

Radiotherapie bei malignen Hauttumoren

Interdisziplinäre Optionen bei Basaliomen und Plattenepithelkarzinomen der Haut

Die Radiotherapie bei bösartigen Hauttumoren ist eine bewährte, sichere Methode, die sehr gute funktionelle und kosmetische Ergebnisse vor allem im Gesicht erzielen kann. Im Rahmen der interdisziplinären Tumorbehandlung hat sie ihren festen Platz. Bevorzugt werden oberflächenwirksame Strahlenarten im niedrigen KV-Bereich eingesetzt, die eine schonende Behandlung erlauben.

MARKUS NOTTER



Markus
Notter

Im Vergleich zu den übrigen onkologischen Erkrankungen fristen Basaliome und Plattenepithelkarzinome der Haut ein Schattendasein, da sie nicht per se als lebensbedrohlich eingestuft werden. Dabei handelt es sich aber um die häufigste bösartige Erkrankung überhaupt.

Das Behandlungsspektrum maligner Hauttumoren umfasst eine Vielzahl von Therapieoptionen. Neben der Chirurgie wird die Radiotherapie seit über 100 Jahren erfolgreich angewendet, sie hat aber seit den Achtzigerjahren zunehmend an Bedeutung verloren. Ausser einer allgemeinen Angst vor ionisierenden Strahlen sind chirurgische Verfahren beliebter und daher weiterentwickelt worden. Gleichzeitig haben gesetzliche Bestimmungen, relativ hohe Investitionskosten, die vernachlässigte Ausbildung der jüngeren Generation und der Verzicht der Industrie, entsprechende Apparaturen anzubieten, zu einem Rückgang der dermatologischen Radiotherapie geführt.

Da vor allem betagte Patienten mit weiteren Begleiterkrankungen oder malignen Tumoren unter Basalzell- oder Plattenepithelkarzinomen leiden, kann die Bestrahlung hier eine hervorragende Alternative be-

deuten, und es lässt sich wieder eine Zunahme der Indikationsstellungen beobachten.

Zunahme maligner Hauttumoren: Ursachen

Gegenwärtig sind in der Schweiz über 1700 Melanome und beinahe 10 000 epidermale maligne Hauttumoren (zirka zwei Drittel Basaliome, ein Drittel Plattenepithelkarzinome) pro Jahr zu erwarten (1, 2). In den nächsten Jahren ist von einem weiteren Anstieg auszugehen, wobei zunehmend nicht nur die Kopf- und Gesichtsregion, sondern auch die nur intermittierend exponierten Körperregionen wie Rumpf und untere Extremitäten betroffen sein werden. Die Gründe für diesen Trend sind vielfältig: Neben einer vermehrten UV-Exposition durch Freizeitaktivitäten, Aufenthalt in Solarien und in südlichen Ländern ist die höhere Lebenserwartung, die mit einer stärkeren kumulativen UV-Dosis einhergeht, ausschlaggebend. Eine weitere Rolle könnte die Ozonverminderung in der Stratosphäre spielen. Daneben sind immunsupprimierte Patienten (vor allem nach Transplantation) besonders gefährdet (3).

Interdisziplinäre Therapieaspekte

Neben Bestrebungen zur verbesserten Prävention und Früherkennung sind folglich einfache, effiziente, schonende, kostengünstige und ästhetisch optimale Behandlungsoptionen erforderlich. Unbestritten ist das primär chirurgische Vorgehen beim malignen Melanom mit optimalem Sicherheitsabstand und Aufsuchen der Sentinellymphknoten (4). Ausgedehnte Plattenepithelkarzinome sollten zumindest an einer interdisziplinären Tumorbesprechung zusammen mit dem Pathologen und Strahlentherapeuten evaluiert werden. Für kleinere Basaliome und

ABSTRACT

Radiotherapy of malignant skin tumors

Radiotherapy of malignant skin tumors is a very effective and well-known method used for long time, which provides excellent cosmetic results and preserved function, mainly in the facial triangle. Within the multidisciplinary approach it will remain a very important treatment option. Low-energy irradiation in the very low KV-range are preferred. This allows to protect as best as possible underlying tissue and gives the best results.

Keywords: Malignant skin tumors, radiotherapy

Plattenepithelkarzinome existiert jedoch eine Vielzahl therapeutischer Optionen, die die Anforderungen zur Erreichung einer lokalen Tumorkontrolle mit genügendem Sicherheitsabstand und ästhetisch befriedigendem respektive sehr gutem Resultat ebenfalls erfüllen. Dabei sollte die Behandlung auf die individuelle Situation abgestimmt sein: Neben der Histologie des Tumors und seiner Lokalisation sind die Begleitumstände (Alter, Allgemeinzustand, allfällige Antikoagulation, Diabetes usw. sowie die mögliche Compliance) mit zu berücksichtigen. Neben den traditionellen dermatologischen Therapien erlangen die fotodynamische Therapie und topische Applikationen von Immunmodulatoren zunehmende Bedeutung. Der Stellenwert dieser vielversprechenden Behandlungsarten im Vergleich zum «Goldstandard» muss jedoch noch bestimmt werden.

Radiotherapie bei Hauttumoren

Seit Jahrzehnten hat sich die Strahlentherapie insbesondere bei Basaliomen und bei über 60-jährigen Patienten bewährt. Sie basiert im Wesentlichen auf den üblichen physikalischen und strahlenbiologischen Grundlagen.

Physikalische Grundlagen

Bei der therapeutischen Anwendung ionisierender Strahlen kommen ausser schnellen Elektronen, die am Linearbeschleuniger produziert werden, vor allem sehr weiche, das heisst energiearme Grenz- und Weichstrahlen zum Einsatz, da diese vorwiegend in den oberflächlichen Schichten absorbiert werden. Meistens werden Spannungen zwischen 10 und 50 kV verwendet. Sogenannte Grenzstrahlen (10–20 kV) bieten den Vorteil, praktisch keine Nebenwirkungen hervorzurufen, mit Ausnahme einer gelegentlichen Hautbräunung im Behandlungsfeld (5). Hingegen kann ihre geringe Eindringtiefe von zirka 1 mm die Gefahr bergen, tiefer reichende infiltrative Prozesse nur unzureichend abzudecken und In-Field-Rezidive entstehen zu lassen. Die genaue Kenntnis der histologischen Zusammensetzung eines Tumors ist daher unabdingbar. In unklaren Fällen könnten bei schwierig zu bestimmender Infiltrationstiefe ein MRI oder eine hochauflösende Sonografie zur Therapieentscheidung beitragen.

Sobald tiefer reichende Prozesse bekannt sind, ist der Einsatz von sogenannten Weichstrahlen mit Energien von 30 bis 50 kV vorteilhaft, allenfalls werden auch noch Röntgenstrahlen mit höherer Energie eingesetzt. Deren Anwendung setzt aber die Kenntnis wichtiger Strahlenparameter wie Strahlenqualität sowie Homogenität und Symmetrie der Bestrahlungsfelder voraus. Folgende physikalische Grundregeln sind immer betroffen:

▲ **Abstandsquadratsgesetz:** Die Intensität der Strahlung ändert sich umgekehrt proportional

zum Quadrat des Abstands. Aufgrund dieser Grundregel verlängern sich bei grösseren Fokus-hautabständen (FHD = Abstand zwischen Strahlenquelle und Haut) wesentlich die Bestrahlungszeiten, was aber auch bedeutet, dass bei unregelmässig geformter Tumeroberfläche oder Schiefelage nicht alle Gewebe die gleiche Dosis erhalten (mit der Gefahr der Unterdosierung im Tumor und der Überdosierung im gesunden Gewebe). Mit weiter entfernten Strahlenquellen ändert sich aber auch der von der punktförmigen Quelle ausgehende Ausbreitungswinkel, entsprechend dazu die Vorwärtsstreuung im Gewebe und demzufolge die Eindringtiefe. Daher ist in der Dosisverschreibung des Facharztes auch der FHD immer enthalten.

▲ **Absorptionsgesetz:** Die Absorption der Röntgenstrahlen ist proportional zur Dichte, zur Ordnungszahl und zur Dicke der Materie sowie umgekehrt proportional zur Energie der Röntgenquanten.

Dieses Wissen ist bei der Wahl der Filter, die die Strahlung homogenisieren sollen, unabdingbar. So genügen bei Grenzstrahlen Zellophanfilter (Plastikfolien), während bei höheren Röhrensparnungen bis 100 kV Aluminiumfilter und bei Spannungen darüber sogar Kupferfilter verschiedener Dicke in den Strahlengang geschoben werden müssen. Um Fehlbestrahlungen zu vermeiden, ist ein Gerät mit einer Filtersicherung zu versehen oder mit vom Gerätetyp abhängigen festen Spannungsfiterkombinationen ausgerüstet.

Zur vollständigen Beschreibung der Strahlenqualität gehört ausser der Angabe der Röhrensparnung (kV) und den gewählten Filtern auch die Halbwertschichtdicke (HWS). Sie wird in Aluminium gemessen und bedeutet jene Schichtdicke, durch welche die Intensität der Strahlung auf die Hälfte geschwächt wird. Die HWS nimmt mit der Härte (Röhrensparnung) der Strahlung zu.

Eine weitere elegante Methode stellt die Kontakttherapie dar, bei welcher spezielle Applikatoren direkt

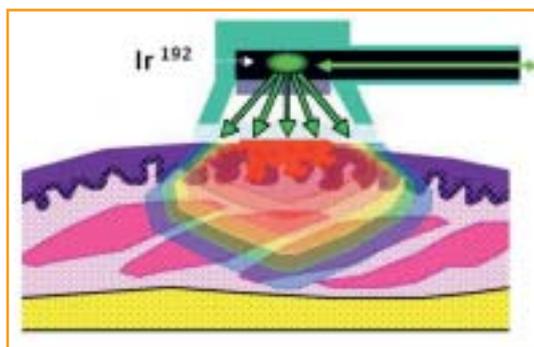


Abbildung 1: Kontakttherapie: Ein sogenannter Leipzig-Applikator wird auf die Tumormanifestation gelegt. Die Iridiumquelle im After-Loading-Verfahren bestrahlt während einer definierten Zeitspanne den Tumor.

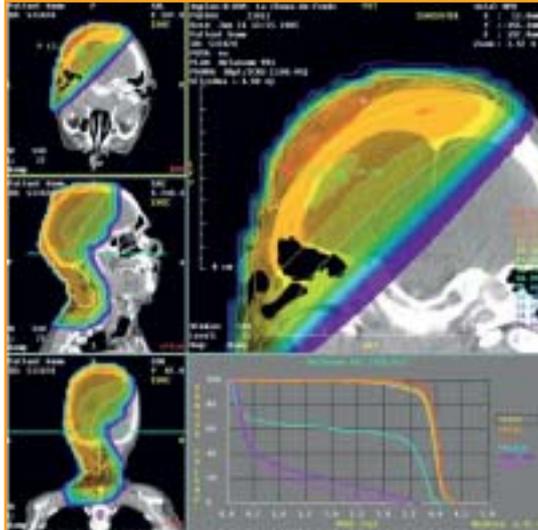


Abbildung 2: 3-D-Planung einer tangentialen Photonenbestrahlung eines rezidivierenden malignen Melanoms der Kopfhaut mit nuchalen/zervikalen Lymphknotenmetastasen.

auf die Läsion aufgelegt werden können und im After-Loading-Verfahren temporär eine Iridiumquelle die Strahlung mittels einer Energie analog 50 kV bewirkt (Abbildung 1). Der Nachteil dieser Strahlentherapieart ist die auf 3 cm limitierte Feldgrösse, sie kommt daher nur bei sehr kleinen Basaliomen oder Plattenepithelkarzinomen infrage, ermöglicht aber sehr gute lokale Kontrollen und kosmetische Ergebnisse.

Die Anwendung der sogenannten schnellen Elektronen bleibt wegen der aufwändigen Bestrahlungstechnik mit entsprechenden Kosten grossen infiltrativen Prozessen, beispielsweise ausgedehnten ulzerierten Plattenepithelkarzinomen im Rumpfbereich, vorbehalten. Zudem ist es einem betagten Erkrankten nicht immer zuzumuten, sich dieser Therapie zu unterziehen und ihn sicher auf dem engen Bestrahlungstisch zu lagern. In Spezialsituationen können auch die Hochvoltphotonen des Linearbeschleunigers zum Einsatz kommen, zum Beispiel bei der Miterfassung des lokoregionären Lymphabflusses mit entsprechend aufwändiger Bestrahlungsplanung (Abbildung 2).

Zusammenfassend: In einer fachspezialisierten Klinik sollten dem Strahlentherapeuten sämtliche Strahlenqualitäten und -energien zur Behandlung maligner Hauttumoren zur Verfügung stehen, damit man dem Erkrankten die optimale, auf seine individuelle Situation abgestimmte Strahlentherapie anbieten kann.



Abbildung 3a: Basalzellkarzinom über dem linken Nasenflügel.

Abbildung 3b: 6 Monate nach Bestrahlung mit 60 Gy.

Strahlenbiologische Grundlagen

Die wesentlichen Grundlagen basieren auf den erfolgreichen Arbeiten von Strandquist (6) noch vor dem Zweiten Weltkrieg; sie erfuhren bezüglich Hauttumoren seither nur unwesentliche Modifikationen (7). Da die zu behandelnden Tumoren sichtbar sind, kann der Therapeut die Strahlenwirkung im Verlauf abschätzen und die gewünschte biologische Reaktion mit gewollter Tumorzerstörung und Gewebenekrose im gewählten Sicherheitsabstand überprüfen und bis zur vollständigen Abheilung betreuen.



Abbildung 4a: Basaliom des linken Augenunterlides bei einer 81-jährigen Patientin.

Abbildung 4b: 8 Monate nach Bestrahlung mit 60 Gy (Kontakttherapie).

Fraktionierung

Der Hauptvorteil der Strahlentherapie maligner Hauttumoren ist die Möglichkeit zur Fraktionierung: Je kleiner die Einzeldosis, desto grössere Behandlungsregionen können mit ausreichender kurativer Gesamtdosis eingeschlossen werden. Das erlaubt, auch sehr ausgedehnte Tumoren zu behandeln und einen genügenden Sicherheitsabstand einzuhalten. Nachteilig ist die längere Behandlungsdauer, bis die notwendige Gesamtdosis erreicht ist. *Tabelle 1* gibt bewährte Fraktionierungsschemata wieder, wie sie zurzeit in La Chaux-de-Fonds benutzt werden.



Abbildung 5a: Rezidiv eines Basalioms der Oberlippe 2 Jahre nach erster Operation bei einer 52-jährigen Patientin.

Abbildung 5b: 2 Jahre nach Radiotherapie mit 60 Gy.

Lymphome, Kaposisarkome, Metastasen und aktinische Keratosen benötigen zum Teil erheblich weniger Therapiesitzungen und Gesamtdosen trotz unterschiedlicher Ausdehnung und Strahlensensibilität.

Je nach Gesamtsituation sind bei betagten Patienten individuell adaptierte Fraktionierungen und Gesamtdosen zu wählen (evtl. auch Einzeitbestrahlungen mit dem Risiko einer schlechten Abheilungstendenz). Ein wesentlicher Erfolgsfaktor stellt das Einhalten eines genügenden Sicherheitsabstandes dar. Tumorzellen können noch bis zu 2 cm ausserhalb der sichtbaren Tumormanifestation im Resektat nachgewiesen werden (8), diese Angaben schwanken je nach Tumor- und histologischem Untertyp (z.B. nodulär sklerosierendes Basaliom) sowie je nach Durchmesser der Primärläsion beträchtlich. Rezidivierende Tumoren zeigen in der Regel noch wesentlich grössere intra-dermale Aussaaten. Hier empfiehlt es sich, die Tumorsituation und die Behandlungsoptionen anlässlich eines interdisziplinären Tumorboards mit allen Fachspezialisten zu besprechen. Die unerkannte Tumoraussaat ausserhalb der sichtbaren Veränderung dürfte einer der Hauptgründe für ein Rezidiv sein. Hierbei ist zu betonen, dass bei korrekter Indikationsstellung sowohl der Chirurgie wie auch der Radiotherapie bei den epithelialen Karzinomen sehr hohe lokale Kontrollraten erzielt werden.

Indikationen zur Radiotherapie

Allgemein kommen für eine Radiotherapie über 60-jährige Patienten mit mittelgrossen Tumoren im Gesichtsbereich (facial triangle) infrage. Bei für den Operateur besonders kritischen Lokalisationen wie Augenlider, Nasenflügel, Lippen und Ohren führt die Radiotherapie zu kosmetisch und funktionell einwandfreien Ergebnissen. Das Einhalten der Gewebehalbwertschicht, die der ungefähren Tumortiefenausdehnung entsprechen sollte, führt meist zur optimalen Schonung der darunter liegenden Hautstrukturen bei gleichzeitiger Tumorzerstörung. Besonders zu beachten ist eine mögliche Knochen- oder Knorpelinfiltration, da dann Grenz- oder Weich-

Tabelle 1:

Richtdosen in Abhängigkeit der Tumorausdehnung und des -typs

Dosis (Gy)	Durchmesser der Läsion/Typ:
3-5 x 8 Gy 1 x/Woche	≤ 1 cm / Basaliome, Spinaliome, Lentigo maligna
6-8 x 6 Gy 2 x/Woche	1-2 cm / Basaliome, Spinaliome, Lentigo maligna
10-12 x 5 Gy 3 x/Woche	1,5-3 cm / Basaliome, Spinaliome, Lentigo maligna, M. Bowen
12-15 x 4 Gy 3 x/Woche	3-6 cm / Basaliome, Spinaliome, Lentigo maligna, M. Bowen
20-24 x 2,5-3 Gy 4 x/Woche	> 6 cm / Basaliome, Spinaliome, Lentigo maligna, M. Bowen

strahlen nicht mehr genügende Eindringtiefen besitzen. Eine Knorpel- oder Knocheninvasion stellt aber per se keinen Ausschlussgrund für die Radiotherapie dar. Die histologische Analyse bestätigt nicht nur das Malignom, sondern gibt auch über Subtypen Auskunft (z.B. sklerodermiforme oder szirrhöse Wachstumsformen), die weniger strahlensensibel sein sollen und oft eine erhöhte Rezidivneigung zeigen. Mit entsprechender Dosisanpassung und Feldwahl (Sicherheitsabstand!) ist diesen Verhältnissen Rechnung zu tragen. Tabelle 2 gibt Vor- und Nachteile der Radiotherapie wieder.

Ergebnisse der Radiotherapie

Obwohl Vergleiche zwischen verschiedenen Serien aufgrund unterschiedlicher Klassierungen nicht im befriedigenden Ausmass gelingen, werden lokale Kontrollraten von 92,5 bis 99%, je nach Subtyp und Tumorausdehnung, mitgeteilt, wobei stets die guten kosmetischen Ergebnisse im Gesichtsbereich hervorgehoben werden (9). In einem Vergleich verschiedener Therapiemethoden (10) konnte gezeigt werden, dass die 5- und 10-Jahres-Rezidivraten sowohl bei der einfachen Exzision, bei der Kürettage und der

Tabelle 2:

Vor- und Nachteile einer Radiotherapie

Vorteile	Nachteile
Gewebe- und funktionserhaltend	Mehrere Sitzungen erforderlich, zeitaufwändig
Ambulant durchführbar und auch bei grossflächigen Tumoren anwendbar	Bei Karzinombestrahlungen sind bei Rezidiven an derselben Stelle nur bedingt oder gar keine Bestrahlungen mehr möglich
Grosse Sicherheitsabstände möglich (ein entscheidender Vorteil bei den knappen Exzisionsrändern besonders im Gesichtsbereich)	Permanenter Haarverlust im behaarten Bereich
Anatomisch kritische Bereiche wie Augen, Ohren, Nasenöffnungen können geschützt werden	Postaktinische Hautveränderungen (Atrophien, Teleangiektasien) können mit der Zeit ausgeprägter werden gegenüber chirurgisch bedingten Narben
Kann auch bei Keloidneigung eingesetzt werden	Kosmetische Ergebnisse im Rumpf- und Extremitätenbereich eher schlechter als im Gesichtsbereich
Alter und Begleiterkrankungen (z.B. Antikoagulation etc.) weniger kritisch	

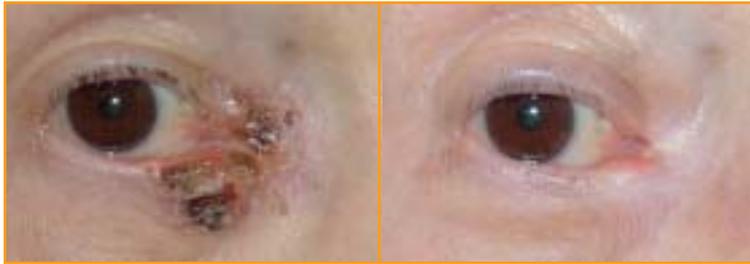


Abbildung 6a: Ausgedehntes Plattenepithelkarzinom bei einer 98-jährigen Patientin.

Abbildung 6b: 6 Monate nach Kontakttherapie mit 48 Gy.



Abbildung 7a: Rezidiv eines Spinalioms des rechten Unterlides 2 Jahre nach Exzision und Basalzellkarzinom über dem Nasenrücken.

Abbildung 7b: 6 Monate nach Bestrahlung beider Läsionen mit 60 Gy. Die Tendenz zum Ektropium, tumor- und operationsbedingt, ist erfreulicherweise unter der Radiotherapie zurückgegangen.



Abbildung 8a: Rasch wachsendes, exophytisches, undifferenziertes Plattenepithelkarzinom frontoparietal bei einem 86-jährigen Mann.

Abbildung 8b: 9 Monate nach Bestrahlung mit 48 Gy mittels 8 MeV-Elektronen.



Abbildung 9a: Plattenepithelkarzinom retroaurikulär bei einem 82-jährigen Mann, welcher eine Amputation ablehnte.

Abbildung 9b: 6 Monate nach Bestrahlung mit 40 Gy mittels 4MV-Photonen tangential.

Elektrokauterisierung als auch bei der Kryochirurgie und der Radiotherapie vergleichbar waren, wobei die strahlentherapierten Läsionen in der Regel wesentlich ausgedehnter waren, also eine gewisse negative Selektion nicht ausgeschlossen werden konnte. Am besten schnitt die mikrografische Chirurgie nach

Mohs ab, mit dem Nachteil von kosmetischen und funktionellen Einschränkungen. Rezidivierende Tumoren nach Resektionen lassen sich nicht in gleich hohem Ausmass durch die Radiotherapie beherrschen; hier werden Kontrollraten abhängig von der Grösse und Histologie von 50 bis 88% mitgeteilt (11).

Nebenwirkungen und Risiken

Akute Nebenwirkungen sind in der Regel gewollt und im Rahmen der strahlenbiologischen Grundlagen zu beobachten: Erythem, Tumordemarkierung, Tumor- und umgrenzende Gewebenekrose, Wund- und Krustenbildung mit anschliessender Abheilung. Chronische Effekte sind Depigmentationen, Hautatrophien und Teleangiektasien, die sich häufig erst nach Jahren bilden. Das sogenannte schwere chronische Röntgendum mit Ulzerationen ist als Komplikation selten, und zusätzliche Begleitumstände wie chronisch schlechte Durchblutungen und Diabetes (usw.) spielen eine wesentliche Rolle. Während der Akutphase gilt es, Superinfektionen zu vermeiden. Die theoretisch mögliche Tumorinduktion nach vielen Jahren wird oft ins Feld geführt, um jüngere Patienten unter 60 Jahren von der Radiotherapie auszuschliessen. Es lässt sich aber auch aus neueren Daten nicht der eindeutige Schluss ziehen, dass eine wesentlich grössere Tendenz von Sekundärmalignomen nach erfolgter Radiotherapie bösartiger Hauttumoren gesehen würde. Deshalb sollte ein jüngerer Patient nicht primär von einer Radiotherapie ausgeschlossen werden, insbesondere wenn er im Gesichtsbereich an kritischer Lokalisation ein Karzinom aufweisen sollte (siehe *Abbildung 5a/b*).

Zusammenfassung

Die Radiotherapie bösartiger Hauttumoren ist eine bewährte, sichere Methode, die sehr gute funktionelle und kosmetische Ergebnisse vor allem im Gesichtsbereich erzielen kann. Nach einem Rückgang in den Achtziger- und Neunzigerjahren kann heute eine «Wiederbelebung» dieser Methode festgestellt werden. Im Rahmen der dringend notwendigen interdisziplinären Tumordiskussion hat die Radiotherapie ihren festen Platz. Bevorzugt kommen sehr weiche, (energiearme) Grenz- und Röntgenstrahlen zum Einsatz, da diese vorwiegend in den äusseren Gewebeschichten absorbiert werden. Schnelle Elektronen oder sogar tangential Bestrahlungen mittels Hochvoltphotonen bleiben wegen des wesentlich aufwändigeren Vorgehens eher speziellen Indikationen (z.B. Plattenepithelkarzinomen mit ausgedehntem Lymphknotenbefall) oder sehr tief reichenden Tumorzuständen vorbehalten. Vermehrtes Engagement der Industrie, entsprechende Geräte verfügbar zu machen, sind zu unterstützen. Die *Abbildungen 3 bis 13* zeigen das Leistungsvermögen der Radiotherapie in ausgewählten Beispielen. ▲



Abbildung 10a: Ausgedehnter M. Bowen über der rechten Tibia bei einer 89-jährigen Frau.

Abbildung 10b: 6 Monate nach Bestrahlung mit 2 x 8 Gy mittels 8 MeV-Elektronen.



Abbildung 11a: Rezidiv einer Lentigo maligna über der rechten Wange bei einer 74-jährigen Patientin 4 Jahre nach operativer Entfernung.

Abbildung 11b: 12 Monate nach Bestrahlung mit 70 Gy. Sichtbar sind eine leichte Depigmentierung nach Radiotherapie und die chirurgische Narbe.

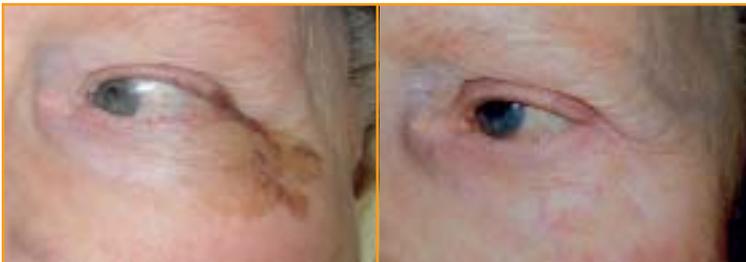


Abbildung 12a: Rezidiv einer Lentigo maligna nach zweimaliger Operation bei einer 79-jährigen Patientin.

Abbildung 12b: 21 Monate nach Radiotherapie mit 70 Gy.



Abbildung 13a: Malignes T-Zell-Lymphom.

Abbildung 13b: 2 Jahre nach Bestrahlung mit 10 Gy.

Merkmale

- ▲ **Epitheliale Hauttumoren** (Basaliome, Plattenepithelkarzinome) sind die häufigsten Tumoren und nehmen weiter signifikant zu.
- ▲ **Diese Tendenz** impliziert vermehrte Anstrengungen in der Prävention und der Früherkennung.
- ▲ **Therapiemassnahmen** sollten möglichst einfach, effizient, schonend und kostengünstig sein sowie ästhetisch gute Ergebnisse erzielen.
- ▲ **Seit Jahrzehnten hat sich die Strahlentherapie**, insbesondere bei Basaliomen und Patienten über 60 Jahren, bewährt.
- ▲ **Im Gesichtsbereich** sind die erzielten kosmetischen und funktionellen Ergebnisse hervorragend: Hauptvorteil ist die Einhaltung eines genügenden Sicherheitsabstandes, Hauptnachteil ist der grössere Zeitaufwand.
- ▲ **Die Radiotherapie** gilt als nebenwirkungsarm, sie wird mit der erhöhten Lebenserwartung und der zunehmenden Häufigkeit der Hauttumoren weiter an Bedeutung gewinnen.

Dr. med. Markus Notter
Service de Radiothérapie
Hôpital Neuchâtelois
2300 La Chaux-de-Fonds
E-Mail: markus.notter@ne.ch

Quellen:

1. Bulliard J.L., Panizzon R.G., Levi F.: Epidémiologie et prévention du mélanome cutané en Suisse. *Forum Med Suisse* 2009; 9(17): 314–18.
2. Diess.: Epidémiologie des cancers épithéliaux de la peau. *Revue Médicale Suisse*, 2009; 5: 882–88.
3. Hampton T.: Skin cancer ranks rise: Immunosuppression to blame. *JAMA* 2005; 294: 1476–80.
4. Dummer R., Panizzon R.G., Bloch Ph., Burg G.: Updated swiss guidelines for the treatment and follow-up of cutaneous melanoma. *Dermatology* 2005; 210: 39–44.
5. Panizzon R.: Grenz rays: an alternative treatment for superficial skin cancers in elderly patients. *Future Medicine* 2009; 5(4): 495–96.
6. Strandquist M.: Studien über die kumulative Wirkung der Röntgenstrahlen bei Fraktionierung. *Acta Radiol* 1944 (Suppl 55).
7. Fowler J.F.: Review: Total doses in fractionated radiotherapy: implications of new radiobiological data. *Int J Radiat Biol* 1984; 103–20.
8. Cho R. et al.: What is the microscopic tumor extent beyond clinically delineated gross tumor boundary in non-melanoma skin cancers? *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2005; 62: 1096–99.
9. Caccialanza M.: Treatment of skin carcinoma and keratoacanthoma. In: Panizzon R.G. & Cooper J.S. (Eds): *Radiation treatment and radiation reactions in dermatology*; Heidelberg, New York 2004: 69–87.
10. Rowe D.: Comparison of treatment modalities for basal cell carcinoma. *Clin Dermatol* 1995; 13: 617–20.
11. Lovet R.D. et al.: External irradiation of epithelial skin cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1990; 19: 235–42.