

NEW ASPECTS IN THE USE OF OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY (OCT) IN DERMATOLOGY
THROUGH HIGH-RESOLUTION EN-FACE-VIEW (EFV)-OCT
FAST THREE DIMENSIONAL DISPLAY OF SKIN VESSELS FOR DIAGNOSIS AND PLANNING OF THE THERAPY

Neue Aspekte zur Anwendung der Optischen-Kohärenz-Tomografie (OCT) in der Dermatologie durch High-Resolution En-Face-View (EFV)-OCT: Schnelle dreidimensionale Darstellung von Gefäßen der Haut zur Diagnostik und Planung der Therapie

Martin Nguyen¹, Marcella Kollmann-Hemmerich^{1,2}, Beata Trautner³, Gerald Messer^{1,2}

SCHLÜSSELWÖRTER:

Gefäße, En-face-view, 3D, High-resolution-OCT, Mehrstrahl-OCT, Angiom, Varikosis, Diagnostik, Infrarot, optische Kohärenz Tomografie

ZUSAMMENFASSUNG:

In der dermatologischen Praxis stellt sich eine neue Technologie zur Evaluation in der Routinediagnostik vor. Die Optische-Kohärenz-Tomografie (OCT) ist eine bildgebende Methode mit Infrarot-Laser und Computer-assistierter Schwarz-Weiß-Bildauswertung, die in der Lage ist, Schnittbilder und Aufsichtsaufnahmen der Haut in vivo und in Echtzeit darzustellen und zu speichern. Zur Diagnostik von aktinischen Keratosen, spinocellulären Karzinomen sowie Basalzellkarzinomen liegen bereits aufschlussreiche und vielversprechende Untersuchungen vor. Oft ist dabei auch die Beurteilung des Gefäßmusters, zum Beispiel mit Teleangiektasien bei einem Basalzellkarzinom, diagnostisch relevant. Anhand von drei Fallvorstellungen soll die Darstellung von Gefäßen der Haut in 3D durch die Optische-Kohärenz-Tomografie, zur Diagnosestellung, präoperativen Planung sowie Vorbereitung weiterer Therapie-maßnahmen vorgestellt und besprochen werden. Die Untersuchungen erfolgten mit dem multibeam VivoSight-OCT, Michelson Diagnostics, Orpington, UK, in 2D und in 3D-Annäherung sowie in der High-Resolution En-face-view (EFV)-OCT-Technik.

Bei der Untersuchung einer Läsion an der rechten Schläfe mit Verdacht auf ein Basalzellkarzinom stellte sich im OCT die Temporalvene mit ihren Ästen dar. So konnte vor der operativen Entfernung das intraoperative Risiko einer Blutung vermindert werden. Bei der zweiten Patientin ließ sich die Diagnose eines Lippenangioms durch das nicht-invasive OCT anhand des dreidimensionalen Gefäßmusters stellen. Eine bioptische Untersuchung oder invasive Therapiemaßnahmen konnten vermieden werden. Auch zur Therapieplanung bei Verödung von Besenreisern erscheint eine Quantifizierung der kleinsten Gefäße von 0,1 mm bis zu über 2 mm als sinnvoll. So sind Besenreiser, Teleangiektasien und Venektasien nach 3-dimensionaler Darstellung einfach zu unterscheiden. Als besonders schnelles Verfahren weist die schichtspezifische Darstellung des Gewebes mit dem High-Resolution En-face-view (EFV)-OCT die meisten Vorteile auf. Das EFV-OCT kann die Gefäßmuster bei Basalzellkarzinomen, Angiomen, Gefäßnävi, Spider Nävi, Besenreisern und Venektasien sofort und sicher differenzieren.

KEY WORDS:

Vessels, en face view, 3D, high-resolution OCT, multibeam OCT, varicosis, angioma, diagnosis, infrared, optical coherence tomography

SUMMARY:

Optical coherence tomography (OCT) is now evaluated in a routinely clinical setting in Dermatology. OCT-imaging is based on computer-aided black and white tomograms, obtained by infrared LASER light. These are taken in vivo and in real time and can be depicted in addition as transversal en face view (EFV)-OCT. Promising results have been obtained in the detection of actinic keratoses, spinocellular carcinomas and basal cell carcinomas (BCC). Moreover, a hallmark is the localization of vessels, e.g. small teleangiectatic, in BCC.

We here report on the fast and reliable imaging of small vessels of the skin using OCT in 3D for diagnosis, planning of surgical and other therapeutic procedures. In this study, the VivoSight-OCT, Michelson Diagnostics, Orpington, UK, was applied for tomograms, EFV-OCT and 3D-modelling. In the first patient with a suspicious lesion for BCC at the right forehead, the temporal vein could be depicted. Thus, the intraoperative risk for bleeding could be diminished. In the second patient, a pigmented lesion of the lip could be excluded by the non-invasive imaging of the vasculature, leading to the diagnosis of an angioma, as venous lake. Here, surgical removal of the lesion could be avoided. In addition, smaller vascular lesions in a patient with varicosis, like teleangiectases and venous ectases, can be measured (0,1–2 mm) and depicted in 3D. This can help to define the caliber and thus can help the therapeutic decision prior to LASER- or sclerosing therapy. Three dimensional OCT can be used as a rapid and precise approach to discriminate characteristic lesions by their pattern of the vasculature, like basal cell carcinomas, angiomas, vascular nevi, spider nevi, teleangiectases, venous lakes and hematomas .

- 1 Praxis für Dermatologie, Sendlinger Tor Platz 9, D-80336 München
- 2 Praxis für Dermatologie und Allergologie, Bauseweinallee 2, D-81247 München
- 3 Praxis für Dermatologie und Phlebologie, Sendlinger Tor Platz 9, D-80336 München

EINLEITUNG

Im dermatologischen Fachgebiet hat die Optische-Kohärenz-Tomografie (OCT) zur Diagnostik von aktinischen Keratosen und Basalzellkarzinomen zunehmend Beachtung gefunden. Dies ist ein schnell durchführbares Bildgebungsverfahren mittels kohärentem LASER-Licht und computergesteuerter Messtechnik und Datenverarbeitung, welches seit den 1990er Jahren fortwährend verbessert wird. Zur Untersuchung der Gefäße des Augenhintergrundes, zum Beispiel bei retinalen und angiomatösen Prozessen, bediente sich zuerst die Ophthalmologie dieses einzigartigen und nebenwirkungsfreien Verfahrens [1, 2].

Für die In-vivo-Diagnostik von nicht-pigmentierten Hauttumoren, wie aktinischen Keratosen, spinözellulären Karzinomen und Basalzellkarzinomen liegen Beobachtungen und Pilotstudien vor [3–11]. In der Genauigkeit der Diagnosestellung und durch die bessere Messbarkeit der Tumorausbreitung ist die Optische-Kohärenz-Tomografie der 20-MHz Sonografie beim Basalzellkarzinom deutlich überlegen [7]. Ein weiterer entscheidender Vorteil besteht für das OCT in der Art der Datenverarbeitung und der Datenkonservierung. Bei Betrachtung eines optischen Tomogramms kann man bei fortschrittlichen Geräten im sogenannten En-face-view (EFV)-Modus einen gewünschten Schnittpunkt wählen – und so gleichzeitig die Aufsicht in der gewünschten Schicht simulieren und visualisieren [6, 8] (diese Arbeit). Dadurch sind die zu untersuchenden, abgrenzbaren Veränderungen in Echtzeit in der Schnittebene (Tomogramm) und gleichzeitig auch hinsichtlich der flächigen Ausbreitung zugänglich und beurteilbar.

Diese Vorteile des En-face-view können, zum Beispiel bei der Diagnostik eines Basalzellkarzinoms [8], der Ausbreitung von Trichophyten in der Nagelplatte und dem Nagelbett (Nguyen et al., zur Publikation eingereicht), oder aber auch zur Beurteilung von Gefäßen der Haut von sehr großer Bedeutung sein [12]. So wurden durch die Darstellung der Gefäße an gesunder Haut, sowie anhand eines Gefäßnävus, erste Daten zur Quantifizierung der Gefäßdurchmesser bei einer Eindringtiefe von bis zu 1 mm erhoben.

Die Anwendung des OCT zur Diagnose der Onychomykose wurde bereits in früheren Arbeiten beschrieben [13–15]. Obwohl die Assoziation von Zeichen der Luftschlüsse im Hornmaterial (Aufhellungen) nicht spezifisch für die Diagnose erscheint, ist es möglich anhand der gefundenen Muster (Dots, Bars, Arcs) auf einen Befall mit Trichophyten zu schließen [14, 15]. Erst die dreidimensionale Darstellung zeigt das typische Befallsmuster der zumeist vom Nagelbett ausgehenden Onychomykose und deren gesamte Ausbreitung (Nguyen et al, zur Publikation eingereicht).

In dieser Studie wurde das aktuelle VivoSight-OCT-Gerät der Firma Michelson Diagnostics, Orpington, UK eingesetzt. Dieses arbeitet mit einem Klasse 1-Nd-YAG-LASER bei einer Wellenlänge von 1310 nm als Mehrstrahl-Scanner nach dem Fourier-Domain-Prinzip und lässt so eine Eindringtiefe von bis zu 2 mm bei einer Auflösung von bis zu 7,5 µm zu. Mit diesem Gerät kann die Haut direkt gegen Luft zur 2D- oder 3D-Darstellung kommen. Darüber hinaus bietet das Gerät in Echtzeit bei höchster

Auflösung (high-resolution) den En-face-view (EFV)-Modus, um die Hautveränderungen gleichzeitig im Tomogramm und in einer gekoppelten Schichtaufnahme darstellen zu können.

Wir möchten hier den zusätzlichen Nutzen der räumlichen Darstellung, aber auch die Grenzen dieser schnellen und exakten Bildgebung mittels OCT, zur Diagnostik von nicht-pigmentierten Hauttumoren am Kopf, bei der präoperativen Planung, und insbesondere bei der Darstellung und Messung von Gefäßen, diskutieren. Bei klinischem Verdacht auf ein Basalzellkarzinom an der Schläfe konnte der tangierende Verlauf der Temporalvene abgegrenzt und eine Verletzung dieser im Vorfeld eines Eingriffs ausgeschlossen werden. Weiterhin können Gefäße und Gefäßneubildungen der Haut, wie Gefäßnävi [12], Angiome, Spider Naevi oder Besenreiser sehr gut dargestellt und im En-face-view hinsichtlich des räumlichen Verlaufs beurteilt werden. Die Bildgebung der Hautgefäße erfolgt in Form von areflektiven Strukturen im Zehntelmillimeterbereich und wird durch die Beobachtung des räumlichen Verlaufs in der 3D-Darstellung bestätigt.

Als ein weiteres Beispiel konnte der diagnostische Ausschluss einer klinisch als pigmentierte Makula angenommenen Hautveränderung, die sich in der 3-dimensionalen Darstellung des Gefäßmusters als ein Lippenangiom beweisen ließ, vorgenommen werden.

Auch für die Planung einer Sklerosierungstherapie bei Varikosis mit Besenreisern kann eine genaue Bestimmung der Gefäßdurchmesser von Vorteil sein.

FALLBERICHT 1

Im Sommer 2013 stellte sich ein 77-jähriger Patient mit Hauttyp I-II nach Fitzpatrick zur OCT-Diagnostik multipler neu aufgetretener Hautveränderungen im Gesichts- und Kopfbereich vor. Untersucht wurden mehrere Areale mit Schuppung und Gewebevermehrung beziehungsweise auffälliger Gefäßzeichnung, mit dem Verdacht eines Basalzellkarzinoms, einer aktinischen Keratose oder einer angiomatösen Hautveränderung.

Die meisten Befunde konnten durch das OCT als aktinische Keratosen bestätigt werden. Eine besondere Aufmerksamkeit verdiente eine dennoch unklare Hautveränderung an der rechten Schläfe (Abb. 1). Klinisch konnte die Verdachtsdiagnose eines Basalzellkarzinoms nicht ausgeschlossen werden.



Abb. 1: Makroskopisch sichtbare Hautveränderung an der rechten Schläfe, klinisch stellte sich der Verdacht auf ein Basalzellkarzinom.

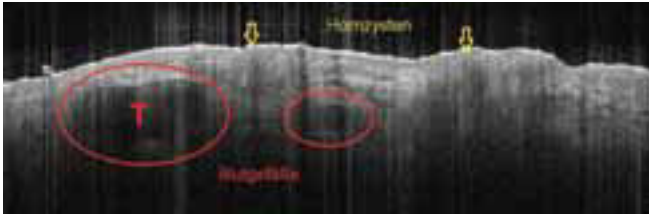


Abb. 2a: Auf Grund der im OCT (VivoSight, Fa. Michelson Diagnostics) deutlich sicht- sowie messbaren Gefäßstrukturen, konnten die Venen bei der Operation präparativ geschont werden. Das entnommene Gewebe erwies sich als seborrhoische Keratose (Dermatohistopathologisches Labor, Dermatologikum, Hamburg).

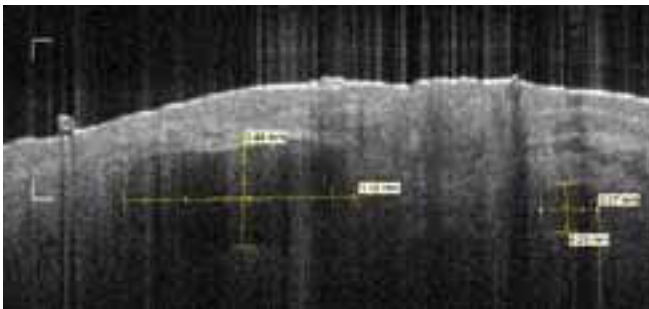


Abb. 2b: Bestimmung der Größe der venösen Gefäße, Schläfe rechts. Mit dem Cursor können die Durchmesser von maximal 1,12 x 0,48 mm und 0,27 x 0,23 mm dargestellt werden.



Abb. 3a: Neu entstandene, etwa 0,8 x 0,8 cm durchmessende, im Hautniveau liegende rötlich-braune Makula an der Unterlippe einer 14-jährigen Patientin.

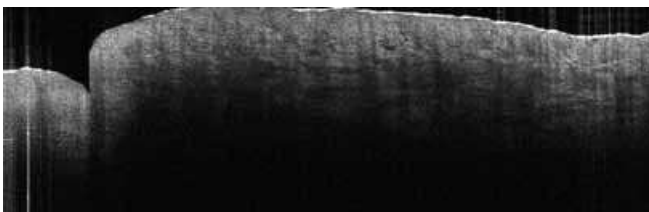


Abb. 3b: 2D-OCT: Das Bild zeigt einen 6 mm breiten Querschnitt der makulösen Hautveränderung. Links der Fältelung befindet sich der makroskopisch unauffällige Anteil des Lippenrots.

Im OCT zeigten sich eine verruciforme Oberfläche sowie hyporeflektive, zystenförmige Strukturen, welche sich in der Epidermis und oberen Dermis befanden (Abb. 2a, gelbe Pfeile). Zudem ließen sich in der Dermis areflektive, scharf begrenzte, schlauchförmige Strukturen, in allen Schnitten der OCT-Aufnahme erkennen (Abb. 2a, rote Umkreisung). Die untere Abgrenzung der zystenförmigen Strukturen konnte auf Grund von Auslöschungsphänomenen nicht dargestellt werden.

Die Interpretation des OCT-Befundes gestaltete sich nicht als eindeutig, da die hyporeflektiven, zystenförmigen Strukturen sich nicht klar als Hornkügelchen darstellten, und auch keine typische hyporeflektive Randverstärkung eines Basalzellkarzinoms aufwiesen. Daher wurde die Entscheidung zur bioptischen Abklärung sowohl klinisch, als auch durch den OCT-Befund bedingt, getroffen.

Die stark hypo- bis areflektiven schlauchförmigen Strukturen hingegen konnten als benachbarte Gefäße der Vena temporalis identifiziert werden. Die im Computerprogramm enthaltene maßstabgerechte Darstellung ließ die Quantifizierung des Temporalvenenastes mit 1,12 x 0,48 mm zu (Abb. 2b).

FALLBERICHT 2

Die zum Untersuchungszeitpunkt 14-jährige Patientin stellte sich mit einer etwa 0,8 cm durchmessenden bräunlich-pigmentiert erscheinenden Makula, die sich über Monate hinweg vergrößert habe, vor (Abb. 3a). Sie wurde von einem chirurgisch tätigen Kollegen bei Verdacht auf pigmentierte Neubildung überwiesen. Durch die Auflichtmikroskopie war keine Pigmentveränderung ersichtlich. Zur besseren Beurteilung wurde daher anstatt einer Gewebeentnahme eine OCT-Aufnahme angefertigt.

Das Lippenrot außerhalb der Läsion erschien im OCT als unauffällig (Abb. 3b, links). Verändert zeigte sich nur das Lippenrot im Bereich der Makula mit deutlich sichtbaren hyporeflektiven, teils länglichen, teils netzförmig verwobenen Anteilen, die überwiegend horizontal verliefen und vereinbar mit Blutgefäßen von ca. 0,02 bis 0,3 mm Durchmesser waren.

Zusätzlich wurde ein hochauflösendes OCT in 3D-Technik (3D-Annäherung mit VivoSight, Michelson Diagnostics) erstellt, um eine Rekonstruktion zur besseren Bestimmung der räumlichen Ausdehnung der Strukturen zu erhalten (Abb. 3c). Die Konturen des Lippenrots sind auf der linken Seite als Oberflächenstruktur zu erkennen.

Nach Anfertigung einer dreidimensionalen Abbildung war es möglich, die virtuelle Biopsie in der y-Achse zu schneiden, um transversale Schichten der Aufnahme zu erhalten. Diese 3D-Annäherung kann, entsprechend dem En-face-view (EFV)-Modus, in beliebiger Höhe in der Aufsicht dargestellt werden. Es zeigte sich in allen horizontalen Schnittebenen ein gleichsam unregelmäßiges Muster aus kommunizierenden, hyporeflektiven Schläuchen und Kavernen (Abb. 3c, rechts). Dieses Netz von Blutgefäßen unterschiedlichen Kalibers ließ die Diagnose eines Lippenangioms (venous lake) als sicher erscheinen. Mit der Patientin wurde die Möglichkeit einer Therapie durch LASER besprochen. Eine Biopsie, oder operative Entfernung der Läsion konnte durch die nicht-invasive OCT-Untersuchung vermieden werden.

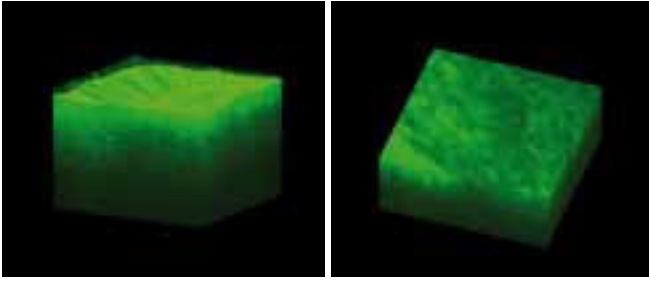


Abb. 3c: 3-Dimensionale Rekonstruktion an Hand der Daten des hochauflösenden OCT-Scans (VivoSight, Fa. Michelson Diagnostics). Mit diesen Daten wird ein etwa 2 mm messender Würfel rekonstruiert, welcher dann in allen Ebenen angeschnitten werden kann, in der rechten Aufnahme in der Aufsicht.



Abb. 4: Untersuchtes bläulich-livides Areal am linken dorsalen Unterschenkel. Gut sichtbarer, kreisförmiger Abdruck nach Aufliegen des OCT-Scanner-Kopfes. Schwarz markiert ist das untersuchte Feld von 6 mm x 6 mm.

FALLBERICHT 3

Eine 49-jährige Patientin stellte sich im Frühjahr 2013 zur phlebologischen Untersuchung vor. Im Rahmen der klinischen Untersuchung und der Untersuchung mittels Doppler- sowie Duplexsonographie wurden die Diagnosen Lipödem sowie Perforansvarikose am rechten Unterschenkel gestellt. Zusätzlich fanden sich bei der Patientin multiple Besenreiser an beiden Beinen.

Am rechten Unterschenkel stellte sich ein kleines, bläulich-schimmerndes Hautareal dar (Abb. 4). Diagnostisch war nicht klar, ob es sich um Besenreiser, ein kleines Hämatom, oder um eine Venektasie handelte. Zur Diagnosesicherung, sowie zur Entscheidung über die endgültige Therapieoption wurde eine OCT-Aufnahme durchgeführt (Abb. 5).

Nach der Sicherung der Diagnose Varikosis und Venektasie erfolgte die Verödung mittels Sklerosierungslösung (1%-iges Aethoxysklerol). Diese fand direkt im Anschluss an die OCT-Untersuchung statt. Kurz nach der Injektion blasste die Hautveränderung ab. Im Rahmen dieser Sitzung wurden auch multiple Besenreiser therapiert.

DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG

Die bildgebende Diagnostik der Haut ist heute durch ein wertvolles Instrument in der dermatologischen Praxis bereichert. Das High-Resolution En-face-view-OCT (EFV-OCT) kann in Echtzeit eine schnelle und für den Patienten plausible sowie nicht-belastende Untersuchung der Haut ermöglichen. Schwarz-weiße Schnittbilder können, ähnlich denen der 20-Mhz Sonographie, die klinische Diagnose in einer tomographischen Darstellung sehr schnell bestätigen, oder eine spezielle Fragestellung beantworten. Das OCT liefert jedoch Bilder mit einer weitaus höheren Auflösung (unter 10 µm) als die 20-Mhz-Sonographie (7).

Durch die anschauliche Durchführung, unter direkter Einbeziehung der Patienten, wird die Transparenz, und somit indirekt die Compliance der Patienten erhöht. Die Technik in Echtzeit erscheint dabei als sehr plausibel und wird von den Patienten gerne angenommen. Dies gilt auch, wenn als Ergebnis eine weiterführende diagnostische Maßnahme mit Gewebentnahme angezeit ist.

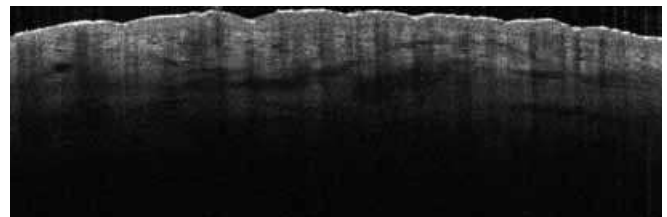


Abb.: 5a: 2D-Aufnahme des betroffenen Areals. Deutlich sichtbare schlauchförmige, areflektive Strukturen innerhalb der Dermis. Die Kaliber schwanken zwischen 0,02 mm bis zu 0,2 mm. Tiefer als 1,4 mm gelegene Strukturen konnten auf Grund von Auslöschungsphänomenen nicht mehr dargestellt werden.

Die OCT-Befunde können im Anschluss an die Untersuchung direkt als Kurzbefund mit Bildern ausgedruckt, oder in Form einer gespeicherten Datei auf einer Compact Disc übermittelt werden. Es empfiehlt sich jedoch in kritischen Fällen eine, von der Untersuchung unabhängige Durchsicht der Tomogramme, ähnlich der einer radiologischen Beurteilung.

Ein besonderer Vorteil dieser Methode liegt in der Möglichkeit der Darstellung einer 2. Ebene. So ist mit den High-Resolution-OCT-Geräten der neuesten Generation eine gleichzeitige Aufsicht (En-face-view) möglich. Vorteile sind eine sehr schnelle und gleichzeitige Erkennbarkeit der Ausdehnung einer Läsion in zwei Ebenen, bezogen auf die im optischen Tomogramm erhaltenen, charakteristischen morphologischen Daten. Eine solche

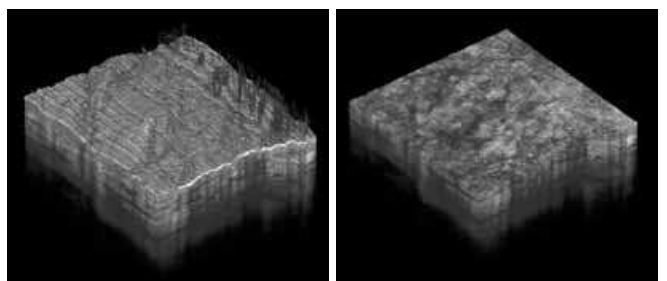


Abb. 5b: Eine 3D-Annäherung derselben Region zeigt eine unauffällige Hautoberfläche (linke Seite). In Transversalschnitten kann das Netz unterschiedlich großer Gefäße deutlich dargestellt werden (rechte Seite).

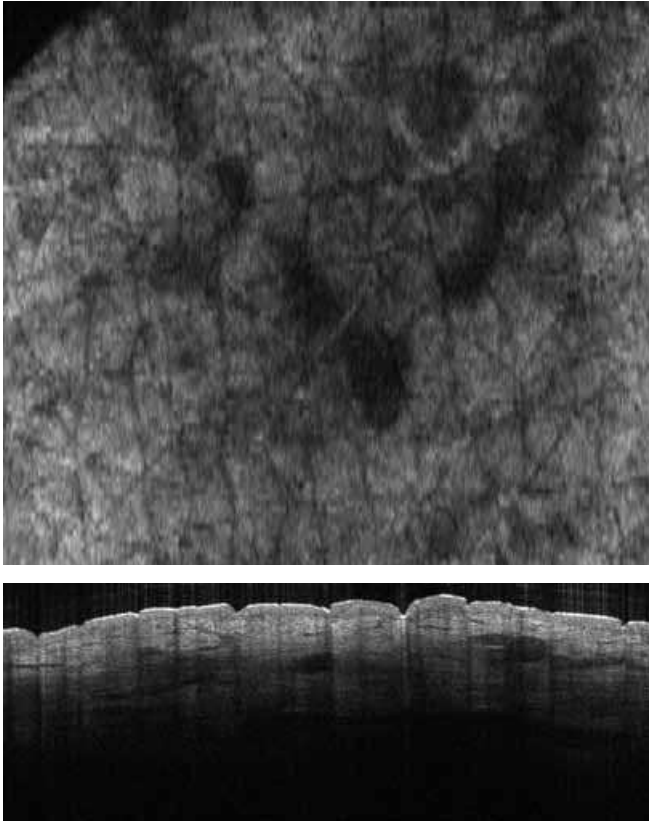


Abb. 5c: High-Resolution En-face-view-OCT: Ein Tomogramm zeigt in der Dermis angeschnittene Besenreiser nach einer Bifurkation (Unten, Mitte). Gleichzeitig kann im EFV-OCT-Modus die Aufsicht in verschiedenen Ebenen in Echtzeit dargestellt werden (Oben). Die Fältelung der Haut des proximalen, dorsalen Unterschenkels ist noch sichtbar.

räumliche Vorstellung ist sonst nur dem erfahrenen Dermatohistopathologen nach Durchsicht mehrerer Schnitte vergönnt.

Die klaren Grenzen hingegen liegen – aus technischen Gründen – bei der Grenze der optischen Auflösung und bei der Untersuchung von pigmentierten Hautveränderungen [16]. Hierbei sollte deutlich Abstand von der Diagnostik von pigmentierten Hautmalen mittels OCT genommen werden [16, 17]. Insbesondere kann über einzelne Zellen und die Dignität einer zellulären Veränderung in der Schwarz-Weiß-Darstellung des OCT keine Aussage gemacht werden. Eine Beschreibung der Zellmorphologie, der Mitosehäufigkeit und des Infiltrats ist mittels OCT nicht möglich. Hierfür sind die Dermatohistopathologie, Immunhistologie und Zellbiologie alleinig aussagekräftig. Derzeit wird aber untersucht, ob eine Tumordickenmessung bei malignem Melanom, entsprechend der mit der 20-Mhz Sonographie durchgeführten Dickenmessung, validiert werden kann.

Für den Dermatologen bietet die Optische-Kohärenz-Tomografie eine Reihe an Chancen und Vorteilen, wie schnelle Entscheidungshilfe bei unklaren klinischen Befunden, Abgrenzung von Läsionen, auch bei der operativen Planung sowie bei der postoperativen Untersuchung der Präparate [8] und bei Verlaufskontrollen auf Rezidive. Bei komplexen Basalzellkarzinomen kann darüber hinaus im Vorfeld eine OCT-Untersuchung

der Ausdehnung des Basalzellkarzinoms von großer Hilfe sein [11, 18]. Der zeitliche Aufwand ist dabei geringer, als der einer photodynamischen Diagnostik (PDD). Die bisherige Standardtherapie mittels Exzision oder mikroskopisch kontrollierter Chirurgie (MKC) wird durch den Einsatz der in vivo OCT-Diagnostik verbessert [10, 11]. Es können zudem Gefäßverläufe nahe dem, oder im OP-Gebiet sicher im Voraus erkannt werden (Abb. 2).

Besonders schnell ist der Verlauf von Gefäßen als areflektive, schlauchförmige Strukturen durch die EFV-OCT-Untersuchung zu erfassen. Die Morphologie, der Durchmesser und Verlauf der Gefäße können auch charakteristisch für Gefäßneubildungen wie einen Gefäßnävus (12), ein Angiom, Spider Nävi, oder auch ein Lippenangiom sein (Abb. 3b und c). Arterien, Venen und Gefäßansammlungen, aber insbesondere auch Hämatome stellen sich areflektiv, scharf abgegrenzt, gut ausmessbar und mittels High-Resolution EFV-OCT in typischer Ausdehnung und typischem Verlauf dar.

Eine Therapieplanung zur Behandlung von Besenreiservarizen kann mit OCT zwischen kleinsten und größeren Kalibern, oder einer Venektasie unterscheiden. Eine Optimierung der LASER-Therapie kann gegebenenfalls anhand des vom OCT gemessenen Musters erfolgen. Zudem ist die Verödung von Besenreisern im Eingriffsraum mit OCT-Erfolgskontrolle durchführbar. Die oberflächlichen, meist kosmetisch störenden Venen befinden sich dicht unter der Oberfläche und sind damit sehr gut während der Sklerosierung erfassbar (nicht gezeigt).

Auch die konfokale Lasermikroskopie (CFLM) stellt eine vielversprechende bildgebende Untersuchungsmethode dar. Als Vorteil sei hier die feinere Auflösung angeführt, mit der bis auf die Zellebene in vivo untersucht werden kann. Zu bedenken hinsichtlich der Praktikabilität gibt es allerdings den vergrößerten Zeitaufwand, die Anwendung eines optischen Mediums bei dieser Technik und vor allem, die geringere Eindringtiefe [16].

Es ist andererseits zu erwarten, dass bei der Handhabung und der Auflösung der Optischen-Kohärenz-Tomografie noch deutliche Verbesserungen mit zukünftigen Geräten erzielt werden können. Es kann auch über das Aufbringen von zellulären Markern und deren spezifische Detektion mittels OCT nachgedacht und spekuliert werden. So könnten für bestimmte Fragestellungen spezifische Marker einen molekularen Nachweis mit dem OCT ermöglichen. Diese molekulare In-Vivo-OCT-Diagnostik, vielleicht ähnlich der photodynamischen Diagnostik (PDD), der Fluoreszenzdiagnostik, oder Immunhistologie, muss allerdings erst noch entwickelt und evaluiert werden.

Korrespondenzadresse:

Priv.-Doz. Dr. med. Gerald Messer
 Facharzt für Dermatologie
 Sendlinger-Tor-Platz 9
 D-80336 München
 dr.gerald.messer@t-online.de
 www.Hautarzt-Messer.de

Literatur:

1. Hee MR, Izatt JA, Swanson EA, Huang D, Schuman JS, Lin CP et al. (1995) Optical coherence tomography of the human retina. Arch Ophthalmol 113: 325-32.
2. Polito A, Napolitano MC, Bandello F, Chiodini RG (2006) The role of optical coherence tomography (OCT) in the diagnosis and management of retinal angiomatous proliferation (RAP) in patients with age-related macular degeneration. Ann Acad Med Singapore 35: 420-4.
3. Gambichler T, Orlikov A, Vasa R, Moussa G, Hoffmann K, Stücker M, Altmeyer P, Bechara FG (2007) In vivo optical coherence tomography of basal cell carcinoma. J Dermatol Sci 45:167-73.
4. Gambichler T, Jaedicke V, Terras S (2011) Optical coherence tomography in Dermatology. Arch Dermatol Res 303: 457-73.
5. Mogensen M, Thrane L, Joergensen TM, Andersen PE, Jemec GB (2009) Optical coherence tomography for imaging of skin and skin diseases. Semin Cutan Med Surg 28:196-202.
6. Boone MALM, Norrenberg S, Jemec GBE, Del Marmol V (2012) Imaging of basal cell carcinoma by high-definition optical coherence tomography: histomorphological correlation. A pilot study. Br J Dermatol 167: 856-64.
7. Hinz T, Ehler L-K, Hornung T, Voth H, Fortmeier I, Maier T, Höller T, Schmid-Wendtner M-H (2012) Preoperative characterization of basal cell carcinoma comparing tumour thickness measurement by optical coherence tomography, 20-MHz ultrasound and histology. Acta Derm Venerol 92: 132-7.
8. Maier T, Kulichova D, Ruzicka T, Kunte C, Berking C (2012) Ex vivo high-definition optical coherence tomography of basal cell carcinoma compared to frozen-section histology in micrographic surgery: a pilot study. J Eur Acad Derm Venerol 10.1111/jdv.12063.
9. Pelosini L, Smith HB, Schofield JB, Meeckings A, Dhital A, Khnadwala M (2013) In vivo optical coherence tomography (OCT) in periocular basal cell carcinoma: Correlations between in vivo OCT images and postoperative histology. Br J Ophthalmol 97:890-4.
10. Wang KX, Meekings A, Fluhr JW, McKenzie G, Lee DA, Fisher J, Markowitz O, Siegel DM (2013) Optical coherence tomography-based optimization of Mohs micrographic surgery of basal cell carcinoma: a pilot study. Dermatol Surg 39:627-33.
11. Alawi SA, Kuck M, Wahrlich C, Batz S, McKenzie G, Fluhr JW, Lademann J, Ulrich M (2012) Optical coherence tomography for presurgical margin assessment of non-melanoma skin cancer – a practical approach. Exp Dermatol 22:547-51.
12. Liu G, Jia W, Nelson JS, Chen Z (2013) In vivo, high-resolution, three-dimensional imaging of port wine stain microvasculature in human skin. Laser Surg Med 10.1002/lsm.22194.
13. Rothmund G, Sattler EC, Kaestle R, Fischer C, Haas CJ, Starz H, Welzel J (2013) Confocal laser scanning microscopy as a new valuable tool in the diagnosis of onychomycosis – comparison of six diagnostic methods. Mycoses 56:47-55.
14. Messer G, Nguyen M, Kollmann-Hemmerich M, Deusch K (2012) Die Revolutionierung der Behandlung der Onychomykose: Diagnostik mit Optischer Kohärenz-Tomographie (OCT) und Therapie mittels PinPointe-Footlaser und Antimykotikum-Creme. Kosmed Med 34: 176-81.
15. Messer G, Nguyen M, Kollmann-Hemmerich M, Deusch K (2013) Revolutionary changes in the therapy of onychomycosis: Implication of optical coherence tomography (OCT) and the pinpoint footlaser. Mycoses 56 Suppl 2:11.
16. Schmitz L, Reinhold U, Bierhoff E, Dirschka T (2013) Optical coherence tomography: Its role in daily dermatological practice. JDDG 11:499-507.
17. Gambichler T, Regeniter P, Bechara FG, Orlikov A, Vasa R, Moussa G, Stücker M, Altmeyer P, Hoffmann K (2007) Characterization of benign and malignant melanocytic skin lesions using optical coherence tomography in vivo. J Am Acad Dermatol 57:629-37.
18. Pomerantz R, Zell D, McKenzie G, Siegel DM (2011) Optical coherence tomography used as a modality to delineate basal cell carcinoma prior to Mohs's micrographic surgery. Case Rep Dermatol 3:212-8.

Jetzt in der vorteilhaften Box



fast 70% mehr Inhalt - gleicher Preis

Enzymkombination mit Bromelain & Papain zur Nahrungsergänzung

50 Tabletten in praktischer Dose

Unterstützt die körpereigenen Abwehrkräfte & die Balance des Immunsystems

- **magensaftresistent**
- **lactosefrei**
- **rein pflanzliche Inhaltsstoffe**
- **von den Ärzten des NETZWERK-Globalhealth getestet und empfohlen**

Exklusiv im Vertrieb von:

Lichtblick GmbH · Mühlenstr. 19 · 48317 Drensteinfurt
Tel.: 025 08 / 21 59-300 · Fax: 025 08 / 21 59-333