

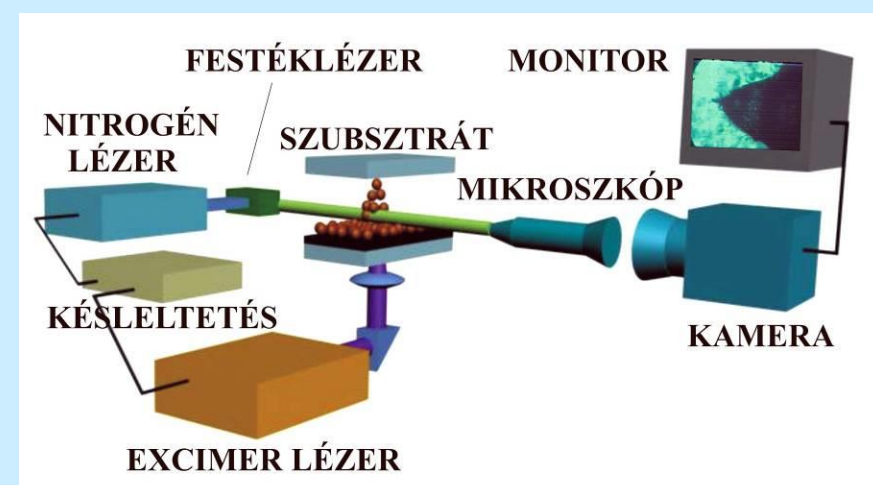
A Fény-anyag kölcsönhatási (Light-matter interaction) csoport fő kutatási területe annak tanulmányozása, milyen hatások válhatnak ki különböző anyagok lézeres besugárzása során. Ennek keretében vizsgálunk lézeres anyagmegmunkálási eljárásokat (fúrás, vágás, maratás, olvasztás, párologtatás), felületmódosító technikákat (mikro- és nanostrukúrák kialakítása, felületkémiai változások előidézése) és anyagátviteli módszereket (PLD, MAPLE, LIFT). Mindezek közben egyik fő célkitűzésünk a lézerek lehetséges, új orvosi alkalmazásainak felkutatása, a meglévő technikák fejlesztése, a fény és a biológiai anyagok között lejátszódó kölcsönhatási folyamatok leírása, eredményeink bevezetése a hétköznapi életbe.



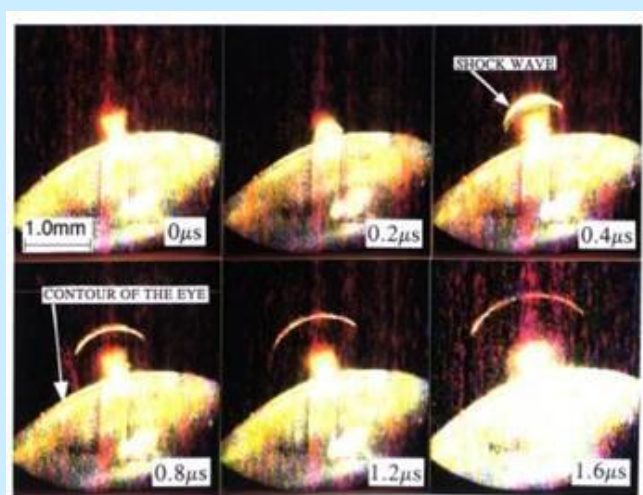
A lézerek orvosi alkalmazásainak vizsgálata területén kutatott főbb témáink és elért eredményeink

A lézeres abláció alkalmazása biológiai szövetek megmunkálására

Az emberiség jelentős része szenved valamilyen törőerő-eltérés okozta látási problémában. Ez azt jelenti, hogy a szemük nem megfelelő helyre képezi le a látott képet. Főbb típusai: rövidlátás, távollátás és asztigmatia. Sokáig ezen hibák gyógyítása a megfelelő fókusz-távolság elérését szolgáló, a szükséges törőerővel rendelkező szemüvegek, kontaktlencsék alkalmazásával történt. Azonban sokan vannak olyanok, akik szeretnének megszabadulni az ezek okozta kisebb-nagyobb kényelmetlenségektől. Az ő részükre fejlesztették ki a fotorefraktív keratektomia nevű eljárást az 1980-as években. Ennek során a szaruhártya görbületét úgy módosítják, hogy egy UV hullámhosszon sugárzó (193 nm), ArF excimer lézerekkel megfelelő helyeken lefaragnak belőle a kívánt törőerő-korrekciót megfelelően. Rövidlátás esetén egy adott méretű gyújtólencse formát, míg távollátás esetében egy szórólencse alakú szövetdarabot távolítanak el a szaruhártyából. Ennek az eljárásnak a hazai bevezetésében segített csoportunk: gyorsfényképező elrendezésünkkel vizsgáltuk többek között a besugárzás során a szem felszíne felett keletkező lökéshullámokat és a bekövetkező anyageltávolást.

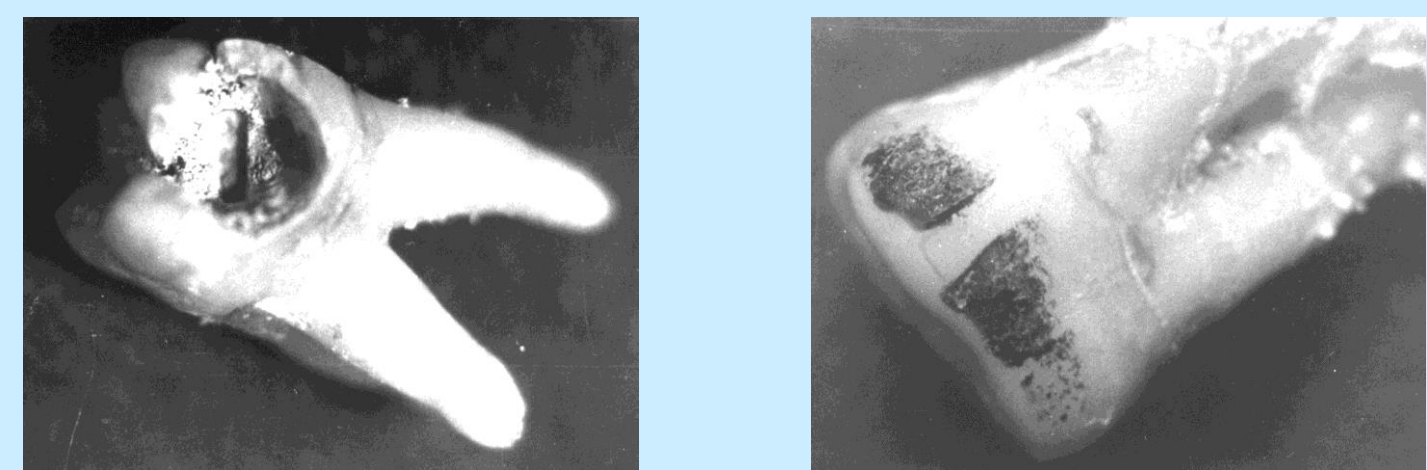


A folyamatok időbeli lefutásának vizsgálatára épített gyorsfényképező rendszer



Az excimer lézeres abláció során a szem felülete felett terjedő lökéshullám és a bekövetkező anyageltávolás időfelbontásos vizsgálata

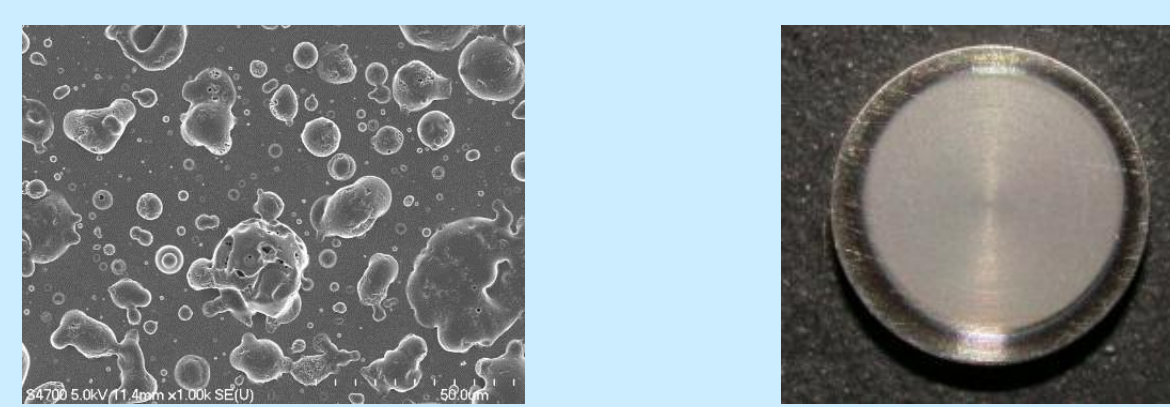
További vizsgálataink bebizonyították, hogy az ArF excimer lézeres abláció kiválóan alkalmas fogászati feladatok elvégzésére is. Kimutattuk, hogy megfelelően megválasztva az alkalmazott energiasűrűséget elérhető, hogy leabláljuk, eltávolítsuk az elszusodott részeket, illetve a fogkővet a fogról úgy, hogy az alattuk lévő ép fogszövet ne károsodjon.



ArF excimer lézerekkel ablált szuvas terület és fogkő fényképe

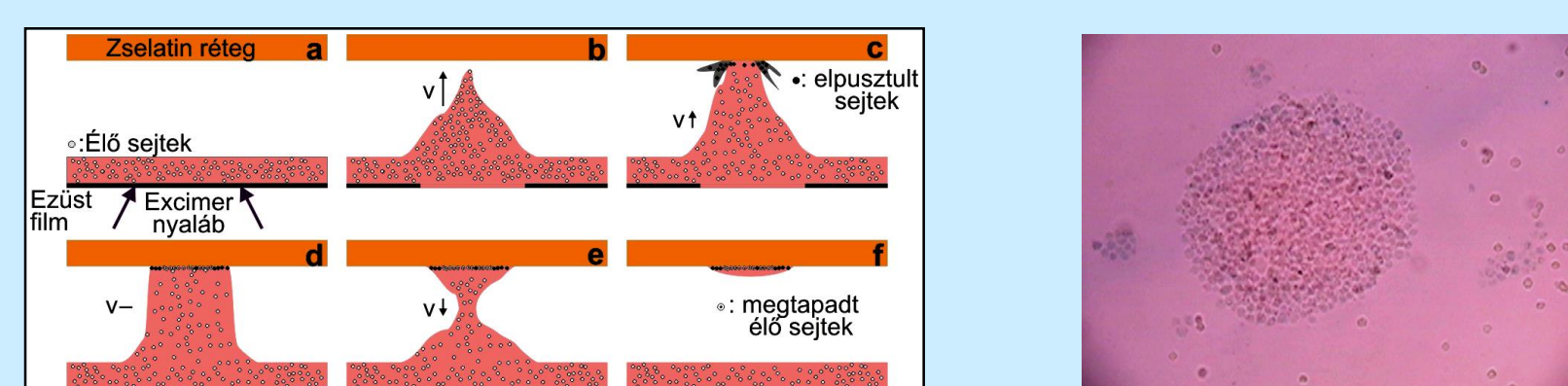
Biológiai anyagok impulzuslézeres átvitele (PLD, MAPLE, LIFT)

A lézeres anyagátviteli kísérleteink két fő témakör köré csoportosultak. Ezek közül az első a biológiai, biokompatibilis vékonyrétegek impulzuslézeres leválasztása volt. Az elsősorban szupravezető vékonyrétegek előállítására kifejlesztett technikát (Pulsed Laser Deposition, PLD) egyre szélesebb körben használják ma már szerves vékonyrétegek laboratóriumi előállítására is, mivel az ilyen vékonyrétegekkel szemben támasztott egyre szigorúbb követelmények (a folyamatok jobb kontrollálhatósága, speciális mintázatok készítése, több anyagból álló vékonyréteg-mátrixok létrehozása, mikrométeres feloldás, stb.) egyre vonzóbbá teszik a lézerekre alapuló technikákat a hagyományos eljárásokkal szemben. Kísérleteink során kimutattuk, hogy megfelelő leválasztási paraméterek alkalmazásával pepszin celtárgyú impulzuslézeres vékonyréteg-építési technikával biológiai aktív pepszin vékonyrétegek készíthetők. Bebizonyítottuk, hogy mind MAPLE, mind pedig PLD technikákkal lehetséges sztöchiometrikus ureáz vékonyréteget leválasztani. Demonstráltuk, hogy impulzuslézeres vékonyréteg leválasztással az eredeti fog anyagához hasonló kémiai összetételű, de csökkentett OH- és CO₂-2 tartalmú vékonyréteget lehet előállítani. A karbonát-tartalom növelhető utólagos, normál atmoszférán történő hőkezeléssel.



Impulzus lézeres leválasztással készített ureáz réteg elektronmikroszkópos képe 1000-szeres nagyítással (balra) és 10 mm átmérőjű titán korongra növesztett fog-vevényréteg fényképe (jobbra)

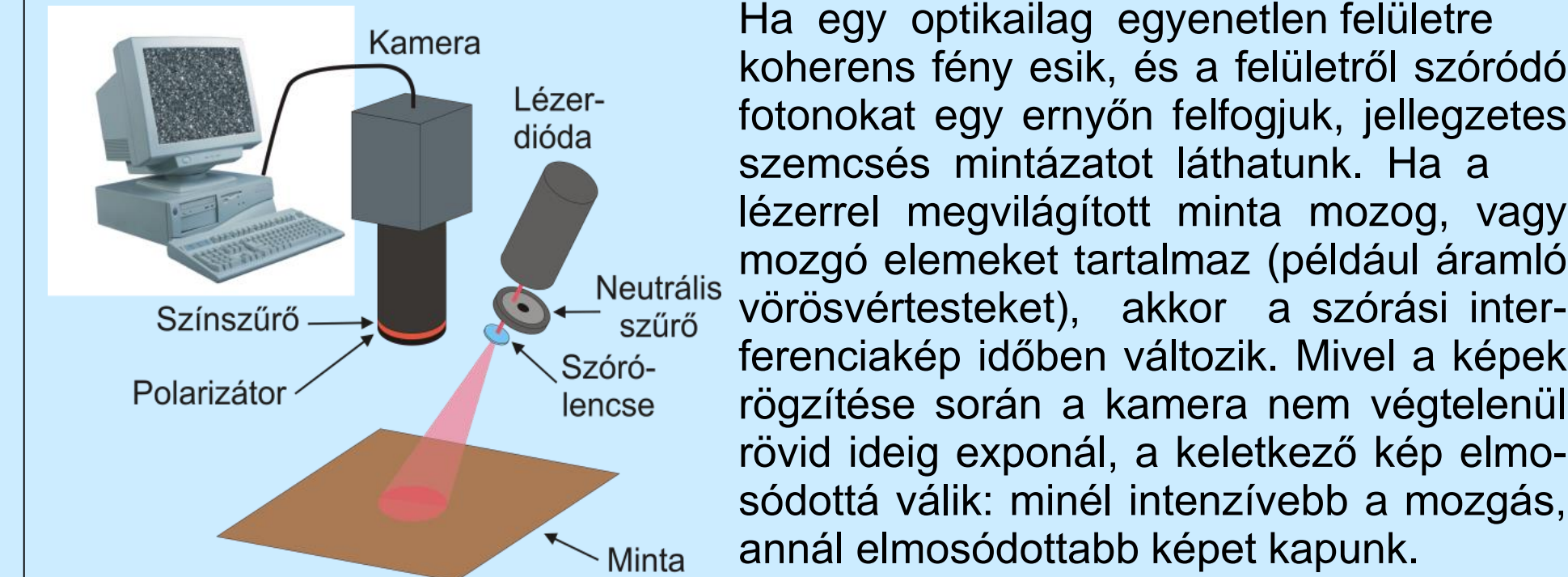
A másik kutatási témánk az általunk kifejlesztett eljárásnak, a biológiai minták abszorbeáló réteggel elősegített előreirányuló lézeres átvitelének (Absorbing Film Assisted Laser Induced Forward Transfer, AFA-LIFT) a vizsgálata volt. Ennek során egy nagy abszorpciójú vékonyréteggel bevont, átlátszó hordozóra (donor) felvitt sérülékeny biológiai anyag a hordozón keresztül történő lézeres besugárzással átvihető a vele szemben, tőle kis távolságra elhelyezett szubsztrátra (akceptor). Ez a módszer lehetővé teszi a biológiai anyagokból és organizmusokból álló mátrixok, háromdimenziós struktúrák előállítását is. Elsőként bebizonyítottuk be, hogy megfelelő paraméterek alkalmazása esetén az AFA-LIFT módszer alkalmas sérülékeny, frissen izolált emberi sejtek kontrollált átvételére, melynek során megőrzik osztódóképességüket és fenotípusukat. Ennek megfelelően az eljárás alkalmasnak bizonyulhat a jövőben szövetépítésre, sérült szövetek javítására.



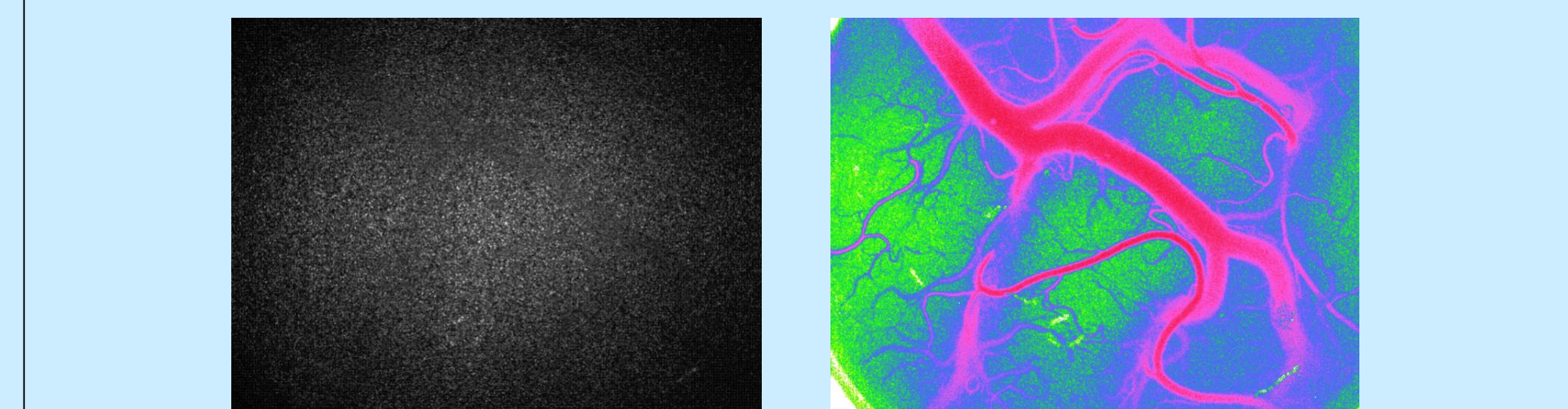
Az átviteli folyamat vázlatos rajza és egy átvitt csepp mikroszkópos képe

A lézeres szórás interferencián alapuló véráramlásmérés

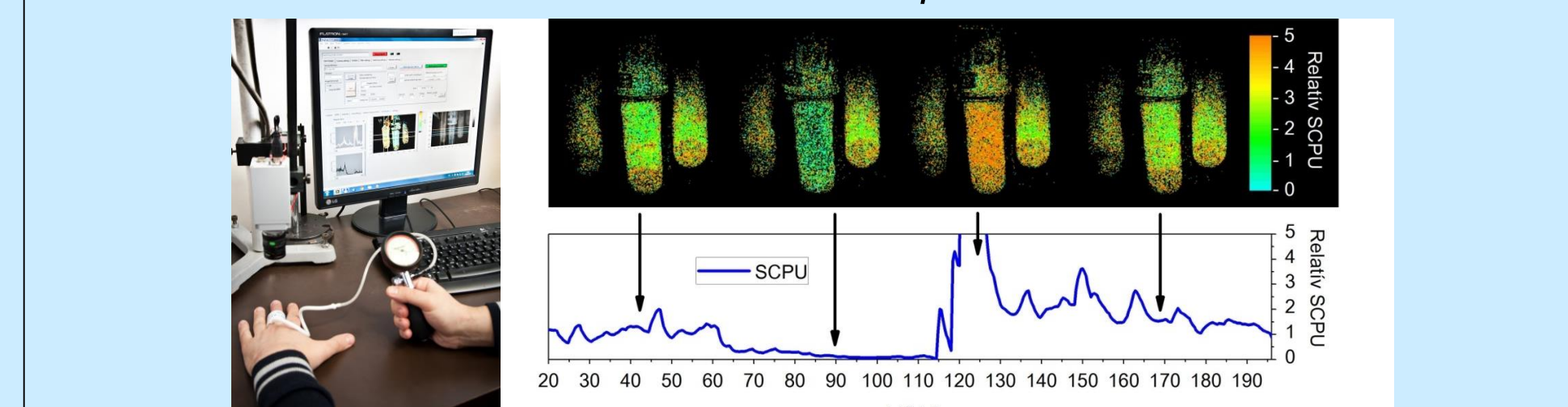
Égési sérülést, transzplantációt, leszakadt végtag visszavarrását követően, illetve a bőr daganatos elváltozásai vagy éppen előrehaladott cukorbetegség esetén rendkívül fontos lehet a bőr – egészen pontosan az erekkel átszőtt irha – vérellátásának gyors és pontos vizsgálata. Ezen esetekben sokszor olyan eszközre van szükség, ami a vizsgált – általában nagyobb – szövetterület vérellátását térképszerűen, viszonylag nagy tér- és időbeli felbontással képes megmutatni. A lézer Doppler-rendszerek mellett ígéretes alternatívát jelenthetnek a lézeres szórás interferencia képalkotás (Laser Speckle Imaging, LSI) vagy lézeres szórás interferencia kontrasztanalízis (Laser Speckle Contrast Analysis, LASCA) alapú eljárások. Laboratóriumunkban egy olyan, közel valós idejű méréseket végrehajtó LASCA mérőrendszer fejlesztésén dolgozunk, amely alkalmas nagyobb szövetterületek vérellátásának gyors, hatékony és megbízható vizsgálatára.



A mérések során alkalmazott elrendezés vázlata.



Malac agyfélteiről készített szórás interferencia-kép és az alapján számított kontrasztérték-p.



Az új vérellátásának változása a vérnyomásmérő mandzsettájának felfújása és leengedése hatására. Az ábra felső részén sebességképek láthatóak, míg alsó részén sebességgraffikon mutatja a stimulált szövetben lévő perfúzió intenzitását.

Eszközpark

Kutatócsoportunknak az alábbi, a pályázathoz kapcsolódó eszközparkhoz van közvetlen hozzáférése: Femtoszekundumos hibrid festék-excimer lézer rendszer (600 fs, 10 mJ, 248 nm, 1 Hz), LLG Twinamp két hullámhosszon működő excimer lézer (250 mJ, 50 Hz, 193 nm, 20 ns és 350 mJ, 50 Hz, 248 nm, 18 ns), 2 PLD-kamra a szükséges vákuumrendszerekkel, Quanta-Ray GCR190-10 YAG lézer, Adlas DPY 321 dióda-pumpált YAG-lézer, LDD100 DFB Quantum Cascade lézer, WOOLLAM M2000 ellipszométer, Dektak8 profilométer, NIKON optikai (polarizációs) mikroszkóp, TopoMetrix 2000 and PSIA XE-100 atomi erő mikroszkópok, Rhode&Schwarz (2GHz) oszcilloszkóp, Shimadzu UV-2101PC UV-VIS spektrofotométer, Hitachi S4700 pásztázó elektronmikroszkóp, FEI TECNAI G2 20 X-TWIN HRTEM transzmissziós elektronmikroszkóp, Thermo Scientific DXR Raman-mikroszkóp.

Együttműködések, futó projektek

A hazai lézeres területen működő kutatócsoportok, intézetek közül gyümölcsöző együttműködést folytatunk az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont, az ELTE, BMGE, PTE munkatársaival. A legfontosabb külföldi partnerintézetek az Institute of Electronic Structure and Laser of the Foundation for Research and Technology-Hellas (IESL-FORTH) Görögországban, Krétán, illetve a Leibniz Institute of Surface Modification Németországban, Lipcseben. Több témában együttműködést folytatunk a Laser-Surface-Plasma Interactions Laboratory, Lasers Department, National Institute for Lasers, Plasma, and Radiation Physics (INFLPR) (Románia, Bukarest-Magurele), az Uppsala University és az Ecole Nationale Supérieure de Physique de Strasbourg (ENSPPS) (Franciaország, Strasbourg) intézetek munkatársaival is.

Jelenlegi kutatásainkat több TÁMOP és egy Német-Magyar DAAD pályázat is támogatja.



University of Szeged • Department of Optics & Quantum Electronics
Light-matter Interaction Research Group

Main research projects of the group:

We run projects based on the interaction of light emitted by various laser types with wide range of materials. The studied fields include laser based material processing methods (drilling, cutting, etching, welding, evaporation), surface modification techniques (production of micro- and nanostructures, surface chemical modifications) and material transfer techniques (pulsed laser deposition, laser-induced forward transfer, matrix assisted pulsed laser evaporation). Meantime, we are specially interested in the elaboration of new laser based biomedical applications and the description of the interaction of laser light with biomaterials.

Collaborations, projects:

We collaborate with different national research groups and institutes as: the Biological Research Centre of the Hung. Acad. Sci. Szeged; Eötvös Loránd University, Budapest University of Technology and Economics, and University of Pécs.

The main international partner institutes are the Leibniz Institute of Surface Modification, Leipzig, Germany; Institute of Electronic Structure and Laser, IESL-FORTH, Heraklion, Greece; Laser-Surface-Plasma Interactions Laboratory at INFLPR, Bucharest, Romania.

Present researches are supported by TÁMOP and Hun.-German DAAD applications.

Our most important studies in the last years aiming biomedical applications:

-Application of excimer laser ablation for the processing of biological tissues
The research aided the introduction of the excimer laser based refractive surgery. We used a fast photographic arrangement so study the material removal from the laser ablated cornea and the formation shock waves above the irradiated surface. We demonstrated that the ablation with ArF excimer laser is able for selective removal of the caries and dental deposits without destruction of the healthy enamel.

-Laser transfer of biomaterials
Our researches showed that the pulsed laser deposition and matrix assisted pulsed laser evaporation methods are suitable for production of thin films formed of sensitive biomaterials, such as pepsin and urease. We were also able to produce bioceramic thin films on titanium substrate by laser ablation of human tooth. We proved that our method called AFA-LIFT was able to transfer freshly isolated cells from a donor plate to a receiving surface, while the cells preserved their proliferation ability.

-Blood perfusion measurement based on laser speckle contrast analysis
We are working on system suitable for reliable, near real time measurement of blood flow in wide area tissues. The method is based on the recording of the time-varying interference patterns produced by the laser light scattered from moving red blood cells. The local blurring of the image recorded with a given exposure time gives information on the average velocity of red blood cells.

Kutatócsoport-vezető:

Név: Dr. Hopp Béla

e-mail: bhopp@physx.u-szeged.hu

Honlap: <http://titan.physx.u-szeged.hu/~bhopp/Ablacioscsoport.html>



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.