

Dermatoskopie, sequenzielle Videodermatoskopie, Ganzkörperfotografie, künstliche Intelligenz – was bringt uns die Zukunft?

Dermoscopy, Sequential Digital Dermoscopy, Total-Body Photography, Artificial Intelligence – What does the Future Hold?

Autoren

T. Deinlein¹, R. Hofmann-Wellenhof¹, H. A. Haenssle², A. Blum³

Institute

- 1 Universitätsklinik für Dermatologie und Venerologie, Medizinische Universität Graz, Österreich
- 2 Universitätsklinik für Dermatologie und Venerologie, Universität Heidelberg, Heidelberg
- 3 Hautarzt- und Lehrpraxis Konstanz

Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-1072-6722> |

Akt Dermatol 2020; 46: 138–142

© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York

ISSN 0340-2541

Korrespondenzadresse

Dr. med. Teresa Maria Deinlein, Universitätsklinik für Dermatologie und Venerologie, Medizinische Universität Graz, 8036 Graz, Österreich
teresa.deinlein@medunigraz.at

ZUSAMMENFASSUNG

Die Dermatoskopie ist mittlerweile ein fester Bestandteil einer jeden dermatologischen Untersuchung. Mit dieser Technik konnten die Früherkennung von Malignomen der Haut und deren Vorstufen deutlich verbessert und unnötige Exzisionen benigner Hautläsionen reduziert werden. Der Einsatz der Dermatoskopie umfasst mittlerweile auch die Beurteilung von entzündlichen und parasitären Dermatosen sowie Haarerkrankungen. Bei definierten Risikogruppen für ein Melanom sollte der Zwei-Schritte-Algorithmus, bestehend aus Ganzkörperfotografie und Videodermatoskopie, in entsprechenden Zeitintervallen zur Anwendung kommen. Mit dieser Methode können Melanome meist in

einem sehr frühen Stadium entdeckt werden, da Veränderungen bestehender Muttermale sowie neu entstandene Läsionen früher festgestellt werden. In den letzten Jahren konnten mehrere Studien nachweisen, dass speziell geschulte neuronale Netzwerke Malignome der Haut, insbesondere Melanome, mit einer sehr hohen Treffsicherheit diagnostizieren können. Wie diese Computer-gestützte Diagnostik mithilfe einer künstlichen Intelligenz in den klinischen Alltag integriert werden kann und welche Vorteile sich hiervon ableiten lassen, ist derzeit noch nicht geklärt.

ABSTRACT

Dermoscopy is an essential part in every dermatological consultation. This technique improved sensitivity and specificity in terms of early recognition of malignant skin tumors dramatically. Moreover, excisions of benign tumors were reduced. To date, dermoscopy is also used in the diagnosis of non-melanocytic skin tumors as well as for diagnosing inflammatory and parasitic dermatoses as well as hair diseases. The two-step algorithm consisting of total-body photography and sequential digital dermoscopy is a valuable tool for patients with an increased risk for developing a melanoma. These patients benefit from this method as melanomas are mostly recognised at an early stage, because dynamic changes in already existing lesions as well as newly developed lesions are observable earlier. There is growing evidence that specifically trained convolutional neural networks (CNN) are able to diagnose melanomas with a high diagnostic accuracy. The real-world applicability of this computer-aided diagnosis, its integration and advantages in the daily routine are currently a matter of debate.

Dermatoskopie

Der Begriff „Dermatoskopie“ wurde 1920 von Johann Saphier geprägt. Er benutzte Hautveränderungen mit Immersionsöl und betrachtete sie durch ein binokulares Mikroskop. Saphier beschränkte sich allerdings auf die Beschreibung entzündlicher Dermatosen; die Beschreibung und Diagnostik pigmentierter Hautveränderungen spielte zu dieser Zeit keine große Rolle.

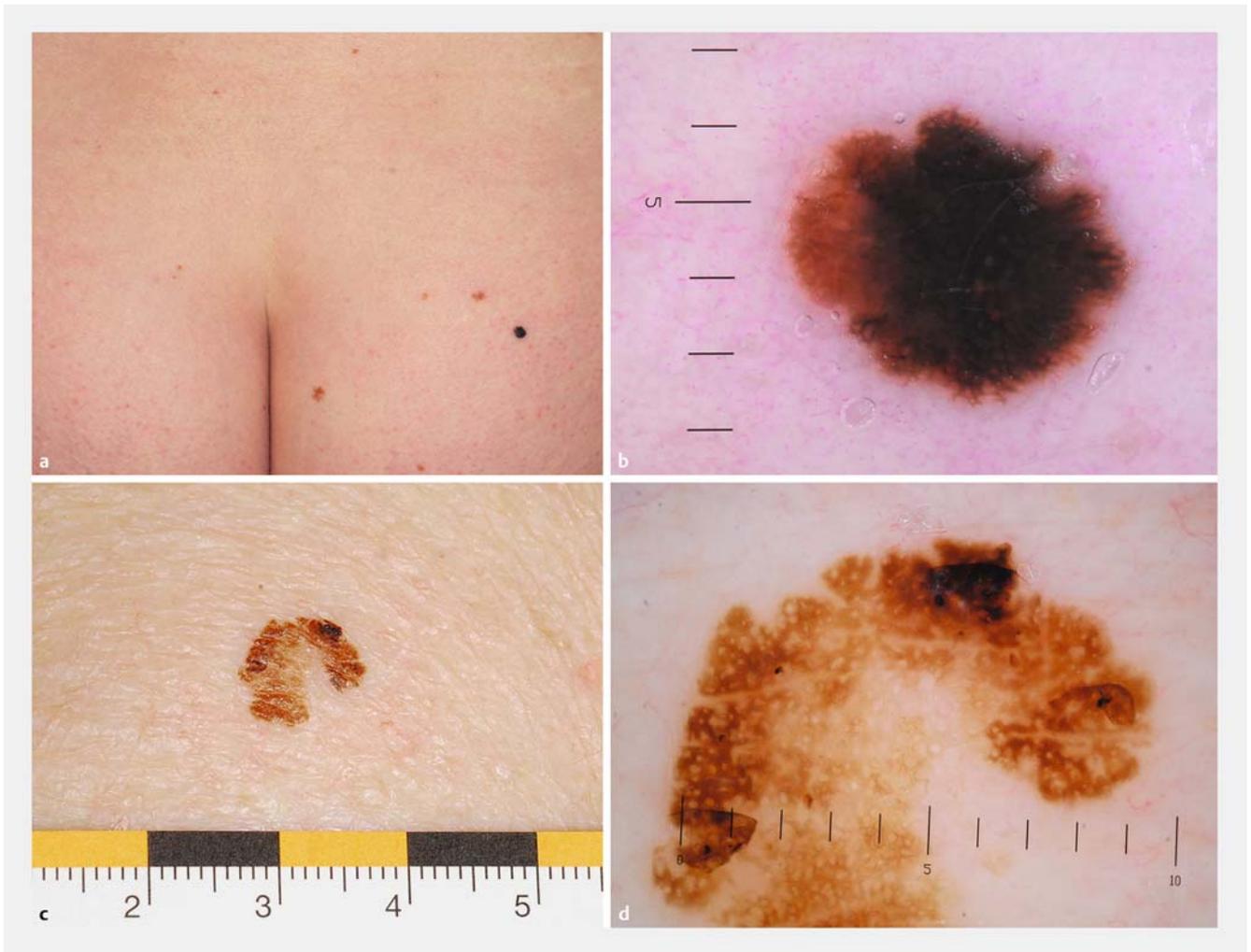
Die erste Arbeit zur Nutzung der Dermatoskopie in der Melanomdiagnostik stammt aus dem Jahr 1971 [1]. Seit Ende der 1980er-Jahre, als die erste Konsensuskonferenz in Hamburg stattfand, erlebt(e) die Dermatoskopie eine rasante Entwicklung und ist mittlerweile fester Bestandteil einer jeden dermatologischen Untersuchung [2]. Zahlreiche Arbeiten aus den letzten Jahren belegen, dass durch die Dermatoskopie – im Vergleich zu einer rein klinischen Untersuchung – melanozytäre

und nicht-melanozytäre Hauttumoren wesentlich besser erkannt werden (► **Abb. 1 a–d**). Zudem werden benigne Läsionen dermatoskopisch richtig diagnostisch eingeschätzt, wodurch die Zahl an unnötigen Exzisionen gesenkt werden konnte. Die Sensitivität und Spezifität der Dermatoskopie in der Melanomdiagnostik ist abhängig von Training und Erfahrung des Untersuchers und liegt häufig jeweils bei über 90% [3–7]. Die Anwendungsgebiete der Dermatoskopie beschränken sich mittlerweile aber nicht nur auf die Diagnostik melanozytärer und nicht-melanozytärer Tumoren. Sie hat in den letzten Jahren auch Einzug in die Diagnostik entzündlicher Dermatosen (Inflammoskopie), Nagelerkrankungen (Onychoskopie), Haarerkrankungen (Trichoskopie), Schleimhautläsionen (Mukoskopie) und parasitärer Erkrankungen (Entomodermoskopie) gehalten. Eine weitere wichtige Rolle spielt sie auch in der Beurteilung des Ansprechens von aktinischen Keratosen oder weiteren epithelialen Karzinomfrühformen unter topischen Therapien.

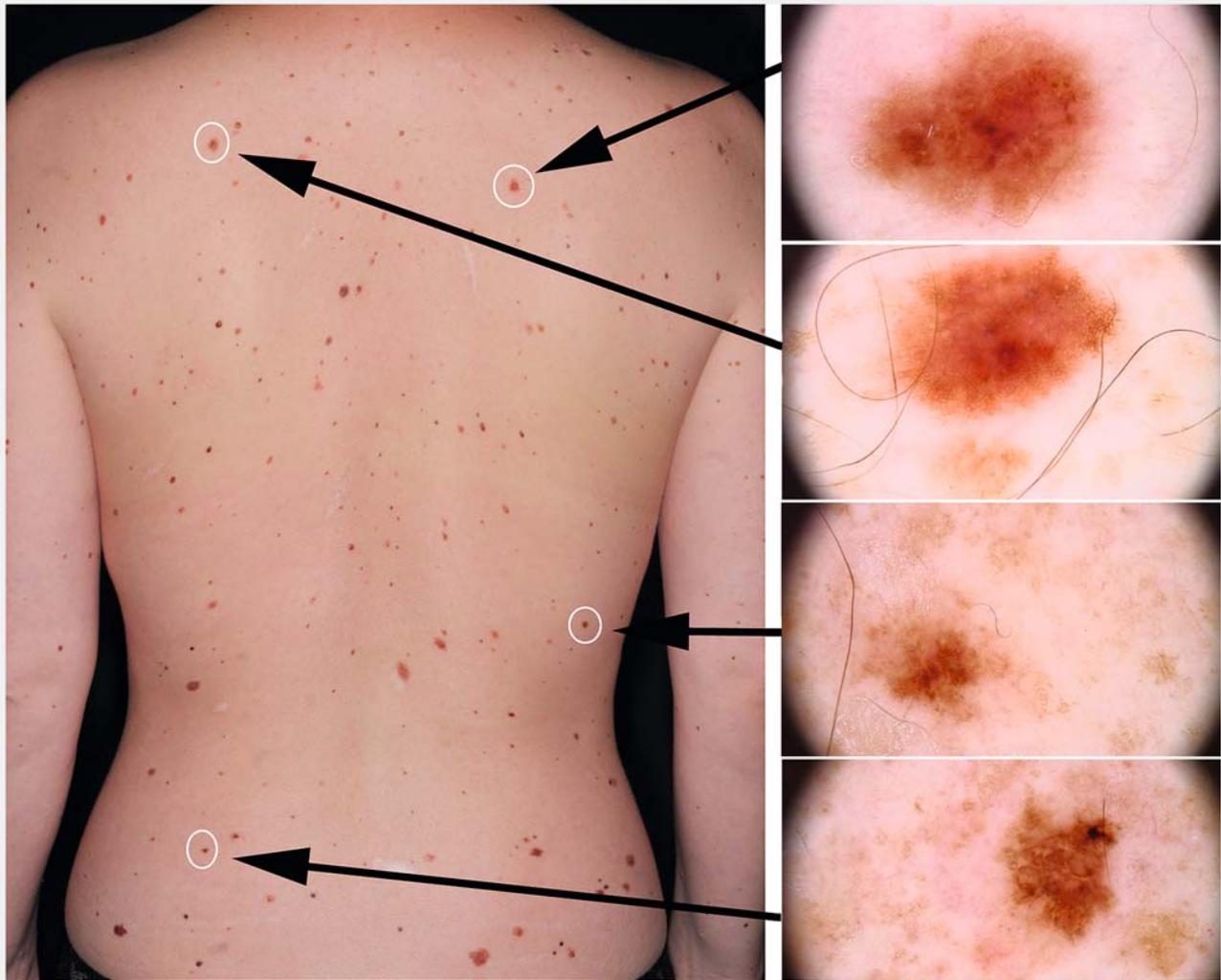
Es konnte nachgewiesen werden, dass das Verschwinden von tumorspezifischen Kriterien in der Dermatoskopie auch einer histopathologischen Abheilung entspricht [8–11].

Ganzkörperfotografie und Videodermoskopie

Bei der Ganzkörperfotografie werden mithilfe spezieller Geräte standardisierte klinische Bilder vom gesamten Körper des Patienten gemacht. In einem weiteren Schritt werden mit einem mit dem Gerät verbundenen Videodermoskop Bilder von ausgewählten Läsionen zur Verlaufskontrolle aufgenommen (sequenzielle Videodermoskopie). Diese Art der Folgeuntersuchungen (follow-up) in 2 Schritten kommt v. a. bei Hochrisikogruppen für die Entwicklung eines malignen Melanoms zum Einsatz (► **Abb. 2**). Hierzu zählen unter anderem Patienten mit multiplen atypischen Nävi im Sinne eines atypischen Nävussyndroms.



► **Abb. 1 a** Klinisches Bild: Dunkler, sehr kleiner Pigmentfleck mit erhaltener Symmetrie am Gesäß einer jungen Frau. **b** Dermatoskopisches Bild: Es ergibt sich ein Melanomverdacht aufgrund der unregelmäßigen Begrenzung (multiple Ein- und Ausbuchtungen), einer atypischen Netzstruktur (plumpe Netzstege) und beginnender Pseudopodienbildung (rechter Rand der Läsion). Die histologische Untersuchung ergab ein Melanoma in situ. **c** Klinisches Bild: Die Anwendung der ABCDE-Regel führt zu einem Verdacht auf ein superfiziell spreitendes Melanom. **d** Dermatoskopisches Bild: Orange-braunes Keratin mit Gyri-und-Sulci-Muster deuten auf eine seborrhoische Keratose hin. An mehreren Stellen sind teilweise abgelöste Keratinreste zu erkennen. Die histologische Untersuchung ergab eine pigmentierte seborrhoische Keratose.



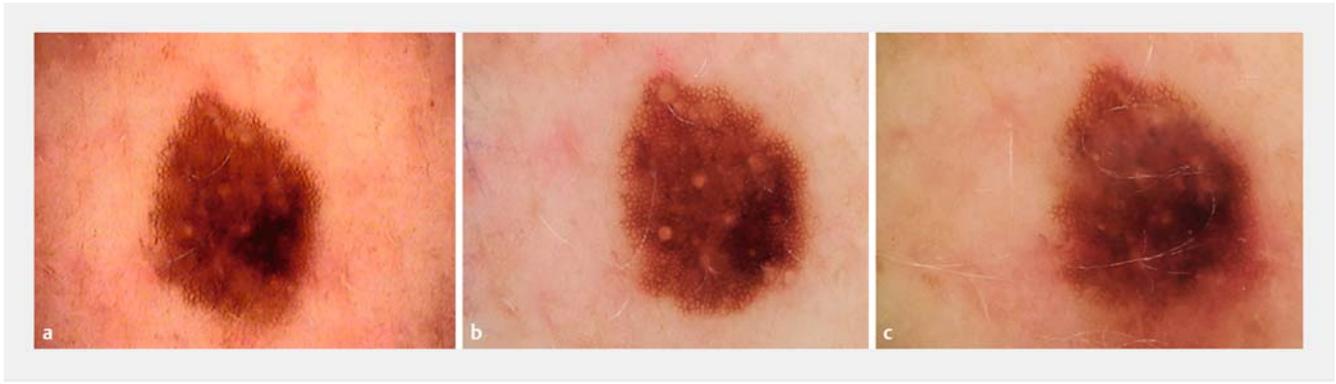
► **Abb. 2** Hochrisikopatientin mit multiplen Nävi. Auf der linken Seite ein Bild aus der Ganzkörperfotografie. Rechts sind beispielhaft 4 Nävi abgebildet, welche in die sequenzielle Videodermatoskopie aufgenommen wurden.

droms sowie Patienten, die bereits an einem malignen Melanom erkrankt waren. Die Videodermatoskopie dient allerdings auch dazu, einzelne suspekten Läsionen im Rahmen einer kurzfristigen Verlaufskontrolle zu überprüfen – unabhängig vom individuellen Melanomrisiko des Patienten. Dieser Zwei-Schritte-Algorithmus (Ganzkörperfotografie und Videodermatoskopie) ist bei oben erwähnten Patientengruppen eine sehr nützliche Methode, um Änderungen bestehender Läsionen sowie neu aufgetretene Läsionen möglichst früh zu entdecken (► **Abb. 3 a – c**). Darüber hinaus weisen die vorliegenden Daten darauf hin, dass die Zahl an unnötigen Exzisionen gutartiger Tumoren durch das Verfahren gesenkt werden kann [12 – 14]. In der aktuellen Literatur finden sich mehrere Arbeiten, die nachweisen konnten, dass die mit diesem Zwei-Schritte-Algorithmus entdeckten Melanome eine sehr geringe Tumordicke zeigten. In einer 10-Jahres-Beobachtungsstudie von über 1000 Läsionen, die mit diesem Algorithmus beobachtet wurden, zeigten die entdeckten Mela-

nome eine mittlere Tumordicke von 0,53 mm. In einer weiteren Arbeit, in der die Wertigkeit der Videodermatoskopie in einem Kollektiv von 2824 Patienten mit 23 241 Läsionen retrospektiv erhoben wurde, lag die Tumordicke von über 91% der Melanome (unabhängig davon, ob Änderungen bestehender Läsionen beobachtet wurden oder Läsionen neu aufgetreten waren) bei unter 1 mm [15 – 18].

Bez. der empfohlenen Untersuchungsintervalle mittels des Zwei-Schritte-Algorithmus existieren derzeit keine einheitlichen definitiven Richtlinien. Viele Arbeitsgruppen sprechen sich allerdings für folgende Intervalle aus:

Bei Hochrisiko-Patienten (familiäre Melanome + atypisches Nävusyndrom) sollte alle 3 Monate eine Kontrolle erfolgen; bei Patienten mit einem atypischen Nävusyndrom sind 6 – 12 monatige Intervalle (je nach ergänzenden Risikofaktoren) sinnvoll, während Patienten mit vielen gewöhnlichen Nävi ohne begleitende Risikofaktoren von engmaschigen Kontrollen nicht profi-



► **Abb. 3** Darstellung einer pigmentierten Läsion mit der sequenziellen Dermatoskopie. **a** Bei Erstaufnahme zeigt die Läsion ein zartes, mittelbraunes, retikuläres Netzwerk und einen dunkelbraunen, strukturlosen Anteil im unteren rechten Teil. Die rundlichen Aufhellungen entsprechen Haarfollikelöffnungen. Nach 6 Monaten (**b**) zeigt sich keine Dynamik. **c** 12 Monate nach Erstaufnahme erkennt man im kranialen Anteil strukturelle Veränderungen (blau-weiße Strukturen). In der Histologie zeigte sich ein invasives Melanom mit einer Tumordicke von 0,3 mm.

tieren [19–21]. Diese Untersuchungen sollten auch eher in entsprechenden Zentren bzw. Kliniken mit ausreichender Erfahrung in der Anwendung der Verfahren durchgeführt werden [10].

Künstliche Intelligenz

In den letzten Jahren wurde eine Reihe von Arbeiten veröffentlicht, in denen speziell geschulte neuronale Netzwerke (convolutional neural networks/CNN) in der Diagnostik von Melanomen und deren Abgrenzung zu Muttermalen eingesetzt wurden. Es konnte gezeigt werden, dass diese Systeme der künstlichen Intelligenz in der Lage sind, Melanome mit einer sehr hohen Spezifität und Sensitivität (jeweils über 80%) richtig zu diagnostizieren [22–25]. In einer der ersten Arbeiten übertraf ein entsprechend trainiertes Netzwerk eine Gruppe von 58 Dermatologen hinsichtlich Sensitivität und Spezifität in der Melanomdiagnostik [22]. So lag bei der mittleren Sensitivität der Dermatologen (88,9%) die Spezifität des neuronalen Netzwerks bei 82,5%, während die der Dermatologen bei 75,7% lag. Eine aktuelle Metaanalyse von 70 Studien, die die Genauigkeit von neuronalen Netzwerken im Vergleich zu Dermatologen in der Melanomdiagnostik untersuchte, stellte in beiden Gruppen vergleichbare Treffsicherheiten fest [23].

Ausblick in die nahe Zukunft

Basierend auf diesen neuen Entwicklungen stellt sich nun folgende Frage: Welche Vorteile ergeben sich durch diese neuen technischen Entwicklungen in der Zukunft für den klinischen Alltag der Patientenversorgung?

Zukünftig könnte (und sollte?) es entsprechend trainierte Systeme geben, die automatisch neu aufgetretene Läsionen klinisch anzeigen und suspekta Läsionen herausfiltern. Außerdem werden Netzwerke auch in der Lage sein, subtile Veränderungen im Rahmen der sequenziellen Dermatoskopie anzuzeigen. Neuronale Netzwerke könnten (oder sollten) daher in Zukunft eine wichtige unterstützende Applikation im klinischen Alltag darstellen und zu einer erheblichen Zeitersparnis führen.

Zudem könnten sie, gerade bei unklaren Läsionen, eine Art „Sicherheits-back-up“ für den behandelnden Arzt bzw. die behandelnde Ärztin darstellen. Hierfür müssten jedoch die entsprechende Rechtsprechung und Vergütung geregelt sein. Welchen Stellenwert diese Systeme aber wirklich im klinischen Alltag erreichen werden (ein erstes System hat bereits eine europaweite Marktzulassung als Medizinprodukt erlangt, Moleanalyser-Pro, FotoFinder Systems GmbH, Deutschland), ist derzeit noch nicht abzuschätzen. Das vollständige Ersetzen eines Arztes bzw. einer Ärztin ist damit natürlich nicht möglich und auch nicht erwünscht, vielmehr sollte es zu einer Integration dieser Computer-gestützten Systeme in den klinischen Alltag kommen. Dennoch sollten diese Systeme stets kritisch betrachtet werden.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] Saphier J. Die Dermatoskopie. *Archiv für Dermatologie und Syphilis*. 1920; 128: 1–19
- [2] Bahmer FA, Fritsch P, Kreusch J 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: 1159–1162
- [3] Horsch A, Stolz W, Neiss A et al. Improving early recognition of malignant melanomas by digital image analysis in dermatoscopy. *Stud Health Technol Inform* 1997; 43 Pt B: 531–535
- [4] Kittler H, Pehamberger H, Wolff K et al. Diagnostic accuracy of dermoscopy. *Lancet Oncol* 2002; 3: 159–165
- [5] Haenssle HA, Krueger U, Vente C 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: 980–985
- [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 et al. Accuracy in melanoma detection: a 10-year multicenter survey. *J Am Acad Dermatol* 2012; 67: 54–59
- [8] Blum A, Simionescu O, Argenziano G 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: 1181–1187
- [9] Zalaudek I, Lallas A, Moscarella E et al. The dermatologist's stethoscope-traditional and new applications of dermoscopy. *Dermatol Pract Concept* 2013; 3: 67–71
- [10] Blum A, Kreusch J, Stolz W et al. Dermatoskopie bei malignen und benignen Hauttumoren – Indikation und standardisierte Terminologie. *Hautarzt* 2017; 68: 653–673
- [11] Haenssle HA, Fink C, Stolz W et al. Dermatoskopie in Sonderlokalisationen. Nägel, akrale Haut, Gesicht und Mukosa. *CME. Hautarzt* 2019; 70: 295–311
- [12] Soyer HP, Hofmann-Wellenhof R, Johr RH. *Color Atlas of melanocytic lesions of the skin*. Springer Science & Business Media; 2007
- [13] Halpern AC. The use of whole body photography in a pigmented lesion clinic. *Dermatol Surg* 2000; 26: 1175–1180
- [14] Feit NE, Dusza SW, Marghoob AA. Melanomas detected with the aid of total cutaneous photography. *Br J Dermatol* 2004; 150: 706–714
- [15] Salerni G, Carrera C, Lovatto L et al. Characterization of 1152 lesions excised over 10 years using total-body photography and digital dermoscopy in the surveillance of patients at high risk for melanoma. *J Am Acad Dermatol* 2012; 67: 836–845
- [16] Rinner C, Tschandl P, Sinz C et al. Long-term evaluation of the efficacy of digital dermoscopy monitoring at a tertiary referral center. *J Dtsch Dermatol Ges* 2017; 15: 517–522
- [17] Rinner C, Tschandl P, Sinz C et al. Long-term evaluation of the efficacy of digital dermoscopy monitoring at a tertiary referral center. *J Dtsch Dermatol Ges* 2017; 15: 517–522
- [18] Tschandl P, Hofmann L, Fink C et al. Melanomas vs. nevi in high-risk patients under long-term monitoring with digital dermoscopy: do melanomas and nevi already differ at baseline? *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2017; 31: 972–977
- [19] Haenssle HA, Korpas B, Hansen-Hagge C et al. Selection of patients for long-term surveillance with digital dermoscopy by assessment of melanoma risk factors. *Arch Dermatol* 2010; 146: 257–264
- [20] Blum A, Kreusch J, Stolz W et al. Skin cancer screening in Germany: The situation in 2014 with suggestions for the future. *Hautarzt* 2015; 66: 533–539
- [21] Salerni G, Terán T, Puig S et al. Meta-analysis of digital dermoscopy follow-up of melanocytic skin lesions: a study on behalf of the International Dermoscopy Society. *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology* 2013; 27: 805–814
- [22] Haenssle HA, Fink C, Schneiderbauer R et al. Man against machine: diagnostic performance of a deep learning convolutional neural network for dermoscopic melanoma recognition in comparison to 58 dermatologists. *Ann Oncol* 2018; 9: 1836–1842
- [23] Dick V, Sinz C, Mittlböck M et al. Accuracy of computer-aided diagnosis of melanoma: A meta-analysis. *JAMA Dermatol* 2019. doi:10.1001/jamadermatol.2019.1375
- [24] Tschandl P, Codella N, Akay BN et al. Comparison of the accuracy of human readers versus machine-learning algorithms for pigmented skin lesions classification: an open, web-based, international, diagnostic study. *Lancet Oncol* 2019; 20: 938–947
- [25] Winkler JK, Fink C, Toberer F et al. Association between surgical skin markings in dermoscopic images and diagnostic performance of a deep learning convolutional neural network for melanoma recognition. *JAMA Dermatol* 2019. doi:10.1001/jamadermatol.2019.1735