



აკადემიური საბჭოს
დადგენილება № 06-01/54

**ბსუ-ს 2024-2025 წელს განსახორციელებელი მიზნობრივი სამეცნიერო-კვლევითი
პროექტის „სპექტროსკოპია ღვინის ავთენტიფიკაციიდან ერთროციტების ანალიზამდე“
საბოლოო პროგრამული ანგარიშის მოსმენის თაობაზე**

„უმაღლესი განათლების შესახებ“ საქართველოს კანონის 21-ე მუხლის პირველი პუნქტის, ბსუ-ს წესდების მე-8 მუხლის, ბსუ-ს აკადემიური საბჭოს 2016 წლის 09 ივნისის №36 დადგენილებით დამტკიცებული „საჯარო სამართლის იურიდიული პირი – ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მიზნობრივი სამეცნიერო-კვლევითი პროექტის შესარჩევი კონკურსის დებულების“ მე-5 და მე-6 მუხლების, ბსუ-ში 2024-2025 წლებში განსახორციელებელი მიზნობრივი სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების შესარჩევი კონკურსის გამოცხადების შესახებ“ ბსუ-ს რექტორის 2023 წლის 12 თებერვლის №01-02/15 ბრძანების, „ბსუ-ში 2024-2025 წელს განსახორციელებელი მიზნობრივი სამეცნიერო-კვლევითი პროექტის შესარჩევი კონკურსის შედეგების დამტკიცების შესახებ“ ბსუ-ს აკადემიური საბჭოს 2024 წლის 20 მარტის №06-01/25 დადგენილების, ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტის პროფესორის, ნუგზარ ღომიძის სამსახურებრივი ბარათის (MES 9 25 0000382176, 07.04.2025) საფუძველზე, აკადემიურმა საბჭომ

დაადგინა:

1. მოწონებული იქნეს ბსუ-ში 2024-2025 წელს განსახორციელებელი მიზნობრივი სამეცნიერო-კვლევითი პროექტის „სპექტროსკოპია ღვინის ავთენტიფიკაციიდან ერთროციტების ანალიზამდე“ ხელმძღვანელის/მენეჯერის, ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტის პროფესორის, **ნუგზარ ღომიძის** მიერ წარმოდგენილი საბოლოო პროგრამული ანგარიში (წინამდებარე დადგენილების **N1. დანართი** - გეგმა-გრაფიკის შესაბამისად შესრულებული აქტივობების, პროექტის ბიუჯეტის შესაბამისად გაწეული ხარჯების, გაცემული თანხების შესახებ).
2. დადგენილება გამოქვეყნდეს ბსუ-ს ვებგვერდზე.
3. წინამდებარე დადგენილება დაეგზავნოს რექტორის მოადგილეს (მ. ხალავშს), ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურის ხელმძღვანელს, ადმინისტრაციის ხელმძღვანელს, საფინანსო-ეკონომიკური დეპარტამენტს, ბსუ-ს მიზნობრივი პროექტის ხელმძღვანელს ნუგზარ ღომიძეს, ზუსტ მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტს, სამეცნიერო კვლევების სამსახურს, იურიდიულ დეპარტამენტს, საინფორმაციო ტექნოლოგიების სამსახურს და საქმისწარმოების სამსახურს (კანცელარიას).
4. დადგენილება ამოქმედდეს ხელმოწერისთანავე.
5. დადგენილება შეიძლება გასაჩივრდეს კანონმდებლობით დადგენილ ვადაში და წესით ბათუმის საქალაქო სასამართლოში (მისამართი: ქ. ბათუმი, ს. ზუბალაშვილის ქ. N30).

აკადემიური საბჭოს თავმჯდომარე,
რექტორი

ტიტე აროშიძე

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
ზუსტ-მეცნიერებათა და განათლების ფაკულტეტი
ფიზიკის დეპარტამენტი

სამეცნიერო სემინარი

„სპექტროსკოპია ღვინის ავთენტიფიკაციიდან
ერიტროციტების ანალიზამდე“

მომხსენებელი:
პროფ. ნუგზარ ღომიძე

7.04.2025

სამეცნიერო სემინარი ასახავს ბსუ-ს მიზნობრივი სამეცნიერო
საგრანტო პროექტის
„სპექტროსკოპია ღვინის ავთენტიფიკაციიდან
ერიტროციტების ანალიზამდე“
ფარგლებში შესრულებული სამეცნიერო მიღწევების და
შედეგების ანალიზს

პროექტის ხანგრძლივობა: 15 მარტი 2024 - 30 მაისი 2025

პროექტის ხელმძღვანელი: ნუგზარ ღომიძე, ბსუ, ფიზიკის დეპარტამენტი

ბიუჯეტი: 20,000 ლარი

პროექტის მიზნები

- მოცემული სამეცნიერო-კვლევითი პროექტი მიზნად ისახავდა სპექტროსკოპული მეთოდების ადაპტაციას და განვითარებას, რაც შესაძლებელს გახდიდა ერითროციტების დიაგნოსტიკის ახალი მეთოდოლოგიის შექმნას. პროექტი ეყრდნობოდა სამგანზომილებიან ფლუორესცენციულ სპექტროსკოპიას (3DF) და ღვინის ავთენტიფიკაციისას დამუშავებული მეთოდების გამოყენებას სისხლის ანალიზისთვის.
- პროექტის ფარგლებში შემუშავებული მიდგომები საშუალებას მისცემს ჰემატოლოგებს და ბიოფიზიკოსებს სისხლის ანალიზი მეტი სიზუსტით, ნაკლები ინვაზიურობით და უფრო სწრაფად განახორციელონ.

პროექტის ამოცანები, შესრულება და მიღწეული შედეგები

ამოცანა 1. ღვინის ავთენტიფიკაციაში სპექტროსკოპიის ტექნიკის ადაპტაცია, რომელიც გამოიყენება სამედიცინო გამოყენებისთვის

შესრულდა: ღვინის ფლუორესცენციული სპექტროსკოპიის მეთოდები ადაპტირდა ერიტროციტების ანალიზისთვის.

მიღწეული შედეგი: შემუშავდა აგზნების/ემისიური ტალღის სიგრძეთა მონაცემთა ბაზა, რომელიც ადაპტირდა ერიტროციტების ფლუორესცენციულ თვისებებზე.

ამოცანა 2. მეთოდის შემუშავება: ერიტროციტების ანალიზისთვის ახალი პროტოკოლების შექმნა ფლუორესცენციის და შთანთქმის სპექტროსკოპიის საფუძველზე.

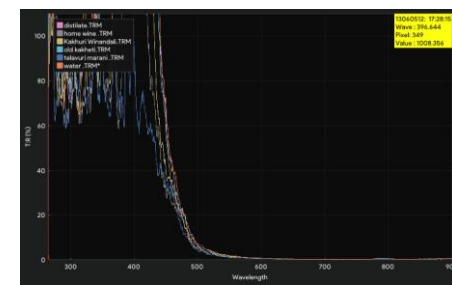
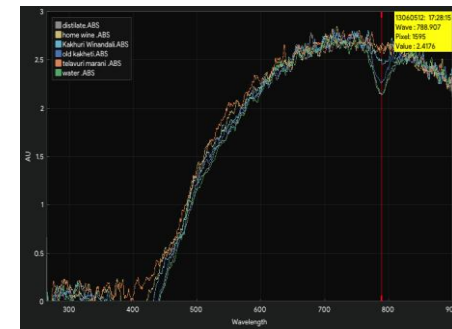
შესრულდა: ჩატარებულ იქნა ერიტროციტების ფლუორესცენციული სპექტრების კვლევა და მონაცემების ანალიზი.

მიღწეული შედეგი: გამოვლინდა ჰემოგლობინის, ჟანგბადის სტატუსის და პლაზმის ქიმიური კომპოზიციის ცვლილებები, რაც ფლუორესცენციული მეთოდების გამოყენების პერსპექტიულობას ადასტურებს.

ამოცანა 3. პროგრამული გადაწყვეტილებები: ანალიტიკური პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავება რთული სპექტრული მონაცემების ინტერპრეტაციისთვის

შესრულდა: შეიქმნა კომპიუტერული პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც სპექტრულ მონაცემებს ამუშავებს და ინტერპრეტაციას უკეთებს.

მიღწეული შედეგი: ალგორითმები შესაძლებელს ხდის განხორციელდეს სპექტრების საბაზო კორექტირება, ნორმირება და პიკური ანალიზის შესრულება.



პროექტის ამოცანები, შესრულება და მიღწეული შედეგები

ამოცანა 4. კლინიკური თანამშრომლობა: ჰემატოლოგებთან მუშაობა სპექტროსკოპიული დიაგნოსტიკის დასადასტურებლად და დახვეწაზე.

შესრულდა: დაიგეგმა და განხორციელდა თანამშრომლობა სამედიცინო პერსონალთან, ჩატარდა სისხლის სინჯების სპექტროსკოპიული ანალიზი.

მიღწეული შედეგი: მიღებული სპექტრული მონაცემები შეედარა კლინიკურ მონაცემებს, რაც აჩვენებს ფლუორესცენციის მეთოდების ეფექტიანობას.

ამოცანა 5. შედეგი და გავლენა: სპექტროსკოპიული ტექნიკის ეფექტურობის დემონსტრირება ერითროციტების ანომალიების იდენტიფიცირებაში, პოტენციური აპლიკაციებით ისეთი პირობების დიაგნოსტიკაში, როგორიცაა ანემია, ნამგლისებრუჯრედოვანი დაავადება და სისხლის სხვა დარღვევები

შესრულდა: პროექტის ფარგლებში მომზადდა სამი სტატია, მათ შორის 2 მაღალრეიტინგულ სამეცნიერო ჟურნალებში, აგრეთვე შედეგები მოხსენებული იქნა 3 საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე. თუმცა პროექტით გათვალისწინებული იყო 2 საერთაშორისო კონფერენციაზე მონაწილეობა და 1 სამეცნიერო სტატიის გამოქვეყნება მაღალრეიტინგულ სამეცნიერო ჟურნალში.

მიღწეული შედეგები: სამეცნიერო ნაშრომები ასახავს, თუ როგორ შეიძლება ფლუორესცენციული მეთოდები გამოყენებულ იქნას სისხლის ანალიზისა და დიაგნოსტიკის დახვეწისათვის.

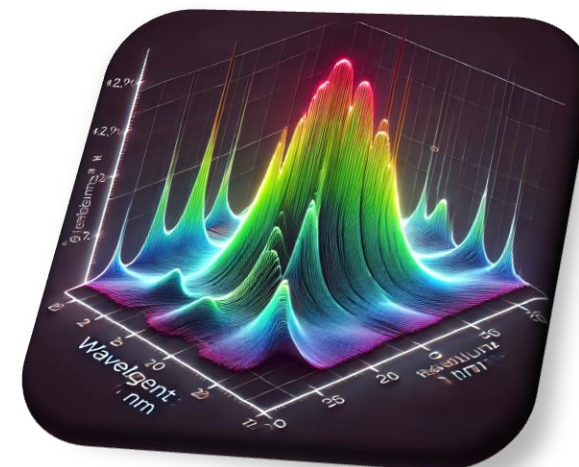
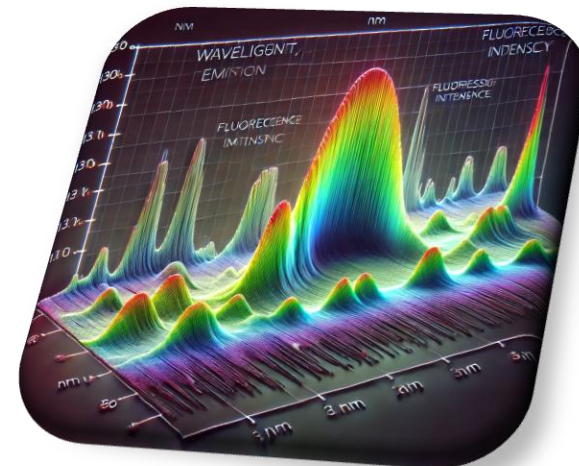


სამეცნიერო მნიშვნელობა და აქტუალობა

ინოვაცია: პროექტი აერთიანებს 3D ფლუორესცენციული სპექტროსკოპიის მეთოდს, რომელიც გამოყენებული იქნა ღვინის ავთენტიფიკაციისთვის, პროექტის მიზნებიდან გამომდინარე ხორციელდება მისი იმპლენენტაცია ჰემატოლოგიურ დიაგნოსტიკაში.

საერთაშორისო კონტექსტი: ფლუორესცენტული სპექტროსკოპია ფართოდ გამოიყენება ბიომონაცემების ანალიზში, მათ შორის დაავადებების ადრეული გამოვლენის მიზნით (Azcarate S. M., 2015; Murphy K.R., 2013).

სამეცნიერო ციტატები: თეორიული ბაზის გასამყარებლად გამოყენებულია მეცნიერებაში მიღწეული შედეგები, როგორიცაა PARAFAC მეთოდი და პიკური მნიშვნელობების ანალიზი (Tauler R., 2015), რომელიც ეფექტურია სპექტრული მონაცემების ანალიზში.

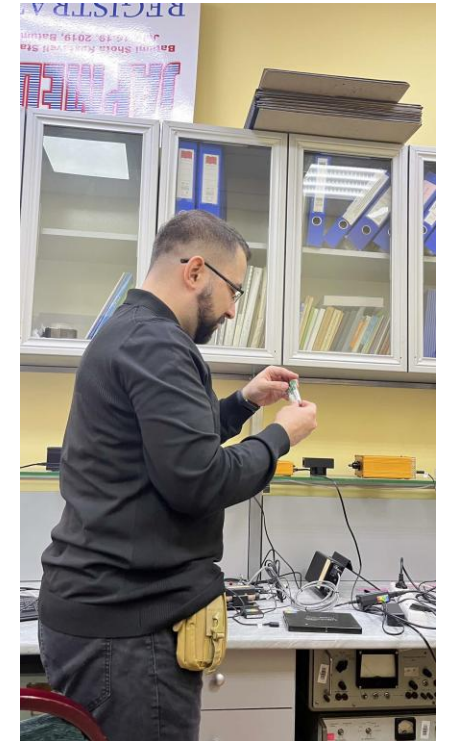


ამოცანა 1. ღვინის ავთენტიფიკაციაში სპექტროსკოპიის ტექნიკის ადაპტაცია, რომელიც გამოიყენება სამედიცინო გამოყენებისთვის

შესრულებული სამუშაოები:

ტექნიკისა და პროგრამული უზრუნველყოფის მოდერნიზაცია.
კვლევითი გარემოს მომზადება.

შემსრულებლები: ნუგზარ ღომიძე, ლალი კალანდაძე, ომარ ნაკაშიძე, დავით ჯაკობია, მირანდა ხაჯიშვილი



ამოცანა 2. მეთოდის შემუშავება: ერითროციტების ანალიზისთვის ახალი პროტოკოლების შექმნა ფლუორესცენციის და შთანთქმის სპექტროსკოპიის საფუძველზე



შესრულებული სამუშაოები:

აგზნებისა და გამოსხივების ტალღის სიგრძეთა რეგისტრაცია.

სპექტრული მონაცემების დამუშავება და სტანდარტიზაცია

შემსრულებლები:

ნუგზარ ღომიძე, დავით ჯაკობია, ლალი კალანდაძე, იზოლდა ჯაბნიძე



ამოცანა 3. თანამშრომლობა სამედიცინო სფეროს წარმომადგენლებთან

შესრულებული სამუშაოები:

კლინიკური მონაცემების ანალიზი და მათი ადაპტაცია
სპექტროსკოპიული ანალიზისთვის.

ჰემატოლოგიური მონაცემების გამოყენება
დიაგნოსტიკაში.

შემსრულებლები:

იზოლდა ჯაბნიძე, მირანდა ხაჯიშვილი, ნუგზარ
ლომიძე, ლალი კალანდაძე, ომარ ნაკაშიძე



ამოცანა 4. პროგრამული გადაწყვეტილებები: ანალიტიკური პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავება რთული სპექტრული მონაცემების ინტერპრეტაციისთვის.



შესრულებული სამუშაოები:

პროგრამული უზრუნველყოფის ადაპტაცია. მონაწილეობა საერთაშორისო კონფერენციაზე. შედეგების პუბლიკაცია საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალში.

შემსრულებლები:

ნუგზარ ღომიძე, ლალი კალანდაძე, მირანდა ხაჯიშვილი, ია ინჯკირველი, ომარ ნაკაშიძე



ამოცანა 5. შედეგი და გავლენა: სპექტროსკოპიული ტექნიკის ეფექტურობის დემონსტრირება ერითროციტების ანომალიების იდენტიფიცირებაში, პოტენციური აპლიკაციებით ისეთი პირობების დიაგნოსტიკაში, როგორიცაა ანემია, ნამგლისებრუჯრედოვანი დაავადება და სისხლის სხვა დარღვევები.

შესრულებული სამუშაოები:

შედეგების ანალიზი. დასკვნებისა და რეკომენდაციების შემუშავება. შედეგების პუბლიკაცია საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალში/

შემსრულებლები:

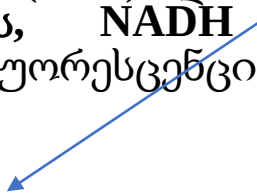
ნუგზარ ღომიძე, ლალი კალანდაძე, მირანდა ხაჯიშვილი, იზოლდა ჯაბნიძე, ომარ ნაკაშიძე



კვლევის მეთოდები

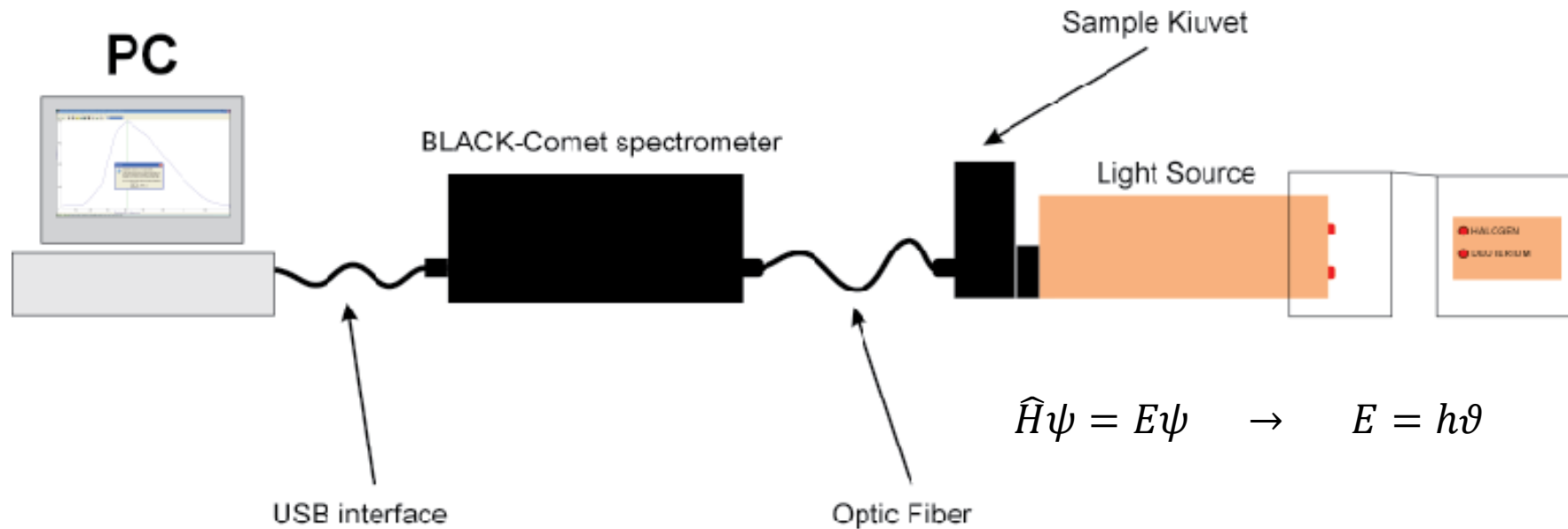
კვლევაში გამოყენებული იყო StellarNet BlackComet სპექტრომეტრი, რომლის საშუალებითაც ჩატარდა ერიტროციტების 3D ფლუორესცენციული სპექტრული ანალიზი. გამოყენებული იყო სხვადასხვა სინათლის წყაროები (დეიტერიუმის, ჰალოგენური და ულტრაიისფერი ნათურები). ნიმუშები იყო მიღებული ორი პაციენტის ვენური სისხლისგან, რომელიც შესაბამისი წესების დაცვით იყო დამუშავებული. კვლევაში გამოყენებული იყო თეორიული მიდგომები:

- ფლუორესცენციული სიგნალების ანალიზისთვის გამოყენებულია იაბლონსკის დიაგრამები, ფლუორესცენციის სიცოცხლის ხანგრძლივობის და აგზნება/ემისიის მატრიცები.
- ჰემოდინამიკური თვისებები შეფასდა ისეთ მოდელებზე დაყრდნობით, რომლებიც აღწერს ზედაპირული მუხტის (ზეტა პოტენციალის) გავლენას ერიტროციტების აგრეგაციასა და დეფორმაციაზე.
- ჰემოგლობინის შთანთქმის სპექტრების ანალიზი განხორციელდა ლამბერტ-ბერის კანონისა და მის გაბნევის პრინციპების საფუძველზე.
- სპექტრული მონაცემების კლასიფიკაციისა და ფლუორესცენციული სიგნალების იდენტიფიკაციისთვის გამოყენებულ იქნა პიკური კომპონენტების ანალიზი (PCA) და გაუსის მეთოდი, რათა გამოვლენილიყო ძირითადი ბიომოლეკულების — ტრიპტოფანის, NADH (ნიკოტინამიდ-ადენინ-დინუკლეოტიდი ჰიდროგენირებული ფორმით)-ის და ფლავინების — ფლუორესცენციული წვლილი.


$$I(f) = I_A \exp\left(-\frac{(f - f_A)^2}{2\sigma^2}\right)$$

კვლევის შედეგების ფუნდამენტური ასპექტები

$$I = \Phi \cdot I_0 \cdot C \cdot \epsilon$$



$$\Phi_f = \frac{\text{გამოსხივებული ფოტონების რაოდენობა}}{\text{შთანთქმული ფოტონების რაოდენობა}} = \frac{k_f}{k_f + k_T}$$

$$\tau = \frac{1}{k_f + k_T}$$

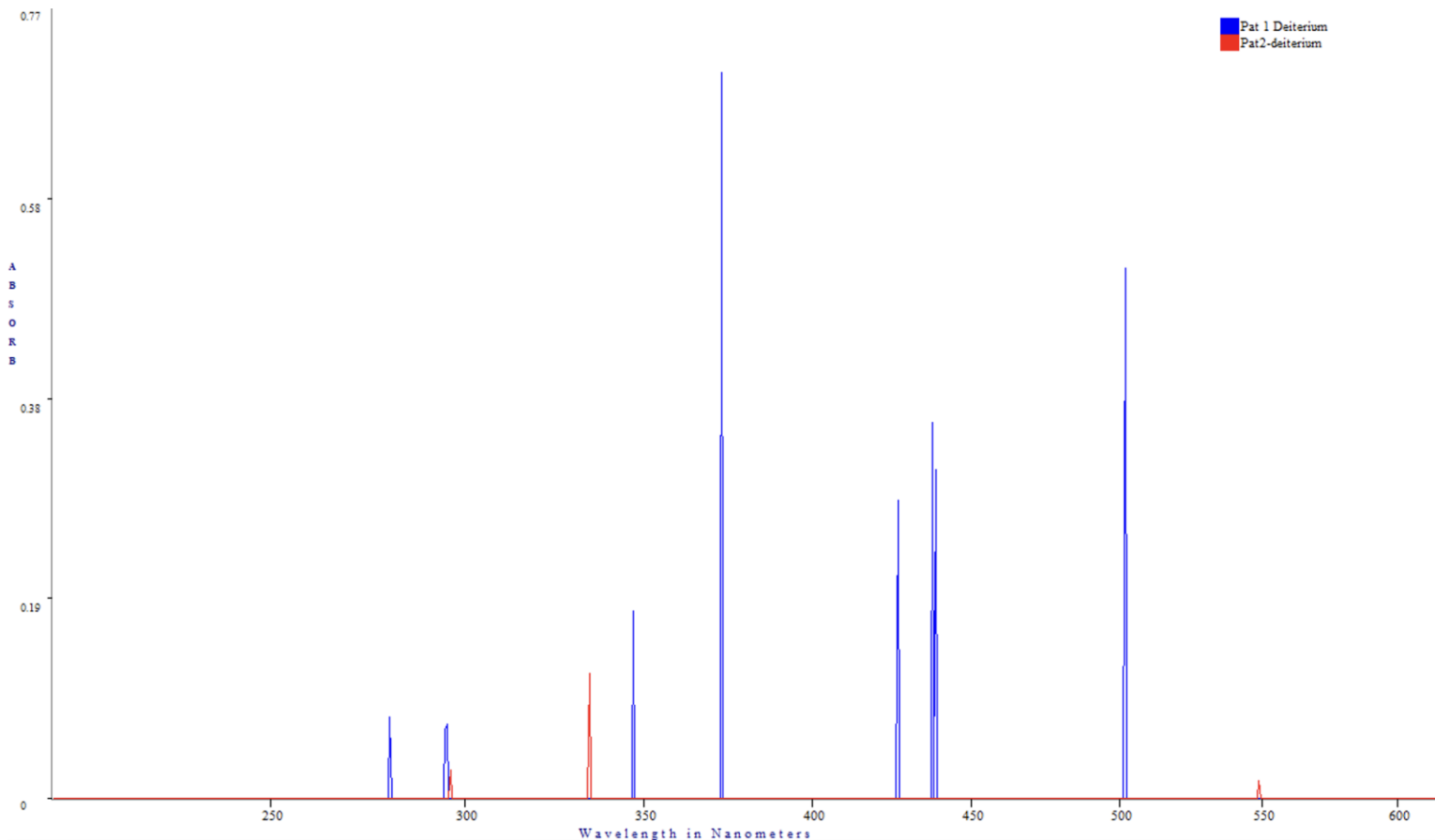
კვლევის შედეგების ფუნდამენტური ასპექტები

$$A(\lambda) = \log_{10} \left(\frac{I_0}{I} \right) = \epsilon(\lambda) \cdot C \cdot l$$

$$\Delta\lambda = \lambda_{\text{emission}} - \lambda_{\text{absorption}}$$

$$I_{\text{total}} = \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} I(\lambda) d\lambda$$

$$d = \frac{1}{\epsilon \cdot C}$$



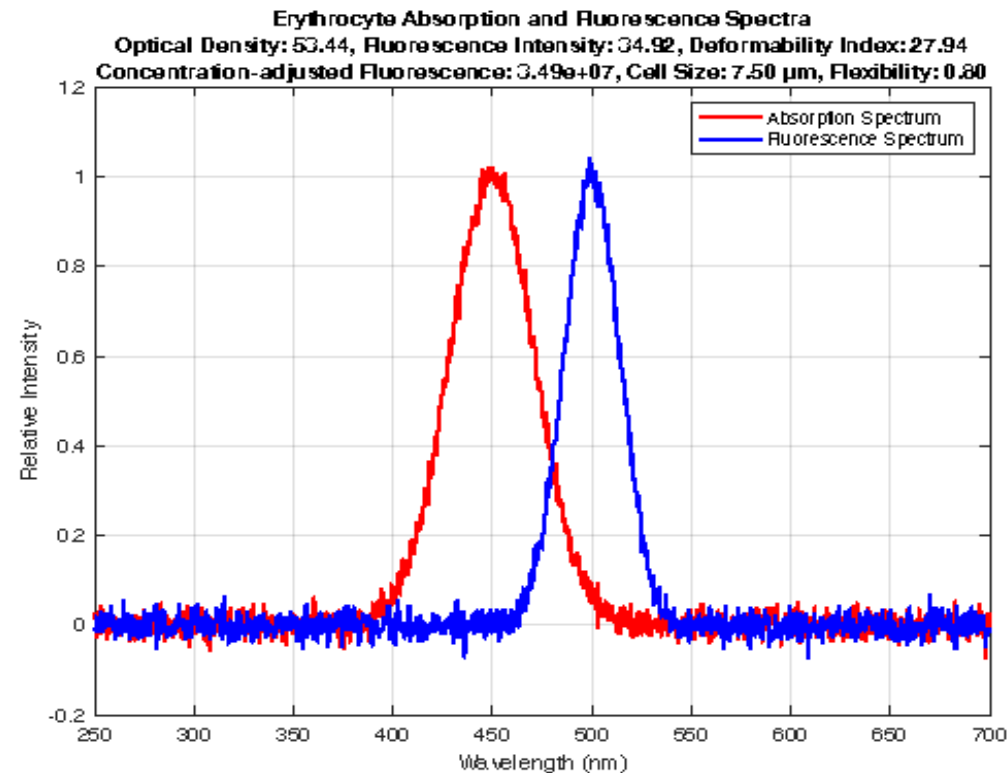
გრაფიკი აჩვენებს გაზავებული ორი პაციენტის სისხლის ნიმუშის შთანთქმის სპექტრს, როცა ნიმუშის აგზნება ხდება დეიტერიუმის სინათლის წყაროთი

კვლევის შედეგების ფუნდამენტური ასპექტები

შთანთქმის და გამოსხივების ტალღის სიგრძეების ცხრილი

ბიომოლეკულა	შთანთქმის დიაპაზონი (nm)	შთანთქმის პიკი (λ_{ax})	გამოსხივების დიაპაზონი (nm)	გამოსხივების პიკი (λ_{ex})
ტრიპტოფანი	260–290	~280	310–360	~340
NADH	300–360	~340	420–480	~460
ფლავინები (FAD/FMH)	350–500	~370 და ~450	500–600	~520

აგზნების ტალღის სიგრძე (ნმ)	ემისიის ტალღის სიგრძე (ნმ)	ფლუორესცენციის მახასიათებლები ინტენსივობის
420 - 500	530 - 570	ბილირუბინის ემისია, სხვადასხვა ინტენსივობა, პიკებით სპეციფიკურ ინტერვალებში [13,14]
700	740 - 780	ჰემოგლობინის რუკების მიღება, ზომიერი ინტენსივობა 700 ნმ-ზე აგზნებისას [15]
ახლო ინფრაწითელი (NIR)	760 - 800	მაღალი ფლუორესცენციის ინტენსივობა, ერითროციტების მსგავსი ნაწილაკებისთვის [16]
488	520	დაფიქსირებულია პროსტაგლანდინ E2-ის სტიმულაციისას; აღრიცხულია ზომიერი ფლუორესცენციის ინტენსივობა [17]
800	820	ერითროციტების სუსპენზიის ცვალებადი ემისია, სპექტრების წანაცვლება უჯრედების მდგომარეობის მიხედვით [18]



გრაფიკი აჩვენებს ერითროციტების შთანთქმისა და ფლუორესცენციის სპექტრებს. ძლიერი ფლუორესცენციის სიგნალი ჯანმრთელ უჯრედებზე მიუთითებს, ხოლო დაბალი დეფორმაციის ინდექსი უჯრედების ნაკლებ მოქნილობაზე მიუთითებს.

კვლევის შედეგების ფუნდამენტური ასპექტები

ფორმის ფაქტორი

$$\text{Shape Factor} = \frac{I_{\text{peak}}}{R}$$

დეფორმაციის
ინდექსი

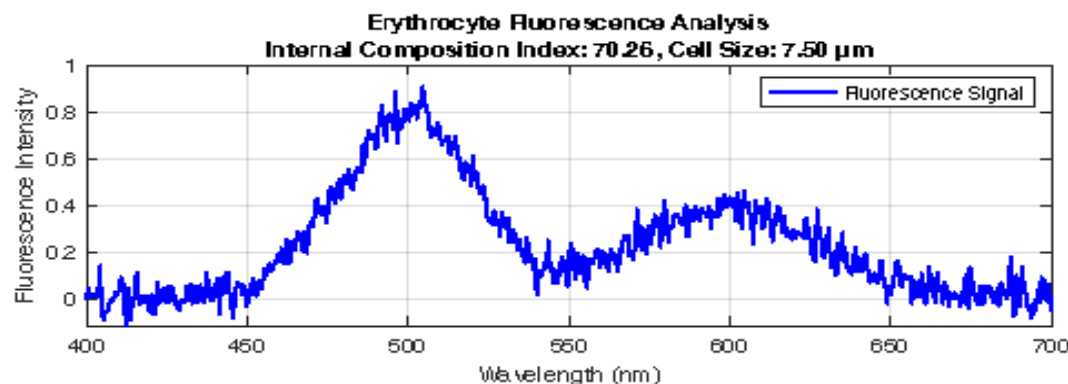
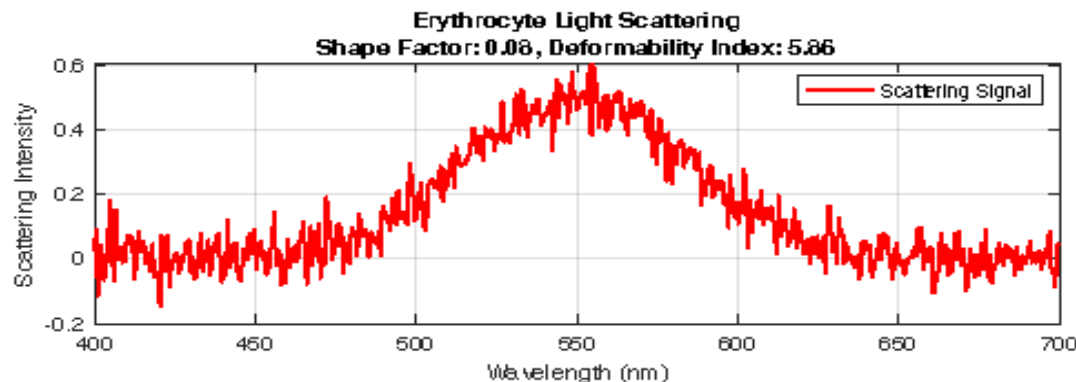
$$DI = \frac{\int I_{\text{scattering}}(\lambda) d\lambda}{R}$$

$$DI = a \cdot \ln(-\zeta) + c$$

ლოგარითმული

$$DI = a \cdot e^{b\zeta} + c$$

ექსპონენციალური



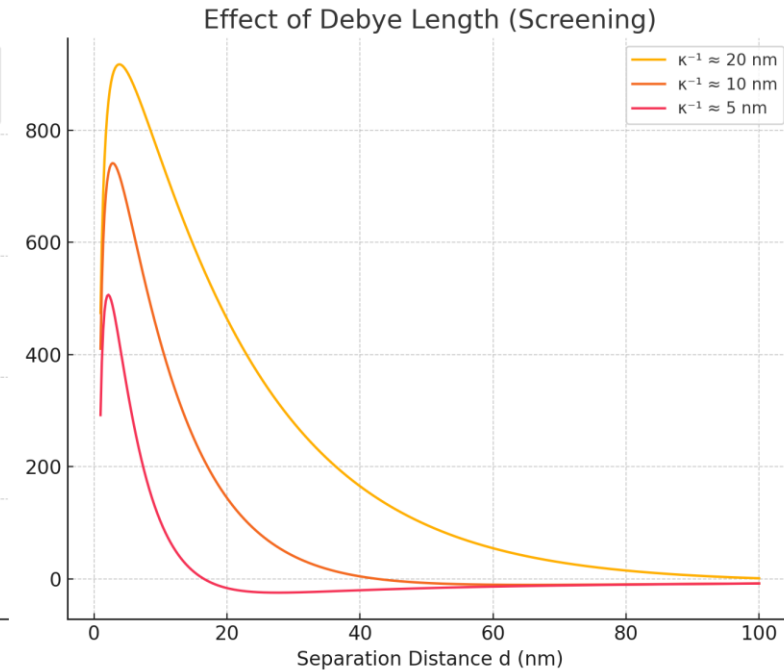
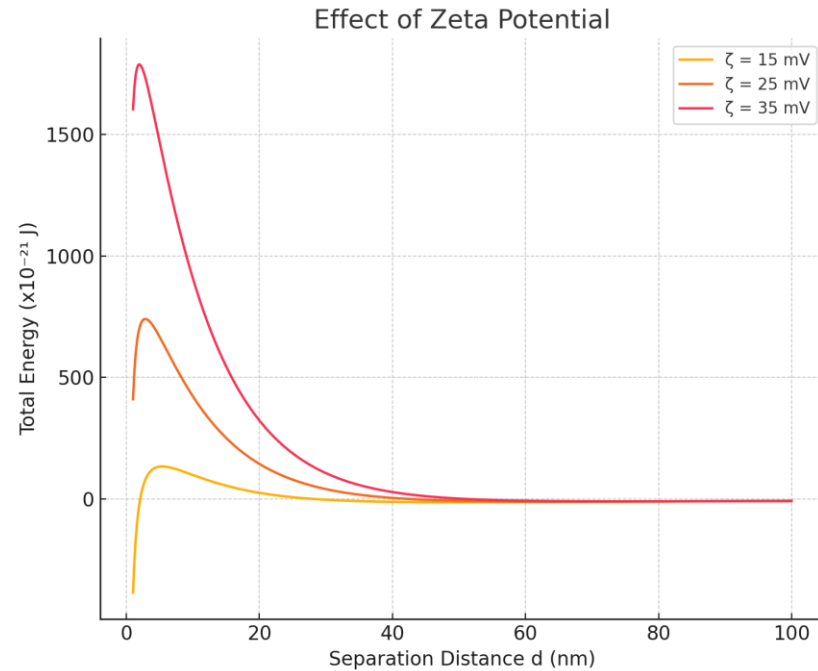
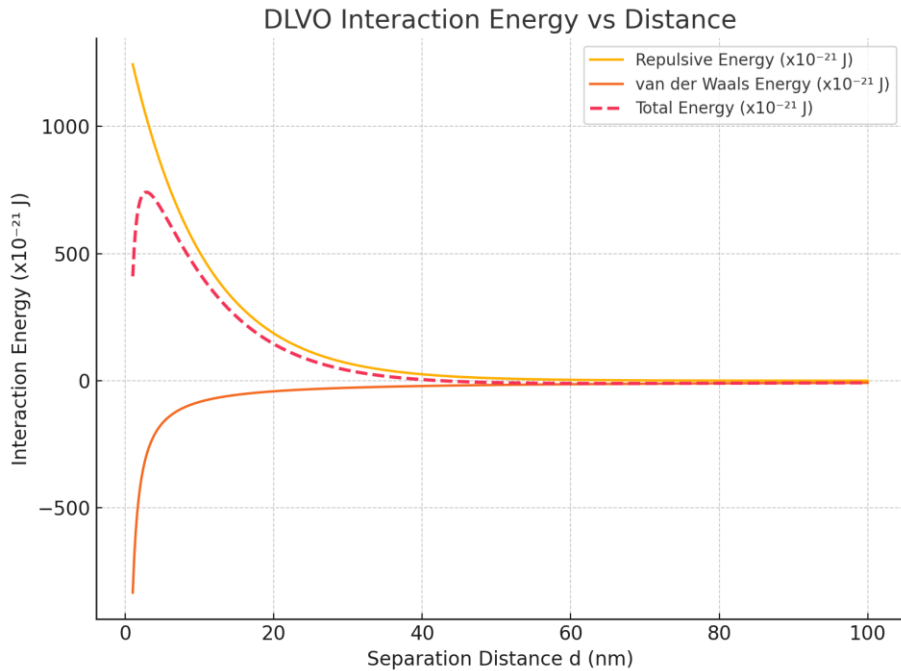
a და b კოეფიციენტები ზეტა-პოტენციალის მგრძნობელობას განსაზღვრავენ, ხოლო c - საბაზისო მუდმივაა, როცა ზეტა-პოტენციალი ნულის ტოლია

გრაფიკები აჩვენებს სინათლის გაბნევისა და ფლუორესცენციის მონაცემებს. სინათლის გაბნევის პიკი მიუთითებს უჯრედის სტაბილურ ფორმაზე, ხოლო ფლუორესცენცია ასახავს უჯრედის შიდა კომპოზიციის ინდექსსა და ზომას.

კვლევის შედეგების ფუნდამენტური ასპექტები

DLVO (Derjaguin, Landau, Verwey, Overbeek)

$$E_{total} = E_{rep} + E_{veW} = \pi \epsilon R \zeta^2 e^{-\kappa d} - \frac{AR}{12d}$$



სისხლი არის იონური ხსნარი: იგი შეიცავს ნატრიუმს (Na^+), კალიუმს (K^+), ქლორს (Cl^-), პროტონებს (H^+), ბიკარბონატს (HCO_3^-), და სხვა იონებს.

$$\lambda_D = \sqrt{\frac{\epsilon k_B T}{ne^2}}$$

სისხლში იონების საერთო კონცენტრაცია მაღალია (~ 150 mmol/L), ამიტომ დებაის სიგრძე მცირეა:
 $\lambda_D \approx 0.7 - 1.0$ nm

კვლევის შედეგების ფუნდამენტური ასპექტები

უჯრედის დიამეტრი

$$R \approx k \cdot \lambda_{peak}$$

შიდა შემადგენლობის ინდექსი

$$Internal\ Composition\ Index = \int I_{fluorescence}(\lambda) d\lambda$$

წითელი უჯრედების
რაოდენობა

$$RBC\ Count = \frac{Total\ Hemoglobin\ Concentration}{MCH}$$

MCH (Mean Corpuscular Hemoglobin) – საშუალო ერითროციტული ჰემოგლობინი, რომელიც ერთ ერითროციტზე ჰემოგლობინის საშუალო რაოდენობას აღნიშნავს, ჯანმრთელ ადამიანებში ჩვეულებრივ შეადგენს 27–33 პიკოგრამს (pg).

ერიტროციტების სპექტრული ზოგადი მახასიათებლები

აგზნების ტალღის სიგრძე (ნმ)	ემისიის ტალღის სიგრძე (ნმ)	ფლუორესცენციის ინტენსივობის მახასიათებლები
420 - 500	530 - 570	ბილირუბინის ემისია, სხვადასხვა ინტენსივობა, პიკებით სპეციფიკურ ინტერვალებში [13,14]
700	740 - 780	ჰემოგლობინის რუკების მიღება, ზომიერი ინტენსივობა 700 ნმ-ზე აგზნებისას [15]
ახლო ინფრაწითელი (NIR)	760 - 800	მაღალი ფლუორესცენციის ინტენსივობა, ერიტროციტების მსგავსი ნაწილაკებისთვის [16]
488	520	დაფიქსირებულია პროსტაგლანდინ E2-ის სტიმულაციისას; აღრიცხულია ზომიერი ფლუორესცენციის ინტენსივობა [17]
800	820	ერიტროციტების სუსპენზიის ცვალებადი ემისია, სპექტრების წანაცვლება უჯრედების მდგომარეობის მიხედვით [18]

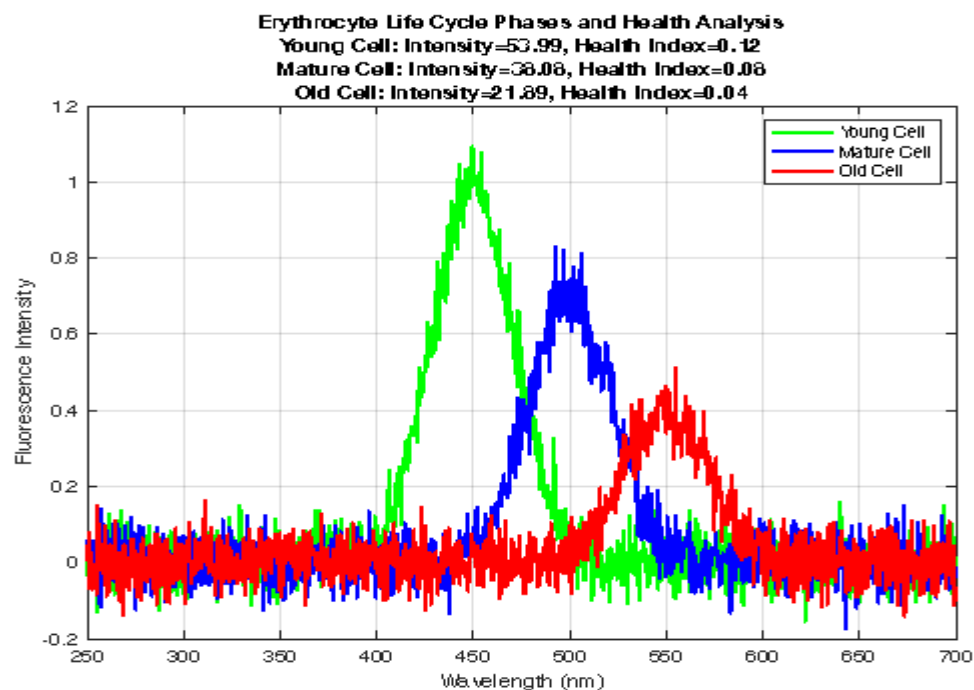
ასაკობრივი ჯგუფი	MCH დიაპაზონი (pg)
6 თვე – 8 წელი	24 – 30
9 – 11 წელი	26 – 32
12 – 17 წელი	26 – 34
18 – 44 წელი	27 – 34

აგრეგაცია - ეს არის პროცესი, როდესაც ერიტროციტები (სისხლის წითელი უჯრედები) ერთმანეთთან თავსდებიან და შეადგენენ ჯაჭვურ ან ჯგუფურ სტრუქტურებს

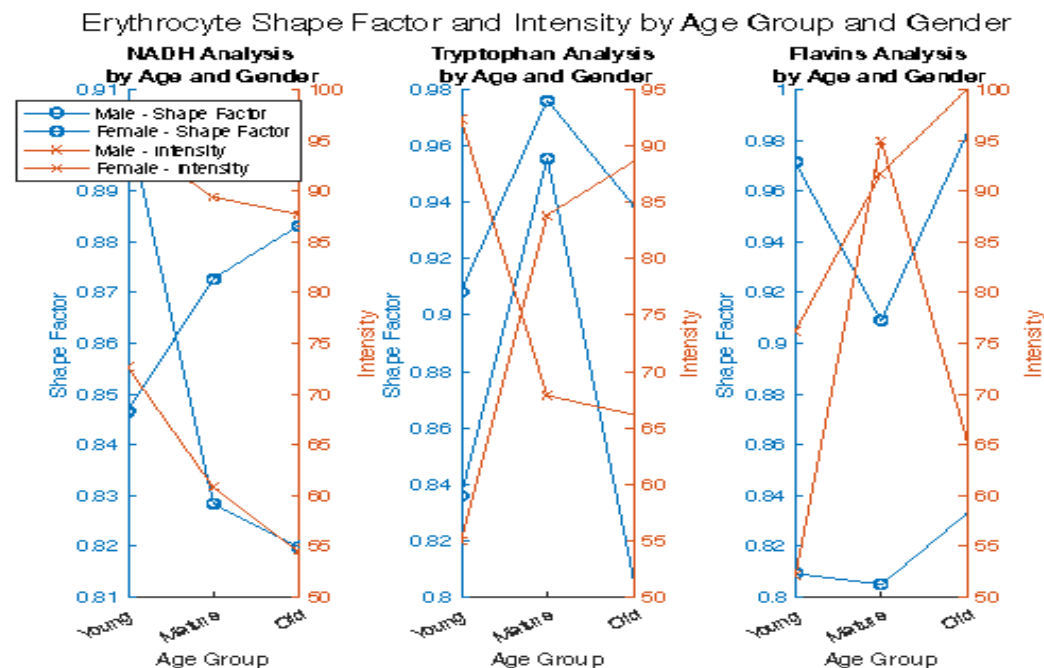
აგრეგაცია ხდება გარკვეულ პირობებში, როდესაც:

- პლაზმაში იზრდება პროტეინების კონცენტრაცია (მაგ. ფიბრინოგენი, იმუნოგლობულინები)
- ზეტა პოტენციალი მცირდება — ეს ნიშნავს, რომ უჯრედებს შორის ელექტრული განზიდვა სუსტდება
- სისხლი უფრო ხდება "წებოვანი" — ასეთი შემთხვევა ხშირად გვაქვს ანთების ან ინფექციის დროს

ერიტროციტების სპექტრული ზოგადი მახასიათებლები



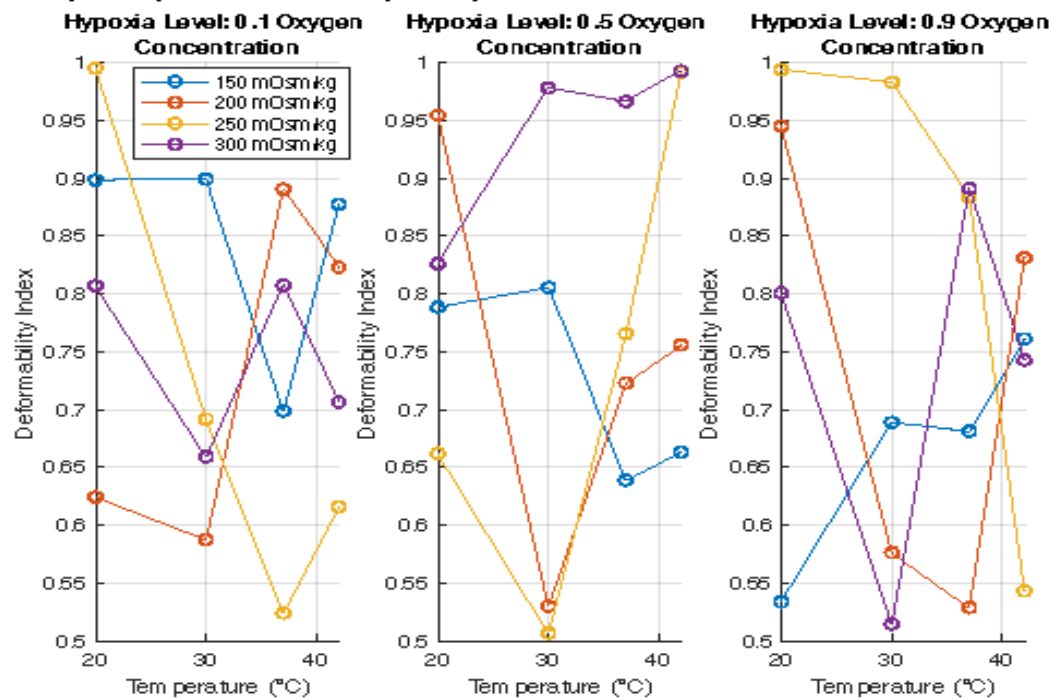
გრაფიკი აღწერს ერიტროციტების სიცოცხლის ციკლის ფაზებს (ახალგაზრდა, მომწიფებული და მოხუცებული უჯრედები). ახალგაზრდა უჯრედებს აქვთ ყველაზე მაღალი ფლუორესცენციის ინტენსივობა, რაც ასახავს მათ მეტაბოლურ აქტივობას. ასაკის მატებასთან ერთად ეს მაჩვენებელი მცირდება.



გრაფიკი ასახავს ერიტროციტების ფორმის ფაქტორს და ფლუორესცენციის ინტენსივობას ასაკისა და სქესის მიხედვით. მაჩვენებლები, როგორიცაა NADH, ტრიპტოფანი და ფლავინები, გვაჩვენებენ ასაკობრივ ცვლილებებს, განსაკუთრებით სქესობრივ ჭრილში.

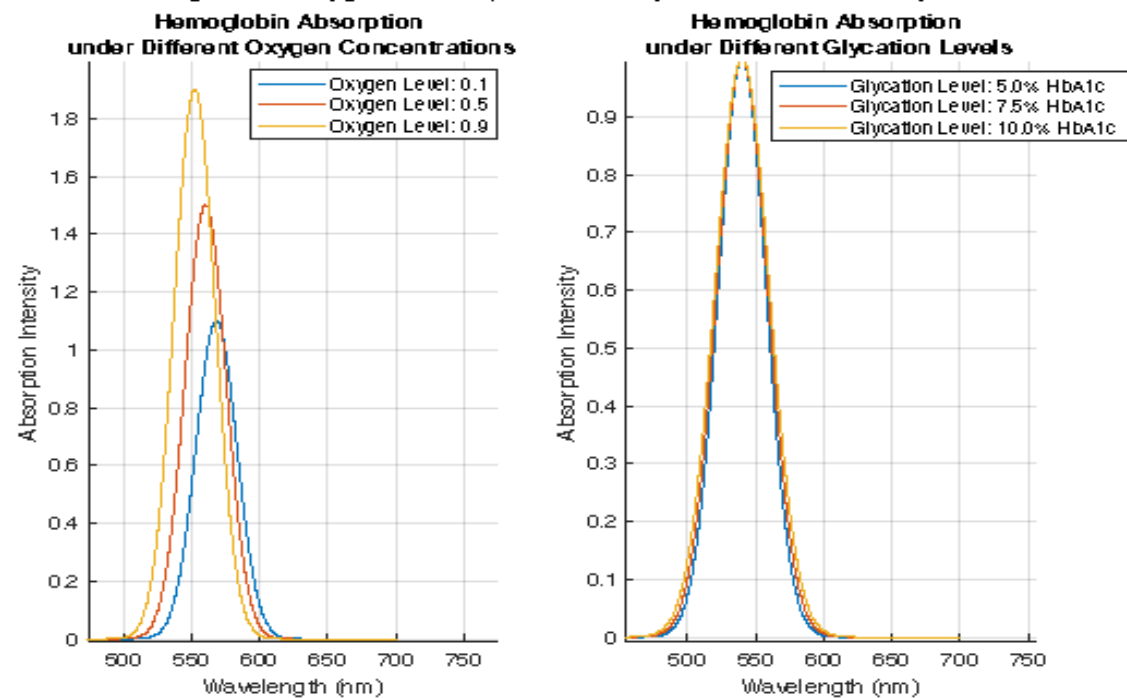
ერიტროციტების სპექტრული ზოგადი მახასიათებლები

Erythrocyte Deformability Analysis under Different Stress Conditions



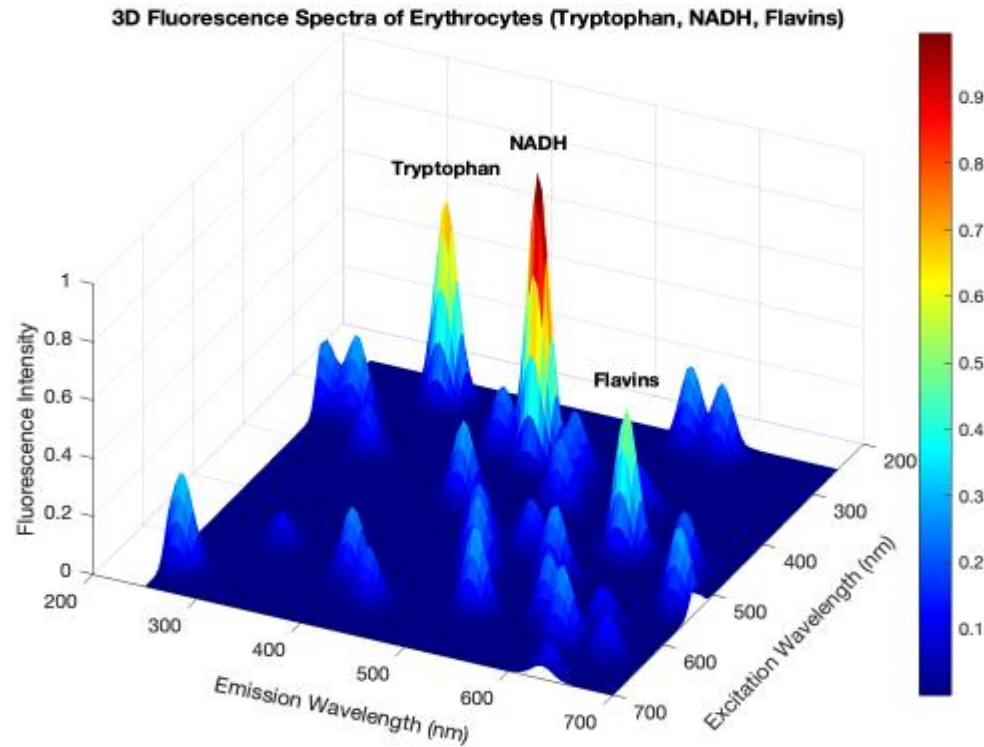
გრაფიკი გვიჩვენებს ერიტროციტების დეფორმაციის ინდექსს სხვადასხვა სტრესულ პირობებში (ტემპერატურა, ოსმოსური წნევა, ჟანგბადის კონცენტრაცია). მაღალი ტემპერატურა და დაბალი ჟანგბადი უჯრედების სტრუქტურულ დაზიანებას იწვევს.

Hemoglobin Oxygen Transport and Glycation Level Analysis

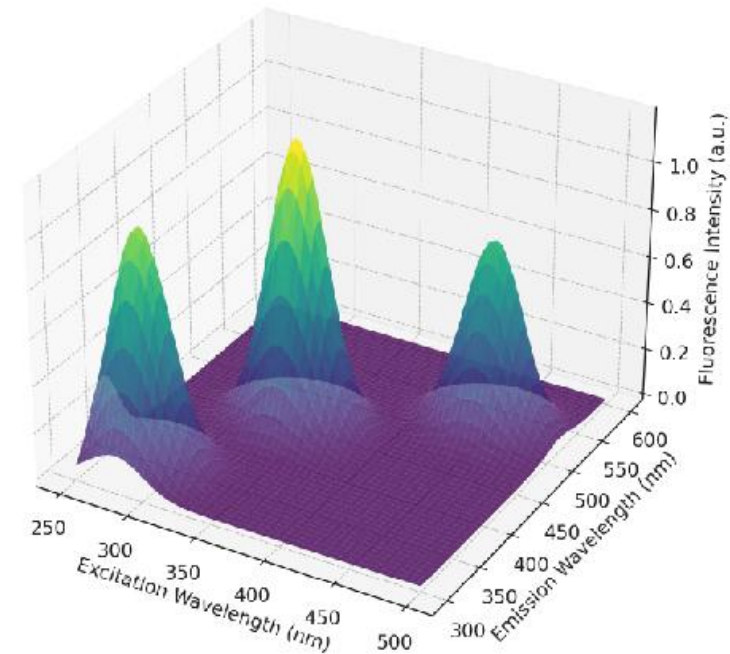


გრაფიკი გვიჩვენებს, რომ ჰემოგლობინის შთანთქმა განსხვავებულია ჟანგბადის კონცენტრაციისა და გლიკაციის დონეების მიხედვით. მაღალი გლიკაცია, რომელიც დიაბეტოზთანაა დაკავშირებული, ამცირებს ჰემოგლობინის ფუნქციურობას.

ერიტროციტების სპექტრული ზოგადი მახასიათებლები



3D Fluorescence Spectra of Erythrocytes: Tryptophan, NADH, and Flavins

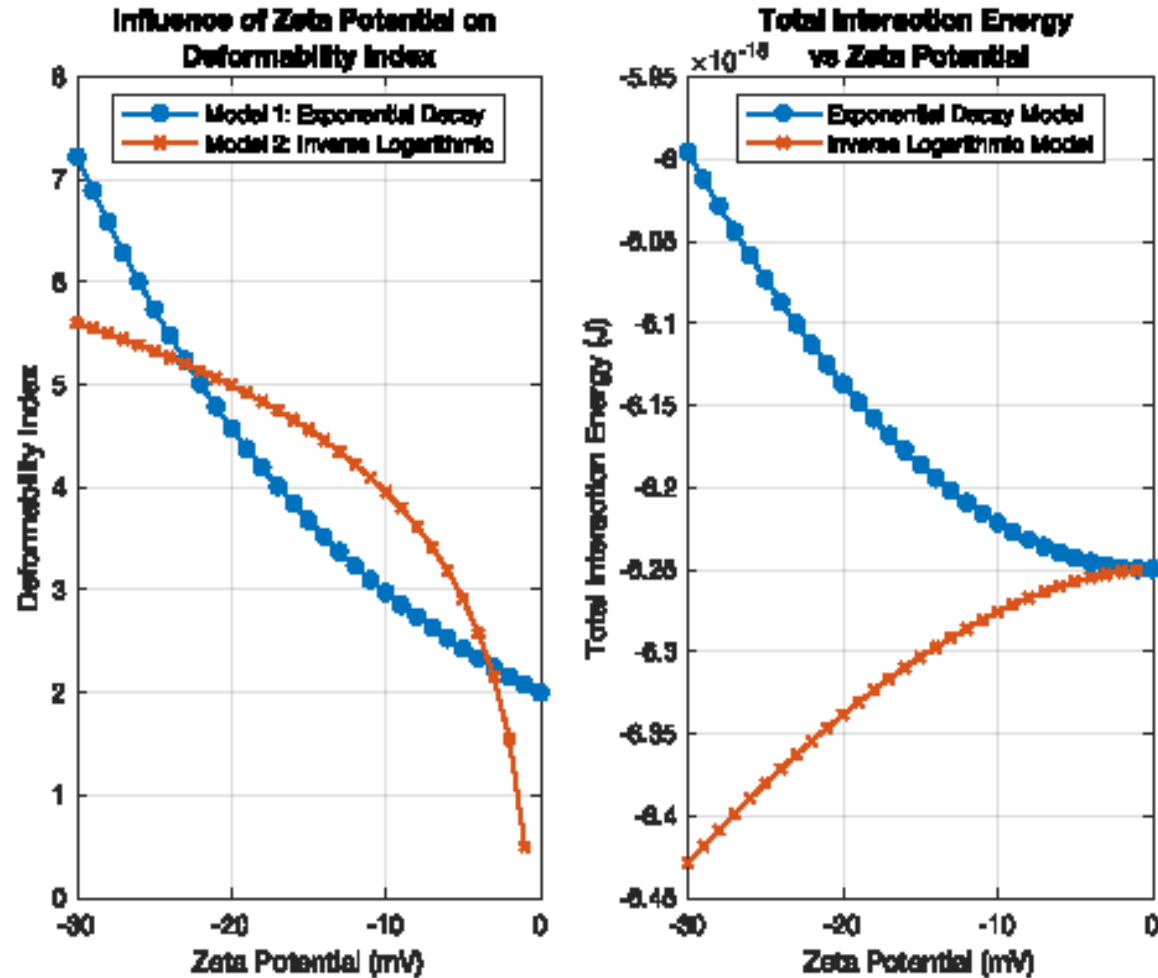


გრაფიკები ასახავს ერიტროციტების ძირითადი ნაერთების (ტრიპტოფანი, NADH, ფლავინები) 3D ფლუორესცენციის სპექტრებს. NADH-ს აქვს მაღალი ფლუორესცენციული აქტივობა და ცენტრალური როლი უჯრედის ენერგეტიკულ პროცესებში.

მარცხენა გრაფიკი მოდელირებულია MatLab-ში, ხოლო მარჯვენა Python-ში

ერიტროციტების სპექტრული ზოგადი მახასიათებლები

Comparative Analysis: Deformability Index and Total Interaction Energy Models



გრაფიკები აჩვენებს, როგორ მოქმედებს ზეტა-პოტენციალი დეფორმაციის ინდექსსა და უჯრედებს შორის ურთიერთქმედების ენერგიაზე. ეს მოდელები სასარგებლოა ფიზიოლოგიურ მდგომარეობებში ერიტროციტების მოქნილობის პროგნოზირებისთვის.

კლინიკური და ფლუორესცენციური ანალიზის შედარებითი ანალიზი

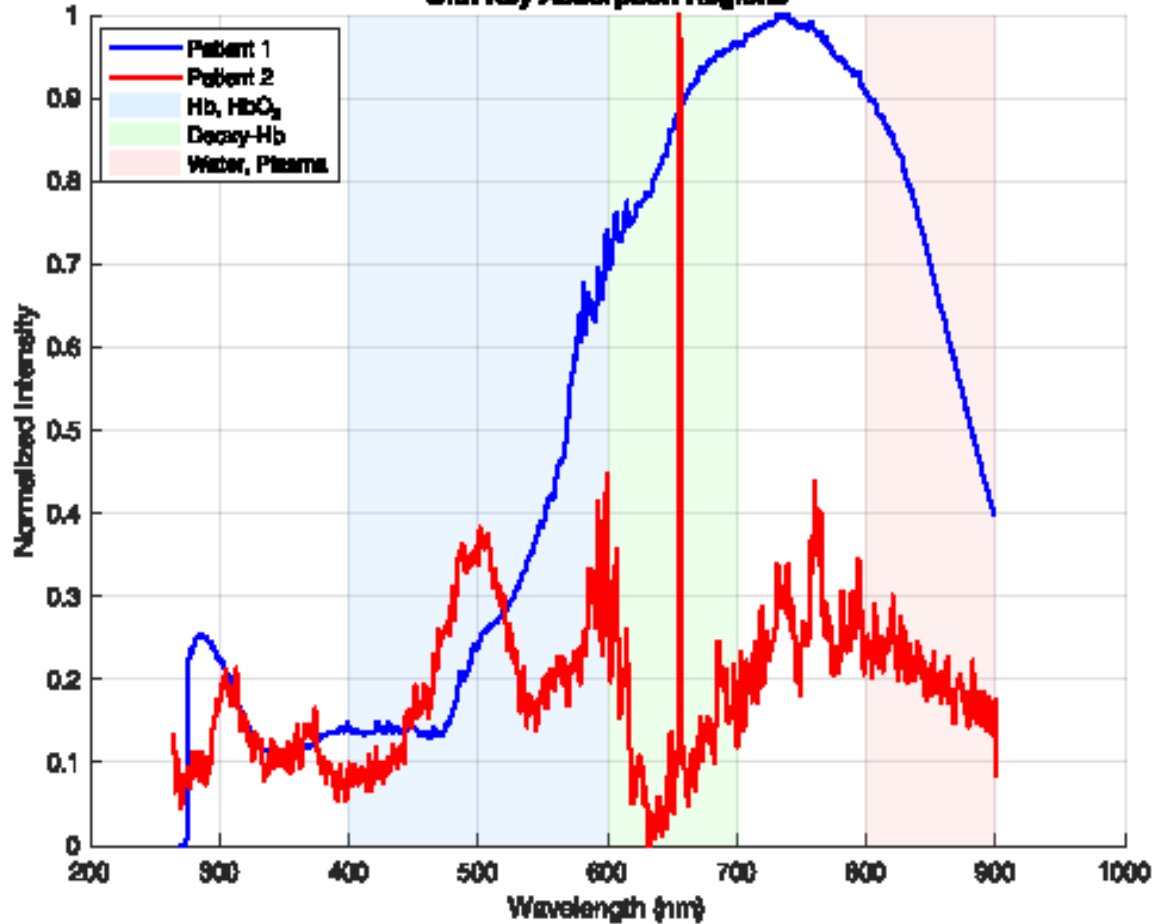
წარმოდგენილია ორი პაციენტის კლინიკური და სპექტროსკოპიული სისხლის ანალიზების შედარებითი ანალიზი. ორივე პაციენტისგან ვენური სისხლის ნიმუშები აღებულია ერთნაირ პირობებში, რის შემდეგაც ისინი განზავდა იზოტონურ ფოსფატურ ბუფერულ ხსნარში (PBS), რათა შენარჩუნებულიყო ფიზიოლოგიური თვისებები და თავიდან აგვეცილებინა ჰემოლიზი, რომელიც შეიძლება ფლუორესცენციულ სიგნალებს ამახინჯებდეს.

პარამეტრი	პაციენტი 1 (ლურჯი)	პაციენტი 2 (წითელი)
ჰემოგლობინი და ჟანგადით გაჯერება (400-600 ნმ)	მაღალი Hb/HbO ₂ (უმჯობესია ჟანგადით გაჯერება)	დაბალი Hb/HbO ₂ (შესაძლოა ანემია)
დეოქსი-ჰემოგლობინი (600-700 ნმ)	დაბალი დეოქსი-ჰემოგლობინი (უკეთესი ჟანგადით გაჯერება)	მაღალი დეოქსი-ჰემოგლობინი (შესაძლოა ჰიპოქსია)
პლაზმის/წყლის შთანთქმა (800-900 ნმ)	პლაზმის მაღალი შემცველობა (დაბალი ჰემატოკრიტი)	პლაზმის დაბალი შემცველობა (მაღალი ჰემატოკრიტი)

დაკვირვება	დეიტერიუმი + ჰალოგენური ნათურა	მხოლოდ ჰალოგენური ნათურა	შესაძლო ახსნა
700-900 ნმ რეგიონი (წყალი და პლაზმა)	მაღალი პაციენტ 1-ში	ბევრად უფრო მაღალი პაციენტ 2-ში	ჰალოგენური ნათურა უკეთ ადაგზნებს ახლო ინფრაწითელ (NIR) რეგიონს, რაც ნათლად აჩვენებს პლაზმის/წყლის მეტ შემცველობას პაციენტ 2-ში.
600-700 ნმ რეგიონი (დეოქსი-ჰემოგლობინი)	ძლიერი პაციენტ 2-ში	კვლავ ძლიერი პაციენტ 2-ში	დეოქსი-ჰემოგლობინის მუდმივი მაღალი დონე პაციენტ 2-ში ადასტურებს ჟანგბადის დაბალ დონეს (ჰიპოქსია).
400-600 ნმ რეგიონი (ჰემოგლობინი, ოქსიჰემოგლობინი)	მაღალი პაციენტ 1-ში	კვლავ მაღალი პაციენტ 1-ში	ადასტურებს, რომ პაციენტ 1-ს უკეთესი ჰემოგლობინით განპირობებული ჟანგბადით გაჯერება აქვს.

კლინიკური და ფლუორესცენციური ანალიზის შედარებითი ანალიზი

Comparison of Normalized Spectra for Patient 1 (blue) and Patient 2 (red)
Under Combined Deuterium and Halogen Source Excitation
with Key Absorption Regions



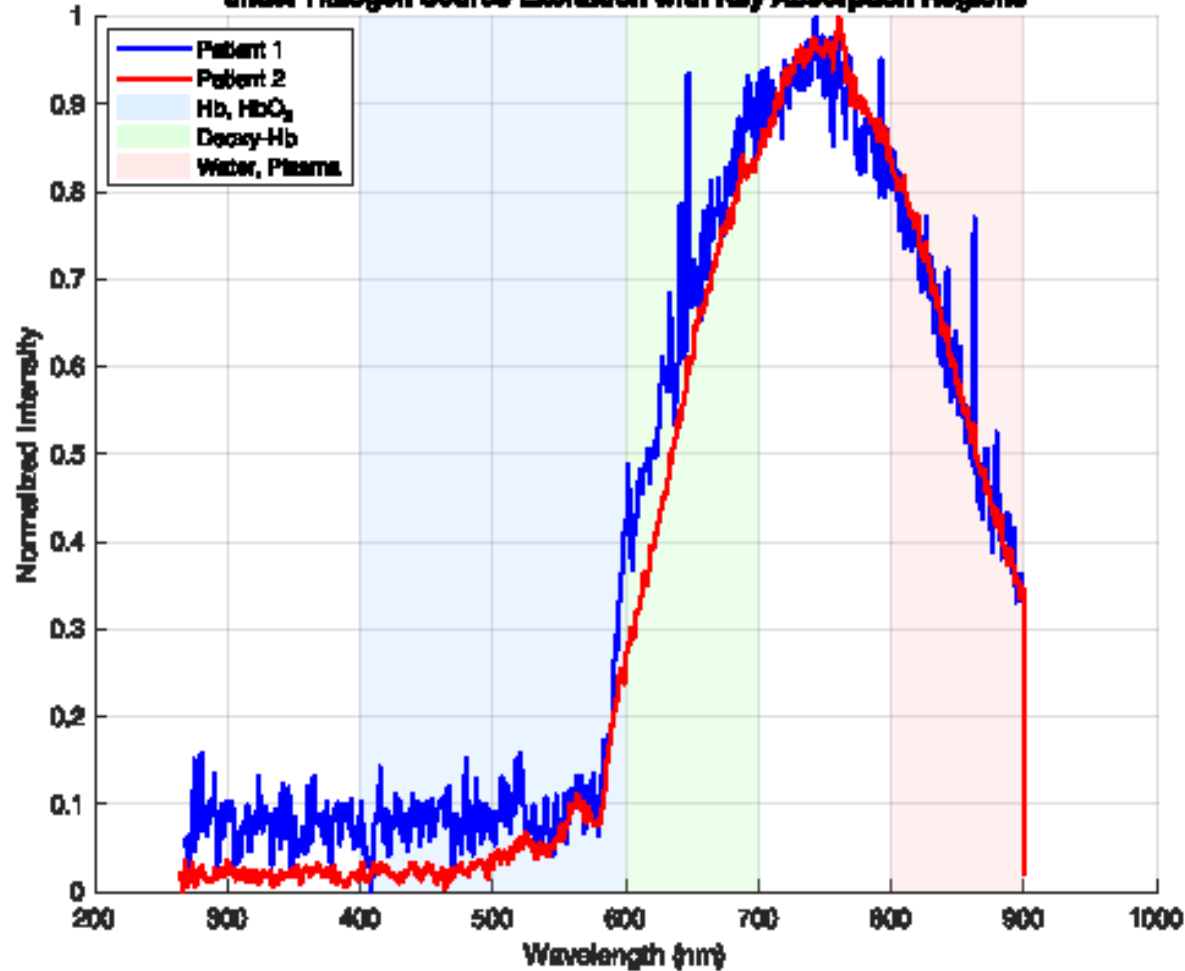
გრაფიკი აჩვენებს, რომ პაციენტ 1-ს აქვს უფრო ძლიერი შთანთქმა 400-600 ნმ არეში, რაც მეტყველებს უკეთეს ჟანგბადით გაჯერებაზე და ჰემოგლობინის უფრო მაღალ კონცენტრაციაზე. პაციენტ 2-ს კი ამავე რეგიონში დაბალი ინტენსივობა აქვს, რაც შესაძლოა ანემიაზე მიუთითებდეს. 600-700 ნმ (დეოქსიჰემოგლობინი) რეგიონში პაციენტ 2-ს უფრო ძლიერი შთანთქმა აქვს, რაც ჟანგბადის დაბალ დონეზე მიუთითებს. პაციენტ 1-ს ამავე რეგიონში შედარებით დაბალი ინტენსივობა აქვს, რაც უკეთეს ჟანგბადით გაჯერებაზე მიუთითებს.

პლაზმის და წყლის შთანთქმა 800-900 ნმ არეში უფრო მაღალია პაციენტ 1-ში, რაც პლაზმის მეტ შემცველობაზე მიუთითებს. პაციენტ 2-ს აქვს დაბალი პლაზმის ინტენსივობა და შესაბამისად, უფრო მაღალი ჰემატოკრიტი.

ამ ანალიზის მიხედვით, პაციენტ 1-ს აქვს სისხლის ნორმალური ან მცირე ანემიური ნიშნები, ხოლო პაციენტ 2-ს აქვს დაბალი ჟანგბადის სატურაცია, რაც პოტენციურად ჰიპოქსიაზე მიუთითებს.

კლინიკური და ფლოუორესცენციური ანალიზის შედარებითი ანალიზი

Comparison of Normalized Spectra for Patient 1 (blue) and Patient 2 (red) under Halogen Source Excitation with Key Absorption Regions



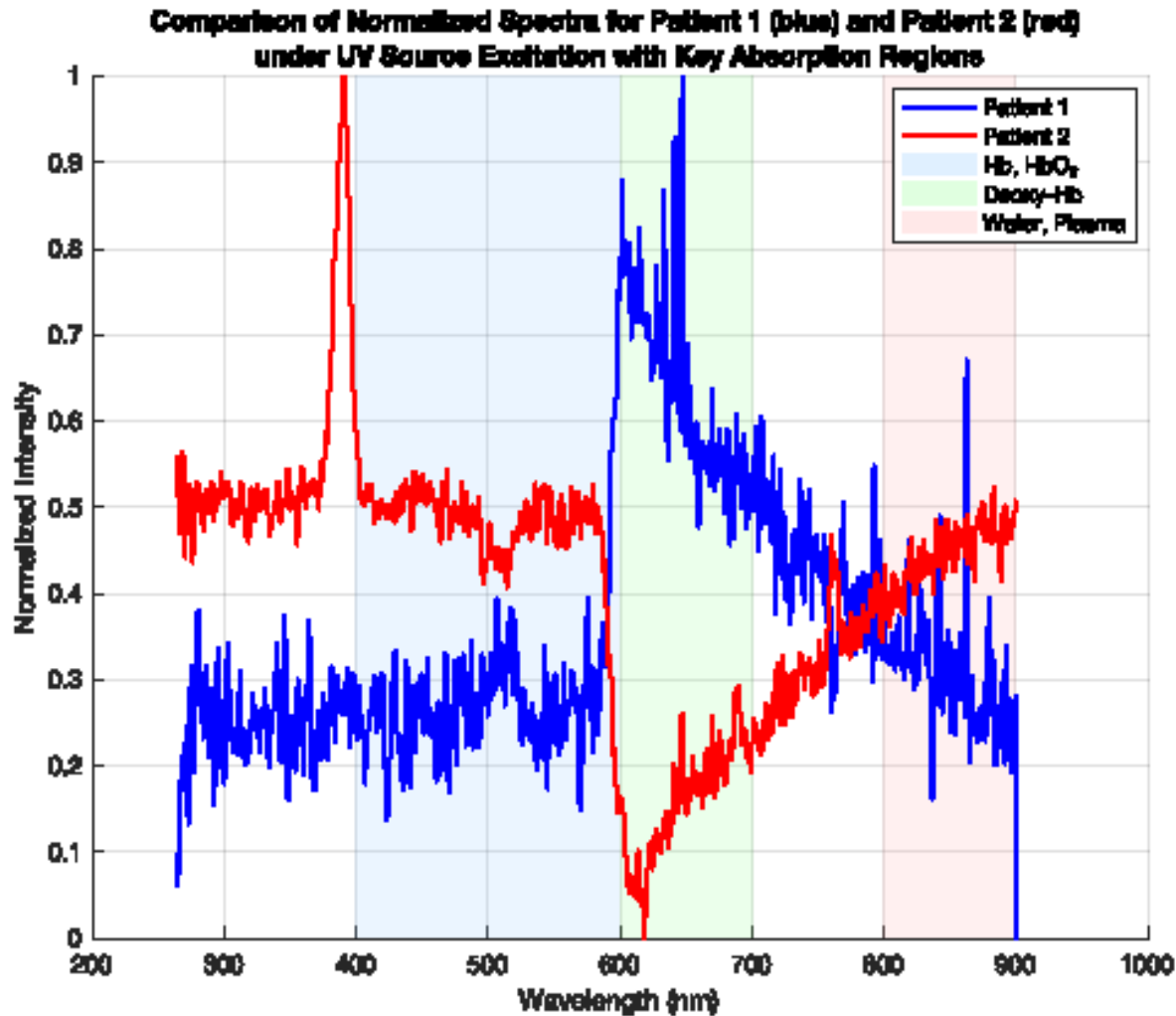
700–900 ნმ დიაპაზონში ინტენსივობის გაზრდა პაციენტ 2-ში (წითელი ხაზი):

პათოლოგიური ლამპა უფრო ძლიერად ასხივებს ახლო ინფრაწითელ (NIR) დიაპაზონში, რაც აძლიერებს შთანთქმას პლაზმისა და წყლის შთანთქმის ზონაში.

პაციენტ 2-ში ამ რეგიონში შთანთქმის გაზრდა შეიძლება მიუთითებდეს პლაზმის ან წყლის შემცველობის ზრდაზე — რაც, სავარაუდოდ, მიუთითებს დამასიათებულად მაღალი ჰიდრატაციის დონეზე ან დაბალ ჰემატოკრიტზე (ანუ მეტი პლაზმა, ნაკლები ერითროციტი).

ეს განსხვავდება წინა ანალიზისგან, სადაც პაციენტ 2-ს უფრო მაღალი ჰემატოკრიტი ჰქონდა; განსხვავება შეიძლება გამოწვეული იყოს პათოლოგიისა და დეიტერიუმის განსხვავებული აღზნების თვისებებით.

კლინიკური და ფლუორესცენციური ანალიზის შედარებითი ანალიზი



პაციენტ 2-ის სპექტრში აშკარად შეინიშნება ინტენსივობის შემცირება (უარყოფითი პიკური წყვეტა) ამ რეგიონში, რაც მიუთითებს დეოქსი-ჰემოგლობინის (Deoxy-Hb) მაღალ შთანთქმავზე.

პაციენტ 1-ის შემთხვევაში ამ რეგიონში ინტენსივობა დადებითია, რაც მიუთითებს, რომ მას აქვს დაბალი დეოქსი-Hb დონე.

ჰალოგენურ აგზნებასთან შედარებით, UV უკეთ გამოყოფს დეოქსი-Hb-ის სიგნალს.

პაციენტ 2-ის ღრმა შთანთქმის პიკი ადასტურებს ჰიპოქსიის ან ჟანგბადით გაჯერებულობის დაქვეითების ნიშნებს, მაშინ როცა პაციენტ 1-ის სტაბილური ქცევა მიუთითებს უკეთეს ჟანგბადის ტრანსპორტზე.

UV აღზნება ძლიერ ზემოქმედებს ნუკლეინის მჟავებსა და ცილებზე, რაც ამარტივებს ცილის დენატურაციისა და ჟანგვითი სტრესის გამოვლენას. ~400 ნმ-ზე პაციენტ 2-ის პიკი შესაძლოა მიუთითებდეს ჟანგვით სტრესზე, ცილების დენატურაციაზე ან არანორმალურ ჰემოგლობინის ქცევაზე.

კლინიკური და ფლუორესცენციური ანალიზის შედარებითი ანალიზი

ასპექტი	CBC (ჰემატოლოგიური მონაცემები)	ფლუორესცენციური მონაცემები	სპექტროსკოპიის	შესაძლო მიზეზი განსხვავებებისთვის
ჟანგბადის ტრანსპორტი (ჰემოგლობინი და ერითროციტები)	- პაციენტ 1-ს აქვს უფრო მაღალი ჰემოგლობინი (16.4 გ/დლ), მეტი ერითროციტების რაოდენობა ($5.32 \times 10^6/\mu\text{L}$) და მაღალი ჰემატოკრიტი (46.9%), რაც მიუთითებს კარგ ჟანგბადის ტრანსპორტზე. - პაციენტ 2-ს აქვს დაბალი ჰემოგლობინი (12.6 გ/დლ), ნაკლები ერითროციტების რაოდენობა ($4.36 \times 10^6/\mu\text{L}$) და დაბალი ჰემატოკრიტი (38.5%), რაც ზომიერ ანემიაზე მიუთითებს.	- მიუხედავად დაბალი ჰემოგლობინისა, პაციენტ 2-ს აქვს ძლიერი სპექტრული სიგნალი 600-700 ნმ არეში (დეოქსიჰემოგლობინის არე). - პაციენტ 1-ს აქვს ძლიერი ოქსიჰემოგლობინის ფლუორესცენციის სიგნალი 540-580 ნმ-ზე, რაც ემთხვევა CBC-ის მონაცემებს.		- პაციენტ 2-ის ძლიერი დეოქსიჰემოგლობინის ფლუორესცენცია შეიძლება მიუთითებდეს ადგილობრივ ჰიპოქსიაზე ან ჟანგბადის დაშლის პროცესის დარღვევაზე, და არა მხოლოდ სისტემურ ერითროციტების დეფიციტზე.
პლაზმის და ერითროციტების თანაფარდობა (ჰიდრატაცია და ჰემატოკრიტის გავლენა)	- პაციენტ 1-ს აქვს მაღალი ჰემატოკრიტი, რაც ნიშნავს მეტ ერითროციტს და ნაკლებ პლაზმას. - პაციენტ 2-ს დაბალი ჰემატოკრიტი აქვს, რაც მეტ პლაზმას და ნაკლებ ერითროციტს ნიშნავს.	- პაციენტ 2-ს უფრო ძლიერი პლაზმის/წყლის შთანთქმა აქვს 700-900 ნმ არეში. - პაციენტ 1-ს ნაკლები წყლის შთანთქმა აქვს, რაც მეტ ერითროციტებზე მიუთითებს.		- ფლუორესცენციური სპექტროსკოპია უფრო აშკარად ასახავს პლაზმის შემადგენლობას და ჰიდრატაციის დონეს, ვიდრე CBC, რაც პლაზმური ბიომოლეკულების გავლენით აიხსნება.
ანთება და იმუნური რეაქცია	- პაციენტ 2-ს მნიშვნელოვნად მაღალი ნეიტროფილები (65.4%) აქვს, რაც მწვავე ანთებაზე ან ბაქტერიულ ინფექციაზე მიუთითებს. - პაციენტ 1-ს მაღალი ლიმფოციტები (37.3%) აქვს, რაც შესაძლოა ვირუსულ ინფექციაზე ან ქრონიკულ იმუნურ რეაქციაზე მიუთითებდეს.	- არ აღინიშნება პირდაპირი კორელაცია იმუნურ მარკერებსა და ფლუორესცენციულ სპექტრს შორის. - თუმცა, UV სპექტრის ცვლილებები (ცილები, ოქსიდაციური სტრესი) შესაძლოა კავშირში იყოს იმუნურ აქტივაციასთან.		- სპექტროსკოპია პირდაპირ არ ზომავს ლეიკოციტებს, თუმცა ოქსიდაციური სტრესის და მეტაბოლური პროდუქციის გავლენა შესაძლებელია აისახოს UV სპექტრზე.
მეტაბოლური და ოქსიდაციური სტრესის ინდიკატორები	- პაციენტ 1-ს მომატებული აქვს ეოზინოფილები (7.2%) და ბაზოფილები (4.2%), რაც შესაძლოა მიუთითებდეს ალერგიულ ან ანთებით რეაქციაზე. - პაციენტ 2-ში მსგავსი ცვლილებები არ ფიქსირდება.	- პაციენტ 1-ის UV სპექტრში ჩანს ცილის ოქსიდაციის ნიშნები, რაც შესაძლოა იმუნურ აქტივაციასთან იყოს დაკავშირებული. - პაციენტ 2-ს დაბალი ფლუორესცენცია აქვს ამ რეგიონებში.		- ოქსიდაციური სტრესის მარკერები ფლუორესცენციაში აისახება, თუმცა CBC-ში პირდაპირ არ იზომება.
ანემია და ჟანგბადის დისოციაცია	- პაციენტ 2-ის დაბალი ჰემოგლობინი და ერითროციტების რაოდენობა მიუთითებს ზომიერ ანემიაზე.	- თუმცა, ფლუორესცენციური ჰემოგლობინის სიგნალი აჩვენებს დეოქსიჰემოგლობინის მაღალ დონეს, რაც ჟანგბადის მიწოდების დარღვევაზე მიუთითებს, და არა უბრალოდ ერითროციტების რაოდენობის ნაკლებობაზე.		- CBC ზომავს ერითროციტების და ჰემოგლობინის საერთო რაოდენობას, ხოლო ფლუორესცენციური სპექტროსკოპია აფასებს ჟანგბადის რეალურ დროში დაკავშირებასა და გამოყოფის ეფექტურობას.

კვლევის ძირითადი შედეგები

სინათლის გაბნევის ინტენსივობისა და უჯრედების დიამეტრის (ფორმის ფაქტორი), უჯრედების მოქნილობის (დეფორმაციის ინდექსი) და უჯრედების გეომეტრიული მახასიათებლების (ზომა, შიდა კომპოზიციის ინდექსი) საფუძველზე შესაძლებელია ერითროციტების მორფოლოგიის შესახებ ინფორმაციის მიღება.

3D ფლუორესცენციული სპექტრები საშუალებას იძლევა:

- შევაფასოთ ერითროციტების ფლუორესცენციის მახასიათებლები სხვადასხვა ტალღის სიგრძეებსა და სივრცულ განზომილებებში;
- დეტალურად გამოვიკვლიოთ ერითროციტების მიკრო- და ნანოსტრუქტურა და მათი შემადგენლობა;
- აღმოვაჩინოთ მემბრანისა და უჯრედული სტრუქტურის ცვლილებები, რომლებიც ჯანმრთელობასთან და სხვადასხვა პათოლოგიურ პროცესებთან არის დაკავშირებული.

1. ფლუორესცენციული სპექტროსკოპია არის ეფექტური და პერსპექტიული მეთოდი ჰემატოლოგიური დიაგნოსტიკისთვის, რადგან იგი მაღალი სიზუსტით ავლენს ისეთ მახასიათებლებს, რომლებიც ხშირად შეუმჩნეველი რჩება ტრადიციული ანალიზებით.
2. კვლევის ფარგლებში შემუშავებული მეთოდოლოგია იძლევა საშუალებას, მოხდეს სისხლის უჯრედების ფუნქციური მდგომარეობისა და პათოლოგიური ცვლილებების სიღრმისეული შესწავლა.
3. მიღებული შედეგების მიხედვით, მეთოდი წარმატებით ინტეგრირდება არსებულ კლინიკურ კვლევებთან და ამდიდრებს მათ დამატებითი დიაგნოსტიკური მახასიათებლებით.

რეკომენდაციები

1. მიზანშეწონილია ამ მეთოდის ფართო მასშტაბიანი კლინიკური ვალიდაცია, რათა მოხდეს მეთოდის გამოყენების ოფიციალური დანერგვა სამედიცინო დიაგნოსტიკაში.
2. მიზანშეწონილია დამატებითი ფლუორესცენციული ბიომარკერების კვლევა და ახალი უჯრედების შესწავლა, რაც კიდევ უფრო გააფართოებს მეთოდის გამოყენების სფეროს.
3. საჭიროა ინტერდისციპლინური და საერთაშორისო თანამშრომლობის გაფართოება, რათა მიღებული შედეგები იყოს უფრო მასშტაბური და მნიშვნელოვანი როგორც სამეცნიერო, ისე პრაქტიკული თვალსაზრისით.

პუბლიკაციები

1. **Gomidze N.**, Khajishvili M., Davitadze M., Makharadze K. Innovative Optical Methods for Analytical Monitoring of Bionanoagents with Emphasis on Georgian White Wine Authentication. *The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics (EPSTEM)*, 2024 Volume 28, Pages 201-208.
<http://www.epstem.net/en/download/article-file/4084497>
2. Gomidze N., Kalandadze L., Khajishvili M., Nakashidze O., Jabnidze I., Jakobia D., Makharadze M. Fluorescence spectroscopy as a novel tool in hematological diagnostics. *APL Bioeng.* 1 June 2025; 9 (2): 026102. <https://doi.org/10.1063/5.0264155>
3. Mikeladze L., Karanadze N., Delibashvili D., Tskhvediani N. Pilia N., Tvildiani N., Tsibadze A., **Ghomidze N., Kalandadze L.**, Tsibadze D. The Spectral Characteristics of Computer and Smartphone Screen and Their Impact on Functional Condition of Ocular Surface in Healthy Patients and in Those Who Have Suffered from COVID-19 Infection. *Proceedings of the Georgian National Academy of Sciences*. № 4-6, Vol. 50, pp.149-157, 2024, ISSN-0321-1665. http://science.org.ge/wp-content/uploads/2024/12/MatsneBS_2024n4-6_for_web_compressed.pdf
4. Gomidze N., Kalandadze L., Khajishvili M., Nakashidze O., Jabnidze I., Jakobia D., Makharadze K., Intskirveli I. Application of Fluorescence Spectroscopy for Erythrocyte Analysis and Hematological Diagnostics. *Proceedings of RESEARCH WORLD INTERNATIONAL CONFERENCE*, pp.1-11, December 25-26, Rome, Italy, ISBN:978-93-90150-29-8

კონფერენციები

Gomidze N., Kalandadze L., Khajishvili M., Nakashidze O., Jabnidze I., Jakobia D., Makharadze M., Intskirveli I. Application of Fluorescence Spectroscopy for Erythrocyte Analysis and Hematological Diagnostics. International Conference on Applied Physics and Mathematics (ICAPM - 2024), December 25-26, 2024, Rome, Italy. <http://researchworld.org/Conference/20901/ICAPM/>

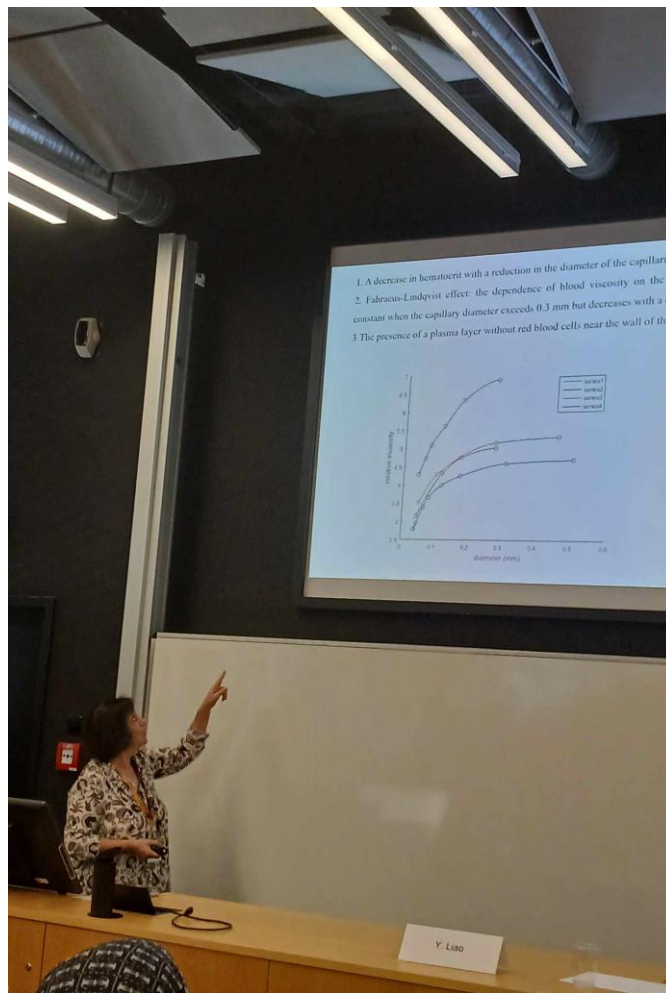
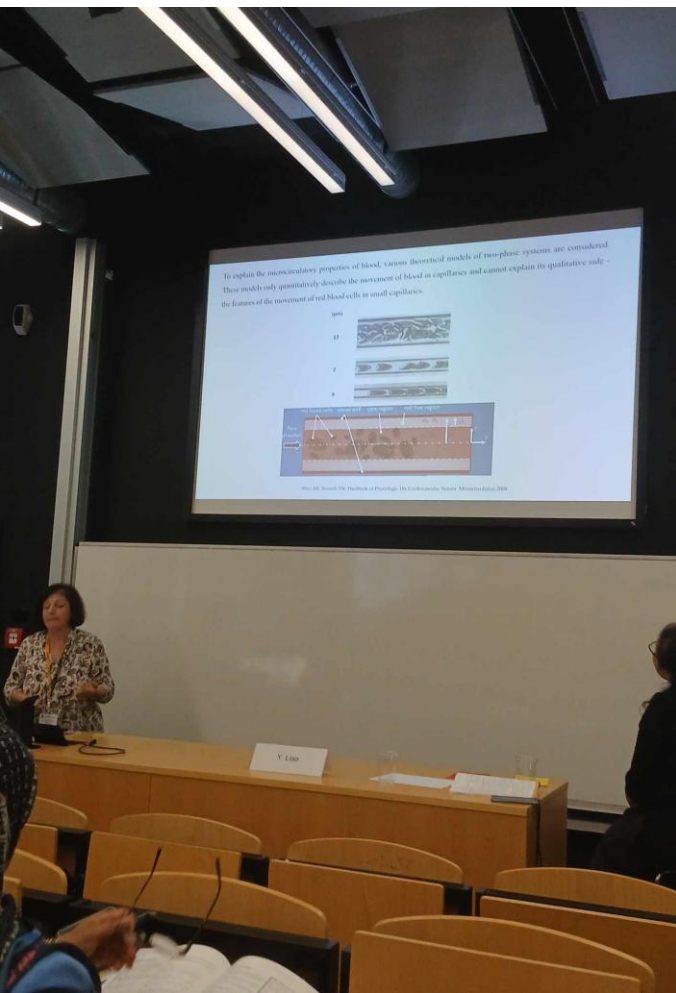
Kalandadze L., Gomidze N., Tsintsadze M. Investigation of the influence of mechanical and electrical parameters on red blood cell microcirculation. 27th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2024, Prague, 25-29 August, 2024. <https://secure.confis.cz/chisa2024/Programme>

4th International Conference on Basic Sciences, Engineering and Technology (ICBASET). Innovative Optical Methods for Analytical Monitoring of Bionanoagents with Emphasis on Georgian White Wine Authentication. May 2-5, Alanya, Turkey, 2024

კონფერენციები

27th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA 2024, Prague, 25-29 August, 2024. Investigation of the influence of mechanical and electrical parameters on red blood cell microcirculation..

<https://secure.confis.cz/chisa2024/Programme>



4th International Conference on Basic Sciences, Engineering and Technology (ICBASSET). Innovative Optical Methods for Analytical Monitoring of Bionanoagents with Emphasis on Georgian White Wine Authentication. May 2-5, Alanya, Turkey, 2024.

<https://www.2024.icbaset.net>



ბიუჯეტის შესრულება და ცვლილებები

პროექტის მენეჯერის მოხსენებითი ბარათის საფუძველზე პროექტის ბიუჯეტსა და გეგმაში განხორციელდა ცვლილება, ბრძანება №01-02/52 (30.04.2024). სამივლინებო თანხა 2500 ლარი გადმოტანილი იქნა ოქტომბრიდან მაისში, კონფერენციაზე მივლენილი იქნა მირანდა ხაჯიშვილი

პროექტის მენეჯერის მოხსენებითი ბარათის საფუძველზე პროექტის ბიუჯეტსა და გეგმაში განხორციელდა ცვლილება, ბრძანება №01-10/78 (23.08.2024), სექტემბერსა და ოქტომბრის თვეში საქონელსა მომსახურეობის მუხლში კონფერენციის სარეგისტრაციო თანხები 500-500 ლარი გაერთიანდა 1000 ლარად და გადმოტანილი იქნა აგვისტოს თვეში. კონფერენციის მონაწილე პირითად პერსონალს ლალი კალანდაძეს მიზნობრივად ჩაერიცხა სარეგისტრაციო თანხა 1000 ლარი.

პროექტის მენეჯერის მოხსენებითი ბარათის საფუძველზე პროექტის ბიუჯეტსა და გეგმაში განხორციელდა ცვლილება, ბრძანება №01-02/38 (05.03.2025). კონფერენციის დასკვნითი სამეცნიერო სტატიის გამოქვეყნებისათვის გახანგრძლივდა ვადა 2025 წლის 30 მაისამდე, ხოლო საქონელი და მომსახურეობის გრაფაში ასახული თანხა 2000 ლარი გადავიდა მარტი-მაისის თვეში.

№	ხარჯის კატეგორია	პროექტის განხორციელების პერიოდი										ჯამური ღირებულება
		მარტი I თვე	აპრილი II თვე	მაისი III თვე	ივნისი IV თვე	ივლისი V თვე	სექტემბერი VI თვე	ოქტომბერი VII თვე	ნოემბერი VIII თვე	დეკემბერი IX თვე	იანვარი X თვე	
	თვეები	4750	750	600	600	1300	3400	1300	3400	850	2850	ზღუდის ზღვარი
	პროექტის მონაწილეობის ანაზღაურება	750	750	600	600	900	900	900	900	850	850	პროექტის ანაზღაურება ზღვარს 40%-ს
1	წვდომი ღირებულება	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	1500
2	ლალი კალანდაძე	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	1500
3	მირანდა ხაჯიშვილი	150	150			150	150	150	150	150	150	1200
4	ომარ წაკაძე	150	150			150	150	150	150	150	150	1200
5	ოზოლა ჯანაძე			150	150	150	150	150	150	150	150	1200
6	დავით ჯაფარიძე	150	150	150	150	150	150					900
7	ია ინკერელი							150	150	100	100	ფონდის დოკუმენტები კომპიუტერულ მენეჯერებთან სპეციალისტის სტუდენტი
2	მივლინება	0	0	0	0	0	2500	0	2500	0	0	დადგენილია 2 მივლინება საერთაშორისო კონფერენციაზე
3	საქონელი და მომსახურება	0	0	0	0	500	0	500	0	0	2000	კონფერენციის სარეგისტრაციო გადამსახური და სტატიის გამოქვეყნების სავსური
3.1	საერთაშორისო კონფერენციის სარეგისტრაციო გადამსახური	0	0	0	0	500	0	500	0	0	0	კონფერენციის სარეგისტრაციო გადამსახური

№	ხარჯის კატეგორია	პროექტის განხორციელების პერიოდი										ჯამური ღირებულება
		აპრილი I თვე	მაისი II თვე	ივნისი III თვე	ივლისი IV თვე	აგვისტო V თვე	სექტემბერი VI თვე	ოქტომბერი VII თვე	ნოემბერი VIII თვე	დეკემბერი IX თვე	იანვარი X თვე	
	თვეები	4750	3250	600	600	1000	900	900	900	3400	850	2850
	პროექტის მონაწილეობის ანაზღაურება	750	750	600	600	0	900	900	900	900	850	850
1	წვდომი ღირებულება	150	150	150	150	0	150	150	150	150	150	1500
2	ლალი კალანდაძე	150	150	150	150	0	150	150	150	150	150	1500
3	მირანდა ხაჯიშვილი	150	150			0	150	150	150	150	150	1200
4	ომარ წაკაძე	150	150			0	150	150	150	150	150	1200
5	ოზოლა ჯანაძე			150	150	0	150	150	150	150	150	1200
6	დავით ჯაფარიძე	150	150	150	150	0	150	150				900
7	ია ინკერელი								150	150	100	ფონდის დოკუმენტები კომპიუტერულ მენეჯერებთან სპეციალისტის სტუდენტი
2	მივლინება	0	2500	0	0	0	0	0	0	2500	0	დადგენილია 2 მივლინება საერთაშორისო კონფერენციაზე
3	საქონელი და მომსახურება	0	0	0	0	1000	0	0	0	0	0	კონფერენციის სარეგისტრაციო გადამსახური და სტატიის გამოქვეყნების სავსური
3.1	საერთაშორისო კონფერენციის სარეგისტრაციო გადამსახური	0	0	0	0	1000	0	0	0	0	0	კონფერენციის სარეგისტრაციო გადამსახური

პროექტის ძირითადი მიღწევები

1	პროექტის ფარგლებში მიღებული მნიშვნელოვანი დასკვნა	პროექტმა დაადასტურა ფლუორესცენციული სპექტროსკოპიის, როგორც არაინვაზიური და მაღალი სიზუსტის დიაგნოსტიკური ინსტრუმენტის ეფექტურობა ჰემატოლოგიური კვლევებისთვის. შესაძლებელი გახდა დაავადებებისა და პათოლოგიური მდგომარეობების აღმოჩენა ტრადიციული კლინიკური მეთოდებისთვის შეუძლებელი დეტალების საფუძველზე.
2	პროექტის მნიშვნელობა სამეცნიერო საზოგადოებისათვის/ უნივერსიტეტისთვის	კვლევამ განავითარა ფლუორესცენციული სპექტროსკოპიის გამოყენების ახალი მეთოდოლოგია, რომელიც მომავალში გააფართოებს დიაგნოსტიკის შესაძლებლობებს. ეს ხელს უწყობს უნივერსიტეტის და ადგილობრივი სამეცნიერო საზოგადოების სამეცნიერო პოტენციალისა და ცნობადობის ამაღლებას.
3	პროექტის ფარგლებში ადგილობრივი ან/და საერთაშორისო თანამშრომლობის ხარისხი (ახალი კვლევითი ჯგუფების ჩამოყალიბება, არსებული ჯგუფების კონსოლიდაცია)	პროექტმა გააძლიერა ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის კვლევითი ჯგუფი (ნუგზარ გომიძე, ლალი კალანდაძე, მირანდა ხაჯიშვილი და სხვ.) და უზრუნველყო კვლევითი ჯგუფის კონსოლიდაცია და ახალი კვლევითი თემატიკის წამოწყება.
4	პროექტის ფარგლებში მიღებული აკადემიური შედეგი (ასეთის არსებობის შემთხვევაში), მაგ. პროექტის ფარგლებში მაგისტრის ან დოქტორის აკადემიური ხარისხის დაცვა	პროექტის ფარგლებში მოხდა დოქტორანტ დავით ჯაკობიას კვლევის ხელშეწყობა, რამაც შეიძლება საფუძველი დაუდოს სადოქტორო დისერტაციის საბოლოო ფორმირებას და დაცვას.
5	პროექტის განხორციელებისას გამოყენებული ახალი და არასტანდარტული მეთოდოლოგია	გამოყენებულ იქნა 3D ფლუორესცენციული სპექტროსკოპია და აგზნება/ემისიის ტალღის სიგრძეების რუკების მეთოდოლოგია, რაც წარმოადგენს არასტანდარტულ და ინოვაციურ მიდგომას ტრადიციულ ჰემატოლოგიურ კვლევებთან შედარებით.
6	ინტერ და კროს დისციპლინარული განვითარება	კვლევა ატარებს ინტერდისციპლინურ ხასიათს, რადგან მოიცავს ფიზიკის, ბიოფიზიკის, მედიცინის და ჰემატოლოგიის მიმართულებებს, რითაც პროექტმა ხელი შეუწყო კროსდისციპლინური თანამშრომლობის გაძლიერებას უნივერსიტეტში.
7	ცოდნისა და ტექნოლოგიის ტრანსფერი (მიუთითეთ შედეგების ტრანსფერი სამთავრობო ინსტიტუტებთან, საწარმოებთან მიმართებაში, ახლი პრაქტიკა/პროცედურები, სადაც კვლევამ ინიცირება მოახდინა ე.წ. Start-up-ების გაშვებაზე)	კვლევის შედეგებს აქვს მნიშვნელოვანი გამოყენებითი პოტენციალი კლინიკური ლაბორატორიების პრაქტიკაში. მომავალში შესაძლებელია მეთოდოლოგიის გადაცემა სამედიცინო დაწესებულებებში და საექსპერტო ლაბორატორიებში. პროექტს ასევე აქვს პოტენციალი, ხელი შეუწყოს სტარტაპების შექმნას (მაგალითად, სპექტროსკოპიული დიაგნოსტიკური მოწყობილობები).
8	ახალგაზრდა მეცნიერთა მოზიდვის, სწავლებისა და განვითარების პროცესი;	პროექტის ფარგლებში აქტიურად იყვნენ ჩართული ახალგაზრდა მეცნიერები, კერძოდ: დოქტორანტი დავით ჯაკობია. კვლევამ ხელი შეუწყო დოქტორანტის სამეცნიერო განვითარების პროცესს, ცოდნის ამაღლებას და კვლევითი უნარების გაუმჯობესებას.
9	ფიზიკური (დანადგარები, ლაბორატორია, ინსტრუმენტები და სხვ)/ინფრასტრუქტურის ინსტიტუციური და ინფორმაციულ რესურსების განვითარება	კვლევისთვის გამოყენებული StellarNet BlackComet სპექტრომეტრი და მისი შესაბამისი მეთოდოლოგია წარმოადგენენ უნივერსიტეტის ინფრასტრუქტურის მნიშვნელოვან ინსტიტუციურ გაძლიერებას. შესაძლებელი გახდა ახალი, თანამედროვე ინსტრუმენტული ბაზის შექმნა, რაც ხელს შეუწყობს შემდგომი კვლევების წარმოებას.
10	უნივერსიტეტის ცნობადობის ამაღლება და პოპულარიზაცია	პროექტის ფარგლებში მიღებულმა სამეცნიერო შედეგებმა ხელი შეუწყო ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტის სამეცნიერო მიღწევების პოპულარიზაციას როგორც საქართველოს სამეცნიერო საზოგადოებაში, ასევე საერთაშორისო დონეზე, მათ შორის სამეცნიერო პუბლიკაციების, სემინარების და კონფერენციების მიშვილობით.

მხარდაჭერა

- გვსურს განსაკუთრებული მადლობა გადავუხადოთ ფიზიკის დეპარტამენტის უფროს მასწავლებელს და **BAU კლინიკის ინჟინერს, ფიზიკის დოქტორს ბატონ კახა მახარაძეს** — პროექტის განხორციელების პროცესში, ჰემატოლოგიური კვლევებისთვის საჭირო ნიმუშების მოპოვებასა და მომზადებაში გამოჩენილი მხარდაჭერისთვის, ასევე ჰემატოლოგებთან მჭიდრო საკონსულტაციო კავშირის უზრუნველყოფისთვის, რამაც არსებითად შეუწყო ხელი კვლევის წარმატებით განხორციელებას.
- ასევე, მადლობას ვუხდით ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ადმინისტრაციას, პროექტის მიზნებიდან გამომდინარე საჭირო ორგანიზაციული ცვლილებების დროულად და სათანადოდ განხორციელებისთვის, რაც შესაძლებლობას გვაძლევდა ეფექტურად დაგვეგეგმა და გვემართა კვლევითი სამუშაოები.

გმადლობთ
ყურადღებისათვის