

კახაბერ ხვედელიძე



# სპორტული წვრთნის ფიზიოლოგიური საფუძვლები



ფიზიკური აღზრდისა და სპორტის  
სახელმწიფო სასწავლო  
უნივერსიტეტი

თბილისი 2019

კ. ხვედელიძე

# სპორტული წვრთნის ფიზიოლოგიური საფუძვლები

სახელმძღვანელო განკუთვნილია ფიზიკური აღზრდისა  
და სპორტის სახელმწიფო სასწავლო უნივერსიტეტის  
სტუდენტებისათვის

თბილისი 2019

სახლემძღვანელოში გასაგები ენით არის გადმოცემული სპორტის ფიზიოლოგიის ძირითადი ცნებები, განიხილება სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციონირების თავისებურებები ფიზიკური მუშაობის შესრულებისა და აღდგენით პერიოდში. ასევე ხანგრძლივი ფიზიკური ვარჯიშების შედეგად ორგანიზმის ცალკეულ ფუნქციურ სისტემაში განვითარებული ცვლილებები. გაშუქებულია სპორტის ფიზიოლოგიის საფუძვლები; ფიზიკური დატვირთვების შესრულებისას ორგანიზმის მდგომარეობის ფიზიოლოგიური დახასიათება; მოძრაობითი ჩვევების ფორმირებისა და ფიზიკური თვისებების განვითარების ფიზიოლოგიური საფუძვლები; სპორტული მუშაობისუნარიანობის თავისებურებები, გარემოს განსაკუთრებული ფაქტორების გავლენის პირობებში; სპორტული მუშაობისუნარიანობის ასაკობრივი თავისებურებები; ქალთა სპორტული წვრთნის ფიზიოლოგიური თავისებურებები.

გადმოცემული მასალა პრაქტიკული თვალსაზრისით სასარგებლოა არა მარტო ფიზიკური კულტურისა და სპორტის სპეციალისტებისათვის, არამედ ყველა მათთვის ვისთვისაც მნიშვნელოვანია იყოს ჯანმრთელი და ფიზიკურად მომზადებული.

**რეცენზენტები:** საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ფიზიოლოგიისა და მედიცინის განყოფილების აკადემიკოს-მდივანი, აკადემიკოსი -  
**ნოდარ მითაგვარია.**

საქართველოს ფიზიკური აღზრდისა და სპორტის სახელმწიფო სასწავლო უნივერსიტეტის ადამიანის ანატომიის, ფიზიოლოგიის, ბიოლოგიისა და ბიოქიმიის კათედრის პროფესორი, მედიცინის დოქტორი (P.H.D.) -  
**ლიანა კაკიაშვილი**

## სარჩევი

### თავი პირველი:

1. სპორტის ფიზიოლოგიის საგანი და მისი კავშირი სხვ მეცნიერებებთან..... 7
2. კვლევის მეთოდები სპორტის ფიზიოლოგიაში ..... 8
3. სპორტის ფიზიოლოგიის განვითარების მოკლე ისტორიული მიმოხილვა ..... 10

### თავი მეორე:

1. სპორტული ვარჯიშების კლასიფიკაციის ძირითადი კრიტერიუმები ..... 16
2. სპორტული ვარჯიშების ფიზიოლოგიური კლასიფიკაცია ..... 17
3. სპორტული პოზებისა და სტატიკური ძალვის ფიზიოლოგიური დახასიათება..... 20
4. ციკლური ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება..... 22
5. აციკლური ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება..... 27
6. სიტუაციური ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება ..... 28

### თავი მესამე:

1. წინასტარტული მდგომარეობის დროს ორგანიზმში განვითარებული ფუნქციური ძვრები..... 31
2. წინასტარტული ცვლილებების სახეები ..... 32
3. ემოციები და მათი როლი წინასტარტულ მდგომარეობაში ..... 34
4. წინასტარტული რეაქციების სარეგულაციო მექანიზმები ..... 35
5. მოთელვა ..... 36

### თავი მეოთხე:

1. მუშაობაში შესვლა. განსაზღვრება, ფიზიოლოგიური მექანიზმი და მისი თავისებურებანი ..... 39
2. ჟანგბადის დეფიციტი, ჟანგბადის დავალიანება ..... 42

3.	„მკვდარი წერტილი“ და „მეორე სუნთქვა“.....	43
4.	მდგრადი მდგომარეობა. სახესხვაობები, თავისებურებები და ფიზიოლოგიური მექანიზმი.....	45
5.	მდგრადი მდგომარეობის თავისებურებანი სხვადასხვა სახის ფიზიკური დატვირთვის შესრულების დროს .....	47
6.	ფიზიკური მუშაობისუნარიანობა .....	48

**თავი მეხუთე:**

1.	დაღლის ფიზიოლოგიური დახასიათება .....	50
2.	აღდგენითი პროცესების საერთო კანონზომიერებები .....	57
3.	აღდგენის დამაჩქარებელი ფიზიოლოგიური საშუალებები .....	62

**თავი მეექვსე:**

1.	მომძრაობითი ჩვევის ფიზიოლოგიური საფუძვლები .	
2.	თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი ჩვევები .....	68
3.	მომძრაობითი ჩვევის გამომუშავებისა და სრულქმნის ძირითადი ფაზები .....	72
4.	ავტომატიური მოძრაობის ცნება .....	74
5.	ექსტრაპოლაცია სპორტული მოქმედების დროს .....	78
6.	მომძრაობითი ჩვევის მდგრადობა .....	79

**თავი მეშვიდე:**

1.	ფიზიკური თვისება - ზოგადი ცნება .....	81
2.	ძალის ფიზიოლოგიური დახასიათება .....	83
3.	ძალის ფიზიოლოგიური რეზერვები .....	84
4.	სისწრაფის და სწრაფ-ძალისმიერი ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება .....	88
5.	მოქნილობისა და სიმარჯვის ფიზიოლოგიური დახასიათება .....	91
6.	გამძლეობის ფიზიოლოგიური მექანიზმები და გაწვრთნის მეთოდები .....	94
7.	აერობული გამძლეობის განმსაზღვრელი ფაქტორები .....	100

### თავი მერვე:

1. ორგანიზმის ფიზიკურ დატვირთვებთან ადაპტაციის მექანიზმი .....	102
2. ადაპტაციის ეტაპები და სტადიები .....	105
3. სწრაფი ადაპტაციის ფიზიოლოგიური მექანიზმი ...	106
4. ხანგრძლივი ადაპტაციის ფიზიოლოგიური მექანიზმი .....	107
5. ადაპტაციის ბიოლოგიური ფასი .....	108
6. ადაპტაციის ფიზიოლოგიური რეზერვი .....	111

### თავი მეცხრე:

1. გაწვრთნილობის განვითარების ფიზიოლოგიური საფუძვლები .....	112
2. საწვრთნო პროცესის ფიზიოლოგიური საფუძვლები	
3. სპორტული წვრთნა, გაწვრთნილობა, გადაწვრთნა ....	113
4. გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები ...	120
5. გაწვრთნილი და გაუწვრთნელი ორგანიზმის რეაქცია სტანდარტულ სატესტო დატვირთვაზე .....	139
6. გაწვრთნილობის მაჩვენებლები უაღრესად დამაბული მუშაობის დროს .....	146
7. სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის კონტროლი .....	154

### თავი მათე:

1. ქალის ორგანიზმის მორფოფუნქციური თავისებურებები .....	165
2. დიდი დატვირთვების გავლენა სპორტსმენ გოგონათა ორგანიზმზე.....	170
3. ბიოლოგიური ციკლის გავლენა ქალის ორგანიზმის მუშაობისუნარიანობაზე .....	171
4. მდედრობითი სქესის წარმომადგენლებში სპორტული წვრთნის ორგანიზაციის საერთო პრინციპები .....	174

**თავი მეთერთმეტე:**

1. მუშაობისუნარიანობა დაბალი ატმოსფერული წნევის პირობებში ..... 176
2. ადამიანის მუშაობისუნარიანობა გარემოს მაღალი და დაბალი ტემპერატურის პირობებში ..... 185
3. სასაათო კლიმატური პირობების ცვლილების გავლენა სპორტსმენის მუშაობისუნარიანობაზე ..... 196

**თავი მეთორმეტე:**

1. ასაკობრივი პერიოდიზაცია და ბავშვის ორგანიზმის ფიზიოლოგიური თავისებურებები ..... 201
2. საწვრთნო პროცესის ორგანიზების ასაკობრივი თავისებურებები ..... 212

## სპორტის ფიზიოლოგიის საგანი

თავი პირველი

### სპორტის ფიზიოლოგიის საგანი და მისი კავშირი სხვა მეცნიერებებთან

**სპორტის ფიზიოლოგია** - არის ადამიანის ფიზიოლოგიის სპეციალური ნაწილი, რომელიც სწავლობს კუნთოვანი მუშაობის დროს ორგანიზმის ფუნქციების ცვლილებას, ამ ცვლილების მექანიზმებს და მათი ეფექტურობის ამაღლების პრაქტიკულ გზებს.

სპორტის ფიზიოლოგია ფიზიკური აღზრდის სისტემაში საკუთარი ადგილით დაკავშირებულია სასწავლო და სამეცნიერო დისციპლინების სამ ჯგუფთან. პირველ ჯგუფში შედიან ის ფუნდამენტური მეცნიერებები, რომელთაც ეფუძნება სპორტის ფიზიოლოგია. ამ მეცნიერებებს მიეკუთვნება ბიოლოგია, ადამიანის ფიზიოლოგია, ქიმია და ფიზიკა.

მეორე ჯგუფში შედის სასწავლო და სამეცნიერო დისციპლინები, რომლებიც ურთიერთქმედებენ სპორტის ფიზიოლოგიასთან იმგვარად, რომ ისინი ამდიდრებენ და ავსებენ ერთმანეთს. ამ თვალსაზრისით სპორტის ფიზიოლოგია მჭიდროდაა დაკავშირებული ანატომიასთან, ბიოქიმიასთან, ბიომექანიკასთან, ჰიგიენასა და ფსიქოლოგიასთან.

სპორტის ფიზიოლოგიასთან დაკავშირებული დისციპლინების მესამე ჯგუფში შედიან ისეთი მეცნიერებანი, რომლებიც თვითონ იყენებენ სპორტის ფიზიოლოგიის სამეცნიერო მიღწევებსა მეთოდებს. მათ მიეკუთვნება ფიზიკური აღზრდის თეორია და მეთოდოლოგია, პედაგოგიკა, სპორტული მედიცინა, სამკურნალო ფიზიკური კულტურა.

სპორტის ფიზიოლოგია თავის თავში მოიცავს ორ, ერთმანეთისაგან შედარებით დამოუკიდებელ, მაგრამ ამავე დროს მჭიდროდ ურთიერთდაკავშირებულ ნაწილს. პირველი ნაწილი - **საერთო სპორტული ფიზიოლოგია** - შეისწავლის ფიზიკურ დატვირთვებთან ადაპტაციის და ორგანიზმის სარეზერვო შესაძლებლობების ფიზიოლოგიურ საფუძვლებს. ფიზიკური დატვირთვების შესრულებისას ორგანიზმში მიმდინარე ფუნქციურ ძვრებს. ასევე

## სპორტის ფიზიოლოგიის საგანი

დადლისა და აღდგენითი პროცესების ფიზიოლოგიურ საფუძვლებს. მეორე ნაწილი - **სპორტის კერძო ფიზიოლოგია** - მოიცავს ფიზიკური ვარჯიშების ფიზიოლოგიურ კლასიფიკაციას, ფიზიკური თვისებებისა და მოძრაობითი ჩვევების გამომუშავების მექანიზმებსა და კანონზომიერებებს, გარემოს განსაკუთრებულ პირობებში ორგანიზმის მუშაობის უნარიანობას, ქალთა და სხვადასხვა ასაკის ბავშვებისა და მოზარდების სპორტული წვრთნის ფიზიოლოგიურ თავისებურებებს.

სპორტის ფიზიოლოგიის ერთ-ერთი მთავარ ამოცანას წარმოადგენს სამეცნიერო უზრუნველყოფა, მაღალი სპორტული შედეგების მიღწევისა და სპორტსმენთა ჯანმრთელობის შენარჩუნებისათვის სპეციალური ღონისძიებების შემუშავება და განხორციელება. მაშასადამე შეისწავლის და ითვალისწინებს, რა ადამიანის ორგანიზმის სარეზერვო შესაძლებლობებს სპორტის ფიზიოლოგია გვთავაზობს მუშაობის უნარიანობის ამაღლების, აღდგენითი პროცესების დაჩქარების, გადაღლის თავიდან აცილების და ასევე სხვადასხვა დაავადებების განვითარების პროფილაქტიკის გზებსა და საშუალებებს.

სპორტის ფიზიოლოგიას მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ფიზიკური აღზრდის თეორიაში და წარმოადგენს იმ ცოდნის საძირკველს, რომელიც აუცილებელია მწვრთნელისთვის მაღალი სპორტული შედეგების მიღწევის პროცესში.

### კვლევის მეთოდები სპორტის ფიზიოლოგიაში

სპორტის ფიზიოლოგიის განმასხვავებელ თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ მისი მასალა შესაძლებელია მიღებული იყოს მხოლოდ ადამიანზე დაკვირვებით, სადაც შეუძლებელია ადამიანის ფიზიოლოგიაში მიღებული რიგი კლასიკური მეთოდების გამოყენება.

სპორტის ფიზიოლოგიის კვლევის მეთოდები გამოიყენება მოსვენებულ მდგომარეობაში, ფიზიკური აქტივობის პროცესში და მისი დასრულებიდან განსაზღვრული პერიოდის განმავლობაში ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის განსაზღვრისათვის. კვლევის მეთოდები იყოფა:

## სპორტის ფიზიოლოგიის საგანი

1. ნატურალური - ბუნებრივ პირობებში ორგანიზმის ფუნქციური სისტემების ძირითადი მაჩვენებლების რეგისტრაცია.

2. ლაბორატორიული - კვლევა მიმდინარეობს ხელოვნურად შექმნილ პირობებში. ამისათვის ყველაზე ხშირად გამოიყენება ფუნქციური სინჯები (ტესტები).

ძირითად ლაბორატორიულ მეთოდებს მიეკუთვნება:

ერგომეტრია - გამოიყენება ფიზიკური მუშაობისუნარიანობის განსაზღვრისათვის. ამისათვის განისაზღვრება სპორტსმენის მიერ შესრულებული მუშაობა და სხვადასხვა ფიზიოლოგიური პარამეტრი: სუნთქვის სიხშირე, პულსი, არტერიული წნევა, ცირკულაციაში მყოფი სისხლის მოცულობა, ჟანგბადის მოხმარება და სხვ. ერგომეტრიისათვის გამოიყენება ერგომეტრები (ბერძნ. ერგო - მუშაობა; მეტრი - საზომი), რომლებიც ადამიანის მიერ შესრულებული მუშაობის კონტროლირებისა და გაზომვის საშუალებას იძლევა. ერგომეტრებად გამოიყენება ველოერგომეტრები, სარბენი ბილიკები, სხვადასხვა სიმაღლის საფეხურები.

ელექტრომიოგრაფია - ადამიანის ჩონჩხის მუსკულატურის გამოკვლევის მეთოდიკა. გამოიყენება ფიზიოლოგიასა და კლინიკურ პრაქტიკაში. კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე აწარმოებენ ჯამური ელექტრომიოგრამის ან ცალკეული კუნთების პოტენციალთა რეგისტრაციასა და ანალიზს.

სპეციალური სამედიცინო მეთოდები - მოიცავს გამოკვლევის კლინიკურ და პარაკლინიკურ მეთოდებს.

სპორტის ფიზიოლოგია მნიშვნელოვან ადგილს იკავებს ფიზიკური კულტურის თეორიაში, წარმოადგენს რა იმ ცოდნის საფუძველს, რომელიც სჭირდება მწვრთნელს მაღალი სპორტული შედეგების მიღწევისა და ამავე დროს სპორტსმენის ჯანმრთელობის შენარჩუნებისათვის. სწორედ ამიტომ მწვრთნელმა კარგად უნდა იცოდეს საწვრთნო და საშეჯიბრო პირობებში სპორტსმენის ორგანიზმში ფიზიოლოგიური პროცესების მიმდინარეობის და ცვლილებების შესახებ. რათა სწორად ააგოს საწვრთნო პროცესი,

## სპორტის ფიზიოლოგიის განვითარების ისტორია

თავიდან აიცილოს გადაღლა და გადაძაბვა, უზრუნველყოს სპორტსმენის ჯანმრთელობის შენარჩუნება. მწვრთნელს ასევე უნდა ესმოდეს რეაბილიტაციის პერიოდში მიმდინარე ცვლილებების არსი, რათა აქტიური და დადებითი გავლენა მოახდინოს რეაბილიტაციის მიმდინარეობაზე, დააჩქაროს აღდგენითი პროცესები.

### სპორტის ფიზიოლოგიის განვითარების ისტორიის მოკლე მიმოხილვა

სპორტის ფიზიოლოგია შედარებით ახალბედაა მეცნიერების სამყაროში. XIX საუკუნის ბოლო პერიოდამდე ფიზიოლოგების მიერ განხორციელებული კვლევების ძირითადი მიზანი კლინიკური მნიშვნელობის მქონე ინფორმაციის მიღება იყო. ადამიანის ორგანიზმის ფიზიკურ დატვირთვებზე რეაქციის პრობლემა ფაქტიურად არ შეისწავლებოდა. მიუხედავად იმისა, რომ რეგულარული ფიზიკური აქტივობის მნიშვნელობა საზოგადოდ ცნობილი და აღიარებული იყო, XIX საუკუნის ბოლომდე კუნთოვანი სისტემის ფიზიოლოგიის შესწავლას ნაკლები ყურადღება ექცეოდა.

XIX საუკუნის შუა პერიოდიდან არსებობდა მოსაზრება, რომ რეგულარული ფიზიკური აქტივობა აუცილებელია ჯანმრთელობის ოპტიმალური მდგომარეობის შენარჩუნებისათვის, თუმცა მხოლოდ XX საუკუნის 60-იანი წლებიდან გახდა იგი საყოველთაოდ აღიარებული. მომდევნო კვლევებით დამტკიცდა ფიზიკური დატვირთვების მნიშვნელობა ორგანიზმის დაბერების შედეგად განვითარებული რეგრესისადმი წინააღმდეგობის გაწევისათვის.

ფიზიკური აქტივობის მნიშვნელობის გათვითცნობიერება ხელს უწყობდა პრევენციული მედიცინისა და ჯანმრთელობის განმტკიცებისათვის სპეციალური პროგრამების შემუშავების აუცილებლობის აღიარებას.

სწორედ ფიზიკური დატვირთვების ფიზიოლოგიამ უზრუნველყო ცოდნის კომპლექსი და ჯანმრთელი ცხოვრების წესისთვის ფიზიკური დატვირთვების, როგორც აუცილებელი კომპონენტის ჩართვის

## სპორტის ფიზიოლოგიის განვითარების ისტორია

დასაბუთება. ასევე ჩაუყარა სამეცნიერო საფუძველი ჯანმრთელი და დაავადებული ორგანიზმისათვის ფიზიკური აქტივობის მნიშვნელობის გაგებას.

სპორტის ფიზიოლოგიის განვითარებაში პირობითად რამოდენიმე ეტაპს გამოჰყოფენ: *პირველი საწყისი პერიოდი* ყალიბდებოდა XIX საუკუნის ბოლოს და გასული საუკუნის 20-იან წლებამდე, ხასიათდებოდა იმით, რომ ფიზიოლოგია ისწავლებოდა ძირითადათ სამედიცინო სასწავლებლების პროგრამით „კუნთების ფიზიოლოგიის“ ნაწილისადმი გარკვეული აქცენტებით. გამოყენებითი კუთხით განიხილებოდა მხოლოდ ორგანიზმზე ფიზიკური დატვირთვების გავლენასთან დაკავშირებული გარკვეული სამედიცინო საკითხები. დისციპლინის ასეთი შინაარსი ზუსტად ასახავდა იმ პერიოდში კუნთოვანი მოქმედების ფიზიოლოგიის სფეროში არსებულ სამეცნიერო ცოდნას.

ფიზიკური ვარჯიშების ფიზიოლოგიაში პირველი ნაშრომი „ფიზიკური ვარჯიშების ფიზიოლოგია“, დაწერილი იყო 1889 წელს *ფერნანდ ლა გრანჟის* მიერ. თუ ყურადღებას გავამახვილებთ იმაზე, რომ იმ პერიოდისათვის ფიზიკური დატვირთვების შესწავლის მიმართულებით განხორციელებული კვლევების რაოდენობა საკმაოდ მცირე იყო, ძალიან საინტერესოა გაცნობა იმისა, თუ როგორ აშუქებს ავტორი ისეთ თემებს, როგორებიცაა: „კუნთოვანი მუშაობა“, „დაღლა“, „ფიზიკურ დატვირთვებთან შეგუება“, „ტვინის ფუნქცია დატვირთვის დროს“. ფიზიკურ დატვირთვებზე ორგანიზმის რეაქციის ახსნის ეს პირველი მცდელობა ბევრად იყო შეზღუდული იმ პერიოდისათვის არსებული საკმაოდ ურთიერთგამომრიცხავი თეორიული ასპექტებითა და ფაქტობრივი მასალის მცირე რაოდენობით.

XIX საუკუნის ბოლოს შემუშავდა მრავალი თეორია, რომლებიც აღწერდნენ კუნთების შეკუმშვის უზრუნველმყოფი ენერჯის წყაროებს. როგორც ცნობილია დატვირთვის შესრულებისას კუნთები გამოიმუშავებენ დიდი რაოდენობით სითბოს, ამიტომ იმ დროისათვის არსებული ზოგიერთი თეორიის თანახმად სწორედ ეს სითბო პირდაპირ ან ირიბათ უნდა გამოიყენებოდეს იმისათვის, რომ მოხდეს კუნთების შეკუმშვა.

## სპორტის ფიზიოლოგიის განვითარების ისტორია

სხვადასხვა ფიზიკურ დატვირთვის გავლენით სპორტსმენთა ორგანიზმში განვითარებული ფუნქციური ძვრების ანალიზმა პროფ. ა.ნ. კრესტოვნიკოვს საშუალება მისცა შეექმნა მსოფლიოში პირველი ფიზიკური კულტურის ინსტიტუტებისათვის სპეციალიზებული სახელმძღვანელო ფიზიოლოგიაში (1938წ.) და პირველი მონოგრაფია სპორტის ფიზიოლოგიაში (1939 წ.) აღნიშნული წიგნების გამოცემამ შექმნა საფუძველი ადამიანის ფიზიოლოგიაში ჩამოყალიბებულიყო ახალი სამეცნიერო და სასწავლო განაყოფი - სპორტის ფიზიოლოგია. ამ პერიოდიდან იწყება *სპორტის ფიზიოლოგიის განვითარების მეორე გარდამავალი* პერიოდი (1930-1950 წწ.).

უოლტერ ფლეტჩერმა და ფრედერიკ გოულენდმა დაადგინეს მჭიდრო კავშირი კუნთების შეკუმშვასა და ლაქტატის წარმოქმნას შორის. ნათელი გახდა, რომ ენერგია კუნთის შეკუმშვისათვის წარმოიქმნება კუნთის გლიკოგენის დაშლის ხარჯზე და ამ პროცესს თან სდევს რძის მჟავის გამოყოფა, თუმცა ამ რეაქციის დეტალები გაურკვეველი რჩებოდა. რადგან კუნთების მუშაობას სჭირდება საკმაოდ დიდი რაოდენობის ენერგია, კუნთოვანმა ქსოვილმა შეასრულა იდეალური მოდელის როლი უჯრედული მეტაბოლიზმის საიდუმლების გარკვევის საქმეში. 1921 წელს არჩიბალდ ჰილმა მიიღო ნობელის პრემია ენერგეტიკული მეტაბოლიზმის მიმართულელებით შესრულებული კვლევებისათვის.

ამ პერიოდისათვის ბიოქიმია თავისი განვითარების საწყის ეტაპზე იმყოფებოდა, თუმცა მან სწრაფად მოიპოვა აღიარება ისეთი ნობელის პრემიის ლაურიატი მეცნიერების ძალისხმევით, როგორებიც არიან: ალბერტ სენფ-დიორდი, ოტტო მეიერჰოფი, ავგუსტ კროგი და ჰანს კრებსი, რომლებიც ცოცხალი უჯრედების მიერ ენერგიის გამომუშავების საკითხებს შეისწავლიდნენ.

ამ და სხვა მეცნიერების მიერ ჩაეყარა საფუძველი ენერგიის წარმოქმნის თანამედროვე გაგებას, რომელიც დღესდღეობით ფართოდ შეისწავლება ფიზიკური დატვირთვების შემსწავლელ ლაბორატორიებში ჟანგბადის მოხმარების სარეგისტრაციო კომპიუტერული სისტემების გამოყენებით.

## სპორტის ფიზიოლოგიის განვითარების ისტორია

ტ. კარეტონის და მისი სტუდენტების მიერ შემუშავებულმა ფიზიკური მომზადების პროგრამამ, ასევე 1968 წელს გამოცემულმა კენეტ კუპერის წიგნმა „აერობიკა“ შექმნეს ფიზიოლოგიური საფუძველი ჯანმრთელი ცხოვრების წესის უზრუნველყოფი ფიზიკური დატვირთვების გამოყენებისათვის.

სპორტის ფიზიოლოგიის განვითარების ისტორია მჭიდროდაა დაკავშირებული ნ. ბერნშტეინის შრომებთან. მისი იდეები გახდა საფუძველი ბიოლოგიური კიბერნეტიკის და რთული მოძრაობების მართვის თეორიის ჩამოყალიბებაში.

*სპორტის ფიზიოლოგიის განვითარების მესამე პერიოდი (1960-1990 წწ)* ხასიათდება დისციპლინის სისტემატიზებული სასწავლო და სამეცნიერო ნაწილების ფორმირებით, რომელიც შეესაბამება ფიზიკურ კულტურასა და სპორტში მაღალკვალიფიციური სპეციალისტების მომზადების ახალ ამოცანებს. ამ პერიოდში შეიქმნა სპორტის ფიზიოლოგიის სახემძღვანელოები ვ. ფარფელისა (1960წ) და ი. კოცის (1986წ) ავტორობით.

ფიზიკური ვარჯიშების ფიზიოლოგიაში გამორჩეული ადგილი უჭირავს შვედ პერ ასტრანდს. მისი ყველაზე ცნობილი ნაშრომია „მუშაობის ფიზიოლოგიის სახელმძღვანელო“, დაწერილი ნორვეგიელ კარე როდალთან ერთად. 60-ინა წლებში მისი ხელმძღვანელობით ჩატარდა რამოდენიმე მარტივი ექსპერიმენტი, რომლებსაც დღემდე სერიოზული პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვთ ხანგრძლივი ინტერვალური დატვირთვების ორგანიზმზე ფიზიოლოგიური ზემოქმედების გაგებისათვის.

ჩვენს ქვეყანაში სპორტის ფიზიოლოგიის განვითარებას საფუძველი ჩაეყარა მე-20-ე საუკუნის პირველ ნახევარში. 1938 წ. თბილისში ფიზიკური კულტურის ინსტიტუტის დაარსებისთანავე შეიქმნა ფიზიოლოგიისა და ბიოქიმიის კათედრა. კათედრის გამგის პროფ. სერგი ნარიკაშვილის ხელმძღვანელობით, ფიზიკური კულტურის ინსტიტუტის სპეციფიკის გათვალისწინებით, თავიდანვე დიდი აქცენტი გაკეთდა სპორტის ფიზიოლოგიის საფუძველიან შესწავლაზე. ს. ნარიკაშვილმა მოკლე პერიოდში შექმნა სკოლა, რომლის

## სპორტის ფიზიოლოგიის განვითარების ისტორია

წარმომადგენლებიც სამეცნიერო-პრაქტიკული მოღვაწეობის მხრივ, დიდ კონკურენციას უწევდნენ იმ პერიოდისათვის წამყვანი სტატუსის მქონე მოსკოველ და ლენინგრადელ სპეციალისტებს.

შემდგომ წლებში ფიზიოლოგიის კათედრის გამგეები იყვნენ: დოცენტი შალვა ჩახნაშვილი (1960-1974წ.); პროფ. დ. ჩიტაშვილი (1974-1980წ.); დოცენტი ბ. თევზაძე (1981-1982წ.); პროფ. ე. მონიავა (1983-2007წ.).

ფიზიკური კულტურის ინსტიტუტის ფიზიოლოგიის კათედრის თანამშრომლების მიერ გამოიცა პირველ ქართულენოვანი სახელმძღვანელოები ფიზიოლოგიის მიმართულებით: “ადამიანის ფიზიოლოგია”, “სპორტული წვრთნის ფიზიოლოგიური საფუძვლები” და “ფიზიკური არზრდისა და სპორტის ფიზიოლოგიური საფუძვლები”.

მეხიკოს 1968 წლის XIX ოლიმპიური თამაშებისათვის მომზადების წინ ფიზიოლოგიის კათედრაზე მიმდინარეობდა საშუალო მთიანეთის პირობებში ფიზიკური დატვირთვების შესრულებაზე ორგანიზმის რეაგირების თავისებურებების შესწავლა. ამ მიმართულებით ჩატარებული კვლევების მონაცემების საფუძველზე 1967 წელს გამოიცა შრომათა კრებული, რომელშიც მოცემული 35 სტატია საშუალო მთიანეთში ფიზიკურ დატვირთვებზე ადამიანის ორგანიზმის სპეციფიკურ რეაქციებს ეხებოდა. აღნიშნული შრომათა კრებული სსრკ სპორტკომიტეტის მიერ, ოქროს მედლით დაჯილდოვდა.

ფიზიოლოგიის კათედრის ერთ ერთი თვალსაჩინო წარმომადგენლის პროფ. დურმიშხან ჩიტაშვილის კათედრის გამგეობის დროს (1974-1980წ.) დიდი ყურადღება ექცეოდა სამეცნიერო მუშაობას. 1974 წელს გამოქვეყნდა მეცნიერული ნაშრომი, აქტიური დასვენების შესახებ, რომელმაც სპორტის სპეციალისტების მხრიდან მოწონება დაიმსახურა. ამ პერიოდში პრიორიტეტული იყო სამეცნიერო კადრების მომზადება, პროფ. დ. ჩიტაშვილის ხელმძღვანელობით დაცული იყო საკანდიდატო და სადოქტორო დისერტაციები.

## სპორტის ფიზიოლოგიის განვითარების ისტორია

---

დღეისათვის ფიზიოლოგიის კათედრა გაერთიანებულია - ანატომიის, ბიოლოგიისა და ბიოქიმიის კათედრებთან. ფიზიოლოგიის მიმართულებით მუშაობენ პროფესორები: ლიანა კაკიაშვილი, კახაბერ ხვედელიძე, ლალი ახალაძე.

თავი მეორე

### სპორტული ვარჯიშების კლასიფიკაციის ძირითადი კრიტერიუმები

ფიზიკური ვარჯიშების უამრავი სახეობა მათი კლასიფიკაციის აუცილებლობას ქმნის. ფიზიოლოგიური კლასიფიკაცია ერთმანეთის მსგავსი ფუნქციური მახასიათებლების მქონე ფიზიკური ვარჯიშებს აერთიანებს ჯგუფებში. კლასიფიკაციას საფუძვლად უდევს შემდეგი კრიტერიუმები:

- ენერგეტიკული კრიტერიუმები - ფიზიკური ვარჯიშების კლასიფიკაცია ხდება ენერგიის უპირატესი წყაროების და ენერგეტიკული დანახარჯების მიხედვით.
- ბიომექანიკური კრიტერიუმები - ვარჯიშის დროს შესრულებული მოძრაობების სტრუქტურის მიხედვით გამოიყოფა: ციკლური, აციკლური და შერეული ტიპის ვარჯიშები.
- წამყვანი ფიზიკური თვისების კრიტერიუმი - აქ კლასიფიცირდებიან: ძალისმიერი ვარჯიშები, ვარჯიშები რომლებიც მოითხოვენ მაქსიმალურ სისწრაფეს, სწრაფ-ძალისმიერი ვარჯიშები, ვარჯიშები რომლების მოითხოვენ მაქსიმალურ გამძლეობას, ვარჯიშები მაქსიმალური კოორდინაციით.
- დროითი კრიტერიუმები - ვარჯიშების კლასიფიკაცია ხდება შესრულებული მუშაობის შეფარდებითი სიმძლავრის მიხედვით.

ენერგეტიკული კრიტერიუმებით კლასიფიკაცია სპორტულ ვარჯიშებს განიხილავს უპირატესად გამოყენებული ენერგიის წყაროს მიხედვით. ანაერობული ალაქტატური (ენერგია მიიღება ფოსფაგენური ნაერთების - ატფ და კფ ხარჯზე). ანაერობული ლაქტატური (გლიკოლიზის ენერგიის ხარჯზე - ნახშირწყლების დაშლა რემემჟავის წარმოქმნით). ენერგიის აერობული და ანაერობული

**კლასიფიკაციის ძირითადი პრინციპები**

წყაროების თანაფარდობა დამოკიდებულია შესრულებული მუშაობის ხანგრძლივობაზე.

ენერგიის წყარო	მუშაობის ხანგრძლივობა							
	10წთ.	1 წთ.	2 წთ.	4 წთ.	10 წთ.	30 წთ.	1 სთ.	2 სთ.
ანაერობული	85	70	50	30	10	5	2	1
აერობული	15	30	50	70	90	95	98	99

*აერობული და ანაერობული ენერგიის წყაროების თანაფარდობა შესრულებული ვარჯიშების ხანგრძლივობის მიხედვით. (P. Astrand et al; 1970)*

კლასიფიკაციისას გამოიყოფა ვარჯიშები ენერგიის საერთო და დროის ერთეულში დანახარჯებით. დისტანციის ზრდასთან ერთად ენერგიის საერთო დანახარჯები იზრდება, ხოლო დანახარჯები დროის ერთეულში მცირდება.

**სპორტული ვარჯიშების ფიზიოლოგიური კლასიფიკაცია**

სპორტში შესრულებული მოძრაობები შესაძლებელია გავყოთ 2 ნაწილად:

**1 - სპორტული პოზები:**

- წოლითი
- ჯდომითი
- დგომითი
- ბჯენი ხელებზე

**2 - მოძრაობები:**

I - სტერეოტიპული (სტანდარტული) მოძრაობები

- 1) მოძრაობები, რომლებიც ფასდება შესრულების ხარისხით
- 2) მოძრაობები, რომლებიც ფასდება რაოდენობრივი (მასის, დროის და მანძილის) მაჩვენებლებით და თავის მხრივ იყოფა ორ ჯგუფად: 1-ციკლური და 2-აციკლური.

### ციკლური

შესრულებული მუშაობის სიმძლავრის მიხედვით:

- მაქსიმალური
- სუბმაქსიმალური
- დიდი
- ზომიერი

### აციკლური

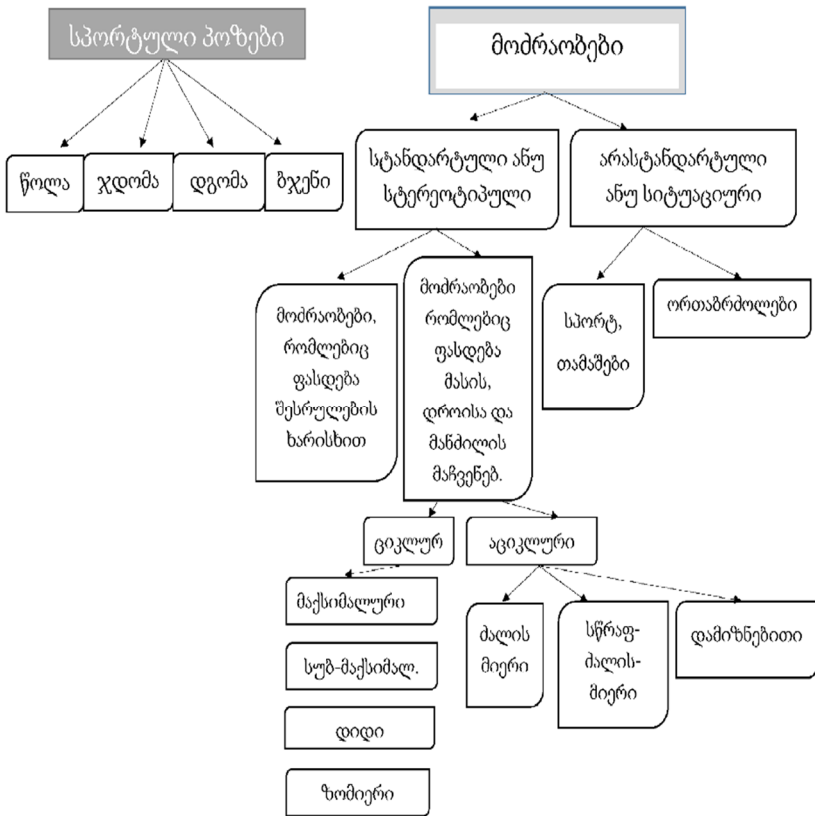
- საკუთრივ ძალისმიერი
- სწრაფ-ძალისმიერი
- დამიზნებითი

II - სიტუაციური (არასტანდარტული) მოძრაობები

- სპორტული თამაშები
- ორთაბრძოლები

ყველა სპორტული ვარჯიში უპირველეს ყოვლისა იყოფა სპორტულ პოზებად და მოძრაობებად. შემდეგ ყველა მოძრაობა გაყოფილია სტანდარტულობის კრიტერიუმით, სტანდარტულ ანუ სტერეოტიპულ (მეორდება ერთი და იგივე მოძრაობები) და არასტანდარტულ ანუ სიტუაციურ (სპორტული თამაშები, ორთაბრძოლები) ვარჯიშებად. სტანდარტული მოძრაობები შეფასების ხასიათის მიხედვით გაყოფილია 2 ჯგუფად: ესენია მოძრაობები, რომლებიც ფასდება შესრულების ხარისხით (ტანვარჯიში, ფიგურული სრიალი, წყალში ხტომა და სხვ.) და მოძრაობები, რომლებიც ფასდება რაოდენობრივი (მანძილი, მასა, დრო) მაჩვენებლებით. ეს უკანასკნელნი კი თავის თავში მოიცავენ სხვადასხვა სტრუქტურის ვარჯიშებს - აციკლურს და ციკლურს. აციკლურ ვარჯიშებს მიეკუთვნება: საკუთრივ ძალისმიერი (ძალოსნობა), სწრაფ ძალისმიერი (ხტომები, ტყორცნები) და დამიზნებითი (სროლა).

კლასიფიკაციის ძირითადი პრინციპები



სპორტული ვარჯიშების ფიზიოლოგიური კლასიფიკაციის სქემა.

ციკლური ვარჯიშები შესრულებული მუშაობის სიმძლავრის მიხედვით დაყოფილია 4 ზონად. 1 - მაქსიმალური სიმძლავრის ციკლური მუშაობა (ხანგრძლივობა 10-30 წამამდე). 2 - სუბმაქსიმალური სიმძლავრის ციკლური მუშაობა (20-30 წამიდან 3-5 წუთამდე). 3 - დიდი სიმძლავრის ციკლური მუშაობა (3-5 წუთიდან 20-30 წუთამდე) და 4 - ზომიერი სიმძლავრის ციკლური მუშაობა (20-30 წუთიდან რამოდენიმე საათამდე)

### სპორტული პოზებისა და სტატიკური ძალვის ფიზიოლოგიური დახასიათება

**პოზა** - ეს არის სხეულის ან მისი ნაწილების გარკვეულ მდებარეობაში შენარჩუნება. ამასთან უზრუნველყოფილია სახსრების განსაზღვრული კუთხის შენარჩუნება და კუნთების საჭირო დამაბვა.

პოზის შენარჩუნების დროს ჩონჩხის კუნთები ასრულებენ მექანიკური რეაქციის ორ ფორმას:

- ტონური დამაბვა (სანამ შესაძლებელია პოზის სტაბილური შენარჩუნება),
- ფაზური (ტეტანური) შეკუმშვა (პოზის კორექციისათვის, მისი შენარჩუნების გამწვანებისას და ასევე დიდი დატვირთვების დროს).

უძრავი პოზის შენარჩუნების დროს ადამიანი ასრულებს სტატიკურ მუშაობას. ამავე დროს კუნთების მექანიკური მუშაობა ნულის ტოლია. მაგრამ კუნთების სტატიკური ძალვის შენარჩუნება დაკავშირებულია კუნთების მნიშვნელოვან დამაბვასთან და მოითხოვს დიდ ენერგეტიკულ დანახარჯებს.

#### სპორტული პოზების ფიზიოლოგიური დახასიათება.

ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში - დიდი ნახევარსფეროების ქერქის მოტორულ ზონაში იქმნება აგმენტების მძლავრი კერა - მუშა დომინანტა, რომელიც შემაკავებელ გავლენას ახდენს სუნთქვისა და სისხლის მიმოქცევის მარეგულირებელ ცენტრებზე. რადგან ნერვული ცენტრების აქტივობა გამუდმებით, შესვენების გარეშე უნდა იყოს შენარჩუნებული, სტატიკური ძალვა ძალაინ დამღლელია და მისი შენარჩუნება შეუძლებელია დიდი ხნის განმავლობაში. გარდა ამისა მამოძრავებელ აპარატში აღინიშნება კუნთების უწყვეტი შეკუმშვა, რაც ასევე სტატიკური ძალვის შესრულებას უფრო დამღლელს ხდის დინამიკურ მუშაობასთან შედარებით. დღეისათვის ცნობილია, რომ სტატიკური ძალვის შესრულებისას არტერიული წნევა კუნთებში ვერცხლისწლის სვეტის 400-500 მმ-მდე იზრდება, რაც აუცილებელია სისხლის მოძრაობისადმი გაზრდილი წინააღმდეგობის

**კლასიფიკაციის ძირითადი პრინციპები**

გადალახვისათვის. თუმცა სტატიკური ძაღვისას სისხლის მიმოქცევის სრული შეწყვეტაც კი მნიშვნელოვნად ვერ ამცირებს კუნთების მუშაობას, ვინაიდან მათ გააჩნიათ მიოგლობინთან შეკავშირებული ჟანგბადის მარაგ, ხოლო მუშაობა საკმაოდ ხანმოკლეა.

აღინიშნება ცვლილებები კარდიორესპირატორულ სისტემაში: მცირდება ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა, სუნთქვის სიღრმე და წუთმოცულობა, გულის ცემის სიხშირე და ჟანგბადის მოხმარება ასევე ქვეითდება. ხოლო მუშაობის დასრულების შემდეგ აღინიშნება ამ მაჩვენებლების მკვეთრი ზრდა. მოცემული ეფექტი უფრო მეტად დამწყებ სპორტსმენებშია გამოხატული და გაწვრთნილობის ზრდასთან ერთად გაცილებით ნაკლებად გამოვლინდება.

სტატიკური ძაღვის შესრულებისას ფილტვების ალვეოლებში ჟანგბადის შემცველობა დამოკიდებულია სპორტულ პოზაზე: დგომითი პოზის დროს იგი შეადგენს - 14.9 %, ჯდომითი პოზის დროს - 14.4%, და წოლითი პოზის დროს 14.1%.

სტატიკური ძაღვის შესრულებისას აღინიშნება ჭინთვის მოვლენა, როდესაც ხდება ამოსუნთქვა და ტორსი ქმნის კარგ მექანიკურ საყდენს, შედეგად კუნთების მიერ განვითარებული ძალა იზრდება.

**ციკლური ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება**

**ციკლური ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება**

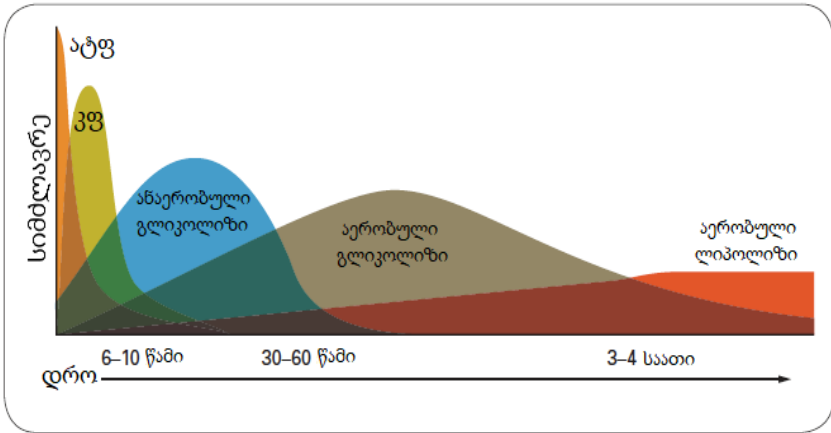
როგორც ცნობილია ორგანიზმის (მომუშავე კუნთების) ენერგეტიკული მოთხოვნების დაკმაყოფილება ორი ძირითადი გზით ხდება. 1 - ანაერობული და 2- აერობული. მაგრამ სხვადასხვა ციკლური ვარჯიშების შესრულებისას ენერგოუზრუნველყოფის ამ ორი გზის ურთიერთშეთავსება არათანაბრად ხდება. ნებისმიერი ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას პრაქტიკულად მუშაობს სამივე ენერგეტიკული სისტემა: ანაერობული ფოსფაგენური (ალაქტატური), ლაქტაციდური (გლიკოლიტიკური) და ასევე აერობული (ჟანგბადიანი). მათი მოქმედების ზონები კი ნაწილობრივ გადაიკვეთება. აქედან გამომდინარე ძალიან ძნელია განისაზღვროს თითოეული ენერგეტიკული სისტემის წმინდა წვლილი, განსაკუთრებით ხანმოკლე მუშაობის შესრულებისას. ამასთან დაკავშირებით ენერგეტიკული სიმძლავრის მიხედვით ერთმანეთთან ახლოს მყოფ ვარჯიშებს ხშირად აერთიანებენ ჯგუფებში.

ენერგოუზრუნველყოფის ანაერობულ და აერობულ სისტემებზე დატვირთვის მიხედვით ყველა ვარჯიში შეიძლება დაიყოს მეტად წარმოდგენილი ანაერობული ან აერობული კომპონენტის გათვალისწინებით. ანაერობული ვარჯიშების შესრულებისას წამყვანი თვისებაა - სიმძლავრე (სწრაფ-ძალისმიერი შესაძლებლობები), ხოლო აერობული ვარჯიშების შესრულებისას - გამძლეობა.

ენერგოპროდუქციის სხვადასხვა გზების (სისტემების) თანაფარდობა მნიშვნელოვნად განსაზღვრავს სხვადასხვა ვარჯიშების შესრულების განმაპირობებელ ფიზიოლოგიურ სისტემებში განვითარებულ ძვრებს.

სტანდარტული ციკლური ვარჯიშები მოიცავენ მრავალჯერ განმეორებად ერთმანეთის მსგავს მოძრაობით აქტებს. შესრულებული მუშაობის სიმძლავრის მიხედვით ციკლური ვარჯიშები იყოფა 4 შეფარდებით ზონად. ესენია: 1 - მაქსიმალური, 2 - სუბმაქსიმალური, 3 - დიდი და 4 - ზომიერი სიმძლავრის ციკლური მუშაობა.

ციკლური ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება



კუნთების ენერგიით უზრუნველყოფის თავისებურებები მუშაობის სხვადასხვა ხანგრძლივობისა და ინტენსივობით შესრულებისას.

მაქსიმალური სიმძლავრის ციკლური მუშაობა გრძელდება 20-30 წამამდე. (მაგ: სპრინტერული სირბილი 60, 100 ან 200 მეტრზე. ცურვა 25 და 50 მეტრზე. და სხვ.).

ასეთი მუშაობა მიეკუთვნება ანაერობულ ალაქტატურ დატვირთვებს და 90-95%-ით სრულდება ატფ-ს და კვ-ის ფოსფაგენური სისტემის ხარჯზე. ენერგიის საერთო დანახარჯები ასეთი დატვირთვის შესრულებისას მინიმალურია (საშუალოდ 80 კ.კალ.) თუმცა დროის მონაკვეთში მაგ. 1 წამის განმავლობაში დახარჯული ენერგია კოლოსალურია და საშუალოდ 4 კ.კალორიას შეადგენს. ჟანგბადზე დიდი მოთხოვნა (ერთ წუთზე გადათვლით საშუალოდ 40ლ.) უშუალოდ მუშაობის შესრულების დროს ძალიან უმნიშვნელოდ კმაყოფილდება (0.1 ლიტრზე ნაკლები), მაგრამ ჟანგბადის დავალიანება დროის სიმცირის გამო დიდ ციფრებს ვერ აღწევს. შესრულებული მუშაობის მცირე ხანგრძლივობა ასევე საკმარისი არ არის კარდიორესპირატორულ სისტემაში შესამჩნევი ძვრების განვითარებისათვის. თუმცა ძლიერი წინასტარტული რეაქციების გამო გ.ც.ს. აღწევს საკმაოდ მაღალ მაჩვენებლებს - წუთში

**ციკლური ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება**

200 დარტყმამდე. ღვიძლიდან ნახშირწყლების აქტიური გადმოსვლის გამო, სისხლში აღინიშნება გლუკოზის მომატება - ჰიპერგლიკემია.

მაქსიმალური სიმძლავრის ციკლური მუშაობის შესრულებისას წამყვანი სისტემა - ც.ნ.ს. და მამოძრავებელი აპარატი. ამ ინტენსივობის მუშაობის შესრულებისათვის საჭიროა ნერვული ცენტრებისა და ჩონჩხის კუნთების აგზნებადობისა და ლაბილობის მაღალი დონე, ნერვული პროცესების ძვრადობის მაღალი ხარისხი, კუნთების მოდუნების მაღალი სისწრაფე და მათში კრეატინფოსფატის საკმარისი მარაგი.

**სუბმაქსიმალური სიმძლავრის მუშაობა** გრძელდება 20-30 წამიდან 3-5 წუთამდე. (მაგ. საშუალო მანძილზე სირბილი -400, 800, 1000 და 1500 მეტრი; ცურვა 100, 200 და 400 მეტრზე; ნიჩბოსნობა 500, 1000 მეტრზე და სხვ.)

ასეთი სიმძლავრის მუშაობას მიეკუთვნება ანაერობულ-აერობული ხასიათის დატვირთვები. სიმძლავრის ამ ზონაში დისტანციის ზრდასთან ერთად ლოკომოციის სიჩქარე მკვეთრად მცირდება და შესაბამისად დროის მონაკვეთში (მაგ. 1 წმ-ში) დახარჯული ენერჯის რაოდენობაც სწრაფად მცირდება (1.5 დან 0.6 კ.კალორიამდე), სამაგიეროდ ჯამური ენერგოდანახარჯის რაოდენობა მატულობს (150 დან 450 კ. კალორიამდე). ენერგოდანახარჯების მეტწილად ანაერობული რეაქციების ხარჯზე უზრუნველყოფას მივყავართ სისხლში ლაქტატის რაოდენობის ზღვრულ ზრდამდე, რომელიც მოსვენებულ მდგომარეობასთან შედარებით 25 ჯერ მატულობს. ასეთ პირობებში სისხლის PH მცირდება 7.0 და უფრო მეტადაც. მუშაობის ხანგრძლივობა საკმარისია კარდიორესპირატორული სისტემის ფუნქციონირების მაქსიმუმამდე გაძლიერებისათვის და შესაბამისად მიიღწევა ჟანგბადის მაქსიმალური რაოდენობით მოხმარება. მიუხედავად ამისა მოთხოვნა ჟანგბადზე ძალიან მაღალია (სხვადასხვა დისტანციაზე 8.5 დან 25 ლიტრამდე წუთში) და კმაყოფილდება მხოლოდ 1/3-ით, ხოლო ჟანგბადის დავალიანება შეადგენს ჟანგბადზე მოთხოვნის 50-80% და მაღალი კვალიფიკაციის სპორტსმენებში აღწევს 20-22 ლიტრამდე. ამასთან დაკავშირებით ჟანგბადის მოხმარებისა და კარდიორესპირატორული სისტემის მაჩვენებლების სტაბილიზაციამ,

**ციკლური ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება**

რომელიც მიიღწევა დისტანციის დასასრულისაკენ, მიიღო მოჩვენებითი, ანუ ცრუ მდგრადი მდგომარეობის სახელი.

სუბმაქსიმალური სიმძლავრის ციკლური მუშაობის შესრულებისას წამყვანი როლი აკისრია ორგანიზმის ჟანგბადით უზრუნველყოფის სისტემებს - სისხლი, სისხლის მიმოქცევა და სუნთქვა, და ასევე ც.ნ.ს. რომლის როლიც ასევე დიდია, ვინაიდან მან უნდა უზრუნველყოს ძალიან მაღალი სისწრაფით შესრულებული მოძრაობების მართვა თვით ნერვული ცენტრების ჟანგბადით არასაკმარისი უზრუნველყოფის პირობებში.

**დიდი სიმძლავრის მუშაობა** გრძელდება 5-6 წუთიდან 20-30 წუთამდე. მას მიეკუთვნება ციკლური ვარჯიშები, სადაც ხდება დიდი დისტანციის დაფარვა - სირბილი 5000, 10000 მ; ნიჩბოსნობა - 1.5, 2კმ. და სხვ.

ასეთი სიმძლავრის მუშაობა ხასიათდება როგორც აერობულ-ანაერობული. ანაერობულ გლიკოლიზთან ერთად აქ დიდ მნიშვნელობას იძენს ასევე ნახშირწყლების (გლუკოზის) აერობული დაჟანგვა. კარდიორესპირატორული სისტემის მაქსიმალური დამაბვა უზრუნველყოფს ჟანგბადის მაქსიმალურად შესაძლებელი რაოდენობის მოხმარებას. თუმცა, მიუხედავად ამისა, ჟანგბადის დავალიანება ჟანგბადზე მოთხოვნის სულ რაღაც 10-30% შეადგენს, შესრულებული მუშაობის დიდი ხანგრძლივობის გამო აღწევს საკმაოდ მაღალ მაჩვენებელს (12-15 ლ). ამით აიხსნება სისხლში ლაქტატის მაღალი კონცენტრაცია და სისხლის PH - ის შესამჩნევი შემცირება.

დისტანციაზე აღინიშნება ჟანგბადის მოხმარების, სუნთქვის და სისხლის მიმოქცევის სისტემების მაჩვენებლების სტაბილიზაცია, თუმცა უშუალოდ დატვირთვის შესრულების პროცესში ჟანგბადზე მოთხოვნის სრული დაკმაყოფილება ვერ ხერხდება, ანუ ყალიბდება მოჩვენებითი მდგრადი მდგომარეობა. გ.ც.ს შენარჩუნებულია უწყვეტად, ოპტიმალურ დონეზე - 180 დარტყმა წუთში. დროის მონაკვეთში დახარჯული ენერჯის რაოდენობა დიდი არ არის (0.5 - 0.4 კ.კალორია წამში), მაგრამ საერთო ენერგეტიკული დანახარჯები საკმაოდ მაღალია და 750-900 კ.კალორის აღწევს.

**ციკლური ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება**

ასეთი სიმძლავრის მუშაობის შესრულებისას წამყვანი როლი კარდიო-რესპირატორულ სიტემას აკისრია, ასევე მნიშვნელოვანია თერმორეგულაციისა და შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების ჩართულობა.

**ზომიერი სიმძლავრის მუშაობა** გრძელდება 30-40 წუთი და მეტი დროის განმავლობაში, (შესაძლებელია რამოდენიმე საათის განმავლობაშიც კი). მას მიეკუთვნება გრძელ დისტანციაზე სირბილი 20, 30 კმ, მარათონი, საგზატკეცილო ველორბოლა 100კმ. და მეტ მანძილზე, სპორტული სიარული 10 დან 50 კმ - მდე, ნიჩბოსნობა - 10000 მეტრი და სხვ.

ენერგომომარაგება ზომიერი სიმძლავრის მუშაობის შესრულებისას თითქმის მთლიანად აერობული გზით ხდება. ამასთანავე გლუკოზის მარაგის შემცირებასთან ერთად იწყება ცხიმების ენერჯის წყაროდ გამოყენება. ენერჯის დანახარჯები დროის მონაკვეთში უმნიშვნელოა (წამში 0.3 კ.კალორია), თუმცა საერთო ჯამური ენერჯის დანახარჯი ძალიან დიდ მაჩვენებლებს აღწევს (2000-3000 კილოკალორია და მეტი). ჟანგბადის მოხმარება ზომიერი სიმძლავრის ციკლური მუშაობის შესრულებისას შეადგენს მაქსიმალურად შესაძლებლის 70-80% და პრაქტიკულად სრულად ფარავს ჟანგბადზე მოთხოვნას. ასე რომ ჟანგბადის დავალიანება დისტანციის ბოლოს შეადგენს 4 ლიტრზე ნაკლებს, ხოლო სისხლში ლაქტატის კონცენტრაცია ნორმას არ აღემატება. სუნთქვის და სისხლის მიმოქცევის სისტემის მაჩვენებლების ზრდა მაქსიმალურზე ნაკლებია. გ.ც.ს. შენარჩუნებულია 160-180 დარტყმის ფარგლებში. მიუხედავად იმისა, რომ ჟანგვითი პროცესები ძირითადად ცხიმების უტილიზაციაზე გადაერთვება (რაც მაგ. მარათონელებში დისტანციის 30 კილომეტრის გავლის შემდეგ აღინიშნება), ასევე გრძელდება ნახშირწყლების ხარჯვაც. ამას კი სისხლში გლუკოზის კონცენტრაციის თითქმის ორჯერ შემცირებამდე მივყავართ, (ჰიპოგლიკემია). ჰიპოგლიკემია კი თავის მხრივ აფერხებს ც.ნ.ს. ფუნქციონირებას, აუარესებს კოორდინაციას, ზღუდავს სივრცეში ორიენტაციის უნარს, ხოლო მძიმე შემთხვევებში იწვევს ცნობიერების დაკარგვას. ამასთანავე ხანგრძლივი მონოტონური მუშაობა იწვევს ზეზღვრულ შეკავებას ც.ნ.ს - ში, რომელსაც ასევე დაცვითი შეკავება ჰქვია და იცავს სპორტსმენის

## აციკლური ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება

ორგანიზმს და პირველ რიგში ნერვულ უჯრედებს დარღვევისა და კვდომისაგან.

წამყვანი როლი ზომიერი სიმძლავრის ციკლური მუშაობის შესრულებისას აკისრია ნახშირწყლების მარაგის რაოდენობას, ჰიპოგლიკემიის თავიდან აცილებას და ც.ნ.ს-ის მონოტონიისადმი მდგრადობას.

### აციკლური ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება

სპორტულ მოძრაობათა ეს ჯგუფი ხასიათდება მოძრაობითი აქტების სტერეოტიპული პროგრამირებით, თუმცა ციკლური ვარჯიშებისაგან განსხვავებით ეს აქტები არაერთგვაროვანია. მათ ჰყოფენ ხარისხობრივი მაჩვენებლით შეფასებად მოძრაობებად - ტანვარჯიში, ფიგურული სრიალი, წყალში ხტომა, ბატუტი და სხვ., და მოძრაობებად, რომელიც ფასდება რაოდენობრივი მაჩვენებლებით. იმ მოძრაობებში სადაც შეფასების რაოდენობრივი მაჩვენებლები გამოიყენება გამოჰყოფენ:

- საკუთრივ ძალისმიერი (მაგალითად ძალოსნობა), სადაც სპორტსმენის ძალა მიმართულია უშუალოდ დასაძლევ სიმძიმის (შტანგის) მასის დასაძლევად, ხოლო მოძრაობის სისწრაფე მცირეა.
- სწრაფ-ძალისმიერი (ხტომები, ტყორცნები), სადაც ბადროს, უროს, დისკის, შუბის ან თვით სპორტსმენის სხეულის წონა უცვლელი მაჩვენებელია, ხოლო სპორტული შედეგი სპორსმენის სხეულის ან მაგ. ბადროსადმი მიჩნეული აჩქარებით განისაზღვრება.
- დამიზნებითი მოძრაობები (ტყვიის სროლა, მშვილდოსნობა), სადაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მდგრად სპორტულ პოზას, ნატიფ კოორდინაციას და სენსორული ინფორმაციის ზუსტ ანალიზს.

აციკლური ვარჯიშების შესრულებისას ერთმანეთთან კომბინირებულია ანაერობული (ხტომები, ტყორცნები) ან ანაერობულ აერობული (ტანვარჯიში, ფიგურული სრიალი) ხასიათის დინამიკური და სტატიკური მუშაობა, რომელიც შესრულების ხანგრძლივობის მიხედვით შეესაბამება მაქსიმალური და სუბმაქსიმალური სიმძლავრის

## არასტანდარტული ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება

მუშაობას. უმნიშვნელო ხანგრძლივობის გამო ენერჯის საერთო დანახარჯები, მოთხოვნა ჟანგბადზე და დავალიანება (საშუალოდ 2ლ.) აქ მცირეა. ორგანიზმის ვეგეტატიურ სისტემებს მნიშვნელოვანი მოთხოვნები არ წარედგინება. ვარჯიშის შესრულება მოითხოვს კარგ კოორდინაციას, მოძრაობის სივრცით და დროით სიზუსტეს, დროის კარგად განვითარებულ შეგრძნებას, ყურადღების კონცენტრაციას, მნიშვნელოვან აბსოლუტურ და შეფარდებით ძალას.

წამყვან სისტემადად გვევლინება ც.ნ.ს. სენსორული სისტემები, მამოძრავებელი აპარატი.

## არასტანდარტული (სიტუაციური ვარჯიშების) დახასიათება

არასტანდარტულ, ანუ სიტუაციურ ვარჯიშებს, მიეკუთვნება სპორტული თამაშები (კალათბურთი, ხელბურთი, ფეხბურთი, ჩოგბურთი ფა სხვ.) და ორთაბრძოლები (კრივი, ჭიდაობა, ფარეკაობა).

ამ ჯგუფის მოძრაობებისათვის დამახასიათებელია:

- მუშაობის ცვლადი ინტენსივობა (მაქსიმალურიდან ზომიერამდე, სპორტსმენის სრულ გაჩერებამდეც კი), მოძრაობის სტრუქტურისა და მიმართულების მუდმივი ცვალეზადობა.
- სიტუაციის ცვალეზადობა დროის დეფიციტის პირობებში.

არასტანდარტული (სიტუაციური) ვარჯიშებისათვის დამახასიათებელია აციკლური ან შერეული (ციკლური და აციკლური) სტრუქტურის მოძრაობები. დინამიური სწრაფ-ძალისმიერი მუშაობა (ორთაბრძოლებში ასევე მნიშვნელოვანია სტატიკური ძალვა) და მაღალი ემოციური დამაბულოზა.

მოძრაობითი აქტივობის სტანდარტული პროგრამის არარსებობის გამო აუცილებელია ც.ნ.ს. მიერ მაღალი შემოქმედებითი უნარის გამოვლენა. განსაკუთრებული მნიშვნელოზა აქვს ინფორმაციის მიღებისა და გადამუშავების სისწრაფეს, რაც მოითხოვს ც.ნ.ს. მაღალ გამტარუნარიანოზას. სპორტსმენისათვის მნიშვნელოვანია არა მარტო მიმდინარე სიტუაციის შეფასება, არამედ მისი მომდევნო ცვლილების წინასწარმეტყველების უნარი. დარტყმის ან ტყორცნის შესრულების

**არასტანდარტული ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება**

დროს მოძრაობის ძირითადი ფაზა წამის მეათედ ან მეასედ ნაწილში სრულდება. ეს კი გამორიცხავს მიმდინარე მოძრაობით აქტივი სენსორული ცვლილებების შეტანის შესაძლებლობას და მაშასადამე აუცილებელია, რომ მთელი მოძრაობა წინასწარ იყოს ზუსტად დაპროგრამებული. ამასთანავე, თვითონ პროგრამა და სპორტსმენის მოძრაობითი ჩვევები მათი შესრულების პირობების გათვალისწინებით გამუდმებით უნდა იცვლებოდეს. სიტუაციური ქმედების ყველა ზემოთ აღნიშნული პირობა მოითხოვს ნერვული ცენტრების მაღალ აგზნებადობასა და ლაბილობას, ნერვული პროცესების ძვრადობის მაღალ უნარს.

განსაკუთრებით მაღალია სენსორული სისტემების (უპირატესად - მხედველობითი და სმენითი), მნიშვნელობა. სიტუაციური მოქმედებისას მნიშვნელოვანია როგორც ცენტრალური მხედველობა (ბურთის ფარში ტყორცის დროს, კრივში დარტყმის განხორციელებისას), ასევე პერიფერიული (მოედანზე ან რინგზე ორიენტირებისას). სივრცესა და დროში ორიენტირებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს სმენის სენსორულ სისტემას. მიმართულების და მოძრაობის ფორმის მკვეთრი ცვლილება ვესტიბულური აპარატის ძლიერ გაღიზიანებას იწვევს. მნიშვნელოვანია მაღალი ვესტიბულური მდგრადობა. სიტუაციურ სპორტის სახეობებში ვარჯიში განაპირობებს მოცემულ სპორტის სახეობისათვის მნიშვნელოვან სახსრებში პროპრიოცეპტული მგრძნობელობის მომატებას (მაგ. კალათბურთელებში - მაჯის სახსარი, ფეხბურთელებში - ტერფი).

სიტუაციურ სახეობებში ვარჯიში ანვითარებს ჩონჩხის კუნთების მაღალ აგზნებადობასა და ლაბილობას, კუნთების სხვადასხვა ჯგუფებს შორის სინქრონიზაციის მაღალ უნარს. აუცილებელია ასევე კარგი მოქნილობა და ძალა ( მაგ. ჭიდაობაში).

ციკლურ სპორტის სახეობებთან შედარებით ენერგეტიკული დანახარჯები აციკლური ვარჯიშების შესრულებისას შედარებით ნაკლებია. მოედნის ზომების, მოთამაშეთა რიცხვის, მოძრაობის ტემპის გათვალისწინებით ენერგომომარაგების ანაერობული და აერობული პროცესების თანაფარდობა მნიშვნელოვნად ცვალებადობს. მაგ: ფრენბურთში ჭარბობს აერობული დატვირთვები, ფერხბურთში - აერობულ-ანაერობული.

**არასტანდარტული ვარჯიშების ფიზიოლოგიური დახასიათება**

სიტუაციურ სპორტის სახეობებში ვეგეტატიური სისტემების დახასიათებელია არა მიღწეული მაქსიმუმი, არამედ მოცემულ მომენტში შესრულებული მუშაობის სიმძლავრესთან შესაბამისობა. იცვლება რა მუდმივად გ.ც.ს. მერყეობს 130-180 დარტყმის ფარგლებში. სუნთქვის სიხშირე 40 – 60 სასუნთქი მოძრაობა ერთ წუთში. სისწლის სისტოლური და წუთმოცულობა, სუნთქვის სიღრმე და ფილტვების ვენტილაცია, ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების მაჩვენებელი ციკლურ სპორტის სახეობებთან შედარებით მოკრძალებულია. წამყვანი სისტემებია ც.ნ.ს., სენსორული სისტემები, მამოძრავებელი აპარატი.

**წინასტარტულ პერიოდში ორგანიზმში განვითარებული ძვრები**

თავი მესამე

**წინასტარტული მდგომარეობის დროს ორგანიზმში  
განვითარებული ფუნქციური ძვრები**

სპორტსმენის, ისევე როგორც ნებისმიერი ადამიანის ორგანიზმი წარმოადგენს ურთიერთგანმსაზღვრელი და ურთიერთგანმაპირობებელი პროცესების ერთიან სისტემას. სისტემატიური ვარჯიშის შედეგად სპორტსმენის ორგანიზმში შეინიშნება ერთმანეთთან მჭიდროდ დაკავშირებული ფუნქციური მდგომარეობების ერთობლივობა, და ყოველი წინამდებარე ფუნქციური მდგომარეობა გავლენას ახდენს მომდევნოზე. მაგ: ფიზიკური მუშაობის დაწყებამდე აღმოცენდება წინასტარტული და სტარტული მდგომარეობები, რომლებიც განსაზღვრავენ მომდევნო პროცესებს: კერძოდ ის, რომ წინასტარტული მდგომარეობაზე და ხარისხიან მოთელვაზე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მუშაობაში შესვლის სისწრაფე, ასევე "მკვდარი წერტილის" გამოვლინება ან მისი არარსებობა. ეს პროცესები თავის მხრივ განსაზღვრავენ „მდგრადი მდგომარეობის“ ხანგრძლივობასა და გამოკვეთილობის ხარისხს, რომელზეც დამოკიდებულია დადლის განვითარების სისწრაფე და სიღრმე, ხოლო შემდეგ აღდგენითი პროცესების თავისებურებები. აღდგენითი პროცესების წარმატებით მიმდინარეობაზე კი თავის მხრივ დამოკიდებულია მომდევნო ვარჯიშის ან შეჯიბრის წინ სპორტსმენის ორგანიზმში განვითარებული წინასტარტული რეაქციების სახეები და შესაბამისად მისი ორგანიზმის მომდევნო მუშაობისუნარიანობა.

წინასტარტული მდგომარეობა აღმოცენდება კუნთოვანი მუშაობის დაწყებამდე რამოდენიმე წუთის, საათის და დღით (თუ საუბარია მნიშვნელოვან შეჯიბრზე) ადრეც კი. გამოკყოფენ უშუალოდ სტარტულ მდგომარეობას, რომელიც ვითარდება უშუალოდ სტარტამდე რამოდენიმე წუთით ადრე და რომლის დროსაც აღინიშნება ყველაზე მნიშვნელოვანი ფუნქციური ძვრები.

## წინასტარტულ პერიოდში ორგანიზმში განვითარებული ძვრები

წინასტარტული მდგომარეობის განვითარების მიზეზები:

- პირობით-რეფლექსური გამლიზიანებლები - მოსალოდნელი ფიზიკური აქტივობის ადგილი, დრო; მოედნის ხმაური, სიტყვიერი გამლიზიანებლები.
- ჰორმონალური რეაქციები - სისხლში ადრენალინის, ნორადრენალინისა და სხვა ბიოლოგიურად აქტიური ნივთიერებების კონცენტრაციის მომატება.

წინასტარტულ პერიოდში განვითარებული ცვლილებების უმრავლესობა მსგავსია იმ ცვლილებებისა, რომლებიც უშუალოდ ფიზიკური დატვირთვის დროს ვითარდება. წინასტარტული რეაქციები ორგანიზმს ამზადებენ მოსალოდნელი ფიზიკური დატვირთვის წარმატებით შესრულებისათვის.

- ც.ნ.ს - ში მატულობს ნერვული ცენტრების აგზნებადობა.
- გულ-სისხლძარღვთა სისტემაში მატულობს გ.ც.ს., სისხლის სისტოლური მოცულობა და არტერიული წნევა.
- სუნთქვის სისტემაში ღრმავდება და ხშირდება სუნთქვა, მატულობს მოხმარებული ჟანგბადის რაოდენობა.
- მატულობს სხეულის ტემპერატურა და სხვ.

მაშასადამე ორგანიზმი თითქოს გადაერთვება „მუშა მდგომარეობაში“ ჯერ ჯიდევ ფიზიკური აქტივობის დაწყებამდე და ყოველივე ეს, როგორც წესი დადებითად მოქმედებს სპორტსმენის ორგანიზმის მუშაობისუნარიანობაზე.

## წინასტარტული ცვლილებების სახეები

წინასტარტულ რეაქციები შესაძლებელია დავეყოთ ორ ნაწილად: არასპეციფიკური და სპეციფიკური.

**წინასტარტულ პერიოდში ორგანიზმში განვითარებული ძვრები**

- არასპეციფიკური - აღმოცენდება ნებისმიერი მუშაობის შესრულებისას და მას მიაკუთვნებენ წინასტარტული რეაქციების 3 ფორმას.

1. **სამუშაო მზადყოფნა.** არასპეციფიკური რეაქციების ამ ფორმისას უზრუნველყოფილია საჭირო ფსიქოლოგიური განწყობა და მოსალოდნელი ფიზიკური მუშაობის შესრულებისათვის სპორტსმენის ორგანიზმის ოპტიმალური მზადყოფნა. აღინიშნება კუნთოვანი უჯრედებისა და ნერვული ცენტრების ოპტიმალური აგზნებადობა, საჭირო დონეზეა სისხლში გლუკოზის და ადრენალინის შემცველობა, ოპტიმალურია გ.ც.ს. და სუნთქვის სისტემის ფუნქციონირება, მცირდება მოძრაობითი რეაქციის ფარული პერიოდი.

2. **წინასტარტული ცხელება.** ამ შემთხვევაში ც.ნ.ს. აგზნებადობა ზომაზე მეტადაა მომატებული, დარღვეულია სხვადასხვა ჯგუფის კუნთების შორის ურთიერთქმედების მყიფე მექანიზმები, აღმოცენდება გაუმართლებელი ენერგეტიკული დანახარჯები, შეუსაბამოდ ძლიერდება კარდიო-რესპირატორული სისტემის რეაქციები. გარდა ამისა სპორტსმენებს უვითარდებათ შფოთვა, მუშაობა იწყება გაუმართლებლად სწრაფ ტემპში, რასაც ორგანიზმის რესურსების სწრაფ განლევაძედ მივყავართ.

3. **წინასტარტული აპათია.** მისთვის დამახასიათებელია ც.ნ.ს. არასაკმარისი აგზნებადობა, მოძრაობითი რეაქციის დროის ზრდა. ვეგეტატიური ფუნქციებისა არასაკმარისი ცვლილება, საკუთარ ძალებში რწმენის უკმარისობა, სპორტსმენის დათრგუნული მდგომარეობა.

ხანგრძლივი მუშაობის შესრულებისას ორგანიზმის სხვადასხვა სარეგულაციო მექანიზმების საშუალებით შესაძლებელია წინასტარტული ცხელების ან აპათიის უარყოფითი გავლენების კომპენსირება, თუმცა ხანმოკლე მუშაობისას აღნიშნული ვერ ხერხდება.

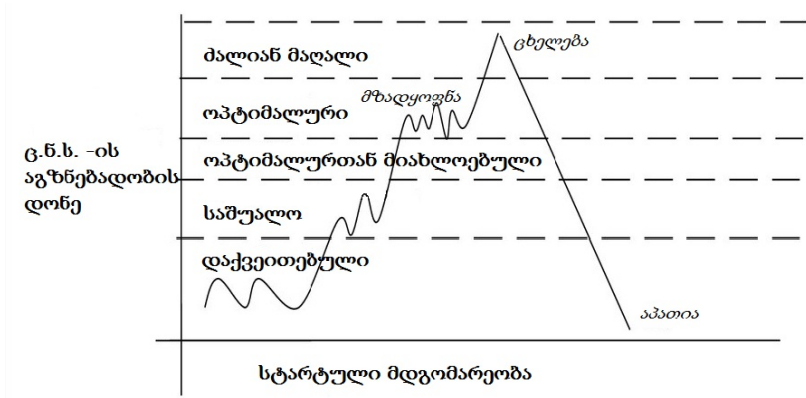
**წინასტარტულ პერიოდში ორგანიზმში განვითარებული ძვრები**

**ემოციები და მათი როლი წინასტარტულ რეაქციებში**

წინასტარტულ მდგომარეობაში უმნიშვნელოვანეს როლს თამაშობს ემოციები.

ემოცია არის ადამიანის მოთხოვნილებებით და მოტივებით განსაზღვრული მისი პიროვნული დამოკიდებულება გარე სამყაროსა და საკუთარ თავთან.

*სპორტული ემოციის სახეები:* სიხარული, სპორტული სიბრაზე, დამარცხებით გამოწვეული ტკივილი, გამარჯვების სიხარული და სხვ. ისინი ყოველთვის თან სდევს სპორტსმენს სპორტული მოღვაწეობის დროს და განსაკუთრებით მკვეთრად გამოვლინდება წინასტარტულ მდგომარეობაში. ამ რეაქციების ხასიათი და ხარისხი ხშირად პირდაპირ კავშირშია სპორტსმენისათვის მოცემული კონკრეტული სპორტული შეჯიბრის მნიშვნელობასთან.



*წინასტარტული ემოციური აგზნების დინამიკა*

არჩევნ დადებით და უარყოფით ემოციებს. სპორტული შეჯიბრის დროს მნიშვნელოვანი ნერვული დამაბულობის პირობებში ემოციების მკვეთრი გაძლიერება იწვევს ემოციურ სტრესს. ხანგრძლივმა სტრესმა შესაძლებელია მიგვიყვანოს დისტრესამდე, რომლის დროსაც უარესდება ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობა, ქვეითდება იმუნიტეტი.

## წინასტარტულ პერიოდში ორგანიზმში განვითარებული ძვრები

ემოციების მნიშვნელობა:

- უზრუნველყოფს ექსტრემალურ სიტუაციაში ორგანიზმის ფუნქციური რეზერვების მობილიზაციას.
- საშეჯიბრო ბირობებში, ვარჯიშის პირობებთან შედარებით აუმჯობესებს ან აუარესებს სპორტსმენის მიერ ნაჩვენებ შედეგებს.
- აუმჯობესებს ან აუარესებს ტაქტიკურ აზროვნებას.

## წინასტარტული რეაქციების სარეგულაციო მექანიზმები

გადამეტებული წინასტარტული რეაქციები საშეჯიბრო პირობებთან მიჩვევასთან ერთად თანდათან მცირდება.

განვითარებული წინასტარტული რეაქციების ფორმაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ნერვული სისტემის ტიპი. ძლიერი და გაწონასწორებული ნერვული სისტემის მქონე სპორტსმენებში - სანგვინიკებსა და ფლეგმატიკებში ძირითადად წინასტარტული მზადყოფნა ვითარდება, ქოლერიკებში - წინასტარტული ცხელება, ხოლო მელანქოლიკები ხშირად წინასტარტული აპათიის ზემოქმედების ქვეშ ექცევიან.

წინასტარტული რეაქციების ოპტიმიზაციისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მწვრთნელის უნარს გაესაუბროს სპორტსმენს, გადართოს იგი განსხვავებული სახის ქმედებაზე. ამისათვის ხშირად მასაჟიც გამოიყენება. თუმცა წინასტარტულ რეაქციებზე ყველაზე ძლიერ მარეგულირებელ გავლენას ახდენს სწორად ჩატარებული მოთელვა. წინასტარტული ცხელებისას მიზანშეწონილია დაბალი ინტენსივობის მოთელვის ჩატარება, ღრმა რიტმული სუნთქვითი მოძრაობების ჩართვა, რადგანაც სუნქთვის ცენტრი მკვეთრ მარეგულირებელ გავლენას ახდენს დიდი ნახევარსფეროების ქერქის მუშაობაზე. წინასტარტული აპათიისას ნერვულ და კუნთოვან სისტემებში აგზნებადობის ამალღებისათვის პირიქით აუცილებელია მოთელვის მაღალ ტემპში ჩატარება.

**მოთელვის ფიზიოლოგიური დახასიათება**

**მოთელვა**

ორგანიზმის ოპტიმალური მუშაობისუნარიანობის მისაღწევად, ფიზიკური მუშაობის (ვარჯიში ან შეჯიბრი) შესრულების წინ განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება სწორად ორგანიზებული მოთელვის ჩატარებას. მოთელვა არის ვარჯიშების განსაზღვრული კომპლექსი, რომელიც სრულდება ძირითადი მუშაობის დაწყებამდე და მიზნად ისახავს მოამზადოს ორგანიზმი ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისათვის.

ცნობილია, რომ მოსვენებულ მდგომარეობაში კუნთები იღებენ სისხლის წუთური მოცულობის 15%, ხოლო ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას ეს მაჩვენებელი 80-90% მდე იზრდება. კუნთების ტემპერატურა მოსვენებულ მდგომარეობაში 33-34 გრადუსია, ხოლო მოთელვის შემდეგ იზრდება 38.5 გრადუსამდე და ქსოვილებში ჟანგვითი პროცესების განხორციელებისათვის ოპტიმალური ხდება.

მოთელვა ამაღლებს ფერმენტული რეაქციების და ნივთიერებათა ცვლის, სისხლის და ლიმფის წარმოქმნის სიჩქარეს. ამავე დროს მატულობს შემაერთებელი ქსოვილის (კუნთების, მყესების) ელასტიურობა. ასევე მატულობს კუნთების აგზნებადობა და ლაბილობა. განსაკუთრებით დიდია მოთელვის მნიშვნელობა ორგანიზმის ჟანგბადით უზრუნველმყოფი სისტემების ოპტიმალური ფუნქციონირებისათვის. გულისცემის სიხშირე მოთელვის პირობებში შეიძლება გაიზარდოს წუთში 160-180 დარტყმამდე.

მოთელვა შედგება ორი ნაწილისაგან : ზოგადი და სპეციალური.

*მოთელვის ზოგად ნაწილში* სრულდება ისეთი ვარჯიშები, რომლებიც შესაძლებელია არასპეციფიკური იყოს მოცემული სპორტის სახეობისათვის. ზოგად ნაწილში გამოყენებული მოძრაობები ხელს უწყობენ აგზნებადობის, ნივთიერებათა ცვლისა და კარდიორესპირატორული სისტემის მუშაობის გაძლიერებას. მოთელვის შედეგად ჯერ კიდევ ძირითადი ვარჯიშის დაწყებამდე იქმნება ხელსაყრელი პირობები ახალი მოძრაობითი ჩვევების გამომუშავებისა და ფიზიკური თვისებების ოპტიმალურად

## მოთელვის ფიზიოლოგიური დახასიათება

გამოვლენისათვის. მოთელვის ზოგადი ნაწილი სპორტის სხვადასხვა სახეობაში შეიძლება თითქმის ერთნაირი იყოს.

*მოთელვის სპეციალურ ნაწილში* შესრულებული ვარჯიშები თავიანთი სტრუქტურით, ტემპით და რიტმით ახლოს უნდა იყოს მომდევნო ძირითადი ვარჯიშის პროცესში შესრულებულ მოძრაობებთან. მოთელვის სპეციალურმა ნაწილმა უნდა შექმნას ოპტიმალური წინაპირობა ნერვ-კუნთოვანი აპარატის იმ რგოლების აგზნებადობის ამალგებისათვის, რომლებმაც უშუალოდ უნდა მიიღონ მონაწილეობა შესასრულებელ ძირითად მუშაობაში. ამ დროს ხდება სამუშაო დომინანტების გამოღვიძება და მათ საფუძველზე დინამიკური სტერეოტიპების ჩამოყალიბება. ვეგეტატიური ძვრები აღწევენ იმ დონეს, რომელიც აუცილებელია მუშაობაში შესვლის პროცესის სწრაფი დასრულებისათვის.

მოთელვის ოპტიმალური ხანგრძლივობა, მის დასრულებასა და ძირითადი მუშაობის დასაწყისს შორის ინტერვალი მრავალი ფაქტორით განისაზღვრება, ესენია: მოსალოდნელი ძირითადი მუშაობის ხასიათი, სპორტსმენის გაწვრთნილობის დონე, გარემოს ფაქტორები (ჰაერის ტემპერატურა, ტენიანობა და სხვ.), სპორტსმენის ასაკი და სქესი და ასევე შეჯიბრების მასშტაბი. ასევე უნდა აღინიშნოს, რომ მოთელვის ხანგრძლივობას ახასიათებს მკვეთრი ინდივიდუალურობა. ოპტიმალური ხანგრძლივობა კი 10-30 წუთია.

მნიშვნელოვანია ოპტიმალური ინტერვალის არსებობა მოთელვის დასასრულსა და ძირითადი მუშაობის დასაწყისს შორის იგი საშუალოდ 15 წუთს არ უნდა აღემატებოდეს. უფრო დიდი ინტერვალის არსებობისას ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემების ფუნქციონირება საწყის დონეს უბრუნდება და მოთელვის დადებითი ეფექტი იკარგება.

აღსანიშნავია, რომ ნებისმიერი ფიზიკური დატვირთვა მოითხოვს ენერგიის ხარჯვას და მოთელვა არ არის გამონაკლისი. ამიტომ მოთელვა არ უნდა იყოს ზედმეტად ხანგრძლივი და დამღლელი.

### მოთელვის ფიზიოლოგიური დახასიათება

მოთელვის დროს აუცილებელია დაიწყოს ოფლის გამოყოფა, აქედან მოდის სწორედ ტერმინი “გახურება”. ოფლის გამოყოფა გვაწვდის ინფორმაციას თერმორეგულაციის მექანიზმების საჭირო დონეზე ფუნქციონირების შესახებ.

მოთელვისას დიდი მნიშვნელობა ენიჭება არა მარტო შესრულებული მუშაობის მოცულობას, არამედ მოთელვის პროცესში შესრულებული მოძრაობების რიტმისა და ინტენსივობის შესაბამისობას მოსალოდნელ ძირითად ვარჯიშთან. მოძრაობის ოპტიმალური რიტმი და ინტენსივობა უზრუნველყოფს მუშაობაში ჩართულ კუნთებს შორის კოორდინაციის უკეთ ჩამოყალიბებას და ასევე თითოეული კუნთის შემადგენელ ფუნქციური ელემენტებს შორის ურთიერთქმედებას.

მოთელვის მსგავსი გავლენა შეიძლება მოახდინოს მასაჟმა და წყლის პროცედურებმა. თუმცა მათ მოთელვის სრულად ჩანაცვლება არ ძალუძთ. მოთელვის დროს არა მარტო კუნთების ტემპერატურა მატულობს, არამედ, რაც ასევე ძალიან მნიშვნელოვანია, ძლიერდება კარდიო-რესპირატორული სისტემის მუშაობა: მატულობს გ.ც.ს, არტერიული წნევა და სხვა ფუნქციური მაჩვენებლები. ხოლო მასაჟი და წყლის პროცედურები - ეს მხოლოდ პასიური ზემოქმედებაა.

## მუშაობაში შესვლა

თავი მეოთხე

### მუშაობაში შესვლა.

განსაზღვრება, ფიზიოლოგიური  
მექანიზმი და მისი თავისებურებანი

წინასტარტულ მდგომარეობაში აგზნებადობის მომატების და მოთელვის შედეგად, ორგანიზმის სხვადასხვა ფუნქციური სისტემის მუშაობის გაძლიერების მიუხედავად, ფიზიკური დატვირთვის შესრულების საწყის ეტაპზე ორგანიზმის მუშაობისუნარიანობა არ არის მაქსიმალური. ორგანიზმის სხვადასხვა ფუნქციები მხოლოდ ძირითადი მუშაობის შესრულების პროცესში აღწევენ იმ ოპტიმალურ დონეს, რომელიც აუცილებელია კონკრეტული მოცემული ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისათვის. შედეგად მუშაობის-უნარიანობა თანდათან იზრდება. ფიზიკური დატვირთვის შესრულების ამ საწყის ეტაპს მუშაობაში შესვლა ეწოდება.

მუშაობაში შესვლის დროს მიმდინარეობს ორი პროცესი:

- ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემების სამუშაო დონეზე გადაწყობა.
- მუშაობის დროს ორგანიზმის სხვადასხვა ორგანოებს და სისტემებს შორის ურთიერთ-შეთანხმებულობის ამაღლება.

ორგანიზმის სხვადასხვა ფუნქციის მუშაობაში შესვლას ახასიათებს ჰეტეროქრონულობა. აგზნებადობისა და ლაბილობის მაღალი დონის მქონე მამოძრავებელი აპარატისათვის მუშაობაში შესვლის პერიოდი გაცილებით სწრაფად სრულდება (მუშაობის დაწყებიდან უკვე რამოდენიმე წამის შემდეგ ჩონჩხის კუნთების შეკუმშვა შესაძლებელია მაქსიმალური ძალითა და სიხშირით. ამ ეტაპზე კუნთების მუშაობისათვის საჭირო ენერგია თავისუფლდება ფოსფაგენური ნაერთების ადენოზინტრიფოსფატი., კრეატინფოსფატი. დაშლის ხარჯზე). მუშაობაში შესვლას უფრო მოგვიანებით იწყებენ შედარებით ინერტული ვეგეტატიური ფუნქციები, რომლებიც უზრუნველყოფენ მომუშავე კუნთებისათვის ჟანგბადის მიწოდებას.

## მუშაობაში შესვლა

მუშაობაში შესვლის პროცესში იცვლება მრავალი ნერვული ცენტრის ფუნქციური მდგომარეობა და მამასადამე ცენტრთაშორისი ურთიერთქმედებაც. დამაბული ფიზიკური მუშაობის საწყის ეტაპზე ზოგიერთი ვეგეტატიური და სომატური ფუნქციის მარეგულირებელ ნერვულ ცენტრებში აღინიშნება შეკავების პროცესები. ასეთი შეკავება განპირობებულია მამომძრავებელი ცენტრების ძლიერი აგზნების შედეგად განვითარებული უარყოფითი ინდუქციის მექანიზმით. მუშაობაში შესვლის პროცესში საწყისი პერიოდისათვის დამახასიათებელი შეკავების ფაზა თანდათან ჩანაცვლდება აგზნებით, რაც განაპირობებს მუშაობისუნარიანობის ამაღლებას. საწყის ეტაპზე შეკავება მით მეტადაა გამოხატული, რაც უფრო ძნელი და შეუჩვევლია შესრულებული დატვირთვა. გაწვრთნილობის განვითარებასთან ერთად შეკავების ფაზის ხანგრძლივობა მცირდება. აგზნებისა და შეკავების პროცესებს შორის წონასწორობის ჩამოყალიბებაზე მიუთითებს ამ პერიოდში პირობით-რეფლექსური მოქმედების ცვლილება. მუშაობის საწყის ეტაპზე ხანგრძლივდება პირობით რეფლექსური რეაქციების ფარული პერიოდი, ხოლო მათი ინტენსივობა მცირდება. მუშაობაში შესვლის დასრულებისას პირობითრეფლექსური მოქმედება ნორმალიზდება.

ვეგეტატიური მაჩვენებლებიდან სამუშაო დონემდე უფრო სწრაფად იზრდება სიხშირული პარამეტრები - გცს., და არტერიული წნევა, ხოლო შემდეგ რაოდენობრივი მაჩვენებლები - სისხლის სისტოლური და წუთური მოცულობა, სუნთქვის სიღრმე და წუთმოცულობა. მათ გადაწყობას თან სდევს მოხმარებული ჟანგბადის რაოდენობის ზრდა, და ყველაზე ბოლოს გაიმართება თერმორეგულაცია (ამ მომენტში იწყება ოფლის გამოყოფა).

გულისცემის სიხშირე ზრდას იწყებს მუშაობის პირველივე წამებიდან. უმრავლეს შემთხვევებში პირველი წუთის ბოლოს ეს მაჩვენებელი თითქმის მაქსიმალურ დონეს აღწევს. სისხლის სისტოლური მოცულობის ზრდა გულისცემის სისხშირის პარალელურად ხდება. მუშაობის პირველივე წამებიდან გულის მიერ გადმოტყორცნილი სისხლის მოცულობა მოსვენებულ მდგომარეობასთან შედარებით მატულობს. არტერიული წნევა ასევე

## მუშაობაში შესვლა

მომატებას იწყებს მუშაობის დასაწყისიდანვე. ამავე დროს სისტოლური წნევას ტალღისებური ზრდა ახასიათებს, რაც გამოწვეულია ცირკულაციაში მყოფი სისხლის მოცულობის ზრდისა და პერიფერიულ სისხლძარღვების გაფართოების სისწრაფეს შორის არსებული შეუსაბამობით.

სუნთქვის სისტემის მუშაობაში შესვლის პერიოდი რამოდენიმე წუთი გრძელდება. საწყის ეტაპზე ორგანიზმის მოთხოვნა ჟანგბადაზე სრულად ვერ კმაყოფილდება. შედეგად წარმოიქმნება ჟანგბადის დეფიციენტი. შემდგომ ჟანგბადის მიწოდება თანდათან მატულობს და რამოდენიმე წუთის შემდეგ აღწევს მაქსიმუმს.

მუშაობაში შესვლის პერიოდის ხანგრძლივობა დამოკიდებულია შესრულებული მუშაობის ხასიათზე, სპორტსმენის გაწვრთნილობის ხარისხზე, მისი ორგანიზმის ინდივიდუალურ თავისებურებებზე და მოთელვის არსებობაზე. კარგად გაწვრთნილ სპორტსმენებში მუშაობაში შესვლის პერიოდი უფრო სწრაფად სრულდება დაწყებულ სპორტსმენებთან შედარებით. სწორად ორგანიზებული მოთელვა ამცირებს მუშაობაში შესვლისათვის საჭირო დროს. მუშაობაში შესვლის სისწრაფე ასევე დამოკიდებულია სპორტსმენის ასაკზე. ასაკის მატებასთან ერთად მუშაობაში შესვლის დროც იზრდება.

მუშაობაში შესვლის პროცესების სწრაფ დასრულებას დიდი მნიშვნელობა აქვს სპორტულ პრაქტიკაში, ვინაიდან შესაძლებელი ხდება მოძრაობათა უფრო მაღალი ტემპით შესრულება და ასევე დაღლის შედარებით გვიან გამოვლინება.

## ჟანგბადის დეფიციტი და დავალიანება

### ჟანგბადის დეფიციტი, ჟანგბადის დავალიანება

ჟანგბადის დეფიციტი, ან O<sub>2</sub> დეფიციტი წარმოადგენს სხვაობას ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას ორგანიზმის (მომუშავე კუნთების) ჟანგბადზე მოთხოვნასა და მის რეალურ მიწოდებას შორის.

#### მიზეზები:

- კარდიორესპირატორული სისტემის ფუნქციის გამძლიერების დაბალი სიჩქარის გამო მომუშავე კუნთებთან ჟანგბადის არასაკმარისი რაოდენობით მიწოდება.
- მომუშავე კუნთებში ენერგეტიკული მეტაბოლიზმის კინეტიკის თავისებურებები.

ჟანგბადის დეფიციტის შედეგად აღმოცენდება ჟანგბადის დავალიანება - მუშაობის დასრულების შემდეგ ორგანიზმის ქსოვილების ჟანგბადით არასაკმარისი მომარაგება.

ფიზიოლოგიური პროცესები საკმაოდ ინერციულია. სწორედ ამიტომ ფიზიკური დატვირთვის დაწყების შემდეგ კუნთების მიერ ჟანგბადის მოხმარების მაჩვენებელი უფრო დაბალი სიჩქარით იზრდება ვიდრე კუნთოვანი მუშაობის სიმძლავრე, რომელმაც მაქსიმუმს შეიძლება სულ რამოდენიმე წამში მიაღწიოს. ჟანგბადის რეალური მოხმარება ჩამორჩება კუნთების მოთხოვნებს და შედეგად ფიზიკური დატვირთვის საწყის ეტაპზე კუნთების ენერგეტიკული მოთხოვნები კმაყოფილდება სხვა (უჟანგბადო ანუ ანაერობული) წყაროებიდან. ანაერობული გლიკოლიზის ხარჯზე კუნთებში ატფ სინთეზირდება უფრო სწრაფად ვიდრე ჟანგბადის მონაწილეობით მიმდინარე პროცესებში. ამგვარად ფიზიკური დატვირთვის საწყის ეტაპზე კუნთებში ატფ სინთეზირდება ანაერობული გლიკოლიზის პირობებში კრეატინფოსფატის ხარჯზე. შედეგად კუნთოვანი მუშაობის საწყის ეტაპზე კუნთებში ვითარდება ჟანგბადის დეფიციტი. მუშაობის დასრულების შემდეგ ეს დეფიციტი დაფარული უნდა იყოს ჟანგბადის დამატებითი რაოდენობის მოხმარების ხარჯზე. სწორედ ეს არის ჟანგბადის დავალიანება.

ჟანგბადის დეფიციტის შედეგად კუნთებში გროვდება რემეჟავა. მუშაობის დასრულების შემდეგ ეს მეტაბოლიტი აქტიურად იჟანგება ნახშირმჟავამდე და წყლამდე, ან გამოიყენება გლიკოგენის რესინთეზისათვის კუნთებში და ღვიძლში.

**“მკვდარი წერტილი” და „მეორე სუნთქვა“**

**“მკვდარი წერტილი” და “მეორე სუნთქვა”**

“მკვდარი წერტილი” არის სპორტსმენის ორგანიზმის განსაკუთრებული მდგომარეობა, რომელიც მუშაობაში შესვლის პერიოდში მამოძრავებელ და ვეგეტატიურ პროცესებს შორის კოორდინაციის დარღვევის გამო აღმოცენდება. უვარჯიშებელ ადამიანებში “მკვდარი წერტილი” აღმოცენდება ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვის დაწყებიდან რამოდენიმე წუთის შემდეგ. იგი ზოგჯერ კარგად გაწვრთნილ სპორტსმენებშიც აღინიშნება.

“მკვდარი წერტილის” განვითარების ნიშნებია:

*სუბიექტური* - სუნთქვის უკმარისობის შეგრძნება, გულმკერდის არეში შებოჭილობის შეგრძნება, თავბრუსხვევა, თავის ტვინის სისხლძარღვების პულსაციის შეგრძნება, ზოგიერთ შემთხვევაში ტკივილი კუნთებში, ფიზიკური მუშაობის შეწყვეტის სურვილი.

*ობიექტური* - ხშირი და შედარებით ზედაპირული სუნთქვა, ჟანგბადის გაზრდილი რაოდენობით მოხმარება, ამოსუნთქულ ჰაერთან ერთად CO<sub>2</sub> გამოყოფის ზრდა, მაღალი პულსი, სისხლში და ალვეოლურ ჰაერში CO<sub>2</sub> შემცველობის ზრდა, სისხლის PH-ის შემცირება, გაძლიერებული ოფლის გამოყოფა, მუშაობისუნარიანობის მკვეთრი დაქვეითება.

“მკვდარი წერტილის” აღმოცენების მიზეზებია - მუშაობაში შესვლის პროცესში, მომუშავე კუნთების მიერ ჟანგბადზე მაღალ მოთხოვნასა და ჟანგბადის სატრანსპორტო სისტემის ფუნქციონირებას შორის მკვეთრი შეუსაბამობა. შედეგად კუნთებში და სისხლში დიდი რაოდენობით გროვდება ანაერობული მეტაბოლიზმის პროდუქტები, პირველ ყოვლისა რემეჟაჟა.

“მკვდარი წერტილის” დასაძლევად აუცილებელია შესრულებული მუშაობის ინტენსივობის შემცირება ან მისი იმავე ინტენსივობით გაგრძელება მაღალი ნებელობითი თვისებების გამოვლენის ხარჯზე.

მუშაობის გაგრძელებისას აღმოცენდება “მეორე სუნთქვა” - ფიზიკური დატვირთვის შესრულების უეცარი გაადვილების შეგრძნება, რომელიც გამოვლინდება ნორმალური (კომფორტული) სუნთქვის ჩამოყალიბებით.

“მეორე სუნთქვის” აღმოცენების ნიშნები:

**“შვდარი წერტილი“ და „მეორე სუნთქვა“**

- ფილტვების ვენტილაციის მაჩვენებლის მომატება;
- სუნთქვის სიხშირის შემცირება და მისი სიღრმის ზრდა;
- პულსის უმნიშვნელოდ შემცირება;
- O<sub>2</sub> მოხმარების და ამოსუნთქულ ჰაერთან ერთად გამოყოფილი CO<sub>2</sub> - ის რაოდენობის შემცირება;
- სისხლის PH-ის მომატება;
- ოფლის გამოყოფის გაძლიერება;

“მეორე სუნთქვის” მდგომარეობა აჩვენებს, რომ ორგანიზმი საკმარისადაა მობილიზებული სამუშაო მოთხოვნების დაკმაყოფილებისათვის. რაც უფრო მაღალია შესრულებული მუშაობის ინტენსივობა, მით უფრო სწრაფად ვითარდება “მეორე სუნთქვა”.

ხანგრძლივი ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას, მუშაობის ინტენსივობის სპორტსმენის ორგანიზმის შესაძლებლობებთან შეუსაბამო გაზრდის შედეგად მსგავსი პროცესები შესაძლებელია რამოდენიმეჯერ განმეორდეს.

## მდგრადი მდგომარეობა და მისი თავისებურებები

### მდგრადი მდგომარეობა. სახესხვაობები, თავისებურებები და ფიზიოლოგიური მექანიზმი

აერობული სიმძლავრის ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას, მუშაობაში შესვლის პერიოდის დასრულების შემდეგ, ვითარდება მდგრადი მდგომარეობა.

*მდგრადი მდგომარეობის სახეებია:*

#### 1. ჭეშმარიტი მდგრადი მდგომარეობა

აღმოცენდება დაბალი აერობული სიმძლავრის ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას. ჟანგბადის მოხმარების მაჩვენებელი ფიქსირდება განსაზღვრულ დონეზე და სრულად აკმაყოფილებს ორგანიზმის მოთხოვნებს. ჟანგბადის დავალიანება განისაზღვრება მხოლოდ ჟანგბადის იმ დეფიციტით, რომელიც აღმოცენდა ფიზიკური დატვირთვის საწყის ფაზაში.

#### 2. პირობითად მდგრადი მდგომარეობა

აღმოცენდება საშუალო, სუბმაქსიმალური და მაქსიმალურთან მიახლოებული აერობული სიმძლავრის მუშაობის შესრულებისას. ჟანგბადის მოხმარება მუდმივად იზრდება, მაგრამ ჟანგბადზე მოთხოვნა უფრო მაღალია, ვიდრე მისი მოხმარება. მუშაობის დასრულების შემდეგ აღმოცენდება ჟანგბადის დავალიანება, რომელიც მით მეტია, რაც უფრო მაღალი იყო შესრულებული მუშაობის სიმძლავრე და ხანგრძლივობა.

#### 3. მოჩვენებითი მდგრადი მდგომარეობა

აღმოცენდება მაქსიმალური აერობული სიმძლავრის ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას. ჟანგბადის მოხმარება აღწევს მაქსიმალურ მაჩვენებელს და შენარჩუნებულია ამ დონეზე. ზოგიერთ შემთხვევაში ფიზიკური დატვირთვის დასასრულისაკენ აღინიშნება ჟ.მ.მ.-ის შემცირება. მუშაობის დასრულების შემდეგ აღინიშნება ჟანგბადის დავალიანება.

*მდგრადი მდგომარეობის ფიზიოლოგიური მექანიზმი.* ისეთი აერობული სიმძლავრის ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას სადაც ჟანგბადის მოხმარება ჟ.მ.მ.-ის 50%-ზე მეტია და ასევე ყველა ანაერობული სიმძლავრის დატვირთვისას შეუძლებელია გამოვეყნოთ სამუშაო პერიოდი სადაც აღინიშნება ჭეშმარიტი მდგრადი მდგომარეობა. ამიტომ ძირითადი სამუშაო პერიოდი აქ შეიძლება

## მდგრადი მდგომარეობა და მისი თავისებურებები

დავახასიათოთ, როგორც კვაზი-მდგრადი მდგომარეობა ან, როგორც პერიოდი ნელი ფუნქციური ცვლილებებით. ასეთი ცვლილებების უმრავლესობა ასახავს მოცემული დატვირთვისადმი ორგანიზმის ადაპტაციის რთულ დინამიკას პროგრესირებადი დადლის პირობებში.

კვაზი-მდგრადი მდგომარეობის პირობებში მიმდინარეობს ორგანიზმის სხვადასხვა ფუნქციების თანდათანობითი გადაწყობა.

*გულ-სისხლძარღვთა სისტემა:* სისხლის სისტოლური მოცულობა თანდათან მცირდება, მაგრამ კომპენსატორულად მატულობს გ.ც.ს.

ასე რომ, სისხლის წუთური მოცულობა პრაქტიკულად უცვლელი რჩება. ჯერ მცირდება და შემდეგ თანდათანობით საწყის დონეს უბრუნდება (თუმცა არა სრულად) ცირკულირებადი სისხლის მოცულობა. ფართოვდება კანქვეშა კაპილარები და შესაბამისად ძლიერდება სისხლის მიმოქცევა სხეულის ზედაპირთან ახლოს, რაც ხელს უწყობს სითბოს გაცემას. (მიუხედავად თერმორეგულაციის სხვადასხვა მექანიზმების გააქტიურებისა, სხეულის ტემპერატურა მაინც უწყვეტად მატულობს). იცვლება სისხლის წნევა, განსაკუთრებით სისტოლური.

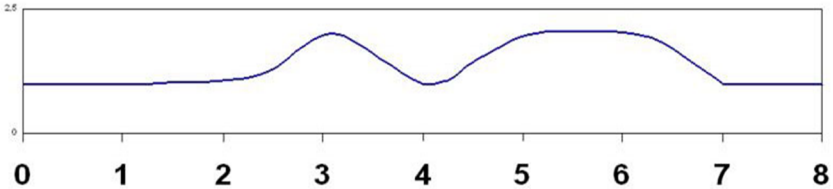
*სასუნთქი სისტემა:* სუნთქვის გახშირებისა და გაღრმავების ხარჯზე იზრდება ფილტვების ვენტილაცია, ფილტვის ალვეოლებში იზრდება სისხლსა და ალვეოლურ ჰაერს შორის ჟანგბადის წნევის სხვაობა. შესრულებული მუშაობის სიმძლავრის ზრდასთან ერთად ასევე იზრდება ჟანგბადის დავალიანება.

*ნერვ-კუნთოვანი სისტემა:* მატულობს სპინალური მოტონეირონების პულსაცია, იზრდება კუნთების აგზნებადობა, დადლის კომპენსაციისათვის მატულობს მუშაობაში ჩართული მოტორული ერთეულების რაოდენობა.

*ენდოკრინული სისტემა:* მატულობს სიმპატო-ადრენალური სისტემის აქტივობა (სისხლში იზრდება ადრენალინისა და ნორადრენალინის კონცენტრაცია).

მდგრადი მდგომარეობა და მისი თავისებურებები

როგორ იცვლება ორგანიზმის მუშაობის უნარიანობა  
წინასტარტული მდგომარეობიდან დალამდე



1. წინასტარტული მდგომარეობა
2. მოთელვა
3. მუშაობაში შესვლა
4. "მკვდარი წერტილი"
5. "მეორე სუნთქვა"
6. მდგრადი მდგომარეობა
7. დალა
8. აღდგენის პერიოდი

მდგრადი მდგომარეობის თავისებურებები სხვადასხვა ტიპის  
ფიზიკური დატვირთვების შესრულებისას

მდგრადი მდგომარეობის ფიზიოლოგიური თავისებურებები ციკლური ვარჯიშების შესრულებისას:

- ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემის მაღალ სამუშაო დონეზე მობილიზაცია (ძირითადად სისხლის და კარდიო - რესპირატორული სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს ჟ.მ.მ.- ის მიღწევას).
- მრავალი ფიზიოლოგიური მაჩვენებლის სტაბილიზაცია (სუნთქვის სიხშირე და სიღრმე, გ.ც.ს., მოხმარებული ჟანგბადის რაოდენობა და სხვ.)
- ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემის ურთიერთმეთანხმებული მოქმედება, რომელიც ცვლის მუშაობაში შესვლის პერიოდში გამოხატულ მათ დისკოორდინაციას.

სხვადასხვა ტიპის აციკლური და ასევე სიტუაციური ვარჯიშები ხასიათდებიან შესრულებული მიზანობის მკვეთრად ცვალებადი

## მდგრადი მდგომარეობა და მისი თავისებურებები

სიმძლავრით და შესაბამისად კლასიკური გაგებით მდგრადი მდგომარეობის არასებობით.

სტანდარტული აციკლური და სტატიკური ვარჯიშების (ტანვარჯიში, წყალში ხტომები, ძალოსნობა, სიგრძეზე ხტომა, სროლები და სხვ.) შესრულებისას ყოველი წინა მოძრაობა ასრულებს მოთელვის ფუნქციას მომდევნო ვარჯიშისათვის და უზრუნველყოფს ორგანიზმის თანდათანობით მუშაობაში შესვლას, ფუნქციური ძვრების საჭირო დონემდე თანდათანობით მომატებით.

### ფიზიკური მუშაობისუნარიანობა

ყოველ სპორტსმენს გააჩნია შესრულებული მუშაობის სიმძლავრის მოცემულ დონეზე შენარჩუნების ინდივიდუალური შესაძლებლობა, რომელსაც განსაზღვრავს სპორტული წარმატების ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი განმსაზღვრელი ფაქტორი - ფიზიკური მუშაობისუნარიანობა. ფიზიკური მუშაობისუნარიანობა გამოხატავს სპორტსმენის ფიზიკური განვითარებისა და ჯანმრთელობის დონეს, მის ვარგისიანობას ფიზიკური კულტურისა და სპორტისათვის.

*მუშაობისუნარიანობა* - ეს არის ადამიანის უნარი მოცემული პარამეტრებითა და კონკრეტული პირობების გათვალისწინებით შეასრულოს პროფესიული საქმიანობა, რომელსაც თან სდევს ორგანიზმის შექცევადი ფუნქციური ძვრები რეგლამენტირებულ დასვენების პერიოდში.

სპორტულ მუშაობისუნარიანობაზე გავლენას ახდენს პირდაპირი და არაპირდაპირი მაჩვენებლები.

პირდაპირ მაჩვენებლებს მიეკუთვნება:

- რაოდენობრივი: მეტრი, წამი, კილოგრამი, ქულა და სხვ.

- ხარისხობრივი: კონკრეტული შესრულებული ფიზიკური მოძრაობების სიზუსტე და საიმედოობა.

- კომბინირებული: წარმადობა, სიზუსტე და საიმედოობა.

არაპირდაპირ მაჩვენებლებს მიეკუთვნება:

## მდგრადი მდგომარეობა და მისი თავისებურებები

- კლინიკურ - ფიზიოლოგიური.
- ბიოქიმიური.
- ფსიქოფიზიოლოგიური.

არაპირდაპირი მაჩვენებლები ახასიათებენ მუშაობის პროცესში ორგანიზმში მიმდინარე ფუნქციურ ძვრებს. ისინი წარმოადგენენ განსაზღვრულ დატვირთვაზე ორგანიზმის რეაქციას და გვაძლევენ ინფორმაციას იმის შესახებ, თუ რა ფიზიოლოგიური დამახვავა საჭირო კონკრეტული მოცემული მუშაობის შესრულებისათვის. ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას მუშაობისუნარიანობის არაპირდაპირი მაჩვენებლები უარესდება გაცილებით უფრო ადრე, ვიდრე პირდაპირი.

ადამიანის მუშაობისუნარიანობის და მისი ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასებისას ასევე უნდა გავითვალისწინოთ მისი სუბიექტური მდგომარეობა (დაღლილობის გრძნობა), შეიგრძნობს რა დაღლილობას ადამიანი ამცირებს შესრულებული მუშაობის სიმძლავრეს ან მთლიანად წყვეტს მას. ყოველივე ამით უზრუნველყოფილია ორგანიზმის გამოფიტვისგან დაცვა და მუშაობისუნარიანობის სწრაფი აღდგენის შესაძლებლობა.

მუშაობისუნარიანობის დონის განსაზღვრისათვის გამოიყენება ტესტები, მაქსიმალური და სუბმაქსიმალური ფიზიკური დატვირთვებით. ამ ტესტების შედეგები შესაძლებელია გამოყენებული იყოს სხვადასხვა სპეციალიზაციის სპორტსმენთათვის ოპტიმალური საწვრთნო დატვირთვების ძებნის პროცესში.

ფიზიკური მუშაობისუნარიანობის ძირითად რეზერვებს წარმოადგენენ: ც.ნ.ს.-ის, ნერვ-კუნთოვანი აპარატის, კარდიო-რესპირატორული სისტემის, მეტაბოლური და ბიოენერგეტიკული პროცესების ფუნქციური შესაძლებლობები. სპორტის სხვადასხვა სახეობაში და შესრულებული მუშაობის სხვადასხვა სიმძლავრის პირობებში ამ სისტემების მონაწილეობის ხარისხი არათანაბარი იქნება. სპორტსმენის ფიზიკური მუშაობისუნარიანობის მალიმიტირებელ ფაქტორს წარმოადგენს მის მიერ საკუთარი ორგანიზმის სრულყოფილი და ფუნქციური რეზერვების მობილიზაციის ინდივიდუალური საზღვრები.

## რა არის დაღლა?

თავი მეხუთე

### დაღლა და მისი ფიზიოლოგიური დახასიათება

დაღლა არის ფიზიკური დატვირთვის შესრულების დროს სხვადასხვა ორგანოებში, ორგანოთა სისტემებში და მთლიანად ორგანიზმში განვითარებული ცვლილებების ერთობლიობა, რომელსაც მივყავართ შესრულებული მუშაობის ინტენსივობის შემცირებასა და ბოლოს მის სრულად შეწყვეტასთან. დაღლა ხასიათდება მუშაობისუნარიანობის დროებით დაქვეითებით, რომელსაც ასევე თანსდევს დაღლილობის სუბიექტური შეგრძნება. დაღლის პირობებში ადამიანს არ შეუძლია შეინარჩუნოს მუშაობის ინტენსივობის ან შესრულებული მოძრაობის ხარისხის (შესრულების ტექნიკა) საჭირო დონე და იძულებულია შეწყვიტოს მუშაობა.

დაღლა წარმოადგენს ფიზიკური დატვირთვის შესრულებაზე ადამიანის ორგანიზმის ნორმალურ ფიზიოლოგიურ რეაქციას.

დაღლის ფიზიოლოგიური მნიშვნელობა:

- დაღლის დროს მუშაობისუნარიანობის დაქვეითება იწვევს ენერჯის არაეკონომიურ ხარჯვას და ამცირებს ორგანიზმის ფუნქციურ რეზერვებს. დაღლის ეს მხარე არახელსაყრელია და ხელს უშლის დატვირთვის ხანგრძლივი დროით შესრულებას.

- ხელს უშლის ორგანიზმის რეზერვების ზღვრულ განლევას და შედეგად პათოლოგიური მდგომარეობის განვითარებას, წარმოადგენს სიგნალს ფიზიკური დატვირთვის შეჩერებისათვის.

- ხელს უწყობს ორგანიზმის სხვადასხვა ფუნქციის განვითარებასა და სრულყოფას.

დაღლას იწვევენ ძირითადი და დამატებითი ფაქტორები.

ძირითადი ფაქტორებია - ფიზიკური ან გონებრივი დატვირთვა.

დამატებითი ფაქტორები - ისინი თავისთავად არ იწვევენ დაღლას თუმცა ურთიერთქმედებენ რა ძირითად ფაქტორებთან ხელს უწყობენ დაღლის უფრო ადრეულ და მკვეთრად გამოხატულ განვითარებას. მათ მიეკუთვნება:

## რა არის დაღლა?

- გარემოს ფაქტორები (ჰაერის ტემპერატურა, ტენიანობა, ატმოსფერულ ჰაერში ჟანგბადის შემცველობა, ატმოსფერული წნევა და სხვ.);
- ფიზიკური აქტივობისა და დასვენების თანაფარდობის დარღვევა;
- ჩვეული დღე-ღამური ბიორიტმების ცვლილებასთან დაკავშირებული ფაქტორები (სასაათო ზოლის შეცვლა);
- სოციალური ფაქტორები, მოტივაცია, ურთიერთქმედება გუნდში და სხვ.

დადღის ნიშნები:

- სუბიექტური - დაღლილობის საერთო ან ლოკალური შეგრძნება, ტკივილი კიდურებში, წელის არეში, ზურგის და კისრის კუნთებში, მუშაობის რიტმის შეცვლის ან მისი სრულად შეწყვეტის სურვილი და სხვ.
- ობიექტური - ორგანიზმის ფუნქციის ცვლილება.

დადღის განვითარების დინამიკა:

პირველი ეტაპი - მოძრაობათა ავტომატიურობის დარღვევა.

მეორე ეტაპი - მოძრაობათა კოორდინაციის დარღვევა.

მესამე ეტაპი - ვეგეტატიური ფუნქციების მნიშვნელოვანი დამაბზა, რომელსაც ამავე დროს თან სდევს მუშაობისუნარიანობის დაქვეითება და შემდეგ თვით ვეგეტატიური კომპონენტის შესაძლებლობების შემცირება.

ძლიერი დადღის დროს ახალი, ჯერ განუმტკიცებელი მოძრაობითი ჩვევები შესაძლებელია სრულად ჩაქვრნენ. ამავე დროს ხშირად აღინიშნება უკვე კარგად განმტკიცებული ძველი მოძრაობითი ჩვევების გამოვლენა, მიუხედავად იმისა, რომ მათი შესრულება მოცემულ სიტუაციას არ შეესაბამება. სპორტულ პრაქტიკაში ამან შეიძლება გამოიწვიოს ჩავარდნები, ტრავმები და სხვ.

დადღისას ორგანიზმში განვითარებული ფიზიოლოგიური ძვრები. ცვლილებები აღინიშნება უპირველეს ყოვლისა იმ ორგანოებსა და ორგანოთა სისტემებში, რომლებიც უშუალოდ ასრულებენ მოცემულ მუშაობას (კუნთოვანი სისტემა და მამოძრავებელი ანალიზატორი) და იმ ორგანოებში, რომლებიც ამ სისტემების ფუნქციონირებას

## რა არის დაღლა?

უზრუნველყოფენ (ც.ნ.ს., გულ-სისხლძარღვთა სისტემა, სასუნთქი, სისხლის და სხვ.).

### ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში:

- ნერვულ ცენტრთაშორისი კავშირების დარღვევა;
- პირობით რეფლექსური რეაქციების დათრგუნვა;

### გულ-სისხლძარღვთა სისტემაში:

- ტაქიკარდია;
- არტერიული წნევის ლაბილობა;
- დოზირებულ ფიზიკურ დატვირთვაზე არაადექვატური რეაქცია;
- ძვრები ელექტროკარდიოგრამაში;

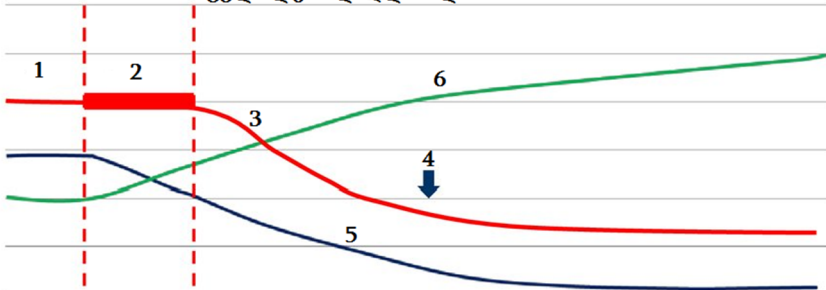
### სისხლის სისტემაში:

- ერიტროციტებისა და ჰემოგლობინის რაოდენობის შემცირება;
- ლეიკოციტოზი;
- ლეიკოციტების ფაგოციტური აქტივობის დათრგუნვა;
- თრომბოციტების რაოდენობის ზრდა;

### სუნთქვის სისტემაში:

- არტერიული სისხლის ჟანგბადით გამდიდრების შემცირება;
- სუნთქვის გახშირება;
- ფილტვების ვენტილაციის შემცირება;

ორგანიზმის მუშაობისუნარიანობისა და ფუნქციური მდგომარეობის ცვლილება დაღლის დროს



პირობითი აღნიშვნები:

- 1 - მდგრადი მუშაობისუნარიანობა;
- 2 - კომპენსირებული დაღლა;
- 3 - არაკომპენსირებული დაღლა;
- 4 - ადაფტაციის ზღვარი;
- 5 - სისტემათა წარმადობა;
- 6 - სისტემათა დამაბზვა.

## რა არის დაღლა?

სხვადასხვა ტიპის ფიზიკური დატვირთვების შესრულებისას დაღლის განვითარების მექანიზმების თავისებურებები განპირობებულია მუშაობის სიმძლავრით, მისი ხანგრძლივობით, ხასიათით, შესრულების სირთულით და სხვ.

მამსადამე ადამიანის დაღლის მთავარი ობიექტური მაჩვენებელი არის მისი მუშაობისუნარიანობის შემცირება. თუმცა უნდა გავითვალისწინოთ ასევე, რომ მუშაობისუნარიანობის შემცირება ყოველთვის არ არის დაღლის სიმპტომი. მუშაობისუნარიანობა შეიძლება შემცირდეს ადამიანის არახელსაყრელ გარემო პირობებში (ჰაერის მაღალი ტემპერატურა და ტენიანობა, შესუნთქულ ჰაერში ჟანგბადის შემცველობის შემცირება და სხვ.) ყოფნის შედეგად. მეორე მხრივ ზომიერი სიმძლავრით შესრულებული ფიზიკური დატვირთვა შეიძლება მიმდინარეობდეს გამოხატული დაღლის ფონზე, თუმცა შესრულებული მუშაობის ინტენსივობის შემცირების გარეშე. შესაბამისად მუშაობისუნარიანობის დაქვეითება დაღლის გამომხატველად შეიძლება ჩაითვალოს მხოლოდ მაშინ, როდესაც ცნობილია, რომ ასეთი დაქვეითება განვითარდა კონკრეტული ფიზიკური ან გონებრივი მუშაობის შესრულების შედეგად. დაღლის შედეგად მუშაობისუნარიანობა ქვეითდება დროებით და იგი სწრაფად აღდგება დასვენების დროს.

დაღლის შესწავლას საკმაოდ ხანგრძლივი ისტორია აქვს. ამ პერიოდში დაგროვდა დიდი რაოდენობით ექსპერიმენტული მასალა. სხვადასხვა დროს მიღებული მონაცემების საფუძველზე შეიქმნა მრავალი ჰიპოთეზა და თეორია, თუმცა დღესდღეობით დამოუკიდებელ თეორიის სახით ისინი შეიძლება წარმოგვიდგინდეს მხოლოდ ისტორიულ ასპექტში. ამ ჯგუფს შეიძლება მივაკუთვნოთ 1 - კუნთებში ენერგეტიკული რესურსების განლევის თეორია, 2 - დაშლის პროდუქტებით კუნთების დანაგვიანების თეორია, 3 - მოხრჩობის (ჟანგბადის უკმარისობის შედეგად) თეორია. ამ, ეგრედ წოდებული ლოკალურ-ჰუმორულ თეორიებს არ ძალუძთ დაღლის მიზეზების სრულად ახსნა, რადგან დაღლის ძირითად მიზეზად აქ განიხილება კუნთოვან ქსოვილში განვითარებული ლოკალური ცვლილებები, და კერძო ძვრები აღქმულია როგორც ზოგადი პროცესები. თუმცა

## რა არის დაღლა?

თითოეული ეს თეორია სწორად ასახავს დაღლის რთული და მრავალმხრივი პროცესის ერთ-ერთ შემადგენელ რგოლს.

შესწავლის შემდეგ ეტაპზე გამოიკვეთა თეორია, რომელიც დაღლის ძირითად მიზეზად განიხილავს ცვლილებებს ც.ნ.ს.-ის, კერძოდ კი დიდი ნახევარსფეროების ქერქის ფუნქციურ მდგომარეობაში.

თუმცა კვლევის თანამედროვე ელექტროფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური მეთოდები და მათ საფუძველზე მიღებული მონაცემები არ იძლევა საშუალებას, რომ დაღლის მიზეზად დასახელებული იყოს ერთ რომელიმე ორგანოში ან ორგანოთა სისტემაში განვითარებული ცვლილებები. შესაბამისად არ არის მართებული დაღლა მივაწეროთ მხოლოდ ერთი რომელიმე სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის დაქვეითებას.

კუნთოვანი მუშაობა მრავალი ორგანოსა და სისტემის ურთიერთ-შეთანხმებული მოქმედების საფუძველზე, ადაპტაციის სპეციალური ფუნქციური სისტემის ფორმირების ხარჯზე ხორციელდება. ამიტომ დაღლის დროს მუშაობისუნარიანობის დაქვეითებას განაპირობებს არა მხოლოდ ნერვულ სისტემაში განვითარებული ცვლილებები, არამედ ცვლილებები სხვა მომუშავე რგოლებშიც - ჩონჩხის კუნთები, სასუნთქი სისტემა, სისხლის მიმოქცევა, სისხლის სისტემა, შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლები და სხვ. თუმცა აქვე უნდა აღვნიშნოთ ისიც, რომ შესრულებული მუშაობის ხასიათის მიხედვით წამყვანი როლი დაღლის განვითარებაში შეიძლება ეკუთვნოდეს ამა თუ იმ კონკრეტულ ფუნქციურ სისტემას.

*დაღლის თავისებურებები სხვადასხვა სახის ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას*

*მაქსიმალური სიმძლავრის ციკლური მუშაობის* შესრულებისას, დაღლის ძირითადი მიზეზია მამოძრავებელი ნერვული ცენტრებიდან კუნთებისაკენ მიმავალი მძლავრი ეფერენტული და მომუშავე კუნთებიდან ნერვული ცენტრებისაკენ მომავალი აფერენტული იმპულსაციის გავლენით ც.ნ.ს.-ში ძირითადი ნერვული პროცესების ძვრადობის დაქვეითება. გარდა ამისა ც.ნ.ს.-ის ნეირონებში ქვეითდება ა.ტ.ფ.-ის, კრეატინფოსფატის შემცველობა და მატულობს შემაკავებელი მედიატორის - გამა-ამინოერბოს მჟავას კონცენტრაცია.

## რა არის დაღლა?

ამავე დროს დაღლის განვითარებაში არსებითი მნიშვნელობა აქვს ასევე თვით კუნთების ფუნქციური მდგომარეობის (აგზნებადობის, ლაბილობის და მოდუნების სისწრაფის დაქვეითება) ცვლილებას.

*სუბმაქსიმალური სიმძლავრის ციკლური მუშაობის* შესრულებისას დაღლის წამყვანი მიზეზებია ნერვული ცენტრების ფუნქციონირების დათრგუნვა და ორგანიზმის შინაგან გარემოში განვითარებული ცვლილებები. ჟანგბადის დიდი დავალიანების შედეგად ვითარდება ჰიპოქსემია, მცირდება სისხლის PH, სისხლში 20-25-ჯერ მატულობს რემეჟავის შემცველობა. ჟანგბადის დავალიანება აღწევს მაქსიმალურ სიდიდეს და შეიძლება გაიზარდოს 20-22 ლიტრამდე. მეტაბოლიზმის სხვადასხვა დაუჟანგავი პროდუქტი შეიწოვება სისხლში და აუარესებს ნერვული უჯრედების მუშაობის ხარისხს. ნერვული ცენტრების დამაბული მუშაობა მიმდინარეობს ჟანგბადის უკმარისობის ფონზე, რაც იწვევს დაღლის სწრაფ განვითარებას.

*დიდი სიმძლავრის ციკლური მუშაობის* შესრულებისას დაღლის განვითარება განპირობებულია ვეგეტატიური და მოტორული ფუნქციების დისკოორდინაციით. ინტენსიურად მომუშავე ორგანიზმისათვის საჭირო რაოდენობის ჟანგბადის მიწოდებისათვის რამოდენიმე ათეული წუთის განმავლობაში შენარჩუნებული უნდა იყოს გულ-სისხლძარღვთა და სუნთქვის სისტემების დამაბული მუშაობა. ასეთი სიმძლავრის მუშაობის შესრულებისას მოთხოვნა ჟანგბადზე რამდენადმე აჭარბებს მისი მოხმარების შესაძლებლობას, ჟანგბადის დავალიანება აღწევს 12-15 ლიტრს. ენერჯის საერთო დანახარჯი ძალიან დიდია, იხარჯება დაახლოებით 200 გრამი გლუკოზა და ამიტომ მისი კონცენტრაცია სისხლში რამდენადმე ქვეითდება. ასევე აღინიშნება სისხლში ზოგიერთი შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლის (ჰიპოფიზი, თირკმელზედა ჯირკვალი) ჰორმონის კონცენტრაციის დაქვეითება.

*ზომიერი სიმძლავრის ციკლური მუშაობის* შესრულების დიდი ხანგრძლივობა იწვევს ც.ნ.ს.-ში დაცვითი შეკავების განვითარებას, ენერგო რესურსების განლევას, ჟანგბადის სატრანსპორტო სისტემის ფუნქციურ გადაძაბვას. ორგანიზმში მცირდება გლიკოგენის მარაგი, რაც იწვევს სისხლში გლუკოზის კონცენტრაციის შემცირებას.

## რა არის დაღლა?

ორგანიზმის მიერ წყლის და მინერალური მარილების დიდი რაოდენობით დაკარგვა, თერმორეგულაციის დარღვევა ასევე ხელს უწყობენ დაღლის განვითარებას. ხანგრძლივი ფიზიკური დატვირთვების შესრულებისას დაღლის განვითარების მექანიზმებში განსაზღვრული ადგილი უჭირავს აგრეთვე შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლების ფუნქციის დაქვეითებას. სისხლში მცირდება გლუკო და მინერალკორტიკოიდების, კატექოლამინების და ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონების კონცენტრაცია. ამასთან ერთად მონოტონური აფერენტული იმპულსაციის ზემოქმედების შედეგად ნერვულ ცენტრებში ვითარდება შეკავება, რასაც თან სდევს მოძრაობათა რეგულაციის ეფექტურობის შემცირება და მათი კოორდინაციის დარღვევა.

*სხვადასხვა სახის აციკლური ვარჯიშების* შესრულებისას დაღლის განვითარების მიზეზები ასევე არაერთგვაროვანია. კერძოდ, სიტუაციურ სპორტის სახეობებში, ცვალებადი ხასიათის და ინტენსივობის ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას დიდი დატვირთვა მოდის თავის ტვინის უმაღლეს განყოფილებებსა და სენსორულ სისტემებზე. ასეთი ვარჯიშების შესრულებისას საჭიროა სპორტსმენმა განუწყვეტლივ აწარმოოს ცვალებადი სიტუაციის ანალიზი, განახორციელოს შესრულებული მოძრაობების ტემპის და სტრუქტურის მუდმივი გადართვა. ყოველივე ამას კი მივყავართ დაღლის განვითარებასთან. სპორტის ზოგიერთ სახეობაში (მაგ. ფეხბურთი) დაღლის განვითარებაში ასევე მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ჟანგბადის არასაკმარისი რაოდენობით მოხმარებას და მის დავალიანებას. ტანვარჯიშში და ორთაბრძოლებში დაღლა ვითარდება ც.ს.-ის გამტარუნარიანობის და კუნთების ფუნქციური მდგომარეობის (მცირდება მათი ძალა და აგზნებადობა, მცირდება შეკუმშვისა და მოდუნების სისწრაფე) გაუარესების გამო.

*სტატიკური ძალვის* შესრულებისას დაღლის ძირითადი მიზეზია ნერვული ცენტრების და კუნთების უწყვეტი დამაბვა, ეფერენტული და აფერენტული ნერვული იმპულსების უწყვეტი დინება და ამის გამო ნერვული ცენტრების ფუნქციური მდგომარეობის დაქვეითება. სტატიკური ძალვისას დაღლას მნიშვნელოვნად აღრმავებს კუნთების უწყვეტი შეკუმშვის შედეგად მათში სისხლის მიმოქცევის ფაქტიურად

**აღდგენითი პროცესების ფიზიოლოგიური დახასიათება**

სრული შეწყვეტა. შედეგად ვერხდება კუნთების ენერგეტიკული ნაერთებითა და ჟანგბადით მომარაგება, და მათი განთავისუფლება დაშლის პროდუქტებისაგან.

**აღდგენითი პროცესების საერთო კანონზომიერებები**

აღდგენა - პროცესი, რომელიც ორგანიზმში მიმდინარეობს მუშაობის დასრულების შემდეგ. აღდგენის პერიოდში აღინიშნება ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური ფუნქციების საწყის მდგომარეობაში დაბრუნება.

დრო, რომლის განმავლობაშიც მიმდინარეობს ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ ორგანიზმის ფიზიოლოგიური სტატუსის აღდგენა არის აღდგენის პერიოდი.

უნდა გვახსოვდეს, რომ ფუნქციური, სტრუქტურული და სარეგულაციო რეზერვების ხარჯვის და აღდგენის ურთიერთ-დაკავშირებული პროცესები ორგანიზმში მიმდინარეობს როგორც ფიზიკური დატვირთვის შესრულების დროს, ასევე წინასტარტულ და მუშაობის შემდგომ პერიოდებში. უშუალოდ ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას დისიმილაციის პროცესები აჭარბებენ აღდგენითს და ეს სხვაობა მით მეტია, რაც უფრო მაღალია შესრულებული დატვირთვის ინტენსივობა და რაც უფრო ნაკლებადაა მომზადებული ორგანიზმი მოცემული დატვირთვის შესრულებისათვის. მუშაობის დასრულების შემდეგ სჭარბობს ასიმილაციის პროცესები და ენერგეტიკული რესურსები აღდგება საწყისი დონის გადაჭარბებით (ზეაღდგენის ფაზა). ზეაღდგენის, ანუ სუპერკომპენსაციის ფაზის არსებობას, აქვს უდიდესი მნიშვნელობა ორგანიზმის გაწვრთნილობის ამალგებისათვის. აღდგენის პერიოდში შეივსება ფიზიკური დატვირთვების შესრულების შედეგად გახარჯული ენერგორესურსები, ხდება ჟანგბადის დავალიანების ლიკვიდაცია, მომუშავე კუნთების განთავისუფლება დაგროვილი დაშლის პროდუქტებისაგან, ნორმალიზდება ნეიროენდოკრინული, სომატური და ვეგეტატიური სისტემების მუშაობა, აღდგება ჰომეოსტაზი. **ფიზიოლოგიური,**

აღდგენითი პროცესების ფიზიოლოგიური დახასიათება

ბიოქიმიური და სტრუქტურული ცვლილებების ერთობლიობა, რომელიც უზრუნველყოფს ორგანიზმის დაბრუნებას სამუშაო მდგომარეობიდან, საწყის (მუშაობამდელ) მდგომარეობამდე ერთიანდება ცნებაში “აღდგენა”.

აღდგენის პერიოდში შეიძლება გამოვყოთ 4 ფაზა: 1) სწრაფი აღდგენის ფაზა, 2) შენელებული, 3) ზეაღდგენის, ანუ სუპერკომპენსაციის, 4) გახანგრძლივებული (მოგვიანო) აღდგენის ფაზა. ორგანიზმის სხვადასხვა ფუნქციის მაგალითზე თითოეული ამ ფაზის არსებობა, მათი ხანგრძლივობა და ხასიათი მკვეთრად განსხვავდება. პირველ ორ ფაზას შეესაბამება მომქანცველი მუშაობის შედეგად დაქვეითებული მუშაობისუნარიანობის თანდათანობით აღდგენა, მესამე ფაზას შეესაბამება მუშაობისუნარიანობის საწყის დონეზე მაღალი მაჩვენებელი, მეოთხეს ფაზას - მუშაობისუნარიანობის ნორმალურ (მუშაობამდელ) დონეზე დაბრუნება.

მუშაობის დასრულების შემდეგ აღდგენის პერიოდს გარკვეული კანონზომიერებები ახასიათებს:

1 - სხვადასხვა ფუნქციური მაჩვენებლების აღდგენის სისწრაფე და ხანგრძლივობა დამოკიდებულია შესრულებული მუშაობის სიმძლავრეზე: რაც უფრო მაღალია შესრულებული მუშაობის ხანგრძლივობა, მით მეტი ძვრები აღინიშნება ორგანიზმში და შესაბამისად მით მეტია აღდგენის სისწრაფე. ეს ასევე ნიშნავს, რომ რაც უფრო ხანმოკლეა შესრულებული დატვირთვა, მით უფრო სწრაფად სრულდება აღდგენაც. ასე მაგალითად, მაქსიმალური სიმძლავრის მუშაობის შესრულების შემდეგ აღდგენის ხანგრძლივობა რამოდენიმე წუთია, ხოლო ხანგრძლივი მუშაობის (მაგ: მართონული სირბილი) შემდეგ რამოდენიმე დღის განმავლობაში გრძელდება.

2 - ორგანიზმის სხვადასხვა ფუნქციის აღდგენა სხვადასხვა სიჩქარით ხდება, ანუ მათ მიერ მოსვენებული მდგომარეობის მაჩვენებლების მიღწევა არაერთდროულად (ჰეტეროქრონულად) მიმდინარეობს.

3 - ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ მუშაობისუნარიანობა და მუშაობისუნარიანობის განმსაზღვრელი მრავალი ფუნქცია აღდგენის პერიოდის განმავლობაში არა მარტო საწყის დონეს აღწევს, არამედ გარკვეული დროის განმავლობაში

**აღდგენითი პროცესების ფიზიოლოგიური დახასიათება**

აჭარბებს კიდევაც საწყის დონეს. თუ საუბარია ენერგეტიკულ სუბსტრატებზე, მაშინ საწყისი მდგომარეობის ასეთ გადაჭარბებას სუპერკომპენსაცია ეწოდება.

*ჟანგბადის დავალიანება და ორგანიზმის ენერგეტიკული რეზერვების აღდგენა.* ფიზიკური დატვირთვის შესრულების პროცესში ორგანიზმში აღინიშნება ჟანგბადის მარაგის, ფოსფაგენების (ა.ტ.ფ., კრეატინფოსფატი), ნახშირწყლების (გლიკოგენი კუნთებსა და ღვიძლში, გლუკოზა სისხლში) და ცხიმების ხარჯვა. მუშაობის დასრულების შემდეგ ხდება ამ ნივთიერებების მარაგის აღდგენა. გამონაკლისს წარმოადგენს ცხიმი, რადგან ცხიმის აღდგენა შეიძლება არც მოხდეს.

მუშაობის დასრულების შემდეგ აღდგენითი პროცესების გამომხატველია ჟანგბადის გაზრდილი რაოდენობით მოხმარება - ჟანგბადის დავალიანება. ჟანგბადის მოხმარების მაჩვენებელი მუშაობის დასრულების შემდეგ არასწორხაზოვნად მცირდება: პირველი 2-3 წუთის განმავლობაში ძალიან სწრაფად (ჟანგბადის დავალიანების სწრაფი, ანუ ალაქტატური კომპონენტი), ხოლო შემდეგ შედარებით ნელა (ჟანგბადის დავალიანების ნელი, ანუ ლაქტატური კომპონენტი), ვიდრე არ მიაღწევს მუშაობამდელ მაჩვენებელს.

ჟანგბადის დავალიანების სწრაფი (ლაქტატური) კომპონენტი უპირველეს ყოვლისა დაკავშირებულია მუშაობის პროცესში მომუშავე კუნთებში დახარჯული მაღალენერგეტიკული ფოსფაგენების მარაგის სწრაფ აღდგენასთან, ასევე ვენურ სისხლში ჟანგბადის შემცველობის ნორმაში დაბრუნებასა და მიოგლობინის ჟანგბადით გაჯერებასთან.

ჟანგბადის დავალიანების ნელი (ლაქტატური) კომპონენტი მრავალი ფაქტორითაა განპირობებული და უპირველეს ყოვლისა დაკავშირებულია მუშაობის დასრულების შემდეგ სისხლის და უჯრედშორისი სითხის, აქ დაგროვილი დაშლის პროდუქტებისაგან განთავისუფლებასთან. ჟანგბადი ამ შემთხვევაში გამოიყენება იმ ჟანგვით რეაქციებში, რომლებიც უზრუნველყოფენ სისხლში და კუნთებში დაგროვილი ლაქტატისაგან გლიკოგენის რესინთეზს.

*ჟანგბადის მარაგის აღდგენა:* მიოგლობინის სახით კუნთებში არსებობს ჟანგბადის მარაგი. თუმცა ეს მარაგი საკმაოდ მცირეა:

**აღდგენითი პროცესების ფიზიოლოგიური დახასიათება**

კუნთოვანი მასის ყოველი კილოგრამი შეიცავს საშუალოდ 11 მლ. ჟანგბადს. შესაბამისად თუ სპორტსმენებში სხეულის კუნთოვანი მასა საშუალოდ 40 კგ-ია, მაშინ კუნთებში არსებული მიოგლობინთან შეკავშირებული ჟანგბადის მარაგი დაახლოებით 0.5 ლიტრი იქნება. კუნთოვანი მუშაობის პროცესში ეს მარაგი შესაძლებელია სწრაფად დაიხარჯოს, ხოლო მუშაობის დასრულების შემდეგ სწრაფადვე აღდგეს. ფიზიკური დატვირთვის დასრულების შემდეგ, აღდგენის საწყის ეტაპზე, კუნთებისაკენ მიმავალ არტერიულ სისხლს გააჩნია ჟანგბადის მაღალი პარციალური წნევა (ჟანგბადის მაღალი შემცველობა), რაც უზრუნველყოფს კუნთებში მიოგლობინთან შეკავშირებული ჟანგბადის მარაგის აღდგენას სულ რამოდენიმე წამში.

*ფოსფაგენების (ატფ და კრეატინფოსფატი) აღდგენა:* ფოსფაგენები, განსაკუთრებით ატფ აღდგება ძალიან სწრაფად. მუშაობის დასრულებიდან უკვე 30 წამის შემდეგ ატფ-ის მარაგი 70%-ით აღდგება, ხოლო სრული აღდგენისათვის საკმარისია სულ რამოდენიმე წუთი. ენერჯია ამ პროცესისათვის თითქმის მთლიანად წარმოიქმნება O<sub>2</sub>-ის დავალიანების სწრაფ ფაზაში მოხმარებული ჟანგბადის ხარჯზე. რაც მეტია ფოსფაგენების დანახარჯი მუშაობის პროცესში, მით მეტი ჟანგბადია საჭირო მათი მარაგის აღდგენისათვის (1 მოლი ატფ-ის აღდგენისათვის საჭიროა 3.45 ლიტრი ჟანგბადი). ჟანგბადის დავალიანების სწრაფი (ალაქტატური) ფრაქციის სიდიდე პირდაპირ უკავშირდება მუშაობის შედეგად კუნთებში ფოსფაგენების მარაგის შემცირების ხარისხს. შესაბამისად აღნიშნული მაჩვენებელი მიუთითებს მუშაობის პროცესში გახარჯული ფოსფაგენების რაოდენობაზე.

*გლიკოგენის მარაგის აღდგენა:* გლიკოგენის აღდგენის სისწრაფე, კუნთებში და ღვიძლში მისი აღდგენილი მარაგების რაოდენობა დამოკიდებულია ორ ძირითად ფაქტორზე: მუშაობის პროცესში გლიკოგენის გახარჯვის ხარისხზე და კვების რაციონზე აღდგენის პერიოდში. გლიკოგენის მარაგის არსებითი განლევის (სრული შემცველობის 3/4-ზე მეტი) შემდეგ მისი აღდგენა ჩვეულებრივი კვების პირობებში ძალიან ნელა მიმდინარეობს და მუშაობამდელი მდგომარეობის მიღწევას დაახლოებით 48 საათი სჭირდება. თუ კვებით რაციონში გავზრდით ნახშირწყლების შემცველობას (საერთო

**აღდგენითი პროცესების ფიზიოლოგიური დახასიათება**

კალორიულობის 70%-ზე მეტი), მაშინ ეს პროცესი მნიშვნელოვნად დაჩქარდება და მუშაობის დასრულებიდან უკვე 10 სთ-ის შემდეგ კუნთებში გლიკოგენის მარაგი 50%-ზე მეტად აღდგება, ხოლო 24 საათის შემდეგ აღდგენა სრულია. ღვიძლში კი გლიკოგენის შემცველობა მნიშვნელოვნად აჭარბებს ჩვეულ დონეს. მომდევნო ეტაპზე კუნთებში და ღვიძლში გლიკოგენის დონე განაგრძობს ზრდას და მომქანცველი მუშაობიდან 2-3 დღის შემდეგ საწყის დონეს 1.5-3 -ჯერ აჭარბებს - სუპერკომპენსაციის ფენომენი.

*დაგროვილი რძემჟავისაგან განთავისუფლება:* მუშაობის დასრულების შემდეგ იწყება კუნთების, სისხლისა და უჯრედშორისი სითხის განთავისუფლება აქ დაგროვილი რძემჟავისაგან. ამ პროცესის სისწრაფეზე მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს მუშაობის შემდგომი რეჟიმი. ასე მაგალითად, მაქსიმალური სიმძლავრის მუშაობის შესრულების შემდეგ, პასიური დასვენების პირობებში რძემჟავის ლიკვიდაციას 60-90 წუთი სჭირდება. თუმცა, თუ ასეთი მუშაობის შემდეგ პასიური დასვენების ნაცვლად სრულდება მცირე ინტენსივობის მუშაობა (ასეთი მუშაობის სიმძლავრე არანავარჯიშები ადამიანებისათვის საშუალოდ შეადგენს ჟ.მ.მ.-ს 30-45%, ხოლო კარგად გაწვრთნილ სპორტსმენებში ჟ.მ.მ.-ს 50-60%, 20 წუთის ხანგრძლივობით), რძემჟავის უტილიზაცია ხდება გაცილებით უფრო სწრაფად (აქტიური დასვენება).

არსებობს რძემჟავის უტილიზაციის 4 გზა: 1) დაჟანგვა CO<sub>2</sub>-მდე (ამ გზით უტილიზდება მთელი დაგროვილი რძემჟავის 70%); 2) გარდაქმნა გლიკოგენად (კუნთებში და ღვიძლში) და გლუკოზად (სისხლში) - საშუალოდ 20%; 3) გარდაქმნა ცილებად (10%-ზე ნაკლები); 4) გამოყოფა შარდთან და ოფლთან ერთად (1-%). მიუხედავად იმისა, რომ რძემჟავის დაჟანგვა შესაძლებელია სხვადასხვა ორგანოებსა და ქსოვილებში (ჩონჩხის კუნთები, გულის კუნთი, ღვიძლი, თირკმელები და სხვ.), მისი უდიდესი ნაწილი იჟანგება ჩონჩხის კუნთებში (განსაკუთრებით ნელ კუნთოვან ბოჭკოებში).

## აღდგენითი პროცესების დამაჩქარებელი საშუალებები

### აღდგენითი პროცესების დამაჩქარებელი ფიზიოლოგიური საშუალებები

აღდგენის დამაჩქარებელი ფიზიოლოგიური საშუალებები გულისხმობს დაკვირვებას ვარჯიშისა და შეჯიბრის დროს მუშაობისუნარიანობასა და დადღის განვითარების თავისებურებებზე, ასევე აღდგენის დაჩქარებისათვის ორგანიზმის ფუნქციური რეზერვების მობილიზაციას და გამოყენებას. აღდგენითი პროცესის შეფასების უტყუარ კრიტერიუმად კი გამოიყენება საერთო და სპეციალური მუშაობისუნარიანობის დონე.

აღდგენი ღონისძიებები შესაძლებელია დაგვით ორ ჯგუფად: 1 - მუდმივი და 2 - პერიოდული. პირველი ჯგუფს მიეკუთვნება: ვარჯიშისა და დასვენების რაციონალური რეჟიმი, დაბალანსებული კვების რაციონი, ვიტამინიზაცია, სხეულის გაკაჟება, საერთო-განმავითარებელი ფიზიკური ვარჯიშები, ემოციური მდგომარეობის ოპტიმიზირება. ყველა აღნიშნული ღონისძიება კარგადაა ცნობილი, ფართოდ რეალიზდება სპორულ პრაქტიკაში და არ საჭიროებს დამატებით განმარტებას.

მეორე ჯგუფის ღონისძიებები ხორციელდება საჭიროების შემთხვევაში და მიზნად ისახავს მუშაობისუნარიანობის ამალეებისა და აღდგენითი პროცესების საგანგებოდ დაჩქარებისათვის ორგანიზმის სარეზერვო შესაძლებლობების მობილიზაციას. ამ ჯგუფში შედის: ბიოლოგიურად აქტიურ წერტილებზე ზემოქმედება, ჟანგბადით გამდიდრებული ჰაერით სუნთქვა, ჰიპოქსიური ვარჯიშები, მასაჟი, თერმული პროცედურები, ულტრაიისფერი დასხივება, ბიოლოგიურად აქტიური სტიმულატორების, საკვები დანამატების გამოყენება და სხვ.

აღდგენითი პროცესების დამაჩქარებელ საშუალებებზე საუბრისას აუცილებლად ცალკე უნდა გამოვყოთ ე. წ. *აქტიური დასვენება*.

აღდგენითი პროცესების ხასიათი და ხანგრძლივობა შეიძლება განპირობებული იყოს მუშაობის შემდგომ, აღდგენის პერიოდში სპორტსმენის მოქმედების რეჟიმით. ი.მ. სეჩენოვის ცდებში ნაჩვენებია იყო, რომ გარკვეულ პირობებში აღდგენითი პროცესები უფრო სწრაფად მიმდინარეობს არა პასიური დასვენების, არამედ სხვა სახის

**აღდგენითი პროცესების დამაჩქარებელი საშუალებები**

მუშაობაზე გადართვის, ანუ აქტიური დასვენების დროს. კერძოდ, მან აღმოაჩინა, რომ ერგომეტრზე მუშაობით დაღლილი კიდურის კუნთებში მუშაობისუნარიანობა აღდგება უფრო სწრაფად მაშინ, როდესაც ამ კუნთების დასვენების პერიოდში მუშაობა გაგრძელდა მეორე კიდურით. ამ ფენომენის ანალიზისას მკვლევარი მივიდა დასკვნამდე, რომ დასვენების პერიოდში სხვა კუნთების მუშაობაში ჩართვის შედეგად შემოსული აფერენტული იმპულსები ხელს უწყობენ ნერვული ცენტრების მუშაობისუნარიანობის უკეთესად აღდგენას და თითქოს მუხტავენ მათ ენერგიით. გარდა ამისა ერთი კიდურით მუშაობა აძლიერებს სისხლის მიმოქცევას მეორე კიდურის კუნთებში, რამაც ასევე შეიძლება ხელი შეუწყოს დაღლილი კუნთების მუშაობისუნარიანობის უფრო სწრაფად აღდგენას.

აქტიური დასვენების დადებითი ეფექტი მხოლოდ სხვა კუნთების მუშაობაში ჩართვის დროს არ გამოვლინება. იმავე კუნთების მიერ დაბალი ინტენსივობით შესრულებული მუშაობაც ასევე აღდგენის დამაჩქარებლად მოქმედებს. მაგ: სწრაფი სირბილიდან მუნძულით სირბილზე გადასვლა ასევე ეფექტურია აღდგენის დაჩქარებისათვის. რძიმჟავის ლიკვიდაცია კუნთებში უფრო სწრაფად ხდება აქტიური დასვენების, ე.ი. შემცირებული ინტენსივობის მუშაობის შესრულების შედეგად, ვიდრე პასიური დასვენების დროს.

**სპორტული ვარჯიშის პრინციპების დასაბუთება.** სპორტული ვარჯიშის ძირითადი პრინციპები: ვარჯიშების სისტემატიურობა და უწყვეტობა. მუშაობის და დასვენების სწორი თანაფარდობა და დატვირთვების თანდათანობითი ზრდა გამომდინარეობს ზემოთ მოყვანილი აღდგენითი პროცესების მიმდინარეობის სქემისაგან.

ენერგეტიკული და ფუნქციური პოტენციალების მომატება, რომელსაც ადგილი აქვს დასვენების პერიოდში, თანდათანობით ბრუნდება საწყის დონეზე. შესაბამისად ერთხელობრივ ფიზიკური დატვირთვას არ შეუძლია გამოიწვიოს მდგრადი საწვრთნელი ეფექტი. აქედან გამომდინარეობს წვრთნის პირველი პრინციპი - **ვარჯიშების განმეორებითობა.**

იმისათვის, რომ ვარჯიშების შედეგად მივიღოთ მუშაობის უნარიანობის მდგრადი ამაღლება, ყოველი მომდევნო ვარჯიში „როცა

**აღდგენითი პროცესების დამაჩქარებელი საშუალებები**

გამოვა“ მაშინ კი არ უნდა დავიწყოთ, არამედ წინა ვარჯიშის შემდეგ სუპერკომპენსაციის ფაზაში. თუ მომდევნო ვარჯიში ყოველთვის იწყება წინა ვარჯიშის შემდეგ არასრული აღდგენის ფაზაში, მაშინ შედეგი იქნება გამოფიტვა. თუ ყოველი მომდევნო დატვირთვა დაიწყება სუპერკომპენსაციის ფაზის დასრულების შემდეგ, როდესაც წინა ვარჯიშის კვალი უკვე წაიშალა, ჩვენ მივიღებთ სტაციონარულ მდგომარეობას, და მხოლოდ განმეორებითი ვარჯიშის სუპერკომპენსაციის ფაზაში დაწყების დროს არის შესაძლებელი მივიღოთ ორგანიზმის ფუნქციური და ენერგეტიკული პოტენციალების ზრდა.

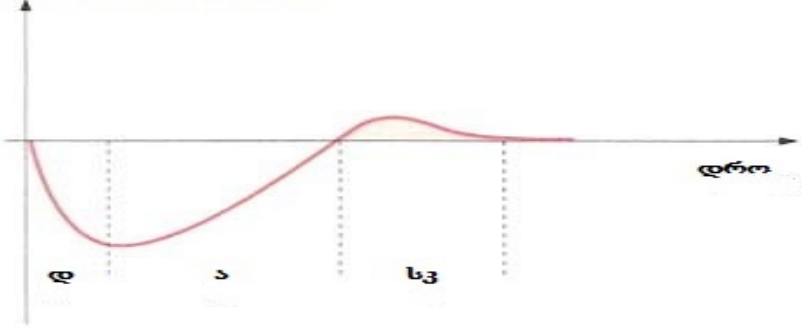
აქედან გამომდინარეობს წვრთნის მეორე პრინციპი - **სისტემატიურობა**, რომელსაც საფუძვლად უდევს მომდევნო დატვირთვის შესრულება, წინა მუშაობის შემდეგ ორგანიზმისთვის ყველაზე ხელსაყრელ მდგომარეობაში.

თუმცა ყოველივე ეს ძალიან სწორხაზოვნად არ უნდა გავიგოთ. ერთი საწვრთნო ვარჯიშის ფარგლებში ყოველი მომდევნო დატვირთვა ძირითადად სრულდება არასრული აღდგენის ფაზაში. მაგალითად წვრთნის ინტერვალური მეთოდის (დატვირთვების ზრდა დასვენების უცვლელი ინტერვალის პირობებში, ან დასვენების ინტერვალის შემცირება უცვლელი დატვირთვის პირობებში) მდგომარეობს სწორედ იმაში, რომ არასრული აღდგენის ფაზაში მომდევნო დატვირთვის შესრულების შედეგად გამოიმუშავოს სპორტსმენის ორგანიზმში ბიოქიმიურ და ფუნქციურ ძვრებთან შეგუება.

**ფიზიკური მუშაობისა და დასვენების სწორი თანაფარდობა** - ყოველგვარი მუშაობის, ყოველგვარი ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ აუცილებელია სრულიად განსაზღვრული დასვენების პერიოდი, რომელიც განპირობებულია შესრულებული მუშაობის სიდიდითა და ხასიათით. ეს მოთხოვნა განმტკიცდება იმითაც, რომ ერთი და იგივე დატვირთვის შემდეგაც კი, კუნთის სხვადასხვა ბიოქიმიური გრადიენტების სუპერკომპენსაცია არაერთდროულად ვითარდება. ასე მაგალითად: კუნთებში კრეატინფოსფატის სუპერკომპენსაციის ფაზა ვითარდება შედარებით სწრაფად და სწრაფადვე მთავრდება, ხოლო გლიკოგენის სუპერკომპენსაცია წარმოიქმნება შედარებით გვიან, მაგრამ რამდენადმე დიდი ხნით შენარჩუნდება.

აღდგენითი პროცესების დამაჩქარებელი საშუალებები

მუშაობისუნარიანობა



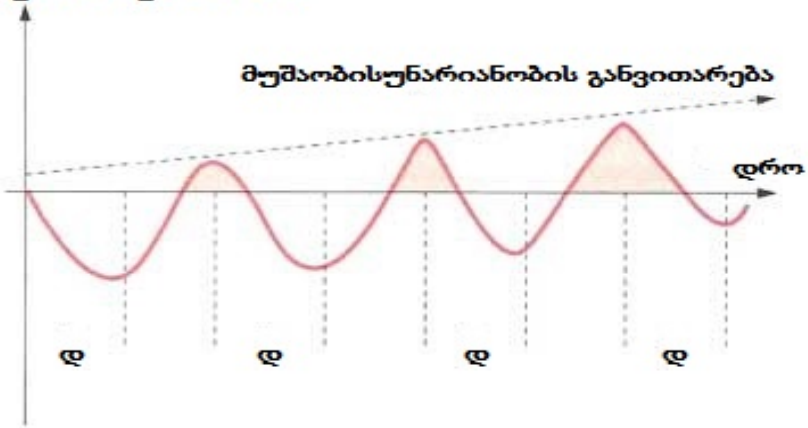
სუპერკომპენსაციის გრაფიკი:

დ - დატვირთვა;

ა - აღდგენა;

სკ - სუპერკომპენსაცია

მუშაობისუნარიანობა



დატვირთვის და დასვენების ოპტიმალური ურთიერთდამოკიდებულება. სუპერკომპენსაციის დადგომის მომენტში იწყება ახალი დატვირთვა.

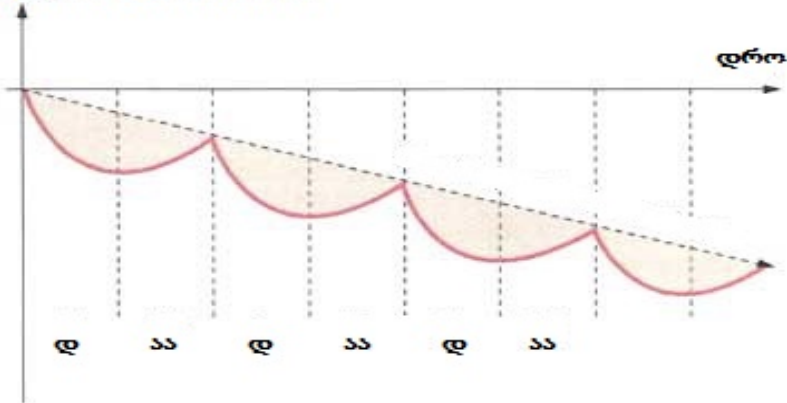
დ - დატვირთვა

ცილების შემცველობის სუპერკომპენსაცია ვითარდება კიდევ უფრო გვიან, თუმცა შენარჩუნდება დიდი ხნის განმავლობაში. აქედან

**აღდგენითი პროცესების დამაჩქარებელი საშუალებები**

გამომდინარეობს, რომ დასვენების ხანგრძლივობა დამოკიდებულია სპორტსმენის წინაშე მდგარ ამოცანებზე. კუნთებში კრეატინფოსფატის მარაგის მომატებას სჭირდება შედარებით ხანმოკლე დასვენება, ხოლო კუნთების მასის ზრდას (სტრუქტურული ცილების შემცველობის მომატება) შედარებით ხანგრძლივი. ყოველივე ამას დიდი მნიშვნელობა აქვს საწვრთნო პროცესის სწორი ორგანიზებისათვის. სუპერკომპენსაციის სიდიდე და ხანგრძლივობა დამოკიდებულია ენერგეტიკული და ფუნქციური პოტენციალების გახარჯვაზე. გაწვრთნილობის განვითარებასთან ერთად ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას მათი გახარჯვის რაოდენობა და ინტენსივობა სულ უფრო და უფრო შემცირდება. ყოველი მომდევნო მუშაობა შესრულდება ორგანიზმისთვის სულ უფრო კომფორტულ პირობებში და გამოიწვევს სულ უფრო ნაკლებ ფუნქციურ და ბიოქიმიურ ძვრებს. ესეიგი, სუპერკომპენსაციის ფაზა სულ უფრო ნაკლებად გამოხატული და ხანმოკლე იქნება. აქედან გამომდინარეობს წვრთნის მეოთხე პრინციპი - სავარჯიშო დატვირთვის თანდათანობით მომატება. ამ პრინციპის დაუცველობის შემთხვევაში საწვრთნო პროცესის ეფექტურობა ძალიან დაბალი იქნება.

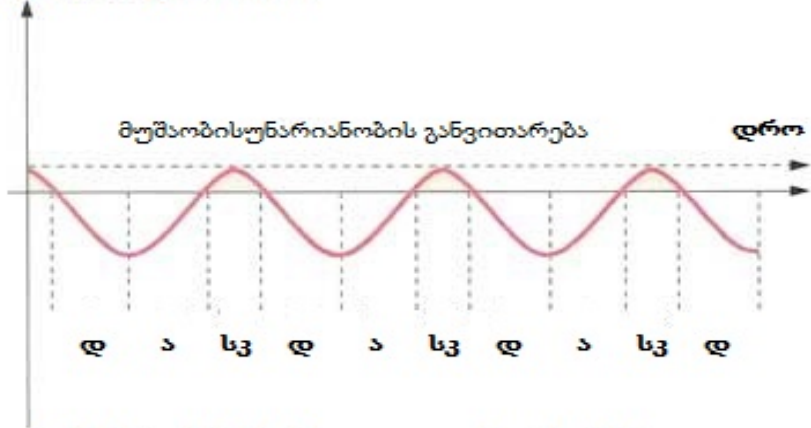
**მუშაობისუნარიანობა**



მუშაობისუნარიანობის ცვლილება დასვენების მოკლე ინტერვალების პირობებში.

- დ - დატვირთვა
- აა - არასრული აღდგენა

**მუშაობისუნარიანობა**



მუშაობისუნარიანობის უცვლელობა, დასვენების ხანგრძლივი ინტერვალების პირობებში.

დ - დატვირთვა; ა - აღდგენა; სკ - სუპერკომპენსაცია

თავი მეექვსე

### მოძრაობითი ჩვევის ფიზიოლოგიური საფუძვლები

*თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციები*

მოძრაობათა მართვისას ც.ნ.ს.-ში ძალიან რთულ პროცესები მიმდინარეობს. რაც განპირობებულია იმით, რომ სპორტული დინამიკური მოძრაობების შესრულებისას, ან რომელიმე სპორტული პოზის შენარჩუნებისას მუშაობაში ჩართულია არა ერთი ან რამოდენიმე, არამედ ათეულობით სხვადასხვა კუნთი. მომუშავე კუნთების რაოდენობა, ან თითოეულ კუნთში მუშაობაში ჩართული მამოძრავებელი ერთეულების რიცხვი გამუდმებით იცვლება, ამასთანავე არა მარტო მოძრაობითი აქტის ერთი ფაზიდან მეორეზე გადასვლისას, არამედ ერთი და იგივე ფაზის ფარგლებშიც კი. გარდა ამისა, მუშაობაში ჩართული კუნთების და თითოეული კუნთის აქტიური მამოძრავებელი ერთეულების რაოდენობა დამოკიდებულია მოძრაობის სისწრაფის და განვითარებული ძაბვის ცვალებადობაზე, დაღლაზე და რიც სხვა ფაქტორებზე.

ადამიანსა და ცხოველს ზოგიერთი მოძრაობის შესრულების უნარი დაბადებისთანავე დაჰყვება. მაგ: კვიცი და ხბო დაბადებისთანავე ავლენენ ისეთ რთულ მოძრაობითს რეაქციას, როგორც არის ლოკომოცია. ამ მხრივ უფრო სრულქმნილია ზოგიერთი სახეობის ფრინველი. მაგ: ქათმის წიწილა, განსაკუთრებით კი კაკბის ლაპი გამოჩვევისთანავე ლოკომოციასთან ერთად ავლენს კვებისა და თავდაცვითი ქცევის რთულ მოძრაობითს რეაქციებს.

ახლად დაბადებული ბავშვის მოძრაობის უნარი ვლინდება მხოლოდ ტირილის, წოვის, ყლაპვის, ცხვირის ცემინების, სლოკინის აქტებსა და კიდურების უწყესრიგო, ქაოსურ მოძრაობაში. დაბადების შემდეგ, ორგანიზმის მორფოლოგიურ განვითარებასთან ერთად, ბავშვი თანდათანობით სწავლობს მხედველობისა და ბგერითი გამღიზიანებლის მიმართულელებით თვალებისა და თავის შებრუნებას, საგნებზე ზედა კიდურებით სწორ რეაგირებას, ჯდომითი პოზის

**თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციები**

მიღებას, „ოთხ ფეხზე სიარულს“ (ხოხვას), ხოლო 10-12 თვის ასაკიდან ფეხზე დგომასა და სიარულს. ცხადია, ბავშვის განვითარების მომდევნო პერიოდში თანდათანობით გამომუშავდება უფრო რთული მოძრაობითი რეაქციები, რითაც იგი ეგუება გარემოს და იკმაყოფილებს სხვადასხვაგვარ მოთხოვნილებას.

ამრიგად ადამიანი (მით უმეტეს ცხოველი) ზოგიერთ მოძრაობითს რეაქციას დაბადებისთანავე ასრულებს, რაც არ საჭიროებს სპეციალურ შესწავლას, გამომუშავებას. ასეთ მოძრაობას თანდაყოლილი მოძრაობა, ანუ უპირობო მოძრაობითი რეაქცია ეწოდება. მაგრამ ზოგიერთი მოძრაობითი რეაქციის შესწავლა - გამომუშავება ხდება დაბადების შემდეგ ინდივიდუალური გამოცდილების საფუძველზე. ასეთ მოძრაობას შეძენილი, გამომუშავებული მოძრაობა, ანუ პირობითი მოძრაობითი რეაქცია ეწოდება. იმის გამო, რომ მრავალჯერ განმეორების შემდეგ პირობითი მოძრაობითი რეაქცია ავტომატურად სრულდება, მას სხვანაირად მოძრაობით ჩვევას უწოდებენ.

**თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციების  
ნერვული მექანიზმი**

დადგენილია, რომ შედარებით მარტივი თანდაყოლილი, ანუ უპირობო მოძრაობითი რეაქციების საკოორდინაციო აპარატები ზურგის ტვინშია. მაგალითად, ზედა კიდურების მოხრა - გაშლისა და ფიზიკური მოძრაობის საკოორდინაციო აპარატები მდებარეობს ზურგის ტვინის კისრისა და გულმკერდის სეგმენტებში, ქვედა კიდურებისა კი - წელის სეგმენტებში. მაგრამ შედარებით რთული თანდაყოლილი მოძრაობითი რეაქციების განხორციელებაში მონაწილეობს ცენტრალური ნერვული სისტემის სხვადასხვა განყოფილება. მაგალითად, ცხოველის ლოკომოციის, ანუ აქტიური გადანაცვლების დროს კიდურების ფაზური მოძრაობა, როგორც ავლნიშნეთ, ხორციელდება ზურგის ტვინის საკოორდინაციო აპარატებით, მაგრამ კიდურების ფაზური მოძრაობით გადანაცვლება

**თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციები**

შესაძლებელია მხოლოდ სივრცეში სხეულის გარკვეულ მდებარეობაში. სივრცეში სხეულის მდებარეობის, ანუ პოზის შენარჩუნება ხორციელდება პოზურ-ტონური რეფლექსებით, რომელთა საკოორდინაციო აპარატი მდებარეობს შუა ტვინში. ამასთან ერთად, ლოკომოციისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს წონასწორობის რეფლექსს, რომლის საკოორდინაციო აპარატი (ძუძუმწოვარა ცხოველების) მხედველობის ბორცვების უკანა ორ მესამედშია. სიარულისა თუ სირბილის დროს გარკვეული თანმიმდევრობით ხდება ტანისა და კიდურების კუნთების ტონუსის გადანაწილება, რომლის რეგულაცია ხორციელდება მოგრძო და შუა ტვინით.

ამრიგად, ცხოველის ზოგიერთი მარტივი თანდაყოლილი მოძრაობა შეიძლება სრულდებოდეს მხოლოდ ზურგის ტვინის მეშვეობით, მაგრამ შედარებით რთული მოძრაობითი რეაქციები და მათ შორის ლოკომოციაც ხორციელდება ცენტრალური ნერვული სისტემის სხვადასხვა ნაწილის ერთობლივი მოქმედებით. ამასთან, ცხოველის შედარებით მარტივი თუ რთული თანდაყოლილი მოძრაობითი რეაქციები ზოგიერთ შემთხვევაში შეიძლება სრულდებოდეს დიდი ტვინის ქერქის მონაწილეობის გარეშე. ეს იქიდანაც ჩანს, რომ უმაღლესი ხერხემლიანი ცხოველებიც კი დიდი ტვინის ქერქის ამოკვეთის შემდეგ ლოკომოციის უნარს არ კარგავენ.

ადამიანის მარტივი მოძრაობითი რეაქციის შესრულებაც კი შეუძლებელია დიდი ტვინის ქერქის მონაწილეობისა და კონტროლის გარეშე. ამის ერთ-ერთი მაჩვენებელია ის, რომ ადამიანის ერთი ჰემისფეროს მხოლოდ წინა ცენტრალური ხვეულის დაზიანებაც კი იწვევს საწინააღმდეგო მხარეზე სხეულის სრულ მოძრაობით დამბლას. სხვანაირად რომ ვთქვათ, შრომითი პროცესებისა და სპორტული მოქმედების დროს ადამიანის თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციების ნერვული მექანიზმის მოქმედება ყოველთვის მთლიანია და წარიმართება დიდი ტვინის ქერქის მონაწილეობითა და კონტროლით. აღსანიშნავია ისიც, რომ თანდაყოლილი, ანუ უპირობო მოძრაობითი რეაქციების საკოორდინაციო აპარატი და

**თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციები**

ქერქული ცენტრები მემკვიდრეობითია, ხოლო მათ შორის დროებითი ფუნქციური ნერვული კავშირები, რომლებიც გამომუშავებული მოძრაობითი ჩვევის საფუძველია, ვითარდება ცხოვრების პირობებში, ინდივიდუალური გამოცდილების შედეგად.

დროებითი ფუნქციური ნერვული კავშირის (ანუ, მოკლედ, დროებითი კავშირების) გამომუშავებისა და მოქმედების ძირითადი კანონზომიერებანი დადგინდა ი.პ. პავლოვის, ა.ა. უხტომსკის, ი.ს. ბერიტაშვილის, ლ.ა. ორბელის, პ.კ. ანოხინისა და სხვათა გამოკვლევების საფუძველზე. ასე მაგალითად, პირველად ი.პ. პავლოვმა ცხოველებზე ჩატარებული მრავალგვარი ცდებით დაადგინა რომ, თუ დიდი ტვინის ქერქის ორი ან რამდენიმე უბნის ერთდროული აგზნება მრავალჯერ განმეორდა, ამ უბნებს შორის წარმოიქმნება დროებითი ფუნქციური ნერვული კავშირები. ამ მხრივ გარკვეული დამსახურება მიუძღვით ვ.მ. ბუხტერევის სახელობის ტვინის ინსტიტუტის თანამშრომლებს. პირველად მათ დაადგინეს, რომ ბგერითი და კანის ელექტრული გაღიზიანების შეუღლებით მაღალი განვითარების ცხოველების მსგავსად ადამიანებშიც გამომუშავდება დაცვითი მოძრაობითი რეაქცია. შემდეგში გამოირკვა, რომ მოძრაობითი პირობითი რეფლექსი ძნელად გამომუშავდება იმ შემთხვევაში, როდესაც ეს რეფლექსი ადამიანის ცნობიერ მოქმედებას არ ემთხვევა. მაგრამ შრომითი პროცესისათვის (სპორტული მოქმედებისათვისაც) დამახასიათებელი მოძრაობითი ჩვევების გამომუშავება და განმტკიცება სწრაფად ხდება, რადგან ეს მოძრაობები დასაწყისში ცნობიერებით იწყება და მათი მიმდინარეობაც ცნობიერ მოქმედებას ეთანხმება (ი. ბერიტაშვილი და ნ. ძიძიშვილი, 1934, 1935).

მოძრაობითი ჩვევის გამომუშავებისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციურ მდგომარეობას. ი.პ. პავლოვის (1913, 1927) მოძღვრების თანახმად, ყოველგვარი პირობითი რეფლექსი და მათ შორის მოძრაობითი ჩვევაც უფრო სწრაფად გამომუშავდება და დიფერენცირდება იმ შემთხვევაში, როდესაც სათანადო ნერვული ცენტრების აგზნებადობა ოპტიმალურია. აქედან გამომდინარე ცხადია, რომ

**თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციები**

საწვრთნელი მეცადინეობისა და შეჯიბრის დროს სასურველი შედეგების მიღწევა შეუძლებელია თუ მას სპორტსმენი იწყებს სხვა საქმიანობით წინასწარ დაღლილი.

არსებობს მონაცემები იმის შესახებაც, რომ ნებით მოძრაობის დაწყებას წინ უსწრებს დიდი ტვინის ქერქის გარკვეულ ნეირონთა კომპლექსის პირობით რეფლექსური აგზნება. ქერქულ ნეირონთა ამ კომპლექსს პ.კ. ანოხინმა (1968) მოქმედების აქცეპტორი უწოდა. მოქმედების აქცეპტორს განიხილავენ როგორც მომავლის წინასწარი ხედვის მოძრაობის წინასწარი წარმოდგენის და მოძრაობის შედეგების წინასწარი განჭკვრეტის მექანიზმს.

**მოძრაობითი ჩვევის გამომუშავების და სრულქმნის ძირითადი ფაზები**

სპორტის ამა თუ იმ სახეობაში ტექნიკური ელემენტის შესწავლა - დაუფლება გულისხმობს გარკვეული მოძრაობითი ჩვევის გამომუშავებას, ხოლო ეს უკანასკნელი უპირობო და პირობითი მოძრაობითი რეაქციების რთული კომპლექსია. ლ.ა. ორბელის სიტყვებით რომ ვთქვათ, ყველაზე მარტივი მოძრაობითი ჩვევაც კი, რომელსაც ბავშვი პირველი წლიდანვე სწავლობს, პირობითი და უპირობო რეფლექსური რეაქციების რთული შერწყმაა. ეს იმიტომ, რომ მოძრაობითი ჩვევის გამომუშავების დროს ხდება გარკვეულ თანდაყოლილ ნერვულ ცენტრებს შორის როგორც დროებითი ნერვული კავშირების განვითარება, ისე მათი ურთიერთქმედების შეცვლა, გადაწყობა. მოძრაობითი ჩვევის გამომუშავებისას ცენტრალური ნერვული სისტემის ამ რთულ პლასტიკურ მოქმედებაში აღინიშნება სამი ძირითადი ფაზა: გენერალიზაციის, კონცენტრაციის (დიფერენციაციის) და სტაბილიზაციის ფაზა, ანუ სტადია. გენერალიზაციის ფაზის დროს, რომელსაც ვხვდებით მოძრაობითი ჩვევის გამომუშავების დასაწყისში, დიდი ტვინის ქერქის თითოეულ უბანში წარმოქმნილი

**თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციები**

აგზნება შედარებით ფართო არეში ვრცელდება. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ქერქის სათანადო მიმღებ და მამოძრავებელ ნერვულ ცენტრებს შორის ჯერ კიდევ არ არსებობს დროებითი ნერვული კავშირები. გენერალიზაციის ფაზაში მოძრაობა სრულდება არაზუსტად, შედარებით ბევრი კუნთის მონაწილეობით და ზედმეტი ენერჯის ხარჯვით. ამასთან ერთად, მამოძრავებელ აპარატსა და ვეგეტატიურ სისტემებს შორის ჯერ კიდევ არ არსებობს ურთიერთ შეთანხმებული მოქმედება.

შესასწავლი მოძრაობის მრავალჯერ გამეორების შედეგად სათანადო ნერვულ ცენტრებს შორის თანდათანობით ვითარდება დროებითი კავშირები, რის შედეგადაც დიდი ტვინის ქერქის თითოეულ უბანში წარმოქმნილი აგზნება დროებითი ნერვული კავშირებით ვრცელდება და სხვა მიმართულებით მისი ირადიაცია არ ხდება. ამასთან ერთად, ზოგიერთ ნერვულ ცენტრში, რომელიც პირველი სტადიის დროს მოძრაობის შესრულებაში დამატებით მონაწილეობდა, შკავება ვითარდება. მაშასადამე, მოძრაობითი ჩვევის გამომუშავების მეორე ფაზაში დიდი ტვინის ქერქის თითოეულ უბანში წარმოქმნილი აგზნება კონცენტრირდება და იგი სხვა ნერვულ ცენტრებზე ვრცელდება მხოლოდ დროებითი კავშირებით.

მესამე - სტაბილიზაციის ფაზაში დროებითი კავშირები უფრო მტკიცდება და სრულქმნილი ხდება, რის შედეგადაც მოძრაობითი კოორდინაცია და ავტომატიზაცია უმაღლეს დონეს აღწევს და მოძრაობითი ჩვევა უფრო ხანგრძლივი დროით შემოინახება. ცხადია, აღნიშნულ ფაზებს შორის მკვეთრი საზღვარი არ არსებობს და ისინი ერთი მეორეში თანდათანობით გადადიან. ამასთან, ეს ფაზები სხვადასხვა შემთხვევაში სხვადასხვა სიმკვეთრისა და ხანგრძლივობისაა, რაც დამოკიდებულია მოძრაობის სირთულეზე, მამოძრავებელი აპარატის განვითარებაზე, ანუ სპორტსმენის გაწვრთნილობის დონეზე, სპორტის სახეობასა და სხვა მრავალ გარემოებაზე. მაგ: ამა თუ იმ სატანვარჯიშო იარაღზე რთული ტექნიკური ელემენტის შესწავლა საჭიროებს უფრო მრავალ გარემოებას (აღნიშნული ფაზები უფრო ხანგრძლივი იქნება), ვიდრე

**თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციები**

შედარებით მარტივი მოძრაობითი ჩვევის გამომუშავება; ერთსა და იმავე ტექნიკურ ელემენტს მაღალი კლასის ტანმოვარჯიშე უფრო სწრაფად ეუფლება, ვიდრე შედარებით დაბალი კვალიფიკაციის სპორტსმენი. უფრო მეტიც, მაღალი კლასის სპორტსმენს ზოგიერთი მარტივი ტექნიკური ელემენტის შესწავლის დროს შეიძლება გენერალიზაციის ფაზა არ აღენიშნოს. ეს იმიტომ, რომ ყოველი ახალი მოძრაობითი ჩვევა შემუშავდება ადრე განვითარებული რთულ საკოორდინაციო აპარატის საფუძველზე.

**ავტომატური მოძრაობის ცნება**

ი.მ. სეჩენოვის მოძღვრების თანახმად, ადამიანის მოძრაობითი რეაქციები ორგვარია: უნებლიე, ანუ მანქანისებრი და ნებითი. უნებლიე მოძრაობა შეიძლება გამოწვეული იყოს როგორც ზურგის, ისე თავის ტვინიდან, ე.ი. „გარკვეულ პირობებში (მაშასადამე, არაყოველთვის) თავის ტვინსაც შეუძლია იმოქმედოს მანქანისებრად და მაშინ მისი მოქმედება გამოიხატება ე.წ. უნებლიე მოძრაობით“ (ი.მ. სეჩენოვი, 1863).

უნებლიე მოძრაობის გამოწვევა შეიძლება ყველა იმ შემთხვევაში, როდესაც გამღიზიანებელი გრძნობათა ორგანოებზე მოქმედებს უეცრად, მოულოდნელად, ან მისი მოქმედების ძალა ერთი ოდენობიდან მეორემდე სწრაფად იცვლება. მაგალითად, ხელზე მოულოდნელი ჩხვლეტის საპასუხოდ კიდური უნებლიედ მოიხრება ან გაიშლება იმის და მიხედვით, თუ გაღიზიანება რა ადგილზე მოხდა. ვინაიდან კიდურის ეს მოძრაობა მიზანშეწონილი და გონივრულია, შიძლება ვიფიქროთ, რომ იგი უნებლიე არ უნდა იყოს. ამის შესახებ ი. სეჩენოვი წერს: „მაშ ასე, კიდევ ერთხელ ვიმეორებ, რომ მოძრაობის მოჩვენებითი გონივრულობა სხეულის დაცვის თვალსაზრისით ჯერ კიდევ არ გამორიცხავს მისი წარმოშობის მანქანისებრ ბუნებას“. უნებლიე მოძრაობის გამოწვევა შეიძლება აგრეთვე ყველა იმ შემთხვევაში, როდესაც გრძნობათა

**თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციები**

ორგანოზე მოქმედი გამლიზიანებლის ძალა იმაზე უფრო ძლიერია, რომელიც ოდესმე გადაუტანია მას.

უნებლიე მოძრაობა ყოველთვის იწყება მისი წინასწარი წარმოდგენისა და ცნობიერების მონაწილეობის გარეშე, მაგრამ ზოგიერთი მანქანისებრი მოძრაობა საბოლოოდ (მისი მიმდინარეობის ან დამთავრების შემდეგ) გაცნობიერდება. მაგალითად, ზემოთ გარჩეული მოძრაობის დროს ჩხვლეტის საპასუხოდ კიდურის მოხრა თუ გაშლა იწყება მოძრაობის წინასწარი წარმოდგენისა და ცნობიერების მონაწილეობის გარეშე, მაგრამ მოძრაობის დამთავრების შემდეგ ადამიანს ექმნება წარმოდგენა, თუ რა მოძრაობა შეასრულა. სრულიად სხვა გარემოებას ვხვდებით ე.წ. მთვარეულის შემთხვევაში. მთვარეული ზოგჯერ ასრულებს საკმაოდ საშიშ და რთულ კოორდინაციულ მოძრაობას, მაგრამ ეს მოძრაობა მის ცნობიერებამდე არ დადის. ეს ჩანს იქიდან, რომ გაღვიძების შემდეგ მას არ ახსოვს სად იყო და რა გააკეთა. თითქმის იგივე ითქმის მძინარე ადამიანზე. ნორმალური ძილის დროსაც ადამიანი ასრულებს მრავალ უნებლიე მოძრაობას (ერთი გვერდიდან მეორეზე გადაბრუნდება, კიდურებს მოხრის, გაშლის და სხვ.), მაგრამ ეს მოძრაობითი რეაქციები არც ძილის დროს და არც გაღვიძების შემდეგ მის ცნობიერებაში არ აისახება.

აღსანიშნავია, რომ ორგანიზმის ცალკეული სისტემის მრავალი უპირობო რეფლექსური მოქმედება - უნებლიე რეაქციაა. მაგალითად, ზედა და ქვედა ღრუ ვენაში სისხლის წნევის მომატება ცნობიერების ყოველგვარი მონაწილეობის გარეშე იწვევს გულის ცემის გახშირებას, აგრეთვე პირის ღრუში საკვების მოხვედრის დროს ადამიანს ცნობიერების გარეშე ნერწყვი გამოეყოფა და სხვა. ორგანიზმის ასეთ უნებლიე რეაქციას სხვანაირად პირველადი ავტომატური რეაქცია ეწოდება.

ზოგიერთი უნებლიე მოძრაობა და მისი გამომწვევი სიგნალი გაცნობიერდება, ზოგიერთი კი გაუცნობიერებელი რჩება. მაგალითად, მოულოდნელად კანზე ჩხვლეტის საპასუხოდ კიდურის მოხრისა თუ გაშლის დროს ადამიანის მიერ გაცნობიერდება

**თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციები**

როგორც კიდურის მოძრაობა, ისე მისი გამომწვევი სიგნალი. პირის ღრუში საკვების მოხვედრისას ზოგჯერ გაუცნობიერებელი რჩება ნერწყვის სეკრეცია, მაგრამ მისი გამომწვევი სიგნალი (საკვების სუნი, გემო და სხვ.) გაცნობიერდება. მთვარეულსა და მძინარე ადამიანს კი გაუცნობიერებელი რჩება როგორც მოძრაობითი რეაქციები, ისე მისი გამომწვევი სიგნალები.

ამრიგად, უნებლიე, ანუ მანქანისებრ მოძრაობას ძირითადად ახასიათებს ის, რომ იწყება წინასწარი წარმოდგენისა და ცნობიერების მონაწილეობის გარეშე. ამასთან ერთად ზოგიერთი უნებლიე მოძრაობა და მისი გამომწვევი სიგნალი საბოლოოდ, ე.ი. მოძრაობის მიმდინარეობის ან მისი დამთავრების შემდეგ გაცნობიერდება, ზოგიერთი კი - არა.

სპორტული მოქმედებისა და შრომითი პროცესების დამახასიათებელი ყოველი მოძრაობითი ჩვევა შესწავლის, ანუ გამომუშავების პირველ სტადიაში ნებისმიერი მოძრაობა, ე.ი. ადამიანი წინასწარ წარმოიდგენს, თუ რა მოძრაობა უნდა შეასრულოს და ამ მოძრაობის თითოეული ფაზის შესრულებას წინ უსწრებს მისი გაცნობიერება. მაგალითად, ღერძზე გაქნევით აღმართზე ასვლის შესწავლის დასაწყისში სიტყვიერი თუ ჩვენებითი მეთოდით (ან ორივეთი) ადამიანს წინასწარ ექმნება წარმოდგენა მოძრაობის სტრუქტურასა და მისი შესრულების თავისებურებაზე. ამის შემდეგ მოძრაობის შემადგენელ თითოეულ ფაზას (მართკიდიდან ღუნკიდში გადასვლას, მენჯ-ბარძაყის სახსარში მოხრას, იდაყვისა და მენჯ-ბარძაყის სახსრებში გაშლას და სხვ.) მოვარჯიშე ასრულებს ცნობიერებით. ცხადია, ასეთ შემთხვევაში მამოძრავებელი ქერქული ცენტრების ამოქმედება წინ უსწრებს ქერქულ ნეირონთა სპეციფიკური კომპლექსის, ანუ მოქმედების აქცეპტორის აგზნებას, რის შედეგადაც მოძრაობის დაწყება და მისი შემადგენელი თითოეული ფაზის შესრულება ცნობიერებით მიმდინარეობს.

როგორც ავლნიშნეთ, ყოველი ნებისმიერი მოძრაობა მრავალჯერ გამეორების შედეგად ავტომატურად სრულდება. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში ადამიანი ზოგადად წარმოიდგენს, თუ რა მოძრაობა

**თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციები**

უნდა შეასრულოს, მაგრამ მის თითოეულ ფაზასა და ერთი ფაზიდან მეორეზე გადასვლას ავტომატურად ასრულებს. იგივე ითქმის რამდენიმე ტექნიკური ელემენტისგან შედგენილი და კარგად შესწავლილი ვარჯიშის შესრულების შესახებ. ამ უკანასკნელ შემთხვევაშიც ადამიანი წინასწარ მთლიანობაში წარმოდგენს, თუ რა ვარჯიში უნდა შეასრულოს, ხოლო მისი განხორციელების დროს თითოეულ მოძრაობას, მის შემადგენელ ფაზებსა და ერთი მოძრაობიდან მეორეზე გადასვლას ავტომატურად ასრულებს.

ამრიგად ნებით მოძრაობას ძირითადად ახასიათებს ის, რომ სუბიექტის მიერ წინასწარ გაცნობიერდება და მისი დაწყება და მიმდინარეობა ცნობიერებით წარმართება, მაგრამ ნებითი მოძრაობის მრავალჯერ განმეორების შემდეგ იგი ავტომატურად სრულდება. ამ უკანასკნელ შემთხვევაშიც მოძრაობის დაწყებას წინ უსწრებს მოქმედების აქცეპტორის აგზნება, მაგრამ მოძრაობის დაწყების შემდეგ იგი ავტომატურად სრულდება. ამით არის განპირობებული, რომ უნებლიე, ანუ მანქანისებრი მოძრაობისაგან განსხვავებით, გაავტომატებულ მოძრაობას მოულოდნელობა არ ახასიათებს.

ზოგიერთი მკვლევარი აღნიშნავს, რომ გაავტომატებული მოძრაობა თითქოს ცნობიერების გარეშე სრულდება. გასაგებია, ეს აზრი და გამოთქმაც არამართებულია. ნორმალურ პირობებში შრომითი პროცესებისა და სპორტული მოქმედების დამახასიათებელი ყოველგვარი მოძრაობა ცნობიერების მონაწილეობით სრულდება, მაგრამ მისი ეს მონაწილეობა სხვადასხვაგვარია მოძრაობის გაავტომატებამდე და გაავტომატების შემდეგ. როგორც ავღნიშნეთ, გაავტომატებამდე მოძრაობა იწყება და წარმართება ცნობიერებით, ე.ი. მოძრაობის გაცნობიერება წინ უსწრებს მის შესრულებას. მოძრაობის გაავტომატების შემდეგ ცნობიერება უკანა პლანზეა და კონტროლის როლს ასრულებს, ე.ი. მოძრაობა ავტომატურად სრულდება, ხოლო ცნობიერება აკონტროლებს რამდენად სწორად შესრულდა იგი. თუ მოძრაობის ავტომატურად შესრულებისას მოხდა რაიმე შეცდომა, მის

## თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციები

გამოსასწორებლად ცნობიერება აქტიურად ჩაირთვება, მაგრამ თუ მოძრაობის გამოსწორების შესაძლებლობა არ არის, მაშინ იგი მხოლოდ დაშვებულ შეცდომას ასახავს.

### ექსტრაპოლაცია სპორტული მოქმედების დროს

სპორტული მოქმედების დამახასიათებელი თითოეული მოძრაობითი ჩვევა შემუშავდება მრავალი გამლიზიანებლის კომპლექსური მოქმედების საპასუხოდ. მიუხედავად ამისა, სპორტის ზოგიერთ სახეობაში (ფეხბურთში, კალათბურთში, ფრენბურთში, კრივში, ჭიდაობაში და სხვ.) მაღალი სპორტული შედეგების მიღწევა ყოველთვის როდია დამოკიდებული გამომუშავებული მოძრაობითი ჩვევების აბსოლუტურ რაოდენობაზე. ეს იმიტომ, რომ სპორტის არნიშნულ სახეობებში საკმაოდ ხშირია ისეთი რთული სიტუაცია, რომლის წინასწარი გათვალისწინება და მისი შესაბამისი ჩვევისა და ჩვევათა რთული კომპლექსის გამომუშავება უძძლებელია. ასეთი რთული სიტუაცია საჭიროებს ცენტრალური ნერვული სისტემის მოქმედების უმაღლეს ფორმას, ე.ი. შექმნილი, ზოგჯერ სრულიად ახალი სიტუაციის შესაბამისად ადრე გამომუშავებული ჩვევების გადაწყობასა და მიზანშეწონილ წარმართვას. ცენტრალური ნერვული სისტემის მოქმედების ამ უმაღლეს ფორმას ექსტრაპოლაცია ეწოდება. მაგალითად ფეხბურთელი დროთა განმავლობაში თანდათანობით გამოიმუშავებს სხეულის სხვადასხვა ნაწილით (მარჯვენა და მარცხენა ფეხის ტერფით, წვერით, ქუსლით, თავით და სხვ.) ბურთზე დარტყმისა და პარტნიორთან ერთად სხვადასხვა კომბინაციის გათამაშების ჩვევებს. მაგრამ შეუძლებელია მან წინასწარ განსაზღვროს შეჯიბრების ყოველ კონკრეტულ შემთხვევაში რა სიტუაცია შეიქმნება და მის შესაბამისად პარტნიორებთან ერთად რა კომბინაცია უნდა გაითამაშოს, სხეულის რომელი ნაწილითა და რა ძალით დაარტყას ბურთს. სხვანაირად რომ ვთქვათ, შეჯიბრების დროს სპორტსმენის მოძრაობითი ჩვევების რეალიზაცია უმრავლეს შემთხვევაში ექსტრაპოლაციის პრინციპით ხდება.

**თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციები**

ადამიანის ექსტრაპოლაციის თანდაყოლილ უნარს დიდი მნიშვნელობა აქვს მოძრაობათა კოორდინაციაში, მაგრამ იგი არსებითად ვითარდება ცხოვრების პირობებში, ინდივიდუალური გამოცდილების საფუძველზე. აღსანიშნავია ისიც, რომ მოძრაობითი ჩვევების მხოლოდ ერთი გარკვეული მიმართულებით გამომუშავებისას ექსტრაპოლაციის უნარი სპეციფიკურ ხასიათს ღებულობს. ამის შედეგია, რომ მოკრივის დამახასიათებელი მოძრაობითი ჩვევების ექსტრაპოლაციის გზით მართვა ფეხბურთელისთვის შეუძლებელია და პირიქით. აქედან გამომდინარე ცხადია რომ სასწავლო - საწვრთნელ მეცადინეობათა დაგეგმვისას განსაკუთრებული ყურადღება უნდა დაეთმოს ექსტრაპოლაციის უნარის განმავითარებელი ვარჯიშების შერჩევას.

**მოძრაობითი ჩვევის მდგრადობა**

ისე როგორც ყოველგვარი პირობითი რეფლექსი, მოძრაობითი ჩვევაც თუ ხანგრძლივი დროის განმავლობაში არ განმეორდა, დროებითი კავშირების უმოქმედობის გამო გაქრება. რაც უფრო განმტკიცებულია დროებითი კავშირები, ე.ი. მრავალჯერ გავიმეორებთ მოძრაობით ჩვევას, მით მეტი დროის განმავლობაში შემოინახება იგი. მოძრაობითი ჩვევის მდგომარეობა, ე.ი. შემოინახვის ხანგრძლივობა, დამოკიდებულია მოძრაობის კოორდინაციის სირთულეზე. ამით არის განპირობებული ის, რომ ზოგიერთი მოძრაობითი ჩვევა გამარტივებული სახით წლების განმავლობაში შემოინახება, ზოგიერთი კი სისტემატიური განმეორების გარეშე შედარებით სწრაფად ისპობა.

მოძრაობითი ჩვევის გამომუშავების სისწრაფე და მდგრადობა დამოკიდებულია აგრეთვე უმაღლესი ნერვული მოქმედების ტიპზე. მაგალითად, სხვა თანაბარ პირობებში მოძრაობითი ჩვევა ძვრად ტიპს (სანგვინიკს) უფრო სწრაფად გამოუმუშავდება, უდიფერენცირდება და ხანგრძლივი დროით შემოინახება, ვიდრე სუსტ ტიპს (მელანქოლიკს). აღსანიშნავია ისიც,

**თანდაყოლილი და გამომუშავებული მოძრაობითი რეაქციები**

რომ ნატივით მოძრაობათა რთული კოორდინაციული მოქმედების უმაღლესი დონე ნაკლებად მდგრადია. ამის ერთ - ერთი მაჩვენებელია ის, რომ სისტემატური ვარჯიშის შემთხვევაშიც კი სპორტსმენი ყოველთვის ვერ იმეორებს თავის საუკეთესო შედეგს. მოძრაობითს ჩვევაზე დამაკნინებლად მოქმედებს დაღლისა თუ სხვა გარემოების გამო ორგანიზმის ზოგადი ფუნქციური მდგომარეობის დაქვეითება, ალკოჰოლისა და ნიკოტინის მიღება, ჰიპოქსიური მდგომარეობა, მკვეთრად განსხვავებულ ახალ სასაათო ზოლში მოხვედრა და სხვ.

**ფიზიკური თვისება - ზოგადი ცნება**

თავი მეშვიდე

**ფიზიკური თვისებების განვითარების საერთო მექანიზმები და კანონზომიერებები**

**ფიზიკური თვისება - ზოგადი ცნება.** ფიზიკური აღზრდაში გამოიყოფა პროცესის ორი მხარე: მოძრაობების შესწავლა (ტექნიკური მომზადება) და ფიზიკური თვისებების განვითარება, ადამიანის მოძრაობითი შესაძლებლობების ცალკეული ხარისხობრივი მაჩვენებლების დახვეწა, ე. წ. ფიზიკური მომზადება.

ფიზიოლოგიაში გამოჰყოფენ შემდეგ ფიზიკურ თვისებებს: ძალა, სისწრაფე, გამძლეობა, სიმარჯვე და მოქნილობა. ნაწილი ფიზიკური თვისებებისა შესაძლებელია შეფასდეს რაოდენობრივი მაჩვენებლებით. მაგ: ძალა იზომება კილოგრამებში, სისწრაფე - მეტრ-წამებში, გამძლეობა - წამებში, წუთებში, საათებში (განსაზღვრულ დისტანციაზე). ისეთ ფიზიკურ თვისებებს, როგორებიცაა მოქნილობა და სიმარჯვე მკვეთრი რაოდენობრივი საზომი არ გააჩნიათ.

ფიზიკური თვისებების განვითარება განპირობებულია ორგანიზმში მიმდინარე იმ ბიოქიმიური, სტრუქტურული და ფუნქციური ძვრების ერთობლიობით, რომლებიც ვარჯიშის შედეგად სხვადასხვა სისტემის სარეზერვო შესაძლებლობების მობილიზაციას ახასიათებენ. მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ ფიზიკური ძალის განვითარება, რომლის დროსაც ხდება: კუნთების ჰიპერტროფია, მათში ატფ-ის, კრეატინფოსფატის და გლიკოგენის დაგროვება. გამძლეობის განვითარებისას მატულობს ჟ.მ.მ., გულ-სისხლძარღვთა და სასუნთქი სისტემების რეზერვების მობილიზაცია და სხვ. სისწრაფის განვითარებისას აღინიშნება ცვლილებები ცნს-ში: მატულობს ნერვული ცენტრების აგზნებადობა და ლაბილობა. ადაპტაციის სხვადასხვა ეტაპზე ხდება ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემის ინტეგრალური მუშაობის ახალი დონის მახასიათებელი ახალი რეზერვების ათვისება.

ფიზიკური თვისებების განვითარების მომდევნო მექანიზმი ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემების მარგი ქმედების კოეფიციენტის მაღალი დონისათვის დამახასიათებელი ფუნქციონირება ეკონომიზაცია.

**ფიზიკური თვისება - ზოგადი ცნება**

მაგ: ძალის განვითარებისას გამოვლინდება მამოძრავებელი ერთეულების მუშაობის სინქრონიზაციის მაღალი დონე, გამძლეობის განვითარებისას - მატულობს ჟანგბადის უტილიზაციის კოეფიციენტი, სისწრაფის განვითარებისას - აღინიშნება ლაბილობის მომატება და მოძრაობითი რეაქციის ფარული პერიოდის შემცირება.

*სხვადასხვა ფიზიკური თვისების ურთიერთდამოკიდებულება.* საწყის ეტაპზე ნებისმიერი მოძრაობითი ქმედება ხელს უწყობს ყველა ფიზიკური თვისების განვითარებას. მალე ეს პროცესი შენელებს, ხოლო შემდეგ, სფეციფიკურ ფიზიკურ დატვირთვისთან ადაპტაციის დასკვნით ეტაპზე, სრულიად ჩერდება. ამ ეტაპზე შესაძლებელია განვითარდეს სხვადასხვა ფიზიკური თვისების ერთმანეთის საწინააღმდეგო მოქმედება. როგორც ჩანს, ერთი რომელიმე ფიზიკური თვისების განვითარების უმაღლესი მაჩვენებლის მიღწევა შესაძლებელია მხოლოდ სხვა დანარჩენი ფიზიკური თვისებების განსაზღვრულ (უფრო დაბალ) დონეზე განვითარების შემთხვევაში.

*ფიზიკური თვისებების ურთიერთქმედება.* ფიზიკური თვისების გადატანა არის ამ ფიზიკური თვისების მეტნაკლები გამოვლენა სხვა მოძრაობაში. მაგ: გამძლეობის ფიზიკური თვისების გადატანა დაკავშირებულია ე.წ. ვეგეტატიური გამძლეობის მექანიზმის ფორმირებასთან, რომლის ინტეგრალურ მაჩვენებელსაც ჟ.მ.მ. წარმოადგენს. ძალის გადატანა დაკავშირებულია კუნთების უნართან მონაწილეობა მიიღონ სხვადასხვა მოძრაობებში და ასევე მათ კომპოზიციასთან.

*ფიზიკური თვისებების დაკარგვა.* ეს არის ორგანიზმის მორფოლოგიური და ფუნქციური რეზერვების საპირისპირო განვითარების საფუძველზე მათი საწყის დონეზე დაბრუნება.

*ფიზიკური თვისებების სფეციფიკურობა.* გასაგებია, რომ სპრინტერის, მოკრივისა და მოფარიკავის მაგალითზე სისწრაფის ფიზიკური თვისების გამოვლენა განსხვავებულია და ეს განსხვავებები ფიზიკური თვისებების გამოვლენაში ერთმანეთთან არ კორელირებენ. მაგალითად, სხვადასხვა მოძრაობების დროს გამოვლენილ სტატიკურ და დინამიკურ ძალას შორის ურთიერთკავშირი არ არსებობს, რაც აიხსნება ფიზიკური თვისებების გამოვლენის სფეციფიკური თავისებურებებით.

**ფიზიკური თვისება - ძალა**

**ძალის ფიზიოლოგიური დახასიათება**

ძალა (F) - კუნთების დაძაბვის ხარჯზე წინაღობის გადალახვის ან მისთვის წინააღმდეგობის გაწევის უნარი. ძალის საფუძველზე წარმოებს მუშაობა (A).

$$A = F \cdot S,$$

სადაც S - არის მანძილი, მაშინ  $F = A/S$  (თანაბარი მოძრაობისას).

ტვირთის აწევის დროს  $A = P \cdot h$  (h - აწევის სიმაღლე).

აჩქარებით მოძრაობისას  $F = m \cdot a$  (ნიუტონის მეორე კანონი): ძალა, რომელიც საგანს ანიჭებს აჩქარებას, უდრის მასის (m) ნაწარმოებს სისწრაფეზე (a).

არსებობს ძალის გამოვლინების ორი ფორმა: სტატიკაში და დინამიკაში.

**ძალის სახეები და მისი განსაზღვრის მეთოდიკა.**

*მაქსიმალური ძალა* - განისაზღვრება იზომეტრულ პირობებში კუნთების ელექტრული სტიმულაციისას.

*მაქსიმალური ნებიითი ძალა* - გამოვლინდება იზომეტრულ პირობებში, კუნთების ნებიითი შეკუმშვის დროს.

*ძალის დეფიციტი* - ნერვ-კუნთოვანი აპარატის კოორდინაციული შესაძლებლობების ხარისხის მაჩვენებელი:

$$(ძალის დეფიციტი = მაქს. ძალას - მაქს. ნებიითი ძალა)$$

ძალის დეფიციტი დამოკიდებულია: ემოციურ (ფსიქოლოგიურ) მდგომარეობაზე, აქტიური მამოძრავებელი ერთეულების რაოდენობაზე, ცნს-ის კოორდინაციულ შესაძლებლობებზე. ძალის დეფიციტის სიდიდე ერთი კუნთისათვის შეადგენს 3.7%, ორი კუნთისათვის - 14.7%, სამი და მეტი კუნთისათვის - 22-30%.

არჩევენ *აბსოლუტურ და შეფარდებით* ძალას. აბსოლუტური ძალა დამოკიდებულია კუნთის ფიზიოლოგიურ განივკვეთზე (კუნთის შემადგენლობაში შემავალი ყველა ბოჭკოს საერთო განივკვეთი). იგი იზომება კილოგრამებით  $1\text{სმ}^2$ -ზე. შეფარდებითი ძალა დამოკიდებულია კუნთის ანატომიურ განივკვეთზე (მთლიანი კუნთის სიმსხო). სპორტულ პრაქტიკაში გამოიყენება უფრო მარტივი მაჩვენებელი - კუნთის ძალის დამოკიდებულება სპორტსმენის სხეულის წონაზე.

## ფიზიკური თავისება - ძალა

კუნთის შეკუმშვის რეჟიმის მიხედვით არჩევენ:

1. **სტატიკურ ძალას** - რომელიც ვითარდება სტატიკური ძალვისას, და;
2. **დინამიკურ ძალას** - რომელიც ვითარდება დინამიკური მუშაობისას, მათ შორის ფეთქებად ძალას.

კუნთის ძალის განვითარებაში მნიშვნელობა აქვს:

1. კუნთის შიდა ფაქტორებს
2. ნერვული რეგულაციის თავისებურებებს
3. ფსიქოფიზიოლოგიურ მექანიზმებს

ძალის განვითარების კუნთის შიდა ფაქტორები მოიცავს: კუნთოვანი ბოჭკოს ბიოქიმიურ, მორფოლოგიურ და ფუნქციურ თავისებურებებს.

- ფიზიოლოგიური განიკვეთი.
- შემადგენლობა (კომპოზიცია) თეთრი და წითელი კუნთოვანი ბოჭკოების თანაფარდობა.

ნერვული რეგულაცია კუნთის ძალის განვითარებას განაპირობებს ცალკეული კუნთოვანი ბოჭკოების, მამოძრავებელი ერთეულის და მთლიანად კუნთის მოქმედების სრულყოფის ხარჯზე. იგი მოიცავს შემდეგ ფაქტორებს:

- ზურგის ტვინის მოტონერიონებიდან მოსული ნერვული იმპულსების სიხშირე.
- მეტი მამოძრავებელი ერთეულების აქტივაცია.
- სხვადასხვა კუნთებს შორის მაღალი კოორდინაცია. (კუნთის ძალა იზრდება მისი ანტაგონისტის მოდუნებასთან ერთად. აგრეთვე ანტაგონისტი კუნთების მიერ ტანის ან ცალკეული სახსრების ფიქსაციის დროს. მაგალითად, შტანგის აწევის დროს აღინიშნება ჭინთვის მოვლენა, რაც ხელს უწყობს ტანის ფიქსირებას და ქმნის მყარ საფუძველს ტვირთის წინააღმდეგობის დამლევსათვის).

კუნთის ძალის ზრდის ფსიქოფიზიოლოგიური ფაქტორები დაკავშირებულია ფუნქციური მდგომარეობის (სიფხიზლე, ძილიანობა, დაღლილობა) ცვლილებასთან, მოტივაციასთან და ემოციურ ფაქტორთან.

**ფიზიკური თვისება - ძალა**

ძალის განვითარებაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს მამაკაცის სასქესო ჰორმონები (ანდროგენები), რომლებიც აძლიერებენ კუნთებში ცილების სინთეზს. მათი რაოდენობა მამაკაცებში 10 ჯერ მეტია ვიდრე ქალებში. ამით აიხსნება ძალისმიერი ვარჯიშის დროს მამაკაცებში კუნთოვანი ძალის ზრდის გაცილებით მაღალი ეფექტი. ანდროგენების ეფექტის აღმოჩენა უბიძგებს მრავალ სპორტსმენს ძალის განვითარებისა და კუნთების მასის ზრდისათვის გამოიყენოს სასქესო ჰორმონების ანალოგები - ანაბოლური სტეროიდები. თუმცა უნდა აღინიშნოს სტეროიდების დამლუპველი ზემოქმედებაც ადამიანის ორგანიზმზე. სტეროიდების მიღების შედეგად მამაკაცებში აღინიშნება სასქესო ჯირკვლების ფუნქციის დათრგუნვა (სრულ იმპოტენციამდე და უშვილობამდე). ხოლო ქალებში აღინიშნება მეორადი სასქესო ნიშნების ცვლილება (ხმის დაბოხება, თმისაობა) და სპეციფიკური ბიოლოგიური ციკლის დარღვევა. ზემოთ აღნიშნულის საფუძველზე სპორტულ პრაქტიკაში სტეროიდების გამოყენება გაუმართლებელია.

*ძალისმიერი ვარჯიშების მეთოდის ფიზიოლოგიური დახასიათება.* ყველაზე პოპულარულია დინამიკური ძალისხმევის მეთოდი, რომელსაც ორი სახეობა აქვს: მაქსიმალური ძალისხმევის და გამეორებების მეთოდი.

მაქსიმალური ძალისხმევის მეთოდი - გულისხმობს კუნთების მაქსიმალური დაძაბვისა და სავარჯიშო სიმძიმეების მაქსიმალური წონის გამოყენებას. ასეთ პირობებში აღინიშნება მუშაობაში მაქსიმალურად შესაძლებელი რაოდენობის მამოძრავებელი ერთეულების ჩართვა, მოტონეირონების მაქსიმალური სიხშირის იმპულსაცია, სხვადასხვა მამოძრავებელი ერთეულების მუშაობის სინქრონიზაცია, ნებელობის დაძაბვით ძალისხმევის კონცენტრაცია.

აღნიშნული მეთოდი გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან გამოიყენება. მისი დადებითი მხარე ისაა, რომ ხელს უწყობს სფეციფიკური ნერვ-კუნთოვანი კოორდინაციული ურთიერთობების ჩამოყალიბებას და ყველაზე ეფექტურია მაქსიმალური ძალის განვითარებისათვის. თუმცა შესაძლებელია გამოვყოთ უარყოფითი მხარეებიც - ტრავმატულობა, ერთფეროვანია ხშირი გამოყენებისას და აქედან დამდლელიც. გარდა ამისა გასათვალისწინებელია ისიც, რომ

## ფიზიკური თვისება - ძალა

მაქსიმალური ძალის მომატება განპირობებულია არა მხოლოდ კოორდინაციის გაუმჯობესებით, არამედ დიდი მოცულობის მუშაობის შესრულების შედეგად განვითარებული მნიშვნელოვანი მორფოფუნქციური ცვლილებებით.

*განმეორებითი ძალისხმევის* მეთოდის არსი მაქსიმალურზე ნაკლები დატვირთვების გამოყენებაში მდგომარეობს. ამ მეთოდით ვარჯიშისას საჭირო სავარჯიშო წონის შერჩევა ხდება ან მაქსიმალური კუნთოვანი ძალის გარკვეული პროცენტის საფუძველზე ან მოცემული წონით მაქსიმალურად შესაძლებელი გამეორებებით. ამ მეთოდის დადებითი მხარე ისაა, რომ შესაძლებელია დიდი მოცულობის მუშაობის შესრულება, რაც იწვევს საჭირო ძვრებს ნივთიერებათა ცვლაში და წარმოადგენს კუნთების ჰიპერტროფიის საფუძველს. ამავე დროს ტრავმის მიღების რისკიც შედარებით ნაკლებია. მოცემული მეთოდის უარყოფითი მხარე ისაა, რომ იგი არახელსაყრელია ენერგეტიკული თვალსაზრისით, ხოლო საბოლოო, ყველაზე მნიშვნელოვანი გამეორებები სრულდება ც.ნ.ს.-ის შემცირებული აგზნებადობის ფონზე.

*იზომეტრული მეთოდი* წარმოადგენს მაქსიმალურ ძალისმიერ დაძაბვასთან კუნთების ადაპტაციის საშუალებას. მის დადებით მხარედ შესაძლებელია გამოვყოთ განსაზღვრული ძალისხმევის შენარჩუნების ოპტიმალური დროის რეგულაციის შესაძლებლობა. გარდა ამისა ამ მეთოდის გამოყენებისას შესაძლებელია შერჩეული იქნეს კუნთოვანი ჯგუფები და მამოძრავებელი აპარატის რგოლების მდებარეობის საჭირო (სამუშაო) კუთხე. აქ არ არის საჭირო რთული ინვენტარი და დიდი დრო. იზომეტრული მეთოდის უარყოფითი მხარეებია: მაქსიმალური ძალის სტაბილიზაცია 6-8 კვირის შემდეგ, კუნთების ელასტიურობის შემცირება, შებოჭილობა და ნერვ-კუნთოვანი კოორდინაციის თავისებურებების გამო გაწვრთნილობის გადატანის მცირე შესაძლებლობა.

*დათმობის მეთოდი - ანუ პლიომეტრული ვარჯიში* . აქ გამოიყენება მაქსიმალურზე ძალაზე მეტი წონა. პლიომეტრული მეთოდი ძალიან ეფექტურია მაქსიმალური ძალის განვითარებისათვის. პლიომეტრული მოძრაობების შესრულებას წინ უნდა უსწრებდეს დიდი მოცულობის ძალისმიერი ვარჯიში. კვალიფიცირებული

**ფიზიკური თვისება - ძალა**

სპორტსმენებისათვის გამოიყენება 3-4 სერია 5-8 მოძრაობით, 1-2 ჯერ კვირაში.

*ძალის განვითარების ასაკობრივი თავისებურებები და ძალის რეზერვები.* ბავშვებში და მოზარდებში ძალისმიერი შესაძლებლობების სრულყოფა არათანაბრად მიმდინარეობს და დამოკიდებულია განვითარების გენეტიკურ პროგრამაზე და სოციალურ ფაქტორებზე. ასაკთან ერთად ნერვული რეგულაციის სრულყოფის, კუნთების ქიმიზმისა და აგებულების ცვლილებასთან ერთად კუნთების მასა და ძალა იზრდება 9-15 ჯერ. ძალის მომატება ყველაზე მეტად გამოხატულია 13 -17 წლის ასაკში. მაქსიმალური მაჩვენებლები კი რეგისტრირდება 18-20 წლის ასაკში. მომდევნო წლებში სპეციალური ვარჯიშების არარსებობის შემთხვევაში ძალის მატების ტემპი მცირდება.

კუნთების მასის (სხეულის საერთო მასის %) ცვლილება ასაკთან ერთად შემდეგნაირად ხდება: ახალშობილებში - 23%. ბავშვებში 8,15,18, წელი 27, 32, 44% შესაბამისად. მოზრდილებში მცირდება 40%-მდე, ხოლო მაღალი კლასის სპორტსმენებში შეიძლება მიაღწიოს 50%.

## ფიზიკური თვისება - სისწრაფე

### სისწრაფის და სწრაფ-ძალისმიერი ვარჯიშის ფიზიოლოგიური დახასიათება

სისწრაფე - მინიმალურ დროში მოძრაობის შესრულების უნარი. არჩევენ სისწრაფის გამოვლინების სამ ძირითად ფორმას: მარტივი ან რთული მოძრაობითი რეაქციის ლატენტური (ფარული) პერიოდი; მაქსიმალურად სწრაფი ერთხელობრივი მოძრაობის შესრულების დრო; დროის მონაკვეთში შესრულებულ მოძრაობათა მაქსიმალური სიხშირე.

სისწრაფეს განსაზღვრავს: ნერვ-კუნთოვანი აპარატის ლაბილობა, აგზნებადობისა და ნერვული პროცესების ძვრადობის ხარისხი, კუნთების კომპოზიცია, კუნთოვან ბოჭკოებში ა.ტ.ფ.-ისა და კ.ფ.-ის შემცველობა.

სპორტის სხვადასხვა სახეობაში შესრულებული მთლიანი მოძრაობის სიჩქარესა და სისწრაფის გამოვლინებას შორის კორელაცია არ არსებობს. სიჩქარე - ეს კომპლექსური მოძრაობითი თვისებაა, რადგან მოძრაობაში ყოველთვის ჩართულია ძალისმიერი კომპონენტი. *სისწრაფის ფიზიოლოგიური, ბიოქიმიური და მორფოლოგიური კომპონენტები*. მოძრაობითი რეაქციის ფარული პერიოდი შედგება 5 კომპონენტისაგან: რეცეპტორში აგზნების იმპულსის აღმოცენება, აფერენტული გზებით იმპულსის გადაცემა ცნს-ში, გზა ცნს-ში ეფექტორული სიგნალის ფორმირებამდე (ცენტრალური დაყოვნება), გზა ცნს-დან კუნთამდე, კუნთის აგზნება და მისი მექანიკური აქტივობის გამოვლინება.

სისწრაფის რეზერვი და მისი სრულყოფის მექანიზმები შემდეგში მდგომარეობს :

- მატულობს ნერვ-კუნთოვანი აპარატის აგზნებადობა და ლაბილობა. მცირდება სინაპსებში აგზნების გატარების დრო, მატულობს აგზნების გავრცელების სისწრაფე ნერვულ და კუნთოვან უჯრედებში.
- მატულობს კუნთოვანი უჯრედების შეკუმშვის და მოდუნების სიჩქარე, ჩქარდება ატფ-ის დაშლა და რესინთეზი, მცირდება ცენტრალური დაყოვნების დრო.

სისწრაფის რეზერვი - მოძრაობითი რეაქციის ფარული პერიოდისა და მოძრაობათა მაქსიმალური სიხშირის მაჩვენებლების მაგალითზე

## ფიზიკური თვისება - სისწრაფე

შეადგენს 150-200%. ხოლო მთლიანი მოძრაობის სისწრაფის რეზერვი 30-40% არ აღემატება.

*სისწრაფისა და მისი კომპონენტების გაწვრთნა.* მარტივი მოძრაობების გაწვრთნა შედარებით ადვილია, რადგან ეს არის პასუხი ცნობილ სიგნალზე ცნობილი მოძრაობით. მარტივი მოძრაობების ტრენირებისთვის შესაძლებელია შემდეგი მეთოდების გამოყენება: დანაწევრების მეთოდი, სენსორული მეთოდი და შერჩევითი რეაქციის მეთოდი. მოძრავ ობიექტზე რეაქციისას მთავარია დიდი სიჩქარით მოძრავი ობიექტის დანახვის უნარი. მოძრავ ობიექტზე რეაქციის სიზუსტე სრულყოფილი ხდება სისწრაფის განვითარებასთან ერთად - იზრდება სენსორული ინფორმაციის გადამუშავების შესაძლებლობა, ვითარდება ექსტრაპოლაცია.

*სისწრაფის განვითარების ასაკობრივი თავისებურებები.* მოძრაობითი რეაქციის ფარული პერიოდი ასაკთან ერთად მნიშვნელოვნად იცვლება. 2-3 წლის ასაკში იგი 0.54-0.84 წამს შეადგენს, 5-7წლიდან 0.3-0.4 წამს. მომდევნო წლებში მოძრაობითი რეაქციის ფარული პერიოდი თანდათან მცირდება და მოზრდილი ადამიანის მაჩვენებლებს უახლოვდება.

მოძრაობათა სიხშირე ბავშვებში, ისევე როგორც ზრდასრულ ადამიანებში სხეულის სხვადასხვა ნაწილებისათვის განსხვავებულია. მოძრაობათა მაღალი მაქსიმალური სიხშირე დამახასიათებელია მტევნისათვის (სხივ-მაჯის სახსარი), ხოლო ქვედა კიდურებით შესრულებული მოძრაობების მაქსიმალური სიხშირე შედარებით დაბალია. ასაკთან ერთად მოძრაობათა მაქსიმალური სიხშირის მაჩვენებელი მატულობს. მატება ყველაზე მეტად გამოხატულია 4-9 წლის ასაკში. მომდევნო წლებში მომატება ნაკლებად ხდება და 15-17 წლის შემდეგ თითქმის წყდება.

მთლიანი მოძრაობის სისწრაფის განვითარება სხვა ფიზიკური თვისებების და ტექნიკის დახვეწასთანაა დაკავშირებული. სისწრაფე და სიჩქარე - ადამიანის ორგანიზმის მოტორული ფუნქციის განსხვავებული მახასიათებლებია. მოძრაობის სისწრაფე წარმოადგენს ც.ნ.ს.-ის მთავარ თვისებას, რომელიც გამოვლინდება მოძრაობით რეაქციებში. სიჩქარე კი, რა თქმა უნდა, დამახასიათებელია

## ფიზიკური თვისება - სისწრაფე

სპორტული მოძრაობისთვის. ასე მაგ. სპრინტერის სიჩქარეს განსაზღვრავს: გამშლელი კუნთების ფეთქებადი ძალა, სტარტზე აჩქარების მინიჭების და სირბილის მაღალი ტემპის შენარჩუნების უნარი, დადლისადმი წინააღმდეგობის უნარი.

*სწრაფ-ძალისმიერი ვარჯიშის ფიზიოლოგიური საფუძვლები.* სწრაფ-ძალისმიერი ვარჯიშისათვის დამახასიათებელია მაქსიმალური ძალის მინიმალურ დროში მიღწევის უნარი.

ფეთქებადი ძალისხმევის გამოვლენის ფიზიოლოგიურ თავისებურებას წარმოადგენს მამოძრავებელი ერთეულების მუშაობის მაქსიმალური სინქრონიზაცია, ანტაგონისტ კუნთებში დაძაბულობის არარსებობა, ატფ-ის დაშლისა და რესინთეზის მაღალი სიჩქარე, მოტონეირონების განმუხტვის მაღალი სიხშირე.

სწრაფ-ძალისმიერი თვისებები დამოკიდებულია მოძრაობის შესრულების ტექნიკასა და ცალკეული კუნთების დაძაბვის სიჩქარეზე. სწრაფ-ძალისმიერი თვისებების განმავითარებელ მეთოდათ შესაძლებელია გამოვიყენოთ მაქსიმუმიდან 90-95% ძალისხმევა, კუნთების მაქსიმალურად შესაძლებელი შეკუმშვის სიჩქარით. ამ დროს დიდი მნიშვნელობა აქვს კუნთთაშორისი კოორდინაციის განვითარებას, რადგან ფეთქებადი მოძრაობებისას კუნთები ავითარებენ არა მაქსიმალურ, არამედ ოპტიმალურ ძაბვას.

სწრაფ-ძალისმიერი თვისებების განვითარებისას მიიღწევა ორი მიზანი: სწრაფ - ძალისმიერი შესაძლებლობების პოტენციალის ამაღლება და მათი რეალიზაციის შესაძლებლობის განვითარება.

**ფიზიკური თვისება - მოქნილობა და სიმარჯვე**

*მოქნილობისა და სიმარჯვის ფიზიოლოგიური დახასიათება*

ტერმინ „მოქნილობის“ ქვეშ იგულისხმება ადამიანის უნარი, საჭირო ან ოპტიმალური ამპლიტუდით შეასრულოს ყოველდღიური ან კონკრეტული სპორტის სახეობისათვის დამახასიათებელი მოძრაობები.

არჩევნ: ზოგად, სპეციფიკურ, აქტიურ, პასიურ, ასევე სტატიკურ და დინამიკურ მოქნილობას.

ზოგადი მოქნილობა - როდესაც მოძრაობის ამპლიტუდა ყველაზე მნიშვნელოვან სახსრებში (ხერხემალი, მენჯ-ბარძაყის, მხრის) საკმაოდ მაღალია.

სპეციფიკური მოქნილობა - როდესაც ერთი ან რამოდენიმე სახსარი, რომლებიც მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ ამა თუ იმ სპორტის სახეობაში, გამოირჩევიან საშუალოზე მაღალი მოქნილობით. ასე მაგალითად შუბის ტყორცნის დროს მნიშვნელოვანია მოქნილობა მხრის სახსარში.

აქტიური მოქნილობა - აგონისტი კუნთების შეკუმშვის ხარჯზე ცალკეულ სახსარში მოძრაობის ამპლიტუდის მაქსიმალურად შესაძლებელი ხარისხი, რასაც ამავე დროს თან სდევს ანტაგონისტი კუნთების მაქსიმალური დაგრძელება.

პასიური მოქნილობა - სახსარში მაქსიმალურად შესაძლებელი მოძრაობის ამპლიტუდა, რომელიც მიიღწევა გარემო ფაქტორების ზემოქმედებით. (მაგალითად პარტნიორის დახმარება). ამასთანავე, როგორც წესი პასიური მოქნილობის ხარისხი უფრო მაღალია, ვიდრე აქტიური მოქნილობისა.

სტატიკური მოქნილობა - ეს არის მოძრაობის მაქსიმალური ამპლიტუდის საკმაოდ დიდი დროით (რამოდენიმე წამიდან რამოდენიმე წუთამდე) შენარჩუნების უნარი.

**ფიზიკური თვისება - მოქნილობა და სიმარჯვე**

დინამიკური მოქნილობა - როდესაც მოქნილობის განსაზღვრული დონე მიიღწევა სხეულის შესაბამისი ნაწილების აქტიური მონაწილეობით.

მოქნილობის მნიშვნელობა:

მოქნილობის საკმაოდ დონე, როგორც სპორტში, ასევე ყოველდღიურ ცხოვრებაში, სხვადასხვა მოძრაობის შესრულების აუცილებელი პირობაა. ოპტიმალური მოქნილობის მიღწევას მრავალი დადებითი მხარე აქვს.

- მოძრაობის სპეციფიკური მოდელის ხარისხობრივი და რაოდენობრივი ოპტიმიზაცია. კუნთების გაჭიმვის მხოლოდ შესაბამისი უნარის არსებობის შემთხვევაში აქვს შესაძლებლობა ცენტრალური ნერვული სისტემის მიერ რეგულირებად კოორდინაციას, უზრუნველჰყოს ჰარმონიული და ესთეტიური მოძრაობა და შესაბამისად შესაძლებელი ხდება ჰარმონიული და გამოკვეთილი მოძრაობის შესრულება.
- მოძრაობითი ჩვევების ჩამოყალიბების გაადვილება. სახსრებში არასაკმარისი მოქნილობა (მაგ. მენჯ-ბარძაყის სახსარი) ზოგიერთ სპორტის სახეობაში ართულებს მოძრაობის ტექნიკის შესწავლას.
- კუნთოვანი ძალის მომატება. დამოკლებულ კუნთს არ შეუძლია ოპტიმალური ძალის განვითარება. თუ იგი გაიჭიმება შეკუმშვის წინ (მაგ. როგორც მკერდის დიდი კუნთის შუბის ტყორცნის დროს) შეკუმშვის ძალა მეტი იქნება.
- გამძლეობის ამაღლება. მოქნილობის მაღალი ხარისხის დროს მცირდება ანტაგონისტი კუნთების აქტივობა. შედეგად, მაგ. სირბილის პროცესში, მოძრაობაში ჩართული კუნთების ფუნქციონირება ენერგეტიკული მოთხოვნების შემცირების ხარჯზე უფრო ეკონომიურია.

*სიმარჯვე* - ახალი მოძრაობების სწრაფად ათვისების (დასწავლის) და შეცვლილი სიტუაციის შესაბამისად მოძრაობითი აქტივობის სწრაფი გადაწყობის უნარი.

**ფიზიკური თვისება - მოქნილობა და სიმარჯვე**

სიმარჯვის საზომს წარმოადგენს: შესრულებული მოძრაობის კოორდინაციული სირთულე, მოძრაობის შესრულების სიზუსტე (მოძრაობის სივრცითი, დროითი და ძალისმიერი მახასიათებლების სიზუსტე), მოძრაობათა ეკონომიურობის მაღალი დონე, მოძრაობის შესრულების დრო (მოძრაობის ათვისებისათვის საჭირო დრო, ან დრო სიტუაციის ცვლილების მომენტიდან საპასუხო რეაქციის მოხდენამდე).

სიმარჯვის ფიზიოლოგიური და ფსიქოლოგიური საფუძვლებია: მოძრაობითი ჩვევების მარაგი (მოძრაობითი გამოცდილება, მამოძრავებელი პირობითი რეფლექსები), რთული მოძრაობითი რეაქციების სისწრაფე და სიზუსტე, მოძრაობითი ანალიზატორის ფუნქციური სრულყოფა (საკუთარი მოძრაობების შეგრძნებისა და აღქმის სიზუსტე).

მოქნილობის განვითარების საფუძველს შემდეგი პროცესები წარმოადგენს: ახალი მოძრაობების დაუფლება, რაც მოძრაობითი ჩვევების მარაგის გაზრდის საშუალებას იძლევა, სწრაფი და სრული აღდგენის გაწვრთნა, სივრცის შეგრძნების უნარის გაწვრთნა, დროის შეგრძნება.

## ფიზიკური თვისება - გამძლეობა

### გამძლეობის ფიზიოლოგიური მექანიზმები და გაწვრთნის მეთოდები

*გამძლეობა* - ეფექტურობის დაქვეითების გარეშე ნებისმიერი ქმედების ხანგრძლივად შესრულების უნარი.

გამძლეობა, მუშაობისუნარიანობა და დაღლისადმი წინააღმდეგობის გაწევის უნარი - მსგავსი ცნებებია. გამოჰყოფენ დაღლის და შესაბამისად გამძლეობის ოთხ ტიპს: გონებრივი, სენსორული, ემოციური და ფიზიკური.

ფიზიკური ფაღა იყოფა: ლოკალურად (როდესაც მუშაობაში ჩართულია სხეულის მუსკულატურის 1/3 ნაწილი), რეგიონალური (მუშაობაში ჩართულია კუნთების 1/3 დან 2/3 მდე) და გლობალური (როდესაც მუშაობაში მონაწილეობს კუნთების 2/3-ზე მეტი). შესაბამისად არჩევენ გამძლეობის სამ ტიპს:

- ლოკალური (კუნთური) გამძლეობა ხასიათდება ნერვ-კუნთოვანი აპარატის მუშაობისუნარიანობის მდგრადი მდგომარეობით და ნერვულ ცენტრებში დაცვითი შეკავების გვიანი აღმოცენებით.
- გამძლეობა გლობალური მუშაობისას უფრო მეტად ცნობილია როგორც “ზოგადი გამძლეობა”. მას ასახავს ორგანიზმის ფუნქციური თავისებურებების ერთობლიობა, არასფეციფიკური, ე.წ. ვეგეტატიური შემადგენლით, რომლის მთავარი კომპონენტი ორგანიზმის აერობული შესაძლებლობებია.

გამოჰყოფენ გამძლეობის ისეთ სახეებს, როგორიცაა: სტატიკური, ძალისმიერი, სწარაფ-ძალისმიერი.

გამძლეობა სფეციფიკური თვისებაა. გამძლეობის განვითარებაში გენეტიკური ფაქტორის როლი საშუალოდ 80-85% შეადგენს, ხოლო გარემოს ფაქტორების 20-25%.

გამძლეობის შეფასებისათვის გამოიყენება პედაგოგიური და ფიზიოლოგიური საშუალებები. პედაგოგიურს მიეკუთვნება მოცემული სისწრაფით ან სიმძლავრით შესრულებული მუშაობის მაქსიმალური დროის განსაზღვრა, სტანდარტული დისტანციის

**ფიზიკური თვისება - გამძლეობა**

დაფარვისათვის საჭირო დროის გაზომვა. ფიზიოლოგიური საშუალებების შესახებ წარმოდგენა შესაძლებელია შეგვექმნას თუ განვიხილავთ გამძლეობის განვითარების მექანიზმებს.

*გამძლეობის განვითარების ფიზიოლოგიური მექანიზმები.*  
 არჩევენ გამძლეობის განვითარების სამ ძირითად ფიზიოლოგიურ მექანიზმს: ბიოენერგეტიკული (ანაერობული და აერობული შესაძლებლობები), ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემის უნარი იმუშაოს სტაბილურად ჰომეოსტაზის ნორმიდან გადახრის და მზარდი დადლის პირობებში (დიდი მნიშვნელობა აქვს ჰიპოქსიისადმი მდგრადობას), ფუნქციური ეკონომიზაციის განვითარება (შესრულებული მუშაობის ერთეულზე დახარჯული ენერჯის რაოდენობის შემცირება) და მთელი ორგანიზმის მუშაობის ეფექტურობის ამაღლება (დოზირებული დატვირთვის შესრულებისას ფუნქციური ძვრების შემცირება).

*გამძლეობის განვითარების ბიოენერგეტიკული მექანიზმები.*  
 ორგანიზმის ბიოენერგეტიკული შესაძლებლობები - უმნიშვნელოვანესია გამძლეობისა და მუშაობის უნარიანობისათვის, რადგან მომუშავე კუნთები ენერჯით უწყვეტ მომარაგებას საჭიროებენ. ცნობილია, რომ ენერჯის ერთადერთი წყარო ატფ-ია, მისი მარაგი საკმაოდ შეზღუდულია და ძალიან მნიშვნელოვანია ამ ენერგეტიკული სუბსტრატის სწრაფი რესინთეზი, რაც თავის მხრივ ანაერობული და აერობული გზით ხორციელდება.

ატფ-ის შემცველობა კუნთოვან ქსოვილში შეადგენს კუნთოვანი მასის 0,25%. ატფ-ის უფრო მეტი შემცველობა იწვევს მიოზინის ადენოზინტრიფოსფოტაზის მოქმედების დათრგუნვას, რაც წინააღმდეგობას უწევს აქტინის და მიოზინის ძაფებს შორის ურთიერთქმედებას და ხელს უშლის კუნთის შეკუმშვას. კუნთში ატფ - ის მარაგი საკმარისია მხოლოდ 3-4 შეკუმშვისათვის. მაშასადამე აუცილებელია მისი მარაგის მუდმივი და საკმაოდ ინტენსიური შევსება - რესინთეზი.

კუნთოვან ბოჭკოში გამოიყოფა ატფ-ის რესინთეზის სამი ანაერობული და ერთი აერობული პროცესი.

განვიხილოთ ატფ რესინთეზის ყველა პროცესი და მათი ჩართვის თანმიმდევრობა.

**ფიზიკური თვისება - გამძლეობა**

კრეატინკინაზური რეაქცია. ატფ-ის რესინთეზში პირველი და ყველაზე სწრაფი პროცესია კრეატინკინაზური რეაქცია. კრეატინფოსფატი (კფ) - ეს არის მაკროერგული ნივთიერება, რომელიც ატფ-ის მარაგის ამოწურვისას, მისგან დარჩენილ ადენოზინდიფოსფატს (ადფ) აძლევს ფოსფატის ჯგუფს, რის ხარჯზეც ადფ-ი აღდგება ენერგიით მდიდარ ატფ - მდე.

**კფ + ადფ - კ + ატფ**

ამ პროცესის კატალიზატორია ფერმენტი კრეატინკინაზა. ატფ და კრეატინი ახლოს არიან კუნთოვანი ბოჭკოს შემკუმშველ ელემენტებთან. როგორც კი ატფ - ის დონე იწყებს შემცირებას, ირთვება კრეატინკინაზური რეაქცია, რომელიც უზრუნველყოფს ატფ-ის რესინთეზს. ადფ - ის მთელი რაოდენობა, რომელიც წარმოიქმნება ატფ - ის დაშლის შედეგად, ჩაერთვება ამ პროცესში, რითაც იბლოკება ატფ - ის რესინთეზის სხვა გზები. მას შემდეგ რაც კუნთში კფ-ის მარაგი შემცირდება 1/3 ით, კრეატინკინაზური რეაქციის სისწრაფე მცირდება და შესაძლებელი ხდება ატფ - ის რესინთეზის სხვა პროცესების ამოქმედება.

კრეატინკინაზური რეაქცია შექცევადია. კუნთოვანი მუშაობის დროს პირდაპირი რეაქცია სჭარბობს და უზრუნველყოფს ატფ -ის მარაგის შევსებას, ხოლო მოსვენებულ მდგომარეობაში საწინააღმდეგო პროცესი, კუნთში კფ - ის მარაგის შევსება. თუმცა კფ - ის რესინთეზი შესაძლებელია ნაწილობრივ აერობულ პირობებში მიმდინარე კუნთოვანი მუშაობის დროსაც.

კრეატინკინაზური რეაქცია კუნთს ენერგიით უზრუნველყოფს ხანმოკლე, მაქსიმალური ინტენსივობით შესრულებული ვარჯიშების დროს - მოკლე მანძილზე სირბილი, ხტომები, ტყორცნა, სიმძიმეებით ვარჯიში.

გლიკოლიზი. ატფ -ის რესინთეზის შემდეგი ეტაპია გლუკოზის უჟანგბადო დაშლა - გლიკოლიზი. გლიკოლიზის რეაქციის კატალიზატორი ფერმენტები აქტიურდებიან სარკოპლასმამში ადფ - ის და ფოსფორმჟავის კონცენტრაციის მომატებისას.

გლიკოლიზის ენერგეტიკული ეფექტი საკმაოდ მცირეა და ერთი მოლეკულა გლუკოზის ფოსფორილირებით წარმოქმნის სულ ორ

## ფიზიკური თვისება - გამძლეობა

მოლეკულა ატფ-ს. ამასთანავე გასათვალისწინებელია, რომ ამ პროცესის შედეგად წარმოქმნილი ენერჯის დაახლოებით ნახევარი გარდაიქმნება სითბოდ და არ გამოიყენება კუნთების მუშაობისათვის. ამ სითბოს ხარჯზე კუნთის ტემპერატურა მატულობს 41-42 გრადუსამდე.

გლიკოლიზის საბოლოო პროდუქტს რძემჟავა წარმოადგენს. გროვდება რა კუნთებში, რძემჟავა იწვევს უჯრედშიდა სივრცეში წყალბადის იონების კონცენტრაციის ცვლილებას, (ე. ი. ხდება PH - ის გადახრა მჟავიანობისაკენ). რითაც ააქტიურებს მიტოქონდრიებში სასუნთქი ჯაჭვის ფერმენტებს, მაგრამ თრგუნავს იმ ფერმენტებს, რომლების არეგულირებენ ატფ-ის რესინთეზს ანაერობულ პირობებში. სანამ გადავალთ ატფ-ის აერობული წარმოქმნის პროცესებზე უნდა ავლნიშნოთ, რომ გლიკოლიზი მნიშვნელოვან როლს თამაშობს იმ ვარჯიშების შესრულებისას, რომლებიც გრძელდება 30 - 150 წამის განმავლობაში.

ატფ - ის აერობული რესინთეზი. ატფ - ის აერობულ რესინთეზს წარმოადგენს გლუკოზის დაჟანგვა ნახშირბადის ოქსიდამდე და წყლამდე. თუ შევადარებთ გლიკოლიზის და გლუკოზის აერობული დაჟანგვის ენერგეტიკულ ეფექტს, დავინახავთ, რომ მეორე პროცესი გამოირჩევა გაცილებით მაღალი წარმადობით. ენერჯის წარმოქმნა აერობული პროცესის ხარჯზე 19 - ჯერ აჭარბებს ასეთს ანაერობული პროცესის შემთხვევაში.

ჟანგვითი ფოსფორილირების დროს ატფ-ის წარმოქმნის ეფექტი დამოკიდებულია კუნთის ჟანგბადით მომარაგებაზე. მომუშავე კუნთში ჟანგბადის მარაგი მცირეა: უმნიშვნელო რაოდენობის ჟანგბადი გახსნილია სარკოპლაზმაში, ნაწილი ჟანგბადისა შეკავშირებულია კუნთის მიოგლობინთან. ატფ-ის აერობული რესინთეზისათვის საჭირო ჟანგბადის ძირითადი ნაწილი კუნთთან მოდის გულ-სისხმარღვთა და სასუნთქი (კარდიო-რესპირატორული) სისტემის საშუალებით. ჟანგვითი ფოსფორილირების შედეგად 1 მოლი ატფ-ის მისაღებად საჭიროა 3,45 ლიტრი ჟანგბადი. ამ რაოდენობის ჟანგბადი მოსვენებულ მდგომარეობაში ორგანიზმის მიერ მოიხმარება 10-15 წუთის განმავლობაში, ხოლო კუნთოვანი მუშაობის დროს 1 წუთში.

## ფიზიკური თვისება - გამძლეობა

მიოკინაზური რეაქცია კუნთში მიმდინარეობს მაშინ, როდესაც სარკოპლაზმაში ადღ - ის კონცენტრაცია მნიშვნელოვნად იზრდება და ატფ - ის კვლავწარმოქმნის სხვა გზები ამოწურულია. ამ რეაქციის დროს 2 მოლეკულა ადღ - ის ურთიერთქმედებისაგან წარმოიქმნება 1 მოლეკულა ატფ.

ადღ + ადღ - ატფ + ამფ (ადენოზინმონოფოსფორმჟავა)

მიოკინაზური რეაქცია ირთვება კუნთების ძლიერ გამოხატული დადლის დროს.

კუნთების ენერგეტიკული უზრუნველყოფა კუნთოვანი მუშაობის ხასიათსა და ხანგრძლივობასთან მიმართებით. რა ხასიათისა და ხანგრძლივობისაგან არ უნდა იყოს კუნთების მუშაობა, ენერჯის წყაროს მისთვის წარმოადგენს ატფ. თუმცა მისი რესინთეზის გზები დროის სხვადასხვა მონაკვეთში სხვადასხვაა.

მოსვენებული მდგომარეობიდან ინტენსიურ კუნთოვან მუშაობაზე გადასვლის დროს ორგანიზმის მოთხოვნა ჟანგბადზე მრავალჯერ იზრდება. თუმცა ეს მოთხოვნა შეუძლებელია დაკმაყოფილდეს მაშინვე, რადგან განსაზღვრული დროა საჭირო კარდიო-რესპირატორული სისტემის მოქმედების გაძლიერებისათვის და ჟანგბადით გამდიდრებული სისხლის კუნთებამდე მისვლისათვის. სწორედ ამიტომ ყოველი მუშაობის დასაწყისი მიმდინარეობს შედარებით ანაერობულ პირობებში, ანუ პირობებში, როდესაც ორგანიზმის მოთხოვნა ჟანგბადზე ვერ კმაყოფილდება.

თუ მუშაობა ინტენსიურია და გრძელდება მცირე დროის განმავლობაში, ჟანგბადის მოხმარება ვერ ასწრებს მომატებას და მთელი ასეთი მუშაობა პრაქტიკულად ანაერობულ პირობებში მიმდინარეობს. ასე მაგალითად 100 მეტრზე სირბილის დროს სპორტსმენი შთანთქავს საჭირო ჟანგბადის 5-10 %. დანარჩენი 90-95% მოიხმარება ფინიშის შემდეგ, ანუ დასვენების პერიოდში და იწოდება „ჟანგბადის დავალიანებად“. რაც უფრო ნაკლებია მუშაობის ინტენსივობა და რაც მეტია მისი ხანგრძლივობა, მით უფრო ხელსაყრელი პირობები იქმნება ჟანგბადზე მოთხოვნის დაკმაყოფილებისათვის. პირველ ყოვლისა იმიტომ, რომ რაც უფრო

**ფიზიკური თვისება - გამძლეობა**

ნაკლებია მუშაობის ინტენსივობა, მით ნაკლებია მოთხოვნაც ჟანგბადზე, და მეორე იმიტომ, რომ რაც მეტია შესრულებული მუშაობის დრო, მით მეტია საშუალება კარდიო-რესპირატორული სისტემის მუშაობის გაძლიერებისათვის და შესაბამისად ჟანგბადის მოხმარების ზრდისათვის.

ყველა ეს ფიზიოლოგიური მონაცემი გვჭირდება სახვადსხვა ინტენსივობის და ხანგრძლივობის კუნთური მუშაობის დროს ატფ - ის რესინთეზის გზების სრულყოფილი გაგებისათვის.

ბუნებრივია, ჟანგბადზე ორგანიზმის მოთხოვნასა და მისი მოწოდების საშუალებას შორის მკვეთრი შეუსაბამობის დროს ძირითადად შესაძლებელია ატფ-ის რესინთეზის მხოლოდ ანაერობული გზები. პირველ წამებში ატფ - ის რესინთეზი ხდება კრეატინფოსფატის ხარჯზე. მაგ: 100 მეტრზე სირბილი, ვარჯიში სიმძიმეებით, რომელიც შედეგადად რამოდენიმე გამეორებისაგან.

მაშასადამე, ყოველგვარი მუშაობის დასაწყისში ატფ-ის რესინთეზი ხდება ანაერობული პროცესების საშუალებით. პირველ რიგში კრეატინფოსფატის და შემდეგ გლიკოლიზის ხარჯზე. მუშაობის გაგრძელების შემთხვევაში გლიკოლიზი თანდათანობით ჩანაცვლდება ჟანგბადიანი ფოსფორილირებით.

ჟანგბადით მომარაგების ხარისხის მიხედვით სხვადასხვა ინტენსივობის მუშაობის დროს ატფ - ის რესინთეზისათვის სხვადასხვა ნივთიერებები გამოიყენება. ატფ - ის ანაერობული გლიკოლიზის შედეგად სინთეზის დროს უმეტესწილად გამოიყენება კუნთების შემადგენლობაში შემავალი გლიკოგენი. აერობულ პროცესებზე გადასვლის შემდეგ კუნთებში არსებული გლიკოგენის გამოყენება თანდათან მცირდება და უმეტესწილად გამოიყენება კუნთებთან სისხლის საშუალებით მოტანილი გლუკოზა. რადგან ეს გლუკოზა წარმოიქმნება ღვიძლში არსებული გლიკოგენის ხარჯზე, ღვიძლში გლუკოზის მარაგი მცირდება. სწორედ ამ დროს წარმოიქმნება საშუალება იმისათვის, რომ ენერჯის წარმოქმნისათვის გამოყენებული იყოს არანახშირწყლოვანი წარმოშობის ნივთიერებები (ცხიმოვანი მჟავები). ამასთან დაკავშირებით სისხლში ნეიტრალური ცხიმის რაოდენობა მატულობს, სისხლში ცხიმის დეპოზიტიდან (ცხიმოვანი ქსოვილი) გადმოსული ცხიმი კავდება ღვიძლში სადაც

## ფიზიკური თვისება - გამძლეობა

იშლება გლიცერინად და ცხიმოვან მჟავებად. ეს ნივთიერებები ნაწილობრივ იჟანგება ღვიძლში, ნაწილი ხვდება სისხლში, შემდეგ კი იჟანგებიან კუნთებში ნახშირმჟავამდე და წყლამდე.

**აერობული შესაძლებლობების განმსაზღვრელი და მალიმიტირებელი ფაქტორები.** განხილული ბიოენერგეტიკული მექანიზმების პარამეტრებიდან უმნიშვნელოვანესია აერობული შესაძლებლობების სიმძლავრე - ჟ.მ.მ., რომელიც უმეტესწილად განსაზღვრავს საერთო ფიზიკურ მუშაობისუნარიანობას. ციკლურ სპორტის სახეობებში, საერთო მუშაობისუნარიანობის უზრუნველყოფაში აღნიშნული მაჩვენებლის ხვედრითი წილი საშუალოდ 50-95% შეადგენს, ხოლო სპორტულ თამაშებსა და ორთაბრძოლებში 50-60% და მეტი. სპორტის ყველა სახეობაში ჟ.მ.მ. -ის ოდენობა განსაზღვრავს ე.წ. საერთო საწვრთნო მუშაობისუნარიანობის დონეს, ანუ ორგანიზმის უნარს დაძლიოს დიდი მოცულობის სავარჯიშო დატვირთვა, უშუალოდ ფიზიკური დატვირთვის შესრულების პროცესში ჟანგბადის დავალიანების სწრაფი ლიკვიდაციის მეშვეობით.

ჟ.მ.მ. - იზომება აბსოლუტური და შეფარდებითი ერთეულებით. ჟ.მ.მ.-ის აბსოლუტური რაოდენობა იზომება 1 წუთის განმავლობაში მოხმარებული ჟანგბადის რაოდენობით და საკმაოდ ვარიაბილურია (2 დან 5 ლიტრამდე წუთში). უფრო მეტად გავრცელებულია ჟ.მ.მ.-ის შეფარდებითი რაოდენობის განსაზღვრა (მილილიტრებში ერთი წუთის განმავლობაში, სხეულის მასის ერთ კილოგრამზე გადაანგარიშებით). ჯანმრთელი მამაკაცებისათვის ამ მაჩვენებლის ნორმალური ოდენობა საშუალოდ 40-50 მლ-ია, ქალებში საშუალოდ 10%-ით ნაკლებია და 35-45 მლ-ს შეადგენს. ამასთანავე უნდა აღინიშნოს, რომ ჟ.მ.მ.-ის ინდივიდუალური მაჩვენებლების ვარიაციულობა საკმაოდ მაღალია. მაღალი კვალიფიკაციის სპორტსმენებში, რომელთა საწვრთნო პროცესი გამძლეობის ფიზიკური თვისების განვითარებისკენაა მიმართული ჟ.მ.მ. მაჩვენებელი 70-85 მლ-ს შეადგენს, ხოლო აციკლური სპორტის სახეობების წარმომადგენლებში საშუალოდ 50-65 მლ-ია და

## ფიზიკური თვისება - გამძლეობა

მნიშვნელოვნად აღემატება არასპორტსმენი ჯანმრთელი ადამიანების მაჩვენებლებს.

თუ განვიხილავთ ორგანიზმის ჟანგბადით მომარაგების ფუნქციურ სისტემას, უნდა აღვნიშნოთ, რომ ამ სისტემის სიმძლავრე, ჟ.მ.მ.-ის ოდენობა, რთულ მექანიზმებს ექვემდებარება.

ჟანგბადის ტრანსპორტირება ფილტვებიდან უჯრედებამდე განპირობებულია შემდეგი სისტემების მონაწილეობით: გარეგანი სუნთქვის სისტემა (ვენტილაცია), სისხლის სისტემა, გულ-სისხლძარღვთა სისტემა (ცირკულაცია), ორგანიზმის მიერ ჟანგბადის უტილიზაციის სისტემა.

აერობული წარმადობის ამაღლება უპირველეს ყოვლისა დაკავშირებულია ვენტილაციის, ცირკულაციისა და უტილიზაციის სისტემების შესაძლებლობების ზრდასთან. თუმცა ამ სისტემების მუშაობაში ჩართვა ხდება არა ერთდროულად და პარალელურად, არამედ ჰეტეროქრონულად: ადაპტაციის პირველ ეტაპზე უფრო სწრაფად ირთვება ვენტილაციის სისტემა, შემდეგ ცირკულაციის სისტემა და ბოლოს გაწვრთნილობის უმაღლესი დონეების მიღწევისას უტილიზაციის სისტემა.

## ცნება ადაპტაციის შესახებ

### ორგანიზმის ფიზიკურ დატვირთვებთან ადაპტაციის მექანიზმი

გარეგან და შინაგან გარემოში განვითარებულ ცვლილებებთან ადაპტაციის უნარი წარმოადგენს ადამიანის ორგანიზმის უნიკალურ თვისებას. ბიოლოგიურ ადაპტაციაში იგულისხმება დინამიური პროცესი, რომელსაც თან სდევს ჰომეოსტაზის უზრუნველმყოფი ფუნქციური სისტემის, რეგულირების ახალ დონეზე გადაწყობა. ადაპტაციის პროცესის მიმდინარეობის უზრუნველმყოფ საერთო ბიოლოგიურ მექანიზმს წარმოადგენს ფიზიოლოგიური სისტემების ფუნქციონირების ვარიაბელურობა.

უეჭველ ინტერესს წარმოადგენს კანადელი მეცნიერის *ჰანს სელიეს* (1960) მიერ შემოთავაზებული *საერთო ადაპტაციური სინდრომის* ცნება. ამ უკანასკნელში იგულისხმება სტრესულ პირობებში ორგანიზმში განვითარებული დამცველობითი რეაქციების ერთობლიობა. ადაპტაციურ სინდრომში ავტორი სამ სტადიას გამოჰყოფს: განგაშის სტადია, რომელიც განპირობებულია ორგანიზმის დამცველობითი მექანიზმების მობილიზაციით; რეზისტენტობის სტადია, რომელიც დაკავშირებულია გარემოს ექსტრემალურ ფაქტორებთან ადამიანის შეგუებასთან და გამოფიტვის სტადია, რომელიც ვითარდება ხანგრძლივი სტრესის შედეგად და შესაძლებელია დასრულდეს დაავადების აღმოცენებით და სიკვდილითაც კი.

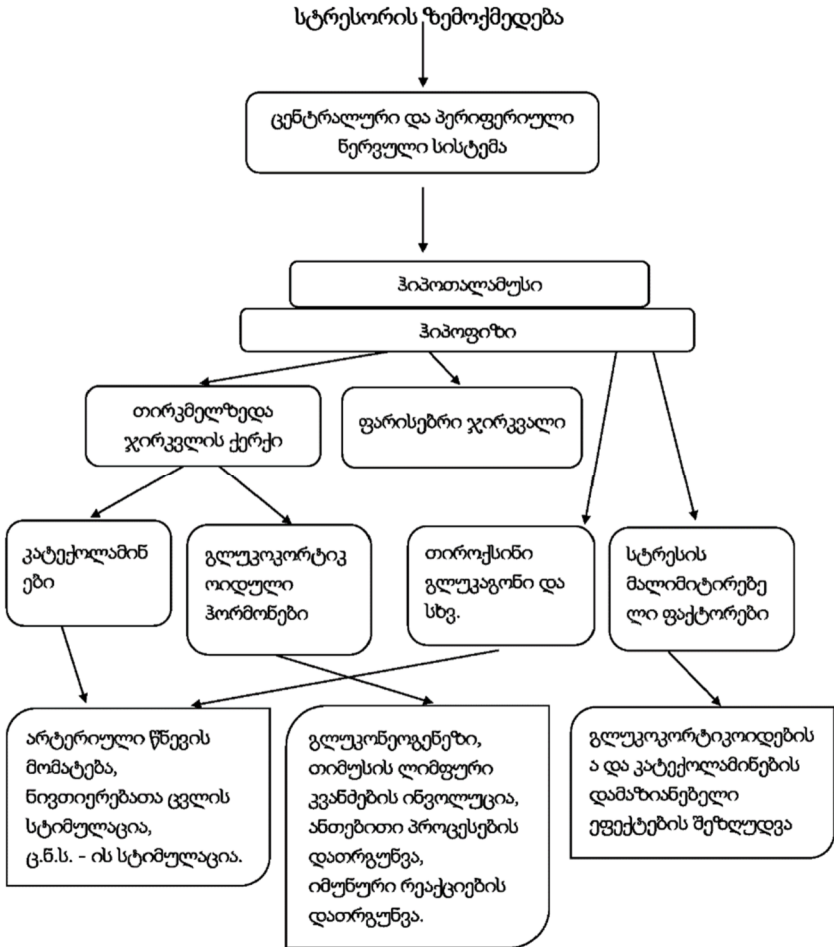
ცნება "ადაპტაცია" მჭიდროდაა დაკავშირებული ფუნქციურ რეზერვებთან, ანუ ადამიანის ორგანიზმის იმ ფარულ შესაძლებლობებთან, რომლებიც რეალიზდება ექსტრემალურ პირობებში.

ფუნქციური სისტემის ფორმირების მექანიზმების ცოდნა საშუალებას იძლევა ეფექტური ზემოქმედება მოხდეს მის ცალკეულ რგოლებზე, რაც დააჩქარებს ფიზიკურ დატვირთვებთან შეგუებას და ამაღლებს გაწვრთნილობას.

ფიზიოლოგიური გაგებით ფიზიკურ დატვირთვებთან ადაპტაცია არის ორგანიზმის სისტემური პასუხი, რომელიც მიმართულია

**ცნება ადაპტაციის შესახებ**

გაწვრთნილობის მაღალი დონის მიღწევისაკენ და ამ მაღალი დონის მიღწევის ფიზიოლოგიური საფასურის მინიმზიზაციისაკენ.



*სტრესის პათოგენეზის სქემა*

ამ პოზიციიდან ფიზიკურ დატვირთვებთან ადაპტაცია განხილული უნდა იყოს როგორც დინამიური პროცესი, რომლის საფუძველსაც წარმოადგენს რეაგირების ახალი პროგრამის ფორმირება, ხოლო თვით შეგუების პროცესი, მისი დინამიკა და ფიზიოლოგიური

## ცნება ადაპტაციის შესახებ

მექანიზმები განისაზღვრება მოქმედების გარეგანი და შინაგანი ფაქტორების მდგომარეობითა და ურთიერთქმედებით.

ფიზიკური მზადების პროცესში გამოყენებული დატვირთვები ასრულებენ გამღიზიანებლის როლს და ორგანიზმში ახდენენ შემგუებლობითი ცვლილებების ინიცირებას. საწვრთნო ეფექტი განისაზღვრება გამოყენებული დატვირთვების ზემოქმედების შედეგად განვითარებული ფიზიოლოგიური და ბიოქიმიური ცვლილებების ოდენობითა და მიმართულებით. ამ დროს ორგანიზმში მიმდინარე ძვრების სიღრმე დამოკიდებულია ფიზიკური დატვირთვის ძირითად მახასიათებლებზე:

- შესრულებული ვარჯიშების ინტენსივობა და ხანგრძლივობა;
- გამეორებათა რიცხვი;
- ვარჯიშებს შორის ინტერვალების და დასვენების ხანგრძლივობა და ხასიათი.

ფიზიკური დატვირთვების აღნიშნული პარამეტრების განსაზღვრული კომბინაცია საშუალებას იძლევა მიღწეული იქნას: პროგნოზირებადი ცვლილებები ორგანიზმის ფუნქციურ მდგომარეობაში, ნივთიერებათა ცვლის გაუმჯობესება და საბოლოო ჯამში გაწვრთნილობის დონის ამაღლება.

ფიზიკურ დატვირთვებთან ორგანიზმის ადაპტაციას ფაზური ხასიათი აქვს. აქედან გამომდინარე არჩევენ ადაპტაციის ორ ეტაპს: სწრაფი და ხანგრძლივი (ქრონიკული).

სწრაფი ადაპტაციის ეტაპი გულისხმობს უმეტესწილად ძვრებს ენერგეტიკულ უზრუნველყოფასა და მასთან დაკავშირებულ ვეგეტატიური კომპონენტებში. იგი წარმოადგენს ერთხელობრივ ფიზიკურ დატვირთვაზე ორგანიზმის უშუალო პასუხს.

ფიზიკური დატვირთვების მრავალჯერადი ზემოქმედების შემთხვევაში თანდათანობით ვითარდება ხანგრძლივი (ქრონიკული) ადაპტაცია. ეს ეტაპი დაკავშირებულია მუშაობის პროცესში ჩართული უჯრედების გენეტიკური აპარატის სტიმულირების შედეგად ორგანიზმში ფორმირებულ ფუნქციურ და სტრუქტურულ ძვრებთან. ფიზიკურ დატვირთვებთან ხანგრძლივი ადაპტაციის პროცესში აქტიურდება ამინომჟავებისა და სპეციფიკური ცილების სინთეზი,

### ცნება ადაპტაციის შესახებ

შედეგად იზრდება საყრდენ-მამოძრავებელი აპარატის ფუნქციური შესაძლებლობები, უფრო დახვეწილი ხდება მისი ენერგიით უზრუნველყოფა.

დადგენილია, რომ ხანგრძლივი ადაპტაციისათვის დამახასიათებელ მორფოფუნქციურ გარდაქმნებს თან სდევს შემდეგი პროცესები:

- ცვლილებები რეგულატორული მექანიზმების ურთიერთობებში.
- ორგანიზმის ფიზიოლოგიური რეზერვების მობილიზაცია და გამოყენება.
- კონკრეტულ ქმედებასთან ადაპტაციის სპეციალური ფუნქციური სისტემის ფორმირება.

მაჩვენებლები	გაუწვრთნელი ორგანიზმი	გაწვრთნილი ორგანიზმი
სუნთქვის სიხშირე (წთ)	15-20	6-8
ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა (ლიტრი)	3.5 – 4.0	4.5 – 5.5
ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარება (ლიტრი წთ)	2.5 – 3.0	5.0 – 5.5
გულისცემის სიხშირე	60 - 70	40 - 60
მაქს. გულისცემის სიხშირე	160-180	220 - 250
სისხლის მაქსიმალური წუთური მოცულობა (ლიტრი)	20	35 - 40
არტერიული წნევა (სისტოლური)	110 – 120	95 - 105

*ვეგეტატიური სისტემების მაჩვენებლები გაწვრთნილი და გაუწვრთნელი ორგანიზმის მაგალითზე.*

მდგრადი და სრულყოფილი ადაპტაციის მიღწევისათვის უმნიშვნელოვანესია რეგულაციური მექანიზმების გადაწყობა და ფიზიოლოგიური რეზერვების მობილიზაცია, ასევე სხვადასხვა ფუნქციურ დონეზე მათი ჩართვის თანმიმდევრულობა. თავდაპირველად ირთვება ჩვეულებრივი ფიზიოლოგიური რეაქციები,

## ცნება ადაპტაციის შესახებ

ხოლო შემდეგ ხდება ადაპტაციის იმ მექანიზმების დამაბვა, რომლებიც საჭიროებენ ორგანიზმის სარეზერვო შესაძლებლობების გამოყენებას, ყოველივე ამას კი მივყავართ ადამიანის კონკრეტული ქმედების უზრუნველყოფი, ადაპტაციის სპეციალური ფუნქციური სისტემის ფორმირებამდე.

ფიზიკურ დატვირთვებთან ადაპტაციის მიმდინარეობის ფაზური ხასიათი საშუალებას იძლევა გამოიკვეთოს შესრულებულ მუშაობაზე საპასუხო ეფექტების სამი სახეობა.

*სწრაფი საწვრთნო ეფექტი* - აღმოცენდება უშუალოდ ფიზიკური დატვირთვის შესრულების პროცესში და სწრაფი აღდგენის პერიოდში, მუშაობის დასრულებიდან 0.5-1.0 საათის განმავლობაში. ამ დროს ხდება მუშაობისას აღმოცენებული ჟანგბადის დევალიანების ლიკვიდაცია.

ასეთ რეაქციას *სწრაფი ადაპტაცია* ჰქვია. წარმოდგენა სწრაფ ადაპტაციაზე გვიადვილებს ფიზიკური დატვირთვების განმეორებადი ციკლების შედეგად, ორგანიზმში განვითარებული მუდმივი ადაპტაციის არსის გაგებას. მაგ: ძვრები გულ-სისხლძარღვთა სისტემაში, გამძლეობის განვითარებაზე 6 თვიანი ვარჯიშის შედეგად. განვიხილოთ ძირითადი ცნებები და პრინციპები, რომლებიც დაკავშირებულია როგორც ფიზიკურ დატვირთვებზე სწრაფ რეაქციებთან, ასევე ხანგრძლივ (ქრონიკულ) ადაპტაციასთან.

*წვრთნის ნარჩენი ეფექტი* - მისი არსი მდგომარეობს, ფიზიკური დატვირთვების საშუალებით, მუშაობისას დაშლილი უჯრედოვანი სტრუქტურების ჭარბი რესინთეზისათვის და ორგანიზმის ენერგეტიკული რესურსების შევსებისათვის, პლასტიკური პროცესების აქტივაციაში. ეს ეფექტი შეინიშნება აღდგენითი პროცესის მოგვიანო ფაზაში (როგორც წესი დატვირთვის დასრულებიდან საშუალოდ 48 საათი).

*წვრთნის კუმულაციური ეფექტი* - წარმოადგენს განმეორებადი ფიზიკური დატვირთვების შედეგად აღმოცენებული სწრაფი და ნარჩენი ეფექტების თანმიმდევრული დაჯამების შედეგს. ხანგრძლივი პერიოდის (ერთ თვეზე მეტი) განმავლობაში ფიზიკური ზემოქმედების კვალური პროცესების კუმულაციის შედეგად ხდება მუშაობისუნარიანობის ამაღლება და სპორტული შედეგების ზრდა.

## ცნება ადაპტაციის შესახებ

მცირე მოცულობის ფიზიკური დატვირთვები არაეფექტურია, რადგან ვერ ახდენენ გავრთნილობის განვითარების სტიმულირებას. გამოხატული კუმულაციური ეფექტის მიღწევისათვის აუცილებელია ისეთი მოცულობის მუშაობის შესრულება, რომელიც აღემატება არაეფექტური დატვირთვის სიდიდეს.

შესრულებული მუშაობის მოცულობის მომდევნო გაზრდას (გარკვეულ საზღვრებში) თან სდევს სამიზნე ფუნქციური შესაძლებლობების პროპორციული ზრდა. ხოლო თუ დატვირთვა აღემატება ზღვრულ დასაშვებ დონეს, მაშინ ვითარდება გადაწვრთნა.

*ადაპტაციური გარდაქმნები* - დინამიური პროცესია. ამიტომ სპორტსმენის ორგანიზმში მიმდინარე ადაპტაციურ გარდაქმნებში მიზანშეწონილია რამოდენიმე სტადიის გამოყოფა: ორგანიზმის ფიზიოლოგიური ფუნქციების დამაბუჯა, ადაპტირებულობა, დიზადაპტაცია და რეადაპტაცია. თითოეული მათგანისათვის დამახასიათებელია შესაბამისი ფუნქციურ-სტრუქტურული ცვლილებები და რეგულაციურ-ენერგეტიკული მექანიზმები. ცხადია, რომ ძირითად სტადიებად, რომელთაც სპორტში პრინციპული მნიშვნელობა აქვთ, მიზანშეწონილია ჩაითვალოს პირველი ორი სტადია.

*ორგანიზმის ფიზიოლოგიური დამაბუჯის* სტადია ხასიათდება: დიდი ნახევარსფეროების ქერქში აგზნების პროცესების სიჭარბით, მათი გავრცელებით ქერქვეშა ზონებში და ასევე ქვემდებარე მამოძრავებელ და ვეგეტატიურ ცენტრებში, თირკმელზედა ჯირკვლის ფუნქციის სტიმულირებით, ვეგეტატიური სისტემის მაჩვენებლების ამალღებითა და ნივთიერებათა ცვლის გაძლიერებით. მამოძრავებელი აპარატის დონეზე ამ სტადიისათვის დამახასიათებელია: აქტიური მოტორული ერთეულების რაოდენობის ზრდა, მუშაობაში დამატებითი კუნთოვანი ბოჭკოების ჩართვა, კუნთების შეკუმშვის ძალისა და სისწრაფის ზრდა, კუნთებში გლიკოგენის, ატფ-ის და კრეატინფოსფატის რაოდენობის მომატება.

ორგანიზმის დამაბუჯის ფაზაში ძირითადი დატვირთვა მოდის სარეგულაციო მექანიზმებზე. რეგულატორული მექანიზმების დამაბუჯის ხარჯზე ხორციელდება გაზრდილ ფიზიკურ დატვირთვებთან ფიზიოლოგიური რეაქციებისა და მეტაბოლიზმის

## ცნება ადაპტაციის შესახებ

შეგუება. ენდოკრინული ფონის თვალსაზრისით - ჭარბობს კატექოლამინებისა და გლუკოკორტიკოიდების რაოდენობა. ამავდროულად ეს ჰორმონები აძლიერებენ ცხიმოვანი ქსოვილის ჰორმონებისადმი მგრძობიარე ლიპაზის აქტივობას და შესაბამისად მზადდება შემგუებლობითი გარდაქმნების მომდევნო მეტაბოლური ფაზა - გამლიერებული ცხიმოვანი ცვლის ფაზა, რაც უმეტესწილად ორგანიზმის ადაპტირებულობის სტადიას შეესაბამება. ამ სტადიის ფიზიოლოგიურ საფუძველს წარმოადგენს ქმედების კონკრეტული პირობებში, ჰომეოსტაზის შენარჩუნებისათვის ორგანიზმის სხვადასხვა ორგანოებისა და სისტემების ფუნქციონირების ახლად ჩამოყალიბებული დონე. ამ დროს მოსვენებულ მდგომარეობაში განსაზღვრული ფუნქციური მაჩვენებლები არ სცდებიან ფიზიოლოგიური გაფანტულობის ჩარჩოებს, ხოლო სპორტსმენის მუშაობისუნარიანობა სტაბილურია და ხშირად მომატებულიც კი. შესაბამისად, ფიზიკურ დატვირთვებთან სპორტსმენის ორგანიზმის ხანგრძლივი ადაპტაციის პროცესში ენერგეტიკული ცვლის ნახშირწლოვანი ტიპიდან ცხიმოვან ტიპზე გადართვაში ჰორმონები ასრულებენ წამყვან როლს. ამასთანავე აღსანიშნავია, რომ კატექოლამინები უზრუნველყოფენ ასეთ გადართვის მომზადებას, ხოლო გლუკოკორტიკოიდები კი უშუალოდ რეალიზებას.

*ორგანიზმის ადაპტირებულობის სტადია* მნიშვნელოვანწილად გაიგივებულია მის გაწვრთნილობასთან. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, გაწვრთნილობის საფუძველს წარმოადგენს ფიზიკურ დატვირთვებთან ორგანიზმის ადაპტაციის პროცესი. ამ სტადიის ფიზიოლოგიურ საფუძველს წარმოადგენს მოქმედების კონკრეტულ პირობებში ჰომეოსტაზის შენარჩუნებისათვის, ორგანიზმის სხვადასხვა ორგანოებისა და სისტემების ფუნქციონირების ახლად ჩამოყალიბებული დონე.

*დიზადაპტაციის სტადია* ვითარდება ადაპტაციური მექანიზმების ზედმეტად დაძაბვის შედეგად, ფიზიკური დატვირთვების მაღალი ინტენსივობისა და დასვენების არასაკმარისი ინტერვალების გამო კომპენსატორული რეაქციების ჩართვის ფონზე. დიზადაპტაციის პროცესი, ფიზიკურ დატვირთვებთან შეგუების პროცესთან შედარებით, როგორც წესი ვითარდება უფრო ნელა. ამასთანავე მისი

## ცნება ადაპტაციის შესახებ

განვითარების ვადები, ხანგრძლივობა და გამოხატულობის ხარისხი გამოირჩევა დიდი ვარიაბელურობით და დამოკიდებულია ორგანიზმის ინდივიდუალურ თავისებურებებზე. დიზადაპტაციის დროს აღინიშნება ემოციური და ვეგეტატიური არამდგრადობა, გაღიზიანებადობა, სიფიცხე, თავის ტკივილი, ძილის დარღვევა. ქვეითდება გონებრივი და ფიზიკური მუშაობისუნარიანობა.

*რეადაპტაციის* სტადია ვითარდება სისტემატიური საწვრთნო ვარჯიშების დიდი ხნით შეწყვეტის შემთხვევაში და ხასიათდება ორგანიზმის მიერ ზოგიერთი საწყისი მახასიათებლებისა და თვისებების შექმნით. აუცილებელია აღინიშნოს, რომ მრავალი წლის განმავლობაში სისტემატიური ვარჯიშით დაკავებულ სპორტსმენებს, აქტიური სპორტული მოღვაწეობის დასრულების შემდეგ ორგანიზმის ნორმალურ მდგომარეობაში დასაბრუნებლად სჭირდებათ სპეციალური მეცნიერულად დასაბუთებული გამაჯანსაღებელი ღონისძიებები.

უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ხანგრძლივი ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვების შედეგად მიოკარდში და ჩონჩხის მუსკულატურაში განვითარებული სტრუქტურული ცვლილებები, ნივთიერებათა ცვლის შეცვლილი დონე, ჰორმონალური და ფერმენტული ცვლილებები, განსაკუთრებით რეგულაციის ჩამოყალიბებული მექანიზმები, როგორც წესი საწყის მდგომარეობას აღარ უბრუნდება. სისტემატიური ფიზიკური დატვირთვებისათვის და შემდეგ მათი შეწყვეტისათვის ორგანიზმის გარკვეულ ფასს იხდის, რაც შესაძლებელია გამოვლინდეს კარდიოსკლეროზის განვითარებით, სიმსუქნით, უჯრედებისა და ქსოვილების სხვადასხვა უარყოფითი ზემოქმედებისადმი რეზისტენტობის შემცირებით და საერთო ფუნქციური მდგომარეობის დაქვეითებით.

ადაპტაციის ფასი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული იმ ფიზიკური დატვირთვების სახეობაზე, რომლებთანაც ხდება ადაპტაცია. ასე მაგ: სტატიკურ ძალისმიერ დატვირთვებთან ძლიერ ადაპტირებულ ძალოსნებში აღინიშნება გამძლეობის შემცირება დინამიკური დატვირთვის შესრულებისას. დაღლა ასეთი დატვირთვის შესრულების დროს მათ უვითარდება უფრო სწრაფად ვიდრე არასპორტსმენ ჯანმრთელ ადამიანებს. იმავდროულად

## ცნება ადაპტაციის შესახებ

ძალოსნებში, გამძლეობაზე მოვარჯიშე ადამიანებისაგან განსხვავებით აღმოჩენილია კაპილარების სიმჭიდროვის შემცირება ჩონჩხის მუსკულატურაში და მიტოქონდრიების მასის ზრდის არარსებობა.

გაწვრთნილობის მაღალი დონის მქონე ძალოსნებში, მოჭიდავეებსა და სხვა სპორტსმენებში ხშირად შეინიშნება სიცივისა და გაციებითი დაავადებებისადმი რეზისტენტობის შემცირება, იმუნიტეტის დაქვეითება. გამძლეობაზე მოვარჯიშე სპორტსმენებში არც თუ იშვიათია დარღვევები კუჭ-ნაწლავის, ღვიძლის და თირკმელების მუშაობაში, რაც წარმოადგენს ხანგრძლივი კუნთოვანი მუშაობის პროცესში ამ ორგანოების სისხლით შეზღუდული მომარაგების შედეგს.

თუმცა ადაპტაციის მაღალი ფასი წარმოადგენს შესაძლებელ, მაგრამ არა აუცილებელ მოვლენას. ადაპტაციური დარღვევების თავიდან აცილების ყველაზე რაციონალური საშუალებას წარმოადგენს: სწორად ორგანიზებული საწვრთნო პროცესი, კვებისა და დასვენების ოპტიმალური დონე, გაკაჟება და სპორტსმენის ჰარმონიული ფიზიკური და ფსიქოლოგიურ-პიროვნული განვითარება.

ადაპტაციის ფიზიოლოგიური რეზერვი. თანამედროვე გაგებით ორგანიზმის ფიზიოლოგიურ რეზერვში იგულისხმება ევოლუციის პროცესში გამომუშავებული ორგანოს, სისტემისა და ორგანიზმის ადაპტაციური და კომპენსატორული უნარი მოსვენებულ მდგომარეობასთან შედარებით მრავალჯერ გააძლიეროს საკუთარი ქმედების ინტენსივობა, რაც აიხსნება:

- დარღვეული ფუნქციის ჩამნაცვლებელი შეწყვილებული ორგანოების (ანალიზატორები, შინაგანი სეკრეციის ჯირკვლები, თირკმელები, და სხვ.) არსებობით.
- გულის და სხვა ორგანოებისა და სისტემების მუშაობის გაძლიერებით.
- სისხლის მოძრაობის საერთო ინტენსივობისა და ფილტვების ვენტილაციის გაძლიერებით.
- ორგანიზმის უჯრედებისა და ქსოვილების მაღალი რეზისტენტობით, გარემო ფაქტორების ზემოქმედებისა და შინაგანი გარემოს ცვლილებების მიმართ.

## ცნება ადაპტაციის შესახებ

ფიზიოლოგიური რეზერვების მორფოფუნქციურ საფუძველს წარმოადგენს ორგანოები, სისტემები და მათი რეგულაციის მექანიზმები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ინფორმაციის გადამუშავებას, ჰომეოსტაზის შენარჩუნებას და მოძრაობითი და ვეგეტატიური აქტების კოორდინაციას.

ფიზიოლოგიური რეზერვების სახეები:

1. ენერგეტიკული რეზერვები (კრეატინფოსფატი, გლიკოგენი, ცხიმები, ცილები, მათი უტილიზაციის და რესინთეზის სიჩქარე).
2. პლასტიკური რეზერვები (კუნთების, გულის, თირკმელზედა ჯირკვლების სტრუქტურული ჰიპერტროფია, ცვლილებები ძვლოვან სისტემაში).
3. ფუნქციური რეზერვები (სისხლის სისტოლური და წუთური მოცულობა, ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა და სხვ.).
4. იმუნოლოგიური რეზერვები (იმუნური ცილების რაოდენობის მომატება, ანტისხეულების რაოდენობის ზრდა)
5. ფსიქიკური რეზერვები (ნერვულ-ჰუმორული რეგულაციის დახვეწა, ინფორმაციის გადამუშავების სიჩქარის ზრდა, ნებისყოფის ხარისხობრივი მაჩვენებლები, მოძრაობითი მახსოვრობა, ემოციების კონტროლი)

**ფიზიოლოგიური რეზერვების ჩართვის რიგითობა.** რეზერვების პირველი რიგი რეალიზდება მუშაობისას, რომელიც კონკრეტული ორგანიზმისათვის მაქსიმალურად შესაძლებლის 30% შეადგენს და მოიცავს გადაწყობას მოსვენებული მდგომარეობიდან ყოველდღიურ საქმიანობაზე. ამ პროცესის მექანიზმი - პირობითი და უპირობო რეფლექსები.

მეორე რიგი რეზერვებისა ჩაირთვება მაღალი ინტენსივობის (მაქსიმუმიდან 30-65%) მუშაობის შესრულებისას. ხორციელდება ნეიროჰუმორალური გავლენების, ასევე ნებელობითი თვისებების და ემოციების ხარჯზე.

მესამე რიგი რეზერვებისა, როგორც წესი, თვითგადარჩენის (სიცოცხლისათვის ბრძოლის) მომენტში ირთვება, ხშირად ცნობიერების დაკარგვის და აგონიის დროს. უზრუნველყოფილია უპირობო-რეფლექსური გზით და ჰორმონების საშუალებით.

თავი მეცხრე

### გაწვრთნილობის განვითარების ფიზიოლოგიური საფუძვლები

ფიზიოლოგიური თვალსაზრისით სპორტული წვრთნა არის არჩეული სპორტის სახეობის მიერ წარდგენილ მოთხოვნებთან ადამიანის ორგანიზმის ადაპტაციის მრავალწლიანი პროცესი.

როგორც ყველა პედაგოგიური პროცესის დროს, სპორტული წვრთნისას დაცულია საერთო პედაგოგიური პრინციპები - აქტიურობის, შეგნებულობის, სისტემატიურობის, თანმიმდევრობის, მისაწვდომობის და განმტკიცების. ამასთანავე არსებობს სპორტული წვრთნის სპეციფიკური პრინციპები - საერთო და სპეციალური ფიზიკური მომზადების ერთობა, საწვრთნო პროცესის უწყვეტობა და ციკლურობა, საწვრთნო დატვირთვების თანდათანობითი და მაქსიმალური ამალეობა. ეს პრინციპები განპირობებულია: ადამიანის ორგანიზმში ფიზიკური თვისებებისა და მოძრაობითი ჩვევების განვითარების კანონზომიერებებით, ორგანიზმში მიმდინარე ფუნქციური გარდაქმნების თავისებურებებით, სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციური რეზერვების დიაპაზონის ცვლილებით.

### საწვრთნო პროცესის ფიზიოლოგიური საფუძვლები

მხოლოდ საერთო (არასპეციალიზებული) მომზადების საფუძველზე, ფიზიკური თვისებების განვითარების და ორგანიზმის ფუნქციური შესაძლებლობების ზრდის შედეგად ხორციელდება გადასვლა მომზადების სპეციალიზებულ ფორმაზე სპორტსმენის მიერ არჩეულ სპორტის სახეობაში. ეს პროცესი შეძლებისდაგვარად უწყვეტი უნდა იყოს, რადგან წყვეტა სისტემატიურ საწვრთნო პროცესში იწვევს მოძრაობითი ქმედების მიღწეული ხარისხობრივი მაჩვენებლებისა და მოძრაობითი ჩვევების ათვისების მკვეთრ დაქვეითებას. ასე მაგ. მოზარდებში ერთწლიანი საწვრთნო პროცესის შედეგად მიღწეული ძალისმიერი შესაძლებლობები საზაფხულო არდადეგებზე საწვრთნო პროცესის შეწყვეტის შემთხვევაში პრაქტიკულად მთლიანად იკარგება.

## სპორტული წვრთნა, გაწვრთნილობა, გადაწვრთნა

საწვრთნო პროცესის ციკლურობა დაკავშირებულია იმასთან, რომ სპეციალური მუშაობისუნარიანობის უმაღლეს დონეზე გასვლა ხორციელდება თანდათანობით 3-4 თვიანი მოსამზადებელი პერიოდის განმავლობაში. საშეჯიბრო პერიოდისათვის სპორტსმენი აღწევს მუშაობისუნარიანობის მაღალ დონეს, მაგრამ ამ ეტაპზე ხელმისაწვდომი, ფუნქციური და ფსიქიკური შესაძლებლობების უმაღლესი დონის შენარჩუნება შესაძლებელია მხოლოდ შეზღუდული დროის (არაუმეტეს 4-5 თვისა) განმავლობაში, რის შემდგომაც აუცილებელია განსაზღვრული დასვენების პერიოდი, გადართვა სხვა ტიპის ქმედებაზე, დატვირთვის შემცირება, ანუ ე.წ. გარდამავალი პერიოდი. წლიური საწვრთნო ციკლი (ან 2 ციკლი წელიწადში), თავის მხრივ იყოფა შუალედურ მეზოციკლებად, ხოლო ისინი კი თავის მხრივ ერთ კვირიან მიკროციკლებად იყოფიან. ასეთი ციკლურობა შეესაბამება ადამიანის ორგანიზმის ბუნებრივ ბიორითმებს და გარდა ამისა საშუალებას იძლევა მოხდეს გამოყენებული ფიზიკური დატვირთვების მართვა.

### სპორტული წვრთნა. გაწვრთნილობა. გადაწვრთნა

სპორტული წვრთნა - სპეციალიზებული პედაგოგიური პროცესია, რომელიც მიმართულია ადამიანის როგორც ზოგადი, ასევე სპეციალური ფიზიკური მომზადების ამალგებისაკენ, რის საფუძველზეც აღწევენ მაღალ სპორტულ მიღწევებს სპორტის არჩეულ სახეში. წვრთნა აგებულია ზოგად პედაგოგიური და სპეციფიკური პრინციპების საფუძველზე. პირველს ეკუთვნის აქტიურობა, შეგნებულობა, თვალსაჩინოება და სიმტკიცე, მეორეს - ზოგადი და სპეციალური ფიზიკური მომზადების ერთიანობა, წვრთნის პროცესის უწყვეტობა, ციკლურობა და საწვრთნელი დატვირთვის თანდათანობითი და მაქსიმალური ზრდა. სპორტული წვრთნის დაგეგმვის დროს მთავარია სისტემატურობისა და სიმტკიცის პრინციპი. მათი სწორი რეალიზაციის დროს მყარდება ოპტიმალური პირობები, მოძრაობითი ჩვევების სრულყოფისა და ორგანიზმის ფუნქციური შესაძლებლობის გაზრდისათვის. მოძრაობითი ჩვევის

**სპორტული წვრთნა, გაწვრთნილობა, გადაწვრთნა**

სიმტკიცე დამოკიდებულია შესწავლილი ვარჯიშის განმეორებაზე. წვრთნის დროს ხანგრძლივი შესვენება იწვევს სპორტული ტექნიკის საფუძვლად მდებარე დროებითი ნერვული კავშირების გაქრობას და სპორტსმენის ფუნქციური მომზადებულობის დაქვეითებას.

სპორტული წვრთნის მნიშვნელოვანი, სპეციფიკური პრინციპია სპორტსმენის ზოგადი და სპეციალური ფიზიკური მომზადების ერთიანობის პრინციპი. ზოგადი ფიზიკური მომზადება სპორტის არჩეულ სახეში სპეციალური გაწვრთნილობის საფუძველია.

ლ. ა. ორბელს მიაჩნდა, რომ მრავალმხრივი ფიზიკური აღზრდა ცხოვრების გარკვეულ სიტუაციაში უზრუნველყოფს ორგანიზმის თანდაყოლილი ნიჭის გამოყენებას. ამისთვის კი აუცილებელია მისი დროული განვითარება. იგი აღნიშნავდა, რომ ფიზიკური აღზრდის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ამოცანაა "გაწვრთნილობის წვრთნა", ე. ი. ორგანიზმის უნარის ზრდა მოძრაობითი აქტივობის სხვადასხვა ფორმის დასაუფლებლად.

ფიზიკური მომზადების ამადლება უზრუნველყოფს სპორტულ მიღწევებს არა მარტო ფიზიკური ვარჯიშების იმ სახეებში, რომლებიც სისტემატურად სრულდება, არამედ სხვა სახეებშიაც. ეს მოვლენა აიხსნება ე.წ. მოძრაობითი ჩვევისა და ფიზიკური თვისებების "დადებითი გადატანით". მაგრამ ფიზიკური ვარჯიშების ზოგიერთი სახე თითქოსდა "შეუთავსებელია". მათში პარალელური მეცადინეობა აბრკოლებს სპორტულ სრულყოფას, რასაც მოძრაობითი ჩვევისა და ფიზიკური თვისებების "უარყოფით გადატანას" უწოდებენ. "დადებითი" და "უარყოფითი" გადატანა ხორციელდება მსგავსი და განსხვავებული დროებითი კავშირებით, რომლებიც უზრუნველყოფენ მოძრაობის შესრულებას, აგრეთვე ამ დროს ორგანიზმში მიმდინარე მორფოფუნქციური ცვლილებების მსგავსებით ან განსხვავებით.

ზოგადი ფიზიკური მომზადება წინ უნდა უსწრებდეს სპეციალურ ფიზიკურ მომზადებას და შემდგომში ორგანულად იყოს მასთან შერწყმული. ამიტომ, რაც უფრო გაწვრთნილია სპორტსმენი, მით უფრო მეტი მნიშვნელობის ხდება ის სპეციალური ვარჯიშები, რომლებიც თავისი სტრუქტურითა და ფიზიოლოგიური ეფექტით

## სპორტული წვრთნა, გაწვრთნილობა, გადაწვრთნა

არჩეული სპორტის სახეობის მსგავსია. წვრთნის დროს ხანგრძლივი შესვენება იწვევს იმ დროებითი ნერვული კავშირების გაქრობას, რომლებიც საფუძვლად უდევს მოძრაობის შესრულების ტექნიკას. ამ დროს უფრო ადრე ქრება ყველაზე სუსტად სპეციალიზირებული და ნაკლებად განმტკიცებული კავშირები.

კუნთური მოქმედების დროს ორგანიზმში მომხდარი სხვადასხვაგვარი ძვრები შემოინახება გარკვეული დროით. ამიტომ გაწვრთნილობის განვითარებისათვის ვარჯიშებს შორისი ინტერვალი არ უნდა იყოს ზედმეტად გახანგრძლივებული.

საწვრთნელი პროცესი, რომელიც მიმდინარეობს განუწყვეტლივ, მრავალმხრივად და სპეციალური მიმართულებით, არ არის მუდმივი მთელი მისი ხანგრძლივობის განმავლობაში. მისი შინაარსი და სტრუქტურა იცვლება ციკლურობის პრინციპთან დაკავშირებით, ზემოთ თქმულზეა დაფუძნებული სპორტული წვრთნის პერიოდულობა. წვრთნის მოსამზადებელი პერიოდი მიმართულია აუცილებელი ფიზიკური თვისებების განვითარებისა და მოძრაობის ტექნიკის სრულყოფისაკენ. ამ დროს საწვრთნო მეცადინეობის მოცულობა და ინტენსივობა თანდათანობით იზრდება. საშეჯიბრო პერიოდს ახასიათებს ძირითადად შეჯიბრებაში მონაწილეობა. ამ დროს საწვრთნო მუშაობის მთელი რეჟიმი და დასვენება მიმართულია გაწვრთნილობის მიღწეული დონის შენარჩუნებისა და გაზრდისაკენ. გარდამავალ პერიოდში შეჯიბრში მონაწილეობა წყდება. საწვრთნელი დატვირთვის მოცულობა და ინტენსივობა მცირდება. ამ პერიოდის ხანგრძლივობა ჩვეულებრივად 4-6 კვირას გრძელდება.

ამრიგად, მთელი წლის განმავლობაში წვრთნის დროს დატვირთვის მოცულობა და ინტენსივობა მუდმივი არ არის და იგი იცვლება პერიოდების მიხედვით. ამასთან დაკავშირებით იცვლება სპორტსმენის ზოგადი და სპეციალური მუშაობისუნარიანობის დონეც, რაც გასათვალისწინებელია საწვრთნო პროცესის დაგეგმვისას. საწვრთნო დატვირთვის მოცულობა განისაზღვრება შესრულებულ ვარჯიშთა რაოდენობით ან გავლილი დისტანციის მონაკვეთის სიგრძით. ამჟამად მიღებულია საწვრთნო დატვირთვის ინტენსივობის შეფასება გულისცემის გაზომვების დონის მიხედვით.

## სპორტული წვრთნა, გაწვრთნილობა, გადაწვრთნა

სპორტის სახეობის თავისებურებასთან დაკავშირებით, წვრთნის პროცესში ჭარბობს ამა თუ იმ ხანგრძლივობისა და ინტენსივობის დატვირთვები. მაგალითად, მოთხილამურე - მორბენალის მომზადებისას გამოყენებულია დიდი მოცულობის დატვირთვა, ხოლო ინტენსივობა არ აჭარბებს მაქსიმალურის 70-90 %-ს.

სპორტული წვრთნა უზრუნველყოფს სპორტის არჩეულ სახეობაში სპორტსმენის ტექნიკურ, ფიზიკურ, ფსიქიკურ და ტაქტიკურ მომზადებას. სპორტის ფიზიოლოგია შეისწავლის სპორტსმენის ტექნიკური და ფიზიკური მომზადების მექანიზმებს. ტექნიკური მომზადება მიმართულია მოძრაობითი ჩვევის ჩამოყალიბებისა და სრულქმნისაკენ. ფიზიკური მომზადება ხელს უწყობს ადამიანის ფიზიკური თვისებების ძალის, გამძლეობის, სისწრაფისა და სიმარჯვის განვითარებას. ამ თვისებების ზრდა ხორციელდება იმ ბიოქიმიური, მორფოლოგიური და ფუნქციური ცვლილებებით, რომლებიც აღინიშნება ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემაში, პირველ რიგში კი მამოძრავებელ აპარატში.

**გაწვრთნილობა** ეწოდება სპორტსმენის სპეციალური შრომისუნარიანობის დონეს. იგი შეიძლება იყოს მაღალი და დაბალი. გაწვრთნილობა იზრდება სისტემური წვრთნის შედეგად და მკვეთრად ქვეითდება მისი შეწყვეტის შემდეგ. ასევე იცვლება იგი მთელი წლის მანძილზე წვრთნის პროცესში, მოსამზადებელ პერიოდში მატულობს, საშეჯიბრო პერიოდში მაქსიმალურ დონეს აღწევს, გარდამავალ პერიოდში კი ისევ მცირდება. სპორტსმენის გაწვრთნილობის მაღალი დონის შენარჩუნება არ შეიძლება ხანგრძლივი დროით, მუდმივად. მისი ხანგრძლივობა დამოკიდებულია სპორტის სახეობაზე, წვრთნის პროცესის სპეციფიკურობასა და ადამიანის ორგანიზმის ინდივიდუალურ თავისებურებებზე.

წვრთნის პროცესში იზრდება ორგანოთა და უჯრედთა რუხისტენტობა მუშაობის დროს შინაგან გარემოში მომხდარი ცვლილებებისადმი. ამის შედეგად გაწვრთნილ ორგანიზმს შეუძლია გაახანგრძლივოს მუშაობა ჟანგბადის დეფიციტის, PH-ის ცვალებადობის, სისხლში გლუკოზის კონცენტრაციის შემცირებისა და სხვა პირობებში. გაუწვრთნელ ორგანიზმს ასეთ პირობებში მუშაობის შეწყვეტა უხდება.

**სპორტული წვრთნა, გაწვრთნილობა, გადაწვრთნა**

გაწვრთნილობა იზრდება მუშაობის მრავალჯერ განმეორებისას და მისი ბუნებრივი შედეგია. ჯერ კიდევ მე-19-ე საუკუნის დასაწყისში გამოჩენილმა ფრანგმა ბუნებისმეტყველმა ლამარკმა გამოთქვა მოსაზრება იმის შესახებ, რომ "მუშაობა აშენებს ორგანოს". ეს მნიშვნელოვანი ბიოლოგიური მოვლენა იმით არის განპირობებული, რომ მუშაობის დროს აღინიშნება არა მარტო დისიმილაციის, არამედ ასიმილაციის პროცესებიც. მუშაობის დამთავრების შემდეგ ასიმილაცია, ანუ ორგანიზმის რესურსების აღდგენა შეიძლება მოხდეს გადაჭარბებულად, რაც უზრუნველყოფს არა მარტო დახარჯულის კომპენსაციას, არამედ ენერგეტიკული მასალის ზრდას საწყის მდგომარეობასთან შედარებით, ეს აუცილებელია მუშაობისუნარიანობის ზრდისათვის. წვრთნის დროს ყოველი მომდევნო მუშაობა, რომელიც იწყება მუშაობისუნარიანობის მომატების ფონზე, იწვევს მის შემდგომ ზრდას. უჯრედშიგა ცვლის პროდუქტების დაგროვებისას აღინიშნება ქსოვილებში მიმდინარე აღდგენითი პროცესების ინტენსივობის ზრდა. მაგალითად, კრეატინფოსფატისა და ნახშირწყლების რესინთეზი სტიმულირდება ამავე ნივთიერებათა დაშლის პროდუქტებით. ქსოვილთა ქიმიზმის აღდგენისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს ცენტრალური ნერვული სისტემის იმპულსებს. ასეთ გავლენას ახდენს ადაპტაციურ-ტროპიკული ეფექტი, სიმპათიკური ნერვების გალიზიანებისას. კუნთური მოქმედების მიმართ ორგანიზმის ადაპტაციაში დიდ როლს ასრულებენ ჰორმონები.

კუნთური მოქმედება ხანგრძლივ კვალს ტოვებს ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემის მდგომარეობაზე. განმეორებითი დატვირთვები აღრმავებენ აღნიშნულ კვალს და უზრუნველყოფენ ორგანიზმში უფრო გამოხატულ ბიოქიმიურ, მორფოლოგიურ და ფუნქციურ გარდაქმნებს, ეს კი იწვევს ორგანიზმის მუშაობისუნარიანობის ზრდას.

**გადაწვრთნა.** თუ საწვრთნო პროცესი ორგანიზებულია არასწორად, არ აღინიშნება დატვირთვის მოცულობისა და ინტენსივობის თანდათანობითი ზრდა, ძალიან ხშირად იხმარება მაქსიმალური დატვირთვა და დატვირთვათა შორის საკმარისი დასვენების ინტერვალი არ არის, მაშინ ორგანიზმის მუშაობისუნარიანობა ქვეითდება. სპორტსმენის ორგანიზმის ასეთ მდგომარეობას

**სპორტული წვრთნა, გაწვრთნილობა, გადაწვრთნა**

გადაწვრთნა ეწოდება. გადაწვრთნა ძალიან ხშირად აღინიშნება კვალიფიცირებულ სპორტსმენებში, რომლებიც სპორტული შედეგების გაზრდის მიზნით მიმართავენ ფორსირებულ ვარჯიშს. გადაწვრთნა არ უნდა ავურიოთ მწვავე გადაძაბვაში, რომელიც ვითარდება სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციურ შესაძლებლობებთან შეუსაბამო ერთჯერადი დამაბული მუშაობის შედეგად. ასეთი მდგომარეობა ჩვეულებრივ გამოვლინდება სისხლის მიმოქცევის ორგანოთა ფუნქციის მოშლით. გადაწვრთნა სხვადასხვა დონით ვლინდება. ცვლილებები ყველაზე ადრე გამოიხატება ნერვულ მოქმედებაში, რაც გამოვლინდება მოძრაობითი კოორდინაციის დაქვეითებით, ძილის მოშლით და ვარჯიშის გაგრძელების სურვილის დაკარგვით. კოორდინაციული შესაძლებლობის დაქვეითება უარყოფითად მოქმედებს მოძრაობის ტექნიკაზე და იწვევს სპორტული შედეგების გაუარესებას.

გადაწვრთნის დროს ხშირია გულის რიტმის ცვლილებაც, გულის მოცულობის მკვეთრი ზრდა, სისხლის წნევის მომატება. ზოგჯერ აღინიშნება მაქსიმალური ვენტოლაციის და ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობის შემცირება. შეიმჩნევა მადის გაუარესება, რამაც შეიძლება გამოიწვიოს წონის შემცირება.

გადაწვრთნის დროს ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის დაქვეითება ყველაზე უფრო ნათლად გამოვლინდება დატვირთვაზე მისი რეაქციის ცვლილებით. დოზირებული დატვირთვის დროს გადაწვრთნილებს მკვეთრად უხშირდებათ პულსი, უწევთ არტერიული წნევა, უდიდდებათ ფილტვების ვენტოლაცია, ჟანგბადის მოხმარება და ჟანგბადის დავალიანება. უფრო დამაბული მუშაობისას მათ ხშირად ერღვევათ გულის მუშაობის რიტმი და აღინიშნებათ გულის სხვა ცვლილებები. გადაწვრთნილებში აღდგენის პროცესი ნელა მიმდინარეობს. ყველაფერი ეს მიუთითებს ვეგეტატიური პროცესების რეგულაციისა და მუშაობის მიმართ ორგანიზმის ადაპტაციის დაქვეითებაზე.

გადაწვრთნის განვითარების შემთხვევაში, თუ იგი მსუბუქი ფორმით მიმდინარეობს, აუცილებელია დატვირთვის მოცულობისა და ინტენსივობის შემცირება. შედარებით მძიმე ფორმის გადაწვრთნისას სპორტსმენს ეძლევა აქტიური დასვენება (სპორტული

**სპორტული წვრთნა, გაწვრთნილობა, გადაწვრთნა**

---

მოქმედების სხვა სახეზე გადართვა), ძალიან მძიმე ფორმის შემთხვევაში საჭიროა წვრთნის მთლიანი შეწყვეტა.

ყველა საჭირო ზომის მიღების შემთხვევაში მსუბუქი ფორმის გადაწვრთნის ლიკვიდირება ხდება 15-30 დღეში. უფრო მძიმე ფორმის ლიკვიდაციისათვის საჭიროა 1-2 თვის შესვენება ვარჯიშის 2-3 კვირით მთლიანი შეწყვეტა.

## გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები

### გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები

სპორტული წვრთნის შედეგად ორგანიზმის სხვადასხვა სისტემის მორფოფუნქციური მდგომარეობის თავისებურებათა განვითარებას გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიურ მაჩვენებლებს უწოდებენ. მათ ადამიანზე შეისწავლიან კუნთოვანი მოსვენების დროს, სტანდარტული (სატესტო) და ზღვრული დატვირთვის შესრულებისას.

გაწვრთნილობის ზოგიერთი ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები, რომლებმაც ვარჯიშის პირველ წლებშივე მიაღწიეს გარკვეულ დონეს, შემდეგში თითქმის აღარ იცვლება. ისინი არ მცირდება მაგალითად, წვრთნის გარდამავალ პერიოდში დატვირთვების მოცულობისა და ინტენსივობის შემცირების დროს. ეს მაჩვენებლები, რომლებიც გვაწვდიან ინფორმაციას ადამიანის ფიზიკური მომზადებულობის შესახებ, არ გვაძლევენ საშუალებას ვიმსჯელოთ გაწვრთნილობის დინამიკაზე წვრთნის წლიურ პროცესში. ასეთ მაჩვენებლებს ეკუთვნის მაგალითად, ძვლოვანი ქსოვილის მორფოფუნქციური ცვლილებები (ლულოვანი ძვლების დიაფიზების გადიდება, მათი ძვლოვანი ქერქოვანი შრის გასქელება, ძვლოვანი წანაზარდების ზრდა და ხორკლიანობა). კვალიფიცირებულ სპორტსმენებს სრულ წლიური წვრთნისას ძალიან მცირედ ეცვლება ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა და გულის შეკუმშვათა სიხშირე. ამიტომ აღნიშნული მაჩვენებლები ვერ იძლევა სარწმუნო მონაცემებს წვრთნის დინამიკის შესახებ.

გაწვრთნილობის სხვა მაჩვენებლები უფრო ლაბილურია. ისინი გაწვრთნილობის ზრდასთან ერთად იზრდებიან და გარდამავალ პერიოდში, როდესაც გაწვრთნილობის დონე არ არის მაღალი, მცირდებიან. ასეთ მაჩვენებლებს ეკუთვნის, მაგალითად, გულის მოცულობა, გულის სისტოლის იზომეტრული პერიოდის ხანგრძლივობა და სხვ. გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები დამოკიდებულია სპორტულ სპეციალიზაციაზე. მაგალითად, სისხლის მიმოქცევისა და სუნთქვის ორგანოების მორფოფუნქციური ცვლილებები უფრო კარგად აქვთ გამოხატული გრძელ მანძილებზე მორბენლებს, ვიდრე სპრინტერებს. მათ ერთი და იმავე მუშაობის მიმართ სხვადასხვა რეაქცია ახასიათებთ. ასე, ერთი და

## გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები

იმავე სისწრაფის მუშაობისას გრძელ მანძილებზე მორბენლებს, სპრინტერებთან შედარებით, ფილტვების ვენტილაცია ეზრდებათ ნაკლებად, ჟანგბადის მოხმარების კოეფიციენტი კი მეტად.

გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები დამოკიდებულია ადამიანის ორგანიზმის ინდივიდურ თავისებურებებზე, მით უმეტეს სპორტსმენებს, რომლებიც სპეციალიზდებიან სპორტის ერთ სახეში, ერთი და იგივე მაჩვენებელი შეიძლება გამოხატული ჰქონდეთ სხვადასხვანაირად. მაგალითად, ისეთი მუდმივი მაჩვენებელი გამძლეობისა, როგორცაა ბრადიკარდია, ზოგიერთ კვალიფიცირებულ გრძელ მანძილებზე მორბენალს და მოთხილამურეს არ აღენიშნებათ.

დატვირთვის მიმართ ადაპტაცია სხვადასხვა ადამიანს სხვადასხვანაირად აქვს გამოხატული. მაგალითად, ზოგიერთ სპორტსმენში ჟანგბადის დავალიანების დაკმაყოფილება მუშაობის დროს ხდება სუნთქვის ორგანოთა ფუნქციის გაზრდის ხარჯზე, ზოგში კი სისხლის მიმოქცევის გაძლიერების ხარჯზე. ამასთან დაკავშირებით ერთი რომელიმე ფიზიოლოგიური მაჩვენებლის მიხედვით არ შეიძლება ვიმსჯელოთ სპორტსმენის გაწვრთნილობის ცვლილებაზე. უფრო მნიშვნელოვან ინფორმაციას იძლევა უმნიშვნელოვანესი ფიზიოლოგიური სისტემის მორფოფუნქციური მდგომარეობის კომპლექსური შესწავლა. მაგრამ ამ შემთხვევაში გაწვრთნილობის შეფასება შეიძლება იყოს სარწმუნო მხოლოდ მაშინ, როდესაც ფიზიოლოგიური გამოკვლევები შერწყმულია საექიმო და პედაგოგიურ დაკვირვებასთან.

**გაწვრთნილობის მაჩვენებლები მოსვენების დროს.** სპორტსმენის გაწვრთნილობის დინამიკის შესახებ შეიძლება ვიმსჯელოთ მოსვენების დროს ორგანიზმის ზოგიერთი მორფოფუნქციური მაჩვენებლების მიხედვით.

**ცენტრალური ნერვული სისტემა.** ექსპერიმენტულად ნავარჯიშევი ცხოველის ტვინი თავისი წონითა და სხვა ბიოქიმიური თავისებურებებით განსხვავდება გაუვარჯიშებელი ცხოველის ტვინისაგან. ნავარჯიშევი ცხოველის დიდი ტვინის ნერვული

## გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები

უჯრედების დენდრიტები უფრო დატოტიანებულია, სისტემატურ კუნთურ მოქმედებას თან სდევს ნერვული ქსოვილის ბუფერული თვისებების, დამყანგველი და სხვა ფერმენტების აქტივობის მომატება.

გაწვრთნილი ადამიანის ელექტროენცეფალოგრამის დამახასიათებელია შედარებით ხშირი ალფა რიტმი და მისი რხევათა უფრო მოხატული ამპლიტუდა. ნაგარჯიშე ადამიანს შეუძლია უფრო მალე აითვისოს გაღიზიანების რიტმი და განახორციელოს მისი უფრო მაღალი სიხშირეც, რაც ცხადყოფს ნერვული უჯრედების ლაბილობის მომატებას.

გაწვრთნილებს, განსაკუთრებით სისწრაფეზე მორბენლებს, უფრო მეტად აქვთ გამოხატული ნერვული პროცესების ძვრადობა, რაც გამოიხატება მოძრაობითი რეაქციის ფარული პერიოდის შემცირებით, დიფერენციაციის დაზუსტებით და ანალიზატორებიდან მოსული ინფორმაციის გადამუშავების სისწრაფით. სპორტსმენ სტაიერებისათვის დამახასიათებელია ნერვული პროცესების მაღალი წონასწორობა.

**მამოძრავებელი აპარატი.** წვრთნის შედეგად მამოძრავებელი აპარატის ყველა რგოლში (კუნთებში, ძვლებში, სახსრებში) აღინიშნება მორფოლოგიური და ფუნქციური ცვლილებები. ძვლოვანი სისტემის განვითარებაზე კუნთოვანი მოქმედების გავლენა აღნიშნა პ. ფ. ლესგაფტმა. მან დაადგინა, რომ ჩონჩხის კუნთების განვითარებას თან სდევს ძვლების გასქელება და გამაგრება. გაწვრთნილი ადამიანისა და ექსპერიმენტული ცხოველების ძვლების განივი ზომები მომატებულია, ქერქოვანი შრე კი გასქელებული. ძვლის ზედაპირზე ვითარდება ამობურცულობა და ხორკლიანობა. ძვლების მაკროსკოპული ცვლილებების პარალელურად მათ სტრუქტურაში და განლაგებაში ოსტეონების რიცხვთა ზრდაში აღინიშნება ჰისტოლოგიური ძვრები. ყველაფერი ეს ხელს უწყობს ძვლების მექანიკური სიმტკიცის ზრდას.

წვრთნის დროს იზრდება ჩონჩხის კუნთების მასა და მოცულობა. ყველაზე მეტად ჰიპერტროფირდება ძალისმიერ და სტატიკურ დაძაბულობაში მონაწილე კუნთებში, დინამიკური მუშაობა კუნთებში შედარებით მცირე მორფოლოგიურ ცვლილებებს იწვევს.

## გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები

კუნთების მუშა ჰიპერტროფია ხდება ცალკეული კუნთოვანი ბოჭკოების გამსხვილების ხარჯზე. ამ დროს აღინიშნება მათი სარკოლემის გასქელება, სარკოპლაზმის მოცულობის, მიოფიბრილების რაოდენობის და უჯრედშიგა სხვა სტრუქტურული ელემენტების რაოდენობის ზრდა.

ჩონჩხის კუნთების განვითარება იწვევს მათი ხვედრითი წონის ზრდას, რაც განპირობებულია ფიზიკური დატვირთვის დროს წყლისა და ცხიმის დაკარგვით. წვრთნის შეწყვეტა იწვევს კუნთოვანი მასის შემცირებას.

ჩონჩხის კუნთების ჰიპერტროფიას თან სდევს მათი სისხლით უკეთესი მომარაგება. ცხოველებში ექსპერიმენტული წვრთნის შედეგად მატულობს ჩონჩხის კუნთების კაპილართა რაოდენობა. ასე მაგალითად, ცდების შედეგად, როდესაც წვრთნას განიცდიდა სხეულის მხოლოდ ერთი მხარის კუნთები, არანავარჯიშებს 100 კუნთოვან ბოჭკოში დაუდგინდა საშუალოდ 46 კაპილარი, ხოლო ნავარჯიშებს კუნთში - 98 კაპილარი.

კუნთოვან ქსოვილში არტერიულ-ვენური ანასტომოზებია, მოსვენებულ მდგომარეობაში ნავარჯიშევ კუნთებში ანასტომოზთა ნაწილი ღიაა, არანავარჯიშევ კუნთებში კი ისინი დახშულია. ეს უზრუნველყოფს ნავარჯიშევ კუნთებში გამდინარე სისხლის კონტაქტს კუნთოვან ქსოვილთან, რის გამოც ამ უკანასკნელის სისხლით მომარაგების მოთხოვნილება ქვეითდება. ამიტომ ნავარჯიშევ კუნთებში სისხლის დინების მოცულობა შედარებით მცირეა, ვიდრე არანავარჯიშევში. ამას ნაწილობრივ ხელს უწყობს ნავარჯიშევ კუნთებში დამჟანგველი ფერმენტების აქტივობის მომატება.

მუშა ჰიპერტროფიის დროს კუნთების საინერვაციო წარმონაქმნები ვითარდება. კუნთოვანი ბოჭკოს გამსხვილებასთან დაკავშირებით მასში ნერვული დაბოლოება ვითარდება. მათში მეტი რაოდენობით საბოლოო ტოტები და შვანის გლიის ბირთვებია. კუნთების საინერვაციო აპარატის ცვლილება იწვევს კუნთოვან ბოჭკოსა და ნერვს შორის შეხების ზედაპირის ზრდას.

## გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები

კუნთოვან ბოჭკოთა ჰიპერტროფიასთან ერთად მათში აღინიშნება ბიოქიმიური ცვლილებები. ცხოველებზე ჩატარებული ცდების შედეგად გამოირკვა, რომ მათი ექსპერიმენტული წვრთნის შედეგად კუნთებში იზრდება სარკოპლაზმის ცილებისა და მიოფობრილის შემკუმშველი ცილების - მიოზინის შემცველობა.

ნავაჯიშევ კუნთებში იზრდება მიოგლობინის რაოდენობა, რაც იწვევს კუნთებში ჟანგბადის ტევადობის მომატებას და ჟანგვითი პროცესების ინტენსიფიკაციას. დადგენილია, რომ ცხოველებს, რომლებიც შედარებით უფრო მოძრავ ცხოვრებას ეწევიან, კუნთებში მიოგლობინის რაოდენობა უფრო მეტი აქვთ. მაგალითად, ოთახის ძაღლის კუნთები შეიცავს 400 მგ% მიოგლობინს, ხოლო მონადირე ძაღლის კუნთები - 1000 მგ%.

წვრთნის პროცესში ჩონჩხის კუნთებში მომხდარი ბიოქიმიური და მორფოლოგიური ცვლილებები იწვევენ ფუნქციურ ძვრებს. ნავარჯიშეებს, განსაკუთრებით სისწრაფეზე მუშაობაში, მომატებული აქვთ კუნთების აგზნებადობა და ლაბილობა. იმ პირებში, რომლებიც ფიზიკურად არ ვარჯიშობენ, ანტაგონისტი კუნთების აგზნებადობა და ლაბილობა, რომლებიც იზომება რეობაზის და ქრონაქსის სიდიდის მიხედვით, როგორც წესი, არაერთნაირი აქვთ. წვრთნის პროცესში მათი რაოდენობა ერთნაირი ხდება, რაც ხელს უწყობს მოძრაობითი მოქმედების კოორდინაციის სრულყოფას.

ჩონჩხის კუნთების ერთ-ერთი ძირითადი ფუნქციური თვისებაა მათი ძალა. ძალის მომატება წვრთნის პროცესში განპირობებულია კუნთოვანი ბოჭკოების ჰიპერტროფიით და მამოძრავებელი ერთეულების მუშაობაში მაქსიმალური რაოდენობით ერთდროულად ჩართვის შესაძლებლობით.

კუნთის იმ დიდ დამაბულობას, რომელსაც იგი ავითარებს იზომეტრულ პირობებში, მისი აბსოლუტური ძალა ეწოდება. ეს სიდიდე ჩვეულებრივ მეტია იმ ძალაზე, რომელსაც კუნთი ავითარებს ნებითი დამაბულობის დროს. სპეციალური ძალისმიერი მომზადება იწვევს აღნიშნული მაჩვენებლების მსგავსებას.

## გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები

სპორტის მრავალ სახეობაში მაღალი სპორტული მიღწევები კუნთების მნიშვნელოვან ძალას საჭიროებს. ძალა ყველაზე ეფექტურად ვითარდება ისეთი ფიზიკური ვარჯიშების დროს, როცა იგი განმსაზღვრელი კომპონენტია (შტანგის აწევა, კიდებისა და ყრდენების შესრულება და სხვ.).

მუშაობისუნარიანობისა და მოძრაობის კოორდინაციისათვის დიდი მნიშვნელობა აქვს კუნთების მოდუნების სისწრაფეს, წვრთნის პროცესში კუნთების სწრაფი მოდუნების უნარი უფრო მეტად უმჯობესდება, ვიდრე სხვა მრავალი ფუნქციური პარამეტრი (ლატენტური პერიოდის შემცირება, ძალვის ზრდის სისწრაფე და სხვ.).

კუნთების მაქსიმალური დამაბულობისა და მოდუნების უნარს ზომავენ სპეციალური ხელსაწყოთი - მიოტონომეტრით. მისი საშუალებით ხდება კუნთის სიმკვრივის გაზომვა დამაბულობისა და მოდუნების პირობებში. გაწვრთნილთა კუნთების სიმტკიცე ნებითი დამაბულობის დროს მეტია, ხოლო მოდუნებისას - ნაკლები გაუწვრთნელებთან შედარებით. გაწვრთნილობის მომატებასთან დაკავშირებით ამ მონაცემებს შორის განსხვავება ძლიერდება.

**წერტილისა და ნივთიერებათა ცვლა.** ნორმალური კვების შემთხვევაში სპორტსმენებში აღინიშნება აზოტის წონასწორობა. ამიტომ აზოტის ბალანსი შეიძლება იყოს დადებითი მხოლოდ წვრთნის მოსამზადებელ პერიოდში, როდესაც მუშაობა მიმართულია ჩონჩხის კუნთების განვითარებისაკენ.

გაწვრთნილ ორგანიზმში მომატებულია ნახშირწყლების მარაგი, რასაც დიდი მნიშვნელობა აქვს მუშაობისუნარიანობის ამალელებისათვის (განსაკუთრებით ხანგრძლივი და დამაბული კუნთოვანი მოქმედებისას). ცხიმების მარაგი შედარებით შემცირებულია. ძირითადი ცვლა სტანდარტული სიდიდის დონეზეა ან რამდენადმე დაქვეითებული. ხშირი საწვრთნო მეცადინეობების, განსაკუთრებით კი შეჯიბრებაში მონაწილეობის დროს, შეიძლება სტანდარტულ სიდიდეზე მეტი იყოს. დამაბული დატვირთვის დღეებში ძირითადი ცვლა იზრდება, შემდგომი დასვენების დღეებში მცირდება. ამასთან დაკავშირებით სპორტსმენებში ძირითადი ცვლის

## გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები

მომატება უნდა განვიხილოთ როგორც არასრული აღდგენის შედეგი დაძაბული მუშაობის შემდეგ.

**სუნთქვის სისტემა.** წვრთნის პროცესში მორფოფუნქციური ცვლილებები აღინიშნება სუნთქვის ორგანოებში, ეს ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პირობაა ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას ჟანგბადზე გაზრდილი მოთხოვნილების დაკმაყოფილებისათვის. აღნიშნული ცვლილებები გამოიხატება სასუნთქი კუნთების განვითარებით, რაზეც შეიძლება ვიმსჯელოთ ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობისა (ფსტ) და მაქსიმალური ვენტილაციის (მვ) ზრდის მიხედვით.

ფსტ ოდენობა დამოკიდებულია სპორტსმენის სპეციალიზაციასა და სტაჟზე. მამაკაცებში, რომლებიც მეცადინეობენ ციკლური სახის სპორტში, ფსტ შეადგენს 5000-7000 მლ-ს და მეტს, ხოლო ქალებში - 3500-5000 მლ-ს. ყველაზე მეტი ფსტ აქვთ მოცურავეებს, რაც განპირობებულია ცურვის დროს სუნთქვის თავისებურებით. წყლის წინააღმდეგობის დაძლევა ჩასუნთქვისა და ამოსუნთქვის დროს ხელს უწყობს სასუნთქი კუნთების განვითარებას.

სასუნთქ აპარატზე ფიზიკური ვარჯიშების გავლენის დახასიათებისას უნდა გავითვალისწინოთ არა მარტო ფსტ-ს აბსოლუტური სიდიდე, არამედ მისი მოცულობის შემადგენლობის შეფარდებაც. კარგად გაწვრთნილებში ჩასუნთქვის დამატებითი მოცულობა ამოსუნთქვის დამატებით მოცულობაზე მეტია.

ფსტ დამოკიდებულია სხეულის წონაზე. ამიტომ სუნთქვის ფუნქციის შეფასებისას უფრო მეტ ინფორმაციას იძლევა სასიცოცხლო მაჩვენებელი, ანუ ფსტ (მლ-ობით) შეფარდება სხეულის წონასთან (კგ-ობით), რომელიც ყველაზე მეტი აქვთ გრძელ და ზეგრძელ დისტანციებზე მორბენლებს.

სასუნთქი კუნთების გამძლეობაზე მსჯელობენ ფსტ დინამიკის მიხედვით. დასვენების მოკლე ინტერვალებში მისი ხელახალი გაზომვით (როზენტალის სინჯი). სასუნთქი კუნთების საკმარისი გამძლეობის შემთხვევაში ხელმეორედ გაზომვისას ფსტ არ ქვეითდება,

## გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები

ხოლო არასაკმარისი გამძლეობისას ქვეითდება სასუნთქი კუნთების დაღლის გამო.

ფტს სასუნთქი აპარატის განვითარების მნიშვნელოვანი კრიტერიუმია. მაგრამ კვალიფიცირებულ სპორტსმენებში, როდესაც ფტს მიაღწევს განსაზღვრულ რაოდენობას, სტაბილური რჩება და არ ასახავს მუშაობისუნარიანობის წლიურ ცვლილებას წვრთნის სხვადასხვა პერიოდში. ამიტომ ფტს-ს სიდიდე არ შეიძლება იყოს გაწვრთნილობის საკმარისად ინფორმატიული მაჩვენებელი.

ფილტვების მაქსიმალური ვენტილაცია უფრო მეტად ცვალებადია, ვიდრე ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა. ფილტვების მაქსიმალური ვენტილაცია ყველაზე მაღალ დონეს აღწევს საშეჯიბრო პერიოდში, როდესაც სპორტსმენი სპორტულ ფორმაში იმყოფება. საწვრთნო დატვირთვის მოცულობისა და ინტენსივობის შემცირების პერიოდში ფილტვების მაქსიმალური ვენტილაცია რამდენადმე მცირდება. ეს სიდიდე, როგორც ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა, დამოკიდებულია სქესზე, სხეულის წონაზე და სპორტულ სპეციალიზაციაზე. მამაკაცებში, რომლებიც მეცადინეობენ სპორტის ციკლურ სახეობაში, ფილტვების მაქსიმალური ვენტილაცია შეადგენს წუთში 100-150 ლ-ს და მეტს, ხოლო ქალებში ეს სიდიდე რამდენადმე ნაკლებია. ჩასუნთქვისა და ამოსუნთქვის დროს გულმკერდის მოცულობის (გულმკერდის ექსკურსია) სხვაობა უფრო მეტი აქვთ გაწვრთნილებს, რასაც გარკვეული მნიშვნელობა აქვს კუნთური მუშაობის დროს ფილტვების ვენტილაციის მომატებისათვის.

სუნთქვის სიხშირე მოსვენებულ მდგომარეობაში გაწვრთნილებში უფრო ნაკლებია, ვიდრე გაუწვრთნელებში. გაწვრთნილებში იგი არ აჭარბებს 10-14-ს. ამ შემთხვევაში სუნთქვის სიღრმე მომატებულია და 700-800 მლ-ს აღწევს. სუნთქვის დიდი სიღრმე უზრუნველყოფს ფილტვების სასუნთქი ზედაპირის ზრდას ალვეოლურ ჰაერსა და სისხლს შორის აირთა ცვლის პირობების გაუმჯობესებას.

სუნთქვის წუთმოცულობა (ფილტვების ვენტილაცია) გაწვრთნილებში თითქმის იგივეა, რაც გაუწვრთნელებში, ხოლო

**გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები**

ფილტვების ვენტილაციის განმსაზღვრელი კომპონენტების შეფარდება წვრთნის პროცესში მნიშვნელოვნად იცვლება. ასუნთქვის გაიშვიათება და გაღრმავება განაპირობებს სუნთქვის აქტის ეკონომიურობას.

წვრთნის პროცესში მოსვენებულ მდგომარეობაში ჟანგბადზე მოთხოვნა არ იცვლება. მაგრამ ზოგ შემთხვევაში, განსაკუთრებით როდესაც წვრთნა მიმდინარეობს კუნთების კარგად გამოხატული ჰიპერტროფიის პირობებში, ჟანგბადის მოხმარება მოსვენებულ მდგომარეობაში რამდენადმე იზრდება. ისეთ შემთხვევაში, როდესაც მუშაობის მიმართ ადაპტაცია ხდება ჟანგვითი პროცესების ეკონომიის ხარჯზე, ჟანგბადის მოხმარება მოსვენებულ მდგომარეობაში შეიძლება შემცირდეს. ზოგიერთი მონაცემების თანახმად, გაწვრთნილებში ჩასუნთქული ჰაერის ხარჯზე აღინიშნება ჟანგბადის გამოყენების კოეფიციენტის ზრდა. ამ შემთხვევაში ფილტვების ვენტილაცია შემცირებულია, რაც იწვევს გარეგანი სუნთქვის ეკონომიას.

სპორტსმენთა ამოსუნთქულ ჰაერში, განსაკუთრებით ხანგრძლივი ციკლური მუშაობისას, ნახშიროქსიდის რაოდენობა რამდენადმე მომატებულია, რაც განპირობებულია სისხლში მისი კონცენტრაციის მომატებით სამარაგო ტუტეიანობის ზრდასთან დაკავშირებით.

ქსოვილთა სუნთქვის ინტენსივობასა და სუნთქვის ცენტრის აგზნებადობის დონეზე მსჯელობენ სუნთქვის ნებიითი შეკავების ხანგრძლივობით. ჩვეულებრივ ეს დრო უფრო მეტია კარგად ნავარჯიშევ სპორტსმენებში. ოქსიჰემომეტრიულმა გამოკვლევებმა ცხადყო, რომ სპორტსმენებში სუნთქვის შეკავების დროს ხანგრძლივია როგორც მდგრადი, ასევე ჰიპოქსემიური ფაზა. სუნთქვის შეკავების დამთავრების შემდეგ სისხლის ოქსიგენაციის აღდგენა გაწვრთნილებში უფრო სწრაფად ხდება.

**გულ-სისხლძარღვთა სისტემა.** სისტემატურ წვრთნას, განსაკუთრებით ხანგრძლივი ციკლური მუშაობისას, თან სდევს გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ბიოქიმიური, მორფოლოგიური და ფუნქციური ცვლილებები. ამაში მთავარ როლს ასრულებს სისხლის

## გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები

მიმოქცევის სისტემაზე პარასიმპათიკური (ქოლინერგული) გავლენის გაძლიერება და ადრენალინის გავლენის დათრგუნვა.

XIX საუკუნეში აღმოაჩინეს, რომ სპორტში მეცადინეობა იწვევს გულის ზომის გადიდებას. მაშინ ამას მიიჩნევდნენ არასასურველ მოვლენად. შემდგომში დადგინდა, რომ სისტემატური კუნთური მოქმედება იწვევს გულის ღრუბის გაფართოებას (ტონოგენური დილატაცია) და მიოკარდიუმის ზოგიერთ ჰიპერტროფიას. ამ დროს გულის კუნთში იზრდება გლიკოგენისა და ცილოვანი ნაერთების, კერძოდ, მიოგლობინის შემცველობა. ეს უკანასკნელი მიოკარდიუმს იცავს ჰიპოქსიის განვითარებისაგან.

მიოკარდის ჰიპერტროფიას თან სდევს კაპილარული წნულის განვითარება, კაპილართა დიამეტრის ზრდა და მათ შორის გარდიგარდმო ანასტომოზების წარმოქმნა. ცხოველების ექსპერიმენტული წვრთნის დროს მარჯვენა პარკუჭის წონა იზრდება 10-16%-ით, მარცხენა პარკუჭისა - 10-13%-ით. გულის წონის შეფარდება სხეულის წონასთან რამდენადმე მატულობს. იმ პირთა გულის წონა, რომლებიც სპორტში არ მეცადინეობენ, პირდაპირ დამოკიდებულია სხეულის წონაზე. სპორტსმენთა მიოკარდიუმის ჰიპერტროფიის განვითარებასთან დაკავშირებით ეს შეფარდება ნაკლებადაა გამოხატული.

კვლევებით დადგენილია სპორტსმენთა გულის ზომის მომატება შემთხვევათა 74 %-ში. უფრო მეტად ეს აღინიშნებოდა ხანგრძლივი ციკლური სახის ვარჯიშების შედეგად. მაგალითად, მოთხილამურეებში გულის ჰიპერტროფია აღნიშნული იყო 84%-ში. მათ სხვა სახის სპეციალიზაციის სპორტსმენებთან შედარებით უფრო ხშირად აღინიშნებოდათ ორივე პარკუჭის ჰიპერტროფია.

გულის ჰიპერტროფიის დონე დამოკიდებულია წვრთნის თავისებურებაზე, აგრეთვე იმ ასაკზე, როცა იწყებენ სპორტში ვარჯიშს.

ამჟამად დადგენილია გულის მიოკარდიუმის ზომიერი ჰიპერტროფიის ეფექტურობა. მკვეთრად გამოხატულ ჰიპერტროფიას

**გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები**

ზოგჯერ თან სდევს გულის მიოკარდიუმის კუმშვადობის უნარის დაქვეითება, რაც უარყოფითად მოქმედებს გულის მუშაობაზე.

გულის კედლის ჰიპერტროფიასთან ერთად იზრდება მისი ღრუბის მოცულობა, რაც იწვევს გულის საერთო მოცულობის ზრდას. სპორტსმენებში ის საშუალოდ შეადგენს 1000 სმ<sup>3</sup>-ს, ხოლო არასპორტსმენებში 30-40%-ით ნაკლებია. ამ მაჩვენებლის ინდივიდუალური გაფანტულობა ძალზე დიდია. გულის მოცულობა შესაძლებელია ცვალებადობდეს 505-დან 1300სმ<sup>3</sup>-მდე.

გულის მოცულობა რამდენადმე დამოკიდებულია სხეულის წონასა და სიმაღლეზე. ერთ კილოგრამ წონაზე გადაანგარიშებით იგი გაწვრთნილ მამაკაცებში შეადგენს 10-18,5 სმ<sup>3</sup> კგ-ს, ხოლო ქალებში - 7-14,5 სმ<sup>3</sup> კგ-ს.

გულის მოცულობის შეფარდებითი ოდენობა წონისა და სიმაღლის გაანგარიშებით განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$\frac{\text{გულის მოცულობა (სმ}^3\text{)}}{\text{წონა (კგ) სიმაღლე (სმ)}}$$

პირობით ერთეულებში გამოხატული სიდიდე გაწვრთნილებისათვის უდრის 40-152-ს.

გულის მოცულობის ზრდა კუნთური მოქმედების დროს უზრუნველყოფს სისტოლური და წუთმოცულობის ზრდას, მაგრამ მისი ნორმაზე მეტად ზრდისას (1200 სმ<sup>3</sup>-ზე მეტი, ანდა შესაბამისად 16 სმ<sup>3</sup>/კგ) შეიძლება შემცირდეს მიოკარდიუმის კუმშვადობის უნარი და გულის სარეზერვო შესაძლებლობა.

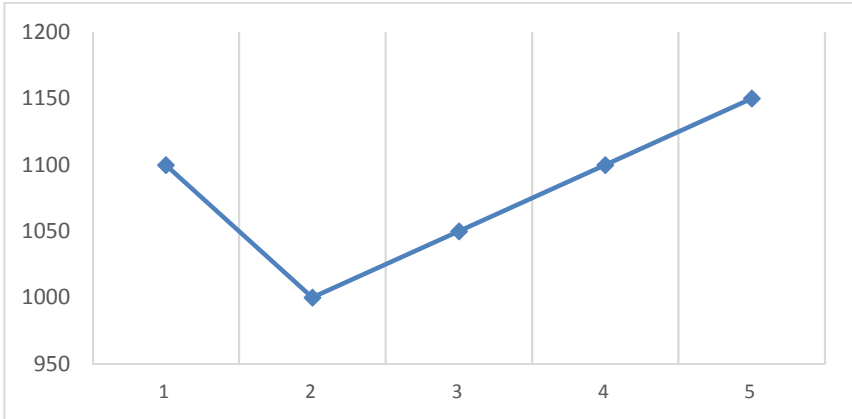
სპორტსმენის გულის მოცულობის ზრდა დამოკიდებულია მის სპეციალიზაციაზე. ყველაზე მეტად იგი გამოხატულია ციკლური სახის ვარჯიშებში ხანგრძლივად მოვარჯიშე სპორტსმენებში.

**გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები**

გულის მოცულობა იცვლება მთელი წლის განმავლობაში წვრთნის პერიოდში. ამიტომ ის შეიძლება იყოს გაწვრთნილობის ერთ-ერთი მაჩვენებელი. იმ პერიოდში, როდესაც საწვრთნო და საშეჯიბრო დატვირთვა ძალიან დიდია, სპორტსმენის გულის მოცულობამ შეიძლება მიაღწიოს ყველაზე დიდ ოდენობას. დატვირთვის შემცირების პერიოდში იგი მცირდება. მაგალითად, საგზატკეცილო ველოსიპედისტებზე დაკვირვებამ ცხადყო, რომ საშეჯიბრო პერიოდის ბოლოს მათი გულის მოცულობა საშუალოდ შეადგენდა 1100 სმ<sup>3</sup>-ს, გარდამავალი პერიოდის განმავლობაში კი შემცირდა 1000 სმ<sup>3</sup>-მდე. მოსამზადებელ პერიოდში საწვრთნო დატვირთვის მომატება კვლავ იწვევდა გულის მოცულობის ზრდას საშუალოდ 1159 სმ<sup>3</sup>-მდე.

გაწვრთნილებში გულის ცემის სიხშირე, როგორც წესი, ნაკლებია, ვიდრე გაუწვრთნელებში. სპორტსმენ მამაკაცებში გულის შეკუმშვის რიტმი წუთში უდრის 55 დარტყმას, ხოლო ქალებში 59-ს. არასპორტსნებებში 70-ს. სპორტსმენებში ბრადიკარდია განპირობებულია გულზე ცდომილი ნერვის გამლიერებული მოქმედებით და სინოატრიალურ კვანძში ზოგიერთი ბიოქიმიური ცვლილებებით. აღნიშნული მოვლენა უფრო გამოხატულია იმ სპორტსმენებში, რომელთა ციკლური ხასიათის ვარჯიშებში ჭარბობს საერთო გამძლეობაზე მუშაობა. საშუალო მონაცემების თანახმად, მორბენალ-სტაიერებში გულის მუშაობის რიტმი წუთში 52 დარტყმას არ აჭარბებს. სპრინტერებში კი 60-ს უდრის. წუთში 50-ზე ნაკლები გულისცემა მორბენალ სტაიერებში შეიმჩნევა შემთხვევათა 30%-ში, სპრინტერებში კი მხოლოდ შემთხვევათა 9%-ში. კვალიფიცირებულ მორბენალ მოთხილამურებს მოსვენებულ მდგომარეობაში გულის რიტმი წუთში 44 აქვთ. ცალკეულ შემთხვევაში არ აჭარბებს 30-ს. თხილამურებით მორბენალ ქალებს გულის ცემის სიხშირე რამდენჯერმე მეტი აქვთ. ფეხბურთელებში წუთში იგი შეადგენს 56-ს, ფრენბურთელებში - 60-ს, მოჭიდავეებსა და შტანგისტებში - 59-ს. ბრადიკარდია შეიძლება ჰქონდეთ ისეთ სპორტსმენებსაც, რომელთა მოქმედებაში ჭარბობს ძალისმიერი და სისწრაფისმიერი მუშაობა, რაც აიხსნება ადამიანის ორგანიზმის ინდივიდუალური თავისებურებითა და საერთო ფიზიკური მომზადების ზემოქმედებით, რომლის ერთ-ერთი ამოცანაა გამძლეობის განვითარება.

გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები



ველოსიპედისტების გულის მოცულობის ცვლილება (სმ<sup>3</sup>) წვრთნის სხვადასხვა პერიოდში. (1 და 2 - გარდამავალი პერიოდი. 3 და 4 მოსამზადებელი პერიოდი. 5 საშეჯიბრო)

სპორტსმენებს ბრადიკარდია ძირითადად უვითარდებათ სპორტში მეცადინეობის პირველ 2-3 წელიწადში. შემდგომ ეს მაჩვენებელი სტაბილიზდება და ძალიან მცირედ იცვლება მთელი წლის განმავლობაში.

ზომაზე მეტი საწვრთნო დატვირთვისას, როდესაც იგი აჭარბებს ორგანიზმის ფუნქციურ შესაძლებლობას, შეიძლება გამოვლინდეს მკვეთრი ბრადიკარდია.

ნავარჯიშებ სპორტსმენებში ბრადიკარდია არც თუ იშვიათად შერწყმულია სინუსურ არითმიასთან. ზოგიერთი არითმიის შემთხვევაში გულის ცალკეული ციკლის ხანგრძლივობა 0,10-დან - 0,15 წამამდეა გამოხატული.

სინუსური არითმია ხშირად შეიმჩნევა ახალგაზრდებში, რომლებიც სპორტში არ მეცადინეობენ. ამ შემთხვევაში იგი დაკავშირებულია სუნთქვის ფაზებთან. ამიტომ მას სუნთქვით არითმიას უწოდებენ. სპორტსმენთა სინუსური არითმია სუნთქვით არითმიად არ არის მიჩნეული. იგი ვლინდება როგორც ჩასუნთქვის, ასევე ამოსუნთქვისას და განპირობებულია გულზე ცდომილი ნერვის გავლენის გამლიერებით. ეს მოვლენა თავს იჩენს და მლიერდება სპორტული

## გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები

წვრთნის პროცესში. სინუსური არითმიის არსებობა მიუთითებს გულის თვისებაზე სწრაფად შეუგუოს თავის მოქმედება გარემო პირობების ცვლებადობას.

წვრთნის პროცესში გულში მომხდარი მორფოფუნქციური ცვლილებები მოქმედებს გულის ელექტროკარდიოგრამაზე (ეკგ). მონაცემების მიხედვით, იმ სპორტსმენთა ეკგ-ს, რომელთა წვრთნა მიმართულია გამძლეობის განვითარებისაკენ, ახასიათებს სინუსური ბრადიკარდია და სინუსური არითმია, დაბალი - P წვერი, მაღალი T კბილი და ST სეგმენტის გადაადგილება იზოხაზის ზევით და QRS კომპლექსის მაღალი ვოლტაჟი.

სპორტული წვრთნის შედეგად საგრძნობლად იცვლება გულის ციკლის ფიზიკური სტრუქტურა. ამ დროს მისი ხანგრძლივობა ძირითადად მატულობს დიასტოლის გახანგრძლივების ხარჯზე. ამასთანავე ხდება ცვლილებები სისტოლის ფაზურ სტრუქტურაშიც. განსაკუთრებით გახანგრძლივებულია იზომეტრიული შეკუმშვის ფაზა, რის გამოც გულის კუნთის დამაბულობის პერიოდი იზრდება.

იზომეტრიული შეკუმშვის ფაზის გახანგრძლივება აღენიშნება სპორტსმენთა 20%-ს. ზოგჯერ (მეტწილად სტაიერები) ამ ფაზის ხანგრძლივობა ნორმის საზღვარს აჭარბებს.

პარკუჭიდან სისხლის გადატყორცნის პერიოდი შეიძლება შეიცვალოს არაერთგვაროვნად. ამასთან დაკავშირებით სხვადასხვანაირად იცვლება გულის მექანიკური სისტოლის ხანგრძლივობაც, ე. ი. დრო, რომელიც იხარჯება ასინქრონულ, იზომეტრულ შეკუმშვაზე და პარკუჭიდან სისხლის გადატყორცნაზე.

სისტოლისშიგა მაჩვენებლის სიდიდე (სისხლის გადაწყორცნის პერიოდის და მექანიკური სისტოლის ხანგრძლივობის შეფარდება) წვრთნის განვითარებასთან დაკავშირებით მცირდება.

გულის ციკლის ფაზური სტრუქტურის ყველა ცვლილება უფრო მეტად გამოხატულია ისეთ კვალიფიცირებულ სპორტსმენებში, რომლებიც ხანგრძლივად ვარჯიშობენ ციკლური ხასიათის მუშაობისას. ამ მაჩვენებლების შესწავლა მთელი წლის განმავლობაში ვარჯიშის პროცესში იძლევა ინფორმაციას ფიზიკური დატვირთვის მიმართ გულის ადაპტაციის დონის შესახებ. მაგრამ სპორტსმენებში

**გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები**

გულის ციკლის სტრუქტურის ფაზური ცვლილება ზოგჯერ შეიძლება განპირობებული იყოს მიოკარდიუმის დაძაბვით. ამიტომ ცვლილებების მართებული შეფასებისათვის გულის ციკლის სტრუქტურის ფაზური ცვლილებების მაჩვენებლები უნდა განვიხილოთ ელექტროკარდიოგრაფიულ მონაცემებთან შეფარდებით.

გაწვრთნილ სპორტსმენებში იზომეტრული შეკუმშვის გახანგრძლივება და გულის ციკლის ფაზური სტრუქტურის სხვა ზოგიერთი ცვლილება მიუთითებს მიოკარდიუმის ჰიპოდინამიაზე. ეს მოვლენა, რომელიც განპირობებულია გულზე ცდომილი ნერვის გაძლიერებული გავლენით, მიანიშნებს, რომ კუნთური მოსვენების დროს იგი ნაკლები ძალით იკუმშება.

გულის ციკლის ფაზები	არასპორტსმენებში	სპორტსმენებში
ასინქრონული შეკუმშვის ფაზა	0.051	0.061
იზომეტრული შეკუმშვის ფაზა	0.031	0.047
დაძაბულობის პერიოდი	0.082	0.108
სისხლ. გადატყორცნის პერიოდი	0.256	0.258
მექანიკური სისტოლა	0.287	0.305
გულის ციკლი	0.850	0.948

*გულის ციკლის ფაზები სპორტსმენების და არასპორტსმენების მაგალითზე.*

მიოკარდიუმის ჰიპოდინამია ცხადყოფს გულის მნიშვნელოვანი ფუნქციური მარაგის არსებობას. ჰიპოდინამია რეგულირდება გულზე ნერვული და ჰუმორული გავლენის გზით და კუნთური მოქმედების დროს იცვლება ჰიპერდინამიით.

სპრინტერებში მიოკარდიუმის ჰიპოდინამიის ერთ-ერთი მაჩვენებელია სისხლის სამარაგო მოცულობის ზრდა. იგი კუნთოვანი მოქმედების დროს უზრუნველყოფს გულიდან სისხლის გადმოტყორცნის გაძლიერებას.

**გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები**

სისხლის სისტოლური მოცულობა გაწვრთნილობის განვითარებასთან დაკავშირებით რამდენადმე მცირდება, რაც მიუთითებს კუნთური მოსვენების დროს გულის მოქმედების ეკონომიურობაზე.

სპორტსმენებში გულის მოქმედების ეკონომიურობა ვლინდება აგრეთვე შეკუმშვის სიმძლავრის დაქვეითებით. მაგალითად ბაიდარის ნიჩბოსანთა მარცხენა პარკუჭის შეკუმშვის სიმძლავრე სპეციალური ფორმულით გამოანგარიშებისას საწვრთნო მოსამზადებელ პერიოდში შეადგენს 4.02, ხოლო საშეჯიბრო პერიოდში - 2.40 ვტ-ს.

გულის წუთმოცულობა გაწვრთნილობის მატებასთან დაკავშირებით მცირდება, რაც განპირობებულია ქსოვილთა მიერ ჟანგბადის უკეთ მოხმარებით და ამის გამო სისხლმომარაგებაში მათი მოთხოვნების დაქვეითებით. განსაკუთრებით მკვეთრადაა გამოხატული სისხლის წუთმოცულობის შემცირება სხეულის ზედაპირის ერთეულზე გადაანგარიშებით (გულის ინდექსი). მაგალითად, კვალიფიცირებულ მოთხილამურეებში ეს მაჩვენებელი წვრთნის მოსამზადებელ პერიოდში შეადგენდა საშუალოდ 2.54 ლ/წთ/მ<sup>2</sup>-ს, საშეჯიბროში კი შემცირდა 1,64 ლ/წთ/მ<sup>2</sup>-მდე.

წვრთნის საშეჯიბრო პერიოდში გულის სისტოლური და წუთმოცულობა მცირდება, გარდამავალ პერიოდში კი საწვრთნო დატვირთვის დაქვეითებასთან დაკავშირებით ისევე იზრდება. მაშასადამე, კუნთების მოსვენებულ მდგომარეობაში სისხლის სისტოლური და წუთმოცულობის ცვლილების მიხედვით შეიძლება ვიმსჯელოთ სპორტსმენის გაწვრთნილობის დინამიკაზე.

სპორტსმენებში არტერიული წნევის მაჩვენებლები ნორმის ფარგლებშია. სპორტული სპეციალიზაცია არ მოქმედებს მის ოდენობაზე. გაწვრთნილობის განვითარებასთან დაკავშირებით შეიმჩნება არტერიული წნევის მომატების ტენდენცია. ამ დროს ცოტათი მეტად იზრდება დიასტოლური წნევა, რაც განპირობებულია სისხლმომარაგებაზე ქსოვილთა მოთხოვნილების დაქვეითებით. ამასთან დაკავშირებით წვრილი არტერიები ვიწროვდებიან, მათი სანათური მცირდება. დიასტოლის დროს პერიფერიაზე სისხლის

## გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები

მიწოდების წინააღმდეგობა იზრდება, რაც იწვევს დიასტოლური წნევის მომატებას.

თუ მოსვენებულ მდგომარეობაში სპრინტერთა სისხლის წნევა ვერცხლისწყლის სვეტის 140 მმ-ზე მეტია ან 100 მმ-ზე ნაკლებია, ეს მეტწილ შემთხვევაში განპირობებულია გულისა და სისხლძარღვების რეგულაციის მოშლით.

არტერიათა კედლების ფუნქციურ მდგომარეობაზე, რომელიც დიდ როლს ასრულებს ადგილობრივ (რეგიონულ) სისხლის დინებაში, მსჯელობენ მათი სიმკვრივის დონის მიხედვით, რაც განისაზღვრება პულსური ტალღის გავრცელების სისწრაფით. წვრთნის დასაწყის ეტაპზე მოსვენებულ მდგომარეობაში სპორტსმენთა არტერიების კედლების სიმკვრივე არ განსხვავდება ასაკობრივი სტანდარტისაგან. შემდეგში გაწვრთნილობის განვითარებასთან დაკავშირებით ეს მაჩვენებლები იცვლება, რაც ძირითადად პირობადებულია არტერიული კედლების გლუვი კუნთების ტონუსის ცვლილებით. ამ ცვლილებათა ხასიათი დამოკიდებულია შესრულებადი მოძრაობის თავისებურებაზე. უფრო მეტად განსხვავებაა გამოხატული სპორტის იმ სახეობაში, რომელშიც კუნთების ცალკეული ჯგუფის დატვირთვა არათანაბარია. მაგალითად, რბენის დროს, განსაკუთრებით დიდ დისტანციაზე, უფრო აქტიურია ქვედა კიდურების კუნთები. ამიტომ მორბენლებში წვრთნის პროცესში ფეხების არტერიათა კედლების სიმტკიცე ყველაზე მეტად ცვალებადობს.

შესასრულებელი მოძრაობის სტრუქტურის ცვლილებასთან დაკავშირებით სხეულის მომუშავე რგოლებში იცვლება არტერიათა კედლების სიმტკიცის დონე. მაგალითად, თუ მორბენალ მოთხილამურეებში წვრთნის მოსამზადებელ პერიოდში ჭარბობს რბენითი დატვირთვა, მოსვენებულ მდგომარეობაში მათი ფეხების არტერიათა კედლების სიმტკიცე მატულობს. თოვლზე ვარჯიშზე გადასვლისას, როცა დატვირთვა კუნთების სხვადასხვა ჯგუფზე შედარებით თანაბრად ნაწილდება, ფეხებისა და ხელების არტერიათა კედლების სიმტკიცე ერთნაირი ხდება.

**გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები**

გაწვრთნილობის განვითარებასთან დაკავშირებით არტერიათა კედლების სიმკვრივის ცვლილება სხვადასხვანაირად ხდება. მაგალითად ახალბედა მორბენლებში წვრთნის პირველ ეტაპზე იგი მცირდება, რაც განპირობებულია საწვრთნელი დატვირთვის შემდეგ აღდგენის პერიოდის გახანგრძლივებით. ამ დროს მომუშავე კუნთების სისხლის მომარაგება გაძლიერებული უნდა იყოს. ამიტომ კუნთების კაპილარები გაფართოებული რჩება, არტერიებისა და არტერიოლების გლუვი კუნთები კი მოდუნებულია. სწორედ ეს უკანასკნელი იწვევს არტერიათა კედლების სიმტკიცის დაქვეითებას. გაწვრთნილობის განვითარებასთან დაკავშირებით მოსვენებულ მდგომარეობაში, განსაკუთრებით სხეულის აქტიურ ადგილებში, არტერიათა კედლების სიმტკიცე მომატებას იწყებს. ეს აიხსნება გაწვრთნილი კუნთებში სისხლით მომარაგებაზე მოთხოვნის დაქვეითებით, რაც იწვევს არტერიების შევიწროებას, პერიფერიული წინააღმდეგობისა და მსხვილი არტერიების კედლების სიმტკიცის მომატებას.

**სისხლის სისტემა.** ორგანიზმში სისხლის საერთო რაოდენობა გაწვრთნილობის განვითარებასთან დაკავშირებით რამდენადმე იზრდება, მასში ერთროციტებისა და ჰემოგლობინის რაოდენობა მატულობს. ეს იწვევს სისხლის სუნთქვითი ზედაპირისა და ჟანგბადის მოცულობის მომატებას.

სპორტში მაღალი შედეგების მისაღწევად, განსაკუთრებით ციკლური ხასიათის სახეობებში, აუცილებელია 1მმ<sup>3</sup> სისხლის შეიცავდეს არანაკლებ 4, 7 მლნ ერთროციტებსა და 14,5% ჰემოგლობინს. ზოგიერთ შემთხვევაში მთის პირობებში ვარჯიშისას სპორტსმენების ერთროციტების რაოდენობა შეიძლება აღემატებოდეს 6 მლნ-ს 1 მმ<sup>3</sup>-ში. ამასთან შესაბამისად იზრდება ჰემოგლობინის რაოდენობაც. ეს მაჩვენებლები აუცილებელია განსაკუთრებით ისეთი სპორტსმენებისათვის, რომლებიც ვარჯიშობენ ხანგრძლივად დიდი და ზომიერი სიმძლავრით.

გაწვრთნილების, განსაკუთრებით კი სტაიერების ლეიკოციტური ფორმულა შეცვლილია, რაც გამოიხატება ლიმფოციტების მომატებით.

## გაწვრთნილობის ფიზიოლოგიური მაჩვენებლები

წვრთნის პროცესში სისხლის პლაზმაში მომხდარი ცვლილებები ძირითადად განპირობებულია ბუფერულ სისტემათა სიმძლავრის მომატებით, რომლებიც იცავენ PH-ს მჟავიანობისაკენ მკვეთრი გადახრისაგან. მათი სიმძლავრის ზრდა ხორციელდება სისხლის ზოგიერთი ფერმენტის აქტივობის მომატებით.

სპორტსმენებში სისხლის სამარაგო ტუტეანობა მომატებულია. გაწვრთნილებში აღნიშნული მაჩვენებელი საშუალოდ შეადგენს 70 მოცულობით პროცენტს, ხოლო არასპორტსმენებში - 65-ს.

აღნიშნული მონაცემები მოწმობს კუნთური სიმშვიდის მდგომარეობაში გაწვრთნილ სპორტსმენტა ორგანიზმის ღრმა და მრავალმხრივ მორფოფუნქციურ თავისებურებებს, რითაც ისინი განსხვავდებიან იმ ადამიანთაგან, რომლებიც სპორტს არ მისდევენ. ამ თავისებურებითაა განპირობებული მოსვენებულ მდგომარეობაში ფიზიოლოგიური ფუნქციების ეკონომიურობა და დამაბული კუნთური მოქმედების შესრულებისათვის ორგანიზმის მზადყოფნა.

**გაწვრთნილი და გაუწვრთნელი ორგანიზ. რეაქცია სტანდ. დატვირთ.**

**გაწვრთნილი და გაუწვრთნელი ორგანიზმის რეაქცია  
სტანდარტულ (სატესტო) დატვირთვაზე**

გაწვრთნილობის დასადგენად გამოყენებულ სტანდარტულ დატვირთვებს უნდა ჰქონდეს მკაცრად განსაზღვრული სიმძლავრე და ხანგრძლივობა, ხელმისაწვდომი იყოს როგორც ნავარჯიშევი, ასევე არანავარჯიშევი ადამიანისთვის.

გაწვრთნილებში სატესტო დატვირთვაზე რეაქციას ახასიათებს შემდეგი თავისებურებები:

- 1) მუშაობის დასაწყისში (გაუწვრთნილებთან შედარებით) ყველა ფუნქცია უფრო სწრაფად მატულობს;
- 2) მუშაობისას მათი ფიზიოლოგიური პროცესების დონე შედარებით დაბალია;
- 3) აღდგენა შედარებით სწრაფად მთავრდება.

**საერთო მუშაობისუნარიანობის განსაზღვრის მეთოდი.** ადამიანის საერთო მუშაობისუნარიანობის განსაზღვრისათვის იყენებენ სხვადასხვა ტესტებს: PWC<sub>170</sub> - სინჯს<sup>i</sup>, ჰარვარდის ტესტს და სხვ. ხოლო აერობული შესაძლებლობების განსაზღვრისათვის გამოყენებულია პ.ო.ასტრანდის ტესტი და ნომოგრამა. სპეციალური მუშაობისუნარიანობის განსაზღვრისათვის რეკომენდებულია ტესტები, რომელთა დროს მოძრაობის სტრუქტურა და მუშაობის სიმძლავრე სპორტული სპეციალიზაციის ადექვატურია.

სატესტო დატვირთვის სიმძლავრის ზუსტი დოზირება ხდება ველოერგომეტრზე მუშაობისას. ამ დროს რეგულირება ხდება წინააღმდეგობის სიდიდისა და პედალირების ტემპის მიხედვით. ველოერგომეტრის უქონლობის შემთხვევაში იხმარება სტეპ-ტესტი<sup>ii</sup>, ამ

<sup>i</sup> PWC (ინგლ.) - პირველი ასოებია სიტყვებისა Physical Working Capacity , ანუ ფიზიკური მუშაობისუნარიანობა.

<sup>ii</sup> სტეპ-ტესტი - ინგლ. step - ნაბიჯი, test - გამოცდა სინჯი, დატვირთვა საფეხურებით ასვლა

**გაწვრთნილი და გაუწვრთნელი ორგანიზ. რეაქცია სტანდ. დატვირთ.**

დროს მუშაობის სიმძლავრე განისაზღვრება საფეხურის სიმაღლისა და მათზე ასვლის ტემპით.

PWC<sub>170</sub> სინჯით შეიძლება ისეთი მუშაობის სიმძლავრის განსაზღვრა, რომლის დროსაც გულის რიტმი წუთში აღწევს 170 დარტყმას. ასეთი გახშირებული გულის ცემის დროს, რაც უფრო მეტია მუშაობის სიმძლავრე, მით მაღალია ადამიანის საერთო ფიზიკური მუშაობისუნარიანობა. PWC<sub>170</sub> სინჯის დროს სრულდება ორი ხუთ-ხუთ წუთიანი დატვირთვა სამწუთიანი ინტერვალით. პირველი მუშაობის დროს მუშაობის სიმძლავრე უფრო ნაკლებია ვიდრე მეორე დატვირთვისას. საცდელი პირისათვის ორივე დატვირთვა ზღვრული არ შეიძლება იყოს. დატვირთვის შერჩევა საჭიროა სქესისა და ადამიანის ფიზიკური მომზადებულობის შესაბამისად.

გამოსაკვლევნი	ქალები		მამაკაცები	
	1-ლი დატვირთვა	მე-2 დატვირთვა	1-ლი დატვირთვა	მე-2 დატვირთვა
სპორტსმენები	300	600	600	1500
არასპორტსმენ.	750	300	300	600

*ფიზიკური მუშაობისუნარიანობის განსაზღვრისათვის რეკომენდებული დატვირთვის სიმძლავრე (კგმ/წთ) ვ. ლ. კარპმანის მიხედვით.*

თითოეული დატვირთვის შემდეგ უნდა დაითვალონ გულისცემის სიხშირე (15 წამში). შესრულებული მუშაობის სიმძლავრისა და გულის შეკუმშვათა სიხშირის მონაცემების გამოყენებით გამოიანგარიშებენ PWC<sub>170</sub> სიდიდეს კგ/სთ-ობით, შემდეგი ფორმულით:

$$PWC_{10} = s_1 + [(s_2 - s_1) \cdot \frac{(170 - g_{s_1})}{g_{s_2} - g_{s_1}}]$$

სადაც  $s_1$  პირველი მუშაობის სიმძლავრეა.  $s_2$  - მეორე მუშაობის სიმძლავრეა;  $g_{s_1}$  - გულის მუშაობის სიხშირე პირველი მუშაობის ბოლოს,  $g_{s_2}$  - იგივე მეორე მუშაობის ბოლოს.

სპორტსმენებს, განსაკუთრებით იმათ, ვინც სპორტის ციკლურ სახეობებში სპეციალიზდება, არასპორტსმენებთან შედარებით, PWC<sub>170</sub>

**გაწვრთნილი და გაუწვრთნელი ორგანიზ. რეაქცია სტანდ. დატვირთ.**

მეტი აქვთ აბსოლუტური სიდიდისას 1 კგ წონაზე გადაანგარიშების მიხედვით.

PWC<sub>170</sub> სიდიდე, რომელიც სპორტსმენის საერთო ფიზიკური მუშაობისუნარიანობის მაჩვენებელია, იცვლება წვრთნის სხვადასხვა პერიოდში. სპორტის ციკლურ სახეობებში იგი აღწევს მაქსიმალურ სიდიდეს სპორტული ფორმის შემთხვევაში, მაგალითად, კვალიფიცირებული ველოსიპედისტების PWC<sub>170</sub> სიდიდე წვრთნის

170 მაჩვენებელი	სათლამურ ო სპორტი	საცეგურაო სპორტი	ველოსპორტ	სიარული	ფეხბურთი	ჰოკეი	კალათბურთი	ჭიდაობა	ტანვარჯიში	არასპორტსმენები
კგ. წთ.	1760	1710	1670	1548	1523	1428	2625	1370	1044	1027
კგ. წთ. სხეულის კგ. წონაზე	25,7	24,0	22,6	22,5	21,7	20,7	18,7	16,6	16,5	15,5

*არასპორტსმენებისა და სპორტის სხვადასხვა სახეობაში სპეციალიზირებულ სპორტსმენთა PWC<sub>170</sub> სიდიდე (ვ. ლ. კარპმანის მიხედვით)*

გარდამავალ პერიოდში საშუალოდ აღწევს 1412 (±82) კგ/წთ-ს, მოსამზადებელ პერიოდში - 1823 (±64ს), საშეჯიბრო პერიოდში 2063 (±74)-ს (ვ. ვ. ვასილიევა და თანაავტორები).

PWC<sub>170</sub> სიდიდე დამოკიდებულია გულის მოცულობაზე, რაც უფრო დიდია გული, მით უფრო მეტი სიმძლავრის მუშაობის შესრულება შეუძლია, როდესაც გულისცემის სიხშირე წუთში აღწევს 170 დარტყმას.

**ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარება.** ორგანიზმის საერთო მუშაობისუნარიანობის განმსაზღვრელი მნიშვნელოვანი ფაქტორია მისი აერობული შესაძლებლობანი, რომელთა შეფასება ხდება ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარებით (ჟმმ). ჟმმ-ს საორიენტაციო განსაზღვრისათვის შემუშავებულია სატესტო დატვირთვის მეთოდები. ერთ-ერთი ასეთი მეთოდია განსაზღვრული სიმაღლის საფეხურზე

**გაწვრთნილი და გაუწვრთნელი ორგანიზ. რეაქცია სტანდ. დატვირთ.**

ასვლა 5 წუთის განმავლობაში, როცა მოძრაობის ტემპი წუთში შეადგენს 90-ს. მუშაობის უკანასკნელი 15 წამის განმავლობაში ითვლიან გულის ცემის სიხშირეს და პ. ო. ასტრანდის მიერ შემუშავებული ნომოგრამით განსაზღვრავენ ჟმმ-ს სიდიდეს. ეს მეთოდი ძალიან ზუსტი არ არის, მაგრამ მისი საშუალებით ხდება წვრთნის პროცესში სპორტსმენის საერთო მუშაობისუნარიანობის დინამიკის განსაზღვრა. აერობული შესაძლებლობა შეიძლება განისაზღვროს  $PWC_{170}$  სიდიდითაც. ამის საფუძველზე მოცემულია ფორმულები, რომლებიც ჟანგბადის მაქსიმალური სიდიდის (ჟმმ) გამოთვლის საშუალებას იძლევიან. გაწვრთნილებისათვის იხმარება ფორმულა:

$$\text{ჟმმ} = 2,2, PWC_{170} + 1070,$$

გაუწვრთნელებისათვის.  $\text{ჟმმ} = 1,7 PWC_{170} + 1240$

**ჰარვარდის ტესტი.** ტესტი, რომელიც შემუშავებულია ჰარვარდის უნივერსიტეტში, გულისხმობს დატვირთვას - გარკვეული სიმაღლის საფეხურზე ასვლას წუთში 120-ჯერ, მუშაობა გრძელდება დაღლამდე, მაგრამ არაუმეტეს 5 წუთისა. ამ ტესტში მუშაობისუნარიანობის განსაზღვრა ხდება ფორმულით, რომელშიც გათვალისწინებულია მუშაობის ხანგრძლივობა და აღდგენის მეორე წუთის პირველ ნახევარში გულის ცემის რაოდენობა.

50-ზე ნაკლები ინდექსი შეესაბამება მუშაობისუნარიანობის დაბალ დონეს, 50-80 ინდექსი - საშუალო, ხოლო 80-ზე მეტი ინდექსი - მაღალ დონეს.

**მუშაობისუნარიანობის სხვა ტესტები.** ეს ტესტები, როგორც სხვა აღწერილი ტესტები, განსხვავდება შესწავლილი ფუნქციისა და სატესტო დატვირთვის თავისებურებებით. მაგრამ ყველა მათგანისათვის საერთოა დატვირთვის ზუსტი სტანდარტულობა და ხელმისაწვდომი სიმძლავრე.

გაწვრთნილ სპორტსმენებში შედარებით არადიდი სიმძლავრის დატვირთვა იწვევს ორგანიზმის ყველა ფუნქციის ნაკლებ ცვლილებას, რაც განპირობებულია წვრთნის პროცესში ფუნქციათა

**გაწვრთნილი და გაუწვრთნელი ორგანიზ. რეაქცია სტანდ. დატვირთ.**

ეკონომიურობით. მუშაობის პროცესში ენერჯის ხარჯვის სიდიდე მჭიდრო კავშირშია უჯრედშიგა ნივთიერებათა ცლის ეკონომიურობასთან, რომლის დაქვეითებაც თან სდევს სუნთქვისა და სისხლის მიმოქცევის ფუნქციათა შემცირება.

**ორგანიზმის ცალკეული სისტემის რეაქცია სტანდარტულ (სატესტო) დატვირთვაზე**

**ცენტრალური ნერვული სისტემა.** გაწვრთნილ ადამიანთა მიერ სტანდარტული მუშაობის შესრულების შემდეგ ელემენტარული მოძრაობის რეაქციის ფარული პერიოდი მცირდება, დიფერენციაციის უნარი იზრდება, მომდენო შეკავების მოვლენები მცირდება. გაუწვრთნელებში ყველა აღნიშნული მაჩვენებლები შეიძლება შეიცვალოს საწინააღმდეგო მიმართულებით დადლისა და დაცვითი შეკავების განვითარების გამო.

**მამოძრავებელი აპარატი.** სტანდარტული მუშაობის დროს გაწვრთნილთა კუნთების ელექტრული აქტივობა უფრო ნაკლებია, ვიდრე გაუწვრთნელებში. ამ დროს ელექტრული პოტენციალები კონცენტრირდება დროში. ისინი ვითარდებიან მოძრაობის აქტიურ ფაზაში და თითქმის მთლიანად ქრებიან შედარებით მოსვენების ფაზაში.

კუნთების ცალკეული მოძრაობითი ერთეულის ელექტრული პოტენციალის რეგისტრაციამ ცხადყო, რომ წვრთნის პროცესში ერთნაირი მუშაობის შესრულებისას პოტენციალთა სიხშირე მცირდება და ელექტრულ განმუხტვებს შორის ინტერვალის ხანგრძლივობა იზრდება. გაწვრთნილობის ზრდასთან დაკავშირებით ელექტრულ პოტენციალთა ამპლიტუდა მცირდება. გაწვრთნილებში კუნთების ელექტრული აქტივობის თავისებურებანი ცხადყოფს ცენტრების

**გაწვრთნილი და გაუწვრთნელი ორგანიზ. რეაქცია სტანდ. დატვირთ.**

მოქმედების უკეთეს კოორდინაციას და მამოძრავებელ ნერვულ ცენტრებში ნერვულ პროცესთა მეტ კონცენტრაციას.

გაწვრთნილებში სატესტი დატვირთვის გავლენით კუნთების აგზნებადობა და ლაბილობა ან არ იცვლება, ან და მატულობს. გაუწვრთნელებში ეს მონაცემები მცირდება.

**ენერგიის ხარჯვა.** სტანდარტული მუშაობის დროს ენერგიის ხარჯვა გაწვრთნილებში უფრო ნაკლებია, ვიდრე გაუწვრთნელებში. მაგალითად, კვალიფიცირებული მოთხილამურეები 18-25%-ით ნაკლებ ენერგიას ხარჯავენ, ვიდრე შედარებით დაბალი თანრიგის მოთხილამურეები, თხილამურებით ერთნაირი სიჩქარით სრიალის დროს.

**სასუნთქი სისტემა.** გაწვრთნილთა სუნთქვა უფრო შეხამებულია მოძრაობასთან, ვიდრე გაუწვრთნელებში. წვრთნის პროცესში ყალიბდება მოცემული მოძრაობითი მოქმედების შესაბამისი სუნთქვის ეფექტური ტიპი.

სტანდარტული მუშაობის დროს ფილტვების ვენტილაცია, ჟანგბადზე მოთხოვნილება და დავალიანება გაწვრთნილებში უფრო ნაკლებია, ვიდრე გაუწვრთნელებში, ხოლო ამოსუნთქული ჰაერიდან ჟანგბადის მოხმარების კოეფიციენტი პირიქით მეტია.

**გულ-სისხლძარღვთა სისტემა.** გაწვრთნილებში ჟანგბადზე შედარებით ნაკლები მოთხოვნილება და ქსოვილთა მიერ ჟანგბადის უკეთესი უტილიზაცია უზრუნველყოფს სისხლის მიმოქცევის ორგანოთა მიმართ ნაკლებ მოთხოვნას.

სტანდარტული მუშაობის დროს გულის ცემის სიხშირის აბსოლუტური სიდიდე გაწვრთნილებში უფრო ნაკლებია, ვიდრე გაუწვრთნელებში, ხოლო პროცენტული შეფარდება საწყის დონესთან შედარებით შეიძლება უფრო მეტი იყოს.

სხვადასხვა დონეზე გაწვრთნილ ადამიანებში გულის რიტმის ცვლილება მუშაობის დროს ერთნაირი არ არის. მუშაობაში ჩართვის პერიოდში იგი ინტენსიურად მატულობს გაწვრთნილებში, ხოლო მუშაობის გაგრძელებისას კი - გაუწვრთნელებში. მუშაობის შემდეგ ამ მაჩვენებლის აღდგენა უფრო სწრაფად ხდება გაწვრთნილებში. ეს განსხვავება კანონზომიერი მოვლენაა, რადგანაც გულის რიტმის

**გაწვრთნილი და გაუწვრთნელი ორგანიზ. რეაქცია სტანდ. დატვირთ.**

აღდგენის სისწრაფით შეიძლება ვიმსჯელოთ ფიზიკური დატვირთვის მიმართ სისხლის მიმოქცევის ორგანოების ადაპტაციაზე.

სინუსური არითმია, რომელიც სპორტსმენებს მოსვენებულ მდგომარეობაში ხშირად აღენიშნებათ, კუნთური მოქმედების დროს მცირდება და ქრება კიდევაც. აღნიშნული მოვლენა გაწვრთნილებში უფრო გვიან გამოვლინდება, ვიდრე გაუწვრთნელებში.

სისხლის სისტოლური და წუთმოცულობა უფრო ნაკლებად მატულობს კარგად გაწვრთნილებში.

მხრის არტერიაში სისხლის წნევა უფრო ნაკლებად მატულობს გაწვრთნილებში, ვიდრე გაუწვრთნელებში. ეს დამოკიდებულია მუშაობის თავისებურებაზე. სხეულის აქტიურ არტერიებში სისხლის წნევა გაწვრთნილებში უფრო ნაკლებად მატულობს, ვიდრე გაუწვრთნელებში, ხოლო არააქტიურ ძარღვებში შეიძლება მოიმატოს რამდენადმე მეტად. მაშასადამე, სტეპ-ტესტის ან ველოერგომეტრზე შესრულებული მუშაობისას მხრის არტერიის წნევა გაწვრთნილებში შეიძლება გაიზარდოს უფრო მეტად, ვიდრე გაუწვრთნელებში. სტანდარტული დატვირთვის დროს გაწვრთნილთა სხეულის აქტიურ არეებში არტერიათა კედლების სიმტკიცე უფრო ნაკლებად მატულობს, ვიდრე გაუწვრთნელებში, ხოლო არააქტიურ არეებში უფრო მეტად. სხეულის სხვადასხვა არეში სისხლის წნევისა და არტერიათა კედლების სიმტკიცის სხვადასხვაობა კუნთურ მოქმედებასთან სისხლძარღვთა სისტემის ადაპტაციის ერთ-ერთი მაჩვენებელია. ეს ცვლილებები ხელს უწყობს მუშა ჰიპერემიის შენარჩუნებისათვის სისხლის აუცილებელ გადანაწილებას.

**სისხლის სისტემა.** სტანდარტული მუშაობის დროს შინაგან გარემოში მომხდარი ცვლილებები გაწვრთნილებში უფრო ნაკლებადაა გამოხატული, ვიდრე გაუწვრთნელებში. გაწვრთნილებში ასევე ნაკლებადაა გამოხატული PH-ის ცვლილება, სისხლში რემენჯავას კონცენტრაციის მომატება და ფორმიანი ელემენტების შემადგენლობის ძვრადობა.

ამგვარად, სტანდარტულ დატვირთვაზე რეაქციების შესწავლა შესაძლებელს ხდის დავასკვნათ, რომ გაწვრთნილთა უფრო ნაყოფიერ მუშაობას განაპირობებს ფუნქციათა უფრო სრულყოფილი კოორდინაცია და ენერგეტიკული რესურსების ეკონომიური ხარჯვა.

**გაწვრთნილობის მაჩვენებლები უაღრესად დაძაბ. მუშაობის დროს**

**გაწვრთნილობის მაჩვენებლები უაღრესად დაძაბული მუშაობის დროს**

სპორტის სხვადასხვა სახეობაში მაღალი შედეგების უზრუნველყოფის ძირითადი ფაქტორები. მაღალი სპორტული შედეგების მიღწევას განაპირობებს მრავალი ფაქტორი, რომელთაგანაც უმნიშვნელოვანესია:

1. მოძრაობის სრულყოფილი ტექნიკა;
2. ფიზიოლოგიურ ფუნქციათა სწრაფი და მუშაობის დროს შექმნილ მოთხოვნათა ადექვატური ზრდა და ერთდროულად მათი ეკონომიურობა;
3. მკვეთრად შეცვლილი შინაგანი გარემოს პირობებში მუშაობის გაგრძელებისათვის ორგანიზმის ადაპტაცია.

თითოეულ ამ ფაქტორთაგანს სპორტის სახეობასა და ადამიანის ინდივიდუალობასთან დაკავშირებით მეტ-ნაკლები მნიშვნელობა აქვთ.

სპორტის ისეთ სახეობებში, რომლებშიც შედეგი ფასდება ქულებით (სპორტული ტანვარჯიში, აკრობატიკა, წყალში ხტომა და სხვ.), მოძრაობის შესრულების ტექნიკა გადამწყვეტი ფაქტორია. ციკლურ სახეობებში იგი შედარებით ნაკლებ როლს ასრულებს. მაგალითად რ. მარგარიას მონაცემებით, გრძელ მანძილზე რბენის ტექნიკის გაუმჯობესება ზრდის სპორტულ შედეგს არა უმეტეს 70%-ით. მიუხედავად ამისა, სპორტის ყველა სახეობაში მეცადინეობის დროს აუცილებელია მოძრაობის ტექნიკის გაუმჯობესება, რომელიც თავისთავად განაპირობებს სპორტსმენის მოქმედების ეკონომიას.

ციკლური სახის ფიზიკურ ვარჯიშებში (რბენა, ცურვა, ნიჩბოსნობა, თხილამურებით რბოლა და სხვ.) მაღალი შედეგების მისაღწევად წამყვანი მნიშვნელობა აქვს სხვადასხვა ფაქტორს, რაც განპირობებულია მუშაობის სხვადასხვა სიმძლავრით.

სუბმაქსიმალური და მაქსიმალური სიმძლავრის მუშაობისას მეტი მნიშვნელობა აქვს ანაერობულ პროცესებს, რომელთა დროსაც

**გაწვრთნილობის მაჩვენებლები უაღრესად დაძაბ. მუშაობის დროს**

ხდება ენერჯის განთავისუფლება. ამ დროს დიდი როლი აქვს დათმობილი ორგანიზმის ადაპტაციას შინაგან გარემოში მომხდარი ცვლილებების პირობებში. დიდი და ზომიერი სიმძლავრის მუშაობისას ორგანიზმის მაღალი მუშაობისნარიანობისა და მაღალი სპორტული შედეგების მიღწევის მთავარი ფაქტორია ჟანგბადის დროული და შეძლებისდაგვარად მოთხოვნის დასაკმაყოფილებელი რაოდენობით მიწოდება.

ცვალებადი სიმძლავრის მუშაობისას (სპორტული თამაშები და ორთაბრძოლის ყველა სახე) ყველაზე მნიშვნელოვანია ორგანიზმის უნარი მოთხოვნის ზრდის შესაბამისად გააძლიეროს თავისი ფუნქციები და შეამციროს ისინი დასვენების შუალედში, მუშაობის სიმძლავრის დაქვეითებისას.

**ჟანგბადის მოხმარება.** როგორც ყველა სპორტული მოქმედებისას, ასევე განსაკუთრებით სუბმაქსიმალური და დიდი სიმძლავრის ციკლური ვარჯიშების შესრულებისას აღინიშნება ჟანგბადის მოხმარების ზრდა, რომელიც გაწვრთნილ სპორტსმენებში აღწევს წუთში 5-6 ლიტრს. ასეთი მუშაობის დროს ორგანიზმის აერობული შესაძლებლობანი ძალზე დიდი უნდა იყოს. ამ შესაძლებლობებზე მსჯელობენ ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების სიდიდით, რომელსაც განსაზღვრავენ ან არაპირდაპირი გზით ზომიერი სიმძლავრის სტანდარტული მუშაობისას გულის ცემის გახშირების დონის მიხედვით (იხ. ზემოთ), ანდა პირიქით, უფრო ზუსტი მეთოდით. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში საცდელი პირები ველოერგომეტრზე ასრულებენ 3-5 წუთიან განმეორებით მუშაობას სიმძლავრის თანდათანობით მომატებით. ამ დროს მოხმარებული ჟანგბადის რაოდენობა იზრდება მუშაობის სიმძლავრის მომატებასთან დაკავშირებით, აღწევს ამა თუ იმ სპორტსმენისათვის მაქსიმალურ სიდიდეს და შემდეგში, მიუხედავად მუშაობის სიმძლავრის მომატების, მუდმივი რჩება. სწორედ ეს არის სპორტსმენის მიერ ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების სიდიდე.

ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების სიდიდის განსაზღვრა შეიძლება სპორტული წვრთნის ბუნებრივ პირობებშიც, მაგრამ ეს მეთოდი ძალიან რთულია და არცთუ ყოველთვის ზუსტი.

**გაწვრთნილობის მაჩვენებლები უაღრესად დაძაბ. მუშაობის დროს**

რაც უფრო მეტია ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარება, მით მეტია ორგანიზმის დაკმაყოფილება ჟანგბადით. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ხანგრძლივი ციკლური მუშაობისას. მაგრამ ჟანგბადის მოხმარებას სპორტული მოქმედების დროს იშვიათად აღწევს მაქსიმალურ დონეს, რადგანაც მაქსიმალური მოხმარების პირობებში შეიძლება მხოლოდ შეზღუდული დროით მუშაობა. ჩვეულებრივ, ციკლური მუშაობისას ჟანგბადის მოხმარება შეადგენს მოცემული სპორტსმენის მიერ ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების დაახლოებით 80%-ს, ხოლო მუშაობის სიმძლავრის მომატებასთან დაკავშირებით იგი შეიძლება დროებით გაიზარდოს (სპურტი, მთაზე ასვლა და სხვ.).

მაღალი კვალიფიკაციის სპორტსმენ-სტაიერთა მიერ ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარება შეადგენს წუთში 5-6 ლიტრს (სხეულის კგ. წონაზე გადაანგარიშებით 83-85 მლ/წთ). ამ მაჩვენებლის მაქსიმალური სიდიდე სპორტსმენებში შესაძლებელია იყოს მაქსიმუმ 7 ლიტრი წუთში (ან 90 მლ/წთ.კგ). ხანმოკლე ციკლური მუშაობისას, აგრეთვე აციკლური და სიტუაციური სახის კუნთური მოქმედებისას, ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების სიდიდე ნაკლებია. ხოლო იმ პირებში, რომლებიც სპორტს არ მისდევენ, ეს სიდიდე არ აღემატება 3-3,5 ლ/წთ-ს (40 მლ/წთ/კგ-ზე ნაკლები).

თხილამურებით რბოლის, გრძელ მანძილზე სირბილის, ციგურებით ვარჯიშისა და ველოსპორტის დროს მაღალი სპორტული შედეგების მიღწევა დამოკიდებულია აერობული შესაძლებლობის დონეზე. მაგალითად იმ სპორტსმენებში, რომლებიც 5 და 10 კმ რბენაში აღწევენ საერთაშორისო რეკორდულ შედეგს, ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარება შეადგენს დაახლოებით 6 ლ/წთ-ს. ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების ზრდა 1 მლ/წთ/კგ ხელს უწყობს 5 კმ-ზე რბენისას შედეგის საშუალოდ 3,5 წამით მომატებას. მოთხილამურე მორბენლები, რომელთა მიერ ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარება უდრის 80 მლ/წთ/კგ-ს, სწორ ადგილზე გადაადგილებისას უგებენ იმ სპორტსმენებს, რომელთა მიერ ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარება არ აღემატება 65 მლ/წთ/კგ-ს. დაახლოებით ერთი მეტრი წამში ეს ნიშნავს,

**გაწვრთნილობის მაჩვენებლები უაღრესად დაძაბ. მუშაობის დროს**

რომ სხვა თანაბარ პირობებში 10 კმ დისტანციაზე პირველნი უგებენ მეორეებს 8 წუთით.

ორგანიზმის მაღალ აერობულ შესაძლებლობას მეტი მნიშვნელობა აქვს სპორტის ციკლურ სახეობებში, მაგრამ ისინი გარკვეულ როლს ასრულებენ აციკლურ და სიტუაციურ სახეობებშიც. სპორტის აღნიშნული სახეობების წარმომადგენლებში ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების ზრდა ხდება საწვრთნო მუშაობის მოცულობისა და ზოგადი ფიზიკური მომზადების საშუალებათა გამოყენების ხარჯზე. ჩოგბურთელებსა და კალათბურთელებზე ჩატარებული გამოკვლევების შედეგად მიღებული მონაცემები ადასტურებს სარწმუნო კავშირს მათ ოსტატობასა და ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების სიდიდეს შორის. ასე მაგალითად, კვალიფიცირებულ კალათბურთელებში ეს მონაცემი საშუალოდ აღწევს 5,1 ლ/წთ-ს, ხოლო არაკვალიფიცირებულებში - 3,66 ლ/წთ-ს (ვ. ა. დანილოვი). სპორტთამაშებში, შედარებით ერთი და იმავე ტექნიკური და ტაქტიკური მომზადების სპორტსმენებიდან, უკეთეს შედეგს აღწევენ ისინი, ვისაც უფრო მეტი აერობული შესაძლებლობანი აქვს, რაც უზრუნველყოფს უკეთეს გამძლეობას შესაძლებელ დატვირთვისადმი.

სპორტული ვარჯიში, განსაკუთრებით სპორტის ციკლურ სახეობებში და ზოგადი ფიზიკური მომზადების ზოგიერთი ვარჯიში უზრუნველყოფს ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების ზრდას. მისი სიდიდე იცვლება მთელი წლის განმავლობაში ვარჯიშის პროცესში. მოსამზადებელ პერიოდში იგი იზრდება, საშეჯიბრო პერიოდში აღწევს მაქსიმუმს, გარდამავალ პერიოდში რამდენადმე მცირდება, მაგალითად, მოვარჯიშე ველოსიპედისტებზე დაკვირვებამ ცხადყო, რომ მოსამზადებელი პერიოდის დასაწყისში მათ მიერ ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების სიდიდე საშუალოდ შეადგენს 47 მლ/წთ/კგ-ს, მოსამზადებელი პერიოდის ბოლოს - 58,9-ს, საშეჯიბრო პერიოდში - 64,3-ს. ყველაზე მეტად გაწვრთნილებში, რომლებიც წარმატებით გამოდიოდნენ შეჯიბრებებში, ჟანგბადის მაქსიმალურმა მოხმარებამ მიაღწია 80 - 82 მლ/წთ/კგ-ს, ხოლო არარეგულარულად მოვარჯიშეებში 56-ს არ აღემატებოდა.

**გაწვრთნილობის მაჩვენებლები უაღრესად დაძაბ. მუშაობის დროს**

წლის განმავლობაში წვრთნის ციკლში ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების სიდიდის ცვლილება შედარებით მეტად გამოხატული აქვთ ნაკლებად კვალიფიცირებულ სპორტსმენებს, რომელთა დატვირთვა მკვეთრად მცირდება გარდამავალ პერიოდში.

საწვრთნო პროცესის მართვისათვის აუცილებელია სპორტსმენის მიერ დატვირთვის შესრულების დროს მოხმარებული ჟანგბადის რაოდენობის და ჟანგბადის მაქსიმალურ მოხმარებასთან ამ რაოდენობის პროცენტული შეფარდების ცოდნა. მაგრამ სპორტული მოქმედების დროს აირთა ცვლის გამოკვლევა ძალიან რთულია. ამიტომ დატვირთვის სიმძლავრისა (ინტენსივობის) და ჟანგბადის მოხმარების შესახებ ჩვეულებრივ მსჯელობენ არაპირდაპირ, გულის ცემის სიხშირის მიხედვით. ცნობილია, რომ მუშაობის სიმძლავრის გარკვეულ ზონაში პირდაპირი დამოკიდებულებაა ჟანგბადის მოხმარებასა და გულის რიტმს შორის. მუშაობის დროს გულის ცემის გახშირებასთან დაკავშირებით სპორტსმენს შეიძლება დაუზღუდონ ჟანგბადის მოხმარების პროცენტული შეფარდება მისი მაქსიმალური მოხმარების სიდიდესთან. ამიტომ სპორტულ პრაქტიკაში ფართოდ გავრცელდა რადიოტელემეტრიის მეთოდი, რომლის საშუალებითაც ხდება გულის რიტმის განსაზღვრა ყოველგვარი მოქმედების დროს. მკვლევართა უმეტესობას მიაჩნია, რომ წუთში გულის მუშაობის 180-190 სიხშირის დროს ჟანგბადის მოხმარება შეადგენს მაქსიმალური მოხმარების 90-100%-ს. გულის ცემის უფრო ნაკლები სიხშირის დროს ჟანგბადის მოხმარება შესაბამისად მცირდება, წუთში გულის ცემის 180-190 სიხშირის პირობებში მუშაობა ძალიან ძნელია. ამ დროს ხანგრძლივად მუშაობა შეუძლიათ მხოლოდ კარგად გაწვრთნილ სპორტსმენებს. ამასთან დაკავშირებით სპორტსმენის გამძლეობის შეფასებისათვის შემოღებულია ტესტი, რომელიც გამოიხატება წუთში გულის რიტმის 180 დარტყმისას სიმძლავრის შეუმცირებლად მუშაობის ხანგრძლივობის შენარჩუნებით. რაც უფრო დიდხანს გრძელდება ასეთი მუშაობა, მით უფრო მეტი შესაძლებლობა აქვს სპორტსმენს შეინარჩუნოს ჟანგბადის მოხმარება მისი მაქსიმალური მოხმარების დონეზე. სპორტის მრავალ სახეობაში ეს შესაძლებლობა უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე თვით ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების დონე. მაგალითად, გრძელ მანძილზე რბენისას უკეთეს

**გაწვრთნილობის მაჩვენებლები უაღრესად დაძაბ. მუშაობის დროს**

შედეგს აჩვენებს ის მორბენალი, რომელსაც შედარებით ნაკლები აქვს ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების დონე, მაგრამ უნარი შესწევს უფრო ხანგრძლივად შეინარჩუნოს ჟანგბადის მოხმარება თითქმის ამ დონეზე.

**სუნთქვის სისტემა.** ქსოვილის ჟანგბადით მომარაგებაში მონაწილეობს ორგანიზმის მრავალი სისტემა. ჟანგბადის მოხმარების გადიდებასთან ერთად პირველ რიგში უნდა გაძლიერდეს ფილტვების ვენტილაცია. იგი განსაკუთრებით დიდ მოცულობას აღწევს სუბმაქსიმალური და დიდი სიმძლავრის ციკლურის მუშაობისას. ვ. ბ. სალტინისა და პ. ო. ასტრანდის მონაცემებით, გაწვრთნილ სპორტსმენ მამაკაცთა ფილტვების ვენტილაცია მუშაობის დროს შეიძლება გაიზარდოს 150-200 ლ/წთ-მდე, ქალებისა კი 90-150 ლ/წთ-მდე. ფილტვების ვენტილაციის მომატებას თან არ უნდა სდევდეს ჟანგბადის მოხმარების კოეფიციენტის (ჟმკ) მნიშვნელოვანი დაქვეითება. გაუწვრთნელებში მუშაობის დროს ფილტვების ვენტილაციამ შეიძლება მიაღწიოს ისეთ სიდიდეს, როგორსაც გაუწვრთნელებში, მაგრამ გაუწვრთნელებში ფილტვების ვენტილაციის მცირედი მომატების დროსაც კი ჟანგბადის მოხმარების კოეფიციენტი მცირდება. ამავე დროს ფილტვების ვენტილაციის ეფექტიანობა ეცემა.

**გულ-სისხლძარღვთა სისტემა.** უაღრესად დაძაბული მუშაობისას სისხლის მიმოქცევის ორგანოებსაც ძალიან დიდი მოთხოვნილებები წარედგინება. ეს მოთხოვნები განსაკუთრებით მაღალია ციკლური მუშაობის დროს, როდესაც ჟანგბადის მოხმარება მისი მაქსიმალური მოხმარების დონესთან ახლოსაა. ამ შემთხვევაში გულის მოქმედებას ახასიათებს შეკუმშვათა რიტმის მნიშვნელოვანი გაზშირება, გულის ციკლის თითქმის ყველა ფაზის შემცირება სისხლის სისტოლური და წუთმოცულობის მომატებით. ამ დროს სისხლის სისტოლური მოცულობა შეიძლება გაიზარდოს 150-200 მლ-მდე, წუთმოცულობა კი 30-35 და მეტ ლიტრამდე. გულის მოცულობის ასეთი დონე მისაწვდომია მხოლოდ გაწვრთნილი, კვალიფიცირებული სპორტსმენებისათვის ციკლური ხასიათის დიდი და სუბმაქსიმალური სიმძლავრის მუშაობისას. ამაში მდგომარეობს ამ სპეციალიზაციის

**გაწვრთნილობის მაჩვენებლები უაღრესად დამაბ. მუშაობის დროს**

სპორტსმენთა ერთ-ერთი მთავარი განსხვავება სხვა სპეციალიზაციის სპორტსმენებისა და იმ პირთაგან, რომლებიც სპორტს არ მისდევენ.

ზღვრული დამაბული მუშაობისას ჟანგბადის მოხმარების უზრუნველყოფისათვის გულიდან გადმოტყორცნილი სისხლის მოცულობის ზრდასთან ერთად დიდ როლს ასრულებს სისხლის გადანაწილების თავისებურება. ამასთან, მუცლის ღრუს ორგანოების სისხლის მომარაგება მკვეთრად მცირდება. იგივე ხდება არააქტიურ ჩონჩხის კუნთებშიც. ამ უკანასკნელზე შეიძლება ვიმსჯელოთ სხეულის არააქტიურ არეებში არტერიათა კედლების სიმტკიცის შედარებით მეტად მომატებით. ზღვრული დამაბული მუშაობის დროს უფრო მეტად გაწვრთნილ სპორტსმენებში სისხლის გადამანაწილებელ სისხლძარღვთა რეაქცია უფრო ეფექტურია, ვიდრე ნაკლებად გაწვრთნილებში.

**სისხლის სისტემა.** მძიმე მუშაობის დროს გაწვრთნილთა სისხლში ერითროციტებისა და ჰემოგლობინის რაოდენობა რამდენადმე მატულობს. ეს ხელს უწყობს სისხლში ჟანგბადის ტევადობის ზრდას (20-22 მლ-მდე). მაგრამ თუ მუშაობა ძალიან დამაბულია, ერითროციტებისა და ჰემოგლობინის რაოდენობა შეიძლება შემცირდეს ცვლის ზოგიერთი პროდუქტის მოქმედების შედეგად ერითროციტების დაშლის გამო. ამასთან ტვინის სისხლძარღვი ფუნქცია იზრდება. გაწვრთნილთა მძიმე მუშაობას თან სდევს სისხლში ერითროციტებისა და ჰემოგლობინის რაოდენობის უფრო მნიშვნელოვანი შემცირება, რაც განპირობებულია ერითროციტების დაშლითა და სისხლძარღვი ფუნქციის დაქვეითებით.

მიუხედავად იმისა, რომ ზღვრული დამაბული, განსაკუთრებით კი სუბმაქსიმალური და დიდი სიმძლავრით მუშაობისას ჟანგბადის მიმწოდებელი ყველა პროცესი ძლიერდება, მისი მოხმარება არადამაკმაყოფილებელია და კუნთური მოქმედება სრულდება ენერჯის ანაერობული წყაროების ხარჯზე. ეს უკანასკნელი იწვევს ჟანგბადის დავალიანების მნიშვნელოვან ზრდას და სისხლის PH-ის ცვლას მჟავიანობისაკენ მასში მჟავების, განსაკუთრებით კი რძემჟავას, დაგროვების ხარჯზე. ჟანგბადის მაქსიმალური დავალიანებისა და სისხლში რძემჟავას კონცენტრაციის მიხედვით შეიძლება ვიმსჯელოთ

**გაწვრთნილობის მაჩვენებლები უაღრესად დაძაბ. მუშაობის დროს**

ორგანიზმის ანაერობული შესაძლებლობების დონეზე. გაუწვრთნელებში ჟანგბადის მაქსიმალური დავალიანება ჩვეულებრივ არ აღემატება 5-7 ლ-ს, ხოლო გაწვრთნილებში შეიძლება მიაღწიოს 20 და მეტ ლიტრამდე, შესაბამისად იზრდება სისხლში რემეჟავას კონცენტრაციაც (250-300 და მეტ მგ%-მდე). ამით გამოიხატება შინაგანი გარემოს მკვეთრი ცვლილებების პირობებში მუშაობისადმი ორგანიზმის ადაპტაცია, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სუბმაქსიმალური სიმძლავრის ციკლური მუშაობის შესრულებისას.

უაღრესად დაძაბული კუნთური მოქმედებისას მნიშვნელოვანი ცვლილებები ხდება ორგანიზმის სხვა სისტემებშიც. ჩვეულებრივ ეს ცვლილებები უფრო მეტად გამოხატულია ნაკლებად გაწვრთნილებში. მაგალითად, ლეიკოციტების რაოდენობამ 1 მმ<sup>3</sup> სისხლში შეიძლება მიაღწიოს 30-50 ათასამდე. ამ დროს მნიშვნელოვნად იცვლება სისხლის ლეიკოციტური ფორმულა (ინტოქსიკაციური ფაზა). გაუწვრთნელების სისხლში შეიძლება მკვეთრად შემცირდეს გლუკოზის შემცველობა, რაც ამცირებს მუშაობისუნარიანობას.

**გამომყოფი ფუნქციები.** დაძაბული მუშაობის დროს მნიშვნელოვანი ცვლილებები ხდება თირკმელების მუშაობაში. ორგანიზმში სისხლის გადანაწილება და ოფლთან ერთად წყლის დაკარგვა იწვევს დიურეზის შემცირებას (დროებით მის მთლიან შეწყვეტასაც კი). სისხლით თირკმელების მომარაგების შემცირება განაპირობებს ჟანგბადოვან შიმშილს. ამის გამო იცვლება თირკმლის ეპითელიუმის ფუნქციური მდგომარეობა და შარდში მკვეთრად მატულობს ცილის შემცველობა.

**სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასება**

სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის კონტროლი საწვრთნო პროცესის დაგეგმვისა და შეჯიბრების შედეგების შეფასების მნიშვნელოვან კომპონენტს წარმოადგენს. ციკლურ სპორტის სახეობებში გამოყენებულმა დიდი მოცულობისა და ინტენსივობის დატვირთვებმა არასწორი დაგეგმვის პირობებში შესაძლებელია გამოიწვიოს არა მარტო გადაწვრთნა და სპორტული შედეგების დაქვეითება, არამედ ხელი შეუწყოს პათოლოგიური მდგომარეობის განვითარებასაც.

ფიზიკური მდგომარეობა, ანუ ადამიანის ორგანიზმის მზაობა შეასრულოს ფიზიკური დატვირთვა, ხასიათდება ადამიანის ჯანმრთელობის მდგომარეობით, ფუნქციური შესაძლებლობებით და ფიზიკური მომზადების დონით. თუ ადამიანს აქვს რაიმე გადახრა ჯანმრთელობის მდგომარეობაში, ფიზიკური დატვირთვის შესრულების პროცესში მას სჭირდება განსაკუთრებული ყურადღება.

ფიზიკური ვარჯიშების პროცესში განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციური მდგომარეობის გამოკვლევას. გამოკვლევის დროს გამოიყენება ყველაზე მარტივი მეთოდები, რომლებიც საშუალებას იძლევიან სწრაფად მივიღოთ ობიექტური ინფორმაცია გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მდგომარეობის შესახებ. საწყის ეტაპზე აუცილებელია პულსის და არტერიული წნევის განსაზღვრა მოსვენებულ მდგომარეობაში: ასაკის, სქესის, სხეულის მდებარეობის, ჰაერის ტემპერატურის გათვალისწინებით. პულსის მაჩვენებლებში აღმოჩენილი ცვლილებების დიაგნოსტიკური ფასეულობის შესახებ მსჯელობისას, აუცილებელია გავითვალისწინოთ ასევე, რომ გულის ცემის სიხშირე მჭიდრო კავშირშია გულის კუნთის ძალასთან, მის ფუნქციურ მდგომარეობასთან და მცირდება გაწვრთნილობის განვითარებასთან ერთად. 70-80 დარტყმა წუთში ითვლება ნორმად, მაგრამ ეს ციფრები ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაშიც კი მნიშვნელოვან გადახრებს ექვემდებარება. არტერიული წნევის განსაზღვრა, როგორც წესი სფიგმომანომეტრიის საშუალებით ხდება. გულ-სისხლძარღვთა სისტემაზე დაკვირვების დროს აუცილებელია გავითვალისწინოთ არა მარტო მომატებული, არამედ დაქვეითებული არტერიული წნევაც. ფიზიოლოგიურ მდგომარეობაში არტერიული წნევის მაჩვენებლები

**სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასება**

ცვალებადობს ასაკის, სქესის, პროფესიული საქმიანობის თავისებურებების გათვალისწინებით, ასევე პათოლოგიური მდგომარეობის გამო. არსებობს არტერიული წნევის მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის მიერ დადგენილი ნორმები. წნევა შეიძლება იცვლებოდეს ასაკთან ერთად, მაგრამ არ უნდა სცილდებოდეს ცხრილში მოცემულ მაჩვენებლებს.

ასაკი	სისტოლური წნევა	დიასტოლური წნევა
16-20 წელი	100-120 მმ.	70-80 მმ.
20-40 წელი	120-130 მმ.	70-80 მმ.
40-60 წელი	140 მმ. - მდე	90 მმ. - მდე
60 წლის ზემოთ	150 მმ.	90 მმ.

*არტერიული წნევის მსოფლიო ჯანდაცვის ორგანიზაციის მიერ დადგენილი ნორმები.*

ორგანიზმის ფიზიოლოგიური შესაძლებლობების ადექვატური ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას არტერიული წნევა იცვლება ასაკობრივი ნორმების ფარგლებში და საკმაოდ სწრაფად უბრუნდება საწყის მდგომარეობას. გადაწვრთნის შედეგად მცირდება არტერიული წნევის მაჩვენებლების ძვრადობა, შედეგად ვითარდება გულ-სისხმარღვთა სისტემის ფუნქციურ გადატვირთვა.

ფიზიკური დატვირთვების შესრულების პროცესში დიდი მნიშვნელობა აქვს დაღლის გარეგნულ გამოვლინებებზე დაკვირვებას. გადატვირთვის დროს შეიძლება გამოვლინდეს საერთო სისუსტე, დაღლილობა, მომატებული პულსი, არასასიამოვნო შეგრძნებები გულის არეში, მომატებული ოფლიანობა, ძილის დარღვევა და მადის დაქვეითება. ამასთანავე მნიშვნელოვნად იზრდება აღდგენითი პერიოდის ხანგრძლივობა. ასეთ პირობებში აუცილებელია დღის რეჟიმის შეცვლა (დასვენება, ფიზიკური დატვირთვების გასეირნებით ჩანაცვლება).

თვითკონტროლი - ეს არის საკუთარ ჯანმრთელობაზე და ფიზიკურ განვითარებაზე რეგულარული დაკვირვება. თვითკონტროლი

## სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასება

საშუალებას გვაძლევს შევაფასოთ ვარჯიშების ეფექტურობა და გავაანალიზოთ კონკრეტული ფიზიკური დატვირთვის გავლენა ორგანიზმზე. თვითკონტროლისათვის იწარმოება დღიური. იგი სხვადასხვა ფორმის შეიძლება იყოს, თუმცა მასში ასახვა უნდა ჰქონდეს შემდეგმა მომენტებმა:

1. თვითშეგრძნება, განწყობა;
2. ძილი (რამდენი საათი, ღრმა, წყვეტილი, უძილობა);
3. მუშაობისუნარიანობა;
4. მადა, წყურვილი;
5. ჰიგიენური ტანვარჯიში (ხანგრძლივობა, სისტემატიურობა);
6. მავნე ჩვევები (მოწევა, ალკოჰოლი, რეჟიმის სისტემატიური დარღვევა, ძილის სიმცირე);
7. წყლის პროცედურები
8. გულისცემის სიხშირე (დილით -მოსვენებულ მდგომარეობაში, დაჯდომილი, დადგომილი, ფიზიკური დატვირთვის შესრულებამდე და მათ შემდეგ);
9. სხეულის მასა, მტევნის დინამომეტრია, გულმკერდის, წელის, ბარძაყის გარშემოწერილობა;

მოვარჯიშებმა დღიურში უნდა აღნიშნონ თუ, როგორ გადაიტანება მათ მიერ ფიზიკური დატვირთვები. მაშასადამე თვითკონტროლი უნდა ატარებდეს თვით აღზრდის ხასიათს და გამოიმუშავოს ვარჯიშის შედეგებთან გაცნობიერებული დამოკიდებულება.

მიზანშეწონილი არ არის ვარჯიშის დაწყება საკვების მიღებიდან 2 საათზე ადრე, რადგან საჭმლის მომნელებელ სისტემაში საკვებისა და ჰაერის დაგროვებამ შეიძლება გამოიწვიოს სისხლძარღვების, განსაკუთრებით ვენების გაჭყლეტა, ყველა გამომდინარე უარყოფითი შედეგებით.

### ტესტირების კრიტერიუმები და მეთოდები

გამოყენებული მეთოდების ეფექტურობის შეფასებისათვის აუცილებელია დაკვირვება ადამიანის მორფო-ფუნქციური სტატუსის მახასიათებელ ძირითად კრიტერიუმებზე. ამ კრიტერიუმებს

**სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასება**

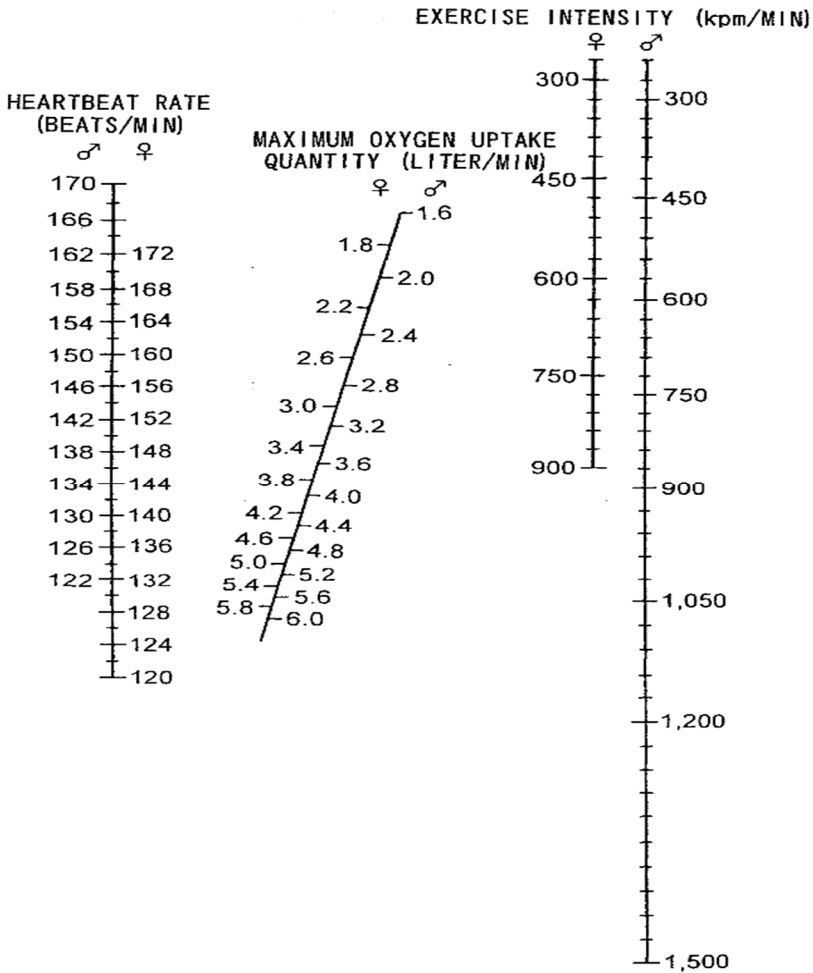
მიეკუთვნება: აერობული გამძლეობა, კუნთების ძალა და გამძლეობა, სხეულის შემადგენლობა.

**აერობული გამძლეობა** - არის ორგანიზმის უნარი ხანგრძლივი პერიოდის გამწვანებაში შეასრულოს ზომიერი სიმძლავრის დატვირთვა. ადამიანის ორგანიზმის ყოველგვარი ქმედება მეტ-ნაკლებად დამოკიდებულია გულ-სისხლძარღვთა და სასუნთქი სისტემების მოქმედებაზე. ორგანიზმის მიერ ჟანგბადის მოხმარება, რომელსაც ასევე აერობული შესაძლებლობების სახელით მოიხსენებენ, გაწვრთნილობის ძირითადი შემადგენელია. საშუალოდ ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების მაჩვენებელი უდრის 45 მლ/კგ/წთ., ქალებში - 38 მლ/კგ/წთ. ფიზიკური დატვირთვის პროცესში ჟანგბადის მოხმარება იზრდება შესრულებული დატვირთვის სიმძლავრის პროპორციულად. თუმცა ასეთი დამოკიდებულება მართებულია მხოლოდ მუშაობის განსაზღვრულ სიმძლავრემდე. გარკვეული საზღვრების შემდეგ (ეგრეთწოდებული კრიტიკული სიმძლავრე) კარდიორესპირატორული სისტემის სარეზერვო შესაძლებლობები ამოიწურება და ჟანგბადის მოხმარების ზრდა უკვე ვეღარ ხდება, მიუხედავად მუშაობის სიმძლავრის შემდგომი ზრდისა. რეალურ პირობებში ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების მთავარი მალიმიტირებელი გულ-სისხლძარღვთა სისტემაა. მოხმარებული ჟანგბადის მაქსიმუმი (ჟმმ) არის ჟანგბადის ყველაზე დიდი რაოდენობა, რომელიც კონკრეტულ ადამიანს შეუძლია მოიხმაროს 1 წუთის განმავლობაში. ჯანმრთელი, არასპორტსმენი ადამიანისათვის ეს მაჩვენებელი 3200-3500 მლ. უდრის. კარგად გაწვრთნილ სპორტსმენებში 6000 მლ. აღწევს.

ჟმმ განსაზღვრა შესაძლებელია როგორც პირდაპირი, ასევე არაპირდაპირი გზით, ანუ სხვადასხვა ტესტების გამოყენებით. ჟმმ პირდაპირი გზით განსაზღვრა საკმაოდ რთული და შრომატევადი პროცესია, ამიტომ პრაქტიკაში ძირითადად არაპირდაპირი მეთოდები გამოიყენება. ჟმმ არაპირდაპირი გზით განსაზღვრისათვის ყველაზე გავრცელებულია ასტრანდის (Astrand) მეთოდი. ცდის პირი ასრულებს დატვირთვას ველოერგომეტრზე, ან საფეხურზე ასვლა (სიმაღლე 40 სმ მამაკაცებისათვის და 33 სმ ქალებისათვის) უცვლელი სიმძლავრით (22 ასვლა საფეხურზე 1 წუთის განმავლობაში). დატვირთვის მე-5-ე

**სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასება**

წუთზე ხდება გულის ცემის სიხშირის განსაზღვრა, შემდეგ ნომოგრამაზე პოულობენ ჟმმ შესაბამის ნიშნულს.



ასტრანდის ნომოგრამა

**კუნთების ძალა** - ადამიანის უნარი, კუნთების დაძაბვის ხარჯზე დასძლიოს წინააღმდეგობა, ან წინააღმდეგობა გაუწიოს მას. ძალა ადამიანს სჭირდება უპირველეს ყოვლისა ყოველდღიური საქმიანობისათვის. თუ კუნთები უმოქმედოთაა დროთა განმავლობაში

## სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასება

ადამიანს სულ უფრო გაუჭირდება თუნდაც უმარტივესი კუნთოვანი აქტივობა.

კუნთების ძალის განსაზღვრა შესაძლებელია სხვადასხვა ტესტების საშუალებით. მაგ: ღერძზე მიზიდვა, შტანგის აწევა წოლჭიმით, სიგრძეზე ხტომა და სხვ.

**ძალისმიერი გამძლეობა** - კუნთების უნარი მნიშვნელოვანი დაძაბვის პირობებში დაუღლელად იმუშავონ საკმაოდ დიდი ხნის განმავლობაში. ძალისმიერ გამძლეობას დიდი მნიშვნელობა აქვს ადამიანის ყოველდღიურ ცხოვრებაში. ძალის და ძალისმიერი გამძლეობის განვითარებისათვის ერთ - ერთი ყველაზე პოპულარული საშუალებაა სიმძიმეებით ვარჯიში, რომელიც ასევე აუმჯობესებს სხეულის შემადგენლობას.

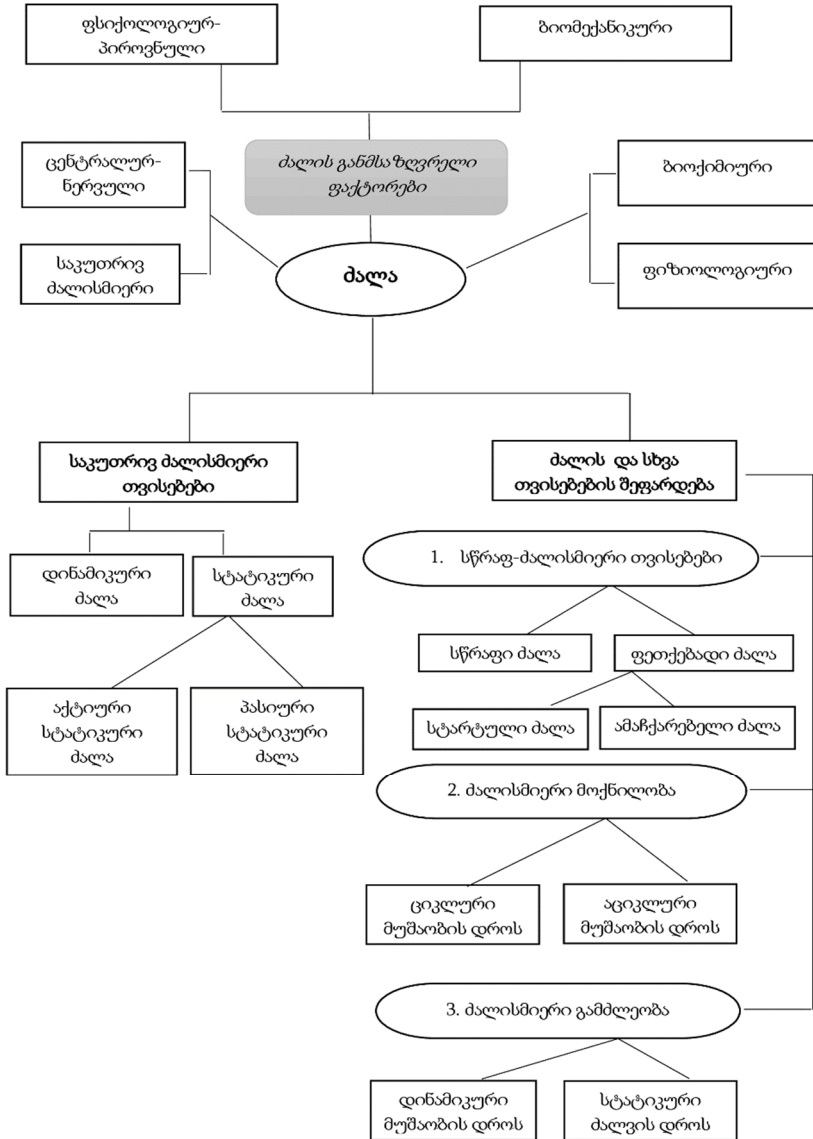
**მოქნილობა** - ადამიანის უნარი შეასრულოს მოძრაობა დიდი ამპლიტუდით. კარგი მოქნილობა განაპირობებს მოძრაობის თავისუფლებას, სისწრაფეს და ეკონომიურობას.

სხეულის მოქნილობის განსაზღვრისათვის მრავალი მეთოდი არსებობს. მაგალითისათვის შეიძლება შემდეგი ტესტების მოტანა:

1. ცდის პირი ზის სკამზე ან იატაკზე და გადაიხრება წინ მაქსიმალურად ისე, რომ ფეხები არ მოიხაროს მუხლის სახსარში. ხერხემლის მოქნილობა ფასდება მანძილით სანტიმეტრებში, ნულოვანი წერტილიდან (შეესაბამება საყდენს, რომელსაც ცდის პირი ეყრდნობა ფეხებით. საყდენს გააჩნია საზომი დანაყოფები) ხელის მესამე თითამდე. ამასთანავე თუ თითები ვერ მიდის ნულოვან წერტილამდე, მაშინ მანძილი აღინიშნება ნიშნით „-“, ხოლო თუ სცდება ნულოვან წერტილს მაშინ ნიშნით „+“.

2. ცდის პირი დგას გამართული. ხელები დაშვებულია ქვევით. გადაიხრება მარცხნივ ისე, რომ ხელის გული ჩაცურდეს რაც შეიძლება დაბლა ფეხის გასწვრივ. ასეთი მდგომარეობა უნდა დაფიქსირდეს 3 წამი. შედეგი უკეთესია, რაც უფრო ნაკლები მანძილი რჩება ხელის თითებიდან იატაკამდე.

სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასება



ძალის განმსაზღვრელი ფაქტორების სქემატური გამოხატულება

**სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასება**

**სხეულის შემადგენლობა** - ცხიმოვანი ქსოვილისა და უცხიმო მასის შეფარდება. ეს შეფარდება ორგანიზმის გაწვრთნილობის უფრო სარწმუნო მაჩვენებელია, ვიდრე უბრალოდ სხეულის მასა. სხეულის შემადგენლობას განაპირობებს ფიზიკური აქტივობა და კვება. სხეულის შემადგენლობის ცვლილების სწორი შეფასებისათვის აუცილებელია ვიცოდეთ ქსოვილების შემადგენლობა. სხეულის აქტიურ მასას მიაკუთვნებენ უჯრედულ წყალს (სითხეს), და უჯრედების და უჯრედშორისი სითხის შემადგენლობაში შემავალ ყველა ცილას და მინერალურ მარილებს. სხეულის მასის ნაკლებად აქტიურ ნაწილს მიაკუთვნებენ ცხიმს, ძვლების შემადგენლობაში შემავალ მინერალურ მარილებს და უჯრედგარე წყალს. სხეულის მასის შემადგენლობის განსაზღვრისათვის, როგორც წესი აბსოლუტურ და შეფარდებით განზომილებებში განსაზღვრავენ: ცხიმის საერთო და კანქვეშა შემადგენლობას, კუნთოვან და ძვლოვან მასას. ამ მაჩვენებლების საკმაოდ ზუსტი განსაზღვრის საშუალებას იძლევა კანქვეშა ცხიმის განსაზღვრა.

ცხიმის აბსოლუტურ რაოდენობაზე საკმაოდ ზუსტ ინფორმაციას გვაძლევს Matiegka - ს (1921) ფორმულა:

ცხიმის საერთო რაოდენობა (კგ) =  $d \times S \times k$ ,

სადაც  $d$  - კანქვეშა ცხიმის საშუალო სისქე (მმ);  $S$  - სხეულის ზედაპირი (სმ<sup>2</sup>);  $k$  - 0,13 -ის ტოლი კონსტანტა.

კანქვეშა ცხიმის საშუალო სისქე (მამაკაცებში) განისაზღვრება შემდეგნაირად:

$$D = (d1 + d2 + d3 + d4 + d5 + d6 + d7 + d8) : 16.$$

სადაც  $d1 \dots d8$  - არის კანქვეშა ცხიმოვანი ქსოვილის ნაკეცის სისქე (მმ). მხარზე - წინა მხარეს ( $d1$ ), მხარზე - უკანა მხრიდან ( $d2$ ), წინამხარზე ( $d3$ ), ზურგზე ( $d4$ ), მუცელზე ( $d5$ ), ბარძაყზე ( $d6$ ), წვივზე ( $d7$ ), მკერდზე ( $d8$ ). ქალებში  $d$  - განსაზღვრისათვის გამოიყენება 7 ნაკეცი,  $d8$  არ გამოიყენება. შესაბამისად ფორმულაში რიცხვი - „16“ იცვლება რიცხვით - „14“. ცხიმის საერთო რაოდენობის განსაზღვრის აღნიშნული მეთოდი შეიძლება გამოყენებული იყოს სხვადასხვა სქესის ადამიანებში.

**სიმაღლე** - სიმაღლის განსაზღვრა ხდება ვერტიკალურ მდგომარეობაში სპეციალური ხელსაწყოთა საშუალებით. ადამიანი

**სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასება**

უნდა იდგეს გამართული, წელი გასწორებული, მუცელი შეწეული - სიმაღლის საზომი მოწყობილობის ვერტიკალურ სადგარს უნდა ეხებოდეს სამი წერტილით: ქუსლებით, დუნდულებით და ბეჭებით. თავი უნდა იყოს ისეთ მდგომარეობაში, როდესაც თვალის გარეთა კუთხე და ყური ერთ დონეზეა.

**წონა** - წონა განისაზღვრება სამედიცინო სასწორის საშუალებით. აწონვა უნდა მოხდეს მინიმალურად შესაძლებელი ტანსაცმლით. სხეულის იდეალური წონის განსაზღვრისათვის უამრავი ფორმულა არსებობს.

ლორენცის მეთოდი - ერთ-ერთი ყველაზე ცნობილი და მარტივი. მისი გამოყენებისათვის საკმარისია მხოლოდ სიმაღლის ცოდნა. მაგრამ სიმარტივე ამ მეთოდის ერდადერთი უპირატესობა არ არის. ნებისმიერი არსებული სქემის საშუალებით განსაზღვრული იდეალური წონის ცნება ყოველთვის შეფარდებითია. ნებისმიერი მსგავსი ფორმულა ეფუძნება მრავალ ადამიანზე ჩატარებული კვლევების სტატისტიკურ შედეგებს. შესაბამისად მსგავსი „მათემატიკური“ გზებით მიღებული მონაცემები შესაძლებელია გამოყენებული იქნეს, როგორც მხოლოდ მიახლოებითი ორიენტირი. ამ თვალსაზრისით ლორენცის მეთოდის უპირატესობა სწორედ ისაა, რომ მისი საშუალებით მიღებული მონაცემები ძალიან ახლოა სხვა, გაცილებით უფრო რთული მეთოდებით მოღებულ მონაცემებთან. ლორენცის ფორმულა ასე გამოიყურება:

ქალებისათვის: **სიმაღლე - 100 - ( სიმაღლე - 150) : 2 )**

მამაკაცებისათვის: **სიმაღლე - 100 - ( სიმაღლე - 150) : 4 )**

ლორენცის მეთოდი არ იძლევა სხეულის ოპტიმალური წონის 100% - იანი სიზუსტით განსაზღვრის საშუალებას. აღწერილ მეთოდში არ არის გათვალისწინებული ადამიანის აგებულების ტიპი. სპეციალისტები გამოიყარავენ სამ ასეთ ტიპს და თითოეული მათგანისათვის წონის ოპტიმალური ნორმები სხვადასხვაა. ასევე არ არის გათვალისწინებული ასაკი. გასაგებია, რომ სხვადასხვა ასაკში იდეალური წონა ერთი და იგივე ადამიანისათვის სხვადასხვა იქნება.

დიაგნოსტიკის დროს ყურადღება შეიძლება გავამახვილოთ ასევე ფრანგი ქირურგის და ანტროპოლოგის, პოლ ბროკას მიერ შემოთავაზებულ მეთოდზე. მან თავის მეთოდში ჩართო ასაკობრივი

**სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასება**

და სხეულის კონსტიტუციური ტიპის თავისებურებები. ადამიანის სხეულის წონა წლების განმავლობაში იცვლება და მაჩვენებლები სასწოროზე, რომლებიც სიყმაწვილეში ზედმეტ კილოგრამებზე მიუთითებდნენ, ხშირად დროთა განმავლობაში ოპტიმალურად ციფრებად გადაიქცევა.

40 წლამდე ადამიანებისათვის ფრანგი მკვლევარი შემდეგი ფორმულის გამოყენებას გვირჩევს:

**ადამიანის იდეალური წონა = სიმაღლე (სმ) – 110.**

40 წლის და ზემოთ რეკომენდებულია შემდეგი ფორმულა:

**სიმაღლე (სმ) – 100**

იდეალური წონის განსაზღვრისას განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა სიმაღლეს. გასაგებია, რომ რაც უფრო მაღალია ადამიანი, მით მეტი იქნება მისი წონა. ამიტომ იდეალური წონის განსაზღვრისათვის აღნიშნული მეთოდიკა გვთავაზობს გამოვიყენოთ ეგრეთწოდებული ბროკა-ბრუგმას სიმაღლის ინდექსი. 165 სმ-ზე ნაკლები სიმაღლის ადამიანებისათვის იდეალური წონა გამოითვლება შემდეგი ფორმულით: სიმაღლეს (სმ) გამოკლებული 100. იმ შემთხვევაში, როდესაც სიმაღლე 165-175 სმ-ის ფარგლებშია, საჭიროა სიმაღლეს გამოვაკლოთ 105. ხოლო 175 სმ - ის ზემოთ სიმაღლეს (სმ) უნდა გამოვაკლოთ 110.

სიმაღლისა და ასაკის გარდა აუცილებელია გავითვალისწინოთ ადამიანის კონსტიტუციური ტიპი. არსებობს ადამიანის სხეულის კონსტიტუციის სამი ტიპი: ნორმოსთენიკი, ასთენიკი და ჰიპერსთენიკი.

ნორმოსთენიკი არის საშუალო სიმაღლის ადამიანი. მისი კიდურების სიგრძის შეფარდება სხეულის მთლიან სიგრძესთან ნორმალურია. გულმკერდის, თავის და ა. შ. გარსშემოწერილობა ასევე საშუალოა. ასეთი ადამიანისათვის ბროკას მეთოდით მიღებული მაჩვენებელი მისი იდეალური წონაა.

ასთენიკისათვის კი დამახასიათებელია სიგამხდრე. მაღალი სიმაღლე, ვიწრო ძვლები და მქრთალი კანი. ასეთი ადამიანებისათვის ბროკას ფორმულით მიღებულ მონაცემებს 10% უნდა გამოვაკლოთ.

ხოლო თუ ადამიანი ჰიპერსთენიკია - ეს ძვალმსხვილი, განვითარებული მუსკულატურის მქონე ადამიანია. ასეთი ტიპის

**სპორტსმენის ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შეფასება**

შემთხვევაში ბროკას ფორმულით მიღებულ მონაცემს 10% უნდა მივუმატოთ.

იდეალური წონის განსაზღვრის ყველაზე ობიექტურ საშუალებად ითვლება ადოლფ კეტლეს მეთოდი. ბელგიელმა მათემატიკოსმა და სტატისტიკის სპეციალისტმა შემოგვთავაზა გამოთვლის მეთოდი, რომელიც მის საპატივცემულოდ კეტლეს მეთოდის სახელით არის ცნობილი. ფორმულა საკმაოდ მარტივია:

$$I = m : h^2$$

სადაც I - სხეულის მასის ინდექსია კგ/მ<sup>2</sup>; m – სხეულის მასა კილოგრამებში; h - სიმაღლე მეტრებში.

ადამიანის მასის და სიმაღლის ურთიერთშესაბამისობა მასის ინდექსთან განიხილება ისე, როგორც ნაჩვენებია ცხრილში.

სხეულის მასის ინდექსი	ურთიერთშესაბამისობა ადამიანის სხეულის მასას და სიმაღლეს შორის
15 და ნაკლები	წონის მწვავე დეფიციტი
15-20	არასაკმარისი წონა
20-25	ნორმა
25-30	ზედმეტი წონა
30-35	პირველი ხარისხის სიმსუქნე
35-40	მეორე ხარისხის სიმსუქნე
40 და ზემოთ	მესამე ხარისხის სიმსუქნე

*ადამიანის მასის და სიმაღლის ურთიერთშესაბამისობა მასის ინდექსთან.*

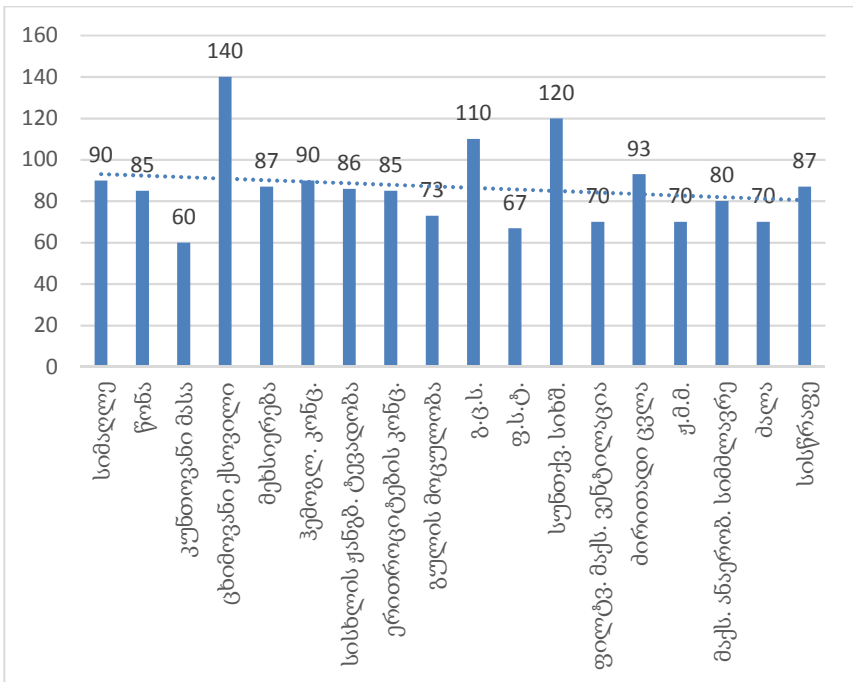
სხეულის მასის ინდექსი - არის სიდიდე, რომელიც საშუალებას გვაძლევს შევაფასოთ ადამიანის წონის შესაბამისობა მის სიმაღლესთან და ამით დავადგინოთ არის წონა არასაკმარისი, ნორმალური თუ ზედმეტი.

თავი მეათე

ქალთა სპორტული წვრთნის ფიზიოლოგიური საფუძვლები

ქალის ორგანიზმის მორფოფუნქციური თავისებურებები

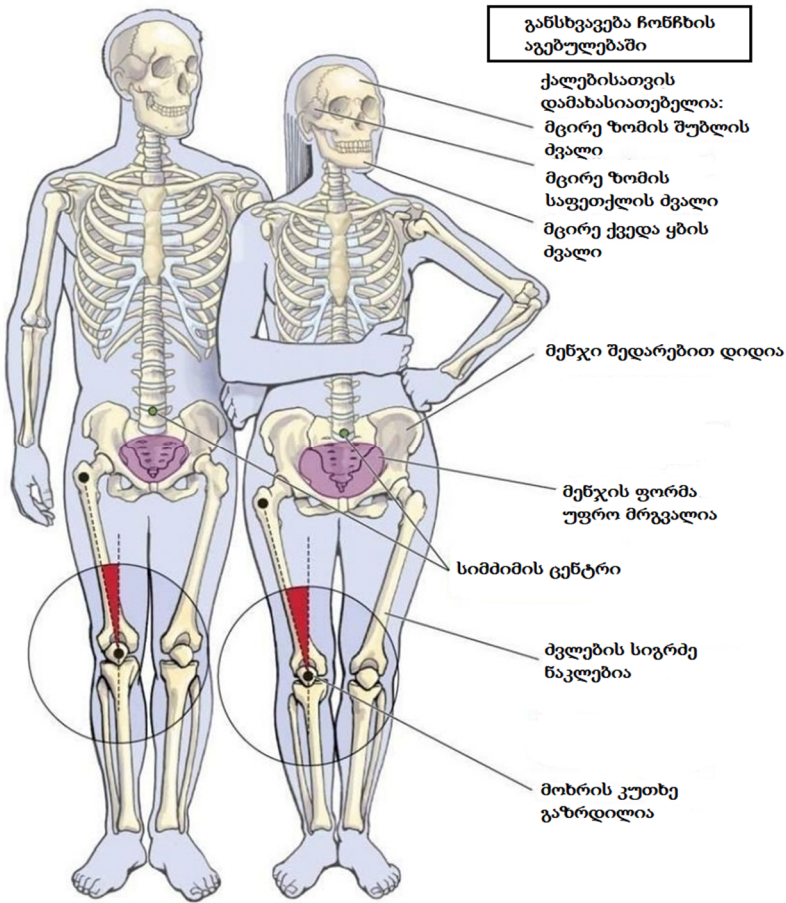
ქალის ორგანიზმის აგებულებისა და ფუნქციის თავისებურებები განაპირობებენ განსხვავებას გონებრივ და ფიზიკურ მუშაობისუნარიანობაში. საერთო ბიოლოგიურ ასპექტში ქალები, მამაკაცებთან შედარებით, გამოირჩევიან გარემოს ცვალებად პირობებთან (ტემპერატურული დიაპაზონი, შიმშილი, სისხლის დაკარგვა, სხვადასხვა დაავადებები) უკეთესი შეგუების უნარით.



ქალის ორგანიზმის მორფოფუნქციური მაჩვენებლების შედარება მამაკაცების მაჩვენებლებთან (პირობითად მიღებულია, როგორც 100%)

**ქალის ორგანიზმის მორფოფუნქციური თავისებურებები**

ქალებს შედარებით ვიწრო სახსრები აქვთ, ხოლო მყესები უფრო სუსტია. ამასთანავე შემაერთებელი ქსოვილის ელასტიურობა ქალებში მამაკაცებთან შედარებით მეტია, რაც მათ აძლევთ საშუალებას გამოავლინონ მოქნილობის მაღალი (15-20%-ით მეტი) დონე. ეს ფაქტორი მოძრაობების მეტი ამპლიტუდით შესრულების შესაძლებლობას იძლევა. ქალებში ხერხემალი შედარებით გრძელია, კიდურები კი პირიქით მოკლეა. მენჯის მიდამოს სტრუქტურა პროპორციულად უფრო მძლავრია ქალებში, მხრის სარტყელში -



ძირითადი განსხვავებები მამაკაცისა და ქალის ჩონჩხის აგებულებაში.

**ქალის ორგანიზმის მორფოფუნქციური თავისებურებები**

პირიქით. ქალების ორგანიზმში ცხიმოვანი ქსოვილის შემცველობა მეტია, კუნთოვანი ქსოვილის ნაკლები. საშუალოდ, გაწვრთნილობის მაღალი დონის მქონე სპორტსმენ ქალებში ცხიმოვანი ქსოვილის შემცველობა 10-15% - ით მეტია სპორტსმენ მამაკაცებთან შედარებით. აღსანიშნავია აგრეთვე სხვაობა კუნთოვანი და ცხიმოვანი ქსოვილის ლოკალიზაციის თვალსაზრისით - ქალებში ცხიმოვანი და კუნთოვანი ქსოვილის შედარებით დიდი წილი ლოკალიზებულია სხეულის ქვედა ნაწილში.

ქვედა კიდურების მაქსიმალური ძალა 27%-ით ნაკლებია მამაკაცებთან შედარებით, მხრის სარტყლის კუნთების ძალა - 40-70%-ით. ქალებს ასევე განასხვავებს ნერვულის სისტემის მაღალი აგზნებადობა და მუშაობისუნარიანობის აღდგენის შედარებით ხანგრძლივი პერიოდი. გულის მოცულობა ქალებში 10-20%-ით ნაკლებია და შესაბამისად გულისცემის და სუნთქვის სიხშირე მეტია. ძალისმიერი ვარჯიშების შედეგად კუნთების სამუშაო ჰიპერტროფია ქალებში ნაკლებადაა გამოხატული, რაც განპირობებულია ქალის ორგანიზმში მამაკაცის სასქესო ჰორმონების გაცილებით ნაკლები (10-ჯერ) კონცენტრაციით.

ქალთა ორგანიზმისათვის დამახასიათებელია თავის ტვინის ფუნქციონირების სპეციფიური თავისებურებები. მარცხენა ნახევარსფეროს დომინირება ქალებში ნაკლებადაა გამოხატული. ქალებს ახასიათებთ სიტყვიერი ინფორმაციის გადამუშავების, ენების შესწავლის, სინქრონული თარგმნის მაღალი უნარი. ფიზიკური მოძრაობების დასწავლის პროცესში მათ მეტად უადვილდებათ სიტყვიერი გზით ინფორმაციის მიღება. თუმცა ინფორმაციის დამუშავების სისწრაფე ქალებში ნაკლებია.

ამავე დროს მოტივაციის შედარებით მაღალი დონე, ასევე ქალების სწავლებადობის მაღალი მაჩვენებლები განაპირობებენ მათ მიერ მნიშვნელოვანი წარმატებების მიღწევის შესაძლებლობას. ქალებისთვის დამახასიათებელია კაცებთან შედარებით მაღალი ემოციური აგზნებადობა და ემოციური არამდგრადობა. ისინი მეტად მგრძნობიარე არიან წახალისების ან შენიშვნის მიმართ, რაც აუცილებლად უნდა გაითვალისწინონ მწვრთნელებმა და პედაგოგებმა.

**ქალის ორგანიზმის მოძრაობის მორფოფუნქციური თავისებურებები**

კანის რეცეფტორების, მამოძრავებელი და ვესტიბულური სენსორული სისტემების მაღალი მგრძობელობა, კუნთების პროპრიოცეფტორებიდან წამოსული იმპულსაციის დიფერენციაციის მაღალი დონე ხელს უწყობენ მოძრაობის კარგი კოორდინაციის განვითარებას.

ქალებს ახასიითებთ კარგი მხედველობა, ფერების გარჩევის და კარგი სიღრმითი ხედვის უნარი. მხედველობის არე ქალებში უფრო ფართოა კაცებთან შედარებით. მხედველობითი სიგნალებით უფრო სწრაფად აღწევენ დიდი ჰემისფეროების ქერქს და იწვევენ უფრო ძლიერ რეაქციას. ყოველივე ეს კი განაპირობებს მოძრაობითი რეაქციების დახვეწილობას და მოძრაობათა სივრცეში ორიენტაციის მაღალ დონეს. ფერების ხედვის უნარის დარღვევა ქალებში აღინიშნება გაცილებით იშვიათად (0,5%), ვიდრე კაცებში (8%).

სმენის სისტემა გამოირჩევა ხმოვანი დიაპაზონის მაღალი სიხშირეების მიმართ მომატებული მგრძობელობით. მუსიკალური სმენა ქალებში 6 ჯერ უკეთესია ვიდრე კაცებში, რაც აადვილებს მუსიკის ტაქტში მოძრაობის უნარს.

**მამოძრავებელი აპარატის და ფიზიკური თვისებების განვითარების თავისებურებები.** ქალებში სხეულის სიმალლე კაცებთან შედარებით საშუალოდ 10სმ-ით ნაკლებია, ხოლო წონა ნაკლებია საშუალოდ 10კგ-ით. კიდურების სიგრძე ქალებში ნაკლებია, ხოლო ტანის მეტი. მენჯი განიერია, ხოლო მხრები ვიწრო. სხეულის აგებულების აღნიშნული თავისებურებები განაპირობებენ საერთო სიმძიმის ცენტრის შედარებით დაბალ განლაგებას. ეს კი ხელს უწყობს წონასწორობის შენარჩუნების უკეთეს უნარს მაგ: ძელზე ვარჯიშის დროს და სხვ. ამასთანავე ფართო მენჯი ამცირებს მოძრაობის ეფექტურობას ლოკომოციისას.

კუნთების აბსოლუტური ძალა ქალებში ნაკლებია კაცებთან შედარებით, რადგან კუნთოვანი ბოჭკოების სიმსხო ნაკლებია და კუნთოვანი მასა შეადგენს სხეულის საერთო მასის 30-35%. ქალების შემთხვევაში სხვადასხვა კუნთის მაქსიმალური ნებითი ძალა შეადგენს მამაკაცების იგივე მაჩვენებლის 60-70%.

**ქალის ორგანიზმის მორფოფუნქციური თავისებურებები**

ქალებისათვის დამახასიათებელია მამაკაცებთან შედარებით სისწრაფის ფიზიკური თვისების ნაკლები განვითარება. მაქსიმალური სისწრაფე და მოძრაობათა მაქსიმალური სიხშირე ქალებში საშუალოდ 10-15%-ით ნაკლებია.

ქალებს ახასიათებთ მაღალი გამძლეობა აერობული ხასიათის ციკლური ვარჯიშების შესრულებისას. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, მათ აქვთ მაღალი საერთო გამძლეობა.

ჯერ კიდევ მცირე ასაკიდან გოგონებისათვის დამახასიათებელია კარგი მოქნილობა, რაც განპირობებულია ხერხემლის და მყესების მაღალი ელასტიურობით.

**ენერგოდანახარჯები, აერობული და ანაერობული შესაძლებლობები.** ქალებში ძირითადი ცვლის სიჩქარე საშუალოდ 7%-ით ნაკლებია. ძირითადი ცვლის ეკონომიურობა განაპირობებს სხვადასხვა არახელსაყრელი პირობების მიმართ ქალის ორგანიზმის შედარებით მაღალი მდგრადობის უნარს (მაგ. შიმშილის დროს).

ენერგიის დანახარჯები ფიზიკური მუშაობის დროს დამოკიდებულია დატვირთვის ხასიათზე. ერთნაირი დატვირთვის დროს (მაგ. ველოერგომეტრზე ან ტრედბანზე) მუშაობისას ენერგიის დანახარჯები სხეულის ერთ კილოგრამზე გადაანგარიშებით ქალებში ისეთივეა, როგორც კაცებში. თუმცა ბუნებრივი ლოკომოციისას ენერგოდანახარჯები ქალებში აჭარბებს კაცების მაჩვენებლებს: სიარულისას 6-7%-ით, ხოლო სირბილისას 10%-ით. ეს დაკავშირებულია სპორტული მოძრაობების შესრულების ნაკლებად ეკონომიურ ტექნიკასთან (მაგ. ქალებში ნაბიჯების სიგრძე ნაკლებია, სიხშირე მეტი).

ქალებს ახასიათებთ უფრო დახვეწილი თერმორეგულაცია. საოფლე ჯირკვლები სხეულის ზედაპირზე უფრო თანაბრადაა განაწილებული. კანი უფრო მდიდარია კაპილარებით და ეფექტურად გასცემს სითბოს ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას.

ქალის ორგანიზმის აერობული შესაძლებლობები ფასდება ჟ.მ.მ. მაჩვენებლით. ეს მაჩვენებელი კაცებთან შედარებით საშუალოდ 25-30%-ით ნაკლებია. აერობულ პირობებში მუშაობისას ქალის ორგანიზმის ერთ-ერთი თავისებურებაა ცხიმის უტილიზაციის

**ქალის ორგანიზმის მორფოფუნქციური თავისებურებები**

შედარებით მაღალი მაჩვენებელი. ცხიმის მარაგი ქალის ორგანიზმში მეტია (საშუალოდ სხეულის მასის 30%).

**ვეგეტატიური ფუნქციების სპეციფიკა.** ქალებში ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა ნაკლებია, ხოლო სუნთქვის სიხშირე მეტი.

სისხლის სისტემაში აღინიშნება ერითროციტებისა და ჰემოგლობინის რაოდენობის შემცირება. ნაკლებია ასევე ცირკულაციაში მყოფი სისხლის რაოდენობა. ჰემოგლობინის ნაკლები კონცენტრაციის გამო ქალის სისხლის ჟანგბადის ტევადობა ნაკლებია. მომუშავე კუნთების ჟანგბადით შეზღუდული უზრუნველყოფა, განსაკუთრებით სუბმაქსიმალური სიმძლავრის მუშაობის შესრულებისას შეიძლება გახდეს სისხლში მჟავიანობის მკვეთრად გამოხატული მომატების მიზეზი. ამასთან სისხლის pH მცირდება 7.38 დან 7.11 მდე. ასეთი დატვირთვების გადალახვა საკმაოდ ძნელია ქალის ორგანიზმისათვის, განსაკუთრებით სქესობრივი მომწიფების პერიოდში.

ქალის გული, მოცულობით და მასით ჩამორჩება მამაკაცისას. არასპორტსმენი ჯანმრთელი ქალების გულის მოცულობა საშუალოდ 580სმ<sup>3</sup> შეადგენს, სპორტსმენი ქალების მაგალითზე ეს მაჩვენებელი საშუალოდ 640-793სმ<sup>3</sup>-ია. გულის ნაკლებ მოცულობას შესაბამება სისხლის სისტოლური მოცულობის ნაკლები მაჩვენებლებიც, რაც კომპენსირდება შედარებით მაღალი გ.ც.ს. და სისხლის მოძრაობის სიჩქარით.

**დიდი დატვირთვების გავლენა ქალ სპორტსმენთა ორგანიზმზე.**

საწვრთნო დატვირთვების დიდი მოცულობის რეგულარულმა გამოყენებამ და წვრთნის ძირითადი პრინციპების დარღვევამ, განსაკუთრებით მოზარდ გოგონების ორგანიზმში, შეიძლება გამოიწვიოს არასასურველი ცვლილებები, უპირველეს ყოვლისა ოვულაციურ-მენსტრუალური ციკლის დარღვევა. დიდი დატვირთვები განაპირობებენ ჰიპოფიზის მიერ ადრენოკორტიკოტროპული ჰორმონის დიდი რაოდენობით გამომუშავებას და შესაბამისად თირკმელზედა ჯირკვლების მიერ ანდროგენების ჭარბ გამოყოფას. ეს კი თავის მხრივ ამუხრუჭებს ჰიპოფიზის გონადოტროპულ ფუნქციას და შედეგად არღვევს

**ქალის ორგანიზმის მორფოფუნქციური თავისებურებები**

საკვერცხეების ფუნქციას. სტაიერი ქალები გამოირჩევიან სხეულის ნაკლები წონით, ცხიმოვანი ქსოვილის შემცირებული პროცენტული შემცველობით, ჰიპოთალამუს-ჰიპოფიზურ-სასქესო სისტემის დაქვეითებული აქტივობით.

**ბიოლოგიური ციკლის გავლენა ქალის ორგანიზმის მუშაობისუნარიანობაზე.** ქალთა სპორტული წვრთნის დაგეგმარების აუცილებელ პირობას წარმოადგენს მათი ორგანიზმის მუშაობისუნარიანობასა და საერთო მდგომარეობაზე ოვულაციურ-მენსტრუალური ციკლის გავლენის გათვალისწინება. ციკლის ხანგრძლივობა 21-48 დღეს შეადგენს (საშუალო ხანგრძლივობა 28 დღე).

ოვულაციურ-მენსტრუალური ციკლის განმავლობაში შეინიშნება ჰორმონების გავლენით განპირობებული ცვლილებები - სისხლის შემადგენლობაში, ძალისმიერი მაჩვენებლებსა და კუნთების ტონუსში და სხვ. იცვლება ასევე ორგანიზმის მიერ წყლის შეკავების უნარი, რაც განაპირობებს წონის ცვლილებას 0.2-2კგ-ის ფარგლებში, ამასთანავე მე-3-ე მე-6-ე და 25-ე 26-ე დღეს ხდება სხეულის მასის მომატება, ხოლო მე-7-ე და მე-16-ე დღეს შემცირება.

დადგენილია, რომ სპორტსმენ ქალთა მუშაობისუნარიანობასა და ოვულაციურ-მენსტრუალური ციკლის ფაზებს შორის არსებობს პირდაპირი დამოკიდებულება. აღინიშნება მუშაობისუნარიანობის ორი პიკი. პირველი თანხვედება ესტროგენების კონცენტრაციის მომატებას (ციკლის მე-5-7 დღე), მეორე - პროგესტერონის მომატებას (ციკლის მე-16-18 დღე). მუშაობისუნარიანობის შედარებით მაღალი დონე შენარჩუნდება ციკლის მე-7-ე დღიდან მე-11-ე დღემდე (ციკლის მეორე ფაზა), ასევე მე-19-დან 25-ე დღემდე. მე-12-დან მე-15-ე დღემდე აღინიშნება მუშაობისუნარიანობის ყველაზე დაბალი დონე. დატვირთვები უნდა შემცირდეს 50%-მდე. ამ პერიოდში საჭიროა დატვირთვის შემცირება მუცლის, მენჯის სარტყელის და ქვედა კიდურების კუნთებზე. ყურადღების გაფანტულობის გამო არ არის რეკომენდებული რთული კოორდინაციული სტრუქტურის მქონე, ახალი მოძრაობითი ჩვევების ათვისება. წინამენსტრუალურ პერიოდში ასევე აღინიშნება მუშაობისუნარიანობის შემცირება.

**ქალის ორგანიზმის მორფოფუნქციური თავისებურებები**

ოვულაციურ-მენსტრუალური ციკლის პირველ ფაზაში ერიტროციტებისა და ჰემოგლობინის კონცენტრაციის დაქვეითება, ამცირებს სისხლში ჟანგბადის ტევადობას, და შესაბამისად ორგანიზმის აერობულ შესაძლებლობებს. ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას გულისცემის და სუნთქვის სიხშირე მატულობს უფრო მეტად. მცირდება კუნთების ძალა, სისწრაფე, გამძლეობა, მაგრამ მატულობს მოქნილობა.

ციკლის მეორე ფაზაში სისხლში ესტროგენის დაგროვება უზრუნველყოფს ორგანიზმის ფუნქციების ნორმალიზებას, ახდენს დადებით გავლენას ც.ნ.ს.-ის, სუნთქვის და გულ-სისხლძარღვთა სისტემების ფუნქციონირებაზე. ხელს უწყობს ორგანიზმში ნატრიუმის, აზოტისა და სითხის შეკავებას, ძვლებში მატულობს კალციუმი და ფოსფორი. ადვილდება მოძრაობების შესრულება, ორგანიზმის მუშაობისუნარიანობა მატულობს.

ციკლის მესამე ფაზაში სისხლში ესტროგენების კონცენტრაცია შემცირებას იწყებს, ხოლო პროგესტერონის შემცველობა ჯერ კიდევ არ არის მაღალი. ძირითადი ცვლის სისწრაფე მცირდება, მუშაობისუნარიანობა მკვეთრად ქვეითდება და მატულობს მუშაობის შესრულების ფუნქციური ფასი, მატულობს ჟანგბადის ხარჯვის მაჩვენებელი.

ციკლის მეოთხე ფაზაში, სისხლში პროგესტერონის შემცველობის ამაღლების ფონზე, მატულობს ნივთიერებათა ცვლის პროცესების დონე და მუშაობისუნარიანობა.

ციკლის მეხუთე ფაზაში სისხლში ყველა სასქესო ჰორმონის დონე მცირდება და მატულობს თიროქსინის (ფარისებრი ჯირკვლის ჰორმონი) კონცენტრაცია. მატულობს ც.ნ.ს. აგზნებადობა. სიმპათიკური ნერვული სისტემის ტონუსის მომატების გამო იზრდება გულისცემის და სუნთქვის სიხშირე, ვიწროვდება სისხლძარღვების სანათური და მატულობს არტერიული წნევა. ღვიძლში გლიკოგენის კონცენტრაცია მცირდება, ხოლო სისხლში მატულობს გლუკოზისა და კალციუმის შემცველობა, მუშაობისუნარიანობა ქვეითდება.

**ქალის ორგანიზმის მორფოფუნქციური თავისებურებები**

მაშასადამე მუშაობისუნარიანობა დამოკიდებულია ოვულაციურ-მენსტრუალური ციკლის სხვადასხვა ფაზაში ქალის ორგანიზმის ფუნქციებში მიმდინარე გადაწყობებზე: ციკლის I, III და V ფაზებში აღინიშნება ფუნქციური მდგომარეობის გაუარესება, ფიზიკური და გონებრივი მუშაობისუნარიანობის შემცირება, მატულობს მუშაობის შესრულების ფუნქციური ფასი და აღმოცენდება ფიზიოლოგიური სტრესი. ხოლო ციკლის II და IV ფაზებში მუშაობისუნარიანობა მომატებულია. სპორტული ოსტატობის ამალეებისათვის ციკლის ოპტიმალურ ხანგრძლივობად ითვლება 28 დღე, ხოლო არახელსაყრელია 36-დან 42-მდე და 21 დღეზე ნაკლები.

უშუალოდ მენსტრუაციის დღეებში არ არის რეკომენდებული ისეთი ძალისმიერი ვარჯიშების შესრულება, რომელთაც თან სდევს ჭინთვა და მკვეთრი მოძრაობები. ძალისმიერი დატვირთვების მოცულობა ამ დღეებში უნდა შემცირდეს.

სპორტული ვარჯიშის სტაჟისა და ოსტატობის ამალეებასთან ერთად მცირდება სპეციალურ მუშაობისუნარიანობაზე ოვულაციურ-მენსტრუალური ციკლის ეგრეთწოდებული არახელსაყრელი ფაზების უარყოფითი გავლენა.

**მდედრობითი სქესის წარმომადგენლებში სპორტული წვრთნის ორგანიზაციის საერთო პრინციპები**

ვარჯიშის დაწყებისათვის ყველაზე სარისკო ასაკია 11-13 წელი. ხოლო ყველაზე ხელსაყრელი - 8 წელი.

პრეპუბერტატულ და პუბერტატულ პერიოდებში, ასევე პირველ მენსტრუაციიდან სტაბილური ოვულაციურ-მენსტრუალური ციკლის ჩამოყალიბებამდე პერიოდში დაწყებული ინტენსიური სპორტული ვარჯიშები ხშირად იწვევენ ციკლის დარღვევას.

ვარჯიშისათვის ყველაზე საშიშია ოვულაციის ფაზა. პუბერტატულ პერიოდში და ასევე ციკლის სხვადსხვა დარღვევებისას ფიზიკური ვარჯიშები, ოვულაციის ფაზაში მკვეთრად მიზანშეუწონელია.

**მეთოდური მითითებები.** ქალთა საწვრთნო პროცესის ორგანიზება სპორტული წვრთნის საერთო პრინციპების მიხედვით ხდება და სტრუქტურისა და გამოყენებული მეთოდების მიხედვით შეესაბამება მამაკაცების საწვრთნო ვარჯიშებს.

ყველა შემთხვევაში, გამოყენებული სიმძიმეები 5-10%-ით ნაკლებია მამაკაცებთან შედარებით. კუნთების შედარებით ნაკლები განვითარებულობის გამო, ასევე იმასთან დაკავშირებით, რომ აღდგენისათვის შედარებით მეტი დროა საჭირო, დატვირთვები იგეგმება 20-30% - ით ნაკლები საერთო მოცულობით მამაკაცებთან შედარებით. ამასთანავე მცირდება არა მარტო საწვრთნო დღეების საერთო რაოდენობა, არამედ დატვირთვის მოცულობა თითოეულ ვარჯიშზე.

მაქსიმალური წონების აწევა რეკომენდებული არ არის. მაქსიმალურთან მიახლოებული წონების აწევას წინ უნდა უსწრებდეს მნიშვნელოვანი მოსამზადებელი ვარჯიშები, ოვულაციურ-მენსტრუალური ციკლის ფაზების აუცილებელი გათვალისწინებით.

ქალთა ძალისმიერი მომზადების პროცესში რეკომენდებული არ არის ისეთი ვარჯიშების გამოყენება, სადაც ხდება ხერხემლის უკან ძლიერი გაზნევა (ამან შესაძლებელია გამოიწვიოს საშვილოსნოს

**ქალის ორგანიზმის მორფოფუნქციური თავისებურებები**

გადაადგილება); მაქსიმალური წონების აწევა დგომში (შესაძლებელია მოხდეს ტანადობის დარღვევა და ხერხემლის ტრავმები).

საწვრთნო მაკრო და მეზოციკლების აგებისას აუცილებლად გათვალისწინებული უნდა იყოს, როგორც ქალ სპორტსმენთა სპეციფიკური ბიოლოგიური ციკლის საერთო ხანგრძლივობა, ასევე მისი ცალკეული ფაზის დადგომის ვადები. ამასთანავე რეკომენდებულია გამოიკვეთოს სპეციალური მიკროციკლი, რომელიც მოიცავს 1-2 დღეს მენსტრუაციამდე და მენსტრუალურ პერიოდს. შესაბამისად საწვრთნო მეზოციკლში ჩართული იქნება 2-4 ნორმალური და 1 სპეციალური მიკროციკლი.

სპეციალური მიკროციკლის პერიოდში რეკომენდებულია დატვირთვის საერთო მოცულობის შემცირება, მოქნილობაზე ვარჯიშების გამოყენება, სისწრაფის განმავითარებელი ვარჯიშები, სპორტული ტექნიკის სრულყოფა. მიზანშეწონილია ძირითადი დატვირთვის ზედა კიდურის კუნთებზე გადატანა. მიზანშეუწონელია ძალისმიერი ვარჯიშები, გლობალური სტატიკური დატვირთვები, ხტომები, დიაფრაგმის, მენჯისა და მუცლის კუნთების დატვირთვა.

თავი მეთერთმეტე

**ექსტრემალური გარემო პირობების გავლენა ადამიანის  
მუშაობისუნარიანობაზე**

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი ატმოსფერული  
წნევის პირობებში**

როგორც ცნობილია, დედამიწას გარს აკრავს ჰაერის მასა, რომელსაც ატმოსფერო ეწოდება. ატმოსფერულ ჰაერს დედამიწა მიზიდულობის ძალის არსებობის გამო თავისკენ მიიზიდავს, რაც შესაბამისად ქმნის ატმოსფერული ჰაერის წნევას, ანუ უფრო მოკლედ, ატმოსფერულ წნევას.

ატმოსფერული წნევა საკმაოდ მნიშვნელოვანი სიდიდეა ადამიანის ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციონირებისათვის, თუმცა იგი საკმაოდ ფართო საზღვრებში ცვალებადობს იმის მიხედვით თუ ზღვის დონიდან რა სიმაღლეზე ვიმყოფებით. 1500 მეტრ სიმაღლემდე ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციონირებაში რაიმე მნიშვნელოვანი ცვლილებები არ აღინიშნება, ხოლო 1500 მეტრის სიმაღლიდან უკვე მზარდი ძვრები იწყება. ზღვის დონიდან 1500 დან 2500 მეტრამდე სიმაღლე იწოდება როგორც საშუალო მთიანეთი. 2500 მეტრის ზემოთ კი უკვე მაღალმთიანეთია.

ზღვის დონეზე (საშუალოდ, ზღვის დონიდან 500მ სიმაღლემდე) სადაც მიზიდულობის ძალა 1g ტოლია, ჰაერის წნევა შეადგენს ვერცხლისწყლის სვეტის (ვ.ს.-ის) 760მმ. წნევა, როგორც წესი, მერყეობს 730-760 მმ-ის ფარგლებში. ვინაიდან ატმოსფერულ ჰაერში ჟანგბადის შემცველობა 20%-ია, მისი პარციალური წნევა ვ.ს. - ის 153 მმ-ს შეადგენს. მთიანეთში მაღალ სიმაღლეზე ასვლასთან დაკავშირებით ჰაერის წონა და შესაბამისად მისი წნევაც მცირდება. ეს კი ნიშნავს, რომ ადამიანის მიერ შესუნთქული ჰაერის ყოველ მოცულობით ნაწილში ჟანგბადის მოლეკულების შემცველობა მცირდება და O<sub>2</sub> პარციალური წნევაც შემცირებულია. ალვეოლურ ჰაერში ჟანგბადის შემცველობა და მისი პარციალური წნევაც ასევე შემცირებულია. არტერიულ სისხლში ჟანგბადის პარციალური წნევა ახლოსაა მის წნევასთან ალვეოლურ ჰაერში და შესაბამისად ისიც შემცირებულია. ამგვარად, პერიფერიულ

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი ატმოსფერული წნევის პირობებში**

ქსოვილებთან, კერძოდ კუნთებთან, მიდის ნაკლები O<sub>2</sub>, შემცირებული პარციალური წნევით და მამასადაამე კუნთების ჟანგბადით მომარაგება უარესდება.

სიმაღლე, მეტრი	ბარომეტრული წნევა ვერცხ. სვეტ. მმ.	O <sub>2</sub> პარციალური წნევა ვერცხ. სვეტ. მმ.
0 (ზღვის დონე)	760	159
1000	674	141
2000	596	125
3000	526	110
4000	462	97
5000	231	48

*ბარომეტრული წნევა და ჟანგბადის პარციალური წნევა ზღვის დონიდან სხვადასხვა სიმაღლეზე.*

მაღალმთიანეთისათვის დამახასიათებელია ჰაერის დაბალი ტემპერატურა. ყოველი 1000 მეტრით მაღლა ასვლისას ჰაერის ტემპერატურა საშუალოდ 6.5°-ით მცირდება. მაგ. თუ ზღვის დონეზე იგი 15° შეადგენს, მაშინ ვერესტზე ჰაერის ტემპერატურა -40°-ია. ჰაერის ტენიანობა მის ტემპერატურაზე დამოკიდებული, ამიტომ მთაში იგი ძალიან დაბალია. შესაბამისად მთაში ადამიანი ბევრ წყალს კარგავს.

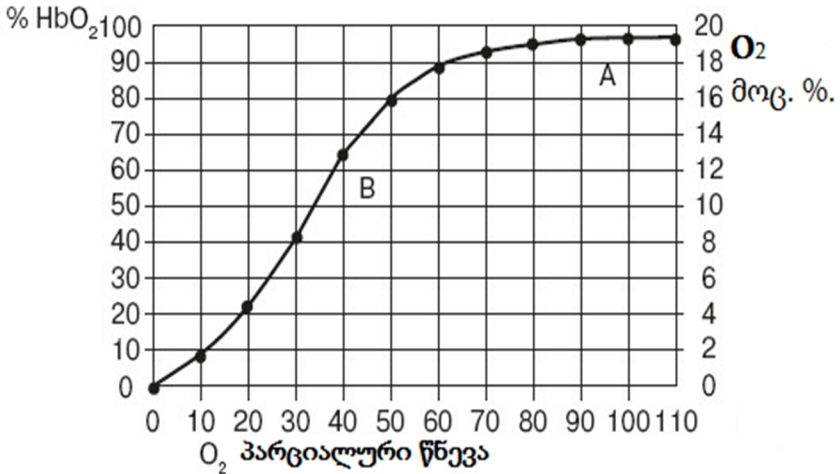
**სასუნთქი სისტემა.** არტერიულ სისხლში ჟანგბადის შემცველობის შემცირება იწვევს აორტის ქემორეცეპტორული რკალისა და კოროტიდული სინუსიდან მომავალი იმპულსაციის ცვლილებას და ააქტიურებს სუნთქვის ცენტრს. 4000 მეტრ სიმაღლეზე ფილტვების ვენტილაცია იზრდება 50%-ით, რაც განაპირობებს ალვეოლურ ჰაერში ჟანგბადის პარციალური წნევის გარკვეულწილად მომატებას, მაგრამ იგი მაინც რჩება უფრო ნაკლები, ვიდრე ზღვის დონეზე. ჟანგბადის მოხმარება ასევე რჩება შემცირებული. ფილტვების ვენტილაციისა და ჟანგბადის მოხმარების მაჩვენებლების ურთიერთდამოკიდებულება მატულობს, ე.ი. მთიან რაიონებში გარეგანი სუნთქვის ეფექტურობა შემცირებულია.

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი ატმოსფერული წნევის პირობებში**

ფილტვების ვენტილაციის გაზრდა განაპირობებს ორგანიზმიდან ნახშიროჟანგის გაძლიერებულ გამოდევნას და შესაბამისად სისხლში მისი შემცველობის შემცირებას. ამგვარად სუნთქვის ცენტრი აღმოჩნდება ორი ერთმანეთის საწინააღმდეგოდ მოქმედი ქიმიური სტიმულის ზემოქმედების ქვეშ: სისხლში ჟანგბადის დაბალი შემცველობა, რომელიც ასტიმულირებს სასუნთქი ცენტრის მოქმედებას და ნახშიროჟანგის შემცირებული კონცენტრაცია, რაც საპირისპირო გაფლენას ახდენს. ფილტვების ვენტილაციის მოცულობა წარმოადგენს ამ ორი, ერთმანეთის საწინააღმდეგოდ მოქმედი სტიმულის ზემოქმედების შედეგს.

ზღვის დონეზე ალვეოლურ ჰაერში ჟანგბადის პარციალურ წნევა საშუალოდ ვ.ს.-ის 120მმ შეადგენს. 2500 მეტრის სიმაღლეზე იგი მცირდება ვ.ს.-ის 95 მმ-მდე. ამ ეტაპზე სისხლის ოქსიგენაციის პროცესები ჯერ კიდევ ჰემოგლობინის დისოციაციის მრუდის ზომიერ ნაწილში იმყოფება. ასეთ პირობებში ჰემოგლობინის ჟანგბადით გაჯერების პროცენტული მაჩვენებელი 90% უდრის. მთაში მომდევნო უფრო მაღალ სიმაღლეებზე გადასვლისას ალვეოლურ ჰაერში ჟანგბადის წნევა და სისხლში მისი წნევა ჰემოგლობინის დისოციაციის მრუდის ციკაზო ნაწილს შეესაბამება და სისხლის უნარი შეიერთოს ჟანგბადი, მოახდინოს მისი ტრანსპორტირება, მნიშვნელოვნად მცირდება. სისხლის ჟანგბადით გაჯერების შემცირებას ნორმიდან 80%-მდე თან სდევს ღრმა ჰიპოქსია, რაც იწვევს დაღლილობის შეგრძნების განვითარებას, თავის ტკივილს და ძილის დარღვევას. სიმპტომების ამ კომპლექსს „მთის დაავადების“ სახელით მოიხსენებენ. არტერიულ სისხლში ჟანგბადის პარციალური ძაბვა რამდენადმე დაბალია ვიდრე ალვეოლურ ჰაერში მისი პარციალური წნევა. ზღვის დონეზე არტერიულ სისხლში იგი დაახლოვებით ვ.ს.-ის 100მმ შეადგენს. 2500 მეტრის სიმაღლეზე ეს მაჩვენებელი ვ.ს.-ის 60მმ-მდე მცირდება. კუნთოვან ქსოვილში ჟანგბადის პარციალური ძაბვა დაახლოვებით ვ.ს.-ის 20მმ შეადგენს და სიმაღლესთან ერთად პრაქტიკულად არ იცვლება. ეს ნიშნავს, რომ წნევათა გრადიენტი, რომელიც განაპირობებს სისხლიდან კუნთოვან ქსოვილში ჟანგბადის ტრანსპორტს, 80მმ-ს უდრის ზღვის დონეზე და 2500 მეტრის სიმაღლეზე ვ.ს.-ის 40მმ-მდე მცირდება.

მუშაობისუნარიანობა დაბალი ატმოსფერული წნევის პირობებში



ოქსიჰემოგლობინის დისოციაციის მრუდი

(A - ჰემოგლობინის შემცველობა არტერიულ სისხლში. B - იგივე, ვენურ სისხლში).

ეს კი განაპირობებს ქსოვილებში ჟანგბადის ტრანსპორტის მნიშვნელოვან შემცირებას. ჟანგბადის მიწოდების გაუარესება კი თავის მხრივ სტანდარტული ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას კუნთებში ლაქტატის და წყალბადის იონების დაგროვების მიზეზია. მჟავე პროდუქტების დაგროვება მთაში, ფიზიკური დატვირთვების შესრულებისას, იწყება უფრო ნაკლები ინტენსივობის ფიზიკური დატვირთვების პირობებში, ვიდრე ზღვის დონეზე. (ანაერობული ცვლის ზღვარი მცირდება).

სიმაღლის მატებასთან ერთად მცირდება ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების (ჟ.მ.მ.) მაჩვენებელი. ამასთანავე მნიშვნელოვანი შემცირება იწყება ჯერ კიდევ 1500 მეტრი სიმაღლიდან, როდესაც ატმოსფერულ ჰაერში ჟანგბადის პარციალური წნევა საკმაოდ მაღალია (ვ.ს.-ის 125მმ). ევერესტის სიმაღლეზე ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარება მცირდება ზღვის დონეზე დაფიქსირებული მაჩვენებლების 10-20%-მდე. ამიტომ სიმაღლეზე ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას უპირატესობა აქვთ იმ სპორტსმენებს, რომელთა საწყისი აერობული პოტენციალი მეტია. როგორც ჩანს, იმ მცირერიცხოვან სპორტსმენებს, რომლებმაც შესძლეს სპეციალური

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი ატმოსფერული წნევის პირობებში**

აპარატურის გამოყენების გარეშე 8000 მეტრიანი სიმაღლის დაძლევა, ჰქონდათ სხვებთან შედარებით მაღალი ჟ.მ.მ. მაჩვენებლები.

**სისხლის სისტემა.** მაღალ სიმაღლეზე სუნთქვის პროცესში ხდება დიდი რაოდენობით სითხის დაკარგვა ორგანიზმიდან და ვითარდება დეჰიდრატაცია, რომელსაც თან სდევს ცირკულაციაში მყოფი სისხლის რაოდენობის შემცირება. პლაზმის შემცირება მთიანეთში გადასვლიდან პირველივე საათებში იწყება და შეიძლება გაგრძელდეს რამოდენიმე კვირის განმავლობაში. ამასთანავე უცვლელი რჩება ერითროციტების საერთო რაოდენობა. ერითროციტების კონცენტრაციის გაზრდის შედეგად მატულობს ჰემატოკრიტის მაჩვენებელი, ე.ი. მატულობს სისხლის განსაზღვრული მოცულობის უნარი შეიერთოს ჟანგბადი. მთებში ყოფნისას პროგრესირებად დეჰიდრატაციასთან საბრძოლველად რეკომენდებულია მეტი სასმელი წყლის დალევა.

**გულ-სისხლძარღვთა სისტემა.** სითხის დიდი რაოდენობით დაკარგვის შედეგად სისხლის რაოდენობის შემცირება და მისი სიბლანტის გაზრდა განაპირობებს გარკვეულ ცვლილებებს გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მუშაობაში. სისხლის სისტოლური მოცულობა მცირდება. ეს ნიშნავს იმას, რომ სისხლის საჭირო წუთმოცულობის შენარჩუნებისათვის აუცილებელია გაიზარდოს გულისცემის სიხშირე. ამიტომ მოსვენებულ მდგომარეობაში და დოზირებული ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას გულისცემის სიხშირე მთაში მეტია ვიდრე ბარში. სიმაღლეზე ჟ.მ.მ.-ის გაზრდის ერთ-ერთი მექანიზმია ვენების მეტად შევიწროვება, რაც უზრუნველყოფს სისხლის გულთან მოდინების გაზრდას. ვენების შევიწროვება განპირობებულია სისხლში ჟანგბადის ძაბვის შემცირებით. სიმაღლეზე ყოფნის რამოდენიმე დღის შემდეგ იწყება გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ადაპტაცია. კუნთები იწყებენ სისხლიდან პროცენტულად მეტი ჟანგბადის შეთვისებას, სისხლში ჟანგბადის შემცველობის არტერიულ-ვენური სხვაობა მცირდება და სისხლის გაზრდილი წუთმოცულობის აუცილებლობა ქრება. მაღალმთიან რაიონებში გადასვლიდან 10 დღის შემდეგ სისხლის წუთმოცულობა უზრუნდება საწყის მაჩვენებელს და შესაძლებელია მასზე ნაკლებიც კი გახდეს.

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი ატმოსფერული წნევის პირობებში**

**მაღალმთიანეთის პირობებთან აკლიმატიზაცია.** ტერმინი „აკლიმატიზაცია“ ფიზიოლოგიაში გამოიყენება როგორც სინონიმი ტერმინისა „ადაპტაცია“ მაშინ, როდესაც ორგანიზმზე მოქმედ ფაქტორს წარმოადგენს გარემოს პირობების შეცვლა, ამ შემთვევაში ატმოსფერული წნევის შემცირება. სიმაღლეზე ყოფნის პირობებში ადამიანის ორგანიზმში ვითარდება ჟანგბადის დაბალი შემცველობის მქონე, ჰაერის სუნთვის შედეგად განვითარებული, უარყოფითი შედეგების საკომპენსაციო ადაპტაციური ცვლილებები. ამასთანავე ჰიპოქსიის გავლენის სრულად კომპენსირება შეუძლებელია. მაღალ სიმაღლეებზე ყოფნის შედეგად ორგანიზმში განვითარებული ცვლილებები შესაძლებელია გავყოთ ორ კატეგორიად: ქსოვილებისაკენ ჟანგბადის ტრანსპორტის გაზრდა და ქსოვილებში ჟანგბადის უფრო ეფექტური გამოყენება.

**სუნთქვის სისტემის ადაპტაცია.** ადამიანის მთიან რაიონებში მოხვედრის პირობებში მატულობს ფილტვების ვენტილაცია, რომელიც მიმართულია არტერიულ სისხლში ჟანგბადის კონცენტრაციის მომატებისაკენ. ამ პროცესს ასევე თან სდევს სისხლში ნახშიროჟანგის კონცენტრაციის შემცირება. მაღალმთიანეთის გავლენით ფილტვების დიფუზიური შესაძლებლობები ძალიან ნელი ტემპით იცვლება. მთაში ნახევარწლიანი ყოფნის შემდეგაც კი ეს მაჩვენებელი უცვლელია. მთიანი რაიონების მუდმივ მცხოვრებლებში ფილტვების დიფუზიური მაჩვენებლები და სუნთქვის სისტემის სხვა მაჩვენებლები მნიშვნელოვნად აღემატება ბარის მცხოვრებლების მაჩვენებლებს.

**სისხლის და სისხლის მიმოქცევის სისტემის ადაპტაცია.** მთიან პირობებში შესუნთქულ ჰაერში ჟანგბადის ნაკლებობა ასტიმულირებს ერითროციტების წარმოქმნის ხელშემწყობი ჰორმონის - ერითროპოეტინის გამოყოფას.

სიმაღლე	0	1000	1500	2500	3500	4500	5500	6500
ერიტროციტების კონც. მლნ/მმ <sup>3</sup>	5.3	5.4	5.5	5.8	6.2	6.6	7.3	8.2

*სხვადასხვა სიმაღლეზე მცხოვრები ადამიანების სისხლში ერითროციტების კონცენტრაცია.*

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი ატმოსფერული წნევის პირობებში**

ფორმიანი ელემენტების მოცულობის თანაფარდობა სისხლის საერთო მოცულობასთან (ჰემატოკრიტის მაჩვენებელი) მაღალმთიანი რაიონების მცხოვრებლებში შეადგენს 65%, ბარში მცხოვრებთა 48%-ის წინააღმდეგ. მთაში დიდი ხნით (6 კვირა) ყოფნის შედეგად ბარის მცხოვრებლების ჰემატოკრიტის მაჩვენებლები შესაძლებელია გაიზარდოს 59%-მდე. მთაში ყოფნის შედეგად ჰემოგლობინის კონცენტრაცია ასევე იზრდება, თუმცა ჰემოგლობინის რაოდენობის ზრდის ტემპი ერთროციტების რაოდენობის ზრდის ტემპებზე დაბალია. ერთროციტებისა და ჰემოგლობინის რაოდენობის მომატების ხარისხი დამოკიდებულია სიმაღლეზე: საშუალო მთიანეთში (2500მ) იგი მცირეა, და სიმაღლის ყოველი 300 მეტრით ზრდის შედეგად სისხლში ჰემოგლობინის კონცენტრაცია 2%-ით იზრდება.

მთიანეთში ყოფნის საწყის ეტაპზე სისხლის წუთური მოცულობა სტანდარტული დატვირთვის შესრულებისას უფრო მაღალია ვიდრე ზღვის დონეზე. შემდეგ ეს მაჩვენებელი თანდათან მცირდება ბარის პირობებისათვის დამახასიათებელ სიდიდემდე. წუთური მოცულობის შემცირება, სისხლში ჰემოგლობინის კონცენტრაციის მომატების შედეგად მასში ჟანგბადის ტევადობის გაზრდითაა განპირობებული. გულისცემის სიხშირე, სტანდარტული დატვირთვის შესრულებისას ასევე თანდათანობით მცირდება ბარისათვის დამახასიათებელ ციფრებამდე. სიმაღლესთან აკლიმატიზირებულ ადამიანებში სისხლის პერიფერიული წინააღმდეგობა შემცირებულია. პერიფერიული სისხლძარღვების გაფართოების მიზეზი ჰიპოქსიაა. სისხლძარღვების გაფართოება ამცირებს ცირკულაციაში მყოფი სისხლის რაოდენობის მომატების და მისი სიბლანტის გაზრდის შედეგად განვითარებულ მაღალ დატვირთვას გულზე. შემცირებული რჩება სისხლის წუთური მოცულობის, სისტოლური მოცულობისა და გულისცემის სიხშირის მაქსიმუმები.

მაჩვენებლები	ზღვის დონე	სიმაღლე	
		2300მ.	4000მ.
ბარომეტრული წნევა (ვერცხ. სვ. მმ.)	750	580	460
O <sub>2</sub> პარციალური წნევა (ვერცხ. სვ. მმ.):			

მუშაობისუნარიანობა დაბალი ატმოსფერული წნევის პირობებში

შესუნთქულ ჰაერში	144	112	87
ალვეოლურ ჰაერში	120	95	72
არტერიულ სისხლში	107	80	55
სხვაობა ალვეოლურ ჰაერსა და არტერიულ სისხლს შორის	13	15	17
გარეგანი სუნთქვა:			
ფილტვების ვენტილაცია (ლიტრ. წუთ.)	165	175	200
ფილტვების დიფუზიური შესაძლებლობები (ლიტრ/წუთ/ვერცხლ. სვეტ. მმ.)	100	100	100
სასუნთქი მოცულობის ინდექსი (VCO <sub>2</sub> /VO <sub>2</sub> )	1.20	1.22	1.30
ცირკულაციაში მყოფი სისხლის მოცულობა (ლიტრ.)	6.42	6.19	5.77
ცირკულაციაში მყოფი სისხლის პლაზმის მოცულობა (ლიტრ.)	3.16	2.95	2.55
ცირკულაციაში მყოფი ერითროციტების მოცულობა (ლიტრ.)	3.26	3.24	3.22
ჟანგბადის შემცველობა არტერიულ სისხლში (მოც. %)	18.5	16.8	13.5
ჟანგბადის შემცველობა ვენურ სისხლში (მოც. %)	1.8	1.8	1.8
არტერიულ-ვენური სხვაობა (მოც. %)	96	88	71
არტერიული სისხლის PH	7.30	7.25	7.20
CO <sub>2</sub> - ის ძაბვა არტერიულ სისხლში (ვერცხ. სვ. მმ.)	30	26	20
პლაზმის ბიკარბონატი	9.7	7.2	5.8
ლაქტატი	11.0	11.0	11.0
სისხლის მიმოქცევა:			
მაქსიმალური წუთ. მოცულობა (ლ/წთ)	30	30	30
მაქსიმალური გ.ც.ს.	185	185	185
მაქს. სისტ. მოცულობა (მლ)	162	162	162
მაქს. ჟანგბად. პულსი (მლ. O <sub>2</sub> /დარტყ.)	27	24	19
ჟ.მ.მ.	4.81	3.60	1.51

ჟანგბადის ტრანსპორტის სისტემის მარჯვენებლები გაწვრთნილ მამაკაცებში მაქსიმალური აერობული სიმძლავრის მუშაობისას, ზღვის დონეზე და სიმაღლეზე 2 კვირიანი ყოფნის შემდეგ.

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი ატმოსფერული წნევის პირობებში**

**კუნთოვანი სისტემის ადაპტაცია.** მთაში ყოფნისას კუნთებში მნიშვნელოვანი ცვლილებები აღინიშნება. მაღალ მთიანეთში და შესაბამისად მწვავე ჰიპოქსიის პირობებში ყოფნის 4-6 კვირის განმავლობაში ფეხის კუნთებში ხდება ორივე ტიპის კუნთოვანი ბოჭკოების განივკვეთის 20-25%-ით შემცირება. ამასთანავე კაპილარების რაოდენობა კუნთოვან ქსოვილში იმატებს.

ამგვარად მაღალ სიმაღლეზე 4-6 კვირიანი ყოფნის შემდეგ სპორტსმენებში, გარდა კუნთებისათვის მიწოდებული ჟანგბადის რაოდენობის შემცირებისა, კუნთების საკუთარი ენერგეტიკული პოტენციალიც შესამჩნევად მცირდება.

**ფიზიკური ვარჯიშების შესრულება მაღალმთიან პირობებში.**

დაქვეითებული ატმოსფერული წნევისა და ჰიპოქსიის პირობები განსაკუთრებით უარყოფითად მოქმედებენ იმ ტიპის კუნთოვანი მუშაობის შესრულებაზე, რომელიც მაღალ მოთხოვნებს უყენებენ ჟანგბადის სატრანსპორტო სისტემას. ესენია გამძლეობის განმავითარებელი სპორტის სახეობები, სადაც სპორტსმენი დიდი ხნის განმავლობაში იმყოფება დისტანციაზე. ამასთანავე სიმაღლეზე ყოფნა არ ახდენს უარყოფით გავლენას ხანმოკლე, ანაერობული ხასიათის ვარჯიშების შესრულებაზე, რადგან ასეთი ვარჯიშების შესრულებისათვის საჭირო ენერგია წარმოიქმნება ფოსფაგენებისა და კუნთების გლიკოგენის ანაერობული დაშლის შედეგად. ამასთანავე გაიშვიათებული ჰაერის პირობებში მოძრაობისადმი წინააღმდეგობა მცირეა. ეს კი ხელს უწყობს შედეგების ამაღლებას სპრინტერული სირბილისას, ველოსპორტში სპრინტერული დისტანციებისას და სხვ.

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი და მაღალი ტემპერატურის პირობებში.**

**ადამიანის მუშაობისუნარიანობა გარემოს მაღალი და დაბალი ტემპერატურის პირობებში**

**თერმორეგულაციის საფუძვლები.** ადამიანი - თბილსისხლიანი არსებაა, ანუ მისი სხეულის ტემპერატურა იცვლება საკმაოდ ვიწრო დიაპაზონში. სხეულის ტემპერატურის მუდმივობის შენარჩუნებისათვის აუცილებელია, რომ ორგანიზმში წარმოქმნილი სითბოს რაოდენობა უტოლდებოდეს სითბოს რაოდენობას, რომელსაც იგი გასცემს გარემოში. სითბოს წარმოქმნა ხდება ორგანიზმის სხვადასხვა ქსოვილებში, უპირველეს ყოვლისა - კუნთებში მიმდინარე მეტაბოლური რეაქციების შედეგად და შესაბამისად მნიშვნელოვნად (დაახლოებით 20 ჯერ) მატულობს კუნთოვანი მუშაობისას.

სითბოს გაცემა უზრუნველყოფილია რამოდენიმე მექანიზმით: გატარება, კონვექცია, რადიაცია და წყლის აორთქლება.

ტერმინი **გატარება** გულისხმობს სითბოს გადაცემას ერთი (უფრო მეტი ტემპერატურის მქონე) სხეულიდან მეორე (უფრო ნაკლები ტემპერატურის მქონე) სხეულზე მათი უშუალო კონტაქტისას. ადამიანის სხეულს შეუძლია გადასცეს სითბო გარემოს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ გარემოს ტემპერატურა უფრო დაბალია ვიდრე სხეულისა. გაცემული სითბოს რაოდენობა დამოკიდებულია გარემოს მიერ სითბოს გატარების უნარზე. წყლის თბოგამტარობა 26-ჯერ მეტია ჰაერთან შედარებით, ამიტომ წყალში ადამიანის სხეული ძალიან სწრაფად კარგავს სითბოს.

**კონვექცია** - ეს არის ადამიანის სხეულის მიერ მის გარშემო მოძრაობაში მყოფი ჰაერისათვის სითბოს გადაცემა, როდესაც ჰაერის უკვე გამთბარი ფენები შორდებიან სხეულს და იცვლებიან სხვა უფრო დაბალი ტემპერატურის მქონე ფენებით. კონვექცია თავისი მექანიზმით ძალიან ჰგავს გატარებას, მაგრამ უფრო ეფექტურია სითბოს გაცემისათვის. გარემოს ერთნაირი ტემპერატურის (მაგ. 23°) პირობებში სითბოს გაცემა სხეულის ზედაპირიდან უკეთესად მოხდება ქარიან ამინდში. როდესაც ადამიანი მოძრაობს, სითბოს გაცემისათვის იქმნება უკეთესი პირობები, ვიდრე მაშინ, როდესაც იგი უმოძრაო მდგომარეობაშია. გატარების და კონვექციის საშუალებით ადამიანის ორგანიზმი გასცემს საერთო გაცემული სითბოს 10-20%.

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი და მაღალი ტემპერატურის პირობებში.**

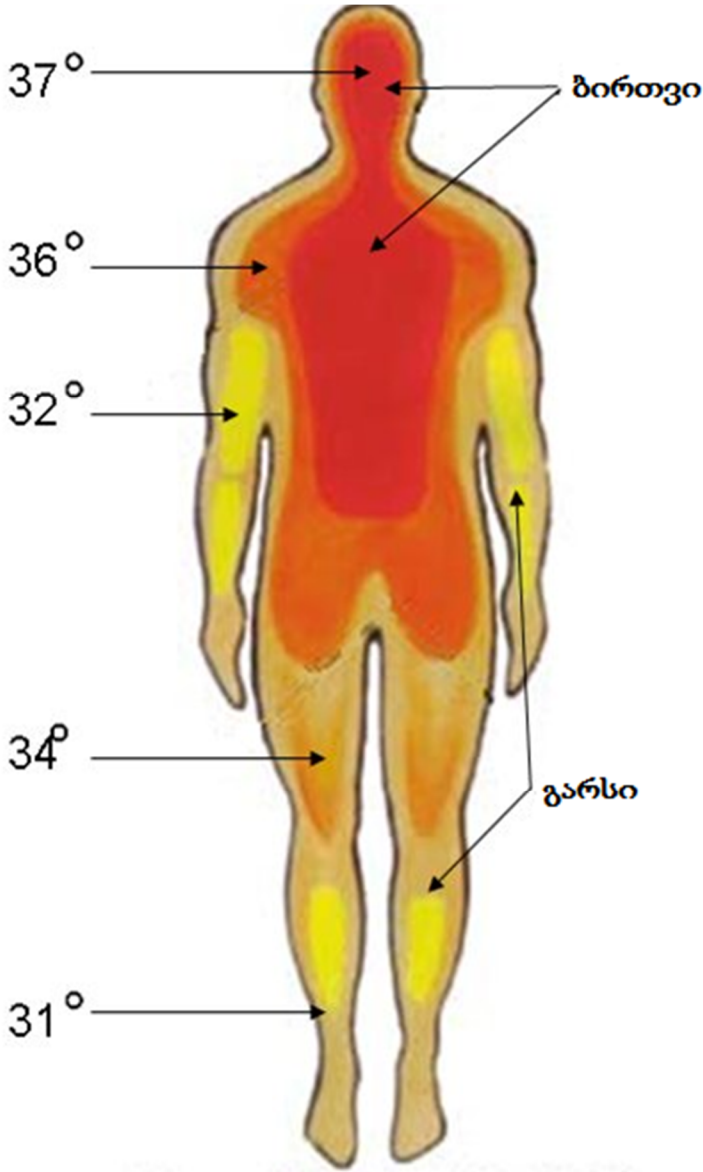
**რადიაცია** - ეს არის ადამიანის სხეულის მიერ სითბოს გაცემა ელექტრომაგნიტური ენერჯიის განსხივების საშუალებით. მოსვენებულ მდგომარეობაში შიშველი ადამიანის სხეული გარემოში გაცემული სითბოს 60% სწორედ რადიაციის საშუალებით გასცემს.

**აორთქლება** - ეს არის სხეულის ზედაპირზე გამოყოფილი წყლის აორთქლების საშუალებით სითბოს გაცემა. საოფლე ჯირკვლები იმყოფებიან თერმორეგულაციის სისტემის გავლენის ქვეშ და მნიშვნელოვან გავლენას ახდენენ ორგანიზმის მიერ წყლის აორთქლების საშუალებით სითბოს გაცემაზე. აორთქლება წარმოადგენს ერთადერთ მექანიზმს, რომლის საშუალებითაც ხდება სითბოს გაცემა ისეთ პირობებში, როდესაც გარემოს ტემპერატურა უტოლდება სხეულის ტემპერატურას ან მასზე მეტია. დამაბული კუნთოვანი დატვირთვისას, განსაკუთრებით მაღალი გარემო ტემპერატურის პირობებში, აორთქლება წარმოადგენს სითბოს გაცემის ძირითად მექანიზმს და მისი საშუალებით გაიცემა სითბოს 80%. ხოლო მოსვენებულ მდგომარეობაში პირიქით, წყლის აორთქლებით ორგანიზმი გასცემს სითბოს მხოლოდ 20%.

თერმორეგულაციის თვალსაზრისით ადამიანის სხეული შესაძლებელია გავყოთ ორ კომპონენტად: გარსი და ბირთვი. ბირთვი ეს არის სხეულის ის ნაწილი, რომლის ტემპერატურაც მუდმივია, ხოლო გარსი - სხეულის ნაწილია, რომელსაც გააჩნია ტემპერატული გრადიენტი.

გარსის საშუალებით ხდება სითბოს გაცვლა ბირთვისა და გარემოს შორის. სხვადასხვა ტემპერატურულ პირობებში ბირთვის და გარსის ზომები იცვლება. თუ გარემოს ტემპერატურა დაბალია, სხეულის ზედაპირთან ახლოს მყოფი სისხლძარღვები ვიწროვდება და მატულობს იმ ზედაპირული ქსოვილების სისქე, რომლებიც ამცირებენ საკუთარ ტემპერატურას. შესაბამისად გარსის მოცულობა იზრდება და შეიძლება მიაღწიოს სხეულის მასის ნახევარს. ხოლო გარემოს მაღალი ტემპერატურის პირობებში სხეულის ზედაპირთან ახლოს მყოფ ქსოვილებში სისხლძარღვები ფართოვდება და შედეგად გარსის მოცულობა მცირდება ბირთვისა კი მატულობს.

თავი 11- ექსტრემალური პირობების გაგეგმვა ადამიანის მუშაობისუნარიანობაზე  
მუშაობისუნარიანობა დაბალი და მაღალი ტემპერატურის პირობებში.



ადამიანის ორგანიზმის სხვადასხვა ნაწილის ტემპერატურული ნორმები.

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი და მაღალი ტემპერატურის პირობებში.**

**სითბოს გაცემის რეგულაცია.** ბირთვის ტემპერატურა საკმაოდ უცვლელად შენარჩუნდება გარემოს ტემპერატურის დიდი დიაპაზონით ცვალებადობის პირობებშიც, თუმცა შეუძლებელია იმის თქმაც, რომ იგი უცვლელია.

ნორმალურ ტემპერატურად  $36.5^{\circ}$  ითვლება, ხოლო სიცოცხლესთან თავსებადია ტემპერატურის გადახრა 33 დან  $41-42^{\circ}$  - მდე. ბირთვის ტემპერატურის ზუსტი შეფასებისათვის უმჯობესი იქნებოდა ტემპერატურის განსაზღვრა გულში, სადაც ხდება სხეულის სხვადასხვა ნაწილებიდან მოდინებული სისხლის შერევა. თუმცა გასაგები მიზეზების გამო ეს არ ხდება და, როგორც წესი, სხეულის ბირთვის ტემპერატურის შეფასება ხდება სწორ ნაწლავში ტემპერატურის გაზომვით (რექტალური ტემპერატურა). რექტალური ტემპერატურა თავის ტვინის, თერმორეგულაციაზე პასუხისმგებელი ნაწილის ტემპერატურასთან შედარებით მცირედით ნაკლებია. თავის ტვინის ტემპერატურაზე შესაძლებელია ვიძსჯელოთ ყურის დაფის აპკის ახლოს ტემპერატურის გაზომვით, რისთვისაც გამოიყენება სპეციალური ყურის თერმომეტრი (თიმპანალური ტემპერატურა).

სხეულის ტემპერატურის შემცირება - ჰიპოთერმია - ვითარდება, როდესაც სითბოს წარმოქმნა ორგანიზმში მნიშვნელოვნად ჩამორჩება მის დაკარგვას. სხეულის ტემპერატურის მომატება - ჰიპერთერმია - კი საპირისპიროდ, ვითარდება მაშინ, როდესაც სითბოს წარმოქმნა მნიშვნელოვნად სჭარბობს მისი გაცემის შესაძლებლობას. კუნთოვანი მუშაობის დროს სხეულის ტემპერატურა იზრდება შესრულებული მუშაობის სიმძლავრის მიხედვით და შესაძლებელია მიაღწიოს  $39-40^{\circ}$ . მომუშავე კუნთების ტემპერატურა ამ დროს შეიძლება  $42^{\circ}$ -მდეც კი გაიზარდოს. კუნთებში ტემპერატურის ზრდა ხელს უწყობს მათში მიმდინარე მეტაბოლური პროცესების ეფექტურობის ამაღლებას და მათი თვისებების, კერძოდ შეკუმშვის სისწრაფის გაუმჯობესებას. სხეულის ტემპერატურის მნიშვნელოვანმა ( $40^{\circ}$ -ზე მეტი) და ხანგრძლივმა მომატებამ შესაძლებელია გამოიწვიოს უარყოფითი ცვლილებები ც.ნ.ს.- ში, კერძოდ ტვინის შემუშავება.

**თერმორეგულაციის მექანიზმები.** ნებისმიერი რეგულატორული სისტემის ფუნქციონირებისათვის აუცილებელია: პერიფერიული მიმღები (რეცეფტორული) ნაწილი, ცენტრალური მმართველი რგოლი

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი და მაღალი ტემპერატურის პირობებში.**

და შემსრულებელი ორგანო. თერმორეგულაციის სისტემის რეცეფტორულ ნაწილს წარმოადგენს პერიფერიული და ცენტრალური თერმორეცეფტორები. პერიფერიული რეცეფტორები მოთავსებულია კანში და მათი საშუალებით ც.ნ.ს. იღებს ინფორმაციას გარემოს ტემპერატურის შესახებ. ცენტრალური რეცეფტორები მოთავსებულია ჰიპოთალამუსის წინა ნაწილში და მათი საშუალებით ხდება სხეულის ამ ნაწილში ცირკულირებადი სისხლის ტემპერატურის მაღალი სიზუსტით (0.01°-ის) შეფასება.

ჰიპოთალამუსის თერმორეგულაციის ცენტრი მუშაობს განსაზღვრული, ნორმალური ტემპერატურის შენარჩუნების პრინციპით. ნორმალური ტემპერატურიდან ნებისმიერი გადახრა აღიქმება როგორც აუცილებელი კორექციის სიგნალი. თერმორეგულაციის ცენტრის მიერ შემავალ ინფორმაციად გამოიყენება სხეულის სხვადასხვა თერმომგრძობიარე ნაწილებში განლაგებული თერმორეცეფტორებიდან მიღებული მონაცემები.

თერმორეგულაციის სისტემა წარმოადგენს ორგანიზმის ფილოგენეზურად ერთ ერთ ყველაზე გვიან განვითარებულ სისტემას. ამ გარემოებასთან არის დაკავშირებული თერმორეგულაციის სისტემის თავისებურება - შემსრულებელი ორგანოების დიდი რიცხოვნობა. მართლაც ორგანიზმის ნებისმიერ სისტემას აქვს თავისი შემსრულებელი ორგანო, თერმორეგულაციის სისტემას კი მინიმუმ ოთხი ასეთი ორგანო აქვს: საოფლე ჯირკვლები, სისხლძარღვები (კანის არტერიოლები და არტერიულ-ვენური ანოსთოზომები), ჩონჩხის კუნთები, ზოგიერთი შინაგანი სეკრეციის ჯირკვალი, ქცევითი რეაქციები.

გარემოს ტემპერატურის მომატება განაპირობებს პერიფერიული რეცეფტორების იმპულსაციის გაძლიერებას. ამის საპასუხოდ თერმორეგულაციის ცენტრი სიმპათიკური ნერვული სისტემის საშუალებით ამცირებს არტერიოლებისა და არტერიულ-ვენური ანოსთოზომების კედლებში არსებული გლუვი კუნთების ტონუსს და უზრუნველყოფს მათ გაფართოებას.

იმავდროულად ან რამოდენიმე წამის დაგვიანებით იწყება ოფლის გამოყოფის გაძლიერება: თერმორეგულაციის ცენტრი სპეციალური

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი და მაღალი ტემპერატურის პირობებში.**

სიმპათიკური ქოლინერგული ბოჭკოების საშუალებით ააქტიურებს საოფლე ჯირკვლებს.

სიცვიის გავლენით, როდესაც კანის ტემპერატურა ნორმალურზე დაბალი ხდება, ვითარდება კანკალის რეაქცია, რასაც თან სდევს სითბოს წარმოქმნის გაძლიერება. კუნთოვანი კანკალის შედეგად სხეულის ტემპერატურა რამდენადმე მატულობს. თუ სიცვიეში ხდება ფიზიკური დატვირთვების შესრულება, მაშინ სხეულის ტემპერატურა მნიშვნელოვნად მატულობს და კანკალის რეაქცია ითრგუნება.

**ორგანიზმის მუშაობისუნარიანობა გარემოს მომატებული ტემპერატურისა და ტენიანობის პირობებში.**

მოსვენებულ მდგომარეობაში ორგანიზმში წარმოქმნილი სითბოს რაოდენობა საშუალოდ საათში 75-90 კ.კალორია. სითბოს ეს მოცულობა გაცივმა გარემოში და სხეულის ტემპერატურა რჩება უცვლელი. ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას სითბოს წარმოქმნა რამოდენიმეჯერ იზრდება და შეიძლება მიაღწიოს 900კ. კალ. საათში. ასეთი რაოდენობის სითბოს გაცემა დიდი დატვირთვაა თერმორეგულაციის სისტემისათვის. ერთი ლიტრი ოფლის აორთქლებისას იხარჯება 580 კ.კალ. მამასადამე 900 კ.კალ. სითბოს გაცემისათვის საჭიროა სხეულის ზედაპირიდან 1.55 ლიტრი ოფლის აორთქლება.

ფიზიკური აქტივობისას სისხლის წუთმოცულობა რამოდენიმეჯერ მატულობს და ასევე ხდება სისხლის გადანაწილება, ისე რომ სისხლის საერთო წუთური მოცულობის 80-90% მიდის მომუშავე კუნთებში. თუ ფიზიკური დატვირთვა მაღალი გარემო ტემპერატურის პირობებში მიმდინარეობს, მაშინ ორგანიზმს ორი ერთმანეთის საწინააღმდეგო ამოცანის გადაჭრა უწევს. ერთი მხრივ მომუშავე კუნთები უნდა მომარაგდეს საჭირო რაოდენობის სისხლით და მეორე მხრივ აუცილებელია სხეულის ტემპერატურის რეგულირება, რაც დაკავშირებულია კანში სისხლის მოძრაობის გაძლიერებასთან. კომფორტული ტემპერატურის პირობებში ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას, კანში მოძრავი სისხლის რაოდენობა შეადგენს საერთო წუთური მოცულობის 5%, ხოლო გარემოს მაღალი ტემპერატურის პირობებში შესაძლებელია მიაღწიოს 20%. მამასადამე წარმოიქმნება

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი და მაღალი ტემპერატურის პირობებში.**

კონფლიქტი მომუშავე კუნთების საჭირო რაოდენობის სისხლით მომარაგების აუცილებლობასა და თერმორეგულაციის სათანადო დონეზე ფუნქციონირებისათვის კანში საკმარის რაოდენობის სისხლის მიწოდებას შორის. კანის სისლმადგეობის გაფართოების შედეგად მასში მოძრავი სისხლის რაოდენობა მატულობს და მომუშავე კუნთების სისხლით მომარაგება მცირდება. შედეგად ქვეითდება მათი მუშაობისუნარიანობა. სისხლის სპეციფიკური გადანაწილების გამო გულთან ვენების საშუალებით დაბრუნებული სისხლის რაოდენობაც მცირდება, ეს კი თავის მხრივ აქვეითებს სისტოლურ მოცულობას. სისხლის წუთმოცულობის საჭირო დონეზე შენარჩუნება პირველ ეტაპზე შესაძლებელია გ.ც.ს.-ის მომატების ხარჯზე. თუმცა, მიუხედავად კომფორტულ ტემპერატურულ პირობებში შესრულებული მუშაობისას, არსებულ მაჩვენებლებთან შედარებით გაზრდილი გულისცემის სიხშირისა, შემდგომში სისხლის წუთმოცულობა მაინს ეცემა.

მომუშავე კუნთების სისხლით მომარაგების შემცირების შედეგად ისინი ენერგიის წყაროდ უმეტესწილად იყენებენ ანაერობულ გლიკოლიზს. შედეგად მატულობს კუნთოვანი გლიკოგენის გახარჯვა და მატულობს მომუშავე კუნთებში დაგროვილი ლაქტატის რაოდენობა.

**მაღალი ტემპერატურის გავლენით განპირობებული ფუნქციური დარღვევები ადამიანის ორგანიზმში.** გარემოს მაღალი ტემპერატურისა და ფიზიკური დატვირთვის ორგანიზმზე ერთდროული ზემოქმედებისას ვითარდება გამოკვეთილი შეუთავსებლობა ორგანიზმში სითბოს წარმოქმნასა და მისი გაცემის შესაძლებლობას შორის. შედეგად შესაძლებელია მივიღოთ ისეთი არასასურველი მოვლენები, როგორებიცაა: კუნთების სპაზმი, სითბური გადატვირთვა და სითბური დარტყმა.

გარემოს მაღალი ტემპერატურის პირობებში კუნთების სპაზმის განვითარების უპირველესი მიზეზია ოფლის დიდი რაოდენობით გამოყოფის გამო, ელექტროლიტების მნიშვნელოვანი რაოდენობით დაკარგვა და გაუწყლოვნება.

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი და მაღალი ტემპერატურის პირობებში.**

სითბური გადატვირთვა - ეს არის ორგანიზმის ფუნქციონირების მოშლა, რომელიც დაკავშირებულია გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მიერ სითბური სტრესის (ორგანიზმში სითბოს ჭარბი დაგროვება) პირობებში ორგანიზმის გაზრდილი მოთხოვნების დაკმაყოფილების შეუძლებლობასთან. სისხლის შემცირებული მოცულობის პირობებში ამან შესაძლებელია განაპირობოს შემდეგი სიმპტომოკომპლექსი: არტერიული წნევის შემცირება პულსის საერთო გახშირების ფონზე, დისპნოე, თავბრუსხვევა, დაღლა, პირღებინება. კანი შესაძლებელია იყოს ან ნოტიო და ცივი, ან ცხელი და მშრალი. სითბური გადატვირთვის პირობებში თერმორეგულაციის მექანიზმები აგრძელებენ ფუნქციონირებას, მაგრამ კანის სისხლძარღვებში სისხლის არასაკმარისი რაოდენობის გამო არ შეუძლიათ საჭირო რაოდენობის სითბოს გაცემა.

სითბური დარტყმა - თერმორეგულაციის არაადეკვატური მუშაობის პირობებში ადამიანის სიცოცხლისათვის საშიში მდგომარეობა. სითბური დარტყმისათვის დამახასიათებელია: სხეულის ბირთვის ტემპერატურის 40°-ზე მეტად მომატება, ოფლის გამოყოფის შეწყვეტა და შედეგად მშრალი და ცხელი კანი, მომატებული არტერიული წნევა, გახშირებული გულისცემა, დისპნოე, თავის ტკივილი, თავბრუსხვევა. შესაძლებელია გონების დაკარგვა, ჰალუცინაციები.

**წყლის ბალანსის შევსება შეჯიბრის პირობებში.** როგორც უკვე აღინიშნა გარემოს მაღალი ტემპერატურის პირობებში ინტენსიური და ხანგრძლივი ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას ხდება სითხის მნიშვნელოვანი რაოდენობით დაკარგვა - ორგანიზმის გაუწყლოვნება, რამაც საბოლოო ჯამში შესაძლებელია გამოიწვიოს სითბური დარტყმა.

დისტანციაზე საკმარისი რაოდენობით წყლის მიღების პირობებში სხეულის ტემპერატურა ნაკლებად მატულობს. თუ სითხის მიღება დროში სწორადაა გადანაწილებული, ე.ი. სითხე მიიღება ნაწილ ნაწილ 150-200მლ-ის რაოდენობით ყოველ 40-15 წთ.-ში, მცირდება სისხლის პლაზმის დაკარგვა და შესაბამისად შენარჩუნებულია

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი და მაღალი ტემპერატურის პირობებში.**

ცირკულირებადი სისხლის ნორმალური მოცულობა, რაც თავის მხრივ ასევე დადებითად აისახება გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მუშაობაზე. დისტანციაზე სითხის მიღება ხელს უწყობს მუშაობისუნარიანობის ამალღებას.

რა და როგორ უნდა დავლიოთ დისტანციაზე? ცნობილია, რომ სითხის დიდი ულუფა უფრო მალე სტოვებს კუჭს, მაგრამ დისტანციაზე კუჭის სითხით გადავსება გამოიწვევს არასასიამოვნო შეგრძნებებს, ამიტომ სითხის მიღება მცირე ულუფებითაა რეკომენდებული. ცნობილია ასევე, რომ გლუვი კუნთების აქტიურობის ხარჯზე ცივი წყალი უფრო სწრაფად სტოვებს კუჭს, მამასადამე სასმელი გაცივებული უნდა იყოს. გლუკოზის ხსნარების მიღება არა მარტო ორგანიზმში წყლის მარაგის შევსებას უწყობს ხელს, არამედ სისხლში გლუკოზის ნორმალური დონის შენარჩუნების საშუალებას იძლევა. ეს კი თავის მხრივ ძალიან მნიშვნელოვანია მუშაობისუნარიანობის მაღალი დონის შენარჩუნებისათვის, ვინაიდან ხანგრძლივი მუშაობის პირობებში სისხლში გლუკოზის დონე მცირდება.

ამასთანავე ცნობილია, რომ გლუკოზის მაღალი კონცენტრაციის მქონე ხსნარები კუჭიდან შედარებით ნელა ევაკუირდება, ე.ი, მიღებული სითხე უფრო დიდი ხნით რჩება კუჭში. მამასადამე მიზანშეწონილია გლუკოზის დაბალი შემცველობის მქონე ხსნარების მიღება. კუჭიდან სწრაფი ევაკუაციისათვის სასმელის ოსმოსური წნევა დაბალი უნდა იყოს, რაც მიიღწევა მასში მარილების დაბალი კონცენტრაციით.

დისტანციაზე მიღებული სითხის მაქსიმალური რაოდენობის განსაზღვრისას უნდა გავითვალისწინოთ, რომ წყლის შეწოვის მაქსიმალური სიჩქარე 0.8 ლიტრია წუთში. მარილების დამატებითი რაოდენობით მიღება რეკომენდებულია მხოლოდ ფიზიკური დატვირთვის განმეორებადი (რამოდენიმე დღე მიყოლებით) შესრულებისას, რომელსაც თან სდევდა ოფლის მნიშვნელოვანი რაოდენობით გამოყოფა. მაგრამ ამ შემთხვევებშიც კი მარილხსნარების მიღება რეკომენდებული არაა უშუალოდ ფიზიკური დატვირთვის შესრულებისას.

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი და მაღალი ტემპერატურის პირობებში.**

**მუშაობისუნარიანობა გარემოს დაბალი ტემპერატურის პირობებში.** გარემოს ტემპერატურის შემცირებისას იზრდება სხვაობა გარემოს ტემპერატურასა და სხეულის ტემპერატურას შორის. შედეგად იზრდება ორგანიზმის მიერ სითბოს დაკარგვა გატარებით, კონვექციითა და რადიაციის საშუალებით. სითბოს დაკარგვასთან ბრძოლას ემსახურება ჰიპოთალამუსის სუნთქვის ცენტრის მიერ აქტივირებული მექანიზმები: კანის სისხლძარღვების შევიწროვება და სითბოს წარმოქმნის ზრდა. იმის გამო, რომ ეს მექანიზმები ყოველთვის საკმარისი არ არის თბოიზოლაციისათვის ჩვენ, ადამიანები ასევე ვიყენებთ თბილ ტანსაცმელს. დაკარგული სითბოს რაოდენობა ასევე დამოკიდებულია სხეულის ზედაპირისა და სხეულის მასის ურთიერთმიფარდებაზე. რაც მეტია ადამიანის წონა, მით ნაკლებია ეს შეფარდება და მით უფრო ადვილია ჰიპოთერმიასთან გამკლავება.

გარემოს ტემპერატურის კომფორტული დონიდან (29°) 22°-მდე შემცირების შემთხვევაში შიშველი ადამიანის სხეულის ტემპერატურა შენარჩუნდება კანის სისხლძარღვების შევიწროვების ხარჯზე. გარემოს ტემპერატურის შემდგომი დაქვეითების პირობებში იწყება კუნთების უნებლიე შეკუმშვები (კანკალი), რაც ხელს უწყობს ორგანიზმში სითბოს წარმოქმნის მომატებას. რაც უფრო დაბალია გარემოს ტემპერატურა, მით მეტი კუნთების ჯგუფები ერთვება უნებლიე შეკუმშვებში.

განსაკუთრებით საინტერესოა სითბოს დაკარგვის თავისებურებები ორგანიზმის ცივ წყალში მოხვედრისას. წყლის გარემოში სითბოს გაცემის ძირითადი მექანიზმია გატარება, რადგან წყლის თბოგამტარობა 26-ჯერ მეტია ჰაერთან შედარებით. სხეული სითბოს წყალში კარგავს 4-ჯერ უფრო სწრაფად ვიდრე ჰაერში.

თუ წყლის ტემპერატურა 32°-ზე დაბალი არ არის, წყალში უმოძრაოდ მყოფი ადამიანის სხეულის ბირთვის ტემპერატურა შენარჩუნდება. თუ წყლის ტემპერატურა 32°-ზე დაბლა ეცემა, ორგანიზმის მიერ სითბოს დაკარგვა ძლიერდება და თერმორეგულაციის მექანიზმებს არ შესწევთ ასეთი დანაკარგის კომპენსირების უნარი, ვითარდება ჰიპოთერმია. წყლის გარემოში თბოიზოლაცია მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული კანქვეშა ცხიმის

**მუშაობისუნარიანობა დაბალი და მაღალი ტემპერატურის პირობებში.**

სისქეზე, ამიტომ ზედმეტი წონის მქონე ადამიანები გაცილებით ადვილად იტანენ ცივ წყალში ყოფნას, ვიდრე გამხდრები.

**დაბალ ტემპერატურის გავლენით ორგანიზმში განვითარებული ფუნქციური დარღვევები.** გარემოს დაბალი ტემპერატურის პირობებში ხანგრძლივ ყოფნას შესაძლებელია მოჰყვეს საშიში გართულებები - ჰიპოთერმია და მოყინვა. ნაჩვენებია, რომ ადამიანების უმრავლესობისათვის სხეულის ბირთვის ტემპერატურის სიცოცხლესთან თავსებადი მინიმალური ზღვარია 23-25°, თუმცა აღწერილია შემთხვევები სხეულის ბირთვის ტემპერატურის 18°-მდე შემცირებისაც. სხეულის ბირთვის ტემპერატურის 34°-ზე ქვევით შემცირებისას ჰიპოთალამუსის თერმორეგულაციის ცენტრი შეფერხებით მუშაობს, ხოლო 29°-ზე დაბალი ტემპერატურისას სრულიად წყვეტს ფუნქციონირებას და შესაბამისად ორგანიზმს არ ძალუძს სხეულის ტემპერატურის შენარჩუნება. ორგანიზმში მიმდინარე მეტაბოლური რეაქციების სისწრაფე ასევე მკვეთრად მცირდება.

მოყინვა - ეს არის მდგომარეობა, რომელიც აღმოცენდება კანის ტემპერატურის მნიშვნელოვანი შემცირებისას. კანი ამ დროს სწრაფად კარგავს ტემპერატურას. ჟანგბადის მოხმარების შემცირებისა და მეტაბოლიზმის არასაკმარისი ინტენსივობის გათვალისწინებით, ამან შესაძლებელია გამოიწვიოს განგრენის განვითარება და ქსოვილების კვდომა.

## სასაათო ზოლის ცვლილების გავლენა მუშაობისუნარიანობაზე

სასაათო კლიმატური პირობების ცვლილების გავლენა სპორტსმენის მუშაობისუნარიანობაზე. ადამიანის ბიოლოგიური რითმებს შორის ცენტრალური ადგილი სადღელამისო ანუ ცირკადულ რითმებს უჭირავს, რომელთა ხანგრძლივობა საშუალოდ 24 საათს უდრის. დღისა და ღამის მრავალათასწლიანმა და სტერეოტიპულმა მონაცვლეობამ ორგანიზმში ჩამოაყალიბა ფუნქციის თანმიმდევრული, პერიოდული ცვალებადობის მყარი სისტემა. დღე-ღამური პერიოდულობის კანონებს ემორჩილება ძილ-ღვიძილის ციკლი, მოძრაობითი აქტივობა, სხეულის ტემპერატურა, ფიზიკური და გონებრივი მუშაობის უნარი, ენერგეტიკული ცვლა და ორგანიზმის სხვა არანაკლებ მნიშვნელოვანი ფუნქცია. გულ-სისხლძარღვთა სისტემისა და მასთან მჭიდროდ დაკავშირებული ვეგეტატიური მაჩვენებლების, სხეულის ტემპერატურის, სუნთქვის სიხშირის ცირკადული რიტმულობა დადასტურებულია მრავალი მკვლევარის მიერ. მათ უწოდებენ ორგანიზმის სამუშაო რიტმებს, ანუ რიტმებს, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს შევაფასოთ ადამიანის ბიორიტმოლოგიური სტატუსი.

დღეისათვის გამოკვეთილია ორგანიზმის 60-მდე ფიზიოლოგიური ფუნქცია, რომელთაც ახასიათებს სადღელამისო პერიოდიკა. ცირკადული რითმების გამოვლინების ინდივიდუალური თავისებურებების მიხედვით არჩევენ ადამიანებს: უფრო მეტად აქტიურებს დილის საათებში, ან უფრო მეტად აქტიურებს საღამოს საათებში, აქტიურებს მთელი დღის განმავლობაში.

ორგანიზმის ყველაზე ცნობილ და ცვალებად პროცესს წარმოადგენს სხეულის ტემპერატურის დღე-ღამური რიტმი. სხეულის ტემპერატურა მაქსიმუმს აღწევს 18-19 საათისთვის, ღამით მცირდება და მინიმუმამდე დადის 1-დან - 5 საათამდე ინტერვალში (დღე-ღამური მერყეობა შეადგენს დაახლოებით 0.55-1.3°). სხეულის ტემპერატურის რიტმი სინქრონიზებულია ორგანიზმის მრავალი სისტემის (პირველ რიგში გულ-სისხლძარღვთა და სუნთქვის სისტემების) დღე-ღამური ცვლილებების რითმულობასთან. არტერიული წნევისა და გულის შეკუმშვათა სიხშირის დადგენილი რითმები წარმოადგენს გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციონირების ინტეგრალურ მაჩვენებელს. გულის შეკუმშვათა

## სასაათო ზოლის ცვლილების გავლენა მუშაობისუნარიანობაზე

დღე-ღამური რითმი არ არის დამოკიდებული ასაკსა და სქესზე, იგი ყოველდღიურად წარმოდგენილია უწყვეტი რხევით (რხევის ამპლიტუდაა 10-15 შეკუმშვა). გულისცემა, რომელიც პერიფერიაზე რეგისტრირდება პულსის სახით, მაქსიმუმს აღწევს 15 - დან - 18 საათამდე პერიოდში. ღამით, ჯანმრთელ ადამიანებში, პულსი იშვიათდება და მინიმალურია 2-3 საათისთვის. მონაცემები არტერიული წნევის დღეღამური დინამიკის შესახებ არაერთგვაროვანია. გ. ლანგის (1950) და ა. მასნიკოვის (1965) მონაცემებით, ჯანმრთელ პირებში არტერიული წნევა დილით უფრო დაბალია, ვიდრე საღამოს (სისტოლური 10-15, დიასტოლური კი 5-10 მმ Hg-ით). სხვა ავტორები კი თვლიან, რომ არტერიული წნევის მომატების პიკი აღინიშნება 16-18 საათისთვის (Zulch K., 1967; Halberg J., 1984). ასევე ცვალებადია სუნთქვის დღეღამური რიტმი - დამახასიათებელია სუნთქვის გახშირება დღის საათებში და გაიშვიათება ღამით. T. Anders-ის (1982) მონაცემებით, სუნთქვისა და პულსის რითმების ყველაზე მაღალი თანხვედრა მიიღწევა ადრე დილით (4-5 საათი) შეფარდებით 1:4 (დღე-ღამის სხვა მონაკვეთში ეს თანაფარდობა ირღვევა).

ორგანიზმისთვის დამახასიათებელი დღე-ღამური რითმით ფუნქციონირებს ადამიანის თავის ტვინის სისხლის მიმოქცევა. ბეინმა და თანაავტ. (1978), ულტრასონოგრაფიის მონაცემებზე დაყრდნობით დაადგინეს, რომ თავის ტვინის სისხლით შევსების მაქსიმუმი აღინიშნება 12-16 საათისთვის; საღამოსთვის მცირდება და მინიმალურ მაჩვენებელს აღწევს ღამის საათებში. J. Asvhoff-მა გამოავლინა თავის ტვინის პულსური სისხლით შევსების ორი პიკი - 9-12 სთ. და 15-18 სთ. ინტერვალებში და მისი მკვეთრი შემცირება ღამის 3-დან 6 საათამდე. ეს მონაცემები კორელაციაშია ცენტრალური ნერვული სისტემის აქტივობასთან, რომელიც ასევე დამოკიდებულია ადამიანის ცხოვრების სტილსა და პირობებზე. ზემოთ აღნიშნული დადასტურებულ იქნა თავის ტვინის შეჯამებული ბიოელექტრული აქტივობისა და მისი შემადგენელი რიტმების (დიგიტალური ელექტროენცეფალოგრაფია) დღე-ღამური ვარიაბელობის შესწავლით. გამოვლენილია, რომ შეჯამებული ბიოელექტრული აქტივობისა და დელტა - აქტივობის აკროფაზა ჯანმრთელ პირებში გვხვდება 10-დან

## სასაათო ზოლის ცვლილების გავლენა მუშაობისუნარიანობაზე

12 საათამდე; ალფა და ბეტა აქტივობის კი - 13-დან 14 საათამდე. მაშასადამე, ჯანმრთელი ადამიანისათვის დამახასიათებელია სპონტანური ბიოელექტრული აქტივობის განსაზღვრულად ორგანიზებული ოსცილატორების სისტემა, რაც საშუალებას გვაძლევს შევაფასოთ ტვინის ბიოელექტრული აქტივობა დღე-ღამის სხვადასხვა მონაკვეთში. ამგვარი პროფილების გამოყოფა პირდაპირ კავშირშია გნოსტიკური ფუნქციების დონესთან. გნოსტიკური ფუნქციების (მეტყველება, მეხსიერება და სხვ.) მდგომარეობა შეიძლება შევაფასოთ ფსიქოლოგიური გამოკვლევით. ხალბერგის ტესტის მიხედვით („ინდივიდუალური წუთის“ ხანგრძლივობა) სლონიმმა და თანაავტ. (1987) მნიშვნელობების მაქსიმუმი ჯანმრთელ პირებში გამოავლინეს 8-დან 12 საათამდე, ე.ი. იმ დროს, როცა ადამიანთა უმეტესობა შრომისუნარიანია. ეს დრო ემთხვევა დღე-ღამის იმ პერიოდს, როდესაც ელექტრონეცეფალოგრაფიის მონაცემებით მიღწეულია ღვიძილის ყველაზე მაღალი დონე, რაც ბუნებრივია, აისახება ფსიქიკური აქტივობის რითმებზე. ზემოთ აღნიშნულ მონაცემებზე დაყრდნობით გამოყოფილია ადამიანთა რამდენიმე ბიორითმული პროფილი: ე.წ. „ართიმული“ ტიპი: „დილის“ ტიპი, ანუ „ტოროლა“ და „სალამოს“ ტიპი, ანუ „ბუ“. სპეციალური გამოკვლევებით დადასტურებულია, რომ სხვადასხვა ბიორითმული პროფილის არსებობა წარმოადგენს ევოლუციურ შენაძენს, და ის გათვალისწინებული უნდა იყოს შრომისა და დასვენების რეჟიმის დაგეგმარების დროს.

თითოეული ინდივიდის სამუშაო რითმები - მყარი და მუდმივი ფენომენია, როგორც ძილის დეპრივაციის, ისე გარემო პირობებისგან იზოლაციის შემთხვევაშიც კი. ძალიან მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ უმეტეს გამოკვლევებში სხეულის ტემპერატურის, პულსის, არტერიული წნევის, გულის დარტყმითი და წუთმოცულობის მაქსიმუმი მოდის დღის საათებზე (ადამიანის აქტივობის პერიოდი), ხოლო მინიმუმი კი - მოსვენებისა და ღამის ძილის პერიოდზე. გარდა ამისა, ჯანმრთელ პირებში ვლინდება ჰემოდინამიკის პარამეტრებისა და ვეგეტატიური ფუნქციების დღე-ღამური ცვალებადობის პარალელიზმი, რაც ადასტურებს დღე-ღამური რითმების გარეგან და შინაგან სინქრონიზაციას.

**სასაათო ზოლის ცვლილების გავლენა მუშაობისუნარიანობაზე**

თანამედროვე პირობებში, ტრანსპორტის (განსაკუთრებით საჰაერო) განვითარებასთან დაკავშირებით, ადამიანებს აქვთ საშუალება საკმაოდ სწრაფად გადაადგილდნენ დედამიწის სხვადასხვა მიმართულებით. რამოდენიმე სასაათო ზოლის გადაკვეთის შედეგად ხდება ფსიქოფიზიოლოგიური ფუნქციების სადღელამისო რითმულობის მოშლა. ამასთანავე სასაათო ზოლის შეცვლის პირველ დღეებში იგი ვერ უთანხმება ახალი საცხოვრებელი ადგილისათვის დამახასიათებელ დღისა და ღამის ცვლას, რასაც მივყავართ ფიზიოლოგიური ფუნქციების შინაგან დესინქრონიზაციასთან.

ორგანიზმის ფუნქციური მდგომარეობის შესამჩნევი ცვლილება აღინიშნება ჯერ კიდევ 2-3 სასაათო ზოლის გადაკვეთისას. ფუნქციათა სადღელამისო რითმის მნიშვნელოვანი მოშლა გამოვლინდება 4-5, განსაკუთრებით კი 6-7 სასაათო ზოლში გადაადგილებისას.

სასაათო-კლიმატური ადაპტაცია მდგომარეობს არა მარტო ძირითადი სასიცოცხლო ფუნქციებისათვის ახალი სადღელამისო რითმის გამომუშავებაში, არამედ უჯრედულ და ქსოვილურ დონეზე მიმდინარე უფრო ღმა პროცესებში, რომელთა ბიოლოგიური მნიშვნელობა მდგომარეობს ფიზიოლოგიური სისტემების მუშაობის სისტემათაშორისი და სისტემისშიგა ადექვატური ინტეგრაციის მიღწევაში.

გადაწყობის თავისებურებები მნიშვნელოვანწილად ენდოგენური და ეგზოგენური რითმების ურთიერთდამოკიდებულებით განისაზღვრება. დასავლეთის მიმართულებით 7-8 სასაათო ზოლით გადაადგილებისას ეგზოგენური რითმი, დღელამის განსაზღვრულ პერიოდებში ენდოგენურ რითმთან ურთიერთქმედებით ხელს უწყობს დამკვიდრებული დღე-ღამური რითმიკის წაშლას, რაც განაპირობებს ფუნქციური მდგომარეობის ახალი სადღელამისო სტერეოტიპის შედარებით სწრაფ ფორმირებას. ხოლო აღმოსავლეთით 7-8 სასაათო ზოლით გადაადგილებისას ეგზოგენური რითმი ძირითადად საწინააღმდეგო ფაზაში იმყოფება ენდოგენურთან მიმართებით. ეს გარემოება წარმოადგენს ფაქტორს, რომელიც ამუხრუჭებს, ამწელებს ცხოვრების ახალ პირობებთან ადამიანის ორგანიზმის ადაპტაციურ გადაწყობას.

**სასაათო ზოლის ცვლილების გავლენა მუშაობისუნარიანობაზე**

მუდმივ საცხოვრებელ ადგილას დაბრუნებისას რეადაპტაცია მიმდინარეობს უფრო სწრაფად, ვიდრე ახალ საცხოვრებელ პირობებთან ადაპტაცია.

ადაპტაციურ პროცესებზე არსებით გავლენას ახდენს მოძრაობითი აქტივობის სფეციფიკა. სპორტული თამაშებისა და სწრაფ-მალისმიერი სპორტის სახეების წარმომადგენლებში ადაპტაციური რეაქციები უფრო ძლიერადაა გამოხატული, მაგრამ მიმდინარეობს შედარებით სწრაფად ვიდრე იმ სპორტის სახეობის წარმომადგენლებში, სადაც მნიშვნელოვანია გამძლეობის ფიზიკური თვისება.

ახალ სასაათო-კლიმატურ პირობებში სპორტსმენის სპეციალური მუშაობისუნარიანობის დინამიკა წარმოადგენს ფაზების თანმიმდევრულ ცვლილებას: შემცირება 0.7-5.5%-ით (გადაადგილებიდან 2-5 დღის განმავლობაში), არასრული აღდგენა (6-10 დღე) და საწყისი დონის გადაჭარბება 1-3.5%-ით. ჟანგბადის მოხმარების გამოთვლა აჩვენებს, რომ სასაათო-კლიმატური ზოლის შეცვლის შემდეგად ეს მაჩვენებელი მცირდება 1.5-მლ/კგ-ით წუთში, ხოლო შემდეგ მატულობს, ადაპტაციის მე-7-ე დღიდან მე-13-ე დღემდე საწყის დონესთან შედარებით 2.9-მლ/კგ-ით, და ფაქტიურად სრულად აღდგება ადაპტაციის მე-18-20-ე დღეს. ზემოთ აღნიშნულის შესაბამისად იცვლება მუშაობისუნარიანობაც. ეს ფენომენი წარმოადგენს გართულებულ პირობებში ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციური რეზერვების მობილიზაციის შედეგს. ამ მობილიზაციის ერთ-ერთ მექანიზმს სიმპათიკური ნერვული სისტემის ადაპტაციურ თროფიკული ფუნქციის გაძლიერება წარმოადგენს.

თავი მეთორმეტე

ასაკობრივი ფიზიოლოგია

ბავშვებისა და მოზარდების ორგანიზმის  
ფიზიოლოგიური თავისებურებები

*ასაკობრივი პერიოდიზაცია და ბავშვის ორგანიზმის  
ფიზიოლოგიური თავისებურებები*

ბავშვებისა და მოზარდების ორგანიზმში ასაკობრივი განვითარების გენეტიკური პროგრამის რეალიზაციის უმნიშვნელოვანეს განმსაზღვრელ ფაქტორს მოძრაობითი აქტივობა წარმოადგენს. მათი უმრავლესობა თანამედროვე პირობებში ბუნებრივი ფიზიკური აქტივობის უკმარისობას განიცდის. ფიზიკური ვარჯიშის სხვადასხვა ფორმებით ამ დანაკლისის შევსება უნდა იყოს სწორად ორგანიზებული და ეფუძნებოდეს ბავშვის ასაკობრივი განვითარების კანონზომიერებების შესახებ არსებულ ცოდნას. ზრდისა და ბიოლოგიური მომწიფების პროცესებზე შემაკავებელი გავლენა შესაძლებელია მოახდინოს არა მარტო არასაკმარისმა, არამედ გადამეტებულმა ფიზიკურმა აქტივობამაც. შესაბამისად საჭიროა ფიზიკური აქტივობის დოზირების ცოდნა, რომელიც ორგანიზმის ზრდასთან ერთად ასევე იცვლება.

არათანაბარი ტემპებით ვითარდება ორგანიზმის სხვადასხვა ფიზიოლოგიური თვისება და ფუნქცია. მათი ზრდის დაჩქარებისა და შენელების, შემდგომში კი რეგრესის პერიოდები ქრონოლოგიურად ერთმანეთს არ ემთხვევა (ჰეტეროქრონულობა). სიცოცხლის მთელი ციკლი (ონტოგენეზი) დაბადებიდან გარდაცვალებამდე, იყოფა ანტენატალურ (დაბადებამდე) და პოსტნატალურ (დაბადების შემდგომ) პერიოდებად. პოსტნატალურ ასაკობრივ პერიოდებს არსებითი ხარისხობრივი განსხვავებები ახასიათებთ.

პირველი შვიდი პერიოდი წარმოადგენს ონტოგენეზის პროგრესიულ სტადიას, ზრდასრული ასაკი - სტაციონარულს, ხოლო მომდევნო ასაკობრივი პერიოდები რეგრესიულ სტადიას.

ფიზიკურ აღზრდასა და სპორტში განსაკუთრებული პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვთ კრიტიკულ (სენსიტიურ, გარდატეხის, საკვანძო)

**ბავშვებისა და მოზარდების ორგანიზმ. ფიზიოლ. თავისებურებები**

პერიოდებს, რომლებიც ონტოგენეზის პროცესების დაჩქარებული მიმდინარეობით ხასიათდებიან. სენსიტიურ წლებში განსაზღვრული ფიზიკური თვისების (მაგ. მომხრელი კუნთების ძალა პუბერტატულ პერიოდში) მასტიმულირებელი ადექვატური საწვრთნო საშუალებების გამოყენება, წინა და მომდევნო წლებთან შედარებით უფრო მაღალ შედეგს იძლევა.

#	პერიოდი	ასაკი
1	ახალშობილი	სიცოცხლის პირველი 10 დღე
2	ჩვილი	სიცოცხლის მე-11-ე დღიდან, 1 წლამდე
3	ადრეული ბავშვობა	1 წლიდან, 3 წლამდე
4	პირველი ბავშვობა	3 დან, 6 წლამდე - გოგონები; 7 წლამდე - ბიჭები
5	მეორე ბავშვობა (პრებუპერტატი)	6 დან 10 წლამდე - გოგონები; 7 დან 12 წლამდე - ბიჭები.
6	მოზარდობის პერიოდი (პუბერტატი)	10 დან 13 წლამდე - გოგონები; 12 და 15 წლამდე - ბიჭები
7	სიყრმე (პოსტპუბერტატი)	13 დან 16-17 წლამდე - გოგონები; 15 დან 18-19 წლამდე - ბიჭები.
8	ზრდასრული ასაკი: 1-ლი პერიოდი (ახალგაზრდა)  მე-2-ე პერიოდი (საშუალო ასაკი)	17 დან 35 წლამდე - ქალები; 19 დან 35 წლამდე - მამაკაცები.  35 დან 55 წლამდე - ქალები; 35 დან 60 წლამდე - მამაკაცები.
9	ხანშიშესული	55 დან 75 წლამდე - ქალები; 60 დან 75 წლამდე - მამაკაცები.
10	მოხუცი	75 დან 90 წლამდე

პოსტნატალური ონტოგენეზის ასაკობრივი პერიოდიზაცია

**ბავშვებისა და მოზარდების ორგანიზმ. ფიზიოლ. თავისებურებები**

**ვეგეტატიური სისტემების ასაკობრივი განვითარება.**  
ონტოგენეზის პროგრესიული სტადიის ძირითადი კანონზომიერება ყველა ორგანოსა და ქსოვილის, მთელი ორგანიზმის ზომების ზრდაა. ორგანიზმის ორგანოებისა და ფიზიოლოგიური სისტემების მუშაობისუნარიანობა მათ ზომაზეა დამოკიდებული, რომლის ზრდასაც თან სდევს დიფერენცირებისა და ხარისხობრივი სრულყოფის პროცესები.

ბავშვობის წლებში სხვადასხვა ორგანოებისა და მთლიანად ორგანიზმის ზომების ზრდა და მათი ფუნქციური სრულყოფა ძირითადად ჰიპოფიზის წინა წილში გამომუშავებული სომატოტროპული ჰორმონის საშუალებით რეგულირდება. სომატოტროპინი გავლენას ახდენს ყველა ორგანოსა და ქსოვილზე, აძლიერებს მათში უჯრედოვანი სტრუქტურების სინთეზისათვის საჭირო ცილებისა და სხვა ნივთიერებების სინთეზს.

ხოლო პუბერტატულ და პოსტპუბერტატულ პერიოდებში, ზრდისა და განვითარების რეგულირების პროცესში, წამყვანი როლი უკვე არა მარტო ანდროგენული, არამედ ანაბოლური თვისებების მქონე სასქესო ჰორმონებს ენიჭებათ. ასეთ ჰორმონებს მიეკუთვნება ანდროგენები (მამაკაცის სასქესო ჰორმონები), რომელთა შორის უმთავრესი - ტესტოსტერონია. ტესტოსტერონი აძლიერებს აგზნებადობას ც.ნ.ს - ში და ორგანიზმში ცილების სინთეზს. ძირითად: ძვლებში, ჩონჩხის კუნთებში, მიოკარდში, ფილტვებში და სისხლძმად ქსოვილებში. შედეგად სტიმულირდება ძვლების და სხეულის ზომების ზრდა, ხდება ორგანიზმის სხვადასხვა ფუნქციის სრულყოფა.

სიცოცხლის საწყის პერიოდში ნივთიერებათა და ენერჯის ცვლა გამორჩევა მაღალი ინტენსივობით. ეს თავისებურება პირველ რიგში განპირობებულია ორგანიზმის ზრდისა და განვითარებისათვის ენერჯისა და პლასტიკური ნივთიერებების დიდი დანახარჯით. გარდა ამისა, რაც უფრო პატარაა ბავშვი, მით მეტია მისი სხეულის შეფარდებითი ზედაპირი, და შესაბამისად მაღალია ძირითადი ცვლის შეფარდებითი რაოდენობა.

**ბავშვებისა და მოზარდების ორგანიზმ. ფიზიოლ. თავისებურებები**

**სისხლის სისტემა.** ერთროციტებისა და ჰემოგლობინის რაოდენობა ყველაზე დაბალია სიცოცხლის დასაწყისში და მთელი ბავშვობის პერიოდში თანდათან მატულობს. ბიჭებში ასეთი მატება გრძელდება პუბერტატულ პერიოდშიც, ხოლო გოგონებში ჩერდება. შედეგად ყალიბდება სისხლში ჰემოგლობინისა და ერთროციტების შემადგენლობის, და ამასთან ერთად სისხლის საერთო რაოდენობის მხრივ ბიჭების უპირატესობა გოგონებთან შედარებით.

პუბერტატულ პერიოდი კრიტიკული სტადიაა იმუნური დაცვის სისტემის განვითარებაში, რაც გამოვლინდება იმუნიტეტის უჯრედული რგოლის დათრგუნვასა და ლიმფოიდური ორგანოების მასის შემცირებაში. იმუნიტეტის დროებითმა შესუსტებამ შესაძლებელია გააღრმავოს მავნე ჩვევები და სტრესი.

**სისხლის მიმოქცევა.** სიცოცხლის დასაწყისში ბავშვის გულის და სისხლის წუთური მოცულობის შეფარდებითი მაჩვენებლები ორჯერ უფრო მაღალია ვიდრე მოზრდილებში. ასაკის მატებასთან ერთად გულის ზომა და წარმადობა მატულობს, ხოლო შეფარდებითი მაჩვენებლები მცირდება. ამ ასაკობრივი ცვლილებების ინტენსივობა ჩქარდება პუბერტატულ პერიოდში. გულის მასა უპირატესად მარცხენა პარკუჭის ხარჯზე იზრდება. ვარჯიში ციკლურ სპორტის სახეებში, განსაკუთრებით გრძელ დისტანციებზე სირბილი, მნიშვნელოვნად უწყობს ხელს გულის ზომების გაზრდას.

სიცოცხლის პირველ წელს გულისცემის სიხშირე ძალიან მაღალია (120-150 წუთში), შემდგომში კი ვეგეტატიური ნერვულის სისტემის პარასიმპათიკური ნაწილის ტონუსის გაძლიერებასთან ერთად სწრაფად მცირდება. გულისცემის სიხშირის გაიშვიათება ყველაზე მეტად შეინიშნება: პირველი წლის ბოლოს, 3 დან 4 წლამდე და 6 დან 8 წლამდე პერიოდებში. სიყრმის ასაკის დადგომასთან ერთად გულისცემის სიხშირე ზრდასრული ადამიანის მაჩვენებლებს უტოლდება.

ერთნაირ დატვირთვაზე რეაქცია ბავშვებში უფრო მეტადაა გამოხატული ვიდრე მოზრდილებში.

**ბავშვებისა და მოზარდების ორგანიზმ. ფიზიოლ. თავისებურებები**

**გარეგანის სუნთქვა.** ორგანიზმის ზრდა-განვითარებასთან ერთად იზრდება ფილტვების საერთო მოცულობა და იცვლება გარეგანი სუნთქვის ყველა მაჩვენებელი: სიხშირე, სიღრმე, სუნთქვის წუთმოცულობა, ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობა. ფილტვების განსაკუთრებით ინტენსიური ზრდა შეინიშნება 12 დან 16 წლამდე პერიოდში.

ფიზიკური ვარჯიში ხელს უწყობს ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობის ზრდას. ფილტვების სასიცოცხლო ტევადობის მაჩვენებლები ყველაზე მაღალია მოცურავეებში, ნიჩბოსნებში - მათი მაჩვენებელი 5 ლიტს აჭარბებს. ახალგაზრდა სპორტსმენებში სასუნთქი მოცულობების თანაფარდობა უკეთესია: ნარჩენი ჰაერის მოცულობა მცირდება, მატულობს ჟანგბადის მარაგი ფილტვების ალვეოლებში.

ორგანიზმის განვითარებასთან ერთად იზრდება მისი მდგრადობა ჟანგბადის უკმარისობის მიმართ. ბავშვებში და მოზარდებში ნაკლებადაა გამოხატული სუნთქვის შეკავების და ჟანგბადის უკმარისობის პირობებში მუშაობის უნარი. ამასთანავე მათ ორგანიზმში უფრო სწრაფად, ვიდრე მოზრდილებში ხდება სისხლის ჟანგბადით გაჯერების შემცირება.

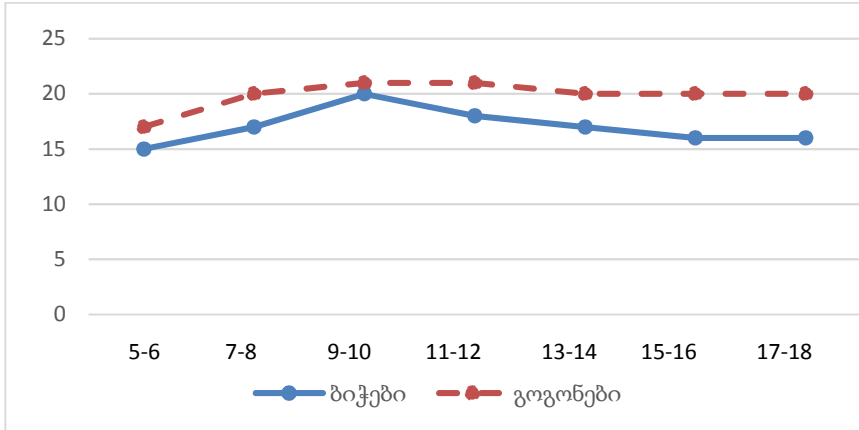
მაშასადამე ბავშვებისა და მოზარდების გარეგანი სუნთქვის მექანიზმები ნაკლებად ეფექტური და ეკონომიურია, რაც საწვრთნო პროცესში მოითხოვს სხვადასხვა სუნთქვითი ვარჯიშების გამოყენებას.

**ნერვ-კუნთოვანი აპარატისა და მოძრაობითი ჩვევების სტრუქტურისა და ფუნქციის ასაკობრივი განვითარება.** დაბადების მომენტისათვის კუნთოვანი ქსოვილის სიმწიფე შედარებით დაბალია, ვიდრე მრავალი სხვა ქსოვილისა. ამიტომ იგი ვითარდება უფრო სწრაფი ტემპებით. დაბადებიდან ზრდასრული ასაკის მიღწევამდე კუნთების საერთო მასა 37-ჯერ იზრდება, მთლიანად ორგანიზმისა კი საშუალოდ მხოლოდ 21-ჯერ. სხეულის საერთო მასაში კუნთოვანი კომპონენტის საერთო წილი ბავშვობის წლებში დაბალი ტემპით იზრდება, პუბერტატულ პერიოდში კი გაცილებით სწრაფად.

ზრდასრული ასაკის მიღწევის შემდეგ კუნთოვანი კომპონენტის %-ული შემადგენლობის სტაბილიზება ხდება მამაკაცებში სხეულის საერთო მასის 40-45%-ზე, ხოლო ქალებში 30-35%-ზე.

**ბავშვებისა და მოზარდების ორგანიზმ. ფიზიოლ. თავისებურებები**

მოდრაობითი აქტივობის საერთო მოცულობის ასაკობრივი დინამიკა. მოძრაობითი აქტივობა მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ასაკობრივი განვითარების პროცესებზე. მისი დონე განისაზღვრება ბიოლოგიური (ორგანიზმის მოთხოვნები) და სოციალური მიზეზებით.



*მოდრაობითი აქტივობის ასაკობრივი დინამიკა (ათასი ნაბიჯი, დღე-ღამის განმავლობაში)*

მოდრაობითი აქტივობის განსაზღვრა ძირითადად ხდება დღე-ღამეში დახარჯული ენერჯის ან ნაბიჯების რაოდენობის მიხედვით.

ბიქებში მოძრაობითი აქტივობის მაჩვენებლები უფრო მაღალია, ვიდრე გოგონებში. პრეპუბერტატულ პერიოდში ეს სხვაობა მცირეა, ხოლო პუბერტატულ და პოსტპუბერტატულ პერიოდებში იზრდება გოგონების (იგულისხმება არასპორტსმენები) ფიზიკური აქტივობის შემცირების ხარჯზე.

ბუნებრივია, რომ სპორტული ვარჯიშები ზრდის მოძრაობით აქტივობას. ამასთანავე მოძრაობითი ფუნქციის რეზერვი და ნეგატიური ფაქტორების ზემოქმედებების მიმართ ორგანიზმის მდგრადობა შესაძლებელია მრავალჯერ გაიზარდოს.

**ფიზიკური თვისებების ასაკობრივი განვითარება.** პროგრესიულ სტადიაში ფიზიკურ თვისებებს ახასიათებთ ზრდის, დახვეწისა და მომწიფების საერთო ტენდენცია.

**ბავშვებისა და მოზარდების ორგანიზმ. ფიზიოლ. თავისებურებები**

**კუნთების ძალა.** კუნთების ძალის ასაკობრივ განვითარებაში შეინიშნება სქესობრივი განსხვავებები. არათანაბარი განვითარება და ჰეტეროქრონულობა, დაკავშირებულია სხვადასხვა ტიპის მოძრაობების უზრუნველყოფაში კუნთების ჩართულობასთან.

გოგონებში კუნთების შეფარდებითი ძალის ასაკობრივ დინამიკაში გამოვლენილია ზრდის ორი ტალღა. პირველი - ყველაზე ხანგრძლივი და ზრდის მაღალი ტემპის მქონე (წელიწადში 15%-მდე) – 4 წლიდან პრეპუბერტატულ პერიოდამდე (9 წელი). 10 წლის ასაკისათვის შეინიშნება შეფარდებითი ძალის მნიშვნელოვანი (20%-მდე) შემცირება. ხოლო პუბერტატულ პერიოდში გამოხატულია ამ მაჩვენებლის ზრდის მეორე, უფრო ნაკლები ინტენსივობის მქონე ტალღა. მომდევნო წლებში შეინიშნება კუნთების შეფარდებითი ძალის მაჩვენებლების სტაბილიზაცია.

ბიჭებში 10 წლის ასაკიდან გამოვლინდება კუნთების ძალის მაჩვენებლების არსებითი უპირატესობა გოგონებთან შედარებით.

ცხრილში მოყვანილი მონაცემები ახდენენ ძალის ასაკობრივი განვითარების ზოგიერთი კანონზომიერების ილუსტრაციას. გამშლელი კუნთების ძალა იზრდება უფრო სწრაფად და აღწევს უფრო მაღალ მაჩვენებლებს, ვიდრე მომხრელი კუნთების ძალა. ძალისმიერი მაჩვენებლების ზრდის სისწრაფე მამაკაცებში მეტია ვიდრე ქალებში. თუმცა ეს სხვაობა გაშლელ კუნთებთან შედარებით მომხრელი კუნთებისათვის მეტია.

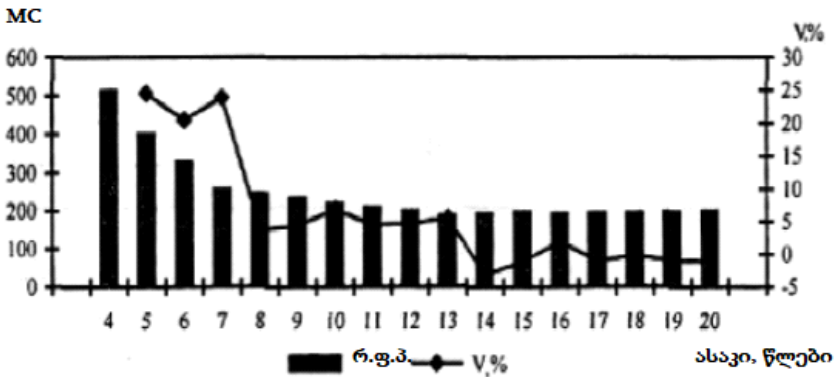
კონტინგენტი		კუნთების ჯგუფი	კუნთების ძალის ზრდის საშუალო მაჩვენებლები %. (1 წელში)
სქესი	ასაკი		
მდედრ.	8 დან 17 წლამდე	გამშლელები	26.2
		მომხრელები	17.3
მამრ.	8 დან 18 წლამდე	გამშლელები	44.0
		მომხრელები	39.0

*მომხრელი და გამშლელი კუნთების ძალის ასაკობრივი განვითარების თავისებურებები.*

**ბავშვებისა და მოზარდების ორგანიზმ. ფიზიოლ. თავისებურებები**

მოდრაობის სისწრაფე და სწრაფ-ძალისმიერი მაჩვენებლები. რეაქციის სისწრაფე განისაზღვრება ლატენტური (ფარული) პერიოდის ხანგრძლივობით, ანუ დროის ინტერვალით მოძრაობის გამომწვევი სიგნალის ზემოქმედებასა და ამ მოძრაობის განხორციელებას შორის.

2-3 წლის ასაკში მოძრაობითი რეაქციის ფარული პერიოდის ხანგრძლივობა ძალიან დიდია (1.3 წმ-მდე). მომდევნო წლებში ეს მაჩვენებელი სწრაფად მცირდება. რეაქციის ფარული პერიოდის შემცირება გრძელდება პრეპუბერტატული პერიოდის დადგომამდე. მომდევნო წლებში რეაქციის სისწრაფის დახვეწა შემცირებული ტემპებით მიმდინარეობს პუბერტატული პერიოდის ბოლომდე.



მოდრაობითი რეაქციის ფარული პერიოდის ასაკობრივი დინამიკა და მისი ასაკობრივი ცვლილების სისწრაფე.

შესრულებულ მოძრაობათა სიხშირე წარმოადგენს სისწრაფის ერთ-ერთ პარამეტრს. მოძრაობათა სიხშირე განისაზღვრება დროის მონაკვეთში (მაგ. 10წმ.-ში) განხორციელებული მოძრაობითი ციკლების რაოდენობით. სკოლამდელ ასაკში და პრეპუბერტატული პერიოდის პირველ ნახევარში (8 წლამდე) მოძრაობათა სიხშირის მაჩვენებელი სწრაფად მატულობს.

**ბავშვებისა და მოზარდების ორგანიზმ. ფიზიოლ. თავისებურებები**

მოდრაობათა სიხშირის მაჩვენებლის განვითარების დონე, კუნთების სხვადასხვა ჯგუფებით მოძრაობის შესრულების მაგალითზე, არაერთგვაროვანია. იგი გაცილებით მაღალია პატარა კუნთებისათვის (მაგ. თითების მამოდრავებელი კუნთები), ვიდრე დიდი კუნთებისათვის (მაგ. ფეხის კუნთები). ასეთი ტენდენცია დამახასიათებელია ონტოგენეზის მთელი პროგრესიული სტადიისათვის.

*სწრაფ-ძალისმიერი თვისებები*, როგორც წესი, ადგილიდან სიგრძეზე ან სიმაღლეზე ხტომის მაჩვენებლებით ფასდება. სწრაფ-ძალისმიერი თვისებების ასაკობრივი განვითარება გოგონებში ყველაზე მაღალი ტემპებით მიმდინარეობს 4 და 5 წლამდე. მომდევნო წლებში ზრდის მაჩვენებელი მატულობს ტალღისებურად. პოსტპუბერტატული პერიოდის დასაწყისში (13-14 წლიდან) მისი განვითარება წყდება და შეინიშნება გაუარესების ტენდენცია.

ბიჭებში კი, დაწყებული 7 წლიდან - 20 წლამდე, სწრაფ-ძალისმიერი მაჩვენებლები იზრდება.

**გამძლეობა.** სპორტის ფიზიოლოგიაში მიღებულია გამძლეობის ორი სახეობა: სტატიკური და დინამიკური.

*სტატიკური გამძლეობა* - განისაზღვრება საჭირო კუნთური ძაბვის (როგორც წესი - მაქსიმალურის 50%) შენარჩუნების ხანგრძლივობით, ან სპორტული პოზის (კიდი, ბჯენი, კუთხე და სხვ.) შენარჩუნების ხანგრძლივობით. წინამხრის მომხრელი კუნთების ასაკობრივ დინამიკაში არსებითი სქესობრივი განსხვავებები არ შეიმჩნევა. სკოლამდელი ასაკის ბავშვებში მისი მაჩვენებელი დაბალია და ყველაზე ინტენსიურად ვითარდება პრეპუბერტატულ პერიოდში (7 და 10 წლამდე გოგონებში და 12 წლამდე ბიჭებში).

*დინამიკური გამძლეობა* გოგონებში იზრდება პრეპუბერტატულ პერიოდში. პუბერტატულ პერიოდში მისი განვითარება შენელებია, ხოლო პოსტპუბერტატის დასაწყისში კვლავ ჩქარდება.

ბიჭებში ინტენსიური სქესობრივი მომწიფების წლებში გამძლეობის ასაკობრივი განვითარების ტემპების შემცირება უფრო მეტადაა

**ბავშვებისა და მოზარდების ორგანიზმ. ფიზიოლ. თავისებურებები**

გამოხატული, ხოლო შემდგომ წლებში ეს მაჩვენებელი სტაბილურად ჩქარდება. გამძლების განმსაზღვრელი დინამიკური ტესტების მაჩვენებლების დინამიკა მჭიდრო კორელაციაშია ჟანგბადის შესაძლებელი მაქსიმალური დავალიანების დინამიკასთან. ანაერობული მექანიზმების შესაძლებლობები, რომელიც ფასდება მაქსიმალური შესაძლებელი ჟანგბადის დავალიანებით (ლ/წთ.), თანდათანობით მატულობს, ხოლო მოზარდობის პერიოდში - დაჩქარებულიად.

ასაკი, წელი	პულსი მოსვენების მდომარეობაში	მუშაობისუნარიანობა გ.ც.ს. - ის მაჩვ. 170 კგმ/წთ.	შეფარდებითი მუშაობისუნარიანობა კგმ/წთ/კგ
6.5	107	307 ± 16	12.0 ± 0.36
7	107	296 ± 14	10.9 ± 0.34
8	102	313 ± 17	10.7 ± 0.35
9	99	392 ± 19	12.2 ± 0.41
10	89	398 ± 19	12.4 ± 0.31
11 - 12	85	495 ± 22	12.5 ± 0.44
13 - 14	87	665 ± 46	13.4 ± 0.65
15 - 16	81	870 ± 22	13.4 ± 0.42

7 – 16 წლის ბიჭების ფიზიკური მუშაობისუნარიანობის დინამიკა.

მოქნილობა - იზომება მოძრაობის მაქსიმალური ამპლიტუდით. არჩევენ მოქნილობის ორ სახეობას: აქტიურს, რომელიც მიიღწევა შესაბამისი ჯგუფის კუნთების შეკუმშვით, და პასიურს, რომელიც მიიღწევა რაიმე სახის გარეგანი ზემოქმედებით.

სკოლამდელი ასაკის ბავშვების სახსრები მაღალი მოქნილობით გამოირჩევა, რადგან მათი მყესები და კუნთები სუსტადაა განვითარებული. მოქნილობის ასაკობრივი განვითარება, როგორც გოგონებში, ისევე ბიჭებში, სამ პერიოდათ იყოფა: პირველი - 7 და 10 წლამდე - მოქნილობის განვითარების დაჩქარების თანაბარი ტემპები ყველა სახსარში; მეორე - 11 და 14 წლამდე - უფრო ნელი და ჰეტეროქრონული განვითარება. სხვადასხვა სახსარში მოძრაობის

**ბავშვებისა და მოზარდების ორგანიზმ. ფიზიოლ. თავისებურებები**

მაქსიმალური ამპლიტუდის მიღწევით სხვადასხვა ასაკობრივ პერიოდში: 11-12 წლამდე - მხრის სახსრებში, 12 წლამდე - ხერხემლის კისრის ნაწილში, 14 წლამდე - მკერდის და წელის ნაწილებში. მიუხედავად მოქნილობის საკმაოდ მაღალი რეზერვებისა იგი მაინც მნიშვნელოვანწილად განპირობებულია გენეტიკურად.

## საწვრთნო პროცესის ორგანიზაციის ასაკობრივი თავისებურებები

საწვრთნო პროცესის ორგანიზების  
ასაკობრივი თავისებურებები.

ცალკეული ფიზიკური თვისებები ვითარდებიან ჰეტეროქრონულად. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან დაჩქარებული განვითარების პერიოდებითა და მაქსიმალური „პიკური“ ზრდის ასაკობრივი ჩარჩოებით. ყოველივე ეს ქმნის წინაპირობას ნორჩი სპორტსმენების ზრდისა და განვითარების პროცესებზე ფიზიკური დატვირთვებით მიზანმიმართული ზემოქმედებისათვის. ჩნდება საშუალება გამოიკვეთოს ოპტიმალური ასაკობრივი პერიოდები აერობული მუშაობისუნარიანობის, ანაერობული მუშაობისუნარიანობის, სახსრების მოქნილობის, სისწრაფის, მაქსიმალური ძალის, ძალისმიერი გამძლეობის, სწრაფ-ძალისმიერი შესაძლებლობების და სხვ., განვითარებაზე მიზანმიმართული ზემოქმედებისათვის. სენსიტიური „მგრძობიარე“ პერიოდების, თეორიის მიხედვით მიზანმიმართული ვარჯიშის შედეგად, ცალკეული ფიზიკური თვისებების მაქსიმალურად ეფექტური განვითარება შესაძლებელია მიღწეული იქნეს მათი ზრდის ბუნებრივად ინტენსიურ ასაკობრივ პერიოდებში.

*წინასწარი სპორტული მომზადების ეტაპი.* წინასწარი მომზადების დაწყებისათვის ოპტიმალური ასაკია გოგონებისათვის 7-9 წელი, ხოლო ბიჭებისათვის 8-10 წელი. ამ ეტაპის ხანგრძლივობა საშუალოდ 1-2 წელია.

7-9 წლის ბავშვებში უპირატესად ხდება ქსოვილების და ორგანოების მომწიფება მათი ზომამი ზრდის ინტენსიურობის შემცირების ფონზე. მთავრდება უჯრედების მორფოლოგიური დიფერენცირება თავის ტვინის ქერქში, ღვიძლში, აღინიშნება ჩონჩხის კუნთების გაძლიერებული განვითარება, გულის ზომების ზომიერი ზრდა, სრულდება მიოკარდის სტრუქტურული დიფერენციაცია.

უმცროსი სასკოლო ასაკი საკმაოდ ხელსაყრელი პერიოდია ახალი მოძრაობების შესწავლისათვის. ადამიანის მიერ მთელი სიცოცხლის მანძილზე შეძენილი მოძრაობითი ჩვევების 90%-ის ათვისება 6 დან 12 წლამდე ასაკში ხდება. სწორედ ამიტომ ამ ასაკის ბავშვების ფიზიკური

**საწვრთნო პროცესის ორგანიზაციის ასაკობრივი თავისებურებები**

მომზადების პროცესში დიდი როდენობით სხვადასხვაგვარი ახალი მოძრაობების დასწავლა ძირითადი მოთხოვნაა. რაც უფრო დიდი როდენობით მოძრაობა იქნება ათვისებული ამ ასაკში, მით უკეთესად მოხდება რთული ტექნიკური ელემენტების დაუფლება შემდგომ წლებში.

ამ ასაკის ბავშვებში შეინიშნება არამდგრადი ყურადღება. ყურადღების შენარჩუნებისათვის მეცადინეობაზე საჭიროა მომატებული ემოციური ფონის შექმნა, რისთვისაც გამოიყენება გაკვეთილის თამაშის ფორმით ჩატარების მეთოდი, თითოეული ბავშვის მოქმედების შეფასება, წახალისება.

7-9 წლის ბავშვებისათვის დამახასიათებელია კონკრეტულ-მეტამორფული აზროვნება. ამიტომ მეცადინეობის დროს ძალიან მნიშვნელოვანია მაგალითი, ჩვენება, თვალსაჩინოების მეთოდის გამოყენება.

ამ ასაკის ბავშვების შედარებით „მსუბუქი“ ძვლოვანი ჩონჩხი და სუსტად განვითარებული კუნთთა ჯგუფები უზრუნველყოფენ სხეულის კარგ ტივტივადობას წყალში, რაც აადვილებს ცურვის ტექნიკის ფორმირებისათვის სხვადასხვა მოძრაობების დასწავლას.

*საბაზისო (საწყისი სპორტული სპეციალიზაციის) მომზადების ეტაპი.* ამ ეტაპის დაწყებისათვის ოპტიმალური ასაკი გოგონებისათვის 9-10 წელია, ბიჭებისათვის 10-11 წელი, ეტაპის საშუალო ხანგრძლივობა 3-5 წელია.

12 წლის ასაკში გოგონებში და 13 წლის ასაკში ბიჭებში მკვეთრად მატულობს ნივთიერებათა ცვლის პროცესების სიჩქარე, რასაც თან სდევს სიმაღლის წლიური მომატების ტემპების ზრდა. ამ ეტაპზე მნიშვნელოვნად მატულობს გულის მოცულობა და მისი სისტოლური მოცულობა. გულის ღრუების მოცულობის მატება ასწრებს მაგისტრალური არტერიების განვითარებას, რაც ქმნის პირობას გულის მუშაობის ეფექტურობის შემცირებისა და სისხლძარღვებში სისხლის წნევის მომატებისათვის.

**საწვრთნო პროცესის ორგანიზაციის ასაკობრივი თავისებურებები**

მომუშავე კუნთების ჟანგბადით უზრუნველმყოფი ორგანოების და ორგანოთა სისტემების (სისხლის, სისხლის მიმოქცევის და სუნთქვის სისტემები) მუშაობის ეფექტურობის ამაღლების ტენდენცია 12-15 წლის ასაკში რჩება ნაკლებად გამოხატული, ვიდრე ბავშვობის ასაკში.

ამ ასაკში განაგრძობს გაუმჯობესებას სახსრებში მოძრაობის ამპლიტუდა და მოქნილობა. ზრდის ყველაზე მაღალი ტემპები აღინიშნება გოგონებში 12 წლის ასაკში და 14 წლის ასაკში ბიჭებში. ასაკის მატებასთან ერთად ამ მაჩვენებლის ზრდის ტემპები მცირდება.

საბაზისო მომზადების ეტაპის დასასრულს, გოგონებში 11-12 წლის და ბიჭებში 12-14 წლის ასაკში, სისხლის სისტოლური მოცულობისა და გარეგანი სუნთქვის აპარატის სიმძლავრის გაზრდის ხარჯზე იქმნება პირობები აერობული შესაძლებლობების ამაღლებისათვის. თუმცა, მიუხედავად ამისა, ხანგრძლივი მუშაობის შესრულების უნარი შეზღუდულია ჟ.მ.მ. - ს დონეზე.

რადგან კუნთებში გლიკოგენის შემცველობა 9-10 წლის გოგონებსა და 10-12 წლის ბიჭებში მაღალი არ არის (საშუალოდ 2 - ჯერ ნაკლები 16-17 ასაკთან შედარებით), გლიკოლიზური მუშაობის უნარიანობა თითქმის არ იზრდება და გამოვლინდება ანაერობული მუშაობის მიმართ დაბალი ადაპტაცია. მაგრამ 10-11 წლიდან გოგონებში და 12-13 წლიდან ბიჭებში გლიკოგენის კუნთური მარაგების ზომიერი მომატების ხარჯზე თანდათან ხდება გლიკოგენური სიმძლავრის ამაღლება.

სქესობრივი მომწიფების პირველ ეტაპზე, მისი გარეგნული ნიშნების გამოვლინებასთან ერთად, იზრდება ნერვული ცენტრების აგზნებადობა, მატულობს კუნთოვანი მუშაობის, განსაკუთრებით საშეჯიბრო ხასიათის შესრულებაზე საპასუხო რეაქციების, რეაქტიულობა და ემოციურობა. 10-11 წლის გოგონებში და 12 წლის ბიჭებში მოძრაობათა შესრულების რეგულაციის და მარტივი მოძრაობითი რეაქციის ფარული პერიოდის შემცირების ხარჯზე სრულყოფილი ხდება სწრაფ-ძალისმიერი შესაძლებლობები. მომდევნო ორი წლის განმავლობაში სისწრაფის ზრდის ტემპები მცირდება.

**საწვრთნო პროცესის ორგანიზაციის ასაკობრივი თავისებურებები**

10-12 წლის გოგონებში და ბიჭებში 12-14 წლის ასაკში მნიშვნელოვნად მატულობს სხეულის მასა და მასთან ერთად მატულობს მაქსიმალური ძალა, რომელიც 10-11 წლის გოგონებში და 12 წლის ბიჭებში დაბალი ტემპით მატულობდა. ძალის მომატება მიმდინარეობს ასევე კუნთების სარეგულაციო მექანიზმების დახვეწის ხარჯზე. ენერგოდანახარჯების ეკონომიზაციის და კუნთების სარეგულაციო მექანიზმების დახვეწის ხარჯზე საერთო ძალისმიერი გამძლეობა 10-12 წლის გოგონებში და 10-14 წლის ბიჭებში სწრაფად მატულობს. სპეციალური ძალისმიერი გამძლეობა იზრდება ფუნქციური კომპონენტის ხარჯზე.

**ღრმა სპეციალიზაციის ეტაპი.** ამ ეტაპის საწყისი ასაკია 12-14 წელი გოგონებისათვის და 13-15 წელი ბიჭებისათვის. ხანგრძლივობა 3-4 წელია. ეტაპის დაწყების და დასრულების ასაკი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული ინდივიდუალურ ბიოლოგიურ განვითარებაზე.