეშინოდეს იმისა, ვისაც შენი ეშინია“. ხშირად ასეთი სახის შეგონებები მეტაფორული (მაგალითად Timeo Danaos et dona ferentes – „მეშინია დანაელების თუნდაც საჩუქარი მოქონდეთ“) ხასიათისაც არის.

ემოციების უნივერსალური ტრიგერები ევოლუციის პროცესშია ჩამოყალიბებული და ისინი უკავშირდება ადამიანისათვის საფრთხის ან სიკეთის შემცველ საბაზისო ობიექტებს და მოვლენებს. ემოციების წარმოშობა ეკისრება თავის ტვინის ლიმბურ სისტემას, მაგრამ ემოციები მუდმივ კონტროლს განიცდის თავის ტვინის პრეფრონტალური წილის მხრიდან. ემოციის განვითარება უკავშირდება გარემო ინფორმაციის აღქმასა და ანალიზს და შესაბამისად, ამ პროცესებზე პასუხისმგებელ ტვინის უბნებს. მარტივად ეს ასე შეიძლება წარმოვიდგინოთ: ადამიანი ხედავს რაღაც ობიექტს, მაგალითად მისკენ დიდი სისწრაფით მომავალ ძაღლს. მხედველობითი სისტემა აფიქსირებს და ამოიცნობს

ამ ობიექტს და ტვინი სწრაფად განსაზღვრავს მის რაობას. რაობის განსაზღვრაში იგულისხმება: რა არის, რა ვიცი მის შესახებ, სახიფათოა თუ არა ჩემთვის. მაგალითად: ეს ძაღლია, ეს ჩემი ძაღლია, ის მე არ მერჩის. შუბლის წილი, რომელიც ინფორმაციის დამუშავების საბოლოო ეტაპზე ერთვება, განსაზღვრავს სათანადო რეაქციას, ემოციური ცენტრები შესაბამის ემოციას განავითარებენ: მოყვანილ მაგალითში სავარაუდოა, რომ ადამიანს საკუთარი ძაღლის დანახვაზე წარმოექმნება დადებითი ემოცია.

თუ ძაღლი უცხოა, შესაძლებელია გაჩნდეს შიშის ემოცია. ის თავდაცვით მნიშვნელობას ატარებს. თუ როგორ უპასუხებს ადამიანი ამ ემოციას, უფრო ზუსტად, რა რეაქციას გამოიწვევს შიში, ბევრ რამეზეა დამოკიდებული. შიში ჩვეულებრივ იწვევს თავდაცვითი რეაქციის – „იბრძოლე ან გაიქეცი“ განვითარებას. მაგრამ რა გამოსავალი ექნება ამ რეაქციას, გაქცევა თუ თავდასხმა (მაგალითად, ძაღლის მოსაგერიებლად ქვის თუ ჯოხის მოღერება, დაყვირება, ან გაქცევა, ხეზე ასვლა), დამოკიდებულია ადამიანის პიროვნულ თვისებებზე და გამოცდილებაზე. მოყვანილ მაგალითში (უცხო ძაღლის შესახებ) გამოცდილება ალბათ უკავშირდება გადმოცემით ცოდნას ძაღლის ქცევის შესახებ ან უცხო ძაღლთან ურთიერთობის პირად გამოცდილებას. პიროვნულ თვისებებში იგულისხმება ადამიანის მიდრეკილება ამა თუ იმ სახის ემოციის წარმოშობისადმი. ერთი და იგივე მოვლენა სხვადასხვა პიროვნებაში განსხვავებული სიძლიერის ან საერთოდ განსხვავებულ ემოციასაც კი შეიძლება იწვევდეს იმის მიუხედავად, თუ როგორია ამ პიროვნების ცოდნა. ამ შემთხვევაში სოციალური დასწავლა, გამოცდილება ვერ ერევა პიროვნულ დამოკიდებულებას, განწყობას.

მაგალითად, გველის შიში, რომელიც, ფსიქოლოგების აზრით (იხ. მაგ: Ohman A., 2009), ევოლუციურად ჩამოყალიბებული თავდაცვითი რეაქციაა ადამიანისათვის რეალური საფრთხის შემცველი ცხოველის მიმართ, შესაძლებელია გადაიზარდოს ირაციონალურ (გაუმართლებელ, გადაჭარბებულ) შიშში და პანიკაში ერთ ადამიანში და ძალიან სუსტად იყოს გამოხატული სხვა პიროვნებაში.

ზემოთ მოყვანილი მაგალითი მაცას შესახებ ბევრს გვეუბნება ადამიანის ემოციებზე და შეფასებებზე უცოდინრობის ზეგავლენის შესახებ. **ქსენოფობია** (უცხოს შიში) უცოდინრობიდანაც მომდინარეობს. ცხოველს ეშინია უცხო ცხოველების, რომლებიც მის ჯოგს, მის პრაიდს, ხროვას თუ გუნდს არ ეკუთვნიან და მისთვის ნაცნობი არ არის. ადამიანის დამოკიდებულება უცხოს მიმართ საფუძველში ასეთივეა: რასაც არ ვიცნობთ, ჩვენში შიშს, უნდობლობას იწვევს. შორს რომ არ წავიდეთ, გავიხსენოთ როგორ ვიქცევით, როდესაც რაღაც უცხო საკვებს გვთავაზობენ. გვიჩნდება სურვილი კარგად შევიგრძნოთ მისი სუნის, ხელითაც შევეხოთ და ბოლოს, გემო ძალიან ფრთხილად გავუსინჯოთ. შესაძლებელია საერთოდ უარი ვთქვათ ჭამაზე. ეტიკეტიდან გამომდინარე ათას მიზეზსაც მოვიფიქრებთ, მაგრამ საფუძველში უცნობის შიშია ჩაღებული. ცხადია

უფრო ძლიერია უნდობლობა ცოცხალი არსების მიმართ. საკვები, თუ არ შეჭამ, არაფერს დაგიშავებს (აქ ყველაფერი შენს ნებაზეა დამოკიდებული), მაგრამ ცოცხალი არსება პოტენციური დამშავებელია გინდა თუ არა ეს შენ. ქსენოფობია ძლიერდება, თუ ადამიანს წინასწარ განწყობა აქვს შექმნილი: განწყობა რომელიმე ერის მიმართ, ადამიანთა ჯგუფის მიმართ, გარკვეული მოვლენის მიმართ და სხვ. ქსენოფობია უცოდინრობის შედეგია, უცოდინარი კი ადვილად ექცევა სხვების ზეგავლენის ქვეშ. ამ თვალსაზრისით ქსენოფობია დიდწილად სოციალური დასწავლის შედეგაცაა. **მოდელირებით დასწავლის** დროს ცოცხალი არსება აკვირდება სხვების ქცევას და გადაიღებს მას. მაგალითად, აგრესიული ქცევის ე.წ. სოციალური დასწავლის კონცეფციის თანახმად ადამიანი აგრესიულ ქცევას ეუფლება იმიტომ, რომ სხვებზე დაკვირვების შედეგად საკუთარი ქცევის მოდელირებას ახდენს (Bandura A., 1997). ზემოთ მოყვანილ მაგალითში, გველის დანახვაზე მაკაკების რეაქცია გვიჩვენებს სოციალური დასწავლის როლს ემოციის განვითარებაში. ამავდროულად, ქართველი მეცნიერების მონაცემით (Kaishauri N., Makashvili M., 2013), გველის მიმართ ადამიანის შიშის დონე კორელაციაშია გველის შესახებ ცოდნის დონესთან, კერძოდ რაც უფრო დიდია ამ მხრივ უცოდინრობა, უფრო ძლიერია შიში, თუმცა აღნიშნულ ექსპერიმენტში სტატისტიკური კორელაცია ამ ორ ფენომენს შორის სუსტადაა გამოხატული.

ძალადობრივი ფილმების და სხვა სატელევიზიო გადაცემების ყურება ზრდის აგრესიულობის დონეს მაყურებელში და ამცირებს ადამიანებში ალტრუისტული ქცევის გამოვლინებას ისეთ სიტუაციებში, სადაც ვინმეს დახმარება ესაჭიროება (Bushman B.J. and Anderson C.A., 2008, Huesmann L.R., et al., 2003). მსგავსი ეფექტით ხასიათდება ძალადობრივი კომპიუტერული თამაშით გართობა (იხ. მაგ. Makashvili M. et al., 2014).

აგრესიული ქცევა შესაძლებელია ჩამოყალიბდეს აგრეთვე პირადი გამოცდილების საფუძველზე. როდესაც ცოცხალი ორგანიზმი ხვდება წინააღმდეგობას და აღმოაჩენს, რომ აგრესიული ქცევით ეს წინააღმდეგობა გადაილახება, აგრესიული რეაქცია მტკიცდება და შემდეგში, ახალ წინააღმდეგობრივ სიტუაციაში მისი წარმოშობა მეტად მოსალოდნელია (ЖКМАН II., 2013).

საინტერესოა როგორ ცვლის ადამიანის ემოციურ განწყობას არაცნობიერი ინფორმაცია. თუ ცდის პირებს ძალიან სწრაფად მივაწვდით მხედველობით ინფორმაციას, მაგალითად რაღაც გამოსახულებებს, რომლებიც ეკრანზე მაქსიმუმ 100-120 მილიეკუნდის განმავლობაში გამოჩნდება, ამ ინფორმაციას ადამიანები გაუცნობიერებლად აღიქვამენ. ამის შემდეგ ცდის პირებს უჩვენებენ სხვა გამოსახულებას, რომელიც ეკრანზე ხანგრძლივად გამოჩნდება და შესაბამისად ცნობიერად აღიქმება. არსებობს კავშირი არაცნობიერი ინფორმაციის ემოციურ შეფერილობასა და ცნობიერად აღქმული ინფორმაციის ემოციურ შეფასებას შორის. თუ მაგალითად, არაცნობიერად აღიქმება ნეგატიური ემოციური შეფე-

რილობის მქონე ინფორმაცია, ეს იწვევს ცნობიერად აღქმული ინფორმაციის ემოციურ შეფასებაში გადახრას ნეგატიურისკენ. ამგვარ ზეგავლენას **პრაიმინგს** უწოდებენ. პრაიმინგის ფენომენი კარგად არის შესწავლილი სახის ემოციის შეფასების მაგალითზე. ამ საკითხზე უამრავი სამეცნიერო სტატიაა გამოქვეყნებული, მათი მოძიება შესაძლებელია გასაღები სიტყვით: priming facial expression.

აგრესიაზე პასუხისმგებელია ამიგდალა და ჰიპოთალამუსი. დიდი მნიშვნელობა აქვს აგრესიული ქცევის ჰორმონულ კომპონენტს, კერძოდ ჰორმონ **სეროტონინის** რაოდენობას თავის ტვინში. სეროტონინის ნაკლებობა იწვევს აგრესიულ ქცევას. ამ საკითხის შესახებ არსებობს მრავალი ნაშრომი, მაგრამ ერთს (Howell S., et al., 2007) აღწერთ დაწვრილებით, რადგან განსაკუთრებით საინტერესოდ გვეჩვენება ფსიქოლოგი სტუდენტისათვის კვლევის მეთოდის თვალსაზრისით.

ავტორები ეყრდნობოდნენ ნეიროტრანსმიტერის სინაპსური ნაპრალიდან სინაპსში შეწოვის შესახებ ცოდნას. როდესაც სეროტონინი სინაპსური ნაპრალიდან სინაპსში შეიწოვება, სინაპსურ ნაპრალში სეროტონინის ნარჩენი მოლეკულები გარდაიქმნება ნივთიერებად, ე.წ. 5-HAA. ეს ნივთიერება გადადის თავზურგტვინის სითხეში. ავტორები ზომავდნენ 5-HAA-ის რაოდენობას მაიმუნების თავზურგტვინის სითხეში. ლოგიკურია, რომ რაც უფრო მეტია 5-HAA თავზურგტვინის სითხეში, მით მაღალია სეროტონინის რაოდენობა თავის ტვინში.

ამ ცოდნის საფუძველზე დაიგეგმა კვლევა: ავტორები ზომავდნენ 5-HAA-ის რაოდენობას მაკაკ რეზუსების თავზურგტვინის სითხეში. საცდელ ცხოველებზე დაკვირვება მიმდინარეობდა მათთვის ბუნებრივ გარემოში – ტყეში. ეს ძლიერ მნიშვნელოვანია, რადგან გალიაში ცხოველების ქცევა მხოლოდ მიახლოებით ასახავს ქცევას ბუნებრივ პირობებში.

აღმოჩნდა, რომ ის ახალგაზრდა მაიმუნები, რომლებიც გამოირჩეოდნენ 5-HAA-ის დაბალი კონცენტრაციით (ე.ი. სეროტონინის ნაკლებობით თავის ტვინში), ამჟღავნებდნენ განსაკუთრებულ აგრესიას ჯოგის სხვა წევრების მიმართ. ამავდროულად, აგრესია ხშირ შემთხვევაში სრულიად გაუმართლებლად მიმართული იყო ისეთი მაიმუნებისკენ, რომლებსაც აგრესორები ვერანაირად ვერ აჯობებდნენ. გარდა ამისა, აგრესორები გამოირჩეოდნენ მეტად სარისკო გადაადგილებით ხეებზე: ხტებოდნენ ერთმანეთისგან ძალიან დაშორებულ ტოტიდან ტოტზე და ძალიან დიდ სიმაღლეებზე. ოთხი წლის განმავლობაში დაკვირვებამ უჩვენა, რომ „აგრესორების“ 46% დაიღუპა, ხოლო იმ მაიმუნებს შორის, რომლებსაც აღენიშნებოდა 5-HAA-ის მაღალი კონცენტრაცია (ე.ი. სეროტონინის საკმაო რაოდენობა თავის ტვინში), სიკვდილობის პროცენტული მაჩვენებელი გაცილებით დაბალი იყო. როგორც ჩანს, სეროტონინი თრგუნავს აგრესიულ ტენდენციას და ამ გზით კონტროლდება სარისკო ქცევა, რომელიც მოიცავს აგრესიის კომპონენტს. სავარაუდოდ, სეროტონინის ნაკლებობა მაკაკ-

ში უკავშირდება სეროტონინის წარმოქმნაზე პასუხისმგებელი გენების თავისებურებას.

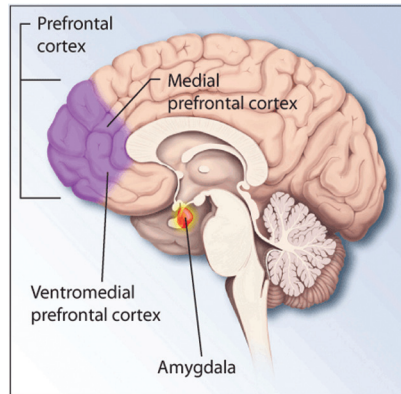
**დავალება:** როგორც ზემოთ აღწერილი კვლევიდან ჩანს, ოთხწლიანი დაკვირვების მანძილზე „აგრესორების“ თითქმის ნახევარი დაიღუპა. „აგრესორები“ არ გაჩენილან დაკვირვების პროცესში, ასეთი მაკაკები არსებობდნენ გაცილებით ადრე (მრავალი ასეული წლით ადრე) ვიდრე მეცნიერებმა მათზე დაკვირვება დაიწყეს. სტუდენტს ვთავაზობთ მოიფიქროს, როგორ ხდება, რომ „აგრესორობა“ როგორც მაკაკების ნაწილისთვის დამახასიათებელი ნიშან-თვისება, ნარჩუნდება თაობიდან თაობაში მიუხედავად იმისა, რომ ამ ნიშან-თვისების მატარებელი ცხოველები მასიურად იღუპებიან. რატომ არ განადგურდნენ ევოლუციის მანძილზე ამ ნიშან-თვისების მატარებელი მაკაკები?

აგრესიას აქვს გენეტიკური საფუძველი. როგორც ცნობილია, იდენტური ტყუპები ვითარდებიან ერთი კვერცხუჯრედიდან და ამიტომ აქვთ სრულიად ერთნაირი გენეტიკური ინფორმაცია. არაიდენტური ტყუპები ვითარდებიან სხვადასხვა კვერცხუჯრედიდან და აქვთ გარკვეულწილად განსხვავებული გენეტიკური ინფორმაცია. ანტისოციალური ქცევა ხშირად ვლინდება ხოლმე ყველა იდენტურ ტყუპში, (Viding E., et al., 2005., 2008).

სეროტონინის აგონისტები გამოიყენება თერაპიულ პრაქტიკაში ადამიანის აგრესიული ტენდენციის შესასუსტებლად.

სხვადასხვა სიტუაციაში ფრუსტრაცია გვიბიძგებს იმპულსური ქცევისკენ, მაგრამ ვახერხებთ ხოლმე თავის დაჭერას. სოციალური ქცევის რეგულაციაზე პასუხისმგებელია **ვენტრომედიალური პრეფრონტალური ქერქი** (სურათზე 5 – ventromedial prefrontal cortex). ვარაუდობენ, რომ პრეფრონტალური უბანი აკონტროლებს ქცევის ემოციურ საფუძველს, და ამ გზით სძენს ქცევას მიზანმიმართულ და ლოგიკურ ხასიათს.

არსებობს მონაცემები, რომ ვენტრომედიალური პრეფრონტალური უბანი სძენს ადამიანს შიშის დაძლევის უნარს და სიმამაცეს. ნილი და კოლეგები (Nili U., et al., 2010) იწერდნენ ცდის პირების თავის ტვინის აქტიობას fMRI მეთოდით. ცდის პირებს უჩვენებდნენ ცოცხალ გველს, რომელიც მოთავსებული იყო მოძრავ დაფაზე. ცდის პირებს შეეძლოთ ღილაკის დაჭერით აემოძრაებინათ ეს დაფა – მოეტანათ ის თავისთან ახლოს ან პირიქით, დაეშორებინათ. ცდის პირებს სთხოვდნენ რომ დაფა შეძლებისდაგვარად ახლოს მოეტანათ თავისთან.



სურ. 5

დავალებას ყველა ცდის პირი შიშის გამო ვერ ასრულებდა. ვენტრომედიალური პრეფრონტალური ქერქის აქტივობა დაფიქსირდა იმ ცდის პირებში, რომლებსაც ეშინოდათ გველის, მაგრამ სხვებისგან განსხვავებით სძლევდნენ შიშს და მოქონდათ დაფა ახლოს.

სასქესო ჰორმონები განაპირობებენ აგრესიულ ტენდენციას. კასტრაცია, მაგალითად, იწვევს აგრესიულობის დონის დაქვეითებას. ჩვეულებრივ, პოპულაციაში აგრესიულობა მეტად მულავნდება ერთი სქესის ორგანიზმებს შორის და მაგალითად, მამრები, თავს ესხმიან ერთმანეთს, მაგრამ ერიდებიან მდედრებს. ეს ფაქტი კონრად ლორენცსაც აქვს აღნიშნული (Lorenz K., 1974). როგორც ჩანს ხდება სქესის დისკრიმინაცია, რომელიც არეგულირებს მამრებისა და მდედრების ურთიერთობის ემოციურ კომპონენტს. ამ მხრივ მნიშვნელოვან როლს თამაშობს **ფერომონები**. ეს ნივთიერე-



სურ. 6

ბები გამოიყოფა ორგანიზმიდან და წარმოადგენს „სქესის მარკერს“ ფერომონი აღიქმება ე.წ. **ვომერო-ნაზალური** ორგანოთი (სურათზე 6, – 1), რომელიც მდებარეობს ცხვირის ღრუს ფუძეზე. ფერომონები ქიმიური ნივთიერებებია, ისინი აღაგზნებს რეცეპტორებს, საიდანაც იმპულსი მიემართება თავის ტვინისკენ და გადაეცემა ემოციაზე პასუხისმგებელ სტრუქტურებს, უპირველეს ყოვლისა ამიგდალას. როდესაც მამრი შეიგრძნობს მდედრის ფერომონებს, მისი აგრესია შეკავდება.

მდედრებში აგრესიულობას არეგულირებს ორგანიზმში ანდროგენების რაოდენობა. თავგებში, მაგალითად, ისიც კი მნიშვნელოვანია, სად არის განთავსებული ნაყოფი ჯერ კიდევ დედის საშვილოსნოში, ძმის თუ დის (მაშასადამე მამრის თუ მდედრის) ნაყოფის მეზობლად. თუ მომავალი მდედრი ღლაპის ნაყოფის მეზობლად ძმების ნაყოფებია, ანუ მას აქვს შეხება ანდროგენებთან, დაბადების შემდეგ ეს მდედრი უფრო მეტ ანდროგენებს გამოიმუშავებს და უფრო აგრესიულია ვიდრე ის მდედრები, რომლებიც ნაყოფის პერიოდში, დედის საშვილოსნოში, დების ნაყოფს მეზობლობდნენ.

ანდროგენები გამოიყოფა სათესლე ჯირკვლებიდან და თირკმელზედა ჯირკვლიდან. რადგან თირკმელზედა ჯირკვალი ორივე სქესს აქვს, ანდროგენები არის როგორც მამრის, ისე მდედრის ორგანიზმში. მაგრამ ანდროგენების რაოდენობა ყოველთვის მეტია ჯანმრთელ მამრში, ვიდრე მდედრში, რადგან სათესლეები მხოლოდ მამრს აქვს. რა ხდება, როდესაც მდედრებში ანდროგენების რაოდენობა მატულობს? მაგალითად, ადამიანში თირკმელზედა ჯირკვლის ჰიპერპლაზიის (**ჰიპერპლაზია**: ორგანოში ქსოვილის რაოდენობის არანორმალური

მატება და შესაბამისად, ორგანოს მომატებული ფუნქციონირება) შემთხვევაში, ორგანიზმში ნორმასთან შედარებით მომატებულია ანდროგენების დონე. თირკმელზედა ჯირკვლის თანდაყოლილი ჰიპერპლაზიის მქონე გოგონები უფრო აგრესიულები არიან, ვიდრე ამ მხრივ ჯანმრთელი გოგონები. ისინი უპირატესად ბიჭებთან თამაშობენ, სქესობრივი მომწიფების შემდეგ კი ამჟღავნებენ ლესბოსურ ტენდენციას (Carlson N.R., 2013). ადამიანში სასქესო ჰორმონების და ქცევის კავშირის შესახებ საუბარს გავაგრძელებთ მომდევნო პარაგრაფებში.

ემოციის გარეგნული გამოხატვა (სიტყვით, სხეულის ენით, მიმიკით) საჭიროა, რათა სხვებმა გაიგონ თუ როგორია ჩვენი ემოციური მდგომარეობა. სხვა სიტყვებით, ემოციის გამოხატვა გვეხმარება კომუნიკაციის დამყარებაში. როგორი იქნება კომუნიკაცია, დამოკიდებულია ემოციის თავისებურებაზე და ემოციის გამოხატვის უნარზე.

ჩარლზ დარვინი ფიქრობდა, რომ ემოციების გამოხატვა ევოლუციურია, თანდაყოლილი და ამდენად, უნივერსალური ადამიანთა ყველა რასაში და პოპულაციაში (Darwin Ch., 1998). ამ მოსაზრებას არ იზიარებს მეცნიერთა ერთი ნაწილი, მაგრამ ეკემანმა დაამტკიცა დარვინის მოსაზრება, მეტად საინტერესო და ორიგინალური კვლევებით ადამიანების სხვადასხვა პოპულაციებში და არანაირი საფუძველი, ეჭვი შევიტანოთ დარვინის მოსაზრებაში დღეისათვის არ არსებობს.



სურ. 7

კროს-კულტურული (კულტურათშორისი) კვლევის მონაცემები გვიჩვენებს, რომ ადამიანებს აქვთ სხვისი ემოციის ამოცნობის თანდაყოლილი, ძირითადად მსგავსი უნარი, თუმცა მცირე კულტურული განსხვავება აღინიშნება. ამ საკითხს ქვემოთ დავუბრუნდებით. ამავდროულად, ადამიანები განსხვავდებიან ემოციების მართვის ხერხებით. მაგალითად, ამერიკელი და იაპონელი ერთნაირად გამოხატავენ ემოციას თუ მარტონი არიან, მაგრამ საზოგადოებაში პირველნი ნაკლებად თავშეკავებული არიან ემოციის გამოხატვაში, მეორენი კი ცდილობენ, ნაკლებად დაეტყვონ სახეზე თუ რას გრძნობენ (დეტალებისათვის იხ. Экман П., 2013).

ემოციის ამოცნობა არ ხდება მხოლოდ ვიზუალურად. ამ პროცესისათვის მნიშვნელოვანია სმენა და მეტყველება. კომპლექსურად, სხვადასხვა სენსორული სისტემის ერთდროული გამოყენებით, გაცილებით ადვილია სხვისი ემოციის ამოცნობა.

სტუდენტს ვთავაზობთ შეაფასოს სურათზე 7 ნაჩვენები გორილას ემოცია. დროებით შეწყვიტეთ კითხვა, დააკვირდით ამ ცხოველის ფოტოს და დაიმახ-

სოვრეთ (ან ჩაინიშნეთ) თქვენს მიერ გაკეთებული შეფასება. ამის შემდეგ შეგიძლიათ კითხვა გააგრძელოთ.

როდესაც ასეთ სურათს სტუდენტებს ვუჩვენებთ ხოლმე და ვთხოვთ შეაფასონ გორილას ემოცია, უმრავლესობა ამბობს, რომ ეს გორილა აგრესიულია. მათი შეფასება მომდინარეობს ვიზუალური ნიშნებიდან: გორილას პირი ფართოდ დაუღია და ეშვებიც თვალნათლივია, რაც დამახასიათებელია აგრესიის გამოვლინებისათვის. ზოგიერთი სტუდენტი უფრო ფრთხილად ეკიდება შეფასებას და ამბობს, რომ ეს არ უნდა იყოს აგრესია, რადგან გორილას თვალები დახუჭული აქვს, აგრესიული ცხოველი კი, პირიქით, გაფაციცებული იყურება. მართლაც, ფოტოზე გამოსახული გორილა ამთქნარებს და სრულიად არ არის აგრესიული. სტუდენტების შეფასება ეყრდნობა მხოლოდ ვიზუალურ ნიშნებს (დაღებული პირი, ეშვები, თვალები). მათ რომ გორილას ხმაც ესმოდეთ (მთქნარების ხმა), მკვეთრად დაიკლებდა იმ სტუდენტების რაოდენობა, რომლებიც ამბობენ, რომ ეს აგრესიაა.

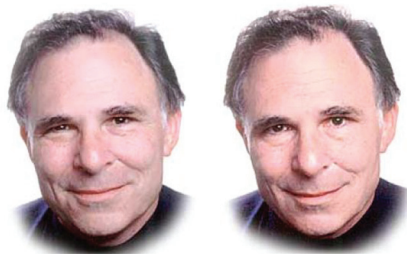
ადამიანისათვის მეტად მნიშვნელოვანია სიტყვის შინაარსი. მართალია ხანდახან მიმიკაც (ან მხოლოდ ხმა) საკმარია უძლიერესი ემოციის გამოსახატავად და/ან ამოსაცნობად, მაგრამ რა თქმა უნდა, ემოციის გამოხატვა და ამოცნობა მაქსიმალურად ეფექტიანია, როდესაც ის ვლინდება კომპლექსურად: ვიზუალურად, ხმით და სიტყვიერად. ამ საკითხის გარშემო დიდძალი მეცნიერული მასალაა დაგროვილი. დაინტერესებული სტუდენტი წაიკითხავს ეკმანის მონოგრაფიას და აგრეთვე მოიძიებს ამ მასალას ინტერნეტში გასაღები სიტყვებით: emotion recognition

ბოლო დროს გამოჩნდა საინტერესო მონაცემები, რომელთა თანახმად სახის გამომეტყველების მიხედვით ემოციის ამოცნობა მსგავსია არა მარტო სახეობის შიგნით, არამედ სახეობათა შორისაც კი. მაგალითად, ნაჩვენებია, რომ ადამიანი ადვილად ამოიცნობს ძაღლის ემოციას მისი სახის გამომეტყველების მიხედვით და არქმევს ამ ემოციას ისეთივე სახელს, რომელიც შეესაბამება ადამიანის სახეზე იგივე ემოციის გამოხატულებას (Schirmer A., et al., 2013). ჩვენი აზრით, დასკვნას ვერ გავავრცელებთ სხვა სახობებზე, რადგან ძაღლი შინაური ცხოველია და ადამიანს აქვს მასთან ურთიერთობის გამოცდილება. თუმცა სტატიის ავტორები გვარწმუნებენ, რომ მათ მიერ ჩატარებულ კვლევაში ეს გამოცდილება არანაირ როლს არ თამაშობდა.

ამიგდალა სახის ექსპრესიის (გამომეტყველების), და აგრეთვე სახისათვის დამახასიათებელი დეტალების (სახის იდენტობის) აღქმასა და ამოცნობაშიც მნიშვნელოვან როლს თამაშობს. თუმცა ამ საქმეში პრინციპიალურია ე.წ. Face Fusiform Area (ოკციპიტო-ტემპორალურ უბანში) და აგრეთვე საფეთქლის წილის და ოკციპიტალური წილის სხვა უბნებიც (დეტალებისათვის იხ. Haxby, J. V. and M. I. Gobbini, 2011., Haxby et al., 2002). საფეთქლის წილის ზედა მონაკვეთში ნეირონები აქტივდებიან ოპონენტის მზერის გადანაცვლების საპასუხოდ. მზერა

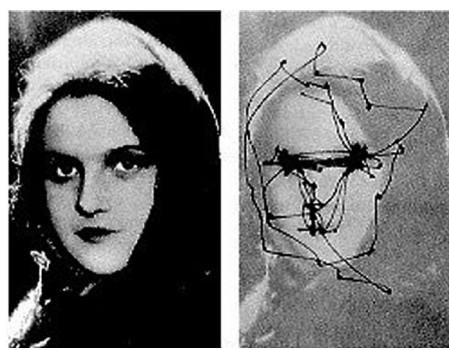
მეტად მნიშვნელოვანია ემოციის ამოსაცნობად და მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ, ჩვენსკენ არის მომართული აგრესია თუ არა, თვალეში შემოგვციცინებენ თუ თვალს გვარიდებენ (Adams R.B., and Kleck R.E., 2005).

ემოციის გამოსავლენად მნიშვნელოვანია, ვგრძნობთ თუ არა რეალურად იმას, რისი გამოხატვაც გვინდა. დღეს მიღებული სოციალური ნორმით (მეტწილად დასავლური) ადამიანები შეხვედრისას ერთმანეთს თვალეში უყურებენ, უღიმიან, უწვდიან ფართოდ გაშლილ ხელს, ეუბნებიან მიღებულ ტექსტს („გამარჯობა, სასიამოვნოა, ბევრი მსმენია თქვენს შესახებ“, სხვ.). ჯერ კიდევ მეცხრამეტე საუკუნეში ფრანგმა ნევროლოგმა დიუშენმა (Guillaume-Benjamin Duchenne de Boulogne, 1806-1875) უჩვენა, რომ გულითად ღიმილს (სიცილს) უნდა ახლდეს არა მარტო პირის მოძრაობა, არამედ თვალეების გარშემო არსებული კუნთების ამოძრავებაც (სურათზე 8, მარცხნივ). დიუშენი ამბობდა, რომ პირის ირგვლივ განლაგებული კუნთების ამოძრავება სოციალურ წესებს და ნებას ემორჩილება, თვალის მიმდებარე კუნთებისა კი ემოციას. ამიტომ ხელის ჩამორთმევას, ღიმილს და თქვენი დანახვით სიამოვნების სიტყვიერ გამოხატულებას სოციალური ხასიათი აქვს, თუ ემოცია გულითადაა – „თვალეებით შეიტყოთ“.



სურ. 8

ნათქვამთან დაკავშირებით განვიხილოთ თვალეების **საკადური მოძრაობა** გამოსახულების ალქმის პროცესში. როგორც ითქვა, როდესაც გამოსახულებას ვუყურებთ, თვალი არ ჩერდება ერთ ადგილას და დახტის (საკადურად გადაინაცვლებს) გამოსახულების ერთი წერტილიდან მეორეზე. სურათზე 9 ნაჩვენებია მზერის გადაადგილება სახის ერთი წერტილიდან მეორეზე. წერტილებით აღნიშნულია მზერის შეყოვნების ადგილები, ხოლო წრფით – თვალის მოძრაობის ტრაექტორია. საკადური მოძრაობა აუცილებელია გამოსახულების ალქმისათვის. სურათიდან ჩანს, რომ დამთვალიერებლის თვალი, საკადური მოძრაობის პროცესში, ყველაზე ხშირად უბრუნდება ქალის პორტრეტის თვალეებს და აგრეთვე ცხვირს და ტუჩებს (ფოტო გამოქვეყნებულია A. Л. Япґґ., 1965, [http://vk.com/doc95883155\\_289644674?hash=72529b3a7edeefae4&dl=56eb46cd00cf60](http://vk.com/doc95883155_289644674?hash=72529b3a7edeefae4&dl=56eb46cd00cf60))



სურ. 9

საკადური მოძრაობა აუცილებელია გამოსახულების ალქმისათვის. სურათიდან ჩანს, რომ დამთვალიერებლის თვალი, საკადური მოძრაობის პროცესში, ყველაზე ხშირად უბრუნდება ქალის პორტრეტის თვალეებს და აგრეთვე ცხვირს და ტუჩებს (ფოტო გამოქვეყნებულია A. Л. Япґґ., 1965, [http://vk.com/doc95883155\\_289644674?hash=72529b3a7edeefae4&dl=56eb46cd00cf60](http://vk.com/doc95883155_289644674?hash=72529b3a7edeefae4&dl=56eb46cd00cf60))

cc02). ეს, ალბათ, ნათელი დადასტურებაა, რომ სახის შეფასებისთვის, თვალები, ცხვირი და ტუჩები, მათი ფერი, ფორმა, ზომები, ყველაზე ინფორმატიულია.

ერთი საკითხია ემოციის ორგანიზაცია და გამოხატვა, მეორე, მისი განცდა. ემოციის გამოხატულება, მაგალითად გულისცემის აჩქარება, შესაბამისი მიმიკა თუ მუშტის შეკვრა, ერთი მხრივ თავის ტვინიდან მომავალი იმპულსებით იმართება, მეორე მხრივ კი, შესრულებული ქმედება (მაგალითად მუშტის შეკვრისთვის ან სიბრაზის გამოსახატავად სათანადო კუნთების შეკუმშვა) სენსორული ფილტვით უბრუნდება თავის ტვინს – მუშა ორგანოებიდან მიმავალი იმპულსები აღიქმება თავის ტვინის მიერ. ვილიამ ჯეიმსის (William James, 1842-1910) თანახმად ჩვენი ემოციური შეგრძნება ყოველ მოცემულ მომენტში ყალიბდება იმის საფუძველზე, თუ რას ვაკეთებთ ამ დროს და შესაბამისი სენსორული ფილტვის ზეგავლენით. თუ ფილტვი გვამცნობს, რომ ვკანკალებთ და ოფლი გვასხავს, ვითარდება შიშის შეგრძნება. ამგვარად ემოციის განვითარება და გამოხატვა განაპირობებს ემოციის შეგრძნებას. ეს თეორია ცნობილია ჯეიმს-ლანგეს თეორიის სახელით. ჯეიმსისგან დამოუკიდებლად, მსგავსი მოსაზრება გამოთქვა კარლ ლანგემ (Carl Lange, 1834 -1900 ).

შეიძლება ეჭვი შევიტანოთ ემოციის გარეგნული გამოხატვის ასეთ სერიოზულ როლში, როგორც ვილიამ ჯეიმსს წარმოუდგენია. მაგრამ რატომ მოგვდის ცრემლი ისეთი ფილმის ყურებისას, რომელიც, ჩვენივე აზრით, დიდად არ მოქმედებს ჩვენზე. ან რატომ ხდება, რომ კონფლიქტურ სიტუაციაში, რომელიც ჩვენი აზრით, არ არის სერიოზული, უეცრად აღმოვაჩინოთ, რომ ვკანკალებთ? როგორია ჩვენი ემოციური მდგომარეობა ამ შემთხვევებში? (Carlson N.R., 2013)

ცნობილი გამონათქვამია: მამაკაცის გულისაკენ მიმავალი გზა კუჭზე გადისო. ეს გულისხმობს, რომ თუ ქალი მამაკაცს გემრიელ საჭმელებს მოუმზადებს, ეს ხელს შეუწყობს მოიპოვოს მამაკაცის პოზიტიური დამოკიდებულება. საჭმლის მომნელებელ სისტემაში გვხვდება დიდი რაოდენობით ნერვული დაბოლოებები (საჭმლის მონელების რეგულაციისთვის), მაგრამ კიდევ მეტია ერთმანეთთან დაკავშირებული ნერვული კვანძები, რომლებიც ქმნიან ფილტვის სერიოზულ მექანიზმს. სავარაუდოდ, გემრიელად ჭამისგან მიღებული ფილტვი აღძრავს მამაკაცში დადებით ემოციებს, – ემანსიპაციის იდეებით (ვგულისხმობთ არასწორად გაგებულ იდეებს) მოცული სტუდენტი გოგონებისათვის საფიქრალი მოსაზრებაა. მითუმეტეს, რომ გამონათქვამი ძველია და, მამასადამე, ეყრდნობა ცხოვრებისეულ გამოცდილებას. რეალურად, ფილტვის გარდა საქმე გვაქვს კიდევ რამდენიმე ფიზიოლოგიურ ფაქტორთან. სეროტონინის წინამორბედი – ტრიპტოფანი მოიპოვება ხორცეულ საკვებში. სეროტონინი გამოიყოფა ნაწლავში, კვების პროცესში. ამგვარად, კვება თავისთავად განაპირობებს აგრესიის შემცირებას და მამაკაცს „კარგ გუნებაზე“ დააყენებს. საკამათო არ არის, რომ მამაკაცმა უნდა მიიღოს მონაწილობა საოჯახო საქმეში, რომელიც ტრადიციულად ქალს ავალთ, ამ შემთხვევაში საუზმის თუ სადილის მომზადებაში.

ან ბოლოს და ბოლოს, შესაძლებელია ოჯახი გადავიდეს მზა საკვებით კვებაზე. ყველა თვითონ წყვეტს, რა უნდა გააკეთოს. მაგრამ რა ვუყოთ ფილმებს? აქ არ შევლის: „თუ ნამდვილი სიყვარულია, რა სისულელეა ვინ ამზადებს და მოგვართმევს სადილს?“ ფიზიოლოგია სახუმარო საქმე არ არის, ეს ბუნებაა.

ჯეიმს-ლანგეს თეორია ძნელი დასამტკიცებელია ექსპერიმენტულად, რადგან საქმე გვაქვს სუბიექტურ გრძნობასთან. მაგრამ მაინც არსებობს საინტერესო ექსპერიმენტული მონაცემები. ეკმანი სთხოვდა ცდის პირებს, შეესრულებინათ მიმიკური მოძრაობები. ცდის პირებს მხოლოდ მოძრაობის ინსტრუქციას აძლევდნენ, თუმცა ეს მოძრაობები ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში წარმოადგენდა რომელიმე ემოციის გამომხატავ მოძრაობათა კომპლექსს (მაგ. შიშის, ზიზღის, სიხარულის გამომხატავს). აღმოჩნდა, რომ შიშის მოძრაობების შესრულებას თან ახლდა გულისცემის გახშირება და კანის ტემპერატურის დაქვეითება, აგრესიას – გულისცემის გახშირება და კანის ტემპერატურის მატება, სიხარულს კი გულისცემის გახშირება კანის ტემპერატურის ცვლილების გარეშე (Levenson R. W., et al., 1990., Ekman P., et al., 1983). ფაქტი უჩვენებს, რომ სუბიექტის ემოციის გარეშე აღძრული ემოციის გამომხატავი მოძრაობები (არ არის ემოცია, მაგრამ აღძრულია მისი შესაბამისი მიმიკა) იწვევენ მოცემული ემოციისთვის დამახასიათებელ აუტონომიურ ცვლილებებს. ლუისმა და ბოულერმა უჩვენეს, რომ თუ ემოციის გამომხატავ მიმიკურ მოძრაობებს ხელს შევუშლით, ეს ამცირებს ცდის პირის მიერ ემოციის განცდას (Lewis M.B., and Bowler P.J., 2009). ექსპერიმენტი საინტერესოა რამდენიმე თვალსაზრისით. ამიტომ უფრო დეტალურად განვიხილოთ. ბოტოქსის ძალიან მცირე რაოდენობის შეყვანა მიმიკურ კუნთებში ხელს უშლის კანის დანაოჭებას, რადგან ბოტოქსი ამცირებს სახის კუნთების უკონტროლო შეკუმშვის სიხშირეს. ავტორები აკვირდებოდნენ პაციენტებს, რომლებსაც ბოტოქსი კოსმეტიკური კორექციის მიზნით შეუყვანეს სახის კუნთში, რომელიც პასუხიმგებელია შუბლის, წარბების შეჭმუხვნაზე. აღმოჩნდა, რომ ეს პაციენტები სხვებთან შედარებით იშვიათად დგებოდნენ ცუდ გუნებაზე. ერთი მხრივ, ფაქტი გვიჩვენებს, რომ მიმიკა განაპირობებს ემოციას და ამ მხრივ, თანხვედრა ეკმანისეულ მონაცემებს. მეორე მხრივ, ამერიკელი ექიმები იყენებენ ბოტოქს-თერაპიას შაკიკის ტკივილების მოსახსნელად. საინტერესოა, ხომ არ არის ამ შემთხვევაში კავშირი შაკიკის ტკივილებსა და ადამიანის ემოციურ მდგომარეობას შორის, ხომ არ განსაზღვრავს ემოციური ფონი ტკივილის განვითარებას? ისიც საკითხავია, თუ ბოტოქსის შეყვანა ამცირებს ემოციის შეგრძნებას, ღირს თუ არა ბოტოქსით გართობა კოსმეტიკური მიზნებისათვის?

ფრონტალური ქერქის სარკული ნეირონები პასუხისმგებელია ემოციის გამომხატულების იმიტაციაზე (Pfeifer J.H., et al., 2008). ეს ნეირონები საქმეშია, როდესაც ადამიანი ცდილობს გამოხატოს ის, რასაც არ განიცდის, მაგალითად, მსახიობი, რომელიც სცენაზე ცდილობს გამოხატოს სიხარული, მაგრამ ვერ ახერხებს, რომ შინაგანად ეს გრძნობა მართლაც განიცადოს.

ადამიანის გარდა სხვა პრიმატებსაც (შიმპანზე, გორილა, ორანგუტანი, გიბონი) ემოციის მიმიკით გამოხატვის სერიოზული არსენალი აქვთ (Tate A.J. et al., 2006). სურათზე მოტანილი ფოტოები აღებულია ნაშრომიდან Lindell A. 2013.



სურ. 10

სტუდენტს ვთხოვთ აუცილებლად წაიკითხოს ჯეინ გუდოლის და დაიან ფოსის მონოგრაფიები შიმპანზეს და გორილას ქცევის და კონკრეტულად, მათ მიერ ემოციების გამოხატვის და ამ ფენომენის ადამიანთან მსგავსების შესახებ. ჯეინ გუდოლს უამრავი ნაშრომი აქვს გამოქვეყნებული და მათი სრული ჩამონათვალის ნახვა შესაძლებელია საიტზე [http://en.wikipedia.org/wiki/Jane\\_Goodall#References](http://en.wikipedia.org/wiki/Jane_Goodall#References), არსებობს ცხოველთა ემოციების შეცნობისათვის გუდოლის ძალიან საგულისხმო ვიდეო ფილმიც (Wounda's journey, <https://www.youtube.com/watch?v=FEp1h7GKIao>), ხოლო დაიან ფოსის მონოგრაფია გამოქვეყნებულია მრავალ, მათ შორის (ორიგინალი) ინგლისურ ენაზე (Fossey D., 1983). სტუდენტს, აგრეთვე, ვურჩევდით მოისმინოს ჯეინ გუდოლის ლექციები, რომლებიც ატვირთულია YouTube საიტზე (მაგ. <http://www.animalplanet.com/video-topics/wild-animals/apes-and-other-primates-videos/jane-goodall.htm>).

## კავშირი კლინიკასთან:

დავუბრუნდეთ ადრე ნახსენებ კლასიკურ ისტორიას ფინეას გეიჯის შესახებ. ითქვა, რომ მან დაკარგა მოქმედებათა დაგეგმვის უნარი. მაგრამ ეს არ არის სრული კლინიკური სურათი. გეიჯის ქალაში ძალაყინის გავლის ტრავმატორიის ანალიზი უჩვენებს, რომ მას განსაკუთრებით მძიმედ დაუზიანდა ვენტრომედიალური პრეფრონტალური უბანი. ამავდროულად ცნობილია, რომ ტრავმის შემდეგ გეიჯი გახდა ძალიან ჭირვეული.

**დავალბა:** მოიფიქრეთ, კავშირშია თუ არა გეიჯის ტვინის post mortem ანალიზის მონაცემი და მისი ქცევის ცვლილების შესახებ არსებული ინფორმაცია? რა მონაცემის საფუძველზე გასცემთ პასუხს ამ კითხვას?

მოვიყვანო კიდევ ერთ მაგალითს ი.ბერიტაშვილის სახელობის ფიზიოლოგიის ინსტიტუტის თანამშრომლის – მეცნიერებათა დოქტორის, ზარეცა ხანაევას კლინიკური პრაქტიკიდან (პროფესორ ხანაევას ავტორთან საუბრის ჩანაწერი):

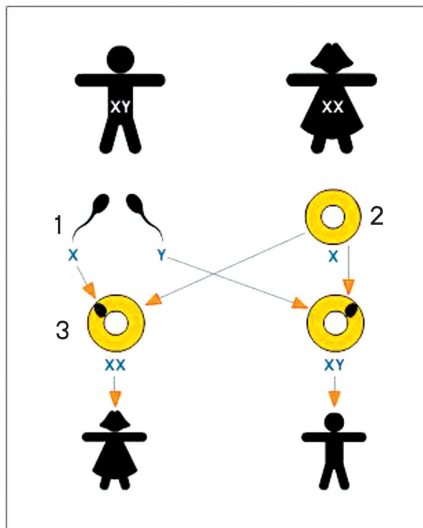
*კლინიკაში შემოვიდა პაციენტი, 13 წლის ყმაწვილი, რომელიც უჩიოდა თვალის ტკივილს. ოფტალმოლოგმა თვალის დათვალიერებისას ვერ აღმოაჩინა ტკივილის ობიექტური მიზეზი. მაგრამ ექიმებმა ყურადღება მიაქციეს პაციენტის ანამნეზს (განვლილი ცხოვრების ისტორიას). ბავშვის დედა ამბობდა, რომ ყმაწვილს პერიოდულად უჩნდებოდა აგრესიული იმპულსები და ისეთ რამეს სჩადიოდა, რაც სრულიად მოულოდნელი იყო არა მარტო ახლობლების, არამედ პირადად მისთვისაც. მაგალითად, კლინიკაში შემოსვლამდე რამდენიმე კვირით ადრე მან უეცრად ქვების სროლა დაუწყო პატარებს, რომლებიც პაციენტის საცხოვრებელი კორპუსის ეზოში თამაშობდნენ და იქ მყოფი ყმაწვილი არაფრით გაუღიზიანებიათ. პაციენტს ჩაუტარდა კომპიუტერული ტომოგრაფია, რომელმაც გამოავლინა სიმსივნე პრეფრონტალურ წილში. თვალის ტკივილს სავარაუდოდ იწვევდა სიმსივნური წარმონაქმნის ზეწოლა მხედველობის ნერვზე.*

დავალება: სტუდენტს ვთავაზობთ განმარტოს, შეიძლება თუ არა ზემოთ აღწერილი ტომოგრაფიის მონაცემებით ავხნათ პაციენტის ანამნეზში არსებული ფაქტი.

## სქესი და სქესობრივი ქვევის მექანიზმი

გავიხსენოთ, როგორია სქესის განსაზღვრის გენეტიკური მექანიზმი.

ადამიანს აქვს 46 ქრომოსომა. ამათგან ორი ქრომოსომა, ე.წ. სასქესო ქრომოსომებია და ისინი განსაზღვრავენ გენეტიკურად ადამიანის სქესს. ქალს (სურ. 1) ორივე ამ ქრომოსომთაგანი ერთნაირი ფორმის და ზომის აქვს და მათ პირობითად ეწოდება **X ქრომოსომები**. მამაკაცში ერთი ქრომოსომა ასეთივეა – X, მეორე ქრომოსომა კი ძლიერ მცირე ზომისაა, ფორმითაც თავისებურია და მას პირობითად **Y ქრომოსომა** ეწოდება. ქალის სასქესო ორგანოებში – საკვერცხეებში ვითარდება სასქესო უჯრედი – **კვერცხუჯრედი (2)**, რომელშიც იმყოფება ორი X ქრომოსომიდან მხოლოდ ერთი. მამაკაცის სათესლეებში წარმოიქმნება სასქესო უჯრედები – **სპერმატოზოიდები (1)**, რომელთა ნაწილი შეიცავს X ქრომოსომას, ნაწილი კი Y ქრომოსომას. განაყოფიერების დროს სპერმატოზოიდი იჭრება კვერცხუჯრედში. სპერმატოზოიდი მიიტანს კვერცხუჯრედში ან X ან Y ქრომოსომას. შესაბამისად განაყოფიერებულ კვერცხუჯრედში აღმოჩნდება სასქესო ქრომოსომების ან XX, ან XY (3) კომპლექტი და კვერცხუჯრედიდან განვითარდება გენეტიკურად ან მდედრობითი, ან მამრობითი სქესის ნაყოფი.



სურ. 1

სქესის განსაზღვრის ქრომოსომული მექანიზმი ახასიათებს ცხოველების უმრავლესობას, თუმცა ზოგიერთს, მაგალითად ნიანგებს, საერთოდ არ აქვს სასქესო ქრომოსომები და სქესის ჩამოყალიბება გარემო ფაქტორებზე, მაგალითად ტემპერატურაზე და მოკიდებული (Carlson R.J., 2010)

XX ან XY კომპლექტზე და მოკიდებული რომელი ორგანოები – საკვერცხეები თუ სათესლეები განუვითარდება ნაყოფს. ნაყოფის ჩამოყალიბების დასაწყისში ქსოვილი, რომელიც მომავალში დასაბამს მისცემს საკვერცხეებს ან სათესლეებს, ერთგვაროვანია. ეს ქსოვილი ქრომოსომული კომპლექტის ზეგავლენით საკვერცხედ ან სათესლედ ჩამოყალიბდება. შემდგომში, ამ ორგანოებიდან გამოყოფილი ჰორმონები განაპირობებენ **სქესობრივ დიფერენციაციას** – მდედრის და მამრისათვის დამახასიათებელი სხეულის თავისებურებების განვითარებას.

ანდროგენები და ესტროგენები სასქესო ჰორმონებია, მაგრამ არ არის კორექტული ვუწოდოთ მათ შესაბამისად მამრობითი და მდედრობითი ჰორმონები, რადგან ორივე მათგანი გამოიყოფა როგორც მამრის, ისე მდედრის ორგანიზმში. სქესები განსხვავდებიან სისხლში ამ ჰორმონების შეფარდებითი რაოდენობით. ანდროგენების და ესტროგენების პროდუქცია დამოკიდებულია სასქესო ჯირკვლებში ამ ჰორმონების წარმოქმნისთვის საჭირო ენზიმების რაოდენობაზე. სათესლეებში მეტია ანდროგენების წარმოქმნისთვის საჭირო ენზიმები და ნაკლებია ესტროგენების წარმოქმნისთვის საჭირო ენზიმები. საკვერცხეებზე გამოიმუშავებენ ანდროგენებს, მაგრამ საკვერცხეში არსებული სპეციფიკური ენზიმები ანდროგენებს გარდაქმნიან ესტროგენებად მანამ, სანამ ანდროგენები სისხლში შეაღწევენ.

სასქესო ჰორმონები ზეგავლენას ახდენენ თავის ტვინის სტრუქტურის და ფსიქიკის სქესობრივი თავისებურებების ჩამოყალიბებაზე. ამ შემთხვევაში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ორგანიზმში მამრობითი ჰორმონების რაოდენობა, რაც განსაზღვრავს ქცევის მდედრობითი ან მამრობითი მიმართულებით ჩამოყალიბებას. ამიტომ შესაძლებელია, რომ მამრობითი ჰორმონების ნაკლებობის პირობებში, გარეგნულად მამაკაცური ფიზიკური თვისებების მქონე ადამიანში შეგვხვდეს აზროვნების და მიდრეკილებების მდედრული ტიპი. თუმცა ეს აღზრდაზეცაა დამოკიდებული.

მაგალითად, მამრი ვირთაგვების ადრეულ ასაკში კასტრაცია იწვევს მდედრებისათვის დამახასიათებელი ქცევის ჩამოყალიბებას, ხოლო მდედრი ვირთაგვების გამოკვება ტესტოსტერონის შემცველი საკვებით იწვევს ვირთაგვებში მამრებისათვის დამახასიათებელი ქცევის განვითარებას (Goy R.W., and McEwen B.S., 1980). აღნიშნული მანიპულაციები ზეგავლენას ახდენს თავის ტვინის სტრუქტურულ განვითარებაზეც. მამრებში კასტრაციის და შედეგად ტესტოსტერონის დეფიციტის შემთხვევაში მცირდება თავის ტვინში ზოგიერთი ბირთვის ზომები, რომლებიც, მამრებში ჩვეულებრივ, უფრო დიდია.

ამგვარად, გენეტიკური და ენდოკრინული მექანიზმი აყალიბებს **სქესობრივ დიმორფიზმს** – მორფოლოგიურ (აგებულებრივ) განსხვავებას მდედრებსა და მამრებს შორის. იგივე მექანიზმი ქმნის საფუძველს მდედრებისა და მამრების ქცევაში განსხვავების განვითარებისათვის.

სქესის ჩამოყალიბება შესაძლებელია წარმოვადგინოთ ეტაპურ პროცესად.

თავდაპირველად სქესი განპირობებულია ორგანიზმის ქრომოსომული კომპლექტით, რომელიც ყალიბდება განაყოფიერების პროცესში. გენეტიკური აპარატის ზეგავლენით ვითარდება გონადები – სასქესო ჯირკვლები და იწყება სასქესო ჰორმონების გამოყოფა. ორგანიზმში გამომუშავდება როგორც მამრობითი ისე მდედრობითი ჰორმონები და მათი ბალანსი დამოკიდებულია

მრავალ ფაქტორზე, მათ შორის ჰორმონების წარმოქმნელ ენზიმებზე. სასქესო ჰორმონების ზემოქმედებით ყალიბდება სათანადო მორფოლოგია (მოცემული სქესისათვის დამახასიათებელი აგებულება) და ქცევა. ეს სქესობრივი დიმორფიზმის პროქსიმატული კაუზაციაა.



რა არის სქესობრივი დიმორფიზმის და სქესების ქცევაში განსხვავების ულტიმატური კაუზაცია, რა არის ადაპტური იმაში, რომ მდედრები და მამრები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან? სქესობრივი გამრავლების დროს აუცილებელია პარტნიორის სწრაფად პოვნა და მოზიდვა. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია გამრავლებისათვის გამოყოფილი დროის ლიმიტის პირობებში: ზოგიერთ ცხოველს გასამრავლებლად სულ რამდენიმე დღე აქვს გამოყოფილი, სხვებს ოდნავ მეტი დრო, გამრავლება სეზონური ხასიათისაა და მხოლოდ გარკვეული კლიმატური პირობების დადგომისასაა შესაძლებელი. თუმცა ეს არ ეხება ყველა ცხოველს, მაგალითად ზოგიერთ პრიმატს, მათ შორის, პირველ რიგში, ადამიანს.

პარტნიორის მოზიდვას სხვადასხვა ორგანიზმი სხვადასხვანაირად ახერხებს – ფერომონების გამოყოფით, სპეციფიკური ძახილით, ტერიტორიის დაკავებით და სხვ. პარტნიორის პოვნისათვის მეტად მნიშვნელოვანია სქესობრივი დიმორფიზმი – რაც მეტადაა განსხვავებული მდედრი და მამრი აგებულებით თუ ქცევით, მით ადვილია მათთვის ერთმანეთის შემჩნევა-



სურ. 2

ამოცნობა. ხერხემლიანებში სქესობრივი დიმორფიზმი კარგადაა გამოხატული, განსაკუთრებით ძუძუმწოვრებში (სურ. 2). უხერხემლო ცხოველებში მდედრებსა და მამრებს შორის მორფოლოგიური განსხვავება, ზოგიერთ შემთხვევაში, თითქმის შეუმჩნეველია. ასეთ შემთხვევაში დიდ მნიშვნელობას იძენენ ფერომონები, თუმცა ეს ნივთიერება ძუძუმწოვრებშიც თამაშობს გარკვეულ როლს.

პარტნიორის მოზიდვის ხერხები ძირეულია და ადამიანშიც გვხვდება, თუმცა ძნელი ამოსაცნობია ცივილიზაციის ნიღბის ქვეშ.

სქესობრივი დიმორფიზმი კარგადაა გამოხატული ადამიანში. ქალების და მამაკაცების სხეული მნიშვნელოვნად განსხვავებულია. უფრო მეტიც, ტანსაცმლით დაფარული სხეულიც კი განსხვავებულად გამოიყურება და რამდენად მამაკაცურადაც არ უნდა ეცვას ქალს, ან ქალურად მამაკაცს, მათი ამოცნობა სილუეტითაც კი შესაძლებელია.



სურ. 3

**დავალება:** სტუდენტს ვთავაზობთ ჩატაროს კვლევა ამოიცნობს თუ არა ქალის და მამაკაცის სილუეტებს (ან რომელს ამოიცნობს უკეთ) ცდის პირი სხვადასხვა დამოუკიდებელი ცვლადის პირობებში. მოიძიეთ ინტერნეტში ადამიანის სილუეტების ფოტო, მაგალითად, აქ მოყვანილი (სურ. 3), ან მსგავსი, და შეამოწმეთ მაგალითად, ქალის და მამაკაცის სილუეტების ამოცნობის სისწრაფე. ამისათვის ფოტოშოპის საშუალებით უნდა დამზადდეს თითო ადამიანის სილუეტი (მაგ. აქ ნაჩვენები სურათიდან ამოიჭრება ცალკეული ფიგურები). საჭირო იქნება ექსპერიმენტის პირობების დაცვა: ცდა უნდა ჩატარდეს ინდივიდუალურად ყველა ცდის პირთან; ცდის პირს არ უნდა ქონდეს მხედველობის პრობლემა (შორ-და ახლომხედველობა არ არის პრობლემა, თუ ცდის პირი სათვალეს იყენებს); სილუეტების ჩვენება საჭიროა კომპიუტერის მაღალი რეზოლუციის მქონე მონიტორზე, რომელიც ყველა ცდის პირისგან თანაბარი მანძილით იქნება დაცილებული; გამოსახულება უნდა იყოს მკვეთრი; თითოეული სილუეტი უნდა იყოს ერთნაირი ზომის და ფერის, მონიტორის ეკრანის ფონის ფერიც, და სლაიდის ფონის ფერი – ერთნაირი ყველა ცდაში; სილუეტების ჩვენებებს შორის დროც ერთნაირი უნდა იყოს. დააკვირდით რა დროის განმავლობაში უნდა გამოჩნდეს სილუეტი ეკრანზე, რათა ცდის პირმა სწორად ამოიცნოს სქესი. დაიწყეთ დაახლოებით ერთი წამიდან და თანდათან შეამცირეთ დრო. შესაძლებელია სილუეტების ამოცნობის ხარისხით შედარდეს სხვადასხვა ასაკის ადამიანი, ან ქალები და მამაკაცები.

პარტნიორის მოზიდვის თვალსაზრისით საინტერესოა სქესობრივი პოლიმორფიზმის მაგალითებიც. ირმების პოპულაციის შიგნით არსებობენ ტერიტორიული მამრები, რომლებიც შემოსაზღვრავენ გარკვეულ ტერიტორიას, იცავენ მას სხვა მამრებისგან (შერკინე-



სურ. 4

ბით, გამაფრთხილებელი ძახილით, ხეებზე ნიშნის დატოვებით) და ეპატრონებიან ამ ტერიტორიაზე არსებულ მდედრებს. არსებობენ **სატელიტი** მამრები. ისინი არ შედიან კონფლიქტში ტერიტორიულ მამრებთან, ძირითადად მოძრაობენ ამ მამრების ტერიტორიის საზღვრებზე და ცდილობენ შეეჯვარონ იმ მდედრებს, რომლებიც გადაადგილდებიან ტერიტორიაზე საზღვრის მახლობლად ან კვეთენ საზღვრებს. კიდევ უფრო საინტერესოდ იქცევიან ე.წ. „Sneaker“-ები (კონტექსტში შესაძლებელია ითარგმნოს როგორც შემოპარული). Sneaker-ები იპარებიან ტერიტორიული მამრის სამფლობელოში მდედრებთან ერთად და ცდილობენ შეეჯვარებას. აქ მნიშვნელოვანი ის არის, რომ განსხვავებულია არა მარტო „Sneaker“-ების ქცევა, არამედ შესახედაობაც. ისინი გარეგნულად უფრო მდედრებს გვანან, ვიდრე მამრებს და ამიტომ ტერიტორიული მამრები Sneaker-ებს ძნელად ამოიცნობენ ხოლმე.

მამრი ბაყაყები ჩვეულებრივ ყოყინით იზიდავენ მდედრებს. მაგრამ ზოგიერთი მათგანი ცვლის ქცევას, ჩუმად არის, მოყინების გუნდშია განაბული და ეჯვარება იმ მდედრებს, რომლებიც მოცურავენ სხვა მამრების ძახილზე. ულტიმატური კაუზაციის თვალსაზრისით ეს ძალიან მნიშვნელოვანი სტრატეგიაა: ყოყინს ბევრი ენერგია სჭირდება. ამიტომ მოყინებებში განაბული მამრები ინარჩუნებენ ენერგიას და სხვის ხარჯზე მოიპოვებენ მდედრებს.

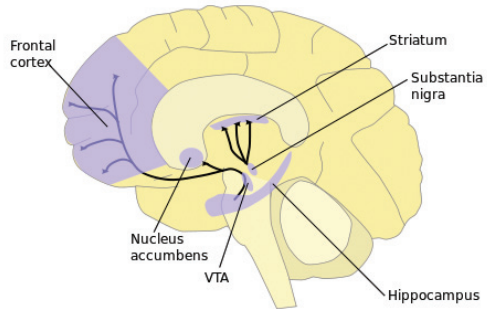
**დავალება: აღწერილი ქცევა აშკარად ადაპტურია და ხელს უწყობს რეპროდუქციულ წარმატებას. მაგრამ მაშინ „მდუმარეთა“ რაოდენობა თაობიდან თაობაში უნდა მატულობდეს და ამ ლოგიკით, დღეს „მდუმარეები“ უნდა ქარბობდნენ „მოყინებებს“; მაგრამ ასე არ არის. სტუდენტს ვთხოვთ იფიქროს ამ ფაქტის პროქსიმიტულ და ულტიმატურ კაუზაციაზე.**

მეხეურ ხვლიკში (*Urozeur ornatus*) მამრები გამოირჩევიან თავისებური პოლიმორფიზმით. მათ აქვთ ე.წ. ლაბაბი, რომელსაც ჩამოუშვებენ ხოლმე სხვა მამრებთან კონფლიქტის დროს და აგრეთვე, მდედრის მოსაზიდად. ლაბაბი სხვადასხვა ფერისაა. ყველაზე გავრცელებულია ორი ფერი: ტერიტორიული მამრების ნარინჯისფერი ლაბაბი ლურჯი ლაქებით და არატერიტორიული მამრების – ნარინჯისფერი. არატერიტორიული მამრები გამოირჩევიან **სატელიტური** ან **ნომადური** ქცევით. სატელიტი მამრების ქცევა გავს სატელიტი ირმებისას. ნომადი (მომთაბარე) მამრები არ ჩერდებიან დიდ ხანს ერთ ადგილას და ამყარებენ შემთხვევით კავშირებს სადაც და ვისთანაც მოხერხდება. როგორც გარეგნობა, ასევე ქცევა ყალიბდება ადრეულ ასაკშივე (გამოჩევიდან გარკვეულ პერიოდში) სასქესო ჰორმონების ზეგავლენით, კერძოდ ტერიტორიულ მამრებს აყალიბებს ტესტოსტერონის მაღალი კონცენტრაცია. ჰორმონების კონცენტრაცია სისხლში უნდა იყოს პასუხისმგებელი, მაგალითად, ზოგიერთ თევზში ტერიტორიული და Sneaker მამრების ქცევაზეც. მნიშვნელოვანია, რომ მეხეური ხვლიკის არატერიტორიული მამრების ჩამოყალიბებაზე მოქმედებს გარემოც: გვალვის პირობებში

არატერიტორიული მამრი ყალიბდება ნომადად, საკმაო ტენიანობის პირობებში კი – სატელიტად. ტენის რაოდენობა, ამ შემთხვევაში, მოქმედებს ორგანიზმში გამომუშავებული სასქესო ჰორმონების რაოდენობაზე. ამგავარად, არატერიტორიულობა და ტერიტორიულობა ადრეულ ასაკში ყალიბდება, ხოლო არატერიტორიული მამრის ნომადურობა თუ სატელიტურობა ყალიბდება უკვე მომწიფებულ ორგანიზმში გარემოს ზეგავლენით (Moore M.C., et al., 1998.). თუმცა კიდევ ერთხელ გავუსვათ ხაზი, რომ ტენიანობა, პირდაპირ კი არ მოქმედებს მამრის ქცევაზე, არამედ ზეგავლენას ახდენს ენდოკრინულ სისტემაზე.

მდედრების ატრაქცია (მიზიდვა) მამრის სხეულზე არსებული მკვეთრი წითელი ფერის ლაქების საშუალებით დაფიქსირებულია კიბოსნაირებში, თევზებში, ფრინველებში (კერძოდ მეთოვლიებში) და პრიმატებში (კერძოდ მაკაკ რეზუსში). აღმოჩნდა, რომ ადამიანშიც, ქალებს ძალიან იზიდავს მამაკაცის ტანსაცმლის ან სხვა აქსესუარების წითელი ფერი (Elliot A.J., et al., 2010).

პრერიის მემინდვრია – *Microtus ochrogaster*, ვირთავის მონათესავე მღრღნელია. ის **მონოგამურია** – შეჯვარების შემდეგ მდედრი და მამრი ერთად ცხოვრობენ და გამოირჩევიან ოჯახისადმი ერთგულებით. **პოლიგამურობა** გულისხმობს მრავალმეუღლიანობას, როდესაც მამრი ერთდროულად ამყარებს სქესობრივ ურთიერთობას რამდენიმე მდედრთან (**პოლიგინია**), ან მდედრს ყავს ერთდროულად რამდენიმე მამრი პარტნიორი (**პოლიანდრია**).



სურ. 5

პრერიის მემინდვრიას მონოგამური მამრი არ უახლოვდება სხვა მდედრებს და მათ მიმართ აგრესიულობასაც კი იჩენს. მდედრი, თავის მხრივ, აგრესიულია სხვა მამრების მიმართ. ფიქრობენ, რომ მეწყვილესთან **მიჯაჭვულობა** (საერთაშორისო ტერმინოლოგიით attachment) და სხვა შესაძლო პარტნიორებისადმი აგრესიულობა გამოწვეულია დოფამინის მოქმედებით. დოფამინერგული სტრუქტურებიდან (სურ. 5, substantia nigra, სახურავი – tegmentum, კერძოდ მისი ვენტრალური ნაწილი – VTA). გამოყოფილი დოფამინი ზემოქმედებს ტენის სხვადასხვა სტრუქტურებზე (corpus striatum, nucleus accumbens, frontal cortex), სადაც ნეირონებს აქვთ დოფამინური, ძირითადად D1 და D2 ტიპის რეცეპტორები.

D2 ტიპის რეცეპტორების დათრგუნვა მემინდვრიას თავის ტვინში იწვევს შეჯვარების შემდგომ ქცევის შეცვლას: მემინდვრიები კარგავენ ერთმანეთის მიმართ მიჯაჭვულობას და ოჯახი ვერ ყალიბდება. პირიქით, თუ D2 ტიპის რე-

ცეპტორებს ხელოვნურად გაააქტიურებენ, მამრი მიეჯაჭვება პირველივე შემხვედრ მდედრს ჯერ კიდევ შეეჯვარებადღე.

D1 ტიპის რეცეპტორების დათრგუნვა ხელს უშლის მიჯაჭვულობის წარმოშობას. მემინდვრიები ეჯვარებიან ერთმანეთს, მაგრამ ამის შემდეგ კარგავენ ერთმანეთის მიმართ ყოველგვარ ინტერესს. სამაგიეროდ D1 ტიპის რეცეპტორების გააქტივება იწვევს მამრის აგრესიულობის ზრდას.

მართალია D ტიპის ორივე რეცეპტორი ერთსა და იმავე მესინჯერზე – დოფამინზე რეაგირებს, მაგრამ მესინჯერის მიერ მათი გააქტივება განსხვავებულ ზეგავლენას ახდენს ნეირონების მოქმედებაზე.

სავარაუდოდ, მემინდვრიების ოჯახის შექმნა ორ ეტაპად მიმდინარეობს. პირველად შეეჯვარების შემდეგ აქტივდება D2 ტიპის რეცეპტორები და წყვილი მიეჯაჭვება ერთმანეთს. დაახლოებით ორ კვირაში თავის ტვინში მნიშვნელოვნად იზრდება D1 ტიპის რეცეპტორების რაოდენობა, მამრი აგრესიული ხდება სხვა მდედრების მიმართ და ამიტომ „ოჯახში რჩება“.

ქცევის რეგულაციაში მნიშვნელოვანია აგრეთვე ჰორმონი – **ვაზოპრესინი**. ძუძუმწოვრების სხვადასხვა სახეობაში ის ზეგავლენას ახდენს მამრების სქესობრივ და სოციალურ ქცევაზე. თავის ტვინის სტრუქტურებში ვაზოპრესინის რეცეპტორების ლოკალიზაცია განსხვავებულია მემინდვრიას სახეობებს შორის. მაგალითად, მემინდვრიის სახეობას *Microtus montanus*, რომელსაც არ უვითარდება მიჯაჭვულობა სქესობრივ პარტნორთან (პრერიის მემინდვრიისგან განსხვავებით), ვაზოპრესინის რეცეპტორების ლოკალიზაციაც განსხვავებული აქვს. უფრო დეტალური ინფორმაციისთვის :Lim M.M., et al., 2004; Wigger A., et al., 2003. Young L.J., et al., 1999.

სქესობრივი ქცევის ნეირონული სისტემა მჭიდრო კავშირშია **„დაჯილდოების სისტემასთან“**. ეს სისტემა დოფამინერგულია. მთლიანობაში, აღწერილი ორი სისტემა ქმნის **გადაწყვეტილების მიღების** სისტემას. სისტემის ძირითადი კომპონენტებია: ჰიპოთალამუსი, ამიგდალა, მკრთალი ბირთვი, ზოლიანი ბირთვი, ცენტრალური რუნი ნივთიერება, სახურავი, ჰიპოკამპი (<http://elementy.ru/news/431842>). სახურავის დოფამინერგული ნეირონები ამოქმედდება დადებითი სტიმულის საპასუხოდ, მაგალითად, როდესაც ცხოველმა იცის, რომ ზარის დარეკვის შემდეგ აჭმევენ, დოფამინერგული ნეირონები აიგზნება ზარის ხმაზე. ამავდროულად მათი აქტივობა კლებულობს საკვების გამოჩენაზე. ამგვარად, სახურავის დოფამინერგული ნეირონები მოქმედებენ „ჯილდოს მოლოდინის“ რეჟიმში. თუ ზარის ხმაზე საკვები არ გამოჩნდება, დოფამინერგული ნეირონების აქტივობა ამ შემთხვევაში კიდევ უფრო მკვეთრად კლებულობს.

სახურავის ნეირონების ნაწილი დოფამინერგული არ არის, GABA-ერგულია და ამგვარად, შემაკავებელ ზეგავლენას ახდენენ სახურავის დოფამინერგულ ნეირონებზე. GABA- ერგული ნეირონები არეგულირებენ დოფამინერგული ნეირონების აქტივობას და ჯილდოს არსებობა/არ არსებობის საპასუხოდ განვითარებულ ქცევას (Cohen JY., et al., 2012).

პარტნიორის მოპოვება და მასთან სქესობრივი კავშირი განსაკუთრებული ჯილდოა, ამიტომ ზემოთ აღწერილი მექანიზმი აქტიურად მოქმედებს სქესობრივი ურთიერთობის პირობებში.

მეტად საინტერესო მაგალითი გამოქვეყნდა ჟურნალში „Nature“ 1970 წელს. მამაკაცი, მეცნიერი, რომელმაც ჟურნალს ინფორმაცია მიაწოდა, გარკვეული დროის განმავლობაში განმარტოებულ ცხოვრებას ეწეოდა. თუმცა დრო და დრო ის წინასწარ უთანხმდებოდა და მიაკითხავდა ხოლმე თავის შეყვარებულს, და ქონდა მასთან სქესობრივი ურთიერთობა. მამაკაცს მოეჩვენა, რომ შეყვარებულის მონახულების წინ მისი წვერი უფრო ხშირი ხდებოდა, ვიდრე სხვა დღეებში. მან აწონა გაპარსული წვერი და დაადგინა, რომ ეს მართლაც ასე იყო. როგორც ჩანს, ქალთან ურთიერთობის ჯილდოს მოლოდინი წინასწარვე იწვევს ორგანიზმში ტესტოსტერონის დონის მატებას, რაც წვერის ზრდაზეც აისახება (Carlson R.J., 2010).

ამ შემთხვევაში ალბათ მოქმედებდნენ ჯილდოს ანტიციპაციის (მოლოდინის) ნეირონები. ანტიციპაციის ფენომენთან უნდა იყოს დაკავშირებული ენდოკრინული სისტემის მოქმედების გარკვეული ფორმები. მაგალითად, როდესაც სქესობრივი კავშირის მოლოდინის რეჟიმში მყოფ მამაკაცს უფრო ხშირი წვერი ამოსდიოდა, ერთი მხრივ, ეს მოვლენა კავშირში იყო ამ მამაკაცის სისხლში სასქესო ჰორმონის რაოდენობის მატებასთან, რაც ხელს უწყობს წვერის ზრდას. მეორე მხრივ, სასქესო ჯირკვლები ყოველთვის გამოიმუშავებენ და გამოყოფენ სისხლში სასქესო ჰორმონებს, მაგრამ პროცესის ინტენსიობა იცვლება სხვადასხვა სიტუაციაში. მოყვანილ შემთხვევაში, სავარაუდოდ, ანტიციპაციის ნეირონების გააქტივება სქესობრივი კავშირის, „ჯილდოს“ მოლოდინში, იწვევდა ჰიპოთალამურ-ჰიპოფიზურ-გონადური სისტემის გააქტივებას.

ჰიპოთალამუსის ტროპულ ჰორმონებს ეკუთვნის გონადოტროპინის გამომყოფი ჰორმონი, რომელიც იწვევს ჰიპოფიზიდან ე.წ. გონადოტროპინების – ფოლიკულ-მასტიმულირებელი (FSH-follicle stimulating hormone) და მალუთეინიზირებელი (LH-Luteinizing hormone) ჰორმონების გამოყოფას. ეს ჰორმონები სპეციფიკურად მოქმედებენ მდედრების და მამრების ორგანიზმში.



მდედრებში LH პასუხისმგებელია **ოვულაციაზე** (კვერცხუჯრედის გამო-  
თავისუფლებაზე საკვერცხეს ფოლიკულიდან) და აგრეთვე, საკვერცხეებიდან  
მდედრობითი სასქესო ჰორმონების – ესტროგენის და **პროგესტრონის** გამოყოფაზე.  
მამრებში LH ხელს უწყობს ანდროგენების გამოყოფას სათესლეებიდან.  
ანდროგენებიდან განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი ჰორმონია ტესტოსტერონი.

სასქესო ჰორმონები, ძირითადად ანდროგენები, გამოიყოფა აგრეთვე თირკ-  
მელზედა ჯირკვლიდან როგორც მამრებში, ასევე მდედრებში. მამრებში ანდ-  
როგენების ძირითადი წყაროა სათესლეები, ამიტომ ანდროგენების გამოყოფის  
თვალსაზრისით თირკმელზედა ჯირკვალი მამრებში მნიშვნელოვანი არ არის.  
მაგრამ მდედრებში თირკმელზედა ჯირკვალი ანდროგენების ერთადერთი წყა-  
როა და ამდენად მნიშვნელოვანია, რადგან ანდროგენები მონაწილეობენ მდედ-  
რების სქესობრივი ქცევის ჩამოყალიბებაში. მდედრებში ტესტოსტერონი ქცევის  
გარდა, აკონტროლებს ბოქვენზე თმის ზრდას, კუნთოვანი სისტემის ჩამოყალი-  
ბებას, წელის მიდამოში ცხიმის დაგროვებას.

თირკმელზედა ჯირკვლიდან გამოყოფილი ტესტოსტერონი განაპირობებს  
ქალის სქესობრივ მოტივაციას. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ტესტოსტერო-  
ნის გამოყოფის ინტენსიობა სხვადასხვა კლიმატურ და სოციალურ პირობებში  
განსხვავებულია, შესაძლებელია აიხსნას, რატომ არიან მსოფლიოს სხვადასხვა  
კუთხეში სქესობრივად განსხვავებულად მოტივირებული ქალები.

მდედრ ძუძუმწოვრებში ტესტოსტერონი განაპირობებს კონკურენტულ ქცე-  
ვას. ქალები, რომლებსაც აღენიშნება ტესტოსტერონის მაღალი დონე სისხლში,  
საკუთარ თავს აფასებენ როგორც მოქმედებაზე ორიენტირებულს და ძლიერს.  
ასეთი ქალები ძლიერ კონკურენტულები არიან, ვერბალურად აგრესიულები  
და რისკიანი თამაშში. ტესტოსტერონ თერაპია გამოიყენება იმ ქალების სამ-  
კურნალოდ, რომლებსაც აქვთ სექსუალური მოტივაციის ძალიან დაბალი დონე.  
კონტრაცეპტივები ერთი მხრივ ამცირებს ტესტოსტერონის აქტიობას და ამავდ-  
როულად ამცირებს სქესობრივ ლტოლვას და სქესობრივი ურთიერთობისგან  
მიღებულ სიამოვნებას.

ქალებში **მენსტრუალური ციკლი (მც)** უკავშირდება მდედრობითი ჰორმონე-  
ბის გამოყოფას და ჰორმონების რაოდენობა მკვეთრად ცვალებადობს მენსტრუ-  
ალური ციკლის განმავლობაში. იცვლება თუ არა ქალის ქცევა მც-ში ჰორმონების  
რაოდენობის ცვალებადობასთან დაკავშირდებით? ამ საკითხის გასარკვევად  
მოკლედ გავეცნოთ მც-ს: ახალგაზრდა მდედრის **რეპროდუქციულ** – გამრავ-  
ლების სისტემაში, რეგულარულად, დაახლოებით ერთი თვის განმავლობაში  
მიმდინარე ანატომიურ და ფიზიოლოგიურ ცვლილებებს. შემოვიფარგლებით  
მც-ს რამდენიმე მომენტის დახასიათებით (მეტი ინფორმაციისთვის: Stanfield C.L.,  
2012, Marrie E.N., 2006).

კვერცხუჯრედი მწიფდება საკვერცხეში, სპეციალურ განყოფილებაში  
– **ფოლიკულში**. კვერცხუჯრედის მომწიფების დროისათვის სისხლში ძლიერ

მატულობს LH-ის ხელს უწყობს **ოვულაციას** – კვერცხუჯრედი გამოდის ფოლიკულიდან და იწყებს გადაადგილებას საშილოსნოსკენ. კვერცხუჯრედის საშილოსნოსკენ გადაადგილების პერიოდში მოხდება კვერცხუჯრედის განაყოფიერება სპერმატოზოიდის მიერ. ამავე პერიოდში საშილოსნოს კედლები სქელდება – ემზადება განაყოფიერებული კვერცხუჯრედის მისაღებად. განაყოფიერებული კვერცხუჯრედი – **ზიგოტა** ემაგრება საშილოსნოს კედელს. აქ ზიგოტა დაიწყებს განვითარებას და წარმოიქმნება ნაყოფი.

თუ კვერცხუჯრედი არ განაყოფიერდა, იწყება **მენზესი**: საშილოსნოს კედლის გასქელებული ფენა აშრევდება და ნაფლეთების სახით გარეთ გამოიდევენება, რასაც თან სდევს სისხლდენა.

აღმოჩნდა, რომ მამაკაცები აღიქვამენ ქალს სექსუალურად განსაკუთრებით მიმზიდველად (ქალის შესახედაობას, ცეკვას, ხმას, საუბარს სხვ.) ოვულაციის პერიოდში. ეს განპირობებულია თავად ქალების ქცევის და გარეგნობის ცვლილებით: ისინი უფრო აქტიური და მომხიბლავი ხდებიან. ქცევის ცვლილებები შესაძლებელია ქალისათვის შეუმჩნეველადაც, ქვეცნობიერად წარიმართოს. ქცევას მართავს LH-ის დონის მატება ორგანიზმში (ამ საკითხის შესახებ დიდძალი სამეცნიერო ლიტერატურა თავმოყრილი და მისი ნახვა შესაძლებელია საძიებო სიტყვით *menstrual cycle behavior*).

თუ ამ ფაქტს ულტიმატური კაუზაციის თვალსაზრისით შევხედავთ, ადვილი მისახვედრია, რომ ქალი სექსუალურად მიმზიდველი ხდება სწორედ მაშინ, როდესაც კვერცხუჯრედი ტოვებს საკვერცხეს და მზად არის განაყოფიერებისათვის. ქალი სექსუალურად განსაკუთრებით აქტიური ხდება, რათა შეასრულოს ბიოლოგიური დანიშნულება – გაამრავლოს თავისი მოდგმა.

მენსტრუალური ციკლის სხვადასხვა ფაზაში იცვლება ქალის მიერ მამაკაცის გარეგნობის შეფასების კრიტერიუმებიც (დეტალებისთვის: Bobst C., et al., 2014)

მდებრობითი ჰორმონი **ესტრადიოლი** განაპირობებს დომინანტურობას და აგრესიას პრიმატებში, კერძოდ მაიმუნებში. ის აღძრავს კონკურენტულ ქცევას სხვა მდებრო პრიმატებშიც – ქალებში. ქალებს, რომლებსაც აქვთ ლიდერობის, ძალაუფლებისაკენ ძლიერი სწრაფვა, სისხლში დიდი რაოდენობით ესტრადიოლი აღენიშნება. ესტრადიოლის რაოდენობა კიდევ უფრო მატულობს როდესაც ქალი „იმარჯვებს“ სხვა ქალთან შეჯიბრში და ეს ეფექტი მთელი დღის განმავლობაში ნარჩუნდება. პირიქით, ესტრადიოლის რაოდენობა მცირდება „დამარცხებულის“ ორგანიზმში. ესტრადიოლის დიდი რაოდენობით შემცველი ქალები ცდილობენ ფიზიკურად უფრო მიმზიდველი იყვნენ, ისინი რომანტიკულ ცხოვრებას ელტვიან და სხვა ქალების მიმართ ძლიერ კონკურენტული არიან (პირობითად ამას უწოდებენ „მერლინ მონროს ეფექტს“). მეტი ინფორმაციისათვის: 1. [http://www.huffingtonpost.com/2012/12/12/fertility-women-attractiveness-study\\_n\\_2286537.html](http://www.huffingtonpost.com/2012/12/12/fertility-women-attractiveness-study_n_2286537.html), 2. <http://www.livescience.com/8779-fertile-women-manly-men.html>, 3. <http://www.livescience.com/22402-women-dances-ovulation-fertility.html>

მიჯაჭვულობა არ არის მხოლოდ საპირისპირო სექსებს შორის კავშირის ფენომენი. იგი ვითარდება მშობლებსა და შვილებს შორისაც და ძალიან მნიშვნელოვანია ახალი თაობის გადარჩენისა და აღზრდისათვის. მიჯაჭვულობისათვის დიდად მნიშვნელოვანია არა მარტო დოფამინი, არამედ ოქსიტოცინიც. ოქსიტოცინი იწყებს მოქმედებას ჯერ კიდევ ნაყოფის განვითარების პერიოდში. თანამედროვე შეხედულებები ოქსიტოცინის მოქმედების ამ მხარეზე მეტად საინტერესოა.

ცნობილია, რომ ორსულობის პერიოდის დამთავრებისთვის, როდესაც მშობიარობის დრო მოდის, ორსულის ორგანიზმი იწყებს ოქსიტოცინის დიდი რაოდენობით გამოიმუშავებას. ოქსიტოცინი აძლიერებს მუცლის კუნთების შეკუმშვას და ამგვარად ხელს უწყობს ნაყოფის გამოდევნას დედის ორგანიზმიდან. ორსულის ორგანიზმში ოქსიტოცინის რაოდენობის მატებას იწვევს თავად ნაყოფი. ერთი მხრივ, ის თვითონ გამოყოფს ოქსიტოცინს, რომელიც ჭიპლარის მეშვეობით გადადის დედის ორგანიზმში, მეორე მხრივ კი, ნაყოფი თავით აწვევა საშვილოსნოს კედელს, რაც იწვევს კედელში არსებული რეცეპტორების გაღიზიანებას და რეფლექსურად უბიძგებს ორსულის ორგანიზმს, გამოიმუშავოს მეტი ოქსიტოცინი. მკითხველს ესმის, რომ საშვილოსნოს კედლის გაღიზიანება რეფლექსურად ააქტივებს ჰიპოთალამუს – ჰიპოფიზის ღერძს, რომელიც პასუხისმგებელია ოქსიტოცინის გამოიმუშავებაზე. უფრო ზუსტად, ოქსიტოცინი გამოიმუშავდება ჰიპოთალამუსში, შემდეგ გადადის და გროვდება ჰიპოფიზში და იქიდანვე გამოიყოფა საჭიროებისამებრ. საჭიროა იმის გარკვევაც, თუ რატომ იწყებს ნაყოფი საშვილოსნოს კედელზე აქტიურ მექანიკურ ზეწოლას იმ პერიოდში, როდესაც ნორმალური ორსულობა მთავრდება და უნდა დაიწყოს მშობიარობა. ნაყოფი იზრდება ორსულის ორგანიზმში და დგება პერიოდი, როდესაც დედა ვეღარ აწვდის გაზრდილ ნაყოფს სათანადო რაოდენობით საკვებს. ნაყოფის ორგანიზმში კრიტიკულად მცირდება გლუკოზის რაოდენობა. ნაყოფი იწყებს გამოსავლის ძებნას ამ სიტყვის როგორც მეტაფორული, ისე პირდაპირი მნიშვნელობით.

მშობიარობის შემდეგ ოქსიტოცინი ხელს უწყობს **ლაქტაციას** – სარძევე ჯირკვლებიდან რძის გამოყოფას. აქაც მეტად მნიშვნელოვანია ახალშობილის როლი. ძუძუს წოვა ასტიმულირებს დედის ორგანიზმში ოქსიტოცინის გამოყოფას – წოვის პროცესში ძუძუს თავების გაღიზიანება იწვევს ჰიპოთალამუს-ჰიპოფიზის ღერძის რეფლექსურ გააქტივებას. ამავდროულად, ოქსიტოცინი ავითარებს მიჯაჭვულობას დედასა და შვილს შორის. ეს მექანიზმი საერთოა ძუძუმწოვრებისათვის და ადამიანი გამონაკლისს არ წარმოადგენს. მაგრამ ის ფაქტები, რომლებსაც ქვემოთ მოვიყვანთ, ალბათ მეტად საყურადღებოა ახალგაზრდებისათვის, რომლებსაც ახლადშექმნილი ოჯახი აქვთ ან აპირებენ ოჯახის შექმნას. მიჯაჭვულობა მარტო დედასა და შვილს შორის არ ყალიბდება. აუცილებელია, რომ ამ პროცესში მონაწილეობდეს მამა. ევოლუციურად მამრის როლი ოჯა-

ნის გამოკვეთა და დაცვაა. ტრადიციულად, მამაკაცები არ ერევიან „ორსულის“ საქმეებში, მთავარია მატერიალურად უზრუნველყონ ოჯახი, მაგრამ ეს სწორი არ არის. ქალის ორსულობის პერიოდში მისი მეუღლეც აქტიურად უნდა იყოს ჩაბმული ბავშვის მოლოდინთან დაკავშირებულ საქმიანობაში. ასეთ შემთხვევაში ბავშვის დაბადებამდე მამრის ორგანიზმში მატულობს ოქსიტოცინის და კლებულობს ტესტოსტერონის რაოდენობა, რაც ზრდის მის მიჯაჭვულობას (ოქსიტოცინის მატება) და ასუსტებს მამრის აგრესიულობას და გამრავლების ინსტინქტს (ტესტოსტერონის კლება) და მამრი „მეოჯახე“ ხდება. დღეისათვის არ არსებობს პირდაპირი მეცნიერული მონაცემები, თუ რა იწვევს აღნიშნულ ჰორმონულ ძვრას მამრის ორგანიზმში, მაგრამ ვარაუდობენ, რომ ერთერთი ფაქტორი უნდა იყოს ორსული ქალის და აგრეთვე ახალშობილის განსაკუთრებული სუნი. სუნის მნიშვნელობა ცოცხალი არსებების ურთიერთობაში ძლიერ დიდია და ადამიანშიც მნიშვნელოვანი. ახალშობილის სუნზე ადამიანს განსაკუთრებული რეაქცია რომ აქვს, ამაში მკითხველი დამეთანხმება. ცნობილია, რომ ახალშობილთან ახლო კონტაქტიც ზრდის ოქსიტოცინის დონეს მამრის ორგანიზმში. ამდენად, ერთი მხრივ ორსულ მეუღლესთან, მეორე მხრივ კი ახალშობილთან ყოველდღიური ურთიერთობა მეტად მნიშვნელოვანია მამის მიჯაჭვულობის ჩამოყალიბებისათვის (დეტალებისთვის: Cbaan D., 2014). მკითხველს აუცილებლად გაუჩნდება კრიტიკული რეპლიკა. რა თქმა უნდა, არ შეიძლება მეუღლეების ურთიერთობა მხოლოდ ჰორმონულ მექანიზმზე დავიყვანოთ, მაგრამ ჩვენ ვსაუბრობთ ფიზიოლოგიურ მექანიზმზე, რომელიც საერთოა ყველა ადამიანისათვის და დევს ჩვენი ქცევის საფუძველში.

**გენეტიკური მსგავსების თეორიის** (მსგავსის შერჩევის თეორიის ახლებური ინტერპრეტაციის) თანახმად (Rushton J.P., 1988., 1989., Thiessen D., 1999., Thiessen D. and Gregg B., 1980), სხვა ადამიანში, მაგალითად, საწინააღმდეგო სქესის წარმომადგენელში, გენეტიკური მსგავსების აღმოჩენა აჩენს მისდამი კეთილგანწყობას. ცხადია ამ შემთხვევაში გენეტიკური მსგავსების აღმოჩენა არ გულისხმობს პირდაპირ გენებს შორის მსგავსების აღმოჩენას. ეს მხოლოდ კომპლექსური ლაბორატორიული ანალიზითაა შესაძლებელი. იგულისხმება მსგავსება ნიშან-თვისებებში, რომლებიც გენებითაა განპირობებული: მსგავსება გარეგნობაში, ინტელექტუალურ შესაძლებლობებსა და მიდრეკილებებში, ხასიათში და სხვ. „ყველა ალხანას თავისი ჩალხანა ყავსო“, ეს არის ალბათ აღნიშნული თეორიის ხალხური რეზიუმე. კვლევებით დადგენილია, რომ ამ მსგავსებებს მართლაც დიდი მნიშვნელობა აქვს ოჯახის შექმნის დროს (დეტალებისთვის იხ. Bereczkei T., et. al., 2004). კეთილგანწყობის გაჩენა ხელს უწყობს მონოგამიას (შეგვიძლია ვთქვათ, რომ საუბარია პარტნიორთან მიჯაჭვულობაზე), ხოლო მონოგამია, თავის მხრივ, ხელს უწყობს წყვილის შთამომავლობაში იმ გენების განმტკიცებას, რომლებიც მსგავსია პარტნიორებში.

## სოციალური ქვევა

ჰარისის ბელურა (*Zonotrichia querula*) კანადის ენდემური სახეობაა. გაზაფხულზე ჰარისის ბელურები იკავებენ გამოცალკევებულ ტერიტორიას, სადაც იკვებებიან და მრავლდებიან, ზამთარში კი ცხოვრობენ დიდ ჯგუფებად, რომლებშიც შესაძლებელია სხვა სახეობის ბელურებიც კი შეერიოს. ამგვარ ჯგუფში იერარქიული დამოკიდებულებების მოწესრიგება ძალიან მნიშვნელოვანია, რათა დაქვემდებარებულმა (**სუბორდინატმა**) ფრინველმა თავი აარიდოს ლიდერთან (**დომინანტთან**) ფიზიკურ დაპირისპირებას, რაც ტრავმით ან სულაც სიკვდილით შეიძლება დამთავრდეს. ფიზიკური დაპირისპირებისათვის თავის არიდება სასარგებლოა დომინანტისათვისაც, რადგან ის თავისუფლდება კონფლიქტში ენერჯის და დროის ხარჯვისაგან და შესაძლო ტრავმისგან.

ზამთრის დადგომისათვის ჰარისის ბელურებს უკვე ჩამოყალიბებული აქვთ სპეციფიკური შეფერილობა, ღია ან მუქი ფერის ბუმბული. მუქი ფერისები სჯაბნიან ღია ფერისებს. თუმცა მათ შორის ფიზიკური დაპირისპირება იშვიათია, რადგან ღია ფერის სუბორდინატები სწრაფად ტოვებენ ტერიტორიას, თუ იქ მუქი ფერის დომინანტი გამოჩნდა. მუქი შეფერილობის დომინანტებს აქვთ ტესტოსტერონის უფრო დიდი რაოდენობა ვიდრე ღია ფერისებს. სავარაუდოდ, შემოდგომის **განჯურის** (ბუმბულის ცვლის) შემდეგ მოზღვავებული ტესტოსტერონი, ხელს უწყობს მუქი პიგმენტაციის მქონე ბუმბულის განვითარებას.

როგორცა (*Rohwer S., 1977*) ჩაატარა კლასიკური ექსპერიმენტი: რამდენიმე მუქი დომინანტი ბელურა, ღია ფერის უვნებელი საღებავით გააფერადეს, რამდენიმე სუბორდინატი კი მუქ ფერში შეღებეს. ყოფილი დომინანტები ცუდ დღეში ჩაცვივდნენ: სუბორდინატი ბელურები ვერ ცნობდნენ ყოფილ დომინანტებს, ამიტომ აღარ უთმობდნენ მათ საკვებს და ტერიტორიას და ყოფილ დომინანტებს ხშირად უწევდათ ბრძოლა. ბრძოლა ორ ფრონტზე ვითარდებოდა – ყოფილ დომინანტებს აღარც თავისიანები იღებდნენ, რადგან სუბორდინატებად აღიქვამდნენ. შეღებილი სუბორდინატებიც ვერ გრძნობდნენ თავს კარგად. ისინი ვერ იქცეოდნენ ისე, როგორც ნამდვილი დომინანტი ბელურები: მათი ჭიკჭიკი (ბგერის ხანგრძლიობა, სიხშირე სხვ.) ისევ სუბორდინატისეული იყო, ამიტომ ნამდვილი დომინანტები მუდმივად თავს ესხმოდნენ. აღწერილ სიტუაციას ალბათ მოერგება ქართული ანდაზა: „არა შეჯდა მწყერი ხესა, არა იყო გვარი მისი.“ როდესაც სუბორდინატების ამ ჯგუფს ტესტოსტერონის დამატებითი დოზა შეუყვანეს ორგანიზმში, მათ ისე დაიწყეს მოქცევა, როგორც ახლებურ შეფერილობას, უფრო ზუსტად, ახალ სოციალურ სტატუსს შეეფერებოდა.

ადამიანის სოციალური სტატუსი მრავალ, მხოლოდ ადამიანთა საზოგადოებისთვის დამახასიათებელ ფაქტორზეა დამოკიდებული, მაგ. სიმდიდრეზე, თანამდებობაზე, დარგში ოსტატობაზე და სხვ. ამიტომ შესაძლებელია ვინმემ იფიქროს, რომ ადამიანის სოციალური სტატუსის ჰარისის ბელურას სტატუსთან

ერთად განხილვა არ არის სწორი. მაგრამ ტესტოსტერონის დონე ადამიანის ორგანიზმშიც პირდაპირ კავშირშია სხვადასხვა სიტუაციაში დომინირებასთან და სტატუსის დამკვიდრებასთან დაკავშირებულ ქცევასთან. ამ თვალსაზრისის დამამტკიცებელი არგუმენტები მრავლადაა სამეცნიერო ლიტერატურაში (მაგალითისთვის იხ: Josephs R.A. et al., 2003., Dabbs Jr., J.M., 2000., 1990). ადამიანის სოციალურ სტატუსთან დაკავშირებული ზოგიერთი მოვლენა იმდენად კულტურულ ფენომენად მოჩანს, რომ ძნელი წარმოსადგენია მას ბიოლოგიური ფესვები ქონდეს. მაგრამ ხშირად ეს ასე არ არის. ამ აზრის განვითარებისთვის გავაგრძელოთ სოციალურ სტატუსში ფერის მნიშვნელობაზე საუბარი, მაგრამ ამჯერად შემოვიფარგლოთ წითელი ფერით. ისევე სხვა ცხოველებით დავიწყოთ და მივადგეთ ადამიანს, რადგან თუ საუბარია ადამიანში რომელიმე ფენომენის ბიოლოგიურ ხასიათზე, მისი საწყისი უნდა მოვიძიოთ განვითარების კაუზაციაში.

სხეულის ნაწილების წითელი ფერი ცხოველებში მნიშვნელოვანია პოპულაციის შიგნით დომინირების დასამყარებლად. მაგალითად, მანდრილებში ცხვირი და სხეულის ზოგიერთი სხვა ნაწილი წითელი ფერისაა. ყველაზე მკვეთრი წითელი ფერი ახასიათებთ სოციალურად დომინანტ მამრებს. მსგავსი სიტუაციაა ბაბუნების ერთერთ სახეობაშიც, სადაც მამრებს გულისპირი აქვთ წითლად შეფერილი. სხეულის წითელი ფერის კავშირი დომინირებასთან ნაჩვენებია კიბოსნაირების, ქვეწარმავლების, ფრინველების ზოგიერთ სახეობაშიც. წითელი შეფერილობა განსაკუთრებით შესამჩნევი ხდება გამრავლების სეზონზე და ეხმარება მამრებს მდედრის მოზიდვაში (Elliot A.J., et al., 2010). მოვლენის ულტიმატური არსი, სავარაუდოდ, გასაგებია: ერთი მხრივ წითელი ფერი ხელს უწყობს მამრის მიერ მდედრის მოხიბვლას, მეორე მხრივ განსაკუთრებით მკვეთრი წითელი ფერით ხასიათდება დომინანტი მამრი. ამგვარად, სოციალური სტატუსი ამ შემთხვევაში იმაში ვლინდება, რომ დომინანტი მამრი აკონტროლებს პოპულაციის შიგნით მცხოვრებ მდედრებს და ამდენად, რეპროდუქციულად წარმატებულია. დავსვათ პროქსიმატული კითხვა: რა განაპირობებს წითელ ფერს და რატომ აქვს ზოგს კაშკაშა წითელი ფერი, ზოგს კი არა? სტუდენტს, სავარაუდოდ პასუხი მზად აქვს: ტესტოსტერონის დონე ორგანიზმში. მაგრამ ამით არ დავკმაყოფილდეთ. გასაგებია რომ ტესტოსტერონი იწვევს წითელი ფერის გავითარებას, მაგრამ როგორ ხდება ეს (პროქსიმატული კაუზაცია ღრმავდება)?

სხეულის წითელი შეფერილობა დაკავშირებულია ერთი მხრივ კანში წითელი ფერის განმაპირობებელი პიგმენტის წარმოშობასა და დაგროვებასთან და მეორე მხრივ კი ორგანოების, მათ შორის კანის ქსოვილის უანგბადით მომარაგებასთან. ტესტოსტერონი ხელს უწყობს ორივე პროცესს. ამიტომ ტესტოსტერონის მაღალი დონე ორგანიზმში განაპირობებს კანის უფრო ძლიერ პიგმენტაციას (Blas J., et al., 2006., Rhodes L., et al., 1997).

გამოვსახოთ აღწერილი მიზეზ-შედეგობრივი კავშირი სქემის სახით, რომელშიც წარმოვადგინოთ კაუზაციის ორივე მხარეს – პროქსიმატულს და ულტიმატურს:



მაგრამ ამ სქემას რალაც აკლია. ყველაფერი თითქოს გასაგებია, მაგრამ გაუგებარი რჩება: 1. მაინც რატომ დომინირებს მკვეთრი წითელი ფერების მქონე მამრი? ძნელი წარმოსადგენია, რომ ფერი თავისთავად, იყოს დომინირების მიზეზი. როგორც ითქვა, ტესტოსტერონი ხელს უწყობს ქსოვილების უანგბადით გაუმჯობესებულ მომარაგებას, ეს კი კარგი ფიზიკური მდგომარეობის ერთერთი საწინდარია, რადგან ორგანოების, მათ შორის ჩონჩხის კუნთების და ტვინის უანგბადით უხვად მომარაგება აუმჯობესებს მათ მოქმედებას. აქედან გამომდინარე, ტესტოსტერონის მაღალი დონე ორგანიზმში უკავშირდება ფიზიკურ სიჯანსაღეს, რომელიც, თავის მხრივ, აძლევს მამრს საშუალებას დაჩაგროს სხვები და დომინანტი გახდეს.

**დავალება: ჩაამატეთ სქემაში ნაკლები ელემენტი, მოუნახეთ მას სათანადო ადგილი და ჩაწერეთ საჭირო ინფორმაცია.**

მაგრამ მეცნიერება არ იძლევა დასკვნების ადვილად გამოტანის საშუალებას. უნდა გვეკონდეს პირდაპირი მონაცემი, რომ ტესტოსტერონის მაღალი დონე მართლაც კავშირშია ფიზიკურ სიჯანსაღესთან. ამგვარი მონაცემები სამეცნიერო ლიტერატურაში ბევრია. მათი მოძიება შესაძლებელია ინტერნეტში საძიებო სიტყვით testosterone physical health.

პირველ კითხვაზე (რატომ დომინირებს მკვეთრი წითელი ფერების მქონე მამრი?) პასუხი, სავარაუდოდ მიღებულია. მაგრამ გვეჭირდება პასუხი კიდევ ერთ კითხვაზე: რატომ იზიდავს ეს ფერი მდედრებს?

ერთი მხრივ, ტესტოსტერონის მაღალი დონე ორგანიზმში სძენს მის პატრონს სპეციფიკურ სუნს. სავარაუდოდ ეს იზიდავს მდედრს. სუნის მნიშვნელობაზე ადრე ვისაუბრეთ, მაგრამ დეტალებისთვის შეგიძლიათ მოიძიოთ უამრავი სამეცნიერო ნაშრომი ინტერნეტში საძიებო სიტყვით testosterone level smell. მე-

ორე მხრივ დომინირებული მამრის სოციალური სტატუსიც მეტად მიმზიდველია მდედრისათვის.

ადამიანის დამოკიდებულება წითელი ფერისადმი განსაკუთრებულია. ნაჩვენებია, რომ წითელ ფერს ადამიანი აკავშირებს სიძლიერესთან, ძალაუფლებასთან და სოციალურ დომინირებასთან (Little A. C., and Hill R. A., 2007., Adams F. M., and Osgood C. E., 1973). ტესტოსტერონის მაღალი დონის მქონე ადამიანები უპირატესობას აძლევენ შეჯიბრზე გამოსასვლელი ტანსაცმლის წითელ ფერს ([http://www.psychologicalscience.org/index.php/news/releases/high-testosterone-comp etitors-more-likely-to-choose-red.html](http://www.psychologicalscience.org/index.php/news/releases/high-testosterone-comp-etitors-more-likely-to-choose-red.html)). ადრე ვისაუბრეთ, რომ წითელი ფერი მიმზიდველია. წითელი ფერის მიმართ ამგვარი დამოკიდებულება ჩანს კაცობრიობის ისტორიის მთელს მანძილზე და რაც მთავარია, წითლის მიმართ განწყობა მსგავსია კულტურულად განსხვავებულ ერებში. აქ ძნელი იქნება ყველა ფაქტის ჩამოთვლა, მაგრამ მკითხველს შეუძლია დეტალებისათვის მიმართოს ელიოტის და კოლეგების ნაშრომს (Elliot A.J., et al., 2010).

ჩვენთვის ამჯერად, მნიშვნელოვანია წითელი ფერის მსგავსი სოციალური დატვირთვა ცხოველებში და ადამიანში. ამგვარი თემა აღძრავს ფიქრებს სოციალური ფენომენის არქეტიპულობის შესახებ. მოვუხანოთ ადამიანის წითელი ფერისადმი განწყობას პროქსიმატული კაუზაცია.

პირველი, რაც ფიზიოლოგს ამ შემთხვევაში მოაფიქრდება, ეს არის სხვადასხვა ფერზე მხედველობის ნეირონების რეაგირების შესწავლა. იაპონელმა ფიზიოლოგებმა (Kotake Y. et al. 2009). უჩვენეს, რომ მაკაკ რეზუსის მხედველობის ქერქში ნეირონების 80% ყველაზე ინტენსიურად რეაგირებს წითელ ფერზე. მსგავსი შედეგები ადრეც იყო დაფიქსირებული (Tanaka M. et al. 1986). მსგავსი მონაცემები ადამიანში არ არის მიღებული, ამ მიმართულებით კვლევა საერთოდ მეტად იშვიათია, მაგრამ დასაშვებია, რომ წითელი ფერისადმი ნეირონების მგრძობიარობა იყოს როგორც მაიმუნებში, ისე ადამიანშიც, წითელი ფერისადმი სპეციფიკური განწყობის საფუძველი.

ამ ვარაუდს აქვს საფუძველი. თვალიდან სენსორული აღმავალი გზები მიემართება თავის ტვინში და აქსონების ნაწილი პირდაპირ ლიმბურ სისტემას უკავშირდება (Moore R., 1974). ამგვარად ფერს შეუძლია მხედველობის ქერქის გვერდის ავლით პირდაპირ ალაგზნოს ლიმბური სისტემა, აღძრას ემოცია, შესაბამისად გააქტივოს სიმპატიკური ნერვული სისტემა, ჰიპოთალამურ-ჰიპოფიზური ღერძი და ამ გზით გამოიწვიოს ჰორმონების გამოყოფის გაძლიერება და შედეგად, შეცვალოს ორგანიზმის ფსიქიკური და ფიზიკური მდგომარეობა. წითელ ფერს მართლაც აქვს სიმპატიკური სისტემის აგზნების უნარი (Klinghardt D., 2003). მეცხრამეტე საუკუნეში, ექიმი ბებიტი, მოგვიანებით კი ექიმი სპიტერი მკურნალობდნენ პაციენტებს ფერადი სინათლით დასხივების საშუალებით (Babbitt E., 1976., Ott J., 1973). ცნობილია „ბატონების“ (ბავშვთა ასაკის ინფექციური სნეულებების, ე.წ. სახადების, კრებიითი სახელია) სამკურნალოდ წითელი

ფერის გამოყენების ხალხური ტრადიცია. მაგრამ რატომ შეუძლია ეს მაინც და მაინც წითელ ფერს? წითელ ფერს ხილულ სპექტრში თავისი დამახასიათებელი ფიზიკური თვისებები აქვს და სავარაუდოა, რომ ნეირონები ამ პარამეტრის მიმართ იყოს მგრძობიარე.

სოციალური ურთიერთობები საზოგადოებაში ვითარდება და როდესაც ქცევა უპირისპირდება საზოგადოების მოთხოვნებს, ვამბობთ, რომ ის **ანტი-სოციალურია**. სტუდენტისათვის საინტერესო იქნება ის კვლევები, რომლებიც შეისწავლის ქცევის ანტისოციალური დარღვევების მქონე ადამიანების ფიზიოლოგიურ მახასიათებლებს. სასურველია სტუდენტმა, სანამ ტექსტის წაკითხვას გააგრძელებს, გადახედოს სახელმძღვანელოში აღწერილ კვლევის ეგ მეთოდებს და, აგრეთვე, სიმპატიკური ნერვული სისტემის ფუნქციებს.

ანტისოციალური ქცევის მქონე ბავშვებში, ამ მხრივ ჯანმრთელებთან შედარებით, დაქვეითებულია გულისცემის სიხშირე (**მოსვენების გულისცემის სიხშირე**) და კანის ელექტრული გამტარებლობა. მოსვენების გულისცემის სიხშირე იზომება მოსვენების მდგომარეობაში, როდესაც ადამიანი არ არის ფიზიკურად დატვირთული – არ ვარჯიშობს ან არ ასრულებს ფიზიკურ დატვირთვასთან დაკავშირებულ სხვა საქმეს. მოსვენების გულისცემის სიხშირის დაქვეითება განსაკუთრებით თვალნათლივია აგრესიული ქცევისადმი მიდრეკილ ბავშვებში (Lorber M. F., 2004., Scarpa A., and Raine A., 1997). მაგრამ სტრესოგენურ ფაქტორზე რეაგირების დროს გულისცემის სიხშირე მეტად მატულობს აგრესიული ტენდენციების მქონე ბავშვებში, განსაკუთრებით **რეაქტიული აგრესიის** მქონეებში (Lorber M. F., 2004). რეაქტიულია აგრესია, როდესაც ადამიანი არ ფიქრობს საქციელის შედეგებზე და მისი აგრესიის მიზანი ოპონენტის დაზიანებაა. ამ შემთხვევაშიც გულისცემის პარამეტრები ნორმალურს ედარება, რადგან ჯანმრთელ ადამიანში სტრესოგენურ ფაქტორზე გულისცემის სიხშირის მატება ჩვეულებრივი მოვლენაა. აღწერილ მონაცემებს სავარაუდოდ ეთანხმება ფაქტი, რომ აგრესიული ქცევითი პრობლემების მქონე ბავშვებში (მოზარდების ჩათვლით) შესუსტებულია გულის პარასიმპატიკური რეგულაცია (Beauchaine T. P., et al., 2001), რომელიც მიმართულია გულისცემის სიხშირის ნორმალიზაციისაკენ. როგორც ჩანს, აგრესიული ქცევისადმი მიდრეკილების მქონე ბავშვებში, შესუსტებულია აუტონომიური ნერვული სისტემის მიერ გულ-სისხლძარღვთა მოქმედების რეგულაცია.

ეეგ-ს თითოეულ კომპონენტს აქვს თავისი ნორმალური „წილი“ ეეგ-ში. ეს ნიშნავს, რომ თითოეული კომპონენტის პროცენტული წილი ეეგ-ს გარკვეული ხანგრძლივობის ჩანაწერში (მაგალითად 1 საათიანი, 24-საათიანი რეგისტრაციის პირობებში) განსაზღვრულ ფარგლებში მერყეობს და ამ ფარგლებიდან მკვეთრი გადახრა პათოლოგიაზე მიანიშნებს. კრიმინალებში მომატებულია ეეგ-ს დელტა-ტალღოვანი (დელტა სიხშირის) აქტივობის წილი (Volavka J., 1990). ამ და მსგავსი მონაცემების საფუძველზე გაჩნდა თამამი მოსაზრება, რომ მო-

ზარდებში დელტა სისწირის აქტივობის მატება მიანიშნებს ბავშვის მომავალ ცხოვრებაში კრიმინალური ეპიზოდების მოსალოდნელობაზე (Raine A., et al., 1990). მეტად მზნიშვნელოვანი მოსაზრებაა, თუმცა სასურველია, რომ ის განმტკიცდეს ფართომამტაბიანი (ცდის პირების რაც შეიძლება დიდ კონტინგენტზე და სხვადასხვა ასაკობრივ ჯგუფებში) კვლევის მონაცემებით. აგრესიასთან დაკავშირებით შესწავლილია ევგ ასიმეტრია – მარჯვენა და მარცხენა ჰემისფეროში განვითარებული ევგ ტალღების მსგავსება – განსხვავება მათი ფიზიკური მახასიათებლების (ამპლიტუდა, სისწირე, წილი საერთო ჩანაწერში, ტვინის რომელ უბანში და რა ფართობზე რეგისტრირდება და სხვ.) მიხედვით (დეტალებისთვის, იხ: Harmon-Jones E., 2003).

აგრესიული ქცევისადმი მიდრეკილ ბავშვებში შეცვლილია ევგ-ში ERP-ს პარამეტრები. თუ ამ მიმართულებით შრომებს გადავხედავთ, აღმოჩნდება, რომ ERP-ს პარამეტრები ერთნაირ ცვლილებას (ნორმალურთან შედარებით) განიცდის ქცევის სხვადასხვა სახის დარღვევების მქონე ბავშვებში: იმპულსური აგრესიული ქცევის, ნარკოტიკზე, ნიკოტინზე და ალკოჰოლზე დამოკიდებულების, ADHD-ის შემთხვევებში. ეს მონაცემები, ავტორების აზრით, შესაძლებელია მიუთითებდეს ჩამოთვლილი ქცევითი დარღვევების საერთო **ეტიოლოგიაზე** (Patrick CJ., 2008).

მეტად მნიშვნელოვანია, რომ ERP-ს პარამეტრები არ იცვლება (ნორმალურთან შედარებით) ისეთ ფსიქიატრიულ პაციენტებში, რომლებიც არ ხასიათდებიან როგორც იმპულსური აგრესიული ქცევისადმი მიდრეკილი (Stanford M.S., et al., 2003., Kiehl K.A., et al., 1999). ეს ფაქტი გვარწმუნებს, რომ ERP შესაძლებელია გამოვიყენოთ **დიფერენციალურ დიაგნოსტიკაში** (კონკრეტული დაავადების სხვებისაგან გასარჩევად, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იმ შემთხვევებში, როდესაც დაავადება ხასიათდება სხვა დაავადებებთან გარკვეულწილად მსგავსი **სიმპტომებით**).

კარგა ხანია მეცნიერებმა აღნიშნეს, რომ ჯგუფებს შორის კონფლიქტების შემთხვევაში ჯგუფის შიგნით წევრები მიდრეკილი არიან სინქრონული მოქმედებების შესრულებისკენ (McNeill W.H., 1995). სინქრონული ქცევა აძლიერებს ჯგუფის წევრებს შორის კოოპერაციას, სოლიდარობას და ხელს უწყობს კოალიციის შექმნას (Merker B., 2000, Huron D., 2001, Wiltermuth S.S. and Heath C., 2009, Kirschner S. and Tomasello M., 2010, Fischer R., et al., 2013, Reddish P., et al., 2013). სავარაუდოდ ევოლუციურ ფენომენთან გვაქვს საქმე, რადგან სინქრონული ჯგუფური მოქმედებების შესრულების მნიშვნელობა ჯგუფის სოციალურ ქცევაზე როგორც ადამიანში, ასევე სხვა ცხოველებშიც არის ნაჩვენები (Wiltermuth S., 2012, Langner O., et al., 2010, Wigboldus D.H.J., et al., 2010, Frederick, D. A. and Peplau, L. A., 2007).

ჯგუფის შიგნით სინქრონული მოქმედებების შესრულება ერთი მხრივ აძლიერებს ამ ჯგუფს, მაგრამ, მეორე მხრივ, საშიშს ხდის მას ოპონენტისათვის,

რადგან აძლიერებს მიზანმიმართული აგრესიის ტენდენციას. ამგვარად, რაც, თავდაპირველად კარგია ჯგუფისთვის, შესაძლებელია არ იყოს სასურველი საზოგადოებისთვის, რადგან შესაძლებელია ჯგუფი მიიყვანოს ანტისოციალურ ქცევამდე. საბოლოოდ ცხადია ეს ჯგუფიც დაზიანდება ანტისოციალური ქმედებების გამო.

საკითხის გასარკვევად საინტერესო იქნებოდა სინქრონულ ქცევაში ჩაბმული ადამიანების ფსიქოლოგიური ტესტებით შესწავლა და მათი აგრესიული ტენდენციების გამოვლენა.

ამ შემთხვევაში გასათვალისწინებელია, რომ სინქრონული ქცევა შესაძლებელია იწვევდეს თვით-შეფასების ამაღლებას, ორგანიზმის მობილიზებას, მაგრამ არ იყოს მიმართული სხვისი დაზიანებისაკენ. მაგალითად, რაგბისტების მიერ თამაშის დაწყების წინ შესრულებული რიტუალი – „ხაკა“, მიმართულია გუნდის კონსოლიდაციისკენ, მოტივაციის ამაღლების და ფიზიკურ-ფსიქოლოგიური მობილიზაციისკენ, მაგრამ არ იწვევს გუნდის წევრებში ანტისოციალურ ტენდენციას.

რელიგიური რიტუალების ზეგავლენა ადამიანზე საკმაოდ არის შესწავლილი. ნაჩვენებია, მაგალითად, რომ მუსლიმთა ლოცვის დროს შესრულებული რიტუალური მოქმედებები იწვევს ევგ-ს იმ სახის ცვლილებებს, რომლებიც უკავშირდება ემოციური კომფორტის მდგომარეობას. მაგალითად, ლოცვის შესრულების დროს ევგ პარამეტრების ცვლილება მიუთითებს სიმპათიკური ნერვული სისტემის აქტივობის კლებასა და პარასიმპათიკური აქტივობის მატებაზე, რაც უკავშირდება შფოთვის შემცირებას და ორგანიზმის მოსვენების მდგომარეობაში გადასვლას (Doufesh H., et al., 2014., 2012). ფსიქიკაზე ქრისტიანთა რელიგიური რიტუალების დადებითი ზეგავლენის შესახებაც ბევრი რამ არის ცნობილი (დეტალებისთვის: Zeiders C.L., and . Pekala A., 1995). როგორც ჩანს, მნიშვნელობა აქვს კოლექტიურ რიტუალს, მაგრამ ამავდროულად მისი დანიშნულება და შინაარსიც მნიშვნელოვანია ემოციური ფონის შექმნაში. ქადაგებით მრევლის არასწორ გზაზე მიმართვაც ისევე შესაძლებელია, როგორც აგრესიისკენ პირდაპირი მოწოდებით. ყველა დიდი რელიგია შემწყნარებლობას ქადაგებს. მაგრამ როდესაც საქმეში პოლიტიკა ერევა, რელიგიურობის გამოყენება შესაძლებელია ადამიანების ანტისოციალური ქმედებების გამოსაწვევად.

ბოლოდროინდელი მოსაზრებით, ადამიანის კეთილდღეობა ეფუძნება სამ მთავარ ფსიქოლოგიურ მოთხოვნილებას: კომპეტენციის არსებობას (რაიმეში კომპეტენტურობის განცდას), ავტონომიურობას (არჩევანის და გადაწყვეტილების დამოუკიდებლობას, თავისუფლებას) და მიკუთვნებულობას – სხვებთან დაკავშირებულობას (Deci E.L., and Ryan R.M., 2012). კომპეტენცია რთული მოსაპოვებელია, დიდ ძალისხმევას მოითხოვს. ავტონომიურობა აზროვნების (პირადი და საზოგადოებრივი) მაღალ დონეზე განვითარებას ან ძალაუფლებას მოაქვს, რაც ასევე რთული მისაღწევია. ადამიანი ირჩევს, თუ ვინ არის მასთან ახლოს

აზროვნებით, სოციალური სტატუსით, ქცევის თავისებურებით და თავის თავს ამ ჯგუფს მიაკუთვნებს. არც ეს არის ადვილი საქმე, რადგან პიროვნებას უჭირს თანამოაზრეთა მოძებნა (ეს შეიძლება მისი პიროვნული თვისებიდან მომდინარე პრობლემაც იყოს). მიკუთვნებულობა თავდაცვითი ფენომენიც არის. ადამიანი შეაფარებს თავს რომელიმე დაჯგუფებას და თავს უსაფრთხოდ გრძნობს. მთავარია ისე მოიქცე, რომ ამ დაჯგუფებაში მიგიღონ. ევოლუციური პროქსიმატული კაუზაციის თვალსაზრისით ეს ნორმალური მოვლენაა – გადარჩენას ემსახურება. მაგრამ ადამიანთა საზოგადოებაში მიკუთვნებულობა ხშირად ანტი-სოციალურ ქმედებებს იწვევს. ამის ერთ-ერთი მიზეზი ის არის, რომ მიკუთვნებულობა კავშირშია ხოლმე ქსენოფობიასთან, რომლის შესახებ ადრეც ვისაუბრეთ. ტერმინი „ქსენოფობია“ არ გულისხმობს მანც და მანც შიშს, არამედ ზოგადად გაუცხოებულ დამოკიდებულებას ადამიანთა შორის. ქსენოფობიას აღძრავს მრავალი ფაქტორი. მათ შორის ერთერთია, როგორც ითქვა, დაჯგუფება მიკუთვნების ნიშნით. ამ საკითხს უკეთ სოციოლოგები და კულტუროლოგები წარმოაჩენენ, ჩვენ მოვიყვანთ მაგალითს წარსულიდან.

მერვეკლასელები წაიყვანეს სკოლიდან ექსკურსიაზე ჯვრის მონასტრის სახანავად. ეს ის დროა, როდესაც საქართველო საბჭოთა კავშირის შემადგენლობაშია, საზოგადოებაში პოპულარულია პატრიოტიზმის, ქვეყნის დამოუკიდებლობის თემები, და ცხადია, მიკუთვნებულობა ეროვნებასთან – ქართველთან. მაგალითი მოგვყავს იმისათვის, რომ ვაჩვენოთ, როგორ შეიძლება ეს უმნიშვნელოვანესი ფასეულობა – ეკუთვნოდე შენს ერს, დაუკავშირდეს ანტი-სოციალურ ქმედებას. ბავშვები ავიდნენ მონასტერთან, და მალევე ბიჭებში გაიღვიძა პატრიოტულმა ემოციამ. ეს სრულიად გასაკებია – ქართველი ბიჭები იდგნენ მათი წინაპრების აგებულ მონასტერთან და გაახსენდათ, რომ მათი ქვეყანა მუდმივად მტერთაგან შეწუხებული იყო და წინაპრები დაუღალავად იქნევდნენ ხმალს სამშობლოსათვის (ძირითადად ამ სახის პათეთიკით იზრდებოდნენ ახალგაზრდები). გასათვალისწინებელია ბიჭების ასაკიც – 13-14 წელი, მომწიფების პერიოდი ახლახანს დაიწყო, ტესტოსტერონი მოზღვავებულია და ბუნებრივად უბიძგებს აგრესიისკენ. ბიჭებმა მიმოიხედეს, დასტაცეს ხელი მონასტრის ეზოში დაყრილ ხის ტოტების ნატეხებს – „ხმლებს“ და სამშობლოს მტერთან ბრძოლისთვის გაემზადნენ. ყველაფერი რიგზეა – ახალგაზრდა მამრებს „რქები ამოსდით“ და ენერჯია გამოსავალს ეძებს. მაგრამ მტერი არსად ჩანდა. დაჯგუფებამ ეროვნული ნიშნით ძალიან ადვილად გადაწყვიტა პრობლემა. ბიჭებმა მიმოიხედეს და „მტერიც“ აღმოაჩინეს – მათი ებრაელი თანაკლასელი. ის ყველას უყვარდა, მაგრამ ის არ იყო ქართველი, მამასადამე იყო უცხო. ბიჭები თავს დაესხნენ უცხოს. საბედნიეროდ, ეს ინციდენტი თამაშის ხასიათის იყო და არავინ დაშავებულა.

ქსენოფობია, თავის მხრივ, იწვევს მიკუთვნებულობის აუცილებლობის გაძლიერებას. უცხო ქვეყანაში მცხოვრებნი ქმნიან დიასპორებს, ხშირად ეჭვის თვალთაგან უყურებენ ეროვნულ უმრავლესობას და ეს, არც თუ იშვიათად, ეროვნულ

უმცირესობებსა და უმრავლესობას შორის კონფლიქტის ემოციურ საფუძველს ქმნის. ეროვნული უმრავლესობაც, ხშირად, თავის ქვეყანაში მცხოვრებ უმცირესობას, „უცხოდ“ განიხილავს.

სოციალური ქცევის დარღვევა ყოველთვის არ არის ანტისოციალური – საზოგადოებისათვის პირდაპირი გზით ზიანის მომტანი. ერთერთი მაგალითია საზოგადოების წინაშე გამოსვლის შიში (სოციალური შფოთვა, social anxiety disorder). მის გამო ადამიანი უარს ამბობს საზოგადოების წინაშე რაიმეს გაკეთებაზე (მოხსენების წაკითხვა, პრეზენტაცია, აზრის გამოთქმა, ცეკვა), მაგრამ თუ ეს გარდაუვალია, ვარდება ძლიერ სტრესში. ნორმის საზღვრებს გადაცილებული შიშის რეაქცია უკავშირდება ამიგდალას გადაამეტებულ აქტივობას. როგორც არაერთხელ ითქვა, პრეფრონტალური ქერქი კონტროლს უწევს ემოციებს. ამ თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია, რომ სოციალური შფოთვის მქონე ადამიანებში, ჯანმრთელებთან შედარებით, გაცილებით მატულობს ამიგდალას აქტივობა, როდესაც ამ ცდის პირებს უჩვენებენ შეშინებული ან გაბრაზებული ადამიანების ფოტოებს (Phan K.L et al., 2005), და ამავდროულად, ამიგდალას მომატებული აქტივობა ემთხვევა პრეფრონტალური ქერქის აქტივობის დაცემას, ჯანმრთელ ადამიანებთან შედარებით (Monk C., et al., 2008). თუ პრეფრონტალური ქერქი ვერ მოქმედებს სათანადოდ და ეს იწვევს ამიგდალას კონტროლიდან გამოსვლას, მაშინ შესაძლებელია ქერქს და ამიგდალას შორის კავშირის მოსპობა ჯობდეს. იდეა თავისთავად ახალი არ არის, მაგრამ პროცედურას – ქერქისა და ემოციური ცენტრების ქურთურგიული გზით გათიშვას მათი დამაკავშირებელი ტრაქტის დაზიანების გზით, დღესაც მისდევენ, და მაგალითად, **ობსესიურ-კომპულსიური** დარღვევების მკურნალობაში დამაკმაყოფილებელ შედეგსაც იღებენ (Dougherty D.D., et al., 2002). **ობსესიურ-კომპულსიური** დარღვევა გულისხმობს განმეორებად ქმედებებს, რიტუალებს, რომლებსაც აკვიატებული ქმედების (ობსესიური კომპულსიის) სახე აქვს. ზემოთ ნათქვამთან დაკავშირებით ერთ ანამნეზს შევხებით.

ადრე ვისაუბრეთ ფინეას გეიჯის სასწაულებრივ გადარჩენაზე. ამჯერად მსგავს ფაქტს აღვწერთ:

ახალგაზრდა მამაკაცს ქონდა **ობსესიურ-კომპულსიური** დარღვევა, რომელიც ვლინდებოდა ხელის გამუდმებულ დაბანაში. ამან იმდენად შეაწუხა, რომ ერთ დღეს თავში ისროლა 22-კალიბრიანი თოფის ტყვია. პაციენტი გადარჩა. მაგრამ უფრო მეტიც – **ობსესია** გაქრა. ტყვიამ ჰემისფეროების ფრონტალური წილები დააზიანა, თუმცა პაციენტმა შეძლო სკოლაში სწავლის გაგრძელება, დაამთვარა სკოლა და სამსახურშიც მოეწყო. როგორც ჩანს, ფრონტალური წილების დაზიანება არ შეეხო ინტელექტუალურ პროცესებს და ტყვიამ ძირითადად დააზიანა ფრონტალური წილის კავშირი ემოციოგენურ სტრუქტურებთან (Solium L., et al., 1987).

არ ვფიქრობთ, რომ ობსესიურ-კომპულსური დარღვევის მკურნალობის ზემოთ ნახსენები მეთოდი უპირობოდ მისაღებია, რადგან ფრონტალური ქერქის დაზიანებამ (თუნდაც ეს მხოლოდ მისი სხვა სტრუქტურებთან დამაკავშირებელ ტრაქტს ეხებოდეს) მოსალოდნელია გამოიწვიოს ქერქის ამ უბნის ინტელექტუალური და მარეგულირებელი ფუნქციის მოშლა.

ზემოთ ითქვა, რომ სოციალური ქცევის დარღვევა ყოველთვის არ არის ანტი-სოციალური – საზოგადოებისათვის პირდაპირი გზით ზიანის მომტანი. მაგალითად, სოციალური შფოთვის მქონე პიროვნება არ აზიანებს ფიზიკურად გარშემომყოფებს და არ არღვევს წესრიგს. მაგრამ ცხადია, საზოგადოება საბოლოოდ მიანიჭ ზიანდება, რადგან ზიანდება მისი ერთერთი წევრი, ხოლო საზოგადოებისათვის, თუ ის სათანადოდ ვითარდება, ყოველი წევრი მნიშვნელოვანია. ეს ალბათ არის ერთერთი სპეციფიკური განსხვავება ადამიანთა და სხვა ცხოველთა საზოგადოებებს შორის, სადაც ჯოგის, გუნდის, ხროვის ცალკეული წევრი ფასეულია იმდენად, რამდენადაც ის შეეწევა პოპულაციას საკუთარი „რეპროდუქციული წარმატებით“:

უჩუქველია აღზრდის როლი სოციალური ქცევის ჩამოყალიბებაში. არსებობს სპეციალური ტერმინიც – ბუნების და აღზრდის ურთიერთქმედება (nature – nurture interplay), რომელიც გულისხმობს, რომ ქცევის ჩამოყალიბებაში მონაწილეობს როგორც ორგანიზმში მიმდინარე პროცესები – nature (ნერვული, ენდოკრინული და გენეტიკური) ასევე სოციალური ფაქტორები – nurture (აღზრდა, სიღუბნე თუ ფუფუნება, პოლიტიკა, რეკლამა და მრავალი სხვა).

კარგა ხანია ცნობილია მედიის (ტელევიზიის, რადიოს, გაზეთების) ზეგავლენა ადამიანის მიერ ტანსაცმლის, საკვების, სქესობრივი პარტნიორის არჩევანზე (Taylor L. D. and Hansen D. L., 2004., Anderson CA., et al., 2003., Ward L. M., 2003., Kunkel D., et al., 2000). კულტივაციის ჰიპოთეზის (ძირითადად: Gerbner G., 1998., Gerbner G. et al., 1986, 1978) თანახმად, ადამიანები ხშირად უპირობოდ, კრიტიკის გარეშე იღებენ და იჯერებენ ტელევიზიის საშუალებით მოწოდებულ ინფორმაციას. თუ ზრდასრულ ხალხს ეს ემართება, რა რეაქციას უნდა ველოდეთ ბავშვებისგან?

ვფიქრობთ სტუდენტისთვის საინტერესო იქნება ქართველი მეცნიერების მონაცემები ამ საკითხის შესახებ (Makashvili M., 2014, კვლევაში დაგვეხმარა ილიას უნივერსიტეტის პროფესორი თამარ ტალიაშვილი, რისთვისაც დიდ მადლობას ვუხდით მას). განვლილ წლებში საქართველოში გამოჩნდა კვლევის ჩატარების შესაძლებლობა ერთი მხრივ ტელევიზიის მიერ კონკრეტული პოლიტიკოსების ყოველდღიური და ინტენსიური (თითქმის უწყვეტად მთელი დღის განმავლობაში) პროპაგანდის პერიოდში, რომელსაც ემთხვეოდა აგრეთვე ოჯახებში ამ პოლიტიკოსების დადებით კონტექსტში აქტიურად განხილვა („ვარდების რევოლუციის“ დროს, 2003 წელს) და მეორე მხრივ, იმ დროს, როდესაც ინტენსი-

ური პროპაგანდა რუტინულმა ტელეგადაცემებმა შეცვალა და ოჯახებშიც ამ საკითხზე საუბარი ნაკლებად პოპულარული გახდა („ვარდების რევოლუციის“ შემდგომი პერიოდი, 2006 წელს). კვლევა ჩატარდა მესამეკლასელ ბავშვებზე. ასაკის არჩევანი განაპირობა მოსაზრებამ, რომ მესამეკლასელი ბავშვის დამოკიდებულება პოლიტიკოსის მიმართ სრულიად ემყარება გარედან მოწოდებულ ინფორმაციას, რადგან ნაკლებად მოსალოდნელია, რომ ამ ასაკში პოლიტიკის შესახებ ბავშვს საკუთარი აზრი გააჩნდეს. ამგვარად ხელთ გვექონდა ერთი და იგივე საზოგადოების მოდელი სხვადასხვა პერიოდში: ერთი მხრივ, მასმედიის და ოჯახის ზრდასრული წევრების მხრიდან პოლიტიკოსების აქტიური პროპაგანდის და, მეორე მხრივ, მასმედიის და ოჯახის ზრდასრული წევრების მხრიდან პოლიტიკოსების ნაკლებად აქტიური პროპაგანდის პერიოდში. კვლევა ჩატარდა თავისუფალი ასოციაციის მეთოდით: ბავშვებს წარვუდგინეთ ყვავილოვანი მცენარეების ფოტოები და ვთხოვეთ დაერქვათ მათთვის ის სახელი, რაც მოაფიქრებოდათ. აღმოჩნდა რომ 2003 წელს სახელდებათა დიდი უმრავლესობა უკავშირდებოდა პოლიტიკოსების საკუთარ სახელს ან გვარს, ხოლო 2006 წელს – მშობლების, მეგობრების სახელებს. ამ მონაცემების მიხედვით ბავშვში უცნობი ადამიანების (პოლიტიკოსების) მიმართ ემოციური დამოკიდებულების ჩამოყალიბებაში წამყვანი როლი ოჯახს და მასმედიას ეკუთვნის. სამწუხაროდ კვლევაში ვერ მოხერხდა მასმედიის და ოჯახის წევრების როლის დიფერენცირება. მაგრამ ერთი რამ ფაქტია: მოზარდის სოციალური პრიორიტეტების ჩამოყალიბება სერიოზულ ზეგავლენას განიცდის მასმედიის და ოჯახის წევრების მხრიდან.

რადგან აღზრდის და ბუნების საკითხს შევეხეთ, გვერდს ვერ ავუქცევთ სოციალურ სტერეოტიპებს. მათგან ნაწილი ტრადიციულია და ეხება ადამიანის საზოგადოებრივი ყოფის მთავარ მხარეებს. ზოგიერთი სასარგებლოა დღესაც, სხვა კი უსარგებლო და დამაზიანებელიც, რამდენადაც მომდინარეობს ცრურწმენიდან ან თავის დროზე ეკონომიკური, თავდაცვითი თუ სხვა სოციალური ფაქტორის გათვალისწინებით გამართლებული, მაგრამ დღეს გამოუსადეგარი ჩვეულებიდან.

ადამიანის ცხოვრება სავსეა ცრურწმენებით. ჩვენ ვასრულებთ ტრადიციულ რიტუალებს, რომელთა აზრი ხშირად არ გვესმის, მაგრამ ფხიზლად ვდგევართ ტრადიციის დაცვის სადარაჯოზე. ამ საკითხსაც უკეთ სოციოლოგები გაარკვევენ. ჩვენ მოვიყვანთ მაგალითს, როდესაც ცრურწმენა იმდენად მოიცავს ადამიანს, რომ ის ვერც კი ხვდება, როგორ აზიანებს საკუთარ თავს და მითუმეტეს, გარშემო მყოფთ.

არსებობს ტრადიცია, ახალდაქორწინებულებს, სახლში მისვლისას, პარმაღზე დაუდებენ თეფშს. წყვილი, ფხის დარტყმით თეფშს ტყხავს. ტრადიციის აზრი, სავარაუდოდ ის არის, რომ თეფში მრავალ ნაწილად ტყდება და ეს ოჯახ-

ში სიმრავლის გამოწვევის მაგიური (იმიტაციური მაგიის) რიტუალია. საბერძნეთში, მაგალიად, თეფშებს ამტკრევენ ქორწილის დროს, რათა უჩვენონ, რომ ოჯახი მატერიალურად ძლიერია და თეფშს კიდევ იყიდის, მაგრამ ჩვენი აზრით, ეს ტრადიციაც ფესვებს იღებს ნახსენები მაგიური რიტუალიდან. აღნიშნული რიტუალი საქართველოში ფენმოკიდებულია და საინტერესოა ეთნოგრაფიის თვალსაზრისით. მაგრამ აღმოჩნდა, რომ თეფშის გატეხვის რიტუალი, ერთი შეხედვით სრულიად უვნებელი, შესაძლებელია მეტად საზიანო იყოს. ჩვენ რამდენჯერმე შევხვდით მსგავს სიტუაციას და ამიტომ გადავწყვიტეთ მისი აქ განხილვა. პატარძალს, ნათესავები (ჩვენი გამოცდილებით, ამ საქმეში დედები და განსაკუთრებით დედები მონაწილეობენ), ასწავლიან, რომ თეფშის გატეხვა დაასწროს მეუღლეს რათა გახდეს ოჯახში მეთაური. ასე შენდება ერთ ცრურწმენაზე მეორე – თეფშის გატეხვაში პირველობა ნიშნავს ახალშექმნილ ოჯახში მეთაურობას. ახლა ვნახოთ, რამდენად საზიანოა ეს ახალი ოჯახისათვის. შემთხვევითა უმრავლესობაში, პატარძალი ახალგაზრდა, გამოუცდელი ადამიანია. „კეთილისმსურველი“ მას ცუდად აწყებინებს ოჯახურ ცხოვრებას – იმის მაგივრად, რომ წყვილმა ყველაფერი ურთიერთშეთანხმებით აკეთოს, პატარძალს თავიდანვე უნერგავენ, რომ ის უნდა იყოს მეთაური. ამავდროულად, პატარძალს უბიძგებენ, რომ ოჯახური ცხოვრება უწესო საქციელით, ფაქტობრივად ტყუილით დაიწყოს – გადაასწროს მეუღლეს, რომელსაც წარმოდგენა არ აქვს, რა ხდება, და პირველმა გატეხოს თეფში. კიდევ ერთი ცრურწმენა, რომელიც მოსახლეობის დაბალი სამედიცინო განათლებიდან მოდის, უკავშირდება შვილიერებას. ჩამორჩენილ საზოგადოებაში ახალშექმნილი ოჯახის უშვილობა ბრალდება ქალს, ის დაყავთ ექიმებთან, მის მიმართ გამოთქვამენ უკმაყოფილებას მეუღლის ნათესავები. სინამდვილეში, უშვილობის შემთხვევათა უფრო დიდ ნაწილში პრობლემა მამაკაცშია.

ქართული ანდაზაა: „ბაბუას ნაჭამმა ტყემალმა შვილიშვილს კბილი მოკვეთა“. ის შესაძლებელია მოვარგოთ დასწავლის სოციალურ ფენომენს, როდესაც, მაგალითად, სოციალურად სწორი ან ასოციალური ქცევა დაისწავლება ოჯახის წევრების ან საზოგადოების შემხედვარე, პაპის საქციელს შვილიშვილი იმეორებს და ამისათვის ისჯება, ან ჯილდოს იღებს. ხშირად, სოციალური ფენომენის მიღმა იმალება ფიზიოლოგიური ხასიათის მიზეზები, რომლებიც არ არის არც სოციალური და არც გენეტიკური, მაგრამ თაობიდან თაობაში იწვევს ქცევის გამეორებას. ამისათვის დავუბრუნდეთ ოქსიტოცინის როლს დედასა და შვილს შორის მიჯაჭვულობის ჩამოყალიბებაში. როგორც ითქვა, ოქსიტოცინის რაოდენობა დედის თავის ტვინში მატულობს ჯერ კიდევ ორსულობის ბოლო პერიოდში. მშობიარობის შემდეგ, ბავშვთან გამუდმებული კონტაქტი (ძუძუთი კვება, თამაში) კიდევ მეტად ზრდის ოქსიტოცინის რაოდენობას და აყალიბებს მიჯაჭვულობას. მიჯაჭვულობის ჩამოყალიბება ორმხრივი პროცესია, რადგან

დედასთან კონტაქტი ზრდის ოქსიტოცინის რაოდენობას ბავშვის თავის ტვინშიც. საყურადღებოა, რომ იმ ბავშვებში, რომლებიც სხვადასხვა მიზეზის გამო, ჩვილობიდანვე მოკლებული იყვნენ დედასთან კონტაქტს, ოქსიტოცინის რაოდენობა ტვინში მნიშვნელოვნად დაბალია. უფრო მეტიც, ეს რაოდენობა დაბალი რჩება იმ შემთხვევაშიც, როდესაც ბავშვებზე მზრუნველობას იღებს სხვა ოჯახი და ეფექტი მეტად ხანგრძლივია. იმ ზრდასრული ქალების ორგანიზმში, რომლებიც ჩვილობიდანვე მშობლებისგან უყურადღებოდ იყვნენ მიტოვებული, ზრდასრულობაშიც ოქსიტოცინის დონე თავის ტვინში დაბალია (Сваан Д., 2014). შესაძლებელია ვიფიქროთ, რომ ასეთ ქალბატონებს ძალიან გაუჭირდებათ უკვე თავის საკუთარ შვილებთან კონტაქტი, ამ ბავშვების ტვინშიც, შესაბამისად მცირე იქნება ოქსიტოცინის რაოდენობა და როდესაც ისინი გახდებიან დედები, მათაც ექნებათ მსგავსი პრობლემები და „ბაბუას ნაჭამი ტყემალი კბილს მოკვეთთ“.

აქ კიდევ ერთხელ შევეხებით საკითხს რომელიც აქტუალურია საზოგადოებისათვის. გასული საუკუნის მეორე ნახევარში ახალგაზრდა დედები უფრო ხილდებოდნენ მკერდის ფორმას, როგორც ჩანს გაურბოდნენ ახალშობილის ძუძუთი კვების სირთულესაც და გადაყავდათ ისინი ხელოვნურ კვებაზე ან ყიდულობდნენ ქალის რძეს. დღესაც ზოგიერთი ახალგაზრდა ქალი მისდევს ამ პრაქტიკას. მკითხველისათვის გასაგებია, რა პრობლემას შეიძლება წააწყდეს ასეთი დედა.

ცხადია ბავშვთან მუდმივი კონაქტის აუცილებლობა არ შემოიფარგლება მხოლოდ ტვინის ოქსიტოცინით უზრუნველყოფის აუცილებლობით. ყველა სახეობისთვის დამახასიათებელია **ეკოლოგიური ნიში**: ცოცხალი და არაცოცხალი ფაქტორები (ტერიტორიაზე არსებული ცოცხალი არსებები, საკვები, ლანდშაფტი, კლიმატი) რომელშიც ევოლუციურად ჩამოყალიბდა და ცხოვრობს ეს სახეობა და აგრეთვე ის ქცევა, რომელსაც ივითარებს ცოცხალი არსება აღნიშნულ ფაქტორებთან ურთიერთობის პროცესში. ჩვენს შემთხვევაში საინტერესოა ნიშის კომპონენტი – ცოცხალი არსების ქცევა. ის ვერ ყალიბდება სწორად სრულფასოვან გარემოსთან კონტაქტის გარეშე. თავის ტვინი მორფოლოგიურადაც კი ვერ ყალიბდება თუ ახალ ორგანიზმს არ აქვს სრულფასოვანი კონტაქტი ბუნებრივ გარემოსთან. ჯერ კიდევ დარვინი 1871 წელს წერდა, რომ ბოცვრების და კურდღლების ტვინი ბევრად უფრო მცირე ზომისაა, თუ ისინი იზრდებიან ვიწრო გალიაში, არ აქვთ კონტაქტი თანატოლებთან და საგანთა მრავალფეროვნებასთან. ობოლი ბავშვები, რომლებიც ორი წლისანი აიყვანეს გასაზრდელად, შემდგომში აღწევენ გაცილებით დიდ IQ კოეფიციენტს, ვიდრე გასაზრდელად 2-დან 6 წლამდე აყვანილები (Сваан Д., 2014).

განვიხილოთ რამდენიმე კლასიკური მაგალითი. ჰეროდოტე გვამცნობს, რომ ეგვიპტელმა ფარაონმა – ფსამეტიკოსმა, ორი ჩვილი მწყემსს გააზრდევინა ცარიელ ქოხში, სრულ მდუმარებაში. ფარაონი ფიქრობდა, რომ როდესაც ბავშ-

ვები ხმას ამოიღებდნენ, ისინი უძველეს, ყველა სხვა ენის წინამორბედ ენაზე ალაპარაკდებოდნენ. როდესაც მწყემსი ქოხში შედიოდა, ბავშვები ხელს იწვდიდნენ მისკენ და გამოსცემდნენ ბგერებს, რომლებიც მოაგონებდა სიტყვას – „პური“ ფრიგიულ ენაზე. ამიტომ ფარაონმა დაასკვნა, რომ ფრიგიელები ეგვიპტელებზე ძველი ხალხია (ჰეროდოტე, 2013, გვ.47). გერმანიის იმპერატორმა, ფრიდრიხ მეორემ, 1211 წელს გადაწყვიტა გაეგო „ლმერთის ენა“. მან 40-მდე ბავში მოათავსა სპეციალურ შენობაში, სადაც ბავშვებს სრულ მდუმარებაში ზრდიდნენ – ბავშვებს უვლიდნენ ყველანარიად, მაგრამ არ ელაპარაკებოდნენ. ფრიდრიხს ეგონა, რომ ამ პირობებში ბავშვები არა ადამიანის, არამედ ლმერთის ენაზე ალაპარაკდებოდნენ. ბავშვებმა საერთოდ ვერ შეძლეს ლაპარაკი და უფრო მეტიც, ადრეულ ასაკში გარდაიცვალნენ (Cbaan D., 2014, გვ. 56-59). გასაგებია, რომ მეცნიერებასთან ფსამეტიკოსს და ფრიდრიხს არაფერი ქონდათ საერთო, მაგრამ სამწუხაროდ, ქვეყნის მმართველებს შეუძლიათ ითამაშონ ადამიანის ბედით. მეთვრამეტე საუკუნეში, საფრანგეთში, ტყეში აღმოაჩინეს ველურად მცხოვრები ბიჭი, მას ვიქტორი დაარქვეს (სურ. 1, ძველი ფრანგული გრავიურა). სავარაუდოდ ის 10 წლის იყო. როგორც ჩანს ვიქტორი ადრეულ ბავშობაში ვიდაცამ მიაგლო ტყეში. ვიქტორი გასაზრდელად ჩააბარეს მედიცინის სტუდენტს – ჟან იტარს, რომელიც ცდილობდა ბავშვის ინტელექტუალურ განვითარებას, მაგრამ ვიქტორმა მაინც ვერ ისწავლა ლაპარაკი. ვიქტორის შესახებ დეტალებისთვის იხ. [http://en.wikipedia.org/wiki/Victor\\_of\\_Aveyron](http://en.wikipedia.org/wiki/Victor_of_Aveyron). ცხადია, ფსამეტიკოსის მსხვერპლი ბავშვების ის ბგერებიც მხოლოდ ჟღერადობით დაემთხვა ფრიგიულ სიტყვას და მოყვანილი მაგალითები გვიჩვენებს, რა ხდება, როდესაც ადამიანს ერღვევა ეკოლოგიური ნიში. ამ შემთხვევებში ნათელია, რომ მეტყველების განვითარებისთვის აუცილებელია ადრეულ ბავშვობიდანვე ადამიანებთან ვერბალური კონტაქტი.



სურ. 1

ზოგჯერ რთულია გაარკვიო, სად მთავრდება ბუნება და იწყება აღზრდა. მოვიყვანო ერთ მაგალითს. მკვლევარები დაინტერესებული არიან თანამედროვე მასმედიის საშუალებათა ავ-კარგიანობით. ინტერნეტი, ფეისბუქი შემოსულია ჩვენს ცხოვრებაში, თანამედროვე ადამიანისათვის სრულიად აუცილებელია და რამდენიც არ უნდა ვისაუბროთ მათ მავნებლობაზე, ინტერნეტს და ფეისბუქს მაინც ყველა გამოიყენებს. მაგრამ უნდა ვერკვეოდეთ **ინტერნეტ ან ფეისბუქ ადიქციის** (მიჯაჭვულობის) გამომწვევ მიზეზებში, რისკ-ფაქტორებში და ადიქციის მკურნალობის საკითხებში. ამ თემაზე უამრავი ლიტერატურაა და

სტუდენტს შეუძლია მოიძიოს ის საძიებო სიტყვით internet (facebook) addiction. ფეისბუკ ადიქციის **პრევენციისთვის** (თავიდან აცილებისთვის) საჭიროა ვიცოდეთ, თუ რა მიზნით შედის სხვადასხვა ასაკის ადამიანი ფეისბუკში. ამ თემაზეც არაერთი კვლევაა ჩატარებული. ქართველმა მეცნიერებმა უჩვენეს, რომ ფეისბუკში შესვლის მოტივები გარკვეულწილად განსხვავებულია სტუდენტური ასაკის ქალებსა და მამაკაცებში (Makashvili M. et al., 2013). კერძოდ, ორივე სქესისთვის პრიორიტეტულია მეგობრებთან კონტაქტი, მაგრამ ქალები თავს არიდებენ უცხო ხალხთან დამეგობრებას, მამაკაცები კი, პირიქით, ახალ ნაცნობობას არიან მოწადინებული. თურქ მკვლევარებსაც აქვთ მიღებული მსგავსი მონაცემები (Thelwall, M. 2008; Mazman SG. et al., 2009). თურქი კოლეგები ფიქრობენ, რომ განსხვავება ქალებსა და მამაკაცებს შორის ფეისბუკში შესვლის მოტივებში ახასიათებს ტრადიციონალისტურ (კოლექტივისტურ) საზოგადოებას პატრიარქალური წყობით (როგორც, მათი აზრით, თურქეთია), სადაც ქალები ერიდებიან უცხო ადამიანებთან კონტაქტს და ფეისბუკში საკუთარი თავის საჯაროდ გამომზეურებას. საქართველო, მკვლევარების აზრით, ტრადიციონალისტურიდან ინდივიდუალისტურ საზოგადოებაზე გარდამავალ ეტაპზეა (Tsuladze L. 2006). გარდა ამისა, თურქი და ქართველი ქალებისათვის დამახასიათებელი ფეისბუკში შესვლის პრიორიტეტები გამოვლენილია ევროპელთა ცალკეულ პოპულაციაშიც (Fallows, D, 2005; Lenhart M. and Madden M., 2007). ამიტომ ძნელია დაეთანხმო თურქ კოლეგებს ქალებსა და მამაკაცებს შორის ფეისბუკთან დამოკიდებულებაში განსხვავების აღზრდისეულ, ტრადიციონალისტურ ინტერპრეტაციაში. ჩვენი აზრით აქ როლს თამაშობს არა აღზრდა, არამედ ბუნება, რადგან ქალი, ბუნებრივად უფრო ფრთხილი არსებაა მამაკაცთან შედარებით. ეს ქალის მთელი რიგი ფიზიოლოგიური თავისებურებებიდან მომდინარეობს, რომლებიც გავლენას ახდენენ ქალის ემოციურ სფეროსა და აზროვნების მიმართულებაზე. თუმცა, ეს მხოლოდ მოსაზრებაა, რომელიც კვლევით დამტკიცებას მოითხოვს.

დასასრულს, სტუდენტს ვურჩევთ წაიკითხოს ქართველი მეცნიერების ნაშრომები ცხოველთა სოციალური ურთიერთობების შესახებ (ჭიჭინაძე კ., 2010, ცაგარელი ს., 2004).

## ქვეყა და გენები

ქცევის საფუძველი არ არის მხოლოდ ფიზიოლოგიური. ის გენეტიკურიცაა. განვიხილოთ მაგალითი:

ჰიპოთალამუსი, როგორც არაერთხელ ითქვა, არეგულირებს ჰიპოფიზის ენდოკრინულ აქტივობას. ყურადღება შევაჩეროთ ჰიპოთალამუსის მიერ გამოყოფილ იმ ორ ჰორმონზე, რომლებიც არეგულირებენ ჰიპოფიზის მიერ გონადოტროპინის გამოყოფას. გონადოტროპინი, როგორც ცნობილია, ასტიმულირებს სასქესო ჯირკვლებიდან სასქესო ჰორმონების გამოყოფას და მაშასადამე, გამრავლებასთან დაკავშირებულ პროცესებს.



ჰიპოთალამუსის ეს ჰორმონები გამოიყოფა ჰიპოთალამუსის უჯრედების სხვადასხვა ჯგუფებიდან. ერთი ჯგუფი წარმოქმნის და გამოყოფს გონადოტროპინის გამოყოფის ხელშემწყობ, მეორე ჯგუფი კი – დამთრგუნველ ჰორმონს.

ფრინველებში, მაგალითად ბელურებში, გაზაფხულზე (გამრავლების სეზონის დადგომისას) აქტიურდება პირველი ჯგუფის უჯრედები, ხოლო შემოდგომაზე – მეორე ჯგუფის. როგორც ერთი, ისე მეორე ჯგუფის უჯრედების ენდოკრინული აქტივობა (ჰორმონის წარმოქმნა და გამოყოფა) უკავშირდება ეგრეთწოდებული EGR-1 გენის ექსპრესიას (Calisi R.M, et al., 2008).

EGR-1 გენი (ინგლისური აბრევიატურა EGR-early growth factor) პასუხისმგებელია ცილის მოლეკულის სინთეზზე, რომელიც მრავალ პროცესს არეგულირებს და მათ შორის ჰიპოთალამუსის ნეირონების მიერ იმ ჰორმონების წარმოქმნას და გამოყოფას, რომლებიც განაგებენ ჰიპოფიზის ენდოკრინულ აქტივობას.

იმისათვის, რომ მოყვანილი მაგალითი სრულად გასაგები გახდეს, მარტივად განვმარტოთ რა არის **გენის ექსპრესია** (დეტალური ინფორმაციისთვის: შათირიშვილი ა. და სხვ., 2011, Nowicki S., 2010 ან <http://www2.le.ac.uk/departments/genetics/vgec/schoolscolleges/topics/geneexpression-regulation> და ფრანგი ბიოლოგების – ჟაკობის და მონოს კლასიკური ნაშრომი გენის ექსპრესიაზე [http://en.wikipedia.org/wiki/Fran%C3%A7ois\\_Jacob#Research](http://en.wikipedia.org/wiki/Fran%C3%A7ois_Jacob#Research)).

გენები განაპირობებენ გარკვეული ცილის მოლეკულის სინთეზს უჯრედებში და ამ გზით უზრუნველყოფენ ორგანიზმის ნიშანთვისებების განვითარებას. როდესაც უჯრედში, გენის საფუძველზე ცილა სინთეზდება, ამბობენ, რომ ხდება გენის ექსპრესია. მაგრამ გენის არსებობა ორგანიზმში (მის უჯრედებში) ჯერ კიდევ არ ნიშნავს იმას, რომ უპირობოდ მოხდება ამ გენის ექსპრესია. გენის ექსპრესიისათვის გარკვეული პირობებია საჭირო. ეს შინაგანი (უჯრედში არსებული) და გარეგანი (გარემოში არსებული) პირობებია და მათი ერთობლიობა არეგულირებს გენის ექსპრესიას.

ბელურების შემთხვევაში გარეგანი პირობებია, სავარაუდოდ, სეზონური ცვლილებები, რომლებიც, თავის მხრივ, აღძრავენ ისეთ შინაგან პირობებს, რომლებიც უშუალოდ ზემოქმედებენ EGR-1 გენის ექსპრესიაზე.

როგორც ცნობილია, ორგანიზმის **სომატურ** (არასასქესო) უჯრედებში გენების ერთნაირი კომპლექტია, მაგრამ გენების ექსპრესია არ ხდება ყველა უჯრედში ერთდროულად და შერჩევით ხასიათს ატარებს: ზოგიერთი გენი ექსპრესირდება უჯრედების გარკვეულ ჯგუფში გარკვეულ დროს.

ნათქვამის საილუსტრაციოდ კარგი მაგალითია იგივე EGR-1 გენის ექსპრესია ფრინველის სახეობაში – ზებრისებურ ამადინაში (*Taeniopygia guttata*).

მამრი ფრინველებისათვის, კერძოდ ამადინას მამრებისათვის, დიდი მნიშვნელობა აქვს სხვა მამრების ხმის გაგონებას. ამით მამრი არჩევს მის ტერიტორიაზე შემოფრენილ მდედრს და მამრს. როდესაც ამადინას მამრს სხვა მამრის ხმა ესმის, მის თავის ტვინში, სმენაზე პასუხისმგებელი ნაწილის ნეირონებში იწყება EGR-1 გენის ექსპრესია. გენის ექსპრესია არ ხდება, როდესაც ამადინას ესმის სხვა სახის ბგერები: სხვა სახეობის ცხოველის ხმა, მდინარის ხმაური თუ ნებისმიერი სხვა ბგერა. უფრო მეტიც, გენის ექსპრესია უფრო აქტიურად ხდება მაშინ, როდესაც ამადინას ესმის უცხო მამრის (იმავე სახეობის, მაგრამ არა მისი პოპულაციის წევრის) ხმა. ეს გასაგებია, რამდენადაც ტერიტორიაზე უცხოს შემოჭრა ძალიან მნიშვნელოვანი და ყურადსაღებია. მოყვანილი მაგალითი გვიჩვენებს, რომ გენის ექსპრესია ხდება ტვინის იმ ნაწილში, რომელიც ჩართულია მოცემულ პროცესში, ამ შემთხვევაში სმენითი გამღიზიანებლების დისკრიმინაციაში. მაგალითი იმასაც უჩვენებს, რომ გენის ექსპრესია ხდება კონკრეტული სმენითი სტიმულის საპასუხოდ. ამგვარად, გენი პასუხობს გარემოდან მოსულ არა ყველა გამღიზიანებელს, არამედ რომელიღაც კონკრეტულ სტიმულს (ამ შემთხვევაში სხვა მამრის მიერ გამოცემულ ბგერებს). ამავდროულად გენის პასუხი განსხვავებულია იმის მიხედვით, თუ რა მნიშვნელობის მატარებელია ეს სტიმული (მაგ. ვისგან მომდინარეობს – უცხოსგან თუ შინაურისგან).

თევზის ერთერთ სახეობაში *Astatotilapia burtoni* დომინანტური მამრები ამჟღავნებენ ტერიტორიულობას – ისინი იცავენ თავის ტერიტორიას, აგრესიული არიან სხვა მამრების მიმართ და ამავდროულად, აქტიურად ურთიერთობენ მდედრებთან გამრავლების სეზონზე. დომინანტი მამრი მკვეთრ ფერშია შეფე-

რილი, ხოლო სუბდომინანტი – უფერულია. შეფერილობას მნიშვნელობა აქვს როგორც მეტოქის გაფრთხილების, ასევე მდედრის მოზიდვისათვის. მაგრამ თუ დომინანტურ მამრს აკვარიუმიდან მოაცილებენ, სუბდომინანტი სწრაფად იძენს დომინანტურისთვის დამახასიათებელ შეფერილობას და ქცევას. სუბდომინანტი მამრის ეს ცვლილებები დამოკიდებულია EGR-1-ის ექსპრესიაზე, რომელიც, როგორც ჩანს, რეგულირდება გარეგანი ფაქტორის – დომინანტური მამრის გარემოში არსებობის ან არ არსებობის ზემოქმედებით (Maruska K.P, and Ferland R.D, 2014).

ერთი და იგივე გენი EGR-1 გვხვდება თევზებსა და ფრინველებში (ხერხემლიანების სხვადასხვა კლასის წარმომადგენლებში), რაც მათ შორეულ საერთო წარმომავლობაზე მიგვითითებს (არა დღევანდელი ფრინველის და თევზის ნათესაობაზე, არამედ საერთო სათავის არსებობაზე). ამ თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია ისიც, რომ ეს გენი ცხოველთა სხვადასხვა კლასში სხვადასხვა პროცესებს არეგულირებს, იმის მიხედვით, თუ როგორია უკვე კონკრეტული ხერხემლიანი ცხოველის ეკოლოგიური ნიში.

როგორც გავიკვამ, *Astatotilapia burtoni*-ის ორგანიზმში EGR-1 -ის ექსპრესიასთან დაკავშირებული ცვლილებები მრავალფეროვანია: შეფერილობის ცვლილებიდან ქცევის ცვლილებამდე.

ამიტომ ჩნდება ლოგიკური კითხვა: ყველაფერ ამას ერთი EGR-1-ის მოქმედება განაპირობებს? კომპლექსურ ნიშან-თვისებებს განაპირობებს არა ერთი გენი, არამედ გენების ჯგუფი. ამიტომ თუ აღმოჩნდება, რომ რომელიმე გენის ექსპრესია მოქმედებს რაიმე ნიშან-თვისებაზე, მაგალითად ცხოველის სქესობრივ ქცევაზე ან თუნდაც ადამიანის მეტყველებაზე, ეს არ ნიშნავს, რომ აღმოვაჩინეთ „სქესობრივი ქცევის გენი“ ან „მეტყველების გენი“ (ზოგიერთ ჟურნალისტს უყვარს ასეთი სათაურები). ეს ნიშნავს, რომ აღმოჩნდა იმ მრავალი გენიდან ერთერთი, რომელსაც კონკრეტულ პროცესში შეაქვს თავისი წვლილი.

ამავდროულად, ისიც ჩანს, რომ გენის ექსპრესია გენს გარეთ არსებულ შინაგან და გარეგან ფაქტორებზეა დამოკიდებული. ამიტომ ქცევის გენებით განპირობება არ ნიშნავს, რომ „ეჰ, რაც გიწერია, იმას ვერ აცდები“ ან „გენებს ვერსად წაუხვალ“. ქცევა ყალიბდება გენების და გარემოს ურთიერთქმედებით. ამ თვალსაზრისით სტუდენტისთვის ალბათ განსაკუთრებით საინტერესოა **განმეორებადი ქცევების ფიზიოლოგია და გენეტიკა**. ეს ქცევის ის ფორმაა, რომელიც მეორდება ერთ ორგანიზმში პერიოდულად, და ძირითადად ახასიათებს არა ერთ ორგანიზმს, არამედ, მისი სახეობის ყველა წარმომადგენელს, ხანდახან ასე ათასობით ინდივიდს. საუბარია **კოლექტიურ განმეორებად ქცევაზე**. ამ მხრივ გამორჩეულია სეზონური მიგრაციები. მიგრაციის წამოწყების გარეგანი მასტიმულირებელი ფაქტორი შეიძლება იყოს საკვების ნაკლებობა, რაც უბიძგებს, მაგალითად ანტილოპების ჯოგს გადაინაცვლოს ძალიან დიდ ტერიტორიაზე. ორაგულის მიგრაციის განმსაზღვრელი გარეგანი ფაქტორია წყლის ტემპერა-

ტურა ([www.fecpl.ca/wp-content/uploads/2013/06/Michael-R-Donaldson-MSc-Thesis.pdf](http://www.fecpl.ca/wp-content/uploads/2013/06/Michael-R-Donaldson-MSc-Thesis.pdf); [www.fecpl.ca/wp.pdf](http://www.fecpl.ca/wp.pdf)), ფიზიოლოგიურ დონეზე კი – ჰიპოთალამურ-ჰიპოფიზური ღერძის სეზონური აქტივობის ცვლილებები ([file:///C:/Documents%20and%20Settings/User/My%20Documents/Downloads/GCE\\_170.pdf](file:///C:/Documents%20and%20Settings/User/My%20Documents/Downloads/GCE_170.pdf)).

როდესაც კოლექტიური ქცევა თაობებში მეორდება, განსაკუთრებით საინტერესო ხდება ქცევის თაობებში გადაცემის მიზეზების ძიება. ამ მხრივ შესწავლილია ცხოველთა რამდენიმე სახეობის მიგრაციული ქცევა. საკითხი განვიხილოთ ფრინველების მაგალითზე. ყოველ წელს მიგრაციაში ჩაბმულია რამდენიმე ბილიონი ფრინველი, რაც დედამიწაზე ფრინველთა მოსახლეობის ნახევარს მაინც შეადგენს (Newton, I., 2008). იმისათვის რომ მიგრაციის გენეტიკური პროქსიმატული კაუზაცია ავხსნათ (არა მარტო ფრინველთა, არამედ ნებისმიერ შემთხვევაში), ერთერთი მეთოდია მომიგრირე და არა-მომიგრირე ცხოველების გენეტიკის შედარება. ამ დროს შედარება ხდება ცხოველთა კლასის შიგნით – გენეტიკურად მსგავსი ორგანიზმების დაჯგუფებაში. მაგალითად ფრინველთა კლასის შიგნით ადარებენ მომიგრირე ფრინველების სახეობების და არა-მომიგრირე ფრინველების სახეობების გენეტიკას, გენურ შედგენილობას და გენების ექსპრესიის თავისებურებას. ლოგიკა ასეთია: განსხვავების არსებობა მიუთითებს გენეტიკის კავშირზე მიგრაციულ ქცევასთან. მიგრაციის უნარი მოიცავს მიგრაციისათვის აუცილებელ მორფოლოგიურ ნიშნებს და ქცევით თვისებებს (რომლებიც არ აქვთ არა-მომიგრირე ფრინველებს), მაგალითად, საფრენი კუნთების მკვეთრად გამოხატული სიდიდეს და სიძლიერეს, ქცევის თავისებურებებს – განსაკუთრებით ინტენსიურ კვებით აქტივობას, ღამით ფრენას, რაც, როგორც ირკვევა, გენეტიკურად კონტროლდება (Pulido F., 2007; Pulido, F. and Berthold P., 2003; Pulido F., et al., 2001., Berthold P. and Pulido F., 1994). ევოლუციური თვალსაზრისით მნიშვნელოვანია, რომ ქცევის მოწესრიგება გენის ექსპრესიის რეგულაციით საერთო პრინციპია ცოცხალ ორგანიზმებში, მათი წარმოშობის, ნათესაობრივი სიახლოვის და განვითარების დონის მიუხედავად.

გარემოს, ქცევისა და გენების ურთიერთობის თვალსაზრისით საყურადღებოა **ბოლდუინის ეფექტი** (ამერიკელი ფსიქოლოგის – ჯეიმს ბოლდუინის (James Mark Baldwin, 1861-1934) მიერ 1896 წელს გამოთქმული კონცეფცია <http://individual.utoronto.ca/ecrispo/publications/crispo2007.pdf>), რომლის თანახმად ცვლილება ქცევაში ცვლის ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების მიმართულებას და საბოლოოდ აისახება პოპულაციის გენების ცვლილებაშიც.

ბოლდუინის ეფექტი გულისხმობს, რომ როდესაც რაიმე სახის ქცევა სასარგებლო აღმოჩნდება გადარჩენისათვის, პოპულაციის წარმომადგენლებს შორის კონკურენციის პროცესში თანდათანობით იმარჯვებენ და შესაბამისად რეპროდუქციულ წარმატებას და რაოდენობრივ უპირატესობას აღწევენ ის წევრები, რომლებსაც ეს ქცევა ათვისებული აქვთ. ქცევის ათვისება გულისხმობს იმ გარკვეული სახის გენების არსებობას, რომელიც გააჩნია პოპულაციის ამ

წევრებს და რომელთა მიერ განპირობებული ნიშან-თვისებები იძლევა ამ ქცევის განხორციელების საშუალებას. საბოლოოდ ვიღებთ ახალ პოპულაციას, რომლის წევრებს ძველის – წინაპრულისგან განსხვავებული გენების ერთობლიობა აქვს და პროგრესული ქცევით ხასიათდება.

ამგვარად, არა მარტო გენები მოქმედებენ ქცევაზე, არამედ ქცევა ცვლის პოპულაციის გენურ შედგენილობას (არა თვით გენებს პოპულაციაში, არამედ ამ გენების სიხშირეს). ამ კონცეფციის უკეთ აღსაქმელად სტუდენტს ვურჩევთ გაეცნოს პოპულაციის გენეტიკას (შათირიშვილია.და სხვ. 2011., კემპი პ., არმსი კ., 1997. ან Nowitcki S., 2010).

ქცევის ცვლილებაზე მოქმედებს აგრეთვე გენის მუტაცია: ცვლილება გენის სტრუქტურაში.

მაგალითად, თეთრთავა ბელურების ჭიკჭიკი ხასიათდება ძირითადად დაბალსიხშირიანი ბგერებით. ბუნებრივ საცხოვრისში, ტყეში, ბგერები ძირითადად დაბალსიხშირიანია. ეს საკმარისია პოპულაციის წევრებთან ურთიერთობისთვის. მაგრამ ხმაურიან ქალაქში გადმოსახლებულ ბელურებში აღინიშნება ჭიკჭიკის თვისობრივი ცვლილება: დომინირებს ძირითადად მაღალსიხშირიანი ბგერები, რადგან დაბალსიხშირიანი ბგერები ცუდად ესმით პოპულაციის წევრებს და ეს ართულებს (შეუძლებელსაც კი ქმნის) მათ შორის ურთიერთობას. ამ პროცესის პროქსიმატული კაუზაცია ის არის, რომ ჭიკჭიკის ფიზიკური პარამეტრები რეგულირდება გენით, რომელსაც მკვლევარებმა პირობითად უწოდეს G 7-9. ის განაპირობებს დაბალი სიხშირის ბგერების წარმოშობას. მაგრამ ქალაქის მაცხოვრებელ ბელურებში ეს გენი შეცვლილია – მას მუტაცია აქვს განცდილი. შეცვლილი გენი განაპირობებს მაღალი სიხშირის ბგერების წარმოშობას, რაც მეტად სასარგებლოა ქალაქის პირობებში საცხოვრებლად (Luther D., and Baptista L., 2010). ულტიმატური კაუზაციის თანახმად „მყვირალა“ ბელურები ადვილად ამყარებენ ერთმანეთთან კომუნიკაციას, რაც ხელს უწყობს მათ წარმატებულ რეპროდუქციას.

მონაცემთა შესაძლებელია შექმნას მცდარი წარმოდგენა, რომ გენები იცვლება გარემოს მოთხოვნის შესაბამისად, რომ გარემოს ცვლილება პირდაპირ იწვევს გენეტიკურ ცვლილებებს. მაგალითად, თეთრთავა ბელურებში, ტყიდან ქალაქში გადმოსახლება იწვევს G 7-9 გენის მუტაციას. ეს ასე არ არის.

მუტაცია შესაძლებელია იყოს სასარგებლო ან საზიანო გარემოსთან შეგუებისათვის. მუტაცია არ ხდება გარემოსთან შეგუების მიზნით, ის სპონტანური მოვლენაა. მუტაცია ჩნდება პოპულაციის ზოგიერთ წევრში. ასეთ შემთხვევაში ალბათ მკითხველს უჩნდება კითხვა, რატომ არ მოხდა G 7-9 გენის მუტაცია ტყეში მცხოვრებ ბელურებში? მუტაცია მოხდებოდა ტყეში მცხოვრებ ბელურებს შორისაც, მაგრამ სავარაუდოდ, მაღალ სიხშირეებზე ჭიკჭიკი ხელს შეუშლიდა პოპულაციის წევრებთან ურთიერთობას, რადგან ისინი დაბალ სიხშირეებს იყენებდნენ მიჩვეული. ამიტომ ასეთი გენების მატარებელი ბელურები

ნაკლებად გამრავლდებოდნენ და მოსალოდნელია, რომ საერთოდ გადაშენებულიყვნენ თაობათა განმავლობაში – შესაბამისად გაქრებოდა მათი მუტაცია განცდილი გენებიც. პირიქით, ქალაქში მცხოვრებ ბელურებს შორის, G 7-9 გენის მუტაციის მქონენი ყველაზე კარგად გამრავლდებოდნენ, რადგან მათ მაღალ სიხშირეებს ადვილად გაიგებდნენ პარტნიორები. ამ პროცესების შედეგად მივიღებდით თეთრთავა ბელურების ორ, გენეტიკურად განსხვავებულ პოპულაციას (რაც ნახეს კიდევაც კვლევის ავტორებმა) – ტყის მაცხოვრებლებს G 7-9 გენით და ქალაქის მაცხოვრებლებს მუტაცია განცდილი, შეცვლილი G 7-9 გენით.

ზემოთ განხილული იყო ხერხემლიანი ცხოველების მაგალითი. ამიტომ პრინციპის ერთიანობის საილუსტრაციოდ მოვიყვანთ უხერხემლო ცხოველების – მწერების მაგალითს (დეტალებისთვის: Simmons D., 2008).

ხილის ბუზი – დროზოფილა (*Drosophila melanogaster*), რომელიც მეტად პოპულარულია გენეტიკური ექსპერიმენტების ჩასატარებლად, ამ შემთხვევისთვისაც თვალსაჩინოა. საუბარია დროზოფილას კონკრეტულ გენზე, პირობითად fru (ინგლისური აბრევიატურა სიტყვისა – fruitless), რომელიც განაპირობებს მამრი დროზოფილას „საქორწინო ცეკვა“-ს – რთულ ქცევას, რომლის შემადგენელია მდედრის საყურადღებოდ მიმართული მოძრაობები: ცალი ფრთის სწრაფი რხევა და ბგერების გამოცემა, მდედრთან წინა კიდურებით შეხება და სხვ. Fru-ს მუტაციის შემდეგ მამრი კარგავს საქორწინო ცეკვის შესრულების უნარს. fru არის მდედრებშიც და მამრებშიც, მაგრამ განსხვავებულად ექსპრესირდება. ამიტომ თუ მდედრში fru ექსპრესირდა ისე, როგორც მამრებში – მდედრები „იცივლიან სქესობრივ ორიენტაციას“ და ავლენენ მამრისათვის დამახასიათებელ სქესობრივ ქცევას. გენი fru აღმოჩენილია კოლოს ერთ სახეობაშიც *Anopheles gambiae*.

ადამიანის ქცევაში გენების როლი გარკვეულწილად სხვა ცხოველების მსგავსია. ვგულისხმობთ იმ პროცესებს, რომლებიც საფუძვლად უდევს სქესობრივ ქცევას და სხვა საბაზისო ქცევით აქტებს. ადრე განხილულ იქნა სასქესო ჰორმონების როლი ადამიანის ქცევაში. ცხოველებში, მათ შორის ადამიანში ამ ჰორმონების გამოყოფა მსგავსი ჰიპოთალამურ-ჰიპოფიზური მექანიზმით იმართება და გვაქვს საფუძველი ვივარაუდოთ, რომ სისტემის მოქმედება ადამიანშიც EGR-1 გენების ექსპრესიაზე დამოკიდებული (Chauvin T.R, et al., 2012).

ადამიანები, რომლებსაც აქვთ სიმარტოვის სუბიექტური განცდა, გამოირჩევიან სუსტი იმუნიტეტით და ადვილად ავადდებიან ინფექციური დაავადებებით. მათ შესუსტებულია აქვთ იმ გენების ექსპრესია, რომლებიც იმუნური სისტემის რეაქციას აყალიბებს (დეტალებისთვის: Cole S.W, et al. 2007). ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს ორი, ერთი შეხედვით სრულიად განსხვავებული პროცესის ურთიერთდამოკიდებულებასა და გენეტიკურ განპირობებასთან.

დიდი ხნის განმავლობაში ფიქრობდნენ, რომ გენებს არ აქვთ სპეციფიკური როლი აზროვნებისათვის, რომ გენები ქმნიან თავის ტვინის „ჩონჩხს“ – ნეირონულ მასას, ხოლო აზროვნება უკვე ამ მასის ფუნქციურ ურთიერთქმედებაზეა დამოკიდებული. მაგრამ თანამედროვე შეხედულება განსხვავებულია და გროვდება მონაცემები, რომ გენები უშუალოდ მონაწილეობენ მეხსიერებასა და დასწავლაში.

ადამიანის აზროვნებაში გენების როლის შესწავლისას ადარებენ ხოლმე ინტელექტუალურ კოეფიციენტს (IQ) სხვადასხვა ნათესაურ ჯგუფებში. თუ ამ მხრივ განსხვავება არსებობს, სავარაუდოა, რომ ეს გენებთანაა კავშირში, რადგან ნათესაური დაჯგუფების შიგნით გენები უფრო მსგავსია სხვა ნათესაურ დაჯგუფებასთან შედარებით. ამ შემთხვევაში ჩნდება ეჭვი, რომ განსხვავება IQ -ში მომდინარეობს არა გენეტიკური სხვაობიდან, არამედ განსხვავებული გარემოდან, მაგალითად სოციალური პირობებიდან, ამიტომ კვლევა შეძლებისდაგვარად წარმოებს ხოლმე ერთნაირ გარემოში მცხოვრებ ადამიანებზე ან ერთნაირი გენების მქონე (იდენტური ტყუპები), მაგრამ გასხვავებულ გარემოში მცხოვრებ პიროვნებებზე. სავარაუდოა, რომ IQ გენეტიკურადაა განპირობებული (Flint J., 1999., Devlin B., et al., 1997).

ქცევის ბაზისურ გენეტიკურ სისტემაში მცირე ცვლილებაც კი საკმარისია, რათა ქცევა შეიცვალოს და გარკვეულ შემთხვევებში განვითარდეს ქცევის ევოლუციურად ახალი ტიპი (O'Connell L.A., and Hofmann H.A., 2012, Goodson G., 2005).

დღეისათვის აღიარებულია ადამიანში ქცევის დარღვევების გენეტიკური საფუძველის არსებობა. მაგალითად, ცნობილი გახდა, რომ სოციალური შფოთვის სახის დარღვევა გენეტიკური ხასიათის უნდა იყოს, რადგან ტყუპებში ერთნაირად ვლინდება (Hettema J., et al., 2001; Merikangas K., and Low N., 2005). ანტისოციალური ქცევის სხვადასხვა გამოვლინებებიც, როგორც ჩანს გენეტიკურია (Rhee S., and Waldman I., 2002). ამიტომ, ანტისოციალური ქცევის მიზეზები უნდა ვეძიოთ არა მხოლოდ სოციო-ეკონომიკურ ან მშობლებისა და შვილების ურთიერთობის პრობლემებში, არამედ პიროვნების გენომსა (გენების ერთობლიობა) და მემკვიდრეობაში. ამ სფეროში მომუშავე მკვლევარების აზრით, საჭიროა ანტისოციალური ქცევის ახალი მოდელების განხილვა, რომლებიც ქცევის გენეტიკის გათვალისწინებით ასახავს ბუნების და აღზრდის ურთიერთქმედების საკითხს ქცევის ჩამოყალიბებაში (Hill E., et al., 2002). ამგვარი მოდელების შექმნას ის ართულებს, რომ ძნელია იმ კონკრეტული გენების გამოვლენა, რომლებიც განაპირობებს ქცევის დარღვევას. ნათქვამი რომ სტუდენტისთვის უკეთ გასაგები გახდეს, განვმარტავთ: დავუშვათ ვიცით, რომ ანტისოციალური ქცევის რომელიღაც ფორმა იდენტურ ტყუპებში ხშირად ვლინდება. ფაქტი მიუთითებს, რომ ქცევის დარღვევა გენეტიკური ხასიათისაა, მაგრამ არაფერს გვეუბნება იმის შესახებ, თუ კონკრეტულად რო-

მელი გენები მონაწილეობს ქცევის ორგანიზაციაში. ზემოთ აღვწერეთ ფრინველების ქცევითი რეაქციები და მათი კავშირი კონკრეტულ გენებთან. მაგრამ საუბარი იყო მეტად მარტივ ქცევით გამოვლინებებზე, მაგ საკომუნიკაციო ჭიკჭიკის დროს ბგერების სიხშირის ცვლილებაზე. ანტისოციალური ქცევა ურთულესია თავისი მექანიზმით და მისი გენეტიკური საფუძველი იქმნება არა ერთი, არამედ მრავალი გენის ურთიერთქმედებით

სტუდენტისთვის საინტერესო იქნება, თუ როგორ ქმნიან მეცნიერები ქცევაში გენეტიკის მნიშვნელობის შესასწავლ მოდელებს. მაგალითად ვირთგვას სვამენ საექსპერიმენტო გალიაში, სადაც არის დასაღვეად წყალი და აგრეთვე, ჩაყრილია ნახერხი, ქალაღის ნახვევი. როდესაც ვირთაგვა გალიას მიეჩვევა, იწყებენ ექსპერიმენტს: ამოწმებენ ვირთაგვას რეაქციას დამაზიანებელ ფაქტორზე (გალიის ერთ ადგილას მოთავსებულია დენის წყარო, და როდესაც ვირთაგვა მას შეეხება, დენი ურტყამს) და აგრეთვე, ვირთაგვა – „მასპინძლის“ რეაქციას გალიაში ახალი ვირთაგვის – „სტუმრის“ გამოჩენაზე (ამ შემთხვევაში აკვირდებიან „მასპინძლის“ ტერიტორიულ ქცევას). დამაზიანებელ ფაქტორზე რეაგირება შესაძლებელია ორი სახის იყოს, აქტიური – დენის წყაროზე ნახერხის მიყრა (მისი დაფარვის მცდელობა) ან პასიური – ვირთაგვა იწყებს ნახერხში ჩაძრომას და დამალვას, ან გაირინდება. სტუმრის გალიაში ჩასმაზე მასპინძლის რეაქცია, ჩვეულებრივ, ტერიტორიულია: მასპინძელი იჩენს ტერიტორიული ქცევისთვის დამახასიათებელ აგრესიას. აგრესიის დონეს აფასებენ იმის მიხედვით, თუ რა სიხშირით გადადის მასპინძელი შეტევაზე და აგრეთვე, რა დრო სჭირდება სტუმრის ყოველ დანახვაზე შეტევის წამოწყებას. დაკვირვება გრძელდება დღეების განმვლობაში, სტუმარი ყოველ დღე რაღაც დროით გადაყავთ მასპინძლის გალიაში. კვლევაში მონაწილეობს ბევრი ვირთაგვა და საბოლოოდ, ვირთაგვებს შორის გამოირჩევა ორი ჯგუფი: პირობითად „შემტევები“ (ხშირად ესხმიან თავს სტუმარს და შეტევის წამოწყებას არ სჭირდება დიდი დრო, აქტიურად ებრძვიან დამაზიანებელ ფაქტორს – ფარავენ მას ნახერხით) და „დამთმობები“ (დამაზიანებელ ფაქტორზე რეაგირებენ ნახერხში ჩაფლობით ან გარინდებით, სტუმარს თავს ესხმიან ნაკლები სიხშირით და შეტევის წამოწყებას დიდი დრო სჭირდება). ამგვარად იქმნება აგრესიული და ნაკლებ აგრესიული ქცევის მოდელი. შემდგომ შესაძლებელია „შემტევების“ და „დამთმობების“ შედარება მათი გენომის მიხედვით და თუ განსხვავება არსებობს, შესაძლებელია გაგრძელდეს შემტევებსა და დამთმობებზე მუშაობა, როგორც სოციალური ქცევის განსხვავებულ გენეტიკურ მოდელებზე. დეტალებისათვის იხ. Sluyter F., et al., 2003, ჭიჭინაძე კ., 2010.

# დასწავლა

დასწავლა განიმარტება როგორც გამოცდილების საფუძველზე ჩამოყალიბებული ქცევა. დასწავლის სახეებია: **მიჩვევა, კლასიკური განპირობება, ოპერანტული განპირობება და კომპლექსური დასწავლა, იმპრინტინგი, მოდელირება, მიბაძვა.**

**მიჩვევა** უზრუნველყოფს ხანგრძლივად უცვლელი გამლიზიანებლების უგულვებელყოფას (ამ გამლიზიანებელზე რეაგირების შესუსტებას ან სრულ მოსპობას), მაგალითად ხანგრძლივად მოქმედი ბგერის უგულვებელყოფას. ამ შემთხვევაში გასათვალისწინებელია, რომ ვსაუბრობთ ისეთ გამლიზიანებელზე, რომელიც ხანგრძლივად მოქმედებს მაგრამ ამავედროულად არ იცვლის პარამეტრებს. მაგალითად, ხმაური, რომელიც თავიდან გვაწუხებს, თანდათან შეუმჩნეველი ხდება, მას ვჩვენებთ, მაგრამ საკმარისია ეს ხმაური უეცრად შემცირდეს ან გაძლიერდეს, რომ ჩვენ ამ ცვლილებას დავაფიქსირებთ. მიჩვევა ადაპტაციური მოვლენაა, რადგან ორგანიზმისათვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია გარემოს ცვლილებების დაფიქსირება და ნაკლებ მნიშვნელოვანია უცვლელ სიტუაციაზე რეაგირება.

მაგალითად განვიხილოთ ზღვის ლოკოკინა – აპლიზიაზე (*Aplysia californica*) ჩატარებული ექსპერიმენტი. ექსპერიმენტს გამარტივებულად აღვწერთ (დეტალებისთვის იხ. Kandel E. R, et. al., 2000). როდესაც აპლიზიას რაიმე შეეხება, ცხოველი გარკვეული მოძრაობით რეაგირებს. შეხება იწვევს რეცეპტორების გააქტივებას და ამოქმედდება მარტივი რეფლექსი სენსორული და მოტორული ნეირონის მონაწილეობით. სინაპსებში მოქმედებს დოფამინი.

მაგრამ, როდესაც აპლიზიას სხეულზე შეხება მრავალჯერ მეორდება, გამოყოფილი დოფამინის რაოდენობა მცირდება და აღარ არის საკმარისი მოტონეირონში ნერვული იმპულსის აღსაძვრელად. შესაბამისად მოტონეირონი აღარ იწვევს სხეულის ამოძრავებას. როდესაც სხეულზე შეხება შეიცვლის პარამეტრებს (უფრო ძლიერი ან უფრო ხშირი გახდება), ორგანიზმი კვლავ დაიწყებს მასზე რეაგირებას.

დასწავლა, ამ შემთხვევაში გულისხმობს, რომ აპლიზიამ გამოიმუშავა გამლიზიანებელზე რეაგირების ფორმა, უფრო სწორად, მან დაისწავლა კონკრეტულ გამლიზიანებელზე რეაგირების დათრგუნვა.

რატომ არის აუცილებელი, რომ აპლიზია აღარ პასუხობდეს შეხებას? რა მოხდება, რომ ეს რეაქცია შენარჩუნდეს, რა არის ამაში ცუდი? ორგანიზმის ნებისმიერი რეაქცია უკავშირდება ენერჯიის ხარჯვას, მითუმეტეს, როდესაც ეს რეაქცია ნერვული სისტემის – ენერჯიის განსაკუთრებით დიდი რაოდენობით მხარჯველი ორგანოთა სისტემის მიერ ხორციელდება. მიჩვევის წყალობით აპლიზია ზოგავს ენერჯიას იმ სახის რეაქციებზე, რომლებსაც არ აქვთ სასიცოხლო მნიშვნელობა. მაგრამ რეაქცია განახლდება როდესაც შეხება გაძლიერდება ან

გახშირდება, რადგან გამლიზიანებელი იცვლის პარამეტრს და მამასადამე შე-  
საძლებელია ატარებდეს რაღაც ახალ მნიშვნელობას.

ვიქტორ ფრანკლი (Viktor Emil Frankl, 1905-1997), ავსტრიაში მოღვაწე  
ებრაელი ფსიქოლოგი, თავის წიგნში, „ადამიანი საზრისის ძიებაში“ (ამჟამად,  
მკითხველისათვის ადვილად ხელმისაწვდომი, სავარაუდოდ, იქნება ინგლი-  
სურენოვანი გამოცემა: Man's Search for Meaning/http://www.phoenix5.org/books/  
Frankl/FranklMenu.html), აღწერს საკონცენტრაციო ბანაკში ტყვეების ქცევას  
(თავად ფრანკლიც, როგორც ებრაელი, დატყვევებული იყო ნაცისტების მიერ  
ოსვენციმის ბანაკში) და პირობითად გამოყოფს სამ ეტაპს: ბანაკში მოსვლის  
შოკურ მდგომარეობას, ადაპტაციას და აპათიას. შოკურ მდგომარეობას, ფრანკ-  
ლის აღწერით, იწვევდა ბანაკში ახალმოსულების შეჯახება სიკვდილის რეალურ  
საფრთხესთან. ამის ერთერთი მაუწყებელი იყო კრემატორიუმის საკვამურიდან  
ამომავალი ცეცხლის ენები და კვამლი, რომელიც ტყვეების ცოცხლად დაწვის  
დროს თითქმის ყოველ დღე ჩნდებოდა. მაგრამ, თუ პირველ დღეებში ამ სუ-  
რათის დანახვა ტყვეებს შოკში აგდებდა, რამდენიმე ხანში დადგა ადაპტაციის  
ეტაპი: ტყვეები სრულიად ინდიფერენტული ხდებოდნენ საკვამურის მიმართ და  
აღარც კი იყურებოდნენ მისკენ.

ტყვეების ადაპტირება სიკვდილის რეალურ საშიშროებასთან დამცველობი-  
თი დანიშნულებისაა: ის იცავს ადამიანს გახანგრძლივებული სტრესული მდგო-  
მარეობისაგან.

მიჩვევის თვალსაზრისით საინტერესოა ადამიანში **დესენსიტიზაციის** ფე-  
ნომენი. ბუშმანი და ანდერსონი (Bushman B.J. and Anderson C.A., 2009) ცდის  
პირების – კოლეჯის სტუდენტების ერთ ნაწილს ათამაშებდნენ ძალადობრივ  
კომპიუტერულ თამაშს ხოლო მეორე ნაწილს – არაძალადობრივ თამაშს. თამა-  
შის დამთავრების შემდეგ ექსპერიმენტატორი ტოვებდა ოთახს, მაგრამ სთხოვ-  
და ცდის პირს არსად გასულიყო და დალოდებოდა. ამის შემდეგ ცდის პირებს  
მოესმოდათ ოთახის კარს მიღმა ორი ადამიანის კამათი. სინამდვილეში ეს იყო  
ორი მსახიობის მიერ კონფლიქტის ინსცენირების აუდიო ჩანაწერი. კამათის  
დაწყებიდან ცოტა ხანში ისმოდა, რომ კონფლიქტი ფიზიკურ დაპირისპირებაში  
გადაიზარდა, ერთერთ მონაწილეს ფეხი დაუზიანდა, მეორემ კი დახმარება არ  
აღმოუჩინა და მიატოვა. „დაშავებული“ იწყებდა ხმამაღალ მოთქმას ტკივილის  
გამო, ხოლო ექსპერიმენტატორი ინიშნავდა დროს და ამოწმებდა, რამდენი ხანი  
დასჭირდებოდა ცდის პირს რათა გასულიყო დაშავებულის საშველად. ცდის სხვა  
ვარიანტში, აკვირდებოდნენ კინომაყურებლებს კინოდარბაზში. ერთ შემთხვევა-  
ში ხალხი უყურებდა ძალადობრივი შინაარსის კინოფილმს, მეორე შემთხვევაში  
– არა ძალადობრივს. ფილმის დამთავრების შემდეგ, სინათლე რომ აინთებოდა,  
კინომაყურებლები ხედავდნენ დარბაზში მყოფ ქალს ნატკენი ფეხით (სინამდ-  
ვილეში მსახიობს), რომელიც გაჭირვებით ცდილობდა დავარდნილი ყავარჯ-

ნის ალებას. ამ შემთხვევაშიც დამკვირვებლები ინიშნავდნენ დროს, რომელიც დასჭირდებოდა კინომაყურებლებს ქალისათვის დახმარების აღმოჩენისათვის.

დაკვირვების ორივე შემთხვევაში აღმოჩნდა, რომ ადამიანის საშველად უფრო სწრაფად დაიძრებოდნენ ისინი, ვინც ითამაშა არა ძალადობრივი თამაში ან უყურა არა ძალადობრივ ფილმს. გაცილებით გვიან დაიძრებოდნენ საშველად და სიტუაციას აფასებდნენ როგორც ნაკლებად ტრაგიკულს ის ცდის პირები, ვინც ითამაშა ძალადობრივი თამაში ან უყურა ძალადობრივ ფილმს.

ავტორებმა დაასკვნეს, რომ ძალადობრივი მედია იწვევს ადამიანის დესენსიტიზაციას – ადამიანი ხდება სხვისი გასაჭირის მიმართ გულგრილი. თუმცა უფრო ზუსტი ინტერპრეტაცია სავარაუდოდ ის არის, რომ ადამიანი ეჩვევა ძალადობას და ამიტომ ნაკლებად მგრძობიარე ხდება ძალადობის გამოვლინების თუ შედეგის, სხვისი გასაჭირის მიმართ. სხვა სიტყვებით, მოხდა ემპათიის შესუსტება. ემპათიის სამი ძირეული კომპონენტია: 1. სხვისი ემოციის ამოცნობა სახის გამომეტყველების, საუბრის ან ქცევის მიხედვით, 2. აფექტური – როდესაც ვინმე სხვისი განცდის მსგავს ემოციას განიცდის, მაგრამ გაცნობიერებული აქვს, რომ ეს არ არის მისი საკუთრი განცდა და მხოლოდ სხვისი განცდის სიმულაციაა, 3. კოგნიტური – სხვა ადამიანის მდგომარეობის ცნობიერი გაზიარება, თანაგრძნობა, თუმცა შენარჩუნებულია საკუთარსა და სხვისას შორის ზღვარი (Decety J., Jackson P.L., 2004). სავარაუდოდ, ზემოთ აღწერილ კვლევებში საქმე გვაქვს კოგნიტურ დესენსიტიზაციასთან. უცნობია რამდენ ხანს გრძელდება ეს ეფექტი.

## კლასიკური განპირობება

კლასიკური განპირობება უკავშირდება რუსი ფიზიოლოგის – ივან პავლოვის სახელს, რომელმაც დაიწყო ამ ფენომენის შესწავლა. კლასიკური განპირობების კომპონენტებია: 1. **უპირობო გამღიზიანებელი**, რომელიც იწვევს ორგანიზმის რეაქციას ავტომატურად, რაიმე წინასწარი პირობის გარეშე. მაგალითად საკვების მოხვედრა პირის ღრუში, რაც იწვევს რეაქციას – ნერწყვის გამოყოფას, 2. **უპირობო რეაქცია** – ორგანიზმის რეაქცია უპირობო გამღიზიანებელზე მაგ. ნერწყვის გამოყოფა საკვების პირის ღრუში მოხვედრის საპასუხოდ, 3. **პირობითი გამღიზიანებელი** – ასოცირდება უპირობო გამღიზიანებელთან და ამიტომ იწვევს რეაქციას, და 4. **პირობითი რეაქცია** – პირობითი გამღიზიანებელის საპასუხო რეაქცია.

კლასიკური განპირობების არსი შემდეგია: მაგალითად როდესაც ცხოველი საკვებს მიირთმევს, ნერწყვი გამოიყოფა (უპირობო რეაქცია), მაგრამ თუ რამდენჯერმე კვების წინ ცხოველს ზარის ხმას მოვასმენინებთ, მას ნერწყვი უკვე ზარის ხმაზე გამოეყოფა (პირობითი რეაქცია), რადგან ზარის ხმა კვებასთან ასოცირდება: ზარის ხმა კვების წინაპირობა – პირობითი გამღიზიანებელი გახდება.

ადამიანში კლასიკური განპირობების საინტერესო მაგალითია მოყვანილი ანტიკინსონის და თანაავტორების ნაშრომში (Аткинсон Р.Л. и др., 2000):

ქიმიოთერაპიის ჩატარების წინ პაციენტ ბავშვებს მათი ემოციური მდგომარეობის გასაუმჯობესებლად ნაყინით უმასპინძლებოდნენ. შედეგი საწინააღმდეგო აღმოჩნდა: ნაყინი ასოცირდა ქიმიოთერაპიასთან (ის პირობით გამლიზიანებლად გადაიქცა), და მისი დადებითი ეფექტი სწრაფად შეიცვალა უარყოფითი განცდით. ასეთმა ავადმყოფებმა შეიძულეს ნაყინი საავადმყოფოს კედლებს გარეთაც.

კლასიკურმა განპირობებამ შესაძლებელია უფრო რთული, ეგრეთწოდებული **მეორე რიგის განპირობების** სახე მიიღოს, როდესაც პირობით გამლიზიანებულს წინ უსწრებს კიდევ ერთი, სხვა გამლიზიანებელი. მაგალითად, თუ ქიმიოთერაპიის ოთახის შესახედაობა (პირობითი გამლიზიანებელი) იწვევს ქიმიოთერაპიისაგან მიყენებული უსიამოვნო შეგრძნებების აღმოცენებას, იგივე შეგრძნებები განვითარდება იმ ქუჩის დანახვაზე, სადაც საავადმყოფო მდებარეობს.

განპირობების **გენერალიზება** ხდება როდესაც ორგანიზმზე მოქმედი სხვადასხვა გამლიზიანებელი წააგავს საწყის პირობით გამლიზიანებულს. ბავშვს ამის გამო შესაძლებელია ერთნაირი რეაქცია ქონდეს ექიმის თეთრ ხალათსა და ძიძის თეთრ ხალათზე. **დიფერენციაცია** პირიქით, იწვევს რეაქციას განსხვავების საპასუხოდ. როდესაც იგივე თეთრი ხალათი განსხვავებულ რეაქციას გამოიწვევს სიტუაციის მიხედვით.

**პირობითი შიში** ვითარდება იმ პირობითი გამლიზიანებლის საპასუხოდ, რომლებსაც მოყვება ტკივილის განცდა.

განპირობების ჩამოყალიბების დროს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ზუსტად დადგინდეს ის მოვლენა, რომელიც იწვევს მეორეს, ანუ პირობითი გამლიზიანებლის ზუსტი დიფერენცირება სხვა გამლიზიანებლებისაგან. თუ ეს მოხერხდა, მაშინ პირობითი გამლიზიანებელი იძლევა მოვლენათა მიმდინარეობის განჭვრეტის საშუალებას: „თუ ეს მოხდა, ამას აუცილებლად მოყვება ის“ რა სჯობს ვუთხრათ პაციენტს პროცედურის ჩატარებისას: „აი, ახლა გეტკინება“ თუ „არ გეტკინება?“ სავარაუდოდ, პირველი ინფორმაცია უფრო გამართლებულია, რადგან პაციენტს ვაწვდით გამაფრთხილებელ ინფორმაციას და მან იცის, რომ მოვა ტკივილი, მაგრამ გარკვეულ დროს და ის ამისათვის მზად არის. მეორე შემთხვევაში, მიუხედავად დამამშვიდებელი ინფორმაციისა, დრო და დრო პაციენტი მაინც განიცდის ტკივილს, მაგრამ რადგან არ აქვს ტკივილის აღმოცენების შესახებ ინფორმაცია, ის მუდმივად დაძაბული იქნება როგორც პროცედურის, ისე საპროცედურო ოთახში ყოფნის და იქ ექიმების გამოჩენისთანავე (Аткинсон Р.Л. и др., 2000).

**ანტიციპაციის** (მოლოდინის) ფენომენზე ადრეც ვისაუბრეთ. ცხადია, არსებობს ამ ფენომენის ნეირონული მექანიზმი. ტკინის სხვადასხვა უბნებში (დასწავლის კონტექსტიდან გამომდინარე) ნეირონების გარკვეული ჯგუფი აქტიურდება

მოსალოდნელი გამლიზიანებლების, ტკივილის, ჯილდოს საპასუხოდ (Lauwereyns J., et al., 2002., Koyama T., et al., 1998).

ამ თვალსაზრისით საინტერესოა შიშის და შფოთვის ფენომენი. შიში ემოციური მდგომარეობაა, რომელიც გამოწვეულია არსებული კონკრეტული საფრთხით და დაკავშირებულია რეაქციასთან „იბრძოლე ან გაიქეცი“ (Reber A.S., 1985). შფოთვა გაურკვეველი საფრთხის, „ცუდი ამბების“ მოლოდინია, რომელსაც არ აქვს გარკვეული ხასიათი და უფრო წარმოდგენაში არსებობს, ვიდრე რეალობაში.

შფოთვა უკავშირდება ნეირონების უკონტროლო, მომატებულ აქტივობას თავის ტვინის იმ უბნებში, რომლებიც პასუხიმგებელია ტვინის აგზნებადობის ფონურ გაძლიერებაზე (რეტიკულური ფორმაცია, თალამუსის არასპეციფიკური ბირთვები). აგზნებადობის მატება განიცდება როგორც შფოთვა. აგზნებადობის მატების მიზეზი ის არის, რომ გარკვეული შემაკავებელი ნეირონები არ მოქმედებს სათანადოდ და მცირე რაოდენობით GABA-ს გამოყოფს. შფოთვის დროს დისფორიის სინდრომის სამკურნალოდ იყენებენ ბენზოდიამაზეპინების ჯგუფის პრეპარატებს (მაგ. ქსანაქსს), რომლებიც ზრდის რეცეფტორების აფინურობას GABA-ს მიმართ.

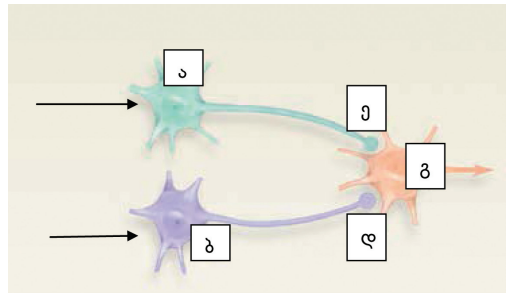
ფიქრობენ რომ ძლიერი შფოთვა სუნთქვის ჰომეოსტაზურ რეგულაციასთანაა კავშირში. სისხლში ჟანგბადის რაოდენობა სასიცოცხლოდ უმნიშვნელოვანესია. თავის ტვინის ღეროში მოთავსებულია სუნთქვის მარეგულირებელი ბირთვები. მათი ნეირონები მგრძობიარეა სისხლში ჟანგბადის რაოდენობის მიმართ. როდესაც სისხლში ჟანგბადის დონე დაიკლებს, ეს ბირთვები სიმპატიკური ნერვების საშუალებით იწვევენ სუნთქვის გაზვირებას. შფოთვა უფითარდება ადამიანებს, რომელთა სუნთქვის მაკონტროლებელი ბირთვების ნეირონები განსაკუთრებით მგრძობიარეა. ამიტომ სისხლში ჟანგბადის უმნიშვნელო რაოდენობით კლებაც კი წარმოშობს გაგუდვის განცდას და შედეგად პანიკას. ამ დროს იყენებენ ანტიდეპრესანტებს, რომლებიც ზრდიან სინაპსებში სეროტონინის დონეს. სეროტონინი შემაკავებლად მოქმედებს სუნთქვის მარეგულირებელ ნეირონებზე და ამცირებს მათ მგრძობიარობას ჟანგბადის მიმართ.

დასწავლის თეორიის თანახმად შიში და შფოთვა კლასიკურად განპირობებული რეაქციებია და მამსადადამე დასწავლილია. მაგალითად, დასწავლა ხდება შიშის რეაქციის დაწყვილებისას რაიმე სტიმულთან, რომელსაც შიშთან რაციონალური კავშირი არ აქვს, მაგრამ შიშის რეაქციასთან დაწყვილებისას გადაიქცევა პირობით გამლიზიანებლად. ამის შემდეგ, გენერალიზაციის პროცესი გამოიწვევს შიშის რეაქციას და შფოთვას არა მარტო ამ პირობით გამლიზინებულზე, არამედ მის მსგავს სტიმულებზეც. მაგალითად, ადამიანი, რომელსაც ძალღმა უკბინა, შესაძლებელია ყველა სხვა ძალღმის და უფრო მეტიც, ზოგადად ცხოველების მიმართ შიშმა შეიპყროს. დასწავლისთვის საკმარისია გავიგოთ რაიმე სხვისი შიშის შესახებ და არ არის აუცილებელი თავად გამოცვალოთ შიში

რაიმე სიტუაციაში. დასწავლის თეორეტიკოსები ამბობენ, რომ შიში და შფოთვა წარმოიშვება შიშის რეაქციის არასწორი განპირობებიდან. დასწავლაზე დაფუძნებული თერაპია ცდილობს ამ არასწორი განპირობების დაძლევას. მაგალითად, თუ ადამიანს, რომელსაც ძალღმა უკბინა და ამის გამო განუვითარდა ძაღლების მიმართ შიში, ვაურთიერთებთ ძაღლებთან, ამით შევუქმნით სწორ განპირობებას და შიში მოიხსნება. ასეთ მიდგომას დესენსიტიზაციასაც ეძახიან, ან კიდევ **საპირისპირო განპირობებას (Counter-conditioning)**. სახელმძღვანელოს ავტორის და მისი თანამშრომლების (ნ.კაიშაური) გამოცდილებით, შიშის მოხსნის ეს მეთოდი ნაკლებ ეფექტიანია გველის შიშის მოსახსნელად (გამოუქვეყნებელი მონაცემი).

ქვემოთ წარმოდგენილია კლასიკური განპირობების მაქსიმალურად გამარტივებული მოდელი.

მოდელის მიხედვით უპირობო გაღიზიანების, მაგალითად თვალზე მიმართული ჰაერის ნაკადის (სურათზე 1 ნაჩვენებია ზედა ისრით) საპასუხოდ აიგზნება სომატოსენსორული ნეირონი (ა). ბგერის (ქვედა ისარი) საპასუხოდაც ალიგზნება სმენის ნეირონი სმენის ქერქში (ბ). ჰაერის ნაკადით გამოწვეული თვალის ხამხამი, რომელსაც ვაკვირდებით, ხორციელდება მო-



სურ. 1

ტორული ნეირონით (გ). მკითხველს ესმის, რომ სინამდვილეში საქმეში მეტი სომატოსენსორული, სმენის და მოტორული ნეირონია ჩართული ვიდრე მოდელშია ნაგულისხმევი. მაგრამ აქ საქმე მოდელთან გვაქვს, მოდელირების დროს კი დასაშვებია გამარტივება. თუ ჰაერის ნაკადს მივუშვებთ საცდელი ძაღლის, ან ექსპერიმენტში მონაწილე მოხალისე ადამიანის თვალზე, საცდელი არსება თვალს დაახამხამებს. ბგერა, ამ შემთხვევაში, არ გამოიწვევს თვალის დაახამხამებას. მაგრამ თუ დავიწყებთ ბგერის მიწოდებას და სწრაფადვე მივუშვებთ თვალისკენ ჰაერის ნაკადს, რამდენიმე მცდელობის შემდეგ დავინახავთ, რომ თვალის ხამხამი აღმოცენდება უკვე ბგერის საპასუხოდ და აღარ დაგვჭირდება ჰაერის ნაკადის გამოყენება. ეს პირობითი რეფლექსია.

როდესაც რეფლექსის გამომუშავებამდე ბგერა აღიზიანებს სმენის ნეირონს, საცდელი ცხოველი (ადამიანი) თვალს არ დაახამხამებს, რადგან სინაპსური კავშირი (დ) ბგერისადმი მგრძობიარე ნეირონებსა (ბ) და მოტორულ ნეირონს (გ) შორის სუსტია. სამაგიეროდ ძლიერია სინაპსური კავშირი (ე) ჰაერის ნაკადზე მორეაგირე სომატოსენსორულ ნეირონსა და თვალის ხამხამზე პასუხისმგებელ

მოტონეირონს შორის (გ). ეს გასაგებიცაა, თვალის ხამხამი დამცველობითი რეაქციაა და ხამხამის გამომწვევი მოტონეირონი მჭიდრო ფუნქციურ კავშირში უნდა იყოს ნეირონებთან, რომლებიც თვალისათვის შესაძლო საფრთხის შემცველ გალიზიანებას პასუხობენ. მოდელში ასეთია თვალისკენ მოძრავ ჰაერის ნაკადზე მოპასუხე ნეირონები (ჰაერის ნაკადმა თვალი შესაძლებელია დააზიანოს), მაგრამ არა სუსტ ბგერაზე მოპასუხე ნეირონები. ამიტომ მოტორულ ნეირონში ნერვული იმპულსის აღძვრა ხდება სომატოსენსორულ ნეირონთან არსებული სინაპსის გააქტივების საპასუხოდ, მაგრამ სმენის ნეირონთან არსებული სუსტი სინაპსი მოტონეირონში ვერ გამოიწვევს ზღურბლოვან დეპოლარიზაციას.

ბგერის და ჰაერის ნაკადით გამოწვეული ხამხამის მრავალჯერ დამთხვევა აყალიბებს პირობით რეაქციას: ბგერის საპასუხოდ იწყება ხამხამი ჰაერის ნაკადის (სომატოსენსორტული ნეირონების აგზნების) გარეშე. რა ფენომენთან გვაქვს საქმე?

კანადელი ფსიქოლოგის, ჰების (Donald Olding Hebb, 1904-1985) მოსაზრებით, თუ სუსტი სინაპსი რადენჯერმე მიყოლებით აქტიურდება და ეს დროში ემთხვევა პოსტსინაპსში ნერვული იმპულსის აღმოცენებას, მაშინ სინაპსში ხდება სტრუქტურული და ქიმიური ცვლილებები, რომლებიც ამ სინაპსს ფუნქციურად აძლიერებს (Carlson N.R., 2013).

მოტონეირონი სინაპსურ კავშირშია როგორც სომატოსენსორულ, ისე სმენის ნეირონთან. ბგერის საპასუხოდ სუსტი სინაპსის (დ) გააქტივება მართლაც ვერ გამოიწვევს მოტონეირონში ნერვული იმპულსის წარმოშობას. მაგრამ სუსტი სინაპსის თანმიმდევრული გააქტივება ემთხვევა ჰაერის ნაკადის საპასუხოდ სომატოსენსორული ნეირონის აგზნებას და შედეგად, ძლიერი სინაპსის (ე) გზით მოტონეირონში დეპოლარიზაციის და ნერვული იმპულსის განვითარებას. ამიტომ, ჰების თანახმად, გაძლიერდება სმენის ნეირონის სინაპსური კავშირი მოტონეირონთან. ამის გამო, უკვე მხოლოდ სმენის ნეირონის აგზნება, გაძლიერებული სინაპსით გამოიწვევს მოტონეირონში ნერვული იმპულსის განვითარებას, სხვა სიტყვებით, ჩამოყალიბდება დასწავლა, როგორც ქცევითი ფენომენი. საყურადღებოა, რომ ამ შემთხვევაში არ გვაქვს საქმე სუმაციასთან, არამედ ხდება სინაპსში სტრუქტურული და ქიმიური ძვრები. ეს შესაძლებელია იყოს ბ ნეირონის მიერ მეტი ნეიროტრანსმიტერის გამოომუშავება, პოსტსინაპსში რეცეპტორების რაოდენობის მატება და სხვა.

როგორც აღრე ითქვა, უჯრედი არეგულირებს რეცეპტორების რაოდენობას სიტუაციის მოთხოვნასთან კავშირში. ეს გენის ექსპრესიის გაძლიერებით ხდება. პლაზმური მემბრანის რეცეპტორები ცილოვანი მოლეკულებია. ცილის წარმოქმნაზე გენია პასუხისმგებელი. არსებობს კონკრეტული გენები, რომლებიც პასუხისმგებელია რეცეპტორული ცილების წარმოქმნაზე.

## ოპერანტული (ინსტრუმენტული) განპირობება

გარდა კლასიკური განპირობებისა, რომელიც გვაგუებს გარემოსთან, ორგანიზმს სჭირდება ისეთი რეაქციები, რომლებიც გარემოზე ზემოქმედებს. მაგალითად: ჩვილი დაისწავლის, რომ როდესაც ის ტირის, იზიდავს გარშემო მყოფთა (პირველ რიგში მშობლის) ყურადღებას (მშობელი მასთან გაჩნდება, აჭმევს, გამოუცვლის, ხელში აიტაცებს სხვ.) და რაც უფრო ხმამაღალია ტირილი – მით უფრო სწრაფია მშობლის რეაქცია. ამგვარად ჩვილი დაისწავლის კავშირს ტირილსა და მის შედეგებს შორის და გამოიყენებს ამას თავის სასარგებლოდ. **ოპერანტულია** განპირობება, რომელიც გვეხმარება გარკვეული მიზნის მიღწევაში. ამავდროულად ეს რეაქციები მუდმივად მოქმედება მათი ეფექტიანობის თვალსაზრისით. ოპერანტული ქცევა დამოკიდებულია შედეგზე. შედეგის მიხედვით ის ან ძლიერდება, ან სუსტდება და შესაძლებელია ჩაქრეს კიდევაც. შედეგი არის ოპერანტული ქცევის პირობითი გამამტკიცებელი (ჯილდო). ადამიანის ცხოვრებაში მრავალი მნიშვნელოვანი გამამტკიცებელია, ამათგან სქესობრივი ურთიერთობა, ფული და შექება მეტად ქმედითია. ისინი განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან: ფული, რომელსაც ადამიანს უხდიან, აძლევს მას საშუალებას მიიღოს (იყიდოს) ის რეალური შედეგი, რისთვისაც იღწვოდა. ფულის მსგავსი მატერიალური ჯილდო შესაძლებელია იყოს შეფასება ნიშნის სახით, ნივთი, საკვები, გარკვეული სახის ურთიერთობა და სხვ. შექება არ არის პირდაპირი გზა ამ შედეგისაკენ, მაგრამ ძალიან დადებითად მოქმედებს ოპერანტულ ქცევაზე. ადამიანს ესაჭიროება კომპეტენტურობის განცდა. თუმცა შექებას როდესაც უნდა მოყვეს რეალური ჯილდო, როგორც ოპერანტული ქცევის მთავარი განამტკიცებელი. გასაგებია, რომ თუ ოპერანტულ ქცევას მოყვება დასჯა, ეს გამოიწვევს ამ ქცევის შეწყვეტას ან შესუსტებას. თუმცა დასჯაზე რეაქცია ინდივიდუალურია და სხვა ფაქტორებზეც არის დამოკიდებული. მნიშვნელოვანია მაგალითად, რამდენად სასურველია ოპერანტული ქცევის მიზანი, თანაზომიერია თუ არა დასჯა დანაშაულთან, ვინ არის დამსჯელი და სხვა.

ჯილდოს მოლოდინი მეტად მნიშვნელოვანი პროცესია, რომელიც ქცევაზე ახდენს ზეგავლენას. თავის ტვინის სახურავში ნეირონები აქტიურდებიან ჯილდოს მოლოდინში – მაგალითად იმ პირობითი გამღიზიანებლის საპასუხოდ, რომელსაც უნდა მოყვეს ჯილდო (დეტალებისთვის: Cohen J.Y., et al., 2012).

თუ ცხოველმა იცის, რომ მას გემრიელად აჭმევენ როდესაც დავალებას შეასრულებს, ცხოველის ტეგმენტური (სახურავის) ნეირონები დავალების შესრულებისთანავე აქტიურდებიან. მაგრამ თუ ცხოველმა ჯილდო არ მიიღო – არ აჭამეს, ნეირონების აქტიობა ძლიერ სუსტდება. როგორც ჩანს ეს ნეირონები მოქმედებენ ჯილდოს მოლოდინის რეჟიმში და წყვეტენ აქტიობას როდესაც

ჯილდოს მოლოდინი გაუმართლებელი რჩება. ამავდროულად, ნეირონები აქტიურდება ჯილდოს მიღების პროცესშიც, თუმცა მათი აქტივობის დონე გაცილებით დაბალია (რაც ამტკიცებს, რომ ტეგმენტური ნეირონები „მოლოდინის“ ნეირონებია). უფრო მეტიც, როდესაც კომპლექსი „ქცევა – ჯილდო“ მრავალჯერ მეორდება, ჯილდოზე ნეირონების რეაქცია პროგრესულად მცირდება. ადგილი აქვს ჯილდოსთან მიჩვევას. შესაძლებელია ეს მექანიზმი ხსნიდეს ფენომენს, როდესაც ჯილდოს დროთა განმავლობაში ჩვეულებრივ მოვლენად აღვიქვამთ. მაგალითად, სამსახურს ვეძებთ, ვპოულობთ, ბედნიერებად აღვიქვამთ გარკვეულ ხელფასს, რომელსაც გვინიშნავენ და ხელფასის აღების მოლოდინი და ხელფასის აღება სასიამოვნო პროცესია. მაგრამ დროთა განმავლობაში ხელფასის აღება გადაიქცევა ჩვეულებრივ მოვლენად და მიუხედავად იმისა, გვეკუთვნის თუ არა მისი მომატება, ვიწყებთ პრეტენზიების გამოთქმას.

ჯილდოსთან დაკავშირებული ქცევის მექანიზმი არ შემოიფარგლება მხოლოდ ტეგმენტური ნეირონების მოქმედებით. აქ მნიშვნელოვან როლს თამაშობს შუბლის წილიც, კერძოდ პრეფრონტალური უბანი, რომელსაც ტეგმენტუმში უკავშირდება კუდიანი ბირთვის საშუალებით. ჯილდოს მოლოდინთან დაკავშირებით მკითხველს ვურჩევთ ნახოს youtube-ზე ვიდეო ფილმი capuchin monkey fairness experiment (<https://www.youtube.com/watch?v=-KSryJXDpZo>). ფილმში ჩანს, როგორ ელოდება მაიმუნი ჯილდოს და როგორ რეაგირებს, როდესაც შესრულებული სამუშაოსათვის არ „აფასებენ“ ისე, როგორც სხვას. ავტორები ამბობენ, რომ კაპუცინ მაიმუნს აქვს უსამართლობის განცდა. დაუჯერებელი არაფერია, თუ ადამიანი გამორჩეულობის განცდით არ არის მოხიბლული და შეუძლია დაინახოს მეტი მსგავსება მასსა და იმათ შორის, ვისთან ერთადაც ვითარდებოდა ევოლუციის პროცესში.

**იმპრინტინგი (Imprinting – შთაბეჭდვა)** დასწავლის ერთ-ერთი ფორმაა.

მისი ერთი ნაირსახეობა აღქმული ობიექტის დამახსოვრებას და შემდგომში მის აღევნებას გულისხმობს და ახასიათებს ახალშობილ ცხოველს ადრეულ პოსტნატალურ (დაბადების შემდგომ) პერიოდში. იმპრინტირება ხდება იმ ობიექტის მიმართ, რომელიც ყველაზე ახლოსაა ახალშობილთან და ყველაზე ხშირად ხვდება მისი მხედველობის (ან სმენის, შეხების) არეში. მაგალითად, ბუნებრივ პირობებში წიწილა გამოჩეკისთანავე ხედავს კრუხს და ესმის მისი ხმა. კრუხის შესახედაობა და ხმა შთაბეჭდვით ახალშობილის თავის ტვინში და წიწილა აედევნება მას – ვლინდება **ადევნების რეაქცია**. ის ხელს უწყობს ახალშობილის მჭიდრო კონტაქტს დედასთან, რაც მეტად მნიშვნელოვანია იმპრინტინგის ულტიმატური კაუზაციის თვალსაზრისით: ახალშობილი უკეთაა დაცული და საკვებაც დედის დახმარებით სწრაფად მოიპოვებს. იმპრინტინგი ვლინდება იმ ახალშობილებში, რომლებსაც შეუძლია გადაადგილება გამოჩეკის, დაბადების-

თანავე და მამასადაძამე ძალუძს აედევნოს მშობელს. იმრინტინგის ეს ფორმა ახასიათებს ფრინველების ზოგიერთ სახეობას, ცხვარს, ანტილოპას სხვ.

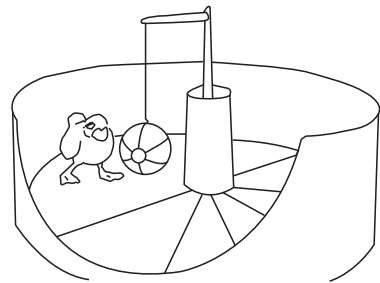
ახალშობილი იმპრინტირდება დედის მიმართ. წიწილები „კმაყოფილების, სიამოვნების ბგერებს – „წიწწის“ გამოსცემენ სწორედ დედის და არა სხვა კრუნის სიახლოვეს, და თუ დედა დროებით დაკარგეს მხედველობის არედან, წუხდებიან და შიშის რეაქციას ავლენენ. დედის ხატებაზე, ხმაზე თუ სუნზე იმპრინტირები იმდენად ძლიერია, რომ ცხვარი ხმით და სუნით აგნებს დედას უზარმაზარ ფარაში.



სურ. 2

ახალშობილს არანაირი გამოცდილება არ აქვს. ამიტომ ის შთაიბეჭდავს იმას, რასაც ყველაზე ხშირად აღიქვამს შეგრძნების ორგანოებით სიცოცხლის პირველ საათებში. მაგალითად, ავსტრიელმა ეთოლოგმა კონრად ლორენცმა (Konrad Lorenz, 1903-1989) უჩვენა, რომ იხვის ქუჩულები იმპრინტირდებიან ადამიანზე, თუ გამოჩეკვის შემდეგ მათ ადამიანი უვლის. სურათზე 2 ჩანს ლორენცი და მასზე იმპრინტირებული იხვები. სტუდენტს ვთავაზობს საიტს ლორენცის ექსპერიმენტის აღწერით და ილუსტრაციებით <http://www.youtube.com/watch?v=2UIU9XH-mUI>.

ექსპერიმენტში იმპრინტირების შესწავლისას, შინაური ქათმის ახალგამოჩეკილ წიწილას ათავსებენ მანეჟში (სურ. 3). იმპრინტირების შემდეგ შესაძლებელია იყოს რაღაც საგანი, რომელიც მოძრავ ღერძზეა ჩამოკიდებული. საგანს წიწილას უახლოვებენ და შემდეგ გამოსწევენ მისგან. ამ მოქმედების მრავალჯერ გამეორებისას წიწილას უმუშავდება იმპრინტირება, ხდება საგნის გამოსახულების შთაბეჭდვა ტვინში. ამის შემდეგ, საგნის ამოძრავებისას (ღერძს ატრიალებენ ისე, რომ საგანი წრიულად გადაადგილდება მანეჟში), წიწილა აედევნება იმპრინტირებულს. მეორე დღეს ცდის გამეორებისას, წიწილა მას დანახვისთანავე აედევნება. ამგვარად საქმე გვაქვს დასწავლასთან და დამახსოვრებასთან. არსებობს იმპრინტირების გამომუშავების თანამედროვე მეთოდებიც, რომელთა შესახებ ქვემოთ ვისაუბრებთ.



სურ. 3

დასწავლა მიმდინარეობს გარემოს ზეგავლენით. გარემოს საპასუხოდ თავის ტვინში ხდება გარკვეული სახის ცვლილებები. რამდენიმე მათგანი, კერძოდ

ნერვულ უჯრედებში სინაპსურ დონეზე განვითარებული ცვლილებები, ზემოთ განვიხილეთ. ამჯერად ყურადღებას შევამჩნევთ ახალშობილის იმპრინტინგის უჯრედულ, მოლეკულურ მექანიზმზე.

ფაქტობრივად, შევეხებით იმპრინტინგის პროქსიმატულ კაუზაციას ნე-  
ირონში მიმდინარე პროცესების დონეზე. კვლევა მეტად საინტერესო უნდა იყოს სტუდენტისთვის მეთოდის ორიგინალურობის თვალსაზრისით. ამავდროულად, მკითხველი დაინახავს, რამდენად რთულია მეცნიერული პრობლემის გადაწყვეტა და როგორი ნატიფი ექსპერიმენტებია საჭირო ნებისმიერ საკითზე პასუხის გასაცემად. საკითხის შესახებ წერილი მოგვაწოდა პროფესორმა რევაზ სოლომონიამ (მეცნიერებათა დოქტორი, ილიას უნივერსიტეტი).

## იმპრინტინგის ექსპერიმენტული შესწავლა

*ახალგამორჩევი წიწილებს ვათავსებთ ხოლმე სიბნელეში 20-28 საათით. ამის შემდეგ ისინი გადაგვყავს მოძრავ ბორბალში და ბორბლიდან გარკვეულ დისტანციაზე ვათავსებთ იმპრინტ-ობიექტს, მაგალითად წითელ ყუთს. იმპრინტირების სიძლიერე იზომება „მიახლოების რეაქციით:“ წიწილა მიიწევს ყუთისკენ, გადაადგილდება ბორბალში და უნებურად ატრიალებს მას. ვაკვირდებით ბორბლის ტრიალს და მაშასადამე, იმპრინტ-ობიექტთან მიახლოების მცდელობას. დასწავლის და მეხსიერების სიძლიერის დადგენისათვის გამომუშავებულ იქნა ეგრეთ წოდებული უპირატესობის ტესტი. მისი არსი შემდეგში მდგომარეობს: ხელოვნურ ობიექტზე (წითელი ყუთი) ტრენირების (იმპრინტირების) შემდეგ წიწილას 4 წუთიანი პერიოდებით ვანახებთ ჯერ ისევ წითელ ყუთს, შემდეგ, ორჯერ, ახალ ობიექტს – ლურჯ ცილინდრს და შემდეგ კვლავ წითელ ყუთს. განისაზღვრება ნაცნობ ობიექტზე ადევნების პროცენტი. მაგალითად თუ წიწილა აედევნა მარტო წითელ ყუთს და არ აქვს არცერთი განარბენი ლურჯ ცილინდრზე, წითელი ყუთის უპირატესობა და დასწავლა (იმპრინტირება) 100%-ია, ხოლო თუ წიწილა თანაბრად აედევნება როგორც წითელ ყუთს ასევე ლურჯ ცილინდრს, მაშინ უპირატესობა 50%-ია და დასწავლას ადვილი არ აქვს. ამგვარად უპირატესობის ტესტი ადევნების რეაქციის და შესაბამისად, დასწავლის სიძლიერის საზომია.*

იმის დასადგენად, თავის ტვინის რომელი უბანია პასუხისმგებელი იმპრინტინგზე, შესაძლებელია გაიზომოს თავის ტვინში ნეირონების მიერ ცილის სინთეზის ინტენსივობა. ცილები პასუხისმგებელია ორგანიზმში მიმდინარე ძირეულ პროცესებზე, მათ შორის ნეირონების რეაქციაზე დასწავლის პროცესში. ამიტომ, როდესაც ნეირონები დასწავლას ახორციელებენ, მათი რიბოსომები ცილებს წარმოქმნის უფრო დიდი რაოდენობით, ვიდრე მაშინ, როდესაც ნეირონები არ ახორციელებენ დასწავლას. თუ შედარდება საცდელი ცხოველის ტვინის სხვადასხვა უბანი ცილის სინთეზის ინტენსივობის მიხედვით, შესაძლებელია

ვიმსჯელოთ, რომელი უბანია პასუხისმგებელი იმპრინტინგზე. ამავდროულად აუცილებლად კეთდება საკონტროლო ცდა – ცილების სინთეზის ინტენსივობა იზომება იმავე ასაკის წიწილებში, რომლებიც არ მონაწილეობენ იმპრინტინგში. ექსპერიმენტების შედეგად გაირკვა, რომ იმპრინტინგი იწვევს ცილის სინთეზის გააქტიურებას ტვინის უბანში, რომელსაც ფრინველებში „წინა ტვინის სახურავი“ ეწოდება. ამგვარი ცვლილებები აღინიშნება მხოლოდ იმპრინტირებულ წიწილებში და არა საკონტროლო ჯგუფში.

მაგრამ ჩნდება კითხვა: ეს ცვლილებები მართლა დასწავლას და დამახსოვრებას უკავშირდება თუ რაიმე სხვა ფაქტორს? მაგალითად, ცვლილებები შესაძლებელია უკავშირდებოდეს არა სპეციფიკურად დასწავლას, არამედ, ზოგად ცვლილებებს წიწილას ორგანიზმში, მაგალითად სტრესს და მის თანამდევ ჰორმონულ ცვლილებებს, ან მოძრაობას ბორბალში და სხვ.

ამ საკითხის გასარკვევად ჩატარდა ექსპერიმენტი. კვლევის ჰიპოთეზა ასეთი იყო: თუ ცილის სინთეზის გაძლიერება ჰორმონული ძვრების, ან ბორბალში მოძრაობის შედეგია, მაშინ ეს ცვლილებები ერთაირად უნდა აისახოს თავის ტვინის ორივე ჰემისფეროში. უნდა მოხერხდეს იმპრინტინგის პროცესში მხოლოდ ერთი ჰემისფეროს ჩათრევა. მაშინ შესაძლებელი გახდება შედარდეს ცილის სინთეზის ინტენსივობა იმპრინტინგში მონაწილე და არ მონაწილე ჰემისფეროში. თუ ცილის სინთეზი გააქტიურდა მხოლოდ იმპრინტინგში მონაწილე ჰემისფეროში, შესაძლებელია გამოითქვას ვარაუდი, რომ ეს ცვლილებები სპეციფიკურია დასწავლისა და დამახსოვრებისათვის.

საჭირო იყო წიწილას ისეთი მოდელის მიღება, სადაც იმპრინტინგში მონაწილეობას მიიღებდა მხოლოდ ერთი ჰემისფერო. საცდელ წიწილებს გადავუკვეთეთ ოპტიკური ქიაზმა, რის შედეგადაც შენარჩუნდა თითოეული თვალის კავშირი მხოლოდ ერთ ჰემისფეროსთან. შემდეგ წიწილებს დავუხუჭეთ ერთი თვალი და ჩავსვით მოძრავ ბორბალში. უნდა აღინიშნოს, რომ ფრინველებს არ აქვთ მძლავრი კომისურული გზები. ამიტომ ახელილი თვალიდან ერთ ჰემისფეროში მისული მხედველობითი ინფორმაცია ვერ გადადის მეორე ჰემისფეროში, რომელიც დახუჭულ თვალს უკავშირდება. ამიტომ ექსპერიმენტში, იმპრინტინგის გამომუშავებაში მონაწილეობდა მხოლოდ ერთი, ახელილ თვალთან დაკავშირებული ჰემისფერო. როდესაც იმპრინტინგი გამომუშავდა, შევადარეთ იმპრინტინგში მონაწილე და არა მონაწილე ჰემისფეროები ცილის სინთეზის ინტენსივობის მიხედვით. აღმოჩნდა, რომ ცილის სინთეზი გააქტიურებული იყო მხოლოდ იმპრინტინგის მონაწილე ჰემისფეროში.

მაგრამ საბოლოო დასკვნამდე გადასაწყვეტი იყო კიდევ ერთი საკითხი: ცილის სინთეზი გააქტიურდა იმპრინტინგში მონაწილე ჰემისფეროში. მაგრამ შესაძლებელია, რომ ცილის სინთეზის გააქტიურება ასახავდეს არა დასწავლა-დამახსოვრების პროცესს, არამედ უბრალოდ ჰემისფეროს რეაქციას მხედველო-

ბით გამლიზიანებელზე, მაგალითად იმპრინტ-ობიექტის დანახვაზე, ან სულაც სინათლის სხივზე, რომელიც შემოდის მხოლოდ ახელილ თვალში.

ამ საკითხის გადასაჭრელად შემუშავებულ იქნა ჰიპოთეზა: თუ წიწილებს გამოუშუშავებთ იმპრინტინგს მკაცრად ერთნაირ დროში, შეგვიძლია გავზომოთ ადვენების რეაქცია და წიწილები დავაჯგუფოთ იმპრინტინგის გამოხატულების მიხედვით. ამის შემდეგ გაიზომება ცილის სინთეზის ინტენსივობა. თუ ის ერთნაირი იქნება სხვადასხვა ჯგუფებში, მაშინ ცილის სინთეზის ინტენსივობას არ აქვს პირდაპირი კავშირი იმპრინტინგთან, ხოლო თუ ის ასახავს დასწავლა-დამახსოვრების პროცესს, მაშინ ცილის სინთეზის ინტენსივობა მეტი იქნება იმ ჯგუფში, რომელიც უფრო ძლიერ ადვენების რეაქციას ავლენს. აღმოჩნდა, რომ ცილის სინთეზი უფრო ინტენსიურად მიმდინარეობდა იმ წიწილებში, რომლებიც ამჟღავნებდნენ უფრო ძლიერ ადვენების რეაქციას.

ამგვარად, მოლეკულურ დონეზე შესწავლილ იქნა დასწავლის პროცესი და გაირკვა, რომ ის დაკავშირებულია დასწავლისათვის სპეციფიკური ცილების სინთეზთან.

შემდგომში, მთელი რიგი ექსპერიმენტების შედეგად, მოხერხდა თავის ტვინის იმ უბნის ლოკალიზება, რომელიც გადამწყვეტი მნიშვნელობისაა დასწავლისა და მეხსიერების პროცესებისათვის. ეს უბნებია მეზოპალუმიის მედიალური და ინტერმედიალური ნაწილი (შეესაბამება ადამიანის ლიმბური სისტემის ქერქულ კომპონენტს, მ.მ.)

ტვინის ამ უბანზე წარმოებული კვლევის მონაცემები მიუთითებს, რომ იმპრინტინგის ჩამოყალიბება რამოდენიმე ფაზად შეიძლება დაიყოს. თვითოეულ ამ ფაზას თავისი ფიზიოლოგიური და მოლეკულური მახასიათებლები გააჩნია. საწყისი ფაზები დაკავშირებულია სწრაფ და გარდამავალ ბიოქიმიურ ცვლილებებთან, მოგვიანო ფაზებს ახასიათებს სტაბილური ცვლილებები, რომლებიც სინაპსების მყარ სტრუქტურულ ცვლილებებს განაპირობებენ.

არსებობს საპირისპირო სქესებს შორის იმპრინტინგიც. მისი მექანიზმი ნაკლებადაა შესწავლილი. შესაძლებელია საპირისპირო სქესებს შორის იმპრინტინგს საფუძვლად ედოს მიჯაჭვულობის გენეტიკური თეორიის მიერ ნავარაუდები პროცესები, რომელთა შესახებ ადრე ვისაუბრეთ.

დასწავლილი ქცევა შესაძლებელია გაქრეს, როდესაც მისი გამომწვევი გამლიზიანებელი კარგავს თავის მნიშვნელობას ან საერთოდ ქრება. მაგალითად, წამოზრდილი ცხოველი აღარ აედვენება დედას, რადგან აღარ საჭიროებს მის მზრუნველობას. მაგრამ ხშირად ვხედავთ ქცევას, რომელსაც აღარ აქვს მნიშვნელობა, მაგრამ მაინც მეორდება. მაგალითად მოვიყვანოთ ჯ.მ., 67 წლის, სოფლის მაცხოვრებელი. ჯ.მ. მთელი ცხოვრება ეწეოდა უფილტრო სიგარეტს. ბოლო 5-6 წელია, რაც დაიწყო ფილტრის სიგარეტის მოწევა. უფილტრო სიგარეტს, თუ ის დაბალხარისხიანია (ჯ.მ. კი ასეთს ეწეოდა) მრავალ ნაკლთან ერთად ერთიც აქვს: მოწევის დროს თამბაქოს ნაწილაკები ხშირად რჩება ტუჩზე და უსიამოვნო

შეგრძნებებს იწვევს. ამიტომ ადამიანი მოწვევის დროს ცდილობს მოიცილოს ტუჩზე მიკრული ნაწილაკები ხელით ან ტუჩების და ენის მოძრაობით, რასაც დამახასიათებელი ხმაც ახლავს, მიახლოებით: „თფ“. პირობითად ამ მოძრაობას ასეც დავარქვათ. ყალიბდება ქცევა: „თფ“ ტუჩზე თამბაქოს მიკვრის საპასუხოდ. რადგან ჯ.მ. უკვე კარგა ხანია ფილტრიან სიგარეტს ეწევა, „თფ“-მ დაკარგა მისთვის მნიშვნელობა, ჯ.მ.-ს ტუჩზე თამბაქო აღარ ეწებება. მიუხედავად ამისა, ჯ.მ. მოწვევის დროს ხშირად იმეორებს „თფ“-ს, რადგან სიგარეტის პირში ჩადება პირობითი გამლიზიანებელია. ქცევა დარჩა. მართალია მას მნიშვნელობა არ აქვს, მაგრამ ის არც ხელს უშლის ჯ.მ.-ს რაიმეში, თუ არ ჩავთვლით „მარლბოროზე გაზრდილების“ ირონიულ ღიმილს და მრავლისმეტყველ მზერას „თფ“-ს საპასუხოდ. ჯ.მ. თავის ვიწრო სოციუმში ცხოვრობს და „თფ“ არაფერს აკლებს, მაგრამ იქ სადაც „თფ“ მიუღებელია, მას გაუჭირდებოდა ინტეგრაცია.

## მეტყველება

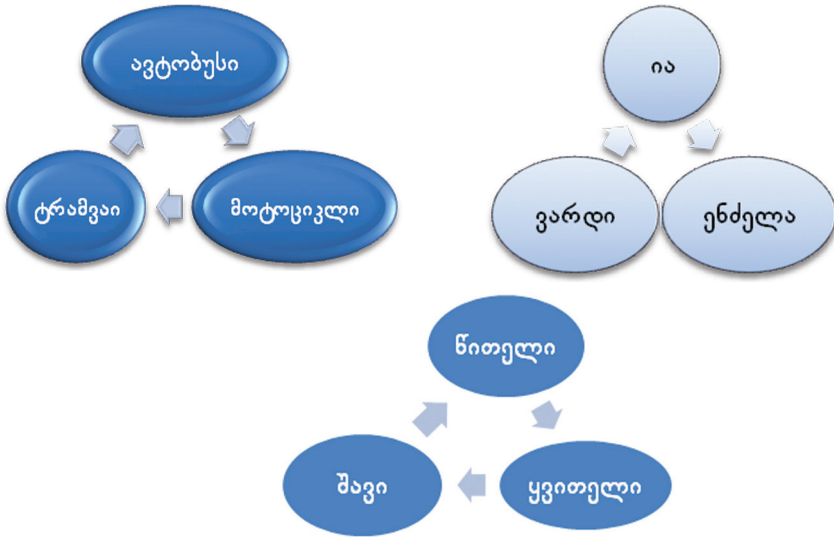
მეტყველება მოიცავს როგორც რაიმეს თქმის, ასევე ნათქვამის გაგების უნარს. ორივე შემთხვევაში საქმე გვაქვს შემდეგ მთავარ პროცესებთან: სიტყვის თქმის დროს აუცილებელია თავის ტვინში არსებობდეს „ხატი“ და აგრეთვე, ამ სიტყვის თქმის გეგმა, რომლის მიხედვითაც მოხდება შესაბამისი მოტორული აქტის შესრულება. მოტორულ აქტში იგულისხმება სიტყვის სათქმელად საჭირო ენის, ყბის, ტუჩების მოძრაობა. სტუდენტს ალბათ ახსოვს, რამდენად დიდი ფართობი უჭირავს თავის ტვინში სხეულის ამ ორგანოების სომატო-ტოპურ წარმომადგენლობას. საუბრის მოსმენისას აუცილებელია, რომ სიტყვა აღვიქვათ და აგრეთვე, შევადაროთ მხსიერებაში არსებულ სიტყვებს, რაც გვაძლევს სიტყვის გაგების საშუალებას. ყველა აღწერილ პროცესზე პასუხისმგებელია თავის ტვინის ჰემისფეროებში, ბროკას და ვერნიკეს უბნებში არსებული ნეირონები.

**დავალება: სტუდენტს ვთავაზობთ ჩაატაროს ცდა. წარმოიდგინეთ, რომ სათქმელი გაქვთ წინადადება, მაგრამ სიტყვები ლექსიკონში უნდა მოძებნოთ. დავუშვათ გინდათ თქვათ წინადადება – მე ილიას უნივერსიტეტის სტუდენტი ვარ. ცდის პირველი ვარიანტი: მოიმარჯვეთ ლექსიკონი, დანიშნეთ დრო და დაიწყეთ ამ სიტყვების ლექსიკონში ძებნა. დააკვირდით, რამდენ ხანში იპოვით ხუთივე სიტყვას. ცდის მეორე ვარიანტი: დანიშნეთ დრო და წინადადება თქვით ჩვეულებრივ, როგორც ამას ყველა აკეთებს. შეადარეთ, რამდენი დრო დაიხარჯა წინადადების თქმაზე ცდის ორ ვარიანტში.**

საუბრის დროს წინადადებას ძალიან სწრაფად ვამბობთ. სიტყვებს მენტალური (გონებაში არსებული) ლექსიკონიდან ვიღებთ. ცდა გვიჩვენებს, რამდენად სწრაფად ხდება მენტალურ ლექსიკონში სიტყვების მოძებნა. როგორც ჩანს, მენტალურ ლექსიკონში სიტყვები არ არის მოწესრიგებული ანბანის მიხედვით. ასე რომ იყოს, წინადადების სათქმელად იმდენივე დრო დაგჭირდებოდათ, რამდენიც დახარჯეთ ცდის პირველ ვარიანტში.

მენტალური ლექსიკონის ერთ-ერთი მოდელის (Collins and Loftus, 1975, ციტ. Gazzaniga M.S., et al., 1998) თანახმად სიტყვები თავის ტვინში სემანტიკური ბადის სახითაა წარმოდგენილი. ბადის თითოეულ კვანძში გაერთიანებულია სემანტიკურად, მნიშვნელობით, ძლიერ ახლოს მდგომი სიტყვები, მაგალითად, სქემაზე ავტობუსი, მოტოციკლი, ტრამვაი. ბადის სხვა კვანძში იგივე სემანტიკური პრინციპით გაერთიანებულია სხვა სიტყვები. სხვადასხვა კვანძები ერთმანეთსაც უკავშირდება, მაგრამ ეს კავშირი სემანტიკური თვალსაზრისით უფრო სუსტია, ვიდრე კავშირი კვანძის შიგნით. ამავდროულად, კავშირი სხვადასხვა

კვანძს შორის განსხვავებულია. მაგალითად, სქემაზე მოყვანილ მოდელში ყვავილების სახელწოდებების კვანძი უფრო მეტად უკავშირდება ფერების კვანძს, ვიდრე მანქანებისას, თავის მხრივ მანქანების კვანძიც ფერებთან უფრო მეტად არის დაკავშირებული.



მოდელიდან გამომდინარე, მენტალური ლექსიკონი იძლევა სიტყვების უფრო სწრაფად მოძებნის საშუალებას მათ შორის სემანტიკური კავშირების წყალობით. სავარაუდოდ, ეს მოდელი აგვისსნის რატომ ხდება, რომ ხანდახან საჭირო სიტყვის ნაცვლად სხვას ვამბობთ. თუ ეს სხვა სიტყვა საჭირო სიტყვასთან სემანტიკურად ახლოს დგას, გასაგებია, რომ სიტყვის ძებნა სემანტიკური ბადის ერთ კვანძში ხდებოდა და შემთხვევით, საჭიროს ნაცვლად, სემანტიკურად ახლოს მდგომი სიტყვა გააქტიურა.

ამავდროულად, შესაძლებელია არსებობდეს სემანტიკური ბადე, სიტყვების არა მნიშვნელობის, არამედ ამ სიტყვით აღნიშნული ფიზიკური სხეულის ნიშანთვისებების მიხედვით. ასეთ ბადეში ერთ კვანძში აღმოჩნდება „სურნელოვანი“, „ლურჯი“, „დაბალტანიანი“ დ სხვა, რადგან ეს სიტყვები ახასიათებს რომელიმე ყვავილს, მაგალითად იას.

არსებობს „პროტოტიპული“, საწყისი სიტყვები. პროტოტიპული სიტყვა გულისხმობს, რომ მისი დასწავლა უფრო ადრე ხდება, ვიდრე სხვა, სემანტიკურად მასთან ახლო მდგომი სიტყვების. სავარაუდოდ, პროტოტიპული სიტყვის არსებობა დამოკიდებულია იმ გარემოზე, სადაც ადამიანი მეტყველებას ეუფლება. მაგალითად სემანტიკურ კვანძში, სადაც მნიშვნელობის მიხედვით გაერთიანებულია ფრინველების სახელწოდებები: ბელურა, სირაქლემა, თუთიყუში და ასე

შემდეგ, კავკასიაში გაზრდილი ადამიანისათვის პროტოტიპულია ალბათ „ბელურა“, ამაზონიის ჯუნგლებში გაზრდილისთვის კი „თუთიყუში“.

**დავალება:** სტუდენტს ვთავაზობთ შეამოწმოს ეს მოსაზრება. ცდის პირებს მიეცით ფურცელი და ფანქარი. უთხარით, რომ თქვენი ინსტრუქციის თანახმად რაც შეიძლება სწრაფად უნდა ჩამოწერონ სიტყვები, რომლებიც შინაარსობრივად შეესაბამება თქვენს მიერ ნათქვამ გასაღებ სიტყვას. მოუყვანეთ მაგალითი, დავუშვათ გასაღები სიტყვაა „ფრინველი“. ცდის პირმა, ამ სიტყვის მოსმენისას, უნდა ჩამოწეროს ფრინველთა სახელწოდებები. ამის შემდეგ, დაიწყეთ ცდა. თანმიმდევრულად გამოიყენეთ გასაღები სიტყვები „საჭმელი“ („კერძი“ შესაძლებელია ყველამ ვერ აღიქვას), „ქალაქი“, „ქვეყანა“.

შეაგროვეთ ნამუშევარი, გააერთიანეთ ყველა ცდის პირის შედეგი (დათვალეთ ერთ ჩამონათვალში სიტყვების რაოდენობა) და იანგარიშეთ, რა სიხშირით გვხვდება სხვადასხვა დასახელება. ამავდროულად დააკვირდით, რა ადგილს იკავებს ჩამონათვალში ყველაზე ხშირად დასახელებული სიტყვები. აღნიშნული პროცედურა ჩაატარეთ თითოეულ გასაღებ სიტყვაზე გაკეთებულ ჩამონათვალისათვის ცალ-ცალკე. საინტერესოა თუ რა სიტყვებს ჩამოწერენ გასაღები სიტყვის – „საჭმელი“ პასუხად სხვადასხვა ნაციონალობის წარმომადგენლები.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე მოიფიქრეთ, შესაძლებელია თუ არა თითოეულ გასაღებ სიტყვაზე გაკეთებულ ჩამონათვალში პროტოტიპული სიტყვების გამოყოფა. მოუძებნეთ მიღებულ შედეგს სათანადო განმარტება. გაითვალისწინეთ, რომ პირველ რიგში დასახელებული საკვები შეიძლება წარმოადგენდეს არა პროტოტიპს, არამედ ცდის პირისთვის განსაკუთრებით საყვარელ საკვებს.

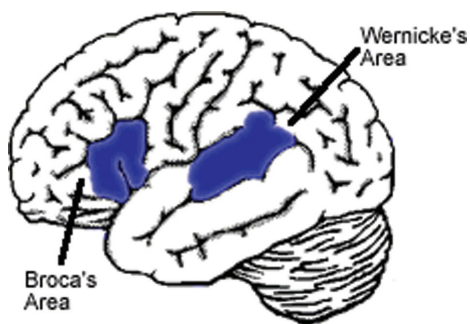
სანამ მოსმენილ სიტყვას მენტალურ ლექსიკონში დავუწყებთ ძებნას, მანამდე საჭიროა მისი, როგორც გარკვეულ ბგერათა ერთობლიობის აღქმა. მოსმენილი სიტყვის შემთხვევაში კეთდება აკუსტიკური (სმენითი) ანალიზი, ნაწერის წაკითხვის დროს კი – ორთოგრაფიული ანალიზი. ინფორმაცია შესაბამისად მიემართება „სმენით ლექსიკონში“ და „ორთოგრაფიულ ლექსიკონში“.

საბოლოოდ სიტყვები უნდა გაერთიანდეს წინადადებაში. ამ შემთხვევაში სემანტიკური ანალიზის დონეს ემატება სინტაქსური ანალიზი – წინადადებაში სიტყვებს შორის აზრობრივი კავშირის დადგენა. სინტაქსური ანალიზის დონეზე ხდება აგრეთვე, წინადადებებს შორის აზრობრივი კავშირის დადგენა.

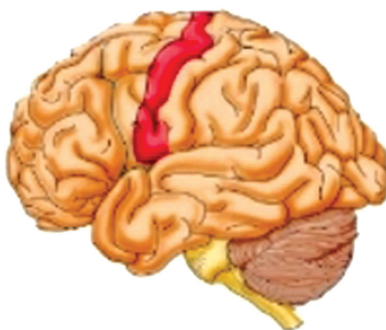
მეტყველების დარღვევას – **აფაზიას**, ახასიათებს მეტად მრავალფეროვანი სიმპტომები იმის მიხედვით, თუ ტვინის რომელი უბნის დაზიანებასთან გვაქვს

საქმე. ქცევის კვლევის მეთოდების განხილვისას ვახსენეთ ბროკას და ვერნიკეს უბნები, რომლებიც მეტყველებასთანაა დაკავშირებული. **ბროკას აფაზია**, შესაბამისად, მეტყველების დარღვევაა, რომელიც ბროკას უბნის დაზიანებას უკავშირდება. ავადმყოფს უჭირს სიტყვების გამოთქმა, და ზოგიერთ შემთხვევაში მისი ლექსიკონი ძალიან მარტივი სიტყვებით იფარგლება. სხვა შემთხვევებში ავადმყოფების ლაპარაკს „ტელეგრაფულს“ ეძახიან, რადგან ისინი ვერ ლაპარაკობენ გაბმულად და ფრაზაში სიტყვებს ან სიტყვების ჯგუფს დანაწევრებულად გამოთქვამენ.

ბროკას აფაზია დაკავშირებულია თავის ტვინის **წინა ასოციაციური ქერქის** დაზიანებასთან (სურათზე 1 ნაჩვენებია ბროკას და ვერნიკეს უბნები). ბროკას უბანი პასუხისმგებელია ე.წ. მეტყველების მოტორულ ნაწილზე, კერძოდ ის ქმნის იმ მოძრაობების პროგრამას, რომელიც აუცილებელია ასოების და სიტყვის სათქმელად. ეს არის ტუჩების, ენის, ყბის მოძრაობები. ერთერთი ძლიერი არგუმენტი ამ მოსაზრების სასარგებლოდ ის არის, რომ ბროკას უბანი უშუალოდ ესაზღვრება პირველად მოტორულ უბანს, (სურათზე 2, წითლად) რომელიც მონაწილეობს ენის, ტუჩების და ყბის მოძრაობაში. ამგვარად იქმნება საინტერესო ფუნქციური კავშირი: ბროკას უბნის ნეირონები ქმნიან მეტყველებისთვის საჭირო პროგრამას, მოტორული ქერქი კი ახორციელებს ამ პროგრამას. ბროკას აფაზიის დროს არ არის დარღვეული ტუჩების, ენის, ყბის მოძრაობა, ავადმყოფი დაღეჭავს საკვებს, გამოყოფს ენას, დაუსტვენს კიდევაც, მაგრამ ვერ ილაპარაკებს, იმიტომ რომ მოტორულ უბანს არ აქვს სიტყვის თქმისთვის საჭირო მოძრაობების პროგრამა. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, შემსრულებელი არის, მაგრამ გეგმა, პროგრამა არ არსებობს.



სურ. 1

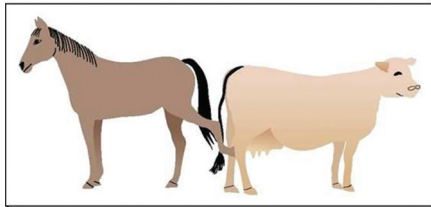
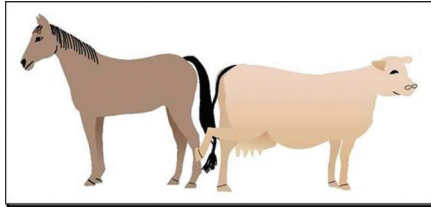


სურ. 2

ბროკას აფაზია არ შემოიფარგლება მხოლოდ სიტყვების მექანიკურად წარმოთქმის პრობლემით. ბროკას აფაზიის დროს დარღვეულია სიტყვებს შორის გრამატიკული კავშირი. ავადმყოფებს ნათქვამის გაგებაც უჭირთ, განსაკუთრებით თუ ამისათვის საჭიროა ნატიფი გრამატიკული ანალიზი.

ამ ფაქტის თვალნათლივი დემონსტრაციაა შვარცის და კოლეგების (Schwartz, M. F., et al., 1980) კვლევის შედეგი.

მკვლევარები უჩვენებდნენ აფაზიის მქონე პაციენტს სურათებს, მაგალითად როგორ წიხლავს ძროხა ცხენს და პირიქით (სურ. 3). იმავდროულად პაციენტს უკითხავდნენ წინადადებას, მაგალითად „ძროხა წიხლავს ცხენს“ და სთხოვდნენ ეთქვა, რომელი სურათი ასახავს ამ სიტუაციას. პაციენტების უმრავლესობა შეცდომას უშვებდა. მკითხველს ვთხოვთ დაუკვირდეს – პაციენტებს კი არ აკითხებდნენ წინადადებას, არამედ უკითხავდნენ. ეს მნიშვნელოვანი ნიუანსია, რადგან კითხვის დარღვევები აფაზიისგან გამოცალკევებული ფენომენია (როგორც ფუნქციურად, ისე ტვინის დაზიანების ლოკალიზაციის თვალსაზრისით). თუმცა ეს არ ნიშნავს, რომ ბროკას აფაზიის დროს სრულიად დარღვეულია ნათქვამის გაგების უნარი. პირიქით, ზოგადად ის შენარჩუნებულია, პაციენტები გაიგებენ ნათქვამ სიტყვებს, მაგრამ, აქვთ სიტყვებს შორის გრამატიკული კავშირის



სურ. 3

დადგენის პრობლემა. მსგავსი დარღვევები აღწერილია ქართველი ავტორების მიერაც (Мосидзе и др., 1990). თანამედროვე კვლევები მაგნიტურ რეზონანსული გამოსახვის გამოყენებით იგივეს ამტკიცებს (Opitz, B., and Friederici, A. D., 2003., 2007).

**ვერნიკეს აფაზია** ვითარდება ვერნიკეს უბნის – ზედა ტემპორალური ხვეულის უკანა მონაკვეთის დაზიანების დროს. ძირითადად ირღვევა ნათქვამის გაგება. ზოგჯერ ავადმყოფს საერთოდ არ ესმის, რას ეუბნებიან. თუმცა ვერნიკეს აფაზიის დროს ირღვევა რაიმეს თქმის უნარიც – საუბარი არ არის დანაწევრებული, როგორც ბროკას აფაზიის დროს, მაგრამ ავადმყოფს უჭირს აზრიანი წინადადებების გამოთქმა.

## კავშირი კლინიკასთან

აფაზიას ახასიათებს აგრეთვე **ანომია** – ავადმყოფს ავიწყდება საგნების სახელწოდებები. აღწერთ ერთ კლინიკურ შემთხვევას:

პაციენტი გ.თ., მამრობითი სქესის, შემოვიდა კლინიკაში ჩივილით მეხსიერებაზე. პაციენტი ამბობდა, რომ ავიწყდება საგნების სახელები, ყოველდღიური გამოყენების საგნებისაც კი. დასაშვები იყო, რომ საქმე ანომიასთან გვექონდა,

თუმცა ვერ გამოვრიცხავდით საგნებზე მხედველობით აგნოზიასაც – შესაძლებელია პაციენტი ვერ ცნობდა საგნებს. აგნოზიის დიაგნოსტიკა გულისხმობს ნეიროფსიქოლოგიურ ტესტირებას. მისი არსი ის არის, რომ ავადმყოფს წარუდგინენ სხვადასხვა საგნის ნახატებს, და სთხოვონ დაასახელოს ისინი. სრულფასოვანი ტესტირებისათვის აუცილებელია, ავადმყოფს სთხოვონ არა მარტო დაასახელოს ეს საგნები, არამედ იპოვოს მათი გამოსახულება ნახატებს შორის. გასაგებია რატომ არის ეს საჭირო: თუ აგნოზიასთან გვაქვს საქმე, ავადმყოფი ვერ შეძლებს დავალების შესრულებას. მაგრამ თუ ავადმყოფმა ეს შეძლო, საეჭვოა, რომ საქმე აგნოზიასთან გვექონდეს. ტესტირებამ გვიჩვენა, რომ პაციენტს არ ქონდა საგნებზე აგნოზია. ის ადვილად პოულობდა ნახატებს შორის საჭირო გამოსახულებებს. უფრო მეტიც, მას შეეძლო ეჩვენებინა ან ეთქვა, თუ რა დანიშნულება აქვს საგანს, რომლის სახელს ვერ იხსენებდა. სავარაუდოდ საქმე გვექონდა ანომიასთან. შემდგომმა ტესტირებამ **ბოსტონის სახელდების ტესტი** გამოავლინა, რომ პაციენტს ძირითადად ქონდა საგნების ცნობის პრობლემები. ფსიქოლოგ სტუდენტს ალბათ დააინტერესებს ამ ტესტის შინაარსი:

ბოსტონის სახელდების ტესტი (Boston Naming Test, დეტალებისთვის: <http://aphasiology.pitt.edu/archive/00000069/01/18-10.pdf>) შედგება 60 ნახატისგან, რომლებზეც ცალ-ცალკე გამოსახულია სხვადასხვა საგანი (მაგალითად მანქანა, ცოცხი, ფანქარი) და აგრეთვე, მცენარეები და ცხოველები. ნახატის სირთულე მატულობს თანდათან, ბოლო ათეულში, ორმოცდამეათედან მესამოცეს ჩათვლით, მოცემულია ისეთი საგნები, რომლებიც ადამიანს იშვიათად ხვდება ყოველდღიურობაში. ტესტს აქვს თავისი ჩატარების წესი და ნორმა: ნებისმიერ ნეიროფსიქოლოგიურ ტესტს, რომელიც ამოწმებს ადამიანის ფსიქიკურ თავისებურებებს (მაგ. მეხსიერებას, ყურადღებას, ემოციურ განწყობას, გნოზისს და სხვ.) წინასწარ „გაატარებენ“ მოსახლეობის ძალიან დიდ ნაწილზე, რომელიც პრაქტიკულად ჯანმრთელია. მიღებული მონაცემები დამუშავდება და იქმნება წარმოდგენა, როგორ ასრულებს ტესტს ჯანმრთელი ადამიანი, მდებარეობითი და მარობითი სქესის, სხვადასხვა ასაკის. შემდეგში, ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში მიღებული ტესტირების შედეგი ამ ნორმას ედარება. ნორმის (ნორმატივის) დადგენის გარეშე ტესტის ჩატარება არ შეიძლება.

აღწერილ პაციენტს ქონდა ანომია საგნებზე (შესაძლებელია ანომია ზმნებზე, ან კომპლექსური ფორმა). შემდგომმა CT და კლინიკურმა კვლევებმა სავარაუდოდ დაადასტურა ალცჰაიმერის დაავადების დიაგნოზი. პაციენტმა თავად იპოვა გამოსავალი: მას გაკეთებული ქონდა უბის წიგნაკი, რომელშიც ეხატა ყოველდღიური საგნები და ეწერა მათი სახელი. როდესაც საუბრის დროს რაიმე ავიწყდებოდა, პაციენტი სწრაფად გადაშლიდა წიგნაკს, იპოვიდა საჭირო ნახატს და წაიკითხავდა სახელწოდებას. ამგვარად, იმ ეტაპზე, როდესაც ის კლინიკაში შემოვიდა, პაციენტს შენარჩუნებული ქონდა კითხვის უნარიც. სავარაუდოდ საქმე გვექონდა ალცჰაიმერის დაავადების ადრეულ ეტაპთან, როდესაც

დაავადება ანომიის სიმპტომით ვლინდება (Nestor PJ., et al., 2004., Mendez MF, et al., J., 2003., Lukatela K., et al., 1998).

სტუდენტისთვის სასარგებლო იქნება ერთმანეთისგან გაარჩიოს ტერმინები ცნობა და გაგება. მაგალითად, შესაძლებელია იცნოთ რომელიმე სიტყვა, თუ ის აღრეც შეგხვედრიათ, მაგრამ არ გესმოდეთ მისი მნიშვნელობა. გასაგებია, რატომ არის ეს ორი პროცესი განცალკევებული: **ცნობა პერცეპციის საქმეა, გაგება კი მოითხოვს ინფორმაციის ამოღებას მენსიერებიდან.** მაგალითად, სიტყვებზე ჭეშმარიტი სიყრუის (Pure Word Deafness) შემთხვევაში სმენა სრულიად შენარჩუნებულია, მაგრამ ავადმყოფი ვერ იგებს რა უთხრეს. პაციენტი იგებს და ცნობს ყველა სხვა ხმას (ჭრიალს, ყეფას, ნათქვამის ინტონაციასაც კი), თვითონ შესანიშნავად ლაპარაკობს, წერს და კითხულობს, უფრო მეტიც, შეუძლია ტურებზე წაიკითხოს რას ამბობს მოსაუბრე, მაგრამ ვერ ხვდება რას ეუბნებიან.

**დავალეზა: სტუდენტს ვთავაზობთ თავად გაანალიზოს სიტყვებზე ჭეშმარიტი სიყრუის ბუნება და ამისათვის უპასუხოს შეკითხვებს:**

- საქმე სიტყვების მნიშვნელობის გაგების პრობლემასთან გვაქვს?
- ზემოთ მოყვანილი რომელი ფაქტი უარყოფს ან ამტკიცებს თქვენს მოსაზრებას?
- იქნებ ვერნიკეს აფაზიასთან გვაქვს საქმე. მაგ დროს ხომ ირღვევა ნათქვამის გაგების უნარი. რა ფაქტი მიუთითებს, რომ სიტყვებზე ჭეშმარიტი სიყრუე არ არის ვერნიკეს აფაზიის გამოვლინება?
- რა მოსაზრების არგუმენტად გამოიყენებთ ფაქტს, რომ სიტყვებზე ჭეშმარიტი სიყრუის მქონე ავადმყოფებს დაზიანებული აქვთ ტემპორალური წილის ზედა ნაწილი (Poepfel, D., 2001., Stefanatos, G. A., et al. 2005)?

მეტყველება გამოსატულად „ცალმხრივი“ ფსიქიკური პროცესია – მას მარცხენა ჰემისფერო მართავს. გამონაკლისია ცაციების გარკვეული ნაწილი (არა ყველა ცაცია), რომლებსაც მეტყველების უბნები განლაგებული აქვთ მარჯვენა ჰემისფეროში. მაგრამ მეტყველების მკაცრი ლატერალიზაციის მიუხედავად, მარჯვენა ჰემისფეროს აქვს გარკვეული როლი მეტყველებაში (Мосидзе В.М. и др., 1990). მაგალითად, მარჯვენა ჰემისფეროს ფუნქციაა ნათქვამისათვის სათანადო ემოციური შეფერილობის მინიჭება. სავარაუდოდ, მარჯვენა ჰემისფეროს აქვს სიტყვების აღქმის უნარი და იმასსოვრებს სიტყვებს. ეს უნარი ზოგიერთ შემთხვევაში მეტად საინტერესო ფორმით ვლინდება (Gazzaniga M.S., 2005., Мосидзе В.М. и др., 1990., Хомская Е.Д., 2003., Спрингер, С., Доич Г., 1983). მაგალითად, ქართული მეცნიერების დაკვირვებით (Мосидзе В.М. и др., 1990). მარცხენა ჰემისფეროს ინსულტის ფონზე განვითარებული მძიმე აფაზიის მქონე პაციენტი, პროფესიონალი მომღერალი, სიმღერის დროს ტექსტის სიტყვებს თა-

ვისუფლად გამოთქვამდა. პროფესორ ბაკურ კოტეტიშვილის ინფორმაციით: 75 წლის ქალბატონი ბ., რომელსაც განუვითარდა ინსულტი მარხენა ჰემისფეროში, დაავადების მწვავე პერიოდში (ინსულტის განვითარებიდან პირველ დღეებში) ქართულად – დედა ენაზე, ვერ მეტყველებდა, სამაგიეროდ გამართულად ლაპარაკობდა ფრანგულად. ფრანგული მან სრულყოფილად იცოდა ბავშვობიდან. რადგან ინსულტი მარცხენა ჰემისფეროში განვითარდა, გასაგებია, თუ რატომ ვერ საუბრობდა პაციენტი ქართულად. მაგრამ მას შეეძლო ფრანგულად, ანუ მეორე ენაზე საუბარი. უნდა ვივარაუდოთ, რომ ამ შემთხვევაში მეტყველების ფუქციას ასრულებდა თავის ტვინის მარჯვენა ჰემისფერო, ოღონდ მისი ფუნქციონირება მეტად თავისებური იყო – მარჯვენა ჰემისფერო პაციენტისათვის მეორე, არა მშობლიურ ენაზე „მეტყველებდა“. ეს მონაცემი ეხმიანება დღევანდელ ლიტერატურაში გავცელებულ მოსაზრებას, რომ მეორე ენის ათვისებაში მნიშვნელოვანი სწორედ თავის ტვინის მარჯვენა ჰემისფეროა (დეტალებისთვის იხ: Reiterer S., et al., 2009).

## მეხსიერება

მეხსიერებას განმარტავენ ხოლმე როგორც **თავის ტვინის უნარს აითვისოს და შეინარჩუნოს (შეინახოს) ინფორმაცია**. ეს განმარტება გამოსადეგია ადამიანისათვის და იმ სხვა ცოცხალი არსებებისათვის, რომლებსაც აქვთ თავის ტვინი. ამდენად განმარტება ეხება ხერხემლიან ცხოველებს, მათ შორის ადამიანს. უხერხემლო ცხოველებს არ აქვთ თავის ტვინი, თუმცა აქვთ ნერვული სისტემა, რომელიც ნერვული უჯრედების გროვების (კვანძების) და მათი დამაკავშირებელი ნერვებითაა წარმოდგენილი. ამიტომ, მეხსიერების განმარტება უფრო კორექტული იქნება, თუ განმარტებაში ტერმინის „თავის ტვინი“ მაგივრად გამოვიყენებთ ტერმინს „ნერვული სისტემა“: ჩვეულებრივ, მეხსიერებას უკავშირებენ ნერვული სისტემის მოქმედებას და ზემოთ მოყვანილი განმარტებებიც ამ წარმოდგენას ექვემდებარება. მაგრამ საქმე ის არის, რომ მეხსიერება აქვთ არა მარტო ცხოველებს (ნერვული სისტემის მქონე ორგანიზმებს) არამედ ერთუჯრედიან ორგანიზმებსაც. მაგ. მეხსიერება მოლეკულურ დონეზე გენეტიკური კოდის სახით. ეს გვიბიძგებს მეხსიერების უფრო ფართო განმარტებისაკენ: **მეხსიერება არის ცოცხალი ორგანიზმის უნარი აითვისოს და შეინახოს ინფორმაცია**.

ჩვენთვის ამჯერად საინტერესოა ადამიანის მეხსიერება. ამიტომ ქვემოთ ამ საკითხს გავარჩევთ.

განარჩევენ მეხსიერების 3 ძირითად ტიპს: სენსორულს, მოკლევადიანს (ზოგიერთი კლასიფიკაციით – მუშა) და გრძელვადიანს.

### სენსორული მეხსიერება

მეხსიერება ფასდება ხოლმე „მეხსიერების კვალის“ ხანგრძლივობით: რამდენ ხანს გვახსოვს ინფორმაცია, რომელიც ავითვისეთ. მაგალითად, რამდენ ხანს გვახსოვს ტელეფონის ნომერი, რომელიც ვინმემ გვითხრა. სენსორული მეხსიერების კვალი ნარჩუნდება რამდენიმე წამის (მაქსიმუმ 5 წამის) განმავლობაში. სენსორული მეხსიერების ორი ფორმა – **იკონური** (ხატისმიერი) მეხსიერება (მხედველობის გზით ათვისებული ინფორმაციის დამახსოვრება) და ექოს მეხსიერება (ანუ სმენით ათვისებული ინფორმაციის დამახსოვრება) მეტ-ნაკლებად შესწავლილია. შედარებით ცოტა რამ ვიცით სენსორული მეხსიერების სხვა ფორმების, მაგალითად **ჰაპტური და ოლფაქტორული სენსორული** მეხსიერების (შესაბამისად: შეხების და ყნოსვის საშუალებით ათვისებული ინფორმაციის დამახსოვრების) შესახებ.

ლამით მაშხალათი შეგვიძლია ჰაერში გამოვსახოთ ასოები, ფიგურები და სხვ. თუმცა ისიც ცხადია, რომ ამ დროს რეალურად არანაირ ხაზს ჰაერში არ გავავლებთ. მიუხედავად ამისა, ვხედავთ მაშხალით გამოსახულ ფორმებს. ეს

იკონური მესხიერების დამსახურებაა. ფაქტობრივად ეს ფოტოგრაფიული მესხიერებაა, როდესაც დანახული სინათლე ძლიერ მცირე ხნით რჩება მესხიერებაში და წარმოიქმნება რაღაც ფორმის ხატება (იმ ფორმის, რომელიც „დავხატეთ“ მაშხალის გადაადგილებით ჰაერში). ტყეში გირჩის ჩამოვარდნის ან ფრინველის გაფრენის ხმა გვამახსოვრდება **ექოს** მესხიერებით.

სენსორულ მესხიერებაში შემოდის ძალიან დიდი ინფორმაცია. მაგალითად, ტყეში გირჩის ჩამოვარდნის ხმასთან ერთდროულად გვესმის უამრავი სხვა ხმაც, მათ შორის ჩვენი ნაბიჯების, საუბრის, ცხოველების ხმები, ვხედავთ გარშემო არსებულ უამრავ ობიექტს (ფოთლებს, ქვებს, ჩამოცვენილ ტოტებს, ბალახს და სხვ.). ახლაც, ამ ტექსტის კითხვისას, ხედავთ ასოებს, ფურცელს, გესმით რაღაც ხმები (ქუჩიდან, სახლში), შეიგრძნობთ სკამს, რომელზეც ზიხართ და სხვ. სენსორულ მესხიერებაში შემოსული ინფორმაცია მომენტალურად გადაეცემა მოკლევადიან – მუშა მესხიერებას. მაგრამ მუშა მესხიერების შესაძლებლობაც შეზღუდულია, ის ერთდროულად ამდენ ინფორმაციას ვერ დაძლევეს. ამიტომ სენსორული მესხიერებიდან გადაცემული ინფორმაციის რაოდენობა იკვეცება. როგორ ხდება იმის შერჩევა, რა უნდა გადაეცეს სენსორულიდან მუშა მესხიერებას? სხვა სიტყვებით: რაზე ამახვილებას ყურადღებას ტვინი?

აღნიშნული საკითხის ზოგად-ფიზიოლოგიური ფენომენი გარკვეულწილად ბესარიონ ნანობაშვილის წერილში იყო განხილული. საკითხის შესასწავლად ფსიქოლოგიურ ექსპერიმენტებში ჩერიმ და თანაავტორებმა (Cherry et al., 1953) გამოიყენეს ე.წ. „Shadowing Task“ (დეტალურად იხ. <http://web.missouri.edu/~cowann/docs/articles/2001/Conway%20et%20al%20PBR%202001.pdf>). ცდის პირს ეკეთა ყურსასმენი. ერთ ყურში მას აწვდიდნენ (ასმენინებდნენ) რაღაც ინფორმაციას (ისტორიას), მეორეში – განსხვავებული შინაარსის ინფორმაციას. ცდის პირს უნდა ესმინა მხოლოდ ერთი ინფორმაციისთვის და უგულვებელყო მეორე. მოსმენის დამთავრების შემდეგ ამოწმებდნენ რომელი ინფორმაცია დაიმახსოვრა ცდის პირმა. ცდის პირებს ახსოვდათ მხოლოდ ის ინფორმაცია, რომლის მოსმენაც დაავალეს. ამგვარ ფენომენს კიდევ უწოდებენ „კოქტილზე თავყრილობის ეფექტს“ (Cocktail Party Effect, იხ. [http://en.wikipedia.org/wiki/Cocktail\\_party\\_effect](http://en.wikipedia.org/wiki/Cocktail_party_effect)). იგულისხმება, რომ თავყრილობაში თქვენ ირჩევთ ვის (ან რას) უსმინოთ და უგულვებელყოფთ სხვა ინფორმაციას. ბროუდბენტმა (Broadbent, 1958) შექმნა ე.წ. „გაფილტვრის თეორია“ (იხ. [http://www.psypress.co.uk/common/supplementary/184169360X/ch6\\_194.pdf](http://www.psypress.co.uk/common/supplementary/184169360X/ch6_194.pdf)), რომლის თანახმად ინფორმაციის შეკვეცა ხდება ამ ინფორმაციის ფიზიკური მახასიათებლების საფუძველზე. ყურადღება ააქტივებს იმ ნერვულ სტრუქტურებს, რომლებიც მუშა მესხიერებისკენ „გაბატარებს“ გარკვეული ფიზიკური მახასიათებლების მქონე ინფორმაციას.

შესაძლებელია განვიცდით ასეთი რამ: წაიკითხეთ ფრაზა, ერთი ან რამდენიმე გვერდი, მაგრამ ვერაფერი დაიმახსოვრეთ, რადგან კითხვის პროცესში

სულ სხვაზე ფიქრობდით. ლექციაზე თითქოს უსმენდით ლექტორს, მაგრამ არაფერი დაგამახსოვრდათ, რადგან სინამდვილეში სალამოს ამხანაგთან შეხვედრაზე ფიქრობდით. ამ შემთხვევებში ყურადღება სხვა საგანზე იყო გადატანილი. შეიძლება დაუშვათ შეცდომა მარტივი არითმეტიკული გამოთვლისას, თუნდაც კალკულატორით მუშაობდეთ, თუ ყურადღება სხვა საგანზე გაქვთ გადატანილი. ამგვარად, ყურადღება ქმნის ინტელექტუალური პროცესის ეფექტიანად წარმართვის წინაპირობას. დეტალებისთვის იხ. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160289605000772>).

გაფილტვრის მექანიზმის წყალობით კოქტიელის თავყრილობაზე შეგვიძლია ვუსმინოთ მოსაუბრეს. თუმცა, უეცრად გადავერთვებით სხვის მოსმენაზე, თუ ეს სხვა ჩვენთვის სემანტიკურად (შინაარსობრივად) ახლობელ სიტყვებს წარმოთქვამს, მაგალითად იტყვის ჩვენს სახელს ან გვარს. ამგვარად გაფილტვრა არა მარტო წმინდად ფიზიკური მახასიათებლების საშუალებით, არამედ სემანტიკურადაც ხდება.

სემანტიკური გაფილტვრის ფენომენმა აღძრა შესაბამისი თეორიები, მაგალითად „შესუსტების თეორია“ Attenuation Theory და „გვიანი შერჩევის თეორია“ Late Selection Theory (დეტალებისთვის იხ. <http://www.slideshare.net/Milton.Broome/attention-fundamentals-of-psychology-2-lecture-8>).

## მოკლევადიანი მეხსიერება

მოკლევადიანი მეხსიერების შესწავლა დაიწყო ატკინსონმა და შიფრინმა (<http://www.learningdomain.com/MEdHOME2/BrainCognition/Memory.Model.pdf>).

მოკლევადიანი მეხსიერება განიხილება სენსორულ და გრძელვადიან მეხსიერებას შორის გარდმავალ რგოლად. მეხსიერების კვალი მოკლევადიან მეხსიერებაში რჩება 15-30 წამის განმავლობაში. როდესაც გვეტყვიან ვინმეს ტელეფონის ნომერს, ვცდილობთ არ დაგვავიწყდეს ის სანამ აკრეფთ. ამ დროს ინფორმაცია ტელეფონის ნომრის შესახებ ინახება მოკლევადიან მეხსიერებაში. მილერის თანახმად (Miller G.A., 1956), მოკლევადიან მეხსიერებაში შენახული ინფორმაციის მაქსიმალური რაოდენობა (მეხსიერების მოცულობა) არის  $7 \pm 2$  (ამ სიდიდეს უწოდებენ ხოლმე „მაგიურ 7-ს“). მოცემული სიდიდე – 7 აღნიშნავს ინფორმაციის ნაწილების (ინგლ. Chunk – ნატეხი, ნაგლეჯი) რაოდენობას. ინფორმაციის ნაწილებად ანუ Chunk-ებად განიხილება მოცემული ინფორმაციის კომპონენტები, მაგალითად ასოები, სიტყვები, წინადადებები. ინფორმაციის Chunk-ებად დაყოფის პრინციპი ცოტა გაუგებარია ხოლმე და დასაზუსტებლად გამოდგება გობეტისეული (ციტ: Goldstein, E. B. 2005) განსაზღვრება: Chunk არის ინფორმაციის იმ კომპონენტების ერთობლიობა, რომლებიც ერთმანეთთან უფრო ადვილად ასოცირდება, ვიდრე ამავე ინფორმაციის სხვა Chunk-ებთან. მაგალითად: თუ შეეცდებით დაიმახსოვროთ 8 ციფრი: 0 3 1 2 1 9 8 2, ძლიერ

მოსახერხებელია ამ ინფორმაციის დაყოფა Chunk-ებად: 03.12.1982. ამ სტრატეგიით ინფორმაციის 8 ელემენტს დაიყვანთ 3 ელემენტამდე რაც დამახსოვრებას გააიადვილებთ. მაგრამ Chunk-ი შესაძლებელია იყოს ერთი ცალკეული ასო ან ციფრიც (თუ არ ხერხდება მათი აზრობრივი გაერთიანება ინფორმაციის სხვა კომპონენტებთან), სიტყვა, წინადადება, ფიგურის ან სხვა რაიმე გამოსახულება, ბგერა ან ბგერათა ერთობლიობა, სხვ.

ტერმინი მუშა მესხიერება იხმარება მოკლევადიანი მესხიერების სინონიმად, თუმცა მუშა მესხიერების კონცეფცია უფრო მეტს გულისხმობს, ვიდრე მხოლოდ ინფორმაციის რამდენიმე წამით შენახვას. დეტალებისათვის: <http://www.simplypsychology.org/working%20memory.html>

## **გრძელვადიანი მესხიერება**

გრძელვადიანი მესხიერების კვალი ინახება წუთებიდან დაწყებული მთელი ცხოვრების მანძილზე. გრძელვადიანი მესხიერების ფორმებია: **დეკლარატიული** (ცნობიერი) და **იმპლიციტური** (არაცნობიერი). თავის მხრივ, დეკლარატიული მესხიერება წარმოდგენილია **ეპიზოდური და სემანტიკური** კომპონენტებით, ხოლო იმპლიციტური მესხიერება – **პროცედურული და პრაიმინგის** კომპონენტებით.

## **დეკლარატიული მესხიერება**

ეპიზოდური მესხიერება გულისხმობს ცალკეული მოვლენების (ავტობიოგრაფიული) დამახსოვრებას და უკავშირდება დროს და ადგილს.

სემანტიკური მესხიერება გულისხმობს იმ ინფორმაციის დამახსოვრებას, რომელიც არ არის უშუალო კავშირში ადამიანის პირად ცხოვრებასთან. მაგ. როგორ დავამზადოთ კერძი, ვინ არის ქვეყნის პრეზიდენტი, როგორ გამოვიყენოთ ტელეფონი სხვ.

ზოგიერთი მეცნიერი დეკლარატიულ მესხიერებას განიხილავს როგორც **ექსპლიციტურ** მესხიერებას.

## **იმპლიციტური მესხიერება**

**პროცედურული** მესხიერება საშუალებას გვაძლევს შევასრულოთ კარგად ათვისებული მოქმედებები ავტომატურად, ცნობიერი კონტროლის გარეშე მაგ, ვმართოთ მანქანა ისე, რომ მუდმივად არ ვიფიქროთ რას დავაჭიროთ ფეხი და საით დავატრიალოთ საჭე.

**პრაიმინგის** კომპონენტი კარგად აისახა ერთ ცნობილ ექსპერიმენტში (Perfect T. J., and Askew C., 1994). ცდის პირებს უნდა წაეკითხათ ჟურნალი მაგრამ არ

მიექციათ ყურადღება სარეკლამო განცხადებებისათვის. ამის შემდეგ ცდის პირებს წარუდგინეს სხვადასხვა განცხადებები (მათი ნაწილი ჟურნალში იყო განთავსებული) და სთხოვეს: 1. შეეფასებინათ თითოეული მათგანი: რამდენად იქცევდა ყურადღებას, რამდენად ადვილად აღსაქმელი იყო და სხვ. და 2. ეთქვათ, რომელი განცხადება შენიშნეს ჟურნალში. აღმოჩნდა რომ უფრო მაღალი შეფასება მიიღო იმ სარეკლამო განცხადებებმა, რომლებიც განთავსებული იყო ჟურნალში. თუმცა ცდის პირების უმრავლესობა ამბობდა, რომ ეს განცხადებები ჟურნალში არ უნახავთ. ამის მიზეზი ის არის, რომ ცდის პირები იმახსოვრებდნენ ჟურნალში განთავსებულ განცხადებებს იმპლიციტურად, არაცნობიერად და ამიტომ ვერ ახერხებდნენ მათ ამოცნობას. ამავდროულად, არაცნობიერმა დამახსოვრებამ შექმნა პრაიმინგის ეფექტი: ცდის პირებმა უფრო დადებითად შეაფასეს არაცნობიერად დამახსოვრებული განცხადებები.

ტულვინგმა და შექტერმა (იხ. Gazaniga M., et al., 1998, გვ. 258) ცდის პირებს ეკრანზე აჩვენეს სიტყვები. შემდეგ ეკრანზე გამოჩნდა არასრული სიტყვები (გამოტოვებული ასოებით), რომელთაგან ნაწილი ცდის პირებს წინასწარ ნანახი ქონდათ, თუმცა ცდის პირებისთვის არ უთქვამთ, რომ არასრულ სიტყვებში ასეთებიც შეხვდებოდათ. არასრული სიტყვების აღდგენისას ცდის პირებმა უკეთ აღადგინეს ის სიტყვები, რომლებიც წინასწარ ნახეს. ამ შემთხვევაში საქმე გვაქვს პრაიმინგთან: წინმსწრები ინფორმაცია არაცნობიერ ზემოქმედებას ახდენს მომდევნო ინფორმაციის აღქმასა და დამუშავებაზე.

**დავიწყება და მცდარი მესხიერება.** ყველაფრის დამახსოვრება შეუძლებელია. გამოუსადეგარი ინფორმაცია მესხიერებიდან იშლება, მნიშვნელოვანი მოვლენები კი გვახსოვს. ერთი მოსაზრების თანახმად, გრძელვადიანი მესხიერება ყველა ინფორმაციას ინახავს, მაგრამ რალაცის გახსენება ვერ ხერხდება.

კვალის გაქრობის თეორიის (Trace Decay Theory) მიხედვით ჩვენ უნდა მივყვეთ რალაც გზას რათა გავიხსენოთ. თუ ეს გზა გარკვეული ხნის განმავლობაში უვალი იყო, გახსენება ძნელდება. ინტერფერენციის თეორია (Interference Theory) ამტკიცებს, რომ მესხიერების სხვადასხვა კვალი ურთიერთქმედებს. **პროაქტიული** ინტერფერენციის დროს ძველი კვალი ხელს უშლის ახლის წარმოქმნას, ხოლო **რეტროაქტიული** ინტერფერენციის შემთხვევაში ახალი კვალი აქრობს ძველს.

ჰერმან ებინჰაუსმა მეცხრამეტე საუკუნეში საკუთარ თავზე ჩაატარა ცდები დავიწყების პროცესის შესასწავლად. ის იმახსოვრებდა უაზრო ასოთწყობებს და შემდეგ ცდილობდა მათ გახსენებას. ებინჰაუსმა ნახა, რომ გახსენება მით უფრო ძნელი იყო, რაც მეტი იყო ინტერვალი დამახსოვრებასა და გახსენებას შორის.

მესხიერების კვალი იცვლება ადამიანის ტენდენციურობაზე დამოკიდებულე-ბით. ამას ტენდენციური მესხიერება (Biased Memory) შეიძლება ვუწოდოთ. მაგალითად, ეგოცენტრული ტენდენციის შემთხვევაში საკუთარ თავს აღვიქვავთ

უკეთესად, ვიდრე სინამდვილეში ვართ. მუდმივობის ტენდენცია გვაიძულებს აღვიქვათ საკუთარი თავი უცვლელად. დადებითი ცვლილების ტენდენცია კი გვებიძებს განვიხილოთ მოვლენები უკეთესობის მხრივ.

მოვლენები, რომლებიც ძლიერ ემოციას იწვევს, ხანგრძლივად გვამახსოვრდება (ამას ეწოდება ფოტოაპარატის ნათების მენსიერება – Flashbulb memory) და გვგონია რომ გვახსოვს ყველა წვრილმანი. მაგრამ მენსიერების სიზუსტე სინამდვილეში მოჩვენებითია. რაც დრო გადის, მენსიერების კვალი იცვლება, სამაგიეროდ ჩვენი რწმენა, რომ ყველაფერი ზუსტად გვახსოვს, ძლიერდება. Flashbulb მენსიერების მაგალითია ჯვრისწერის, შვილის დაბადების ან რაიმე ტრაგედიის მენსიერების კვალი. Flashbulb მენსიერებაზე საინტერესო ექსპერიმენტი ჩაატარეს ნაისერმა და ჰარშმა (Neisser U., and Harsch N., 1992). მათ ორჯერ გამოკითხეს ემორის უნივერსიტეტის სტუდენტები ამერიკული კოსმოსური აპარატის – ჩელენჯერის საქვეყნოდ გახმაურებული აფეთქების შესახებ, რომელმაც ყველა პილოტის სიცოცხლე შეიწირა. გამოკითხვა ჩატარდა კატასტროფიდან 24 საათში და განმეორებით, დაახლოებით სამი წლის შემდეგ. პირველ ინტერვიუში ერთერთმა სტუდენტმა თქვა, რომ კატასტროფის შესახებ მოისმინა ამხანაგების საუბრიდან, როდესაც კლასში რელიგიის გაკვეთილს ესწრებოდა. დეტალების შესახებ კი დაწვრილებით მაშინ შეიტყო, როდესაც სახლში დაბრუნდა და ტელეგადაცემას მოუსმინა. იგივე სტუდენტი 3 წლის შემდეგ ამბობდა, რომ პირველად კატასტროფის შესახებ გაიგო, როდესაც თანაკლასელთან ერთად, საძინებელ ოთახში ტელეგადაცემას უყურებდა. ორივენი ძლიერ შეწუხდნენ და ავიდნენ შენობის ზედა სართულზე მეგობრებთან დასალაპარაკებლად. შემდეგში მან მშობლებს დაურეკა (ამ თემაზე დამატებით იხ. Gazaniga M., et al., 1998).

მენსიერების კვალის ცვლილების კიდევ ერთი მაგალითია მოვლენის შემდგომი მცდარი ინფორმაცია (Misleading Postevent Information). მოვლენის შემდეგ მის შესახებ საუბარი ზოგჯერ ცვლის ამ მოვლენის შესახებ მენსიერების კვალს (დეტალებისათვის იხ: Loftus, E. F., and Palmer, J. C., 1974). ამიტომაც შესაძლებელია თვითმხილველი მოწმეების ჩვენებით მანიპულირება. იმის მიხედვით თუ რა კითხვებს დაუსვამენ, თვითმხილველებს ახსენდებათ, რომ მაგალითად, დაინახეს (ან არ დაუნახავთ) თოფი. მოვლენის შემდგომი მცდარი ინფორმაციის შესახებ დეტალური ინფორმაცია იხ. Loftus E. and Greene E., 1978, 1980.

ამგვარად შესაძლებელია მოწმეთა ჩვენებების ფაბრიკაცია, განსაკუთრებით თუ მოწმე ბავშვია. ასაკი ფაქტების სწორად გახსენების მნიშვნელოვანი ფაქტორია. განსაკუთრებით თუ მომხდარი ტრავმას უკავშირდება. ბავშვის მიერ ტრავმასთან დაკავშირებული მოვლენების გახსენებაზე ზეგავლენას ახდენს აგრეთვე სხვა ფაქტორებიც, მაგ. რამდენად ესმის ბავშვს ტრავმული ეპიზოდის არსი.

მეხსიერება იცვლება დაავადების დროსაც. მაგალითად, ტვინის დაზიანების ზოგიერთ შემთხვევაში წარმოიშვება **კონფაბულაცია**: ავადმყოფი იხსენებს აბსურდულ, არარსებულ ამბებს, რომლებიც ზეგავლენას ახდენენ სხვა მეხსიერების კვალზეც. მაშინაც კი, როდესაც ავადმყოფი ხედავს, რომ რაც ახსენდება, უაზრობაა, მას სჯერა რომ ეს ნამდვილად მოხდა (იხ: <http://www.newscientist.com/article/mg19225720.100-mind-fiction-why-your-brain-tells-tall-tales.html> და აგრეთვე Хомская Е.Д., 2003, Мосидзе И. и др., 1990).

## **ჩეხიერება და აღდგენილი მეხსიერება**

როდესაც რაღაცას ვერ ვიხსენებთ, არ ნიშნავს რომ მეხსიერების კვალი წაშლილია. უფრო სწორია ვილაპარაკოთ რეპრესირებულ (დათრგუნულ) მეხსიერებაზე. ამ შემთხვევაში გახსენებას უწოდებენ **აღდგენას**. აღდგენა ხდება ხოლმე რაიმე სტიმულის (შემახსენებელი, მიმანიშნებელი სტიმულის – Retrieval Cue) საშუალებით. ეს შეიძლება იყოს საგანი ან სცენა, რომელიც გაგვახსენებს დიდი ხნის წინ მომხდარ ამბავს. თერაპევტი გაახსენებინებს ხოლმე პაციენტს შორეული ბავშვობის დროს მიღებულ ტრავმას. არ არსებობს გარანტია, რომ აღდგენა სწორი იქნება. ზოგიერთ შემთხვევაში ადამიანი აღადგენს იმას, რაც სავარაუდოდ დასაშვებია და ამგვარად, აღდგენა ზუსტი ვერ იქნება.

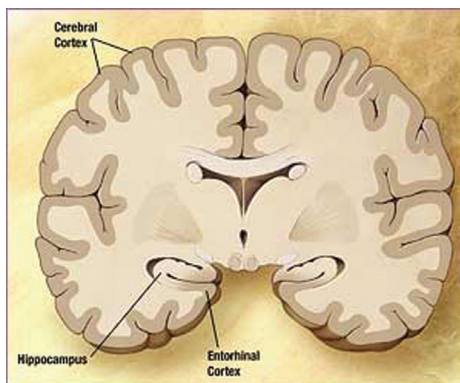
ქვემოთ განვიხილავთ მეხსიერებისათვის ყველაზე მნიშვნელოვან ნერვულ სტრუქტურებს და მათი დაზიანების შედეგებს.

ზემოთ აღვნიშნეთ, რომ ჰეზის თანახმად დასწავლის და დამახსოვრების დროს ხდება ფიზიოლოგიური ცვლილებები სინაპსებში. სინაპსების როლი მეხსიერებაში ივარაუდა ესპანელმა ნეიროანატომმა – სანტიაგო რამონ ი კახალმა (Santiago Ramon y Cajal, 1852-1934) ჯერ კიდევ მეცხრამეტე საუკუნეში. ცნობილია, რომ სინაპსის აქტივობა იწვევს სტრუქტურულ ცვლილებებს სინაპსში, რის შედეგადაც სინაპსის მოქმედება ძლიერდება. ეს ეფექტი შესაძლებელია რამდენიმე კვირა გაგრძელდეს და ამიტომ მას ხანგრძლივ პოტენციაციას უწოდებენ (დეტალებისთვის იხ. [http://en.wikipedia.org/wiki/Long-term\\_potentiality#Properties](http://en.wikipedia.org/wiki/Long-term_potentiality#Properties)). ცნობილია, რომ პოტენციაცია ყველაზე ადვილად ვითარდება ტვინის იმ სტრუქტურებში, რომლებიც დასწავლასა და დამახსოვრებაზეა პასუხისმგებელი. ამიგდალა პასუხისმგებელია მეხსიერების კვალის კონსოლიდაციაზე. დასწავლის პროცესში ყველაფერი ერთდროულად არ გადადის ხანგრძლივ მეხსიერებაში. ინფორმაცია თანდათან, დროთა განმავლობაში „ჯდება“ ხანგრძლივ მეხსიერებაში, სანამ არ მიადწევს რაღაც სტაბილურ მნიშვნელს. ამ პროცესს ეწოდება **კონსოლიდაცია**.

კონსოლიდაციის დროს მეხსიერება შეიძლება შეიცვალოს. დასწავლის დროს ემოციური დაძაბულობა ზეგავლენას ახდენს მეხსიერების კვალზე და მის სიძლიერეზე. მაგალითად, ექსპერიმენტში ცდის პირებს რალაციის დასწავლისთანავე აძლევდნენ იმ ჰორმონებს, რომლებიც გამოიყოფა დიდი რაოდენობით ემოციური დაძაბულობის დროს. ეს მნიშვნელოვნად აუმჯობესებდა დამახსოვრებას. რაც მეტად ემოციურია დასწავლის პროცესი, მით უკეთესად ამახსოვრდება ადამიანს. ხშირად სტუდენტებს უკეთ ამახსოვრდებათ ლექციიდან ის მონაკვეთები, რომლებსაც ლექტორმა წაუმიძვარა ან მოაყოლა ხუმრობა, ემოციურად დატვირთული ილუსტრაცია და სხვ. ჰიპოკამპი ითვლება პასუხისმგებლად დეკლარატიულ მეხსიერებაზე. დეკლარატიულმა მეხსიერებამ შესაძლებელია გასტანოს მთელი ცხოვრების მანძილზე, მაგრამ ფიქრობენ, რომ ჰიპოკამპი მნიშვნელოვანია კონსოლიდაციის პროცესში და უმნიშვნელოა მეხსიერების კვალის შენახვისათვის. ჰიპოკამპის დაზიანება იწვევს **ანტეროგრადულ ამნეზიას** – ახლის დამახსოვრების დარღვევას და აგრეთვე **რეტროგრადულ ამნეზიასაც** – ადრე დამახსოვრებულის გახსენების დარღვევას. მაგრამ რეტროგრადული ამნეზია ეხება დაავადებამდე რამდენიმე წლის განმავლობაში დამახსოვრებულს, უფრო ძველი მეხსიერება კი რჩება. ამიტომაც ფიქრობენ, რომ ჰიპოკამპი ნაკლებ მნიშვნელოვანია კონსოლიდაციის დამთავრების შემდეგ. სავარაუდოდ, კონსოლიდაციის შემდეგ მეხსიერების კვალი გადაიტანება ტვინის სხვა სტრუქტურებში. ამისათვის მნიშვნელოვანია ტემპორალური წილის ენტორინალური ქერქი (სურათზე 1 – entorhinal cortex), რომელიც ჰიპოკამპს (hippocampus) ტვინის სხვა სტრუქტურებთან აკავშირებს.

დამახსოვრების და გახსენების პროცესის მოდელი გულისხმობს, რომ პროცესში ჩართული ნეირონები ქმნიან ფუნქციურ ბადეს. მეხსიერების კვალი ამ ბადეში იქმნება და გახსენებაც, შესაბამისად, ამ ბადის ფუნქციაა. თანამედროვე კვლევები გვაფიქრებინებს, რომ ნეირონული ბადის მოდელი შესაძლებელია სინამდვილეს ასახავდეს.

ნეირონების ძირითადი მასა დაბადების შემდგომ არ ახლდება (არ ხდება ახალი უჯრედების წარმოქმნა), მაგრამ თავის ტვინის ზოგიერთ განყოფილებაში მიმდინარეობს **ნეიროგენეზი** – ნეირონები წარმოიქმნება დაბადების შემდგომაც, მთელი სიცოცხლის



სურ. 1

განმავლობაში (Altman J, and Das GD., 1965). კერძოდ, ჰიპოკამპის გარკვეულ მონაკვეთში – კბილისებრ ხვეულში (dentate gyrus) ნეირონების წარმოქმნა ფაქტობრივად უწყვეტი პროცესია. ნეიროგენეზი ძლიერ აქტიურია სიცოხლის დასაწყისში და ქვეითდება ასაკთან ერთად.

ნეირონული ბადის მოდელზე დაყრდნობით გამოითქვა ჰიპოთეზა, რომ თუ ეს მოდელი მართებულია, ნეიროგენეზი ფუნქციური ბადის ფარგლებში ხელს უნდა უშლიდეს გახსენებას. ახლად წარმოქმნილი ნეირონები ჩაერთვებიან ფუნქციურ ბადეში, მაგრამ მათი მონაწილეობა გახსენებაში ვერ მოხერხდება. მართლაც, კვლევებმა უჩვენა, რომ ნეიროგენეზის ხელოვნური სტიმულირება ზრდასრულ ვირთაგვებში აუარესებს გახსენების პროცესს, ხოლო ახალგაზრდებში აქტიური ნეიროგენეზის ხელოვნური შეფერხება ხელს უწყობს დამახსოვრებას (Akers, K.G. et al., 2014).

მედიალური ტემპორალური წილი კარგა ხანია მიჩნეულია დეკლარატიული მეხსიერების განმაპირობებელ სტრუქტურად. საკითხი გამოკვლეულია როგორც ტვინის დაზიანების მქონე ცხოველებში, ასევე ადამიანში, fMRI და PET მეთოდებით.

აღმოჩნდა, რომ დამახსოვრების (კოდირების, როგორც ხშირად უწოდებენ ხოლმე, რაც მეხსიერების კვალის შექმნას ნიშნავს) პროცესში მედიალური ტემპორალური წილის ნეირონული აქტივობა განსხვავებულია სტიმულის (გამღიზიანებლის) ბუნების მიხედვით. მაგალითად, აქტივობა ლატერალიზებულია – აღირიცხება უპირეტესად მარცხენა ჰემისფეროში, როდესაც ადამიანი სიტყვებს იმახსოვრებს, ხოლო თუ ადამიანი იმახსოვრებს საგნებს ან მათ გამოსახულებას, აქტივობა ბილატერალურია – ორივე ჰემისფეროში აღირიცხება (Stark C.E.L. and Squire L., 2000). ფაქტი მკითხველისთვის განსაკუთრებულ სიახლეს, ალბათ, არ წარმოადგენს, რადგან ის კიდევ ერთხელ უჩვენებს თავის ტვინის ჰემისფეროების ფუნქციურ ლატერალიზაციას მეტყველების ფუნქციის, კერძოდ, ვერბალური ინფორმაციის კოდირების მხრივ. ჰიპოკამპის აქტივობა ბილატერალურია დამახსოვრებული საგნების გახსენების შემთხვევაში, და ლატერალიზებულია მარცხენა ჰიპოკამპში სიტყვების გახსენების პროცესში (Stark C.E.L. and Squire L., 2000).

მეხსიერებაში გარკვეული ნეირონული დაჯგუფების როლის შესწავლას, დღევანდელი მეცნიერული კვლევის მოთხოვნების თანახმად, ორი მიმართულება აქვს. ერთი მიმართულება კლინიკური ნეიროფსიქოლოგიური ხასიათისაა – აკვირდებიან ტვინის დაზიანების მქონე ავადმყოფებს, ან საცდელ ცხოველებში აზიანებენ მეხსიერებაში სავარაუდოდ მონაწილე ტვინის უბანს და სწავლობენ მეხსიერების პროცესის ცვლილებას. ამასთანავე, ატარებენ შესაბამის fMRI და PET კვლევებს. მაგრამ არსებობს მეორე მიმართულება

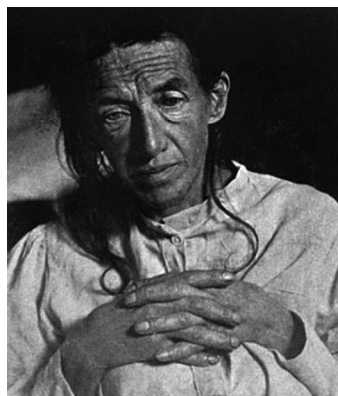
– როდესაც დადგინდება მეხსიერების კონკრეტულ პროცესში ტვინის კონკრეტული უბნის როლი, უნდა ჩატარდეს ე.წ. მიმიკრიული ექსპერიმენტი – გაღიზიანდეს ეს უბანი და დადასტურდეს, რომ მისი გააქტივება უკავშირდება მის სავარაუდო როლს მეხსიერების კონკრეტულ პროცესში.

ამ სახის ექსპერიმენტები განსაკუთრებით საინტერესოა მეხსიერების კვლის მატარებელი ნეირონული კომპლექსების შესასწავლად. ლოგიკურად, მეხსიერების კვალი, მას **ენგრამასაც** უწოდებენ, უნდა რჩებოდეს ნეირონულ კომპლექსში გარკვეული სახით. ეს შესაძლებელია იყოს ნეირონებს შორის სინაპსების პლასტიკური ცვლილებები რეცეპტორების ან/და ნეიროტრანსმიტერის რაოდენობის დონეზე და სხვ. ვირთაგვებზე ჩატარებულ ექსპერიმენტში (Liu X. et al., 2012) საცდელ ცხოველებს გამოუმუშავეს შიშის პირობითი რეაქცია, რომლის გამოწვევა, რეაქციის გამომუშავების შემდეგ, ხერხდებოდა უშუალოდ ჰიპოკამპური ნეირონების გაღიზიანების დროსაც. კვლევის შედეგები გვიჩვენებს, რომ ჰიპოკამპის ნეირონები უნდა ინახავდნენ სათანადო ენგრამას, რომელიც საშუალებას აძლევს ცხოველს განავითაროს ემოციური რეაქცია პირობითი გამღიზიანებლის საპასუხოდ. კვლევა მრავალმხრივ საინტერესოა და სტუდენტს ვურჩევთ დეტალურად გაეცნოს მას ორიგინალურ სტატიის მიხედვით.

## კავშირი კლინიკასთან:

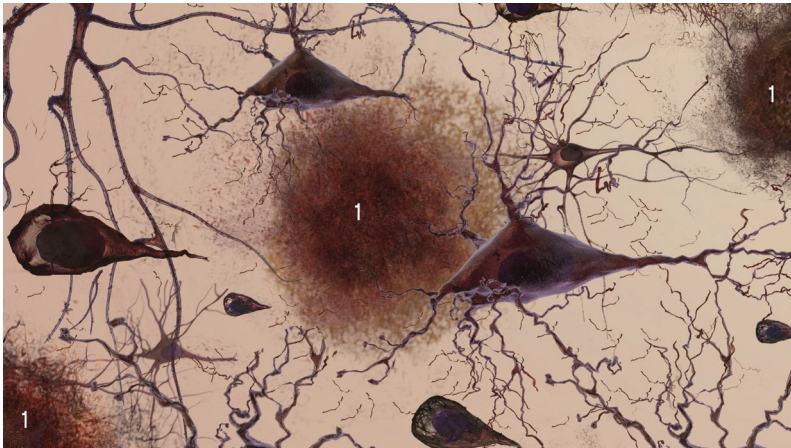
„მე საკუთარი თავი დავკარგე“

გერმანელმა ექიმმა ალოიზ ალცჰაიმერმა (Alois Alzheimer, 1864-1915) აღწერა მეხსიერების მოშლის განსაკუთრებული შემთხვევა, რომელსაც მოგვიანებით ალცჰაიმერის დაავადება ეწოდა. ალცჰაიმერი აკვირდებოდა თავის პაციენტს, ავგუსტა დეტერს და დეტალურად აღწერა პაციენტის მეხსიერების და ქცევის დარღვევა. როდესაც ალცჰაიმერი ავგუსტას პირველად შეხვდა კლინიკაში, პაციენტი სადილობდა. ალცჰაიმერი მას გაესაუბრა. აღმოჩნდა, რომ პაციენტი ვერაფერს იხსენებდა, უფრო მეტიც, იმასაც ვერ ამბობდა, თუ რა საკვებს მიირთმევდა იმ დროს. შემდეგ ალცჰაიმერმა სთხოვა – დაეწერა საკუთარი სახელი, პაციენტმა ესეც ვერ შეძლო, და სულ იმეორებდა „Ich hab mich verloren“ (გერმანულად – მე საკუთარი თავი დავ-



სურ. 2 ავგუსტა დეტერი

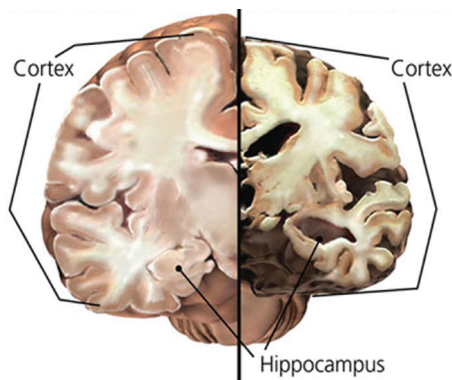
კარგე). ავგუსტას გარდაცვალების შემდეგ, ალცჰაიმერმა ჩაატარა პაციენტის თავის ტვინის port mortem ანალიზი. თავის ტვინის ქსოვილში აღმოჩნდა დიდი რაოდენობით ცილოვანი ჩანართები. დაავადება უკავშირდება ნერვულ ქსოვილში (სურ. 3) – უჯრედგარე სივრცეში (1), ნეიროგლიასა და ნეირონებში სპეციფიკური ცილის (ე.წ. ამილოიდური ცილის) მოლეკულების დაგროვებას, რაც **ნეიროდეგენერაციას** – ნერვული ქსოვილის გადაგვარებას იწვევს. დაავადების დასაწყისში ადამიანს დრო და დრო ავიწყდება დანიშნული შეხვედრის დრო, ზოგიერთი ნაცნობის სახელი, შეიძლება დაავიწყდეს სად დადო



სურ. 3

საკუთარი ნივთები, თუმცა საწყის ეტაპზე მეხსიერების ღრმა დარღვევა ხშირად არ ვლინდება, ავადმყოფი და მისი ახლობლებიც ვერ ხვდებიან, რასთან აქვთ საქმე და ყველაფერს ჩვეულებრივ გულმავიწყობას მიაწერენ. მკითხველს ახსოვს, რომ ალცჰაიმერის დაავადებას საწყისი სიმპტომი ხშირად არის ანომია – საგნების სახელწოდებების დავიწყება, რაც ადრე განვიხილეთ. დაავადების განვითარების პარალელურად ნეიროდეგენერაცია მოიცავს თითქმის მთელ თავის ტვინს, ჩნდება ახალ-ახალი სიმპტომები (დეტალებისთვის <http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/alzheimers-disease/basics/symptoms/con-20023871>) და საბოლოოდ, პაციენტს ღრმა **დემენცია** (აზროვნების, დამახსოვრების და გახსენების, მსჯელობის უნარის დაკარგვა) უვითარდება. ალცჰაიმერის დაავადება დემენციის ჩამოყალიბების ერთერთი ყველაზე გავრცელებული წინაპირობაა. დემენციას, ხშირად იწვევს აგრეთვე, თავის ტვინის სისხლით მომარაგების ხანგრძლივი მოშლა სისხლძარღვებში სისხლის

გამტარებლობის ასაკობრივ ცვლილებებთან ან განმეორებად ინსულტებთან დაკავშირებით.



სურ. 4

ალცჰაიმერის დაავადების შორს წასულ შემთხვევებში ნეიროდეგენერაცია იწვევს ტვინის მასის შემცირებასაც (სურ. 4, ჯანმრთელი, მარცხნივ და დაავადებული, მარჯვნივ, თავის ტვინი. ფრონტალური განაჭერი, მონიშნულია ჰემისფეროების ქერქი – cortex).

#### დავალება:

ალცჰაიმერის დაავადების დროს, ნეიროდეგენერაციული ცვლილებები განსაკუთრებით გამოხატულია ენტორინალური ქერქის და ჰიპოკამპის მიდამოებში (სურ. 4). სტუდენტს ვთხოვთ დააკავშიროს ეს მონაცემი ალცჰაიმერის დაავადების საწყისი ეტაპისათვის დამხასიათებელ სიმპტომებთან და განმარტოს, კონკრეტულად რა პროცესების დარღვევასთან შეიძლება გვექონდეს საქმე.

## მონაცემების საწყისი მათემატიკური დამუშავება, ტესტები

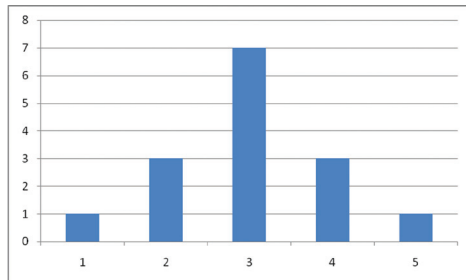
ექსპერიმენტის მონაცემების ანალიზის პირველი ეტაპია სიხშიროვანი მაჩვენებლის, საშუალო მაჩვენებლის, დისპერსიის და სტანდარტული გადახრის გამოთვლა.

დავუშვათ, რალაც ცვლადის (მაგალითად 15 ადამიანის აგრესიული ტენდენციის შეფასება ხდება კითხვარის ქულებით. დავუშვათ მივიღეთ მაჩვენებლები 84, 61, 72, 75, 77, 75, 75, 87, 79, 51, 91, 67, 79, 83, 69.

ქულების მიხედვით გამოვყოთ ჯგუფები:

| ჯგუფური ინტერვალები<br>(დაგროვილი ქულების მიხედვით) | ცდის პირების რაოდენობა ჯგუფში |
|---|-------------------------------|
| 50-59   | 1                             |
| 60-69   | 3                             |
| 70-79   | 7                             |
| 80-89   | 3                             |
| 90-99   | 1                             |

ამ მონაცემის საფუძველზე აიგება ჰისტოგრამა:



ვერტიკალურ ღერძზე – ცდის პირების რაოდენობა, ჰორიზონტალურზე – ქულები: 1:50-59, 2: 60-69, 3:70-79, 4:80-89, 5:90-99

ჰისტოგრამაზე ჩანს როგორ ნაწილდება ცდის პირების რაოდენობა მათ მიერ მიღებული ქულების მიხედვით: რა სიხშირით არიან წარმოდგენილი სხვადასხვა ქულის მიმღები ცდის პირები.

ამის შემდეგ ანგარიშობენ ხოლმე **საშუალო მაჩვენებელს** – ყველა სიდიდის ჯამის განაყოფს ამ სიდიდეთა რაოდენობაზე.

ჩვენს შემთხვევაში ეს იქნება ყველა ქულის (84, 61, 72, 75, 77, 75, 75, 87, 79, 51, 91, 67, 79, 83, 69.) ჯამის განაყოფი 15-ზე.

**მედიანა** არის სიდიდეების რიგში საშუალო ელემენტი, როდესაც ეს სიდიდეები უმცირესიდან უდიდესისკენ არის რიგად განლაგებული. ჩვენს შემთხვევაში,

თუ ქულებს დავაწყოთ ამ წესით (უმცირესიდან უდიდესისკენ), გამოვა რიგი: 51,61, 67,69, 72, 75, 75,75, 77, 79, 79, 83, 84, 87,91

როგორც უმცირესიდან უდიდესი მაჩვენებლისკენ, ისე პირიქით გადათვლით, აღმოჩნდება რომ მე-8 რიცხვი (მედიანა) არის 75. თუ რიგში სიდიდეთა ლუწი რაოდენობაა, მედიანა გამოითვლება როგორც შუა ორი სიდიდის საშუალო.

**მოდა** – რიგში ყველაზე ხშირად განმეორებული სიდიდეა. ჩვენს შემთხვევაში ის არის 75 (სამჯერ მეორდება).

სიდიდეების **ნორმალური (სიმეტრიული)** განაწილების შემთხვევაში მოდა და მედიანა ერთმანეთს ემთხვევა. თუმცა ეს ყოველთვის ასე არ არის. მაგალითად, სტუდენტი მოდის ლექციაზე ყოველ დღე 9 საათზე. თუმცა ხანდახან აგვიანებს.

ერთი სამუშაო კვირის განმავლობაში სიდიდეები შესაძლებელია ასეთი იყოს:

| ორშაბათი | სამშაბათი | ოთხშაბათი | ხუთშაბათი | პარასკევი | შაბათი |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| 9.00     | 9.03      | 9.05      | 9.15      | 9.00      | 9.02   |

სიდიდეთა რიგი ასეთი იქნება:

9.00, 9.00, 9.02, 9.03, 9.05, 9.15

ამ შემთხვევაში მედიანა გამოითვლება როგორც შუა ორი სიდიდის 9.05 და 9.15 – ის საშუალო. მოდა (9.00) არ დაემთხვევა მედიანას (9.1). ამგვარად განაწილება **ასიმეტრიულია, ის გადანაცვლებულია** მარცხნივ.

სიდიდეების ასიმეტრიული განაწილების ინტერპრეტაცია ხანდახან საფრთხილოა. მაგალითად, თუ ბანკი უმატებს ხელფასს თანამშრომლების უდიდეს ნაწილს, მაგრამ უმცირესს ხელფასს 2-3 ხელმძღვანელ პირს, ხელფასის მედიანა მოიმატებს, მაგრამ საშუალო მაჩვენებელი დაიკლებს. ვისაც მოუნდება რომ უჩვენოს ხელფასის მატება, ინდიკატორად მედიანას გამოიყენებს, ხოლო ვინც ხელფასის კლებას უჩივის – საშუალო მაჩვენებელს გამოიყენებს.

საშუალო მაჩვენებლის გამოყენებით შეგვიძლია ვიმსჯელოთ საკვლევი ცვლადის **ვარიაციის ზომის** შესახებ, ანუ რამდენად განსხვავდება მიღებული სიდიდეები საშუალოსგან. თუ ვარიაციის ზომა მცირეა, ამბობენ რომ საშუალო **რეპრეზენტატულია**, ანუ ის გვიხასიათებს საკვლევ ფენომენს.

მოვიყვანოთ მაგალითს. სახელმძღვანელოში სტუდენტს შევთავაზებთ დაედგინა, თუ რა სისწრაფით ამოიცნობს ცდის პირი ქალის და მამაკაცის სილუეტებს. დავუშვათ, რომ სტუდენტმა შეადგინა ცდის პირების ორი – 5 კაციანი ჯგუფი: ქალების და მამაკაცების (უნდოდა შეესწავლა სილუეტების დადგენის სისწრაფის კავშირი სქესთან). დავუშვათ ამოცნობისთვის ცდის პირებს მიაწოდეს სილუეტების რაღაც რაოდენობა, და ამ ორ ჯგუფში ყველა სილუეტის ამოცნობაზე დახარჯული დროის საშუალო ერთნაირია და უდრის 75-წამს. მაგრამ ქალების ჯგუფში სიდიდეები მერყეობს 73-77 წამის ფარგლებში, ხოლო მამაკაცების

ჯგუფში: 60 – 90 – წამის ფარგლებში. მაშინ ქალების ჯგუფის საშუალო უფრო რეპრეზენტატულია, მამაკაცების ჯგუფის კი ნაკლებად.

გავაკეთოთ გამოთვლები:

დავუშვათ თითოეული ცდის პირი ყოველი ჯგუფიდან ყველა სილუეტის ამოცნობაზე ხარჯავს შემდეგ დროს:

ქალები: 73, 74, 75, 76, 77 (საშუალო მაჩვენებელი – 75)

მამაკაცები: 60, 65, 75, 85, 90 (საშუალო – 75)

გამოვითვალთ ვარიაციის ზომა. ქალების ჯგუფში დროის მინიმალურ და მაქსიმალურ სიდიდეებს შორის სხვაობა არის 4 (73-77), მამაკაცებში კი – 30 (60-90). ამ ნიშნით გავიგებთ, რომ საშუალოსთან უფრო ახლოს არის ქალთა ჯგუფის მონაცემი.

მაგრამ უფრო ზუსტი გამოთვლისთვის გამოიყენება **დისპერსია (გაბნევა)**, რომელიც ითვლის ყველა მაჩვენებელს და არა მხოლოდ მინიმალურს და მაქსიმალურს.

დისპერსია გვიჩვენებს, რამდენად შორს (ახლოს) არის თითოეული სიდიდე საშუალო სიდიდისგან. დასაწყისში გამოითვლება თითოეული სიდიდის  $d$  გადახრა საშუალოსგან (ჩვეულებრივი არითმეტიკული გამოკლება). ქალების ჯგუფში ეს იქნება:

|   |       | $d$ | $d^2$ |
|---|-------|-----|-------|
| 1 | 77-75 | 2   | 4     |
| 2 | 76-75 | 1   | 1     |
| 3 | 75-75 | 0   | 0     |
| 4 | 74-75 | -1  | 1     |
| 5 | 73-75 | -2  | 4     |

$d^2$  -ის ჯამი უდრის 10-ს. დისპერსია იქნება  $10/5=2.0$  (5 – სიდიდეების საერთო რაოდენობაა), სტანდარტული გადახრა  $\sigma = \sqrt{2.0}=1.4$

შენიშვნა: ცხრილში ორი ციფრიდან პირველია კონკრეტული სიდიდე, მეორე – საშუალო მაჩვენებელი

**დავალება: გამოთვალეთ დისპერსია მამაკაცების ჯგუფში. იმსჯელეთ ჯგუფის საშუალო მაჩვენებლის რეპრეზენტატულობაზე ქალების ჯგუფთან შედარებით.**

მაგრამ მონაცემების ამ სახით ანალიზი არ არის საბოლოო.

როდესაც საკვლევ ჯგუფთან ვმუშაობთ (ჯგუფში იგულისხმება ადამიანთა ჯგუფი, ციფრების ჯგუფი, მაგ. ტემპერატურის აზომვები, სხვ.) ჩვენ საქმე გვაქვს ჯგუფის კომპონენტების შეზღუდულ რაოდენობასთან, რადგანაც იშვიათად ხერხდება ყველა შესაძლო კომპონენტის ჩართვა კვლევაში. მაგალითად ადამიანების მეხსიერების კვლევისას ვერ შევძლებთ ცდის ჩატარებას ყველა

ადამიანზე და ამიტომ ვირჩევთ რამდენიმე ჯგუფს. ჯგუფში ცდის პირების შერჩევა შემთხვევითია და ამან შესაძლებელია იმოქმედოს ცდის შედეგებზე და მათ ინტერპრეტაციაზე.

სხვადასხვა ჯგუფში მოსალოდნელია განსხვავებული საშუალო მაჩვენებლის მიღება. ამ საშუალო მაჩვენებლებისათვის ანგარიშობენ საშუალო მაჩვენებლის სტანდარტულ ცდომილებას  $sM$  რომელიც იანგარიშება ფორმულით:

$$\sigma_M = \sigma/\sqrt{N}$$

სადაც  $\sigma$  ჯგუფში სტანდარტული გადახრაა ხოლო  $N$  არის იმ შემთხვევათა რაოდენობა, რომლითაც იანგარიშება საშუალო მაჩვენებელი (მაგ. ჯგუფში ცდის პირების რაოდენობა).

ფორმულა ცხადყოფს, რომ რაც უფრო დიდია ჯგუფში ცდის პირების რაოდენობა, მით უფრო რეპრეზენტატულია საშუალო მაჩვენებელი. ამიტომაც არის ნებისმიერი სახის კვლევისათვის სასურველი დაკვირვება ცდის პირების, სიდიდეების დიდ ჯგუფზე.

ექსპერიმენტებში ხშირად გამოიყენება საცდელ და საკონტროლო ჯგუფზე დაკვირვება. საცდელ ჯგუფში იცვლება დამოუკიდებელი ცვლადები, საკონტროლოში კი ისინი სტაბილური რჩება. თუ საცდელი და საკონტროლო ჯგუფების საშუალო მაჩვენებელი განსხვავებულია, წამოიჭრება საკითხი: დამახასიათებელია თუ არა ჯგუფის ეს მაჩვენებელი ამ ჯგუფისთვის ზოგადად, ჭეშმარიტია განსხვავება ჯგუფებს შორის თუ შეცდომით წარმოიშვა?.

განვიხილოთ მაგალითი:

დავუშვათ ვსწავლობთ ვის უფრო ღონიერი ხელი აქვს: ცაციებს თუ მემარჯვენებს. შევამოწმეთ ხელის ძალა ორ სხვადასხვა ჯგუფში დინამომეტრით და მივიღეთ მონაცემი:

### პირველი ჯგუფი

| დინამომეტრის მაჩვენებელი კგ. მემარჯვენეები | დინამომეტრის მაჩვენებელი კგ. ცაციები |
|--|--------------------------------------|
| 40   | 40                                   |
| 45   | 45                                   |
| 50   | 50                                   |
| 55   | 55                                   |
| 100  | 60                                   |
| ჯამი 290                                   | ჯამი 250                             |
| საშუალო 58                                 | საშუალო 50                           |

## მეორე ჯგუფი

| დინამომეტრის მაჩვენებელი კგ.<br>მემარჯვენეები | დინამომეტრის მაჩვენებელი კგ.<br>ცაციები |
|---|---|
| 56  | 48                                      |
| 57  | 49                                      |
| 58  | 50                                      |
| 59  | 51                                      |
| 60  | 52                                      |
| ჯამი 290                                      | ჯამი 250                                |
| საშუალო 58                                    | საშუალო 50                              |

ორივე ჯგუფში ცაციების და მემარჯვენეების საშუალოებს შორის განსხვავება ერთნაირია – 8 კგ. და გვიჩვენებს, რომ ცაციების ხელის ძალა ნაკლებია მემარჯვენეებისაზე. მაგრამ მონაცემებიდან გამომდინარე, მეორე ჯგუფში ეს განსხვავება გაცილებით უფრო სანდოა, რადგან ცაციების შედარებით დაბალი შედეგი სისტემატურია, პირველ ჯგუფში კი საშუალო მაჩვენებელი მემარჯვენეების სასარგებლოდ გადაიხარა მხოლოდ ერთი ცდის პირის შედეგის ხარჯზე.

ამგვარად ცდაში მიღებული განსხვავების მნიშვნელოვანობა ვერ განისაზღვრება მხოლოდ ამ განსხვავების ზომით.

პრობლემის გადასაწყვეტად გამოითვლება საშუალოს სტანდარტული ცდომილება და იანგარიშება ორ საშუალოს შორის განსხვავების ცდომილება  $\sigma D_M$

მიღებული სიდიდე შეფასდება **კრიტიკული შეფარდებით**:  $D_M / \sigma D_M$

კრიტიკული შეფარდება არ უნდა იყოს 2-ზე ნაკლები იმისათვის რომ სხვაობა საშუალო მაჩვენებლებს შორის ჩაითვალოს მნიშვნელოვნად.

## კორელაციის კოეფიციენტი

ეს მეთოდი მნიშვნელოვანია იმ შემთხვევებში, როდესაც ცვლადების ურთიერთდამოკიდებულების შესწავლა წარმოებს ცდის პირების სხვადასხვა ჯგუფში. მაგალითად, თუ ვამოწმებთ ჰიპოთეზას, რომ დიაბეტის მქონე ადამიანები უფრო მგრძობიარე არიან კონკრეტული სტესოგენური ფაქტორის მიმართ, ვიდრე დიაბეტის არმქონენი, უნდა დავაკვირდეთ ცდის პირების ორ ჯგუფს: დიაბეტით დაავადებულებს და ამ მხრივ ჯანმრთელებს და შევადაროთ მათი რეაქცია სტრესოგენურ ფაქტორზე. რატომ არის ასეთი დაკვირვება რთული? ცხადია, გაცილებით დამაჯერებელი იქნებოდა სტრესზე რეაგირების შემოწმება ცდის პირების ერთ ჯგუფში, რომელიც ჯანმრთელია გარკვეულ პერიოდში და შემდეგში ავადდება დიაბეტით. ასეთ შემთხვევაში ერთსა და იმავე ჯგუფში გვექნებოდა 2 დამოუკიდებელი ცვლადი: დიაბეტის არარსებობა და დიაბეტი.

მაგრამ, გასაგებია, რომ ეს პრაქტიკულად შეუძლებელია. ამიტომ იძულებული ვართ შევადაროთ ცდის პირების ორი ჯგუფი და სწორედ ამ შემთხვევაში გვჭირდება კორელაციის გამოთვლა: უნდა გავიგოთ, რამდენად ემთხვევა (კორელირებს) სხვადასხვა ჯგუფში მიღებული მონაცემი ერთმანეთს, ანუ როგორ ემთხვევა სხვადასხვა ჯგუფში არსებული ცვლადები.

კორელაციის კოეფიციენტი აღინიშნება როგორც  $r$ . ის გვიჩვენებს, რამდენად ურთირთდამოკიდებულია ორი ცვლადი და მისი მნიშვნელობა იცვლება  $-1$  დან  $+1$  მდე. ამ რიგში  $0$  უჩვენებს რომ ცვლადებს შორის არ არის არანაირი კორელაცია,  $+1$  ნიშნავს ცვლადებს შორის სრულ დადებით კორელაციას, ხოლო  $-1$  ნიშნავს უარყოფით კორელაციას

$$\text{ფორმულა ასეთია: } r = \frac{\sum (dx)(dy)}{N \sigma_x \sigma_y}$$

სადაც წყვილი სიდიდეებიდან ერთერთია  $x$ , მეორე კი  $y$ ,  $N$  არის წყვილი სიდიდეების რაოდენობა,  $\sigma_x$  და  $\sigma_y$  არის გადახრა ამ სიდიდეების საშუალოდან.

მოვიყვანთ ფორმულის საშუალებით კორელაციის კოეფიციენტის გამოთვლის მაგალითს (საფუძვლად აღებულია: Аткинсон Р.Л. и др., 2000)

| ცდის პირი | შეფასება ეროვნულ გამოცდაში $x$ | შეფასება უნივერსიტეტში სწავლის პირველი სემესტრის ბოლოს $y$ | $dx$ | $dy$ | $(dx) \cdot (dy)$ |
|-----------|--------------------------------|--|------|------|-------------------|
| 1         | 71                             | 39   | 6    | 9    | +54               |
| 2         | 67                             | 27   | 2    | -3   | -6                |
| 3         | 65                             | 33   | 0    | 3    | 0                 |
| 4         | 63                             | 30   | -2   | 0    | 0                 |
| 5         | 59                             | 2  | -6   | -9   | +54               |
| ჯამი      | 325                            | 150  | 0    | 0    | +102              |
| საშუალო   | 65                             | 30   |      |      |                   |

$$\sigma_{x=4} \sigma_{y=6}$$

$$r = +102 / 5 \times 4 \times 6 = +0.85$$

მიღებული სიდიდის მიხედვით მონაცემების ინტერპრეტაცია ჩვეულებრივ ასე ხდება:

კორელაციის კოეფიციენტი  $0.60$  და მეტი ითვლება ცვლადებს შორის მნიშვნელოვანი კორელაციის არსებობის მაჩვენებლად. კოეფიციენტი  $0.20 - 0.59$  – გარკვეული კორელაცია არსებობს, მაგრამ არ არის მყარი.  $0 - 0.19$  – კორელაცია საეჭვოა და მეტად ფრთხილად უნდა მოვეკიდოთ მის საფუძველზე რაიმე დასკვნის გაკეთებას.

## ფსიქოლოგიური ტესტები

ფსიქოლოგიურ ტესტებს, მათი ექსპერიმენტში გამოყენებამდე, ამოწმებენ ხოლმე ცდის პირების დიდ რაოდენობაზე. მოწმდება სწორად ესმის თუ არა ცდის პირს რას ეკითხებიან, რას ავალეს მას კითხვარი (ინსტრუქცია), როგორია მოცემულ პოპულაციაში, სქესის, ასაკის მიხედვით კითხვარში მიღებული ქულების ნორმა. სხვა სიტყვებით, ხდება ტესტების მორგება ადგილობრივ პოპულაციაზე, სადაც უნდა ჩატარდეს კვლევა.

ეს უკანასკნელი განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იმ კითხვარების გამოყენების დროს, რომლებიც სადიაგნოსტიკო ხასიათისაა. ჩვენ ადრე ვახსენეთ ბოსტონის სახელდების ტესტი, რომელსაც ასევე დადგენილი აქვს ნორმა ჯანმრთელი ადამიანებისათვის მათი ასაკის მიხედვით. ფსიქოლოგიური კითხვარების თითქმის სრული ჩამონათვალი და დადგენილი ნორმები იხ: E. Strauss, E. M. S. et al., 2006. უნდა აღინიშნოს, რომ ზოგიერთ ტესტს, მათ შორის ბოსტონის სახელდების ტესტსაც, სხვადასხვა ავტორის თანახმად, განსხვავებული ნორმა ახასიათებს. განსხვავება არ არის სერიოზული, მაგრამ მხედველობაში მისაღებაა. კიდევ უფრო საყურადღებოა კულტურული სხვაობები ტესტების სტანდარტულ ნორმებს შორის. მაგალითად მოვიყვანოთ ბასის და პერის აგრესიის საზომ კითხვარს (Buss, A. H., and Perry, M., 1992). ის შედგება 4 სკალისაგან, რომლებიც ზომავს შესაბამისად ფიზიკურ, ვერბალურ აგრესიას, სიბრაზეს და ეჭვიანობას. საზომად აღებულია ქულები, რომლებსაც ცდის პირები ანიჭებენ კითხვარის სკალებში მოცემულ დებულებებს. ბასის და პერის მიხედვით საშუალო სტანდარტული მაჩვენებელი ჯანმრთელ პოპულაციაში არის შესაბამისად 24.3, 15.2, 17.0, 21.3 მამაკაცებისთვის და 17.9, 13.5, 16.7, 20.2 ქალებისათვის. ბას-პერის კითხვარი შემოწმდა ქართველ პოპულაციაზე და აღმოჩნდა, რომ ახალგაზრდა ქალებისათვის საშუალო სტანდარტული მაჩვენებელია 19.2, 15.4, 17.6, 19.6 (Makashvili M., et al., 2014). გამოვლინდა სხვაობა ბას-პერისეულ (დასავლურ) და ქართველი მკვლევარების მიერ დადგენილ ფიზიკური აგრესიის, სიბრაზის და ეჭვიანობის სტანდარტებს შორის. ამგვარად, თუ კვლევა ჩატარდებოდა ბას-პერის კითხვარის ადგილობრივ პოპულაციაში შემოწმების გარეშე, ის აუცილებლად არასანდო შედეგს მოიტანდა.

ფსიქოლოგიური ტესტების შესრულებაში კიდევ ერთი კულტურული სხვაობა გამოვლინდა სახის ექსპრესიის ამოცნობასთან დაკავშირებით. საქმე ეხება სახის გამომეტყველების ამოცნობისათვის შექმნილ, სხვადასხვა ემოციის გამომხატავი სახეების სტანდარტულ ფოტოებს, რომლებიც სპეციალურად კეთდება ემოციის კვლევებში გამოსაყენებლად. არსებობს ამგვარი სტანდარტების ბევრი ვარიანტი (Karolinska Directed Emotional Faces database – KDEF, Umeå University Database of Facial Expressions, Ekman 60 Faces Test), მაგრამ ყველა მათგანი დადგენილია დასავლური კულტურის წარმომადგენლებზე ჩატარებულ კვებებში. როდესაც

KDEF შემოწმდა ქართველ პოპულაციაზე (Makashvili M. et al., 2015), აღმოჩნდა, რომ KDEF-ის სახის ნეიტრალური გამომეტყველების სწორად ამოცნობა მოახერხა ცდის პირების ნახევარზე ნაკლებმა, მაშინ როდესაც დასავლურ პოპულაციაში სწორი ამოცნობის პროცენტია 95% (Goeleven E. et al. 2008). ამგვარად, KDEF-ის გამოყენება ქართველ პოპულაციაში სახის ემოციის ამოცნობის შესასწავლად, მისი ადგილობრივ პოპულაციასთან ადაპტირების გარეშე, არ მოგვცემს სანდო ექსპერიმენტულ მონაცემს. აქ ისიც არის მნიშვნელოვანი, რომ ხშირად მკვლევარები არ აქცევენ ტესტის ადაპტირებას ყურადღებას, განსაკუთრებით მაშინ, თუ ტესტი არ შეიცავს სიტყვიერ მასალას. სახის ემოციური გამომეტყველების სტანდარტული ფოტოები გამოიყენება ზოგიერთი ფსიქიატრიული დაავადების, მაგალითად შიზოფრენიის და აუტისტური სპექტრის დარღვევების კლინიკური შეფასებისათვის (Kohler, CG. et al. 2003., Harms, M. A., et al., 2010). ძნელი წარმოსადგენი არ არის, კლინიკურ კვლევაში რა შეცდომა შეიძლება გამოიწვიოს ამ ტესტების გამოყენებამ ქართველ პოპულაციაში ადაპტირების გარეშე.

სახელმძღვანელოში მოყვანილია ფაქტები, როგორი ცვლილებები ვითარდება ადამიანის აზროვნებაში მისი ენდოკრინული სისტემის ზეგავლენით. მაგალითად, როგორ იცვლება მამაკაცის მიერ ქალის აღქმა ქალის ცხოვრებაში ოვულაციასთან და თანამდევ პროცესებთან დაკავშირებული კრიტიკული პერიოდების ზეგავლენით, ან როგორ იცვლება თავად ქალის დამოკიდებულებები ამ პერიოდებში. სასურველია, რომ ფსიქოლოგიური ტესტირების ჩატარების დროს გათვალისწინებულ იქნას ეს და კიდევ სხვა, კოგნიტურ პროცესებზე მოქმედი მრავალი ფაქტორი, რომელთა შესახებ სახელმძღვანელოში გქონდა საუბარი. ვისაც ჩაუტარებია მეტ-ნაკლებად მაშტაბური ფსიქოლოგიური კვლევა იტყვის, რომ ძნელი იქნება ამ ფიზიოლოგიური ცვლადების შემოტანა კვლევაში. ეს მართლაც ასეა. მაგრამ სასურველია ცდის პირების კონტინგენტი ამ მხრივაც შეძლებისდაგვარად ჰომოგენური იყოს.

**დავალება: სტუდენტს ვთავაზობთ ჩაატაროს კვლევა: შეკრიბოს მდებარეობითი სქესის ახალგაზრდა ცდის პირები, გამოკითხოს ისინი 28-დღიანი ციკლის შესახებ, გამოიანგარიშოს ოვულაციის შესაძლო თარიღი (2-3 დღის ცდომილება დასაშვებია) და ჩაუტაროს მათ რომელიმე კოგნიტური ფუნქციის, ყურადღების, ან ემოციური მდგომარეობის ფსიქოლოგიური ტესტირება და შეადაროს ეს მონაცემები ცდის პირების მეორე ჯგუფის მონაცემებს, რომლებსაც იგივე ტესტირება ჩაუტარდება მენსტრუალური 28-დღიანი ციკლის სხვა პერიოდში. მონაცემების დამუშავებისას გამოთვალეთ კორელაციის კოეფიციენტი.**

სტუდენტს შეუძლია გამოიყენოს ქვემოთ მოყვანილი, ქართველ პოპულაციაზე ადაპტირებული ტესტები. მათი გამოყენების და კვლევის შედეგების გა-

მოქვეყნების ან აუდიტორიაში წარმოდგენის შემთხვევაში, გთხოვთ მიუთითოთ ავტორები – Makashvili M. et al., 2014.

ბასის და პერის აგრესიის საზომი კითხვარი (Buss, A. H., Perry, M. P., 1992).

გთხოვთ ყურადღებით წაიკითხოთ ქვემოთ მოყვანილი მტკიცებები. თითოეული მათგანი შეაფასეთ ქულებით **1-დან 5-მდე**. მტკიცებას ქულა მიანიჭეთ იმის მიხედვით, თუ რამდენად ახასიათებს ეს მტკიცება თქვენს პირად მდგომარეობას. ქულების მინიჭების პრინციპი ასეთია:

**1 ქულა –** საერთოდ არ მახასიათებს, **2 –** ძალიან იშვიათად მახასიათებს, **3 –** ასეთი რამ პერიოდულად მახასიათებს ხოლმე, **4–** ეს ჩემთვის ხშირად დამახასიათებელია, **5 –** ზუსტად ასეთი ვარ.

თითოეული მტკიცების შეფასებისთვის, მონიშნეთ ამ მტკიცების გასწვრივ შესაბამისი უჯრა.

| მტკიცებები |  | ქულები |   |   |   |   |
|------------|--|--------|---|---|---|---|
|            |  | 1      | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1          | ხდება, რომ ვერ ვუმკლავდები სურვილს სხვებს რაიმე დაეუშავო               |        |   |   |   |   |
| 2          | წყობიდან თუ გამომიყვანეს, შემძლია დავარტყა                             |        |   |   |   |   |
| 3          | ვინმე თუ დამარტყამს, დარტყმითვე ვუპასუხებ                              |        |   |   |   |   |
| 4          | სხვებზე ოდნავ უფრო ხშირად ვჩხუბობ                                      |        |   |   |   |   |
| 5          | თუ ჩემი უფლებების დასაცავად საჭირო იქნება, მე ძალასაც გამოვიყენებ      |        |   |   |   |   |
| 6          | არიან ადამიანები, რომლებმაც მაიძულეს რომ მათთან მუშტი-კრივი გამემართა  |        |   |   |   |   |
| 7          | ვერ წარმომიდგენია რას შეუძლია მიბიძგოს რომ ადამიანს დავარტყა           |        |   |   |   |   |
| 8          | დავმუქრებივარ ნაცნობებს  |        |   |   |   |   |
| 9          | ყოფილა შემთხვევა, რომ ძალიან გავბრაზებულვარ და დამიმტვრევია ნივთები    |        |   |   |   |   |
| 10         | მეგობრებს ღიად ვეუბნები, როდესაც რაიმეში არ ვეთანხმები                 |        |   |   |   |   |
| 11         | ადამიანებს ხშირად არ ვეთანხმები ხოლმე                                  |        |   |   |   |   |
| 12         | თუ ვინმემ მაწყენინა, შემძლია პირდაპირ ვუთხრა რასაც ვფიქრობ მის შესახებ |        |   |   |   |   |
| 13         | როდესაც ვინმე რაიმეში არ მეთანხმება, თავს ვერ ვიკავებ კამათისაგან      |        |   |   |   |   |

|    |   |  |  |  |  |  |
|----|---|--|--|--|--|--|
| 14 | ჩემი მეგობრები ამბობენ, რომ კამათის მოყვარული ვარ   |  |  |  |  |  |
| 15 | ადვილად ვლიზიანდები მაგრამ ადვილადვე ვმშვიდდები   |  |  |  |  |  |
| 16 | როდესაც წყობიდან გამოვდივარ, თავს არ ვიკავებ რომ გამოვხატო ჩემი გაღიზიანება                     |  |  |  |  |  |
| 17 | ხანდახან ისეთი შეგრძნება მაქვს, თითქოს დენტიანი კასრი ვარ, რომელიც წუთი-წუთზე აფეთქდება.        |  |  |  |  |  |
| 18 | გაწონასწორებული ადამიანი ვარ  |  |  |  |  |  |
| 19 | ზოგიერთი ჩემი მეგობარი ფიქრობს რომ მე ფიცხი ვარ   |  |  |  |  |  |
| 20 | ხანდახან უმიზეზოდ ვლიზიანდები   |  |  |  |  |  |
| 21 | მიჭირს ჩემი ხასიათის კონტროლი   |  |  |  |  |  |
| 22 | ხანდახან ძალიან ეჭვიანი ვარ   |  |  |  |  |  |
| 23 | ხანდახან მგონია, რომ ცხოვრება უსამართლოდ მექცევა  |  |  |  |  |  |
| 24 | სხვები ყველაფერს ადვილად აღწევენ  |  |  |  |  |  |
| 25 | მაინტერესებს ხანდახან რატომ განვიცდი ასე ყველაფერს  |  |  |  |  |  |
| 26 | ვიცი, რომ „ვითომ მეგობრები“ ზურგსუკან მჭორავენ  |  |  |  |  |  |
| 27 | ეჭვით ვუყურებ მეგობრულად განწყობილ უცხო ადამიანებს  |  |  |  |  |  |
| 28 | ხანდახან ვგრძნობ, რომ ადამიანები დამცინიან ზურგსუკან  |  |  |  |  |  |
| 29 | როდესაც ადამიანები განსაკუთრებით კეთილგანწყობილი არიან, ვფიქრობ ხოლმე რა უნდათ მათ სინამდვილეში |  |  |  |  |  |

ქულების დათვლის წესი.  
კითხვარს აქვს 4 ქვესკალა

| სკალა    | ფიზიკური აგრესია | ვერბალური აგრესია | სიბრაზე | ეჭვიანობა |
|----------|------------------|-------------------|---------|-----------|
| კითხვები | 1-9              | 10-14             | 15-21   | 22-29     |

ქულების ინტერპრეტაცია: მტკიცებებისათვის მინიჭებული ქულები გროვდება და იანგარიშება ჯამი თითოეული სკალისთვის. ქულების დათვლა ჩვეულებრივია, გამონაკლისია მხოლოდ კითხვები 7, 15 და 18, სადაც ქულები ითვლება პირიქით: ცდის პირის მიერ დაწერილი 5 ქულა ითვლება როგორც 1, 1– როგორც ხუთი, 3 როგორც 3, 2-4, 4-2.

ქართველ პოპულაციაზე ადაპტირების პროცესში მიღებული შედეგები:

| სკალა | საშუალო | სტანდარტული გადახრა |
|-------|---------|---------------------|
| 1     | 19.1528 | 5.93451             |
| 2     | 15.4074 | 4.12601             |
| 3     | 17.5880 | 5.74915             |
| 4     | 19.5694 | 6.28137             |

ქართველ პოპულაციაზე ადაპტირებულია ფეისბუქში ადამიანის შესვლის მოტივების საკვლევი კითხვარიც (Makashvili M. et al., 2013). შედეგების დათვლა ხდება თითოეული მტკიცებისთვის მინიჭებული ქულების მიხედვით.

|   |  |        |   |   |   |   |
|---|--|--------|---|---|---|---|
| <p>კითხვარში მოცემულია მტკიცებები. გთხოვთ ყურადღებით წაიკითხოთ ისინი და შეაფასოთ ქულებით 0-დან 4-მდე. ქულის მინიჭების პრინციპი ასეთია:</p> <p>0 – არასოდეს<br/>         1– იშვიათად<br/>         2– პერიოდულად<br/>         3 – ხშირად<br/>         4 – ყოველთვის</p> <p>მონიშნეთ ყოველი მტკიცებისათვის შერჩეული ქულის შესაბამისი უჯრა.</p> |  |        |   |   |   |   |
| მტკიცებები  |  | ქულები |   |   |   |   |
| ფეისბუქში შევდივარ რადგან ჩემთვის მნიშვნელოვანია:   |  | 0      | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1   | ნაცნობებთან კონტაქტის შენარჩუნება      |        |   |   |   |   |
| 2   | სხვისი განახლებული სტატუსების წაკითხვა |        |   |   |   |   |
| 3   | სხვების მიერ ატვირთული სურათების ნახვა |        |   |   |   |   |
| 4   | გავიგო რას აკეთებენ ძველი მეგობრები    |        |   |   |   |   |

|    |   |  |  |  |  |  |
|----|---|--|--|--|--|--|
| 5  | გავიყვანო დრო   |  |  |  |  |  |
| 6  | დავათვალეირო მეგობრების პროფილი   |  |  |  |  |  |
| 7  | განვაახლო ჩემი სტატუსი  |  |  |  |  |  |
| 8  | გავიცნო ახალი ადამიანები  |  |  |  |  |  |
| 9  | ავტვირთო ფოტოსურათები   |  |  |  |  |  |
| 10 | გავერიდო შესასრულებელ მოვალეობებს   |  |  |  |  |  |
| 11 | ვნახო უცნობი ადამიანების პროფილი  |  |  |  |  |  |
| 12 | დავუკავშირდე ჩემი მეგობრების მეგობრებს                                    |  |  |  |  |  |
| 13 | მოვნიშნო სურათებზე ადამიანები   |  |  |  |  |  |
| 14 | გამოვუცხადო ადამიანებს მხარდაჭერა   |  |  |  |  |  |
| 15 | შევინარჩუნო ქსელში ჩართულობა (დიდ ხანს თუ არ შევალ, შეიძლება „ამომავდოს“) |  |  |  |  |  |
| 16 | დავანახო სხვებს, რომ ისინი ჩემთვის უმნიშვნელო არ არიან                    |  |  |  |  |  |
| 17 | გავერიდო ყოველდღიურ დაძაბულობას   |  |  |  |  |  |

# დამატება

განმარტებები მოცემულია არა ანბანური, არამედ შინაარსობრივი თანმიმდევრობით

## სიცოცხლის კრიტერიუმები

- *მეტაბოლიზმი* – ორგანიზმში მიმდინარე ქიმიური გარდაქმნები, რომელთა მეშვეობით ცოცხალი არსებები ითვისებენ გარემოდან და თავად წარმოქმნიან ენერგიას და ორგანულ ნივთიერებებს

- *კვება* – მეტაბოლიზმისათვის საჭირო ნივთიერებების მიღება გარემოდან.

- *გამრავლება* – ცოცხალი არსებები მრავლდებიან, წარმოშობენ თავის მსგავსს და ამგვარად ხელს უწყობენ სახეობის არსებობას დროთა განმავლობაში

- *გალიზიანებადობა* – ცოცხალი არსების უნარი აღიქვას გარემო და გასცეს მას სათანადო პასუხი

- *ცვლილების და გარემოსთან შეგუების უნარი* – ცოცხალი არსებები თვისობრივად იცვლებიან – მათი ნიშანთვისებები განიცდის ცვლილებას, რაც იძლევა ცვალებად გარემოსთან შეგუების შანსს. ყველა ცოცხალი არსება იცვლება რათა შეეგუოს გარემოს – მასზე მოქმედ არაცოცხალ ფაქტორებს, მაგალითად კლიმატს და იმ ცოცხალ არსებებს, რომლებთანაც უწევს ურთიერთობა, ამავდროულად ზემოქმედებას ახდენს გარემოზე და ცვლის მას საკუთარი მოთხოვნის შესაბამისად

- *მოდრაობა* – ცოცხალი არსებები გადაადგილდებიან გარემოში, ამოდრავებენ სხეულს ან მის ნაწილებს

- *ზრდა* – ზომაში მატება, რომელიც დაკავშირებულია ორგანიზმში, ცალკეულ ორგანოებში უჯრედების რაოდენობის მატებასთან

- *სიკვდილი* – სიკვდილი, როგორც ცოცხალის მახასიათებელი, იშვიათად გვხვდება ბიოლოგიურ სახელმძღვანელოებში, მაგრამ რადგან კვდება მხოლოდ ის, რაც არსებობს, და თუ ცოცხალ არსებაზე ვსაუბრობთ – კვდება ის, რაც ცოცხლობს, ამიტომ შესაძლებელია სიკვდილის სიცოცხლის კრიტერიუმებში მოხსენიება

- *ღია სისტემა* – სიცოცხლე გარემოსთან ორმხრივ კონტაქტში მიმდინარეობს. ცოცხალი არსება იღებს გარემოდან ენერგიას, გამოყოფს გარემოში ენერგიას და მეტაბოლიზმის ნარჩენს.

**სამეფო:** ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაციის ერთეულია, დაჯგუფება, რომელშიც გაერთიანებულია აგებულებით და ფუნქციით მსგავსი ორგანიზმები. სწორი იქნება თუ ვიტყვით, ერთმანეთის უფრო მეტად მსგავსი, რადგან

ყველა ცოცხალი არსება გარკვეულწილად გავს ერთმანეთს როგორც აგებულებით, ასევე ფუნქციით (ზემოთ ჩამოთვლილი კრიტერიუმები საერთოა ყველა ცოცხალი არსებისათვის, ამდენად გასაკვირი არ არის, რომ მათ შორის იყოს ფუნციური და სტრუქტურული მსგავსება)

ცოცხალი ორგანიზმების ხუთსამეფოიანი კლასიფიკაციის თანახმად არსებობს **პროტისტების, მონერების, სოკოების, მცენარეების და ცხოველების** სამეფო.

**ცხოველი:** ცხოველს ეკუთვნის **მრავალუჯრედიანი** ორგანიზმი, რომელიც **ჰეტეროტროფია** (ენერჯის მისაღებად სჭირდება გარემოდან ორგანული წარმოშობის, „ცოცხალი“ საკვების მიღება (შეადარეთ **ავტოტროფებს**, მაგ. მცენარეებს, რომლებსაც შეუძლიათ ენერჯის მიღება არაორგანული, „არა ცოცხალი“ წყაროდან – მაგ. მზიდან), მრავლდება **სქესობრივად** (სასქესო უჯრედების – კვერცხუჯრედის და სპერმატოზოიდის მონაწილეობით). არსებობს კიდევ ცხოველისთვის დამახასიათებელი რამდენიმე კრიტერიუმი, მაგალითად უჯრედში ცხოველური ცილის – **კოლაგენის** და ე.წ. **HOX** გენების არსებობა (დეტალებისთვის იხ: S. Nowitski, 2010, გვ.697-698).

**ხერხემლიანები/უხერხემლოები:** ხერხემლიანებად და უხერხემლოებად ცხოველთა დაჯგუფების კრიტერიუმია ხერხემლის (შინაგანი ძვლოვანი ჩონჩხის) არსებობა ან არ არსებობა, მაგალითად ძუძუმწოვრებს, ფრინველებს და ა.შ. აქვთ შინაგანი ძვლოვანი ჩონჩხი, ხოლო რბილტანიანებს (ლოკოკინა და სხვ.), მწერებს არ აქვთ.

**კლასი:** ცოცხალი ორგანიზმების კლასიფიკაციის ერთეულია, უფრო მცირე, ვიდრე სამეფო. სამეფოსთან შედარებით, კლასებში გაერთიანება უკვე მრავალი, მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და გენეტიკური ნიშნით მსგავსებას გულისხმობს. მაგალითად, ძუძუმწოვრები, ფრინველები, ქვეწარმავლები, ამფიბიები, თევზები – ხერხემლიან ცხოველთა კლასებია. ძუძუმწოვრების კლასი გამოირჩევა თმოვანი საფარველის, საოფლე და სარძევე ჯირკვლების არსებობით, ნაშიერის ძუძუთი კვებით და კიდევ მრავალი სხვა ნიშნით. კლასები თავის მხრივ იყოფა კიდევ უფრო მცირე ჯგუფებად. რაც მცირეა კლასიფიკაციური დაჯგუფება, მით მეტია მსგავსება იქ შემავალ ცხოველებს შორის.

**სახეობა:** უმცირესი კლასიფიკაციური ერთეულია რომელშიც ძირითადი მორფოლოგიური, ფიზიოლოგიური და გენეტიკური ნიშნებით ერთმანეთის ზედმიწევნით მსგავსი ორგანიზმებია გაერთიანებული. მაგალითად სახეობა **მთის გორილა** აერთიანებს გორილებს შორის მხოლოდ იმ ცხოველებს, რომლებიც ერთმანეთს უფრო გვანან მორფოლოგიურად, ვიდრე სხვა, მაგალითად **დაბ-**

**ლობის გორილებს** და ქცევა და გენეტიკური აპარატიც (გენური შედგენილობა) გარკვეულწილად თავისებური აქვთ. სახეობა **გონიერი ადამიანი** მოიცავს მხოლოდ ადამიანებს და ასე შემდეგ. კლასიფიკაციურ ერთეულებს სამეცნიერო ლიტერატურაში მოიხსენებენ ხოლმე ლათინური სახელწოდებით. სახელმძღვანელოში სტუდენტს შეხვდება სახეობების ლათინური სახელწოდებები.

**პოპულაცია:** სახეობის წარმომადგენლები არ ცხოვრობენ ყველა ერთად. ისინი განსახლებული არიან გარკვეულ ტერიტორიაზე და ქმნიან პოპულაციებს. პოპულაცია მოიცავს სახეობის წარმომადგენლების გარკვეულ რაოდენობას, რომელიც ერთად ცხოვრობს, იკავებს სახეობის გავრცელების ტერიტორიის რაღაც მონაკვეთს, ძირითადად ერთმანეთთან აქვთ ურთიერთობა, ერთმანეთში მრავლდებიან და შესაძლებელია მცირედ განსხვავდებოდნენ ამავე სახეობის სხვა პოპულაციისგან გენეტიკურად, ქცევით და მორფოლოგიურადაც.

**უჯრედი:** ცოცხალი ორგანიზმების (ვირუსების გამოკლებით) აგებულების ერთეულია. ცოცხალი არსებები უჯრედული აგებულებისა – ისინი უჯრედებისაგან შედგება. ორგანიზმში შემავალი უჯრედების რაოდენობის მიხედვით განირჩევა **ერთ – და მრავალუჯრედიანი ორგანიზმები**. უჯრედის შემადგენელი სამი ძირითადი ნაწილია: **ბირთვი**, უჯრედის გარსი – **პლაზმური მემბრანა** და **ციტოპლაზმა** – უელსებური ნივთიერება, რომელიც ავსებს მთელს უჯრედს. ბირთვი ყველა ცოცხალი არსების უჯრედს არ აქვს, მაგ. ბაქტერიებს. ცხოველთა სამეფოს წარმომადგენლების უჯრედები ბირთვიანია. უჯრედში მიმდინარე მეტაბოლიზმის პროცესებში ჩართულია უჯრედის **ორგანელები**: მიტოქონდრიები, ენდოპლაზმური ბადე, გოლჯის აპარატი, რიბოსომები და სხვ. თითოეულ ორგანელს გარკვეული ფუნქცია აკისრია. ცხოველურ უჯრედში მეტაბოლიზმის წარმართვაში ძირითადი როლი აკისრია **მიტოქონდრიებს** და **რიბოსომებს**. მიტოქონდრიაში, მეტაბოლიზმის პროცესში, იქმნება უჯრედის სასიცოცხლო ენერგია **ატფ-ს** (ადენოზინ ტრიფოსფორმუჟავას) სახით, ხოლო რიბოსომები წარმოქმნიან უჯრედის სიცოცხლისათვის უმნიშვნელოვანეს ნივთიერებებს – **ცილებს**.

ცილები მონაწილეობენ უჯრედის ყველა სასიცოცხლო ფუნქციაში. მაგალითად, მეტაბოლიზმი ხორციელდება სპეციალური ცილის მოლეკულების – **ენზიმების** მონაწილეობით. ცილებისგან არის წარმოქმნილი მესინჯერების დიდი ნაწილი, უჯრედების რეცეპტორები, ცილები მონაწილეობენ უჯრედის გამრავლებაში და ზოგადად, საფუძველს უყრიან ორგანიზმის ყველა ძირითადი ნიშანთვისების ჩამოყალიბებას.

იმისათვის, რომ ცილამ ფუნქცია შეასრულოს, რიბოსომებიდან ის გადადის **გოლჯის აპარტში**, სადაც ცილის მოლეკულა საბოლოო სახეს – სათანადო სტრუქტურას იძენს.

ბირთვში, **ქრომოსომებში**, დაცულია **დნმ** (დეზოქსირიბონუკლეინის მჟავა). დნმ დიდი ზომის მოლეკულაა. მისი მონაკვეთები – **გენები** განაპირობებენ თურა ცილები წარმოიქმნება ორგანიზმში და მაშასადამე, რა ნიშან-თვისებების მატარებელი იქნება ორგანიზმი. დნმ, და შესაბამისად, გენები შთამომავლობით გადაეცემა და ამგვარად, შვილები მშობლებისგან იღებენ განსაზღვრული სახის ცილების წარმოქმნის უნარს და მაშასადამე, განსაზღვრულ ნიშან-თვისებებს. ადამიანს აქვს 46 ქრომოსომა და დნმ-ს 46 მოლეკულა

**მუტაცია:** გენების სტრუქტურული ცვლილებაა. იწვევს გენის მიერ განპირობებული ცილის და შესაბამისად ნიშან-თვისების ცვლილებასაც. ახლებური ნიშან-თვისება შესაძლებელია უფრო სასარგებლო იყოს გარემოსთან შესაგუებლად ან, პირიქით საზიანო აღმოჩნდეს. მუტაციაა აგრეთვე, უჯრედში ქრომოსომების სტრუქტურული და რაოდენობრივი ცვლილება.

**ქსოვილი:** მრავალუჯრედიანებში უჯრედები ქმნიან ქსოვილს. უჯრედებს შორის არის გარკვეული სივრცე, რომელიც თხიერი ნივთიერებით – **უჯრედ-შორისი (უჯრედგარე) სითხითა** შევსებული. ქსოვილი, თავის მხრივ, ქმნის ორგანოებს.

**ორგანოები:** ქსოვილისგან არის აგებული, მაგალითად ნერვული ქსოვილისგან აგებულია **თავის ტვინი, ზურგის ტვინი და ნერვები**.

**ორგანოთა სისტემა:** მსგავსი ფუნქციის შემსრულებელი ორგანოები ერთიანდება **ორგანოთა სისტემაში**. მაგალითად, თავის და ზურგის ტვინი და ნერვები ქმნის **ნერვულ სისტემას**. ხერხემლიანი ცხოველების, მათ შორის ადამიანის ორგანიზმს ქმნის 11 ორგანოთა სისტემა: **მფარავი (კანი), ძვლოვანი, კუნთოვანი, გულ-სისხლძარღვთა და ლიმფური, საჭმლისმომწელებელი, შარდგამომყოფი, სუნთქვის, გამრავლების, ნერვული, ენდოკრინული**. ზოგიერთი თანამედროვე ლიტერატურის (მაგალითად, CL. Stanfield, 2012), მიხედვით, შეგრძნების (და არა „გრძნობის“) ორგანოები არ შედის ორგანოთა სისტემების ჩამონათვალში. მიზეზი ის არის, რომ ორგანოთა სისტემას ქმნის ერთმანეთთან მჭიდრო ანატომიურ კავშირში მყოფი ორგანოები, ხოლო შეგრძნების ორგანოები არ არის ერთმანეთთან უშუალო ანატომიურ კავშირში. ამიტომ ისინი სისტემად არ განიხილება. ორგანოთა სისტემები ერთმანეთთან მჭიდრო ანატომიურ-ფუნქციურ კავშირში მყოფი ორგანოებისგან შედგება. თუმცა არსებობს ორგანოები, რომლებიც განიხილება არა ერთი, არამედ ორი ან მეტი ორგანოთა სისტემის შედგენილობაში. მაგალითად პანკრეასი, გამოყოფს ჰორმონებს და ამდენად შედის ენდოკრინული სისტემის შედგენილობაში, მაგრამ პანკრეასიდან გამოიყოფა საჭმლის მომწელებელი წვენებიც და ამიტომ პანკრეასი საჭმლის მომწელებელი სისტემის ნაწილადაც განიხილება.

**გარემოსთან კონტაქტი:** ცოცხალი არსებები იმყოფებიან გარემოსთან (მათ საცხოვრებელ გარემოსთან) განუწყვეტელ კონტაქტში. უჯრედის დონეზე გარემოსთან კონტაქტი გამოიხატება სიცოცხლისათვის აუცილებელი ნივთიერებების მიღებაში და გარემოში მეტაბოლიზმის ნარჩენის, და აგრეთვე, ორგანიზმისთვის საჭირო სხვადასხვა სახის ნივთიერებების გამოყოფაში. მაგალითად, ენდოკრინული ჯირკვლები გამოყოფენ ჰორმონებს, ნეირონები ნეიროტრანსმიტერებს, საჭმლის მომნელებელი სისტემის ზოგიერთი უჯრედი – საჭმლისმომნელებელ წვენებს.

ცხოველებში (უმრავლესობაში) უჯრედები საარსებო გარემოსთან კონტაქტს ამყარებენ სისხლის საშუალებით, ხოლო სისხლს საარსებო გარემოსთან აკავშირებს ორგანოთა სისტემები. მაგალითად, უჯრედის სიცოცხლისთვის აუცილებელ ნივთიერებებს საკვების სახით ვიღებთ. საკვები გარემოდან ხვდება საჭმლისმომნელებელ სისტემაში, დამუშავდება სათანადოდ და შეიწოვება სისხლში. სისხლი საკვებს უჯრედებთან მიიტანს. ჟანგბადი,  $O_2$ , სისხლში გადადის სუნთქვის სისტემიდან, კერძოდ ფილტვებიდან და სისხლი მას ყველა უჯრედთან მიიტანს. მეტაბოლიზმის პროცესში უჯრედებში დაგროვილი ნახშირორჟანგი –  $CO_2$ , გამოდის უჯრედებიდან და მოხვდება სისხლში. სისხლი  $CO_2$ -ს მიიტანს ფილტვებში და  $CO_2$  გამოიღვენება ფილტვებიდან. სხვა ნარჩენი იღვენება თირკმელებიდან შარდის სახით.

სისხლი უჯრედებამდე აღწევს წვრილი სისხლძარღვების – **კაპილარების** საშუალებით.

კონტაქტი სისხლსა და უჯრედებს შორის ხორციელდება უჯრედშორისი სითხის საშუალებით. უჯრედშორისი სითხე გარს ერტყმის უჯრედებს. სისხლში არსებული ნივთიერებები გამოდის კაპილარებიდან, გაივლის უჯრედშორის სითხეს და გადადის უჯრედში. უჯრედიდან გამოსული ნივთიერებები გაივლის უჯრედშორის სითხეს და გადადის კაპილარებში. ზოგიერთ შემთხვევაში კაპილარი უშუალო კონტაქტშია უჯრედთან და პირდაპირ მიმოცვლის მასთან ნივთიერებებს.

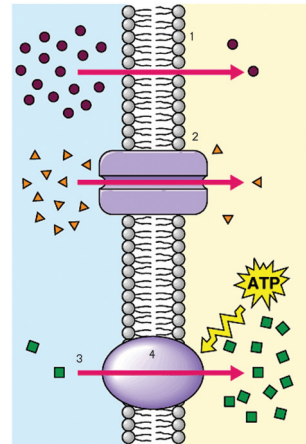
**ტრანსპორტი პლაზმური მემბრანის გავლით:** მრავალუჯრედიანებში უჯრედი თხევად უჯრედშორის სითხეშია მოთავსებული. ციტოპლაზმაც თხევადია. ორივე სითხე ძირითადად წყლისგანაა შექმნილი. ამგვარად პლაზმური მემბრანა, როგორც უჯრედის საფარველი, ორივე მხრიდან წყლის მოლეკულებითაა გარშემორტყმული.

უჯრედში რომ შეაღწიონ (ან უჯრედიდან გარეთ გამოვიდნენ), ნივთიერებებმა უნდა გაიარონ უჯრედის პლაზმური მემბრანა. ამგვარად პლაზმურ მემბრანას ნივთიერებათა გამტარის ფუნქცია აქვს. ნივთიერებათა გასვლა პლაზმურ მემბრანაში ხორციელდება ძირითადად წყალხსნარების სახით.

მოლეკულები მოძრაობენ დიფუზიის გზით. მათ აქვთ ენერგია, რომელიც ამოძრავებს მოლეკულას ნებისმიერი მიმართულებით. პლაზმურ მემბრანაში მოლეკულების დიფუზიის (**ტრანსპორტის**) პროცესში, მოლეკულები გადაადგილდებიან უპირატესად **კონცენტრაციული გრადიენტის** მიმართულებით – მაღალი **კონცენტრაციის** (ძალიან მარტივად: მოლეკულების დიდი რაოდენობით თავმოყრის) ადგილიდან დაბალი კონცენტრაციის ადგილისაკენ.

სურათზე 1 ჩანს, რომ მოლეკულების (სამკუთხედით და წრით აღნიშნული) კონცენტრაცია მაღალია მემბრანის ერთ მხარეს, რის გამოც მოლეკულები პლაზმური მემბრანის გავლით გადაადგილდებიან მაღალი კონცენტრაციის ადგილიდან დაბლისკენ. სურათზე ისარი აღნიშნავს ტრანსპორტის მიმართულებას. რაც მეტია სხვაობა მოლეკულების კონცენტრაციაში მემბრანის ერთ და მეორე მხარეებს შორის, მით ინტენსიურია ტრანსპორტი.

ზოგიერთი იონის, მაგალითად ნატრიუმის  $\text{Na}^+$  და კალიუმის  $\text{K}^+$  იონების დიფუზიას ემსახურება მემბრანის **არხები** (2). ეს ცილის მოლეკულებია.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  და აგრეთვე, ზოგიერთი ჰორმონი, არხების გარეშეც აღწევენ მემბრანაში (1). წყალი უჯრედში შედის როგორც წყლის არხების საშუალებით, ისე არხების გარეშეც.



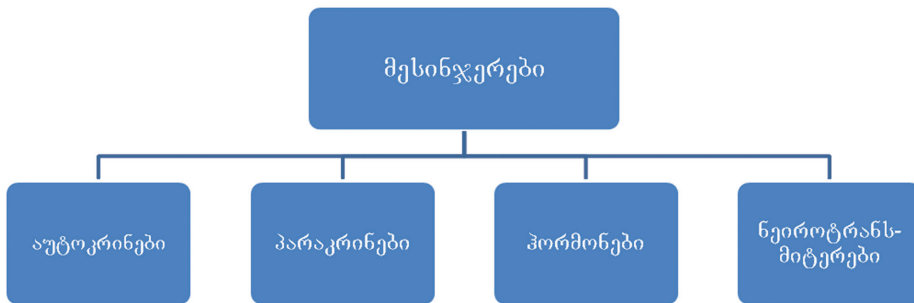
სურ. 1

კონცენტრაციული გრადიენტის მიმართულებით ტრანსპორტი **პასიური ტრანსპორტია**.

ტრანსპორტის სხვა სახეა **აქტიური ტრანსპორტი** – მოლეკულების გადაადგილება კონცენტრაციული გრადიენტის საწინააღმდეგო მიმართულებით (3), დაბალი კონცენტრაციის ადგილიდან მაღლისაკენ. ამ შემთხვევაში პროცესი საჭიროებს უჯრედის ენერგიას (ამიტომაც პროცესი კვალიფიცირდება როგორც აქტიური).

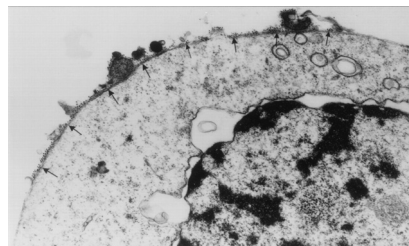
აქტიურ ტრანსპორტში მონაწილეობს ე.წ. **Na/K-ის ტუმბო** – ცილის მოლეკულა (4), რომელსაც შეუძლია  $\text{Na}^+$  და  $\text{K}^+$  გადაიტანოს მათი კონცენტრაციული გრადიენტის საწინააღმდეგო მიმართულებით.

**მესინჯერები:** ორგანიზმში უჯრედები აქტიურად ურთიერთობენ – ახდენენ ერთმანეთზე ზეგავლენას. უჯრედების ურთიერთობის ერთერთი მთავარი საშუალებაა **მესინჯერი – რეცეპტორის** სისტემა. მესინჯერი ქიმიური ნივთიერებაა, რომელსაც გამოყოფს კონკრეტული უჯრედი ან უჯრედების ერთობლიობა სხვა უჯრედზე ან უჯრედთა ერთობლიობაზე ზემოქმედების მიზნით. მესინჯერი მიაღწევს ამ **სამიზნე** უჯრედებამდე სისხლის ან უჯრედშორისი სითხის მეშვეობით და ცვლის სამიზნე უჯრედის მოქმედებას გარკვეული მიმართულებით.



**პარაკრინული** ურთიერთქმედებისას მესინჯერი (**პარაკრინი**) მოქმედებს მეზობელ (ამიტომაც „პარა“ – მომიჯნავე) სამიზნე უჯრედებზე უჯრედშორის სითხის გავლით. **აუტოკრინული** ზემოქმედების დროს მესინჯერი (**აუტოკრინი**) ზემოქმედებას ახდენს მესინჯერის გამოყოფილ იმავე უჯრედზე („აუტო“ – თავად). **ენდოკრინული** ურთიერთქმედების დროს მესინჯერი – **ჰორმონი** გამოიყოფა სისხლში და მისი საშუალებით მიაღწევს ჯერ უჯრედშორის სითხეს და შემდეგ, სამიზნე უჯრედებს. სამიზნე უჯრედები შეიძლება დიდ დისტანციაზე იყოს განლაგებული. **ნეიროტრანსმიტერები** – ნერვული უჯრედის მიერ გამოყოფილი მესინჯერებია.

არსებობს სხვა ქიმიური ნივთიერებებიც, რომლებიც ზეგავლენას ახდენენ უჯრედებზე (ორგანიზმზე) მაგალითად **ინტრაკრინები** – ნივთიერებები, რომლებიც უჯრედში წარმოიქმნება, მაგრამ არ გამოიყოფა უჯრედიდან და შიგნითვე (ამიტომაც – „ინტრა“-შიგნით) უჯრედში მოქმედებს. **ექტოკრინებიც** უჯრედში წარმოიქმნება, მაგრამ ორგანიზმში არ რჩება (როგორც აქამდე განხილული ყველა მესინჯერი), არამედ ორგანიზმის გარეთ გამოიყოფა (ამიტომაც „ექტო“ – გარეთ). ექტოკრინებია, მაგალითად, ფერომონები, რომლებსაც ცოცხალი ორგანიზმები გამოყოფენ საწინააღმდეგო სქესის მიზიდვის მიზნით.



სურ. 2

**უჯრედის რეცეპტორი (სურ. 2):** მესინჯერმა რომ სამიზნე უჯრედზე იმოქმედოს და მისი რეაქცია გამოიწვიოს, მესინჯერი უნდა მიიღოს სამიზნე უჯრედის **რეცეპტორმა**. რეცეპტორი ცილის მოლეკულაა. რეცეპტორების ნაწილი განლაგებულია პლაზმურ მემბრანაზე, ნაწილი კი – უჯრედის შიგნით. სურათზე პლაზმური მემბრანის რეცეპტორები ისრითაა ნაჩვენები.

როდესაც მესინჯერის მოლეკულა მიაღწევს სამიზნე უჯრედს, ის უერთდება რეცეპტორის მოლეკულას. სხვადასხვა მესინჯერს მისი შესაბამისი რეცეპტორი მიერთება. რეცეპტორის ცილოვანი მოლეკულის მიერ მესინჯერის მოლეკულის

მიერთება დამოკიდებულია მათ ქიმიურ და ფიზიკურ თვისებებზე. ამიტომ ყოველი კონკრეტული უჯრედი შეიძლება იყოს მხოლოდ იმ მესინჯერის სამიზნე, რომლის შესაბამისი რეცეპტორიც გააჩნია ამ უჯრედის პლაზმურ მემბრანას.

მესინჯერის რეცეპტორთან მიერთება აღძრავს უჯრედში იმ პროცესებს, რომელთა გამოც მოხდა ამ მესინჯერის გამოყოფა.

მაგალითად, ჰორმონი **ინსულინი** გამოიყოფა, რათა ხელი შეუწყოს საკვების, კონკრეტულად **გლუკოზის** შედლწევას სისხლიდან უჯრედებში. როდესაც ინსულინი მიუერთდება სამიზნე უჯრედის რეცეპტორს, რეცეპტორი იწვევს უჯრედის პლაზმური მემბრანის იმ ცილოვანი არხების გაღებას, რომლებიც გლუკოზას გაატარებენ უჯრედში. გლუკოზა შედის უჯრედში პლაზმური მემბრანის არხების გავლით.

სხვა შემთხვევაში, რეცეპტორმა შესაძლებელია შეცვალოს მეტაბოლიზმის ინტენსივობა უჯრედში. ეს ხდება, მაგალითად, როდესაც ორგანიზმის მიერ გამოყოფილი ზრდის ჰორმონი დაუკავშირდება უჯრედის რეცეპტორს. უჯრედში ძლიერდება მეტაბოლიზმი, ის იწყებს ინტენსიურ გაყოფას (მიტოზებს) და ორგანიზმი ზომაში მატულობს.

ზოგიერთი ჰორმონი უკავშირდება უჯრედშიდა რეცეპტორებს, რომლებიც ციტოპლაზმაშია განთავსებული. ამ ჰორმონებს (მაგ. სასქესო ჰორმონებს) შეუძლია გააღწიოს პლაზმურ მემბრანაში და იმოქმედოს ციტოპლაზმაში. ზოგიერთი უჯრედშიდა რეცეპტორის გააქტივება ზემოქმედებას ახდენს უშუალოდ გენებზე.

**ჰომეოსტაზი:** ორგანიზმის უნარია, შეინარჩუნოს მისთვის მნიშვნელოვანი შინაგანი მდგომარეობა, ორგანიზმში მიმდინარე სასიცოხლო პროცესები (ქიმიური შედგენილობა, სათანადო ტემპერატურა, მეტაბოლიზმი) შედარებით მუდმივ დონეზე. ჰომეოსტაზურია მაგალითად სისხლში გლუკოზის შედარებით მუდმივი დონის შენარჩუნება. სისხლში გლუკოზის დონე ცვალებადია: მაგალითად, ის მატულობს კვებასთან დაკავშირებით, როდესაც საჭმლისმომწელებელი სისტემიდან გლუკოზა სისხლში გადადის. ორგანიზმი არეგულირებს სისხლში გლუკოზის რაოდენობას. ინსულინი გამოიყოფა პანკრეასიდან და ხელს შეუწყობს გლუკოზის სწრაფ გადაენას სისხლიდან უჯრედებში.

**რეცეპტორი შეგრძნების პროცესში:** შეგრძნების რეცეპტორები მგრძნობიარე წარმონაქმნებია, რომლებიც განლაგებულია შეგრძნების ორგანოებში (მაგალითად კოლები და ჩხირები თვალში), აგრეთვე კანში (მაგალითად ტემპერატურის, ტკივილის რეცეპტორები), შინაგან ორგანოებში (მაგალითად კუნთის მყესში, სისხლძარღვებში). ეს არ არის ცილოვანი მოლეკულები (უჯრედის რეცეპტორების მსგავსად), არამედ სპეციალური შემგრძნები უჯრედებია, ან მგრძნობიარე ნერვის დაბოლოება. ამ რეცეპტორების საშუალებით ნერვული სისტემა აღიქვამს გარემოს და აგრეთვე, მუდმივად ინფორმირებულია ორგანიზმის ფიზიოლოგიური მდგომარეობის (ჰომეოსტაზის, ფიზიკური დატვირთვის, მეტაბოლიზმის, არტერიული წნევის და სხვ) შესახებ.

## ძირითადი ტერმინების ლექსიკონი

**აგნოზია** – ობიექტის ვერ ცნობა, agnosia

**ადრენალური ჯირკვავალი** (თირკმელზედა ჯირკვავალი) – ენდოკრინული ჯირკვავალი, adrenal gland

**ამიგდალა** (ნუშისებრი ჯირკვავალი) – თავის ტვინის ქერქქვეშა სტრუქტურა, amygdala

**ანდროგენები** – სათესლეების და ადრენალური ჯირკვალის ჰორმონები, androgenes

**ანომია** – სახელდების უნარის მოშლა, anomia

**ანტიდიურეზული (ვაზოპრესინი)** – ჰიპოფიზის უკანა ნაწილის მიერ გამოყოფილი ჰორმონი, vasopressin

**ანტიციპაცია** – რაიმე მოვლენის მოლოდინი, anticipation

**არხები (პლაზმური მემბრანის)** – ცილის მოლეკულები, რომლებიც ატარებს გარემოდან უჯრედში და პირიქით სხვადასხვა მოლეკულებს, plasma membrane channels

**ასოციაციური ტრაქტი** – აქსონების ერთობლიობა, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს ქერქის სხვადასხვა უბნებს, associative tract

**ასოციაციური ქერქი** – ჰემისფეროების ქერქის ის ნაწილი, რომელიც იღებს ინფორმაციას პირველადი ველებიდან და ახენს ამ ინფორმაციის ანალიზს, associative cortex

**ასტროციტი** – გლიური უჯრედების ნაირსახეობა, astrocyte

**აფაზია** – მეტყველების დარღვევა, aphasia

**ავტონომიური ნერვული სისტემა** – პერიფერიული ნერვული სისტემის ნაწილი, წარმოდგენილია სიმპათიკური და პარასიმპათიკური ნერვებით, autonomic nervous system

**აფერენტული – აღმავალი** ნერვული გზა, აკავშირებს რეცეპტორებს ტვინთან და ზურგის ტვინს – თავის ტვინთან, afferent nerve pathway

**აფინურობა** – რეცეპტორის მიერ ნეიროტრანსმიტერის მიმღებლობა, რეცეპტორის ნეიროტრანსმიტერზე რეაგირების ზომა, affinity

**აქსონი** – ნეირონის სომის გრძელი გამონაზარდი, axon

**აცეტილქოლინი** – ნეიროტრანსმიტერი, acetylcholin

**ბაზალური განკლიები** – ბაზალური ბირთვები, ფუძის ბირთვები, თავის ტვინის ქერქქვეშა ბირთვების ერთობლიობა, basal ganglia

**ბოლდუინის ეფექტი** – ცვლილება ქცევაში ცვლის ბუნებრივი გადარჩევის მოქმედების მიმართულებას და საბოლოოდ აისახება პოპულაციის გენების ცვლილებაშიც, Baldwin effect

**ბროკას უბანი** – თავის ტვინის ჰემისფეროების ფრონტალურ წილში ნეირონების ერთობლიობა, რომელიც პასუხიმგებელია მეტყველებაზე, Broca's area

**გამა ამინოთერბომჟავა** – ნეიროტრანსმიტერი, Gamma Aminobutyric acyd, GABA

**გენი** – დნმ-ს მონაკვეთი, მოიცავს ნუკლეოტიდების განსაზღვრულ თანმიმდევრობას, პასუხისმგებელია კონკრეტული ცილის მოლეკულის სინთეზზე და ამ მოლეკულის უშუალო მონაწილეობით განვითარებულ ორგანიზმის ნიშან-თვისებაზე, gene

**გენომი** – ცოცხალი არსების გენების კომპლექტი, genome

**გლუკაგონი** – პანკრეასის მიერ გამოყოფილი ჰორმონი, glucagon

**გოლჯის აპარატი** – უჯრედის ორგანელი, Golgi apparatus

**დასწავლა** – გამოცდილების საფუძველზე ჩამოყალიბებული ქცევა. მისი ფორმებია: მიჩვევა, კლასიკური განპირობება, ოპერანტული განპირობება და კომპლექსური დასწავლა, იმპრინტინგი, მოდელირება, მიბაძვა, learning

**დესენსიტიზაცია** – თანაგრძნობის შესუსტება ან დაკარგვა, desensitization

**დგუში (ნატრიუმის და კალიუმის იონების)** – ცილოვანი მოლეკულები პლაზმურ მემბრანაში, რომლებიც ახდენენ იონების ტრანსპორტს კონცენტრაციული გრადიენტის საწინააღმდეგო მიმართულებით,  $Na^+K^+$  pump

**დენდრიტი** – ნეირონის სომის მოკლე, დატოტვილი გამონაზარდები, dendrite

**დეპოლარიზაცია** – მდგომარეობა ნეირონის პლაზმურ მემბრანაზე, როდესაც მემბრანის გარე ზედაპირი უარყოფითადაა დამუხტული შიდა ზედაპირთან შედარებით, depolarization

**დოფამინი** – ნეიროტრანსმიტერი, dopamine

**ეკოლოგიური ნიში** – ცოცხალი და არაცოცხალი ფაქტორები (ტერიტორიაზე არსებული ცოცხალი არსებები, საკვები, ლანდშაფტი, კლიმატი) რომელშიც ევოლუციურად ჩამოყალიბდა და ცხოვრობს ეს სახეობა და აგრეთვე ის ქცევა, რომელსაც ივითარებს ცოცხალი არსება აღნიშნულ ფაქტორებთან ურთიერთობის პროცესში, ecological niche

**ენდოკრინული სისტემა** – ჯირკვლების ერთობლიობა, რომლებიც გამოყოფენ ჰორმონებს: **ჰიპოფიზი (pituitary)**, **თიროიდული (thyroid)**, **პარათიროიდული (parathyroid)**, **მსხლისებრი (pineal)** და **თირკმელზედა (adrenal)** ჯირკვლები, **თიმუსი (thymus)**, **პანკრეასი (pancreas)**, **საკვერცხე (ovary)** და **სათესლე (teste)** ჯირკვლები, endocrine system,

**ენზიმი** – ცილოვანი მოლეკულა, რომელიც ხელს უწყობს უჯრედში ქიმიური რეაქციების წარმართვას, enzyme

**ეპენდიმური უჯრედი** – გლიური უჯრედების ნაირსახეობა, ependymal cell

**ეპინეფრინი (ადრენალინი)** – ადრენალური ჯირკვლის ჰორმონი, epinephrine

**ესტროგენი** – ჰორმონი, გამოიყოფა ადრენალური ჯირკვლების და საკვერცხეების მიერ, estrogen

**ეფექტორი** – ორგანო (მაგალითად ჩონჩხის კუნთი) რომელიც ნერვული სისტემის ზეგავლენით, რეფლექსურად ამოქმედდება, effector

**ვეზიკული** – უჯრედის ორგანელი. ნეირონში, ვეზიკულები შეიცავს ნეიროტრანსმიტერის მოლეკულებს, vesicle

**ვერნიკეს უბანი** – თავის ტვინის ჰემისფეროების ტემპორალურ წილში ნეირონების ერთობლიობა, რომელიც პასუხიმგებელია მეტყველებაზე, Wernicke's area

**ვისცერალური ორგანო** – ორგანიზმის ღრუებში (გულმკერდის, მუცლის) განლაგებული ორგანო (მაგალითად კუჭი მუცლის ღრუში, გული გულმკერდის ღრუში), visceral organ

**ზოლიანი სხეული** – ბაზალური განვლიების კომპონენტი, Corpus striatum

**ზურგის ტვინი** – თავის ტვინთან ერთად ქმნის ცენტრალურ ნერვულ სისტემას, მოთავსებულია ხერხემლის არხში, spinal cord.

**ზღურბლი** – პოსტსინაპსის დეპოლარიზაციის ის დონე, რომელიც საჭიროა მოქმედების პოტენციალის წარმოშობისთვის, threshold

**თავ-ზურგტვინის სითხე** – სითხე, რომელიც გარს უვლის ცნს-ს და აგრეთვე, მოძრაობს თავის ტვინის პარაკუჭებსა და ზურგის ტვინის არხში, cerebro-spinal fluid

**თალამუსი** – თავის ტვინის ქერქქვეშა ბირთვები, განარჩევენ თალამუსის სპეციფიკურ და არასპეციფიკურ ბირთვებს, thalamic nuclei

**თავის ტვინი** – ზურგის ტვინთან ერთად ქმნის ცენტრალურ ნერვულ სისტემას, მოთავსებულია ქალაში, შედგება ნათხემის, ტვინის ღეროს, შუამდებარე და წინა ტვინისგან, brain

**თავის ტვინის ჰემისფეროები** – წინა ტვინის ორი სიმეტრიული წარმონაქმნი, შედგება ფრონტალური, პარიეტალური, ტემპორალური და ოკციპიტალური წილებისგან, brain hemispheres

**იბრძოლე ან გაიქეცი** რეაქცია – ემოციური ან ფიზიკური სტრესის საპასუხოდ ორგანიზმში განვითარებული რეაქცია, რომელსაც აკონტროლებს ნერვული და ენდოკრინული სისტემები, Fight or flight response

**ინსულინი** – პანკრეასის მიერ გამოყოფილი ჰორმონი, insulin

**ინტერნეირონი** – ნერვული უჯრედი, აკავშირებს ნეირონებს ზურგის და თავის ტვინში, interneuron

**კატექოლამინები** (ეპინეფრინი და ნორეპინეფრინი) – ადრენალური ჯირკვლის ტვინოვანი შრის მიერ გამოყოფილი ჰორმონები, catecholamines,

**კომისურული ტრაქტი** – აქსონების ერთობლიობა, რომელიც ერთმანეთთან აკავშირებს თავის ტვინის ჰემისფეროებს, commissural pathway (tract)

**კორტიკოსტეროიდები** (მინერალოკორტიკოიდები, გლუკოკორტიკოიდები, ანდროგენები და ესტროგენები) – ადრენალური ჯირკვლის ქერქოვანი შრის მიერ გამოყოფილი ჰორმონები, corticosteroids

**კორძიანი სხეული** – კომისურული ტრაქტის აქსონებისგან შექმნილი სტრუქტურა, corpus callosum.

**კუდიანი ბირთვი** – თავის ტვინის ქერქქვეშა სტრუქტურა, ბაზალური განგლიების კომპონენტი, nucleus caudatus

**ლიმბური სისტემა** – წინა და შუამდებარე ტვინის და ტვინის ღეროს სტრუქტურების ფუნქციური ერთობლიობა, limbic system

**მედიკამენტი** – ნივთიერება, რომელიც გამოიყენება მედიცინაში დაავადებების პრევენციის და მკურნალობის მიზნით, medicament

**მედიკამენტოზური მკურნალობა** – მკურნალობა მედიკამენტით, medicamentous treatment

**მესინჯერი** – ნივთიერება, რომელიც გამოყოფა უჯრედიდან და მოქმედებს ამავე ან სხვა უჯრედებზე, messenger

**მეხსიერება** – ცოცხალი ორგანიზმის უნარი აითვისოს და შეინახოს ინფორმაცია, memory

**მიელინის გარსი** – გლიური უჯრედების ერთობლიობა, რომელიც ფარავს გარედან აქსონს, myelin sheath

**მიკროგლია** – გლიური უჯრედების ნაირსახეობა, microglia

**მიმდებარე ბირთვი** – ბაზალური განგლიების კომპონენტი, nucleus accumbens

**მიჯაჭვულობა** – მყარი ემოციური კავშირი, მაგალითად დედა-შვილს, მეუღლეებს შორის, attachment

**მკრთალი ბირთვი** – ბაზალური განგლიების კომპონენტი, nucleus pallidus

**მოსვენების გულისცემის სინშირე** – გულის შეკუმშვათა სინშირე (მაგალითად ერთ წუთში) მოსვენების მდგომარეობაში, როდესაც ორგანიზმი არ არის ფიზიკურად ან ემოციურად დატვირთული, resting heart rate

**მოსვენების პოტენციალი** – მდგომარეობა ნეირონის პლაზმურ მემბრანაზე, როდესაც მემბრანის გარე ზედაპირი დადებითადაა დამუხტული შიდა ზედაპირთან შედარებით, resting potential

**მოტონეირონი** – ნეირონის ნაირსახეობა, უკავშირდება ჩონჩხის კუნთებს, განეკუთვნება პერიფერიულ, მოტორულ სისტემას, motor neuron (motoneuron)

**მოტორული ერთეული** – ერთი მოტორული ნეირონი და ყველა ის კუნთის ბოჭკო, რომელთანაც ამ ნეირონის აქსონის განშტოებები ქმნიან სინაპსს, motor unit

**მოქმედების პოტენციალი** – ზღურბლოვანი დეპოლარიზაციის შედეგად დეპოლარიზაციის გავრცელება აქსონის მთელ სიგრძეზე, action potential

**მხედველობის ველი** – სივრცის ის მონაკვეთი, რომელსაც ვხედავთ მოცემულ მომენტში, visual field

**მხედველობის ნეირონის რეცეპტული ველი** – მხედველობის ველის ის მონაკვეთი, რომლის დანახვაზე რეაგირებს მოცემული ნეირონი, receptive field (of visual neuron)

**ნათხემი** – თავის ტვინის სტრუქტურა, cerebellum

**ნაჭუჭი** – ბაზალური განგლიების ზოლიანი სხეულის კომპონენტი, putamen

**ნეიროგლია** – გლიური უჯრედების ერთობლიობა, ნერვული ქსოვილის კომპონენტი, neuroglia

**ნეირონი** – ნერვული უჯრედი, neuron

**ნერვი** – აქსონების კონა, რომელიც აკავშირებს თავის და ზურგის ტვინს ორგანოებთან, nerve

**ნერვული სისტემა** – ორგანიზმის ერთერთი ორგანოთა სისტემა, შედგება თავის და ზურგის ტვინის და მათგან გამომავალი ნერვებისგან, nervous system

**ნეიროტრანსმიტერი** – ქიმიური ნივთიერება, რომელიც გამოიყოფა ნეირონის, პრესინაპსიდან, და იწვევს პოსტინაპსის დეპოლარიზაციას (ამაგზნებელი ნეიროტრანსმიტერი) ან ჰიპერპოლარიზაციას (შემაკავებელი ნეიროტრანსმიტერი), neurotransmitter (excitatory/inhibitory)

**ნორეპინეფრინი (ნორადრენალინი)** – ნეიროტრანსმიტერი, norepinephrine

**ნოციცეპტორი** – მტკივნეულ გაღიზიანებაზე მოპასუხე რეცეპტორი, nociceptor

**ოთხგორაკი** – შუა ტვინის სტრუქტურა, შედგება წინა და უკანა ოთხგორაკისაგან, corpora quadrigemina

**ოლიგოდენდროციტი** – გლიური უჯრედების ნაირსახეობა, oligodendrocyte

**ოლფაქტორული ბოლქვი** – საყნოსავი ბოლქვი, **olfactory bulb**

**ოქსიტოცინი** – ჰიპოფიზის უკანა ნაწილის მიერ გამოყოფილი ჰორმონი, oxytocin

**პანკრეასი (კუჭქვეშა ჯირკვალი)** – ენდოკრინული და ეკზოკრინული ფუნქციის მქონე ჯირკვალი, გამოყოფს ჰორმონებს და აგრეთვე საჭმლისმომწელებელ წვენს, pancreas

**პერიფერიული ნერვული სისტემა** – ნერვული სისტემის ნაწილი, წარმოდგენილია ნერვებით, peripheral nervous system

**პარასიმპათიკური ნერვი** – აუტონომური სისტემის სისტემის ნაწილი, parasympathetic nerve

**პარკუჭები (თავის ტვინის)** – თავის ტვინში ღრუების ურთიერთდაკავშირებული სისტემა, ventricles

**პლაზმური მემბრანა** – უჯრედის გარსი, plasma membrane

**პოსტინაპსი** – სამიზნე ნეირონის მემბრანის ნაწილი, რომელზედაც მოქმედებს ნეიროტრანსმიტერი, postsynaps

**პრესინაპსი** – აქსონის ტერმინალის მონაკვეთი, რომელიც კონტაქტშია უჯრედთან, presynaps

**პროგესტრონი** – ჰორმონი, გამოიყოფა საკვერცხეების მიერ, progesterone,

**პროლაქტინი** – ჰიპოფიზის წინა ნაწილის მიერ გამოყოფილი ჰორმონი, prolactin

**პროქსიმალური კაუზაცია** – მოვლენის განმაპირობებელი უშუალო მიზეზი, ბიოლოგიაში – ძირითადად გენეტიკური, ფიზიოლოგიური, მორფოლოგი-

ური, პროცესი, რომელიც აყალიბებს ორგანიზმის გარკვეულ ნიშან-თვისებას, proximate causation

**რანვიეს ნაჭდევი** – მიელინის გარსისგან თავისუფალი აქსონის მონაკვეთი, node of Ranvier

**რეაბსორბცია** – კვლავ შეწოვა, reabsorption

**რეპოლარიზაცია** – დეპოლარიზაციის შემდეგ პლამური მემბრანის გარე ზედაპირზე დადებითი მუხტის გაზრდა შიდა ზედაპირთან შედარებით, repolarization

**რეპროდუქციული წარმატება** – ჩარლზ დარვინის მიერ შემოტანილი ცნება. ადაპტირებული პოპულაცია, ინდივიდი წარმოშობს შთამომავლობას, რომელსაც გადასცემს საკუთარ გენებს და ამგვარად, ამრავლებს თავის მსგავსებს და აგრეთვე, უნარჩუნებს საკუთარ სახეობას ფიზიკურ არსებობას, reproductive success

**რეცეპტორი** – 1. პლამურ მემბრანაზე და უჯრედის შიგნით განლაგებული ცილის მოლეკულები, რომლებიც პასუხობენ მესინჯერის ზემოქმედებას, 2. სენსორული ნერვის დაბოლება ან მგრძნობიარე უჯრედი კანში, მყესებში, შეგრძნების სპეციალურ ორგანოებში, receptor

**რიბოსომა** – უჯრედის ორგანელი, ribosome

**სალტატორული გავრცელება** – მოქმედების პოტენციალის გავრცელება აქსონის მიელინის მონაკვეთების გამოტოვებით – რანვიეს ნაჭდევიდან ნაჭდევისკენ, ნახტომისებურად, saltatory propagation

**სამიზნე უჯრედი** (მესინჯერის) – უჯრედი, რომელზედაც მოქმედებს კონკრეტული მესინჯერი და რომელიც რეაგირებს ამ მესინჯერზე, target cell

**სახურავი** – თავის ტვინის ღეროში ბირთვების ერთობლიობა, tegmentum

**სენსორული ნეირონი** – ნეირონის ნაირსახეობა, უკავშირდება ერთი მხრივ რეცეპტორს და მეორე მხრივ ცენტრალურ ნერვულ სისტემას, sensory neuron

**სენსორული ერთეული** – ყველა რეცეპტორი და ის სენსორული ნეირონი, რომელიც მათ უკავშირდება, sensory unit

**სეროტონინი** – ნეიროტრანსმიტერი, serotonin

**სიმპათიკური ნერვი** – sympathetic nerve, აუტონომიური ნერვული სისტემის ნაწილი

**სინაპსი** – კავშირი ორ ნეირონს შორის, synaps

**სინაპსური ნაპრალი** – სივრცე პრე-და პოსტსინაპსს შორის, synaptic cleft

**სომა** – ნეირონის სხეული, soma

**სომატური ნერვი** – პერიფერიული ნერვული სისტემის ნაწილი, აინერვირებს ჩონჩხის კუნთებს, somatic nerve

**სპეციალური შეგრძნებები** – მხედველობა, სმენა, წონასწორობა, გემო, special senses

**სტერეოგნოზი** – ობიექტის აღქმა და ცნობა შეხების გზით, stereognosis

**სტრესი** – ძლიერი ცვლილებები ორგანიზმში (ფსიქიკური, ან ორგანიზმის შინაგანი გარემოს, მკვეთრი ცვლილების სახით), stress

**სტრესოგენი (სტრესოგენური ფაქტორი, სტრესორი)** – სხვადასხვა სახის გარეგანი (გარემოდან მომდინარე) და შინაგანი (ორგანიზმის შიგნით არსებული) ფაქტორები, რომლებიც იწვევენ სტრესს, (stressogene, stressogenic factor, stressor)

**სტრიული ქერქი** – ჰემისფეროების კეფის წილის უბანი, პირველადი მხედველობის ველი, striatal cortex, struatum

**სუმაცია დროში** – ნეირონის ზღურბლოვანი დეპოლარიზაცია რომელიც გამოწვეულია ამ ნეირონთან დაკავშირებული ერთი სინაპსის მრავალჯერადი ამოქმედებით, temporal summation

**სუმაცია სივრცეში** – ნეირონის ზღურბლოვანი დეპოლარიზაცია რომელიც გამოწვეულია ამ ნეირონთან დაკავშირებული ერთდროულად რამდენიმე სინაპსის ამოქმედებით, spatial summation

**ტესტოსტერონი** – ჰორმონი, გამოიყოფა ადრენალური ჯირკვლების და სათესლეების მიერ, testosterone

**ტრანსპორტი (პლაზმურ მემბრანაში)** – მოლეკულების, იონების გადაადგილება პლაზმური მემბრანის გავლით, transport (in the plasma membrane)

**ტრაქტი** – ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში აქსონების კონა. tract

**ტროპული ჰორმონი** – ჰიპოთალამუსის და ჰიპოფიზის მიერ გამოყოფილი ჰორმონები. მათი სამიზნეა ენდოკრინული სისტემის ჯირკვლები. tropic hormone

**ულტიმატური კაუზაცია** – ბუნებრივი გადარჩევის ზემოქმედება, რომელიც იწვევს ფენომენის ჩამოყალიბებას პროქსიმალური კაუზაციის საფუძველზე, ultimate causation

**უჯრედგარე სითხე** – ქსოვილში, უჯრედებს შორის არსებული თხევადი გარემო, extracellular liquid

**უჯრედშიდა სითხე** – უჯრედში არსებული თხევადი ნივთიერება, ციტოპლაზმის ძირითადი შემადგენელი, intracellular liquid

**ღერო** – თავის ტვინის სტრუქტურა, მისი ნაწილებია: შუა ტვინი, ხიდი, მოგრძო ტვინი, შესაბამისად: midbrain, pons, medulla oblongata

**შავი სუბსტანცია** – ბაზალური განგლიების კომპონენტი თავის ტვინის ღეროში, substantia nigra

**შვანის უჯრედი** – გლიური უჯრედების ნაირსახეობა, გვხვდება პერიფერიულ ნერვულ სისტემაში, Schwann cell

**შუამდებარე ტვინი** – თავის ტვინის განყოფილება, **mesencephalon**

**ცენტრალური ნერვული სისტემა** – ნერვული სისტემის ნაწილი, წარმოდგენილია თავის და ზურგის ტვინით, central nervous system

**ცისფერი ლაქა** – ნეირონების ერთობლიობა, ბირთვი ტვინის ღეროს ხიდში, locus ceruleus, locus coeruleus

**ძგიდე** – ლიმბური სისტემის კომპონენტი, septum

**წითელი ბირთვი** – ნეირონების ერთობლიობა, ბირთვი თავის ტვინის ღეროში, nucleus ruber

**ჰემისფეროები**, თავის ტვინის (წინა ტვინის) ყველაზე დიდი ზომის, ორი სიმეტრიული სტრუქტურა, brain hemispheres

**ჰიპერპოლარიზაცია** – პლაზმური მემბრანის გარე ზედაპირზე დადებითად დამუხტული იონების კონცენტრაციის მკვეთრი გაზრდა, ართულებს დეპოლარიზაციის ზღურბლის მიღწევას და იწვევს ნეირონის შეკავებას, hyperpolarization

**ჰიპოკამპი** – თავის ტვინის სტრუქტურა, hippocampus

**ჰიპოფიზი** – ენდოკრინული ჯირკვალი, pituitary

**ჰომეოსტაზი** – ორგანიზმის შინაგანი გარემოს შედარებით მუდმივ დონეზე შენარჩუნება

**ჰორმონი** – ქიმიური ნივთიერება, რომელსაც გამოყოფს ენდოკრინული სისტემის ჯირკვლები და ზოგიერთი ვისცერალური ორგანო, hormone

## გამოყენებული ლიტერატურის სია

1. გაგოშიძე თ., 2012, კლინიკური ნეიროფსიქოლოგიის კონსპექტი, <https://sites.google.com/site/psyge2011/biblioteka/neiropsikologia>.
2. იოსელიანი თ., 2011, ადამიანის ფიზიოლოგია, თბილისი, 215 გვ.
3. კემპი პ., არმსი კ., ბიოლოგია, 1997 (2 ტომად).
4. შათირიშვილი ა., ცაგარელი ს., ლაზრიშვილი ი., 2011, ბიოლოგია, მასწავლებლის სახლის გამომც., თბ., 297 გვ.
5. ცაგარელი ს., სოციობიოლოგია, 2004, თბ., თსუ, 871 გვ.
6. ჭიჭინაძე კ., 2010, აგრესია, აგრესიის ეთოლოგიური, ფსიქოლოგიური, ფიზიოლოგიური გამოვლინებები და მექანიზმები, , თბ., 239 გვ.
7. ჰეროდოტე, ისტორია, 2013, თბ., ბ. სულაკაურის გამომც., 202 გვ.
8. Adams F. M., Osgood C. E., 1973. A cross-cultural study of the affective meaning of color, *Journal of Cross-Cultural Psychology*, 4, 135-156.
9. Adams R. B., Kleck R. E., 2005, *Effects of direct and averted gaze on the perception of facially communicated emotion*, *Emotion*, 5, 3-11.
10. Akers K.G, Martinez-Canabal A., Restivo L., Yiu A.P., De Cristofaro A., Hsiang H.L., et al., 2014, *Hippocampal neurogenesis regulates forgetting during adulthood and infancy*, *Science*, 9344(6184):598-602.
11. Allman J.M., 1999, *Evolving Brains*, Scientific Emeric Library, 224 p.
12. Altman J., Das GD., 1965; *Autoradiographic and histological evidence of postnatal hippocampal neurogenesis in rats*, *J Comp Neurol*. 124:319-335.
13. Amano T., Unal C. T., Pare D. 2010, *Synaptic correlates of fear extinction in the amygdala*. *Nature Neuroscience*, 13, 489-494.
14. Amaral D. G. 2003, *The amygdala, social behavior, and danger detection*, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1000, 337-347.
15. American Psychiatric Association., *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, 1994, 4th ed. Washington, D.C.:
16. Anderson C. A., Bercowitz L., Donnerstein E. et al., 2003, *The influence of media violence on youth*. *Psychological sciences in the public interest*, 4, (3), 1403-1416.
17. Andreassi J. L., *Psychophysiology. Human behavior and physiological response* (L. Erlbaum Assoc. Publ), London, 2000, 459 pp.
18. Aston-Jones G., Cohen JD., 2005, *An integrative theory of locus coeruleus – norepinephrine function: daptive gain and optimal performance.*, *Annu Rev Neursci.*, 28, 403-450.
19. Babbitt E., 1976, *The Principles of Light and Colour: The Healing Power of Colour. 1878*, Reprint, Secaucus N. J.

20. Bandura A., 1997, *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W.H. Freeman.
21. Beauchaine T. P., Katkin E. S., Strassberg Z. Snarr, J. 2001, *Disinhibitory psychopathology in male adolescents: discriminating conduct disorder from attention-deficit/ hyperactivity disorder through concurrent assessment of multiple autonomic states*. J. Abnorm. Psychol. 110, 610-624.
22. Bell A. H., Hadj-Bouziane F., Frihauf, J. B., et al., 2009, *Object representations in the temporal cortex of monkeys and humans as revealed by functional magnetic resonance imaging*, Journal of Neurophysiology, 101, 688-700.
23. Bereczkei T., Gyuris P., Weisfeld G. E., 2004, *Sexual imprinting in human mate choice*, Proc. R. Soc. Lond.
24. Berthold P., Pulido, F., 1994, *Heritability of migratory activity in a natural bird population*. Proc. R. Soc. Lond. B, 257, 311-315.
25. Blas J., Perez-Rodriguez L., Bortolotti, G. R., Vinuela J., Marchant T. A., 2006, *Testosterone increases bioavailability of carotenoids: Insights into the honesty of sexual signaling*. Proceedings of the National Academy of Sciences, USA, 103, 18633-18637.
26. Biederman I., 1990, *Higher level vision*, In: Osherson, Kosslyn, Hollenbrach (eds), *Visual Cognition and Action: An Invitation to Cognitive Science*, v.2, 41-63, Cambridge, MA: MIT Press.
27. Bobst C., Sauter S., Foppa A., Lobmaier J. , 2014, *Early follicular testosterone level predicts preference for masculinity in male faces – But not for women taking hormonal contraception*, Psychoneuroendocrinology , 41, 142-150
28. Bourne V. J., 2006, *The divided visual field paradigm: Methodological Considerations*, Laterality, 11 (4), 373-393.
29. Burrows A. M., 2008, *The facial expression musculature in primates and its evolutionary significance*, Bioessays, 30, 212-225.
30. Burrows A. M., Waller B. M., Parr L. A., Bonar, C. J., 2006, *Muscles of facial expression in the chimpanzee (Pan troglodytes): descriptive, comparative, and phylogenetic contexts*. J. Anat. 208, 153-168.
31. Bushman B. J., Anderson C. A., 2008, *Comfortably Numb: Desensitizing Effects of Violent Media on Helping Others*, Psych. Science, 20, 3, 273-277.
32. Bushman B. J., Anderson C. A., 2009, *Comfortably Numb: Desensitizing Effects of Violent Media on Helping Others*, Psychol.Science, 20, 3.
33. Buss A. H., Perry M. P., 1992, *The aggression questionnaire*. Journal of Personality and Social Psychology, 63, 452-459.
34. Calisi R. M., Rizzo N. O., Bentley G. E., 2008, *Seasonal differences in hypothalamic EGR-1 and GnIH expression following capture-handling stress in house sparrows (Passer domesticus)*. Gen Comp Endocrinol., 157 (3), 283-287

35. Carlson N.R., 2013, *Physiology of Behavior*, Pearson Edu. Inc., 11-th ed., 747 p.
36. Carretie L., Rios M., De La Gandara B.S., Tapia M., et al., 2009, *The Striatum beyond reward: caudate responds intensely to unpleasant pictures*, *Neuroscience* 164, 1615-1622.
37. Carter C.S., Krug M.K., 2012, *Dynamic cognitive control and frontal-cingulate interactions*, Posner, 89-98.
38. Chauvin T. R, Herndon M. K., Nilson J. H., 2012, *Cold-shock-domain protein A (CSDA) contributes posttranscriptionally to gonadotropin-releasing hormone-regulated expression of Egr1 and indirectly to Lhb.*, *Biol Reprod.*, 29; 86(2), 53.
39. Chen Y. C., Thaler, D., Nixon P. D., Stern C. E. et al., 1995, *The functions of the medial premotor cortex. II: The timing and selection of learned movements*, *Experimental Brain Research*, 102, 461-473.
40. Cohen, J. Y. et al., 2012, *Neuron-type-specific signals for reward and punishment in the ventral tegmental area*, *Nature*, 482, 85-88.
41. Cohen Y. E, Hauser M. D., Russ B. E., 2006, *Spontaneous processing of abstract categorical information in the ventrolateral prefrontal cortex*, *Biol. Lett.*, 2, 261-265.
42. Cole S. W., Hawkey L. C., Arevalo J. M., Sung C. Y, Rose R. M., Cacioppo J. T., 2007, *Social regulation of gene expression in human leukocytes*, *Genome Biol.*, 8 (9).
43. Cook M., Mineka, S., 1990, *Selective associations in the observational conditioning of fear in rhesus monkeys*, *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 16, 372-389.
44. Coover G. D., Murison R., Jellestad F. K., 1992, *Subtotal lesions of the amygdala: The rostral central nucleus in passive avoidance and ulceration*, *Physiology and Behavior*, 51, 795-803.
45. Dabbs Jr. J. M., 2000, *Salivary testosterone measurements: reliability across hours, days, and weeks*, *Phys. Behav.* 48, 83-86.
46. Dabbs Jr., J.M., dela Rue, D., Williams, P.M., 1990, *Testosterone and occupational choice: actors, ministers, and other men*, *J. Pers. Soc. Psychol.* 59, 1261-1265.
47. Damasio H. et al., 1994, *The return of Phineas Gage: Clues about the brain from the skull of the famous patient*, *Science, New Series*, 264, 5162, 1102-1105, [http://www.educationspark.co.uk/uploads/1/5/2/0/15207876/\\_\\_\\_damasio\\_et\\_al\\_2005\\_phineas\\_gage.pdf](http://www.educationspark.co.uk/uploads/1/5/2/0/15207876/___damasio_et_al_2005_phineas_gage.pdf).
48. Davis M., 1992, *The role of the amygdala in fear-potentiated startle: Implications for animal models of anxiety*, *Trends in Pharmacological Sciences*, 13, 35-41.

49. Decety J., Jackson P.L., 2004, *The functional architecture of human empathy*, Behav. Cogn. Neurosci. Rev. 3, 71-100.
50. Deci E. L., Ryan, R. M., 2012, *Motivation, personality, and development within embedded social contexts: An overview of self determination theory*. In: R. M. Ryan (Ed.), Oxford handbook of human motivation, pp. 85-107, New York, NY: Oxford).
51. Darwin Ch., 1998, *The expressions of the emotions in man and animals*, 3-rd ed., N.Y. , 43.
52. Devlin B, Daniels M, Roeder K., 1997, Jul, *The heritability of IQ*, Nature. 31, 388(6641), 468-71.
53. De Loache H. J. S., Uttal, D. H., Rosengren, K. S., 2004, *Scale errors offer evidence for a perception-action dissociation early in life*, Science, 304, 1027-1029.
54. Dimond, S. J., 1976, *Depletion of attentional capacity after total commissurotomy in man*, Brain : A Journal of Neurology, 99,2, 347-356.
55. Dosenbach N.U.F., Fair D.A., Cohen A.L., Schlaggar B.L., Petersen S.E., 2012, *A dual-networks architecture of top-down control*, Trends Cogn Sci., 12,99-105.
56. Doufesh H., Faisal, T., Lim, K.S., ; Ibrahim, F., 2012, *EEG Spectral Analysis on Muslim Prayers Applied*, Psychophysiology & Biofeedback, 37, Issue 1, 11.
57. Doufesh H, Ibrahim F, Ismail N.A., Wan Ahmad W.A., 2014 Jul, *Effect of Muslim prayer (Salat) on a electroencephalography and its relationship with autonomic nervous system activity*, J Altern Complement Med. 20(7), 558-62. doi: 10.1089/acm.2013.0426. Epub 2014 May 14.
58. Dougherty D. D., Baie, L., Gosgrove, G. R., Cassem, E. H., et al., 2002, *Prospective long-term follow-up of 44 patients who received cingulotomy for treatment refractory obsessive compulsive disorder.*, American Journal of Psychiatry, 159, 269-275.
59. Dux P.E., Ivanoff J., Asplund C.L., Marois R., 2006, *Isolation of a Central Bottleneck of Information Processing with time-resolved fMRI*, Neuron, 52,6, 1109-1120.
60. Edwards D. P., Purpura, K. P., Kaplan, E., 1995, *Contrast sensitivity and spatial-frequency response of primate cortical neurons in and around the cytochrome oxidase blobs*, Vision Research, 35, 1501-1523.
61. Ekman P., Levenson, R. W., Friesen, W. V., 1983, *Autonomic nervous system activity distinguished between emotions*, Science, 221, 1208-1210.
62. Ellenberg L., Sperry, R. W., 1979, *Capacity for holding sustained attention following commissurotom*, Cortex; a Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior, 15,3, 421-438.

63. Elliot A.J., Greitemeyer T., Gramzow R., Niesta Kayser D., et al., 2010, *Red, Rank, and Romance in Women Viewing Men.*, Journal of Experimental Psychology, 139, No. 3, 399-417.
64. Emond V., Joyal, C., Poissant, H., 2009, *Structural and functional neuroanatomy of attention-deficit hyperactivity disorder (ADHD)*, L'Encéphale, 35(2), 107-114.
65. Fallows D., 2005, *How women and men use the Internet*, [http://www.pew.Internet.org/pdfs/PIP\\_Women\\_and\\_Men\\_online.pdf](http://www.pew.Internet.org/pdfs/PIP_Women_and_Men_online.pdf).
66. Fessler D. M. T., Holbrook, C. 2014, *Marching into battle: synchronized walking diminishes the conceptualized formidability of an antagonist men.* Biology letters, The Royal Society Publ.
67. Fischer R, Callander R, Reddish P, Bulbulia J. 2013, *How do rituals affect cooperation? An experimental field study comparing nine ritual types*, Human Nature, 24, 115-125.
68. Flint J., 1999, The genetic basis of cognition, Oxford Journals Medicine, Brain, 11, 2015-2032.
69. Fossey D., 1983, *Gorillas in the mist*, A Mariner Book, Houghton Mifflin Co.
70. Frederick D. A., Peplau, L. A. 2007, *The UCLA Body Matrices II: Computer-generated images of men and women varying in body fat and muscularity/breast size to assess body satisfaction and preferences*, Proceedings from 8th Annual Meeting of the Society for Personality and Social Psychology, Memphis, TN.
71. Gazzaniga M. S., 2005, *Forty-five years of split-brain research and still going strong*, Nature Reviews Neuroscience 6, 653-659
72. Gazzaniga M. S., 2000, *Cerebral specialization and interhemispheric communication: does the corpus callosum enable the human condition?*, Brain : A Journal of Neurology, 123, 7, 1293-326.
73. Gazzaniga M. S., Bogen, J. E., Sperry, R. W., 1965, *Observations on visual perception after disconnection of the cerebral hemispheres in man*, Brain, 88(2), 221-236.
74. Gazzaniga M.S., Ivry RB., Mangun G. R., 1998, *Cognitive Neuroscience (The biology of the mind)*, Norton & Company, 550 p.
75. Gerbner G., 1998, *Cultivation analysis: An overview*, Mass Communication and Society, (3-4), 175-194.
76. Gerbner G., Gross L., Jackson-Beeck M., Jeffries-Fox S., Signorielli N., 1978, *Cultural indicators violence profile no. 9*, Journal of Communication, 28, (3), 176-207.
77. Gerbner G., Gross L., Morgan M., Signorielli N., 1986, *Living with television: The dynamics of the cultivation process. Perspectives on media effects*, Hildale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates. pp. 17-40.

78. Goleven E., De Raedt R., Leyman L., Verschuere B., 2008, *The Karolinska Directed Emotional Faces: A validation Study*, *Cognition & Emotion*, 22, 6, 1094-1118
79. Golby A. J., Gabrieli, J. D., Chiao, J. Y., Eberhardt, J. L. 2001, *Differential responses in the fusiform region to same-race and other-race faces*, *Nature Neuroscience*, 4, 845-850.
80. Goldberg E., 2001, *The Executive Brain: Frontal Lobes and the Civilized Mind*, Oxford University Press, 346 p.
81. Goldstein E. B. 2005, *Cognitive Psychology*, London: Thomson Learning.
82. Goodson J., 2005, *The Vertebrate Social Behavior Network: Evolutionary Themes and Variations*.
83. Goy R. W, McEwen B. S., 1980, *Sexual Differentiation of the Brain*, MIT Press; Cambridge, Massachusetts.
84. Grill-Spector K., Malach, R. 2004, *The human visual cortex*, *Annual Review of Neuroscience*, 27, 649-677.
85. Hale T. S., Hariri, A. R., McCracken, J. T., 2000, *Attention-deficit/hyperactivity disorder: perspectives from neuroimaging*, *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 6,3, 214-219.
86. Hale T. S., Zaidel, E., McGough, J. J., Phillips, J. M., McCracken, J. T., 2006, *Atypical brain laterality in adults with ADHD during dichotic listening for emotional intonation and words*, *Neuropsychologia*, 44,6, 896-904.
87. Hauser S.L., Oksenberg J.R., 2006, *The Neurobiology of Sclerosis: Genes, Inflammation, and Neurodegeneration* , *Neuron* 52, 61-76.
88. Harmon-Jones E. 2003, *Clarifying the emotive functions of asymmetrical frontal cortical activity*, *Psychophysiology* 40, 838-848.
89. Harms M., Mertin A., Wallace G.L, 2010, *Facial Emotion Recognition in Autism Spectrum Disorders: A Review of Behavioral and Neuroimaging Studies*, *Neuropsychology Review*, 20, 3, 290-322.
90. Haslinger B., Erhard, P., Altenmuller, E., Schroeder, U., et al., 2005, *Transmodal sensorimotor networks during action observation in professional pianists*, *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 282-293.
91. Haxby J. V. and M. I. Gobbini, 2011, *Distributed Neural Systems for Face Perception*. *The ford Handbook of Face Perception*. (A. J. Calder, G. Rhodes and M. Johnson). New York, Oxford University Press: 93-110.
92. Haxby J. V., E. A. Hoffman, et al. 2000, *The distributed human neural system for face perception*, *Trends in Cognitive Sciences* 4(6): 223-233.
93. Haxby J. V., Hoffman EA., Gobbini I., *Human neural systems for face recognition and social communication*, *Biol Psychiatry*, 2002;51:59-67.

94. Hettema J. M., Neale, M. C., Kendler, K. S. 2001, *A review and meta-analysis of the genetic epidemiology of anxiety disorders* American Journal of Psychiatry, 158, 1568-1578.
95. Hill E. M., Stoltenberg S. F., Bullard K. H., Li S., Zucker R. A., Burmeister M., 2002, *Antisocial alcoholism and serotoninrelated polymorphisms: Association tests*, Psychiatr. Genet.,12, 143-153.
96. Hill D. E., Yeo, R. A., Campbell, R. A., Hart, B., Vigil, J., Brooks, W., 2003, *Magnetic resonance imaging correlates of attention-deficit/hyperactivity disorder in children*, Neuropsychology, 17, 3, 496-506.
97. Hoffman M., 2013, *The Human Frontal Lobes and Frontal Network Systems: An Evolutionary, Clinical, and Treatment Perspective*, Neurology Volume, 34 p
98. Holmes N.P., Spence Ch., Jun 2004, *The body schema and the multisensory representation(s) of peripersonal space*, Cogn Process.; 5(2), 94-105.
99. Howell S., Westergaard G., Hoos B., Chavanne T. J., et al., 2007, *Serotonergic influences on life-history outcomes in free-ranging male rhesus macaques*, American Journal of Primatology, 69, 851-865.
100. Huesmann L.R., Moise-Titus J., Podolski C., Eron L.D., 2003, *Longitudinal relations between children exposure to TV violence and their aggressive and violent behavior in young adulthood*, Developmental Psychology , 39, 201-221.
101. Huron D., 2001, *Is music an evolutionary adaptation?* Ann. New York Acad. Sci. 930, 43-61.
102. Hynd G. W., Semrud-Clikeman, M., Lorys, A. R., Novey, E. S., Eliopoulos, D., Lyytinen, H., 1991, *Corpus callosum morphology in attention deficit-hyperactivity disorder: morphometric analysis of MRI*, Journal of Learning Disabilities, 24,3, 141-146.
103. Josephs R.A. et al., 2003, *Status, testosterone and human intellectual performance*, American Psychol. Society, 14, 2, 158-162.
104. Kaas J. H., Collins C. E., 2001, *The organization of Sensory cortex*, Current Opinion in Neurobiology, 11, 498-504.
105. Kaishauri N., Makashvili M., 2013, *Correlation between the Knowledge of Snakes and the Snake Fear*, Asian Journal of Humanities and Social Studies,1, 3.
106. Kalvo M. G, Lundquist D., 2008, *Facial expressions of emotion (KDEF): Identification under different display-duration conditions*, Behavior Research Methods, 40 (1), 109-11.
107. Kandel E.R, Schwartz J. H, Jessell T. M., 2000, *Principles of Neural Science*, New York: McGraw-Hill.
108. Kiehl K. A., Hare R. D., Liddle P. F., McDonald, J. J. 1999, *Reduced P300 responses in criminal psychopaths during a visual oddball task*, Biol. Psychiatry, 45, 1498-1507.

109. Kirschner S., Tomasello M., 2010, *Joint music making promotes prosocial behavior in 4-year-old children*, *Evol. Hum. Behav.*, 31, 354-364.
110. Kleinman J., Newhart M., Davis K., Heidler-Gary J., et al., 2007, *Right Hemispatial Neglect: Frequency and Characterization Following Acute Left Hemisphere Stroke*, *Brain Cogn.* 64(1): 50-59.
111. Klinghardt D., 2003 March, *The Neurophysiology of Light, The Five Pathways*, *Journal of Optometric Phototherapy*, 35-40.
112. Kohler C.G., Turner T.H., Bilker W.B, Brensinger C.M., Siegel S. G. et al. 2003, *Facial Emotion Recognition in Schizophrenia: Intensity Effects and Error Pattern*, *Am. J. Psychiatry*, 160, 1768-1774.
113. Kotake Y., Morimoto H., Okazaki Y., Fujita I., Tamura H., 2009, *Organization of Color-Selective Neurons in Macaque Visual Area V4*, *Journal of Neurophysiology*, 102, 1,15-27.
114. Koyama T., et al., 1998, *Nociceptive neurons in the macaque anterior cingulate activate during anticipation of pain*, *Neuroreport*. 3, 9 (11), 2663-2667.
115. Kunkel D., Cope K., Farinola W., Biely E., Rollin E., Donnerstein E., 2000, *Sexual messages on entertainment TV in the USA*, *Children in the New Media Landscape*, 155-158.
116. Làdavias E., Farnè A., Zeloni G., di Pellegrino G., 2000, *Seeing or not seeing where your hands are*, *Experimental Brain Research*, 131, 458-467.
117. Landisman C. E., Tso D. Y., 2002, Landisman, C. E., Tso, D. Y., 2002, *Color processing in macaque striate cortex: Relationships to ocular dominance, cytochrome oxidase, and orientation*, *Journal of Neurophysiology*, 87, 3126–3137.
118. Langner O., Dotsch R., Bijlstra G, Wigboldus D. H. J., Hawk S. T., van Knippenberg A., 2010, *Presentation and validation of the Radboud Faces Database*. *Cog. Emot.*, 24, 1377-1388.
119. Lauwereyns J., et al., 2002, *Feature-based anticipation of cues that predict reward in monkey caudate nucleus*, *Neuron*. 31, 33(3), 463-73.
120. LeDoux J. E., 1992, *Brain mechanisms of emotion and emotional learning*, *Current Opinion in Neurobiology*, 2, 191-197.
121. Leiguarda R. C., Marsden C. D., 2000, *Limb apraxias: Higher-order disorders of sensorimotor integration*, *Brain*, 123, 860-879.
122. Lenhart M., Madden, M., 2007, *Privacy and Online Social Networks. How teens manage their online identities and personal information in the age of MySpace*, Pew Internet and American life project report, at [http://www.pewinternet.org/~media/Files/Reports/2009/PIP\\_Adult\\_social\\_networking\\_data\\_memo\\_FINAL.pdf](http://www.pewinternet.org/~media/Files/Reports/2009/PIP_Adult_social_networking_data_memo_FINAL.pdf)

123. Levenson R. W., Ekman P., Friesen W. V., 1990, *Voluntary facial action generates emotion-specific autonomic nervous system activity*, *Psychophysiology*, 27, 363-384.
124. Lewis M. B., Bowler P. J., 2009, *Botulinum toxin cosmetic therapy correlates with a more positive mood*, *Journal of Cosmetic Dermatology*, 8, 24-26.
125. Lim M. M., et al. 2004, *Enhanced partner preference in a promiscuous species by manipulating the expression of a single gene*, *Nature*, 429, 754-757.
126. Lindell, A., 2008, *Continuities in emotion lateralization in human and non-human primates*, *Front. Hum. Neurosci.*
127. Little A. C., Hill R. A., 2007, *Attribution to red suggests special role in dominance signalling*, *Journal of Cultural and Evolutionary Psychology*, 5, 87-94.
128. Liu X., Ramirez X., Pang P., Puryear C. et al., 2012, *Optogenetic stimulation of a hippocampal engram activates fear memory recall*, doi:10.1038/nature11028
129. Loftus E., Greene E., 1980, *Warning: Even memory for faces may be contagious*, *Law Hum. Behav.*, 4, 323-334.
130. Loftus E., Miller D., Burns H., 1978, *Semantic integration of verbal information into visual memory*, *J. Exp. Psychol. Hum. Learn. Memor.*, 4, 19-31.
131. Loftus E. F., Palmer J. C., 1974, *Reconstruction of an automobile destruction: An example of the interaction between language and memory*, *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 13, 585-589.
132. Lorenz K., 1974, *On Aggression*, Harvest Book, 309 p.
133. Lorber M. F., 2004, *Psychophysiology of aggression, psychopathy, and conduct problems: a meta-analysis*, *Psychol. Bull.*, 130, 531-552.
134. Lukatela K., P. Malloy P., Jenkins M., Cohen R., 1998 Oct, *The naming deficit in early Alzheimer's and vascular dementia*, 12, (4), 565-72.
135. Luther D., Baptista L., 2010, *Urban noise and the cultural evolution of bird songs*, *Proc. R. Soc. B.*, 277.
136. Makashvili M., Otkhozoria V., Kaishauri N., Memanishvili G., Imerlishvili G., 2015, *Recognition of neutral facial expression in the Georgian population: A preliminary report*. *J. Biol Physics and Chemistry*, 15,12-14.
137. Makashvili M., Amirejibi T., Chitiashvili T., Duchidze N., Georgashvili M., Kaishauri N., Kharadze G., Korkelia M., Revazishvili T., Sirabidze G.2, Sergia M., 2014, *Violent Video Games Cause Aggression in Young Females*, *Journal of Law and Criminal Justice*, 3(2), pp. 151-160, DOI: 10.15640/jlcj.v2n2a9
138. Makashvili M., 2014, *Social Influence on the Formation of Attitudes toward Political Personalities in Children*, *Asian Journal of Humanities and Social Studies*, 02, 01, 51-53.

139. Makashvili M., Ujmajuridze B., Amirejibi T., Bakur Kotetishvili B., Shota Barbakadze Sh., 2013, *Gender Difference in the Motives for the Use of Facebook*, AJSS, 01, 03, 130-135.
140. Marrieb E. N., 2006, *Essentials of human anatomy and physiology*, 3-d ed., Pearson Educ. Inc.,
141. Marsh K. L., Richardson M. J., Schmidt R. C., 2009, *Social connection through joint action and interpersonal coordination*. Topics Cog. Sci. 1, 320-339.
142. Maruska K. P., Ferland R. D., 2014, Social regulation of Gem expression in the African Cichlid fish *Astatotilapia burtoni*. [http://web.stanford.edu/group/fernaldlab/pubs/2014%20Maruska\\_Fernald\\_OxfordChapter.pdf](http://web.stanford.edu/group/fernaldlab/pubs/2014%20Maruska_Fernald_OxfordChapter.pdf)
143. Mazman S.G., Uslue, Y.K., Çevik V., 2009., *Social influence in the adoption process and usage of innovation: Gender differences*, International Journal of Behavioral, Cognitive, Educational and Psychological Sciences,1(4), 229-232,
144. McManus Ch., 2002, *Right hand, left hand. Tge origins of asymmetry in brains, bodies, atoms and cultures*, Harvard Univ.Press, 412 p.
145. McNeill W. H. 1995, *Keeping together in time: Dance and drill in human history*. Harvard University Press;
146. Mendez M. F., Clark D. G., Shapira J. S., 2003, *JL Cummings Speech and language in progressive nonfluent aphasia compared with early Alzheimer's disease*, Neurology.
147. Merikangas K. R., Low N. C., 2005, *Genetic epidemiology of anxiety disorders*. Handbook of Experimental Pharmacology, 169, 163-179.
148. Merker B., 2000, *Synchronous chorusing and human origins*. In: Wallin NL, Merker B, S B, editors. The origins of music. Cambridge, MA: MIT Press. p. 315-327.
149. Miller G. A., 1956, *The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information*, Psychological Review, 63, 81-97.
150. Monk C. S., Telzer E. H., Mogg K., Bradley, B. P., et al., 2008, *Amygdala and ventrolateral prefrontal cortex activation to masked angry faces in children and adolescents with generalized anxiety disorder*, Archives of General Psychiatry, 65, 568-576.
151. Moore R., 1974, *Visual Pathways and the Central Neural Control of Diurnal Rhythms*, The Neurosciences 3rd Study Program, Cambridge, Mass.: MIT.
152. Moore M. C, Hews D. K., Knapp, R., 1998, *Hormonal control and evolution of alternative male phenotypes: Generalizations of models for sexual differentiation*, Am. Zool., 38, 133-151.
153. Mosidze V.M., Mkheidze R.A., Makashvili M.A., 1994, *Disorders of visuo-spatial attention in patients with unilateral brain damage*, Behav Brain Res., 16, 65(1), 121-122.

154. Murray L., Kempton C., Woolgar M., Hooper R., 1993, *Depressed Mothers Speech to Their Infants and Its Relation to Infant Gender and Cognitive-Development*, J Child Psychol Psychiatry, 34: 1083-1101.
155. Nanda S., 1990, *Neither Man Nor Woman: The Hijras of India*, Wadsworth Publishing: Belmont, CA.
156. Neisser U., Harsch N., 1992, *Phantom Flashbulbs: False recollection of hearings the News About Challenger*, In: Winograd Neisser (eds), *Affect and Accuracy in Recall: Studies of Flashbulb Memories*, pp. 9-31, N.Y., Cambridge Univ. Press.
157. Nelson R. J., 2010, *An Introduction to Behavioral Endocrinology, second ed.*, Sinauer Associates Inc. Publ., USA.
158. Nestor P. J., Scheltens P., Hodges J. G., 2004, *Advances in the early detection of Alzheimer's disease*, Nature Reviews Neuroscience, 5, S34-S41.
159. Newton I., 2008, *The migration ecology of birds*, London, UK: Academic Press., Berthold, P. 2001 *Bird migration: a general survey*, 2nd edn. Oxford, UK: Oxford University Press.
160. Niebur E., Hsiao S.S., Johnson K.O., *Synchrony: a neuronal mechanism for attentional selection?*, Current Opinion in Neurobiology, 12, 190-194.
161. Nili U., Goldberg, H., Weizman, A., Dudai, Y., 2010, *Fear thou not: Activity of frontal and temporal circuits in moments of real-life courage*, Neuron, 66, 949-962.
162. Nowak D. A., Berner J., Herrnberger B., et al. 2009, *Continuous theta-burst stimulation over the dorsalpremotor cortex interferes with associative learning during object lifting*, Cortex, 45, 473-482.
163. Nowicki S., 2010, *Biology*, Holt McDougal, 1052 p.
164. O'Connell L. A., Hofmann H A., 2012, *Evolution of a Vertebrate Social Decision-Making Network*, Science, 366, 1154-1157.
165. Ohman A., 2009, *Of snakes and faces: An evolutionary perspective on the psychology of fear*, Scandinavian Journal of Psychology, no. 50, 543-552.
166. Oldfield R. C., 1971, *The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory*. Neuropsychologia. 9, (1), 97-113.
167. Opitz B., Friederici, A. D., 2003, *Interactions of the hippocampal system and the prefrontal cortex in learning language-like rules*, NeuroImage, 19, 1730-1737.
168. Opitz B., Friederici, A. D., 2007, *Neural basis of processing sequential and hierarchical syntactic structures*, Human Brain Mapping, 28, 585-592.
169. Ott J., 1973, *Health and Light. The Effects of Natural and Artificial Light on Man and Other Living Things*, Columbus, Ohio: Ariel.
170. Patrick C. J., 2008, *Psychophysiological correlates of aggression and violence: an integrative review*, Phil. Trans. R. Soc. B., 363, 2543-2555.

171. Penfield W., Rasmussen T., 1950, *The cerebral cortex of man*, The Macmillan Comp, N.Y.
172. Perfect T. J., Askew C., 1994, *Print adverts: Not remembered but memorable*, *Applied Cognitive Psychology*, 8, 693-703.
173. Petersen S.E., Posner M.I., 2012, *The attention system of the human brain: 20 years study after*, *Annu Rev Neurosci*, 21,35,73-89.
174. Pfeifer J. H., Iacoboni M., Mazziotta J. C., Dapretto M., 2008, *Mirroring others' emotions relates to empathy and interpersonal competence in children*, *NeuroImage*, 39, 2076-2085.
175. Phan K. L., Fitzgerald D. A., Nathan P. J., Tancer M. E., 2005, *Association between amygdala hyperactivity to harsh faces and severity of social anxiety in generalized social phobia*. *Biological Psychiatry*, 59, 424-429.
176. Poeppel D. 2001, *Pure word deafness and the bilateral processing of the speech code*, *Cognitive Science*, 25, 679-693.
177. Preston S.D., de Waal F.B., 2002, *Empathy: its ultimate and proximate bases*, *Behav. Brain Sci.*, 25, 1-71.
178. Pulido F., 2007, *The genetics and evolution of avian migration*, *Bioscience*, 57, 165-174.
179. Pulido F., Berthold, P., 2003, *Quantitative genetic analysis of migratory behavior*. In *Avian migration* (eds P. Berthold, E. Gwinner & E. Sonnenschein), pp. 53-77. Berlin, Germany: Springer.
180. Pulido F., Berthold P., Mohr G., Querner, U., 2001, *Heritability of the timing of autumn migration in a natural bird population*, *Proc. R. Soc. Lond. B.*, 268, 953-959.
181. Purves D., Augustine G. J., Fitzpatrick D. et al., 2001, *Neuroscience*, 2nd edition, editors. Sunderland (MA): Sinauer Associates; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10891>.
182. Raine A., Venables, P. H., Williams, M., 1990, *Relationships between N1, P300 and CNV recorded at age 15 and criminal behavior at age 24*, *Psychophysiology*, 27, 567-575.
183. Reber A. S., 1985, *The Penguin Dictionary of Psychology*. New York: Penguin.
184. Reddish P., Bulbulia J., Fischer R., 2013, *Does synchrony promote generalized prosociality?* *Relig., Brain & Behav.* 4, 3-19.
185. Reddish P., Fischer R., Bulbulia J., 2013, *Let's dance together: Synchrony, shared intentionality and cooperation*, *PLoS ONE*, 8, e71182.
186. Reiterer S., Pereda E., Bhattacharya J., 2009, *Measuring second language proficiency with EEG synchronization: how functional cortical networks and hemispheric involvement differ as a function of proficiency level in second language speakers*, *Second Language Research*, 25,1, 77-106.

187. Rhawn J., 2011, *The Split Brain: Two Brains - Two Minds*, Journal of Cosmology, 14.
188. Rhee S., Waldman I. D., 2002, *Genetic and environmental influences on antisocial behavior: A meta-analysis of twin and adoption studies*, Psych. Bull. 128, 490-529.
189. Rhodes L., Argersinger M. E., Gantert L. T., Friscino B. H., Hom G., Pikounis B., Rhodes W. L., 1997, *Effects of the administration of testosterone, dihydrotestosterone, estrogen and fadrozole, an aromatase inhibitor, on sex skin color in intact male Rhesus macaques*, Journal of Reproductive Fertility, 111, 51-57.
190. Rohwer S., 1977, *Status signaling in Harris sparrows: Some experiments in deception*, Behavior, 61, 107-129.
191. Rushton J. P., 1988, *Genetic similarity, mate choice, and fecundity in humans*, Ethol. Sociobiol. 9, 329-333.
192. Rushton J. P., 1989, *Genetic similarity, mate choice, and group selection*, Behav. Brain Sci., 12, 503-518.
193. Russel Sh. et al., 2010, *A deficit of spatial remapping in constructional apraxia after right-hemisphere stroke.*, Brain, J. of Neurol., 133, 4, 1239-1251.
194. Scarpa A., Raine A., 1997, *Psychophysiology of anger and violent behavior*, Psychiatr. Clin. North America, 20, 375-394.
195. Schlaug, G., Jäncke, L., Huang, Y., Staiger, J. F., Steinmetz, H., 1995, *Increased corpus callosum size in musicians*, Neuropsychologia, 33, 8, 1047-1055.
196. Schwartz M. F., Saffran E. M., Marin, O. S. M., 1980, *The word order problem in agrammatism, I: Comprehension*. Brain and Language, 10, 249-262.
197. Shima K., Tanji J., 1998, *Both supplementary and Presupplementary motor areas are crucial for the temporal organization of multiple movements*. Journal of Neurophysiology, 80, 3247-3260.
198. Shima K., and Tanji J., 2000, *Neuronal activity in the supplementary and presupplementary motor areas for temporal organization of multiple movements*, Journal of Neurophysiology, , 84, 2148-2160.
199. Simmons D., 2008, *Behavioral genomics*, Nature Education 1, (1), 54.
200. Singer T., Lamm C., 2009, *The social neuroscience of empathy*, Ann. N. Y. Acad. Sci., 1156, 81-96.
201. Skrudnz M., Bolten M., Nast I., Hellhammer D., Meinschmidt G., 2011, *Plasma Oxytocin Concentration during Pregnancy is associated with Development of Postpartum Depression* , Neuropsychopharmacology, 36, 1886-1893.
202. Sluyter F., Arseneault L., Moffitt T.E., Veenema A.H., de Boer S., Koolhaas J.M., 2003, *Toward an Animal Model for Antisocial Behavior: Parallels Between Mice and Humans*, Behavior Genetics, Vol. 33, No. 5.

203. Solyom L., Turnbull I. M., Wilensky M., 1987, *A case of self-inflicted leucotomy*, *British Journal of Psychiatry*, 151, 855-857.
204. Soon C. S., Brass M., Heinze H. J., Haynes J.-D., 2008, *Unconscious determinants of free decisions in the human brain*. *Nature Neuroscience*, 11, 543-545.
205. Sotres-Bayon F., Quirk G. J., 2010, *Prefrontal control of fear: More than just extinction*, *Current Opinion in Neurobiology*, 20, 231-235.
206. Sperry R. W., 1968 *Hemisphere disconnection and unity in consciousness*, *American Psychologist*, 23, 723-33, <http://www.holah.karoo.net/sperrystudy.htm>
207. Springer S. P., Deutsch G., 2003, *Left brain, right brain: perspectives from cognitive neuroscience* / – 5th ed. W. H. Freeman and Company Worth Publishers, 406 p.
208. Stančák A., Cohen E. R., Seidler R. D., Duong T. Q., Kim S.G., 2003, *The size of corpus callosum correlates with functional activation of medial motor cortical areas in bimanual and unimanual movements*, *Cerebral Cortex* (New York, N.Y.: 1991), 13,5, 475-485.
209. Stancak A., Hoehstetter K., Tintera J., Vrana J., Rachmanova R., Kralik J., Scherg M., 2002, *Source activity in the human secondary somatosensory cortex depends on the size of corpus callosum*, *Brain Research*, 93, 1-2, 47-57.
210. Stancák A., Lücking C. H., Kristeva-Feige R., 2000, *Lateralization of movement-related potentials and the size of corpus callosum*, *Neuroreport*, 1, 2, 329-332.
211. Stanfield C. L., 2012, *Principles of Human Physiology*, B. Cummings, 767 p.
212. Stanford M. S., Houston R. J., Villemarette-Pittman N. R., Greve K. W., 2003, *Premeditated aggression: clinical assessment and cognitive psychophysiology*, *Pers. Individ. Diff.*, 34, 773-781.
213. Stark C.E.L., Squire L., *Functional magnetic resonance imaging (fMRI) activity in the hippocampal region during recognition memory*, *The Journal of Neuroscience*, October 15, 2000, 20(20): 7776–7781.
214. Stefanatos G. A., Wasserstein J., 2001, *Attention deficit/hyperactivity disorder as a right hemisphere syndrome. Selective literature review and detailed neuropsychological case studies*, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 931, 172-195.
215. Stefanatos G. A., Gershkoff A., Madigan S. 2005, *On pure word deafness, temporal processing, and the left hemisphere*, *Journal of the International Neuropsychological Society*, 2005, 11, 456-470.
216. Stein A, Artech A, Lehtonen A, Craske M, Harvey A, Counsell N., et al., 2010, *Interpretation of infant facial expression in the context of maternal postnatal depression*, *Infant Behav Dev*, 33: 273-278.
217. Strauss E., Sherman E., Spreen O., 2006, *A compendium of neuropsychological tests*, Oxford Univ. Press.

218. Tanaka M., Weber H., Creutzfeldt O. D., 1986, *Visual properties and spatial distribution of neurones in the visual association area on the prelunate gyrus of the awake monkey*, Exp. Brain Res., 65, 11-37.
219. Tate A. J., Fischer, H., Leigh, A. E., Kendrick, K. M., 2006, *Behavioral and neurophysiological evidence for face identity and face emotion processing in animals*, Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci., 361, 2155-2172.
220. Taylor L. D. Hansen D. L. Sexual information, Internet/magazines and TV. Encyclopedia of Children, Adolescents and the Media. Thousand Oaks, CA: Sage Publications. 763-765, 2004.
221. Thelwall M., 2008, *Social Networks, Gender and Friending: An Analysis of MySpace Member Profiles*, Journal of the American Society for Information Science and Technology, 59(8), 1321-1330.
222. Thiessen D., 1999, *Social influences on human assortative mating. In The descent of mind*, Psychological perspectives on hominid evolution (ed. M. C. Corballis & S. G. Lea), pp. 311-323. Oxford University Press.
223. Thiessen D., Gregg, B., 1980, *Human assortative mating and genetic equilibrium: an evolutionary perspective*, Ethol. Sociobiol., 1, 111-140.
224. Tinbergen N., 1951, *The Study of Instinct*, Oxford University Press, Oxford.
225. Tootell R. B. H., Tsao D., Vanduffel, W., 2003, *Neuroimaging weighs in: Humans meet macaques in "primate" visual cortex*, Journal of Neuroscience, 23, 3981-3989.
226. Tsao D. Y., Freiwald W. A., Tootell R. B. H., Livingstone, M. S. 2006, *A cortical region consisting entirely of face-selective cells*, Science, 311, 670-674.
227. Tsao D. Y., Vanduffel W., Sasaki Y., Fize D., et al. 2003, *Stereopsis activates V3A and caudal intraparietal areas in macaques and humans*, Neuron, 39, 555-568.
228. Tsuladze L., 2006, Individualist Trends in Collectivist Societies. <http://www.womenofthemountains.org/files>.
229. Viding E., Blair R. J. R., Moffitt T. E., Plomin R., 2005, *Evidence for substantial genetic risk for psychopathy in 7-year olds*, Journal of Child Psychology and Psychiatry, 46, 592-597.
230. Viding E., Jones A. P., Frick P. J., et al. 2008, *Heritability of antisocial behavior at 0: Do callous-unemotional traits matter?* Developmental Science, 11, 17-22
231. Visser J., 2003, *Developmental coordination disorder: a review of research on subtypes and comorbidities*, Human Movement Science, 22,4-5, 479-493.
232. Volavka J., 1990, *Aggression, electroencephalography, and evoked potentials: a critical review*, Neuropsychiatry Neuropsychol. Behav. Neurol., 3, 249-259.
233. Walter H., 2012, *Social cognitive neuroscience of empathy: concepts, circuits, and genes*, Emot. Rev., 4, 9-17.

234. Ward L. M., 2003, *Understanding the role of entertainment media in the sexual socialization of American youth: A review of empirical research*, *Developmental Review*, 23, 347-388.
235. Wigger A., et al. August 2003, *Alterations in central neuropeptide expression, release, and receptor binding in rats bred for high anxiety: critical role of vasopressin*, *Neuropsychopharmacology*, 29, 1-14.
236. Wilson E. O., 1975, *Sociobiology*, Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA.
237. Wiltermuth S. S., Heath C., 2009, *Synchrony and cooperation*, *Psychol. Sci.*, 20, 1-5.
238. Wiltermuth S., 2012, *Synchrony and destructive obedience*, *Social Influence*, 7, 78-89.
239. Wurtz R. H., 2009, *Recounting the impact of Hubel and Wiesel*, *J. Physiol. Jun 15, 2009*; 587 (Pt 12): 2817-2823.
240. Yazgan M. Y., Wexler B. E., Kinsbourne M., Peterson B., Leckman J. F., 1995, *Functional significance of individual variations in callosal area*, *Neuropsychologia*, 33, 6, 769-779.
241. Young L. J., et al. August 1999, *Increased affiliative response to vasopressin in mice expressing the V1a receptor from a monogamous vole*, *Nature*, 400, 766-768.
242. Zeiders C. L., Pekala A., 1995, *Review of the Evidence Regarding the Behavioral, Medical and Psychological Efficacy of Christian Prayer*, *Journal of Christian Healing*, 17, 3, Fall, 17-28.
243. Zeki S., 1993, *The visual association cortex*, *Current Opinion in Neurobiology*, 3, 155-159, [http://www.vislab.ucl.ac.uk/pdf/the\\_visual\\_association\\_cortex.pdf](http://www.vislab.ucl.ac.uk/pdf/the_visual_association_cortex.pdf).
244. Аткинсон Р. Л. и др., 2000, *Введение в психологию*, Питер, 13-ое изд.
245. Зенков Л. Р., Ронкин М. А., 2004, *Функциональная диагностика нервных болезней*, Руководство для врачей, Москва, 488 с.
246. Мосидзе В. М., Акбардия К. К., 1973, *Функциональная симметрия и асимметрия полушарий мозга*, Тб., Мецниереба, 62 с.
247. Мосидзе В. М., Мхеидзе Р. А., Макашвили М. А., 1990, *Асимметрия мозга человека*, Тб., 128 с.
248. Свааб Д., 1983, *От матки до Альцгеймера*, изд. И. Лимбах, Ст. Петербург, 2014.
249. Спрингер С., Доич Г., 1993, *Левый мозг, правый мозг*, М. Мир, 256 с.
250. Хомская Е. Д., 2003, *Нейропсихология*, изд. Питер, 495 с.
251. Чуковский К., 2001, *Собрание сочинений*, 15 т. Т. 2: – От двух до пяти, М., Терра – Книжный клуб.
252. Экман П., 2013, *Психология Эмоций*, Питер, 2-е изд. 240 с.