

1 Band 145
Januar 1973

Organ der
Deutschen Röntgengesellschaft,
Gesellschaft für medizinische
Radiologie, Strahlenbiologie
und Nuklearmedizin

This publication is included
in the abstracting and indexing coverage
of the BioSciences Information Service
of Biological Abstracts.

B 21877 E

Strahlentherapie

Archiv für klinische und experimentelle Radiologie

Begründet 1912 von

Hans Meyer
Richard Werner
Carl Joseph Gauß

Herausgeber:

Josef Becker, Heidelberg
Rudolf Birkner, Berlin
Hanns Langendorff, Freiburg i. Br.

Redaktion:

Helmut Kuttig, Heidelberg

Urban & Schwarzenberg

Schriftleitung: Prof. Dr. Dr. h. c. J. Becker, Universitäts-Strahlenklinik,
69 Heidelberg, Voßstraße 3

Redaktion: Prof. Dr. Helmut Kuttig, Universitäts-Strahlenklinik (Czerny-Krankenhaus),
69 Heidelberg, Voßstraße 3, Fernruf: 06221/53 2639.

Beirat: G. Barth, Gießen · R. Bauer, Tübingen · W. Bickenbach, München · H. G. Bode,
Göttingen · H. von Braunbehrens, München · A. Breit, Passau · L. Diethelm, Mainz ·
H. D. Franke, Hamburg · H.-J. Frischbier, Hamburg · H. Fritz, Dresden · F. Gau-
werky, Hamburg · R. Glauner, Stuttgart · H. Gottron, Mainz · H. Gremmel, Kiel ·
H. Hartweg, Basel · W. Horst, Zürich · O. Hug, München · K. H. Kärcher, Wien ·
D. v. Keiser, Heidelberg-Mannheim · R. Kepp, Gießen · H. Kirchhoff, Göttingen ·
J. Lissner, München · W. Lorenz, Frankfurt/Main · R. du Mesnil de Rochemont,
Marburg/Lahn · A. Morczek, Magdeburg · H. Muth, Homburg/Saar · W. Oelssner,
Leipzig · H. Oeser, Berlin · H. Pfeiderer, Westerland/Sylt · H. Poppe, Göttingen ·
R. Prévôt, Hamburg · A. Proppe, Kiel · B. Rajewsky, Frankfurt/Main · J. Ries,
München · K. E. Scheer, Heidelberg · E. Scherer, Essen · E. Schumann, Erfurt ·
F. Sommer, Homburg/Saar · E. Stutz, Freiburg/Brsg. · P. Thurn, Bonn · H. Vieten,
Düsseldorf · E. Vogler, Graz · E. Zdansky, Basel · K. zum Winkel, Berlin · A. Zup-
pinger, Bern.

Beiträge: Zur Veröffentlichung kommen nur Originalarbeiten, die weder an anderer Stelle
angeboten noch veröffentlicht sind. Mit der Annahme des Manuskriptes erwirbt der
Verlag Urban & Schwarzenberg das ausschließliche Verlagsrecht, und zwar auch
für etwaige spätere Veröffentlichungen durch Nachdruck oder durch andere Ver-
fahren, ebenso den Vergütungsanspruch gegen gewerbliche Unternehmen, die ein-
zelne Vervielfältigungen zum innerbetrieblichen Gebrauch herstellen. Der Verlag ist
berechtigt, das Vervielfältigungsrecht an Dritte zu vergeben.

Die Manuskripte werden in 1 $\frac{1}{2}$ - bis 2zeiliger Maschinschrift einseitig beschrieben
erbeten. Der Umfang sowie die Zahl der Abbildungen und Tabellen sollten auf das
zum Verständnis der Arbeit notwendige Maß beschränkt sein. Dem Manuskript ist
eine sorgfältige Zusammenfassung von höchstens 15 Schreibmaschinenzeilen hinzu-
zufügen; sie soll nur das Wesentliche herausstellen und übersetzungsfähig sein.

Im Literaturverzeichnis sind nur zitierte Arbeiten aufzuführen. Es soll alphabetisch
geordnet sein. Für die Abkürzungen sind die „World Medical Periodicals“ maß-
gebend.

Sonderdrucke: Die Verfasser erhalten zusammen 100 Sonderdrucke unberechnet, weitere Sonder-
drucke werden gegen Rechnung geliefert, soweit sie bei der Fahnenkorrektur vom
Autor bestellt werden.

Erscheinungsweise: Monatlich 1 Heft von etwa 8 Druckbogen. Je 6 Hefte bilden einen Band.

Bezugspreis: Für ständige Bezieher je Band DM 180,-, für Mitglieder der auf dem Umschlag ge-
nannten Gesellschaften DM 150,-, Einzelheft DM 36,-, Einbanddecke DM 9,80.

Verlag: Urban & Schwarzenberg, 8 München 2, Pettenkoferstr. 18 (Fernruf 53 01 81, Fern-
schreiber 05 23 864); 1 Berlin 12, Hardenbergstraße 11 (Fernruf 3 13 70 15);
A-1096 Wien, Frankgasse 4 (Fernruf 4 22 73 1/32). Alle Rechte, auch die des Nach-
drucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, gehen mit An-
nahme des Manuskriptes auf den Verlag über.

Anzeigen: Münchener Werbegesellschaft Gedon & Reuß, 8 München 40, Leopoldstraße 87
(Fernruf 39 60 15).

Druck: Passavia, 839 Passau.

Gewebsveränderungen nach Röntgen-Bestrahlung mit und ohne Deckung durch einen gestielten Hautlappen – Experimentelle Untersuchung

H. Katzer, K. H. Kärcher, H. Millesi

Strahlentherapeutische Klinik und Institut für klinische Strahlenbiologie der Universität (Vorstand: Prof. Dr. K. H. Kärcher), Station für Plastische und Wiederherstellungschirurgie (Leiter: Prof. Dr. H. Millesi) der I. Chirurgischen Universitätsklinik (Vorstand: Prof. Dr. P. Fuchsig), Wien

Unsere Untersuchungen konnten zeigen, daß trotz Anwendung einer hohen Einzeitdosis, die sich auf das Wundbett beschränkte und z. B. eine Bestrahlung mit schnellen Elektronen auf eine Leistenlymphknotenmetastase imitierte (5000 rd $^{90}\text{Sr}/^{90}\text{Y}$) subkutan und am tiefer gelegenen Gewebe weder Gewebeschmelzung noch Fistelbildung auftraten, wenn dieses unmittelbar nach der Bestrahlung mit einem gestielten Hautlappen gedeckt wurde. Unter dem gestielten Hautlappen kam es vielmehr zu einem fortschreitenden bindegewebigen Ersatz des strahlengeschädigten Fett- und Muskelgewebes. Die Ergebnisse dieser experimentellen Studie zeigen, daß es durchaus möglich erscheint, bei der Bestrahlungsplanung gemeinsam durch den plastischen Chirurgen und Radiotherapeuten, besonders in kritischen Regionen wie Axilla und Leistenbeuge, bei der notwendigen Anwendung hoher Strahlengesamtdosen auch unter der Verwendung von Megavoltstrahlen schwerwiegende Spätveränderungen am gesunden Gewebe zu vermeiden.

Auch die Einführung hochenergetischer Elektronen und ultraharter Röntgenstrahlen, d. h. der sogenannten Megavoltstrahlentherapie, in die Behandlung maligner Geschwülste hat, besonders bei der Bestrahlung von Lymphknotenmetastasen im Supraklavikular-, Axillar- und Inguinalbereich, immer noch nicht vollständig die Problematik beseitigen können, daß die zu der nötigen Rückbildung erforderliche Gesamtdosis in diesen Regionen zu Strahlennarben in Form von Indurationen bzw. Ulzerationen der Haut führen kann, in deren Gefolge Arrosionsblutungen bzw. chirurgisch irreparable Defekte entstehen können. Auf der anderen Seite kann durch die Anwendung höherer Einzeldosen und eventuell durch Sauerstoffüberdruck gemeinsam mit Megavoltstrahlung ein Tumor in dieser Region

beseitigt werden, wenn das Problem der später entstehenden Nebenwirkungen am gesunden Gewebe gelöst ist.

Aus zahlreichen experimentellen Untersuchungen ist bekannt, daß die Schaffung regenerativer Inseln, z. B. bei der Siebbestrahlung, hier wesentliche biologische Vorteile bringt, ohne daß die Rückbildung durch Tumorgewebe hierbei beeinträchtigt wird (Kärcher). Man könnte auch durch chirurgische Verlagerung der Haut aus dem Bestrahlungsfeld vor Beginn einer derartigen Bestrahlungsbehandlung diese vor der Strahlenwirkung vollkommen schützen. Nach Abschluß der Strahlenbehandlung stünde dann die unbestrahlte Haut zur Deckung des Bestrahlungsfeldes zur Verfügung und könnte nach Zurückbringen in die ursprüngliche Lage durch das intakte Bindegewebe und den Gefäßapparat des Transplantates unliebsame Spätveränderungen vermeiden.

Vortrag, gehalten anlässlich der österr. Chirurgen- tagung im Mai 1972 in Krems.



Abbildung 1. Am Unterbauch der Ratte Markierung von zwei Feldern, wobei die Haut eines Feldes (A) in Form eines lateral gestielten Lappens abpräpariert wird.

Methodik

Am Unterbauch von Ratten wurden zwei gleichgroße Hautfelder markiert. Die Haut des einen Feldes (A) wurde in Form eines lateral gestielten Lappens aus dem Bestrahlungsfeld rotiert (Abb. 1). Die Haut des kontralateralen Bestrahlungsfeldes (B) wurde unverändert belassen. Die Umgebung der Bestrahlungsfelder wurde mit Bleiplatten exakt abgedeckt. Zur Bestrahlung wurden Strontiumdermaplatten mit einer Oberflächendosisleistung von 670 Rad/min verwendet. Die Bestrahlung beider Felder erfolgte mit derselben Dosis. Unmittelbar nach der Bestrahlung wurde der gestielte Lappen wieder in das Feld A zurückgenäht (Abb. 2). Die Haut des Lappens

erhielt daher keine Bestrahlung. Dagegen wurde die Haut des Feldes B der vollen Strahlendosis ausgesetzt. Das Feld B – die Haut – wurde deshalb bestrahlt, um jene Dosis zu ermitteln, die in allen Fällen einer Serie zu akuten Röntgenulzera der Haut führt.

Ergebnisse

1. Gruppe: Strahlendosis pro Feld 2000 rd Strontium 90/Yttrium 90

A 1:

Bei allen Tieren Einheilung des gestielten Hautlappens auf der subkutan bestrahlten Unterlage per primam intentionem.



Abbildung 2. Nach Abschluß der Bestrahlung, die auf Feld A und B mit derselben Dosis durchgeführt wird, Rücknähtung des gestielten Hautlappens in sein ursprüngliches Bett.

Einheilung von gestielten Hautlappen

B 1:

Die direkt bestrahlte Haut zeigt bei allen ein Früherythem und eine totale Epilation, die erst ab der 13. Woche einem schüttereren Haarwuchs Platz macht.

*Histologische Untersuchung*¹: A 1 und B 1: Im subkutanen und tiefer gelegenen Gewebe nach acht Wochen keine faßbaren morphologischen Veränderungen.

2. Gruppe: Strahlendosis pro Feld 3000 rd Strontium 90/Yttrium 90

A 2:

Bei drei von zwölf Tieren treten in der zweiten bzw. dritten Woche geringe Lappenrandnekrosen auf, die jedoch bis zum Ende der fünften Woche abheilen. Sie dürften auf mangelhafte Abdeckung des Lappenrandes zurückzuführen sein.

B 2:

Auf dem direkt bestrahlten Hautfeld traten neben den schon bei B 1 beobachteten Röntgen-Frühveränderungen in vier von zwölf Fällen Ulzera in der dritten bis vierten Wo-

¹ Für die Herstellung und Überlassung der Präparate sind wir Herrn Prof. Dr. J. Thurner (Vorstand des Path. Inst. Salzburg) sehr zu Dank verpflichtet.

che auf. Am Ende der fünften Woche waren diese abgeheilt. Zurück blieb ein epiliertes, im Zentrum nach Ulkusabheilung narbig verändertes Feld.

Histologische Untersuchung: A 2: In der zweiten bis vierten Woche traten einzelne Bezirke von devitalisiertem Fett bzw. Muskelgewebe mit reaktiven Entzündungserscheinungen wie Gefäßhyperämie und zelluläre Infiltration und schließlich in diesen Feldern Bindegewebsneubildung auf. Die Haut selbst zeigt nur an den Randpartien geringe Atrophie der Hautanhangsgebilde, sonst keine faßbaren Veränderungen. – B 2: Die flachen Ulzera zeigten geringe zellige Infiltrationen gegen die Umgebung sowie Gefäßhyperämie.

3. Gruppe: Strahlendosis pro Feld 5000 rd Strontium 90/Yttrium 90

A 3:

Auch in dieser Gruppe heilten die Lappen auf dem subkutan bestrahlten Feld, außer mit einigen Wundheilungsstörungen, gut ein.

B 3:

Die direkt bestrahlte Haut zeigte in allen Fäl-



Abbildung 3. Nach einer Strahlendosis von 3000 rd kommt es bei vier von zwölf Tieren am Feld B 2 zur Ulkusbildung. Der gestielte Hautlappen A 2 heilt gut ein (zweite Woche nach Bestrahlung).

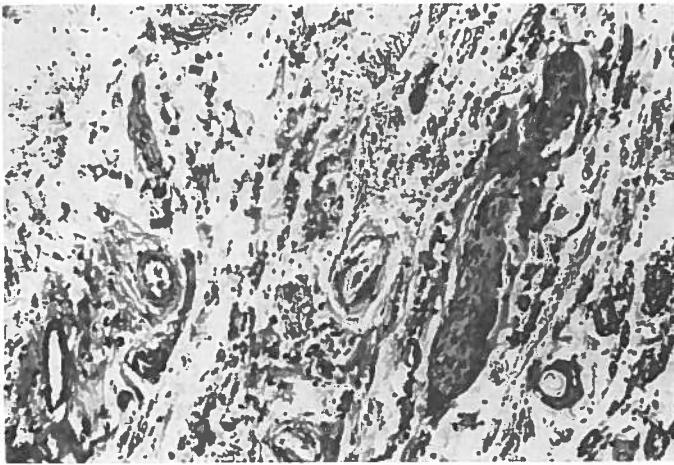


Abbildung 4. Histologisches Bild von A 3, sechs Wochen nach Bestrahlung. Gefäßhyperämie, devitalisierte Fettgewebsbezirke, Entzündungszellen bzw. Fremdkörperriesenzellen im subkutanen Gewebe.

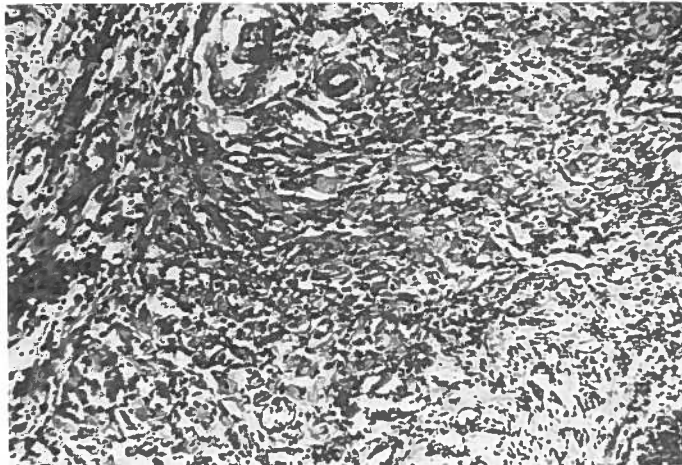


Abbildung 5. A 3, neun Wochen nach der Bestrahlung. Ersatz von devitalisiertem Fett- und Muskelgewebe durch Bindegewebe.

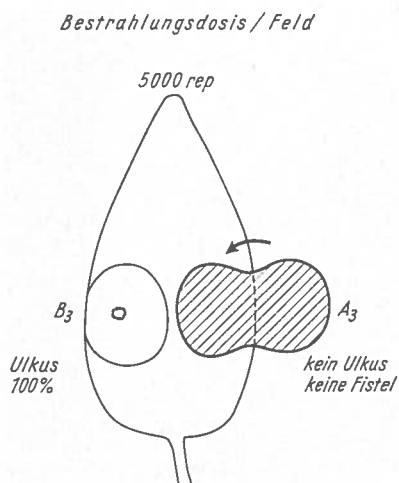


Abbildung 6. Schematische Darstellung einer Ratte. Schraffiertes Feld zeigt das subkutane Fettgewebe mit dem lateral gestielten Hautlappen, der unmittelbar nach der Bestrahlung in sein ursprüngliches Bett zurückgenäht wird (Pfeil). Auf der kontralateralen Seite ist das Hautfeld markiert, das direkt bestrahlt wird und bei dem es bei einer Oberflächendosis von 5000 rd in allen Fällen zur Ulkusbildung kommt.

Einheilung von gestielten Hautlappen

len das Auftreten von Ulzera, die erst bis zur siebten Woche abheilen (Abb. 3).

Histologische Untersuchung: A 3: Am bestrahlten subkutanen und tiefer gelegenen Muskelgewebe fanden sich vermehrt devitalisierte Bezirke mit Zeichen reaktiver Entzündung – Fremdkörperriesenzellen (Abb. 4) und Ersatz durch Bindegewebe (Abb. 5). Nirgendwo kam es zu einer Einschmelzung oder Fistelbildung. – B 3: Im Gegen-

satz dazu führt die gleiche Dosis in den Kontrollfeldern immer zu einer Hautnekrose mit Ulkusbildung (Abb. 6) mit dem histologischen Bild wie B 2.

Literatur

Kärcher, K. H.: In: Löhr, Rückling, Schreus, Morczek, Neumeister, Robinson, Masters: Einführung in die klinische experimentelle Radiologie. Urban & Schwarzenberg, München-Berlin 1964.

Experimental investigations on the healing-in of pedicle grafts after irradiation of the transplantation area

Our investigations proved that – in spite of irradiation with one high single dose, restricted to the wound area and imitating the irradiation with fast electrons on a metastasis of inguinal lymph nodes (5000 rd Sr 90/Y 90) – neither histolysis nor fistulation occurred in the subcutaneous and lower tissues, if the wound area was covered by a pedicle graft immediately after irradiation. On the contrary, the fatty and muscle tissue, damaged by irradiation, was gradually substituted under the flap by connective tissue. The results of this experimental investigation prove that severe late sequelae in the healthy tissue can be avoided even if high total doses including megavolt-rays are necessary in critical regions such as axilla and inguen; a precondition is the irradiation planning made by the plastic surgeon and the radiotherapist in common.

Examens expérimentaux sur la guérison de lambeaux cutané pédiculés après une irradiation de la surface de transplantation

Nos examens pouvaient montrer que, malgré l'utilisation subcutanée et dans le tissu plus profond d'une dose à un temps élevée qui se limitait au lit de la blessure et imitait par exemple une irradiation aux électrons rapides sur une métastase des ganglions lymphatiques inguinaux (5000 rd Sr 90/Y 90), ni une colliquation, ni une formation de fistules n'apparaissaient quand le tissu était couvert immédiatement après l'irradiation d'un lambeau cutané pédiculé. Au contraire, sous des lambeaux cutanés pédiculés, il se formait un remplacement progressant du tissu musculaire et gras lésé par les rayons. Ce remplacement était du genre tissu connectif. Les résultats de cette étude expérimentale montrent qu'il est tout-à-fait possible d'éviter des transformations tardives graves du tissu sain lors de la planification d'irradiation grâce à la chirurgie plastique et à la radiothérapie, en particulier dans les régions critiques telles que l'aisselle et la flexion inguinale lors de l'utilisation indispensable de doses totales radiothérapeutiques élevées et aussi en utilisant les rayons au mégavolt.

Verfasser: Dr. H. Katzer, Prof. Dr. H. Millesi, I. Chirurgische Universitätsklinik Wien, Prof. Dr. K. H. Kärcher, Strahlentherapeutische Klinik und Institut für klinische Strahlenbiologie der Universität Wien, A-1097 Wien, Alser Straße 4.

Überlegungen über die Verteilung von intralymphatisch applizierten Substanzen bei Systemerkrankungen und sekundärblastomatösen Veränderungen

G. Wolf, J. Wickenhauser

Röntgendiagnostisches Institut der Universität Wien (Vorstand: Prof. Dr. L. Psenner)

Es gibt eine Anzahl lymphszintigraphischer Befunde, die mit Hilfe der Lymphographie nicht gedeutet werden können. Als Ursache dafür kann nur vermutet werden, daß das Radiogold im Unterschied zum visköseren, unphysiologischen Lipiodol doch leichter bzw. mehr Lymphknoten erreicht. Bezüglich der zweiten Fragestellung vertreten wir die Auffassung, daß bei sekundärblastomatösen Veränderungen an den Lymphknoten eine schlechtere Speicherung des Radiogoldes besteht als vergleichsweise für das Lipiodol. Bei den Systemerkrankungen ist das Speichervermögen mehr intakt als bei den sekundär blastomatös befallenen Knoten. Dafür spricht auch die Tatsache, daß verhältnismäßig viele szintigraphisch negative Befunde sich bei der nachfolgenden Lymphographie als pathologisch verändert erweisen. Wir bevorzugen daher bei Systemerkrankungen primär die Lymphographie zur Stadieneinteilung. Bei tumorbefallenen Lymphknoten als auch bei primär neoplastisch veränderten Lymphknoten gibt es Szintigramme, die echte Diskrepanzen zur Lymphographie aufweisen und deren Aktivitätenverteilung nicht deutbar ist und im krassen Gegensatz zur Lipiodolspeicherung steht.

Der Wert der Lymphszintigraphie als Screeningmethode für die Diagnostik von Systemerkrankungen und Lymphknotenmetastasen von Tumoren ist noch immer sehr umstritten. Dies spiegelt sich in zahlreichen, oft einander widersprechenden Arbeiten, die die Lymphszintigraphie vor allem in Vergleich zur treffsicheren Lymphographie setzen, wider. Je nachdem, ob die Meinungen aus Diagnostikzentren, in denen mehr die Röntgenlymphographie durchgeführt wird, oder aus nuklearmedizinischen Zentren stammen, differiert stark die unterschiedliche Bewertung beider Methoden.

Problemstellung

Aus der Literatur sind zahlreiche Arbeiten, die die Wertigkeit beider Untersuchungen miteinander vergleichen, bekannt. Man soll sich dabei immer wieder vergegenwärtigen,

daß, obwohl bei beiden Methoden der gleiche Lymphabfluß besteht, unterschiedliche Transportmechanismen zum Tragen kommen. Während bei der Szintigraphie physiologischerweise der Abtransport des Goldkolloides durch den natürlichen Säftestrom erfolgt, wird bei der Lymphographie unphysiologisch durch den Injektionsdruck das Öl im Gefäßsystem verteilt. Dadurch kann bei beiden Methoden ein nicht ganz genau gleiches Ergebnis erwartet werden.

Es war uns daher ein großes Anliegen, die gängige Meinung, ob das Verteilungsmuster des Scans durch die Lymphographie erklärt werden kann beziehungsweise mit dieser übereinstimmt, zu überprüfen, und weiterhin, ob ein Unterschied in der Nukleidspeicherung zwischen primär neoplastisch und sekundär blastomatös befallenen Lymphknoten besteht.