

Strahlentelex

mit ElektromogReport

Unabhängiger Informationsdienst zu Radioaktivität, Strahlung und Gesundheit

ISSN 0931-4288

www.strahlentelex.de

Nr. 548-549 / 23. Jahrgang, 5. November 2009

Strahlenfolgen:

Auch gutartige Tumore können durch Strahlung verursacht werden und zu erheblichen Beeinträchtigungen führen. Sie werden jedoch bei beruflichen Strahlenbelastungen nicht als Berufskrankheiten anerkannt.

Seite 1

Kinder-Leukämien:

Die Leukämierate bei Kindern in der Nähe von La Hague ist zwar dreifach erhöht, wegen kleiner Fallzahlen aber scheinbar nicht signifikant. Weil alle Fälle Jungen betrafen, ist die Erhöhung jedoch für Jungen deutlich signifikant.

Seite 5

Atompolitik / Atomwirtschaft:

Laufzeitverlängerungen für Atomkraftwerke, der weitere Ausbau von Gorleben zum Atommülllager und Hermesbürgschaften für Atomexporte – das sind Vorhaben der neuen schwarz-gelben Bundesregierung.

Seite 6

Strahlenfolgen / beruflicher Strahlenschutz

Die Induktion gutartiger Tumore durch ionisierende Strahlung – ein vernachlässigtes Kapitel von Strahlenrisikobetrachtungen

Von Inge Schmitz-Feuerhake¹

Einleitung

Die Induktion gutartiger (benigner) Tumore durch ionisierende Strahlung ist ein vernachlässigtes Thema von Strahlenrisikobetrachtungen, da internationale Strahlenschutzgremien als Kriterium zur Empfehlung von Grenzwerten und von Schutzmaßnahmen ausschließlich die

Wahrscheinlichkeit von Krebserkrankungen zu Grunde legen.

In der Berufskrankheitenverordnung stehen die gutartigen Tumore nicht auf der Liste anzuerkennender Strahlenschäden, obwohl auch diese zu erheblichen Beeinträchtigungen der Gesundheit bis hin zur Berufsunfähigkeit führen können.

Es ist daher erforderlich, die Befunde im Niederdosisbereich und Erkenntnisse über Dosiswirkungsbeziehungen in die Risikobetrachtungen einzubeziehen.

Die Internationale Strahlenschutzkommission (ICRP), auf deren Empfehlungen die deutsche Strahlenschutzverordnung im wesentlichen basiert, listet die benignen Tumore unter den zu beachtenden Strahlenschäden bei niedriger Dosis nicht auf. Weitere wissenschaftliche Einrichtungen, die international große Beachtung finden und regelmäßig Beurteilungen von Strahlenrisiken veröffentlichen, sind das UNSCEAR-

Komitee (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation) und dasjenige der U.S.-amerikanischen Academy of Sciences BEIR (Biological Effects of Ionizing Radiation). Letzte haben in ihren früheren Reports auch die historischen Befunde über benigne Tumore in verschiedenen Körpergeweben, die nach Strahlentherapie aufgetreten sind (s. unten), aufgeführt. Im Bericht des BEIR-Komitees von 2006 werden in einem Kapitel „Benign Neoplasms“ mehrere große Studien ab 1992 zitiert, unter anderem die Ergebnisse über Tumore des Zentralnervensystems (ZNS) bei den Überlebenden der Atombombenabwürfe auf Hiroshima und Nagasaki (s. unten). In einer Zusammenfassung für die Öffentlichkeit heißt es dazu (BEIR VII): „*Radiation exposure has also been shown to increase risks of some benign tumors, but data are inadequate to quantify this risk.*“

Die Einschätzung, dass das Risiko nicht quantifiziert werden kann, entspricht allerdings in weiten Teilen nicht dem Stand der Wissenschaft.

Strahlentelex, Th. Dersee, Waldstr. 49, 15566 Schöneiche b. Bln.
Postvertriebsstück, DPAG, „Entgelt bezahlt“ A 10161 E

¹ Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake, ingesf@uni-bremen.de

Gutartige Tumore nach Strahlentherapie

In früheren Zeiten hat man eine Reihe von Krankheitsercheinungen, die medikamentös nicht behandelt werden konnten, mit Strahlentherapie, wonach sich unerwartete Spätfolgen in Form von malignen und benignen Tumoren zeigten. Bei bestimmten Krebserkrankungen ist die Strahlentherapie bis heute auch bei Kindern eine Methode der Wahl geblieben. Daher liegen zahlreiche Studien über Spätschäden bei strahlentherapierten Patienten vor. Im allgemeinen beschränken sich die Untersuchungen auf maligne Nachfolgeerkrankungen. In neuerer Zeit werden aber auch gutartige Tumore wieder mehr beachtet, vor allem in Hinblick auf Tumore des Zentralen Nervensystems (ZNS), da ein Anstieg von Hirntumoren in der Bevölkerung verschiedener Industrienationen beobachtet wird (Mathiesen 2008). Untersuchungen, die auch benigne Tumore erfassen oder gezielt auf diese ausgerichtet sind, sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Zu den historischen Kollektiven, die jahrzehntelang nachuntersucht wurden, gehören die folgenden:

1. In den 1920er bis 1950er Jahren wurde bei Säuglingen, die eine vergrößerte Thymusdrüse aufwiesen, eine Röntgenbestrahlung an dieser vorgenommen. Ein sehr großes Kollektiv von Patienten verschiedener U.S.-Kliniken wurde an der Universität Rochester fortlaufend nachuntersucht (Simpson 1955). Außer Leukämieerkrankungen traten neben bösartigen auch gutartige Tumore in folgenden Geweben auf: Schilddrüse, Nebenschilddrüse, Knochen, Zentralnervensystem, Brust, Speicheldrüsen, Haut, Geschlechtsorgane. Die gutartigen Tumore übertrafen die bösartigen um das 2,6-fache (Hempelman 1975).

2. Bei 11.000 israelischen Personen, die als Kind in den 1950er Jahren wegen Tinea capitis, einer Pilzerkrankung der Kopfhaut, eine Röntgenbestrahlung erhielten, wurden bis in die Gegenwart aufgetretene Spätschäden untersucht (Sadetzky 2005). Es wurden erhöhte Raten an malignen und benignen Hirntumoren festgestellt, die Anzahl der benignen (Meningeome) war etwa doppelt so hoch wie die der malignen. Die mittlere Gehirndosis wird zu 1,5 Sievert (Sv) angegeben. Zu den weiteren malignen und benignen Tumoren, die im Kopfbereich induziert wurden, gehörten Neoplasmen der Speicheldrüsen (Modan 1974, Modan 1998).

Eine Auffälligkeit bei den Untersuchungen war das Auftreten von Schilddrüsentumoren bei niedriger Dosis. Die Schilddrüse lag bei dieser Röntgenbehandlung nicht im Bestrahlungsfeld. Sie erhielt jedoch eine Exposition durch Streustrahlung, deren Höhe auf 90 Millisievert (mSv) geschätzt wird (Ron 1980). Neben Karzinomen traten zahlreiche Adenome auf, das heißt gutartige Tumore in der Schilddrüse (Ron 1989, Sadetzky 2006). Die Rate der strahleninduzierten gutartigen Tumore war etwas höher als die der malignen. Sie war proportional zur Dosis bei beiden Tumorarten (Ron 1989).

Ein kleineres Kollektiv von 2.200 Patienten, die zwischen 1940 und 1959 wegen Tinea capitis in New York bestrahlt worden waren, ergab ähnliche Resultate (Shore 2003). Hier lag die Anzahl von Adenomen allerdings 5 mal so hoch wie die der malignen Schilddrüsentumore bei einer Schilddrüsendosis von nur 60 mSv. Das Verhältnis der gutartigen zu den bösartigen Hirntumoren betrug 9:7.

3. In Schweden wurden 12.000 Patienten nachuntersucht, die zwischen 1920 und 1959 eine Radiumbestrahlung

wegen Blutschwamm erhielten. Das Interesse richtete sich auf maligne Folgeerkrankungen, aber auch auf gutartige Hirntumore. Es wurde eine signifikante Erhöhung von Meningeomen gefunden bei einer bemerkenswert niedrigen Hirndosis von im Mittel 70 mSv (Karlsson 1997). In einer erweiterten Kohorte von 28.000 Nachuntersuchten ergab sich ein linearer Dosiswirkungszusammenhang, das heißt der Effekt ließ sich als proportional zur Dosis beschreiben (Karlsson 1998). Eine weitere Untersuchung an diesem Kollektiv widmete sich der Induktion von (gutartigen) Adenomen der Nebenschilddrüse, für die sich ebenfalls eine signifikante Erhöhung und eine lineare Dosiswirkungsbeziehung ergaben (Holmberg 2002).

Die weiteren Angaben in Tabelle 1 zeigen, dass das Erscheinen benigner Tumore nach Bestrahlung bei einer Reihe von Geweben nicht eine seltene Ausnahme darstellt, sondern die Regel, sofern die im allgemeinen sehr langen Latenzzeiten abgewartet werden. Sie belegen, dass nicht nur bei einer Exposition im Kindesalter, sondern auch bei Erwachsenen solche Tumore entstehen. Sie treten auch nach geringen Strahlendosen auf. Sofern Dosiswirkungsbeziehungen abgeleitet werden konnten, sind diese linear ohne Schwelle, das heißt sie zeigen keinen unwirksamen Dosisbereich auf (Ron 1989, Karlsson 1998, Little 1998, Holmberg 2002) und weisen damit auf stochastische Effekte hin.

Benigne Tumore bei den japanischen Atombombenüberlebenden

Die Überlebenden der Atombombenabwürfe auf Hiroshima und Nagasaki im Jahr 1945 stellen für die ICRP und die anderen internationalen Strahlenkomitees das maßgebliche und im Zweifelsfall ausschlaggebende Referenz-

kollektiv zur Beurteilung von Strahlenrisiken dar. Ausgehend von ursprünglich etwa 120.000 Überlebenden widmet sich bis heute das japanisch-amerikanische Forschungsinstitut RERF (Radiation Effects Research Foundation) in Hiroshima der Untersuchung der Spätfolgen. Entgegen einer weit verbreiteten Ansicht waren die Überlebenden nicht einer sehr hohen Dosis ausgesetzt, sondern mehrheitlich einer eher niedrigen (im Mittel etwa 200 mSv).

Benigne Tumore wurden zunächst nicht erhoben, da die ersten Forschungsprojekte Mortalitätsstudien waren, das heißt man untersuchte die Strahlenfolgen anhand der Todesursachen. Gutartige Tumore führen jedoch – außer im Fall von Hirntumoren – sehr viel seltener zum Tode als bösartige Neubildungen (maligne Neoplasmen). Aufgrund der internationalen Befunde in strahlentherapierten Kollektiven wurden dann ebenfalls spezifische Tumore aus Autopsiestudien und anhand eingerichteter Tumoregister untersucht. Dazu gehören benigne Tumore der Nebenschilddrüse, der Speicheldrüsen, der Eierstöcke und der Hypophyse (Hirnanhangdrüse), für die sich signifikante Erhöhungen ergaben (Takeichi 1991, Land 1996, Inai 2006, Yonehara 2004).

Von besonderem Interesse sind die Tumore des Zentralnervensystems, deren Häufigkeit ab 1958 – also 13 Jahre nach der Exposition – in 80.000 Überlebenden untersucht wurde (Preston 2002). Es ergaben sich erhöhte Raten für die ZNS-Tumore insgesamt und für die Tumorgruppen Meningeome und Neurinome.² Die Dosiswirkungsbe-

² Meningeome sind überwiegend gutartige Tumore, die sich aus Zellen der Hirn- und Rückenmarkshäute bilden. Neurinome oder Schwannome entstehen aus den Hüllen der peripheren Nerven und sind ebenfalls gutartig.

ziehungen ergaben sich als linear und die Autoren weisen darauf hin, dass signifikante Effekte bei niedrigen Dosen unterhalb 1 Sv auftreten. Daraus folgt ebenfalls, dass auch die gutartigen Tumore als stochastische Effekte anzusehen sind. Von 193 histologisch abgeklärten ZNS-Tumoren waren 128 benigne, also 66 Prozent (Yonehara 2004). 23 (12 Prozent) von allen Tumoren waren spinal, also in der Wirbelsäule gelegen.

Angaben über das strahlenbedingte Relative Risiko befinden sich in Tabelle 2. In den weiteren Betrachtungen über die Wahrscheinlichkeit der Strahleninduktion wird be-

rücksichtigt, dass das japanische Kollektiv einer sehr hochenergetischen Gammastrahlung ausgesetzt war, deren Relative Biologische Wirksamkeit (RBW) deutlich niedriger anzusetzen ist, als die einer Röntgenstrahlung (Straume 1995). Um von den Atombombenüberlebenden auf die Folgen von Röntgenexpositionen zu schließen, setzen wir daher eine um den Faktor 2 höhere Wirkung pro Doseinheit an.

Weitere Befunde über benigne Tumore im Niederdosisbereich

Die Ursachenforschung mittels epidemiologischer Me-

thoden (Fall-Kontroll-Studien) lieferte Belege dafür, dass auch diagnostisches Röntgen messbar erhöhte Raten an benignen Tumoren im Kopf- und Halsbereich erzeugt hat. Im Bezirk Los Angeles war ein Anstieg von Meningeomen bei Frauen in den 1970er Jahren auffällig geworden. Die Arbeitsgruppe Preston-Martin konnte dieses auf häufiges Zahnrontgen zurückführen (Preston-Martin 1980). Im Mittel zeigte sich eine 4-fache Erhöhung der Rate bei den Zahnbehandelten. Zwar ist die mittlere Dosis wegen der unterschiedlichen Zahnuntersuchungen und der Abnahme der Exposition im Laufe der Zeit

nicht verlässlich rekonstruierbar, jedoch ist bemerkenswert, dass diese Niederdosiseffekte bei bestrahlten Erwachsenen zu verzeichnen waren. Andere Forscher bestätigten einen solchen Zusammenhang (Rodvall 1998, Hardell 2001, Longstreth 2004). Auch die Induktion von gutartigen Speicheldrüsentumoren durch diagnostisches Röntgen wurde gezeigt (Preston-Martin 1990).

Verdopplungsdosis für benigne ZNS-Tumore

In Tabelle 2 sind quantitative Angaben aus den Studien über Dosiswirkungszusammenhänge bei gutartigen ZNS-Tumo-

Tabelle 1: Benigne Tumore als Spätschaden nach Strahlentherapie gutartiger und bösartiger Erkrankungen

Bestrahlungsgrund Primärerkrankung	Größe der Kohorte	Zeitraum Therapie	Alter bei Exposition	Beobachtungszeitraum	Mittlere Organdosis	Befunde benigne Tumore	Bemerkungen	Quelle
Thymusvergrößerung	2870	1926-1951	im allg. <1 J.	ca. 25 J.	1,2 Sv*	Schilddrüse* Nebenschilddrüse Knochen, Gonaden, ZNS, Brust, Haut, Speicheldrüsen	2,6 mal mehr benigne als maligne Tumore	Hempelmann et al. 1975
Tinea capitis	11000	1948-1960	Kinder und Jugendliche	Mittel 40 J.	1,5 Sv 780 mSv 90 mSv	Meningiome Speicheldrüse Schilddrüse	s. Text	Modan et al. 1974 Modan et al. 1998 Sadetzky et al 2005
Tinea capitis	2200	1940-1959	Mittel 7,8 J.	Mittel 39 J.	1,4 Sv 60 mSv	Hirntumore Schilddrüse	s. Text	Shore et al. 2003
Hämangiome der Haut	12000 28000	1930-1965 1920-1965	0,1 bis 20 J. Mittel 0,5 J.	Mittel 34 J. "	70 mSv 200 mSv	Meningiome Nebenschilddrüse	s. Text	Karlsson et al. 1997 Holmberg et al. 2002
Hals-Kopfbereich oberer Brustkorb	3250	1938-1960	Mittel 3,5 J.	ca. 25 J.	7,9 Sv	Schilddrüse, Haut Speicheldrüsen ZNS, Brust, diverse	2,3 mal mehr benigne als maligne Tumore	Colman et al. 1978
Hals-Kopfbereich	2945	1939-1962	<16 J.	1974-1993	4,2 Sv	Speicheldrüsen	3 mal mehr benigne	Schneider et al. 1998
Akne	408 Fälle	1929-1975	Mittel 17 J.	1976-1984		Speicheldrüsen	Fall-Kontroll Studie	Preston-Martin 1989
Hals-Kopfbereich	269 Fälle		Erwachsene	1976-1984		Ohrspeicheldrüse	Fall-Kontroll Studie	Pogoda, Preston-Martin 1996
M. Hodgkin	1380	1955-1986	Mittel 11,7 J.	Mittel 17 J.		Schilddrüse, Brust Knochen, diverse	40 benigne/ 171 maligne	Bhatia et al. 2003
Akute lymphatische Leukämie	1612	1967-1988	≤ 18 J.	Mittel 15,9 J.	ca 24 Sv	Hirntumore	12 benigne/ 10 maligne	Walter et al. 1998
Krebs im Kindesalter	4200		Mittel 6,0 J.	Mittel 15 J.	6,2 Sv	Hirntumore	benigne höheres Risiko	Little et al. 1998
Krebs im Kindesalter	14400	1970-1986	≤ 20 J.		12-55 Sv	ZNS	mehr benigne als maligne	Neglia et al. 2006
Arthrose u.a.	8144	1950-1964	Mittel 48,9 J.	Mittel 26 J.	1 Sv	Nebenschilddrüse		Rasmuson et al. 2002
Hypophysenadenome	426	1962-1994	15-78 J.	Mittel 12 J.	einige 10 Sv	Hirntumore	6 benigne/ 5 maligne	Minnitti et al. 2005

Tabelle 2:
Ableitung von Verdopplungsdosen für benigne Tumore des Nervensystems aus Angaben in der Literatur

Studie	Mittlere Beobachtungszeit	Induzierte Tumorart	Mittlere Organdosis	Rel. Zusatzrisiko pro Sv für Männer im Alter 19-29 J.	Verdopplungsdosis	Quelle
Japanische Atombomben-überlebende	24,8 Jahre	Meningiome Neurinome	ca. 0,2 Sv	1,44 6,68	347 mSv* 75 mSv*	Preston et al. 2002
Tinea capitis Alter bei Exposition < 16 J.	26,4 Jahre 40 Jahre	Meningiome Neurinome	1,5 Sv	4,63 12,5	216 mSv 80 mSv	Sadetzki et al. 2005 Ron et al.1988
Tinea capitis Alter bei Exposition ≤ 20 J.	39 Jahre	Meningiome + Neurinome	1,4 Sv	3,36	298 mSv	Shore et al. 2003
				Absolutes Zusatzrisiko		
Therapie Hämangiome im Alter 0,1-4 J.	34,9 Jahre	Meningiome	70 mSv	$29,2 \cdot 10^{-5} \text{a}^{-1} \text{Sv}^{-1}$	90 mSv	Karlsson et al. 1998
					Mittelwert 184 mSv	

* korrigiert auf höhere Biologische Wirksamkeit

ren zusammengestellt. Das „relative Zusatzrisiko“ bedeutet die Erhöhung der Erkrankungsrate durch die Dosis 1 Sv im Vergleich zur Spontanrate. Hat es den Wert 1, erzeugt die Dosis 1 Sv gerade gleich viel, wie der Spontanrate entspricht. Das „absolute Zusatzrisiko“ bezieht sich nur auf die strahleninduzierten Erkrankungsfälle und gibt die Anzahl von Fällen an, die in 100.000 mit 1 Sv Exponierten pro Jahr erzeugt werden.

Die Verdopplungsdosis ist diejenige Dosis, die bei Bestrahlung eines Kollektivs mit eben dieser Dosis die gleiche zusätzliche Anzahl von Tumorerkrankungen zur Folge hat, wie der Spontanrate entspricht, so dass eine Verdopplung der Erkrankungen gegenüber normal vorliegt.

Im Fall einer Erkrankung nach beruflicher Exposition bedeutet die Verdopplungsdosis, dass eine 50-prozentige Wahrscheinlichkeit vorliegt, dass die Bestrahlung ursächlich ist. Ab dieser Dosis ist die Erkrankung als berufsbedingt anzuerkennen. Im Individualfall ist die Verdopplungsdosis nicht nur vom Alter bei Bestrahlung der exponierten Person abhängig, sondern auch vom Alter bei Erkrankung, da die Spontanrate im allgemeinen mit dem Lebensalter zu-

nimmt.

Sie kann daher durchaus niedriger sein als die Angaben in Tabelle 2. Die darin abgeleiteten Dosiswerte beziehen sich darauf, dass nach Bestrahlung eine Verdopplung des Risikos besteht, im Alter von 19 bis 29 Jahren oder im weiteren Leben zu erkranken. Die Werte sollen Anhaltspunkte für die Wahrscheinlichkeit einer Strahlenbedingtheit im Individualfall liefern.

Aus den Daten ergeben sich für benigne Tumore des Nervensystems Verdopplungsdosen von 75 bis 350 mSv. Expositionen in diesem Bereich können durch medizinische Diagnostik erreicht werden, oder auch durch berufliche Exposition. Die Streubreite der Werte ist bei seltenen Erkrankungen aus Auswertungen epidemiologischer Studien nicht überraschend, sie ist auch bei strahleninduzierten malignen Erkrankungen entsprechend groß.

Dosiswirkungsangaben zu Hirntumoren im Kindesalter und gutartigen Tumoren in anderen Geweben befinden sich in der Publikation von Schmitz-Feuerhake u.a. 2009.

Zusammenfassende Bewertung

Das Risiko, dass durch Bestrahlung eine gutartige Ge-

schwulst ausgelöst wird, ist in vielen Geweben höher als das eines malignen Tumors (Schmitz-Feuerhake 2009). Nach Paragraph 9 Abs. 2 SGB VII der Berufskrankheitenverordnung (BKV) von 1997 sind Krankheiten wie Berufskrankheiten anzuerkennen, wenn neue wissenschaftliche Erkenntnisse vorliegen.

Es ist ein Versäumnis der Strahlenschutzkomitees, dass die beschriebenen Ergebnisse nicht in die Risikoschätzungen eingeflossen sind. Die Wiederbefassung mit Tumoren im ZNS und Hals-Kopfbereich in großen Forschungsprogrammen ist vornehmlich erst in den letzten Jahren erfolgt. 14 der hier zugrundegelegten Originalarbeiten sind erst nach 2000 erschienen. Insbesondere sind die im offiziellen Strahlenschutz favorisierten Forschungsergebnisse an den japanischen Atombombenüberlebenden für den Fall der benignen Nerventumore erst 2002 und 2004 publiziert worden (Preston; Yonehara). Nach allgemeiner Erfahrung kann es Jahrzehnte dauern, bis neue Erkenntnisse über Strahlenschäden aus dem Niederdosisbereich in staatliche Verordnungen einfließen.

Strahleninduzierte gutartige ZNS-Tumore gehören neben anderen gutartigen Tumoren

zu den Erkrankungen, die in die Berufskrankheitenliste aufgenommen werden müssen.

Referenzen

- Bhatia, S., Yasui, Y., Robison, L.L. et al.: High risk of subsequent neoplasms continues with extended follow-up of childhood Hodgkin's disease: report from the late effects study group. *J. Clin. Oncol.* 21 (2003) 4386-4394
- BEIR VII PHASE 2: Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation, Nat. Academies Press, Washington D.C. 2006, www.nap.edu
- Colman, M., Kirsch, M., Creditor, M.: Radiation induced tumors. In *Int. Atomic Energy Agency: "Late Biological Effects of Ionizing Radiation" Vol.I*, Wien 1978, IAEA-SM 224/706
- Hardell, L., Mild, K.H., Pahlson, A., Hallquist, A.: Ionizing radiation, cellular telephones and the risk for brain tumours. *Eur. J. Cancer Prev.* 10 (2001) 523-529
- Hempelmann, L.H., Hall, W.J., Philipps, M., Cooper, R.A., Ames, W.R.: Neoplasms in persons treated with X-rays in infancy: fourth survey in 20 years. *J. Natl. Cancer Inst.* 55 (1975) 519-530
- Holmberg, E., Wallgren, A., Holm, L.-E., Lundell, M., Karlsson, P.: Dose-response relationship for parathyroid adenoma after exposure to ionizing radiation in infancy. *Radiat. Res.* 158 (2002) 418-423

Inai, K., Shimizu, Y., Kawai, K., Tokunaga, M., Soda, M., Mabuchi, K., Land, C.E., Tokuoka, S.: A pathology study of malignant and benign ovarian tumors among atomic-bomb survivors – case series report. *J. Radiat. Res.* 47 (2006) 49-59

Karlsson, P., Holmberg, E., Lundberg, L.M., Nordborg, C., Wallgren, A.: Intracranial tumors after radium treatment for skin hemangioma during infancy – a cohort and case-control study. *Radiat. Res.* 148 (1997) 161-167

Karlsson, P., Holmberg, E., Lundell, M., Mattsson, A., Holm, L.E., Wallgren, A.: Intracranial tumors after exposure to ionizing radiation during infancy: a pooled analysis of two Swedish cohorts of 28,008 infants with skin hemangioma. *Radiat. Res.* 150 (1998) 357-364

Land, C.E., Saku, T., Hayashi, Y., Takahara, O., Matsuura, H., Tokuoka, S., Tokunaga, M., Mabuchi, K.: Incidence of salivary gland tumors among atomic bomb survivors, 1950-1987. Evaluation of radiation-related risk. *Radiat. Res.* 146 (1996) 28-36

Little, M.P., de Vathaire, F., Shamsaldin, A. et al.: Risks of brain tumour following treatment for cancer in childhood: modification by genetic factors, radiotherapy and chemotherapy. *Int. J. Cancer* 78 (1998) 269-275

Longstreth, W.T.Jr., Phillips, L.E., Drangsholt, M. et al.: Dental X-rays and the risk of intracranial meningioma: a population-based case-control study. *Cancer* 100 (2004) 1026-1034

Mathiesen, T.: Radiation-induced meningiomas: the paradox of radiation treatment. *Neurosurgical FOCUS* 24 (2008) No. 5

Minniti, G., Traish, D., Ashley, S., Gonsalves, A., Brada, M.:

Risk of second brain tumor after conservative surgery and radiotherapy for pituitary adenoma: update after an additional 10 years. *J. Clin. End. & Metab.* 90 (2005) 277-279

Modan, B., Baidatz, D., Mart, H., Steinitz, R., Levin, S.G.: Radiation-induced head and neck tumors. *Lancet* Febr. 23 (1974) 277-279

Modan B, Chetrit A, Alfandary E et al. Increased risk of salivary gland tumors after low-dose irradiation. *Laryngoscope* 108 (1998) 1095-1097

Neglia, J.P., Robison, L.L., Stovall, M. et al.: New primary neoplasms of the central nervous system in survivors of childhood cancer: a report from the Childhood Cancer Survivor Study. *J. Natl. Cancer Inst.* 98 (2006) 1528-1537

Pogoda, J.M., Preston-Martin, S.: Comment on "Incidence of salivary gland tumors among atomic bomb survivors, 1950-1987. Evaluation of radiation-related risk". *Radiat. Res.* 146 (1996) 356

Preston, D.L., Ron, E., Yonehara, S., Kobuke, T., Fujii, H., Kishikawa, M., Tokunaga, M., Tokuoka, S., Mabuchi, K.: Tumors of the nervous system and pituitary gland associated with atomic bomb radiation exposure. *J. Natl. Cancer Inst.* 94 (2002) 1555-63

Preston-Martin, S., Paganini-Hill, A., Henderson, B.E. et al.: Case-control study of intracranial meningiomas in women in Los Angeles County, California. *J. Natl. Cancer Inst.* 65 (1980) 67-73

Preston-Martin, S.: Prior X-ray therapy for acne related to tumors of the parotid gland. *Arch. Dermatol.* 125 (1989) 921-924

Preston-Martin, S., White, S.C.: Brain and salivary gland tumors related to prior dental radiogra-

phy: implications for current practice. *J. Am. Dental Ass.* 120 (1990) 151-158

Rasmuson, T., Damber, L., Johansson, L., Johansson, R., Larsson, L.G.: Increased incidence of parathyroid adenomas following x-ray treatment of benign diseases in the cervical spine in adult patients. *Clin. Endocrinol.* 57 (2002) 731-734

Rodvall, Y., Ahlbom, A., Pershagen, G., Nylander, M., Spännare, B.: Dental radiography after age 25 years, amalgam fillings and tumours of the central nervous system. *Oral Oncol.* 34 (1998) 265-269

Ron, E., Modan, B.: Benign and malignant thyroid neoplasms after childhood irradiation for tinea capitis. *J. Natl. Cancer Inst.* 65 (1980) 7-11

Ron, E., Modan, B., Boice, J.D., Alfandary, E., Stovall, M., Chetrit, A., Katz, L.: Tumors of the brain and nervous system after radiotherapy in childhood. *N. Engl. J. Med.* 319 (1988) 1033-1039

Ron, E., Modan, B., Preston, D., Alfandary, E., Stovall, M., Boice, J.D.: Thyroid neoplasia following low-dose radiation in childhood. *Radiat. Res.* 120 (1989) 516-531

Sadetzki S, Chetrit A, Freedmann L et al. Longterm follow-up for brain tumor development after childhood exposure to ionizing radiation for Tinea capitis. *Radiat. Res.* 163 (2005) 424-432

Sadetzki S, Chetrit A, Lubina A et al. Risk of thyroid cancer after childhood exposure to ionizing radiation for tinea capitis. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 91 (2006) 4798-4804

Schmitz-Feuerhake, I., Pflugbeil, S., Pflugbeil, C.: Röntgenrisiko: Abschätzung der strahlenbedingten Meningeome und anderer Spätschäden bei Exposition des

Schädels. Gesundheitswesen 2009, elektronische Vorveröffentlichung Georg Thieme Verlag
Schneider, A.B., Lubin, J.L., Ron, E., Abrahams, C., Stovall, M., Goel, A., Shore-Freedman, E., Gierlowski, C.: Salivary gland tumors after childhood radiation treatment for benign conditions of the head and neck: dose-response relationships. *Radiat. Res.* 149 (1998) 625-630

Shore RE, Moseson M, Harley N et al. Tumors and other diseases following childhood x-ray treatment for ringworm of the scalp (Tinea Capitis). *Health Phys.* 85 (2003) 404-408

Simpson, C.L., Hempelmann, L.H., Fuller, L.M.: Neoplasia in children treated with X-rays in infancy for thymic enlargement. *Radiology* 64 (1955) 840-845

Straume T. High-energy gamma rays in Hiroshima and Nagasaki: implications for risk and wR. *Health Phys.* 69 (1995) 954-956

Takeichi, N., Dohi, K., Ito, H. et al.: Parathyroid tumors in atomic bomb survivors in Hiroshima: a review. *J. Radiat. Res. Suppl.* (1991) 189-192

Walter, A.W., Hancock, M.L., Pui, C.-H. et al.: Secondary brain tumors in children treated for acute lymphoblastic leukemia at St Jude Children's Research Hospital. *J. Clin. Oncol.* 16 (1998) 3761-3767

Yonehara, S., Brenner, A.V., Kishikawa, M. et al.: Clinical and epidemiologic characteristic of first primary tumors of the central nervous system and related organs among atomic bomb survivors in Hiroshima and Nagasaki. *Cancer* 101 (2004) 1644-1654 ●

Kinder-Leukämien

Leukämie bei Kindern unter 10 Jahren im Nahbereich der Wiederaufarbeitungsanlage La Hague

Von Alfred Körblein¹

Die Leukämierate bei Kindern unter 10 Jahren

im 10-Kilometer Nahbereich der Wiederaufar-

beitungsanlage La Hague ist dreimal so hoch wie erwartet. Wegen kleiner Fallzahlen – zwischen 1978 und 1998 traten nur 4 Fälle auf – ist die Erhöhung nicht signifikant (p=0,086). Eine geschlechtsspezifische Analyse zeigt, dass alle 4 Fälle Jungen betrafen. Damit ist die

¹ Dr. Alfred Körblein,
www.alfred-koerblein.de

Erhöhung bei Jungen – auch bei Berücksichtigung des multiplen Testens (m, w) – deutlich signifikant (p=0,0135).

Eine ökologische Studie von Guizard et al. [1] berichtete erhöhte Leukämieraten bei Kindern und jungen Erwachsenen unter 25 Jahren im 10-Kilometer Nahbereich (Wahlkreis Beaumont-Hague) der französischen Wiederaufar-