

# ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

თამთა კილაძე



## გულის რითმის ცვალებადობის გამოთვლა HRV ინსტრუმენტების გამოყენებით

ინფორმაციული ტექნოლოგიები  
ნაშრომი შესრულებულია ინფორმაციული ტექნოლოგიების მაგისტრის  
აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

ხელმძღვანელი: გიორგი ჩახუნაშვილი სრული პროფესორი  
ნანა ოდიშელიძე ასისტენტ პროფესორი

თბილისი  
2015

## ანოტაცია

ნაშრომში განხილულია სპორტსმენტა უეცარი სიკვდილი, რაც დღესდღეობით მედიცინაში უდიდესი პრობლემაა. სპორტსმენტებს შორის უეცარი სიკვდილის შემთხვევათა 75-80% კარდიოლოგიური მიზეზებით არის გამოწვეული.

მედიცინაში შეიქმნა სპეციალური განხრა, რომელსაც სპორტული კარდიოლოგია ჰქვია და იმ სპორტსმენტების გულ-სისხლძარღვთა სისტემას შეისწავლის, რომლებიც დიდი დატვირთვით ვარჯიშობენ. სპორტულ მედიცინაში ასევე აქტიურად მიმდინარეობს ინფორმაციული ტექნოლოგიების მაქსიმალურად გამოყენება და თანამედროვე მიღწევების იმპლემენტაცია.

აღიწერება ორგანიზმის მდგომარეობა ძირითადი პარამეტრების საშუალებით და კეთდება გულის ცემის ცვალებადობის ანალიზი, რომელიც დამოკიდებულია დროისა და სინშირის საზომ ერთეულებზე, რის შემდეგაც ხდება გულისცემის ცვალებადობის (HRV) ინსტრუმენტის დადოკუმენტირება.

თანამედროვე ეტაპზე სპორტსმენტა კარდიონტერვალოგრაფია, კაპილაროსკოპია, ექოსკოპია და სხვა უამრავი ინსტრუმენტული თუ ლაბორატორიული მონაცემები, კლინიკურ პარამეტრებთან ერთად მოითხოვს დეტალურ ანალიზს და მათ შესაბამის პროფესიონალურ მართვას.

ამდენად, სპორტსმენტა შორის, მათვის შესაბამისი კარდიოლოგიური პარამეტრების დადგენა, მათი კორელაცია, მონიტორინგი და რეკომენდაციების შერჩევა შემდგომში ამ მიმართულებით კვლევების ძირითად ამოცანებს წარმოადგენს, ამ თვალსაზრისით მოცემულ ნაშრომში განხილულია არსებული პრობლემა. გადმოცემულია კვლევების ზოგადი სურათი და გადაჭრის გზა.

## Annotation

The present paper deals with the sudden death of sportsmen, which is one of the largest problem in medicine. The sudden death among athletes is caused by the cardiac reasons, in 75-80%.

There was created a special branch of medicine(sport medicine), which is used for sports and the athletes , and will study the cardiovascular system, while they are burdened. Sport medicine as well as is maximizing the use of information technology and modern technologies are being actively implemented.

The main parameters to describe the condition and heart rate variability analysis is done, depending on the time and frequency measurement units, after which the heart rate variability (HRV) instrument is documented .

Nowadays, athletes cardiointervalography, capillaroscopy, ultrasound and other instrumental or laboratory findings-require a detailed analysis of respective professional management.

Thus, among athletes,the appropriate cardiac parameters, their correlation, monitoring and recommendations are the main objectives of the research in this direction, the present work deals with this problem. In this paper researchs and solutions are presented as a general picture.

## სარჩევი

ანოტაცია .....	2
Annotation .....	2
შესავალი .....	5
გულისცემა .....	7
ორგანიზმის მდგომარეობის აღწერა.....	11
გულის ცემის ცვალებადობის ანალიზი HRV ხელსაწყოს გამოყენებით.....	14
დროისა და სიხშირის ძირითადი საზომები.....	14
დროის საზომი ერთეულები:.....	14
სიხშირის საზომი ერთეულები: .....	15
გულისცემის ცვალებადობის (HRV) ინსტრუმენტის დადოკუმენტირება.....	17
HRV ინსტრუმენტი: შემადგენლობა .....	17
შეტანილი მონაცემების ფორმატი .....	17
RR/NN ინტერვალების განთავსება.....	18
სპორტსმენ ბავშვთა გულ-სისხლძარღვთა სისტემის დახასიათება კვლევების საფუძველზე.....	18
დასკვნა .....	24
გამოყენებული ლიტერატურა .....	24

## შესავალი

პორტსმენტა უეცარი სიკვდილი მედიცინის ერთ-ერთი უდიდესი პრობლემაა. დადგენილია, რომ სპორტსმენტებს შორის უეცარი სიკვდილის შემთხვევათა 75-80% კარდიოლოგიული მიზეზებით არის გამოწვეული. სპორტსმენტების გულ-სისხლძარღვთა სისტემის მდგომარეობა განსხვავდება იმ ადამიანებისგან, ვინც სპორტს არ მისდევს.

სპორტსმენტის გულის საკითხი დღეს ძალზე აქტუალურია. მედიცინაში შეიქმნა სპეციალური განხრა, რომელსაც სპორტული კარდიოლოგია ჰქვია. ის იმ სპორტსმენტების გულ-სისხლძარღვთა სისტემას შეისწავლის, რომლებიც დიდი დატვირთვით ვარჯიშობენ. ეს საჭიროა იმისათვის რომ სწორად შემუშავდეს მათი ვარჯიშისა და დასვენების რეჟიმი. ნორმასა და პათოლოგიას შორის საზღვრის გავლება ხშირად ჭირს. სპორტულ გულსა და კარდიულ პათოლოგიებს შორის საზღვრის გავლებას თანამედროვე სპორტულ მედიცინაში გადამწყვეტი მნიშვნელობა ენიჭება, რათა ერთი მხრივ მინიმუმამდე იქნეს დაყვანილი უეცარი სიკვდილის რისკი, ხოლო მეორე მხრივ თავიდან ავიცილოთ ჰიპერდიაგნოსტიკის გამო სპორტსმენტა აქტიური სპორტული ცხოვრებისგან ჩამოშორება. გამოთქმა "სპორტსმენტის გული" პირველად 1899 წელს გამოიყენა გერმანელმა მეცნიერმა ჰენშენმა. ის გულისხმობდა სპორტსმენტის გულის გადიდებას და ამ მდგომარეობას პათოლოგიად განიხილავდა. ტერმინი დღესაც გამოიყენება, მაგრამ ამჯერად უფრო ფართო მნიშვნელობით. ლანგის განმარტებით, "სპორტული გული" ორგვარად შეიძლება გავიგოთ:

1. გული, რომელსაც რეგულარული ვარჯიშის პირობებში შესწევს უნარი დააკმაყოფილოს ორგანიზმის მოთხოვნა ხანგრძლივი და ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვის დროს.

2. გადაჭარბებული დატვირთვის შედეგად პათოლოგიურად შეცვლილი გული. დღეს სადაოდ აღარ მიიჩნევა, რომ პროფესიული სპორტული დატვირთვა ჯანმრთელობისთვის ერთმნიშვნელოვნად სასარგებლო არაა. არასახარბიელო ცვლილებებს განიცდის გულ-სისხლძარღვთა სისტემა. ეს ცვლილებები დამოკიდებულია დატვირთვის ტიპსა და ინტენსივობაზე, ასევე - ვარჯიშის რეგულარულობაზე. ნებისმიერი სახის ფიზიკურმა აქტივობამ შეიძლება შეასრულოს გამაჯანსაღებელი როლი, როდესაც დატვირთვა სწორად არის დოზირებული და ადამიანის შესაძლებლობებს შეესაბამება. გასაჯანსაღებლად გამიზნული დატვირთვა არ უნდა აღემატებოდეს ასაკობრივად დასაშვები მაქსიმალური დატვირთვის 40%-ს. რეგულარული ვარჯიშის ფონზე გულში ცვლილებები თანდათანობით ვითარდება. მხოლოდ ამ შემთხვევაშია შესაძლებელი გულ-

სისხლძარღვთა სისტემის, მისი ფუნქციური შესაძლებლობების ადაპტაცია დატვირთვის მიმართ. როდესაც დატვირთვა რეგულარული არ არის, ადაპტაცია არ ხდება. სწორედ ასეთი ვარჯიში ვნებს ჯანმრთელობას.

მსოფლიო სპორტის ისტორიაში დაფიქსირებულია პროფესიონალ სპორტსმენთა უეცარი სიკვდილის შემთხვევები სრული ჯანმრთელობის ფონზე. თანამედროვე სპორტულმა მედიცინამ დაადასტურა, რომ ამ შემთხვევებს სწორედ ინტენსიურმა ფიზიკურმა ვარჯიშმა შეუწყო ხელი. თანამედროვე მონაცემებით, 35 წლამდე ასაკის სპორტსმენთა უეცარი კარდიული სიკვდილის მიზეზებს შორის დომინირებს ჰიპერტროფიული კარდიომიოპათია (ჰკმ), კორონარული არტერიების ანომალიები და მარცხენა პარკუჭის ჰიპერტროფიის სხვადასხვა ფორმა. ამერიკის გულის ასოციაციის უკანასკნელი მონაცემებით, ახალგაზრდა სპორტსმენებში უეცარი კარდიული სიკვდილის შემთხვევათა 36% ჰიპერტროფიული კარდიომიოპათიით არის განპირობებული, ხოლო 10%-ში აღინიშნება მხოლოდ მარცხენა პარკუჭის მასის მომატება, კარდიომიოპათიის ნიშნების გარეშე. სპორტსმენის გულის მდგომარეობა ბევრად არის დამოკიდებული სპორტული დატვირთვის ხასიათზე. სხვადასხვა სახის ფიზიკური დატვირთვა კუნთებზე სხვადასხვაგვარად მოქმედებს. ფიზიოლოგიაში გამოყოფენ კუნთთა შეკუმშვის ორ ტიპს - სტატიკურსა და დინამიკურს. დატვირთვის ასეთი გაყოფა პრინციპულია, რადგან სპორტის ამა თუ იმ სახეობაში რეგულარული ვარჯიში ანუ უპირატესად დინამიკური ან უპირატესად სტატიკური დატვირთვა განსხვავებულ ზემოქმედებას ახდენს გულ-სისხლძარღვთა სისტემაზე. ამაზეა დამოკიდებული პროგნოზიც. დინამიკური დატვირთვა ხელს უწყობს გამძლეობის განვითარებას, ხოლო სტატიკური - ძალისას. სტატიკურ დატვირთვას თან სდევს კუნთების ტონუსის (დაჭიმულობის) ცვლილება მათი სიგრძის ცვლილების გარეშე (მაგალითად, სიმძიმის აწევა ერთ მდგომარეობაში, კიდურების მოხრა-გაშლა). დინამიკური ვარჯიშის დროს დომინირებს დატვირთვა სისხლის გაზრდილი მოცულობით, ხოლო სტატიკური ვარჯიშის დროს - მომატებული არტერიული წნევით გამოწვეული დატვირთვა. აღმოჩნდა, რომ იმ სპორტსმენებში, რომლებიც უპირატესად სტატიკური ვარჯიშით არიან დაკავებული, გულის რიტმის ცვალებადობა უფრო იშვიათია. თუ გახანგრძლივებული ვარჯიშის დროს რიტმის დარღვევა განვითარდა, ეს პათოლოგიურ მდგომარეობად განიხილება და სპორტსმენს სამედიცინო გამოკვლევა უტარდება. ულტრაბგერითი გამოკვლევებისას გულის გარეგანი ზომები შესამჩნევად არ არის შეცვლილი ან ვითარდება მიოკარდიუმის ჰიპერტროფია გულის ღრუების გადიდების გარეშე. ეს გულის ღრუების შიგნით არსებული წნევისა და კედლების ტონუსის მატებით არის განპირობებული. სტატიკური დატვირთვისას გულის ღრუების გაგანიერება პათოლოგიური მოვლენაა, რომელიც მიოკარდიუმის გადაძაბვაზე

მიუთითებს. ასეთ დროს რეკომენდებულია ვარჯიშის შეწყვეტა და სამედიცინო გამოკვლევა.

## გულისცემა

გულისცემის სიხშირის, როგორც ცვლადის შეფასების მეთოდი, ფართოდ არის გამოყენებული. ის მიჩნეულია, როგორც ორგანიზმის ადაპტიურ შესაძლებლობათა ინდიკატორი, რამდენადაც, სხვადასხვაგვარ გარემომცველ ფაქტორისადმი ორგანიზმის ადაპტაცია მნიშვნელოვანწილად არის დამოკიდებული კარდიოვასკულარული პასუხებისა და რეგულატორული მექანიზმების ოპტიმალურ მუშაობაზე. ფიზიკური დატვირთვისას გულისცემის სიხშირის ცვლილებაზე დაკვირვება ეფექტურად გამოიყენება ორგანიზმის ფუნქციონირების დიაგნოსტიკურ ტესტირებებში, ვარჯიშების სირთულის განსაზღვრასა და ქრონოტროპული გავლენის შეფასებაში. ის მარტივად გასაზომ პარამეტრს წარმოადგენს და მისი გამოყენება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სპორტულ პრაქტიკაში. მოსვენებულ მდგომარეობაში გულისცემის სიხშირე ცვალებადია. ის უმეტესად დამოკიდებულია ასაკზე და ზრდასრულ ადამიანთა უმრავლესობაში საშუალოდ 70-75-ს შეადგენს. გულისცემის სიხშირის სიდიდეზე ასაკთან ერთად გავლენას ახდენს სპორტის სახეობის სპეციფიკაც. კარგად გაწვრთნილ სპორტსმენებში მან შესაძლოა 60-65 დარტყმა შეადგინოს წუთში. რაც ეხება ბავშვთა ასაკში გულისცემის სიხშირის რაოდენობას, ამასთან დაკავშირებით ჯერ კიდევ საპირისპირო მოსაზრებები არსებობს და მსგავსი მაჩვენებლების ზუსტი განსაზღვრა ჯერჯერობით ვერ მოხერხდა. სპორტული წვრთნის ფაქტორი გავლენას ახდენს ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციურ სისტემებზე. კერძოდ: წვრთნის გავლენით იცვლება გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციური შესაძლებლობები. გავარჯიშებული ადამიანის გული მოსვენებულ მდგომარეობაში უვარჯიშებელისაგან განსხვავებულად ფუნქციონირებს. ამ დროს, უპირველესად, შეიმჩნევა გულის მოცულობაში მატება. თუ, ჩვეულებრივ, გაუწვრთნელ პირებში გულის მოცულობა 750-780 სმ<sup>3</sup> -ს შეადგენს, კარგად გავარჯიშებული სპორტსმენის შემთხვევაში მან შეიძლება 1000-1200 სმ<sup>3</sup> -ს მიაღწიოს, რაც გულის კუნთოვანი შრის (მიოკარდიუმის) განვითარებით, ანუ ფიზიოლოგიური (შრომითი) ჰიპერტროფიით არის განპირობებული. მორფოლოგიური ცვლილებების შესაბამისად, გაწვრთნილი ადამიანის გული, გაუწვრთნელისაგან განსხვავებით, განიცდის ფუნქციურ ცვლილებებსაც და უფრო ეკონომიურ რეჟიმში იწყებს მუშაობას. მისი შეკუმშვათა რიცხვი (პულსის სიხშირე) მაღალი ფიზიკური კონდიციების მქონე, გამძლეობაზე ნავარჯიშებ ათლეტებში ერთი წუთის განმავლობაში შეიძლება 28-დან 40 დარტყმამდე მერყეობდეს. ეს ფაქტორი, გულის კუნთის

ჰიპერტროფიისა და შესაბამისად, მარცხენა პარკუჭის ძლიერი შეკუმშვის შედეგად სისხლის სისტოლური მოცულობის ზრდით აიხსნება, რომელიც, ნაცვლად 50-80 მლ-ისა (რაც უვარჯიშებლებში გვხვდება), 100-150 მლ-ს უდრის. გულისცემის სიხშირეზე მნიშვნელოვნად მოქმედებს გამძლეობის განმავითარებელი ვარჯიშების გამოყენება. გაუწვრთნელ პირებში, ყოველი ერთ კვირიანი გამძლეობაზე ვარჯიშობის შემდეგ, გულისცემის სიხშირე შესაძლოა შემცირდეს 1 ერთეულით და ეს პროცესი რამდენიმე ხნის განმავლობაში შეიძლება გაგრძელდეს. ამ შემცირების ძირითადი მექანიზმი ჯერ კიდევ არ არის სრულყოფილად შესწავლილი, მაგრამ წვრთნა, როგორც ჩანს, იწვევს პარასიმპათიკურ აქტივაციას და სიმპათიკურ ინაქტივაციას, რის გამოც, გაწვრთნილ პირებში, მოსვენებულ მდგომარეობაში გულისცემის შედარებით დაბალი სიხშირე ფიქსირდება. გაწვრთნილობის ფაქტორი ვლინდება დატვირთვის დროსაც, როდესაც გულისცემის სიხშირე მით უფრო მალე მცირდება და საწყის დონეს უბრუნდება, რაც უფრო მეტად არის სპორტსმენი გაწვრთნილი. აქედან გამომდინარე, მნიშვნელოვანი კლინიკური და სპორტული გამოყენება აქვს, ტერმინოლოგიური სიზუსტისათვის უნდა აღინიშნოს, რომ „ვარჯიში მოძრაობის ფორმაა, ვარჯიშობა კი ამ ვარჯიშების დაუფლების პროცესი“. გულისცემის სიხშირის აღდგენის შესწავლასაც. მკვლევართა ჯგუფის მიხედვით ცნობილია, რომ გულისცემის სიხშირის, როგორც დაუყოვნებელი, ისე განსაკუთრებული მოგვიანო აღდგენა, პირდაპირი მაჩვენებელია შესაძლო უეცარი ფატალური შედეგის დადგომისა, რომელიც შეიძლება გამოწვეული იყოს პარასიმპათიკური აქტიობის შემცირებით. ამის გათვალისწინებით, სპორტის სახეობათა საერთაშორისო ასოციაციები მაღალგაწვრთნილ სპორტსმენთათვის რეგულარულად ახორციელებენ სავალდებულო პერიოდულ სკრინინგს, რაც ზემოაღნიშნული შემთხვევების გამორიცხვას ემსახურება. დღევანდელ პირობებში სპორტის მრავალ სახეობაში მომუშავე მწვრთნელები და ინსტრუქტორები საწვრთნელ პროგრამებს აღგენენ გულისცემის მაქსიმალურ სიხშირეზე გათვლით. გულისცემის მაქსიმალური სიხშირის 50-60%-ის ფარგლებში მუშაობა მიმართულია მოთელვისათვის; 60-70%-იანი მუშაობა ცხიმების წვისათვის; 70-80%- იანი მუშაობა საშუალო დონის აერობული ვარჯიშების შესრულებისა და გამძლეობის გამომუშავებისათვის; 80-90%-იანი მუშაობა გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციონირების განვითარებისა და გამძლეობის გამომუშავების ინტენსიფიკაციისათვის; 90-100%-იანი მუშაობა კი - საშეჯიბრო მომზადებისათვის. მაგალითად, 15 წლის ასაკის ვაჟებში გულისცემის მაქსიმალური სიხშირის 60%, 70%, 80%, 90% და 100%-იან ზღვარზე მუშაობა, შესაბამისად, გულისხმობს გულისცემის 123, 144, 164, 185 და 205 დარტყმას წუთში. ასაკის მატებასთან ერთად, თითოეული ზონისათვის გულისცემის სიხშირის მაჩვენებლები იკლებს. 20 წლისთვის იმავე ინტენსივობის რეჟიმებში მუშაობა შეადგენს 120, 140, 160, 180 და 200 დარტყმას წუთში. გულისცემის სიხშირის ზუსტი განსაზღვრა



მნიშვნელოვანია არა მხოლოდ იმიტომ, რომ წვრთნის შედეგად სპორტსმენის ორგანიზმმა მაქსიმალური სასარგებლო ეფექტი მიიღოს, არამედ იმიტომაც, რომ გამოირიცხოს გულის ზედმეტი გადატვირთვა. აღნიშნულის გათვალისწინებით, მოვარჯიშეს აუცილებლად სჭირდება იმის ცოდნა, თუ გულისცემის სიხშირის რა მაქსიმალური სიდიდე აქვს. აღსანიშნავია, რომ ზოგადად, არ არსებობს გულისცემის მკვეთრად დეტერმინირებული, ოპტიმალური სიხშირე, რომელიც ყოველი ადამიანისათვის ერთი და იმავე სიდიდის იქნებოდა და ის დამოკიდებულია ასაკზე, სქესზე, სპორტსმენის კვალიფიკაციაზე, სპორტის სახეობაზე, დატვირთვის ინტენსივობასა და სხვა გარემო ფაქტორებზე. უფრო მეტიც, გულისცემის სიხშირის სიდიდეზე ასევე მოქმედებს დღის სხვადასხვა დროითი მონაკვეთი. მაგალითად, ღამის 2 საათიდან დღის 2 საათამდე პერიოდში, მოსვენებული მდგომარეობისას, ის შესაძლოა 13.8%-ით (65-დან 74- მდე) და მაქსიმალური დატვირთვის პირობებში 2.8%-ით (179-დან 184- მდე) გაიზარდოს. კლინიკური, ჰემოდინამიკური და ფიზიკური დატვირთვის პარამეტრების გამოყენებით ჩატარებული კვლევები აჩვენებენ, რომ გულისცემის სიხშირის მაქსიმალური სიდიდის და შესაბამისად, ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარების ძირითადი განმსაზღვრელი არის ასაკი. ასაკის გარდა, გულისცემის მაქსიმალურ სიხშირეზე ინვერსიულად მოქმედებს მისივე მოცულობა - კერძოდ კი, მარცხენა ვენტრიკულური სივრცის სიდიდე. მიჩნეულია (ჩახნაშვილი, 1984), რომ კარგად გაწვრთნილი სპორტსმენის გულისცემის კრიტიკული სიხშირე წუთში შეიძლება უდრიდეს 210-220-ს, უვარჯიშებელი ადამიანის კი 180-ს არ უნდა აღემატებოდეს. ამ საკითხის შედარებით უფრო დაზუსტებული შესწავლა აჩვენებს, რომ გულისცემის მაქსიმალური სიხშირე, პირველ რიგში, დამოკიდებულია ასაკზე: ის მაღალია ბავშვებში, ვიდრე ზრდასრულ ადამიანებში და სწორხაზოვნად მცირდება ასაკის მატებასთან ერთად. 10 წლის ასაკამდე ბავშვების გულისცემის მაქსიმალური სიხშირე ხშირად 210 დარტყმაზე მეტია მაშინ, როდესაც 20 წლის ასაკისათვის ეს სიდიდე 195 დარტყმას შეადგენს წუთში. ლონგიტუდური კვლევები აჩვენებენ, რომ ზრდასრული ასაკის შემდეგ გულისცემის მაქსიმალური სიხშირე ყოველწლიურად 0.5-დან 1 ერთეულამდე მცირდება. ინდივიდებში გულისცემის მაქსიმალური სიხშირის დასადგენად სიდ რობინსონის მიერ ჯერ კიდევ 1938 წელს ჩატარდა ფიზიოლოგიური კვლევები, რომლებმაც საფუძველი დაუდეს მისი სიხშირის გამოსაანგარიშებელი ფორმულების შექმნას. ასაკის ფაქტორზე დაფუძნებული პირველი ფორმულის თანახმად, რომელიც უილიამ ჰესკელის მიერ 1971 წელს შემუშავდა, „გულისცემის მაქსიმალური სიხშირე (HRmax) = 220 – ასაკი“. მკვლევართა ნაწილის აზრით, აღნიშნული ფორმულის სანდოობა, იმის მიუხედავად, რომ მას დღესაც საკმაოდ ფართოდ იყენებენ პრაქტიკაში, დაბალია და მისი ცდომილება შეიძლება 11 ერთეულს (დარტყმას) აღწევდეს ერთი წუთის განმავლობაში. მართალია გულისცემის მაქსიმალური სიხშირის გამოსაანგარიშებელი ფორმულები 40-მდე აღწევს, მაგრამ შეიძლება ითქვას, რომ მათგან

ყველაზე ზუსტმაც კი შესაძლოა 6.4 ერთეულით უფრო მეტად, ან ნაკლებად შეაფასოს მისი სიდიდე, რაც იმით არის გამოწვეული, რომ აღნიშნული ფორმულები ეყრდნობიან მხოლოდ ერთ ცვლადს, ასაკს, ეს კი გულისცემის მაქსიმალური სიხშირის მხოლოდ 80%-იანი სიზუსტით გაგების შესაძლებლობას იძლევა. დანარჩენი 20% კვლავ შესწავლის საგნად რჩება და დამოკიდებული უნდა იყოს ისეთ ფაქტორებზე, როგორებიცაა: გაწვრთნილობის დონე, სქესი და გულის ზომა. გაწვრთნილობის დონესა და გულისცემის მაქსიმალური სიხშირის ურთიერთდამოკიდებულების შესახებ საპირისპირო მოსაზრებები არსებობს: მკვლევართა ერთი ჯგუფის მიხედვით ირკვევა, რომ გაწვრთნილობის ფაქტორი არ იწვევს მოსვენებულ მდგომარეობაში გულისცემის სიხშირის შემცირებას და ფიზიკური წვრთნის პარალელურად მისი სიდიდე რჩება უცვლელი ან მცირედით კლებულობს. განსხვავებულ მონაცემებს იძლევა სხვა კვლევის შედეგები, რომლის თანახმადაც გულისცემის სიხშირე მნიშვნელოვნად იცვლება გაწვრთნილობის ნიშნის მიხედვით. მისი სიდიდე შესაძლოა 3-დან 7%-მდე შეიცვალოს აერობული ვარჯიშობის ან დეტრენირების შედეგად. ამ მონაცემებზე დაყრდნობით, გულისცემის სიხშირე მოსვენებულ მდგომარეობაში ყოფნისას განსაკუთრებით მცირდება გამძლეობაზე ნავარჯიშებ ათლეტებში. მოცემული ინფორმაციის განხილვა აჩვენებს, რომ გულისცემის მაქსიმალური სიხშირის დადგენის ერთადერთი ზუსტი მეთოდი შესაძლოა იყოს მხოლოდ ცალკეული ცდის პირის ზღვრული შესაძლებლობით დატვირთვა და გულისცემის სიხშირის უწყვეტი რეგისტრაციის მეთოდით ჩაწერა. აღნიშნული მეთოდით გულისცემის მაქსიმალური სიხშირე შესწავლილია ძიუდოსისტებში, სადაც გამოყენებული იყო ელექტროჩამწერი. კვლევის შედეგების თანახმად, უწყვეტ რეჟიმში რეგისტრირებული მოზრდილი ასაკის ძიუდოსტა გულისცემის მაქსიმალური სიხშირე ერთი წუთის განმავლობაში არის 196. უწყვეტი რეგისტრაციის მეთოდთან შედარებით, პრაქტიკაში უფრო ხშირად გამოიყენება გულისცემის სიხშირის სხვადასხვა ინტერვალით (მეთოდით) გამოანგარიშება, მისი სიდიდის ერთი წუთის განმავლობაში დადგენის მიზნით. ძირითადად ესენია - 10, 15 და 30 წამიანი ინტერვალები (შესაბამისად მონაცემების 6-ზე, 4-სა და 2-ზე გადამრავლებით). ცნობილია, რომ მოსვენებულ მდგომარეობაში თუ გულისცემის სიხშირე 100-ზე მეტია, მაშინ მისი სიდიდის ერთი წუთის განმავლობაში განსაზღვრისათვის 15 წამიანი [და განსაკუთრებით 10 წამიანი - გ. ზ.] ინტერვალის გამოყენება ნაკლებად სანდო მონაცემებს იძლევა და შედარებით უფრო ზუსტი ინფორმაციის მისაღებად სასურველია 30 წამიანი ინტერვალის გამოყენება. ეს ტენდენცია გულისცემის უწყვეტი რეგისტრაციის რეჟიმში (1-60 წამი) განსაზღვრის ყველაზე უფრო მაღალ სანდოობაზე უნდა მიუთითებდეს, სხვა რომელიმე ინტერვალის გამოყენებასთან შედარებით, როგორც მოსვენებულ მდგომარეობაში, ისე სხვადასხვა ინტენსივობით დატვირთვის პირობებში. ამასთან, დღის წესრიგში დგება ინტერვალებს შორის არსებული ცდომილების ხარისხის შესწავლა.

## ორგანიზმის მდგომარეობის აღწერა

ორგანიზმის მდგომარეობა შეიძლება აღვწეროთ სამი პარამეტრით:

1. ორგანიზმის ფუნქციონირების დონე;
2. ფუნქციონალური რეზერვუარი;
3. რეგულირების მექანიზმის დამაბულობის ხარისხი;

გულის რითმის მათემატიკურ-სტატისტიკური მხასიათებლებიდან ორგანიზმის ფუნქციონირების დონე, როგორც სისტემის (ადაპტაციის დონე) განისაზღვრება მოდის მნიშვნელობით (Mo). მოდა ეს არის ყველაზე ხშირად შემხვედრი ინტერვალი გამოკვლეული ერთობლიობის 100-200 კარდიონტერვალში. ტრენერების მიერ რეგისტრირებული გულის შეკუმშვათა სიხშირე მოსვენებით მდგომარეობაში (გშს-მოსვენებითი) დაკავშირებულია მოდასთან. რაც უფრო მაღალია მოდის მნიშვნელობა მით უფრო დაბალია გშს მოსვენებითი. ტრენერების გაზრდით ეტაპიდან ეტაპამდე იზრდება მოდის მნიშვნელობა და მცირდება გშს მოსვენებითი.

ვარჯიშის დონის სხვა მაჩვენებელი, რომელიც აერობული წარმოშობის განმსაზღვრელია და კარგად ნაცნობია სპორტსმენებისთვის და მწრთვანელებისთვის-ჟანგბადის მაქსიმალური მოხმარება (MПК) მლ/კგ? წთ. ეს მაჩვენებელი ასევე შეიძლება შევიდეს BCP სუნთქვით ტესტში. ამისთვის კარდიონტერვალების ჩაწერის პერიოდში სპორტსმენის სუნთქვის რითმი გულის რითმთან და გადაეცემა კომპიუტერს, ეკრანზე ბრძანებების დახმარებით.

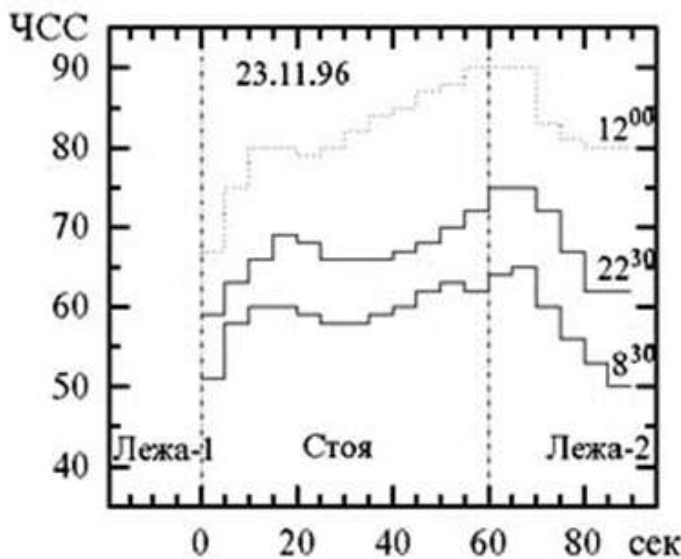
ორგანიზმის ფუნქციონალური რეზერვის შესახებ შეიძლება განსაზღვრა სპორტსმენის პულსური რეაქციის შეფასებით ფუნქციურ სინჯზე -ნებისმიერი სტანდარტული „შემფოთების“ ეფექტი, რომლებსაც შეუძლიათ გამოიწვიონ ბიძგები გულის შიგნით. ასეთ „შემფოთებულ“ ორგანიზმი რეაგირებს ფუნქციონალური რეზერვის მექანიზმის მობილიზაციით. რომელიც გომეოსტაზის შესაძლო დარღვევებს ასწორებს და აკომპენსირებს.

მაღალი კლასის სპორტსმენებთან მუშაობის მრავალწლიანი გამოცდილება გვიჩვენებს რომ ორგანიზმის ფუნქციონალური რეზერვი შეიძლება შეფასდეს პულსის რეაქციით ორთო-კლინოსტატისკური სინჯით. (სურ:1).

ძაბვის ფუნქციონალური სისტემის გაზომვისთვის BCP შექმნილია რიგი ინტეგრალური მაჩვენებელი, რომელიც მნიშვნელოვანი ინფორმაციის მატარებელია ორგანიზმის ფუნქციონალური მდგომარეობის შესახებ. მთლიანად სპორტული მედიცინის პრაქტიკაში ყველაზე ფართოდ გამოიყენება "სტრესის ინდექსი" ორგანიზმის მარეგულირებელი სისტემისთვის. (ИИ)Р.М.Баевского [5]. ნაწილობრივ, სავარაუდოდ ეს არის განპირობებული მაჩვენებლის კარგი დასახელებით, რომელიც გასაგებია ტრენერებისთვის და სპორტსმენებისთვის, რაც მაღალია ინდექსი, მით მაღალია ორგანიზმის დაძაბვა.

$$ИИ = \frac{A M_0}{2M_0 \cdot \Delta R R}$$

სადაც მოდა ხშირად გვხვდება, მნიშვნელობა კარდიონტერვალების ხანგრძლივობისა (მკაცრად რომ ვთქვათ, დროის შუალედში შესვენების 0-დან 2,5 წამამდე, მოკლე დროში სეგმენტები  $\Delta t=0,05$  წამ,  $M_0$ -ეს შუაწერტილი სეგმენტის სიგრძის  $\Delta t$ , სადაც გვხვდება ყველაზე მეტი ინტერვალები). აქედან ეს რაოდენობა არის  $A M_0$ -მოდის ამპლიტუდა.  $\Delta R R$  კარდიონტერვალების გაფანტვა (განსხვავება მაქსიმალურ და მინიმალურ კარდიონტერვალებს შორის). შეგახსენებთ რომ მოდა ხასიათდება აქტიურობით და ენდოკრინული „არხის“ რეგულაციით. მოდას ამპლიტუდა ასახავს სიმპატიკური ნერვის აქტუალობას და გაფანტვას კარდიონტერვალების-პარასიმპატიკური ვეგეტატურ ნერვულ სისტემის განყოფილებებს.



**12<sup>00</sup>**-სამსახურის შემდგომი პერიოდი (1,5 „სამსახურის შემდეგ“: (მონაცვლეობითი სირბილი) 12x1000, (კონკურენტული/შეჯიბრის) მაღალი სიჩქარე).

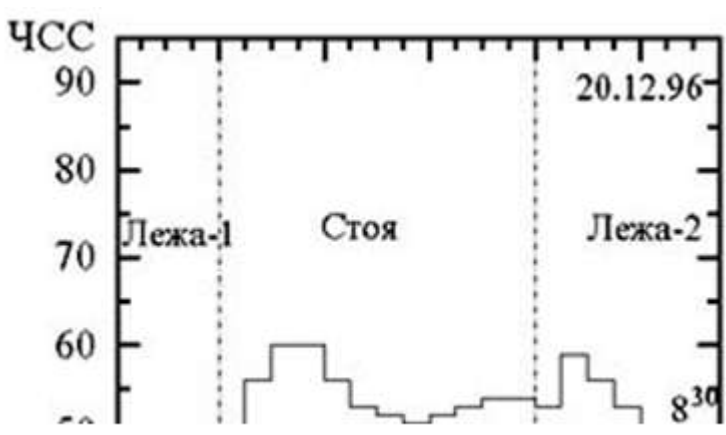
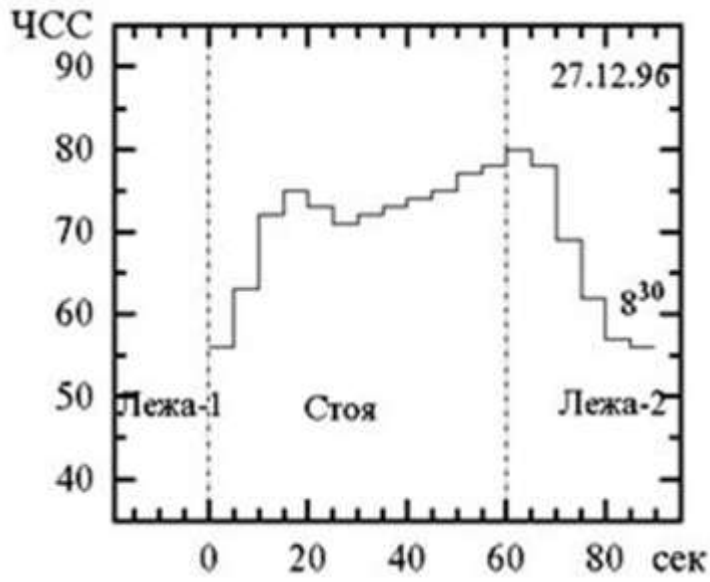
**22<sup>30</sup>**-სადამო, ძილის წინ.

**8<sup>30</sup>**-დილით, ძილის შემდეგ.

(3-ის სხვადასხვა/მრავალჯერადი

ტესტირება) ერთ დღეს „მიკროციკლის დატვირთვა“).

დილით, ძილის შემდეგ. (მდგომარეობა, „ოპტიმალურთან“ ახლოს, მიკროციკლის აღდგენის შემდეგ).



ტრენირების პროცესში მაღალი კვალიფიკაციის სპორტმენებში შესაძლოა სიტუაცია აღმოცენდეს საკმაოდ სწორად ყოველი ასეთი დატვირთული ვარჯიშის შემდეგ ბოლო 3-5 დღე მიმდინარეობს ორგანიზმის აქტიური აღდგენა. პულსის რითმი მოსვენებულ მდგომარეობაში ხდება 4-8 დარტყმა/წთ -ით ნაკლები წინასთან შედარებით, რაც დამახასიათებელია ადამიანისთვის. ადამიანის გულის რითმში აღმოცენდება როგორც ძალიან მოკლე ასევე ძალიან გრძელი კარდიოინტერვალები და მათი განსხვავება ( $\Delta RR$ ) ხდება არატიპური. ამ შედეგის მნიშვნელი, ფორმულაში, ИИ -ს გამოსათვლელად საგრძნობლად გრძელდება და თვით ინდექსი მცირდება. წარმოიქმნება ალოგიკური სურათი: დილით დატვირთული წინა დღეს მძიმე დატვირთვის შემდეგ აქვს ძაბვის ინდექსი 70, მომდევნო დღეს ეს ინდექსი ეცემა 20-მდე. აღნიშნულ სიტუაციაში კორელაციური ღრუბელი RR ინტერვალების სკატეგრამა იცვლის ფორმას წაგრძელებული

ელიფსიიდან, დიდი დიამეტრის გაფანტულ ფორმირებამდე. ისე რომ განიხილება, როგორც მიუღებელი დეზადაპტაციის ვარიანტი. ამასთანავე ორგანიზმის დიაგნოსტიკა ინი.

ჩვენი შეხედულებით ეს შეიძლება ავხსნათ შემდეგნაირად: როგორც ცნობილია, კარდიონტერვალების გავრცელებას წვლილი შეაქვს როგორც სუნთქვით, ასევე შედარებით მცირე გულის რითმში. აქედან ერთი და იგივე მნიშვნელობები შესაძლოა მიღწეულ იყოს, როგორც დიდი გაფანტვის ერთეულის ხარჯზე, გამოხატული სასუნთქი პერიოდიკასთან და ნელი ტალღებით დაბალ ამპლიტუდასთან, ისე მცირე ვარიაციული რხევებით, რომელიც მთლიანად რეგულირდება ტალღებით. განსაზღვრულ ეტაპებზე ძლიერდება გადატვირთულობა მცირე ტალღებისა, რომელიც იწვევს სინუსური არითმიის გაზრდას, რასაც მივყართ  $\Delta RR [1,3]$  გაზრდასთან.

## გულის ცემის ცვალებადობის ანალიზი HRV ხელსაწყოს გამოყენებით

### დროისა და სიხშირის ძირითადი საზომები

გულისცემის ცვალებადობის ანალიზი მოიცავს კარდიო ავტომატურ რეგულაციებს სინუსის რითმის ცვალებადობის მიხედვით. სინუსის რითმი გამომდინარეობს კარდიოგრამიდან RR ინტერვალების მიხედვით. ტრადიციულად გულის ცემის ცვალებადობის საზომები იყოფა ორ კატეგორიად: ძირითადი დროის საზომები და ძირითადი სიხშირის საზომები.

### დროის საზომი ერთეულები:

- AVNN** NN ინტერვალების საშუალო;
- SDNN** NN ინტერვალების სტანდარტული გადახრა;
- SDANN** სტანდარტული საშუალო გადახრა NN ინტერვალების 5 წუთიანი სეგმენტებისა  
24 საათიან ჩანაწერში;
- SDNNIDX** სტანდარტული გადახრის მნიშვნელობა NN ინტერვალების 5 წუთიანი სეგმენტებისა 24 საათიან ჩანაწერში.
- rMSSD** კვადრატული ფესვი NN ინტერვალების კვადრატების სხვაობისა.

**pNN50** პროცენტული განსხვავება NN ინტერვალებს შორის, რომელიც მეტია 50 ms-ზე, უფრო დიდი pNNx ჯგუფის წევრი.

pNNX -ის გამოთვლა როდესაც  $x < 50$ , როგორც გრძელვადიანი ისე მოკლევადიანი ჩანაწერების დროს საკმაოდ ძლიერ ინდექსს წარმოადგენს (ვაგალური რყევების დროს) ცდომილ ნერვთან დაკავშირებით, ვიდრე სტანდარტული pNNX.

### სიხშირის საზომი ერთეულები:

- TOTPWR** სრული სპექტრალური ძალა NN ინტერვალებისა 0.04 ჰერცამდე;
- ULF** სრული სპექტრალური ძალა NN ინტერვალებისა 0.003 ჰერცამდე;
- VLF** სრული სპექტრალური ძალა NN ინტერვალებისა 0.003 და 0.04 ჰერცებს შორის;
- LF** სრული სპექტრალური ძალა NN ინტერვალებისა 0.04 და 0.15 ჰერცებს შორის;
- HF** სრული სპექტრალური ძალა NN ინტერვალებისა 0.15 და 0.4 ჰერცებს შორის;
- LF/HF** განაწილება მაღალ და დაბალ სიხშირის ძალბს შორის;

დაბალი სიხშირის მაჩვენებელი (0,04-დან 15 ჰერცამდე) მოიცავს ფიზიოლოგიურ რხევებს რომელიც დაკავშირებულია რეცეპტორთან და გამოხატავს წნევის ცვალებადობას, ხოლო სიხშირის მაღალი მაჩვენებელი (0,15-დან 0,4 ჰერცამდე) გამოხატავს სასუნთქი გზების სინუსის არითმიას. ამ საზომების გამოყენება ხდება ავტონომიური ფუნქციის ინდექსებისთვის.

რხევები წარმოადგენს შუამავალს პარასიმპატიკურ და სიმპატიკურ კომპონენტებს შორის, როდესაც მაღალი სიხშირის ძალა დაკავშირებულია მხოლოდ ცდომილ ნერვთან.

ჩვეულებრივ სიხშირის საზომი გამოითვლება არსებული NN ინტერვალების გადარჩევით და შემდეგ ხდება მისი შესაბამება ფურია გარდაქმნით ან ავტორეგრესიული სპექტრალური მიახლოება (მაქსიმალური ენტროფიული მეთოდით). გადარჩევა ჩვეულებრივ იწვევს მაღალი სიხშირის კომპონენტების დასუსტებას. თუკი მოხდა NN ინტერვალების წყვეტა არანორმალური ფეთქვების, წყვეტების ან ხმაურის გამო ECG ჩანაწერში. ტრადიციული მიდგომა საჭიროებს ან ვუარყოთ ეს მონაცემები ან ინტუიციით მიახლოებით შევავსოთ ნორმალური ფეთქვები.

გრძელვადიანი სტატისტიკური მონაცემების გამოყენებით(24 საათი) SDANN, SDNNIDX და ULF ძალის გამოთვლა შეიძლება მონაცემების უფრო მცირე რაოდენობისთვის. დიდი

მონაცემებისთვის წაკითხვადობა თანდათან რთულდება. მცირე ვადიანი მონაცემებისთვის (15 წუთზე ნაკლები), მხოლოდ დროის საზომები AVNN, SDNN, rMSSD და pNN50 და მთლიანი ძალის სიხშირის საზომები VLF, HF და LF/HF კოეფიციენტი შეიძლება იქნეს გამოყენებული.

გულისცემის ცვალებადობის საზომები ერთმანეთთან მჭიდროდ არიან დაკავშირებული. ეს მოიცავს SDNN, SDANN, სრული სპექტრალური ULF ძალა; SDNNIDX, VLF, LF ძალა; rMSSD, pNN50 და HF ძალა. LF/HF სპექტრი კი არაა დაკავშირებული გულის ცემის ცვალებადობის სხვა რომელიმე საზომთან.

გულის ცემის ცვალებადობა ფართოდ გამოიყენება საბაზისო და კლინიკური კვლევების შესწავლისას. გულის ცემის ცვალებადობის კლინიკური აპლიკაციები დღეისათვის საკმაოდ შეზღუდული რაოდენობითაა. ეს შეზღუდვა ძირითადად გამომდინარეობს აპლიკაციის სტანდარტიზაციის და მეთოდოლოგიის ნაკლებობისგან, რაც გამოწვეულია კვლევის საგნის ერთმანეთისგან განსხვავებული სხვადასხვა ელემენტების არსებობით, როგორცაა: ასაკი, სქესი, მიღებული მედიკამენტები, ჯანმრთელობის სტატუსი და სხვა ფაქტორები. ექტოპიას და სხვა ადამიანურ ფაქტორებს შეიძლება დიდი გავლენა ქონდეს გულის ცემის მნიშვნელობის ცვალებადობაზე. ძველ კვლევებში განსაკუთრებით მაღალი მნიშვნელობის მქონე გარკვეულ საზომ ერთეულებში იკვეთება არაეთიკური სუპრავენტრიკული რიტმის ეფექტი ან სინუსოიდის დარღვევები. ამის გარდა გულის ცემის დინამიკისა და ანალიზის ტექნოლოგიები მოიცავენ არაწრფივ და კომპლექსურობაზე დაფუძნებულ საზომ ერთეულებს, მაგალითად დეტრენდირებული (Detrended ) რხევის ანალიზი, ინფორმაციაზე დაფუძნებული მსგავსების ანალიზი.

ფიზიონეტი, რომელიც არის გულის ცემის ცვალებადობის ინსტრუმენტი წარმოადგენს უფასო პროგრამულ უზრუნველყოფას გულის ცემის ცვალებადობის ანალიზისათვის. ანალიზის მეთოდი მოიცავს დროის ერთეულში აღებული NN ინტერვალების ვიზუალიზაციას, აგრეთვე დროზე და სიხშირეზე დაფუძნებულ გულის ცემის სტატისტიკებს, რომელიც ფართოდ გამოიყენება ლიტერატურაში და აგრეთვე ცხრილებში მოცემულ საზომ ერთეულებს. გარდა ამისა სხვა მაღალი ხარისხისა და უფასო ინსტრუმენტის მოძიებაა შესაძლებელი გულის ცემის ცვალებადობისათვის.



## გულისცემის ცვალებადობის (HRV) ინსტრუმენტის დადოკუმენტირება

### HRV ინსტრუმენტი: შემადგენლობა

htrv ინსტრუმენტი მოიცავს Usages და Makefile და შემდეგ პროგრამებს:

plt\_rrs წარმოადგენს shell script-ს, რადაც ხდება RR/NN ინტერვალების მოთავსება;  
get\_hrv წარმოადგენს shell script-ს, სადაც ხდება HRV სტატისტიკის დროისა და სიხშირის  
გამოთვლა;

მოცემული plt\_rrs და get\_hrv სკრიპტები იყენებენ შემდეგ პროგრამებს: WFDB და PLT პაკეტებიდან.

rrlist.c C კოდი რომელიც იღებს, ავრცობს RR ინტერვალებს ანოტაციის ფაილიდან;

filt.c C კოდი ახდენს RR/NN ინტერვალების გაფილტვრას;

filtnn.c C კოდი ახდენს RR/NN ინტერვალების გაფილტვრას;

statnn.c C კოდი ახდენს დროის სტატისტიკის გამოთვლას;

pwr.c C კოდი ძალის სპექტრიდან ახდენს 10-მდე სიხშირეების გამოთვლას;

seconds.c C კოდი, რომელსაც გადაყავს დროის ფორმატი hh:mm:ss წამებში;

hours.c C კოდი, რომელსაც გადაყავს წამები hh:mm:ss დროის ფორმატში;

plt\_rrs და get\_hrv ძირითადი სკრიპტებია, რომელიც გამოიყენება HRV-ს გამოსაანგარიშებლად, ეს ორი სკრიპტი იყენებს სხვა C პროგრამებს, რათა შეასრულოს კალკულაცია. ამ პროგრამების გამოყენება შესაძლებელია ცალკეც. მათი გამოყენებადობა და სხვა მრავალი ფუნქციის შესახებ ინფორმაციის მოძიება შეიძლება Usages ფაილიდან, თუკი ნებისმიერ პროგრამას გავუშვებთ -h ოპციით.

### შეტანილი მონაცემების ფორმატი

plt\_rrs (RR/NN ინტერვალების მოთავსება) და get\_hrv (HRV სტატისტიკების გამოთვლა) შემთხვევაში მონაცემების შეყვანა შესაძლებელია მხოლოდ ტექსტური ფორმატით, სადაც RR ინტერვალები სიაში მოცემული უნდა იყოს შემდეგი 4 ფორმატიდან ერთ-ერთით.

- 3 სვეტი (T, RR, A)
- 2 სვეტი (RR, A)

- 2 სვეტი (T, RR)
- 1 სვეტი (RR)

სადაც T წარმოადგენს RR ინტერვალების დაწყების დროს, RR არის ხანგრძლივობა RR ინტერვალის, ხოლო A წარმოადგენს დარტყმების იარლიყი. ჩვეულებრივი სინუსის დარტყმებს ენიჭება N სიმბოლო.

### RR/NN ინტერვალების განთავსება

NN ინტერვალების გამოტოვებამ ან მცდარმა დარტყმებმა შიძლება საკმაოდ დიდი ზიანი მიაყენოს გულის ცემის ცვალებადობის სტატისტიკას. უმეტესობა სიხშირის საზომი ერთეულებისა მგრძობიარეები არიან ამ შედეგების მიმართ. განსაკუთრებით LF და HF ძაბვა, რომელთა შეცდომის ალბათობა 1000 %-ზე მეტია. AVNN, pNN50 და ULF ძაბვა ნაკლებად აზიანებს, ძირითადად შეცდომის ალბათობაც 10%-ზე ნაკლებია.

დროის საზომი მექანიზმები უფრო ნაკლებ ზემოქმედებას ახდენენ ამ მიმდევრობაზე, თუმცა შეცდომის ალბათობა 100%-ს აჭარბებს.

მიმდევრობის შეცდომების შემცირებისთვის პირველ ეტაპს წარმოადგენს HRV-ს ანალიზის NN/RR ინტერვალების ვიზუალური გამოცდა და აგრეთვე მიმდევრობის ფილტრაციის აუცილებლობის განსაზღვრა.

პროგრამა დაითვლის Mo-ს (ყველაზე ხშირად განმეორებად RR ინტერვალებს), ასევე ითვლის მაქსიმალურ და მინიმალურ მნიშვნელობას ამ ინტერვალიდან, DX-ით ვითვლით სხვაობას მაქსიმალურ და მინიმალურ ინტერვალებს შორის, Amo-ყველაზე ხშირად განმეორებადი ინტერვალის რაოდენობა და ამ მონაცემების დახმარებით შედეგს ვითვლით ბაევსკის ინდექსით.

$$Amo/(2 * Mo * DX)$$

### სპორტსმენ ბავშვთა გულ-სისხლძარღვთა სისტემის დახასიათება კვლევების საფუძველზე

დამწყებ სპორტსმენებში აუცილებლად უნდა იყოს შესწავლილი ფუნქციური მაჩვენებლები, მათი წვრთნის სხვადასხვა პირობების დროს. კვლევა ჩატარდა 2012 წელს სხვადასხვა მეთოდოლოგიური პოზიციების გათვალისწინებით. ამ კვლევის მიზანს წარმოადგენდა მოზარდ-სპორტსმენტთა კლინიკურ-ინსტრუმენტული და

ლაბორატორიული მაჩვენებლების დინამიკის დეტალური შესწავლა, მათი წვრთნისას სპორტის სხვადასხვა სახეობების დროს. დაკვირვების ქვეშ იმყოფებოდა 12-15 წლის 150 ბავშვი (მოზარდი სპორტსმენები), რომლებიც დაყოფილი იყვნენ სამ ჯგუფად. (თითოეულში 50 ადამიანი) ბავშვები, რომლებიც მისდევდნენ კლასიკურ ჭიდაობას, ძიუდოს და თავისუფალ ჭიდაობას. თითოეული აღნიშნული ჯგუფი დაყოფილი იყო კიდევ ორ ქვეჯგუფად. ერთი ქვეჯგუფი იღებდა პრეპარატებს, შემუშავებული სქემით, აბების სახით, ხოლო მეორე – არა.

შეისწავლებოდა ყველა ბავშვის (მოზარდი სპორტსმენის) კლინიკური მონაცემები, ასევე პარალელურად სწავლობდნენ იმ ბავშვების სისხლს, რომლებიც სპორტს არ მისდევდნენ (20 ადამიანი).

პედიატრების უახლესი მიღწევების საშუალებით, შეიქმნა ახალი კვლევის მეთოდები ორგანიზმში ფუნქციურ და სტრუქტურულ შესაძლებლობებს შორის ურთიერთკავშირის დასადგენად, რაც შესაძლებლობას გვაძლევს თავიდან ავიცილოთ კლინიკური შეცდომები, რომლებიც ფიზიკური აღზრდის თვალსაზრისით, დაკავშირებულია ბავშვის ორგანიზმის ჩამოყალიბებასთან. ეს მეთოდებია:

1. სპორტსმენი ბავშვების კლინიკურ-ინსტრუმენტული გამოკვლევა მათი წვრთნის სხვადასხვა მეთოდების გათვალისწინებით;
2. სისხლის ელემენტების სტრუქტურული მაჩვენებლები, როგორც დინამიკური მონაცემების საერთო მდგომარეობაზე წვრთნაზე და მის შემდეგ;
3. კლინიკური და ლაბორატორიული მონაცემების საერთო დინამიკური კრიტერიუმების განსაზღვრა;
4. სპორტსმენტა მკურნალობაში სპეციალიზებული პრეპარატებისა და კვებითი დანამატების ჩართვა და მისი ეფექტურობის კრიტერიუმების განსაზღვრა უკვე არსებული კლინიკურ-ლაბორატორიული მეთოდების გამოყენებით.

ასევე თითოეული მოზარდი სპორტსმენის კლინიკური მონაცემების შესწავლის მიზნით, გამოყენებულ იქნა კვლევის შემდეგი მეთოდები: განისაზღვრებოდა მარცხენა წინაგულის მდგომარეობა სხვადასხვა კრიტერიუმების მიხედვით, მარჯვენა პარკუჭის ჰიპერტროფია, ძირითადი სისტოლური და დიასტოლური ზომები, მარცხენა პარკუჭის მოცულობები, მარცხენა პარკუჭის უკანა კედლის და პარკუჭთაშორისი ძგიდის სისქე სისტოლაში და დიასტოლაში, განდევნის ფრაქცია, ფრაქციული შემოკლება, მიოკარდიალური ბოჭკოების ცირკულარული შეკუმშვის სიჩქარე, გამოანგარიშებულ იქნა დარტყმითი მოცულობა, წუთობრივი და წამობრივი მოცულობები, გულის ინდექსი, მარცხენა პარკუჭის მიოკარდიუმის მასა, აგრეთვე საშუალო ჰემოდინამიკური წნევა, სისხლძარღვების საერთო

და ხვედრითი პერიფერიული წინააღმდეგობა, მარცხენა პარკუჭის ენერგია და სიმძლავრე, მარცხენა პარკუჭის წნევის ამალღების საწყისი სიჩქარე.

მიოკარდიუმის ბიოელექტრული აქტივობის განსაზღვრის მიზნით გამოყენებულ იქნა პლანიმეტრიული ანალიზის მეთოდი. მარცხენა პარკუჭის ფართობის დეპოლარიზაცია და რეპოლარიზაცია, ინტენსივობა, სიჩქარე, დეპოლარიზაციისა და რეპოლარიზაციის ინტენსივობის თანაფარდობა და სხვა.

ცენტრალური და გულისშიდა ჰემოდინამიკა შესწავლილ იქნა ერთ და ორგანზომილებიანი ექოკარდიოსკოპიის მეთოდის გამოყენებით აპარატზე „Aloka” აშშ. მარცხენა პარკუჭის დიასტოლური ფუნქცია ფასდებოდა იმპულსური დოპლეროგრაფიის მეთოდით, UUGR-23 დოპლერ-ბლოკის გამოყენებით.

კვლევები აგრეთვე ჩატარებულია მაგისტრალური სისხლძარღვების დოპლეროგრაფიის აპარატზე „Vasoscan”(ინგლისი) და ულტრაბგერითი ანგიოგრაფია დოპლეროგრაფზე „Appeton Floscan Plus” (ინგლისი), რომლის საშუალებითაც სისხლძარღვების მხრივ განისაზღვრებოდა დაზიანების ხარისხი, თუ იგი არსებობდა.

ყველა მოზარდ სპორტსმენს ჩაუტარდა სრული ლაბორატორიული გამოკვლევა: სისხლის საერთო ანალიზი, შარდის ანალიზი, კოაგულოგრამა, ლიპიდური ცვლა, ჩატარდა სისხლის ელემენტების მორფოლოგიური გამოკვლევა.

ლიპიდური ცვლის შესწავლა ხდებოდა აპარატზე „Refletron” (გერმანია). განისაზღვრებოდა საერთო ქოლესტერინის, ტრიგლიცერიდების და ლიპოპროტეინების დონე, მათი დინამიკა წრთვნის პროცესში. ჰიპერლიპიდემიის განსაზღვრის მიზნით გამოყენებულ იქნა ჯანმრთელობის დაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის მიერ მიღებული კლასიფიკაცია, რომელიც დაფუძნებული იყო ფრედრიქსონის კვლევებზე.

კლინიკური კვლევების პარალელურად, შეისწავლებოდა ახალგაზრდა სპორტსმენტა სისხლის ელემენტები, რომლის ნაწილი შესწავლილია ელექტრონული მიკროსკოპის გამოყენებით. კერძოდ: ერითროციტები, ნეიტროფილები, ლიმფოციტები და თრომბოციტები. დაკვირვება ტარდებოდა სამივე ჯგუფში. ქვეჯგუფების გათვალისწინებით ფიზიკური დატვირთვის დროს სპორტსმენტათვის პრეპარატების ჩართვამდე და მისი მიღების შეწყვეტის შემდეგ.

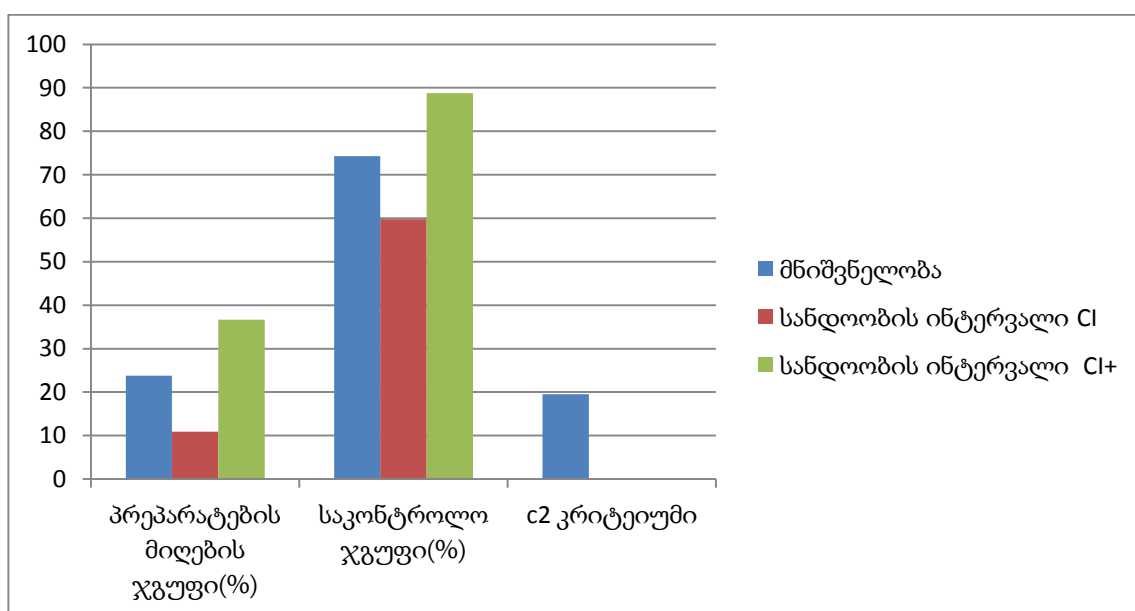
რაოდენობრივი მაჩვენებლების სარწმუნოების შეფასება ხდებოდა t კრიტერიუმით, ხოლო ხარისხოვანი მაჩვენებლების შეფასებას  $\chi^2$  კრიტერიუმით. ჯგუფებს შორის შედარება ხდებოდა P-Person-ით, განსხვავება სარწმუნოდ ითვლებოდა, თუ  $t > 1,96$ ;  $< 0,05$  და  $\chi^2 > 3.84$ ;  $P < 0,05$ . მათემატიკური უზრუნველყოფა განხორციელდა პროგრამების პაკეტის SPSS 11-5-ის გამოყენებით.

თითოეული კონკრეტული დაკვირვების ხანგრძლივობა 4 თვეს შეადგენდა.

მიღებული შედეგების ანალიზისას პრეპარატთა მოქმედების კომპლექსური შეფასებისათვის უარყოფით შედეგად ჩაითვალა ის შემთხვევები, როდესაც ადგილი ჰქონდა 3 ან მეტი ინდექსის და გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ფუნქციური სინჯების ჩატარების დროს ჰემოდინამიკური მაჩვენებლების გაუარესებას. ამის შემდეგ მოხდა მკურნალობის შეფასება მედიცინის პრინციპებიდან გამომდინარე (ცხრილი #1).

როგორც ცხრილიდან ჩანს, ფუნქციური და ფიზიკური მახასიათებლების გაუარესება სარწმუნოდ შემცირდა პრეპარატების მიღების ჯგუფში.

	პრეპარატების მიღების ჯგუფი(%)	საკონტროლო ჯგუფი(%)	χ2 კრიტერიუმი
მნიშვნელობა	23.81	74.286	19.539
სანდოობის ინტერვალი CI	10.9	59.8	-
სანდოობის ინტერვალი CI+	36.7	88.8	



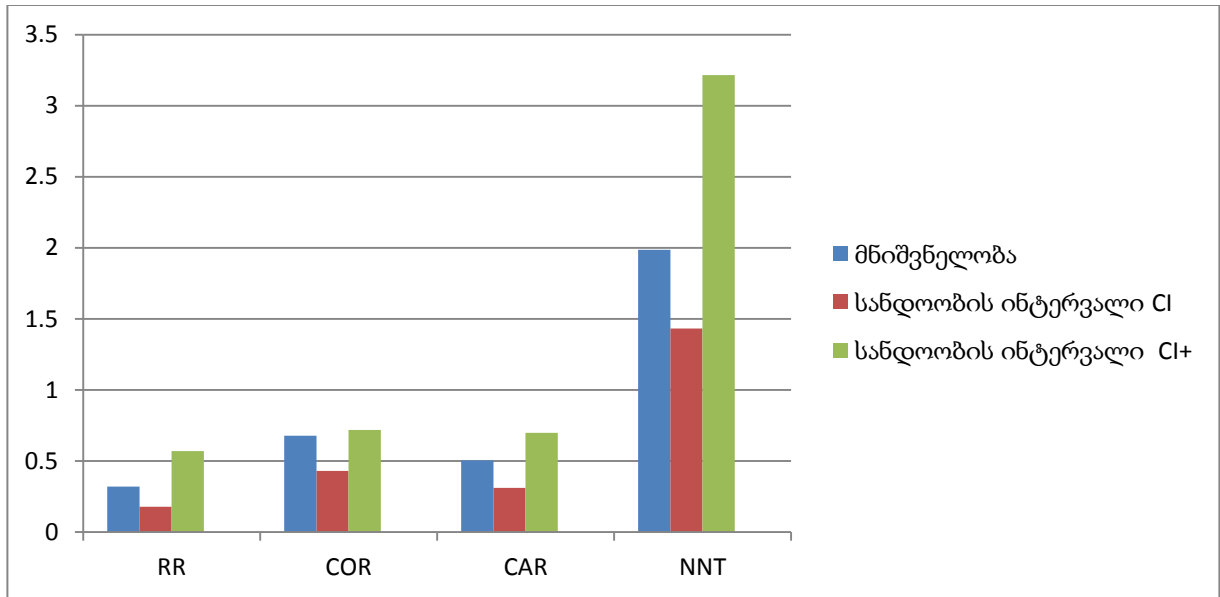
#2 ცხრილში მოცემულია უარყოფითი შედეგის ფარდობითი რისკი პრეპარატების მიღების და საკონტროლო ჯგუფებში.

პრეპარატების მიღების ჯგუფში აღილი ჰქონდა ფარდობითი და აბსოლუტური რისკის შემცირებას. იმ სპორტსმენტა რაოდენობა, რომელთა წრთვნა აუცილებელია აღნიშნულ პერიოდში.

ამრიგად, კლასიკური ჭიდაობისა და ძიუდოს ჯგუფებში აღინიშნება დისადაპტაციის ძირითადი მაჩვენებლების ფარდობითი და აბსოლიტური რისკის შემცირება, რაც საშუალებას გავძლევს ვიფიქროთ, რომ ამ პრეპარატებისა და კვებითი დანამატების გამოყენება შეიძლება როგორც დატვირთვაზე ადაპტაციის შესაძლებლობების გასაუმჯობესებლად, ასევე დისადაპტაციის პრევენციისათვის.

ჯგუფში, რომელიც არ იღებდა პრეპარატებს განსაკუთრებით ძიუდოსა და კლასიკური ჭიდაობის დროს, ანთროპომეტრიული მაჩვენებლების მიხედვით რაიმე მკვეთრი ცვლილება არ აღინიშნებოდა, გაიზარდა მხოლოდ დატვირთვის შემდეგ სუნთქვის და პულსის სიხშირეები.

	ფარდობითი რისკი	ფარდობითი რისკის შემცირება	აბსოლუტური რისკის შემცირება	ავადმყოფთა რაოდენობა, რომელთა მკურნალობა აუცილებელია ერთი დადებითი შედეგის მისაღებად NNT
	RR	COR	CAR	NNT
მნიშვნელობა	0,321	0,679	0,505	1,986
სანდოობის ინტერვალი CI	0,180	0,430	0,311	1,432
sandoobis intervali CI+	0,570	0,720	0,699	3,216



გულის ციკლის ამპლიტუდური პარამეტრების ცვლილებები დატვირთვამდე და დატვირთვის შემდეგ მოჭიდავეებში, პრეპარატების მიღებამდე, ფიზიკურ დატვირთვასთან შედარებით, მიუთითებს გსს-ის დაბალი ადაპტაციის უნარზე.

პრეპარატთა კომპლექსური მიღების შემდეგ უმჯობესდება მოჭიდავეთა, განსაკუთრებით ძიუ-დოისტთა და კლასიკური ჭიდაობით დაკავებული სპორტსმენების ფიზიკური და ფუნქციური ინდექსები: სუნთქვის შეკავების მაჩვენებლები, საშუალო არტერიული წნევა, სისხლის მიმოქცევის სისტოლური და წუთობრივი მოცულობები, ამტანობის კოეფიციენტი.

ელექტროკარდიოგრაფიული მონაცემების მიხედვით უმჯობესდება: მიოკარდიუმის ენერგეტიკული უზრუნველყოფა და მიოკარდიუმის სისხლით მომარაგების მაჩვენებლები.

პრეპარატთა კომპლექსური გამოყენება აუმჯობესებს სპორტსმენთა შრომისუნარიანობას, აფართოებს ადაპტაციურ მექანიზმებს სავარჯიშო პირობებისადმი, აჩქარებს აღდგენით პროცესებს ინტენსიური ფიზიკური დატვირთვის შემდეგ.

თავისუფალი ჭიდაობით დაკავებულ სპორტსმენთა ჯგუფში აღინიშნა დისადაპტაციის ძირითადი მაჩვენებლების ფარდობითი და აბსოლუტური რისკის შემცირება  $COR=67,9\%$  (95% CI:43-72%;  $CAR=50,5\%$  (95% CI:31,1-69,9%), იმ სპორტსმენთა რაოდენობა, რომელთა მკურნალობა აუცილებელია აღნიშნულ პერიოდში ერთი დადებითი შედეგის მისაღებად,  $NNT=2$ .

ფიზიკური აღზრდის სხვადასხვა სახეობა არაერთგვაროვან ზეგავლენას ახდენს ორგანიზმის ფიზიკურ განვითარებაზე.

შემუშავებული მკურნალობის სქემის გამოყენების საფუძველზე ელ. კარდიოგრაფიული მონაცემები მიუთითებს მიოკარდის ენერგეტიკული უზრუნველყოფის და მისი სისხლით მომარაგების გაუმჯობესებაზე, ხოლო კლინიკო-ინსტრუმენტული და ლაბორატორიული მონაცემების სქემის და შესაბამისად სასუნთქი სისტემის და ღვიძლის ბარიერული სისტემის დისადაპტაციური რგოლების დროულ ჩართვაზე და მის მაქსიმალურ ფუნქციონირებაზე, რაც ასე მნიშვნელოვანია სპორტსმენებში პრეპათოლოგიური და პათოლოგიური პროცესების თავიდან აცილების მიზნით.

## დასკვნა

მოცემულ სამაგისტრო ნაშრომში გადმოცემულია პრობლემები სპორტულ კარდიოლოგიაში და მათი შესაძლო გადაჭრის გზები.

- 1) ავღწერთ ორგანიზმის ზოგად მდგომარეობას;
- 2) განვიხილავთ გულის ცემის ცვალებადობის ანალიზს;

ზემოთ აღწერილი მეთოდი არის მცდელობა იმისა რომ გამოვასწოროთ ის მძიმე კარდიოლოგიური მდგომარეობა რაც დგას სპორტსმენებში. ეს მდგომარეობა უმეტესწილად გამოწვეულია არასწორი დატვირთვით, ამიტომ ზემოთ აღნიშნული მეთოდით შევძლებთ პიროვნების ტიპის დადგენას და მისთვის კონკრეტული დატვირთვის შერჩევას.

## გამოყენებული ლიტერატურა



1. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. М.: Медицина, 1979. -298с.
2. Кассиль Г.Н., Вайсфельд И.Л., Метлина Э.Ш., Шрейберг Г.Л., Гуморально-гормональные механизмы регуляции функций при спортивной деятельности.-М.:Наука, 1978. - 198с.
3. Ритм сердца у спортсменов: под общей редакцией Баевского Р.М. и , Мотылянской Р.Е. - М.:Физкультура и спорт, 1986. - 144с.
4. Граевская Н.Д., Совместная работа врача и педагога (тренера) в управлении тренировочным процессом// Спортивная медицина. - М.: Медицина, 1984. - с.201-209.
5. Баевский Р.М. К проблеме оценки степени напряжения регуляторных систем организма. // Адаптация и проблемы общей патологии. Новосибирск, 1974, т.1. - с.44-48.
6. Дембо А.Г., Земцовский Э.В., Спортивная кардиология. - Ленинград:Медицина, 1989.
7. Бутченко Л.А., Предпаталогические состояния и патологические изменения при нерациональных занятиях спортом// Спортивная медицина. - М.: Медицина, 1984. - с.152-169.
8. Дембо А.Г., Земцовский Э.В., О значении исследований сердечного ритма в спортивной медицине. -Теория и практика физической культуры, 1980, N3, с.13-15.
9. Коновалов В.Н., Нечаев В.И., Барбашев С.В., Марафон: теория и практика.-Омск, 1991.-163с.
10. ჩიტაშვილი დ.-კარდიო-რესპირატორული და კუნთოვანი სისტემების ფუნქციონირება ფიზიკური დატვირთვების დროს (II გამოცემა-2005). თბილისი: მეცნიერება.
11. <http://zasoby.open.agh.edu.pl/~10swlabaj/en/index.html>
12. <http://physionet.org/tutorials/hrv-toolkit>
13. კლინიკურ-მორფოლოგიური დინამიკა მოზარდ სპორტსმენტა წრთვნისა და რეაბილიტაციის პროცესში. ხ.ლასარეიშვილი. გვ.46
14. “ზავშეთა კარდიოლოგია XXI საუკუნეში“ გ.ჩახუნაშვილი, ნ.ჟობავა, კ.ჩახუნაშვილი. პედიატრია კარდიოლოგი 2007წ #1. 10-16 გვ.
15. Р. Флетчер, С. Флетчер, 1998ж Г. Гайятт, Д. Ренни, 2003, О.Ю. Реброва, 2003

