

Gaisma ādā

Jānis Spīgulis

LU Atomfizikas un spektroskopijas institūta
Biofotonikas laboratorijas vadītājs

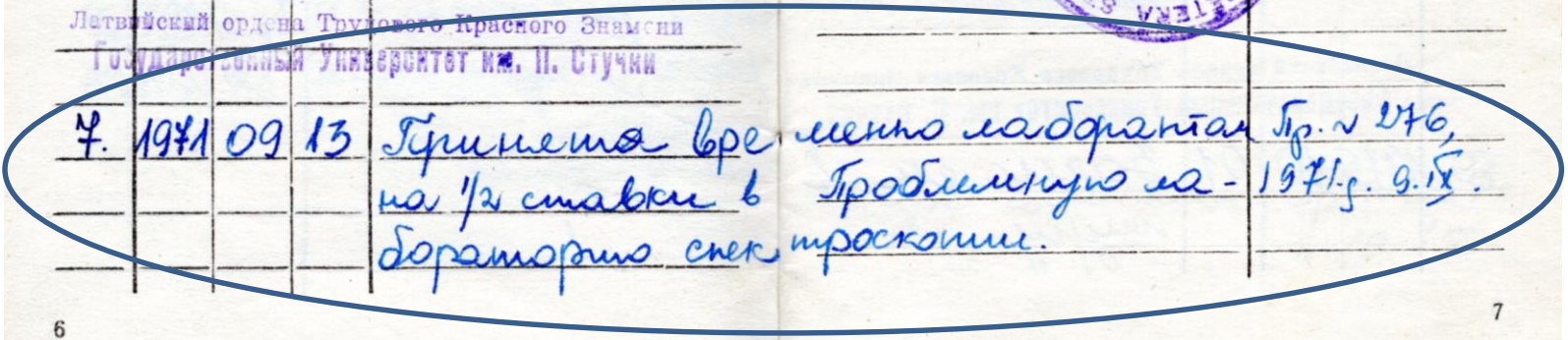
Zinātne un medaļas



- **Zinātne** (mana definīcija): balansēšana uz zināmā un nezināmā robežas, kaut kas pa vidu starp reliģiju, narkomāniju un infekcijas slimību; kas reiz ar to inficējies – grūti izārstēt
- To lieliski saprot politiķi – nauda zinātniekiem nav jādod, ar idejām apsēstie strādās tāpat; «izsalkums veicina jaunradi» (līdzīgi kā māksliniekiem)
- Medaļas sportā piešķir tiem, kas ir pārspējuši savus sāncenšus pēc punktiem, sekundēm, metriem, kilogramiem, vai tml.; visiem ir vienādi apstākļi un skaidri kritēriji, kā noteikt, kurš pelnījis medaļu un kādu
- Zinātnē neskrien pa paralēliem celiņiem - pētnieku komandas darbojas katra savā virzienā, un motivācija nav pārspēt citus, bet drīzāk kopā ar citiem radīt kaut ko jaunu vai vismaz noderīgu sabiedrībai (AG: «nav hipodoms»)
- Tāpēc čempionu zinātnē nav. Komandu sasniegumus īsti objektīvi salīdzināt nevar, bet apbalvojumus (t.sk. medaļas) reizēm piešķir komandu pārstāvjiem
- Protams, katra atzinība (par «LZA Lielo» pat nesapņojot 😊) vairo pārlicību, ka kaut kas no darītā ir tiešām izdevies un dārgais laiks nav notērēts veltīgi

Es šo infekciju saķēru pirms 50 gadiem, būdams LVU fizmatu 4.kursa students; tas fiksēts darba grāmatiņā:

СВЕДЕНИЯ				О РАБОТЕ		
№ записи	Дата			Сведения о приеме на работе и увольнении	работу, перемещениях по (с указанием причин)	На основании чего внесена запись (документ, его дата и номер)
	Год	Месяц	Число			
1	Латвийский ордена Трудового Красного Знамени Государственный Университет им. П. Стучки					
5.	1970	09	18	Принят временно в качестве лаборанта на 1/2 ставки.	Бр. ~ 273, от 18. IX 1970.	
6.	1971	01	01	Уволен в связи с окончанием срока работы. <i>Начальник отдела кадров:</i>	Бр. ~ 276, от 9. IX 1971.	
Латвийский ордена Трудового Красного Знамени Государственный Университет им. П. Стучки						
7.	1971	09	13	Принят временно лаборантом на 1/2 ставки в лабораторию спектроскопии.	Бр. ~ 276, Проблемную на - 1971 г. 9. IX.	



Pusgadsimta pētījumu pamatvirziens: **gaismas praktiskie pielietojumi**

- 1971-1979: sensibilizētās fluorescences kinētika atomu sadursmju procesu raksturošanai (cerībā attīstīt jauna veida lāzerus) → fiz-mat.zin.kand.
- 1980-1994: optoelektronika un šķiedru optika (optisko sakaru u.c. optisko sistēmu elementi) → Dr.habil.phys.
- 1995-2021: biomedicīniskā optika un **biofotonika** (optiskās metodes un ierīces neinvazīvai diagnostikai un monitoringam) → šodienas stāsts

Viss sākās ar nedēļu Oksfordā 1995.gadā ...

MPSS-95

This is to Certify that



Janis Spigulis

*Attended the Second Mayneord-Phillips Summer School on Optics In Medicine,
Held in St Edmund's Hall, Oxford, England, from 2nd to 7th July 1995.*

The Summer School included 25 hours of formal study on the following topics:

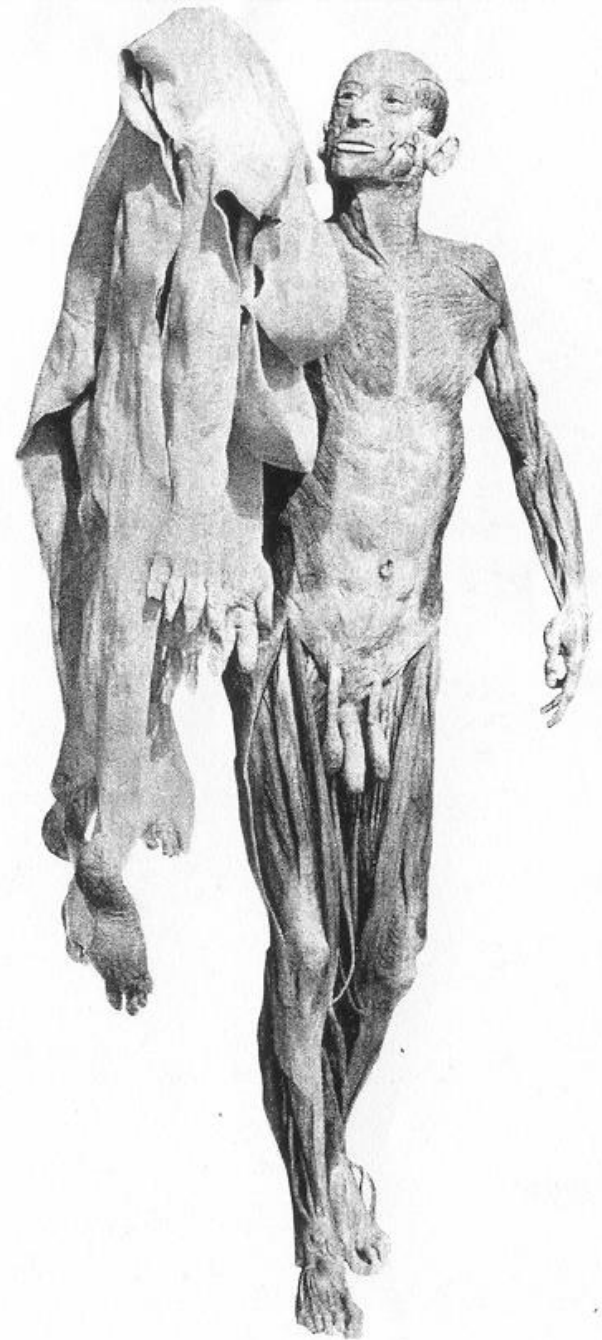
*Light Transport Theory (3); Optical Properties Of Tissue (2); Laser Principles (3);
Light Interactions With Tissues (2); Spectroscopy - Fluorescence & Phosphorescence (1);
Spectroscopy - Visible/NIR (1); Light Delivery Systems (2); Optical Imaging (1);
UV And Skin Optics (2); Ophthalmic Applications (2); Safety (1); Thermography (1);
Photodynamic Therapy (1); Photothermal Therapy (1); Principles Of Optical Detectors (2).*

... un turpinājās >25 gadus Latvijā

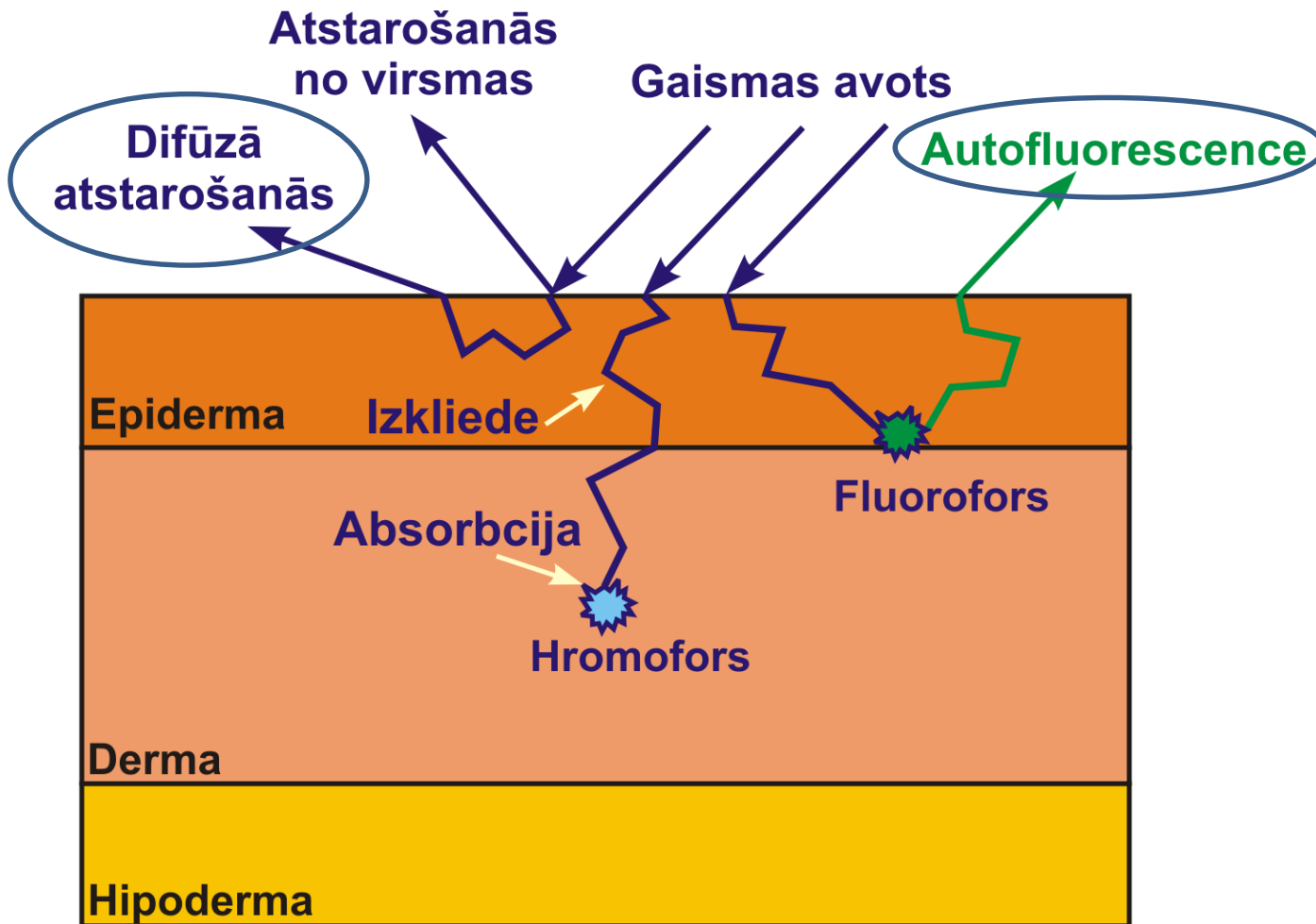
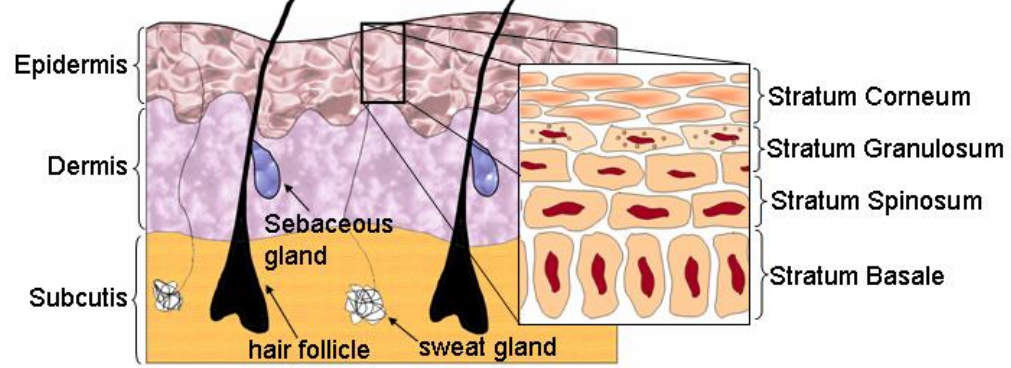
- 1995-2007: LU FMF fizikas maģistrantūras Biomedicīniskās optikas apakšprogramma (>50 absolventu) → šobrīd 4kp. kurss «Biofotonika» LU fizikas maģistrantiem
- 1997: Bio-optikas un šķiedru optikas grupa ASI → **Biofotonikas laboratorija** šodien
- **2020:** ~30 darbinieki (14 Dr), 15 projekti (H2020, ERAF, LZP), 29 SCOPUS publikācijas (5 no tām Q1), budžets 0.93 milj.EUR
- Ar ko mēs varētu lepoties - kopš 2000.gada 95 % publikācijās (185/195) un 96 % patentu pieteikumos (24/25) visi līdzautori bijuši no Latvijas, galvenokārt no mūsu laboratorijas («Latvijas produkti» pasaules tirgū)
- Galvenais interešu objekts: cilvēka ādas optiskās īpašības («gaisma ādā») un to izmantošanas iespējas klīniskajā diagnostikā un veselības parametru monitoringā

Āda - cilvēka lielākais orgāns

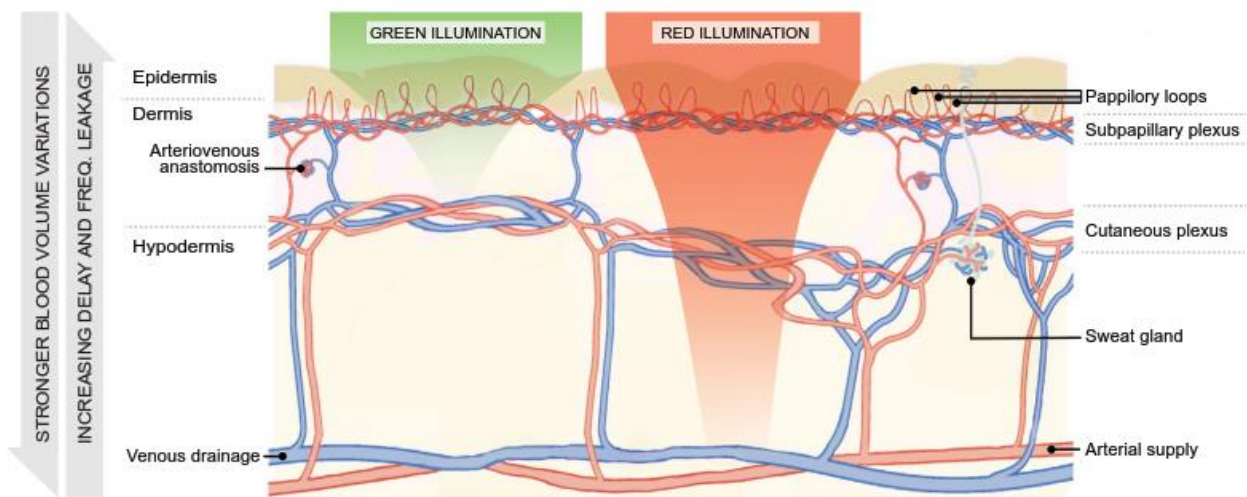
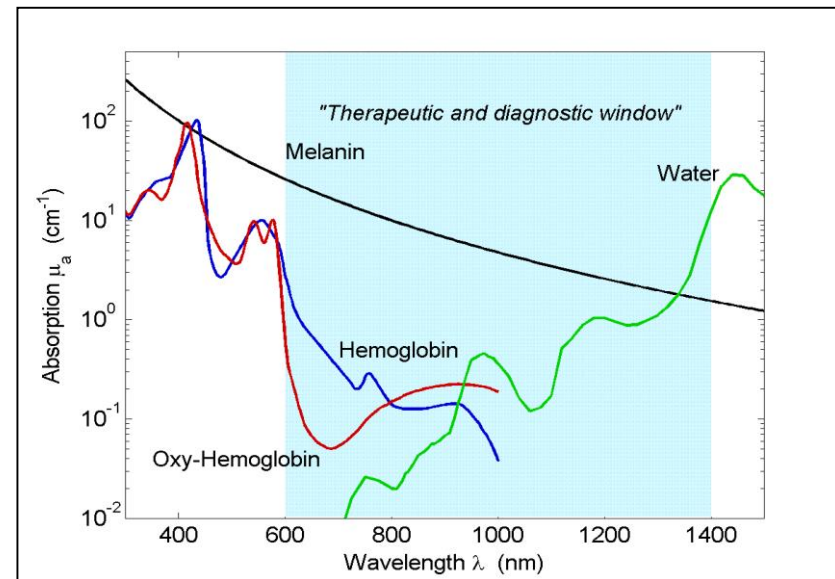
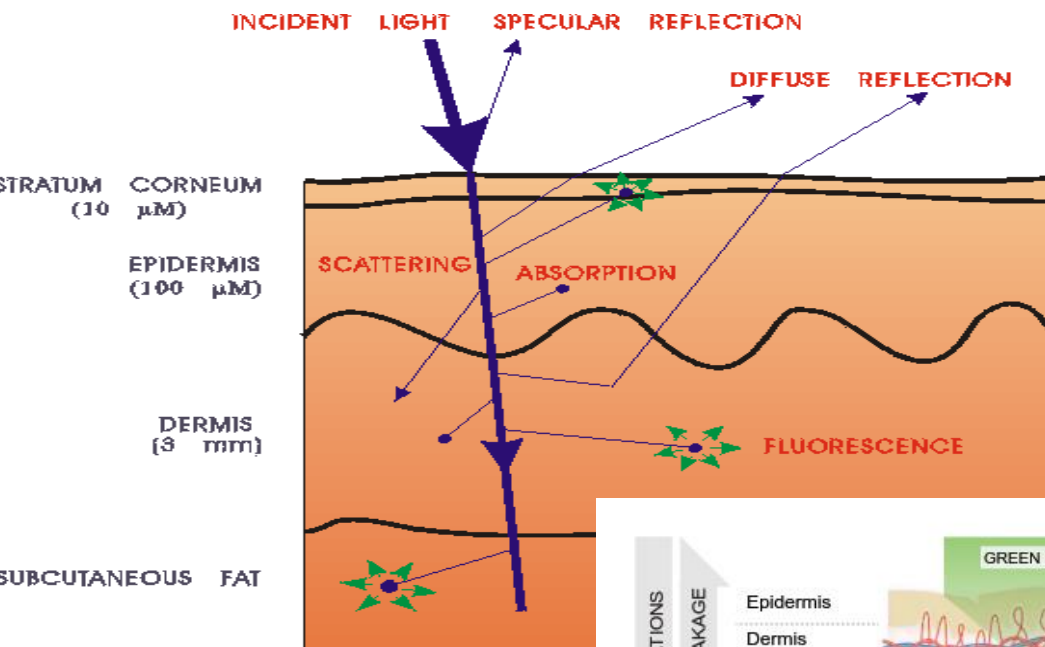
- kopējais laukums 1,5-2 m²
- satur ~ 1l asiņu (15-20% no kopējā)
- matu saknes, sviedru/tauku dziedzeri
- piedalās temperatūras regulācijā, ūdens un sāļu apmaiņā
- aizsargā iekšējos audus – gan mehāniski, gan bioķīmiski
- ādas receptori nodrošina sajūtas (tauste, silts/auksts, sāpes)
- svarīgi, lai āda ir vesela – kā optikas metodes var palīdzēt?



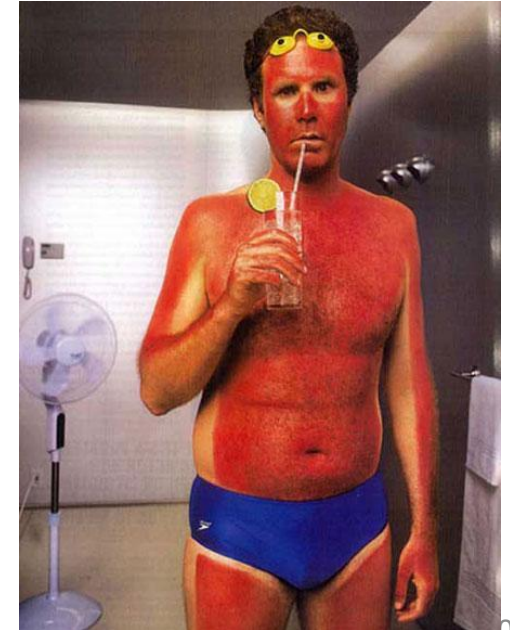
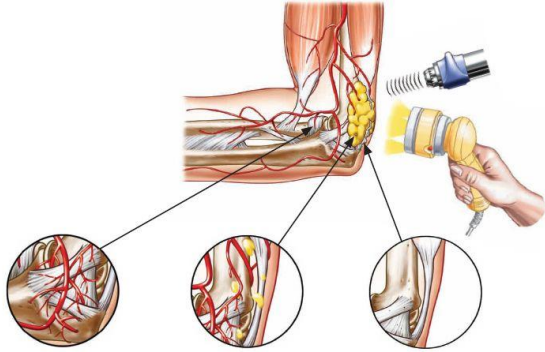
GAISMA ĀDĀ



Ādas hromoforu absorbēcija un gaismas iespiešanās dziļums

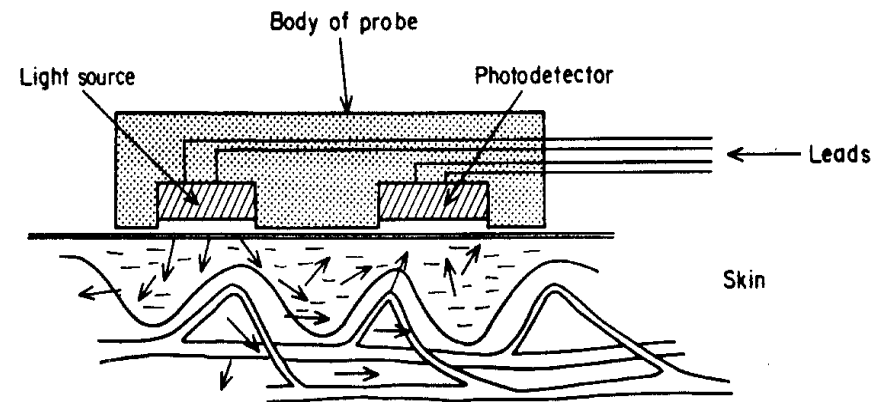
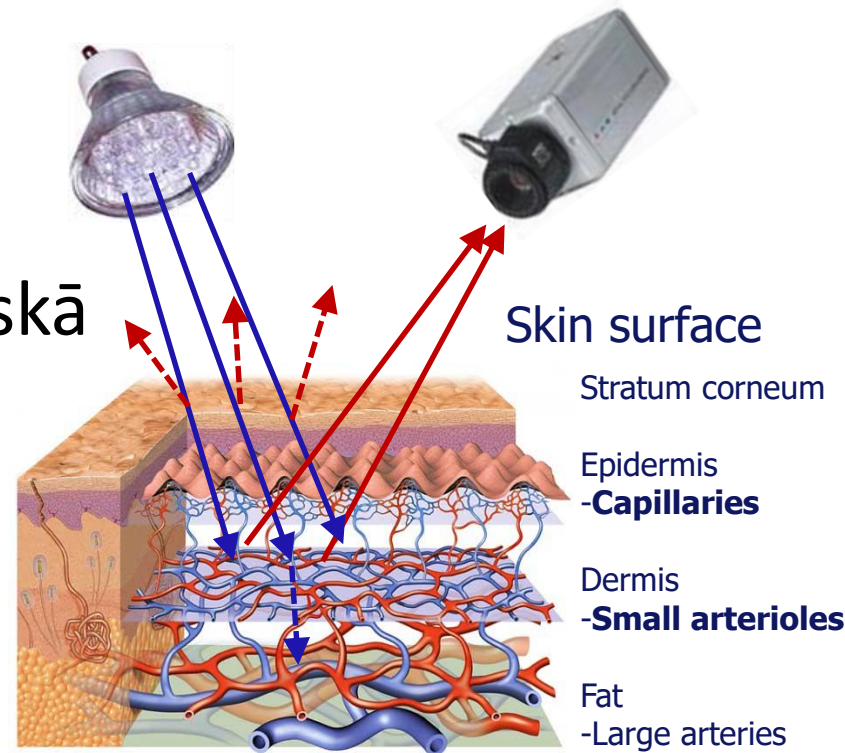


Ādas optikas medicīniskie pielietojumi: biostimulācija, onkoloģija (PDT), fototerapija, lāzeru kosmētika un ķirurģija, diagnostika, monitorings



Mūsu laboratorijā attīstītās metodes

- Ādas asinsrites pulsāciju optiskā detektēšana (fotopletizmogrāfija - PPG) ar kontakta un bezkontakta metodēm
- Ādas difūzās atstarošanas spektrometrija, kinētika (ps) un multispektrālā attēlošana
- Ādas fluorescences spektrometrija, attēlošana, fotoizbalēšanas procesi un kinētika (ps)



Kas pa šiem gadiem ir sastrādāts?

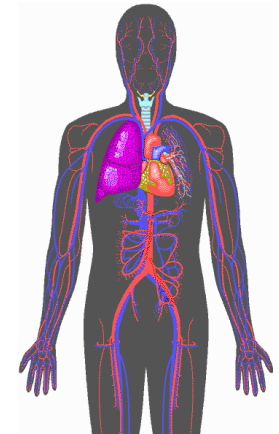
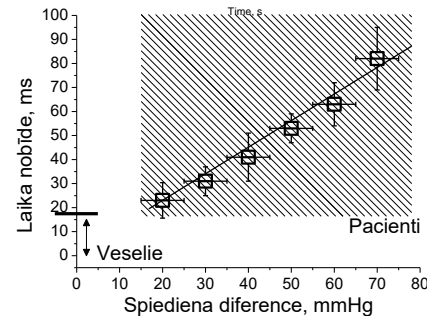
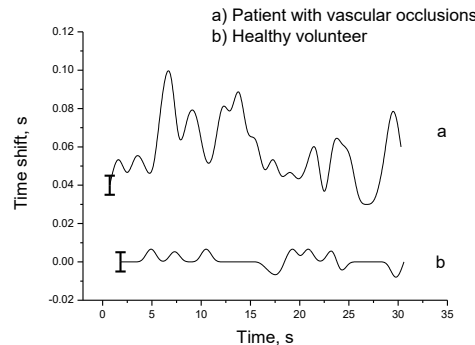
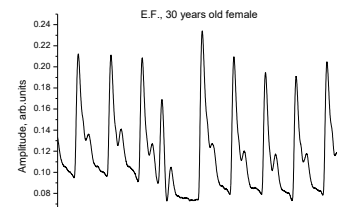
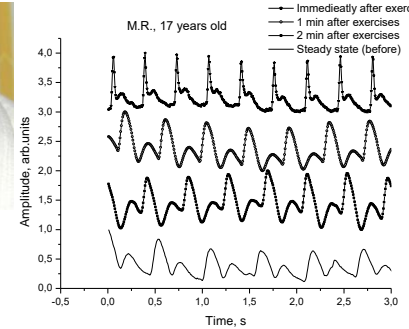
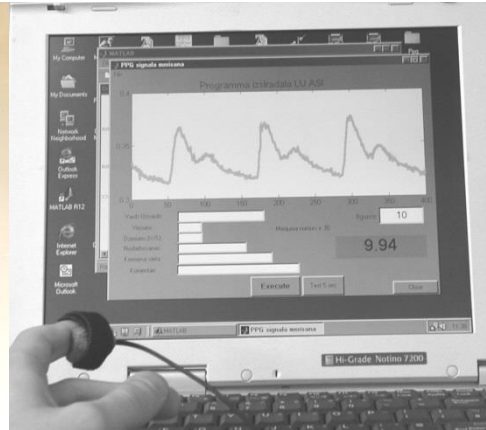
→ priekšstatu sniedz laboratorijā izstrādāto promocijas darbu tematikas un rezultāti

... jo galvenie darba rūķi visos laikos bijuši un ir mani doktoranti

10 promocijas darbi jau sekmīgi aizstāvēti, un katrs no tiem ir sniedzis nopietnu ieguldījumu ādas biofotonikas tālākā attīstībā

Renārs Erts

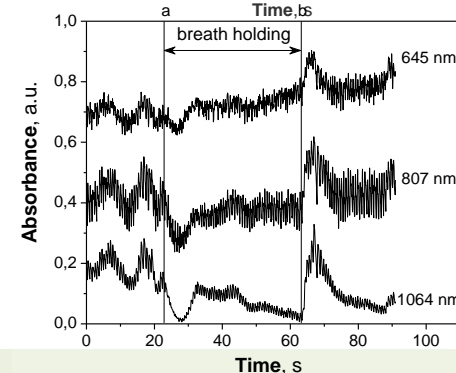
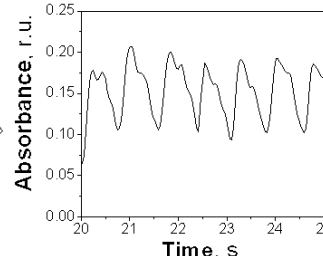
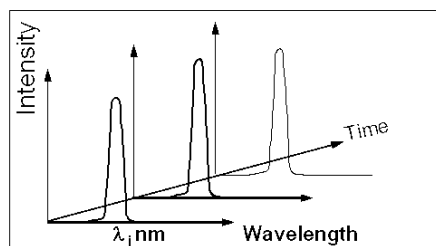
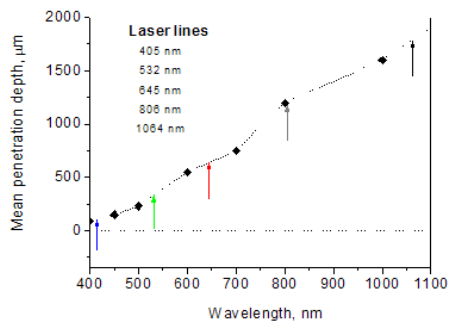
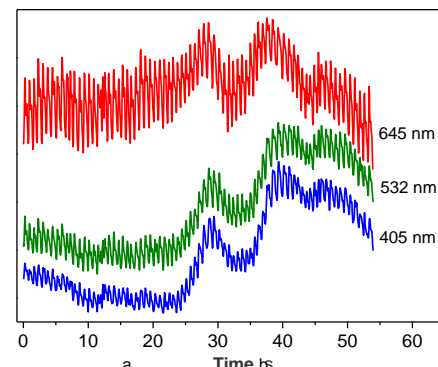
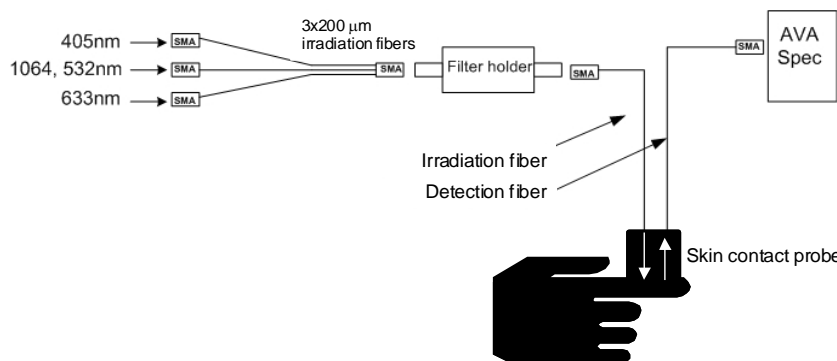
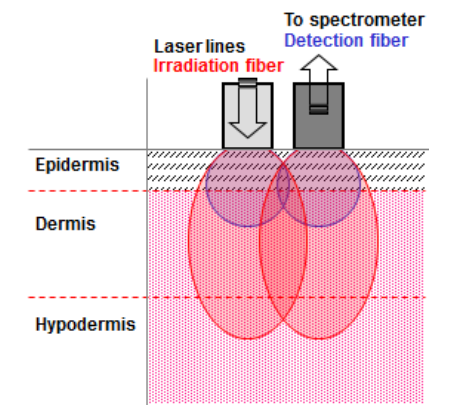
«Jaunas fotopletizmogrāfijas metodes un ierīces neinvazīvai sirdsdarbības un asinsrites kontrolei» – aizstāvēts 2007.g.



Lāasma Gailīte

«Multispektrālās fotopletizmogrāfijas metode ādas asinsrites raksturošanai»

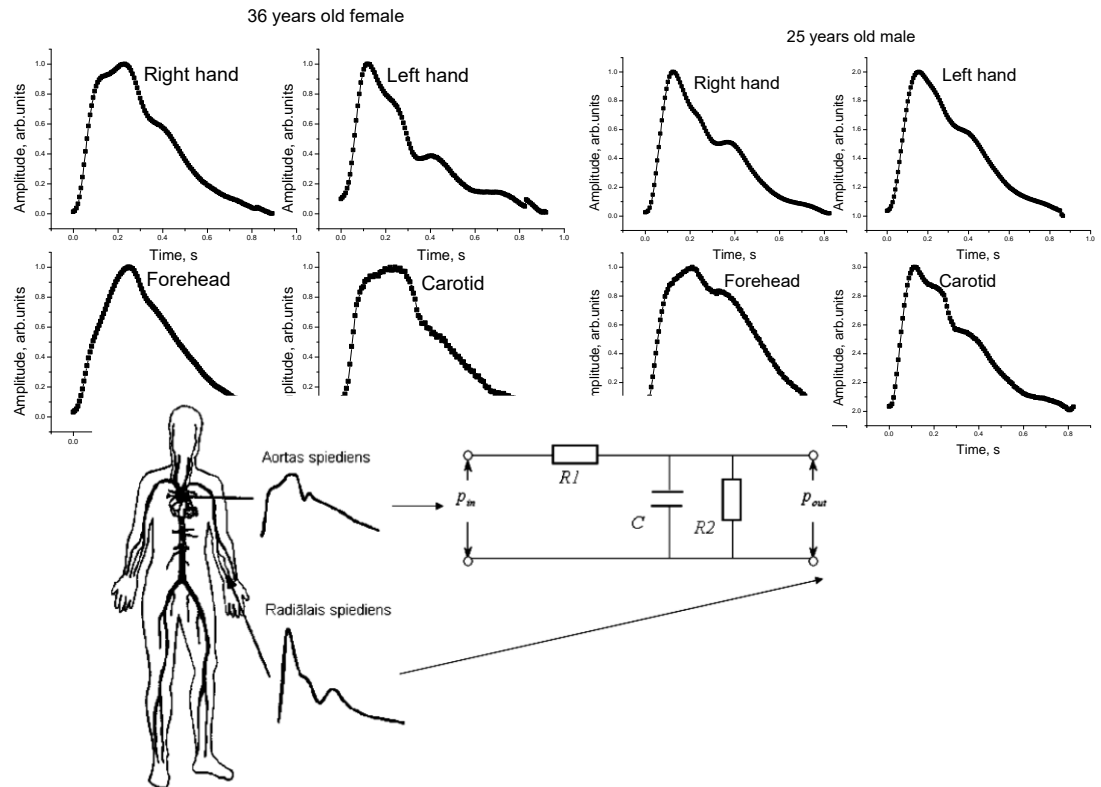
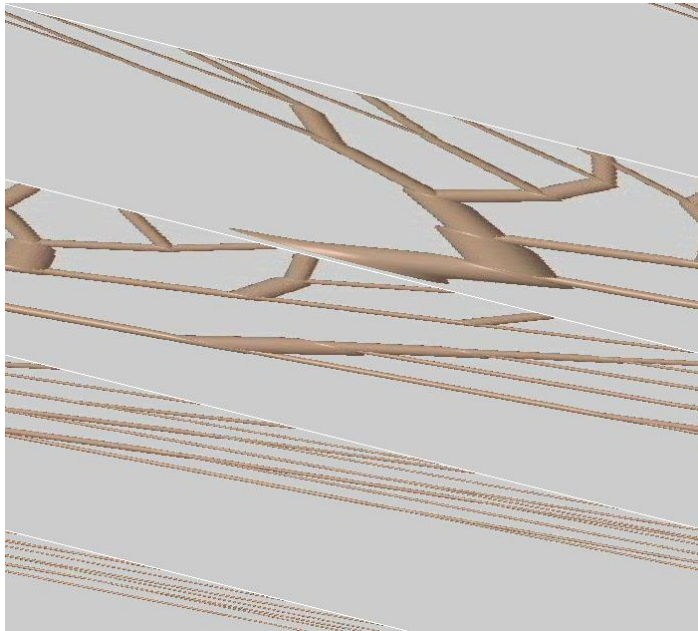
(doktorante 2006-2008, pārcēlās uz Vāciju)



J.Spigulis, L.Gailite, A.Lihachev, R.Erts. Simultaneous recording of skin blood pulsations at different vascular depths by multiwavelength photoplethysmography, Applied Optics 46 (10), 1754-1759 (2007) – 88 citējumi GS

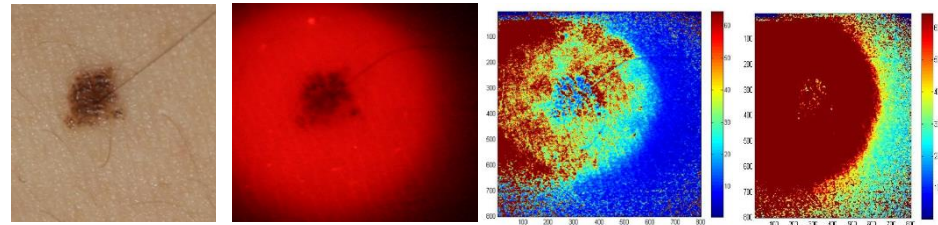
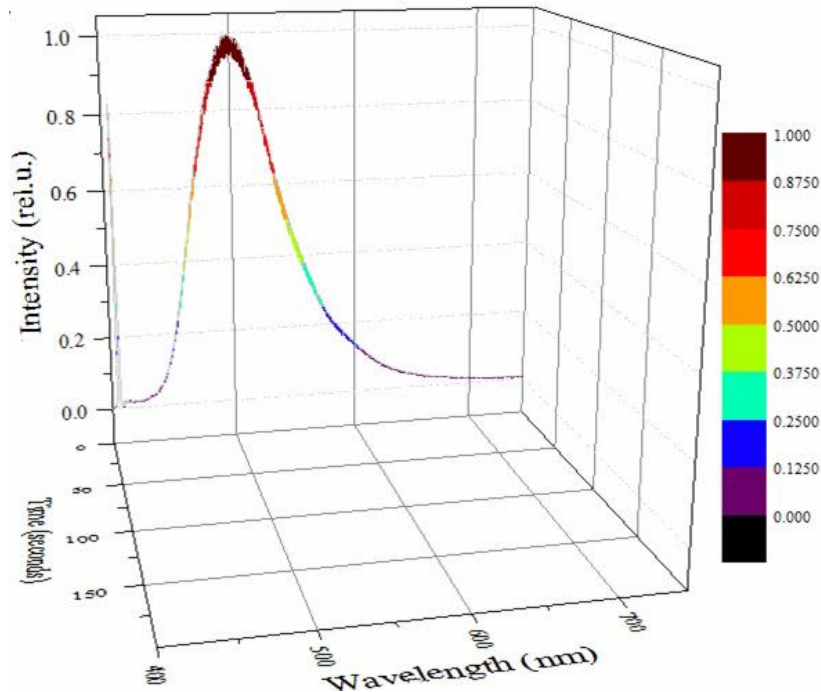
Uldis Rubīns

«Fotopletizmogrāfijas biosignālu formas analīze un asinsplūsmas dinamikas modelēšana» – aizstāvēts 2009.g.

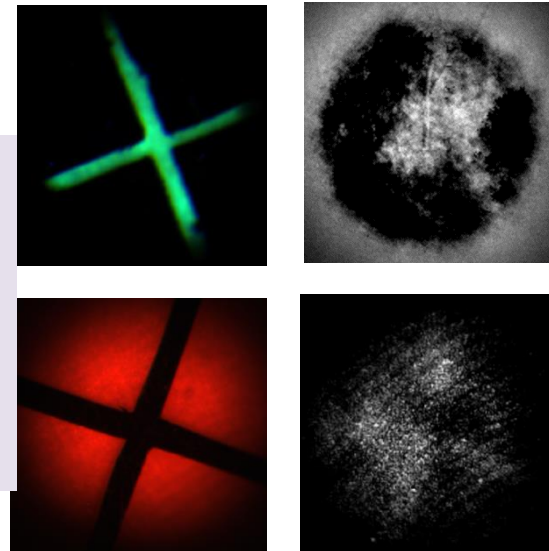


Aleksejs Ļihačovs

«Lāzeru ierosinātas in-vivo ādas autofluorescences un remisijas kinētika»
– aizstāvēts 2011.g.



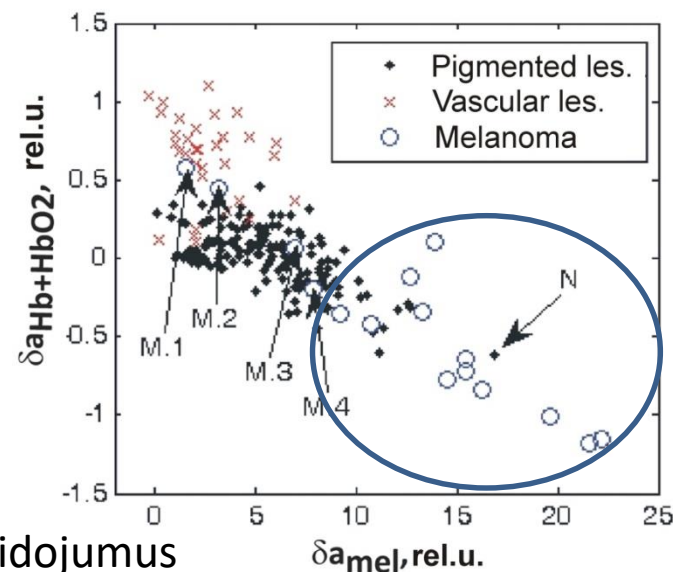
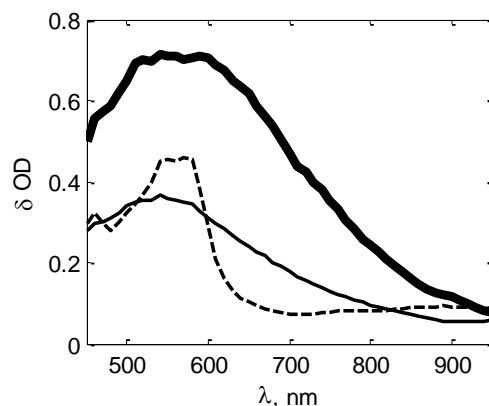
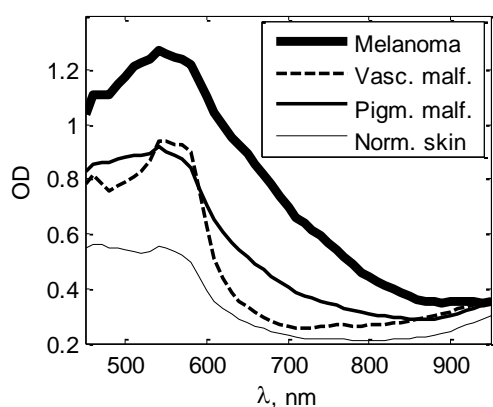
Ādas AF
fotoizbalēšana
un
«fotoatmiņa»



Ilona Kuzmina



«Kontakta un bezkontakta difūzās atstarošanas spektrometrija ādas patoloģiju novērtējumam» – aizstāvēts 2011.g.

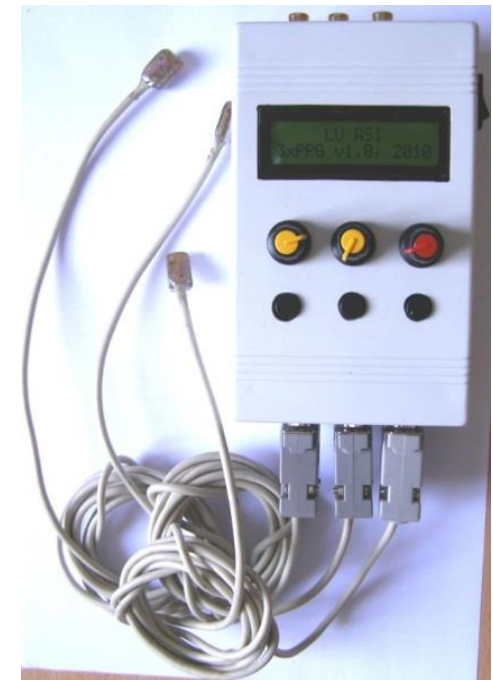
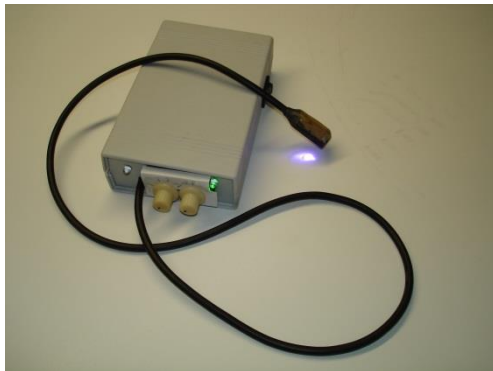
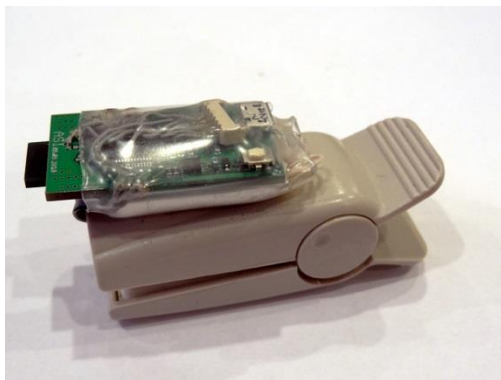


Pirmie mēģinājumi pēc ādas atstarošanas spektriem un spektrāliem attēliem identificēt un klasificēt patoloģiskos veidojumus

Edgars Kviesis-Kipge



«Optisko metožu un ierīču izstrāde sirdsdarbības un asinsrites kontrolei reālā laikā» – aizstāvēts 2013.g.

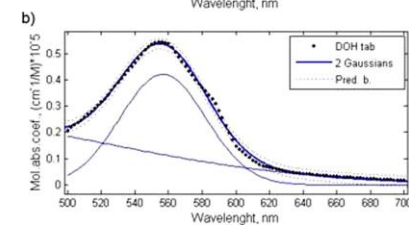
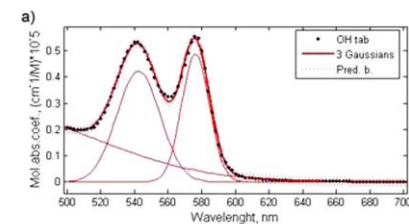
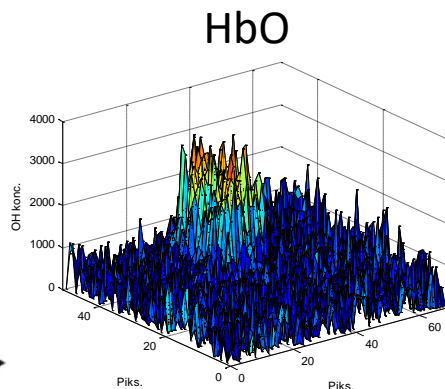
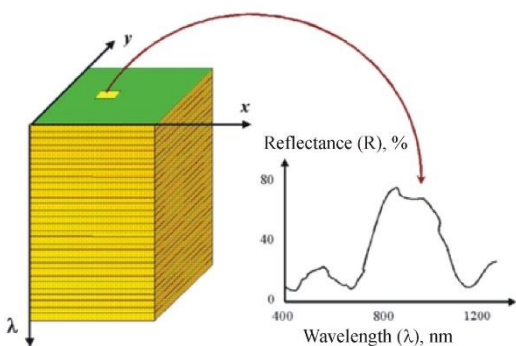
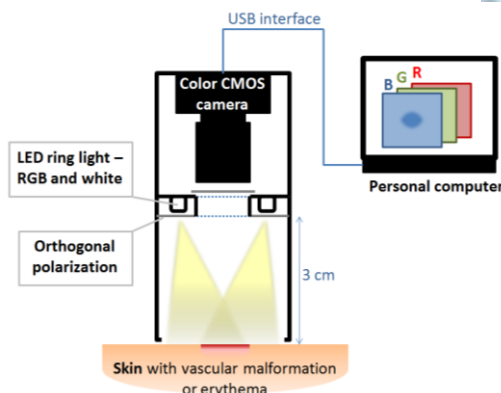
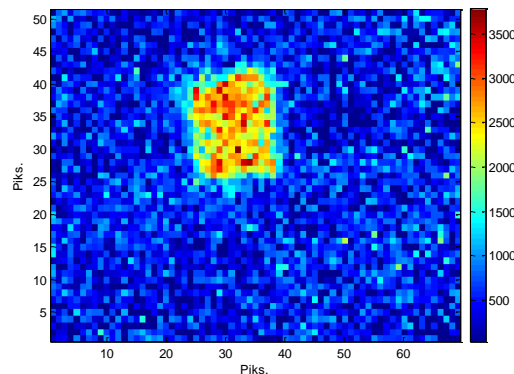


E.Kviesis-Kipge, A.Grabovskis, Z.Marcinkevics, V.Mecnika, O.Rubenis, [Wearable photoplethysmography device prototype for wireless cardiovascular monitoring](#), Proc.SPIE 9129 (2014).

Dainis Jakovels



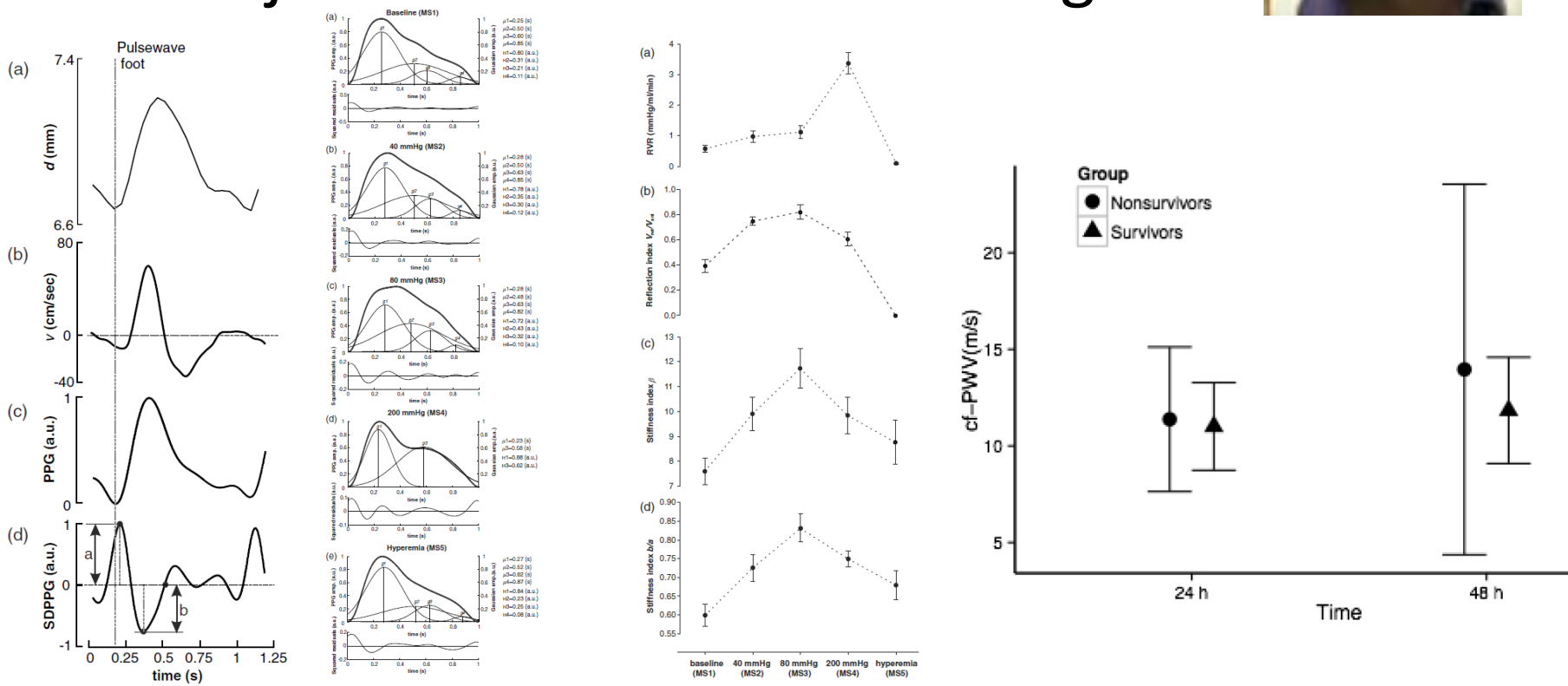
«Optiskās metodes ādas parametru izpētei un kartēšanai» – aizstāvēts 2014.g.



Andris Grabovskis



«Magistrālo artēriju fotopletizmogrāfija un tās pielietojumi hemodinamiskā stāvokļa novērtējumam» – aizstāvēts 2015.g.

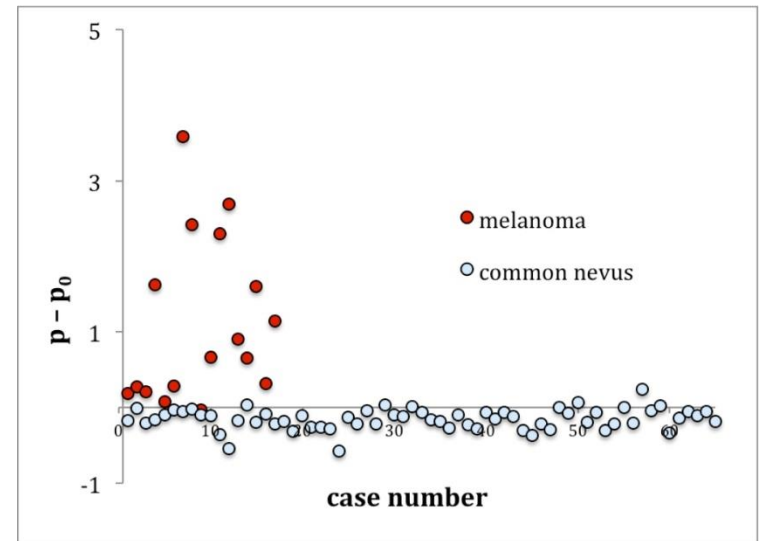
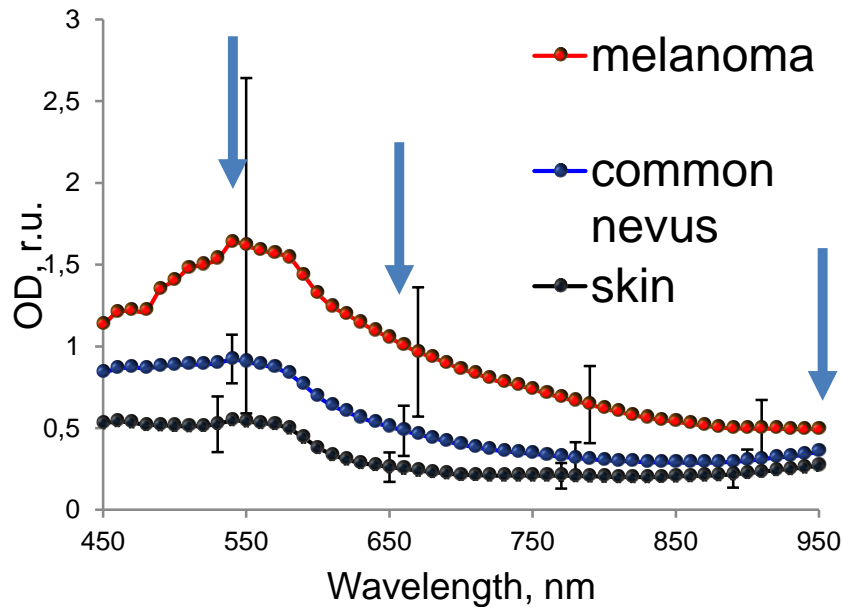


A.Grabovskis, Z.Marcinkevics, U.Rubins, J.I.Aivars, [Two-stage multi-Gaussian fitting of conduit artery photoplethysmography waveform during induced unilateral hemodynamic events](#), Journal of Biomedical Optics 20(3),035001 (2015).

Ilze Diebele-Ļihačova



«Ādas onkoloģisko patoloģiju diagnostika ar multispektrālās attēlošanas metodi» – aizstāvēts 2015.g.



$$p = OD_{650} + OD_{950} - OD_{540}$$

Sens/Spec = 94% / 89%

I.Diebele, I.Kuzmina, A.Lihachev, J.Spigulis, J.Kapostinsh, A.Derjabo, L.Valeine, [Clinical evaluation of melanomas and common nevi by spectral imaging](#). Biomedical Optics Express 3 (3), 467-472 (2012) – 92 citējumi GS

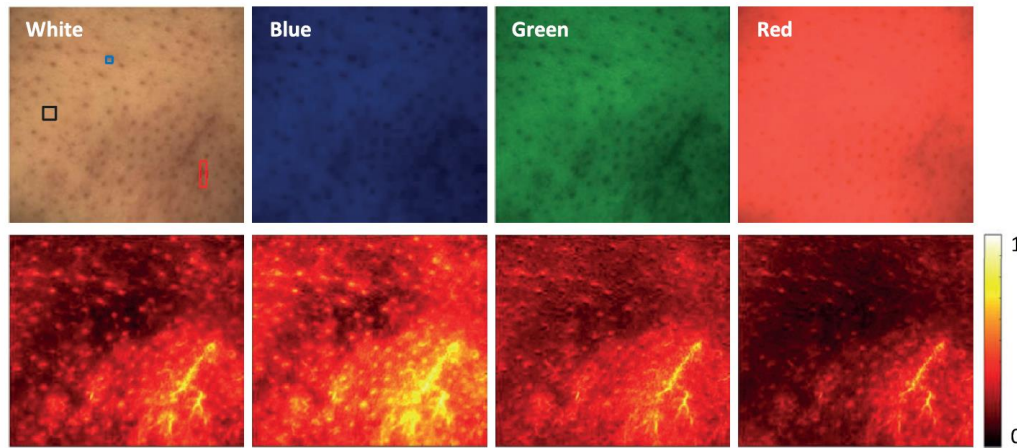
Inga Saknīte

«Optiska neinvazīva ādas bilirubīna, hemoglobīna un ūdens novērtēšana» – aizstāvēts 2015.g.



Physiol. Meas. 37 (2016) 333

I Saknīte et al

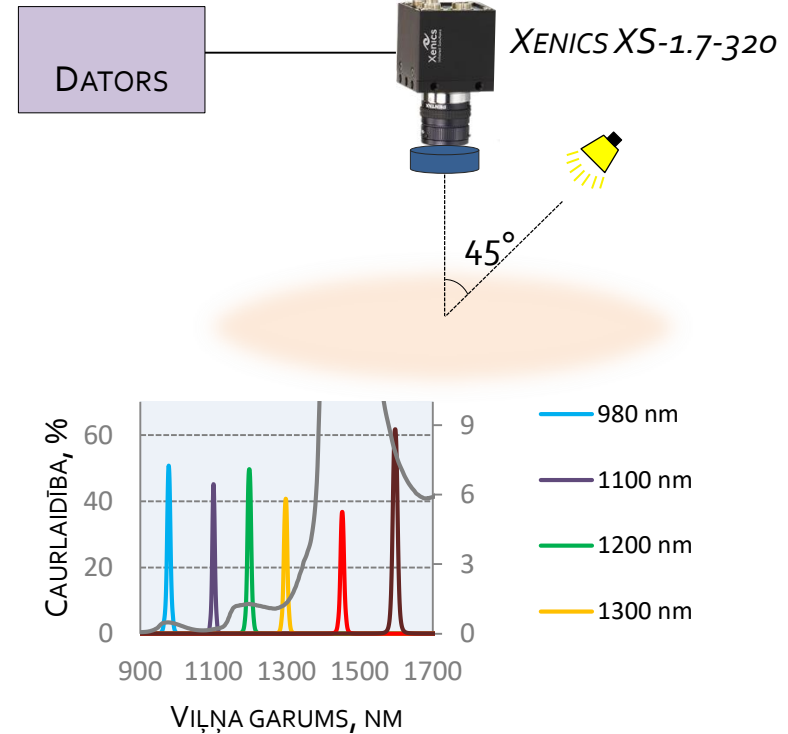


$$EI_{RG} = \frac{I(R)}{I(G)}$$

$$EI_{BC} = \frac{I(G) - I(R)}{I(G) + I(R)}$$

$$EI_{BRG} = \frac{\sqrt{I(B) \cdot I(R)}}{I(G)}$$

$$EI_{BG} = 100 \cdot \frac{I(B)}{[I(G)]^2}$$

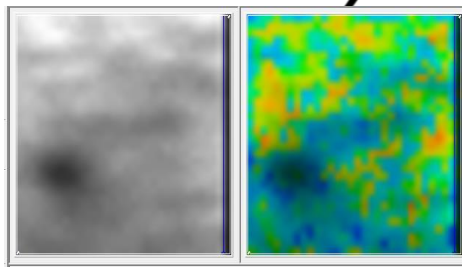
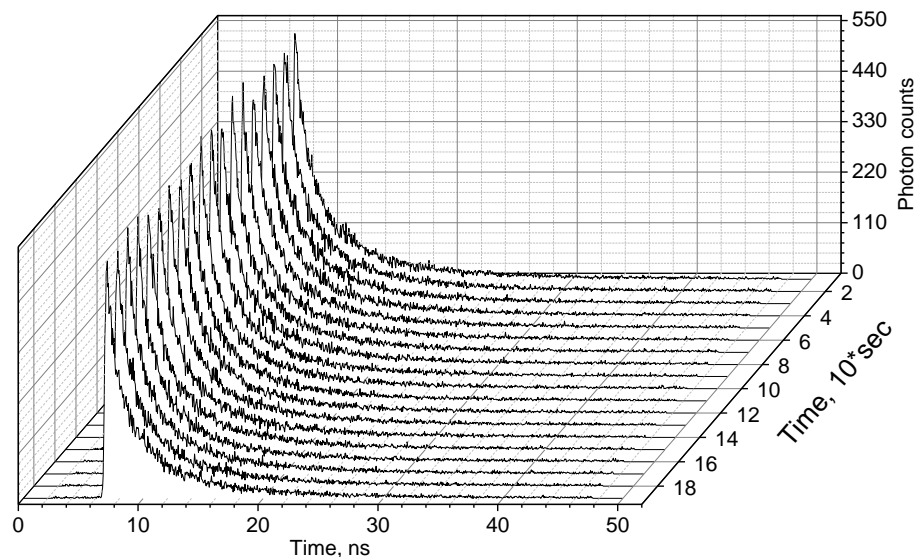
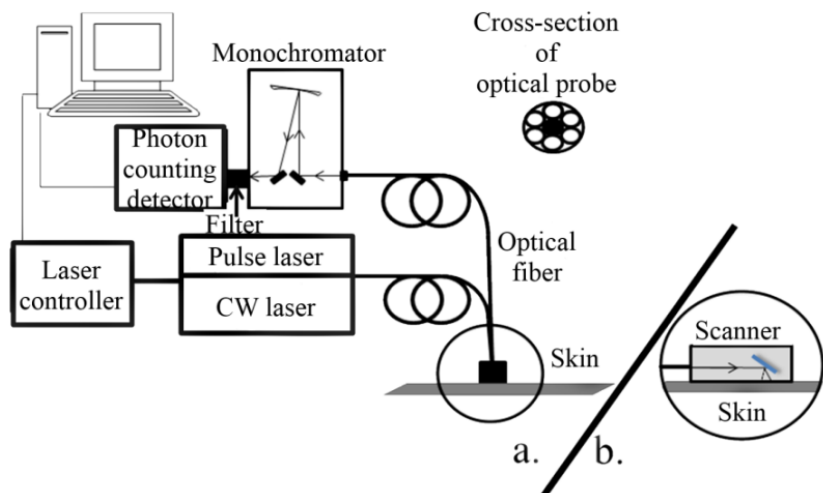


I.Saknīte, A.Zavorins, D.Jakovels, J.Spigulis, J.Kisis, Comparison of single-spot technique and RGB imaging for erythema index estimation, *Physiological Measurement* 37(3), 333-346 (2016).

Vanesa Lukinsone (I.Feruļova)



«In-vivo ādas autofluorescences kinētika
nepārtauktā un impulsu lāzeru ierosmē»
– aizstāvēts 2017.g.



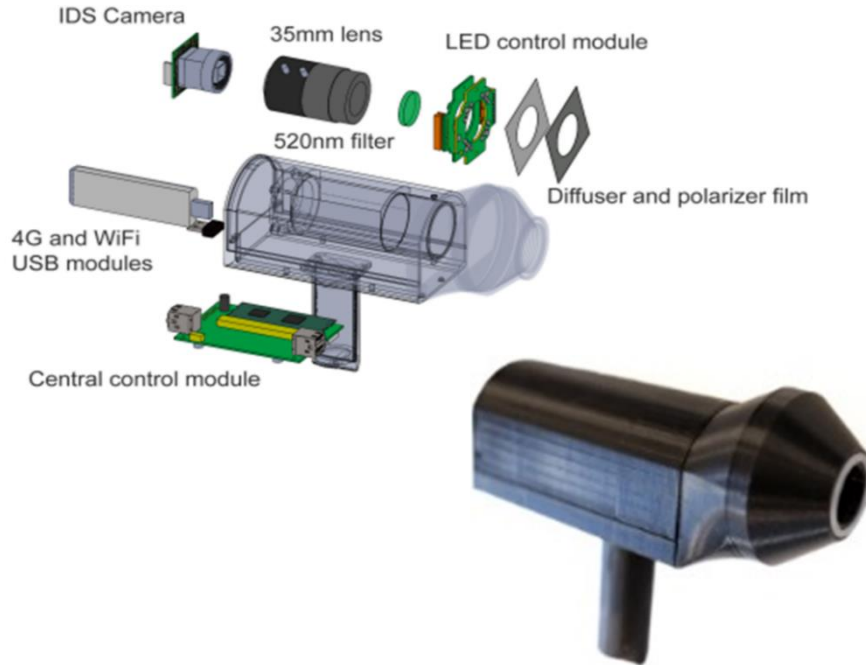
Intensity image

τ_2 FLT distribution image

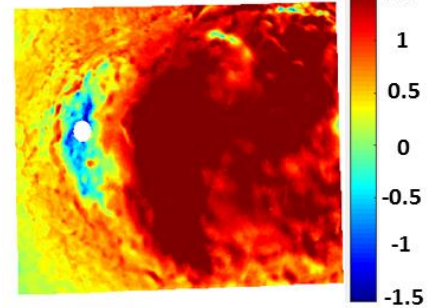
I.Ferulova, A.Lihachev, J.Spigulis. [Photobleaching effects on *in-vivo* skin autofluorescence lifetime](#). *J.Biomed.Opt.*, 20(5), 051031 (2015) – 20 citējumi RG.

Marta Laņģe

«Attēlošanas tehnoloģijas bioloģisko audu neinvazīvam novērtējumam» - doktorante
2014.-2018.g.

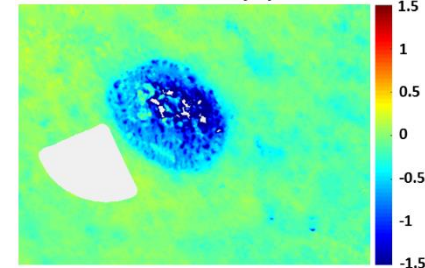


Melanomas kritērija p' karte



Melanoma

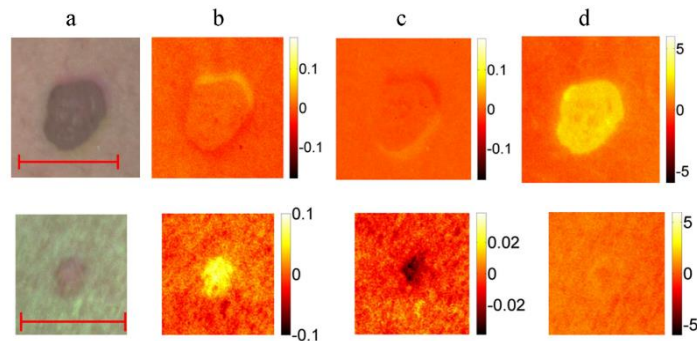
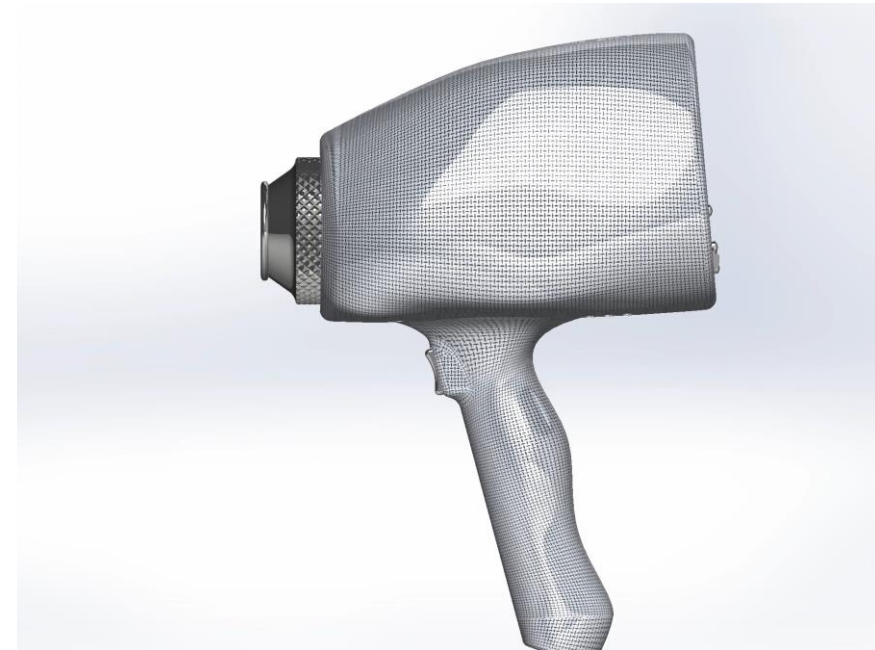
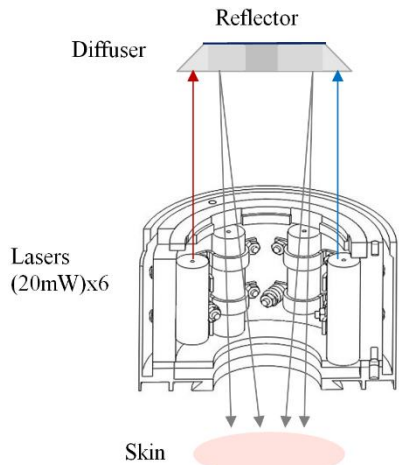
Melanomas kritērija p' karte



Nēvuss

Ilze Ošiņa

«Spektrālīniju attēlu iegūšana un pielietojumi» – doktorante 2017.-2020.g.



pigmented
nevus

haemangioma

J.Spigulis, I.Oshina, A.Berzina, A.Bykov, Smartphone snapshot mapping of skin chromophores under triple-wavelength laser illumination. Journal of Biomedical Optics 22 (9), 091508 (2017) – 51 citējums GS.

«Proof-of-concept» prototipa ierīces



Melanomas ekspress-
diagnostikas ierīce, 2019



Anestēzijas bezkontakta
kontroles ierīces, 2017



SkImager - ādas multimodālas
attēlošanas ierīce, 2013



Ādas multispektrālās un fluorescentās
attēlošanas ierīces uz viedtālrunu bāzes, 2015



Ierīce ādas spektrālo
attēlu iegūšanai
vienlaicīgi pie četriem
viļņu garumiem, 2020

Mūsu izstrādāto un aprobēto biofotonikas metožu **nozīmīgākie klīniskie pielietojumi**

- **Artēriju stenozes ātra noteikšana ar bilaterālās PPG metodi** (R.Erts)
- Vienlaicīga **dažāda dziļuma asinsvadu pulsāciju analīze ar multispektrālās PPG metodi** (L.Gailīte)
- **Anestēzijas iedarbības bezkontakta kontrole reālā laikā ar PPG attēlošanas metodi** (U.Rubīns)
- Dažādu **ādas fluoroforu atšķiršana pēc autofluorescences fotoizbalēšanas laiku sadalījuma attēliem** (A.Ļihačovs)
- **Agrīna sepses diagnostika ar kombinētu multispektrālās un termiskās attēlošanas metodi** (A.Grabovskis)
- **Ādas melanomas operatīva atpazīšana ar triju spektrālo attēlu parametrizācijas metodi** (I.Ļihačova)
- **Pigmentu (hromoforu) kartēšana ādas jaunveidojumos un citos krāsainos objektos ar spektrālīniju attēlošanas metodi** (I.Ošiņa)
- **Pulsoksimetru u.c. ierīču precizitātes uzlabošana, izmantojot fotonu noskrējiena ādā eksperimentālas noteikšanas metodi** (V.Lukinsonē)

Rezumējot ...

- Biofotonikas virziens ir sekmīgi attīstījies un apliecinājis savu dzīvotspēju Latvijā - iedzīvojies LV «ekosistēmā»
- Laboratorijas projektos izaugusi un nobriedusi jauna pētnieku paaudze, kas šo virzienu attīsta tālāk
- Galvenais novēlējums viņiem – nebaidīties no jauniem izaicinājumiem un rast problēmām oriģinālus risinājumus, realizēt savas trakās idejas par spīti «veselajam saprātam»
- Pagaidām šaurā vieta – kā mūsu piedāvātos konceptus un konstruktīvos risinājumus novest līdz ikdienas klīniskai praksei («*technology transfer*»): uzdevums nākotnei
- Noslēgumā - milzīgs **PALDIES** par atbalstu un auglīgo sadarbību visiem kolēģiem – no laboratorijas, LU (ASI, CFI, ĶFI, FMOF&BF), RTU, EDI, BMC, ... + sadarbības dakteriem un brīvprātīgajiem pacientiem, kuri riskēja ar savu ādu zinātnes vārdā!

Paldies visiem par uzmanību!

