

Hauttumoren

Radiotherapie – eine oft vergessene Therapieoption

Die Radiotherapie hat in der Dermatologie einen bemerkenswerten Weg hinter sich: von den unregulierten Anfängen mit schwerwiegenden Nebenwirkungen bis zur hochpräzisen, sicheren Anwendung bei ausgewählten Indikationen. Heute stellt sie insbesondere bei Hauttumoren eine wertvolle Behandlungsoption dar – mit gut belegter Wirksamkeit und Verträglichkeit.

Autor und Autorin | Dr. med. (LT) Konstantin Wilhelm und Dr. med. C. Bettina Rümmelein

● In der Dermatologie begann man kurz nach der Entdeckung der Röntgenstrahlen durch Wilhelm Conrad Röntgen im Jahr 1895 die Strahlentherapie anzuwenden¹. Bereits in den frühen 1900er-Jahren wurde ionisierende Strahlung dafür eingesetzt, Hauterkrankungen wie Ekzeme, Psoriasis und Haarausfall zu behandeln. Auch gutartige Hautveränderungen wie Warzen, Hühneraugen und seborrhoische Keratosen wurden bestrahlt¹. Die frühen Geräte arbeiteten jedoch mit sehr hohen Dosen ohne standardisierte Dosimetrie. Die Sicherheitsmassnahmen reichten nicht aus, und die Risiken der Strahlung waren weitgehend unbekannt. Entsprechend kam es häufig zu Strahlenschäden wie Erythemen, Ulzerationen und Langzeitschäden¹.

Die Langzeitfolgen der unkontrollierten Strahlentherapie wurden besonders ab den 1920er- und 1930er-Jahren deutlich. Zu den dokumentierten Nebenwirkungen zählten:

- Radiodermatitis: chronische Entzündungsreaktionen mit Hyperkeratose, Pigmentveränderungen und Hautatrophie.
- Strahlenulzerationen: nicht heilende, schmerzhafte Hautgeschwüre wegen Gewebsnekrosen.
- Strahleninduziertes Karzinom: Es wurden Sekundärtumoren beschrieben, insbesondere Plattenepithelkarzinome, die Jahre oder Jahrzehnte nach Bestrahlung auftraten.

Diese Komplikationen führten zu einer kritischen Neubewertung der Strahlentherapie in der Dermatologie. In den 1950er- und 1960er-Jahren wurden viele dieser Anwendungen zugunsten sichererer topischer oder systemischer Therapien reduziert. Trotz dieser Herausforderungen etablierte sich die Strahlentherapie als effektive Behandlungsmethode für kutane Malignome. Im Lauf des 20. Jahrhunderts wurden die Techniken verfeinert, und

die Strahlentherapie wurde zunehmend für die Behandlung von Hautkrebsarten wie dem Basalzellkarzinom und dem Plattenepithelkarzinom eingesetzt¹.

Technische Aspekte von Röntgengeräten in der Dermatologie

Moderne dermatologische Röntgengeräte geben sogenannte Superficial- oder Orthovolt-Strahlen ab, die im Bereich von 10 bis 100 kV arbeiten. Diese Geräte sind mit Berylliumfenstern ausgestattet, die es ermöglichen, die Strahlendosis präzise zu steuern. Die Auswahl der Strahlungsqualität richtet sich nach der Eindringtiefe des zu behandelnden Hauttumors, wobei die Halbwertstiefe (D1/2) als Richtlinie dient².

Einsatz in der Praxis

In der Dermatologie werden vor allem nichtmelanotische Hauttumoren strahlentherapeutisch behandelt. Die Radiotherapie bringt bei vielen Hautkrebsarten oftmals gute kosmetische Resultate. In heutigen Therapiekonzepten orientiert man sich an evidenzbasierten Leitlinienempfehlungen und berücksichtigt Tumorstadium, Lokalisation, Patientenalter und Komorbiditäten³. Die Radiotherapie wird vor allem dann eingesetzt, wenn chirurgische Verfahren nicht möglich oder nicht gewünscht sind – etwa aufgrund von Alter oder Komorbiditäten, oder sie erfolgt unter ästhetischen bzw. funktionellen Gesichtspunkten.

Basalzellkarzinom

Das Basalzellkarzinom (BZK) ist der häufigste Hautkrebs weltweit. In gewissen Situationen ist eine chirurgische Entfernung, zum Beispiel durch Exzision oder Mohs-Chirurgie, nicht möglich. Das ist zum Beispiel bei älteren Patient:innen, bei Tumoren



[ABB. 1A] Ausgangsbefund vor Therapie: erythematöse, krustige Hautveränderung am linken Ohr läppchen

im Gesichtsbereich (z. B. Nase, Augenlider, Ohren) oder bei multiplen Läsionen der Fall. Hier ist die Strahlentherapie eine effektive Alternative. Studien zeigen lokale Kontrollraten von bis zu 93% nach fünf Jahren, vergleichbar mit der chirurgischen Behandlung⁴.

Laut aktueller S2k-Leitlinie (AWMF 2023) soll bei lokal fortgeschrittenen oder ungünstig gelegenen Basaliomen, die nicht vollständig chirurgisch entfernbar sind, interdisziplinär die Indikation zur Bestrahlung geprüft werden. Auch bei kleineren (nicht fortgeschrittenen) BZK kann eine Strahlentherapie angeboten werden, wenn Kontraindikationen gegen eine Operation bestehen oder die betroffene Person die Strahlentherapie ablehnt. Postoperativ wird eine adjuvante Radiotherapie empfohlen, falls kein tumorfreier Rand erreicht wurde oder bei perineuralem Tumorwachstum³.

Die Erfolgsraten der Bestrahlung beim BZK sind hoch: In Fallserien wurden lokale Kontrollraten von ca. 92–99% für kleinere Basaliome und 70–90% für ausgedehnte Hochrisiko-BZK erreicht³. Eine ältere randomisierte Studie zeigte nach vier Jahren eine lokale Tumorkontrolle von 92,5% nach Radiotherapie gegenüber 99,3% nach Chirurgie. Das kosmetische Ergebnis der Strahlentherapie ist in der Regel ausgezeichnet – über 90% der Patient:innen bewerten das Resultat als «gut» oder «exzellent». Moderne Bestrahlungstechniken (Elektronen, Orthovolt, Brachytherapie) ermöglichen eine gezielte Applikation der Dosis auf das Tumorgebiet, wobei die Umgebung verschont bleibt.



[ABB. 1B] Zustand nach abgeschlossener Radiotherapie und Rebiopsie: reizlose Haut ohne sichtbare Läsion, kein histologischer Nachweis eines malignen Melanoms

Wichtig ist eine lebenslange Nachsorge nach Radiotherapie, da im bestrahlten Areal ein erhöhtes Risiko für neue Hauttumoren (z. B. weitere BZK) besteht. Bei Betroffenen mit genetischer Prädisposition für Hautkrebs (z. B. Gorlin-Goltz-Syndrom, Xeroderma pigmentosum) oder bestimmten Autoimmunerkrankungen (Lupus erythematodes, Sklerodermie) soll keine Radiotherapie eingesetzt werden, da hier eine erhöhte Strahlenempfindlichkeit mit hohem Zweittumorrisiko vorliegt³.

Plattenepithelkarzinom und Morbus Bowen

Auch beim kutanen Plattenepithelkarzinom (PEK) ist die Strahlentherapie ein wichtiges Verfahren: entweder als adjuvante oder als kurative alternative Massnahme, wenn eine Operation nicht durchführbar ist. Gemäss S3-Leitlinie «Aktinische Keratose und PEK» ist eine Bestrahlung insbesondere in folgenden Situationen empfohlen: wenn der Tumor chirurgisch nicht vollständig entfernt werden kann (ohne unvertretbar grosse Defekte zu verursachen) oder die betroffene Person aus medizinischen Gründen nicht operabel ist⁵. Zudem soll die Radiotherapie adjuvant erfolgen bei R1 / R2-Resektion (unvollständiger Entfernung) ohne Nachresektionsmöglichkeit und bei hohem Lymphknotenbefall (mehrere befallene Lymphknoten, Metastase >3 cm oder Kapselruptur)⁶. Auch eine perineurale Invasion oder ein sehr knapper Resektionsrand (<2 mm) stellt laut Leitlinie eine Indikation zur adjuvanten Bestrahlung dar⁶. Eine generelle postoperative Bestrahlung aller PEK wird hingegen nicht empfohlen, sondern gezielt nur bei diesen Risikofaktoren⁶.

Die Ergebnisse der Radiotherapie bei PEK sind der Operation in geeigneten Fällen annähernd ebenbürtig. In retrospektiven Studien liegt die lokale Kontrollrate bei frühen PEK nach alleiniger

Dr. med. (LT) Konstantin Wilhelm
Arzt
Hautwerk AG
Maneggstrasse 17
CH-8041 Zürich
wilhelm@hautwerk.ch



Dr. med. C. Bettina Rümmelein
Ärztliche Leitung
Hautwerk AG
Maneggstrasse 17
CH-8041 Zürich
rueimmelein@hautwerk.ch



[ABB. 2A] Rezidivierende Keloidbildung an der Ohrhelix nach Piercing und zwei vorangegangenen Exzisionen



[ABB. 2B] Gleiche Stelle vier Wochen nach erneuter Operation und Abschluss von acht perkutanen Strahlentherapiessitzungen.

Bestrahlung im Bereich 90–95%. Für höhergradige Tumoren oder bei lymphogenem Befall wird durch adjuvante Radiatio die Rezidivrate signifikant gesenkt⁶.

Entscheidend ist – wie bei allen Hauttumoren –, zuvor eine Biopsie zum Ausschluss eines invasiven Karzinoms durchzuführen⁶. Insgesamt ist die Radiotherapie beim hellen Hautkrebs (BZK, PEK) laut Leitlinien als wirkungsvolle Behandlung mit evidenzgesichertem Nutzen etabliert⁶.

Kutane Lymphome

Primäre kutane Lymphome (wie Mycosis fungoides und kutane B-Zell-Lymphome) sprechen äusserst gut auf Radiotherapie an, da Lymphomzellen strahlensensibel sind. Die Lokalbestrahlung einzelner Hautlymphomherde mit niedrigen bis mittleren Dosen führt oft zu kompletten Remissionen. So zeigen indolente B-Zell-Lymphome der Haut schon bei niedrigen Dosen (z. B. 2×2 Gy = 4 Gy) in etwa 75–90% der Fälle eine lokale Tumorkontrolle^{7,8}.

Mittels systematischer Übersichtsarbeit konnten Wirksamkeit und Verträglichkeit der Strahlentherapie bei kutanen B-Zell-Lymphomen bestätigt werden: Akute Hautreaktionen waren meist geringgradig (Grade 1–2 bei ~73% der Patient:innen, schwere akute Toxizität nur bei ~8%), chronische Spätreaktionen traten in ca. 20% der Fälle als milde Grad-1-bis-2-Veränderungen auf, und es wurde über kein spätes Grad-3-bis-4-Toxicity-Ereignis berichtet⁷. Zudem waren 97% der Patient:innen mit der Therapie zufrieden⁷. Diese exzellenten Ergebnisse machen die Radiotherapie zur bevorzugten Therapie bei umschriebenen kutanen Lymphomherden, insbesondere bei kutanen Marginalzonen- oder Follikelzentrumlymphomen, die dadurch häufig geheilt werden können⁷.

Bei den kutanen T-Zell-Lymphomen (CTCL), vor allem Mycosis fungoides, wird die Radiotherapie in unterschiedlichen Stadien eingesetzt. Solitäre oder oligolokuläre Herde im frühen Stadium können mittels Elektronen- oder Orthovolt-Bestrahlung effizient behandelt werden. In fortgeschrittenen Stadien der Mycosis fungoides wird die Ganzhautrelektrobenbestrahlung (*Total Skin Electron Therapy*, TSET) angewandt, um flächige Hautareale zu

behandeln. Diese Technik erzielt hohe Remissionsraten in frühen CTCL-Stadien (komplette Remissionen bei >80% der Patient:innen im Stadium I-II nach TSET) und kann auch bei palliativer Indikation Juckreiz und Hautinfiltrate deutlich bessern (hohe Ansprechraten)^{9,10}.

In der S2k-Leitlinie «Kutane Lymphome» (Update 2021) wird die Radiotherapie als essenzielles Therapieverfahren bei allen strahlensensiblen Lymphomtypen der Haut empfohlen¹⁰. Internationale Expertenorganisationen wie die EORTC und die ILROG haben detaillierte Dosierungsschemata erarbeitet – zum Beispiel 20–36 Gy bei Mycosis fungoides oder 4–30 Gy bei kutanen B-Zell-Lymphomen je nach Entität und Therapieziel¹¹. Insgesamt ist die Radiotherapie eine hochwirksame, lokal gerichtete Therapie der kutanen Lymphome, die oft langfristige Remissionen ermöglicht.

Lentigo-maligna-Melanom

Das Lentigo-maligna-Melanom (LMM) ist ein meist im Gesicht älterer Patient:innen auftretendes In-situ-Melanom¹². Die Standardtherapie ist die komplette chirurgische Exzision. Bei sehr alten oder komorbiden Patient:innen bzw. bei grossflächigen oder schwer operablen Läsionen kann die primäre Radiotherapie kurativ stattfinden¹³. Eingesetzte Modalitäten sind niedrigenergetische Grenzstrahlen (10–30 kV) oder höherenergetische Oberflächenröntgenstrahlen (Orthovolt, 30–150 kV)¹². Theoretisch können auch Elektronen (z. B. 6–9 MeV) oder flächige Brachytherapie verwendet werden, diese wurden in den publizierten Serien aber selten eingesetzt¹².

Grenzstrahlen besitzen eine sehr geringe Eindringtiefe (~1 mm), erlauben dafür aber sehr hohe Kumulationsdosen (≥ 100 Gy) mit grossen Einzelfraktionen (10–20 Gy)¹². Oberflächenröntgen dringt tiefer ein (bis etwa 1 cm) und wird typischerweise mit kleineren Fraktionen (ca. 2,5–3 Gy) appliziert (biologisch-äquivalent ca. 54–60 Gy bei 2 Gy-Fraktionierung)¹². Hypofraktionierte Schemata (z. B. 3 Gy/Fraktion) sind gängig, um die Therapie für ältere Patient:innen zu verkürzen¹². In einer Über-

sichtsarbeit wurden bei Oberflächenbestrahlung beispielsweise 35–57 Gy in 5–23 Fraktionen und bei Grenzstrahlung 42–160 Gy in 3–13 Fraktionen eingesetzt¹².

Die lokale Tumorkontrolle ist sehr gut: Aus damit vertrauten Zentren wird über Kontrollraten von $\geq 90\%$ berichtet¹². In der Metaanalyse traten Lokalrezidive in 0–31% der Fälle auf (überwiegend $< 10\%$), vergleichbar mit Daten zu operativen Eingriffen¹². Die Behandlung wird allgemein gut vertragen; kosmetisch werden meist befriedigende bis gute Ergebnisse erzielt. Hauptzielgruppe sind daher hochbetagte oder inoperable Patient:innen sowie Menschen mit Tumoren an kosmetisch / funktionell kritischen Stellen (z. B. Lid, Ohr)¹³. Gemäss aktuellen Leitlinien (AWMF S3, NCCN, EADO) wird die primäre kurative Strahlentherapie bei LMM empfohlen, wenn eine adäquate Operation nicht möglich ist (Empfehlung B, Evidenz-Level 4)¹³.

Benigne Indikationen

Die Strahlentherapie wird in der Dermatologie zurückhaltend bei gutartigen, aber funktionell oder kosmetisch beeinträchtigenden Erkrankungen eingesetzt. Insbesondere Keloidnarben und Morbus Dupuytren gelten als anerkannte Indikationen, wenn konventionelle Therapien unzureichend sind. Wichtig ist, dass bei benignen Indikationen Nutzen und Risiken besonders sorgfältig abgewogen werden. In modernen Leitlinien wird die Evidenz oft als begrenzt eingestuft, jedoch ist der Einsatz der Radiotherapie unter strikter Indikationsstellung erlaubt¹⁴.

Keloide: Keloidale Narben sind gutartige fibroproliferative Dermisneubildungen der Haut, die nach Verletzungen oder Operationen entstehen und häufig rezidivieren. Aufgrund hoher Rezidivraten nach alleiniger Chirurgie wird seit Langem die adjuvante Radiotherapie zur Keloidbehandlung genutzt. Das Vorgehen hat sich dahingehend etabliert, dass nach chirurgischer Keloidektomie innerhalb von 24 Stunden postoperativ bestrahlt wird¹⁵. Meist wird eine Gesamtdosis von etwa 12–20 Gy in wenigen Fraktionen (z. B. 3–5 Sitzungen) appliziert¹⁵. In Kombination mit der Operation konnten damit in verschiedenen Serien Raten von Rezidivfreiheit von ungefähr 80–90% nach ein bis zwei Jahren erzielt werden. Beispielsweise zeigen Untersuchungen, dass die adjuvante Röntgentherapie (Gesamtdosen 8–30 Gy) je nach Schema in 79–92% der Fälle Rezidivfreiheit über zwei Jahre erbrachte. Eine alleinige Bestrahlung ohne vorangehende Exzision ist deutlich weniger effektiv und wird daher nicht als Primärtherapie empfohlen¹⁵. In ihrer aktuellen S2e-Leitlinie formuliert die DEGRO (2018): «Die Radiotherapie nach operativer Therapie von Keloid-Rezidiven kann durchgeführt werden. Evidenzgrad 4, Empfehlungsgrad C15.» Eine Radiotherapie als Monotherapie wird nur in Ausnahmefällen erwogen, wenn andere Massnahmen nicht infrage kommen¹⁵.

Insgesamt gilt die Keloidbestrahlung als wirksame prophylaktische Massnahme zur Reduktion der Rezidivrate, allerdings mit begrenzter Evidenzbasis und dem Erfordernis der interdisziplinären Absprache (Dermatologie, Chirurgie, Radioonkologie)¹⁵. Mögliche unerwünschte Folgen wie Hautatrophie oder

Hypopigmentierung (siehe Nebenwirkungen) sind gegen den Nutzen (Beschwerdelinderung, kosmetische Verbesserung) abzuwägen. In neueren Narbentherapieleitlinien (AWMF 2020) wird die adjuvante Strahlentherapie als Option bei ausgewählten Keloidpatient:innen aufgeführt, allerdings ebenfalls mit dem Hinweis auf niedrigen Evidenzgrad¹⁵.

Morbus Dupuytren: Die Radiotherapie im aktiven Frühstadium (nur knotige Läsionen ohne oder mit minimaler Kontraktur) kann die Progression der Dupuytren-Krankheit hemmen¹⁶. Übliche Dosisschemata sind etwa 30 Gy (z. B. 2 Serien à 5×3 Gy im Abstand von 6–8 Wochen) oder 21 Gy (1 Serie à 7×3 Gy), appliziert mit Orthovolt- oder Elektronenstrahlen¹⁷. Studien ergeben, dass in etwa 50–60% der behandelten Fälle Knoten oder Stränge zurückgehen bzw. stabil bleiben und die Symptome sich verbessern; Operationen waren selten nötig ($< 2\%$ in der ersten Nachbeobachtungsphase)¹⁷. Die Evidenz basiert vorwiegend auf Fallserien und wenigen klinischen Studien; die Datenqualität ist insgesamt begrenzt (Evidenzniveau ca. 2–3)^{16,17}.

Fallbeispiel 1: Radiotherapie bei kutanem Melanom in situ (Lentigo maligna) am Ohrläppchen links

Im Rahmen einer routinemässigen Hautkrebsvorsorgeuntersuchung mittels eines automatisierten *Total Body Scan* zeigte sich bei einem Patienten eine auffällige erythematöse Hautveränderung mit Krustenbildung am linken Ohrläppchen (Lokalisation FF24) [ABB. 1A]. Es erfolgte eine diagnostische Punchbiopsie.

Die histologische Untersuchung ergab die Diagnose eines kutanen Melanoms in situ vom Typ der Lentigo maligna auf aktinisch geschädigter Haut. Das Tumorstadium wurde als pTis nach AJCC/UICC klassifiziert.

Aufgrund der anatomisch anspruchsvollen Lokalisation am Ohrläppchen und unter Berücksichtigung der aktuellen Leitlinien entschieden wir uns gemeinsam mit dem Patienten für eine primäre Radiotherapie anstelle einer chirurgischen Exzision. Es wurden insgesamt neun Bestrahlungssitzungen mit einer Gesamtdosis von 60 Gy durchgeführt.

Im Rahmen einer Rebiopsie im November 2023 konnte histologisch kein Nachweis eines malignen Melanoms mehr erbracht werden. Der Verlauf ist somit bislang als therapieresponsiv und erfolgreich zu bewerten [ABB. 1B].

Fallbericht 2: Rezidivierende Keloidbildung an der Ohrhelix und erfolgreiche Radiotherapie

Eine Patientin stellte sich mit einer erneut aufgetretenen Keloidbildung an der linken Ohrhelix vor, die nach einem Piercing entstanden war [ABB. 2A]. Die Läsion war in der Vorgeschichte bereits zweimal chirurgisch exzidiert worden.

Zur Rezidivprophylaxe wurde anschliessend eine adjuvante Radiotherapie mit insgesamt acht perkutanen Bestrahlungssitzungen durchgeführt. Bei der klinischen Verlaufskontrolle vier Wochen postoperativ zeigte sich eine reizlose Narbe ohne erneute

Keloidbildung. Das Behandlungsergebnis war aus funktioneller und ästhetischer Sicht sehr zufriedenstellend [ABB. 2B].

Diese Fallkonstellation verdeutlicht die Wirksamkeit der adjuvanten Radiotherapie im Rahmen eines multimodalen Therapiekonzepts, um bei bekannter Rezidivneigung weitere Keloidrezidive zu vermeiden.

Zusammenfassung

Zusammenfassend sind die modernen Leitlinienempfehlungen klar darauf ausgerichtet, die Radiotherapie in der Dermatologie dort einzusetzen, wo sie den grössten medizinischen Nutzen bei vertretbaren Risiken bietet. Die Evidenzlage ist für maligne Hauttumoren solide und in S3-Leitlinien verankert, während bei benignen Indikationen eine individualisierte Entscheidung auf Basis von geringer Evidenz und Expertenkonsens erfolgt. Dermatolog:innen sollten daher stets den aktuellen Leitlinienstand (DEGRO/AWMF) berücksichtigen und sich im Zweifelsfall interdisziplinär beraten, um für ihre Patient:innen eine evidenzbasierte und sichere Therapie zu gewährleisten. ○

Bibliografie

- ¹ Katipally R, et al.: Radiation Therapy for Cutaneous Malignancies of the Head and Neck. *Otolaryngol Clin North Am.* 2021; 54(2): 307–327.
- ² Goldschmidt H: Dermatologic radiotherapy: selection of radiation qualities and treatment techniques. *Int J Dermatol.* 1976; 15(3): 171–181.
- ³ Berenice M, et al.: S2k-Leitlinie 032–021 «Basalzellkarzinom» (Aktualisierung 2023), Version 9.0.
- ⁴ Veness MJ, et al.: Current Role of Radiotherapy in Non-melanoma Skin Cancer. *Clin Oncol (R Coll Radiol)* 2019; 31(11): 749–758.

- ⁵ Leitlinienprogramm Onkologie: S3-Leitlinie Aktinische Keratosen und Plattenepithelkarzinome der Haut – Langversion 1.1. Berlin: Leitlinienprogramm Onkologie; 2021. Verfügbar unter: https://www.leitlinienprogramm-onkologie.de/fileadmin/user_upload/Downloads/Leitlinien/Aktinische_Keratosen_und_PEK/LL_Aktinische_Keratosen_PEK_Langversion_1.1.pdf
- ⁶ AWMF online: AWMF-Registernummer 032-022OLk. S3-Leitlinie Aktinische Keratosen und Plattenepithelkarzinom der Haut. Version 2023-01. AWMF; 2023. Verfügbar unter: https://register.awmf.org/assets/guidelines/032-022OLk_S3_Aktinische_Keratosen-Plattenepithelkarzinom-PEK_2023-01.pdf
- ⁷ Di Stefani A, et al.: The Safety of Radiotherapy in the Treatment of Primary Cutaneous B-Cell Lymphoma: A Multidisciplinary Systematic Review, *Front Oncol* 2020; 10: 1133.
- ⁸ Wobser M: Kutane Lymphome. In: Lehnert H, Märker-Hermann E, Marx N, Meyhöfer SM (eds) *DGIM Innere Medizin*. Springer Reference Medizin. Berlin, Heidelberg: Springer; 2023.
- ⁹ Dippel A, et al.: S2k-Leitlinie – Kutane Lymphome (ICD10 C82–C86): Update 2021.
- ¹⁰ Hristov AC, et al.: Cutaneous T-cell lymphomas: 2023 update on diagnosis, risk-stratification, and management. *Front Med (Lausanne)* 2023; 10: 9772153.
- ¹¹ Vitiello P, et al.: Primary Cutaneous B-Cell Lymphomas: An Update. *Front Oncol* 2020; 10: 651.
- ¹² Hendrickx A, et al.: Radiotherapy for lentigo maligna and lentigo maligna melanoma – a systematic review. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 2020; 34(7): 1423–1431.
- ¹³ Deutsche Dermatologische Gesellschaft (DDG), Deutsche Krebsgesellschaft (DKG): S3-Leitlinie Diagnostik, Therapie und Nachsorge des Melanoms. Version 3.3; 2020.
- ¹⁴ Panizzon RG: Dermatologische Radiotherapie. *Hautarzt* 2007; 58(8): 701–710.
- ¹⁵ Deutsche Gesellschaft für Radioonkologie (DEGRO): Strahlentherapie gutartiger Erkrankungen. Fachgruppenspezifische evidenzbasierte S2e-Leitlinie. Version 2.0; 2018.
- ¹⁶ Institut für Qualität und Wirtschaftlichkeit im Gesundheitswesen (IQWiG): Vorläufiger HTA-Bericht: Fibromatosen an Hand (Morbus Dupuytren) und / oder Fuß (Morbus Ledderhose) – Profitieren Betroffene von einer Strahlentherapie? 2023.
- ¹⁷ Seegenschmiedt MH, et al.: Radiotherapy optimization in early-stage Dupuytren’s contracture: first results of a randomized clinical study. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001; 49(3): 785–798.