

ივ. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო  
უნივერსიტეტი

ნინო ბერიანიძე



ელექტროკარდიოგრამის დამუშავების სისტემა

მონაცემთა ანალიზის დამუშავება

Electrocardiogram processing system

Data analysis processing

ინფორმაციული ტექნოლოგიები

ნაშრომი შესრულებულია ინფორმაციული ტექნოლოგიების მაგისტრის  
აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად

ხელმძღვანელები: მანანა ხაჩიძე სრული პროფესორი

გიორგი ჩახუნაშვილი სრული პროფესორი

თბილისი

2016

## ანოტაცია

დღესდღეობით, დიდ პრობლემას წარმოადგენს გულის გახშირებული პრობლემებით გამოწვეული მოულოდნელი სიკვდილიანობა, რომლის გამომწვევ ბევრ მიზეზს შორის ერთ-ერთია ნაკლებადკონტროლირებადი დატვირთვები და ამის შედეგად გამოწვეული კარდიოლოგიური პრობლემები.

არარეგულირებადი დატვირთვის დროს ვიღებთ პათოლოგიურად შეცვლილ გულს - ზედმეტი გადაღლით, ინტენსიური ვარჯიშით, რომელიც, შესაძლებელია, რიგ შემთხვევებში იყოს ნაკლებადკონტროლირებადი დატვირთვებით გამოწვეული. მსგავსი ფაქტორების გავლენა იწვევს გულ-სისხლძარღვთა სისტემის ნორმალური ფუნქციონირების ტრანზორმაციას პათოლოგიურისკენ, მაგ.: გულის პულსის რიტმულობის დარღვევა, გულის მიერ სისხლის მიღება-გაცემის ნორმიდან ამოვარდნა და ა.შ. აღნიშნული დაავადებების გამოვლენა შესაძლებელია კომპიუტერულ-პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით R-R ინტერვალების (ყველაზე ხშირად შეხვედრილი რიტმი) და მათი მიმდევრობის ფილტრაციის განსაზღვრის გზით.

გულისცემის რიტმის ცვალებადობა (HRV) არის ფსიქოლოგიური ფენომენი გულის რიტმების ცვალებადობისა ინტერვალებს შორის. ასევე გამოიყენება მის აღსანიშნად ტერმინები RR, რომელიც ნიშნავს ცვალებადობას გულის რიტმისა მუშაობის პერიოდში ( სადაც R წარმოადგენს უმაღლეს წერტილს ECG ტალღის), და ციკლის ხანგრძლივობს ცვალებადობა.

## Annotation

Nowadays, an increasing number of problems caused by sudden cardiac death is a major challenge, which is the root cause of many of the one less controlled loads and as a result caused by cardiac problems. Unregulated load time getting pathologically changed heart - excessive fatigue, intense exercise, which may in some cases be caused less controlled loads. Such factors affect the normal functioning of the cardiovascular system leads to an abnormal transformation, eg .: Pulse heart rhythm disturbance of the heart's blood-giving norm falling

out, etc. These diseases can be computer-processed using the R-R intervals (most often met rhythm) and determining their sequence through the filter.

Heart rate variability (HRV) is a psychological phenomenon of heart rate fluctuation between intervals. Also used to mark the terms RR, which means the variation of the heart rhythm of work (where R represents the highest point of the ECG wave), and the cycle length variability.

## სარჩევი

ანოტაცია.....	2
ANNOTATION .....	2
შესავალი.....	5
ბიოსამედიცინო სიგნალების კლასიფიკაცია.....	6
გულის რიტმის ცვალებადობა (HRV).....	8
გულის რიტმის მახასიათებლები და RR/NNინტერვალები.....	9
HRV არტიფაქტი ანუ ხელოვნურად გაჩენილი ან მომხდარი .....	12
როგორ მუშაობს ელექტროკარდიოგრაფი .....	13
ელექტროკარდიოგრამის (ეკგ) მონაცემების ანალიზი .....	15
ძირითადი აღწერილობა.....	15
სპეციფიკაციები .....	17
მახასიათებლები .....	17
პროგრამები .....	17
გადაცემის ფუნქცია.....	18
ფიზიკური მახასიათებლები.....	18
ელექტროკარდიოგრაფის პროგრამული უზრუნველყოფა .....	19
დასკვნა .....	22
გამოყენებული ლიტერატურა.....	22

## შესავალი

ყველაზე გავრცელებული კვლევის მეთოდი გულის პრობლემების აღმოსაჩენად არის კარდიოგრაფის გამოყენება, რომელიც წარმოადგენს პოტენციალებს შორის სხვაობის გრაფიკულ ასახვას. გული თავად წარმოადგენს ერთგვარ ელექტროგენერატორს. ელექტროკარდიოგრაფები დღესაც ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში. მოწყობილობის დახმარებით შესაძლებელია გულში ელექტრული იმპულსების გადაცემის დინამიკის შესწავლა.

ელექტროკარდიოგრაფის გამოყენებით შესაძლებელია გულისცემის რიტმის ცვალებადობის დაფიქსირება და მიღებული მონაცემების დამუშავებით რაიმე დარღვევის ან ქრონიკული დაავადებების აღმოჩენა.

დადგენილია, რომ ნეირონული უჯრედები გადასცემენ და ამუშავებენ ბიოელექტრულ სიგნალებს. თავად ნერვი წარმოადგენს ნეირონული აქსონების ერთობლიობას და უზრუნველყოფს კუნთოვანი ქსოვილების შეკუმშვას და მოდუნებას ნეირომედიატორის დახმარებით. გული თავად წარმოადგენს ავტონომურ სისტემას.

ბიოსამედიცინო სიგნალები წარმოადგენენ ორგანიზმის ფსიქოლოგიური საქმიანობაზე „დამკვირვებლებს“, დაწყებული გენებით, ცილის თანმიმდევრობებით, ნერვული და გულის რითმებით, ქსოვილის ან ორგანოს გამოსახულებითა და ფორმით. სიგნალების დამუშავების პროცესი მიზნად ისახავს მოიპოვოს მნიშვნელოვანი ინფორმაცია ბიოსამედიცინო სიგნალების შესახებ.

ამ პროცესის შესწავლა და ზუსტი ანალიზი, ასევე კარდიოგრაფის განვითარება დაეხმარება ბიოლოგებს ახალი პროცესების აღმოჩენაში, ასევე, საშუალებას მისცემს ექიმებს გაუწიონ მონიტორინგი ამ პროცესს და უზრუნველყონ სხვა და სხვა დაავადებების თავიდან აცილება.

## ბიოსამედიცინო სიგნალების კლასიფიკაცია

კლასიფიკატორის ფუნქცია არის მოცემული ბიოსამედიცინო სიგნალებს ავტომატური დანაყოფების გაკეთება რამდენიმე ქვექსელად.

კლასიფიკატორებში, ზოგადად, გამოიყოფა ორი ტიპი: ზედამხედველობითი და არაზედამხედველობითი.. ზედამხედველობითი კლასიფიკატორი მოითხოვს ექსპერტებისაგან მონაცემების გარკვეულ (მცირე) ნაწილს.

ხშირად, ექსპერტები ვერ ენდობიან მარკირებას, რომელიც წარმოშობს გაურკვევლობებს კლასიფიკაციით შედეგებში. ამ შემთხვევაში, რა თქმა უნდა, ექსპერტები იღებენ არასწორ და არასანდო მონაცემებს. განსხვავებით განსხვავებით ზედამხედველობით კლასიფიკაციაში, რომელიც ძალიან მგრძობიარეა, არაკონტროლირებად კლასიფიკატორებს არ სჭირდებათ წინასწარი კლასის ეტიკეტები.

არაკონტროლირებადი კლასიფიკატორი თვითო სწვალობს ოპტიმალური გადაწყვეტილების წესებს არსებული მონაცემებიდან გამომდინარე და ავტომატურად ყოფს მონაცემებს ზემოთ ნახსენებ ორ კატეგორიაში.

ოპერატორი არჩევს ორ ქვექსელს ნორმალურ და პათოლოგიურ შემთხვევებს. ბიოსამედიცინო პრაქტიკაში, ეს არის გავრცელებული, რომ სხვადასხვა ექსპერტები წინასწარ მათ ვერ საზღვრავენ.

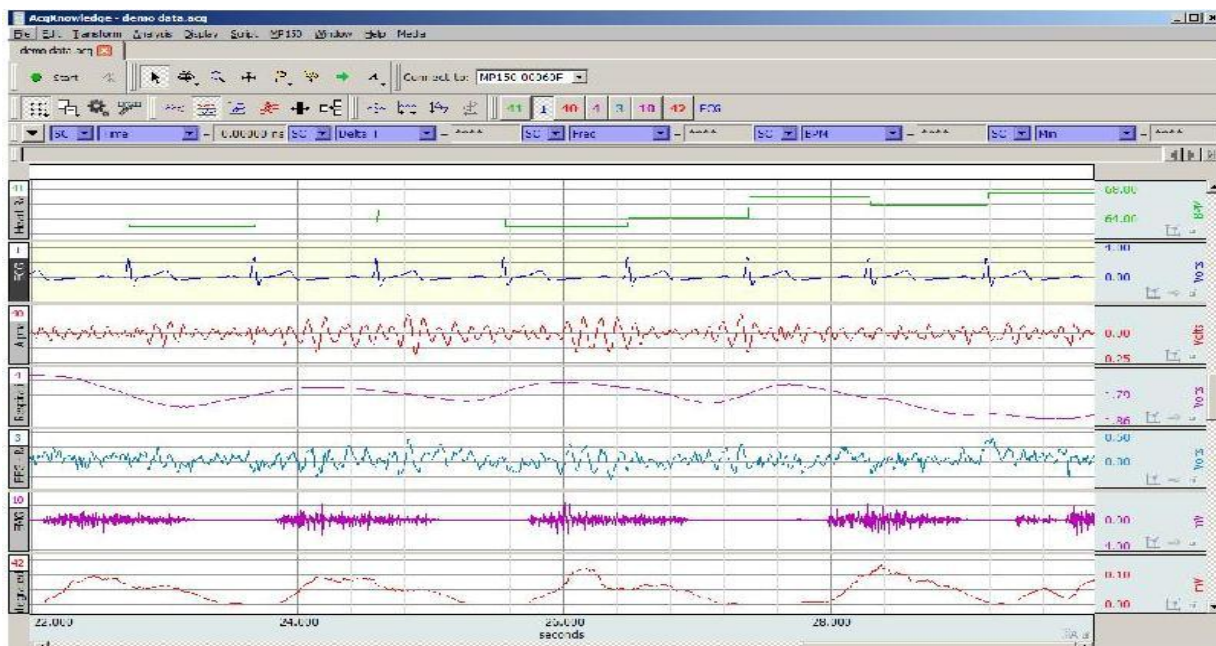
ძირითადად, გაუკონტროლებელი კლასიფიკაცია აგროვებს ერთმანეთის მსგავს სიგნალებს ერთსა და იმავე ჯგუფში. განსხვავებული ჯგუფები არის იმდენად განსხვავებულები, რამდენადაც შესაძლებელია.

ტრადიციული მიდგომებით შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ სიგნალები წარმოადგენენ სავარაუდო მოდელების ნარევის ნიმუშებს. კლასიფიკატორი აფასებს მონაცემების მოდელის პარამეტრებიდან და შემდეგ აღმოაჩენს, რომელი მოდელის სიგნალებია საუკეთესო.

საერთო მიდგომები აფასებს მოდელის პარამეტრების მაქსიმალური ალბათობით, როდესაც პარამეტრები არიან დეტერმინისტული და არიან შემთხვევითი სიდიდეები. თუ მონაცემები არ მოდის ამ მოდელებთან თავსებადობაში შეგვიძლია ვივარაუდოთ, შესრულებადობა ამ კლასიფიკატორის უარესდება. კიდევ ერთი მინუსი ამ მიდგომების - ისინი ვარაუდობენ, რომ პარამეტრები არის შეუზღუდავი,

ასე რომ, მათ არ შეუძლიათ მოიპოვონ შინაგანი სტრუქტურის მონაცემები.

დიაგრამა გვიჩვენებს მონაცემების 6 ტიპს. თითოეულ ტალღას შორის არსებობს ზღვარი, ყოველი ტალღის მარცხენა მხარეს მოთავსებულია ვერტიკალური ზოლები, რომელების შეიცავენ ტექსტს, რათა მოხდეს იდენტიფიცირება ტალღების. და ასევე, მონაცემების ჩაწერის დროს.



- დიაგრამაზე მხოლოდ უკანასკნელი 8 ჩანაწერია ხილული, თუმცა ფაილი მოიცავს სრულ ჩანაწერს.
- მაქსიმალური ვერტიკალური დიაპაზონი არის +10 - 10 ვოლტი.
- ეს ასახავს მაქსიმალურ შემავალ ძაბვის ერთეულს, რომელიც შეიძლება იყოს მიღებული და უფრო დიდი დიაპაზონია, ვიდრე თქვენ მოელოდით.
- ჩვენების მასშტაბი შეიძლება იყოს მორგებული პრაქტიკულად ნებისმიერი ღირებულების სპექტრზე, როგორც ნაჩვენებია ფანჯრის ზემოთ გრაფაში.

## გულის რიტმის ცვალებადობა (HRV)

არსებული HRV კომპიუტერული უზრუნველყოფების პროგრამული კოდების დახვეწა და ტესტირება ადამიანის ორგანიზმის ფუნქციური მაჩვენებლების შესასწავლად, ექიმების უახლესი მიღწევების საშუალებით კვლევის ახალი მეთოდების შექმნა, რომელიც თავიდან აგვარიდებს ფატალურ შედეგებს.

HRV-ს ანალიზისას ყველზე ფართოდ გამოყენებული მეთოდები შეიძლება დავაჯგუფოთ დროის შუალედისა (Time-Domain) და სიხშირის შუალედებად (Frequency-Domain), ხოლო დანარჩენი მეთოდები გამოყენებულია როგორც არაწრფივი მეთოდები.

გულისცემის (პულსის) ცვალებადობას უზრუნველყოფს მთელი რიგი მათემატიკური და სტატისტიკური მახასიათებლები. ეს თვისებები გამოიყენება რიტმის კვლევისათვის, შესასწავლად მისი ფიზიოლოგიური ცვლილებებისა, რაც ამ დროს ახლავს თან.

თუმცა, პრაქტიკული სამუშაოებისათვის ექიმი, მწვრთნელი და პაციენტი თვითონ არიან საკმარისი განსაზღვრონ რაოდენობრივი მაჩვენებლები, რომლებიც ასახავენ პაციენტის ინტეგრირებულ ფუნქციურ მდგომარეობას.

ასეთი მაჩვენებლების არსებობა აადვილებს მონიტორინგს მიმდინარე კვლევაზე.

სხეული შეიძლება აღიწეროს 3 პარამეტრით:

- ფუნქციონალური სისტემის განტოლება;
- ფუნქციური რეზერვი;
- დაძაბულობის ხარისხი რეგულირების მექანიზმი.

მათემატიკურ-სტატისტიკური მაჩვენებლების გამოყენებით ხდება განსაზღვრება გულისცემის დონის ფუნქციონირებისა, ანუ, როგორც სისტემა - განსაზღვრების რეჟიმი (მოდა). მოდა - ეს არის „ყველაზე ხშირად შემხვედრი“, ინტერვალი ერთობლივი კვლევებით 100-200 კარდიონტერვალით. დაძაბულობის ხარისხის



გასაზომად (HRV- ს), ასევე პრაქტიკაში გამოიყენება „სტრესის ინდექსი“ - უმაღლესი ინდექსი, უმაღლესი ძაბვის ორგანიზმში.

## გულის რიტმის მახასიათებლები და RR / NN ინტერვალები

NN ინტერვალების გამოტოვებამ ან მცდარმა დარტყმამ შეიძლება დიდი ზიანი მიაყენოს გულის ცემის ცვალებადობას. შეცდომების შემცირებისათვის პირველ ეტაპს წარმოადგენს HRV-ს ანალიზის NN/RR ინტერვალების დადგენა და აგრეთვე მიმდევრობს ფილტრების განსაზღვრა.

RR - ცვალებადობის აღმოსაჩენად გამოიყენება ECG, არტერიული წნევა, ბიოკარდიოგრამა, ასევე პულსის სიხშირით მიღებული სიგნალი (PPG) ფოტოფლეთისმოგრაფია.

კლინორთოსტატიული სინჯების დროს კარდიოინტერვალოგრაფიული ჩანაწერის საშუალებას იძლევა შევაფასოთ:

ვეგეტატიური ნერვული სისტემის საწყისი ტონუსი და ვეგეტატიური რეაქტიულობის ხასიათი.

$$(დი1) IH = AMo/2Mo.RR (დი2) (დი1) IH = AMo/2Mo.RR (დი2)/(დი1) = K$$

(ავიღოთ 100 დარტყმა ანუ 100 R-R ინტერვალი).

- $Mo = 60$  (მუდმივა)/ ყველაზე ხშირად შეხვედრილი ტირმი R – R ანუ P - რიტმი. (მაგ. 70 წთ-ში).
- $A Mo =$  რიცხვი რამდენჯერაც შეგვხვდა 70, მაგ: შეგვხვდა 4-ჯერ X 5-ზე (იგი მუდმივაა).
- $RR = 60/$ ყველაზე პატარა P – 60/ ყველაზე დიდი P.
- $IH = AMo/2Mo.RR$  მოსვენებისას (დი1).

<p>დამაბვის ინდექსი</p> <p>მოსვენებისას</p> <p>პირობითი ერთეული</p>
<p>ვეგეტატიური ნერვული სისტემის საწყისი ტონუსოვაგოტონიაა &lt; 30</p> <p>საწყისი ტონუსი ნორმაა 30-60</p> <p>საწყისი ტონუსის ნორმაა 61-90</p> <p>საწყისი ტონუსი სიმპატიკოტონიაა 91-160 და მეტი</p>

- პორთო მდგომარეობისას (პი2) ითვლება იგივენაირად  $IH = AMo/2Mo.RR$
  - $(დი2)/(დი1) = K$
- ე.ი საბოლოოდ ამ მიზნით გამოითვლება დამაბვის ინდექსის (დი1) დამოკიდებულება ორთომდგომარეობასა (დი2) და მოსვენებასთან (დი1) მიმართებაში (იხ. ცხრილი №3). ვეგეტაციური რეაქტიულობის შეფასება ორთოსტატიკული სინჯების დროს  $(დი2/დი1)$ .

ცხრილი №3

დამაბვის ინდექსი მოსვენებისას პირობ. ერთეული	ვეგეტატიული რეაქტიულობა - K		
	ნორმალური	ჰიპერ სიმპატიკოტონური	ასიმპატიკოტონური
<30	1- 3	>3	1>
30-60	1 - 2.5	>2.5	1>
61-90	0.9 – 1.8	>1.8	0.9>

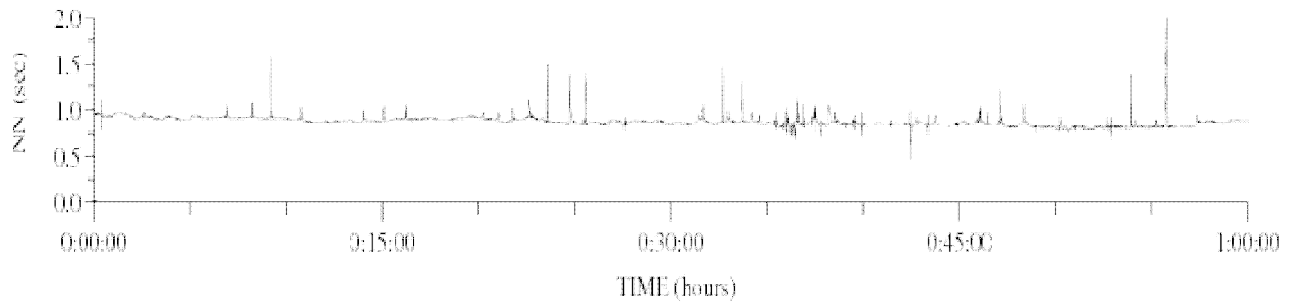
91-160 და მეტი	1.5 – 0.7	>1.5	0.7>
----------------	-----------	------	------

HRV - გულისცემის ცვალებადობა, არის ფსიქოლოგიური ფენომენი გულისცემასა და დროის მონაკვეთს შორის. ის იზომება ფეთქვებს შორის ინტერვალებით.

#### ცხრილი №4

chf03 ecg (00:00:00) : NN Intervals

NN : RR = 3823 : 4203 = 0.910 [380 non-NN]



## HRV არტიფაქტი ანუ ხელოვნურად გაჩენილი ან მომხდარი

HRV არის ძალიან მგრძობიარე არტიფაქტზე, და როგორც წესი 2% შეცდომებისა და მონაცემების გამოიწვევს არასასურველ გადახრას, განცალკევებას HRV - ის გათვლებში. უფრო ზუსტი შედეგებისათვის უნდა მოხდეს არტიფაქტის მართვა და RR შეცდომების (Errors) დროული წარმოჩენა HRV -ის ანალიზის დროს.

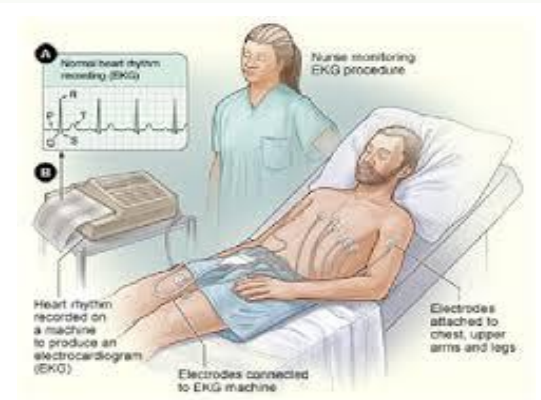
მისი სოფტვეარი არის დაფუძნებული 2 ნაწილზე. პირველი - პროცესი, რომ მიიღო და მართო ECG სიგნალი და ტემპერატურის მონაცემები I2G კოდის მისაღებად. შედეგი ესაა გრაფიკული ინტერფეისი, რომელიც არის ადვილად გამოყენებადი მისი მიმხმარებელი პაციენტებისათვის.

პირველი ელექტროკარდიოგრამის ჩაწერა შეძლო აუგუსტუს ვალერმა ელექტრომეტრით. შედარებით, მოგვიანებით აღმოაჩინეს, რომ არამხოლოდ გულის უჯრედებს გააჩნიათ ბიოპოტენციალი და პრობლემას არ წარმოადგენდა ელექტროკარდიოგრაფის მსგავსი მოწყობილობების სხვა მიზნებისთვის გამოყენებაც. შეიქმნა ენცეფალოგრაფი და ტვინში მიმდინარე რთული ბიოელექტრული პროცესების შესწავლაც შესაძლებელი გახდა. აღსანიშნავია, რომ სიცრუის დეტექტორი სხვა ფიზიოლოგიურ პროცესებთან ერთად სწორედ ბიოელექტრულ სიგნალებაც აკვირდება და ამ ინფორმაციას გადაამუშავებს. ასეთი მოწყობილობების განვითარებამ გამოიწვია ახალი მეთოდის დანერგვა, რომელიც დახმარებითაც მოხერხდა გულისცემის რიტმის ასახვა მონიტორზე. ასევე არსებობს მოწყობილობები, რომლებიც ამუშავებენ მიღებულ ბგერით სიგნალებს. დღესდღეობით მიღებული იმპულსების დაფიქსირება ძირითადად ხდება ჩამწერით, რომელსაც თერმოქალაქდზე გადააქვს ინფორმაცია ელექტროკარდიოგრამის-ფურცელი შედგება პატარა უჯრედებისგან, პატარა უჯრედები თავისმხრივ ქმნიან დიდ უჯრებს. თანამედროვე ტექნოლოგიების არსებობამ შესაძლებელი გახადა ელექტროკარდიოგრაფისგან მიღებული სიგნალების უკეთესად დამუშავებისა და ანალიზისა. შემცირებულია და აღმოფხვრილია ყველა ის შეცდომა და უზუსტობა, რომელიც ანალიზის ჩატარების დროს შეიძლება მოხდეს, შესაბამისად, ასეთი ინფორმაციის არსებობა ხელ შეუწყობს ექიმსაც გააკეთოს სწორი დასკვნა.. ხელმისაწვდომია პორტატული მოწყობილობები მთელი დღის დინამიკის მისაღებად.

მიუხედავად იმისა, რომ ელექტროკარდიოგრამის გადაღება უნივერსალური, ეფექტური, არაინვაზიური და უსაფრთხო მეთოდია, არსებობს სიტუაციები, როდესაც საჭიროა ალტერნატიული მეთოდების გამოყენება. მაგალითისთვის შეგვიძლია მოვიყვანოთ ინვაზიური მეთოდები (გულის ბლოკადის უკეთესი გამოკვლევისთვის), პრეკარდიალური ტოპოგრაფია(მიოკარდის ინფარქტის გადატანის შემდეგ დაზიანებული უჯრედების დასაფიქსირებლად), ჰოტლერის კარდიოგრაფი (შედარებით ხანგრძლივი გამოკვლევებისთვის, როდესაც საჭიროა სრული დინამიკის შესწავლა).

### როგორ მუშაობს ელექტროკარდიოგრაფი

ელექტროკარდიოგრაფია საშუალებას იძლევა, სწრაფად განხორციელდეს გულ-სისხლძარღვთა სისტემის დაავადებათათვის დამახასიათებელი სიმპტომების სარწმუნო დიფერენცირება, ზუსტად დადგინდეს არა მარტო ზოგადად პათოლოგია, არამედ მისი კონკრეტული სახეობა, როგორცა ინფარქტი, სტენოკარდია, გულის რიტმის დარღვევა, მათი მწვავე გადატვირთვა და სხვა.



მისი მუშაობის პრინციპი მდგომარეობს ელექტრული სიგნალების გამოცემაში, რომლების რაოდენობაც პირდაპირ დამოკიდებულებაშია გულის მოქმედების აქტივობასთან. ნერვულ დაბოლოებებს შეუძლიათ იმოქმედონ მხოლოდ გულისცემის სიხშირეზე. თავად წინაგულში არსებობს სინუსური კუნთოვანი უჯრედები, რომლებიც წარმოქმნიან ელექტრულ იმპულსებს. ჯანმრთელი ადამიანის გული აგენერირებს ელექტრულ იმპულსებს. რომლებიც ქმნიან ელექტრულ ველს.

ეკგ მაჩვენებლები საშუალებას გვაძლევს, დროულად და რაციონალურად განვსაზღვროთ გულის მდგომარეობა, რომ მიიღოს ექიმმა სათანადო ნორმები და განსაზღვროს და სამკურნალო ტაქტიკა.

ეკგ-ს განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს ინფარქტის დიაგნოსტიკისთვის. ამ დაავადების დიაგნოზს ასიდან 85 შემთხვევაში ეკგ-ის საფუძველზე სვამენ (15%-ში დიაგნოზის დასმა ვერ ხერხდება).

თანამედროვე აპარატურას გააჩნია 12 ელექტროდი, საიდანაც 6 განთავსებულია პაციენტის სხეულზე, ხოლო დანარჩენი კიდურებზე: 3 გაძლიერებული უნიპოლარული და 3 სტანდარტული.

ელექტროკარდიოგრაფის შეერთება ხდება ფერების მიხედვით.

წითელი ელექტროდის უნდა იყოს დაკავშირებული მარჯვენა ხელზე, ყვითელი - მარცხენზე, მწვანე - მარცხენა ფეხზე და შავი - მარჯვენა ფეხზე. იმისათვის რომ მივიღოთ ზუსტი შედეგი და არ ავცდეთ სიზუსტეს, აუცილებელია რომ კვლევის დროს ადამიანი იყოს მშვიდ და მოსვენებულ მდგომარეობაში, იგი არ უნდა იყოს დატვირთული, არც ფიზიკურად და არც ემოციურად. სხეულზე და კიდურებზე დამაგრებული ელექტროდებით შესაძლებელია პოტენციალებს სხვაობის დადგენა და შესაბამისად ამ ვექტორის მიმართულების დადგენაც.

ინფარქტის დროს ეკგ ცვლილებები დამოკიდებულია ინფარქტირებული უბნის მდებარეობაზე, ინფარქტის ტიპზე (პათოლოგიური Q კბილით მიმდინარეა თუ Q კბილის გარეშე).

კარდიოგრაფის გამოყენების პროცესში დამაგრებულ ელექტროდებს გადაეცემოდეთ ზუსტი სიგნალი და ამისთვის ხდება გელის წასმა, რომელიც კარგი გამტარია და უზრუნველყოფს სიგნალების სწორ გადაცემას და უფრო მგრძობიარეა. თანამედროვე აპარატურა აღჭურვილია სპეციალური ფილტრებით, რომელიც უზრუნველყოფს ელექტროკარდიოგრამის ხარისხის გაუმჯობესებას. ეკგ დიაგნოსტიკის დროს შეცდომისგან თავი რომ დავიზღვიოთ, საჭიროა შემოწმდეს ეკგ-ის ჩაწერის მეთოდოლოგია. ყურადღება უნდა გავამახვილოთ რამდენად კარგი კავშირია, უნდა მოხდეს მილივოლტის ამპლიტუდის შემოწმება და ქალაქის მოძრაობის სიჩქარის შეფასება. ელექტროკარდიოგრაფიული ცვლილებების ინტერპრეტაციის დროს შეცდომების თავიდან ასაცილებლად ზუსტად უნდა დავიცვათ მისი გაშიფვრის გეგმა:

1) გულის რიტმისა და გამტარობის ანალიზი.

2) გულის ბრუნვის განსაზღვრა.

კვლევის სხვა და სხვა და ბევრ მეთოდს შორის ელექტროკარდიოგრაფიას (ეკგ) მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს. ის ყველაზე უფრო გავრცელებული და ხელმისაწვდომი მეთოდია გულის დაავადებათა დიაგნოსტიკაში. თანამედროვე კარდიოლოგიის მიღწევები მჭიდროდ არის დაკავშირებული ეკგ-ის განვითარებასთან, მის ტექნიკურ სრულყოფასთან, მისი ცალკეული ელემენტების გენეზისა და პათოლოგიური ცვლილებების მეცნიერულ შესწავლასთან, მიღებული მონაცემების კლინიკურ პრაქტიკაში დანერგვასთან.

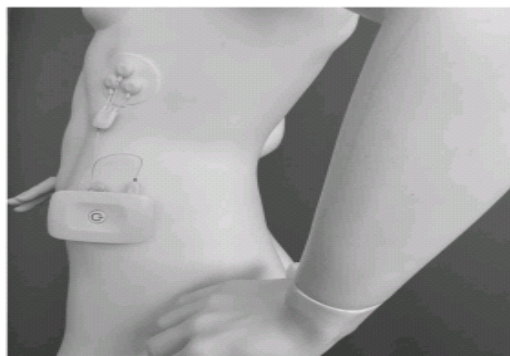
მედიცინის ნებისმიერ დარგში გულის ფუნქციური მდგომარეობის შესასწავლად ეკგ გამოკვლევა სავალდებულოდ არის მიჩნეული. პრობლემის აღმოსაფხვრელად ასევე ხორციელდება კვლევები და დაკვირვებები სხვ და სხვა კატეგორიის და დაავადებულ-ჯანმრთელ ადამიანებზე, ანუ, მაგალითად, გულის რიტმის ცვალებადობა ინსულტის შემდგომ.

გულის რიტმის ცვალებადობის გამოკვლევა საშუალებას იძლევა უფრო ზუსტად იქნას შეფასებული აღდგენის პერიოდში არტერიული წნევის პოტენციურად საშიში ცვალებადობის რისკი.

## ელექტროკარდიოგრაფიული (ეკგ) მონაცემების ანალიზი

### ძირითადი აღწერილობა

ელექტროკარდიოგრაფიული (ეკგ) აპარატი ახდენს გულის მუშაობის აღწერილობას გარკვეული პერიოდულობით. რიტმები მოცემულ შუალედებში, ელექტროკარდიოგრამის ტალღები, ამპლიტუდა და მორფოლოგია გამოიყენება დიაგნოსტიკისათვის, რომ შეიქმნას ზუსტი მოდელი. გულის რიტმის ცვალებადობის



პლაგინი , რომელიც ნახატზე მოცემული ღია სიგნალების პროგრამულ უზრუნველყოფასთან ერთად მუშაობს, უზრუნველყოფს დაფიქსირდეს სიგნალები და მოხდეს ჩანაწერის გაკეთება ბაზაში.

ელექტროკარდიოგრამაზე არის ასახული გულის სხვა და სხვა აქტივობები, რომლებიც ამ ინიციალებით გამოისახება, მათ კბილებსაც უწოდებენ: P,Q,R,S,T და შედარებით იშვიათად U. ეს კბილები აღნიშნავენ გულის მუშაობის დროს, სხვა და სხვა კუნთში და დროის მონაკვეთში აღზნების და რიტმების წარმოშობას, ასევე გადაცემებს და სიგნალებს, რომელიც იწყება სინუსური გულის კუნთების აღზნებით და მთავრდება რეპოლარიზაციით.

სეგმენტი (კომპოზიცი)	ფიზიოლოგიური პროცესი
P	აღზნების პროცესის დაწყება, რომელიც წინაგულის, სინუსური კუნთებიდან იწყება, ხოლო შედარებით მოგვიანებით იმპულსის გადაცემა მარჯვენა წინაგულიდან მარცხენაზე.
PQ	აღზნება ვრცელდება წინაგულიდან პარკუჭის მიმართულებით.
QRS	ელექტრული იმპულსები გადადის პარკუჭებზე.
Q	აღზნებულია პარკუჭის შიდა ქსოვილებიც.
S	პროცესი გადასულია მიოკარდის უჯრედებზეც. იმპულსის გადაცემა სრულდება.
T	რეპოლარიზაცია. გული უბრუნდება საწყის ნორმალურ მდგომარეობას.



## სპეციფიკაციები

ზრდა: 1000

მწკრივი:  $\pm 1,5\text{mV}$  ( $VCC = 3\text{V}$ )

გამტარუნარიანობა: 0.5-100Hz

მოხმარება:  $\sim 1\text{mA}$

შეყვანის წინალობა:  $>100\text{Gohm}$

CMRR: 100dB

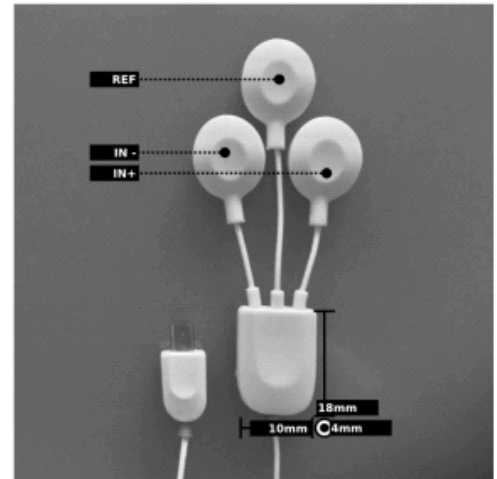
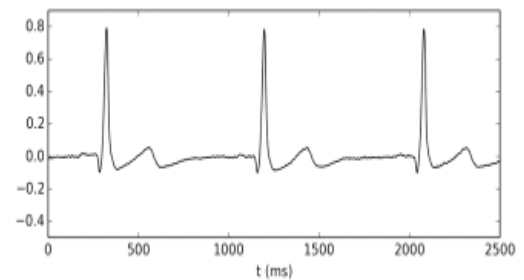


Fig. 2. Typical raw ECG data (acquired with BITalino) using 2 electrodes at the hands (left) and 3 electrodes at the chest (right).

## მახასიათებლები

- ბიპოლარული დიფერენციალური გაზომვა
- განაპირობა ანალოგიური გამომავალი
- მაღალი სიგნალი ხმაურის თანაფარდობა
- მფარველობდა მინიატურული კაბელები
- სამედიცინო კლასის ნედლეული მონაცემები
- მზად გამოყენების ფორმა



## პროგრამები

- სიცოცხლის შემსწავლელი მეც-ის კვლევები
- გულისცემის და გულისცემის ცვალებადობის
- ადამიანის და კომპიუტერის ურთიერთობა
- ბიომეტრიული
- ეფექტური კომპიუტინგი
- ფიზიოლოგია კვლევები
- ფსიქოფიზიოლოგია

- უკუკავშირის
- ბიოსამედიცინო მოწყობილობები პროტოტიპი

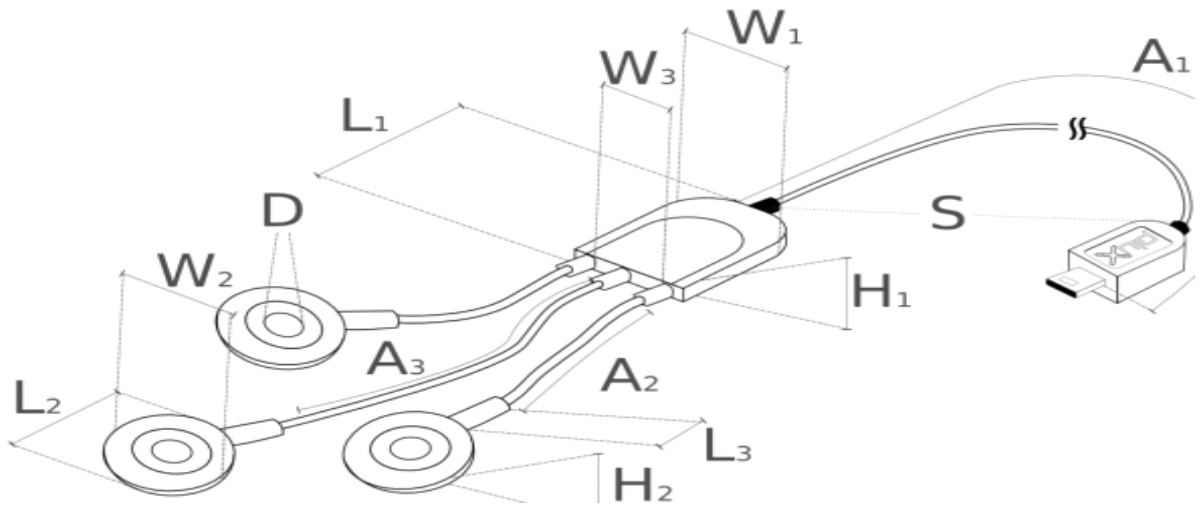
## გადაცემის ფუნქცია

- [-1.5 MV, 1.5 mV]
- ეკვ (MV) = ეკვ (V) · 1000
- VCC = 3V (ოპერაციული ძაბვის)
- Gecg = 1000 (სენსორი მომატება)
- ეკვ (V) - ეკვ ღირებულების Volt (V) ტიპი განტოლება.
- ეკვ (mV) - ეკვ ღირებულების millivolt (mV)
- ADC - ღირებულების შერჩეულ არხი
- n - პუნქტების ბიტი CHANNEL1

## ფიზიკური მახასიათებლები

- W1 x L1 x H1: 1.0x1.8x0.4cm
- მ 2 x L2 x H2: 1.5x2.3x0.4cm
- A1: 105.0 ± 0.5cm
- A2: 1.5 ± 0.5cm
- A3 3.0 ± 0.5cm
- D: 0.4cm
- S: თეთრი, შავი, ლურჯი, მწვანე, წითელი, ყვითელი, ნაცრისფერი, ან ყავისფერი

1 რაოდენობის ბიტი თითოეული არხის დამოკიდებულია მოგვარების Analog-to-Digital Converter (ADC); in biosignalsplux რა არის 16-bit გარჩევადობა (n = 16), მიუხედავად იმისა, რომ 12-bit (n = 12) და 8-bit (n = 8) ასევე შეიძლება ნაპოვნია.



ავტორების მიერ გამოკვლეული იქნა პირველად აღმოცენებული ინსულტის მქონე 55 პაციენტი, რომლებიც ჰოსპიტალიზებულნი იყვნენ პირველი 2 კვირის განმავლობაში და ასევე ანალოგიური ასაკის მქონე 15 შედარებით ჯანმრთელი პირი (საკონტროლო ჯგუფი). ინსულტის მქონე ყველა პაციენტში გულ-სისხლძარღვთა სისტემის სხვა დაავადების რისკთან ერთად აღინიშნებოდა თალამუსის დაზიანება და არტერიული წნევის მომატების მაღალი რისკი. ინსულტის განვითარებიდან ერთი თვის შემდეგ ფასდებოდა გულის რითმის დღეღამური ცვალებადობა და არტერიული წნევის ცვალებადობა. ამის შემდეგ ტარდებოდა ველოერგომეტრიული ცდა, რომლის დროსაც ყოველ 3 წთ-ში რეგისტრირდებოდა გულის შეკუმშვათა სიხშირე და არტერიული წნევა.

აღმოჩნდა, რომ ინსულტიან ავადმყოფებში საკონტროლო ჯგუფთან შედარებით, გულის რითმის დღეღამური ვარიაბელობა უფრო დაბალი იყო, ხოლო არტერიული წნევის ცვალებადობის მაჩვენებელი. მკვლევარების აზრით, ინსულტიან ავადმყოფებში გულის რითმის ცვალებადობის შეფასება შეიძლება სასარგებლო აღმოჩნდეს რეაბილიტაციის პროგრამების შედგენის დროს.

## კარდიოგრაფის პროგრამული უზრუნველყოფა

ამ მიზნების განსახორციელებლად საჭიროა შეიქმნას პროგრამული უზრუნველყოფა, რომლის კოდში ინტეგრირებული იქნება მედიცინის დოქტორის რ.მ. ბაევსკის მიერ შემუშავებული და ფართოდ აპრობირებული დატვირთვის ინდექსის

ფორმულა, რომლის კომპონენტები იქნება გულის რიტმულობის პარამეტრები (Mo-მუდმივა, AMo-მუდმივა,  $\Delta RR$  კოეფიციენტი).

უამრავი მოწყობილობა და მასში ჩაწერილი პროგრამები არსებობს იმის საკონტროლებლად თუ რა მდგომარეობაშია ჩვენი გული. ჩვენი მიზანია შევისწავლოთ ასეთი პროგრამები, რათა მომავალში შევქმნათ პროგრამა, რომელიც მოწყობილობის დონეზე გამოიყენებს „NasiffCardioResting ECG“ მოწყობილობას, რომელიც არის ერთერთი თანამედროვე და სრულად აღჭურვილი ფიზიკური მოწყობილობა. მისი მეშვეობით მოხდება მიღებული ინფორმაციის დამუშავება პროგრამულად, შეიქმნება გრაფიკული გამოსახულებები, რათა მარტივად აღიქვას ჩვეულებრივმა მომხმარებელმა თუ რა მდგომარეობაშია მისი გული.

არსებობს პროგრამები, რომელებიც მუშაობს გარკვეულ ოპერაციულ სისტემებზე და მოწყობილობებზე. იქნება დიაგრამები, რაც მაქსიმალური სიზუსტით ასახავს გულსისხლძარღვთა პულსის მდგომარეობას წუთის განმავლობაში, რათა კარდიოლოგებმა შეძლონ ზუსტი დიაგნოზის დასმა, ამავდროულად უბრალო მომხმარებლისთვის იქნება დეტალური ახსნა, პულსის ყოველი მონაკვეთი რას ნიშნავს. ჩვენს მიერ დაწერილ სოფტში იქნება თითოეულ მომხმარებელზე მორგებული პროფილი, რაც მდგომარეობს იმაში რომ, მომხმარებელი დაარეგისტრირებს მის მონაცემებს (სახელს, გვარს, ასაკს, სქესს, პირად ნომერს...), რის შემდეგაც მას ექნება საშუალება ყოველ ჯერზე როდესაც პროგრამას მოიხმარს, მისი ინფორმაცია არ დაიკარგოს და შეინახოს მის ანკეტაში თარიღების მიხედვით. მას პროგრამის მეშვეობით საშუალება ექნება მიიღოს მისი გულის აქტივობაზე სრული ინფორმაცია პერიოდების მიხედვითაც პერიოდების მიხედვით. თითოეული ინფორმაცია ატვირთული იქნება სერვერზე, რათა მომხმარებელმა ნებისმიერი სხვა კომპიუტერიდან ან თუნდაც მობილური მოწყობილობიდან მიიღოს მისი გულსისხლძარღვთა პულსის ამსახველი სურათი.

პროგრამას ექნება საშუალება დაარეგისტრიროს ექიმი/კონსულტანტები რომლებსაც შეეძლებათ კომენტარების სახით მიუწერონ ამათუიმ მომხმარებელს რჩევები, მიაკითხოთ უახლოეს კარდიოლოგიურ კლინიკას თუ სახლის პირობებში მოახდინონ გული პრობლემის მოგვარება, თუ რატყმაუნდა მისი პულსი არ შეესაბამება ნორმებს.

პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნა სპორტსმენებში გულის პულსაციის რიტმულობის კვლევის შესაძლებლობას იძლევა და ასევე, შესაძლო გამოწვეული პათოლოგიების დადგენას; გულ-სისხლძარღვთა პრობლემების მინიმუმამდე დაყვანა; ვაგოტონიის, როგორც ვეგეტატიური ნერვული სისტემის ტონუსის, რაოდენობის გამოთვლა.

ამ შემთხვევაში, მიკროკონტროლერის სოფტი მოიცავს კომპიუტინგის მეთოდს გულ-სისხლძარღვთა პულსის ყოველ წუთზე. ეს პროცესი საჭიროებს სპეციალურ ნაბიჯებს, რომ მივიღოთ გაძლიერებულ სიგნალი და ჰარდვეარის ფილტრი, რომ აღმოფხვრას ხმაური. დღეისათვის ბევრი ალგორითმია შემოღებული უფრო მორგებული და საუკეთესო მიკროკონტროლერის შესაქმნელად.

QRS - ეს არის პულსი, მაღალი ენერჯის, გულის პულსი შესაძლებელია იყოს აღმოჩენილი Q - R შორის მაღალი სხვაობით.

პულსის მთვლელი წარმოადგენს პულსის რაოდენობას 1 წუთში. QRS პულსის შედარება ხდება შემდეგ ორ წყაროზე, ესენია ტახიკარდია და ბრადიკარდია, მოზარდი ბავშვებისათვის.

მოზარდის ნორმაა 70-90 ცემა, უფრო ჩვილებში, ახალგაზრდობაში 100-170.

თუ პულსის მთვლელი არის განსხვავებული LED - ის წყაროსგან, LED ინდიკატორი ელავს და ხდება ხმაურის წარმოქმნა (სიგნალების) მარტივი გრაფიკული ინტერფეისისათვის.

გამოიყენება C# ენა, ვინდოუსისათვის, რომელიც გვაძლევს ვიზუალურ გამოსახულებას.

WCST უკავშირდება პარალელ პორტს კომპიუტერში და წაკითხვის პროცესში EEPROM მონაცემები ინახება. მეორე მხრივ, დისფლუი ფუნქციები გამოიტანს შედეგს. იხატება გრაფიკული მონაცემები ECG სიგნალის ბოლო 24 საათის განმავლობაში რაც კი ფიქსირდება.

ბოლოს აქტიურდება Microsoft Outlook , რომ გააგზავნოს პროვაიდერთან მოცემული ECG ფაილი. ამ მეთოდით ექიმს საშუალება აქვს ან ჯანმრთელობის პროვაიდერს, რომ დასვას უკეთესი დიაგნოზი.

## დასკვნა

სამაგისტრო ნაშრომში აღწერილია ელექტროკარდიოგრამის ზოგადი მიმოხილვა, მისი კლასიფიკაციები, ცვალებადობა, ფიზიკური მახასიათებლები სპეციფიკაციები და მონაცემების გადაცემის ფუნქცია. ასევე წარმოდგენილია RR/NN ინტერვალების კვლევზე დაყრდნობით, თუ რა უნდა იყოს დატვირთვის ნორმა გულისათვის, ეს ყოველივე ექიმს დაეხმარება შეისწავლოს ადამიანის გულის რიტმის ცვალებადობა და მასთან დაკავშირებული მოვლენები. მსგავსი კვლევა აღმოფხვრის ფატალურ შედეგებს, რომელიც საკმაოდ აქტუალურია დღეს და წარმოადგენს არაერთი მკვლევარისა თუ ექიმის ძიების საგანს. კვლევის ეს მეთოდი საყურადღებოა არა მხოლოდ ფუნქციური დიაგნოსტიკით დაკავებული სპეციალისტებისთვის, არამედ მედიცინის სხვა დარგების წარმომადგენელთათვისაც. ეს კვლევა, როგორც ზემოთ აღვნიშნე, საფუძვლად ედება სამომავლოდ ისეთი პროგრამების შექმნას, რომელიც არსებულ პროგრამებზე დაყრდნობით და მათი შემდგომი გაუმჯობესების გზით საშუალებას მისცემს ნებისმიერ მომხმარებელს, რომ ადვილად და სრულყოფილად შეძლოს შეისწავლოს საკუთარი გული. ასევე დაეხმარება ექიმებს, რომ პროგრამულად, გამარტივებული გზებით დაადგინონ გულის ნორმები.

## გამოყენებული ლიტერატურა

1. John L. Semmlow, Biosignal and Biomedical Image Processing / MATLAB-Based Application, 2004.
2. Hadeel Kassim ALJobouri, Hussain A. Jaber Alziarjawey , Biosignal Processing Medical Imaging and fMRI (BSPMI) Software Package Based on MATLAB GUI for Education and Research, 2010.
3. BioHarness, B-Alert, Mobita, or Stellar Hardware/Firmware, AcqKnowledge 4 Software guide (For life Science Research Applications), PDF 4.27.2016
4. R.M Bayevsky (Chair), G.G Ivanov (Chair Deputy), HRV Analysis under the usage of different electrocardiography systems (Methodical recommendations), 11-th of April, 2002.

5. Hsun-Hsien Chang and Jose M. F . Moura, Biomedical Signal Processing, 2010.
6. Mika P. Tarvainen, Juha-Pekka Niskanen, Jukka A. Lipponen, Perttu O. Ranta-aho, Pasi A. Karjalainen, Computer Methods and Programs in Biomedicine, Kubios HRV – Heart rate variability analysis software, Volume 113, Issue 1, January 2014, Pages 210-220.
7. Mohamed Fezari, Rachad Rasras, Ibrahiem M. M. El Emary, Ambulatory Health Monitoring System Using Wireless Sensors Node, 2015.
8. Elena Nikolaeva, Vera Merenkova, The Influence of the Children's Inner Health Picture on their Heart Rate Regulation, 2014.
9. <http://www.medportal.ge/pg2.php?id=128&act=newsarch&catId=49&act2=full> , <http://cardiosite.ru>.
10. დარეჯან კახიძე, სამკურნალო კომბინატის ფუნქციური დიაგნოსტიკის (ეკგ) განყოფილების ექიმი, კარდიოლოგი, <http://www.mkurnali.ge/diagnostika/1868-2010-04-21-13-39-38.html>,