

Laboratorijas un klīniskie mērījumi sirds darbības un asinsrites parametru bezkontakta monitoringam tuvajā infrasarkanajā spektra diapazonā

VPP „SOPHIS” 3.projekta
„Biofotonika: attēlošana, diagnostika un monitorings”
3.posma zinātniskā atskaite

U.Rubīns, E.Kviesis-Kipge
2016.g. 1.decembrī



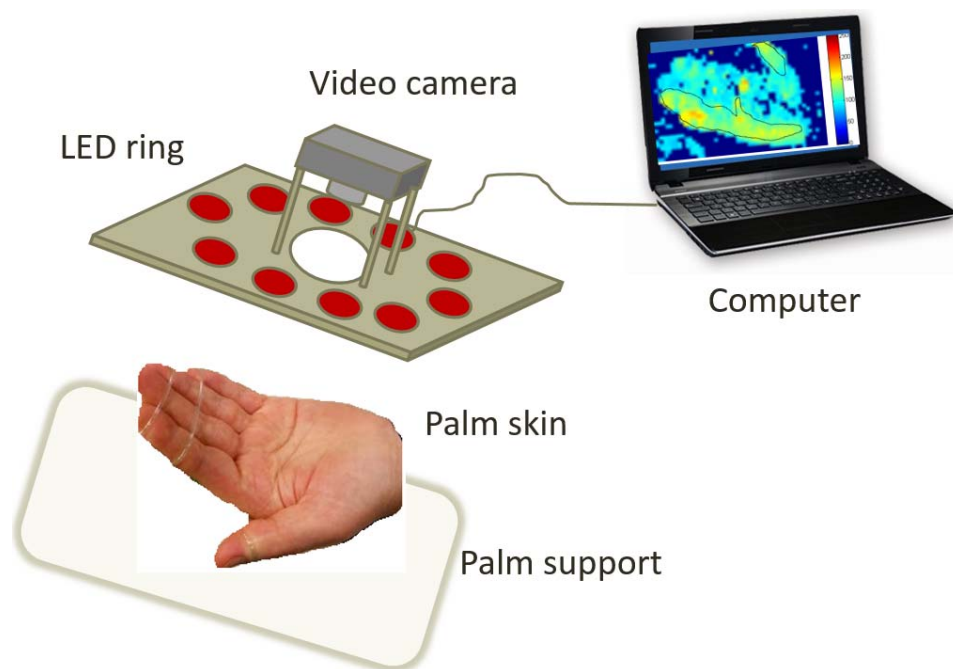
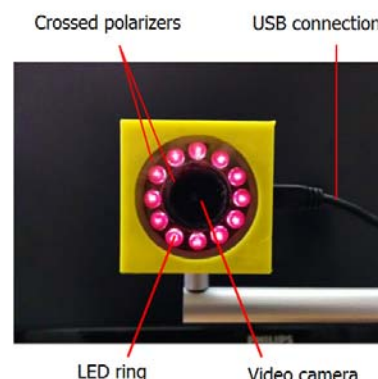
Darba uzdevumi

Veikt laboratorijas un klīniskos mērījumus jauno attēlošanas tehnoloģiju aprobācijai sirdsdarbības un asinsrites parametru bezkontakta monitoringam tuvajā infrasarkanajā spektra diapazonā.

Bezkontakta fotopletizmogrāfijas ierīces

Ierīces 1. versija

Kubs 4x4x5 cm,
12 LED 760nm apgaismotājs
IDS uEye CMOS kamera
752×480pix/87fps/8-bit



Ierīces 2. versija

Platforma 10x15x5 cm,
12 LED 760nm apgaismotājs
XIMEA CMOS kamera
640x480pix/500fps/8-12bit

Pētījumu virzieni

1. Laboratorijas mērījumi, izmantojot prototipa kameru un augstas izšķirtspējas kameru zemādas bezkontakta fotopletizmogrāfijas mērījumiem tuvajā IS diapazonā.
2. Klīniskie mērījumi reģionālās anestēzijas efektivitātes noteikšanai.

1. pētījums

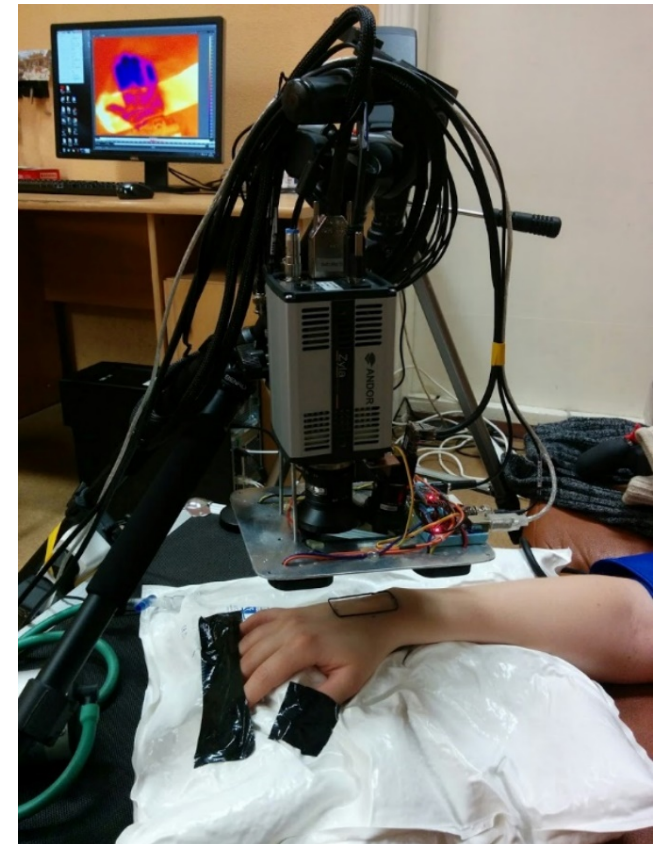
1. Laboratorijas mērījumi, izmantojot prototipa kameru un augstas izšķirtspējas kameru zemādas bezkontakta fotopletizmogrāfijas mērījumiem tuvajā IS diapazonā.
2. Klīniskie mērījumi reģionālās anestēzijas efektivitātes noteikšanai.

Laboratorijas mērījumi bFPG sistēmas validācijai tuvajā IS diapazonā

Pētījuma mērķis bija pārliecināties par izstrādātās bFPG prototipa ierīces lietderību ādas asinsrites mērījumiem, un salīdzināt to ar profesionālo zinātnisko aparatūru.

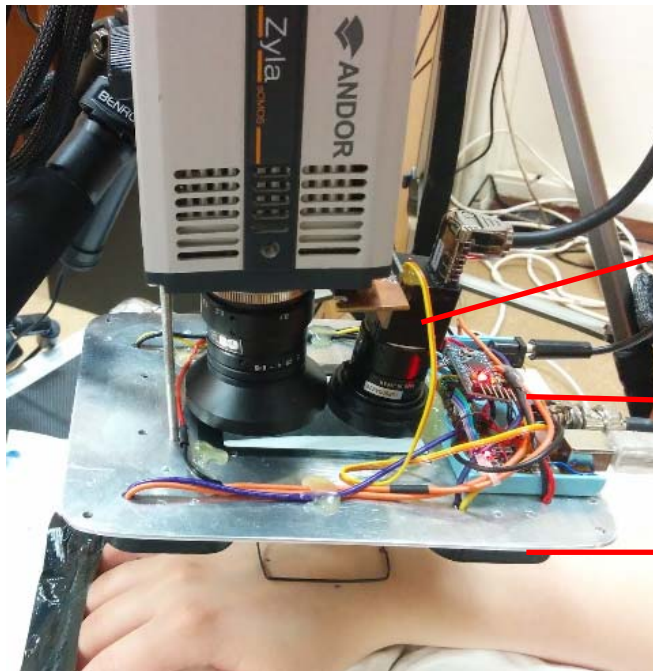
Pētījumā tika iesaistīti 11 veseli cilvēki, no kuriem tika iegūti 10 veiksmīgi mērījumi. Katra persona tika noguldīta uz kušetes, labā roka nofiksēta ar vakuuma spilvena un līmīlentes palīdzību.

Virs plaukstas 10-15 cm attālumā tika novietota platforma, kas iekļauj sevī starojuma avotus, prototipa videokameru, profesionālo kameru un vadības bloku.



Laboratorijas mērījumi bFPG sistēmas validācijai tuvajā IS diapazonā

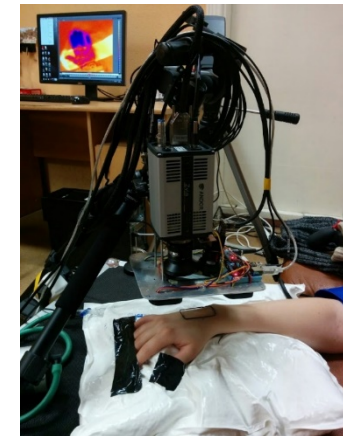
ANDOR references kamera



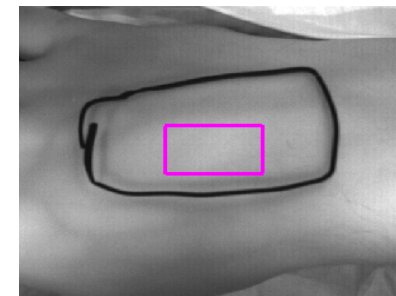
Ximea bFPG
prototipa kamera

Arduino
kontrolieris

Infrasarkanie
gaismas avoti



Kameras skats



Prototipa kamera: *Ximea* – CMOS, 8-bitu, 640x480 piks., 50 kadri/sek.
References kamera: *ANDOR* – dzesējama sCMOS (0°C), 16-bitu
512x120 piks., 50 kadri/sek.

Laboratorijas mērījumi bFPG sistēmas validācijai tuvajā IS diapazonā

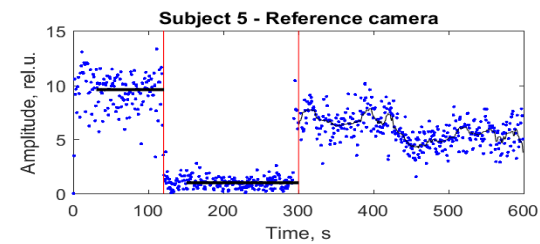
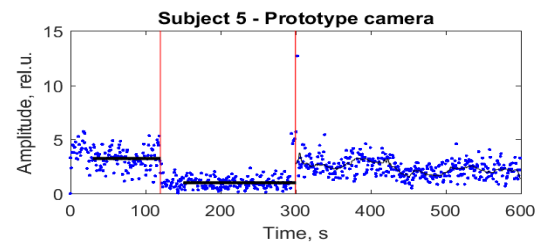
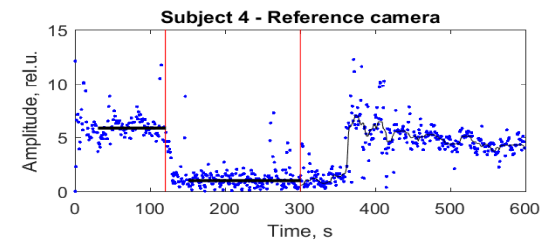
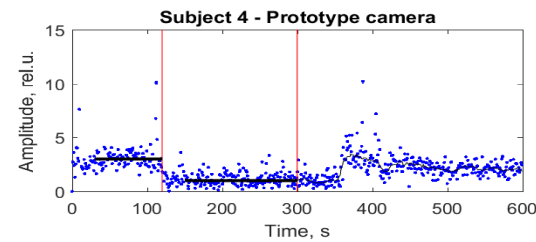
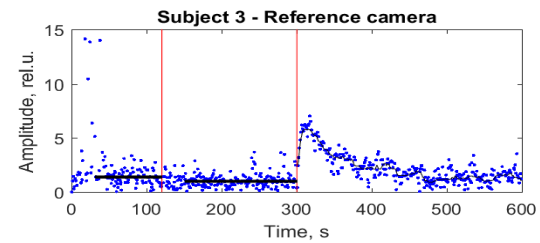
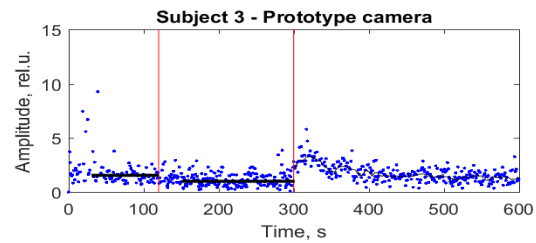
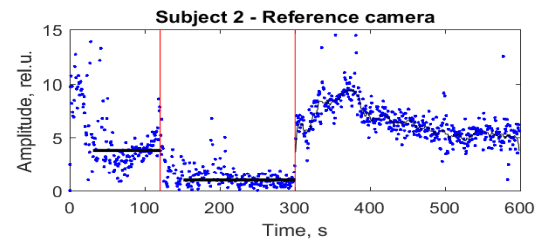
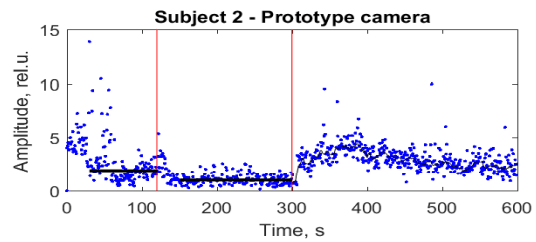
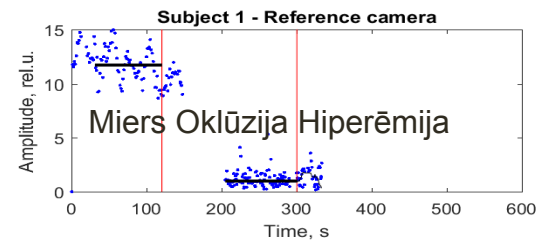
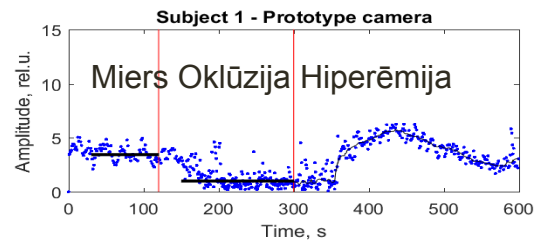
Augstas variabilitātes signāla iegūšanai tika izmantota kompresijas manšete, kas uzlikta uz augšdelma, plaukstas asinsrites īslaicīgai apstādināšanai. Mērījums tika veikts 3 fāzēs:

- 1) adaptācija miera apstākļos – 2 min.,
- 2) kompresijas uzsākšana (oklūzija 220mmHg) – 3 min.,
- 3) kompresijas pārtraukšana (hiperēmija) – 5 min.

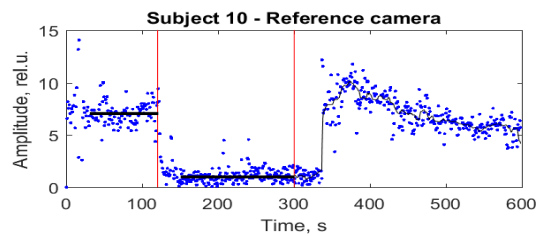
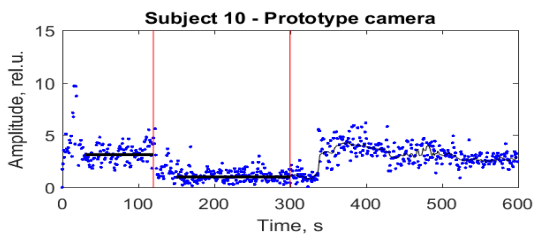
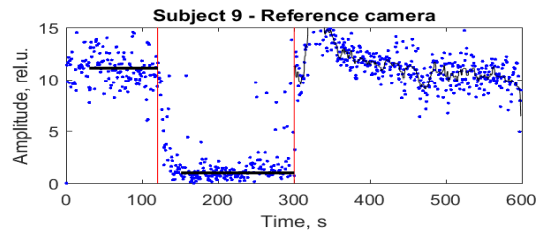
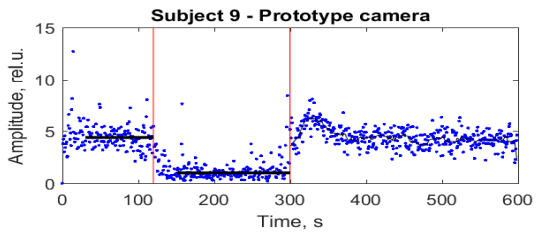
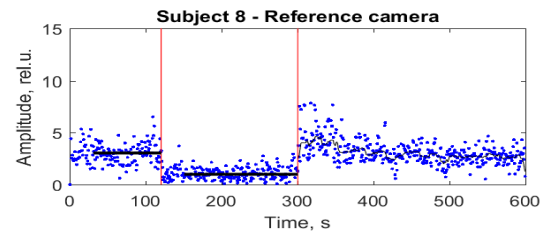
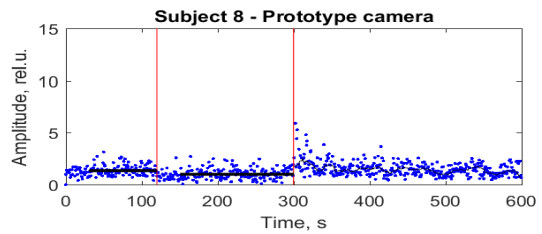
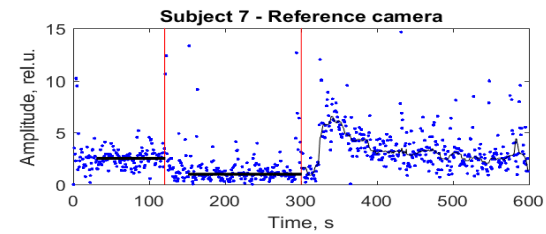
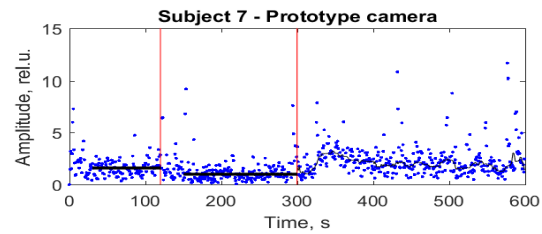
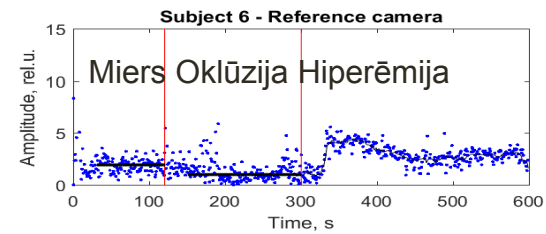
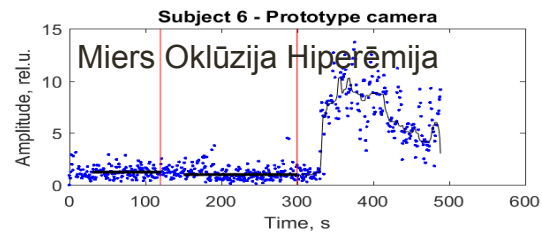
Video plūsma tika reģistrēta 10 min vienlaicīgi no abām kamerām. Vēlāk video faili tika analizēti ar LU ASI izstrādātu bFPG analīzes datorprogrammu. Katrs video fails tika analizēts, un tika aprēķināta pulsējošā signāla amplitūda katrā sirdsdarbības ciklā, katrā mērījumu fāzē.

Tā kā oklūzijas fāzē asinsrites nav, tika pieņemts, ka bFPG signāla amplitūda atspoguļo videokameras trokšņu līmeni. 1. un 3. fāzē signāli tika normēti uz šo “nulles” līmeni.

Rezultāti



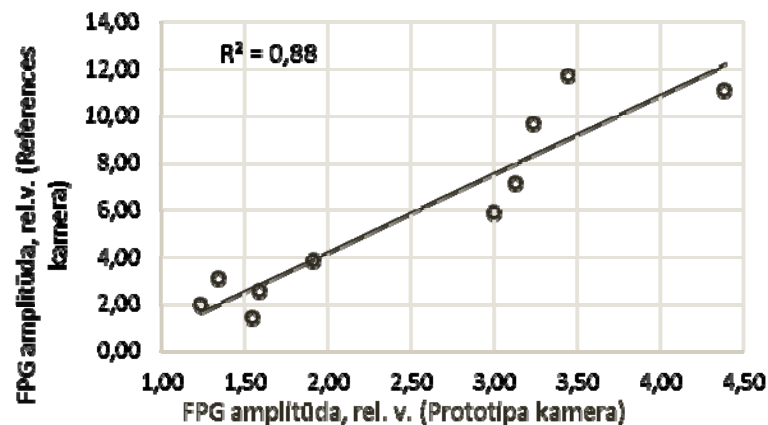
Rezultāti



Rezultāti

Atšķirīgām plaukstas mikrocirkulācijas signāla amplitūdām, iespējams izmērīt ādas asinsapjoma izmaiņas, reģistrējot gan ar prototipa kameru, gan ar ANDOR augstas izšķirtspējas kameru.

Rezultāti parādīja, ka references kameras jutība vidēji pārsniedz **2,75** reizes prototipa kameras jutību mikrocirkulācijas amplitūdas noteikšanā plaukstas ādas mērījumos.

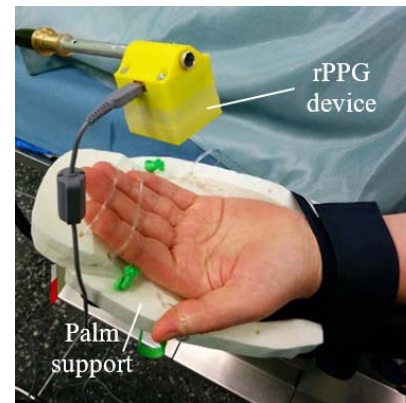


2. pētījums

1. Laboratorijas mērījumi, izmantojot prototipa kameru un augstas izšķirtspējas kameru zemādas bezkontakta fotopletizmogrāfijas mērījumiem tuvajā IS diapazonā.
2. Klīniskie mērījumi reģionālās anestēzijas efektivitātes noteikšanai.

Klīniskie mērījumi reģionālās anestēzijas efektivitātes noteikšanai

Projekta iepriekšējā periodā tika izstrādātā miniatūra prototipa ierīce bezkontakta ādas asinsrites mērīšanai. Šajā projekta periodā ierīce tika aprobēta Traumatoloģijas un Ortopēdijas slimnīcā sešiem plaukstu traumu pacientiem, kuriem tika veikta reģionālās anestēzijas procedūra, pirms ķirurģiskās operācijas.

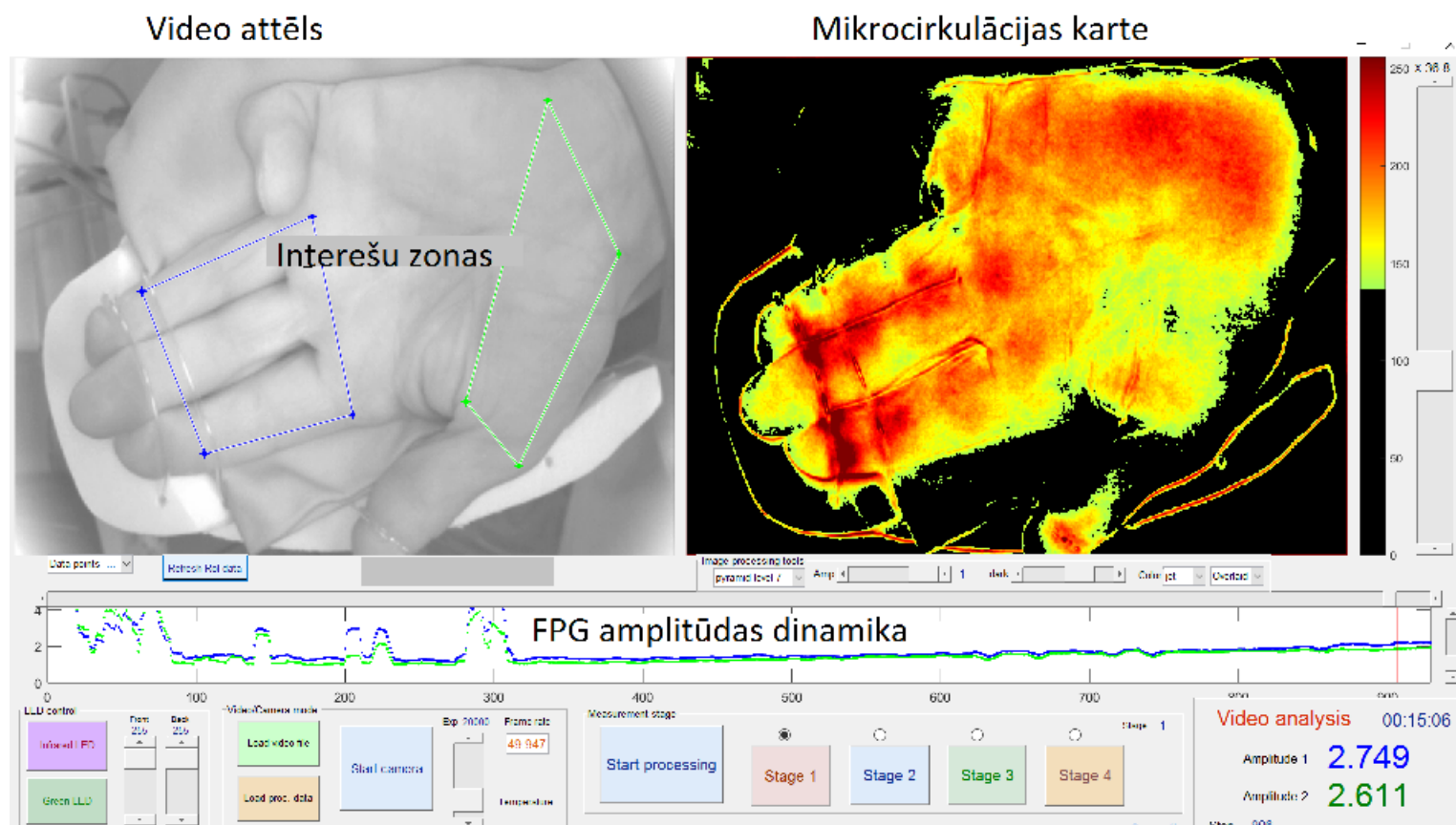


RA ir standarta procedūra potenciālo sāpju sajūtu izslēgšanai. Ārsts-anestēziologs, veicot RA manipulāciju pacientam, paduses vai kakla apvidū ievada anestētiķi, un pēc 5-15 minūtēm plauksta kļūst nejutīga. Lokālā anestētiķa ietekmē tiek izmainīta lokālās asinsrites simpatiskā inervācija, kas noved pie reģionālās asinsrites intensitātes paaugstināšanos. Tādējādi par veiksmīgu RA iestāšanos var spriest pēc plaukstu ādas mikrocirkulācijas pieaugošajām izmaiņām.

Reģionālās anestēzijas procedūra (video)



Datorprogramma reāllaika asinsrites monitoringam (video)



Datorprogramma augstas izšķirtspējas ādas mikrocirkulācijas telpiskā sadalījuma kartēšanai ievērojami atviegloja ārstam-anesteziologam noteikt tās plaukstas ādas zonas, kurās asins plūsmas amplitūda palielinās, un secināt par RA efektivitāti atbilstošajās ādas zonās.

Rezultāti. Attēla dekompozīcijas līmeņa ietekme uz kartes kvalitāti

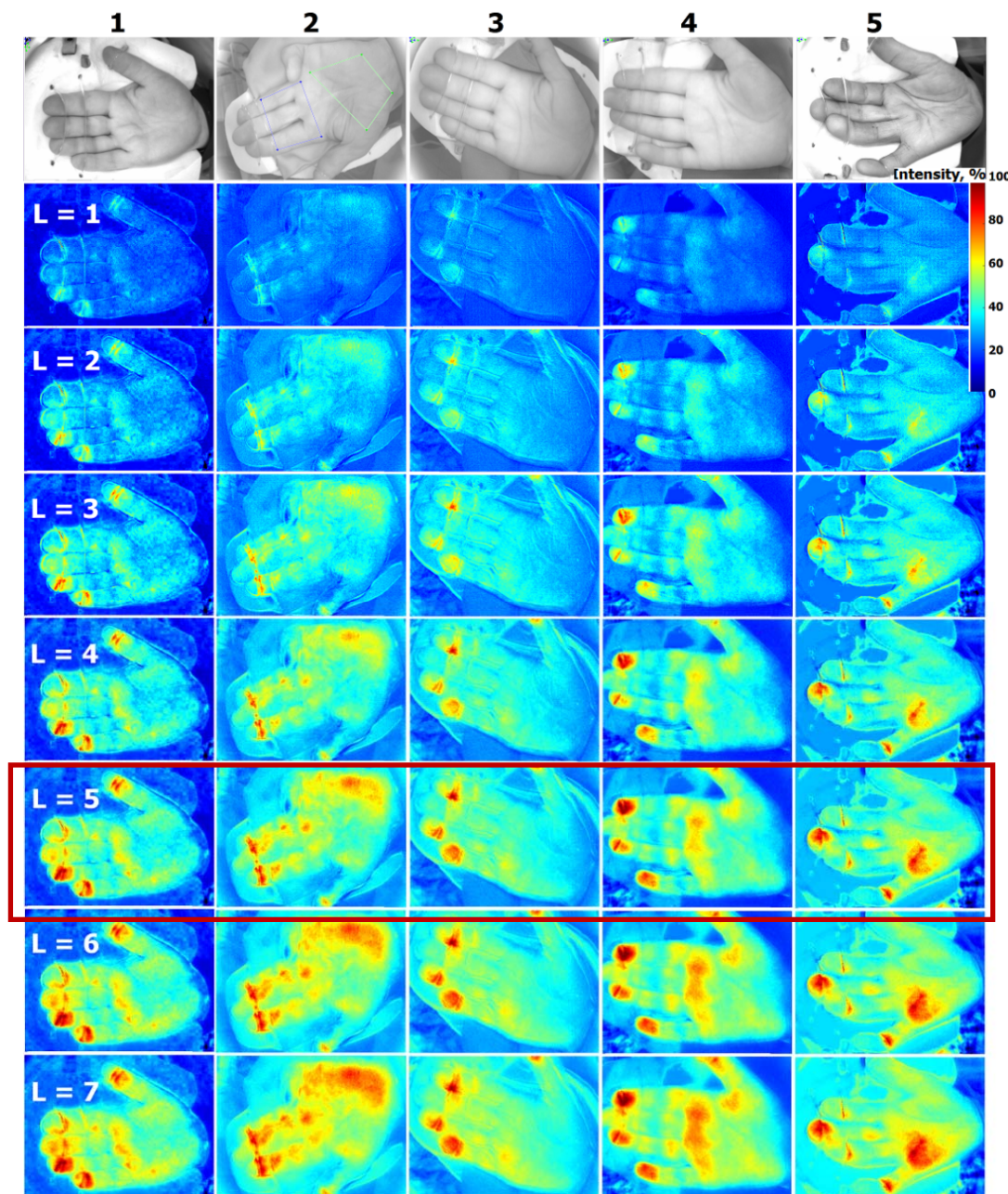
Zemāks dekompozīcijas līmenis:

- vājš signāls
- augsta detalizācija

Optimāls līmenis >

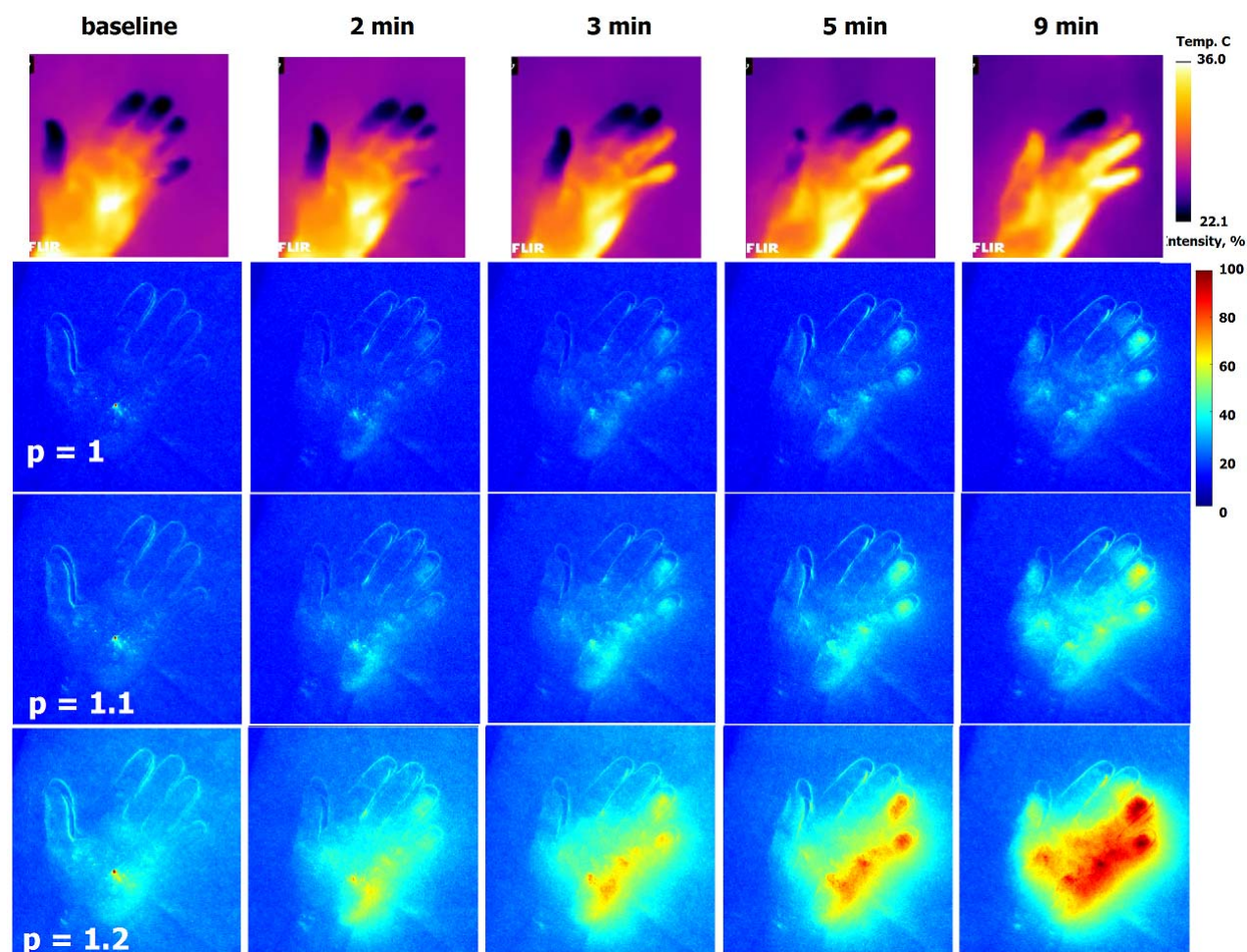
Augstāks dekompozīcijas līmenis:

- Spēcīgs signāls
- zema detalizācija



Rezultāti. Pludināšanas parametra ietekme uz bFPG karti un salīdzinājums ar termogrāfijas mērījumiem

Termogrāfija kā
references metode *



* J.H.G.M. Klaessens, M. Landman, R. de Roode, H. J. Noordmans, R. M. Verdaasdonk. Objective methods for achieving an early prediction of the effectiveness of regional block anesthesia using thermography and hyper-spectral imaging. Proc. SPIE 7895, Optical Biopsy IX, 78950Q (2011)

Secinājumi

- Izstrādātās bezkontakta FPG prototipa ierīces ir pietiekami jutīgas vāju ādas asins pulsāciju detektēšanai no attāluma tuvajā IS spektra diapazonā.
- Izmantojot efektīvu algoritmu, kas implementēts datorprogrammā, ir iespējams reālā laikā monitorēt ādas asinsrites izmaiņas, kas rodas reģionālās anestēzijas laikā.
- Jaunās attēlošanas tehnoloģijas var būt noderīgas sirdsdarbības un asinsrites parametru bezkontakta monitoringam.

Publicitāte

Pētījumu rezultāti tika publicēti 2 konferenču rakstos:

- E.Kviesis-Kipge, U.Rubīns. Portable remote photoplethysmography device for monitoring of blood volume changes with high temporal resolution. *Proc. of BEC2016, the 15th Biennial Conference on Electronics and Embedded Systems*. Tallinn, Estonia on October 3-5, 2016. pp. 55-58 (2016). [*IEEE Xplore*]
- U.Rubins, J.Spigulis, A.Miscuks. Photoplethysmography imaging algorithm for continuous monitoring of regional anesthesia. *ESTIMedia'16 Proceedings of the 14th ACM/IEEE Symposium on Embedded Systems for Real-Time Multimedia*, pp. 67-71 (2016).

Paldies par uzmanību

Šis pētījums tika veikts valsts pētījumu programma “Kiberfizikālās sistēmas, ontoloģijas un biofotonika drošai & viedai pilsētai un sabiedrībai” (VPP SOPHIS) ietvaros, LU Atomfizikas un Spektroskopijas Institutā. Projekta LU reģistrācijas Nr. ZD2014/29721

