

Teresa Kränke¹, Philipp Tschandl², Harald Kittler², Christoph Müller², Rainer Hofmann-Wellenhof¹

Dermatoskopie – What's new (and coming)?

¹ Universitätsklinik für Dermatologie und Venerologie, Medizinische Universität Graz

² Universitätsklinik für Dermatologie und Venerologie, Medizinische Universität Wien

Die ersten Berichte über die Dermatoskopie datieren bereits aus dem Jahr 1920 und stammen von Johann Saphier, der unterschiedliche – auch entzündliche – Hautveränderungen mit Hilfe eines binokularen Mikroskops untersuchte. Seitdem hat diese Technik eine rasante Entwicklung durchlaufen und gilt heute als Standardmethode in der dermatologischen Praxis. Abgesehen von ihrer ursprünglichen Anwendung, der Unterscheidung und korrekten Klassifizierung von pigmentierten Hauttumoren, wird die Dermatoskopie inzwischen in vielen Bereichen der Dermatologie eingesetzt. Sie dient als unterstützendes diagnostisches Instrument bei unpigmentierten Tumoren, entzündlichen Dermatosen (Inflammoskopie), Nagelerkrankungen (Onychoskopie), Haarerkrankungen (Trichoskopie), Schleimhautläsionen (Mukoskopie) und parasitären Erkrankungen (Entomodermoskopie)¹⁻¹¹.

Super-High Magnification Dermoscopy (SHMD)

Eine neuere technische Entwicklung ist die super-high magnification dermoscopy (SHMD), die eine 400-fache Vergrößerung der untersuchten Läsionen (Dermoscopy 400/D400) ermöglicht – im Vergleich zu einer bis zu 20-fachen Vergrößerung bei der konventionellen Dermatoskopie. Hier ist es nun möglich, einzelne (pigmentierte) Zellen zu identifizieren und Zelltypen zu unterscheiden (Keratinozyten versus Melanozyten)¹²⁻¹⁵. In einer Reihe von Studien wurde untersucht, ob die SHMD bei der Differenzierung von atypischen Nävi und Melanomen hilfreich sein könnte^{12,13}. Eine Pilotstudie¹² untersuchte an 88 Läsionen (57 Nävi, 31 Melanome), welche Strukturen mit Hilfe der SHMD sichtbar sind und wie diese sich bei atypischen Nävi und Melanomen unterscheiden. Es zeigte sich, dass bei über 90% aller Läsionen pigmentierte Zellen identifiziert werden konnten. Die Autoren stellten zudem fest, dass große, in Form und Größe irreguläre, dendritische oder rundliche, bläulich-violette sowie unregelmäßig verteilte Zellen bei Melanomen signifikant häufiger zu finden sind als bei Nävi. Melanome zeigten zudem vermehrt Punkte, unscharfe blaue, strukturlose Areale und Gefäße. Die Zellen bei den Nävi waren unter SHMD hingegen signifikant häufiger polygonal, fokussiert und in Nestern innerhalb des Pigmentnetzwerks oder um die dermalen Papillen verteilt. In einer retrospektiven Auswertung wurden die oben beschriebenen Muster an 190 klinisch-dermatoskopisch atypisch pigmentierten Läsionen (117 benigne Läsionen und 73 Melanome) bestätigt¹⁴. In einem aktuellen Fallbericht¹⁵ wurden auch SHMD-Merkmale eines Halo-Nävus beschrieben. Die Autoren beschrieben hier Reste von Melanozytennestern

Teresa Kränke¹, Philipp Tschandl², Harald Kittler², Christoph Müller², Rainer Hofmann-Wellenhof¹

Dermoscopy – What's new (and coming)?

¹ Department of Dermatology and Venereology, Medical University of Graz

² Department of Dermatology and Venereology, Medical University of Vienna

The first reports on dermoscopy date back to 1920 and were written by Johann Saphier, who examined various skin changes – including inflammatory ones – using a binocular microscope. Since then, this technique has undergone rapid development and is now considered a standard method in dermatological practice. Apart from its original application, the differentiation and correct classification of pigmented skin tumors, dermoscopy is now used in many areas of dermatology. It is used as a supportive diagnostic tool for non-pigmented tumors, inflammatory dermatoses (inflammoscopy), nail diseases (onychoscopy), hair diseases (trichoscopy), mucosal lesions (mucoscopy) and parasitic diseases (entomodermoscopy)¹⁻¹¹.

Super-high magnification dermoscopy (SHMD)

A more recent technical development is super-high magnification dermoscopy (SHMD), which enables a 400-fold magnification of the examined lesions (Dermoscopy 400/D400), as compared to a magnification of up to 20 times using conventional dermoscopy. It is now possible to identify individual (pigmented) cells and differentiate between cell types (keratinocytes versus melanocytes)¹²⁻¹⁵. A number of studies have investigated whether SHMD could be helpful in the differentiation of atypical nevi and melanomas^{12,13}. A pilot study¹² examined 88 lesions (57 nevi, 31 melanomas) to determine which structures are visible with the aid of SHMD and how these differ in atypical nevi and melanomas. It was found that pigmented cells could be identified in over 90% of all lesions. The authors also found that large, irregular in shape and size, dendritic or roundish, bluish-purple and irregularly distributed cells were significantly more common in melanomas than in nevi. Melanomas also showed an increased number of dots, blurred blue, featureless areas and vessels. In contrast, the cells in nevi with SHMD were significantly more frequently polygonal, focused and distributed in nests, either within the pigment network or around the dermal papillae. In a retrospective evaluation, the patterns described above were confirmed in 190 clinically dermatoscopically atypically pigmented lesions (117 benign lesions and 73 melanomas) [13]. In a recent case report¹⁵, SHMD features of a halo nevus were also described. The authors described remnants of melanocyte nests with dilated vessels and

mit dilatierten Gefäßen und Haare mit einem depigmentierten Kortex als Hinweise auf einen Halo-Nävus.

Eine andere Studie¹⁶ untersuchte den Einsatz der SMHD zur Diagnose von Lentigo maligna/Melanom (LM/LMM). Sie verglich die SMHD mit der konventionellen Dermatoskopie und konzentrierte sich dabei auf die Identifizierung spezifischer Merkmale wie atypische Melanozyten und Follikulotropismus. Diese Studie unterstreicht das Potential von SMHD zur Verbesserung der diagnostischen Genauigkeit bei Melanomen im Gesicht, insbesondere bei der Lentigo maligna, indem es subtile Veränderungen aufdeckt, die sonst nur mit der konfokalen Laserscanmikroskopie sichtbar sind.

Auch in der Beschreibung der vaskulären Strukturen bei Basalzellkarzinomen (BZK) kann die SHMD wertvolle morphologische Details zeigen¹⁷⁻¹⁹. Wie in der konventionellen Dermatoskopie sind Gefäße unterschiedlicher Morphologie auch in der D400 ein typischer Befund. Es konnten auch einige neue Muster und signifikante Unterschiede gefunden werden:

1. Gewundene Gefäße wurden unter SHMD am häufigsten gefunden;
2. Baumartig verzweigte Gefäße waren der zweithäufigste Gefäßtyp;
3. Dünne lineare Gefäße, die pigmentierte Strukturen umgeben, wurden als neues Kriterium in der SHMD von Basalzellkarzinomen identifiziert;
4. Feine pigmentierte Strukturen, die möglicherweise dem Initialstadium von Punkten und Globuli entsprechen, wurden in der SHMD ebenfalls identifiziert.

Auf dem Gebiet der Entomodermatoskopie ist die SHMD potentiell zur Beurteilung der Vitalität von Skabiesmilben verwendbar, wodurch die Notwendigkeit einer Therapie sowie der Behandlungserfolg evaluiert werden können²⁰. In einem aktuellen Fallbericht konnten die Autoren mittels SHMD den Kopf, die Extremitäten und den Darm einer Skabiesmilbe visualisieren. Die peristaltischen Bewegungen des Darms deuteten in den Augen der Autoren auf die Lebensfähigkeit der Milbe hin.

Die oben beschriebenen Arbeiten zeigen, dass mit der SHMD eine genauere Unterscheidung von Nävi und Melanomen möglich sein kann. Zudem ist die SHMD bei großen Läsionen hilfreich, eine repräsentative Stelle für eine Biopsie festzulegen. Aufgrund ähnlicher anatomischer Orientierung und Vergrößerung könnten mit der SHMD Kriterien der konfokalen Laserscanmikroskopie (Reflectance Confocal Microscopy / RCM) in Zukunft besser verstanden und analysiert werden: Dendritische Zellen in der RCM entsprechen zum einen malignen Melanozyten aber auch den Langerhansschen Zellen, bei der SHMD in pigmentierter Form aber ausschließlich Melanozyten. Auch bei Basalzellkarzinomen kann mit Hilfe der SHMD die submakroskopische Morphologie nun besser dargestellt und verstanden werden. Interessant ist hier die Möglichkeit zukünftiger Studien, die die gefundenen Merkmale bei BZK mit denen von anderen gutartigen Tumoren vergleichen könnte.

hair with a depigmented cortex as evidence of a halo nevus.

Another study¹⁶ investigated the use of SMHD for the diagnosis of lentigo maligna/melanoma (LM/LMM). It compared SMHD with conventional dermoscopy, focusing on the identification of specific features such as atypical melanocytes and folliculotropism. This study highlights the potential of SMHD to improve diagnostic accuracy in facial melanoma, and particularly lentigo maligna, by revealing subtle changes that are otherwise only visible when using confocal laser scanning microscopy.

SHMD can also show valuable morphological details in the description of vascular structures in basal cell carcinomas (BCC)¹⁷⁻¹⁹. As in conventional dermoscopy, vessels of different morphology are also a typical finding in the D400. Some new patterns and significant differences were also found:

1. Convoluted vessels were found most frequently among SHMD
2. Tree-like branched vessels were the second most common vessel type
3. Thin linear vessels surrounding pigmented structures were identified as a new criterion in the SHMD of basal cell carcinomas
4. Fine pigmented structures, possibly corresponding to the initial stage of dots and globules, were also identified in the SHMD

In the field of entomodermatoscopy, SHMD can potentially be used to assess the vitality of scabies mites, allowing the need for therapy and the success of treatment to be evaluated²⁰. In a recent case report, the authors were able to visualize the head, extremities and gut of a scabies mite using SHMD. The peristaltic movements of the intestine indicated the viability of the mite in the eyes of the authors.

The work described above shows that SHMD can be used to differentiate more precisely between nevi and melanomas. In addition, SHMD is helpful in determining a representative site for a biopsy in the case of large lesions. Due to similar anatomical orientation and magnification, SHMD could be used to better understand and analyze criteria of confocal laser scanning microscopy (Reflectance confocal microscopy/RCM) in the future: Dendritic cells in RCM correspond on the one hand to malignant melanocytes but also to Langerhans cells, but in SHMD in pigmented form correspond exclusively to melanocytes. The submacroscopic morphology of basal cell carcinomas can now also be more clearly visualized and understood with the aid of SHMD. Of interest here is the possibility of future studies that could compare the features found in BCC with those of other benign tumors.

Ultraviolett-induzierte Fluoreszenz-Dermatoskopie (UVFD)

Eine weitere technische Neuerung ist die Ultraviolett-induzierte Fluoreszenz-Dermatoskopie (UVFD)²¹⁻²⁶. In einer aktuellen retrospektiven Studie²¹ wurde untersucht, inwieweit die UVFD in der Beurteilung der korrekten Operationsstelle für eine Mohs-Chirurgie nützlich sein kann. Die Autoren konnten zeigen, dass die Operationsstelle unter UVFD deutlich besser sichtbar war als unter polarisiertem Licht. Zudem war die diagnostische Sicherheit der evaluierenden Dermatologen mittels der UVFD signifikant höher. Ein weiteres Einsatzgebiet der UVFD umfasst die Diagnostik von nicht-neoplastischen Dermatosen. Eine multizentrische Arbeit²² mit 208 Patienten hat die UVFD mit polarisiertem Licht hinsichtlich ihrer diagnostischen Genauigkeit bei einer Reihe von klinisch ähnlichen nicht-neoplastischen Dermatosen verglichen. Folgende UV-induzierte Fluoreszenzmuster wurden gefunden:

1. Grüne Fluoreszenz bei Pseudomonas-bedingter Intertrigo;
2. Rote Fluoreszenz bei Corynebacterium-bedingter Intertrigo, Psoriasis (inversa und guttata-Typ), progressiver makulärer Hypomelanose und Erythrasma;
3. Hellgrüne Fluoreszenz bei achromatischer Pityriasis versicolor und Tinea.

Zur Unterscheidung vernarbender und nicht-vernarbender Alopezien zeigte eine Arbeit²⁴, dass eine deutliche Fluoreszenz der Haarfollikel typischerweise in den kahlen Stellen nicht-vernarbender Alopezien als Zeichen erhaltener Follikel zu finden ist. Bei vernarbenden Alopezien fehlt diese Fluoreszenz in der Regel oder ist deutlich verringert. Zur Beurteilung einer Skabies zeigt sowohl der Milbengang als auch die Milbe selbst (mit Ausnahme des kleinen braunen Dreiecks / „Delta-Sign“) einen hellen Reflex mit UVFD, welcher klar abgegrenzt werden kann^{25,26}.

Anwendung von künstlicher Intelligenz (KI)

Die Anzahl an Berichten zu Anwendungsmöglichkeiten künstlicher Intelligenz (KI) zur Klassifizierung unterschiedlicher benignen und malignen Hautläsionen ist in den letzten Jahren stetig gestiegen²⁷⁻³⁶. Mehrere große internationale Studien²⁸⁻³¹ haben gezeigt, dass eine KI-gestützte Beurteilung in der korrekten Erkennung verschiedener Hautkrebsformen (melanozytär und nicht-melanozytär) erfahrenen Dermatologen im experimentellen Setting überlegen sein kann. Andere Arbeiten³⁰ unterstreichen zudem, dass die diagnostische Genauigkeit von Dermatologen mit KI-Unterstützung höher ist als ohne. Der größte Nutzen zeigte sich dabei besonders bei Klinikern mit weniger Erfahrung in der Dermatoskopie.

In der klinischen Praxis und in prospektiven Studien^{27,32,33} hat sich die Ganzkörperfotografie (Total Body Photography / TBP) neben der sequenziellen Videodermatoskopie als relevanter Faktor in der Früherkennung von Melanomen erwiesen. Moderne Hardware- und Software-gestützte TBP-Systeme nutzen mittlerweile künstliche Intelligenz, um in Verlaufsbildern neue oder veränderte Läsionen automatisiert zu finden.

Ultraviolet-induced fluorescence dermoscopy (UVFD)

Another technical innovation is ultraviolet-induced fluorescence dermoscopy (UVFD)²¹⁻²⁶. A recent retrospective study²¹ investigated the extent to which UVFD can be useful in assessing the correct surgical site for Mohs surgery. The authors were able to show that the surgical site was significantly more clearly visible under UVFD than under polarized light. In addition, the diagnostic confidence of the evaluating dermatologists was significantly higher with UVFD. Another area of application for UVFD is the diagnosis of non-neoplastic dermatoses. A multicenter study²² with 208 patients compared UVFD with polarized light in terms of its diagnostic accuracy in a number of clinically similar non-neoplastic dermatoses. The following UV-induced fluorescence patterns were found:

1. Green fluorescence in Pseudomonas-induced intertrigo
2. Red fluorescence in Corynebacterium-induced intertrigo, psoriasis (inversa and guttata type), progressive macular hypomelanosis and erythrasma
3. Light green fluorescence in achromatic pityriasis versicolor and tinea

To differentiate between scarring and non-scarring alopecia, a study²⁴ showed that a clear fluorescence of the hair follicles is typically found in the bald areas of non-scarring alopecia as a sign of preserved follicles. In scarring alopecia, this fluorescence is usually absent or significantly reduced. To assess scabies, both the mite duct and the mite itself (with the exception of the small brown triangle / “delta sign”) show a bright reflex with UVFD, which can be clearly delineated^{25,26}.

Artificial intelligence (AI)

The number of reports on possible applications of artificial intelligence (AI) for the classification of different benign and malignant skin lesions has steadily increased in recent years²⁷⁻³⁶. Several large international studies²⁸⁻³¹ have shown that AI can be superior to experienced dermatologists in the correct detection of different forms of skin cancer (melanocytic and non-melanocytic) in an experimental setting. Other studies³⁰ also emphasize that the diagnostic accuracy of dermatologists with AI support is higher than without. The greatest benefit was shown particularly for clinicians with less experience in dermoscopy.

In clinical practice and in prospective studies^{27,32,33}, total body photography (TBP) has proven to be a relevant factor in the early detection of melanoma alongside sequential video dermoscopy. Modern hardware and software-supported TBP systems now use artificial intelligence to automatically find new or altered lesions in progression images. Studies show that the diagnostic accuracy of dermatologists in the classification of benign and malignant skin lesions

Studien belegen, dass die diagnostische Genauigkeit von Dermatologen bei der Klassifizierung von gut- und bösartigen Hautläsionen mit dieser Anwendung sowie nachgeschalteten KI-Systemen zur Analyse dermatoskopischer Bilder verbessert werden konnte. Moderne Weiterentwicklungen der TBP ermöglichen es mittlerweile, aus multiplen Einzelbildern 3D-Avatare von Patienten zu erstellen und damit über 95% der Körperoberfläche eines Patienten zu erfassen³⁴.

Es ist zu erwarten, dass der Einsatz von KI in der Dermatologie weiter zunehmen wird. Allerdings steht deren Implementierung in den klinischen Alltag noch am Anfang. Ein wichtiger Aspekt ist, dass das individuelle Risikoprofil eines Patienten (Hauttyp, Alter, Geschlecht, Lokalisation der Läsion) innerhalb der KI-Anwendungen selten berücksichtigt wird, um aussagekräftigere „Real-World“-Daten zu generieren. Dies ist, zumindest konzeptionell, im Rahmen der TBP bereits umsetzbar, indem der Hautphänotyp analysiert und in die Klassifizierung der Läsionen integriert werden kann.

Ein bisher wenig beachteter Umstand beim Einsatz von KI zur Diagnose von Hautkrebs ist die Berücksichtigung positiver und negativer klinischer Konsequenzen von KI-unterstützten Entscheidungen aus der Sicht von Ärzten und Patienten. In einer kürzlich erschienenen Studie³⁵ wurde ein KI-System darauf trainiert, nicht nur bildbasierte Merkmale zu beachten, sondern auch die Folgen einer Fehldiagnose bei der Bewertung von gut- und bösartigen Hauterscheinungen abzuwägen, was zu einer Erhöhung des Anteils korrekter Diagnosen um 12% führte.

Ein kritischer Punkt bei der Anwendung von KI-basierten Systemen ist die Herausforderung, dass Läsionen, Patientengruppen oder Diagnosekategorien, die nicht in den Trainingsdatensätzen vorhanden waren, möglicherweise fehlerhaft eingestuft werden. Studien zeigen, dass in solchen Fällen die diagnostische Genauigkeit der Algorithmen deutlich abnimmt und signifikant unter der von Dermatologen liegt^{36,37}.

Korrespondenz: teresa.kraenke@medunigraz.at

has improved when using this application and downstream AI systems to analyze dermatoscopic images. Modern advances in TBP now make it possible to create 3D avatars of patients from multiple individual images and thus capture over 95% of a patient's body surface³⁴.

It is to be expected that the use of AI in dermatology will continue to increase. However, its implementation in everyday clinical practice is still in its infancy. One important aspect is that the individual risk profile of a patient (skin type, age, gender, location of the lesion) is rarely taken into account in AI applications in order to generate more meaningful “real-world” data. This can already be implemented, at least conceptually, in the context of TBP by analyzing the skin phenotype and integrating it into the classification of lesions.

One aspect of using AI for the diagnosis of skin cancer that has received little attention to date is the consideration of positive and negative clinical consequences of AI-supported decisions from the perspective of doctors and patients. In a recent study³⁵, an AI system was trained not only to consider image-based features, but also to weigh up the consequences of a misdiagnosis in the assessment of benign and malignant skin conditions, which led to a 12% increase in the proportion of correct diagnoses.

A critical issue in the application of AI-based systems is the challenge that lesions, patient groups or diagnostic categories that were not present in the training data sets may be incorrectly classified. Studies show that, in such cases, the diagnostic accuracy of the algorithms decreases significantly and is significantly lower than that of dermatologists' accuracy^{36,37}.

Correspondence: teresa.kraenke@medunigraz.at

Literatur

1. Saphier J. Die Dermatoskopie. Archiv für Dermatologie und Syphilis. 1920;128:1–19.
2. Bahmer FA, Fritsch P, Kreusch J, Pehamberger H, Rohrer C, Schindera I, et al. Terminology in surface microscopy. Consensus meeting of the Committee on Analytical Morphology of the Arbeitsgemeinschaft Dermatologische Forschung, Hamburg, Federal Republic of Germany, Nov. 17, 1989. J Am Acad Dermatol. 1990;23:1159–62.
3. Horsch A, Stolz W, Neiss A, Abmayr W, Pompl T, Bernklau A, et al. Improving early recognition of malignant melanomas by digital image analysis in dermatoscopy. Stud Health Technol Inform. 1997;43 Pt B:531–5.
4. Kittler H, Pehamberger H, Wolff K, Binder M. Diagnostic accuracy of dermoscopy. Lancet Oncol. 2002;3:159–65.
5. Haenssle HA, Krueger U, Vente C, Thoms KM, Bertsch HP, Zutt M, et al. Results from an observational trial: digital epiluminescence microscopy follow-up of atypical nevi increases the sensitivity and the chance of success of conventional dermoscopy in detecting melanoma. J Invest Dermatol. 2006;126:980–5.
6. Kittler H. Dermatoscopy: introduction of a new algorithmic method based on pattern analysis for diagnosis of pigmented skin lesions. Dermatopathol Pract Concept 2007;13.
7. Argenziano G, Cerroni L, Zalaudek I, Staibano S., Hofmann-Wellenhof R, Arpaia N, et al. Accuracy in melanoma detection: a 10-year multicenter survey. J Am Acad Dermatol. 2012;67:54–9.
8. Blum A, Simionescu O, Argenziano G, Braun R, Cabo H, Eichhorn A, et al. dermoscopy of pigmented lesions of

- the Mucosa and the Mucocutaneous Junction. Results of a Multicenter Study by the International Dermoscopy Society (IDS). *Arch Dermatol.* 2011;147:1181–7.
9. Zalaudek I, Lallas A, Moscarella E, Longo C, Soyer HP, Argenziano G. The dermatologist's stethoscope-traditional and new applications of dermoscopy. *Dermatol Pract Concept* 2013;3:67–71.
 10. Blum A, Kreusch J, Stolz W, Haenssle H, Braun RP, Hofmann-Wellenhof R, et al. Dermatoskopie bei malignen und benignen Hauttumoren: Indikation und standardisierte Terminologie. *Hautarzt* 2017;68:653–73.
 11. Haenssle HA, Fink C, Stolz W, Braun RP, Hofmann-Wellenhof R, Deinlein T, et al. Dermatoskopie in Sonderlokalisationen. Nägel, akrale Haut, Gesicht und Mukosa. *CME. Hautarzt* 2019;70:295–311.
 12. Cinotti E, Tognetti L, Campoli M, Liso F, Cicigoi A, Cartocci A, et al. Super-high magnification dermoscopy can aid the differential diagnosis between melanoma and atypical naevi. *Clin Exp Dermatol.* 2021;46(7):1216–22.
 13. Cinotti E, Cioppa V, Tognetti L, Perrot JL, Rossi R, Gnone M, et al. Super-high magnification dermoscopy in 190 clinically atypical lesions. *Diagnostics* 2023;13:2238.
 14. Pogorzelska-Dyrbus J, Szepietowski JC. Melanoma cells in optical super-high magnification dermoscopy. *Br J Dermatol.* 2023;189:e55.
 15. Pogorzelska-Dyrbus J, Cinotti E, Szepietowski JC. Optical super-high magnification dermoscopy findings of halo naevus. *Acta Derm Venereol.* 2023;103:adv00853.
 16. Cinotti E, Cartocci A, Liso FG, Cioppa V, Falcinelli F, Tognetti L, et al. Super-High Magnification Dermoscopy can help for the diagnosis of lentigo maligna: a pilot study on 61 cases. *Dermatol Pract Concept.* 2023;13:e2023101.
 17. Pogorzelska-Dyrbus J, Lallas A, Szepietowski JC. Morphology of vessels in basal cell carcinoma in optical super-high magnification dermoscopy. *Acta Derm Venereol.* 2023;103:adv11966.
 18. Seidenari S, Bellucci C, Bassoli S, Arginelli F, Magnoni C, Ponti G. High magnification digital dermoscopy of basal cell carcinoma: a single-centre study on 400 cases. *Acta Derm Venereol.* 2014;94:677–82.
 19. Lallas A, Apalla Z, Argenziano G, Longo C, Moscarella E, Specchio L, et al. The dermoscopic universe of basal cell carcinoma. *Dermatol Pract Concept* 2014;4:11–24.
 20. Winkler K, Toberer F, Enk AH, Haenssle HA. Super-high magnification dermoscopy for in-vivo imaging of scabies mites. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2022;20:216–7.
 21. Navarrete-Dechent C, Pietkiewicz P, Dusza SW, Andreani S, Nehal KS, Rossi AM, et al. Ultraviolet-induced fluorescent dermoscopy for biopsy site identification prior to dermatologic surgery: A retrospective study. *J Am Acad Dermatol.* 2023;89:841–43.
 22. Errichetti E, Pietkiewicz P, Bhat YJ, Salwowska N, Szlązak P, Stinco G. Diagnostic accuracy of ultraviolet-induced fluorescence dermoscopy in non-neoplastic dermatoses (general dermatology): A multicentric retrospective comparative study. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2024; doi: 10.1111/jdv.19795.
 23. Yuan M, Xie Y, Zheng Y, Zhang Z, Yang C, Li J. Novel ultraviolet-dermoscopy: Early diagnosis and activity evaluation of vitiligo. *Skin Res Technol.* 2023;29:e13249.
 24. Li X, Zhou C. ultraviolet-induced fluorescence dermoscopy aids in distinguishing scarring and non-scarring alopecia. *J Am Acad Dermatol.* 2024; S0190-9622(24)00377-3.
 25. Yürekli A, Can I, Oguz, M. Using ultraviolet light in diagnosing scabies: Scabies' sign via Wood's lamp. *J Am Acad Dermatol.* 2023;89:e195–e196.
 26. Yürekli A. A new sign with UV dermoscope in the diagnosis of scabies: Ball sign. *Skin Res Technol.* 2023;29:e13336.
 27. Primiero CA, Rezza GG, Caffery LJ, Carrera C, Podlipnik S, Espinosa N, et al. A narrative review: Opportunities and challenges in artificial intelligence skin image analyses using total body photography. *J Invest Dermatol.* 2024;S0022-202X(23)03123-8.
 28. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, Thrun S. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks. *Nature.* 2017;542(7639):115–8.
 29. Tschandl P, Codella N, Akay BN, Argenziano G, Braun RP, Cabo H, et al. Comparison of the accuracy of human readers versus machine-learning algorithms for pigmented skin lesion classification: an open, web-based, international, diagnostic study. *Lancet Oncol.* 2019;20:938–47.
 30. Tschandl P, Rinner C, Apalla Z, Argenziano G, Codella N, Halpern A, et al. Human–computer collaboration for skin cancer recognition. *Nat Med.* 2020;26:1229–34.
 31. Tschandl P, Rosendahl C, Kittler H. The HAM10000 dataset, a large collection of multi-source dermoscopic images of common pigmented skin lesions. *Sci Data.* 2018;5:180161.
 32. Kommos KS, Winkler JK, Mueller-Christmann C, Bardehle F, Toberer F, Stolz W, et al. Observational study investigating the level of support from a convolutional neural network in face and scalp lesions deemed diagnostically 'unclear' by dermatologists. *Eur J Cancer.* 2023;185:53–60.
 33. Winkler JK, Blum A, Kommos KS, Enk A, Toberer F, Rosenberger A, Haenssle HA. Assessment of diagnostic performance of dermatologists cooperating with a convolutional neural network in a prospective clinical study: human with machine. *JAMA Dermatol.* 2023;159:621–7.
 34. Rayner JE, Laino AM, Nufer KL, Adams L, Raphael AP, Menzies SW, Soyer HP. Clinical perspectives of 3D total body photography for early detection and screening of melanoma. *Front Med.* 2018;5:152.
 35. Barata C, Rotemberg V, Codella NCF, Tschandl P, Rinner C, Akay BN, et al. A reinforcement learning model for AI-based decision support in skin cancer. *Nat Med.* 2023;29:1941–6.
 36. Combalia M, Codella N, Rotemberg V, Carrera C, Dusza S, Gutman D, et al. Validation of artificial intelligence prediction models for skin cancer diagnosis using dermoscopy images: the 2019 International Skin Imaging Collaboration Grand Challenge. *Lancet Digit Health.* 2022;4(5):e330–e339.
 37. Caffery LJ, Rotemberg V, Weber J, Soyer HP, Malvey J, Clunie D. The role of DICOM in artificial intelligence for skin disease. *Front Med.* 2021;7:619787.