

Strahlenschädigung und lege artis ausgeführte Röntgenuntersuchungen im Säuglings- und Kindesalter*

Gleichzeitig ein Vorschlag zur Fachausbildung

Von

K. GEFFERTH

I. Kinderklinik der Medizinischen Universität Budapest

(Eingegangen am 11. Januar, 1967)

Das Problem der Strahlenschädigung ist auch heute aktuell, was unter anderem dadurch bewiesen werden kann, daß in Italien im Jahre 1964 ein Präsidentendekret [44], in Deutschland im Jahre 1965 der Deutsche Strahlenschutzverein und in der Schweiz SCHINZ und WIDERÖE [50] es für notwendig hielten, in dieser Frage Stellung zu nehmen. Die Ursache dessen mag einerseits die Tatsache sein, daß in den letzten Jahren neue Arten der Strahlenschädigung manifest und erkannt wurden [6, 25, 29, 30, 31, 35, 43, 49, 54], andererseits aber der sich auf pädiatrischem Gebiet immer mehr bemerkbar machende, steigende Röntgenanspruch. Im Folgenden soll beantwortet werden, ob dieser Anspruch berechtigt ist und ob und wie wir diesem Anspruch nachkommen können, ohne unseren Patienten und der Nachkommenschaft Schaden zu verursachen.

Wie es aus einem Bericht von MEYER [37] erhellt, kommen aus Nachlässigkeit oder Unkenntnis akute

Strahlenschäden auch heutzutage vor. Diese werden außer Acht gelassen. Vielmehr sollten diejenige erörtert werden, die sich nach den üblichen Röntgenuntersuchungen ereignen können. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß unter Umständen selbst durch diagnostische Strahlendosen dem Patienten oder seiner Nachkommenschaft Schädigungen zugefügt werden können. So stellte MACKENZIE [34] fest, daß unter seinen 50 an Mammakarzinom leidenden Patienten ein auffallend großer Teil, 40 Kranke, wegen chronischer Lungentuberkulose früher regelmäßig geröntgent wurde. Der Autor ist der Meinung, daß im Zustandekommen des Krebses die erlittene Strahlenwirkung eine ausschlaggebende Rolle gespielt hatte. Der Beweis fehlt jedoch, weil, wie es von MILLER [38] behauptet wird, ähnliche Verhältnisse sich im Tierexperiment nicht nachahmen lassen, vor allem wegen der viel kürzeren Lebensdauer der Versuchstiere. Die verabreichte Dosis ließ sich nachträg-

* Nach einem Referat gehalten am 3. Ungarischen Radiologenkongreß, Budapest 1966.

lich nicht feststellen, es konnte sich jedoch bei manchen um große Dosen gehandelt haben, wie es sich von den Hautschädigungen ablesen ließ. Aus dem Bericht von VINCE [58] können wir uns jedoch ein Bild machen, wie große Strahlenmengen chronisch-kranken Patienten zugefügt werden. Dieser Forscher hatte bei seinen an kongenitalem Vitium leidenden Patienten die während der Untersuchungen an den Körper gelangte Strahlendosis gemessen. Es stellte sich heraus, daß die kleinste Dosis 7,5 R betrug, es waren aber 6 Patienten, bei denen die LD₅₀ überschritten wurde. Ein Patient hatte sogar 585 R erhalten, was tödliche Folgen hätte auslösen können, wäre diese Strahlendosis in einer Sitzung verabreicht worden. Wie große Strahlenschäden im Laufe einer chronischen Erkrankung ausgelöst werden können, wird sofort klar, wenn man bedenkt, daß der jüngste Patient von VINCE 3 Monate und auch der älteste nicht mehr als 16 Jahre alt war.

Demnach ist es also gar nicht verwunderlich, wenn STEWART und Mitarb. [55] der Meinung sind, daß in England im Zustandekommen leukämischer Erkrankungen bei Erwachsenen die diagnostischen Röntgenuntersuchungen zu 8% beteiligt sind.

STEWART und Mitarb. [54] haben in England und Wales Nachforschungen auch an Kindern ausgeführt, deren Mütter am Ende der Schwangerschaft einer pelvimetrischen Röntgenuntersuchung unterzogen wurden. Es ließ sich feststellen, daß unter diesen Kindern fast zweimal so viele an

Leukämie und bösartigen Geschwülsten bis zu ihrem 10. Lebensjahr starben als unter jenen Kindern, deren Mütter während dieser Zeit nicht geröntgt worden waren. Die Annahme, daß zwischen der Strahlenwirkung und den Spätfolgen ein kausaler Zusammenhang bestände, wurde nicht ohne weiteres angenommen, und eine lebhafte Debatte hat sich entwickelt, bis schließlich MCMAHON [35] aus den USA ein ähnliches Resultat an mehr als 730 000 Kindern vorführen konnte. In seinem Material konnte lediglich eine 40%ige Zunahme nachgewiesen werden, allerdings wurden die Nachforschungen nur bis zum 8. Lebensjahr ausgedehnt.

Obwohl diese Erkenntnisse neu und überraschend waren, schienen sie schließlich nicht unmöglich. Im ersten Falle handelte es sich nämlich um kleine, aber sich jahrelang wiederholende und sich summierende Strahleneinwirkungen, im zweiten Falle um eine Ganzkörperbestrahlung eines auf niedriger Entwicklungsstufe stehenden Organismus. Nach RUGH [47] ist z. B. das Embryo etwa 100mal empfindlicher als der reife Organismus.

Der gemeinsame Zug dieser bis jetzt erörterten Schädigungen ist, daß die Strahlen einen im ersten Falle reifen, im zweiten einen unreifen Organismus trafen, dort Veränderungen hervorriefen, die sich später als bösartige Geschwülste manifestierten. Aus den Ausführungen von COX [6] erfahren wir aber, daß selbst diagnostische Strahlenmengen in den Keimzellen, also noch vor der Be-

furchtung, Veränderungen hervorrufen können, die sich in der Nachkommenschaft nachteilig auswirken können. Diese Autorin stellte fest, daß unter den Kindern, deren Mütter wegen Hüftgelenkluxation als Kinder wiederholt geröntgt wurden, Entwicklungsanomalien in 21,9%, während in der Kontrollgruppe nur in 5,7% vorkamen. Auch das Geburtsgewicht war unter dem Durchschnitt, und Mißgeburten und Aborte kamen öfters vor.

Die somatischen Strahlenschädigungen wurden verständlicher als es NORMAN und Mitarb. [41, 42] und WARREN und MEISNER [59] gelang, nachzuweisen, daß die ionisierenden Strahlen in den Chromosomen Veränderungen verursachen. Diese kommen auch nach ganz geringen Strahlenmengen vor, und BLOOM und TJIO [2] konnten bereits 30 Minuten nach Herzkatheterisierung abnorme Chromosomen nachweisen, wobei der Patient nicht mehr als 12 R erhielt. Seitdem nun LEJEUNE und Mitarb. [30] bei an Mongolismus leidenden Kindern ähnliche Chromosomenaberration gefunden haben, nehmen FRITZ-NIGGLI [12], UCHIDA und CURTIS [57] und auch andere Autoren [7, 59] an, daß im Zustandekommen dieser Krankheit die ionisierenden Strahlen eine hervorragende Rolle spielen. Andere Autoren [26] behaupten, daß die Eltern mongoloider Kinder öfters diagnostischer Strahlenwirkungen ausgesetzt waren als bei den Kontrollkindern. So konnte in Ungarn bei 9,7% der Mütter der Schüler einer Hilfsschule Rönt-

genuntersuchungen während der Schwangerschaft nachgewiesen werden [10a].

Die erörterten Strahlenschädigungen wurden nicht allgemein anerkannt und es wurde behauptet, daß sie nicht in jeder Hinsicht im Einklang mit den strahlenbiologischen Kenntnissen stehen. So bezweifelt z. B. BURCH [4] den Zusammenhang zwischen Strahleneinwirkung und bösartigen Geschwülsten. Seiner Meinung nach ist die Latenzzeit im Verhältnis zu der geringen Strahlendosis viel zu kurz, da den Körper des Fötus bei einer pelvimetrischen Aufnahme nämlich nicht mehr als 2–5 R trifft. Bei den Säuglingen dagegen, bei denen nach wegen Thymushyperplasie verabreichten Bestrahlungen Schilddrüsenkrebs auftrat, mehrere hundert R verabreicht wurden und die Latenzzeit im Durchschnitt 10 Jahre war [9, 18, 22]. SAENGER und Mitarb. [49] konnten nachweisen, daß Schilddrüsenkrebs nur bei Kindern auftrat, die wenigstens 200 R auf die Thymusgegend erhielten. Dementsprechend sollte die Latenzzeit nach 5 R viel länger sein. Deshalb vertreten außer den obengenannten Verfassern auch wir [15, 16] den Standpunkt, daß im Zustandekommen der Spätschäden auch andere Faktoren (Anlage?) mitbeteiligt sein müssen. BURCH [4] meint, daß die Leukämiekinder auch schon vor der Strahlenwirkung in präleukämischer Phase waren. Bezüglich Entwicklungsanomalien der Kinder hüftgelenkdysplasiescher Mütter stellten ANDRÉN und BORGLIN [1] fest, daß auch andere Mißbildungen

in diesen Familien häufiger vorkommen und verweisen auf die pathologische Östrogenausscheidung dieser Kinder als Beweis einer veränderten Anlage.

Die spätschadenauslösende Rolle der kleinen, sich wiederholenden Strahlenwirkungen scheint seitdem auch dadurch komplizierter zu sein, als LANGENDORF [28, 29], RUSSELL und Mitarb. [48] zu der Erkenntnis kamen, daß dieselbe Strahlendosis viel weniger, unter Umständen nur ein Viertel, Mutationen auszulösen imstande ist, wenn sie protrahiert und fraktioniert anstatt in einer Sitzung verabreicht wird. RUSSELL und Mitarb. [48] konnten außerdem feststellen, daß die Spermatogonien und Oozyten viel strahlenresistenter sind, als die reifen Keimzellen. Und weil man bis jetzt die Strahlenwirkung auf die reifen Keimzellen untersuchte, die in Kürze zugrundegehen und so zu keiner Akkumulation fähig sind [12, 22], können die bisherigen Ergebnisse die wahren, die zu erwartenden Strahlenschäden nicht widerspiegeln. Die an mehreren Generationen von Mäusen durchgeführten Versuche von CARTER und LYON [5] sowie BROWN und Mitarb. [3], wobei trotz der systematisch ausgeführten Bestrahlungen keine nennenswerte Zunahme der Entwicklungsanomalien nachgewiesen werden konnte, scheinen diese Annahme zu beweisen. Zu ähnlichen Feststellungen kamen NEEL und SCHULL [40] bei der Nachkommenschaft der durch Atomexplosion geschädigten in Japan. Daß unsere Kalkulationen bezüglich Ausmaß der zu

erwartenden Strahlenschädigungen revisionsbedürftig sind, wird vor allem von SCHULTZ [51] befürwortet. Es stellte sich nämlich heraus, daß die Gonadenbelastung in der USA viel geringer ist, als man es bisher annahm. Zu ähnlichen Resultaten kamen die Adrian Kommission in England [56] und HAMMER-JACOBSON in Dänemark [19]. Auch andere [2a] äußern sich skeptisch der zu erwartenden Spätschädigungen, ja sogar der leukämogenen und teratogenen Wirkung der ionisierenden Strahlen gegenüber. Sie behaupten, eine solche Wirkung könne mit den heute üblichen statistischen Methoden überhaupt nicht geklärt werden.

Wie ersichtlich, ist die Frage der Strahlenschädigung noch gar nicht abgeschlossen. Das bedeutet aber nicht, daß wir an den Strahlenschutzregeln lockern könnten. Im Gegenteil, alles muß getan werden, um unnötige Strahlenbelastung zu vermeiden. Dieser Forderung entsprechend wurden Schutzgeräte und Schutzmaßnahmen von vielen Autoren ausgearbeitet. Nur einige neuere Errungenschaften sollen wegen ihrer praktischen Bedeutung erwähnt werden. So wird empfohlen, die Thoraxaufnahmen statt der üblichen p-a Richtung in a-p Richtung zu machen. FRANZEN [11] hat es nämlich beweisen können, daß dadurch die für die Bildung der roten Blutkörperchen wichtigen Wirbelkörper 60—70% weniger Strahlenbelastung ausgesetzt werden. Auch Meßkammern, die während der Durchleuchtung die Strahlendosis registrieren, verdienen Beachtung [10,

46]. Es wurde von MORGAN und CHANEY [39] angegeben, daß die bei Augenkontrolle ausgeführte Filmentwicklung der maschinellen überlegen ist, weil dadurch etwa 30%ige Expositionsunterschiede ausgeglichen werden können. Besonders in der pädiatrischen Radiologie sollte dies beachtet werden, wo infolge der unterschiedlichen Körpergröße über- und unterbelichtete Aufnahmen leicht vorkommen können. Eine weitere 20%ige Einsparung an Strahlenbelastung kann, wie es von JANKER [27] festgestellt wurde, durch eine Anwendung der 6-Ventil-Apparate erzielt werden. Eine weitere Schonung kann durch den Bildverstärker erreicht werden [9, 18].

Die sich von Jahr zu Jahr steigende Zahl der Röntgenuntersuchungen ist ein Weltsymptom. Es läßt sich nun fragen, ob es in jeder Beziehung berechtigt ist. Um einen Vergleich machen zu können, haben wir unsere an Hüftgelenkdysplasie leidenden Patienten mit denen von Cox [6] verglichen. In den Jahren 1932 bis 1936 wurden in unserer Klinik 232 Kinder behandelt, bzw. reponiert. Von diesen wurde bei 27 keine einzige, bei 96 nur eine Röntgenaufnahme angefertigt, und es befand sich lediglich ein Kind, bei dem die Höchstzahl — 8 Aufnahmen — im Laufe der ganzen Krankheit notwendig wurden. Demgegenüber erhielten die Kinder, von denen Cox [6] berichtet, im Durchschnitt 48,8 Aufnahmen, darunter etwa 11 durch den Gipsverband und wurden außerdem noch durchleuchtet. Bei unseren Kindern fand im

Beckengebiet keine einzige Durchleuchtung statt. Angesichts dieser Tatsache müssen wir HARTUNG [21], SEELENTAG [52, 53], HRABOVSKY und NIKL [24] und anderen Recht geben, daß eine strenge Indikation die beste Schutzmaßnahme ist.

Von den besten Fachleuten und angesehenen Vereinen wird behauptet, daß ein erfolgreicher Strahlenschutz nur auf Grund von gründlicher Ausbildung zu erwarten ist. Die Maßnahmen eines ausreichenden Strahlenschutzes sind nämlich genügend bekannt. Der Fehler liegt dort, daß diese, wie es u. a. von HARTUNG [21, 22], SEELENTAG [52, 53], ZSEBŐK [60, 61] und anderen festgestellt wird, nicht oder nicht sachgemäß angewandt werden, obwohl, wie es von SEELENTAG festgestellt wurde, bezüglich der Gonadenbelastung sich 100fache, nach GARN und Mitarb. [13, 14] sogar noch mehrfache Unterschiede ergeben können. Von den besten Kennern des Strahlenschutzes wird nämlich behauptet, daß die Strahlenbelastung vor allem von der Arbeitsmethode abhängig ist.

Diese Behauptung ist in erhöhtem Maße in der pädiatrischen Radiologie gültig, da hier oft ganz spezielle, von den bei Erwachsenen üblichen in so manchen Beziehungen abweichende Verfahren angewandt werden, und weil man mit speziellen anatomischen Gegebenheiten zu tun hat. Trotzdem wird in der Ausbildung der Fachärzte und der technischen Assistentinnen die pädiatrische Radiologie kaum beachtet, obwohl, wie von GLAUNER [17] darauf aufmerksam

gemacht wird, derjenige, der sich während seiner Ausbildung ein gründliches und sachgemäßes Strahlenschutzverfahren nicht angeeignet hat, es in der späteren Laufbahn kaum nachholen wird. Es wäre also schon wegen des Strahlenschutzes wünschenswert, daß Ärzte und technische Assistentinnen während ihrer Fachausbildung auch in der Kinderröntgenologie unterrichtet werden. Nur dann, wenn sie sich auf diesem Gebiet eine gewisse Übung angeeignet haben, kann man hoffen, daß sie sich nicht fremd und ratlos den Säuglingen und überhaupt den Kindern gegenüber verhalten, wie es heutzutage öfters der Fall ist. Aus diesen Gründen wäre es erwünscht, daß die Facharztkandidaten vor allem die in der Kinderradiologie nötigen Untersuchungsmethoden, die in so manchen Eigenschaften von den bei Erwachsenen üblichen abweichen (es genügt, wenn ich bloß an die Magen- oder Dickdarmuntersuchungen der Säuglinge und Kleinkinder erinnere), erlernen. Dann müßten sie sich an die nicht nur viel kleinere Körpermaße und dementsprechend an die viel kleineren Veränderungen bei den Untersuchungen und bei der Beurteilung der Aufnahmen gewöhnen, sondern sollten sie auch mit den wichtigsten und häufigsten Krankheitsbildern vertraut machen, ein Wunsch, der gar nicht so unerreichbar ist, wenn der nötige Kontakt zwischen Röntgenlabor und den Stationen aufrecht gehalten wird. Auf diese Weise gewinnt der Kandidat ein Vertrautsein, einen Einblick in die wichtigsten und

häufigsten Krankheitsbilder und in die Probleme seiner Kollegen. Wenn er nun auch seine theoretischen Kenntnisse ergänzt, dann, und nur dann, kann der Radiologe dem Pädiater in der Beurteilung der schweren und zweifelhaften Fälle zur Seite stehen und ihm die nötige und erwartete Hilfe leisten. Denn schließlich ist ja das seine Hauptaufgabe.

Auch den technischen Assistentinnen gegenüber sind gewisse Forderungen zu stellen. Sie müssen Verstand und Sympathie für Kinder besitzen und müssen genug Geduld haben, um mit dem sich heftig widersprechenden Kinde umgehen zu können. Auch sie müssen sich unter mannigfaltigen Untersuchungsmethoden, unter den bei fast jedem einzelnen Kinde wechselnden Belichtungsverhältnissen zurechtfinden, um nicht das bereits längst Bekannte später in der Praxis durch viele unnötige Versuche zu erlernen. Es wäre auch wünschenswert, wenn sowohl die Ärzte, wie die technischen Assistentinnen nach ihrer Ausbildung über ihre diesbezüglichen Kenntnisse Rechnung geben und in die Prüfungskommission auch Kinderradiologen delegiert würden.

Wenn man die anfangs gestellte Frage über Röntgenanspruch und Strahlenschutz beantworten will, dann kann man mit Recht behaupten, daß sämtliche Untersuchungen auch im Kindesalter ausführbar sind, jedoch müssen drei Forderungen erfüllt werden: zeitgemäße Einrichtungen, strenge Indikation und sachgemäße Ausbildung.

ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde in den letzten Jahren erkannt, daß auch die sachgemäß ausgeführten Röntgenuntersuchungen Spätschäden auszulösen imstande sind, wenn sie entweder zu oft oder im Zeitpunkt außerordentlicher Strahlensensibilität angewandt werden. Chronischkranke Patienten, das befruchtete Ei, der Embryo und der Fötus sind besonders gefährdet. Im ersten Falle kann man die Schäden am Applikationsort selbst, oder als Allgemeinreaktion in Form von bösartigen Geschwülsten, oder Herabsetzung der Lebensaussichten usw. erwarten. Im zweiten Falle können Absterben, Mißgeburten, Mißbildungen, Unterentwicklung oder sich nach mehreren Jahren manifestierende bösartige Geschwülste resultieren. Obwohl ruhende Zellen verhältnismäßig strahlenresistent sind, konnten nach in der Kindheit wiederholt erfolgten Beckenuntersuchungen Mißgeburten bei den Patienten und Mißbildungen und gestörte Entwicklung bei der Nachkommenschaft beobachtet werden. Diese Schäden werden durch Chromosomenveränderungen verständlicher, die auch nach diagnostischen Manipulationen nachgewiesen wurden und im Zustandekommen der Downschen Krankheit wahr-

scheinlich eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen. Manche Fragen harren jedoch noch der Klärung. So ruft z. B. über die alleinige Rolle der Strahlen im Auslösen der bösartigen Geschwülste die kurze Latenzzeit nach Einwirkung relativ kleiner Dosen Bedenken hervor. Die Möglichkeit, daß auch andere, bis jetzt noch nicht genügend erforschte Faktoren mitbeteiligt sind, kann deshalb nicht verworfen werden. Daß durch Fraktionierung der Dosis wesentlich weniger Mutationen hervorgerufen werden, als wenn man sie in einer Sitzung anwendet, oder die an mehreren Generationen durchgeführten Bestrahlungen an Mäusen, in deren Nachkommenschaft die nach Kalkulationen zu erwartenden Erbschädigungen nicht gefunden wurden, scheinen diese Auffassung zu unterstützen.

Trotzdem, oder eben weil man mit so vielen ungelösten Fragen und Problemen zu tun hat, muß die größte Sorgfalt im Strahlenschutz angewandt werden. Dazu ist eine gründliche, auch die Aufgaben und speziellen Verhältnisse der pädiatrischen Radiologie beachtende Ausbildung notwendig. Facharztkandidaten und werdende Assistentinnen sollten auch bezüglich ihrer kinder-radiologischen Kenntnisse geprüft werden.

LITERATUR

1. ANDRÉN, L., BORGLIN, N. E.: Disturbed urinary excretion pattern of oestrogens in newborns with congenital dislocation of the hip. I. The excretion of oestrogen during the first few days of life. *Acta endocr. (Kbh.)* **37**, 423 (1961).
2. BLOOM, A. D., TJO, J. H.: In vivo effects of diagnostic x-irradiation on human chromosomes. *New Engl. J. Med.* **270**, 1341 (1964).

- 2a. BRILL, A. B., FORGOTSON, E. H.: Radiation and congenital malformation. *Amer. J. Obstet. Gynec.* **90**, 1194 (1963).
3. BROWN, S. O., KRISE, G. M., PACE, H. B.: Continuous low-dose radiation effects on successive litters of the albino rat. *Rad. Res.* **19**, 270 (1963).
4. BURCH, P. R. J.: Harmful effects of diagnostic irradiation. *Lancet* **1**, 441 (1963).
5. CARTER, T. C., LYON, M. P.: An attempt to estimate the induction by x-rays of recessive lethal and visible mutations in mice. *Genet. Res.* **2**, 296 (1961).
6. COX, D. W.: An investigation of possible genetic damage in the offspring of women receiving multiple diagnostic pelvic X-rays. *Amer. J. hum. Genet.* **16**, 214 (1964).
7. DEKABON, A., THROM, R., STUSING, J. K.: Persisting clone of cells with an abnormal chromosome in a woman previously irradiated. *Rad. Res.* **27**, 50 (1966).
8. ERDÉLYI, M.: A radiológia helye és szerepe az orvosi gyakorlatban. *Orv. Hetil.* **104**, 893 (1963).
9. FENDEL, H.: Probleme der Strahlenbelastung beim Röntgenfernsehen. *Ärztl. Forsch.* **18**, 486 (1964).
10. FENDEL, H.: Patienten-Dosimetrie bei Röntgenuntersuchungen im Kindesalter. *Mshr. Kinderheilk.* **112**, 233 (1964).
- 10a. FÓTI, J.: Értelmi fogyatékosok, budapesti adatfelvétel. *Demográfia* **5**, 82 (1962).
11. FRANZEN, J.: Die Strahlenexposition des Knochenmarkes bei Thoraxaufnahmen unter Berücksichtigung der Zellmarkverteilung. *Fortschr. Röntgenstr.* **99**, 393 (1963).
12. FRITZ-NIGGLI, H.: Probleme bei der Beurteilung der genetischen Strahlengefährdung. *Röntgen-Bl.* **18**, 385 (1965).
13. GARN, S. M., SILVERMAN, F. N., DAVIS, A. A.: Gonadal dosages in investigative radiography. *Science* **143**, 1039 (1964).
14. GARN, S. M., SILVERMAN, F. N., DAVIS, A. A.: Skin and gonadal dosages during investigation radiography. *Amer. J. phys. Anthropol.* **21**, 561 (1963).
15. GEFFERTH, K.: Über die Röntgenuntersuchung in der Schwangerschaft und die kindliche Leukämie. *Strahlentherapie* **108**, 107 (1959).
16. GEFFERTH, K.: Strahlengefährdung und Strahlenschutz im Säuglings- und Kindesalter. *Radiol. diagn. (Berl.)* **3**, 561 (1962).
17. GLAUNER, R.: Strahlenschutzdebatten. *Fortschr. Röntgenstr.* **102**, 457 (1965).
18. GORISSEN, A.: Estimating the radiation dose in various radiodiagnostic techniques. *Medicamundi* **10**, 112 (1965).
19. HAMMER-JACOBSEN, E.: Genetically significant radiation doses in diagnostic radiology. *Acta radiol. (Stockh.) Suppl.* **222**, (1963).
20. HARTUNG, K.: Strahlenbelastung und Strahlenschutz in der pädiatrischen Röntgendiagnostik. Thieme, Stuttgart 1959.
21. HARTUNG, K.: Optimaler Strahlenschutz in der pädiatrischen Röntgendiagnostik immer noch nicht generell verwirklicht. *Röntgen-Bl.* **15**, 157 (1963).
22. HARTUNG, K.: Strahlensensibilität des wachsenden Gewebes und andere Ursachen für die radiologische Sonderstellung des Kindesalters. In: Opitz, H., Schmid, E. (Herausg.) *Handbuch der Kinderheilkunde*, Bd. II. Springer, Berlin—Heidelberg 1966.
23. HARTUNG, K.: Strahlenschutzmaßnahmen in der pädiatrischen Röntgendiagnostik. In: Opitz, H., Schmid, E. (Herausg.) *Handbuch der Kinderheilkunde* Bd. 2. Springer, Berlin—Heidelberg 1966.
24. HRABOVŠKY, Z., NIKL, I.: A röntgenvizsgálatok és javallataiknak revíziója a gonádok veszélyeztetésének tükrében. *Magy. Radiol.* **16**, 65 und 195. (1964).
25. HULSE, E. V.: The effects of ionising radiation on the embryo and foetus: A review of experimental data. *Clin. Radiol.* **15**, 312 (1964).
26. Irradiation et mongolisme. *Sem. Hôp. (Paris)* **42**, 20 (1966).
27. JANKER, R.: Die Strahlendosen in der Röntgendiagnostik. *Röntgen-Bl.* **9**, 137 (1956).
28. LANGENDORFF, H.: Über die Wirkungen kleiner Strahlendosen und geringe Dosisleistungen. *Strahlenther.* **52**, 188 (1963).
29. LANGENDORFF, H.: Zur Frage der minimalen Schädigungsdosis bei chronischer Einwirkung, kleiner Mengen von Röntgen- oder Gammastrahlen in höheren Organismen. *Atomkernenergie* **8**, 183 (1963).
30. LEJEUNE, J., TURPIN, R. und GAUTIER, M.: Le diagnostic chromosomique du mongolisme. *Arch. franç. Pédiat.* **16**, 962 (1959).
31. LORENZ, W.: Hat die Anwendung energiereicher Strahlen in der Medizin die Leukämieerbidität erhöht? *Dtsch. med. Wschr.* **85**, 1409 (1960).

32. MACHT, S. H., LAURENCE, P. S.: National survey of congenital malformations resulting from exposure to roentgen radiation. *Amer. J. Roentgenol.* **73**, 442 (1955).
33. MACINTYRE, M. N. STONCHEVER, M. A., WOLF, B. H., HEMPEL, J. M.: Effect of maternal antepartum exposure to X-rays on leukocyte chromosomes of newborn infants. *Obstet. and Gynec.* **25**, 650 (1965).
34. MACKENZIE, I.: Breast cancer following multiple fluoroscopies. *Brit. J. Cancer* **19**, 1 (1965).
35. MACMAHON, B.: Prenatal X-ray exposure and childhood cancer. *J. Nat. Cancer Inst.* **28**, 1173, 1962.
36. MELCHING, H. J.: Die Leukämie als strahlenbedingter Spätschaden. *Hippokrates (Stuttg.)* **34**, 96 (1963).
37. MEYER, E. G.: Lokale Strahlenschäden. *Ursache und Folgen. Rad. austr.* **14**, 3 (1963).
38. MILLER, R. W.: Down's syndrome (mongolism), other congenital malformations and cancers among sibs of leukemic children. *New Engl. J. Med.* **268**, 393 (1963).
39. MORGAN, R. H., CHANEY, H. E.: Darkroom practice and unnecessary patient exposure. *Amer. J. Roentgenol.* **94**, 236 (1965).
40. NEEL, J. V., SCHULL, W. J.: *Zit. Schultz* (51).
41. NORMAN, A., OTTOMAN, R. E., VEOMATT, R. C.: Radiation breakage of human chromosomes in vivo and in vitro. *Radiology* **79**, 115 (1962).
42. NORMAN, A., SASAKI, M., OTTOMAN, R. E., VEOMETT, R. C.: Chromosome aberrations in radiation workers. *Rad. Res.* **23**, 282 (1964).
43. PIFER, J. W., TOYOOKA, E. T., MURRAY, R. W., AMES, W. R., HEMPELMANN, L. H.: Neoplasms in children treated with X-rays for thymic enlargement. I. Neoplasms and mortality. *J. nat. Cancer Inst.* **31**, 1333 (1963).
44. POLVANI, C.: Il recente decreto presidenziale sulla sicurezza e la protezione sanitaria contro le radiazioni. *Radiol. med.* **51**, 337 (1965).
45. RAVENTOS, A., WINSHIP, T.: The latent interval for thyroid cancer following irradiation. *Radiology* **83**, 501 (1964).
46. ROSSMANN, B.: Expositióérték — számítóeszköz (Robex) *Magy. Radiol.* **17**, 241 (1965).
47. RUGH, R.: Ionizing radiation and the mammalian embryo. *Acta radiol. (Stockh.)* **1**, 101 (1963).
48. RUSSELL, W. L., RUSSELL, L. B., KELLY, E. M.: Radiation dose rate and mutation frequency. *Science* **128**, 1546 (1958).
49. SAENGER, E. L., SILVERMAN, F. N., STERLING, TH. D., TURNER, M. E.: Neoplasia following therapeutic irradiation for benign conditions in childhood. *Radiology* **74**, 889 (1960).
50. SCHINZ, H. R., WIDERÖE, L.: Strahlenschutz in der medizinischen Radiologie. *Radiol. clin. (Basel)* **34**, 82 (1965).
51. SCHULTZ, E. H.: Genetic hazards of medical radiology. *Radiol. Clin. North Amer.* **3**, 243 (1965).
52. SEELENTAG, W.: Die Strahlenbelastung des Patienten in der Röntgendiagnostik, ihre Höhe, Variabilität und Bedeutung. *Dtsch. med. Wschr.* **86**, 2513 (1961).
53. SEELENTAG, W.: Strahlenschutz in Gesetzen, Vorschriften und Empfehlungen. *Radiologe* **4**, 349 (1964).
54. STEWART, A., WEBB, J., HEWITT, D.: Survey of childhood malignancies. *Brit. med. J.* **1**, 1495 (1958).
55. STEWART, A., PENNYBAKER, W., BARKER, R.: Adult leukaemias and diagnostic X-rays. *Brit. med. J.* **2**, 882 (1962).
56. Symposium: The implications of the reports of the committee on radiological hazards to patients. *Adrian Committee. Brit. J. Radiol.* **36**, 230 (1963).
57. UCHIDA, I., CURTIS, E. J.: A possible association between maternal radiation and mongolism. *Lancet* **2**, 848 (1961).
58. VINCE, D. J.: Medical Radiation to Children with Congenital Heart Disease. *Canad. med. Ass. J.* **91**, 1345 (1964).
59. WARREN, S., MEISNER, L.: Chromosomal changes in leukocytes of patients receiving irradiation therapy. *J. Amer. med. Ass.* **193**, 311 (1965).
60. ZSEBŐK, Z.: A sugárvédelem kérdéséről. *Orv. Hetil.* **96**, 1077 (1955).
61. ZSEBŐK, Z.: A röntgensugárvédelem néhány aktuális kérdéséről. *Tuberkulózis* **11**, 49 (1958).

Dr. K. GEFFERTH

Bókay J. u. 53,

Budapest VIII., Ungarn