

Nemlineáris mikroszkópia alapjai és alkalmazási lehetőségei a dermatológiában

Principles of nonlinear microscopy and application possibilities in dermatology

HALUSZKA DÓRA^{1,2}, LŐRINCZ KENDE DR.¹, CSÁKÁNYI ATTILA², VASS LAJOS²,
KROLOPP ÁDÁM³, KOLONICS ATTILA DR.^{2,3}, SZIPÓCS RÓBERT DR.^{2,3},
KÁRPÁTI SAROLTA DR.¹, WIKONKÁL NORBERT DR.¹

Semmelweis Egyetem Bőr-, Nemikórtani és Bőronkológiai Klinika¹, Budapest
Magyar Tudományos Akadémia Wigner Fizikai Kutatóközpont Szilárdtest-fizikai és
Optikai Intézet², Budapest
R&D Ultrafast Laser Kft.³, Budapest

ÖSSZEFOGLALÁS

A nemlineáris mikroszkópiai módszerek az elmúlt évtizedben egyre elterjedtebbé váltak az alapkutatásokban és a klinikumban egyaránt. A bőrben található kromofórok közel-infravörös hullámhossz tartományban (700 – 1300 nm) történő gerjesztése biztonságos, jelölés nélküli képalkotást tesz lehetővé, nagy térbeli és időbeli felbontás mellett. Publikációnkban elsőként a nemlineáris képalkotó módszereket ismertetjük, majd ezek alkalmazási lehetőségeit mutatjuk be különböző dermatológiai kórképek kapcsán. Emellett munkacsoportunk legfontosabb fejlesztéseiről és eredményeiről számolunk be.

Kulcsszavak:
nemlineáris mikroszkópia - bőr - in vivo
diagnosztika

SUMMARY

Nonlinear optical imaging techniques have become increasingly popular over the past decade both in the field of basic research and clinical practice. The excitation of skin chromophores in the near infrared spectral range (700-1300 nm) allows safe, label-free imaging with high spatial and temporal resolution. In the first part of our article we discuss the main principles of various nonlinear optical techniques, then we show the application possibilities of them in dermatology. In the second part of our review we report the main investigations and results of our group.

Key words:
nonlinear microscopy - skin - in vivo
diagnostics

A háromdimenziós képalkotó módszerek az utóbbi évtizedekben egyre inkább elterjedtek a diagnosztikában és az alapkutatásban egyaránt. A technika fejlődésének köszönhetően ma már a CT, MRI és ultrahang készülékek is alkalmasak háromdimenziós leképezésre különböző szoftverek segítségével, azonban ezek a módszerek időigényesek lehetnek, és a pácienseket egyes esetekben jelentős mennyiségű ionizáló sugárzás éri (1). Napjainkban a bőrgyógyászati kórképek diagnosztizálására az ultrahang technika (UH) és az egyre népszerűbb *in vivo* konfokális mikroszkópia alkalmazása a legelterjedtebb (2, 3). A módszerek közül az előbbinél korlátot szabhat az alacsony felbontás (50 µm), míg utóbbinál a csekély penetrációs készség és a fototoxicitás (4).

Az 1990-es években egy új képalkotó módszer, a kétfoton abszorpciós fluoreszcencia mikroszkópia hozott áttörést a háromdimenziós képalkotásban, amely nemlineáris optikai elven működik. A nemlineáris optika az optika azon területe, ami a fény terjedését, nemlineáris kölcsönhatását írja le optikai közegben, ami tipikusan nagy fényintenzitások esetén érzékelhető és mérhető. Ekkor az optikai közeg polarizáltsága nemlineárisan függ a fény elektromos terétől. Impulzusüzemű lézerek esetében a lézerenergiája az egyes, viszonylag ritkán egymást követő lézerimpulzusokban koncentrálódik, ezért ezekben a lézerekben gyakran tapasztalunk nemlineáris jelenséget, – gyakran a lézerműködés is ezeken a folyamatokon alapul (5). Számos nemlineáris optikai folyamat alkalmas bioló-