



Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der
Strahlenschutzkommission
Postfach 12 06 29
D-53048 Bonn

<http://www.ssk.de>

Kurzbewertung der Veröffentlichung

**„Effect of low doses of ionising radiation in
infancy on cognitive function in adulthood: Swedish
population based cohort study”**

– P. Hall et al., BMJ 328/19 (2004) –

Stellungnahme der Strahlenschutzkommission

Inhaltsverzeichnis

1	Hintergrund	3
2	Studiendesign, Ergebnisse und Folgerungen der Autoren	3
3	Bewertung der Studie.....	4
4	Kommentar zur Diskussion um CT-Schädeluntersuchungen bei Kindern	5
5	Literatur	5

1 Hintergrund

Anfang Januar 2004 wurde im British Medical Journal eine Studie veröffentlicht, bei der die kognitiven Fähigkeiten von Personen untersucht wurden, die in der Kindheit aus therapeutischen Gründen bestrahlt worden waren, wobei das Gehirn geringen Dosen ionisierender Strahlung ausgesetzt war [1]. Diese Studie verursachte in den Medien beträchtliches Aufsehen (siehe z. B. [2, 3, 4]), da die Autoren aufgrund ihrer Ergebnisse die Frage aufgeworfen hatten, ob die Anwendung gängiger diagnostischer CT-Verfahren insbesondere bei Kindern zu überdenken sei.

2 Studiendesign, Ergebnisse und Folgerungen der Autoren

Die untersuchte Kohorte bestand aus 3.094 schwedischen Männern, die im Zeitraum von 1930-1959 in den ersten 18 Lebensmonaten zur Behandlung von Hämangiomen ionisierender Strahlung ausgesetzt worden waren. In den meisten Fällen wurden dazu Nadeln oder Röhrchen aus Glas verwendet, die mit ^{226}Ra gefüllt waren („ ^{226}Ra -Applikatoren“). Zur Bestimmung der resultierenden Organdosen wurde ein aus gewebeäquivalentem Material hergestelltes Phantom eines 6 Monate alten Kindes verwendet, an den entsprechenden Stellen wurden Originalapplikatoren befestigt und mit LiF-Thermolumineszenz-Dosimetern wurden an den Orten der Organe Dosismessungen durchgeführt [5]. Befand sich das Hämangiom beispielsweise im Gesicht, ergab sich für das Gehirn – gemittelt über die untersuchte Kohorte – eine Dosis von 150 mGy. Die Behandlung eines Hämangioms auf der Kopfhaut führte zu einer mittleren Gehirndosis von etwa 65 mGy, die der restlichen Hämangiome zu 15 mGy.

Alle Männer wurden im Alter von 18 oder 19 Jahren routinemäßig vor dem Militärdienst untersucht. Bei dieser Gelegenheit wurden auch ihre kognitiven Fähigkeiten getestet – drei der vier dazu durchgeführten Tests betrafen die sprachlichen Fähigkeiten und die Lernfähigkeit, der vierte das logische Denkvermögen. Zudem wurden das Alter bei Beginn des Militärdienstes, die Ausbildung, Anzahl der Geschwister und Geburtsfolge sowie der Beruf des Vaters erfasst.

Untersucht wurde zum einen, welcher Anteil der Mitglieder der Kohorte zum Zeitpunkt des Tests das Gymnasium besuchte. Zum anderen wurden die Ergebnisse der Tests der kognitiven Fähigkeiten herangezogen, die mit Noten zwischen 1 und 9 bewertet worden waren, und die daraus sich ergebenden Mittelwerte ausgewertet. Die Einteilung der Gehirndosen erfolgte in folgende Gruppen (in Klammer ist der zugehörige Medianwert angegeben): 0 mGy, 1-20 (10) mGy, 20-100 (40) mGy, 100-250 (140) mGy, > 250 (300) mGy. Diese Angaben beziehen sich auf den vorderen Teil des Gehirns, dieselbe Einteilung (mit ähnlichen Medianwerten) wurde jedoch auch für Dosen, die den hinteren Teil des Gehirns betrafen, verwendet. Da der sozio-ökonomische Status der Betroffenen bekanntermaßen einen wesentlichen Einfluss auf die Schulbildung hat, erfolgte zudem eine Kategorisierung nach dem Beruf des Vaters. Weitere Einteilungen erfolgten nach Zahl der Geschwister und Alter bei Bestrahlung.

Während in den niedrigsten drei Dosisgruppen für den vorderen Gehirnbereich im Mittel 32,4 %, 33,1 % bzw. 29,2 % der untersuchten Personen das Gymnasium besuchten, waren es in der 4. Dosisgruppe (Median 140 mGy) 21,6 % und in der fünften Dosisgruppe (Median 300 mGy) nur noch 17,3 %. Die Autoren der Studie heben hervor, dass dieser Trend statistisch signifikant und unabhängig vom sozio-ökonomischen Status der Betroffenen zu beobachten sei. Ein ähnliches Ergebnis ergibt sich, wenn die Dosen für den hinteren Gehirnbereich verwendet und wenn weitere Parameter, wie die Anzahl der Geschwister, berücksichtigt

werden. Die Autoren sehen zudem mit zunehmender Organdosis eine statistisch signifikante Abnahme der kognitiven Fähigkeiten bei drei der vier durchgeführten Tests. Nur beim Test zum logischen Denkvermögen konnten sie keinen statistisch signifikanten Trend feststellen.

Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass bei Kleinkindern eine ursprünglich aus therapeutischen Gründen verabreichte Gehirndosis von 140 mGy bereits zu signifikanten Beeinträchtigungen der kognitiven Fähigkeiten führt. Sie zitieren eine schwedische Studie, nach der die mittlere Dosis für das Gehirn von Kindern bei einer CT-Untersuchung etwa 90 mGy beträgt [6], sowie eine amerikanische Studie, nach der diese Dosis mehr als 100 mGy betragen kann [7]. Da Mehrfachuntersuchungen nicht auszuschließen sind, folgern die Autoren, dass CT-Untersuchungen bei Kindern zu Dosen für das Gehirn führen, die die kognitiven Fähigkeiten der Betroffenen beeinträchtigen können. Sie plädieren daher dafür, das Risiko und den Nutzen von CT-Untersuchungen insbesondere bei weniger schwerwiegenden Schädel-Hirntraumata bei Kindern neu zu bewerten und dabei gesetzliche und finanzielle Aspekte, die in der klinischen Praxis ebenfalls eine Rolle spielen, ebenfalls zu berücksichtigen.

3 Bewertung der Studie

Die Ergebnisse der Studie sind insofern überraschend, als das Ausmaß im Widerspruch zu bisherigen strahlenbiologischen Erkenntnissen steht. Zum Beispiel zeigte sich bei Atombomben-Überlebenden, die in utero zwischen der 8. und 15. Schwangerschaftswoche bestrahlt worden waren – also in einer Periode, in der nach allgemeiner Erkenntnis das menschliche Gehirn besonders strahlensensitiv ist [8] –, eine signifikante Verringerung der beobachteten IQ-Werte, die mit einer linearen Dosis-Wirkungs-Beziehung kompatibel ist [8, 9]. Aus der daraus abgeleiteten Steigung von 21 IQ-Punkten pro Gy ergibt sich für eine Dosis von 140 mGy eine Reduktion um 3 IQ-Punkte. Für Kinder in den ersten 18 Lebensmonaten ist nach gegenwärtigem Kenntnisstand ein deutlich geringerer strahleninduzierter Effekt zu erwarten. Übertragen auf die oben genannte Studie würde dies bedeuten, dass eine Reduktion um deutlich weniger als 3 IQ-Punkte bereits zu einer 50%igen Verringerung des Gymnasiumbesuchs führen würde. Dies ist auch deshalb unwahrscheinlich, weil die IQ-Verteilung der Bevölkerung typischerweise bereits eine Standardabweichung von etwa 15 IQ-Punkten aufweist.

Zudem kann ein kausaler Zusammenhang zwischen den verabreichten Gehirndosen und den beobachteten Effekten – wie er von den Autoren der Studie postuliert wird – auf Grund des Studiendesigns nicht abgeleitet werden, da die verwendete Kontrollgruppe nicht geeignet ist, eine Scheinkorrelation der beobachteten Effekte mit der Dosis auszuschließen. Die Kontrollgruppe bestand aus Personen, bei denen sich das Hämangiom in Fußnähe befand, so dass die angewandte Radiotherapie zu einer vernachlässigbaren Dosis des Gehirns führte [10]. Da jedoch auch alle Mitglieder der Kontrollgruppe einer Radiotherapie unterzogen worden waren, kann nicht untersucht werden, in wie weit das Auftreten eines Hämangioms in Kopfnähe per se mit einer Beeinträchtigung der kognitiven Fähigkeiten zusammenhängen könnte und ob mit zunehmender Entfernung eines Hämangioms vom Gehirn sich diese Beeinträchtigung verringert. Zudem ist denkbar, dass das Auftreten von Hämangiomen in Gesichtsnähe zu einer sozialen Stigmatisierung der betroffenen Kinder führte und einen Einfluss auf deren geistige Entwicklung hatte. Personen mit Hämangiomen, die keiner ionisierenden Strahlung ausgesetzt gewesen waren, wurden nicht als Kontrollgruppe verwendet, weil sie nach 1960 behandelt und daher modifizierten Tests der kognitiven Fähigkeiten unterzogen worden waren [10].

Die SSK kommt daher zu der Einschätzung, dass die oben genannte Studie aufgrund ihres Designs nicht geeignet ist, einen kausalen Zusammenhang zwischen den beobachteten kognitiven Einschränkungen und den aufgetretenen Expositionen mit ionisierender Strahlung nachzuweisen.

4 Kommentar zur Diskussion um CT-Schädeluntersuchungen bei Kindern

Die Studie von P. Hall hat zu einer Diskussion über Indikationen zu CT-Schädeluntersuchungen von Kindern und über die damit verbundene Strahlenexposition geführt.

Die SSK betont, dass CT-Untersuchungen in der Medizin ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel darstellen. Unabhängig von der bewerteten Studie weist die SSK jedoch darauf hin, dass CT-Untersuchungen auf dosisintensiven Verfahren beruhen. Hierbei ist zu beachten, dass der bei CT-Untersuchungen verwendete gewichtete Dosisindex $CTDI_w$ für Schädeluntersuchungen an einem Phantom mit 18 cm Durchmesser bestimmt wird. Bei kindlichen Schädeln kann wegen des geringen Durchmessers die Energiedosis im Gehirn bis um das zweifache höher sein als der am Gerät eingestellte $CTDI_w$ -Wert. Bei korrekter Anwendung unter Berücksichtigung der geltenden Dosisreferenzwerte [11] und bei Verwendung moderner Geräte liegt damit die Energiedosis des kindlichen Gehirns maximal bei 60 mGy. Die SSK empfiehlt, zu den Dosisreferenzwerten des Bundesamts für Strahlenschutz zusätzlich Angaben für CT-Untersuchungen an Kindern abgestuft nach Lebensalter aufzunehmen. Zudem muss bei CT-Untersuchungen von Kindern immer eine besonders kritische Indikationsstellung unter Berücksichtigung alternativer Verfahren erfolgen. Weiterhin sind die Leitlinien der Gesellschaft für pädiatrische Neurologie und pädiatrische Radiologie zu beachten.

5 Literatur

- [1] P. Hall, H.O. Adami, D. Trichopoulos, N.L. Pedersen, P. Lagiou, A. Ekbom, M. Ingvar, M. Lundell, F. Granth: Effect of low doses of ionising radiation in infancy on cognitive function in adulthood: Swedish population based cohort study. *BMJ* 328, 19, 2004.
- [2] „Macht röntgen Kinder dumm?“ *Medical Tribune online*, Ausgabe 6, 2004.
- [3] „Gehirn unter Strahlung“. *FAZ*, 7. Januar 2004.
- [4] „Harte Strahlen für kleine Schädel“. *SZ*, 9. Januar 2004.
- [5] M. Lundell: Estimates of absorbed dose in different organs in children treated with radium for skin hemangiomas. *Radiation Research* 140, 327-333, 1994.
- [6] W. Leitz, H. Jonsson: Patient doses from X-rays in Sweden – a summary of results from healthcare reports in 1999. Stockholm: Swedish Radiation Protection Institute, 2001 (auf schwedisch).
- [7] D. Brenner et al.: Estimated risks of radiation-induced fatal cancer from pediatric CT. *Am. J. Roentgenol.* 82, 289-296, 2001.
- [8] International Commission on Radiological Protection: Biological effects after prenatal irradiation (embryo and fetus). *ICRP Publication* 90, 2003.

- [9] W.J. Schull, M. Otake, H. Yoshimaru: Effect on intelligence test score of prenatal exposure to ionizing radiation in Hiroshima and Nagasaki: a comparison of T65D and DS86 dosimetry systems. Radiation Effects Research Foundation, Hiroshima, Japan, 1988.
- [10] P. Hall. Persönliche Mitteilung, 2004.
- [11] Bundesamt für Strahlenschutz: Bekanntmachung der diagnostischen Referenzwerte für radiologische und nuklearmedizinische Untersuchungen. Bundesanzeiger Nr. 143, Seite 17503 ff., 5. August 2003.