

Digitalizáció és modern képalkotó technológiák a bőrgyógyászatban

Digitalisation and modern imaging technologies in dermatology

JOBÁGY ANTAL DR.^{1*}, VARGA NOÉMI NÓRA^{1*},
HAMILTON-MEIKLE PHYLLIDA KERSTIN¹, LŐRINCZ KENDE DR.¹,
MEZNERICS FANNI DR.¹, BLÁGA KINCSÓ DR.¹, POÓR ADRIENN DR.¹,
MEDVECZ MÁRTA DR.¹, SÁRDY MIKLÓS DR.¹, HOLLÓ PÉTER DR.¹,
WIKONKÁL NORBERT DR.^{1,2}, KISS NORBERT DR.^{1#}, BÁNVÖLGYI ANDRÁS DR.^{1#}
Semmelweis Egyetem, Általános Orvostudományi Kar, Bőr-, Nemikórtani
és Bőronkológiai Klinika, Budapest¹
Észak-Pesti Centrumkórház – Honvédkórház, Budapest²

ÖSSZEFOGLALÁS

A teledermatológia a bőrgyógyászati digitalizáció egyik legfontosabb hozománya és a COVID-19 pandémia idején hozzájárult az orvosi ellátás folyamatosságának biztosításához. Mesterséges intelligenciával való kombinálása jelentősen segítheti az orvosi döntéshozatalt. A képalkotó eljárások közül a legszélesebb körben elterjedt a dermatoszkópia, melynek hatékonysága mesterséges intelligenciával kombinálva jelentősen fokozható. Az elmúlt években megjelent új technikák a magas frekvenciájú ultrahang, az optikai koherencia tomográfia vagy a multispektrális képalkotás. Ezeket ma még a bőrgyógyászati kutatásokban alkalmazzuk, de előreláthatólag fokozatosan a betegellátás részévé fognak válni. A digitális technológiák és az újszerű képalkotó eljárások ismerete nélkülözhetetlen a modern bőrgyógyász számára. A jövőben feltételezhetően a korszerű és optimalizált betegellátásnak az alapvető részei lesznek.

Kulcsszavak:

digitalizáció – teledermatológia – mesterséges intelligencia – döntéstámogató rendszer – képalkotás – magas frekvenciájú ultrahang – multispektrális képalkotás

SUMMARY

Teledermatology is one of the most important developments of digitalisation in dermatology. It has helped to ensure continuity of care during the COVID-19 pandemic. The combination of teledermatology with artificial intelligence can significantly improve medical decision-making. Among imaging modalities, dermoscopy is the most widely used, and its effectiveness can be significantly enhanced when combined with artificial intelligence. Novel techniques that have emerged in recent years include high-frequency ultrasound, optical coherence tomography or multispectral imaging. These are currently used in dermatological research but are expected to gradually become part of daily patient care. The knowledge of digital technologies and new imaging techniques is essential for the modern dermatologist. In the future, it is expected to be an essential part of modern and optimised patient care.

Key words:

digitalisation – teledermatology – artificial intelligence – decision support system – imaging – high-frequency ultrasound – multispectral imaging

A digitalizáció jelentősége a bőrgyógyászatban folyamatosan növekszik akár a teledermatológia, akár a modern képalkotó technológiák egyre szélesebb körű elterjedését, a mindennapi gyakorlatban való használatát nézzük. A mesterséges intelligencia (artificial intelligence, AI) szintén egyre fontosabb szerepet tölt be a bőrgyógyászati kutatásokban, elsődlegesen az előbb említett újszerű tech-

nológiák még hatékonyabb felhasználásában, illetve az orvosi döntéshozatal támogatásában.

A teledermatológia alkalmazása már rövid távon is számos problémát lehet képes orvosolni, mint a bőrgyógyászati ellátáshoz való hozzáférés lehetőségének kibővítése, a várólisták lerövidítése vagy az orvos- és asszisztensi munkaerőhiány kiküszöbölése. Hosszabb távon minden-

napi gyakorlatba való implementálása pedig egyaránt cél-szerű és egyszersmind elkerülhetetlen.

Teledermatológia

A teledermatológia (távörvgyógyászat) elektronikus úton történő kommunikációt foglal magában, amely során az egészségügyi szakellátás a betegek személyes jelenléte nélkül történik (1). A digitális képalkotó eszközök és az internet hozzáférhetőség fejlődésének köszönhetően a telekommunikációs technológiák egyre nagyobb szerephez jutnak a bőrgyógyászati betegellátásban (2). Napjainkban a különféle okostelefonok, tabletek és digitális fényképezőgépek használata már széles körben elterjedt, így bárki képes lehet nagy felbontású képek készítésére (3). Mindazonáltal a teledermatológiai rendszerek térhódításában nagy jelentőséget tulajdonítanak a COVID-19 pandémia kitörésének, amely következtében törvénybe lépő járványügyi intézkedések felhívták a figyelmet az online térben történő betegellátás hasznosságára (4, 5). Kutatócsoportunk, hazánkban és Közép-Európában elsőként, szintén a COVID-19 járvány során vezette be az országos lefedettséget biztosító teledermatológiai ellátást, mely nagy esetszám ellátását biztosította, és hozzájárult az onkodermatológiai szűrővizsgálatok fenntartásához a járvány alatt is (5). Egyes Nyugat-Európai országokban és az Amerikai Egyesült Államokban irányelveket határoztak meg, azzal kapcsolatban, hogy megfelelő technikai háttér biztosítása mellett milyen betegségek láthatók el teledermatológiai szolgáltatás keretein belül (6, 7). Információközlés szempontjából a teledermatológiai ellátásnak három formája ismert (8). A szinkron forma magába foglalja a beteg és a bőrgyógyász közvetlen konzultációját élő videó hívás keretein belül (9). Ez a forma főként a már korábban diagnosztizált, krónikus betegek ellátásában terjedt el. Ide tartozik többek között az egyes autoimmun és ritka genetikai bőrbetegségek, valamint az áttétes bőrdaganattal kezelt betegek utánkövetése is (10). Aszinkron, vagy más szóval „*store-and-forward*” teledermatológia ellátás során digitális kép formájában kerülnek referálásra a különféle bőrtünetek (11). A képek mellett általában biztosított az anamnesztikus adatok rövid ismertetése, míg más alkalmazások célzott kérdésekkel igyekeznek javítani a diagnosztikus hatékonyságon (12). Az aszinkron forma lehetőséget nyújthat akár egyes kórképek diagnosztizálására és ellátására is, minimalizálva ezzel a járóbeteg forgalmat (13, 14). Ilyen kórkép lehet többek között az acne, rosacea, valamint bizonyos fertőzőes bőrbetegségek (14). Bizonyos egészségügyi ellátórendszerek ehhez olyan felhőszolgáltatások létrehozásával járulnak hozzá, amelyek lehetővé teszik elektronikus vények felírását a betegek részére (15). Mindazonáltal az aszinkron forma alkalmas az esetek triázsolására, amely értelmében a sürgős ellátást igénylő betegségek időben felismerésre kerülnek és azonnali személyes vizsgálatra irányíthatók (16). Egyes országokban a teledermatológiai konzultáció indirekt formában biztosított, amely során társszakmák egészségügyi dolgozói referálják az eseteket (17). Ezzel szemben különféle

állami- és magánegészségügyi szolgáltatások keretein belül egyre nagyobb teret hódítanak mobiltelefonos alkalmazások és online platformok, amelyek lehetővé teszik, hogy a betegek saját maguk jelentkezzenek (direkt forma) online konzultációra (17, 18). Mindez lehetővé teszi továbbá mozgáskorlátozott és a vidéki területeken élő személyek vizsgálatát is, akik hozzáférése a bőrgyógyászati ellátáshoz limitált (19). Ezenkívül a teledermatológia betegellátás oktatási célokra is felhasználható. Így az orvostanhallgatók és rezidensek is a bőrgyógyászati kórképek széles spektrumával ismerkedhetnek meg (20).

A teledermatológia rendszerek alkalmazásának legnagyobb kihívásai közé tartoznak az anyagi terhek és a különféle technológiai akadályok (21). A fejlett képalkotó eszközök ellenére a digitális képek minősége részben felhasználó függő, amely nagyobb variabilitást mutathat, amennyiben a páciens vagy a páciens hozzátartozója készíti a képet és nem egy szakképzett személy (22, 23). A diagnosztikus pontosságot jelentősen befolyásolja továbbá a leletező orvos kompetenciája és rutinja (24). A bőrdaganatok diagnosztikájában előnyös lehet továbbá dermatoszkópos képek készítése, amely jelentősen növeli a teledermatológiai diagnózis pontosságát, ezt teledermatoszkópiának nevezzük (25, 26). A dermatoszkópok alkalmazásáról a modern képalkotó technológiák részeként az alábbiakban lesz szó részletesen. Azonban kiemelendő, hogy a dermatoszkópok magas költsége miatt a legtöbb országban kizárólag egészségügyi ellátóhelyeken történő indirekt konzultáció keretein belül valósulhat meg teledermatoszkópia (27).

Mesterséges intelligencia (AI)

Az ellátás hatékonyságának növelése és a bőrgyógyászok tehermentesítése céljából egyre nagyobb figyelem irányul mesterséges intelligencián alapuló döntéstámogató rendszerek integrálására különféle teledermatológiai platformokba (28). Legnagyobb számban idáig jó és rosszindulatú bőrelváltozások elkülönítésére alkalmas mobiltelefonos alkalmazások fejlesztése kapcsán került sor a mesterséges intelligencia alkalmazására (29). Azonban az AI nem csak a bőrdaganatok felismerésében, hanem az általános bőrgyógyászati kórképek diagnosztizálásában is kiválóan teljesíthet, és jelentős segítséget nyújthat a teledermatológia betegellátás során.

Ezt támasztja alá egy jelenleg is folyó kutatásunk, melyben a teledermatológia és az AI kombinálásával egy a diagnózis felállításában nagy segítséget jelentő, pontos és jól használható döntéstámogató rendszer került alkalmazásra. A rendszer segítségével eddig több mint 18 ezer eset került ellátásra, ahol a rendszer döntéstámogató funkciója mind az onkodermatológiai, mind az általános bőrgyógyászati kórképek esetében jó hatékonyságot mutatott. A rendszer összesen több mint 130 féle diagnózis esetében bizonyult használhatónak. A rendszer segítségével az egyes esetek ellátására fordított átlagos idő jelentősen lerövidült, óránként akár 40-60 eset ellátása is lehetségessé vált. Ezen rendszer további fejlesztésével a jövőben lehet-

ségessé válhat, hogy az AI már nemcsak a diagnózis felállításában, hanem a terápiás döntéshozatalban, valamint a személyes vizsgálat szükségességének megítélésében is segítséget nyújthat a bőrgyógyászok részére. Az AI szerepének előbbiek szerinti változása valószínűleg a közeli, legkésőbb a közép-távoli jövőben be fog következni (30). A távoli vagy még optimálisabb esetben a közép-távoli jövőt tekintve pedig az AI alapú ellátás alkalmassá válhat az önálló diagnózis alkotásra, terápia választásra, azaz az orvostól független betegellátásra, ahol a bőrgyógyász főként az AI döntésének jóváhagyásáért, kontrolljáért lesz felelős.

Modern képalkotó technológiák

A modern képalkotó eljárások számos újszerű technológiát foglalnak magukba, melyek közül, van ami már évtizedek óta része a bőrgyógyászati ellátásnak, de folyamatos fejlődésen megy keresztül. Más eljárások viszont csak néhány éve, vagy még kevesebb ideje jelentek meg a bőrgyógyászati kutatásokban és a mindennapi betegellátásban való elterjedésük még a következő években várható. A dermatoszkópia egyszerűen a hagyományos és a modern bőrgyógyászati része is, melynek ismerete, és mindennapi használata alapvető a bőrgyógyászban.

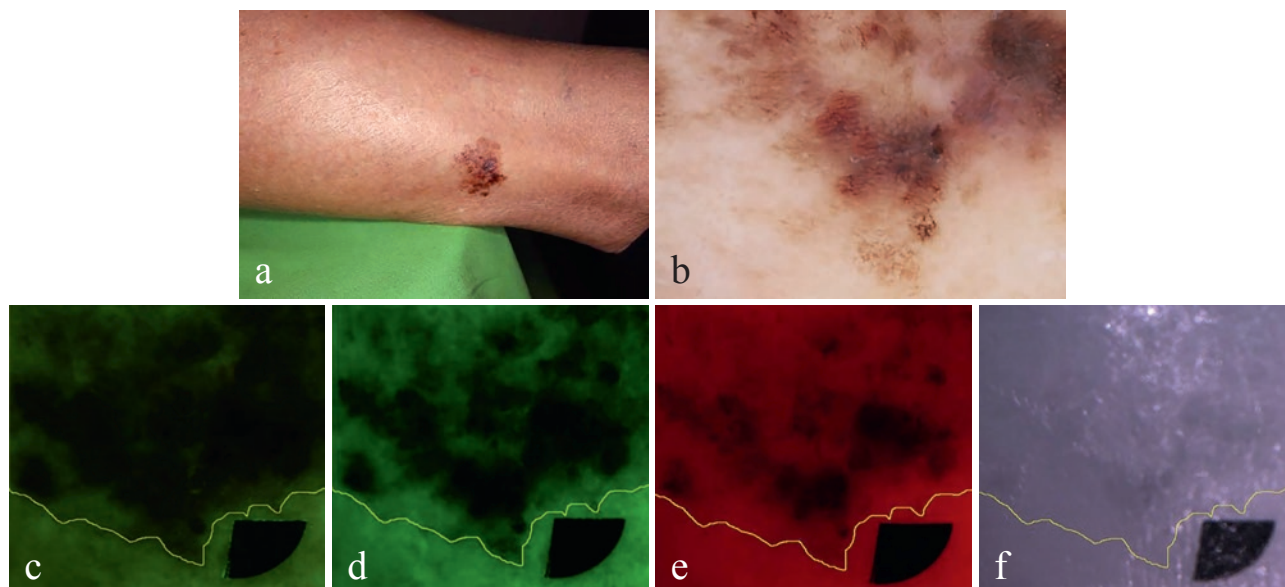
Dermatoszkópia

A dermatoszkóp lehetővé teszi a finom bőrfelszíni és felszín alatti struktúrák vizsgálatát, így jól használható eszköz nemcsak a melanocytar és nem-melanocytar léziók, hanem a gyulladáso és egyéb eredetű bőrbetegségek diagnosztikájában egyaránt. A videodermatoszkópok beépített kamerával és szoftverrel rendelkeznek a képek rögzítésére, tárolására és elemzésére, valamint akár 400-szo-

ros nagyítást is lehetővé tesznek. A nagyobb nagyítás alkalmazásával további morfológiai jellemzők, akár egyes sejtek is elkülöníthetők lehetnek. A felvételek tárolásával lehetséges az egyes léziók időbeli összehasonlítása és követése is (31). A dermatoszkópos képadatbázison alapuló mesterséges intelligencia (artificial intelligence, AI) algoritmusok bevezetése segíthet dermatoszkópos mintázatok azonosításában és a pontosabb diagnózisalkotásban (32). A 3D teljes test fotózással a teljes bőrfelület gyorsan leképezhető és egy integrált szoftverrel a megfelelő dermatoszkópos képek hozzárendelhetők az egyes elváltozásokhoz. Az utánkövetések alkalmával készített képek egymás mellett összehasonlíthatók, megkönnyítve ezzel a változások monitorozását (33).

Multispektrális képalkotás

A multispektrális képalkotás (multispectral imaging, MSI) egy új, a bőrgyógyászban is potenciálisan alkalmazható technika. A MSI különböző, főként a látható és az infravörös tartományba eső megvilágítást (400-970 nm) használ a képalkotáshoz, ahol a fényforrást általában LED-ek biztosítják. A MSI során ugyanazon bőrfelületről különböző hullámhosszúságú fények alkalmazásával képsorozatot készítenek (1. ábra) (34). A MSI a bőr endogén és exogén fluorofórait használja a felvételek elkészítéséhez. Az elasztin, a keratin, a NADH, a hemoglobin és a melanin a bőr legfontosabb fluorofórai, melyek energiát nyelnek el a fénysugárzásból, gerjesztődnek, ezután pedig egy alacsonyabb energiájú foton kibocsátásával kerülnek alap energiaszintre, tehát fluoreszkálnak (32). Ezen képalkotás legfőbb előnye más diagnosztikus eljárásokkal szemben a költséghatékonyság és a könnyű hozzáférhetőség, akár okostelefonok kamerájára illesztett eszközökkel is végezhető (35). A technika alkalmazható a rosszindulatú



1. a, b, c, d, e, f ábra

Melanoma malignum vizsgálata multispektrális képalkotással.

A: klinikai fénykép, a lézióra irányuló fekete nyílak a képalkotást segítik. B: dermatoszkópos kép. C-F: MSI során az egyes csatornák képei C: 405 nm; D: 525 nm; E: 660 nm; F: 940 nm. A szerzők saját felvétele.

bőrtumorok jóindulatú bőrelváltozásoktól való elkülönítésében az elkészített képek átlagos autofluoreszcencia (AF) intenzitása alapján (36). Kutatócsoportunk nagy esetszámon alkalmazta a technikát a melanoma malignum és a seborrheas keratosis elkülönítésére, valamint új MSI-alapú algoritmust fejlesztett ki a melanoma Breslow-féle tumorvastagságának preoperatív becslésére (37, 38). Elsőként alkalmaztuk az MSI-t pseudoxanthoma elasticum és a keratinopáthiás ichthyosis vizsgálatára (39, 40).

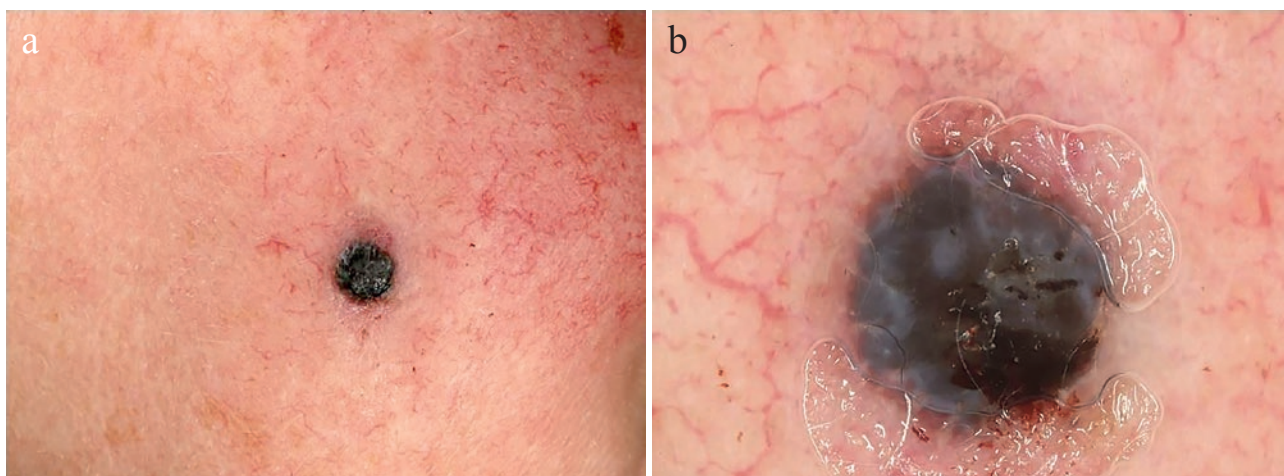
Magas frekvenciájú ultrahang

A magas frekvenciájú ultrahang (high frequency ultrasound, HFUS) behatolási mélysége (6-7 mm) lehetővé

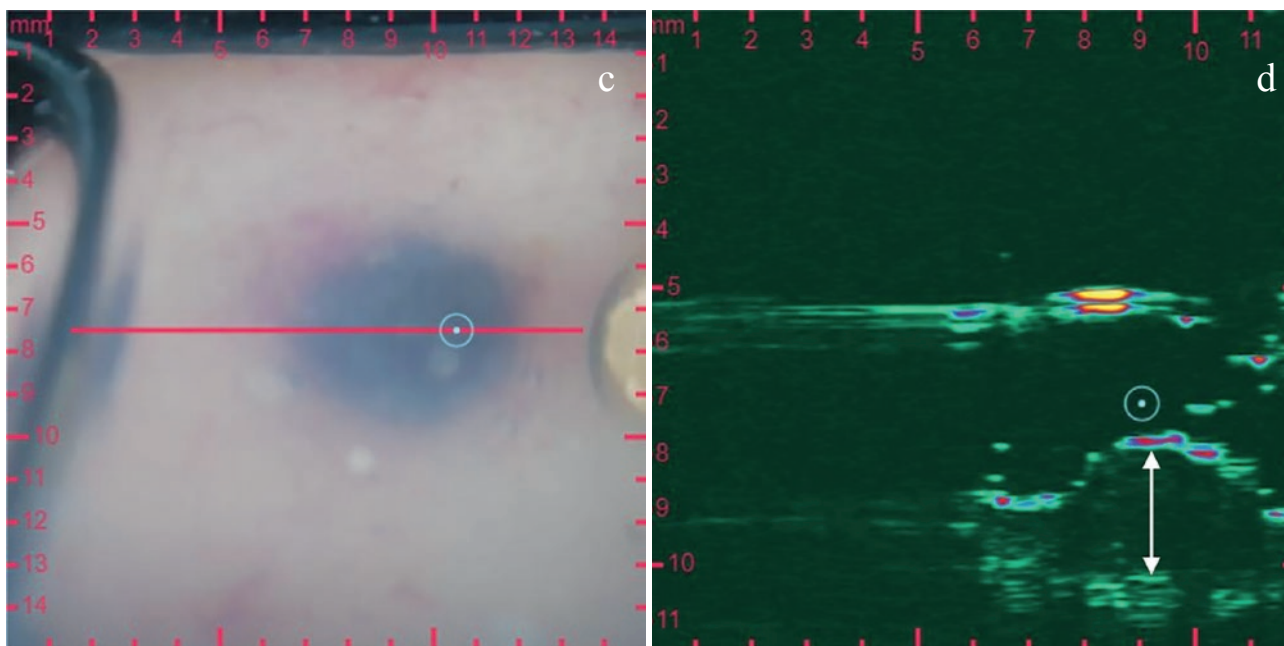
teszi a mélyebb rétegek vizsgálatát (41). Legfontosabb felhasználási területe a bőrdaganatok diagnosztikája, a tumorhatárok és a tumormélység meghatározása, a daganatok kiújulásának és a terápiás beavatkozások hatékonyságának a nyomon követése. A melanoma esetében a leghatékonyabban az 1 mm alatti és az 1 mm feletti Breslow-féle tumorvastagság elkülönítésére, továbbá a szatellita, illetve in tranzit metasztázisok kimutatásában használható (32).

Új fejlesztésként olyan portábilis HFUS eszköz is elérhetővé vált, amely az optikai és az ultrahang képalkotást kombinálja (Dermus SkinScanner, Dermus Kft., Budapest, Magyarország). A készülék tartalmaz egy optikai képalkotó modult, amely segíti az UH-kép pozicionálását, ez-

Klinikai manifesztáció



Dermus SkinScanner



2. a, b, c, d ábra

Melanoma malignum vizsgálata optikailag irányított HFUS képalkotással (Dermus SkinScanner, Dermus Kft., Budapest).

A: Noduláris melanoma (NM), Breslow-féle tumorvastagság: 2,18 mm, pT3b, Clark III, klinikai kép;

B: dermoszkópos kép; C: optikai kép; D: magas frekvenciájú ultrahanggal készült kép 2,32 mm-esnek mért mélységgel (fehér nyíl). A szerzők saját felvétele.

által könnyebbé és reprodukálhatóvá téve a képkalkotást. A HFUS képeken a bőr keresztmetszeti képét látjuk (az optikai képen piros vonallal jelölve a keresztmetszeti síkot), az epidermis echodús vonalként, a dermis echodús sávként, a subcután zsírszövet pedig echoszegény sávként jelenik meg. A melanoma hypoechogén elváltozásként jelenik meg az epidermis és a dermis hyperechogén környezetében (2. ábra) (42). A basalioma szintén hypoechogén összefüggő területként ábrázolódik, azonban jobban körülhatárolt, mint a melanoma és gyakran hyperechogén pontokat is tartalmaz (41). Az ultrahang hátránya azonban, hogy a képkalkotás minősége nagyban függ a kezelő jártasságától.

Reflektancia konfokális mikroszkópia

Az *in vivo* reflektancia konfokális mikroszkópia (reflectance confocal microscopy, RCM) egy új elterjedőben lévő képkalkotó technika, amelyet főleg a dermatoonkológia területén használnak ígéretes eredményekkel. A RCM vizsgálat során a minta egy kis háromdimenziós részletét világítják meg egy diódalézerből származó közel-infravörös fény segítségével, és a képkalkotáshoz a szövetek közötti optikai reflexiók különbségeket használja fel. Alkalmazható melanoma malignum diagnózisára, valamint azonosíthatók a basaliomát és a spinaliomát jellemző morfológiai eltérések. A technikai fejlesztések a mikroszkópfej mozgási tartományának javítását, a mozgás okozta artefaktumok csökkentését és a képkalkotás sebességének növelését célozzák (32). A RCM költségigénye magas, használatuk speciális képzettséget igényel, és elérhetőségük általában csak nagy bőronkológiai központokra korlátozódik (43).

Optikai koherencia tomográfia

Az optikai koherencia tomográfiát (optical coherence tomography, OCT) a bőrgyógyászat számos területén sikeresen alkalmazzák, így a melanoma és a nem-melanoma típusú bőrtumorok diagnosztikájára, a tumorhatárok meghatározására, továbbá gyulladásozós bőrbetegségek aktivitásának követésére és a fény okozta öregedés vizsgálatára (44). Sorra jelennek meg a módszer új technikai fejlesztései, így a dinamikus OCT (D-OCT) az erek 3D leképezésére (45), a magas felbontású OCT (high definition OCT, HD-OCT), amellyel már sejtszintű struktúrák is azonosíthatók (46), valamint a polarizáció-szenzitív OCT (PS-OCT), amely alkalmas a fibrosissal járó bőrbetegségek vizsgálatára (47). A line-field konfokális OCT (line-field confocal OCT, LC-OCT) a legújabb innovatív OCT eszköz, amely jobb szöveti felbontással rendelkezik, mint a hagyományos OCT készülékek, és nagyobb behatolási mélységgel, mint az RCM. Az RCM-hez hasonlóan az LC-OCT is lehetővé teszi a valós idejű 3D képkalkotást. Az LC-OCT jól alkalmazható különböző eredetű bőrelváltozások vizsgálatára, mivel egyesíti az RCM és az OCT jellemzőit (48).

Összefoglalás

A digitalizáció és a képkalkotás modern technológiai jelenleg a bőrgyógyászati kutatások kiemelt témái, és a mindennapi betegellátás részévé fognak válni a közeli jö-

vőben. Ezek ismerete nélkül már nem képzelhető a modern bőrgyógyászat. A digitális technológiák és az újszerű képkalkotó eljárások széleskörű alkalmazása lehet a záloga, hogy a jövőben is a legkorszerűbb ellátást biztosítsuk a páciensek részére.

Köszönetnyilvánítás

A közlemény a NKFI FK_19-131916 azonosítószámú „Új nem-invazív optikai képkalkotó technikák ritka dermatológiai kórképekben” projekt keretében jött létre. A Kulturális és Innovációs Minisztérium ÚNKP-22-4-II-SE-13 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült (KN).

IRODALOM

1. Lee J. J., English J. C., 3rd: Teledermatology: A Review and Update. *Am J Clin Dermatol.* (2018) 19(2), 253-260, 10.1007/s40257-017-0317-6
2. Pasquali P., Sonthalia S., Moreno-Ramirez D. és mtsai.: Teledermatology and its Current Perspective. *Indian Dermatol Online J.* (2020) 11(1), 12-20, 10.4103/idoj.IDOJ_241_19
3. Peracca S. B., Fonseca A., Hines A. és mtsai.: Implementation of Mobile Teledermatology: Challenges and Opportunities. *Telemed J E Health.* (2021) 27(12), 1416-1422, 10.1089/tmj.2020.0500
4. Dovigi E., Lee I., Tejasvi T.: Evaluation of Teledermatology Practice Guidelines and Recommendations for Improvement. *Telemed J E Health.* (2022) 28(1), 115-120, 10.1089/tmj.2021.0011
5. Jobbágy A., Kiss N., Meznerics F. A. és mtsai.: Emergency Use and Efficacy of an Asynchronous Teledermatology System as a Novel Tool for Early Diagnosis of Skin Cancer during the First Wave of COVID-19 Pandemic. *Int J Environ Res Public Health.* (2022) 19(5), 10.3390/ijerph19052699
6. Cartron A. M., Aldana P. C., Khachemoune A.: Pediatric teledermatology: A review of the literature. *Pediatr Dermatol.* (2021) 38(1), 39-44, 10.1111/pde.14479
7. Abbott L. M., Miller R., Janda M. és mtsai.: Practice guidelines for teledermatology in Australia. *Australas J Dermatol.* (2020) 61(3), e293-e302, 10.1111/ajd.13301
8. Ridard E., Secember H., Carvalho-Lallement P. és mtsai.: [Indicators in teledermatology: A literature review]. *Ann Dermatol Venereol.* (2020) 147(10), 602-617, 10.1016/j.annder.2020.01.024
9. Coates S. J., Kvedar J., Granstein R. D.: Teledermatology: from historical perspective to emerging techniques of the modern era: part II: Emerging technologies in teledermatology, limitations and future directions. *J Am Acad Dermatol.* (2015) 72(4), 577-586; quiz 587-578, 10.1016/j.jaad.2014.08.014
10. Kazi R., Evankovich M. R., Liu R. és mtsai.: Utilization of Asynchronous and Synchronous Teledermatology in a Large Health Care System During the COVID-19 Pandemic. *Telemed J E Health.* (2021) 27(7), 771-777, 10.1089/tmj.2020.0299
11. Sharma P., Nguyen B. M., Yang F. C.: A patient-centric cost analysis of store-and-forward teledermatology. *Int J Dermatol.* (2020) 59(2), e43-e45, 10.1111/ijd.14653
12. Jariwala N. N., Snider C. K., Mehta S. J. és mtsai.: Prospective Implementation of a Consultative Store-and-Forward Teledermatology Model at a Single Urban Academic Health System with Real Cost Data Subanalysis. *Telemed J E Health.* (2021) 27(9), 989-996, 10.1089/tmj.2020.0248
13. Pasadyn S. R., McAfee J. L., Vij A. és mtsai.: Store-and-forward teledermatology impact on diagnosis, treatment and dermatology referrals: Comparison between practice settings. *J Telemed Telecare.* (2022) 28(3), 177-181, 10.1177/1357633x20925269
14. Lee K. J., Finnane A., Soyer H. P.: Recent trends in teledermatology and teledermoscopy. *Dermatol Pract Concept.* (2018) 8(3), 214-223, 10.5826/dpc.0803a13

15. Elmas Ö F, Demirbaş A, Atasoy M. és mtsai.: Teledermatology during COVID-19 pandemic: Ethical and legal considerations about the principles of treatment prescription and privacy. *Dermatol Ther.* (2020) 33(4), e13781, 10.1111/dth.13781
16. Eminović N., Witkamp L., Ravelli A. C. és mtsai.: Potential effect of patient-assisted teledermatology on outpatient referral rates. *J Telemed Telecare.* (2003) 9(6), 321-327, 10.1258/135763303771005216
17. Barbieri J. S., Nelson C. A., James W. D. és mtsai.: The reliability of teledermatology to triage inpatient dermatology consultations. *JAMA Dermatol.* (2014) 150(4), 419-424, 10.1001/jama-dermatol.2013.9517
18. Were M. C., Savai S., Mokaya B. és mtsai.: mUzima Mobile Electronic Health Record (EHR) System: Development and Implementation at Scale. *J Med Internet Res.* (2021) 23(12), e26381, 10.2196/26381
19. Ahuja S., Briggs S. M., Collier S. M.: Teledermatology in Rural, Underserved, and Isolated Environments: A Review. *Curr Dermatol Rep.* (2022) 11(4), 328-335, 10.1007/s13671-022-00377-2
20. Glines K. R., Haidari W., Ramani L. és mtsai.: Digital future of dermatology. *Dermatol Online J.* (2020) 26(10),
21. Dovigi E., Kwok E. Y. L., English J. C., 3rd: A Framework-Driven Systematic Review of the Barriers and Facilitators to Teledermatology Implementation. *Curr Dermatol Rep.* (2020) 9(4), 353-361, 10.1007/s13671-020-00323-0
22. Boyce Z., Gilmore S., Xu C. és mtsai.: The remote assessment of melanocytic skin lesions: a viable alternative to face-to-face consultation. *Dermatology.* (2011) 223(3), 244-250, 10.1159/000333363
23. Hubiche T., Valério L., Boralevi F. és mtsai.: Visualization of Patients' Skin Lesions on Their Smartphones: A New Step During Dermatology Visits. *JAMA Dermatol.* (2016) 152(1), 95-97, 10.1001/jamadermatol.2015.2977
24. Jiang S. W., Flynn M. S., Kwock J. T. és mtsai.: Store-and-Forward Images in Teledermatology: Narrative Literature Review. *JMIR Dermatol.* (2022) 5(3), e37517, 10.2196/37517
25. Uppal S. K., Beer J., Hadelor E. és mtsai.: The clinical utility of teledermoscopy in the era of telemedicine. *Dermatol Ther.* (2021) 34(2), e14766, 10.1111/dth.14766
26. Cantisani C., Ambrosio L., Cucchi C. és mtsai.: Melanoma Detection by Non-Specialists: An Untapped Potential for Triage? *Diagnostics (Basel).* (2022) 12(11), 10.3390/diagnostics12112821
27. Horsham C., Snoswell C., Vagenas D. és mtsai.: Is Teledermoscopy Ready to Replace Face-to-Face Examinations for the Early Detection of Skin Cancer? Consumer Views, Technology Acceptance, and Satisfaction with Care. *Dermatology.* (2020) 236(2), 90-96, 10.1159/000506154
28. Young A. T., Xiong M., Pfau J. és mtsai.: Artificial Intelligence in Dermatology: A Primer. *J Invest Dermatol.* (2020) 140(8), 1504-1512, 10.1016/j.jid.2020.02.026
29. Sangers T. E., Nijsten T., Wakkee M.: Mobile health skin cancer risk assessment campaign using artificial intelligence on a population-wide scale: a retrospective cohort analysis. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* (2021) 35(11), e772-e774, 10.1111/jdv.17442
30. Mahmood F., Bendayan S., Ghazawi F. M. és mtsai.: Editorial: The Emerging Role of Artificial Intelligence in Dermatology. *Front Med (Lausanne).* (2021) 8, 751649, 10.3389/fmed.2021.751649
31. Dusi D., Rossi R., Simonacci M. és mtsai.: Image Gallery: the new age of dermoscopy: optical super-high magnification. *British Journal of Dermatology.* (2018) 178(5), e330-e330, <https://doi.org/10.1111/bjd.16495>
32. Jartarkar S. R., Patil A., Wollina U. és mtsai.: New diagnostic and imaging technologies in dermatology. *J Cosmet Dermatol.* (2021) 20(12), 3782-3787, 10.1111/jocd.14499
33. Hornung A., Steeb T., Wesselý A. és mtsai.: The Value of Total Body Photography for the Early Detection of Melanoma: A Systematic Review. *Int J Environ Res Public Health.* (2021) 18(4), 10.3390/ijerph18041726
34. Kuzmina I., Diebele I., Jakovels D. és mtsai.: Towards noncontact skin melanoma selection by multispectral imaging analysis. *Journal of Biomedical Optics.* (2011) 16(6), 060502,
35. Kuzmina I., Lacis M., Spigulis J. és mtsai.: Study of smartphone suitability for mapping of skin chromophores. *Journal of Biomedical Optics.* (2015) 20(9), 090503,
36. Lihachev A., Lihacova I., Plorina E. V. és mtsai.: Differentiation of seborrheic keratosis from basal cell carcinoma, nevi and melanoma by RGB autofluorescence imaging. *Biomedical Optics Express.* (2018) 9(4), 1852-1858,
37. Bozsányi S., Farkas K., Bánvölgyi A. és mtsai.: Quantitative Multispectral Imaging Differentiates Melanoma from Seborrheic Keratosis. *Diagnostics (Basel).* (2021) 11(8), 10.3390/diagnostics11081315
38. Bozsányi S., Varga N. N., Farkas K. és mtsai.: Multispectral Imaging Algorithm Predicts Breslow Thickness of Melanoma. *J Clin Med.* (2021) 11(1), 10.3390/jcm11010189
39. Farkas K., Bozsányi S., Plázár D. és mtsai.: Autofluorescence Imaging of the Skin Is an Objective Non-Invasive Technique for Diagnosing Pseudoxanthoma Elasticum. *Diagnostics.* (2021) 11(2), 260,
40. Anker P., Fésűs L., Kiss N. és mtsai.: Visualization of Keratin with Diffuse Reflectance and Autofluorescence Imaging and Nonlinear Optical Microscopy in a Rare Keratinopathic Ichthyosis. *Sensors.* (2021) 21(4), 1105,
41. Levy J., Barrett D. L., Harris N. és mtsai.: High-frequency ultrasound in clinical dermatology: a review. *Ultrasound J.* (2021) 13(1), 24, 10.1186/s13089-021-00222-w
42. Csányi G., Gergely L. H., Kiss N. és mtsai.: Preliminary Clinical Experience with a Novel Optical-Ultrasound Imaging Device on Various Skin Lesions. *Diagnostics (Basel).* (2022) 12(1), 10.3390/diagnostics12010204
43. Kuzmina I., Diebele I., Spigulis J. és mtsai.: Contact and contactless diffuse reflectance spectroscopy: potential for recovery monitoring of vascular lesions after intense pulsed light treatment. *Journal of Biomedical Optics.* (2011) 16(4), 040505,
44. Schneider S. L., Kohli I., Hamzavi I. H. és mtsai.: Emerging imaging technologies in dermatology: Part II: Applications and limitations. *Journal of the American Academy of Dermatology.* (2018), 10.1016/j.jaad.2018.11.043
45. Schuh S., Holmes J., Ulrich M. és mtsai.: Imaging Blood Vessel Morphology in Skin: Dynamic Optical Coherence Tomography as a Novel Potential Diagnostic Tool in Dermatology. *Dermatol Ther (Heidelb).* (2017) 7, 187-202, 10.1007/s13555-017-0175-4
46. Boone M. A. L. M., Suppa M., Dhaenens F. és mtsai.: In vivo assessment of optical properties of melanocytic skin lesions and differentiation of melanoma from non-malignant lesions by high-definition optical coherence tomography. *Archives of Dermatological Research Archiv für Dermatologische Forschung.* (2016) 308, 7-20, 10.1007/s00403-015-1608-5
47. Babalola O., Mamalis A., Lev-Tov H. és mtsai.: Optical coherence tomography (OCT) of collagen in normal skin and skin fibrosis. *Archives of Dermatological Research Archiv für Dermatologische Forschung.* (2014) 306, 1-9, 10.1007/s00403-013-1417-7
48. Schuh S., Ruini C., Sattler E. és mtsai.: [Confocal line-field OCT]. *Hautarzt.* (2021) 72(12), 1039-1047, 10.1007/s00105-021-04900-7

Érkezett: 2023.01.10.

Közlésre elfogadva: 2023.01.17.