

**Gesellschaft für**

**Strahlenschutz**

**e.V.**

**and ECRR European Committee on Radiation Risk**

# **Internationaler Kongreß International Congress**

## **20 Jahre nach Tschernobyl**

**Erfahrungen und Lehren  
für die Zukunft**

### **Chernobyl —**

### **20 Years Later**

**Experiences and Lessons  
For the Future**

## **Programm / Program**



## **Abstracts**

3. – 5. April 2006

April 3 to 5 2006

in der Charité / at the Charité  
Berlin-Mitte, Luisenstraße, Hochhaus  
multi-storey building, Großer Hörsaal  
Big Lecture Theatre

**Vor 20 Jahren** explodierte das Kernkraftwerk Tschernobyl. Die Katastrophe traf Millionen von Menschen unvorbereitet. Der Versuch, die Katastrophe einfach geheimzuhalten, verhinderte wichtige Maßnahmen, die zum Schutz der Bevölkerung hätten getroffen werden können. Wichtige Daten über den Unfallablauf und über die Strahlenschäden wurden nicht dokumentiert, geheimgehalten, oder frei erfunden.

Bis heute werden die Folgen nicht vollständig erfaßt und dargestellt. Wichtige internationale Gremien unterwerfen sich der Praxis der Verschleierung. 1991 kam das „Tschernobylprojekt“ unter der Leitung der Internationalen Atomenergieagentur (IAEA) in Wien zu dem Ergebnis, es gäbe keine Gesundheitsstörungen, die direkt der Strahlenbelastung zugeordnet werden könnten. Das Wissenschaftliche Komitee der Vereinten Nationen für die Wirkung der Atomstrahlung (UNSCEAR) erklärte im Jahre 2000, außer bei Schilddrüsenkrebs bei Kindern gäbe es keinen Nachweis einer Zunahme von Krebserkrankungen, der zur Strahlenbelastung in Beziehung gesetzt werden könnte. Und seit 2003 arbeiten die Organisationen der Vereinten Nationen (UN) im sogenannten „Tschernobylforum“ an der Formulierung von beschwichtigenden Sprachregelungen. Der Manager des Strahlenprogramms der Weltgesundheitsorganisation (WHO) Dr. M. Repacholi erklärte im September 2005 in Wien: „Die Hauptbotschaft des Tschernobylforums ist: kein Grund zur Beunruhigung.“

Es gibt jedoch eine große Anzahl von Ärzten und Wissenschaftlern aus den betroffenen Ländern Ukraine, Weißrußland und Rußland sowie aus den weiter von Tschernobyl entfernten europäischen Ländern, die zu ganz anderen Ergebnissen gekommen sind. Ziel dieser Tagung ist es, ihre Erkenntnisse darzustellen und für ihre Verbreitung zu sorgen. Damit wird die Hoffnung verbunden, den betroffenen Menschen wirksamer helfen zu können und die wahrheitsgemäße Erfassung ihrer Beschwerden sicherzustellen.

**Twenty years ago** the nuclear power station Chernobyl exploded. This catastrophe hit millions of people without any preparation. Attempts to conceal what had happened were an obstacle for protection measures which could have been carried out at the time but were not. Important data about the course of the accident or about radiation damages were either not documented or kept state secret or simply fabricated.

To this day consequences of the disaster have been recorded and examined incompletely. Important international bodies practice obscuration. In 1991 the “Chernobyl Project” headed by the International Atomic Energy Agency (IAEA) in Vienna concluded, that there were no health damages directly attributable to Chernobyl radiation. The Scientific Committee of the United Nations on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) declared in 2000, that except for thyroid cancer in children there was no evidence of an increase in cancers, which might be linked to exposure to radiation. And since 2003 several UN-organizations have been cooperating in the so-called “Chernobyl Forum” to find and propagate appeasing phrases. In September 2005, Dr. M. Repacholi, Manager of the World Health Organisation’s radiation program put it like this: “The main message of the Chernobyl Forum is: no grounds for worry.”

Many physicians and scientists from Ukraine, Belarus and Russia, the countries worst hit, and from several other European countries at some distance from Chernobyl have come to entirely different conclusions. This conference wants to present those results and to make them accessible to a wider audience. We hope, this will lead to more efficient help to the people affected and to a truthful recording of their harms.

#### **Dr. Sebastian Pflugbeil**

Berlin, Präsident der Gesellschaft für Strahlenschutz e.V., Tagungspräsident  
Berlin, President of the German Society for Radiation Protection; Conference Chairman

#### **Dr. Chris Busby**

Liverpool/UK, Scientific Secretary of the European Committee on Radiation Risk (ECRR)

**Ständige Präsentation von Schautafeln:** Von Danylo F. Gluzman et al.:  
Leukämien und Lymphome bei Kindern in der Ukraine nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl. u.a.

**Permanent Exposition of Posters:** By Danylo F. Gluzman et al.: Leukemias and Lymphomas in Children of Ukraine in Post-Chernobyl Period. And others.

**Ständige Ausstellung mit Bildern von Cornelia Hesse-Honegger:**  
Strahlenschäden bei Insekten – Dokumentation im Labor, nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl und in der Umgebung kerntechnischer Anlagen.

**Permanent Exposition of Pictures by Cornelia Hesse-Honegger:**  
Radiation Damages in Insects – Laboratory Documentation after the Chernobyl catastrophe and from the vicinity of nuclear facilities.

Programm / Program	4
Abstracts	
Übersicht / Index	9
Vorträge / Lectures	12
Poster / Posters	82
Theater / theatrical performance	87
Bilder / Pictures	42
Referenten / Authors	89
Impressum	92

Mit Unterstützung durch —  
We acknowledge the support of —

**Kinder von Tschernobyl e.V.**, Berlin

Internationale Ärzte für die  
Verhütung des Atomkrieges,  
Ärzte in Sozialer Verantwortung  
International Physicians for the  
Prevention of Nuclear War,  
German Section  
[www.ippnw.de](http://www.ippnw.de)



**Strahlentelex**  
mit **ElektrosmogReport**

[www.strahlentelex.de](http://www.strahlentelex.de)

PCS



**PCS Professional Conference  
Systems GmbH - [www.pcs.info](http://www.pcs.info)**

**9.00 Uhr: Begrüßung**

Dr. **Sebastian Pflugbeil**, Berlin, Präsident der Gesellschaft für Strahlenschutz; Tagungspräsident

Dr. **Chris Busby**, Scientific Secretary of the European Committee on Radiation Risk (ECRR)

**9.30 – 11.00 Uhr** Sitzung 1:

Die Katastrophe von Tschernobyl und der Umgang mit ihren Folgen (Teil 1)

Prof. Dr. **Alexey V. Yablokov**, Moskau: 20 Jahre Mythen um Tschernobyl und die Realität.

Dr. **Sebastian Pflugbeil**, Berlin: Katastrophale Sprachregelungen bei WHO und IAEA.

**Ivan Kirimov**, Ivankov/Ukraine: Die Situation in Ivankov, 40 Kilometer vor Tschernobyl: Der Bürgermeister berichtet.

**Tee- und Kaffeepause**

**11.30 - 13.00 Uhr** Sitzung 2:

Die Katastrophe von Tschernobyl und der Umgang mit ihren Folgen (Teil 2)

Dr. **Szabolcs Mózsai**, Budapest: Klinische Strahlenbiologie in der Gerichtsmedizin: Letale autoimmunologische Erkrankung eines LKW-Fahrers nach der Tschernobyl-Explosion.

**Volodimir Usatenko**, Kiew: Expertenbericht aus der Nationalen Strahlenschutzkommission der Ukraine.

Dr. **Konstantin P. Tschescherov**, Moskau: Über die physikalische Natur, die Stärke und das Zentrum der Explosion im Block 4 der KKW Tschernobyl.

**Mittagspause**

**14.30 – 16.00 Uhr** Sitzung 3: Strahlendosen nach der Katastrophe von Tschernobyl

**Vladislav Mironov, S. Pribylev**, Minsk: Uran und Plutonium in der Umwelt: Umfang und Quellen der Kontamination.

Prof. Dr. **Inge Schmitz-Feuerhake**, Köln, Prof. Dr. **Wolfgang Hoffmann**, Greifswald, Dr.

**Sebastian Pflugbeil**, Berlin: Wie stichhaltig sind die Dosisbestimmungen für Bevölkerungen durch den Tschernobylfallout? Vergleich der Ergebnisse durch physikalische und biologische Dosimetrie.

Prof. Dr. **Rolf Bertram**, Göttingen: Zu den verhängnisvollen Konsequenzen durch die Verwechslung von Modell und Wirklichkeit.

**Tee- und Kaffeepause**

**9.00 a.m.: Welcome Address**

Dr. **Sebastian Pflugbeil**, Berlin, President of the German Society for Radiation Protection; Conference Chairman

Dr. **Chris Busby**, Scientific Secretary of the European Committee on Radiation Risk (ECRR)

**9.30 – 11.00 a.m.** Session 1:

The Chernobyl Catastrophe and Handling Its Aftermath (Part 1)

Prof. Dr. **Alexey V. Yablokov**, Moscow: 20 Years after Chernobyl – Myths and Reality.

Dr. **Sebastian Pflugbeil**, Berlin: Catastrophic Phrasemongering by WHO and IAEA.

**Ivan Kirimov**, Ivankov/Ukraine: The Situation in Ivankov, 40 Kilometers from Chernobyl: The Mayor reports.

**Tea and Coffee Break**

**11.30 a.m. - 1.00 p.m.** Session 2:

The Chernobyl Catastrophe and Handling Its Aftermath (Part 2)

Dr. **Szabolcs Mózsai**, Budapest: Clinical Radiation Biology in Forensic Medicine. Lethal Autoimmune Illness of a Truck Driver After the Chernobyl Explosion.

**Vladimir Usatenko**, Kiev: Report by an Expert of the National Radiation Protection Board of Ukraine.

Dr. **Konstantin P. Checherov**, Moscow: On the Physical Nature, the Strength and the Center of the Explosion in Block 4 of the Chernobyl NPP.

**Lunchtime**

**2.30 – 4.00 p.m.** Session 3:

Radiation Doses after the Chernobyl Catastrophe  
**Vladislav Mironov, S. Pribylev**, Minsk: Uranium and Plutonium in the Environment: Levels and Sources of the Contamination.

Prof. Dr. **Inge Schmitz-Feuerhake**, Köln, Prof. Dr. **Wolfgang Hoffmann**, Greifswald, Dr.

**Sebastian Pflugbeil**, Berlin: How Reliable are the Dose Estimates for Populations Contaminated by Chernobyl Fallout? A Comparison of Results by Physical Reconstruction and Biological Dosimetry.

Prof. Dr. **Rolf Bertram**, Göttingen: On the Dastrous Consequences of Confusing Model and Reality.

**Tea and Coffee Break**

**16.30 - 18.30 Uhr** Sitzung 4:

Genetische und teratogene Folgen der Katastrophe von Tschernobyl (Teil 1)

Dr. **Alexander I. Gluschtschenko**, Dr. **Igor I. Suskov**, Prof. Dr. **Larisa S. Baleva**, Dr. **Alla E. Sipjagina**, **Konstantin P. Tschescherov**, Moskau: Strahlenökologische und medizinisch-genetische Folgen der Katastrophe von Tschernobyl und die Aussichten für die Zukunft.

Prof. Dr. **Olga Timchenko**, **O. Lynchak**, **S. Kartashova**, et al., Kiew: Die Wahrscheinlichkeit angeborener Schäden bei Neugeborenen und von Spontanaborten bei Frauen aus mit Radionukliden kontaminierten Siedlungen.

Prof. Dr. **Elena B. Burlakova**, Moskau: Naturwissenschaftliche Prinzipien von Schadwirkungen der Strahlung auf den Gesundheitszustand der Bevölkerung.

Dr. **Igor Suskov**, Dr. **Nina S. Kuzmina**, Moskau: Probleme verursachter genomischer Instabilität in kindlichen Körperzellen bei chronischen niedrigen Strahlendosen.

**18.30 – 19.00 Uhr:** Poster-Vorstellung

**4.30 - 6.30 p.m.** Session 4:

Genetic and Teratogenic Consequences of the Chernobyl Catastrophe (Part 1)

Dr. **Alexander I. Glushchenko**, Dr. **Igor I. Suskov**, Prof. Dr. **Larisa S. Baleva**, Dr. **Alla E. Sipyagina**, **Konstantin P. Checherov**, Moscow: The Radiation-Ecological and Medical-Genetic Consequences of Chernobyl Disaster after Twenty Years and the Prognosis for the Future.

Prof. Dr. **Olga Timchenko**, **O. Lynchak**, **S. Kartashova**, et al., Kiev: Radionuclide Polluted Settlements: the Probability of Birth Defects among the Newborns and Spontaneous Abortions among Women.

Prof. Dr. **Elena B. Burlakova**, Moscow: Scientific Principles of the Damaging Effect of Radiation on the State of Health of the General Population.

Dr. **Igor Suskov**, Dr. **Nina S. Kuzmina**, Moscow: The Problems of Induced Genomic Instability in the Child Body Cells under Conditions of Long-Term Effect of Small Radiation Doses.

**6.30 – 7.00 p.m.:** Presentation of Posters

**Abendangebot, fakultativ:**

20.00 Uhr

**„Und der Name des Sternes heißt Tschernobyl“**

Ein Theaterstück des Dokumentartheaters Ost-Arbeiter

Marina Schubarth und  
Natalia Bondar

In deutscher Sprache

Der Besuch dieses Theaterstücks ist mit dem Besuch eines Berliner Bunkers verbunden.

Wegen der beschränkten Räumlichkeiten im Bunker ist die Teilnehmerzahl begrenzt.

Eine weitere Aufführung findet am nächsten Abend, Dienstag 4. April statt.

**In the evening, if you like:**

8.00 p.m.

**„And the Name of the Star is Chernobyl“**

A theatrical performance by the documentary theater Ost-Arbeiter

Marina Schubarth and  
Natalia Bondar

In German.

The performance will take place in a Berlin Bunker.

Due to limited space in the bunker the number of seats is limited.

Another performance will take place in the evening of April 4<sup>th</sup>.

**9.00 – 10.30 Uhr** Sitzung 1: Genetische und teratogene Folgen der Katastrophe von Tschernobyl (Teil 2)

Prof. Dr. **Karl Sperling**, Berlin: Down-Syndrom nach Tschernobyl in Berlin.

Dr. **Alfred Körblein**, Nürnberg: Säuglingssterblichkeit nach Tschernobyl.

Prof. Dr. **Wolfgang Hoffmann**, Greifswald,  
Prof. Dr. **Inge Schmitz-Feuerhake**, Köln:  
Fehlbildungen, perinatale Sterblichkeit und kindliche Morbidität nach vorgeburtlicher Exposition durch Tschernobylfallout. Beobachtungen in Europa und in der Türkei.

**9.00 – 10.30 a.m.** Session 1: Genetic and Teratogenic Consequences of the Chernobyl Catastrophe (Part 2)

Prof. Dr. **Karl Sperling**, Berlin: Down-Syndrom after Chernobyl in Berlin.

Dr. **Alfred Körblein**, Nuremberg: Infant Mortality after Chernobyl.

Prof. Dr. **Wolfgang Hoffmann**, Greifswald,  
Prof. Dr. **Inge Schmitz-Feuerhake**, Köln:  
Malformations, Perinatal Deaths and Childhood Morbidity after In Utero Exposure by Chernobyl Fallout. Observations in Europe and Turkey.

#### Tee- und Kaffeepause

**11.00 – 12.30 Uhr** Sitzung 2: Genetische und teratogene Folgen der Katastrophe von Tschernobyl (Teil 3)

Dr. **Hagen Scherb**, München: Statistische Analyse von genetischen Effekten nach der Tschernobyl-Katastrophe.

Prof. Dr. **Valeriy Glazko**, Novoselki/Kiev Region: Populationsgenetische Folgen ionisierender Bestrahlung nach der Katastrophe von Tschernobyl.

**Cornelia Hesse-Honegger**, Zürich: Strahlenschäden bei Insekten – Dokumentation im Labor, nach Tschernobyl und in der Umgebung kerntechnischer Anlagen.

#### Tea and Coffee Break

**11.00 – 12.30 a.m.** Session 2: Genetic and Teratogenic Consequences of the Chernobyl Catastrophe (Part 3)

Dr. **Hagen Scherb**, Munich: Statistical Analysis of Genetic Effects after the Chernobyl Disaster.

Prof. Dr. **Valeriy Glazko**, Novoselki/Kiev Region: Population-genetic Consequences of Ionizing Radiation Doses after the Chernobyl Catastrophe.

**Cornelia Hesse-Honegger**, Zurich: Radiation Damages in Insects. A Laboratory Documentation after the Chernobyl Catastrophe and from the Vicinity of Nuclear Facilities.

#### Mittagspause

**14.00 – 16.00 Uhr** Sitzung 3: Schädigungen von Nerven und Augen nach Tschernobyl

Dr. **Ludmila A. Zhavoronkova**, Dr. **Nina B. Kholodova**, Moskau: Verminderte Hirnasymmetrie und kognitive Defizite als Ergebnis der Strahlenexposition nach der Katastrophe von Tschernobyl.

Dr. **Nina B. Kholodova**, Moskau: Langzeitveränderungen des Nervensystems von Liquidatoren, die 1986/87 im Einsatz waren.

Prof. Dr. **Angelina L. Nyagu**, Kiew: Wirkungen pränataler Hirnbestrahlung als Folge des Unfalls von Tschernobyl.

Dr. **Pavlo Fedirko**, Kiew: Augenerkrankungen bei Aufräumarbeitern: Schädigungen des Augenhintergrundes, der Makula, des Glaskörpers und der Linse.

#### Lunchtime

**2.00 – 4.00 p.m.** Session 3: Damages to the Nervous System and the Eyes after Chernobyl

Dr. **Ludmila A. Zhavoronkova**, Dr. **Nina B. Kholodova**, Moscow: Reduced Brain Asymmetry and Cognitive Deficit as a Result of Exposure to Radiation after the Chernobyl Catastrophe.

Dr. **Nina B. Kholodova**, Moscow: Longterm Changes in the Nervous System of the Liquidators of 1986-87.

Prof. Dr. **Angelina L. Nyagu**, Kiev: Effects of Prenatal Brain Irradiation as a Result of the Chernobyl Accident.

Dr. **Pavlo Fedirko**, Kiev: Risk Assessment of Eye Diseases in Populations Exposed to Ionizing Radiation.

Tee- und Kaffeepause

**16.30 – 18.30 Uhr** Sitzung 4: Krebserkrankungen und Leukämien nach der Katastrophe von Tschernobyl (Teil 1)

Prof. Dr. **Mikhail V. Malko, E. P. Ivanov**, Minsk, **V. E. Ivanov**, Marseille: Kinderleukämie in Belarus vor und nach dem Unfall von Tschernobyl.

Prof. Dr. **Danylo F. Gluzman, N. Imamura**, et al., Kiew: Im Referenzlabor der Ukraine diagnostizierte Leukämien bei Aufräumarbeitern zwischen 1996 und 2006: verschiedene biologische Formen und ihre relative Verteilung.

Dr. **Chris Busby**, Liverpool/UK: Kinderleukämie in Europa nach Tschernobyl und ihre Bedeutung für den Strahlenschutz. Eine Metaanalyse für drei Länder, einschließlich neuer Daten für das Vereinigte Königreich.

Prof. Dr. **Yuri Orlov**, Dr. **Andrey Shaversky**, Dr. **V. Mykhalyuk**, Kiew: Intrakranielle Neoplasmen bei Säuglingen in der Ukraine. Eine epidemiologische Untersuchung.

Tea and Coffee Break

**4.30 – 6.30 p.m.** Session 4: Cancers and Leukemias in the Aftermath of the Chernobyl Catastrophe (Part 1)

Prof. Dr. **Mikhail V. Malko, E. P. Ivanov**, Minsk, **V. E. Ivanov**, Marseille: Pediatric Leukemia in Belarus Before and After the Chernobyl Accident.

Prof. Dr. **Danylo F. Gluzman, N. Imamura**, et al., Kiev: Leukemias in Clean-Up Workers Diagnosed in the Ukrainian Reference Laboratory in 1996-2005: Different Biological Forms and their Relative Distribution.

Dr. **Chris Busby**, Liverpool/UK: Infant Leukemia in Europe after Chernobyl and its Significance for Radiation Protection. A meta-analysis of three countries including new data from the United Kingdom.

Prof. Dr. **Yuri Orlov**, Dr. **Andrey Shaversky**, Dr. **V. Mykhalyuk**, Kiev: Intracranial Neoplasms in Infants of Ukraine. An Epidemiological Study.

**Abendangebot, fakultativ:**

20.00 Uhr

**„Und der Name des Sternes heißt Tschernobyl“**

Ein Theaterstück des Dokumentartheaters Ost-Arbeiter

Marina Schubarth und  
Natalia Bondar

In deutscher Sprache

Der Besuch dieses Theaterstücks ist mit dem Besuch eines Berliner Bunkers verbunden.

Wegen der beschränkten Räumlichkeiten im Bunker ist die Teilnehmerzahl begrenzt.

**Option for the Evening:**

8.00 p.m.

**„And the Name of the Star is Chernobyl“**

A theatrical performance by the documentary theater Ost-Arbeiter

Marina Schubarth and  
Natalia Bondar

In German.

The performance will take place in a Berlin Bunker.

Due to limited space in the bunker the number of seats is limited.

**9.00 - 11.00 Uhr** Sitzung 1: Krebserkrankungen und Leukämien nach der Katastrophe von Tschernobyl (Teil 2)

Prof. Dr. **A. E. Okeanov**, Minsk: Inzidenz maligner Tumoren bei verschiedenen Bevölkerungsgruppen in Belarus nach dem Unfall von Tschernobyl.

Dr. **Emilia A. Diomina**, Dr. **Nina M. Ryabchenko**, Kiew: Strahlenepidemiologische Studien zu den Auswirkungen des Unfalls von Tschernobyl an einer Gruppe von Liquidatoren und Abschätzung der individuellen menschlichen Strahlenempfindlichkeit in der Zeit nach Tschernobyl.

**Vladislav Mironov, S. Tretyakevich, V. Zhuravkov**, Minsk: Schilddrüsendosen und Strahlenrisiko für Schilddrüsenkrebs für die Bewohner von Belarus als Folge des Kernunfalls in Tschernobyl.

Dr. **Hagen Scherb**, München: Schilddrüsenkrebs in der Tschechischen Republik (1976-1999) und der Atomkraftwerksunfall in Tschernobyl.

#### Tee- und Kaffeepause

**11.30 - 13.30 Uhr** Sitzung 2: Schilddrüsenerkrankungen und Stoffwechselstörungen nach der Katastrophe von Tschernobyl

Prof. Dr. **Anatoly Cheban**, Kiew: Klinisch-immunologische Veränderungen in den Schilddrüsen von Kindern nach Exposition mit ionisierender Strahlung infolge des Unfalls von Tschernobyl.

**E. Lukyanova, Ju. Antipkin, V. Dashkevich**, Prof. Dr. **Julia Davydova**, Kiew: Schilddrüsenkrebs nach Tschernobyl: Gesundheitsfolgen für Schwangere und ihre Kinder.

Dr. **Charles M. Grossman**, Portland/ Oregon  
Prof. Dr. **Wolfgang Köhnlein**, Münster, Prof. Dr. **Rudi H. Nussbaum**, Portland/Oregon: Möglicher Beitrag des <sup>129</sup>I aus dem Tschernobyl-Fallout zur Induktion von Schilddrüsenkrebs bei Kindern.

Dr. **Tatjana Mokhort, E. Zalutskaya, N. Karlovich, S. Mel'nov, T. Vorontsova, D. Garmaev**: Besonderheiten des Diabetes mellitus Typ 1 bei Kindern in Belarus in der Zeit nach Tschernobyl.

**13.30 Uhr: Schlußwort** des Tagungspräsidenten

**9.00 - 11.00 a.m.** Session 1: Cancers and Leukemias in the Aftermath of the Chernobyl Catastrophe (Part 2)

Prof. Dr. **A. E. Okeanov**, Minsk: Incidence of Malignant Tumors among Different Groups of Belarusian Population Affected to the Chernobyl Accident.

Dr. **Emilia A. Diomina**, Dr. **Nina M. Ryabchenko**, Kiev: Radiation Epidemiological Studies in a Group of Liquidators of the Chernobyl Accident Consequences and: An Estimation of Human Individual Radiosensitivity in the Post-Chernobyl Period.

**Vladislav Mironov, S. Tretyakevich, V. Zhuravkov**, Minsk: Thyroid Doses and Radiation Risk of Thyroid Cancer for Inhabitants of Belarus Following the Accident on the Chernobyl NPP.

Dr. **Hagen Scherb**, Munich: Thyroid Cancer in the Czech Republic (1976-1999) and the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident.

#### Tea and Coffee Break

**11.30 a.m. - 1.30 p.m.** Session 2: Thyroid Diseases and Metabolic Disorders after the Chernobyl Catastrophe

Prof. Dr. **Anatoly Cheban**, Kiev: Clinical-Immunological Alterations in the Thyroid Glands of Children Exposed to Ionizing Radiation by the Chernobyl Accident.

**E. Lukyanova, Ju. Antipkin, V. Dashkevich**, Prof. Dr. **Julia Davydova**, Kiev: Thyroid Cancer after the Chernobyl Accident: Health Consequences for Pregnant Women and Their Children.

Dr. **Charles M. Grossman**, Portland/ Oregon  
Prof. Dr. **Wolfgang Köhnlein**, Münster, Prof. Dr. **Rudi H. Nussbaum**, Portland/Oregon: Possible Contribution to Thyroid Cancer Induction in Children by <sup>129</sup>I from the Chernobyl Nuclear Fallout

Dr. **Tatjana Mokhort, E. Zalutskaya, N. Karlovich, S. Mel'nov, T. Vorontsova, D. Garmaev**: Type 1 Diabetes Peculiarities in Children in Belarus of Postchernobyl Period.

**1.30 p.m.: Concluding remarks** by the Conference Chairman

# Abstracts

## Übersicht Vorträge / Index Lectures

- Bertram**, Rolf: Zu den Konsequenzen durch die Verwechslung von Modell und Wirklichkeit. / On the Consequences of Confusing Model and Reality. 22
- Burlakova**, Elena B.: Scientific Principles of the Damaging Effect of Radiation on the State of Health of the General Population. / Naturwissenschaftliche Prinzipien von Schadwirkungen der Strahlung auf den Gesundheitszustand der Bevölkerung. 27
- Busby**, Chris: Infant Leukemia in Europe after Chernobyl and its Significance for Radiation Protection. A meta-analysis of three countries including new data from the United Kingdom. / Kinderleukämie in Europa nach Tschernobyl und ihre Bedeutung für den Strahlenschutz. Eine Metaanalyse für drei Länder, einschließlich neuer Daten für das Vereinigte Königreich. 55
- Cheban**, Anatoly: Clinical-Immunological Alterations in the Thyroid Glands of Children Exposed to Ionizing Radiation by the Chernobyl Accident. / Klinisch-immunologische Veränderungen in den Schilddrüsen von Kindern nach Exposition mit ionisierender Strahlung infolge des Unfalls von Tschernobyl. 71
- Checherov**, Konstantin P.: On the Physical Nature, the Strength and the Center of the Explosion in Block 4 of the Chernobyl NPP Über die physikalische Natur, die Stärke und das Zentrum der Explosion im Block 4 der KKW Tschernobyl. 18
- Diomina**, Emilia A.: Radiation Epidemiological Studies in a Group of Liquidators of the Chernobyl Accident Consequences / Strahlenepidemiologische Studien zu den Auswirkungen des Unfalls von Tschernobyl an einer Gruppe von Liquidatoren. 62
- Diomina**, Emilia A., **Ryabchenko**, Nina M.: An Estimation of Human Individual Radiosensitivity in the Post-Chernobyl Period. / Abschätzung der individuellen menschlichen Strahlenempfindlichkeit in der Zeit nach Tschernobyl. 64
- Fedirko**, Pavlo: Risk Assessment of Eye Diseases in Populations Exposed to Ionizing Radiation. / Augenerkrankungen bei Aufräumarbeitern: Schädigungen des Augenhintergrundes, der Makula, des Glaskörpers und der Linse. 49
- Glazko**, Valeriy: Population-genetic Consequences of Ionizing Radiation Doses after the Chernobyl Catastrophe. / Populationsgenetische Folgen ionisierender Bestrahlung nach der Katastrophe von Tschernobyl. 40
- Glushchenko**, Alexander I., **Suskov**, Igor I., **Baleva**, Larisa S., **Sipyagina**, Alla E., **Checherov**, Konstantin P.: The Radiation-Ecological and Medical-Genetic Consequences of Chernobyl Disaster after Twenty Years and the Prognosis for the Future. / Strahlenökologische und medizinisch-genetische Folgen der Katastrophe von Tschernobyl und die Aussichten für die Zukunft. 23
- Gluzman**, Danylo F., **Imamura**, N. et al.: Leukemias in Clean-Up Workers Diagnosed in the Ukrainian Reference Laboratory in 1996-2005: Different Biological Forms and their Relative Distribution. / Im Referenzlabor der Ukraine diagnostizierte Leukämien bei Aufräumarbeitern zwischen 1996 und 2006: verschiedene biologische Formen und ihre relative Verteilung. 53
- Grossman**, Charles M., **Köhnlein**, Wolfgang, **Nussbaum**, Rudi H.: Possible Contribution to Thyroid Cancer Induction in Children by <sup>129</sup>I from the Chernobyl Nuclear Fallout. / Möglicher Beitrag des <sup>129</sup>I aus dem Tschernobyl-Fallout zur Induktion von Schilddrüsenkrebs bei Kindern. 75
- Hesse-Honegger**, Cornelia: Strahlenschäden bei Insekten – Dokumentation im Labor, nach Tschernobyl und in der Umgebung kerntechnischer Anlagen. / Radiation Damages in Insects. A Laboratory Documentation after the Chernobyl Catastrophe and from the Vicinity of Nuclear Facilities. 42
- Hoffmann**, Wolfgang, **Schmitz-Feuerhake**, Inge: Fehlbildungen, perinatale Sterblichkeit und kindliche Morbidität nach vorgeburtlicher Exposition durch Tschernobylfallout. Beobachtungen in Europa und in der Türkei. / Malformations, Perinatal Deaths and Childhood Morbidity after In Utero Exposure by Chernobyl Fallout. Observations in Europe and Turkey. 36
- Kholodova**, Nina B.: Longterm Changes in the Nervous System of the Liquidators of 1986-87. / Langzeitveränderungen des Nervensystems von Liquidatoren, die 1986/87 im Einsatz waren. 45
- Kirimov**, Ivan: The Situation in Ivankov, 40 Kilometers from Chernobyl: The Mayor reports. / Die Situation in Ivankov, 40 Kilometer vor Tschernobyl: Der Bürgermeister berichtet. 15

# Abstracts

- Körblein**, Alfred: Säuglingssterblichkeit nach Tschernobyl. / Infant Mortality after Chernobyl. 35
- Lukyanova**, E., **Antipkin**, Ju., **Dashkevich**, V., **Davydova**, Julia: Thyroid Cancer after the Chernobyl Accident: Health Consequences for Pregnant Women and Their Children. / Schilddrüsenkrebs nach Tschernobyl: Gesundheitsfolgen für Schwangere und ihre Kinder. 72
- Malko**, Mikhail V., **Ivanov**, E. P., **Ivanov**, V. E.: Pediatric Leukemia in Belarus Before and After the Chernobyl Accident. / Kinderleukämie in Belarus vor und nach dem Unfall von Tschernobyl. 52
- Mironov**, Vladislav, **Pribylev**, S.: Uranium and Plutonium in the Environment: Levels and Sources of the Contamination. / Uran und Plutonium in der Umwelt: Umfang und Quellen der Kontamination. 19
- Mironov**, Vladislav, **Tretyakevich**, S., **Zhuravkov**, V.: Thyroid Doses and Radiation Risk of Thyroid Cancer for Inhabitants of Belarus Following the Accident on the Chernobyl NPP. / Schilddrüsendosen und Strahlenrisiko für Schilddrüsenkrebs für die Bewohner von Belarus als Folge des Kernunfalls in Tschernobyl. 66
- Mokhort**, Tatjana, **Zalutskaya**, E., **Karlovich**, N., **Mel'nov**, S., **Vorontsova**, T., **Garmaev**, D.: Type 1 Diabetes Peculiarities in Children in Belarus of Postchernobyl Period. / Besonderheiten des Diabetes mellitus Typ 1 bei Kindern in Belarus in der Zeit nach Tschernobyl. 79
- Mózsa**, Szabolcs: Klinische Strahlenbiologie in der Gerichtsmedizin: Lethale autoimmunologische Erkrankung eines LKW-Fahrers nach der Tschernobyl-Explosion. / Clinical Radiation Biology in Forensic Medicine. Lethal Autoimmune Illness of a Truck Driver After the Chernobyl Explosion. 16
- Nyagu**, Angelina L.: Effects of Prenatal Brain Irradiation as a Result of the Chernobyl Accident. / Wirkungen pränataler Hirnbestrahlung als Folge des Unfalls von Tschernobyl. 47
- Okeanov**, A. E., **Sosnovskaya**, E. A.: Incidence of Malignant Tumors among Different Groups of Belarusian Population Affected to the Chernobyl Accident / Inzidenz maligner Tumoren bei verschiedenen Bevölkerungsgruppen in Belarus nach dem Unfall von Tschernobyl. 59
- Orlov**, Yuri, **Shaversky**, Andrey, **Mykhalyuk**, V.: Intracranial Neoplasms in Infants of Ukraine. An Epidemiological Study. / Intrakranielle Neoplasmen bei Säuglingen in der Ukraine. Eine epidemiologische Untersuchung. 57
- Pflugbeil**, Sebastian: Katastrophale Sprachregelungen bei WHO und IAEA. / Catastrophic Phrasemongering by WHO and IAEA. 14
- Scherb**, Hagen: Statistische Analyse von genetischen Effekten nach der Tschernobyl-Katastrophe. / Statistical Analysis of Genetic Effects after the Chernobyl Disaster. 37
- Scherb**, Hagen: Schilddrüsenkrebs in der Tschechischen Republik (1976-1999) und der Atomkraftwerksunfall in Tschernobyl. / Thyroid Cancer in the Czech Republic (1976-1999) and the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident. 68
- Schmitz-Feuerhake**, Inge, **Hoffmann**, Wolfgang, **Pflugbeil**, Sebastian: Wie stichhaltig sind die Dosisbestimmungen für Bevölkerungen durch den Tschernobylfallout? Vergleich der Ergebnisse durch physikalische und biologische Dosimetrie. / How Reliable are the Dose Estimates for Populations Contaminated by Chernobyl Fallout? A Comparison of Results by Physical Reconstruction and Biological Dosimetry. 21
- Sperling**, Karl: Down-Syndrom nach Tschernobyl in Berlin. / Down-Syndrom after Chernobyl in Berlin. 33
- Suskov**, Igor I., **Kuzmina**, Nina S.: The Problems of Induced Genomic Instability in the Child Body Cells under Conditions of Long-Term Effect of Small Radiation Doses. / Probleme verursachter genomischer Instabilität in kindlichen Körperzellen bei chronischen niedrigen Strahlendosen: Transgeneration genome instability in children born from fathers-liquidators and unirradiated mothers. / Generationenübergreifende Genominstabilität bei Kindern mit Liquidatoren als Vätern und nicht strahlenexponierten Müttern. – Genomic instability and health state in children exposed to prolonged radiation by Chernobyl fallout. / Genomische Instabilität und Gesundheitszustand bei Kindern, die chronischer Bestrahlung durch den Fallout von Tschernobyl ausgesetzt waren. 30
- Timchenko**, Olga, **Lynchak**, O., **Kartashova**, S., et al.: Radionuclide Polluted Settlements: the Probability of Birth Defects among the Newborns and Spontaneous Abortions among Women. / Die Wahrscheinlichkeit angeborener Schäden bei Neugeborenen und von Spontanaborten bei Frauen aus mit Radionukliden kontaminierten Siedlungen. 25
- Usatenko**, Volodimir: Report by an Expert of the National Radiation Protection Board of Ukraine. / Expertenbericht aus der Nationalen Strahlenschutzkommission der Ukraine. 17

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft  
Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

# Abstracts

**Yablokow**, Alexey V.: 20 Years after Chernobyl – Myths and Reality. / 20 Jahre Mythen um Tschernobyl und die Realität. 12

**Zhavoronkova**, Ludmila A., **Kholodova**, Nina B.: Reduced Brain Asymmetry and Cognitive Deficit as a Result of Exposure to Radiation after the Chernobyl Catastrophe. / Verminderte Hirnasymmetrie und kognitive Defizite als Ergebnis der Strahlenexposition nach der Katastrophe von Tschernobyl. 43

## Poster

Danylo F. **Gluzman** et al.: Leukemias and Lymphomas in Children of Ukraine in Post-Chernobyl Period. / Leukämien und Lymphome bei Kindern in der Ukraine nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl. 82

Ralph **Graeb**: Der Petkau-Effekt / The Petkau Effect 85

## Bilder / Pictures

Cornelia **Hesse-Honegger**, Strahlenschäden bei Insekten – Dokumentation im Labor, nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl und in der Umgebung kerntechnischer Anlagen. / Radiation Damages in Insects – Laboratory Documentation after the Chernobyl catastrophe and from the vicinity of nuclear facilities. 42

## Theater / theatrical performance

Marina **Schubarth**, Natalia **Bondar**, **Dokumentartheater Ost-Arbeiter**, „Und der Name des Sternes heißt Tschernobyl“ / „And the Name of the Star is Chernobyl“ 87

**Montag, 3. April 2006 / Monday, April 3, 2006**

9.30 – 11.00 Uhr Sitzung 1 / 9.30 – 11.00 a.m. Session 1:

Die Katastrophe von Tschernobyl und der Umgang mit ihren Folgen (Teil 1)

The Chernobyl Catastrophe and Handling Its Aftermath (Part 1)

## **20 Years after Chernobyl – Myths and Reality**

### **20 Jahre Mythen um Tschernobyl und die Realität**

Alexey V. Yablokov

Centre for Russian Environmental Policy, N. K. Koltzoff Institute of Development Biology, Russian Academy of Sciences, Moscow

#### **English**

In 20 years it became evident, that millions of people in the Northern hemisphere have suffered and will suffer from the Chernobyl catastrophe. Among them: 220.000 evacuees, up to 9.100.000 in the radioactive polluted territories (1 and more Ci/km<sup>2</sup>), up to 830.000 liquidators, up to 2.000.000 children, whose parents belong to the first three groups).

Official secrecy and irreversible state falsification of medical data during the first three years after the catastrophe, as well as absence of authentic medical statistics in the former USSR, defines incompleteness of materials on primary epidemiological consequences of this catastrophe. There are some principal troubles for establishing a direct connection between the level of irradiation and the health effects:

- extremely territorial spotting of the fallout;
- difficulties to account the short-living radionuclides at the first hours, days and weeks after the catastrophe and effects of the “hot particles”;
- too complex picture of the radionuclides transformations, migration and bio-concentrations in ecosystems;
- little known specific effect of each radionuclide;
- different biological effects of an internal and external irradiation.

These troubles make scientifically ill-founded requirements of the “strong correlation” of the level of Chernobyl irradiation with particular health effects. All these difficulties for understanding the real consequences of the Chernobyl radioactive fallout make all statements about the insignificance of the catastrophe for public health (e.g., “Chernobyl Forum Report”, September 2005) scientifically not proved.

For reveal of the real Chernobyl catastrophe consequences especially valuable compare of the same groups during the some periods after catastrophe, and comparisons of the populations in territories, identical on geographical, social and economic conditions, and differs only by a level of irradiation.

#### **German**

Im Lauf der zwanzig Jahre haben Millionen Menschen in der nördlichen Hemisphäre durch die Katastrophe von Tschernobyl gelitten, leiden noch darunter und werden künftig darunter leiden. Dazu gehören: 220.000 Evakuierte, bis zu 9.100.000 Menschen in radioaktiv verschmutzten Gebieten (1 und mehr Ci/km<sup>2</sup>), bis zu 830.000 Liquidatoren (Aufräumarbeiter) und bis zu 2.000.000 Kinder, deren Eltern diesen drei Gruppen angehören.

Offizielle Geheimhaltung und irreversible Fälschungen der medizinischen Daten von Staatsseite her in den ersten drei Jahren nach dem Unfall charakterisieren die Unvollständigkeit der Materialien zu den primären epidemiologischen Folgen dieser Katastrophe. Es gibt einige grundsätzliche Schwierigkeiten, eine direkte Verknüpfung zwischen der Höhe der Exposition und den gesundheitlichen Folgen herzustellen, wegen

- der räumlich sehr unterschiedlichen Intensität des Fallouts (Bildung von spots)
- der Schwierigkeiten, die Bestrahlung mit kurzlebigen Radionukliden in den ersten Stunden, Tagen und Wochen nach der Katastrophe zu erfassen, und der Wirkungen der „heißen Partikel“
- des überaus komplexen Bildes der Transformationen, der Migration und der Bio-konzentration der Radionuklide in den Ökosystemen
- der wenig bekannten spezifische Wirkung jedes Radionuklids
- der unterschiedlichen biologischen Wirkungen innerer und äußerer Bestrahlung

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft  
Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

Diese Schwierigkeiten lassen Forderungen nach einer „starken Korrelation“ der Höhe der Bestrahlung nach Tschernobyl mit besonderen gesundheitlichen Folgen wissenschaftlich unbegründet erscheinen. Diese Schwierigkeiten beim Verstehen der realen Folgen der radioaktiven Fallouts von Tschernobyl bedeuten auch, daß jegliche Behauptung der Insignifikanz dieser Katastrophe für die allgemeine Gesundheit (wie etwa der „Chernobyl Forum Report“, September 2005) wissenschaftlich nicht bewiesen ist.

Um die wirklichen Folgen der Katastrophe von Tschernobyl aufzudecken wäre es besonders wertvoll, dieselben Gruppen über einen größeren Zeitraum zu beobachten und mit Populationen zu vergleichen, die hinsichtlich der geographischen, sozialen und wirtschaftlichen Bedingungen gleich, und nur im Hinblick auf die Höhe der Bestrahlung unterschiedlich sind.

**Montag, 3. April 2006 / Monday, April 3, 2006**

9.30 – 11.00 Uhr Sitzung 1 / 9.30 – 11.00 a.m. Session 1:

Die Katastrophe von Tschernobyl und der Umgang mit ihren Folgen (Teil 1)

The Chernobyl Catastrophe and Handling Its Aftermath (Part 1)

## **Katastrophale Sprachregelungen bei WHO und IAEA**

### **Catastrophic Phrasemongering by WHO and IAEA**

Sebastian Pflugbeil

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V./ German Society for Radiation Protection, Berlin

Vom ersten Tag der Katastrophe in Tschernobyl an wurde versucht, das Ausmaß der Katastrophe geringer erscheinen zu lassen als es tatsächlich war. Geheimhaltungsvorschriften von Ministerien der UdSSR und des KGB zu allen relevanten Fragen, verharmlosende Erklärungen hochrangiger Wissenschaftler und Politiker behinderten nicht nur die Erfassung wichtiger Daten, sie behinderten auch die Durchführung wirksamer Hilfsmaßnahmen. Noch verantwortungsloser erscheint, daß auch hochrangige Wissenschaftler und Politiker im Westen die Probleme herunterspielten. Sie mußten den KGB nicht fürchten und haben dennoch Einschätzungen abgegeben, die menschenverachtend und fachlich unqualifiziert waren. Die IAEA hat sich erst 1991 im Internationalen Tschernobylprojekt zur Situation nach der Katastrophe geäußert – und die Verschleierungspolitik der Sowjetunion auf internationaler Ebene übernommen. „Die untersuchten Kinder waren im Allgemeinen gesund“ – schon damals war das gelogen, obwohl wir heute viel besser belegen können, wie sich der Gesundheitszustand der Kinder verschlechtert hat. Zum 20 Jahrestag der Katastrophe hat das Tschernobylforum eine Einschätzung der Situation nach der Katastrophe vorgelegt, die die Politik der Verharmlosung auf die Spitze treibt. Die Botschaft des Tschernobylforums ist „Kein Grund zur Beunruhigung“. Um zu einer solchen Bewertung zu kommen, müssen sogar die Ergebnisse der eigenen Studien verbogen werden. Man muß Presseerklärungen in die Weltmedien bringen, die bedrohliche Zahlen der eigenen Studie unterschlagen. Man muß verschweigen, daß es in Europa größere Gesundheitsprobleme gibt als in den drei bekanntermaßen betroffenen Staaten Ukraine, Belorußland und Rußland. Das ist bemerkenswert, weil diesbezügliche Angaben sogar in mehreren UNSCEAR-Berichten zu finden sind. Das Tschernobylforum, an dem UNSCEAR beteiligt ist, sagt dazu kein einziges Wort.

Die Darstellung der Situation nach Tschernobyl auf der Ebene der UNO wird gesteuert durch die IAEA. Die Denkweise dieser Organisation wird

treffend durch den zum Zeitpunkt der Katastrophe verantwortlichen Generaldirektor der IAEA, Hans Blix, formuliert: „Angesichts der Wichtigkeit der Kernenergie könnte die Welt einen Unfall vom Ausmaß Tschernobyl pro Jahr ertragen.“ Das Tschernobylforum möchte die Debatten um die Katastrophenfolgen beenden. Wir wollen wissen, welche Folgen die Katastrophe hat, um zielgerichtet helfen und rationale Konsequenzen für eine menschenfreundliche Energieversorgung durchsetzen zu können.

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft  
Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

**Montag, 3. April 2006 / Monday, April 3, 2006**

9.30 – 11.00 Uhr Sitzung 1 / 9.30 – 11.00 a.m. Session 1:

Die Katastrophe von Tschernobyl und der Umgang mit ihren Folgen (Teil 1)

The Chernobyl Catastrophe and Handling Its Aftermath (Part 1)

**The Situation in Ivankov, 40 Kilometers from Chernobyl: The Mayor reports**

**Die Situation in Ivankov, 40 Kilometer vor Tschernobyl: Der Bürgermeister berichtet**

Ivan Kirimov

Staatliche Rayonverwaltung Ivankov, Ukraine

**Montag, 3. April 2006 / Monday, April 3, 2006**

11.30 – 13.00 Uhr Sitzung 2 / 11.30 a.m. – 1.00 p.m. Session 2:

Die Katastrophe von Tschernobyl und der Umgang mit ihren Folgen (Teil 2)

The Chernobyl Catastrophe and Handling Its Aftermath (Part 2)

## **Klinische Strahlenbiologie in der Gerichtsmedizin: Lethale autoimmunologische Erkrankung eines LKW-Fahrers nach der Tschernobyl-Explosion**

### **Clinical Radiation Biology in Forensic Medicine. Lethal Autoimmune Illness of a Truck Driver After the Chernobyl Explosion**

Szabolcs Mózsai

Semmelweis-Universität Budapest, Klinik für Medizinische Radiologie, Budapest, Ungarn

#### **German**

K. S. / 38 Jahre alt / war ein LKW-Fahrer beim Volán Tefu Transportunternehmen in Budapest. 2 Monate nach der Tschernobyl-Explosion wurde er nach Kiew geschickt. Im September 1991 war er bereits sehr krank und ist am 28. März 1992 in der Universität für Ärztliche Fortbildung gestorben.

Sektionsbefund: generalisierte Erkrankung des Bindegewebes, Leukose, Abszesse. Todesursache: Lungenödem.

Histologische Befunde: generalisierte Autoimmunkrankheit / Vaskulitis, Pneumonitis, Nephritis, Hepatitis. Das internistisch-medizinische und histologische klinische Bild hat autoimmunologische, morphologische und funktionelle Veränderungen gezeigt. Die Mundhöhle und die Speiseröhre war von einer dicken Candida albicans Pilzschicht völlig bedeckt.

Als klinischer Strahlenbiologe und Hämatologie-Experte habe ich vom Gerichtsmedizinischen Institut der Universität nur die Krankheits- und die Sektionsprotokolle, sowie einige histologische Schnitte bekommen um die Strahlung als Ursache zu bestätigen oder auszuschließen.

Man muß wissen, daß bei uns die Probleme von Tschernobyl entsprechend den internationalen Erwartungen verschwiegen und unterdrückt werden. In den angewandten Wissenschaften herrscht die Politik.

Meine Diagnose war:

strahlenbiologisch:

Laesio radiologica sec. Gauwerky, Grad IV  
Kumulative somatische Späteffekte

klinisch:

M. autoimmunologicus post irradiationem

Schema nach Komissarow: Stufe III/f

Bild einer irreversiblen Strahlenschädigung / 4.  
Februar 1993./

Von 11 LKW-Fahrern, die im Sommer 1986 in Kiew und Umgebung Transporte geleistet haben, sind 8 Männer gestorben. Obwohl die Strahlung als Todesursache von den nuklearen und medizinischen Behörden nicht anerkannt war, hat das Oberste Landesgericht meine Meinung akzeptiert. Witwe und Tochter haben ihren Prozeß gewonnen.

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft  
Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

## Ursachen und Umstände des Unfalls von Tschernobyl und seine Folgen - Expertenbericht aus der Nationalen Strahlenschutzkommission der Ukraine

Report by an Expert of the National Radiation Protection Board of Ukraine

Volodimir Usatenko

Experte der Nationalen Strahlenschutzkommission der Ukraine, Berater des Ukrainischen Parlaments für Tschernobylfragen, Kiew

### Russian

Тезисы доклада на конференции в г. Берлине  
2.04.2006 г.

1. Обстоятельства, причины и характер аварии реактора 4-го энергоблока Чернобыльской АЭС 26.04.86 года (новые данные, полученные на основе анализа отчетов научно-исследовательских организаций с 1986 по 2005 год).
  2. Современное состояние Чернобыльской АЭС, состояние объектов содержащих радиоактивные отходы, сведения о работах производимых на ЧАЭС и на территории зоны отчуждения.
  3. Состояние Чернобыльского «Саркофага», перспективы сооружения «нового безопасного конфаймента».
  4. Международная помощь и ее эффективность.
  5. Радиоактивные отходы Украины.
  6. Проблемы населения, проживающего на загрязненных, вследствие Чернобыля территориях.
  7. Уроки Чернобыля.
3. Zustand des „Sarkophags“ von Tschernobyl und die Perspektiven der Errichtung einer „neuen, sicheren Umhüllung (Confinement)“.
  4. Internationale Hilfe und ihre Effektivität
  5. Die radioaktiven Rückstände in der Ukraine
  6. Probleme der Bevölkerung in den als Folge von Tschernobyl kontaminierten Gebieten.
  7. Lehren aus Tschernobyl

Усатенко Владимир, эксперт Национальной комиссии радиационной защиты Украины.

### German

Themen des Vortrags:

1. Ursachen, Umstände und Wesen des Unfalls im 4. Reaktorblock des Atomkraftwerks Tschernobyl am 26.4.1986; neue Daten, die auf der Grundlage einer Analyse der Berichte forschender wissenschaftlicher Organisationen gewonnen wurden.
2. Gegenwärtiger Zustand des AKW Tschernobyl; Zustand der Objekte, die noch radioaktive Reste enthalten; Angaben zu den Arbeiten am AKW und in der Sperrzone.

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

Internationaler Kongreß, Berlin 3. – 5. April 2006 / International Congress, Berlin April 3 to 5 2006

Montag, 3. April 2006 / Monday, April 3, 2006

11.30 – 13.00 Uhr Sitzung 2 / 11.30 a.m. – 1.00 p.m. Session 2:

Die Katastrophe von Tschernobyl und der Umgang mit ihren Folgen (Teil 2)

The Chernobyl Catastrophe and Handling Its Aftermath (Part 2)

## On the Physical Nature, the Strength and the Center of the Explosion in Block 4 of the Chernobyl NPP

### Über die physikalische Natur, die Stärke und das Zentrum der Explosion im Block 4 der KKW Tschernobyl

Konstantin P. Checherov

RSC Kurchatov Institute, Moscow

**О физической природе и параметрах взрыва (энерговыведении физических и химических реакций при развитии аварийных процессов) в реакторной установке 4-го энергоблока Чернобыльской АЭС**

**On the Physical Nature and Parameters of the Explosion (Energy Release of Physical and Chemical Reactions in the Time of the Accident Processes Development) in Block 4 of the Chernobyl NPP**

**Zur physikalischen Natur und den Parametern der Explosion (der Energieerzeugung der physikalischen und chemischen Reaktionen bei der Entwicklung des Unfallgeschehens) in der Reaktoranlage des Blocks 4 des AKW Tschernobyl**

Чечеров К. П.

Konstantin P. Checherov

RSC Kurchatov Institute, Moscow

#### Russian

20 лет в СМИ и научно-технических публикациях продолжается заочная дискуссия об основных вопросах связанных с аварией реакторной установки 4-го энергоблока Чернобыльской АЭС в 1986 г. (причинах разрушительного энерговыведения, его физической природы, развитии и длительности процессов аварии и их последствиях).

В представленном докладе рассмотрены некоторые физико-технические аспекты, связанные с развитием представлений о процессах развития аварии реакторной установки 4-го энергоблока Чернобыльской АЭС. Показано, что в результате многократного повторения априорных представлений 1986 года о начале и развитии аварии было сложено *устойчивое мнение*, что разрушение реактора вызвали *два тепловых взрыва, которые последовали за катастрофически быстрым увеличением мощности реактора* и явились причиной начального выброса радиоактивности в атмосферу. Рассмотрены главные

канонизированные постулаты: сколько было взрывов, где именно они произошли, как это было определено, какова природа зафиксированных событий, каковы их причины, какие параметры были для них характерны.

Представлены экспериментальные основания для отказа от устойчивого мнения о двух взрывах в пользу *одного* взрыва на фоне менее значительных толчков, очевидных обоснований происхождения которых более, чем достаточно. Анализ разрушений строительных конструкций показал, что область центра очага этого взрыва находилась вне шахты реактора, над шахтой реактора, в пределах шатра центрального зала, на высоте ~ 55 ÷ 65 м над уровнем земли. Приведены установленные параметры (мощность, давление, температура), развитые во время взрыва. Сделано сравнение уровня, мощности и условий энерговыведения некоторых экзотермических физических и химических реакций в ходе развития аварийных процессов в реакторной установке. Показано, что доминирующими источниками энерговыведения в аварийной реакторной

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

Montag, 3. April 2006 / Monday, April 3, 2006

11.30 – 13.00 Uhr Sitzung 2 / 11.30 a.m. – 1.00 p.m. Session 2:

Die Katastrophe von Tschernobyl und der Umgang mit ihren Folgen (Teil 2)

The Chernobyl Catastrophe and Handling Its Aftermath (Part 2)

установке являлись ядерные цепные реакции деления тяжелых ядер, однако ускорению роста энерговыделения цепных реакций деления способствовало разрушение барьеров (прежде всего, оболочек твэл), отделяющих высокотемпературные и химически активные компоненты облученного ядерного топлива от теплоносителя. Разрушение барьеров сопровождалось цепью химических реакций типа  $(m \cdot Me + n \cdot H_2O \rightarrow Me_m O_n + n \cdot H_2 \uparrow + Q)$  и последующим ростом реактивности вследствие распределения диспергированного ядерного топлива в объеме топливного канала выше области перегрева и разгерметизации твэл. Снижение температуры Me (из-за пространственного разделения ядерного топлива и материала оболочки твэл) с одновременным уменьшением плотности теплоносителя (вследствие запаривания канальных труб из-за контакта ядерного топлива и продуктов деления с водой при разгерметизации твэл) приводит к резкому уменьшению выхода  $H_2$ . Рассмотрены условия возможности образования взрывоопасной газовой смеси при разгерметизации контура многократной принудительной циркуляции. Сделан вывод о том, что **по физической природе доминирующего источника энерговыделения в процессе развития аварии взрыв был ядерным**, хотя и весьма маломощным (если сравнивать со взрывами самых малых ядерных боеприпасов, когда развиваются температуры на четыре порядка выше, а давления – на шесть порядков больше). Существенно, что в такой апостериорной модели взрыва активной зоны реакторной установки нет оснований для предположений о последующем возврате 97 % ядерного топлива назад в шахту реактора и в подреакторные помещения, и только принятие заинтересованных консервативных оценок вынуждает декларировать экспериментально неуставленные оценки.

Показано, что анализ аварийных процессов, основанный на экспериментально установленных фактах в результате многолетних исследований послеаварийного состояния реакторной установки и строительных конструкций здания энергоблока, требует отказа от многих моделей развития аварии, которые были

доминирующими в 1986 г. И (хоть это печально, но, по большому счету, оптимистично) важно осознать, что это был один из крупнейших реакторов, и если во время аварии в результате ядерного взрыва была выброшена существенно большая часть накопленной активности, то, видимо, большей аварии, в принципе, быть не может.

В докладе приводятся многочисленные фотографии, сделанные после аварии внутри помещений разрушенного энергоблока, в том числе внутри шахты реактора (в объеме бывшего реакторного пространства), под бывшей активной зоной, в центральном зале (над шахтой реактора).

### English

20 years discussion by default on basic questions, connected with accident of reactor of ChNPP-4 in 1986 (causes of destructive energy release, its physical nature, development and duration of accident processes and their consequences), lasts in mass-media and scientific and technical publications.

Presented report is considering some physical and technical aspects connected with development of ideas about accident processes of reactor of Chernobyl NPP-4. It is showed as in result of many times repeated a priority ideas of 1986 on the beginning and development of accident it was made **stable opinion** that destruction of reactor was caused by **two thermal explosions which were followed after catastrophic fast increase of reactor power** and were reason of first throw out radioactivity in atmosphere. Main canonized postulates are considered: how many were explosions, where they were, how it was determined, what nature of fixed events was, what causes of these events were, what parameters were characteristic for them?

There are presented experimental foundations for renunciation of two explosions stable opinion in favour of **one** explosion against a background of less significant shocks, origin of which has obvious basis, in the report. Analysis of building destructions showed that the center of the explosion was outside reactor shaft, above reactor shaft, within the bounds of central hall, at a height of  $\sim 55 \div 65$  m above ground. Some fixed

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

Internationaler Kongreß, Berlin 3. – 5. April 2006 / International Congress, Berlin April 3 to 5 2006

parameters, which were developed during explosion (power, pressure, temperature), are added. There was made comparison of level, power and conditions of energy release of some exothermal physical and chemical reactions during accident processes development in reactor. It was showed that dominant sources of energy release in accident engine were fission chain reactions of heavy nucleuses, but destruction of barriers between high temperature and chemical active components of nuclear fuel and coolant (fuel jackets) promoted for acceleration of fission energy release increase. Destruction of barriers was accompanied by series of chemical reactions such kinds as  $(m \cdot \text{Me} + n \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Me}_m\text{O}_n + n \cdot \text{H}_2 \uparrow + Q)$  and next increase of reactivity because of distribution of dispersed fuel in volume of fuel channel above region of superheating and breaking of fuel jackets. Reduction of Me-temperature (because of separating fuel and material of fuel jackets) when coolant density decreases (because of steaming of fuel channels through contact hot fuel and fission products with water coolant) led to sharp decrease of generation of  $\text{H}_2$ . Conditions of generation of explosive gas mixture are considered in the case of destruction of circulation loop. Conclusion is such: **according to physical nature of dominant source of energy release during accident processes the explosion was nuclear**, but very small power (in comparison with explosions of most little nuclear ammunitions when temperature is more on four orders and pressure is more on six orders). It is essential, that there is not foundation for assumption on next return of 97 % fuel back into the reactor shaft and under-reactor rooms in such a posteriori model. And only adoption interested conservative estimates compels to declare non fixed experimentally appraisals.

It was showed that accident processes analysis, which was founded on experimental fixed facts (in results many years investigations inside post-accident reactor and building constructions) demands to withdraw many dominating accident development models of 1986. And although it is very sad subject, but in the end it is very optimistic to realize (to understand) that it was one of the most reactor, and if during accident in result of nuclear explosion there was threw out most part of radioactivity accumulated in core, so it will be not more accident in principal.

There are presented many photos made after accident inside destructed NPP-unit rooms, including photos inside reactor shaft (in the volume of ex-reactor space), under ex-core, in the central hall (above reactor shaft).

### German

Seit 20 Jahren wird in den Massenmedien und in wissenschaftlich-technischen Publikationen über grundlegende Fragen im Zusammenhang mit dem Unfall in der Reaktoranlage des 4. Blocks des AKW Tschernobyl 1986 eine Ferndiskussion geführt. Dabei geht es um die Ursachen der zerstörerischen Energieerzeugung, ihre physikalische Natur sowie die Entwicklung und die Dauer der Unfallprozesse und ihre Folgen.

Im vorliegenden Beitrag werden einige physikalisch-technische Aspekte betrachtet, die mit der Herausbildung von Vorstellungen über den Ablauf des Reaktorunfalls von Tschernobyl zusammenhängen.

Es wird gezeigt, daß durch vielfache Wiederholung apriorischer Vorstellungen, die 1986 über Anfang und Verlauf des Unfalls herrschten, **eine etablierte Meinung** entstand, der zufolge zwei thermische Explosionen, die auf eine katastrophal schnelle Steigerung der Leistung des Reaktors folgten, zur Zerstörung des Reaktors geführt hätten und somit Ursache erster Freisetzungen von Radioaktivität in die Atmosphäre seien. Die wesentlichen kanonisierten Postulate werden erörtert: wie viele Explosionen gab es, wo genau fanden sie statt, wie wurde das festgestellt, welcher Natur waren die protokollierten Zustände, welches ihre Ursachen und welche Parameter sind für sie charakteristisch?

Es werden experimentelle Gründe für die Ablehnung der etablierten Annahme zweier Explosionen dargelegt, und die Annahme vertreten, daß sich **eine** Explosion vor dem Hintergrund weniger bedeutsamer Schockzustände ereignete, deren Entstehung mehr als begründet ist. Die Analyse der Zerstörung des Gebäudes zeigt, daß das Zentrum des Explosionsherdes sich außerhalb des Reaktorschachtes befand, über dem Reaktorschacht innerhalb der Kuppel des Zentralraumes, in ungefähr 55 bis 65 Metern Höhe über dem Erdboden. Die gängigen Parameter (Kraft, Druck, Temperatur), wie sie sich im Verlauf der Explosion ent-

**Montag, 3. April 2006 / Monday, April 3, 2006**

11.30 – 13.00 Uhr Sitzung 2 / 11.30 a.m. – 1.00 p.m. Session 2:

Die Katastrophe von Tschernobyl und der Umgang mit ihren Folgen (Teil 2)

The Chernobyl Catastrophe and Handling Its Aftermath (Part 2)

wickelt haben, werden herangezogen. Vergleiche der Höhe, der Stärke und der Bedingungen der Energieerzeugung einiger exothermischer physikalischer und chemischer Reaktionen im Ablauf der Unfall-Prozesse in der Reaktoranlage wurden angestellt. Es wurde gezeigt, daß die dominierenden Quellen der Energieerzeugung in der havarierten Reaktoranlage die Fissions-Kettenreaktionen schwerer Kerne waren, jedoch zu einer beschleunigten Zunahme der Energiefreisetzung durch die Kettenreaktionen die Zerstörung der Barrieren (vor allem die der Hüllen der Brennstäbe) beitrug, die die heißen und chemisch aktiven Komponenten des bestrahlten Kernbrennstoffes vom Kühlmittel trennen. Die Zerstörung dieser Barrieren wurde von einer Kette chemischer Reaktionen des Typs  $(m \cdot \text{Me} + n \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Me}_m \text{O}_n + n \cdot \text{H}_2 \uparrow + Q)$  und in der Folge von einer Zunahme der Reaktivität begleitet, die als Folge der Ausbreitung des dispersierten Kernbrennstoffes im Brennstoffkanal oberhalb des Bereichs der Überhitzung und wegen des Brüchigwerdens (Dishermetisation) der Brennstoffhülsen erfolgte. Das Absinken der Me-Temperaturen (wegen der räumlichen Trennung des Kernbrennstoffes und des Hülsenmaterials) bei gleichzeitiger Verringerung der Dichte des Kühlmittels (infolge Schmelzen der Rohre des Brennstoffkanals durch Kontakt des Brennstoffes und seiner Spaltprodukte mit Wasser beim Undichtwerden der Hülsen) führten zu einem steilen Abfall der  $\text{H}_2$ -Bildung. Untersucht wurden die möglichen Bedingungen der Bildung eines hochexplosiven Gasgemisches beim Undichtwerden des geschlossenen Kreislaufes.

Die Schlußfolgerung ist: *entsprechend der physikalischen Natur der wesentlichen Quelle der Energiefreisetzung während des Unfalls war die Explosion eine Kernexplosion*, aber auch höchst schwach (im Vergleich mit der Explosion selbst der kleinsten Nuklearwaffe, bei der 4 Potenzen höhere Temperaturen und 6 Potenzen höhere Drücke entstehen). Wesentlich ist, daß es bei diesem angenommenen Modell der Explosion der aktiven Zone des Reaktors keine Begründung für die Hypothese gibt, 97 Prozent des Kernbrennstoffes seien später in den Schacht und die Räume unter dem Reaktor zurückgefallen. Und nur die Übernahme interessengebundener konservativer Bewertungen macht es erforderlich, eine experimentell nicht nachgewiesene Einschätzung zu

verkünden. Eine Analyse der Unfall-Prozesse gestützt auf experimentell erhärtete Fakten als Resultat langjähriger Untersuchungen des Zustandes der Reaktoranlage und der Gebäudekonstruktion nach dem Unfall erfordert, wie wir zeigen konnten, die Verwerfung vieler Modelle des Unfallgeschehens, die 1986 die Diskussion dominierten. Außerdem muß man begreifen, daß dies einer der größten Reaktoren war, und wenn zum Zeitpunkt des Unfalls der deutlich größte Teil der akkumulierten Aktivität infolge der Kernexplosion ausgestoßen wurde, so kann es offenbar auch einen größeren Unfall nicht geben.

Es werden im Laufe des Vortrags zahlreiche Fotografien gezeigt, die nach dem Unfall in den Räumen des zerstörten Reaktorgebäudes aufgenommen wurden, darunter auch aus dem Schacht des Reaktors (Bereich der früheren Reaktorkammer) unter der ehemaligen aktiven Zone und aus dem Zentralraum (über dem Reaktorschacht).



## Uranium and Plutonium in the Environment: Levels and Sources of the Contamination

### Uran und Plutonium in der Umwelt: Umfang und Quellen der Kontamination

Vladislav Mironov, S. Pribylev

International Sakharov Environmental University (ISEU), Minsk

#### English

Presently uranium isotopic content in soil horizons is determined by the following sources: 1 – the migration of natural uranium from the bedrock; 2 – the nuclear weapon tests in the atmosphere; 3 – the emissions as a result of accidents at the enterprises of nuclear fuel cycle; 4 – use of an ammunition on the basis of depleted uranium; 5 – research works. An isotopic composition depends on a source of contamination. The  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}_{\text{mass}}$  ratio for naturally occurring uranium is equal to 0.00725 g/g, for Chernobyl originated uranium and depleted uranium this ratio is reported to be of 0.0084 g/g and 0.0032 g/g, respectively. Typical concentrations of natural uranium in soil are in the order of 0.1-2 g per tonne depending on the type of soil. The uranium fallout rate of 0.38  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  per year for the upper Volga river area with atmospheric precipitations caused by intensive nuclear weapon tests has not led to noticeable uranium contamination of soil surface. Among other uranium isotopes there is  $^{236}\text{U}$  ( $T_{1/2} = 23,4$  My). In naturally occurring uranium,  $^{235}\text{U}$  ( $n,\gamma$ )  $^{236}\text{U}$  reaction is produced by neutrons generated by cosmic irradiation, spontaneous fission or ( $\alpha,n$ ) reaction on light nuclei, and the  $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$  isotope ratio is expected to be about  $10^{-14}$  g/g in the environment. In spent nuclear fuel the  $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$  ratio can exceed  $10^{-3}$  g/g depending on the reactor type and the history of fuel burn. Due to the difference of  $^{236}\text{U}$  concentration in natural uranium and spent uranium by 7 to 11 orders of magnitude  $^{236}\text{U}$  is a useful «fingerprint» of uranium originating from a nuclear reactor or accelerator driven system. Recently, the determination of  $^{236}\text{U}$  in addition to isotopic analysis was recognized by International Atomic Energy Agency (IAEA) as an important signature to differentiate types of sources of contamination. The  $^{236}\text{U}$  presence in environmental samples represents a good indication that nuclear material had been handled in the vicinity.

The nuclear weapon tests (global spreading) and the emissions in the result of accidents at the power reactor facilities and research centers (local contamination) are considered to be the sources of plutonium contamination. The activity ratio  $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$  for global fallouts and Chernobyl originated plutonium is reported to be 0.026 Bq/Bq and 0.51 Bq/Bq respectively. The measured values of  $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$  ratio are found to be within the indicated limits. The presence of reactor originated plutonium is indicated by a  $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$  ratio of more than 0.06 Bq/Bq. The contamination level of soil with “bomb” plutonium for the middle latitudes of northern hemisphere makes 58 Bq/m<sup>2</sup> for  $^{239+240}\text{Pu}$ , 730 Bq/m<sup>2</sup> for  $^{241}\text{Pu}$  and 1.5 Bq/m<sup>2</sup> for  $^{238}\text{Pu}$ . In case of the accident at power reactor facilities (Chernobyl, Sellafield, Windscale etc.) the local contamination level can be up to 60-70 kBq/m<sup>2</sup> for  $^{239,240}\text{Pu}$ . In case of an emergency at the research centers isotopic composition of uranium and plutonium can be quite various and it is very difficult to estimate the possible local contamination levels and isotope ratios because of lack of information in the mass media.

#### German

Zur Zeit ist der Gehalt an Uranisotopen in Bodenschichten durch die folgenden Quellen bestimmt: 1. die Wanderung von Natururan aus gewachsenem Gestein, 2. Nuklearwaffentests in der Atmosphäre, 3. Emissionen aufgrund von Unfällen bei Unternehmungen des nuklearen Brennstoffzyklus, 4. Gebrauch von Waffen mit abgereichertem Uran und 5. Forschungsarbeiten. Die isotopische Zusammensetzung hängt von der Quelle der Kontamination ab. Das Verhältnis  $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}_{\text{mass}}$  für natürlich vorkommendes Uran beträgt 0,00725 g/g; für Uran und abgereichertes Uran aus dem Unfall von Tschernobyl wird ein Verhältnis von 0,0084 g/g bzw. 0,0032 g/g berichtet. Typische Urankonzentrationen im Erdboden liegen in der Größenordnung von 0,1-0,2 g pro Tonne, je nach

Typ des Bodens. Die Uran-Falloutrate von 0,38  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  pro Jahr für das Gebiet am oberen Flußlauf der Wolga mit durch intensive Waffentests verursachten atmosphärischen Niederschlägen hat nicht zu einer merklichen Kontaminierung der Bodenoberfläche geführt. Neben anderen Uranisotopen gibt es  $^{236}\text{U}$  ( $T_{1/2} = 23,4$  My). Bei natürlich vorkommendem Uran wird die  $^{235}\text{U}$  ( $n, \gamma$ )  $^{236}\text{U}$ -Reaktion durch Neutronen produziert, die durch kosmische Strahlung, spontane Spaltung oder ( $\alpha, n$ ) Reaktion auf leichte Kerne generiert wurden, und das Verhältnis der  $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$ -Isotopen in der Umwelt wird bei etwa  $10^{-14}$  g/g erwartet. In abgebranntem Nuklearbrennstoff kann das  $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$ -Verhältnis höher als  $10^{-3}$  g/g sein, was vom Reaktortyp und der Verbrennungsgeschichte abhängt.

Wegen des Unterschiedes in der  $^{236}\text{U}$ -Konzentration bei natürlichem und verbrauchtem Uran von 7 bis 11 Größenordnungen ist  $^{236}\text{U}$  ein nützlicher „Fingerabdruck“ für Uran, das aus einem Kernreaktor oder beschleunigergetriebenen System stammt. Kürzlich hat die Internationale Atomenergieorganisation (IAEA) die Bestimmung von  $^{236}\text{U}$  zusätzlich zur Isotopenanalyse als wichtiges Kennzeichen zur Differenzierung von Typen von Kontaminierungsquellen anerkannt. Das Vorhandensein von  $^{236}\text{U}$  in Umweltproben ist ein wichtiges Indiz, daß in der näheren Umgebung Nuklearmaterial eingesetzt wurde.

Die Atomwaffentests (globale Ausbreitung) und die Emissionen aufgrund von Unfällen in Kernkraftwerken oder Forschungseinrichtungen (lokale Kontaminierung) werden als Quellen der Plutoniumkontamination angesehen. Das Aktivitätsverhältnis  $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$  wird für globale Fallouts und für Plutonium aus Tschernobyl mit 0,026 Bq/Bq bzw. 0,51 Bq/Bq angegeben.

Die gemessenen Werte des Verhältnisses  $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$  liegen innerhalb dieser Grenzen. Auf das Vorhandensein von Plutonium aus Reaktoren weist ein Verhältnis  $^{238}\text{Pu}/^{239+240}\text{Pu}$  von über 0,06 Bq/Bq hin. Der Kontaminierungsgrad des Bodens mit „Bomben“-Plutonium beträgt für die mittleren Breitengrade der nördlichen Hemisphäre für  $^{239+240}\text{Pu}$  58 Bq/m<sup>2</sup>, 730 Bq/m<sup>2</sup> für  $^{241}\text{Pu}$  und 1,5 Bq/m<sup>2</sup> für  $^{238}\text{Pu}$ . Bei einem Unfall in einem Kernkraftwerk (Tschernobyl, Sellafield, Windscale u. a.) kann der Grad der lokalen Kontamination durch  $^{239,240}\text{Pu}$  bis zu 60-70 kBq/m<sup>2</sup>

betragen. Bei Unfällen in Forschungszentren kann die Isotopenzusammensetzung sehr verschieden sein, und es ist schwierig, die möglichen lokalen Kontaminationsgrade und Isotopenverhältnisse abzuschätzen, weil die Information in den Massenmedien fehlt.

## Wie stichhaltig sind die Dosisbestimmungen für Bevölkerungen durch den Tschernobylfallout? Vergleich der Ergebnisse durch physikalische und biologische Dosimetrie

### How Reliable are the Dose Estimates for Populations Contaminated by Chernobyl Fallout? A Comparison of Results by Physical Reconstruction and Biological Dosimetry

Inge Schmitz-Feuerhake<sup>1</sup>, Wolfgang Hoffmann<sup>2</sup>, Sebastian Pflugbeil<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universität Bremen    <sup>2</sup> Institut für Community Medicine, Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald    <sup>3</sup> Gesellschaft für Strahlenschutz, Berlin  
**German**

Nach Angaben des Komitees für Strahleneffekte der Vereinten Nationen UNSCEAR, auf das sich auch die Weltgesundheitsorganisation WHO bei ihrer Bewertung der Tschernobylfolgen stützt, ist die Strahlenbelastung der Bevölkerung in den kontaminierten Gebieten sehr gering gewesen – außer für die Schilddrüse in den Anrainerländern. Die hauptsächlichlichen Beiträge für die anderen Gewebe sollen – extern und intern - durch die Cäsiumisotope 137 und 134 erzeugt worden sein. Dosisrelevante Nuklide wie Sr-90 und Pu-239 sollen in größeren Entfernungen als 100 km vom Unfallort so gut wie keine Rolle gespielt haben. Selbst für die hochkontaminierten Regionen außerhalb der Evakuierungszone mit Cs-137-Bodenbelastungen von mehr als 37 kBq/m<sup>2</sup> ergab sich danach nur eine mittlere effektive Dosis von etwa 10 mSv. Für das Nachbarland Türkei und die weiter entfernt liegenden mitteleuropäischen Länder bleiben die Dosisangaben unter 1,2 mSv (effektive Dosis).

Diese Angaben stehen im Gegensatz zu Ergebnissen der biologischen Dosimetrie. Verschiedene Forschungsgruppen untersuchten strahlenspezifische zytogenetische Veränderungen in den Lymphozyten von Personen aus den kontaminierten Gegenden direkt nach dem Unfall oder einige Jahre später. In der Mehrheit der Untersuchungen waren die aufgetretenen Raten instabiler und stabiler Chromosomenaberrationen erheblich größer – und zwar um bis zu 1 bis 2 Größenordnungen – als anhand der physikalischen Dosisabschätzungen erwartet werden konnte. Des weiteren wird in etlichen Studien über das Auftreten multiaberranter Zellen berichtet. Dies weist auf einen bedeutsamen Beitrag von inkorporierter Alphastrahlung hin und spricht dafür, dass die Dosisbeiträge von emittiertem Kernbrennstoff und von

Brutprodukten bei der physikalischen Dosisberechnung nicht vernachlässigt werden dürfen.

#### English

According to the United Nations Committee on the Scientific Effects of Atomic Radiation UNSCEAR which is adopted by the World Health Organisation WHO in evaluating the sequels of the Chernobyl accident the exposure of the population in the contaminated regions was very low – except for the thyroid in the nearby countries. The main contributions for the other tissues are thought to be generated – externally and internally – by the cesium isotopes 137 and 134. Relevant nuclides for the exposure as Sr-90 and Pu-239 are assumed to be negligible in distances greater than 100 km from the plant. Even for highly contaminated regions outside the evacuation zone where more than 37 kBq/m<sup>2</sup> of Cs-237 surface activity were measured the effective dose was estimated to only about 10 mSv. For the neighbouring country of Turkey and the Central European countries in greater distances the estimated exposures remain below 1.2 mSv (effective dose).

These results are in contradiction to findings by biological dosimetry. Several research groups investigated radiation-specific cytogenetic alterations in the lymphocytes of persons in the contaminated regions directly after the accident or some years later. The majority of studies revealed that the rate of unstable and stable chromosome aberrations is much higher – by up to about 1 to 2 orders of magnitude – as would be expected if the physically derived exposures were correct. A further finding was the occurrence of multiaberrant cells which indicate a relevant contribution of incorporated alpha activity. Emitted nuclear fuel and breeding products should therefore be considered in the physical dose calculations.

**Montag, 3. April 2006 / Monday, April 3, 2006**

14.30 – 16.00 Uhr Sitzung 3 / 2.30 – 4.00 p.m. Session 3:

Strahlendosen nach der Katastrophe von Tschernobyl

Radiation Doses after the Chernobyl Catastrophe

## **Wie stichhaltig sind die Dosisbestimmungen für Bevölkerungen durch den Tschernobylfallout? Vergleich der Ergebnisse durch physikalische und biologische Dosimetrie**

### **How Reliable are the Dose Estimates for Populations Contaminated by Chernobyl Fallout? A Comparison of Results by Physical Reconstruction and Biological Dosimetry**

#### **Насколько надежны показатели допустимых доз для населения после Чернобыльской аварии? Сравнение результатов физической и биологической дозиметрии**

Inge Schmitz-Feuerhake<sup>1</sup>, Wolfgang Hoffmann<sup>2</sup>, Sebastian Pflugbeil<sup>3</sup>

Инге Шмитц-Фойерхак<sup>1</sup>, Вольфганг Хоффманн<sup>2</sup>, Себастиан Пфлугбайль<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universität Bremen

<sup>2</sup> Institut für Community Medicine, Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald

<sup>3</sup> Gesellschaft für Strahlenschutz, Berlin

<sup>1</sup> Бременский университет

<sup>2</sup> Факультет общественной медицины, университет им. Эрнста-Моритца Арндта, Грайфсвальд

<sup>3</sup> Общество радиационной защиты, Берлин

#### **Russian**

Согласно данным Научного комитета ООН по изучению воздействия атомной радиации (UNSCEAR), на которые также опирается Всемирная организация здравоохранения ВОЗ в своей оценке последствий Чернобыльской аварии, радиоактивное облучение населения в зараженных областях было весьма незначительным – за исключением щитовидной железы в соседних странах. Основная доля для других видов тканей – внешне и внутренне – якобы была вызвана изотопами цезия 137 и 134. А такие важные для определения дозы нуклиды как Sr-90 и Pu-239 как будто практически не играли никакой роли на больших расстояниях, т.е. в более 100 км от места аварии. Даже в сильно зараженных регионах вне зоны эвакуации с показателем загрязнения почвы Cs-137 в более чем 37 кБк/м<sup>2</sup> впоследствии доза оказалась средне-эффективной, примерно 10 мЗв. Для соседней Турции и более отдаленных стран Центральной Европы показатели дозы не поднимались выше 1,2 мЗв (эффективная доза).

Эти данные противоречат результатам биологической дозиметрии. Различные научно-исследовательские группы изучали вызванные радиацией цитогенетические изменения в лимфоцитах людей из зараженных областей сразу после аварии и несколько лет спустя. В большинстве случаев в ходе исследований был выявлен гораздо более высокий темп роста нестабильных и стабильных aberrаций хромосом, а именно на 1-2 порядка выше, чем это можно было ожидать на основании физических оценок дозы. Далее во многих исследованиях сообщалось о возникновении мульти-абберантных клеток. Это свидетельствует о значительной доле инкорпорированного альфа-излучения и говорит о том, что при физическом расчете дозы нельзя упускать из виду доли дозы, полученной от выбросов ядерного топлива и продуктов деления.

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft  
Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future



**Montag, 3. April 2006 / Monday, April 3, 2006**

14.30 – 16.00 Uhr Sitzung 3 / 2.30 – 4.00 p.m. Session 3:

Strahlendosen nach der Katastrophe von Tschernobyl

Radiation Doses after the Chernobyl Catastrophe

**Zu den verhängnisvollen Konsequenzen durch die Verwechslung von Modell und Wirklichkeit** - Die Grenzwertideologie für dichtungisierende Strahlung auf Organismen ist fehlerhaft und irreführend

**On the Disastrous Consequences of Confusing Model and Reality** – The ideology of limits for dense ionizing radiation applied to organisms is incorrect and misleading

Rolf Bertram

JFB – Institut für Forschung und Bildung, Göttingen

**German**

Für die Wirkung radioaktiver Strahlung auf lebende Systeme werden Modelle verwendet, die den tatsächlichen physikalischen und physiologischen Ereignisablauf der Zerstörung von organismischem Gewebe und Beeinflussung der Stoffwechselfvorgänge nicht oder nicht hinreichend Rechnung tragen. Das gilt insbesondere für Teilchenstrahlung. Zu Gunsten von Plausibilität und bildhafter Vorstellung wird Korpuskularstrahlung als "geschossartige" Schadwirkung im Treffergebiet formuliert. Solche Modellierungen sind unkritisch aus der anorganischen Festkörpertheorie übernommen worden. Eine Übertragung dieser stark vereinfachten Vorstellungen auf hochkomplexe Strukturen und untereinander wechselwirkende Biomolekül-Verbände ist unwissenschaftlich. Die Tatsache, daß in der Spur dichtungisierender Strahlung innerhalb von Milliardstel Sekunden (z.B. allein von einem einzelnen Alphateilchen) Energiebeträge im MeV-Bereich übertragen werden, führt zu einem völlig anderen Bild und damit zu einer anderen Bewertung. Im Interesse des Strahlenschutzes ist eine Korrektur der Grenzwertabschätzung bzw sogar eine Abschaffung der Grenzwerte ein Gebot der Stunde.

**English**

To explain the effect of ionizing radiation on living systems models are used which do not sufficiently correspond with the real physical and physiological process of destruction of organic tissues and of influencing metabolic activities. This is especially true for particle radiation. In order to gain in plausibility and mental illustration corpuscular radiation is described in terms of ballistic damage in a hit area. Such models are uncritically borrowed from inorganic solid-state theory. A transfer of those highly simplified ideas to highly complex structures and interacting biomolecular clusters is not scientific. Considering the fact that the trace of energy by dense ionizing radiation in a billionth of a second (e.g. from a single alpha-particle) transfers amounts of energy in the range of MeV evokes totally different ideas and will have to result in other evaluations. A correction of limit estimation is the dictates of the hour for radiation protection, maybe even an abolishment of limits.

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

## The Radiation-Ecological and Medical-Genetic Consequences of Chernobyl Disaster after Twenty Years and the Prognosis for the Future

### Strahlenökologische und medizinisch-genetische Folgen der Katastrophe von Tschernobyl und die Aussichten für die Zukunft

Alexander I. Glushchenko<sup>1</sup>, Igor I. Suskov<sup>1</sup>, Larisa S. Baleva<sup>2</sup>, Alla E. Sipyagina<sup>2</sup>, Konstantin P. Checherov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> N. I. Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Moscow

<sup>2</sup> Federal Center of the Radiation Defence of Children, Moscow

<sup>3</sup> RSC Kurchatov Institute, Moscow

#### English

The complex analysis of the radiation-ecological and medical-genetic consequences of the Chernobyl Disaster, happened April 26, 1986, has shown the unprecedented consequences which had affected many countries and their population even after twenty years. There is an opinion which have a solid base which says that real accidental Chernobyl release essentially exceed the officially accepted estimation of 50 million Curies (or 3.5 % from content of fuel in reactor RBMK-1000). As the authors point out, the nuclear explosion of Chernobyl has effluented at least 85% of the fuel from the pit of the reactor. This corresponds to a release of approximately one billion three hundred millions Curi. The pit of the reactor is empty.

During twenty years the emitted transuranium elements, especially Pu-239, have been transforming into the daughter radionuclides (Am-241) which have the relative biological efficiency (RBE) ~ 10-20 and accumulated in environment. This process shows that the negative consequences will be increased. Thus, it is necessary to perform the complex radiation-ecological and medical-genetic monitoring in the zones of the higher risk. Germany has the large experience in the field of the radiation-ecological monitoring.

The long-term medical-genetic monitoring registers the increasing somatic diseases together with the increased level of the chromosome mutagenes and the phenomenon of the «induced genome instability». The state of health and genefund could be estimated through the complex analysis of functional indexes of organism and genetic-immunological data.

The work, mentioned above, allows to give a complex risk estimation of health for the examined local human population, as it has revealed

pre-morbid functional disorders of principal systems and organs, degree of defeat of organism. Also, it has determined the state of stability of the genome of somatic cells, immune deficiency, absorbed doze on the frequency of chromosome aberrations. The genetic prognosis of health of inspected persons and their children may be performed on the base of this data.

In general, the received results form the basis for population diagnostic of functional and geno\immunotoxical effects in modern generations depending on quantities of accumulated doses and levels of radioactivity. It is important for scientifically-grounded outcomes of prophylactic-rehabilitation measures and securing of genetic-ecological safety of population, living on contaminated territories.

The abovementioned confirms the necessity of founding a European network for ecological-genetic monitoring with "Internet" translation of information on radionuclide composition and chromosome/genome aberration levels in people, inhabiting polluted areas, with delivery of prognosis on national television for the «public control». Taking into attention that the main part of the territory of Western Europe is contaminated by the radionuclides of cesium-137, (T1/2 ~30 years), the actuality of problem of the creation of the all-European network of the ecological-genetic monitoring is increasing every year. Besides, possibility of radiation terrorism should be taken into the consideration as well.

#### German

Eine differenzierte Analyse der strahlenökologischen und medizinisch-genetischen Folgen der Katastrophe von Tschernobyl am 26. April 1986 zeigt auch nach zwanzig Jahren immer noch die beispiellosen Konsequenzen für viele Länder und

ihre Bevölkerung. Die Auffassung, daß die Freisetzung durch den Reaktorunfall die offiziell akzeptierte Schätzung von 50 Millionen Curie (oder 3,5% des Brennstoffes im Reaktor RBMK-1000) wesentlich übersteigt, ist gut zu begründen. Die Autoren zeigen, dass die nukleare Explosion von Tschernobyl mindestens 85% des Reaktorbrennstoffes freisetzte. Das entspricht etwa 1 Milliarde 300 Millionen Curie. Die Reaktorgrube ist leer.

In den zwanzig vergangenen Jahren haben sich die Transurane, besonders Pu-239, in Tochter-Radionuklide gewandelt (Am-241), die die relative biologische Wirksamkeit (RBE, relative biological efficiency) von ~10-20 haben, und in der Umwelt angereichert. In diesem Prozess zeigt sich eine Zunahme der negativen Folgen. Es ist folglich notwendig, komplexes radio-ökologisches und medizinisch-genetisches Monitoring in den Zonen mit höherem Risiko zu betreiben. Deutschland hat viel Erfahrung auf dem Gebiet des strahlenökologischen Monitorings.

Langfristiges medizinisch-genetisches Monitoring zeigt den Anstieg somatischer Erkrankungen zusammen mit einem erhöhten Niveau von Chromosom-Mutagenen und das Phänomen der „induzierten genomischen Instabilität“. Der Zustand von Gesundheit und Genfundus könnte durch eine komplexe Analyse funktionaler Indices von organismusbezogenen und genetisch-immunologischen Daten abgeschätzt werden.

Diese Arbeit erlaubt eine komplexe Abschätzung gesundheitlicher Risiken für die untersuchte lokale Bevölkerung, denn sie zeigt prä-morbide Funktionsstörungen wichtiger Systeme und Organe und den Grad der Schwächung des Organismus. Außerdem lassen sich der Stabilitätszustand des Genoms von Körperzellen, Immundefekte und über die Häufigkeit von Chromosomenaberrationen die absorbierten Dosen bestimmen. Auf der Grundlage dieser Daten kann eine genetische Prognose der untersuchten Personen und ihrer Kinder abgegeben werden.

In der Verallgemeinerung bilden die erzielten Ergebnisse die Grundlage für die Populationsdiagnostik funktionaler und geno- bzw. immunotoxischer Quantitäten der akkumulierten Dosen und der Höhen der Radioaktivität. Das ist wichtig für wissenschaftlich fundierte Ergebnisse von Prophylaxe- bzw. Rehabilitationsmaßnahmen und die

Herstellung genetisch-ökologischer Sicherheit der Bevölkerung, die in kontaminierten Gebieten lebt.

Das Gesagte bestätigt, wie notwendig die Gründung eines europäischen Netzwerks für ökologisches und genetisches Monitoring ist, mit Internet-Übertragung von Informationen über die Radionuklidzusammensetzung und die Niveaus von Chromosom-/Genomaberrationen bei Menschen in kontaminierten Gebieten und mit Ausstrahlung der Prognosen über das landesweite Fernsehen zur „öffentlichen Kontrolle“. Bedenkt man, daß der größte Teil Westeuropas mit den Radionukliden des Cäsium-137 (Halbwertszeit ~ 30 Jahre) kontaminiert ist, erscheint die Schaffung eines gesamt-europäischen Netzwerks für ökologisches und genetisches Monitoring mit jedem Jahr dringlicher. Außerdem ist an die Möglichkeit des nuklearen Terrorismus zu denken.

**Населенные пункты, загрязненные радионуклидами: вероятность врожденных дефектов у новорожденных и спонтанных аборт у женщин**

**Radionuclide Polluted Settlements: the Probability of Birth Defects among the Newborns and Spontaneous Abortions among Women**

**Die Wahrscheinlichkeit angeborener Schäden bei Neugeborenen und von Spontanaborten bei Frauen aus mit Radionukliden kontaminierten Siedlungen**

Тимченко О., Линчак О., Карташова С., Омельченко Э., Брезицкая Н., Поканевич Т., Полька Е., Горина О.

Olga Timchenko, Lynchak O., Kartashova S., Omelchenko E., Pokanevich T., Bresizka N., Polka O., Gorina O.

Институт гигиены и медицинской экологии АМН Украины. Украина, г.Киев  
Hygiene and Medical Ecology O.M.Marzeev Institute of Ukraine Academy of Medical Sciences, Kiev

**Russian**

Гипотеза исследования: ионизирующая радиация вызывает хромосомные поломки, естественный отбор элиминирует большую часть эмбрионов и плодов с хромосомными нарушениями, вероятность врожденной патологии у новорожденных может не изменяться, но риск спонтанных абортов увеличивается..

Методы. Рассмотрены случаи рождения детей с врожденной патологией (1004), здоровых доношенных детей (904) и самопроизвольных абортов до 12 недель гестации среди желанных беременностей (1442) у женщин, проживающих в населенных пунктах Киевской области, загрязненных радионуклидами (1999-2003 гг.). Диагноз врожденной патологии верифицирован в Киевском областном центре охраны здоровья матери и ребенка. Индивидуальные накопленные дозы общего облучения рассчитаны по «Общедозиметрической паспортизации населенных пунктов Украины»(2000), дозы облучения щитовидной железы – согласно «Тиреодозиметрической паспортизации» (2000) с учетом года рождения и населенного пункта в момент аварии. Рассчитывали отношение шансов при 95%доверительных интервалах.

Результаты. Повышение вероятности возникновения пороков развития у новорожденных не было выявлено. OR самопроизвольного аборта до 12 недель

гестации для всей группы женщин было равно 1,36 при CI 1,14-1,63, для женщин 19-30 лет – 1,23 при CI 1,00-1,53. Величина эффекта не зависела от дозы общего облучения и облучения щитовидной железы, но значительно увеличивалась при влиянии дополнительных факторов риска.

**English**

*Investigation hypothesis:* ionizing radiation causes chromosomal aberrations, natural selection eliminates the major part of embryos and fetuses with chromosomal aberrations, the probability of the birth defects among the newborns is a constant, at the same time spontaneous abortions risk increases.

*Methods.* Cases of birth defects among newborns (1004), cases of healthy carried children (904) and spontaneous abortions in 1-12 week gestation term among desired pregnancies (1442) were investigated (1999-2003 years) among women who live in radionuclide polluted settlements of Kyiv Region. Diagnoses of the birth defects were verified in Kyiv Region Mother and Baby Health Protection Centre. The total irradiation individual accumulated doses were calculated according to the «Total dosimetry certification of Ukraine settlements» (2000), doses of the thyroid irradiation were calculated according to the «Thyroid dosimetry certification» (2000) taking into account date of birth and place of residence at a point of Chornobyl Accident. Odds ratio (OR) was calculated with 95% confidence interval (CI).

**Montag, 3. April 2006 / Monday, April 3, 2006**

16.30 – 18.30 Uhr Sitzung 4 / 4.30 – 6.30 p.m. Session 4:

Genetische und teratogene Folgen der Katastrophe von Tschernobyl (Teil 1)

Genetic and Teratogenic Consequences of the Chernobyl Catastrophe (Part 1)

*Results.* There was no increase of probability of birth defects among newborns. Spontaneous abortions OR in 1-12 week gestation term was 1,36 with CI 1,14-1,63 among the whole women group; spontaneous abortions OR in 1-12 week gestation term was 1,23 with CI 1,00-1,53 for women at the age of 19-30 years. The effect volume did not depend on the dose of total irradiation and the dose of thyroid irradiation, but greatly increased in the case of additional risk factors influence.

stieg aber unter dem Einfluß ergänzender Risikofaktoren signifikant an.

**German**

*Untersuchungshypothese:* die ionisierende Strahlung ruft Chromosomenbrüche hervor, die natürliche Auslese eliminiert einen großen Teil der Embryonen und Feten mit Chromosomenanomalien. Die Wahrscheinlichkeit neonataler Schädigungen wird unverändert bleiben, das Risiko von Spontanaborten dürfte sich jedoch erhöhen.

*Methoden:* Untersucht wurden für den Zeitraum 1999-2003 Fälle von Geburten mit angeborenen Schädigungen (1.004), von gesund ausgetragenen Kindern (904) und von spontanen Aborten bis zur 12. Gestationswoche erwünschter Schwangerschaften (1.442) bei Frauen, die in mit Radionukliden kontaminierten Ortschaften im Bezirk Kiew lebten. Die Diagnose angeborener Schädigungen wurde im Kiewer Bezirkszentrum für die Gesundheit von Mutter und Säugling verifiziert. Die individuellen akkumulierten Dosen der Gesamtbestrahlung wurden nach dem „Allgemeindosimetrischen Register der Ortschaften der Ukraine“ (2000) errechnet, die Schilddrüsensdosen nach dem „Thyreodosimetrischen Register“ (2000) und dem Jahr der Geburt sowie dem Wohnort zum Zeitpunkt des Unfalls von Tschernobyl bestimmt. Es wurden die Wahrscheinlichkeitsverhältnisse bei 95% Confidenzintervallen (CI) berechnet.

*Ergebnisse:* Eine erhöhte Wahrscheinlichkeit von Fehlbildungen bei Neugeborenen wurde nicht gefunden. Die Odd-Ratio eines spontanen Aborts bis zur 12. Gestationswoche war gleich 1,36 bei einem CI = 1,14-1,63 für alle Gruppen von Frauen, für die Frauen von 19 bis 30 Jahren gleich 1,23 bei CI = 1,00-1,53. Die Größe des Effekts war nicht von der Dosis der allgemeinen Bestrahlung und der Bestrahlung der Schilddrüse abhängig,

## Scientific Principles of the Damaging Effect of Radiation on the State of Health of the General Population

### Naturwissenschaftliche Prinzipien von Schadwirkungen der Strahlung auf den Gesundheitszustand der Bevölkerung

Elena B. Burlakova

Emanuel Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow

#### English

#### Ionizing Radiation and Premature Ageing

In 1987-1998, the scientists of the Emanuel Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences, carried out a series of studies on the effect of low doses of low-level irradiation on biophysical and biochemical parameters of the genetic and membrane apparatus of cells of organs of exposed animals.

We studied structural characteristics of the genome by invoking the method of DNA binding on nitrocellulose filters. Structural parameters of nuclear, microsomal, mitochondrial, and plasmatic (synaptic and erythrocyte) membranes were studied by the method of spin probes localized in various layers of the membranes. We also studied the composition of membrane lipids, a degree of oxidation of the membranes, the functional activity of cells - the activity of enzymes, the relation between the isozyme forms, and regulatory properties, as well as the effect of irradiation on the sensitivity of cells and biopolymers to a subsequent action of a variety of damaging factors including high-dose exposures.

Animals were exposed to  $^{137}\text{Cs}$   $\gamma$ -irradiation at the dose-rates  $41.6 \times 10^{-3}$ ,  $4.16 \times 10^{-3}$  and  $0.416 \times 10^{-3}$  mGy/min.

Irradiation doses were varied from  $6 \times 10^{-4}$  to 1.2 Gy.

The following conclusions were drawn from the studies performed:

1. The dose-effect dependence is non-monotonic, nonlinear, and polymodal in character.
2. Doses, for which extrema are observed, are related to a dose-rate (intensity) of the irradiation.
3. Exposures to low doses cause changes (mainly increase) in the sensitivity to the action of damaging factors.
4. Exposure results depend on the initial parameters of bioobjects.

5. Within certain dose ranges, low-level irradiation is more efficient than acute one.

We explain the nonlinear and non-monotonic character of the dose-effect dependence that we discovered in our experiments in terms of the concepts about changes in the relation between damages, in one hand, and repairing the damages, on the other, as a result of low-level irradiation. In this case, the reparative systems may not be induced at all or may work less intensively and be switched on later after an exposed object suffered a radiation damage already.

We think it important to consider free-radical reactions that develop in organs and tissues of a living organism after exposure and subsequent changes in the structure and properties of membranes, activity of antioxidant and regulatory enzymes, and concentrations of antioxidants. We showed that animal and human organisms feature similar tendencies in modification of radiation-induced free-radical reactions. These are a decrease in the level of antioxidants (tocopherol, vitamin A, and ceruloplasmine), an increase in the concentration of products of free-radical reactions, an enhancement of the level of free radicals, higher rigidity of membrane, and a break in the correlation between the oxidizability and AO activity and fluidity of the lipid and protein components.

We studied erythrocytes and blood plasma of liquidators of various ages who received irradiation doses from 0.1 to 150 cSv at different times after the accident.

Part of liquidators received antioxidants - vitamins as a therapeutic means during a month and was reexamined. It was shown that 80% of measured parameters of the AO status and immunological indices had been normalized after the antioxidant therapy.

However, some people were insensitive to the therapy. It was important to examine liquidators of various ages as to their reaction to irradiation

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

Internationaler Kongreß, Berlin 3. – 5. April 2006 / International Congress, Berlin April 3 to 5 2006

doses received. For that purpose, the activity of antioxidant enzymes were studied. We determined the age-dependent activity of the key antioxidant enzymes of blood (superoxidismutase, glutationperoxidase, and glutationreductase) of 104 men and women of age from 25 to 60 - participants of liquidation of consequences of the Chernobyl accident 6 years after the accident. The control groups were 35 men and women of the same age range.

The most sensitive chain of the antioxidant system of liquidators to the action of low radiation doses were enzymes of the glutation cycle. Changes in all chains of the antioxidant system of liquidators favor the formation of the prooxidant state in the organism. According to data of the Russian Register and assessment of doses by the percent of chromosomal aberrations in lymphocytes, the average dose received by liquidators in 1986 is 15-16 cGy. According to our data, irradiation doses above this average value produce a prolonged damaging effect on the antioxidant system. Also, as was mentioned above, a decrease in the activity of SOD and GP of middle-aged liquidators and a significant decrease in the GP activity of liquidators older than 55 were noted for all irradiation doses studied.

Previously, we showed that a decrease in the SOD/PG activities relation and a low level of the GP activity are characteristic of preneoplastic changes in the cell metabolism. These both indices were noted for liquidators of the older age.

The results obtained in this work on remote after-effects of low doses of low-level irradiation on the protective antioxidant system of people show that the most sensitive part of population are, along with children, young people of age below 30; middle-aged people are the most resistant to irradiation. The latter fact should be taken into account when determining highest-risk groups of people working in spheres associated with chronic low-level irradiation. As regards irradiation of young people, low-level irradiation with low doses causes a disbalance in the antioxidant system, which is characteristic of an ageing organism.

## **German**

### **Ionisierende Strahlung und vorzeitiges Altern**

Zwischen 1987 und 1998 führten die Wissenschaftler des Emanuel Instituts für Biochemische Physik an der Russischen Akademie der Wissenschaften eine Reihe von Studien zur Wirkung von Niedrigdosisstrahlung auf biophysische und biochemische Parameter des genetischen und Membransystems von Organzellen von radioaktiv bestrahlten Versuchstieren durch.

Wir untersuchten strukturelle Charakteristika des Genoms mittels der Methode der DNA-Bindung an Nitrozellulosefilter. Strukturelle Parameter der Nukleus-, Mikrosomen-, Mitochondrien- und Plasma (synaptische und Erythrozyten)-Membranen wurden mittels Sonden untersucht, die in verschiedenen Schichten der Membranen lokalisiert wurden. Wir untersuchten auch die Zusammensetzung der Membranlipide, den Oxidierungsgrad der Membranen und die funktionelle Aktivität von Zellen, also die Aktivität der Enzyme, das Verhältnis zwischen Isozymen Formen, und regulatorische Eigenschaften, wie auch die Wirkung der Bestrahlung auf die Empfindlichkeit von Zellen und Biopolymeren gegenüber einer nachfolgenden Einwirkung einer Reihe von Schadfaktoren, darunter Hoch-Dosisexposition.

Die Versuchstiere wurden einer  $^{137}\text{Cs}$ - $\gamma$ -Bestrahlung mit Dosisraten von  $41,6 \times 10^{-3}$ ,  $4,16 \times 10^{-3}$  und  $0,416 \times 10^{-3}$  mGy/min ausgesetzt. Die Bestrahlungsdosen wurden von  $6 \times 10^{-4}$  bis 1,2 Gy variiert.

Aus diesen Untersuchungen wurden die folgenden Schlüsse gezogen:

1. Die Dosis-Wirkungsbeziehung ist nicht-monoton, nichtlinear und polymodal.
2. Dosen, für die Extrema beobachtet wurden, stehen in einer Relation zu der Dosisrate (Intensität) der Bestrahlung.
3. Niedrigdosisexposition verursacht Veränderungen (zumeist Anstiege) bei der nachfolgenden Einwirkung von Schadfaktoren.
4. Die Resultate der Exposition hängen von den anfänglichen Parametern der Bioobjekte ab.
5. In gewissen Dosisbereichen ist fraktionierte Niedrigdosisbestrahlung wirksamer als akute Einmalbestrahlung.

Den nichtlinearen und nicht-monotonen Charakter der Dosis-Wirkungsabhängigkeit, den wir bei unseren Experimenten feststellten, erklären wir mit Begriffen der Veränderung in der Relation zwischen Schäden auf der einen und Reparatur der Schäden auf der anderen Seite als Resultat von Niedrigdosisstrahlung. Die Reparatursysteme werden also entweder nicht eingesetzt oder sie arbeiten weniger intensiv oder greifen vielleicht auch später ein, nachdem das strahlenexponierte Objekt bereits einen Strahlenschaden erlitten hat.

Wichtig erscheint uns die Betrachtung der Reaktion freier Radikale, die in Organen und Geweben eines lebendigen Organismus nach der Exposition entstehen, sowie der nachfolgenden Veränderungen von Struktur und Eigenschaften der Membrane, und die Betrachtung der Aktivitäten antioxidanter und regulatorischer Enzyme und der Konzentration der Antioxidantien. Wir konnten zeigen, daß tierische und menschliche Organismen ähnliche Tendenzen bei der Modifizierung strahleninduzierter Reaktionen freier Radikale aufwiesen. Das sind eine Abnahme des Antioxidantienpiegels (Tocopherol, Vitamin A und Carotinoide), eine Zunahme in der Konzentration der Produkte der Reaktion mit freien Radikalen, ein Anstieg des Spiegels freier Radikale, eine größere Rigidität der Membrane und ein Aussetzen der Korrelation zwischen Oxidierungsfähigkeit und antioxidativer Aktivität und Fluidität der Lipid- und Proteinbestandteile.

Wir haben Erythrozyten und Blutplasma von Liquidatoren verschiedenen Alters untersucht, die zu verschiedenen Zeiten nach dem Unfall Strahlendosen zwischen 0,1 und 150 cSv erhalten haben.

Ein Teil der Liquidatoren erhielt einen Monat lang Antioxidantien und Vitamine als Therapie und wurde danach wieder untersucht. Es zeigte sich, daß 80% der gemessenen Parameter des Antioxidantienstatus und der immunologischen Indizes sich nach der Antioxidantientherapie wieder normalisierten.

Einige Leute sprachen auf die Therapie jedoch nicht an. Wichtig war die Untersuchung von Liquidatoren verschiedenen Alters hinsichtlich ihrer Reaktion auf die erhaltenen Strahlendosen. Zu diesem Zweck wurde die Aktivität antioxidanter Enzyme untersucht. Wir bestimmten die altersabhängige Aktivität der antioxidanten Schlüsselen-

zyme des Blutes (Superoxiddismutase (SOD), Glutathionperoxidase (GP) und Glutathionreduktase) bei 104 Männern und Frauen im Alter von 25 bis 60 Jahre, alle beteiligt an den Aufräumarbeiten nach der Katastrophe von Tschernobyl 6 Jahre nach dem Unfall. Kontrollgruppe waren 35 Männer und Frauen derselben Altersspanne.

Die gegenüber der Einwirkung niedriger Strahlendosen empfindlichste Kette des Antioxidationsystems bei den Liquidatoren waren die Enzyme des Glutathionszyklus. Veränderungen bei allen Ketten des Antioxidationsystems der Liquidatoren begünstigen einen prooxidanten Status im Organismus. Den Daten des Russischen Registers zufolge und nach Einschätzung der Dosen durch den Prozentsatz der Chromosomenaberrationen in Lymphozyten lag die durchschnittliche Dosis, die die Liquidatoren erhalten hatten, bei 15-16 Gy. Nach unseren Daten erzeugen Dosen über diesem Durchschnittswert eine andauernde schädliche Wirkung im Antioxidationsystem. Gleichfalls wurde, wie oben erwähnt, eine abnehmende Aktivität von SOD und GP bei Liquidatoren des mittleren Lebensalters und eine signifikante Abnahme der GP-Aktivität bei Liquidatoren über 55 Jahre bei allen untersuchten Strahlendosen festgestellt.

Früher hatten wir gezeigt, daß eine Abnahme in der Relation der SOD/GP-Aktivitäten und ein niedriges Niveau der GP-Aktivität charakteristisch für präneoplastische Veränderungen im Zellstoffwechsel sind.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit über Spätfolgen von Niedrigdosisstrahlung auf das schützende Antioxidationsystem bei Menschen zeigen, daß der empfindlichste Teil der Bevölkerung außer den Kindern die jungen Leute unter 30 Jahren sind; Menschen des mittleren Lebensalters sind am unempfindlichsten gegen Bestrahlung. Die letztere Tatsache sollte in Betracht gezogen werden, wenn es um die Bestimmung von Hochrisiko-Gruppen bei beruflich in Bereichen mit chronischer Niedrigdosisstrahlung Beschäftigten geht. Was die Bestrahlung junger Menschen angeht, so verursacht chronische Niedrigdosisstrahlung ein Ungleichgewicht im Antioxidationsystem, wie es für einen alternden Organismus charakteristisch ist.

**Montag, 3. April 2006 / Monday, April 3, 2006**

16.30 – 18.30 Uhr Sitzung 4 / 4.30 – 6.30 p.m. Session 4:

Genetische und teratogene Folgen der Katastrophe von Tschernobyl (Teil 1)

Genetic and Teratogenic Consequences of the Chernobyl Catastrophe (Part 1)

## **The Problems of Induced Genomic Instability in the Child Body Cells under Conditions of Long-Term Effect of Small Radiation Doses**

### **Probleme verursachter genomischer Instabilität in kindlichen Körperzellen bei chronischen niedrigen Strahlendosen**

Igor I. Suskov, Nina S. Kuzmina

N. I. Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Moscow

**English**

#### **Transgeneration genome instability in children born from fathers-liquidators and unirradiated mothers**

Igor I. Suskov and Nina S. Kuzmina

The action of radiation in the liquidators can be classified as fractionated. In connection with this, the complex genetic monitoring of their families is of basic importance. The following parameters were studied: the spectrum and frequency of chromosome aberrations, and the activity of uncheduled DNA synthesis in lymphocytes in 14 full families living on territories without radioactive contamination. The irradiation doses accumulated by the liquidators did not exceed 25 rem. The average age of the parents before the moment of conception was 34 years for men and 26 years for women. In most liquidator fathers an increased level of complex radiation-induced chromosome aberrations after almost 20 years following the accident was revealed: dicentrics, rings, pairs, paired fragments, deletions, centromeric breaks, translocations and inversions. In some rare cases multiaberrant cells with two and more aberrations were discovered. The levels of chromatid fragments were increased. The repair activity of genomic DNA was reduced on the average both after UV- and after  $\gamma$ -irradiation. An increased level of chromosome and chromatid aberrations was observed in several mothers, wives of the liquidators. In some cases the DNA repair activity was reduced after UV-irradiation. The children of the above-mentioned parents were divided into two groups: group-I - children born in 1986-1991, group-II – children born in 1993-1998. An increased level of chromosome aberrations was recorded in both groups. In children born 7-10 years after the Chernobyl accident an increased level of dicentrics + rings without paired fragments is observed. In several children born soon after the accident a high level of stable aberrations (inver-

sions, translocations) was noted. Sporadic aneuploid, polyploidy cells were revealed. The number of chromatid aberrations is higher in the children of group-I. No dependence of the spectrum and frequency of chromosome aberrations on the sex of the children were revealed. In half of the children after UV-irradiation and after  $\gamma$ -irradiation the repair activity of genomic DNA is reduced. It was noted that the children showed individual expression of dysgenomic effects. The examined children were found to have pathologies: of the central nervous system, the digestive, urogenital, osteomuscular and other systems. The obtained data point to individual peculiarities of the induction of transgeneration genome instability in the children born from irradiated liquidator fathers of the Chernobyl accident.

#### **Genomic instability and health state in children exposed to prolonged radiation by Chernobyl fallout**

Nina S. Kuzmina

Abstract. Genomic instability was investigated in 90 children living on territories contaminated with radionuclides (Novozybkov district, Bryansk region, 16-18 Ci/km<sup>2</sup>, <sup>137</sup>Cs) as a result of the accident at the Chernobyl NPP. The children were delivered for examination to the Federal Children's Scientific-Practical Center of Antiradiation Protection (Prof. L.S. Baleva). Significantly increased frequencies of certain radiation-induced chromosomal aberrations (CA) were observed in all examined groups of children exposed to radiation at different stages of ontogenesis: postnatal-irradiated in 1986, uterine-irradiated in 1986, born after the accident in 1987-1992 and in 1994-2000 from irradiated parents. No dependence of the expression of cytogenetic disturbances on the accumulated dose was established. Testing of genomic instability was carried out in 15 children with the use of <sup>137</sup>Cs  $\gamma$ -irradiation of lymphocytes in vitro.

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

An elevated radiosensitivity of lymphocyte genomes to testing irradiation in vitro at doses of 10 and 100 cGy and peculiarities of the dynamics of CA frequencies in 3 successive mitoses of intact and in vitro irradiated lymphocytes were discovered both in children in utero irradiated in 1986 and in children born after the accident from irradiated parents. The level of reciprocal sister chromatid exchanges in lymphocytes of the 3rd mitosis turned out to be significantly higher in the children from the contaminated territories as compared to the children of the control group. A wide range of interindividual variability of the frequencies of dysgenomic effects (DE) was observed. In most of the irradiated children with pronounced DE combined abnormalities in the immune system were observed. No significant differences were revealed for CA frequencies depending on the structure of morbidity. In children having disturbances of the central nervous system only the frequency of chromatid fragments is higher than in the group of children having infective-allergic diseases. The highest sensitivity to testing irradiation and expression of DE in lymphocytes of the 3<sup>rd</sup> mitosis were observed in 5 children having the following pathologies disturbances of the central nervous system, chronic gastritis, chronic pneumonia, extremity malformation. The data obtained suggest the reality of induction of genomic instability in a growing organism exposed to prolonged low-intensity radiation and the necessity of further studies of the relationships between individual peculiarities of the expression of genomic instability and the health of children.

**German**

**Generationenübergreifende Genominstabilität bei Kindern mit Liquidatoren als Vätern und nicht strahlenexponierten Müttern**

Igor I. Suskov und Nina S. Kuzmina

Die Aktivität der Strahlung in den Liquidatoren kann als fraktioniert beschrieben werden. Daher ist komplexes genetisches Monitoring ihrer Familien von grundlegender Bedeutung.

Die folgenden Parameter wurden bei 14 vollständigen Familien in nicht-kontaminierten Gebieten untersucht: Spektrum und Häufigkeit von Chromosomenaberrationen und die Aktivität spontaner

DNA-Synthese von Lymphozyten. Die akkumulierten Dosen der Liquidatoren lagen nicht über 25 rem. Das Durchschnittsalter der Eltern vor der Konzeption war 34 Jahre für Männer und 26 für Frauen. Bei den meisten Vätern, die Liquidatoren gewesen waren, wurde ein erhöhtes Niveau komplexer strahleninduzierter Chromosomenaberrationen gefunden: dizentrische, Ringe, Paare, gepaarte Fragmente, Deletionen, Zentromerenbrüche, Translokationen und Inversionen. In einigen seltenen Fällen wurden multi-aberrante Zellen mit zwei und mehr Aberrationen gefunden. Die Werte der Chromatidenfragmente waren erhöht. Die Reparaturaktivität der genomischen DNA war im Durchschnitt sowohl nach UV- wie auch nach  $\gamma$ -Bestrahlung vermindert. Ein erhöhtes Niveau der Chromosomen- und Chromatidenaberrationen wurde bei verschiedenen Müttern, den Ehefrauen der Liquidatoren gefunden. Dabei war in einigen Fällen die DNA-Reparaturaktivität nach UV-Bestrahlung reduziert.

Die Kinder der genannten Eltern wurden in zwei Gruppen eingeteilt: die zwischen 1986 und 1991 Geborenen (Gruppe I) und die zwischen 1993 und 1998 Geborenen (Gruppe II). Ein erhöhtes Niveau der Chromosomenaberrationen wurde bei beiden Gruppen festgestellt. Bei 7 bis 10 Jahre nach dem Unfall geborenen Kindern ist ein erhöhtes Niveau von Dizentrika + Ring ohne paarige Fragmente zu beobachten. Bei mehreren bald nach dem Unfall geborenen Kindern wurde ein hohes Niveau stabiler Aberrationen bemerkt. Sporadische aneuploide und polyploide Zellen wurden bemerkt. Die Zahl der Chromatiden-Aberrationen liegt bei den Kindern der Gruppe I höher. Es wurde für Spektrum und Häufigkeit der Chromosomenaberrationen keine Abhängigkeit vom Geschlecht der Kinder gefunden. Bei der Hälfte der Kinder ist nach UV- und nach  $\gamma$ -Bestrahlung die Reparaturaktivität der genomischen DNA vermindert. Es fiel auf, daß die Kinder eine individuelle Expressivität von dysgenomischen Effekten zeigten. Die untersuchten Kinder wiesen auch krankhafte Erscheinungen auf: im Zentralnervensystem, im Verdauungs-, Urogenital- und osteomuskulären System und anderen. Die gewonnenen Daten weisen auf individuelle Besonderheiten bei der Induktion von generationenübergreifender Genominstabilität bei den Kindern hin, deren Väter bei den Aufräumarbeiten nach dem Unfall von Tschernobyl bestrahlt wurden.

### **Genomische Instabilität und Gesundheitszustand bei Kindern, die chronischer Bestrahlung durch den Fallout von Tschernobyl ausgesetzt waren**

Nina S. Kuzmina

Genomische Instabilität wurde bei 90 Kindern untersucht, die in infolge des Reaktorunfalls von Tschernobyl mit Radionukliden kontaminierten Gebieten leben (Bezirk Novozybkov, Region Bryansk, 16-18 Ci/km<sup>2</sup>, <sup>137</sup>Cs). Die Kinder wurden zur Untersuchung in das Zentrum für Wissenschaft und Praxis des Strahlenschutzes bei Kindern der Russischen Föderation (Prof. L. S. Baleva) gebracht. Signifikant erhöhte Häufigkeiten bestimmter strahleninduzierter Chromosomenaberrationen (CA) wurden bei allen Gruppen von Kindern beobachtet, die in verschiedenen Stadien der Ontogenese der Strahlung ausgesetzt waren: postnatale Exposition 1986, in utero-Exposition 1986, geboren nach dem Unfall in den Jahren 1987-1992 sowie 1994-2000 von Eltern, die bestrahlt worden waren. Es wurde keine Abhängigkeit der Expressivität zytogenetischer Störungen von der akkumulierten Dosis festgestellt. 15 Kinder wurden auf genomische Instabilität mittels in vitro-<sup>137</sup>Cs-γ-Bestrahlung der Lymphozyten untersucht. Eine erhöhte Strahlenempfindlichkeit des Lymphozytengenoms auf die Testbestrahlung in vitro mit Dosen von 10 und 100 cGy wurde gefunden, ebenso Auffälligkeiten in der Dynamik der CA-Häufigkeiten in drei sukzessiven Mitosen intakter, in vitro bestrahlter Lymphozyten, und zwar sowohl bei 1986 in utero bestrahlten Kindern als auch in Kindern, die nach dem Unfall von bestrahlten Eltern geboren worden waren.

Die Zahl der reziproken Austausche von Schwesterchromatiden in Lymphozyten der 3. Mitose erwies sich bei Kindern aus kontaminierten Gebieten als signifikant höher als bei den Kindern der Kontrollgruppe. Eine große Bandbreite interindividueller Variabilität wurde bei der Häufigkeit der dysgenomen Effekte (DE) beobachtet. Bei den Kindern mit ausgeprägten DE wurden kombinierte Abnormalitäten im Immunsystem beobachtet. Keine signifikanten Unterschiede wurden für CA-Häufigkeiten in Abhängigkeit von der Morbiditätsstruktur gefunden. Bei Kindern mit

Störungen des Zentralen Nervensystems ist nur die Frequenz der Chromatidenfragmente höher als bei der Gruppe der Kinder mit infektiös-allergischen Erkrankungen. Die höchste Empfindlichkeit gegen Testbestrahlung und die höchste DE-Expressivität bei den Lymphozyten der 3. Mitose wurde bei 5 Kindern mit Störungen des Zentralnervensystems, chronischer Gastritis, chronischer Lungenentzündung und Fehlbildung der Extremitäten beobachtet. Die gewonnenen Daten legen nahe, daß die Induktion genomischer Instabilität in einem wachsenden Organismus unter chronischer Niedrigdosisstrahlung real ist, und daß weitere Studien zum Verhältnis von individuellen Besonderheiten bei der Expressivität genomischer Instabilität und der Gesundheit von Kindern erforderlich sind.

## Down-Syndrom nach Tschernobyl in Berlin

### Down-Syndrom after Chernobyl in Berlin

Karl Sperling

Institut für Humangenetik, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Humboldt-Universität zu Berlin

In epidemiologischer Hinsicht war der Reaktorunfall von Tschernobyl einmalig, da hier die gesamte Bevölkerung Berlins zu einem diskreten Zeitpunkt einer zusätzlichen, geringen Strahlendosis ausgesetzt war. Die erste radioaktive Wolke passierte Berlin am 29.4.1986, die zweite am 4. Mai. Dabei herrschte trockenes, sonniges Wetter. Durch einen heftigen Regenschauer in der Nacht zum 8. Mai wurden praktisch sämtliche Nuklide aus der Atmosphäre entfernt. Zu diesem Zeitpunkt erreichte die externe Belastung ihr Maximum mit 60 % über dem Normalwert, einer biologisch nahezu unerheblichen Dosis [8].

In epidemiologischer Hinsicht einzigartig war aber auch die Situation in Berlin im Hinblick auf die Erfassung der Trisomie 21-Fälle, da aufgrund der Insellage der Stadt für einen Zeitraum von 10 Jahren die Häufigkeit praktisch sämtlicher prä- und postnatal diagnostizierter Fälle angegeben und in Bezug zu allen relevanten demographischen Faktoren, insbesondere dem mütterlichen Alter, gesetzt werden konnte (Tabelle 1). Dies hängt im wesentlichen damit zusammen, daß das Institut für Humangenetik mit seiner angeschlossenen genetischen Beratungsstelle Berlin und einem kooperierenden Labor der Universitätsfrauenklinik allein für die genetische Beratung und Diagnostik zuständig war [9].

Für den angegebenen 10-Jahres-Zeitraum (Tabelle 1) blieben die Kriterien für die Erfassung der Trisomie 21-Fälle unverändert. So konnte innerhalb von 14 Tagen nach der Geburt bei über 90 % der Kinder mit dem Down-Syndrom die Diagnose bereits zytogenetisch gesichert werden [9]. Dies hängt damit zusammen, daß nahezu alle Neugeborenen durch Pädiater untersucht und im Falle einer Verdachtsdiagnose Blut an das Institut für Humangenetik zur - kostenlosen - Chromosomenanalyse gesandt wurde.

Die Prävalenz des Down Syndroms unter Neugeborenen wird auch von der Zahl der vorgeburtlichen Untersuchungen beeinflusst, die ja im wesentlichen dem Ausschluß einer Trisomie 21 die-

nen. Auch hier wurden sämtliche derartigen Untersuchungen am Institut für Humangenetik durchgeführt, so daß die Erfassung der Trisomie 21-Fälle als weitgehend vollständig angesehen werden kann.

In der Zeit von Januar 1980 bis Dezember 1989 wurden unter den etwa 190.000 Lebendgeborenen 226 Fälle mit einer freien Trisomie 21 diagnostiziert. Hinzu kommen 101 Fälle, die im Rahmen der etwa 13.000 vorgeburtlichen Analysen festgestellt wurden (Tabelle 1). Geht man davon aus, daß ohne die vorgeburtliche Diagnostik 70 % davon geboren worden wären, kommt man zu einer Gesamtzahl von 297 Fällen. Daraus ergibt sich eine Prävalenz von 0,16 % oder einem Kind mit Trisomie 21 pro 640 Lebendgeborene. Auch diese hohe Prävalenz spricht für die Vollständigkeit der Erfassung.

Während dieses gesamten Zeitraumes blieb das durchschnittliche Alter der schwangeren Frauen mit 27,4 Jahren annähernd konstant (s. Tabelle 1). Dies gilt auch für den Anteil der Schwangeren über 35 Jahre, der im Durchschnitt 11,2 % ausmachte [10, 11].

Die monatliche Aufschlüsselung der Fälle mit freier Trisomie 21 zeigt eine zufällige Verteilung mit einer Häufigkeit von 2 - 3 pro 1.000 Neugeborene. Eine Ausnahme bildet der Januar 1987 mit einem Cluster von 12 Fällen (Abb. 4). Unterzieht man diese Daten einer Zeitreihenanalyse, so liegt dieser Wert deutlich außerhalb des 99 % Konfidenzintervalls. Dabei war klar, daß die beiden Hauptfaktoren, die die Prävalenz der Trisomie 21 unter Neugeborenen bestimmen, das mütterliche Alter und die Zahl der vorgeburtlichen Untersuchungen diese Häufung nicht erklären konnten [10]. Es mußte sich daher entweder um ein sehr seltenes Zufallsereignis oder die Wirkung eines exogenen Faktors handeln. Um letzteres herauszufinden, wurden die Ehepaare durch eine Ärztin interviewt.

9 der 12 Ehepaare standen für diese Befragung zur Verfügung. Die Anamnese ergab keine be-

sonderen Auffälligkeiten, auch keine besonders ausgeprägte Angstreaktion nach dem Reaktorunfall. So haben nur zwei Elternpaare auf den Verzehr von Fleisch- und Milchprodukten danach verzichtet.

Legt man den ersten Tag der letzten Menstruation zugrunde, fand die Konzeption von 5 Fällen genau zum Zeitpunkt der höchsten Strahlenbelastung statt. Berücksichtigt man die Unsicherheit, die oftmals diesen Angaben zugrunde liegt und die Variabilität des präovulatorischen Zyklus, kann man nicht ausschließen, daß auch 4 weitere Kinder mit Trisomie 21 in der Zeit der höchsten Strahlenbelastung oder kurz danach gezeugt wurden. In 6 Fällen konnte bestätigt werden, daß der Fehler bei der Oogenese eingetreten ist, also unmittelbar zum Zeitpunkt der Konzeption. In einem Fall lag ein non-disjunction während der Spermatogenese und damit etwa 2 Monate vor der Konzeption vor. Ein Ehepaar war zu diesem Zeitpunkt in Sardinien, also nicht in Berlin. Insgesamt konnte nicht ausgeschlossen werden, daß in 8 Fällen die Fehlverteilung der Chromosomen zum Zeitpunkt der höchsten Strahlenbelastung stattfand. Allerdings war diese, gemessen an der zusätzlichen Gamma-Ortsdosisleistung, also der externen Strahlung, die die Keimdrüsen erreichte, so gering (s.o.), daß ein Aufenthalt in den Hochalpen ein größeres Risiko darstellen sollte. Die Annahme eines kausalen Zusammenhanges mit dieser geringen Strahlendosis war von daher nicht sehr wahrscheinlich.

In dieser Situation kann man nur versuchen, diese Beobachtung an einer unabhängigen Klientel zu überprüfen. Hierfür boten sich die vorgeburtlichen Chromosomenanalysen des Jahres 1986 in der Bundesrepublik an, speziell diejenigen Untersuchungen, denen eine Altersindikation zugrunde lag und die daher als weitgehend auslesefrei angesehen werden können.

Unter den 28.773 vorgeburtlichen Chromosomenanalysen nach Amniozentese gab es 237 Fälle mit einer freien Trisomie 21. Überraschenderweise fand sich die größte Häufigkeit genau zu dem Zeitpunkt, in dem auch die Fälle in Berlin empfangen wurden. Es wurde sogar eine gewisse Dosis-Effekt-Beziehung beobachtet. In dem stärker belasteten süddeutschen Bereich, in Bayern und Baden-Württemberg, traten 11 statt der erwarteten 4 Fälle auf, nördlich davon 6 statt 5 Fälle. Nimmt man noch die anderen Aneuploidien hinzu, so fanden sich 4 im süddeutschen und nur eine im norddeutschen Bereich [12]. Damit war der Zufall als Erklärung für den Berliner Trisomie 21 Cluster praktisch ausgeschlossen.

Auszug aus:

Karl Sperling, Jörg Pelz: Niedrigstrahlung und numerische Chromosomenanomalien beim Menschen; in I. Schmitz-Feuerhake, E. Lengfelder (Hrsg.): 100 Jahre Röntgen – medizinische Strahlenbelastung – Bewertung des Risikos; Proceedings, Internationaler Kongreß Berlin 1995, Gesellschaft für Strahlenschutz 1997, ISBN 3-9805260-0-3, S. 269-283. – Anmerkungen und Literatur siehe dort.

## **Down-Syndrom nach Tschernobyl in Berlin**

### **Down-Syndrom after Chernobyl in Berlin**

Karl Sperling

Institut für Humangenetik, Charité – Universitätsmedizin Berlin

#### **German**

Auf dem Internationalen Kongress für Genetik 1927 in Berlin wurde von H. J. Muller erstmals der Nachweis geführt, dass ionisierende Strahlen das Erbgut der Taufliege *Drosophila* in dosisabhängiger Weise schädigen. Der heutigen Lehrmeinung nach gibt es in dieser Hinsicht keinen Schwellenwert. Die zusätzliche Dosis als Folge der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl in Deutschland war jedoch so gering, dass der

epidemiologische Nachweis eines Effektes auf das Erbgut des Menschen ausgeschlossen schien.

In Berlin fand sich im Januar 1987 eine signifikante Zunahme der Trisomie 21 unter denjenigen Kindern, deren Konzeption in die Zeit der höchsten Strahlenbelastung, Ende April bis Anfang Mai 1986, fiel. Dieser Befund konnte in einer unabhängigen Untersuchung, in der die vorgeburtlichen Chromosomenanalysen der Bundesrepublik aus dem Jahr 1986 ausgewertet wurden, bestätigt werden.

Für die Berliner Fälle konnten alle bekannten Faktoren, die die Prävalenz der Trisomie 21 beeinflussen, ausgeschlossen werden, so dass gemäss der Bradford Hill Kriterien ein ursächlicher Zusammenhang mit der zusätzlichen Strahlenbelastung die wahrscheinlichste Annahme ist. Dabei sind folgende Sachverhalte von besonderer Bedeutung:

1. Der Ablauf der mütterlichen Keimzellbildung zum Zeitpunkt der Konzeption ist ein besonders störanfälliger Prozess. Eine Strahlenexposition zu diesem Zeitpunkt wirkt sich daher wesentlich stärker aus als in der Zeit davor.
2. Für die Strahlenbelastung in Deutschland als ausgeprägtem Jod-Mangelgebiet spielte die Inhalation von kurzlebigen Radionukliden, insbesondere Jod 131, die wesentliche Rolle.
3. Vielfältige epidemiologische Befunde zur Prävalenz der Trisomie 21 und bestimmte experimentelle Ergebnisse stehen nicht im Widerspruch zu der Beobachtung in Berlin.

Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit sorgfältiger Fall-Kontrollstudien zur Prävalenz der Trisomie 21, speziell unter Berücksichtigung des Zeitpunktes der Konzeption. Dies eröffnet die Möglichkeit, weitere Risikofaktoren der Trisomie 21 zu erkennen – und gegebenenfalls zu vermeiden. Dies wäre eine echte präventive Massnahme, die jeder sekundären „Prävention“ im Rahmen der vorgeburtlichen Diagnostik vorzuziehen ist.



## Säuglingssterblichkeit nach Tschernobyl

### Infant Mortality after Chernobyl

Alfred Körblein

Nürnberg / Nuremberg, Germany

#### German

Die Sterblichkeit von Neugeborenen (Perinatalsterblichkeit) war im Jahr 1987, dem Jahr nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl, sowohl in Deutschland als auch in Polen signifikant erhöht. Die Auswertung der Monatsdaten ergab einen signifikanten zeitlichen Zusammenhang der Perinatalsterblichkeit mit der um 7 Monate verzögerten Cäsiumbelastung der werdenden Mütter. Dieser Zusammenhang ist nicht linear, die Dosis-Wirkungsbeziehung ist stark nach oben (positiv) gekrümmt. Monatsdaten der Säuglingssterblichkeit aus Polen und der Perinatalsterblichkeit aus Zhytomyr, dem höchstbelasteten Gebiet der Ukraine, bestätigen die Befunde aus Deutschland.

Weißrussland (Belarus) war das vom Tschernobyl-Fallout am stärksten betroffene europäische Land. Im Gebiet Gomel, der höchstbelasteten Region von Belarus, steigt die Perinatalsterblichkeit ab dem Ende der 1980er Jahre deutlich gegenüber dem Rest von Belarus an. Die mögliche Ursache dieses Anstiegs ist die verzögerte Wirkung von Strontium, das bevorzugt während der Pubertät in die Knochen junger Mädchen eingelagert wird. Ein vergleichbarer Anstieg der Perinatalsterblichkeit wie in Gomel zeigt sich am Ende der 1980er Jahre auch in den Daten aus den hochbelasteten Gebieten der Ukraine.

Nach bisheriger strahlenbiologischer Lehrmeinung sollten teratogene Effekte unterhalb einer Schwellendosis von 100 mSv nicht vorkommen. Diese Schwelle liegt mindestens zwei Größenordnungen über der maximalen Strahlenbelastung des Embryos nach Tschernobyl in Deutschland. Damit widersprechen die hier berichteten Studienergebnisse der Existenz einer Schwellendosis für Schäden während der Embryonalentwicklung. Allerdings basieren die Befunde auf ökologischen Studien und müssen mit Vorsicht interpretiert werden.

#### English

Perinatal mortality annual data from Germany and Poland show significant increases in 1987, the year following the Chernobyl accident, relative to the long term trend. In an analysis of German monthly perinatal mortality data, peaks of perinatal mortality in the beginning and at the end of 1987 are found. Both peaks are associated with peaks of the caesium burden in pregnant women 7 months earlier (95% CI: 5.5 to 8.5 months). Infant mortality monthly data from Poland exhibit the same pattern. The association with the delayed caesium concentration is highly significant. A combined regression of early neonatal mortality data from Germany and infant mortality data from Poland finds a curvilinear dose response relationship with an estimated power of dose of  $2.8 \pm 0.8$ . Perinatal mortality in Gomel, the most contaminated region of Belarus, is compared with the rest of Belarus. Perinatal mortality rates do not differ significantly until 1988 but then the rate in Gomel increases relative to the rates in the rest of Belarus and stays about 30% higher in the mid 1990's. This increase can be explained as a late effect of strontium uptake. Monthly data from the Ukrainian regions Zhytomyr and Kiev, with the highest levels of fallout in Ukraine, yield similar results.

In February 1987, a significant 11.4% drop of birth rate is observed in Bavaria which might be explained by an increased rate of spontaneous abortions 9 months earlier, in May 1986. In the most contaminated Ukrainian regions Zhytomyr and Kiev, the birth rate dropped by 25% the same month, February 1987.

The health effects reported here all show a temporal correlation with the radiation exposure from Chernobyl. According to conventional radiobiological knowledge, no teratogenic effects are expected to occur below a threshold dose of about 100 mSv. Even in the most contaminated regions of Germany, however, the extra doses to the foetus were below 1 mSv in the first follow-up year. Therefore the results contradict the widely accepted concept of a threshold dose for radiation damage during foetal development.

**Dienstag, 4. April 2006 / Tuesday, April 4, 2006**

9.00 – 10.30 Uhr Sitzung 1 / 9.00 – 10.30 a.m. Session 1:

Genetische und teratogene Folgen der Katastrophe von Tschernobyl (Teil 2)

Genetic and Teratogenic Consequences of the Chernobyl Catastrophe (Part 2)

## **Fehlbildungen, perinatale Sterblichkeit und kindliche Morbidität nach vorgeburtlicher Exposition durch Tschernobylfallout. Beobachtungen in Europa und in der Türkei**

### **Malformations, Perinatal Deaths and Childhood Morbidity after In Utero Exposure by Chernobyl Fallout. Observations in Europe and Turkey**

Wolfgang Hoffmann<sup>1</sup>, Inge Schmitz-Feuerhake<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Community Medicine, Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald

<sup>2</sup> Universität Bremen, Fachbereich Physik und Elektrotechnik (i.R.)

#### **German**

In den Anrainerländern Weissrussland und Ukraine sowie in verschiedenen mitteleuropäischen Ländern und in der Türkei wurden Anstiege von Fehlbildungen bei Neugeborenen und von Aborten registriert sowie bei der perinatalen Sterblichkeit. Ferner zeigten sich erhöhte Erkrankungsraten im Kindesalter sowie eine Zunahme von Downsyndrom. Aus den Befunden lässt sich der Schluss ziehen, dass das Spektrum der teratogenen Effekte durch inkorporierte Radioaktivität beim Menschen wesentlich größer sein könnte, als internationale Strahlenschutzgremien anhand der Befunde aus Hiroshima und Nagasaki ableiten.

Auch bestätigt sich die besondere Strahlenempfindlichkeit von Embryonen und Feten, wie sie in früheren Zeiten der Strahlenforschung angenommen wurde. Die Internationale Strahlenschutzkommission ICRP hat demgegenüber in ihrer Publikation 90 von 2003 einen Schwellenwert von 100 mSv für vorgeburtlich induzierbare Effekte postuliert. Sie und andere Strahlenschutzgremien bestreiten Strahleneffekte durch Tschernobylfallout mit Hinweis auf die ermittelten sehr kleinen Bevölkerungsdosen, die selbst in den hochkontaminierten Gebieten im Durchschnitt nur einige mSv betragen sollen. Diese Dosisangaben sind jedoch aufgrund der verschiedenen zytogenetischen Untersuchungsergebnisse in den betroffenen Bevölkerungen (Biologische Dosimetrie) nicht plausibel.

#### **Fehlbildungen, perinatale Sterblichkeit und kindliche Morbidität nach vorgeburtlicher Exposition durch Tschernobylfallout. Beobachtungen in Europa und in der Türkei**

#### **Malformations, Perinatal Deaths and Childhood Morbidity after In Utero Exposure by Chernobyl Fallout. Observations in Europe and Turkey**

**Врожденные пороки, перинатальная смертность и детская заболеваемость при внутриутробной экспозиции в результате аварии на Чернобыльской АЭС. Наблюдения в Европе и Турции**

Wolfgang Hoffmann<sup>1</sup>, Inge Schmitz-Feuerhake<sup>2</sup>

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

Вольфганг Хоффманн<sup>1</sup>, Инге Шмитц-Фойерхаке<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut für Community Medicine, Ernst-Moritz-Arndt Universität, Greifswald

<sup>2</sup> Universität Bremen

<sup>1</sup> Факультет общественной медицины, университет им. Эрнста-Моритца Арндта, Грайфсвальд

<sup>2</sup> Бременский университет

### Russian

В странах, граничащих с Беларусью и Украиной, как и в разных странах Центральной Европы и Турции был зарегистрирован рост пороков развития у новорожденных и аборт, а также случаев перинатальной смертности. Далее было отмечено увеличенное число заболеваний в детском возрасте, а также рост случаев синдрома Дауна. На основании полученных данных можно сделать вывод, что у людей спектр тератогенных эффектов, вызванных инкорпорированной дозой радиоактивного облучения, может быть значительно более широким, чем это предполагалось международными органами радиологической защиты на основе данных из Хиросимы и Нагасаки.

Подтверждается и более высокая чувствительность эмбрионов и плодов к радиации, чем это предполагалось ранее в области радиологических исследований. В своей Публикации № 90 от 2003 г. Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ) со своей стороны установила допустимую дозу в 100 мЗв для внутриутробных индуцируемых эффектов. Комиссия и другие органы радиологической защиты оспаривают вызванные радиоактивным облучением эффекты в результате аварии на Чернобыльской АЭС, ссылаясь на установленные у населения очень низкие дозы, которые якобы даже в сильно загрязненных областях составляют лишь несколько мЗв. На основании результатов различных цитогенетических исследований пострадавшего от радиации населения (биологическая дозиметрия) эти показатели допустимых доз являются неоправданными.



## Statistische Analyse von genetischen Effekten nach der Tschernobyl-Katastrophe

### Statistical Analysis of Genetic Effects after the Chernobyl Disaster

Hagen Scherb

GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, Institut für Biomathematik und Biometrie, Neuherberg/München

GSF-National Research Center for Environment and Health, Institute of Biomathematics and Biometry, Neuherberg/Munich

#### German

Hintergrund. Der Tschernobyl Unfall ähnelt in mancher Hinsicht einem unfreiwilligen Experiment am Menschen. Er ermöglicht es, genetische Effekte anhand von Bevölkerungsstatistiken und Fehlbildungsregistern durch Bezug auf die Zeit und auf Messungen des radioaktiven Niederschlags nachzuweisen. Effektmaße sind das Geschlechtsverhältnis (sex ratio), Fehlbildungsrate, Totgeburtenrate und perinatale Mortalität.

#### *Daten - Exposition.*

1. Repräsentative, landkreisspezifische Mittelwerte von Cs137 -Messungen in den 96 Landkreisen Bayerns.
2. Repräsentative, landkreisspezifische Mittelwerte von Cs134 -Messungen in den 198 Landkreisen der früheren DDR, einschließlich Ost- und West-Berlins.
3. Expositions-Quintil-spezifische Dosis-messungen ( Sv im Mai 1986) in Finnland von Auvinen et al. (2001).

#### *Daten - Bevölkerung und Effekte.*

1. Offizielle deutsche und bayerische, jährliche oder monatliche Lebend- und Totgeburtenstatistiken auf Landkreisebene (1980-1995).
2. Bayerische Fehlbildungsregistrierung (1984-1991).
3. Offizielle nationale europäische Lebend- und Totgeburtenstatistiken (1980-1995) für die folgenden 23 Länder: Österreich, Belgien, Tschechische Republik, Dänemark, Finnland, Frankreich, Deutschland, Groß Britannien, Griechenland, Ungarn, Island, Irland, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Polen, Portugal, Schweden, Spanien und Schweiz.

Statistische Methoden. Zur Analyse der Zeittrends von Lebendgeburten, Geschlechtsverhältnis, Totgeburtenrate und Geburtsprävalenz der Fehlbildungen, sowie zur Untersuchung, ob es 1986 oder danach signifikante Trendstörungen gab, wurde Poisson-Regression und logistische Regression verwendet. Viele Studien über mögliche Tschernobyleffekte waren darauf gerichtet, Schwangerschaftskomplikationen abhängig von Regionen oder Zeitabschnitten zu vergleichen. Im Falle von Tschernobyl scheint aber die Kombination von räumlichen und zeitlichen Vergleichen die informativste Methode zu sein. Die Grundidee für ein räumlich-zeitliches Verfahren ist es, einen Datensatz, der gleichermaßen räumliche und zeitliche Information enthält, unter Adjustierung nach Regionen-spezifischen Trendfunktionen zu modellieren. Der Vorteil dieser räumlich-zeitlichen Methode ist es, dass durch Betrachtung regionaler Trends zunächst die regionalen Einheiten sozusagen mit sich selbst verglichen werden - bei Variation der Zielvariablen mit der Zeit. Die Information über die verschiedenen regionalen Einheiten wird dann zu einem vollständigen synoptischen räumlich-zeitlichen Modell für alle Daten kombiniert, das es einerseits erlaubt, lokale oder globale Sprünge oder Knicke in den Trends (change-points) zu testen, und das es andererseits ermöglicht, räumliche Tendenzen in den Zielvariablen abhängig von dem regionalen Fallout oder der regionalen Dosis zu untersuchen.

*Ergebnisse.* Ein Umrechnungsfaktor von kBq/m<sup>2</sup> Cs auf mSv/a von 0.0143 (95%-KI = [0.0124, 0.0162]) wurde empirisch ermittelt. Dieses Resultat ist in guter Übereinstimmung mit einem bekannten theoretischen Wert von 0.0123 (Jacob, 1990). Gleichwohl ist das Konzept der effektiven Äquivalentdosis (Sv) nicht unproblematisch. Es wird nämlich versucht, Energieübertragung auf der molekularen Ebene auf die makroskopische

Ebene der Organe, des ganzen Körper und sogar von Populationen umzurechnen. Folglich besteht die Möglichkeit, dass die ‚wahre‘ (lokale) Dosis, nach Tschernobyl, höher ausfällt als es etablierter radiobiologischer Theorie entspricht. In diesem Falle wären die abgeleiteten dosisbasierten ökologischen Risikokoeffizienten zu hoch. Sie sind deshalb als vorläufig anzusehen. Diese Einschränkung betrifft nicht die ermittelten Fallout-basierten ökologischen Risikokoeffizienten. In Bayern war in dem Zeitraum Januar 1984 bis September 1986 das Geschlechtsverhältnis 1.052. In dem Zeitraum von Oktober 1986 bis März 1987 stieg es vorübergehend signifikant auf 1.072 an ( $p=0.0261$ ). Europäische Totgeburtensraten zwischen 1980 und 1995 wurden untersucht, mit Augenmerk auf einer möglichen Störung des Trends nach Tschernobyl. In den kombinierten Daten von Bayern, West-Berlin, DDR, Dänemark, Ungarn, Island, Lettland, Norwegen, Polen und Schweden wurde ein hochsignifikanter Sprung in der logistischen Trendfunktion (1986 und 1987) festgestellt. Der relative Anstieg bemisst sich auf 4.6% ( $p=0.0022$ ) bzw. auf 8.8% ( $p=0.0000033$ ) in 1986 bzw. 1987-1992. Dieses Ergebnis ist konsistent mit den räumlich-zeitlichen relativen Risiken für Totgeburtlichkeit in Deutschland (Bayern + ehemalige DDR) in den Jahren 1987 und 1988 von  $1.0061/\text{kBq}\cdot\text{m}^2$  und  $1.33/\text{mSv}\cdot\text{a}$  ( $p = 0.000026$ ).

Schlussfolgerung. Obwohl westliche europäische Länder (d.h. westlich von Ukraine und Belarus) nur einem relativ moderaten radioaktiven Niederschlag ausgesetzt waren, findet man dort nach Tschernobyl Zunahmen des Geschlechtsverhältnisses, der Fehlbildungs- und Totgeburtensraten und der perinatalen Mortalität. Diese Resultate stellen die Annahme von Schwellendosen für genetische Effekte der Niedrigdosisstrahlung und die Annahme von relativ hohen Verdoppelungsdosen für genetische Effekte, wie sie von einschlägigen internationalen Gremien propagiert werden, in Frage.

### English

*Background.* The Chernobyl accident resembles in some respects an unintended experiment with humans. It provides the opportunity to disclose various genetic effects by relating population statistics and birth defect registries to time and measurements of radioactive fallout or dose. Pos-

sible genetic effects may be reflected by changes in the sex ratio, congenital malformation rate, stillbirth rate, and perinatal mortality.

### *Data - exposure.*

1. District-specific mean values of Cs137 measurements for the 96 districts of Bavaria.
2. District-specific mean values of Cs134 measurements for the 198 districts of the former GDR, including East Berlin and West Berlin.
3. Mean dose equivalents of population exposure quintiles ( Sv in May 1986) published by Auvinen et al. (2001).

### *Data - population and effects.*

1. Official German and Bavarian annual or monthly live birth and stillbirth statistics at the district level (1980-1995).
2. The Bavarian Congenital Malformation registry (1984-1991).
3. Official national European live birth and stillbirth statistics (1980-1995) for the following 23 countries: Austria, Belgium, Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Great Britain, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Sweden, Spain, and Switzerland.

*Statistical methods.* To assess the time trends in live births, sex ratios, stillbirth proportions, and incidence of congenital malformations, as well as to investigate whether there have been significant changes in the trend functions in 1986 or later, Poisson regression and linear logistic regression was applied. Many studies of possible Chernobyl health effects have been aimed at the detection of differences of pregnancy-outcome measurements between regions or time periods. In the Chernobyl case, a combination of the regional and temporal comparisons seems to be the most informative method. The main idea behind a spatial-temporal approach is to model a data set that contains regional and temporal information simultaneously by adjusting the regression model for region-specific trend functions. The advantage of this spatial-temporal method is that by considering partial trends of regional units, these regional units are, so to speak, compared to themselves, as the target variable describing the interesting characteristic

varies in time. Information on several regional units is then combined in a complete synoptic spatial-temporal model for all data, giving rise to tests of local or global change-points (jumps or broken-sticks) in time as well as spatial trends in the outcome variables with regionally determined radioactive contamination or ionizing radiation dose.

*Results.* A conversion coefficient from kBq/m<sup>2</sup> Cs to mSv/a of 0.0143 (95%-CL = [0.0124, 0.0162]) was derived empirically. This result is in good agreement with a well known theoretical value of 0.0123 (Jacob, 1990). However, the concept of effective equivalent dose is not without problems, because it relies on the attempt to average energy transfer at the molecular level to obtain measures of energy transfer at the macroscopic level of organs, the entire body, and even populations. Thus, the possibility exists that 'true' (local) doses received after the Chernobyl accident are higher than those reflected by established radiobiological theories. In that case, the derived dose-based ecological risk coefficients were too high. Therefore, they are to be considered preliminary. This restriction does not apply to the fallout-based ecological risk coefficients. In Bavaria, from January 1984 to September 1986, the sex ratio was 1.051. In the time interval from October 1986 to March 1987 it had transiently increased significantly to 1.072 ( $p=0.0261$ ). Annual stillbirth proportions in Europe for the years 1980–1995 with emphasis on a possible impact of the Chernobyl disaster have been investigated. In the combined data of Bavaria, GDR, West Berlin, Denmark, Hungary, Iceland, Latvia, Norway, Poland, and Sweden, a highly significant change-point in the linear logistic regression trend function in 1986 and 1987 was found. The relative increase measures 4.6% ( $p=0.0022$ ) and 8.8% ( $p=0.0000033$ ) of the expected annual stillbirth proportions in 1986 and from 1987 to 1992, respectively. This finding is consistent with the spatial-temporal relative risk estimates for stillbirth in Germany (Bavaria + former GDR) in 1987 and 1988 of 1.0061/kBq\*m<sup>2</sup> and of 1.33/mSv\*a ( $p=0.000026$ ).

*Conclusion.* Although western European countries (i.e. western to Ukraine and Belarus) received only a relatively moderate amount of radioactive fallout, an increase of the sex ratio, birth defects, stillbirths, and perinatal mortality is seen after the Chernobyl nuclear power plant accident. These

results challenge the assumption of thresholds for genetic effects of low level ionizing radiation as well as the assumption of relatively high doubling doses for genetic effects as propagated by pertinent international commissions.

*Key Words.* Birth defects, Chernobyl disaster, ionizing radiation, logistic regression, perinatal mortality, sex ratio, spatial-temporal analysis, stillbirth, trend analysis.

*References.*

- Auvinen A, Vahteristo M, Arvela H, Suomela M, Rahola T, Hakama M, Rytomaa T. Chernobyl fallout and outcome of pregnancy in Finland. *Environ Health Perspect.* 2001 Feb; 109(2):179-185.
- Jacob P, Rosenbaum H, Petoussi N, Zankl M (1990): Calculation of Organ Doses from Environmental Gamma Rays using Human Phantoms and Monte Carlo Methods. Part II: Radionuclides distributed in the Air or deposited on the Ground. Institut für Strahlenschutz, GSF-Bericht 12/90, GSF-Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit, D-85764 Neuherberg.
- Körblein A, Küchenhoff H. Perinatal mortality in Germany following the Chernobyl accident. *Radiat Environ Biophys.* 1997 Feb; 36(1): 3-7.
- Scherb H, Weigelt E, Brüske-Hohlfeld I. European stillbirth proportions before and after the Chernobyl accident. *Int J Epidemiol.* 1999 Oct; 28(5): 932-940.
- Scherb H, Weigelt E, Brüske-Hohlfeld I. Regression analysis of time trends in perinatal mortality in Germany 1980-1993. *Environ Health Perspect.* 2000 Feb; 108(2):159-165
- Scherb H, Weigelt E. Congenital Malformation and Stillbirth in Germany and Europe Before and After the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident. *ESPR - Environ Sci & Pollut Res*, 10 Special (1) 2003, 117-125.
- Scherb H, Weigelt E. Cleft lip and cleft palate birth rate in Bavaria before and after the Chernobyl nuclear power plant accident. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 2004 Mar; 8(2):106-110.
- Ziegłowski V, Hemprich A. [Facial cleft birth rate in former East Germany before and after the reactor accident in Chernobyl]. *Mund Kiefer Gesichtschir.* 1999 Jul; 3(4):195-199.

**Dienstag, 4. April 2006 / Tuesday, April 4, 2006**

11.00 – 12.30 Uhr Sitzung 2 / 11.00 – 12.30 a.m. Session 2:

Genetische und teratogene Folgen der Katastrophe von Tschernobyl (Teil 3)

Genetic and Teratogenic Consequences of the Chernobyl Catastrophe (Part 3)

## **Population-genetic Consequences of Ionizing Radiation Doses after the Chernobyl Catastrophe**

### **Populationsgenetische Folgen ionisierender Bestrahlung nach der Katastrophe von Tschernobyl**

Valeriy Glazko

Institute of Agricolology and Biotechnology UAAS, Kiev

#### **English**

The changes of the genetic structure in generations of cattle of experimental economy "Novoshepelichi" in zone of alienation of Chernobyl NPP (Pripjat, ~ 200 Ci/km<sup>2</sup>) were investigated. The molecular-genetic markers (RFLP of structural genes, protein polymorphism, and polymorphism of DNA fragments, flanking by inverted microsatellite repeats (ISSR-PCR) were used for population-genetic analysis. The experimental cattle herd consisted of parent generation (F0 - bull of Uran, cows Gamma, Alpha, Beta and 13 cows, which were introduced to this economy from rather «pure» regions in 1990-1993 years), and also three following generations, obtained from them, (F1, F2, F3), born in conditions of increased level of ionizing irradiation. The comparative analysis of the genetic structure had shown, that from the parents to offspring not all alleles were transmitted with equal probability; the preferable reproduction only some of them was observed. The most expressed deviations from equiprobable allele transmission were observed on transferrin, ceruloplasmin, receptor to vitamin D loci and some of ISSR-PCR markers. Besides it, the preferable reproduction of heterozygous animals on different markers was revealed. The shift of genetic structure in generations from parent's gene pool, which was typical for specialized dairy breed, in direction of gene pool of ancient and primitive breed Grey Ukrainian was detected. The changes of the genetic structure in cattle generations were related with the decreasing birth rate and increase of loss of calf up to three month age. The fertility of cows, in the number of calf per one cow per one year, in F1 and F2 was reduced approximately twice, in comparison with parent generation. Such changes allowed assuming the selection against most radio sensing genotypes, especially in generation F1. It is possible to expect, that the direction of such changes of gene pools was stipulated by prefer-

able reproduction of steadiest to unfavorable effects, but least specialized animals.

#### **German**

Untersucht wurden die Veränderungen in der genetischen Struktur von mehreren Generationen Nutztvieh in der landwirtschaftlichen Versuchstation Novoshepelichi in der Evakuierungszone um den Reaktor von Tschernobyl (Pripjat, ~ 200 Ci/km<sup>2</sup>). Verschiedene genetische Marker wurden für die populationsgenetischen Analysen verwendet (RFLP von Strukturgenen, Protein- und DANN-Polymorphismen, ISSR-PCR<sup>1</sup>). Die Versuchsherde bestand aus der Elterngeneration (F0 – Bulle Uran, Kühe Gamma, Alpha, Beta, und 13 Kühen, die dieser Wirtschaft in den Jahren 1990-93 aus relativ „sauberen“ Gegenden zugeführt wurden) sowie den drei daraus gewonnenen Folgegenerationen (F1, F2, F3), die unter den Bedingungen erhöhter ionisierender Strahlung geboren wurden. Die vergleichende Analyse der genetischen Struktur zeigte, daß von Eltern auf Nachkommen nicht alle Allele mit gleicher Wahrscheinlichkeit übertragen wurden; es wurde beobachtet, daß nur einige von ihnen bevorzugt weitergegeben wurden. Die expressivsten Abweichungen von der gleich wahrscheinlichen Weitergabe von Allelen wurden bei Transferrin, Caeruloplasmin, den Loci für Vitamin D-Rezeptoren und einigen der ISSR-PCR-Marker beobachtet.

Außerdem erwies sich, daß bei verschiedenen Markern sich vorzugsweise heterozygote Tiere reproduzierten.

---

<sup>1</sup> Invertierte Mikrosatelliten werden per PCR (Polymerase chain reaction, P-Kettenreaktion) vervielfältigt und sollen als Marker für Polymorphismen dienen. Sie könnten auch genetische Instabilität anzeigen. ISSR-PCR steht für \*I\*nter \*S\*imple \*S\*equences \*R\*epet-PCR. Bei dieser Methode werden Sequenzen, die von zwei Mikrosatelliten (=einfache Sequenzwiederholungen wie ACn) in reverser Orientierung flankiert sind, mit nur „einem“ Primer amplifiziert. Die Amplicons ergeben ein charakteristisches Muster für Populationen, Spezies usw.. (Anm. d. Red.)

Der Genpool der Elterngeneration veränderte sich nach unseren Feststellungen von dem für spezialisiertes Milchvieh typischen Richtung auf die alte und ursprüngliche Zuchtform Graue Ukrainer. Die Veränderungen in der genetischen Struktur bei den Viehgenerationen ging einher mit einer abnehmenden Geburtenrate und vermehrtem Verlust von Kälbern bis zum Alter von drei Monaten. Im Vergleich zur Elterngeneration nahm die Fruchtbarkeit der Kühe in Kälbern pro Kuh und pro Jahr bei F1 und F2 um das fast Zweifache ab. Aufgrund dieser Veränderungen läßt sich vermuten, daß insbesondere bei der Generation F1 eine Selektion gegen die strahlenempfindlichsten Genotypen stattfand. Es ist zu erwarten, daß die Richtung dieser Veränderungen im Genpool durch die bevorzugte Reproduktion weniger spezialisierter, dafür aber gegen ungünstige Bedingungen widerstandsfähigsten Tiere hervorgerufen wurde.

**Dienstag, 4. April 2006 / Tuesday, April 4, 2006**

11.00 – 12.30 Uhr Sitzung 2 / 11.00 – 12.30 a.m. Session 2:

Genetische und teratogene Folgen der Katastrophe von Tschernobyl (Teil 3)

Genetic and Teratogenic Consequences of the Chernobyl Catastrophe (Part 3)

## **Strahlenschäden bei Insekten – Dokumentation im Labor, nach Tschernobyl und in der Umgebung kerntechnischer Anlagen**

### **Radiation Damages in Insects. A Laboratory Documentation after the Chernobyl Catastrophe and from the Vicinity of Nuclear Facilities**

Cornelia Hesse-Honegger

Zürich, Schweiz / Zurich, Switzerland

Die wissenschaftliche Zeichnerin und Künstlerin Cornelia Hesse-Honegger, zeichnete während 25 Jahren für Genetiker an der Universität Zürich, unter anderem mutierte Fliegen. Nach dem Unfall von Tschernobyl reiste sie auf eigene Initiative in die von der radioaktiven Wolke kontaminierten Gebiete in Schweden und der Südschweiz, Tessin, sammelte und untersuchte Blattwanzen und Drosophila Fliegen. Sie zeigt gemalte Bilder von morphologisch deformierten Blattwanzen, die sie 1990 in der Umgebung von Tschernobyl und im Umfeld von normal funktionierenden Atomanlagen gesammelt hatte.

Draftswoman and artist Cornelia Hesse-Honegger made drawings for geneticists at Zurich University for 25 years, among them drawings of mutations in flies. After the Chernobyl catastrophe she took the initiative and travelled to areas in Sweden and southern Switzerland, Tessin, contaminated by the nuclear cloud, collected and examined leaf bugs and drosophila flies. She shows paintings of morphologically deformed leaf bugs, which she found in 1990 in the surroundings of Tschernobyl and in the vicinity of working nuclear facilities under normal circumstances.

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

**Сниженная межполушарная асимметрия и когнитивный дефицит как результат воздействия радиации после Чернобыльской катастрофы**

**Reduced Brain Asymmetry and Cognitive Deficit as a Result of Exposure to Radiation after the Chernobyl Catastrophe**

**Verminderte Hirnasymmetrie und kognitive Defizite als Ergebnis der Strahlenexposition nach der Katastrophe von Tschernobyl**

Жаворонкова Л., Холодова Н.

Ludmila A. Zhavoronkova<sup>1</sup>, Nina B. Kholodova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук, Москва  
Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Moscow

<sup>2</sup> Рентгенорадиологический центр, Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва  
Russian Research Center of Roentgenology and Radiology, Healthy Ministry of Russian Federation, Moscow

**English**

Clinical investigations last years showed that persons who took part at clean-up works after Chernobyl catastrophe now had multiple after-effects on the health with most dysfunction of the central nervous system. The aim of the present study was to evaluate the feature of the brain pathology and behavior disorders in Chernobyl patients. Complex longitudinal analysis of EEG, psychological testing and clinical examination carried out during 1990-2005 years in 178 persons who took part at the cleaning-up the Chernobyl disaster in 1986-1987 (aged at the time of works  $30,7 \pm 4,3$ ) in comparison with 53 healthy persons (aged 25-60). Clinical examination revealed that the multiple symptoms accompanying the combination of somatic, endocrine and psycho-organic ones in Chernobyl patients significantly exceeded the control group of the same age. Longitudinal analysis of EEG and neuropsychological characteristics of Chernobyl patients demonstrated the existence of two after-effect stages. At the initial stage the predominant hyperactivity of limbic-reticular complex was observed. The cerebral cortex dysfunction especially of frontal areas was the most determining factor in the pathological process during future stages. Now EEG markers of the brain pathology are following: a low-voltage of EEG, the global decrease of EEG coherence more expressed in the frontal regions and left hemisphere resulting a reduced the brain asym-

metry. Psychological testing revealed a significant impairment of cognitive functions, including counting-logical, sensory-motor and visual-spatial functions. Data of MMPI testing indicated the prevalence of hypochondriac disorders, including "loosening" of the personality score, which were characteristics of the normal old age group. So, the results of present study provided the integral estimation of the brain functional state, cognitive activity and clinical status of the health Chernobyl survivors allowed us to propose the acceleration or premature ageing of the human brain and the organism as whole after the exposure to radiation as result of Chernobyl catastrophe.

**German**

In den letzten Jahren haben klinische Untersuchungen gezeigt, daß Personen, die an den Aufräumarbeiten nach der Katastrophe von Tschernobyl beteiligt waren, multiple gesundheitliche Nachwirkungen zeigten, zumeist Dysfunktionen des Zentralnervensystems. Ziel der vorliegenden Studie war die Evaluierung der hirnpathologischen Merkmale und der Verhaltensstörungen bei Tschernobylpatienten. Es handelt sich um eine komplexe EEG-Langzeituntersuchung, psychologischen Tests und klinischen Untersuchungen zwischen 1990 und 2005 an 178 Personen, die an den Aufräumarbeiten nach der Katastrophe von Tschernobyl 1986-1987 beteiligt und damals  $30,7 \pm 4,3$  Jahre alt waren, im Vergleich zu 53 ge-

**Dienstag, 4. April 2006 / Tuesday, April 4, 2006**

14.00 – 16.00 Uhr Sitzung 3 / 2.00 – 4.00 p.m. Session 3:

Schädigung von Nerven und Augen nach Tschernobyl

Damages to the Nervous System and the Eyes after Chernobyl

sunden Personen im Alter zwischen 25 und 60 Jahren. Die klinische Untersuchung zeigte, daß die multiplen Symptome einer Kombination somatischer, endokriner und psycho-organischer Störungen bei Tschernobylpatienten die der gleichaltrigen Kontrollgruppen signifikant übertrafen. EEG-Langzeitanalyse und der neuropsychologischen Charakteristika von Tschernobylpatienten zeigten die Existenz von zwei Stadien der Nachwirkungen. In der Anfangsphase wurde eine prädominante Hyperaktivität des limbisch-retikulären Komplexes beobachtet. Die Dysfunktion des zerebralen Kortex, speziell der Frontalregionen, war der bestimmende Faktor des pathologischen Prozesses in den späteren Stadien. Die Charakteristika des EEG der Hirnpathologie waren die folgenden: niedervoltage des EEG, allgemeine Abnahme der EEG-Kohärenz, stärker exprimiert in den Frontalregionen und der linken Hemisphäre, was eine reduzierte Hirnasymmetrie ergab. Psychologische Tests zeigten eine signifikante Schädigung der kognitiven Funktionen, darunter mathematisch-logische, sensomotorische und solche des räumlichen Sehvermögens. Die Daten der MMPI Tests zeigten die Prävalenz von hypochondrischen Störungen, darunter auch eine „Lockerung“ der Persönlichkeitswerte, die normalerweise charakteristisch für das höhere Lebensalter sind. Auf diese Weise liefern die Resultate der vorliegenden Untersuchung eine integrierte Abschätzung des Zustandes der Gehirnfunktionen, der kognitiven Aktivität und des klinischen Gesundheitszustandes der Tschernobyl-Patienten und erlauben uns die Hypothese einer Beschleunigung des Alterungsprozesses bzw. einer vorzeitigen Alterung des menschlichen Gehirns und des gesamten Organismus nach der Strahlenexposition durch die Katastrophe von Tschernobyl.

## ИЗМЕНЕНИЯ СО СТОРОНЫ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ УЧАСТНИКОВ ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС В 1986- 87гг. В ОТДАЛЁННОМ ПЕРИОДЕ

### Longterm Changes in the Nervous System of the Liquidators of 1986-87

### Langzeitveränderungen des Nervensystems von Liquidatoren, die 1986/87 im Einsatz waren

Холодова Н.Б.

Nina B. Kholodova

Российский Научный Центр Рентгенорадиологии, Отдел радиационной  
медицины

Russian Research Center of Roentgenology and Radiology, Healthy Ministry of  
Russian Federation, Moscow

#### Russian

За прошедшие 20 лет после Чернобыльской катастрофы исследования ученых как России, так и стран СНГ и Балтии, выявляют рост заболеваемости и инвалидности среди участников ликвидации последствий аварии (ЛПА) на Чернобыльской АЭС в 1986-87гг. Около 600 тысяч человек работоспособного возраста, проживающих на территории бывшего Советского Союза, приняли участие в различных работах по ликвидации последствий взорвавшегося реактора.

. Нервная система до настоящего времени считалась наиболее радиорезистентной, наиболее чувствительными к ионизирующему излучению считались регенерирующие ткани: кожа, кишечник, кровеносные органы.

Однако как показали наблюдения за участниками ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС ведущими жалобами у них являются жалобы неврологического плана: головные боли, не снимающиеся анальгетиками, снижение памяти на текущие события, приступы с отключением сознания, боли в костях.

Для объективизации предъявляемых ликвидаторами жалоб были применены современные методики исследования функции нервной системы. При эмиссионной однофотонной компьютерной томографии с препаратом "Ceretec" были выявлены множественные гипометаболические очаги, свидетельствующие о нарушении метаболизма

и регионального кровотока в мозговой ткани. При магнитно – резонансном исследовании выявлено расширение желудочковой системы, расширение субарахноидальных пространств, «лейкоареоз» и единичные и множественные очаговые снижения плотности мозговой ткани, свидетельствующие об органическом характере поражения головного мозга у ликвидаторов 1986-87гг. в отдалённые сроки после облучения. При исследовании биоэлектрической активности головного мозга в более ранние сроки (1-6 лет после аварии) выявлялась дезорганизация корковой ритмики, диффузная ирритация коры и выраженные признаки дисфункции диэнцефально-стволовых структур в виде перераспределения медленно- волновой части спектра в переднецентральные отделы и синхронизированных вспышек замедленного альфа -, тета- диапазонов ритмов, в более поздние сроки у пациентов выявляются дезорганизация корковой ритмики, снижение уровня биоэлектрической активности мозга, диффузная ирритация коры с эпилептоидным компонентом. Комплексное нейропсихологическое исследование выявляет тотальное снижение функций памяти, внимания и замедление мыслительных процессов.

Наблюдение за пациентами в динамике выявляет прогрессирующее ухудшение состояния здоровья. Функциональные расстройства с течением времени трансформируются в органические, легкие степени заболевания в более тяжелые.

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft  
Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

Internationaler Kongreß, Berlin 3. – 5. April 2006 / International Congress, Berlin April 3 to 5 2006

При иммунологическом исследовании у ликвидаторов выявляется снижение абсолютных и относительных показателей всех популяций лимфоцитов. На фоне снижения абсолютных и относительных показателей клеточного звена у большинства из них (63%) была существенно повышена готовность лимфоцитов к апоптозу (СД95), что свидетельствует о наличии «апоптотического иммунодефицита».

Таким образом данные современных методик исследования нервной системы и исследования иммунологического статуса свидетельствуют об органическом характере поражения головного мозга, а именно, об аутоиммунной пострадиационной энцефалопатии.

### **German**

Im Laufe der vergangenen 20 Jahre nach der Katastrophe von Tschernobyl haben Forschungen von Wissenschaftlern aus Rußland, der Gemeinschaft Unabhängiger Staat und des Baltikum ein Anwachsen der Morbidität und Invalidität bei den Arbeitern (Liquidatoren) festgestellt, die an den Aufräumarbeiten im Atomkraftwerk Tschernobyl in den Jahren 1986 und 1987 beteiligt waren. Ungefähr 600.000 Menschen im arbeitsfähigen Alter aus dem gesamten Gebiet der ehemaligen Sowjetunion wurden zu verschiedenen Arbeiten zur Beseitigung der Folgen der Reaktorexpllosion herangezogen.

Das Nervensystem galt bisher als höchst resistent gegen radioaktive Strahlung, als sehr strahlenempfindlich galten dagegen die sich regenerierenden Gewebe wie etwa die Haut, der Darm und die blutbildenden Organe.

Zur Objektivierung der von den Liquidatoren vorgebrachten Beschwerden wurden mit modernen Methoden die Funktionen des Nervensystems untersucht. Bei Untersuchungen mittels PET-Computertomographie mit dem Präparat ‚Ceretec‘ (Tc-99m) wurden verschiedene hypometabolische Herde gefunden, die auf Schädigungen des Metabolismus und der regionären Durchblutung hinweisen. Bei Untersuchungen mit Magnetresonanz zeigten sich eine Erweiterung des Kammer Systems und des Subarachnoidalraums, „Leukoareose“ sowie singuläre oder multiple herdförmige Verminderungen der Festigkeit des Hirngewebes,

die den organischen Charakter der Hirnschädigungen bei den Liquidatoren der Jahre 1986-87 auch lange Zeit nach der Strahleneinwirkung belegen. Bei der Untersuchung des Gehirns zu früheren Zeiten (1-6 Jahre nach dem Unfall) waren eine Desorganisation der Hirnrindennhythmik, eine diffuse Irritation der Hirnrinde und ausgeprägte Anzeichen einer Dysfunktion der Strukturen des Diencephalon und des Hirnstamms in Form einer Neuverteilung in Teilen des Spektrums der langsamen Wellen in die vorderen Zentralbereiche sowie synchronisierte Spikes im verlangsamten Alpha- und Teta-Diapason aufgefallen. Zu späteren Zeiten zeigen sich bei den Patienten eine Desorganisation der Hirnrindennhythmik, eine Minderung der bioelektrischen Aktivität des Gehirns und eine diffuse Irritation der Rinde mit epileptoider Komponente. Die differenzierte neuropsychologische Untersuchung zeigt eine umfassende Minderung der Funktionen des Gedächtnisses und der Aufmerksamkeit sowie verlangsamte Denkprozesse.

Die Überwachung der Patienten zeigt in der Entwicklung eine fortschreitende Verschlechterung des Gesundheitszustandes. Funktionelle Störungen wandeln sich im Laufe der Zeit zu organischen, aus leichten Erkrankungsgraden werden schwere.

Bei einer immunologischen Untersuchung zeigt sich bei den Liquidatoren eine Verminderung der absoluten und relativen Parameter aller Lymphozytenpopulationen. Vor dem Hintergrund vermindelter absoluter und relativer Parameter der Zellverbindungen bei der Mehrheit der Patienten (63%) war die Tendenz der Lymphozyten zur Apoptose signifikant erhöht, was das Vorhandensein eines „apoptotischen Immundefizits“ beweist.

Damit belegen die mit modernen Methoden zur Untersuchung des Nervensystems und aus der Untersuchung des Immunstatus gewonnenen Daten den organischen Charakter der Schädigung des Gehirns, und zwar die autoimmune strahlenbedingte Enzephalopathie.

## Effects of Prenatal Brain Irradiation as a Result of the Chernobyl Accident

### Wirkungen pränataler Hirnbestrahlung als Folge des Unfalls von Tschernobyl

Angelina L. Nyagu

Scientific Center for Radiation Medicine of AMS of Ukraine, Kiev

#### English

One of the grave consequences of the Chernobyl accident was the in utero irradiation of children. Mental health was studied in a cohort of 154 children born between April 26<sup>th</sup>, 1986 and February 26<sup>th</sup>, 1987 to mothers who had been evacuated from Pripjat to Kiev, also 143 classmates from Kiev were examined. The Wechsler Intelligence Scale for Children (WISC), the Achenbach and Rutter A(2) tests were used for the children. School performance was also assessed. Mothers were examined with the verbal subscale of the Wechsler Adults Intelligence Scale (WAIS), the Zung Self-Rating Depression Scale (SDS), PTSD scales (Impact of Events Scale and Irritability, Depression, Anxiety Scales) and the General Health Questionnaire (GHQ-28). Neuropsychiatric diseases were diagnosed according to ICD-10. Individual dose reconstruction of the children exposed in utero was carried out considering internal and external exposure. The ICRP Publication-88 was applied for calculation of effective fetal, brain and thyroid internal doses for children of both groups. The mean effective fetal equivalent dose ( $M \pm SD$ ) in the exposed group is  $65.4 \pm 33.9$  mSv and in the control group  $1.2 \pm 0.3$  mSv. Prenatal equivalent brain doses were  $19.2 \pm 11.3$  mSv and  $0.8 \pm 0.2$  mSv for the exposed and control groups, respectively. Thyroid doses in utero were  $760.4 \pm 631.8$  mSv and  $44.5 \pm 43.3$  mSv for the exposed and control groups, correspondingly. There were 20 children from Pripjat town (13.2%) who had been exposed in utero in total doses  $>100$  mSv and there were 52 children from Pripjat town (33.8%) who had been exposed in utero to thyroid doses  $>1$  Sv. The prenatally exposed children show significantly more diseases of the nervous system and mental disorders. Significant differences on intelligence and emotional and behavioral disorders of exposed children in comparison to the control group were revealed. Exposed children showed lower full-scale IQ due to lower verbal IQ and therefore, an increased frequency of performance/verbal intelligence discrepancies. The exposed and evacuated mothers

did not show differences in verbal abilities, but they have experienced much more real stress events and have more depression, PTSD, somatoform disorders, anxiety/insomnia, and social dysfunction than the control mothers from Kiev city. There is a correlation between mothers' mental health deterioration with a decrease of fullscale IQ and performance IQ in children. Verbal IQ, however, does not correlate with mothers' mental health. Consequently, IQ discrepancies decrease in proportion to the mental health of mothers and neuropsychiatric disorders in children. Among mothers of the exposed group of children with the neuropsychiatric disorders there are much more depression and somatization, as well as mental disorders. There is no direct dependence of the mentioned effects on radiation doses received in utero. However, when IQ discrepancies of the prenatally irradiated children exceeded 25 points, there appears to be a correlation with the fetal dose.

#### German

Eine der schwerwiegendsten Folgen war die Bestrahlung von Kindern in utero. Die mentalen Folgen wurde in einer Kohorte von 154 Kindern untersucht, die zwischen 26. April 1986 und 26. April 1987 von Müttern geboren wurden, die aus Pripjat nach Kiev evakuiert wurden, und in einer Gruppe von 143 Schulkameraden aus Kiev. Die Wechsler Intelligenz Skala für Kinder (WISC) und die Achenbach-Rutter-A-(2)-Tests wurden angewandt und auch die Schulleistungen ermittelt. Die Mütter wurden mittels der verbalen Sub-Skala der Wechsler Intelligenz Skala für Erwachsene (WAIS), der Zung-Skala zur Selbsteinschätzung von Depression (SDS), PTSD Skalen (Skala zur Wirkung besonderer Ereignisse, Skalen zur Reizbarkeit, Depression und Angst) und des Fragebogens zur allgemeinen Gesundheit (GHQ-28) untersucht. Neuropsychiatrische Erkrankungen wurden nach ICD-10 diagnostiziert. Eine individuelle Rekonstruktion der in utero exponierten Kinder wurde unter Berücksichtigung innerer und äußerer Bestrahlung durchgeführt. Die ICRP-Veröffentli-

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft  
Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

Internationaler Kongreß, Berlin 3. – 5. April 2006 / International Congress, Berlin April 3 to 5 2006

**Dienstag, 4. April 2006 / Tuesday, April 4, 2006**

14.00 – 16.00 Uhr Sitzung 3 / 2.00 – 4.00 p.m. Session 3:

Schädigung von Nerven und Augen nach Tschernobyl

Damages to the Nervous System and the Eyes after Chernobyl

chung 88 wurde zur Berechnung der effektiven inneren fetalen, Gehirn- und Schilddrüsendosen für die Kinder beider Gruppen angewandt.

Die mittlere effektive fetale Äquivalenzdosis ( $M \pm SD$ ) ist  $65,4 \pm 33,9$  mSv und in der Kontrollgruppe  $1,2 \pm 0,3$  mSv. Pränatale Gehirnäquivalenzdosen waren  $19,2 \pm 11,3$  mSv und  $0,8 \pm 0,2$  mSv jeweils für die exponierte und die Kontrollgruppe. Die Schilddrüsendosen in utero waren  $760,4 \pm 631,8$  mSv und  $44,5 \pm 43,3$  mSv, jeweils für exponierte und Kontrollgruppe. Es gab 20 Kinder aus der Stadt Pripjat (13,2%), die in utero Gesamtdosen von  $>100$  mSv ausgesetzt waren, und 52 Kinder aus der Stadt Pripjat (33,8%), die in utero Schilddrüsendosen von  $>1$  Sv erhalten hatten.

Die pränatal exponierten Kinder zeigen signifikant häufiger Erkrankungen des Nervensystems und geistige Störungen. Auch wurden signifikante Unterschiede bei Intelligenz, emotionalen und Verhaltensstörungen bei exponierten Kindern im Vergleich zur Kontrollgruppe gefunden. Die exponierten Kinder hatten einen niedrigeren Gesamt-IQ wegen eines niedrigen sprachlichen IQ, das heißt eine erhöhte Häufigkeit von Störungen des sprachlichen Ausdrucks oder des Sprachverstehens. Die exponierten und evakuierten Mütter wiesen keine Unterschiede in den sprachlichen Fähigkeiten auf, haben aber wesentlich mehr reale Streßereignisse erfahren und haben mehr Depressionen, PTSD, somatoforme Störungen, Angst bzw. Schlafstörungen, und soziale Dysfunktionen als die Kontrollgruppenmütter aus Kiew Stadt. Es gibt eine Korrelation zwischen der Verschlechterung der geistigen Gesundheit bei den Müttern und einem abnehmenden vollen IQ und Performanz-IQ bei Kindern. Der verbale IQ korreliert jedoch nicht mit der geistigen Gesundheit der Mütter. Als Folge nehmen IQ-Diskrepanzen proportional zur geistigen Gesundheit der Mütter und zu neuropsychiatrischen Störungen bei Kindern ab. Bei Müttern der exponierten Kindergruppe mit neuropsychiatrischen Störungen gibt es wesentlich mehr Depressionen und Somatisierungen sowie geistige Störungen. Es gibt keine direkte Abhängigkeit der erwähnten Effekte von den in utero erhaltenen Dosen. Allerdings scheint es, wenn die IQ-Diskrepanzen der pränatal bestrahlten Kinder 25 Punkte überschritten, eine Korrelation mit der fetalen Dosis zu geben.

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

## Risk Assessment of Eye Diseases in Populations Exposed to Ionizing Radiation Augenerkrankungen bei Aufräumarbeitern: Schädigungen des Augenhinter- grundes, der Makula, des Glaskörpers und der Linse

Pavlo Fedirko

Scientific Center of Radiation Medicine of Academy of Medical Sciences of Ukraine,  
Kiev

### English

We are conducting investigation of ionizing radiation influence on the visual organ condition. The data we are presenting in this report have been received as a result of our investigations according to the clinical - epidemiological register project [1]. A prolonged (since 1991) dynamic observation of a clean-up workers cohort (5195 persons with radiation absorbed doses ranging from 0.001 to 3.3 Gy, the average radiation dose being 0.304 ± 0.006 Gy and Poisson distribution in dose groups, Poisson  $\lambda = 2.76$ ) has been conducted. The patients have been examined according to the standard procedure; check-ups have been biennial. The "blind method" has been applied. While analyzing the results, the stratum with a dose below 0.05 Gy (493 clean-up workers) has been singled out as the internal control.

In the statistical analysis such parameters as risk, confident limits, descriptive statistics parameters (mean, dispersion, standard deviation, standard error), factors influence have been assessed. Morbidity and disease prevalence parameters, absolute and relative risks of eye diseases for various dose - age groups have been determined. Models of absolute and relative risks for the most wide - spread nosologies have been developed. Clinical peculiarities of eye diseases and visual function conditions in persons with different dose loadings have been studied.

It has been ascertained that the prevalence of eye diseases in the clean-up workers cohort had increased from 950.3±45.5 per 1000 persons in 1992 to 4259.5±296.2 per 1000 persons in 2004. The structure of ophthalmopathology shows an increase of part of lens and retina diseases, as well as eye vascular system pathology. Statistically significant assessments of dose dependence have been obtained for the cataract, macular degeneration, angiopathy and angiosclerosis of retina, chronic conjunctivitis, vitrium destruction [2, 3].

The radiation cataract has been additionally studied by means of the "case-control" method. The radiation cataract has been diagnosed in 114 clean-up workers, the radiation dose ranging from 0.02 to 2 Gy. The adequate model of the radiation cataract is non-threshold and includes such factors as absorbed radiation dose and time after exposure.

The involucional cataract is the most frequent form of lens pathology. Its prevalence (per 1000 persons) during the observation period has increased from 294.3 ± 32.0 in 1993 p. to 766.7 ± 35.9 by 2004.

The central chorioretinal degeneration with a predominantly dry age-related macular degeneration clinical symptoms was found to be the most frequent form of the retinal pathology in the remote period (136.5±10.7 per 1000 persons in 1993 and 585.7±23.8 per 1000 persons in 2004). Computation of relative risk of chorioretinal degeneration in comparison with the control for various age group makes us to believe that risk of development of this disease is greater for persons irradiated in more young age.

Microcirculation disturbances have been noticed in the majority of investigated persons. Considerable prevalence of retinal angiopathy (314.8±14.5 per 1000 persons in 1993 and 911.9±19.7 per 1000 persons in 2004) as well as an early development of retinal vessels sclerosis has been observed.

The result of mathematical modelling of risks of the most wide-spread nosologies permitted to ascertain that the risks of involucional cataract, macular degeneration (fig 1) and retina angiopathy depended on age, external radiation dose and time after exposure.

We found that the effect of ionizing radiation was the cause of deterioration of the visual function even before the appearance of clinical pathology symptoms and influenced negatively on the elec-

trubiological activity of retina and optic nerve. A dose - dependent deterioration of the accommodative capability of eyes in irradiated persons has been established [4].

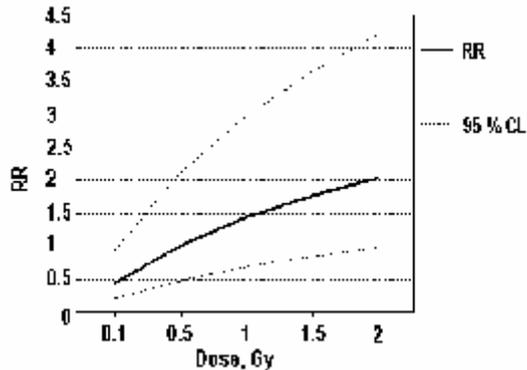


Fig. 1. Relative risk of macular degeneration depending on the dose load

#### References

1. Buzunov V, Fedirko P: Ophthalmopathology in victims of the Chernobyl catastrophe - results of clinical epidemiological study; in Junk AK, Kundiev Y, Vitte P, Worgul BV (ed): Ocular radiation risk assessment in populations exposed to environmental radiation contamination. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1999, pp. 57-67.
2. Fedirko P.: Ophthalmopathology in victims of the Chernobyl catastrophe: dynamics, tendencies, prognosis //XI Congress of the European Society of Ophthalmology, Hungary, Budapest, June 1 - 5, 1997: Abstract book. - Budapest. - 1997. - P. 353.
3. Fedirko P.: Chernobyl catastrophe and the eye: some results of a prolonged clinical investigation. Ophthalmol J. 1999; 2: 69 - 73.
4. Sergienko NM, Fedirko P: Accommodative function of eyes in persons exposed to ionizing radiation. Ophthalmol. Res. 2002; 34; 4: 192-194.

#### German

Wir führen zur Zeit verschiedene Untersuchungen über den Einfluß ionisierender Strahlung auf den Zustand des Sehorgans durch. Die Daten, die wir in diesem Bericht vorstellen, wurden als Ergebnis unserer Untersuchungen im Rahmen des CER-Projektes (klinisch-epidemiologisches Register) gewonnen. Bis jetzt wurden 14.731 Personen optalmologisch untersucht.

Eine langfristige (seit 1991) dynamische Beobachtung einer Kohorte von Aufräumungsarbeitern (5.195 Personen mit einer durchschnittlichen absorbierten Strahlendosis von  $0,304 \pm 0,006$  Gy) wird durchgeführt. Eine äußere Kontrollgruppe (von nicht-bestrahlten Personen) und eine innere Kontrollgruppe (von Aufräumungsarbeitern mit einer Dosisbelastung unterhalb 0,05 Gy) wurden in die Studien einbezogen. In der statistischen Analyse wurden Parameter wie Risiko, Vertrauensgrenze, deskriptive Parameter (Mittel, Streuung, Standardabweichung, Standardfehler) und Einfluß von Faktoren bestimmt. Morbiditäts- und Erkrankungsprävalenzparameter, absolute und relative Risiken von Augenerkrankungen für verschiedene Dosen – Alters-Gruppen wurden bestimmt. Modelle für absolute und relative Risiken wurden für die weitestverbreiteten Nosologien entwickelt. Klinische Besonderheiten von Augenerkrankungen und dem Zustand der Sehfunktionen bei Personen unterschiedlicher Dosisbelastung wurden untersucht.

Es wurde festgestellt, daß die Augen-Morbidität und die Augenerkrankungsprävalenz bei den untersuchten Gruppen die der Kontrollgruppen überstieg. In der Gruppe der Aufräumungsarbeiter betrug die Prävalenz der Augenerkrankungen im Jahr 1992  $950,3 \pm 45,5$  pro 1000 Personen und im Jahr 2004  $4259,5 \pm 296,2$  pro 1000 Personen ( $1413,2 \pm 45,1$  pro 1000 Personen in der Kontrollgruppe). Die Struktur der Ophthalmopathologie zeigt einen Anstieg bei Linsen- und Retinaerkrankungen sowie bei der Pathologie des Augengefäßsystems.

Statistische Signifikanzen der Dosis-Abhängigkeit wurden für Involutionskatarakt, Makuladegeneration, Angiopathie und Angiosklerose der Retina, chronische Konjunktivitis und Zerstörung des Glaskörpers ermittelt.

Störungen der Mikrozirkulation sind bei der Mehrzahl der untersuchten Personen zu beobachten. Eine deutliche Prävalenz der Angiopathie der Retina ( $314,8 \pm 14,5$  pro 1000 Personen im Jahr 1993 und  $911,9 \pm 19,7$  pro 1000 Personen im Jahr 2004) wie auch eine frühe Entwicklung der Sklerose der Gefäße in der Retina wurden beobachtet.

Die zentrale Chororetina-Degeneration mit klinischen Symptomen einer überwiegend altersabhängigen Makula-Degeneration war die häufigste pathologische Erscheinung der Retina in der zurückliegenden Periode ( $136,5 \pm 10,7$  pro 1000 Personen im Jahr 1993 und  $585,7 \pm 23,8$  pro 1000 Personen in 2004).

Der Strahlenkatarakt wurde zusätzlich mit der Methode der Fallkontrolle untersucht. Strahlenbedingter Katarakt wurde bei 114 Aufräumungsarbeitern diagnostiziert, deren Strahlungsdosen im Bereich von 0,02 bis 2 Gy lagen. Für den Strahlenkatarakt ist das adäquate Modell ohne Schwelle und bezieht die aufgenommene Strahlendosis und den Zeitraum nach der Exposition als Faktoren ein. Der Involutionkatarakt ist die häufigste Form der Linsenpathologie. Seine Prävalenz (pro 1000 Personen) stieg während des Beobachtungszeitraums von  $294,3 \pm 32,0$  im Jahr 1993 auf  $776,7 \pm 35,9$  im Jahr 2004.

Das Ergebnis mathematischer Modellierung von Risiken der weitestverbreiteten Nosologien erlaubt die Feststellung, daß Involutionkatarakt, Makuladegeneration und Angiopathie der Retina vom Alter, von der äußeren Strahlendosis und der Zeit nach der Exposition abhängen.

Das Risiko einer Krankheitsentwicklung aufgrund von Strahlenwirkungen war, wie gezeigt wurde, bei jungen Leuten höher als bei Personen im mittleren Alter.

Wir fanden, daß die Wirkung ionisierender Strahlung auch die Ursache einer Verschlechterung der Sehfunktion schon vor dem Auftreten klinisch-pathologischer Symptome ist und die elektrobiologische Aktivität von Retina und Sehnerv negativ beeinflußt. Eine dosisabhängige Verschlechterung der Akkomodationsfähigkeit der Augen wurde bei bestrahlten Personen festgestellt.

## **Pediatric Leukemia in Belarus Before and After the Chernobyl Accident**

### **Kinderleukämie in Belarus vor und nach dem Unfall von Tschernobyl**

Mikhail V. Malko<sup>1</sup>, E. P. Ivanov<sup>2</sup>, V. E. Ivanov<sup>3</sup>

<sup>1</sup> J Joint Institute of Power and Nuclear Research, Sosny, National Academy of Sciences, Minsk, Belarus

<sup>2</sup> Belarusian State University, Minsk, Belarus

<sup>3</sup> Institute Paolo-Calmetti, Marseille, France

#### **English**

Results of an analysis of the incidence in the acute childhood leukemia in Belarus in 1980-2004 carried out on the basis of ecological model are discussed in the report. Published data of the Belarusian Republican Registry of Childhood Hemoblastoses and Hemopoiesis Depressions as well as the Belarusian Cancer Registry were used by the analysis. Only mixed childhood subgroup was considered without a separate analyzing boys and girls. It was found that a short-time increase in the incidence of leukemia in children of Belarus (0 – 14 years at the time of diagnose) occurred in Belarus soon after the accident at the Chernobyl accident. The increase is statistical significant. After 1992 a decline in the childhood leukemia incidence began. As a result, the incidence in the childhood leukemia of Belarus after the period 1986-1992 became less than it was before the Chernobyl accident.

708 cases of acute leukemia were registered in Belarus in the period 1986-1992. The number of expected leukemias in this period was assessed to be approximately 625 cases. These data give the standardized incidence ratio for the period 1986-1992 equal to 1.13 with 95% CI from 1.02 to 1.26.

Radiation risks and attributive risk of leukemia incidence were assessed in the report on the basis of an assumption that observed short-time increase in the childhood leukemia in Belarus had radiation origin. They are for the period 1986-1992: ERR = 7.8% per 1 mSv (95% confidential interval is from 1.0 to 15.4% per 1 mSv), EAR = 30.1 cases per 10<sup>4</sup> PYSv (95% confidential interval is from 3.9 to 59.2 cases per 10<sup>4</sup> PYSv), AR = 11.7% (95%CI is from 1.5 to 23%).

#### **German**

In diesem Bericht werden die Ergebnisse einer Analyse der Inzidenz akuter Leukämie bei Kindern in Belarus zwischen 1980 und 2004 dargestellt, die auf Grundlage eines ökologischen statistischen Modells durchgeführt wurde. Zugrundegelegt wurden veröffentlichte Daten des Registers der Kinder-Hämoblastosen und hämopoetischen Depressionen in der Republik Belarus, sowie das Krebsregister von Belarus. Nur die gesamte Kindergruppe wurde untersucht, ohne gesonderte Untersuchung nach Jungen und Mädchen. Ein kurzfristiger Anstieg der Leukämie-Inzidenz bei Kindern in Belarus, die bei der Diagnose 0 – 14 Jahre alt waren, wurde kurz nach dem Unfall von Tschernobyl gefunden. Der Anstieg ist statistisch signifikant. Nach 1992 begann eine Abnahme der Inzidenz von Kinder-Leukämie mit dem Ergebnis, daß sie nach der Periode 1986-1992 weniger häufig als vor dem Unfall von Tschernobyl war.

In der Zeit von 1986-1992 wurden in Belarus 708 Fälle von akuter Leukämie bei Kindern registriert. Die Zahl der erwarteten Leukämien wurde für diesen Zeitraum mit ungefähr 625 ermittelt. Diese Daten bedeuten ein standardisiertes Inzidenzverhältnis von 1,13 bei 95% CI zwischen 1,02 und 1,26.

Die Strahlenrisiken und das zugeordnete Risiko der Leukämieinzidenz wurden in diesem Bericht auf Grund der Annahme ermittelt, daß der kurzfristige Anstieg der Kinderleukämien strahlenbedingt ist. Für die Zeit 1986-1992 ergibt sich: ERR=7,8% pro 1 mSv (95% Konfidenzintervall CI bei 1,0 bis 15,4% pro 1 mSv), EAR = 30,1 Fälle pro 10<sup>4</sup> PYSv (95% CI liegt zwischen 3,9 und 59,2 Fällen pro 10<sup>4</sup> PYSv), AR = 11,7% (95% CI = 1,5% – 23%).

## **Leukemias in Clean-Up Workers Diagnosed in the Ukrainian Reference Laboratory in 1996-2005: Different Biological Forms and their Relative Distribution**

### **Im Referenzlabor der Ukraine diagnostizierte Leukämien bei Aufräumarbeitern zwischen 1996 und 2006: verschiedene biologische Formen und ihre relative Verteilung**

Danylo F. Gluzman<sup>1</sup>, N. Imamura<sup>2</sup>, L.M. Sklyarenko<sup>1</sup>, V.A. Nadgornaya<sup>1</sup>, M.P. Zavelevich<sup>1</sup>, M.-L. Simonet<sup>3</sup>

<sup>1</sup> R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> Japanese-Ukrainian Leukemia/Lymphoma Study Group (JULSG)

<sup>3</sup> French Association "Children of Chernobyl", Paris, France

#### **English**

A peak of the leukemia incidence among clean-up workers was registered in 1992-1995 in Ukraine, Bielorrussia, and Russia (V.K. Ivanov et al., A.E. Prysyzhniuk et al.). It is suggested that the incidence rate of hematopoietic malignancies should have decreased afterwards.

The analysis of the patterns characterizing the incidence of the malignant diseases of hematopoietic and lymphoid tissues in Chernobyl clean-up workers may be useful for our understanding of the mechanisms of radiation leukemogenesis as well as for searching the characteristic features, if any, of radiation-associated leukemias.

The data on the representative sample of Chernobyl clean-up workers with leukemias and lymphomas (218 consecutive cases in total) diagnosed in the Ukrainian Reference Laboratory in 1996-2005 are given in comparison with the data of 2697 consecutive patients of general population of the same age group. When specified, the radiation dose load of the clean-up workers under study varied from 7.5 to 25 cGy.

For precise diagnosis of leukemias according to FAB classification and new WHO classification, the morphology and cytochemistry of bone marrow and peripheral blood cells were studied. Immunocytochemical techniques and a broad panel of monoclonal antibodies to lineage specific and differentiation antigens of leukocytes were employed.

Various types of oncohematological diseases developing 10-20 years after Chernobyl accident were registered in a group of clean-up workers under study including myelodysplastic syndromes

(MDS), acute leukemias (ALL and AML), CML and other chronic myeloproliferative diseases, B-CLL and other chronic lymphoproliferative diseases of B and T cell origin.

MDS percentage among patients of clean-up workers group tended to exceed MDS percentage in the group of patients representing the general population examined at the same period (4.68 vs. 3.70%). ALL to AML ratio in the group of Chernobyl clean-up workers was typical of that in adult non-exposed patients from the general population. AML group under study was characterized by AML M4 predominance. Among 34 AML cases, leukemia was preceded by MDS in 7 patients. The relative contribution of CML to the total number of clean-up workers with leukemia was higher than the corresponding percentage value in general population examined at the same period (9.17 vs. 6.59%).

B-CLL was a predominant form of hematopoietic malignancies in clean-up workers under study (25.68%). Nevertheless, B-CLL percentage in patients of clean-up workers group did not differ significantly from that in the patients of general population.

The multiple myeloma percentage (7.79%) in the group of patients belonging to clean-up workers in our study turned out to be twice as much as in the patients of general population (4.0%).

The data on leukemia patterns in Chernobyl clean-up worker group summarized in the study may represent the basis for further molecular genetic study of the major forms of hematopoietic malignancies associated with radiation exposure.

### **German**

Eine Spitze der Leukämieinzidenz bei Aufräumarbeitern wurde 1992 bis 1995 in der Ukraine, in Belorus und Rußland registriert (V. K. Ivanov et al.; A. E. Prysyazhniuk et al.). Danach sollte die Inzidenzrate bösartiger Erkrankungen der Hämatopoese eigentlich abnehmen.

Die Analyse von Mustern, die für die Inzidenz von malignen Erkrankungen des hämopoetischen und lymphatischen Gewebes bei den Aufräumarbeitern von Tschernobyl charakteristisch sind, könnte uns für das Verstehen der Mechanismen von strahlenbedingter Leukämogenese ebenso nützlich sein wie für das Auffinden charakteristischer Merkmale – so vorhanden – von Leukämien, die im Zusammenhang mit radioaktiver Strahlung stehen.

Die Daten einer repräsentativen Stichprobe von an Leukämien und Lymphomen erkrankten Aufräumarbeitern von Tschernobyl (218 aufeinander folgende Fälle insgesamt), die zwischen 1996 und 2005 im Ukrainischen Referenzlabor diagnostiziert wurden, wurden mit einer Vergleichsgruppe von 2.697 aufeinander folgenden Patienten aus der Allgemeinbevölkerung derselben Altersgruppe verglichen. Sofern spezifiziert lag die Strahlendosisbelastung der untersuchten Aufräumarbeiter in einer Bandbreite von 7,5 bis 25 cGy.

Zur genauen Diagnose von Leukämien nach der FAB-Klassifikation und der neuen WHO-Klassifikation wurden die Morphologie und Zytochemie des Knochenmarks und der peripheren Blutzellen untersucht. Dabei wurden immunozytochemische Techniken und ein breites Spektrum monoklonaler Antikörper gegen abstammungsspezifische und Differenzierungsantigene von Leukozyten angewendet.

Verschiedene Typen onkohämatologischer Erkrankungen, die sich 10 bis 20 Jahre nach dem Unfall von Tschernobyl allmählich entwickelten, wurden bei einer Gruppe von in eine Studie einbezogenen Aufräumarbeitern festgestellt, darunter myelodysplastische Syndrome (MDS), akute Leukämien (ALL und AML), CML und andere chronische myeloproliferative Erkrankungen, B-CLL und andere chronische lymphoproliferative von B- und T-Zellen ausgehende Erkrankungen.

Der prozentuale Anteil von MDS lag tendenziell bei den Patienten der Aufräumungsarbeitergruppe höher als in der Gruppe der Patienten aus der Allgemeinbevölkerung (4,68 vs. 3,70%). Das Verhältnis von ALL zu AML entsprach bei den Aufräumungsarbeitern dem von erwachsenen, nicht-exponierten Patienten aus der Allgemeinbevölkerung. Charakteristisch für die untersuchte AML-Gruppe war das Vorherrschen von AML M4. Von 34 Fällen von AML ging der Leukämie bei 7 Patienten ein MDS voraus. Der relative Beitrag von CML zur Gesamtzahl der leukämiekranken Aufräumarbeiter lag höher als der entsprechende Prozentanteil bei der im selben Zeitraum untersuchten Allgemeinbevölkerung (9,17 vs. 6,95%).

B-CLL war eine vorherrschende Form maligner hämatopoetischer Erkrankungen bei den untersuchten Aufräumungsarbeitern (25,68%). Allerdings unterschied sich der Prozentanteil bei den Patienten in der Gruppe der Aufräumarbeiter nicht signifikant von dem der Patienten in der Allgemeinbevölkerung.

Der prozentuale Anteil von multiplen Myelomen (7,79%) bei den erkrankten Aufräumungsarbeitern erwies sich als doppelt so hoch wie bei Patienten aus der Allgemeinbevölkerung (4,0%).

Die Daten zu den Leukämieustern bei den Aufräumungsarbeitern von Tschernobyl, die in der Studie zusammengefaßt sind, können die Grundlage für weitere molekulargenetische Studien der wichtigeren Formen maligner hämatopoetischer Erkrankungen bilden, die im Zusammenhang mit Strahlenexposition stehen.

## **Infant Leukemia in Europe after Chernobyl and its Significance for Radiation Protection. A meta-analysis of three countries including new data from the United Kingdom**

### **Kinderleukämie in Europa nach Tschernobyl und ihre Bedeutung für den Strahlenschutz. Eine Metaanalyse für drei Länder, einschließlich neuer Daten für das Vereinigte Königreich**

Chris Busby

University of Liverpool, Dept of Human Anatomy and Cell Biology, And Green Audit, Aberystwyth, UK

#### **English**

Following the contamination of much of Europe and the ex-Soviet Union with radioisotopic pollution from the Chernobyl accident in 1986, a number of studies by different groups showed statistically significant increases in infant leukaemia (age 0-1yrs) in those individuals who were in utero over the period of the contamination. In 2000, Busby and Scott Cato examined the effect in Scotland and Wales (where the increases were greater than 3-fold) but for the first time compared the magnitude of the effect with the predictions of the current radiation risk models. They showed that the existence of the effect at the low foetal doses which had been received defined an error in the current ICRP risk model for this kind of exposure of upwards of 100-fold. This is a serious matter as it also reflects on the historic interpretation of childhood leukaemia clusters near a number of nuclear sites with contaminate their locality with largely the same isotopes as those released from Chernobyl. The UK government set up the Committee on Radiation Risk from Internal Emitters (CERRIE) to address the issue. The committee was intentionally made up of scientists from the nuclear industry and also from independent organisations and its remit was to report all the views. However, after two years of discussion, the final report was constrained by legal threats from government lawyers to give a one-sided view. This led to the publication of two separate reports addressing the issue of infant leukaemia and its significance for radioprotection. However, to inform its studies, CERRIE obtained UK data on infant leukaemia from the Childhood Cancer Research Group in Oxford, a government funded organisation which collects data on childhood malignancy. Part of these data were the numbers of cases of infant leukaemia in exactly

the same cohort as were studied by two of the main earlier defining studies, in Germany and Greece. It was a requirement of the release of these data to CERRIE that they be kept confidential and used only for CERRIE analyses. Permission has now been obtained from CCRG to use these data as part of a meta-analysis of the data available, and the result of this is reported here. Results show that for a combined population of UK, Germany and Greece, there was a 43% increase in infant leukaemia in the cohort who were exposed in utero from the Chernobyl fallout and who were born from 01-07-1986 and 31-12-1987 relative to those who were born either side i.e. 01-01-1980 to 31-12-1985 and 01-01-1988 to 31-12-1990. There were 88 cases in 2,204,055 births Relative Risk 1.43 (95% C. I. 1.13 < RR < 1.80);  $\chi^2 = 9.1$ ;  $p = 0.0025$ .

The mean population weighted foetal dose, obtained from NRPB, from the German Radiation Protection authorities and from UN data was 0.067 mSv. The most appropriate external risk factor is that obtained from the obstetric X-ray data of Stewart et al and reviewed by Wakeford and Little in 2003. This gives an increase in childhood cancer 0-14 of 40% following a foetal X-ray dose of 10mSv. Comparison of the Chernobyl infant cohort and the obstetric risk defines an error of 160-fold in the risk factors assuming the Chernobyl cohort develops no other excess cancers. Examination of the dose response shows it to be biphasic with increases at lowest doses and a reduction of effect in the highest dose. This may not be unexpected in the outcome in a living individual to radiation exposure in utero where foetal deaths can occur at higher doses. The finding effectively falsifies the current radioprotection system for these kinds of internal exposures to fission products and suggests urgent reappraisal of the

nuclear site child leukaemia clusters e.g. Sellafield, Dounreay and La Hague.

### German

Als Folge der Kontamination großer Teile Europas und der ehemaligen Sowjetunion mit Radioisotopen aus dem Reaktorunfall von Tschernobyl 1986 zeigten eine Reihe von Studien verschiedener Autorengruppen statistisch signifikante Zunahmen der Leukämien bei Säuglingen (0-1 Jahr), und zwar bei den Individuen, die über den Zeitraum der Kontamination in utero waren. Busby und Scott Cato untersuchten im Jahr 2000 die Auswirkungen in Schottland und Wales (wo die Zunahme mehr als das Dreifache betrug) und verglichen dabei erstmals die Größe des Effekts mit den Voraussagen der gängigen Modelle zur Bestimmung des Strahlenrisikos. Wie sie zeigten, erwies bei den niedrigen aufgenommenen fetalen Dosen die Existenz dieses Effekts, daß das geltende Risikomodell der ICRP das Risiko für diese Art der Strahlenexposition um einen Faktor von über 100 zu niedrig einschätzt. Das ist gravierend, denn es bezieht sich auch auf die historischen Interpretationen von Leukämieclustern bei Kindern im Umkreis von Atomanlagen, die ihre Gegend mit weitgehend denselben Isotopen verschmutzen, wie sie in Tschernobyl freigesetzt wurden.

Die britische Regierung berief zur Klärung dieser Frage die Kommission für das Strahlenrisiko aus Inneren Strahlungsquellen (CERRIE). Die Kommission wurde bewußt aus Wissenschaftlern der Atomindustrie und von unabhängigen Organisationen zusammengesetzt und damit beauftragt, über alle Ansichten zu berichten. Nach zweijähriger Diskussion wurde jedoch der Abschlußbericht durch juristische Drohungen von Regierungsseite auf eine einseitige Meinung beschränkt. Also wurden zwei getrennte Berichte zur Säuglingsleukämie und ihrer Bedeutung für den Strahlenschutz publiziert. Als Material für ihre Untersuchungen hatte die CERRIE-Kommission Daten zur Säuglingsleukämie aus Großbritannien von der Kinderkrebsforschungsgruppe in Oxford erhalten, einer aus Steuermitteln bezahlten Organisation, die Daten über maligne Erkrankungen im Kindesalter sammelt. Ein Teil dieser Daten waren Fallzahlen zur Säuglingsleukämie in genau derselben Kohorte, die in zwei der grundlegenden früheren Studien in Deutschland und Griechenland untersucht worden waren. Bedingung für die Heraus-

gabe der Daten an CERRIE war Vertraulichkeit und Nutzung ausschließlich für die Analysen von CERRIE. Inzwischen wurde die Erlaubnis gegeben, diese Daten für eine Meta-Analyse verfügbarer Daten zu gebrauchen, deren Ergebnis hier vorgestellt wird.

Für die Bevölkerung Großbritanniens, Deutschlands und Griechenlands zusammengenommen ergab sich ein Anstieg der Säuglingsleukämien um 43% in der Kohorte, die in utero dem Fallout von Tschernobyl ausgesetzt war und zwischen dem 1.7.1986 und dem 31.12.1987 geboren wurde, im Vergleich zu denen, die vorher und danach, d.h. vom 1.1.1980 bis 31.12.1985 und vom 1.1.1988 bis 31.12.1990 geboren wurden. Es gab 88 Fälle bei 2.204.055 Geburten. Relatives Risiko: 1,43 (95% C.I. 1,13<RR<1,80);  $\chi^2 = 9,1$ ;  $p = 0,0025$ .

Die mittlere gewichtete fetale Bevölkerungsdosis, wie wir sie von der britischen Strahlenschutzbehörde (NRPB), der deutschen Strahlenschutzkommission und aus UN-Daten ermittelt haben, betrug 0,067 mSv. Der angemessenste Risikofaktor aus äußerer Bestrahlung ist der aus Daten gynäkologischer Röntgenaufnahmen, wie er durch Stewart et al. ermittelt und durch Wakeford und Little 2003 überprüft wurde. Demnach ergibt sich eine Zunahme von Krebs im Kindesalter (0-14 Jahre) um 40% nach einer fetalen Röntgendosis von 10 mSv. Ein Vergleich der Tschernobyl-Säuglingskohorte mit dem Risiko durch gynäkologische Bestrahlung zeigt einen Fehler mit dem Faktor 160 bei den Risikofaktoren, wenn man annimmt, daß die Tschernobyl-Kohorte keine weiteren Krebserkrankungen entwickelt.

Eine Untersuchung der Dosis-Wirkungsbeziehung zeigt diese als zweiphasig mit Zunahmen bei den niedrigsten und einer Abnahme des Effekts bei den höchsten Dosen. Dieses Ergebnis überrascht bei lebendigen, in utero strahlenexponierten Individuen wohl nicht, denn höhere Dosen in utero können auch zum Tod des Fetus führen. Dieser Befund falsifiziert das gängige System des Strahlenschutzes bei derartigen inneren Bestrahlungen durch Spaltprodukte und legt dringend nahe, die Kinderleukämiecluster um Nuklearanlagen wie Sellafield, Dounreay und La Hague neu zu bewerten.

## **Intracranial Neoplasms in Infants of Ukraine. An Epidemiological Study**

### **Intrakranielle Neoplasmen bei Säuglingen in der Ukraine. Eine epidemiologische Untersuchung**

Yuri Orlov, Andrey Shaversky, V. Mykhalyuk

Institute of Neurosurgery named after acad. A.P.Romodanov, AMSU, Kiev

#### **English**

**PURPOSE:** The purpose of this research is to study the epidemiological indices of infantile neurooncologic morbidity throughout sufficient time with regard to tumor localization, histostructure and malignancy grade, as well as review the material distributed on one – and five-year basis with comparative periods defined as those before and after the Chernobyl catastrophe.

**METHODS:** Within 1981-2005 at the Child Neurosurgery Department with the Institute of Neurosurgery, AMS of Ukraine, there were examined and treated 419 children aged up to 3 years, who had brain tumors. The lesions were histologically verified in 316 cases. The epidemiological research was carried out taking into account tumor histostructure and malignancy grade. All material was studied as divided into years, five-year terms and comparative periods - prior to and following the Chernobyl disaster.

**RESULTS:** The pre-Chernobyl material (1981-1985) numbered 49 cases, whereas in the post-Chernobyl periods it became more sizable: 1986-1990 – 75 cases (1,9 times increase); 1991-1995 – 116 cases (2,9 times increase); 1996-2000 – 85 cases (2,1 times increase); 2001-2005 – 94 cases (2,3 times increase). The admission rate has grown up from 8 to 18 patients per year with peak values of 26 and 29 patients in 1988 and 1994, respectively. Even higher growth in the number of neurosurgical admissions was seen among the breast-fed babies: 4 in 1981-1985; 6 in 1986-1990; 29 in 1991-1995; 26 in 1996-2000 and 26 in 2001-2005. Thus the analysis of brain tumor incidence in children under three within periods before and after the Chernobyl disaster has clearly demonstrated its rise. Noteworthy, the maximum “splashes” of admission rate fell on 1988, 1994 and 2004. Taking into consideration the overall decline of birth (on 42,2%) and natural decrease of general children’s population, the 2,3 times growth of a mean incidence value seems rather substantial

The post-Chernobyl period saw the rise of malignant tumor incidence (III-IV grade anaplasia). In 1981-1985 they constituted 33% and in 1986-2005 came up to 46,4%. Of attention is a gradual increase of malignant tumor incidence - with some lowering in 1996-2000 and an abrupt rise in 2001-2005, when they for the first time became the bigger part of neoplastic brain lesions in infants (1981-1985 - 33,3%; 1986-1990 – 39,1%; 1991-1995 – 43,5%; 1996-2000 – 35,4%; 2001-2005 – 68,7%). The mean malignancy index through the whole term of observations equaled to 0.77, with the tendency to grow during 5-year periods and considerable increase in 2001-2005 (1981-1985 – 0.5; 1986-1990 – 0.64; 1991-1995 – 0.76; 1996 – 2000 – 0.54; 2000-2005 – 2.2).

The results of our study prove the suggestion that neuroectodermal tumors prevail in young children (89,7%) to a greater extent than in older ones (73,8%). The tumors most frequently found in infants include asrtocytomas (44%), medulloblastomas (19,3%), ependimomas (12,3%), plexus papillomas (10%), craniopharyngiomas (4%) and lymphomas (2,3%). Plexus papilloma is the most frequent tumor revealed in children aged up to 1 year.

**CONCLUSIONS:** Deteriorated radiation situation in Ukraine has adversely affected the brain tumor incidence in infants thereby leading to over 2,3 times growth of total patient population and 6,2 times growth in the number of patients under 1 year. The peak neurooncologic morbidity falls on 1991-1995.

### **German**

*Zweck:* Der Zweck dieser Studie ist die Untersuchung der epidemiologischen Indizes der neuroonkologischen Morbidität über ausreichend lange Zeit im Hinblick auf Tumorlokalisation, Histostruktur und Grad der Malignität und eine Überprüfung der Verteilung in Ein- und Fünfjahresabschnitten, wobei die Vergleichsperioden als solche vor und nach der Katastrophe von Tschernobyl definiert wurden.

*Methoden:* Zwischen 1981 und 2005 wurden an der Abteilung für Kinderneurochirurgie des Institutes für Neurochirurgie der Akademie der Medizinischen Wissenschaften 419 Kinder im Alter von bis zu 3 Jahren untersucht und behandelt, die Hirntumore hatten. Die Läsionen wurden in 316 Fällen histologisch verifiziert. Die epidemiologische Untersuchung wurde unter Berücksichtigung der Histostruktur der Tumore und des Malignitätsgrades durchgeführt. Alles Material wurde in Einjahres-, Fünfjahres- und Vergleichsperioden eingeteilt, nämlich vor und nach der Katastrophe von Tschernobyl.

*Ergebnisse:* Das Material vor Tschernobyl (1981-1985) umfaßte 49 Fälle und in den Perioden nach Tschernobyl wurde es umfangreicher: 1986-1990 – 75 Fälle (Zunahme um den Faktor 1,9); 1991-1995 – 116 Fälle (Zunahme um den Faktor 2,9); 1996-2000 – 85 Fälle (Zunahme um den Faktor 2,1); 2001-2005 – 94 Fälle (Zunahme um den Faktor 2,3). Die Zahl der Aufnahmen hat sich von 8 auf 18 Patienten pro Jahr erhöht mit Spitzenwerten von 26 und 29 Patienten im Jahr 1988 bzw. 1994. Einen noch stärkeren Zuwachs der Aufnahme in die Neurochirurgie konnten wir bei gestillten Säuglingen sehen: 1981-1985 – 4; 1986-1990 – 6; 1991-1995 – 29; 1996-2000 – 26 und ebenfalls 26 im Zeitraum 2001-2005. Die Analyse der Inzidenz von Hirntumoren bei Säuglingen und Kleinkindern unter 3 Jahren vor und nach Tschernobyl zeigt also deren klaren Anstieg. Es ist bemerkenswert, daß die maximalen „Spitzen“ der Aufnahmezahlen in die Jahre 1988, 1994 und 2004 fielen. Bedenkt man den Fall der Geburtenrate (42,2%) und die natürliche Abnahme der Kinderpopulation allgemein, erscheint der 2,3-fache Anstieg eines mittleren Inzidenzwertes recht wesentlich.

Die Periode nach Tschernobyl sah den Anstieg der Inzidenz von bösartigen Tumoren (Anaplasie des Grades III-IV). 1981-1985 betrug sie 33% und 1986-2005 waren sie auf 46,4% gestiegen. Beachtenswert ist der allmähliche Anstieg der Inzidenz maligner Tumoren – mit einem leichten Abfall 1996-2000 und einem abrupten Anstieg 2001-2005, als sie zum ersten Mal den größeren Teil der neoplastischen Läsionen des Gehirns bei Säuglingen ausmachten (1981-1985 – 33,3%; 1986-1990 – 39,1%; 1991-1995 – 43,5%; 1996-2000 – 35,4%; 2001-2005 – 68,7%). Der mittlere Index der Malignität lag über den ganzen Zeitraum bei 0,77, mit einer Tendenz, über die Fünfjahresperioden zu wachsen und einem beachtlichen Anstieg 2001-2005 (1981-1985 – 0,5; 1986-1990 – 0,64; 1991-1995 – 0,76; 1996-2000 – 0,54; 2001-2005 – 2,2).

Die Ergebnisse unserer Studien beweisen die Annahme, daß neuroektodermale Tumoren bei kleinen Kindern (89,7%) eine höhere Prävalenz haben als bei älteren (73,8%). Zu den bei Kleinkindern am häufigsten gefundenen Tumoren gehören Astrozytome (44%), Medulloblastome (19,3%), Ependimome (12,3%), Plexuspapillome (10%), Kraniopharyngeome (4%) und Lymphome (2,3%). Das Plexuspapillom ist der häufigste Tumor bei Säuglingen bis zu 1 Jahr.

*Schlußfolgerungen:* Die verschlechterte Strahlungssituation in der Ukraine hat die Inzidenz von Hirntumoren bei Säuglingen und Kleinkindern ungünstig beeinflusst und die gesamte Patientenpopulation um das 2,3fache und die Anzahl der Patienten unter 1 Jahr um das 6,2fache wachsen lassen. Die Spitze der neuroonkologischen Morbidität fällt in die Zeit von 1991-1995.

## Incidence of Malignant Tumors Among Different Groups of Belarusian Population Affected to the Chernobyl Accident

### Inzidenz maligner Tumoren bei verschiedenen Bevölkerungsgruppen in Belarus nach dem Unfall von Tschernobyl

A. E. Okeanov<sup>1</sup>, E. A. Sosnovskaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> International State Environmental University, Minsk, Republic of Belarus

<sup>2</sup> Republican Research-Practical Center of Radiation Medicine and Human Ecology, Gomel, Republic of Belarus

#### English

One of the most harmful effect of radiation exposure is excessive over spontaneous level induction of malignant tumors. Meanwhile, the problem of induction of malignant tumors at low dose radiation is still unsolved, and one of the specific features of the Chernobyl accident is long term exposure of numerous groups of population to low dose radiation. Moreover, some specific groups of population and mostly rescuers and clean up workers (liquidators) received high exposure doses which are remained unspecified in the majority of them.

By now global scientific society has accepted only significant increase of thyroid cancer incidence in children and adolescents. Growth of thyroid cancer in adult population has not been reported on international scientific conferences as a proved scientific fact. Even more, the fact of additional increase of other tumors among the population and liquidators is considered as not evident. Such estimates were presented in a number of international reports and in the report IAEA – WHO – UNDP presented on the Chernobyl forum in Vienna.

Due to the National Cancer-Registry having been existed since 1973 and Specialized Registry of individuals subjected to the effect of ionizing radiation set up after the Chernobyl accident Belarus provides perfect conditions for populational and cohort epidemiological studies. Files of these registries are linked by computer means of informational exchange to control for doubling of information. Given study presents analysis of incidence for some forms of malignant tumors in liquidators, population evacuated in 1986 from 30-km zone, and population residing on the territories with the density of radionuclide contamination of >555 kBq/m<sup>2</sup>; as well as population resi-

ding on the territories with contamination of 37 to 555 kBq/m<sup>2</sup>.

Vitebsk oblast was accepted as a control region as far as its population was subjected to lower extent to the effect of the Chernobyl accident, and smallest amount of relocated from contaminated regions population lived there. To compare incidence level truncated age-standardized rate was used (TASR) for adults from 20 years of age and older. The rates were standardized through direct method using world standard (World).

In the course of the study there were recorded statistically significant changes in rates and dynamics of cancer incidence among different groups of populations affected from the Chernobyl accident in the Republic of Belarus. The highest increase of relative risk for the period of 1997-2003 was recorded for the liquidators as for the whole group of malignant tumors (RR= 1,23; 95% CI 1,18-1,27), and also for specific sites of tumors such as: stomach (RR= 1,15; 95% CI 1,02-1,029), colon (RR= 1,33; 95% CI 1,11-1,59), lung (RR= 1,26; 95% CI 1,14-1,39), kidneys (RR= 1,24; 95% CI 1,05-1,47), bladder (RR= 1,65; 95% CI 1,37-1,98) and thyroid gland (RR= 2,62; 95% CI 2,23-3,07).

In population lived on the territories with the density of radionuclide contamination from 37 to 555 kBq/m<sup>2</sup> there was recorded an increase of relative risk of totally all forms of cancer (RR= 1,15; 95% CI 1,13-1,17), as well as colon cancer (RR= 1,23; 95% CI 1,15-1,32), skin cancer including baselioma (RR= 1,48; 95% CI 1,42-1,54) and breast cancer (RR= 1,25; 95% CI 1,18-1,32). We also observed great statistically significant excess of breast cancer incidence among the women population aged from 20 to 40.

In population lived on the territories with the density of radionuclide contamination over 555

**Mittwoch, 5. April 2006 / Wednesday, April 5, 2006**

9.00 – 11.00 Uhr Sitzung 1 / 9.00 – 11.00 a.m. Session 1:

Krebserkrankungen und Leukämien nach der Katastrophe von Tschernobyl (Teil 2)

Cancers and Leukemias in the Aftermath of the Chernobyl Catastrophe (Part 2)

kBq/m<sup>2</sup> there was recorded higher growth rates of incidence of totally all forms of cancer that could lead in the nearest future to significant excess of incidence.

In all observed groups of adult population an excess of thyroid cancer incidence rate was recorded.

Observed changes in incidence of specific sites cancers corresponds to that in Japanese cohort where also excess had been observed in lung cancer incidence, stomach, colon, mammary gland and urinary tract cancers.

Obtained data are of principal importance as far as they evidence of significant additional increase of incidence of a number of solid malignant tumors particular for different groups of population affected by the Chernobyl accident.

These data demonstrate substantial excess of the expected effects obtained on the base of available radio-epidemiological patterns and reconstructed doses. It should be noted that earlier made prognosis for thyroid cancer failed, and real picture has surpassed all expectations. So, one could make a conclusion of inadequacy of dose information, specifics of radionuclides complex effect to the body, and what is most important – to pay serious attention to the expected consequences of the Chernobyl accident for better understanding of its real danger and necessity for conducting wide scaled and well designed studies of health state of affected population.

**German**

Eine der schädlichsten Wirkungen radioaktiver Strahlung ist die Entstehung maligner Tumoren über das Maß ihrer spontanen Entstehung hinaus. Das Problem der Entstehung maligner Tumoren bei Niederdosisstrahlung ist noch ungeklärt, und ein Merkmal des Unfalls von Tschernobyl ist die Niederdosisexposition zahlreicher Gruppen der Bevölkerung über lange Zeiträume. Hinzu kommt, daß einige spezifische Gruppen der Bevölkerung, meist die Rettungs- und Räumarbeiter (Liquidatoren), hohen Strahlendosen ausgesetzt waren, die in der Mehrzahl aber nicht spezifiziert sind.

Bis jetzt hat die internationale Wissenschaftlergesellschaft nur einen signifikanten Anstieg der Schilddrüsenkrebsinzidenz bei Kindern und Ju-

gendlichen anerkannt. Über die Zunahme des Schilddrüsenkrebses bei Erwachsenen wird auf internationalen wissenschaftlichen Konferenzen nicht als wissenschaftlich erwiesene Tatsache berichtet. Schlimmer noch, auch die Tatsache einer zusätzlichen Zunahme anderer Tumoren bei der Bevölkerung und den Liquidatoren wird für nicht evident gehalten. Derartige Einschätzungen wurden in einer ganzen Anzahl internationaler Berichte und im Bericht von IAEA-WHO-UNDP auf dem Tschernobylforum in Wien vorgetragen.

Da es in Belarus seit 1973 ein nationales Krebsregister und ein nach dem Tschernobylunfall eingerichtetes spezielles Register der den Wirkungen ionisierender Strahlung ausgesetzten Personen gibt, sind die Bedingungen für epidemiologische Populations- und Kohortenstudien perfekt. Die Einträge dieser Register werden per Computer verglichen, um Doppelerfassungen zu vermeiden. Die vorliegende Studie liefert eine Analyse der Inzidenz einiger Formen maligner Tumoren bei den Liquidatoren, bei der 1986 aus der 30 km-Zone evakuierten Bevölkerung, bei der Wohnbevölkerung in Gebieten mit einer Radionuklidkontamination >555kBq/m<sup>2</sup>, wie auch bei der Wohnbevölkerung in Gebieten mit einer Kontamination von 37 bis 555kBq/m<sup>2</sup>.

Der Bezirk Witebsk (Vitebsk oblast) wurde als Kontrollregion genommen, denn seine Bevölkerung war von den Folgen des Unfalls von Tschernobyl in geringerem Maße betroffen und die geringste Zahl von Evakuierten leben dort. Um die Inzidenzen zu vergleichen, wurde die TASR (truncated age-standardized rate) für Erwachsene von zwanzig Jahren und älter angewandt. Die Ziffern wurden mit der direkten Methode unter Verwendung des Weltstandards (Welt) standardisiert.

Im Laufe der Studie wurden statistisch signifikante Veränderungen in Raten und Dynamik der Krebsinzidenz bei verschiedenen Gruppen der Bevölkerung der Republik Belarus gefunden, die durch den Unfall von Tschernobyl betroffen sind. Der höchste Anstieg des individuellen Risikos in der Zeit von 1997-2003 für alle Arten von Krebs wurde bei den Liquidatoren gefunden (RR=1,23; 95% CI=1,18-1,27) und auch für bestimmte Tumorlokalisationen wie: Magen (RR=1,15; 95% CI=1,02-1,029), Dickdarm (RR= 1,33; 95% CI= 1,11-1,59), Lunge (RR=1,26; 95% CI= 1,14-1,39), Nieren (RR=1,24; 95% CI= 1,05-1,47),

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

Blase (RR=1,65; 95% CI= 1,37-1,98) und Schilddrüse (RR=2,62; 95% CI= 2,23-3,07).

Bei der in Gebieten mit einer Radionuklidkontamination von 37 bis 555 kBq/m<sup>2</sup> lebenden Bevölkerung wurde eine Zunahme des relativen Risikos für alle Krebsarten (RR=1,15; 95% CI= 1,13-1,17) sowie für Dickdarmkrebs (RR=1,23; 95%CI 1,15-1,32), Hautkrebs einschließlich Basaliome (RR= 1,48; 95% CI= 1,42-1,54) und Brustkrebs (RR= 1,25; 95% CI= 1,18-1,32). Wir beobachteten auch eine große Überhöhung der Brustkrebsinzidenz bei der weiblichen Bevölkerung zwischen 20 und 40 Jahren.

Bei der Bevölkerung in Gebieten mit einer Radionuklidkontamination von über 555 kBq/m<sup>2</sup> wurden höhere Zuwachsraten bei der Inzidenz der Gesamtheit aller Krebsarten festgestellt, die in nächster Zukunft zu einer signifikanten Überhöhung der Inzidenz führen könnte.

Bei allen beobachteten Gruppen der erwachsenen Bevölkerung wurde eine Überhöhung der Inzidenz von Schilddrüsenkrebs festgestellt.

Die beobachteten Veränderungen der Inzidenz bei spezifischen Krebslokalisationen entsprechen denen der japanischen Kohorte, wo auch eine Überhöhung der Inzidenz von Krebsen der Lunge, des Magens, des Dickdarms, der Brustdrüsen und der Harnwege festgestellt wurde.

Die gewonnenen Daten sind wesentlich, da sie einen signifikanten zusätzlichen Anstieg der Inzidenz einer Reihe solider maligner Tumoren jeweils für verschiedene durch den Unfall von Tschernobyl betroffene Bevölkerungsgruppen beweisen.

Diese Daten zeigen eine substantielle Überhöhung der erwarteten Effekte, die auf der Basis von verfügbaren radio-epidemiologischen Mustern und rekonstruierten Dosen errechnet worden waren. Es ist festzuhalten, daß eine frühere Prognose für Schilddrüsenkrebs nicht zutraf und das reale Bild alle Erwartungen übertroffen hat. Man könnte dies auf unzureichende Informationen über die Dosis zurückführen, besondere Wirkungen von Radionuklidkomplexen auf den Organismus folgern und, was am wichtigsten ist, sich mit den zu erwartenden Folgen des Unfalls von Tschernobyl ernsthaft befassen, um besser zu verstehen, wie groß diese Gefahr wirklich ist, und wie wichtig es ist, großräumige, gut geplante Studien des Ge-

sundheitszustandes der betroffenen Bevölkerung durchzuführen.

Effects of A-bomb radiation on the human body. Tokyo, Harwood Academic Publishers, Bankodo Ltd, pp. 419,1995.

Okeanov A.E., Sosnovskaya E.Y., Priatkina O.P., A national cancer registry to assess trends after Chernobyl accident//Swiss. Med. Wkly., 2004; 134: 645-649

**Mittwoch, 5. April 2006 / Wednesday, April 5, 2006**

9.00 – 11.00 Uhr Sitzung 1 / 9.00 – 11.00 a.m. Session 1:

Krebserkrankungen und Leukämien nach der Katastrophe von Tschernobyl (Teil 2)

Cancers and Leukemias in the Aftermath of the Chernobyl Catastrophe (Part 2)

## **Radiation Epidemiological Studies in a Group of Liquidators of the Chernobyl Accident Consequences**

### **Strahlenepidemiologische Studien zu den Auswirkungen des Unfalls von Tschernobyl an einer Gruppe von Liquidatoren**

Emilia A. Diomina

R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology of National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

#### **English**

Estimation of low-dose radiation effects has special medical and social importance for Ukraine where tragic impact of the Chernobyl accident has been experienced for 20 years.

The frequency and spectrum of diseases among 17698 liquidators who were referred to the Kyiv Regional Expert Council with the aim of establishing correlation between their diseases and works in zone was investigated. Correlation of the pathology with irradiation was established individually according to clinical data and documented exposure dose. 9,5 % liquidators from the cohort had verified malignant diseases (MD).

During investigation period (1990-1996 years) diseases of nervous, cardiovascular, digestion systems and MD took first 4 rank places in structure of case rates. The digestive tract tumors were on the first place among cancer cases, respiratory tract tumors – on the second, genitourinary cancers – on the third. The rates of MD frequency increase were the highest for genitourinary system (from 11,2 % in 1993 up to 39,5 % in 1996). The data of radiation anamnesis (beginning and duration of stay in zone, character of works) as risk factors were specific in relation to the main classes of diseases.

Works on the burial ground, driving, deactivation, evacuation were leading factors of MD development. All dates of entrance to zone, since 26.04.1986, were risk factors of MD and the tendency of risk increase (in time) was observed. Date of entrance was the factor of insignificant risk for nervous and cardiovascular diseases. Works over 10 days were risk factor for nervous system diseases.

The character of dose dependence of MD frequency investigated with the help of spline regression specifies the tendency to decreasing of

MD frequency with dose increase in 1-85 cGy range for all age groups. Thus, it was shown that small doses of radiation are statistically significant risk factors of malignant development. This can be caused by the insufficient intensity of anti-cancer protection of organism in this dose range which includes elimination of damaged cells, immune control of the antigen constancy, reparation processes etc.

#### **German**

Die Abschätzung der Wirkungen von Niedrigdosisstrahlung ist in der Ukraine, wo die tragischen Folgen des Unfalls von Tschernobyl seit 20 Jahren zu spüren sind, von besonderer medizinischer und sozialer Bedeutung.

Häufigkeit und Spektrum von Krankheiten wurden bei 17.698 Liquidatoren untersucht, die an den Expertenrat der Region Kiew mit dem Ziel überwiesen worden waren, eine Korrelation zwischen ihren Erkrankungen und ihrer Arbeit in der Unfallzone festzustellen. Die Korrelation zwischen Pathologie und Bestrahlung wurde individuell nach den klinischen Daten und der dokumentierten Strahlendosis hergestellt. 9,5% der Liquidatoren aus der Kohorte hatten verifizierte maligne Erkrankungen (MD, Malignant Diseases).

Im Untersuchungszeitraum (1990-1996) nahmen bei den Fallzahlen die Erkrankungen des Nervensystems, Herz-Kreislaufkrankungen, des Verdauungssystems und MDs die obersten 4 Ränge ein. Bei den Krebsfällen lagen Krebserkrankungen des Verdauungsapparates auf Platz 1, gefolgt von Tumoren der Atemwege auf Platz 2 und Tumoren im urogenitalen Bereich auf Platz 3. Die Zuwachsraten bei der MD-Häufigkeit waren beim Urogenitalsystem am höchsten (von 11,2% in 1993 bis zu 39,5% in 1996). Die Daten der Bestrahlungsanamnese (Beginn und Dauer des Aufenthaltes in der Unfallzone, Art der Arbeit) als

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

Risikofaktoren waren im Verhältnis zu den Haupterkrankungsgruppen spezifisch.

Die Arbeiten unmittelbar am Unglücksort, Fahrdienste, Deaktivierung und Evakuierung waren die Hauptfaktoren bei der Entstehung von MDs. Alle Zeitpunkte des Eintritts in die Zone seit dem 26. 4. 1986 waren Risikofaktoren für MDs, und ein tendenzieller Anstieg (mit der Zeit) war zu beobachten. Der Zeitpunkt des Eintritts war für Nerven- und Herz-Kreislaufkrankungen kein signifikanter Risikofaktor. Arbeiten über zehn Tage waren ein Risikofaktor für Erkrankungen des Nervensystems.

Die Beschaffenheit der Dosisabhängigkeit der MD-Häufigkeit wurde mittels Regressionsanalyse untersucht; dabei wurde eine Tendenz zur Abnahme der MD-Häufigkeit mit im Bereich von 1-85 cGy steigender Dosis für alle Altersgruppen spezifiziert. Auf diese Weise wurde gezeigt, daß kleine Strahlendosen statistisch signifikante Risikofaktoren für eine maligne Entwicklung sind. Diese könnte durch eine ungenügende Intensität des körpereigenen Anti-Krebsschutzes, der die Eliminierung beschädigter Zellen, Immunkontrolle der Antigen-Konstanz, Reparaturmechanismen und dergleichen umfaßt, verursacht sein.

**Mittwoch, 5. April 2006 / Wednesday, April 5, 2006**

9.00 – 11.00 Uhr Sitzung 1 / 9.00 – 11.00 a.m. Session 1:

Krebserkrankungen und Leukämien nach der Katastrophe von Tschernobyl (Teil 2)

Cancers and Leukemias in the Aftermath of the Chernobyl Catastrophe (Part 2)

## **An Estimation of Human Individual Radiosensitivity in the Post-Chernobyl Period**

### **Abschätzung der individuellen menschlichen Strahlenempfindlichkeit in der Zeit nach Tschernobyl**

Emilia A. Diomina, Nina M. Ryabchenko

R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology of National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev

#### **English**

Complicated ecological situation formed after the Chernobyl accident causes the actuality of the investigation of human individual radiosensitivity (IRS) as the part of the Ukrainian population lives on contaminated territories and consequently is exposed to the chronic effects of radionuclides. Preconditions for increase of IRS and cancer risk are formed on a background of a complex of deep metabolic postradiation injuries of immune system, including lymphocyte functions, reparation system etc. G2 assay - one of the modern methods of human IRS estimation based on high chromosomal sensitivity of peripheral blood lymphocytes to radiation. Investigated differential chromosomal radiosensitivity during lymphocyte cell cycle has allowed us to modify and offer this method for estimation and prediction of IRS of Kiev inhabitants. The analysis of chromosome aberrations in lymphocytes of 52 healthy individuals was carried out after  $\gamma$ -irradiation of cell culture with 1,5 Gy in G1-and G2-phases of cell cycle. The highest variations in individual chromosomal sensitivity to radiation were marked in G2-stage (from 14 to 124 aberrations/100 lymphocytes) in comparison with G1-stage (from 56 to 83 aberrations/100 lymphocytes). Coefficient of variation of G2 – radiosensitivity parameters was defined as 24%. Analysis of the character of the distribution of chromatid aberrations made it possible to reveal 12% individuals from investigated group with increased chromosomal radiosensitivity. The data obtained allow improving and recommending G2-assay for cytogenetic monitoring among critical groups of the Ukrainian population with the purpose of revealing persons with the increased radiation and cancer risk.

#### **German**

Die komplizierte ökologische Situation nach dem Unfall von Tschernobyl macht die Untersuchung der individuellen menschlichen Strahlenempfindlichkeit (IRS, individual radiosensitivity) aktuell, denn die Bevölkerung der Ukraine lebt auf kontaminierten Geländen und ist folglich den chronischen Wirkungen von Radionukliden ausgesetzt. Ein Anstieg der IRS und des Krebsrisikos vollzieht sich vor dem Hintergrund eines Komplexes von tiefen metabolischen Schädigungen des Immunsystems nach Bestrahlung, wie etwa der Lymphozytenfunktion oder der Reparaturmechanismen. Die G2-Probe ist eine der modernen Methoden zur Abschätzung der IRS beim Menschen, die auf der hohen chromosomalen Strahlenempfindlichkeit der Lymphozyten im peripheren Blut beruht. Die Untersuchung der differentialen chromosomalen Strahlenempfindlichkeit während des Zellzyklus der Lymphozyten hat uns erlaubt, diese Methode zu modifizieren und für eine Abschätzung und Voraussage der IRS der Bewohner von Kiev zur Verfügung zu stellen. Die Analyse der Chromosomenaberrationen in den Lymphozyten von 52 gesunden Probanden wurde nach  $\gamma$ -Bestrahlung der Zellkulturen mit 1,5 Gy in den G1- und G2-Phasen des Zellzyklus durchgeführt. Die größten Variationen bei der individuellen chromosomalen Strahlenempfindlichkeit waren im G2-Stadium zu verzeichnen (von 14 bis zu 124 Aberrationen/100 Lymphozyten), verglichen mit dem G1-Stadium (zwischen 56 und 83 Aberrationen/100 Lymphozyten). Der Variationskoeffizient der G2-Strahlensensitivitätsparameter ergab sich zu 24%. Eine Analyse der Verteilung von Chromatidenaberrationen zeigte, daß 12% der Individuen aus der untersuchten Gruppe eine erhöhte chromosomale Strahlenempfindlichkeit aufwiesen. Die gewonnenen Daten erlauben eine Verbesserung der G2-Prüfung und die Empfehlung, sie für zytogenetische Reihenuntersuchungen bei

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

kritischen Gruppen der ukrainischen Bevölkerung einzusetzen, um Personen mit erhöhter Strahlenempfindlichkeit und erhöhtem Krebsrisiko herauszufinden.

## Thyroid Doses and Radiation Risk of Thyroid Cancer for Inhabitants of Belarus Following the Accident on the Chernobyl NPP

### Schilddrüsensdosen und Strahlenrisiko für Schilddrüsenkrebs für die Bewohner von Belarus als Folge des Kernunfalls in Tschernobyl

Vladislav Mironov, S. Tretyakevich, V. Zhuravkov

International Sakharov Environmental University, Minsk

#### English

Based on numerous experimental and calculation data a radiation situation on territory of Belarus was reconstructed and thyroid doses were estimated. At time of radioactive cloud passage a dose from inhalation intake of iodine-131 is comparable to a dose from peroral intake. However, for all iodine period the inhalation contribution to a thyroid dose will be less than 28 %. A main contribution to a dose at peroral intake for all age

groups is made by milk consumption (about 54 %). Contribution to a dose at peroral intake of dairy products and green leaf vegetables makes for about 22 % and 24 %, accordingly. On the fig. 1 maps of average group doses from iodine-131 are presented: A) - children up to 5 years at the moment of the accident, B) - teenagers from 5 till 17 years at the moment of the accident, C) - adults from 17 years at the moment of the accident.

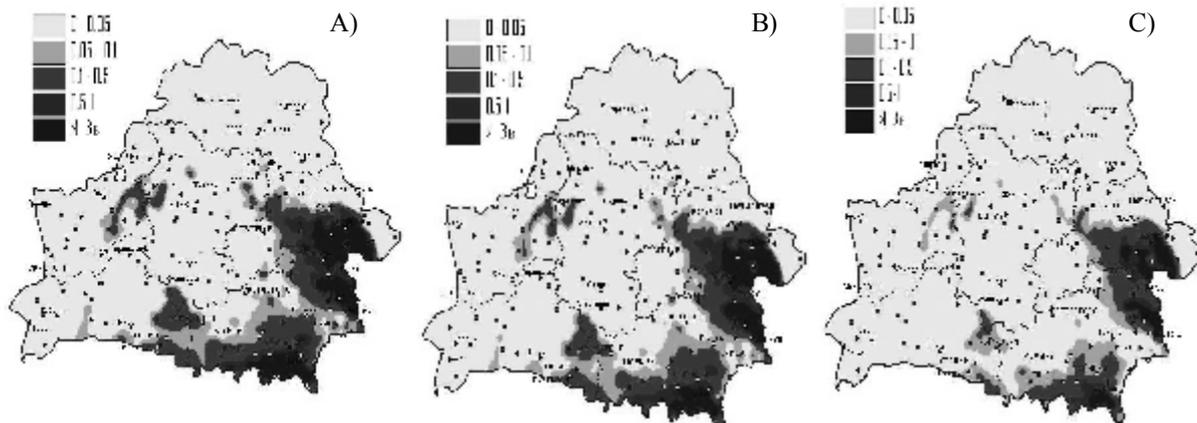


Fig. 1. Average group thyroid dose from iodine-131 in Belarus.

Abb. 1: Karte A) B) C): Durchschnittliche gruppenbezogene Schilddrüsensdosis durch Jod 131 in Belarus

Data of medical study and a sum of internal thyroid dose from <sup>131</sup>I with cumulative thyroid dose from external  $\gamma$ -irradiation for 11767 individuals were used for risk estimation. Radiation relative risk factor was calculated as an odds ratio of thyroid cancer development in five dose intervals. It is assumed, that individuals with thyroid dose less than 200 mGy characterize an initial level of thyroid cancer prevalence. Dependences “dose – odds ratio of thyroid cancer development” are shown on the fig. 2: 1) all; 2) male; 3) female. In assumption of linear dependence “dose - effect”, with help of linear regression the straight lines are

constructed, allowing us to estimate an increment of thyroid cancer relative risk on unit of dose.

#### German

Gestützt auf zahlreiche experimentelle und berechnete Daten wurden eine Strahlensituation auf dem Territorium von Belarus rekonstruiert und die Schilddrüsensdosen geschätzt. Zur Zeit des Vorüberziehens der radioaktiven Wolke ist die Inhalationsdosis für Jod-131 einer Dosis durch Ingestion vergleichbar. Für die gesamte Jod-Periode liegt der Beitrag der Inhalation zur

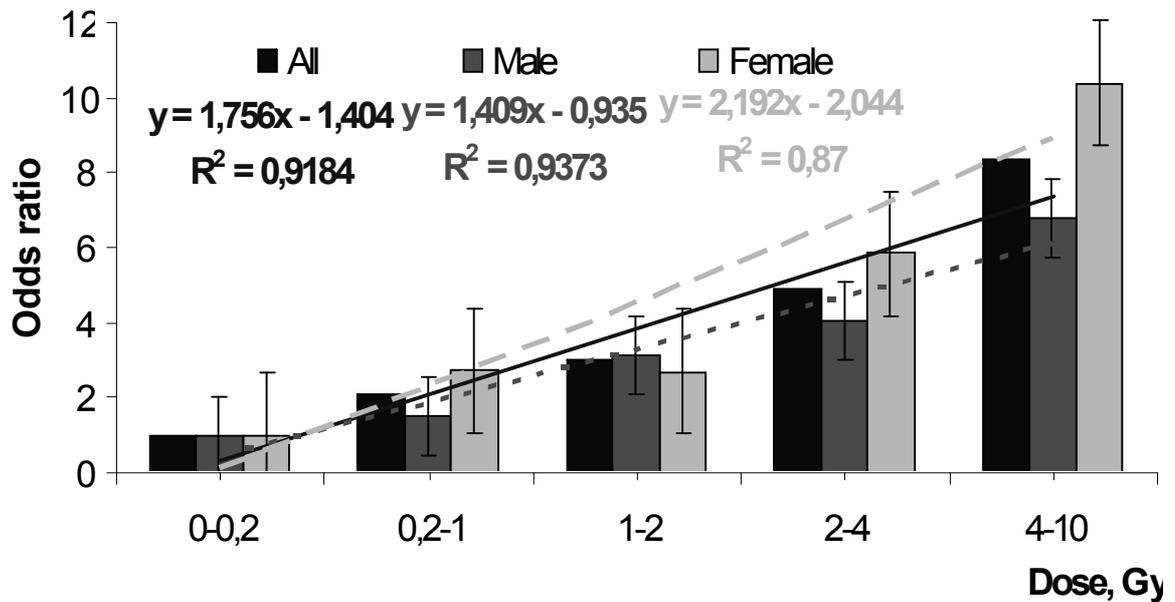


Fig. 2. Dependence “dose – odds ratio of thyroid cancer development”.

Abb. 2: Abhängigkeit „Dosis – Odds-Ratio der Entstehung von Schilddrüsenkrebs“

Schilddrüsens dosis jedoch bei unter 28%. Ein wesentlicher Beitrag zur Ingestionsdosis aller Altersgruppen ist der Verbrauch von Milch (ca. 54%). Der Beitrag von Molkereiprodukten und Blattgemüse macht jeweils 22% bzw. 24% der Ingestionsdosis aus. Abbildung 1 zeigt Karten der durchschnittlichen Gruppensdosen für Jod-131: A) bei Kindern, die zum Zeitpunkt des Unfalls bis zu 5 Jahre alt waren, B) bei Kindern und Jugendlichen zwischen 5 und 17 Jahren zum Zeitpunkt des Unfalls, C) bei Erwachsenen, die zum Unfallzeitpunkt über 17 Jahre alt waren.

Die Daten einer medizinischen Studie sowie eine Summe der inneren Schilddrüsens dosis durch 131I mit der kumulativen Schilddrüsens dosis aus externer  $\gamma$ -Bestrahlung für 11.767 Personen wurden zur Risikoabschätzung herangezogen.

Der Faktor des relativen Strahlenrisikos wurde als Odds-Ratio der Entstehung von Schilddrüsenkrebs in fünf Dosis-Intervallen berechnet. Es wird angenommen, daß Personen mit einer Schilddrüsens dosis von weniger als 200 mGy eine Eingangsschwelle für Schilddrüsenkrebsprävalenz darstellen. Die Abhängigkeiten „Dosis – Odds-Ratio der Entstehung von Schilddrüsenkrebs“ werden in Abbildung 2 gezeigt: 1) alle; 2) männ-

lich; 3) weiblich. In der Annahme einer linearen Dosis-Wirkungsabhängigkeit werden mittels linearer Regression die geraden Linien konstruiert. So gelangen wir zu einer Abschätzung des Zuwachses des relativen Schilddrüsenkrebsrisikos nach Doseinheit.

**Mittwoch, 5. April 2006 / Wednesday, April 5, 2006**

9.00 – 11.00 Uhr Sitzung 1 / 9.00 – 11.00 a.m. Session 1:

Krebserkrankungen und Leukämien nach der Katastrophe von Tschernobyl (Teil 2)

Cancers and Leukemias in the Aftermath of the Chernobyl Catastrophe (Part 2)

## **Schilddrüsenkrebs in der Tschechischen Republik (1976-1999) und der Atomkraftwerksunfall in Tschernobyl**

### **Thyroid Cancer in the Czech Republic (1976-1999) and the Chernobyl Nuclear Power Plant Accident**

Hagen Scherb

GSF-National Research Center for Environment and Health, Institute of Biomathematics and Biometry, Neuherberg/Munich

#### **German**

*Hintergrund.* Die Explosion in dem Kernreaktor in Tschernobyl, Ukraine, am 26. April 1986, ist bis heute der schwerste Unfall in einem Atomkraftwerk. Der Unfall führte zu einem Ausstoß großer Mengen radioaktiven Materials im Bereich einiger hundert Megacurie über einen Zeitraum von 10 Tagen. Die radioaktive Kontamination hatte ernste Gesundheitskonsequenzen für die Bevölkerung der betroffenen Länder. In Weißrussland und der Ukraine wurden z.B. signifikant ansteigende Inzidenzen bösartiger Neubildungen (Schilddrüse, Magen, Harnsystem, akute Leukämien) berichtet. Es ist wohlbekannt, dass die Inzidenz von Schilddrüsenkrebs unter Kindern, die von dem Tschernobyl-Fallout betroffen waren, zugenommen hat. Für einen entsprechenden Effekt bei Heranwachsenden und Erwachsenen gibt es weniger Belege. Das Krebsregister der Tschechischen Republik bietet die Möglichkeit, verschiedenen Bestimmungsfaktoren der Schilddrüsenkrebsentstehung zu untersuchen.

*Daten.* Anonymisierte bevölkerungsbezogene Daten zum Schilddrüsenkrebs in der Tschechischen Republik von 1976 bis 1999 wurden von dem Tschechischen Statistischen Amt und dem Institut für Gesundheitsinformation und Statistik zur Verfügung gestellt. Die Registrierung von bösartigen Neubildungen in der Tschechischen Republik begann bereits in den 1950er Jahren. 1976 wurde ein bevölkerungsbezogenes Krebsregister gegründet. Die wichtigste vom Tschechischen Krebsregister herangezogene Datenquelle ist die obligatorische „Meldung einer Neubildung“, die der behandelnde und diagnosestellende Arzt auszufüllen hat. Die Meldung erfolgt innerhalb von 3 Monaten an die Landkreisabteilung des Registers. Nach Prüfung und Vervollständigung wird sie in die Datenbank aufgenommen. In den darauf folgenden Jahren werden die Daten er-

gänzt und mit den Todesfallmeldungen des Tschechischen Statistischen Amtes abgeglichen. Die Publikation „Bösartige Neubildungen“ basiert seit 1994 auf der Verschlüsselung entsprechend der 10. Revision (2. Ausgabe) der Internationalen Klassifikation für Onkologie. Vom 1. Januar 1995 an gilt die TNM-Klassifikation für bösartige Neubildungen (4. Ausgabe, 2. Revision). Das Tschechische Krebsregister ist aus 8 Unterregistern zusammengesetzt, welche ihrerseits die Informationen der Landkreisabteilungen der 85 Landkreise zusammenführen. Die vorliegende Studie trägt 247 Millionen Personenjahren und 7444 Schilddrüsenkrebsfällen Rechnung (5640 weibliche und 1804 männliche Fälle).

*Statistische Methoden.* Für die Trends der Inzidenzproportionen wurden lineare logistische Regressionsmodelle, mit möglicher Änderung der Steigung (Change-Points), vorgeschlagen.

Direkte Alterstandardisierung wurde angewendet, um das etwas ansteigende mittlere Alter der Gesamtbevölkerung zu berücksichtigen (ca. 3 Jahre Anstieg über den Studienzeitraum). Theoretisch wie praktisch erscheint es sinnvoll, die jährlichen absoluten Inzidenzen (Ereignisse) als binomialverteilte Zufallsvariable mit dem Umfang der Jahrespopulation als Anzahl der Versuche zu modellieren. Lineare logistische Regression ist die attraktivste Methode für binomialverteilte Variable. Deshalb wurden geschlechtsspezifische Trendanalysen der altersstandardisierten Gesamtinzidenzraten auf der Grundlage linearer logistischer Regression durchgeführt. Für die altersspezifischen Inzidenzraten wurden synoptische lineare logistische Modelle unter Verwendung von Dummy-Kodierung der Alterskategorien mit entsprechenden Zeit\*Alterskategorie-Interaktionen entwickelt. Mögliche Change-Points (Sprünge oder Knicke) in den Zeittrends wurden geschätzt. Die Change-Point-Methodologie auf der Basis der

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

logistischen Regression wurde bereits vorher auf Deutsche und Europäische Totgeburten- und Fehlbildungsdaten angewendet.

*Ergebnisse.* In der Tschechischen Republik beobachteten wir starke und signifikante jährliche Anstiege in der Schilddrüsenkrebsinzidenzrate bereits vor dem Tschernobylunfall. Nur 4 Jahre nach dem Tschernobylunfall stieg die jährliche Zuwachsrate der altersstandardisierten Gesamtschilddrüsenkrebsinzidenz signifikant von 2.0%/Jahr auf 4.6%/ Jahr an ( $p=0.0003$ ). Dieser Effekt scheint mit dem Tschernobylunfall zusammenzuhängen, umso mehr als er geschlechtsspezifisch ist. Frauen sind bzgl. des RR fast zwei mal mehr betroffen als Männer. Eine ab 1990 geschlechtsspezifisch verbesserte medizinische Überwachung und Meldung, die zu einem stärkeren Anstieg der Inzidenz bei Frauen führt, ist kaum vorstellbar. Die zusätzlichen Anstiege von 1990 an sind im wesentlichen unabhängig vom Alter, obwohl Alter ein Effektmodifizierer sowohl für die Baselineintercepte als auch für die allgemeinen jährlichen Anstiegsraten in den Alterskategorien ist. Zusätzliche Krebsfälle nach 1990 wurden entsprechend der Methodik in dieser Studie geschätzt: 363 weibliche Überschussfälle (95%-KI=[148, 603]), 69 männliche Überschussfälle (95%-KI=[-36, 194]) und 426 gesamte Überschussfälle (95%-KI=[187, 688]). Es wird allgemein angenommen, dass Exposition gegenüber Röntgenstrahlen mit 15-20 jähriger Latenzzeit zu Schilddrüsenkrebs führen kann. Mit dieser Vorstellung und bedenkend, dass die Latenzzeit eine ungefähre Normalverteilung haben wird, ist es nicht überraschend, dass der Schilddrüsenkrebs bereits 4 Jahre nach dem Unfall beginnen könnte zuzunehmen.

*Schlussfolgerung.* Obwohl die Tschechei nur einem relativ gemäßigten Ausmaß an radioaktivem Fallout ausgesetzt war, sieht man einen unerwarteten, gleichmäßig beschleunigten Anstieg des Schilddrüsenkrebses in allen Alterskategorien von 1990 an. Deshalb sollte man sorgfältig auf die Kollektivdosis achten und Personengruppen mit niedriger individueller Organdosis aber großer Personenzahl genau studieren. Eine Stärke dieser Untersuchung ist Ihre große Zahl von 247 Millionen Personenjahren. Zum Vergleich, die gepoolte Analyse von 7 Studien einschließlich der Atombombenüberlebenden durch Ron und Lubin et al. weist nur 3 Millionen Personenjahre auf. Gleich-

wohl hat eine Studie des vorliegenden Typs, basierend auf hochaggregierten Daten, Schwächen in Bezug auf die Kausalinterpretation. Unabhängige Belege sind eventuell zu gewinnen aus anderen nationalen Krebsregistern von gemäßigten oder hoch kontaminierten Ländern in Ost- oder Nordeuropa.

#### Referenzen.

Martin Mahoney, Silvana Lawvere, Karen Falkner, Yuri Averkin, Vladislav Ostapenko, Arthur Michalek, Kirsten Moysich and Philip McCarthy. Thyroid cancer incidence trends in Belarus: examining the impact of Chernobyl. *International Journal of Epidemiology* 2004;33: 1025–1033.

Stefan Mürbeth, Milena Rousarova, Hagen Scherb, Edmund Lengfelder. Thyroid cancer has increased in the adult populations of countries moderately affected by Chernobyl fallout. *Med Sci Monit*, 2004; 10(7): CR300-306.

Stefan Mürbeth: Epidemiologische Studie über die Häufigkeit von Schilddrüsenkreberkrankungen in Westböhmen und in der Tschechischen Republik im Zeitraum 10 Jahre vor und 10 Jahre nach der Tschernobyl Katastrophe (1976-1996). Dissertation, Institut für Strahlenbiologie, Ludwig-Maximilians-Universität München, München, 2002.

#### English

*Background.* The explosion of the nuclear reactor in Chernobyl, Ukraine, on 26 April 1986, is the most serious accident in a nuclear power station, to date. The accident led to a release of a large quantity of radioactive material in the range of several hundred Mega Curie over a 10-day period. The radioactive contamination had serious health consequences for the general population of affected countries. In Belarus and Ukraine, e.g., significantly increasing incidences of malignant neoplasms (thyroid, lung, stomach, urinary system, acute leukemia) have been reported. It is well known that the incidence of thyroid carcinoma increased among children affected by Chernobyl fallout. Less evidence exists for a corresponding effect in adolescents and adults. The Cancer Registry of the Czech Republic (CR) provides an opportunity to study various determinants of the occurrence of thyroid cancer.

*Data.* Anonymous population-based incidence data on thyroid carcinoma of the CR from 1976 to 1999 was obtained from the Czech Statistical Office and the Institute of Health Information and Statistics. Registration of malignant neoplasms in

the CR began as early as the late 1950's. In 1976 a population based Cancer Registry was established. The basic source of information kept on file by the Czech Cancer Registry is the mandatory form 'Report on Neoplasm' to be filled in by physicians diagnosing the disease. The notification is returned to the district branch of the Registry within 3 months. After check-up and complementation it is included in the data base. The data are supplemented in following years and compared with data on deaths from the Czech Statistical Office. Since 1994, the publication 'Malignant Neoplasms' has used the codes of the 10th Revision of the International Classification of Oncology, 2nd edition. From January 1, 1995 the TNM classification of Malignant Neoplasms (4th edition, 2nd revision) is valid. The Cancer Registry of the CR is composed of 8 sub-registries, which in turn compile information from 85 basic registry units in the Czech districts. This study accounts for 247 million person-years and 7444 thyroid cancer cases (5640 females and 1804 males).

*Statistical methods.* For the trends of the incidence proportions, linear logistic regression models allowing for possible changes in the slope (change-points) are suggested. Direct age standardization was applied to account for the slightly increasing mean age of the Czech population from 1976 to 1999 (approximately 3 years increase in the overall mean age). Theoretically as well as practically it seems meaningful to model annual absolute incidence (events) as a binomially distributed random variable with the annual population size as the number of trials. Linear logistic regression is the most appealing method for binomial variables. Consequently, we performed gender-specific trend analyses of the standardized overall incidence proportions based on linear logistic regression. Analogously, for the age-specific incidence proportions, synoptic linear logistic models using dummy coding of age-categories and corresponding time\*age-category interactions were developed. Possible change-points (jumps or broken sticks) in the time trends of the incidences were estimated. The change-point methodology based on logistic regression has been applied previously to German and European stillbirth and congenital malformation data.

*Results.* In the CR as a whole, we observed unex-

pectedly strong and significant annual increases in the thyroid cancer incidence proportions even before the Chernobyl accident. Only 4 years after the Chernobyl accident the growth rate of the age standardized overall thyroid cancer incidence significantly increased from 2.0% per year to 4.6% (=2.0+2.6) per year ( $p=.0003$ ). This effect seems to be related to the Chernobyl accident, all the more as it is gender specific – females being affected nearly twice as much as males (w.r.t. RRs) – and as a gender-specific improved medical surveillance and reporting after the Chernobyl accident is hardly conceivable. The additional increases from 1990 on are essentially independent of age, although age is an effect modifier for both the baseline levels (intercepts) and the general annual increases in thyroid cancer incidence in the age-categories. Excess cancer cases have been estimated according to the methodology in this study: 363 female excess cases (95% CI=[148, 603]), 69 male excess cases (95%-CI=[-36, 194]), and 426 total excess cases 95%-CI=[187, 688]). It is generally considered that x-ray exposure produces thyroid cancer with a 15-20-years latency. With that in mind and considering that the latency time will have an approximate normal distribution, it is not a surprise that thyroid cancer might start to rise within 4 years of the accident.

*Conclusion.* Although the CR received only a relatively moderate amount of radioactive fallout, an unexpected uniformly accelerated increase of thyroid cancer in all age-categories is seen from 1990 onwards. Therefore, one should look carefully at collective dose and at the group of persons low in individual organ dose but high in number. A strength of this study is its large number of 247 million person years observed. For comparison, the pooled analysis of seven studies including the atomic bomb survivors by Ron and Lubin et al. accounts for only 3 million person years. However, this type of study based on highly aggregated data has weaknesses with respect to causal interpretation. Independent evidence can eventually be obtained from other national cancer registries of moderately or highly contaminated countries in eastern or northern Europe.

## **Clinical-Immunological Alterations in the Thyroid Glands of Children Exposed to Ionizing Radiation by the Chernobyl Accident**

### **Klinisch-immunologische Veränderungen in den Schilddrüsen von Kindern nach Exposition mit ionisierender Strahlung infolge des Unfalls von Tschernobyl**

Anatoly Cheban

Kiev

#### **English**

Children evacuated from the city of Pripjat were examined for their thyroid conditions. Those who received a dose of more than 300 mSv for the thyroid showed an early response of hyperthyroidism, and a high risk of future development of autoimmune diseases, but no hypothyroidism.

#### **German**

Aus der Stadt Pripjat evakuierte Kinder wurden an der Schilddrüse untersucht. Diejenigen, die eine Schilddrüsendosis von mehr als 300 mSv erhalten hatten, zeigten eine frühe Reaktion in Form von Hyperthyreose und ein hohes Risiko für die Entwicklung autoimmuner Erkrankungen, jedoch keine Hypothyreose.

**Mittwoch, 5. April 2006 / Wednesday, April 5, 2006**

11.30 – 13.30 Uhr Sitzung 2 / 11.00 a.m. – 1.30 p.m. Session 2:

Schilddrüsenerkrankungen und Stoffwechselstörungen nach der Katastrophe von Tschernobyl

Thyroid Diseases and Metabolic Disorders after the Chernobyl Catastrophe

## **ПОСТЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ РАК ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ: ЗДОРОВЬЕ БЕРЕМЕННЫХ И ИХ ДЕТЕЙ**

### **Schilddrüsenkrebs nach Tschernobyl: Gesundheitsfolgen für Schwangere und ihre Kinder**

### **Thyroid Cancer after the Chernobyl Accident: Health Consequences for Pregnant Women and Their Children**

Е. Лукьянова, Ю. Антипкин, В. Дашкевич, Ю. Давыдова

E. Lukanova, Ju. Antipkin, V. Dashkevich, Julia Davydova

Институт педиатрии, акушерства и гинекологии АМН Украины, Киев, Украина

Inst. Pediatr. Obstetr. Gyn. AMW Ukraine, Kiev

Institut für Pädiatrie, Geburtshilfe und Gynäkologie der Akademie der Medizinischen Wissenschaften der Ukraine, Kiev

#### **Russian**

Вступление. В 1986 г. из разрушенного атомного реактора Чернобыльской атомной станции в каскаде выброса радионуклидов было огромное количество радиоактивного йода, что и привело к резкому росту заболеваемости раком щитовидной железы (РЩЖ), особенно у детей и подростков.

В прошлом вопрос о беременности и родах при РЩЖ не обсуждался. Это связано с тем, что аварии у детей младше 16 лет он встречался редко, а у детей в возрасте до 10 лет папиллярный РЩЖ вообще не наблюдался. Поэтому сегодня так остро стоит вопрос о сохранении репродуктивного здоровья женщин, больных РЩЖ.

Материал и методы. Комплексно обследовано 160 женщин (основная группа), оперированных по поводу РЩЖ, и их новорожденные. Изучены показатели тиреоидного гомеостаза, гормональной функции фетоплацентарного комплекса, маркеры наследственной патологии, психоэмоциональный статус, показатели ультразвуковой фетометрии и плацентометрии, доплерометрии, кальциево-фосфорного обмена. Проведены морфометрические и иммуногистохимические исследования плацент. Изучались эстрадиоловые и прогестероновые рецепторы, экспрессия PCNA, CEA. Контрольную группу составили 50 здоровых женщин.

Результаты обследования и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что все

женщины основной группы находились в возрасте 18-25 лет, 40,6 % в возрасте до 20 лет, т.е. оперативное вмешательство и последующая комбинированная терапия проводились в период формирования и становления репродуктивной функции. У них часто встречаются нарушения менструального цикла (22,5 %), воспалительные заболевания гениталий (43,7%), что, в свою очередь, является одной из причин осложнений в ранние сроки беременности (71,8%). Беременность и роды сопровождается различными акушерскими и перинатальными осложнениями (угроза невынашивания, анемия, преэклампсия, ранний токсикоз). В психоэмоциональном состоянии женщин основной группы выявлено увеличение невротичности, спонтанной агрессивности, раздражительности, эмоциональной лабильности. В 1 триместре беременности уровень ТТГ свидетельствовал об отсутствии достаточной супрессии, что потребовало увеличения дозы экзогенного L-тироксина. Отмечено снижение уровней синтеза основных плацентарных и фетальных гормонов. Морфологические и иммуногистохимические исследования свидетельствуют о раннем формировании плацентарной недостаточности.

Перинатальных потерь не было. В сроке 34-36 недель родилось 25,0% детей. Период ранней неонатальной адаптации у новорожденных от матерей основной группы протекал с осложнениями, однако случаев врожденного гипотиреоза и других видов наследственной

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

патологии выявлено не было. Разработана система организационных и лечебно-профилактических мероприятий для женщин с РЩЖ, включающая преконцептуальное консультирование, тактику ведения беременности и родов, реабилитацию репродуктивной функции.

**Выводы.** Беременные с РЩЖ относятся к группе высокого перинатального риска, что требует проведения преконцептуального консультирования с целью оптимального планирования беременности. Новорожденные от матерей после комбинированного лечения РЩЖ требуют активного наблюдения и обследования смежными специалистами (невропатологом, эндокринологом, ортопедом), диспансерного наблюдения в течение 3 лет.

### German

*Ansatz:* 1986 befand sich in der Zerfallskaskade des Fallouts aus dem zerstörten Atomreaktor des AKW Tschernobyl eine ungeheure Menge radioaktives Jod, was auch zu einem steilen Anstieg der Schilddrüsenkrebsmortalität führte, vor allem bei Kindern und Jugendlichen.

In der Vergangenheit wurde die Frage von Schwangerschaft und Geburt bei Schilddrüsenkrebs nicht diskutiert. Das hängt damit zusammen, daß zuvor bei Jugendlichen unter 16 Jahren Schilddrüsenkrebs selten aufgetreten war und bei Kindern unter 10 Jahren papillärer Schilddrüsenkrebs im allgemeinen nicht beobachtet wurde. Daher stellt sich heute die Frage nach dem Erhalt der reproduktiven Gesundheit von schilddrüsenkrebskranken Frauen.

*Material und Methode:* 160 wegen Schilddrüsenkrebs operierte Frauen (Basisgruppe) und ihre Neugeborenen wurden vielfältig untersucht. Erhoben wurden die Parameter der thyreoiden Homeostase, der hormonellen Funktion des fetoplazentären Komplexes, die Marker erblicher Pathologie, der psycho-emotionalen Status, die Parameter der Ultraschallmessung von Fetus und Plazenta, der Dopplerometrie und des Kalzium-Phosphor-Stoffwechsels.

Die Plazenta wurde morphometrisch und immuno-histochemisch untersucht. Erfasst wurden auch die Östrogen- und Progesteronrezeptoren und die Expression von PCNA und CEA.

Die Kontrollgruppe bestand aus 50 gesunden Frauen.

**Ergebnisse und Diskussion:** Alle Frauen der Basisgruppe waren zwischen 18 und 25 Jahre alt, davon 40,6% unter 20 Jahre, das heißt der operative Eingriff und die anschließende kombinierte Therapie wurden in der Periode der Entstehung und Herausbildung der reproduktiven Funktionen durchgeführt. Häufig sind bei diesen Frauen anzutreffen: Störungen des Menstruationszyklus (22,5%), entzündliche Erkrankungen der Genitalien (43,7%), die wiederum einer der Gründe für Komplikationen in den frühen Stadien der Schwangerschaft sind (71,8%). Schwangerschaften und Geburten sind von verschiedenen geburtshilflichen und perinatalen Komplikationen begleitet (drohende Fehlgeburt, Anämie, Präeklampsie, frühe Toxikose). Hinsichtlich des psycho-emotionalen Zustandes wurden bei den Frauen der Basisgruppe eine Zunahme neurotischer Symptome, spontaner Aggressivität, der Reizbarkeit und der emotionalen Labilität gefunden. Im ersten Trimenon der Schwangerschaft zeigten die Werte der Schilddrüsenhormone das Fehlen einer ausreichenden Suppression, was eine Erhöhung der exogenen L-Thyroxin-Gaben erforderlich machte. Bemerkenswert war die Absenkung des Niveaus der Synthese der wesentlichen plazentären und fetalen Hormone. Die morphologischen und immuno-histochemischen Untersuchungen zeigen die frühe Bildung einer Reifstörung der Plazenta.

Perinatale Verluste gab es nicht. Im Zeitraum von 34 – 36 Wochen wurden 25,0% der Kinder geboren. Die Phase der frühen neonatalen Anpassung verlief bei Neugeborenen von Müttern der Basisgruppe mit Komplikationen, jedoch traten keine Fälle einer angeborenen Hypothyreose und andere Folgeerkrankungen auf.

Es wurde ein System organisatorischer und therapeutisch-prophylaktischer Maßnahmen für Frauen mit Schilddrüsenkrebs erarbeitet, das Beratung vor der Konzeption, eine Taktik zur Hilfe bei Schwangerschaft und Geburt sowie eine Rehabilitation der Reproduktionsfunktionen einschließt.

*Folgerungen:* Schwangere aus der Gruppe der an Schilddrüsenkrebs Erkrankten gehören zur Gruppe mit hohem perinatalem Risiko, was eine Prä-Konzeptionsberatung mit dem Ziel einer optimalen Planung der Schwangerschaft erfordert.

**Mittwoch, 5. April 2006 / Wednesday, April 5, 2006**

11.30 – 13.30 Uhr Sitzung 2 / 11.00 a.m. – 1.30 p.m. Session 2:

Schilddrüsenerkrankungen und Stoffwechselstörungen nach der Katastrophe von Tschernobyl

Thyroid Diseases and Metabolic Disorders after the Chernobyl Catastrophe

Die Neugeborenen von Müttern nach einer Kombinationstherapie des Schilddrüsenkrebses erfordern die aktive Beobachtung und Untersuchung durch konsiliare Spezialisten (Neuropathologe, Endokrinologe, Orthopäde) und vorsorgliche Beobachtung durch die Gesundheitsfürsorge über 3 Jahre.

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

## Possible Contribution to Thyroid Cancer Induction in Children by $^{129}\text{I}$ from the Chernobyl Nuclear Fallout

### Möglicher Beitrag des $^{129}\text{I}$ aus dem Tschernobyl-Fallout zur Induktion von Schilddrüsenkrebs bei Kindern

Charles M. Grossman<sup>1</sup>, Wolfgang Köhnlein<sup>2</sup>, Rudi H. Nussbaum<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Medicine, Legacy Good Samaritan Hospital, Portland, Oregon, USA

<sup>2</sup> Institut für Strahlenbiologie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Germany

<sup>3</sup> Department of Physics and Environmental Sciences, Portland State University, Portland, Oregon/USA

#### English

This conference highlights the large discrepancy between numerous reports of serious health effects among populations exposed to Chernobyl fallout and the consistently negative findings of epidemiological studies by international agencies such as the IAEA and the WHO.

During the nuclear accident at the Chernobyl plant in large amounts of the fission product inventory were released to the environment. Especially the highly volatile iodine isotopes were completely released into the atmosphere. Among the iodine radioisotopes most attention has been given to the  $^{131}\text{I}$  isotope (half-life = 8 days). However, besides isotopes of rather short decay times the released fission products included  $^{129}\text{I}$  (half-life = 16 million years).

Similarly, during the time period 1945 to 1955 there were massive releases of radioactivity, including radioiodine, into the biosphere from the Hanford, Washington, plutonium production site in the USA. According to an UNSCEAR report these releases, some deliberate, rather than accidental, resulted in significant exposures of residents downwind of the site [12].

When an assumed relationship between disease rates and highly uncertain estimates of individual thyroid doses (based on recall after about 50 years) could not be confirmed, the Hanford Thyroid Disease Study [4], sponsored by the government, concluded that those  $^{131}\text{I}$  emissions from the Hanford site had not lead to excess thyroid disease among Hanford Downwinders. In contrast, an independent community based health survey did find evidence suggesting excess cancer cases in the affected population. Especially thyroid cancer, but also central nervous system

(CNS) neoplasms and cancers of the female reproductive organs were reported [5,8].

Recently the U.S. Department of Health and Human Services together with the Centers for Disease Control and Prevention and the National Cancer Institute stated in a common release that “fallout radiation appears to have the greatest impact on risk for thyroid cancer”[6].

In the case of the Chernobyl disaster, the most unexpected health effect was the early onset of and rapid increase in childhood thyroid cancer in Belarus and the Ukraine. In areas of iodine deficiency any iodine offered to the organism is rapidly taken up by the body and most of it is accumulated in the thyroid gland [1].

It is a commonly accepted notion that the thyroid dose is delivered by the  $^{131}\text{I}$ -isotope. Short-lived isotopes of iodine may not have contributed significantly to the organ dose. Early experimental data suggested that the iodine retention half-life in the thyroid was about 80 days. More recent official radioiodine dose estimates [11] ignored possible long-term contributions by  $^{129}\text{I}$  even though most of the  $^{129}\text{I}$  isotope remains in the environment and could be taken up for a long period of time by the consumption of agricultural products and drinking water, and over the grass - milk - man path. Thus, in fallout-contaminated areas continued ingestion of  $^{129}\text{I}$  is the rule.

There is evidence that radioiodine remains in the body much longer than the above quoted 80 days.  $^{129}\text{I}$  was found at post-mortem examinations of residents near Sellafield in inverse relation to the distance from the plant [2].  $^{129}\text{I}$  was also found in the thyroids of sheep that had grazed near nuclear installations [7] and radioiodine-labeled thyroid hormone was found in rat brain for as long as 4

months following thyroidectomy [9].

While the physiological and chemical properties of the iodine isotopes are the same, their radiological and microdosimetric characteristics are distinctly different.

The  $^{131}\text{I}$  isotope decays by emitting a 360 keV gamma-photon and a beta decay electron spectrum with 610 keV maximum energy. In contrast, the decay of  $^{129}\text{I}$  involves mostly low energy primary electrons from the 150 keV beta decay in addition to ultra-low-energy Auger electrons accompanying the 40 keV gamma conversion electrons. It is well known that the relative biological effectiveness (RBE) is inversely related to electron energy. For Auger electrons the RBE has been estimated to be more than one order of magnitude larger than that for medium energy beta particles [10].

While most of the energy released during the  $^{131}\text{I}$  decay leaves the thyroid, in case of  $^{129}\text{I}$  decay the energy is absorbed in the immediate neighborhood of the decaying iodine atom.

Therefore, the electrons emitted in the  $^{129}\text{I}$  decay are expected to have a much higher RBE than those from the  $^{131}\text{I}$  decay.

The higher reported incidence of thyroid cancer in the 2nd half of the 20<sup>th</sup> century, normally attributed to increased diagnostic surveillance, has also been ascribed to the continuing accumulation of radioiodine into the world-wide biosphere after 1944, of which the  $^{129}\text{I}$  fraction is not undergoing significant decay.

Recently in a multi-authored paper Cardis et al. [3] report results of an epidemiological investigation of thyroid cancer in children following the Chernobyl nuclear accident. One of their most puzzling findings [1] is the fact that potassium iodide administered to children months and years after exposure has reduced the cancer risk by a factor of three, even in iodine-sufficient areas. Cardis et al. hypothesize that this large reduction in risk might be the result of shrinkage in the size of the thyroid due to prolonged administering of dietary iodine supplements.

We propose that the administered potassium iodide leads to long term metabolic exchange between stable iodine and accumulated long-lived radioactive  $^{129}\text{I}$  and contributes to the observed 3-

fold risk reduction.

Thus, the findings of Cardis et al. are consistent with our hypothesis of a significant role of  $^{129}\text{I}$  in thyroid cancer induction from environmental radioactive contamination.

#### References

- [1] Boice JD Jr. Radiation-induced thyroid cancer - What's new? *J Natl Cancer Inst* 2005;97:703-05.
- [2] Bowlt C, Tiplady P. Radioiodine in human thyroid glands and incidence of thyroid cancer in Cumbria. *Br Med J* 1989; 299:301-02.
- [3] Cardis E, Kesminione A, Ivanov V, Malakhova I, Shibata Y, Khrouch V, et al. Risk of thyroid cancer after exposure to  $^{131}\text{I}$  in childhood. *J Natl Cancer Inst* 2005;97:724-32.
- [4] Davis S, Kopecky K, Hamilton TE, Onstad L. Thyroid Neoplasia, Autoimmune Thyroiditis, and Hypothyroidism in Persons Exposed to Iodine 131 From the Hanford Nuclear Site. *JAMA* 2004; 292:2600-13.
- [5] Grossman CM, Nussbaum RH, Nussbaum FD. Cancers among residents downwind of the Hanford, Washington, plutonium production site. *Arch Environ Health* 2003;58:261-74.
- [6] Kenyon G. U.S. Citizens exposed to radiation fallout during Cold War tests. *Lancet Oncol.* 2002;3:197
- [7] Van Middlesworth L. Iodine-129 in ovine thyroids from England. *Health Phys* 1984; 47:488-89.
- [8] Nussbaum RH, Hoover PP, Grossmann CM, Nussbaum FD. Community based participatory Health survey of Hanford, WA, downwinders: A Model for Citizen Empowerment. *Society and Natural Resources* 2004; 17: 547-59.
- [9] Obregon MJ, Mallol J, Escobar del Rey F, et al. Presence of I-thyroxine and 3,5,3'-triiodo-thyronine in tissues from thyroidectomized rats. *Endocrinol* 1981; 109:908-13.
- [10] Persson L. The Auger electron effect in radiation dosimetry. *Health Physics* 1994; 67:471-76
- [11] Robkin MA, Shleien B. Estimated maximum thyroid doses from  $^{129}\text{I}$  releases from the Hanford site for the years 1944-1995. *Health Phys* 1995;69:917-22.
- [12] United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Discussion of the report R646: Exposure from radiation accidents, during the Fifty-third session, Vienna September 2005.

## German

Während der Kernschmelze am Tschernobyl-Reaktor wurden große Teile des Spaltungsinventars an die Umwelt abgegeben. Besonders die hochflüchtigen Jodisotope sind komplett in die Atmosphäre gelangt. Unter den Jodisotopen wurde dem Isotop 131 die größte Aufmerksamkeit gewidmet. Neben den sehr kurzlebigen Jodisotopen wurde auch das langlebige Isotop 129 freigesetzt.

Zwischen 1945 und 1955 gab es in Hanford, Washington, USA, massive Freisetzungen von Radioaktivität einschließlich Radiojod aus den Plutonium produzierenden Kernreaktoren, was zu einer erheblichen Kontamination der Bevölkerung in der Abwindregion führte.

Eine regierungsunterstützte Untersuchung [4] über die Schilddrüsen Erkrankungen in der belasteten Region kam zu dem Ergebnis, dass die Emissionen von radioaktivem 131 Jod nicht mit den Schilddrüsenerkrankungen korrelierbar sind. Dagegen fand eine unabhängige auf kommunaler Ebene basierende Untersuchung sehr wohl zusätzliche Krebsfälle in der betroffenen Bevölkerung. Besonders Schilddrüsenkrebs aber auch Neoplasmen des Zentralen Nervensystems und Krebs des weiblichen Reproduktionssystems waren auffällig erhöht [5,8].

Kürzlich hat das US Department of Health und Human Services zusammen mit dem Zentrum für Disease Control and Prevention und dem National Cancer Institute in einer gemeinsamen Verlautbarung festgestellt, dass der radioaktive Fallout das größte Risiko für Schilddrüsenkrebs bedeutet [6].

Im Fall des Tschernobyl Unglücks war der frühe Beginn und die schnelle Zunahme von Schilddrüsenkrebs bei Kindern in der Ukraine und in Weißrußland die am wenigsten erwartete Gesundheitsfolge. In Gegenden mit Jodunterversorgung wie in Weißrußland und der Ukraine wird dem Organismus angebotenes Jod begierig vom Körper aufgenommen und das meiste in der Schilddrüse gespeichert [1].

Nach der gängigen Lehrmeinung wird die Schilddrüsenedosis durch das Jod 131 geliefert. Die sehr kurzlebigen Isotope von Jod tragen nicht wesentlich zur Organdosis bei. Frühere Experimente legen nahe, dass die biologische Halbwertszeit von Jod in der Schilddrüse etwa 80 Tage beträgt. Neuere Abschätzungen [11] über die Radio-Jod-

Dosis vernachlässigen mögliche Langzeitbeiträge von Jod 129, obwohl dieses Isotop in der Umwelt verbleibt und für lange Zeit über die Nahrungskette und das Trinkwasser aufgenommen werden kann. Das führt in durch Fallout belasteten Gegenden zu einer kontinuierlichen Aufnahme von Jod 129.

Es gibt Hinweise, dass radioaktives Jod viel länger im Körper verbleibt als die oben erwähnten 80 Tage Halbwertszeit. Jod 129 wurde bei Obduktionen von Menschen aus der Nähe von Sellafield gefunden. [2] Es wurde auch in der Schilddrüse von Schafen nachgewiesen, die in der Nähe von Atomkraftanlagen weideten. [7] Ebenfalls fand man im Hirn von Ratten das radioaktiv markierte Schilddrüsenhormon noch 4 Monate nach Entfernung der Schilddrüse. [8]

Während die Physiologischen und chemischen Eigenschaften der Jodisotope die gleichen sind, sind ihre radiologischen und mikrodosismetrischen Eigenschaften gänzlich anders. Das Isotop 131 zerfällt und emittiert ein Gamma-Photon (360 keV) und ein Beta-Teilchen mit einem Zerfallsspektrum von maximal 160 keV. Im Gegensatz dazu zerfällt das Isotop 129 unter Emission niederenergetischer Elektronen und ultra-niederenergetischer Auger-Elektronen, die die 40 keV Gamma-Emission begleiten.

Man weiß, dass die relative biologische Wirksamkeit (RBW) umgekehrt proportional der Elektronenenergie ist. [10] Für Auger-Elektronen ist die RBW rund zehn mal größer als die der Beta-Teilchen mittlerer Energie. Während die meiste Energie, die beim Zerfall von Jod 131 frei wird, nicht in der Schilddrüse deponiert wird, bleibt beim Zerfall von Jod 129 die gesamte Energie in unmittelbarer Nachbarschaft des zerfallenden Jodatoms. Daher haben die beim Zerfall von Jod 129 freiwerdenden Elektronen eine wesentlich höhere biologische Wirksamkeit als die beim Zerfall von Jod 131.

Der Anstieg von Schilddrüsenkrebs in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts wird normalerweise der verbesserten diagnostischen Überwachung zugeschrieben. Er wurde aber auch erklärt mit der kontinuierlich wachsenden Radiojod-Konzentration in der weltweiten Biosphäre nach 1944, die im wesentlichen aus dem langlebigen Jod 129 besteht.

**Mittwoch, 5. April 2006 / Wednesday, April 5, 2006**

11.30 – 13.30 Uhr Sitzung 2 / 11.00 a.m. – 1.30 p.m. Session 2:

Schilddrüsenerkrankungen und Stoffwechselstörungen nach der Katastrophe von Tschernobyl  
Thyroid Diseases and Metabolic Disorders after the Chernobyl Catastrophe

In einem kürzlich erschienenen Paper von Cardis et. al [3], berichten die Autoren über epidemiologische Untersuchungen an Schilddrüsenkrebs bei Kindern nach dem Tschernobyl-Unfall. Eins ihrer irritierenden Ergebnisse ist die Tatsache [1], dass Kaliumjodid, wenn es Monate, ja sogar Jahre nach dem Unfall der Nahrung zugegeben wird, zu einer Reduktion des Krebsrisikos um den Faktor drei führt, selbst in Jodmangelgebieten. Cardis et al. stellen die Hypothese auf, dass diese starke Reduktion des Risikos auf ein Schrumpfen der Schilddrüse bedingt durch die Langzeitgabe von zusätzlichem Jod zur Nahrung zurückzuführen sei.

Wir sind der Meinung, dass die Verabreichung von Kaliumjodid zu einem langzeitigen metabolischen Austausch zwischen stabilem Jod und dem langlebigen radioaktiven Jod 129 führt und somit zu der beobachteten Risikoreduktion.

Damit steht die Beobachtung von Cardis et al. in Einklang mit unserer Hypothese, dass Jod 129 eine wichtige Rolle bei der Schilddrüsenkrebsinduktion durch radioaktive Umweltkontamination spielt.

Referenzen siehe englische Fassung.

## ОСОБЕННОСТИ САХАРНОГО ДИАБЕТА 1 ТИПА У ДЕТЕЙ БЕЛАРУСИ В ПОСТЧЕРНОБЫЛЬСКИЙ ПЕРИОД

### Type 1 Diabetes Peculiarities in Children in Belarus of Postchernobyl Period

### Besonderheiten des Diabetes mellitus Typ 1 bei Kindern in Belarus in der Zeit nach Tschernobyl

Т.Мохорт, Е.Залуцкая, Н.Карлович, С.Мельнов, Т.Воронцова, Д.Гармаев.

Tatjana Mokhort, E. Zalutskaya, N. Karlovich, S. Mel'nov, T. Vorontsova, D. Garmaev

Belorussisches Endokrinologisches Beratungszentrum, Minsk

#### Russian

Многочисленные исследования, проведенные по оценке медицинских последствий катастрофы на ЧАЭС, позволили сделать определенные выводы об отдаленных последствиях влияния ионизирующего излучения. Доказано развитие радиоиндуцированного рака щитовидной железы у детей и взрослых, отмечен рост заболеваемости аутоиммунным тиреоидитом, обсуждается возможность индукции развития рака молочной железы и т.д. В то же время практически до последних лет отсутствовали исследования, позволяющие оценить влияние малых доз ионизирующего излучения на уровень первичной заболеваемости сахарным диабетом типа 1 (СД 1) и оценить различия в аутоагрессии при манифестном течении СД 1.

При анализе первичной заболеваемости СД 1 отмечен ее достоверный рост до  $7,68 \pm 0,56$  детей до 18 лет Гомельской области, являющейся наиболее загрязненной радионуклидами территорией Республики Беларусь, в период с 1987 по 2002 гг. включительно по сравнению с периодом 1980–1986 гг. ( $3,23 \pm 0,33$ ) и регионом сравнения (Минская область —  $2,25 \pm 0,44$  и  $3,46 \pm 0,57$ ). Наиболее высокие темпы роста заболеваемости отмечены в Гомельской обл.

Далее, нами был проведен анализ вклада генетической компоненты в развитие СД 1 методом анализа количественных признаков по результатам анкетирования родственников больных. В группе жителей условно «чистых» территорий коэффициент наследуемости по СД 1 составил  $62,02 \pm 7,67$  %, что свидетельствует о значимой роли генетических факторов в развитие заболевания vs группы жителей загрязненных территорий

( $23,65 \pm 4,46$ %,  $p < 0,01$ ), что подтверждает значимость в генезе заболевания факторов внешней среды и снижение значения наследственной компоненты. Результаты оценки цитогенетического статуса свидетельствуют, что у больных СД 1, проживающих в экологически неблагоприятных условиях, выявлены признаки дестабилизации генома, проявляющиеся возрастанием общего уровня хромосомных aberrаций, числа aberrантных клеток и отдельных типов aberrаций (одиночных фрагментов, дицентриков и колец). Полученные данные согласуются с результатами расчетного коэффициента наследуемости ( $23,65 \pm 4,46$ % vs  $62,02 \pm 7,67$ %), характеризующего наличие значимой средовой компоненты в генезе СД у жителей экологически неблагоприятных регионов.

И, наконец, отмечено увеличение уровней и частоты регистрации диабет-ассоциированных аутоантител в группе больных СД 1, проживающих в неблагоприятной радиоэкологической обстановке. При этом наиболее выраженные изменения были отмечены в группе детей до 14 лет, что закономерно согласуется с минимальной длительностью СД и у женщин. Предрасположенность к аутоиммунным процессам при СД 1 подтверждается снижением экспрессии проапоптогенного CD95-рецептора на 47% и наличием обратных коррелятивных взаимосвязей с экспрессией активационных лимфоцитарных маркеров CD25 и CD71 и максимально выражена у жителей контаминированных территорий.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о негативном влиянии проживания на контаминированных территориях на развитие и течение СД 1.

### English

Multiple studies of Chernobyl disaster medical consequences resulted in certain conclusions concerning late effects of ionizing radiation. Development of radiation induced cancer in children and adults has been proved. Evident increase of autoimmune thyroiditis incidence rate has been registered. Possible breast cancer induction is being discussed. At the same time, effects of low-dose ionizing radiation on type 1 diabetes (T1D) incidence rate (IR) and diabetes associated autoaggression traits are hardly studied.

Analysis of T1D IR among children under 18 y.o. revealed its significant increase to  $7.68 \pm 0.56$  in Gomel region (that is the most radionuclide contaminated territory of Belarus) during 1987-2002 compared to  $3.23 \pm 0.33$  during 1980-1986 and compared to  $2.25 \pm 0.44$  and  $3.46 \pm 0.57$  in Minsk region correspondingly. The highest IR growth rate was registered in Gomel region as well.

We also performed analysis of genetic component contribution to T1D development by questioning diabetic children's relatives. Among inhabitants of noncontaminated territories, T1D heritability factor added up to  $62.02 \pm 7.67\%$  (that is an evidence of dominant role of genetic factors) compared to  $23.65 \pm 4.46\%$  in nuclide contaminated territories (that evidences dominant role of environmental factors in T1D development) ( $p < 0.01$ ).

Cytogenetic status evaluation revealed signs of genome destabilization among children with T1D from contaminated territories, i.e. increase of general level of chromosomal aberrations, aberrant cells number and particular aberration types (single fragments, dicentrics and rings). These data agreed with calculated heritability factors ( $23.65 \pm 4.46\%$  vs  $62.02 \pm 7.67\%$ ) confirming significant role of environmental factors in T1D development among children from contaminated regions.

Finally, we found an increase in levels and frequencies of diabetes associated autoantibodies among children with T1D living in contaminated regions that is the most evident in children under 14 y.o. and girls. Autoimmune predisposition in T1D is confirmed by a decrease of proapoptogenic CD95 receptor expression by 47% and negative correlation with lymphocytes activation markers CD25 and CD71 expression and is the

most evident among inhabitants from contaminated territories.

Thus the data obtained confirms negative influence of habitation in contaminated territories on T1D development and course.

### German

Zahlreiche Studien zur Bewertung der medizinischen Folgen der Katastrophe von Tschernobyl erlauben sichere Folgerungen über die Spätfolgen radioaktiver Bestrahlung. Nachgewiesen ist die Entwicklung von radioaktiv induziertem Schilddrüsenkrebs bei Kindern und Erwachsenen, registriert ist der Morbiditätsanstieg der autoimmunen Thyreoiditis, diskutiert wird die mögliche Induktion der Entwicklung von Krebs in den Milchdrüsen u. a. m.. Es mangelt bisher jedoch an Studien, die eine Einschätzung der Wirkung von Niedrigdosisstrahlung auf die Inzidenz von Diabetes mellitus Typ 1 (T1D) und eine Beurteilung der Unterschiede in der Autoaggression beim manifesten Verlauf des T1D erlauben.

Bei der Analyse der T1D-Inzidenz bei Kindern unter 18 Jahren im Bezirk Gomel', dem am stärksten mit Radionukliden kontaminierten Gebiet der Republik Belarus, wurde ein signifikanter Anstieg auf  $7,68 \pm 0,56$  in den Jahren 1987-2002 gefunden, und mit dem Zeitraum von 1980-86 ( $3,23 \pm 0,33$ ) sowie mit einer Vergleichsregion (Bezirk Minsk –  $2,25 \pm 0,44$  bzw.  $3,46 \pm 0,57$ ) verglichen. Dabei wurden im Bezirk Gomel' auch die höchsten Zuwachsraten bei der Inzidenz festgestellt.

Wir haben ferner eine Analyse des Beitrags der genetischen Komponente zur Entwicklung von T1D mittels einer Analyse qualitativer Parameter aus Resultaten einer Befragung von Angehörigen der erkrankten Kinder durchgeführt. In der Gruppe aus Bewohnern relativ „sauberer“ Gegenden betrug der Erblichkeits-Koeffizient  $62,02 \pm 7,67$  (d.h. Evidenz der dominanten Rolle genetischer Faktoren), im Vergleich zur Gruppe der Bewohner kontaminierter Gebiete ( $23,65 \pm 4,46\%$ ,  $p < 0,01$ ), was die Bedeutung von Umweltfaktoren in der Pathogenese hervorhebt und die Bedeutung der genetischen Komponente mindert.

Die Auswertung des zytogenetischen Status ergab Anzeichen für Genom-Destabilisierung bei T1D-erkrankten Kindern aus kontaminierten Gebieten,

d. h. einen Anstieg der Chromosomenaberrationen insgesamt, der aberranten Zellen und einzelner Aberrationstypen (Einzelfragment, Dizentrika und Ringe). Diese Daten stimmten mit den errechneten Koeffizienten der Erblichkeit ( $23,65 \pm 4,46\%$  vs.  $62,02 \pm 7,67\%$ ) überein und bestätigen so die signifikante Rolle von Umweltfaktoren bei der Entwicklung von T1D bei Kindern aus kontaminierten Gebieten.

Schließlich fanden wir eine Zunahme des Niveaus und der Häufigkeit von diabetesassoziierten Autoantikörpern bei Kindern mit T1D aus kontaminierten Gebieten, die bei Kindern unter 14 Jahren und Mädchen am deutlichsten war. Die Prädisposition zu autoimmunen Prozessen bei T1D wird bestätigt durch die Abnahme der Expressivität des proapoptogenen CD95-Rezeptors um 47% und die negative Korrelation mit der Expressivität der lymphozytären Aktivierungsmarker CD 25 und CD 71, und ist bei den Bewohnern kontaminierter Gebiete am höchsten.

Die gewonnenen Daten bestätigen also den negativen Einfluß des Lebens in kontaminierten Gebieten auf Entwicklung und Verlauf des Diabetes mellitus Typ 1.

**Leukemias and Lymphomas in Children of Ukraine in Post-Chernobyl Period****Leukämien und Lymphome bei Kindern in der Ukraine nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl**

Danylo F. Gluzman<sup>1</sup>, L.M. Sklyarenko<sup>1</sup>, V.A. Nadgornaya<sup>1</sup>, M.P. Zavelevich<sup>1</sup>, L.Yu. Poludnenko<sup>1</sup>, T.S. Ivanovskaya<sup>1</sup>, S.V. Koval<sup>1</sup>, M.-L. Simonet<sup>2</sup>

<sup>1</sup> R. E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine

<sup>2</sup> French Association "Children of Chernobyl", Paris, France

**English**

It is known that the contribution of the radiogenic factors into the pathogenesis of the distinct biological subtypes of leukemia/lymphoma is quite different. Therefore, the analysis of leukemia incidence in the children of Ukraine in post-Chernobyl period should be based on the delineated subtypes of the disease rather than the overall incidence data.

Soon after Chernobyl accident, Immunocytochemistry Department of R.E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, National Academy of Sciences of Ukraine have initiated the extensive examination of blood samples among the children with the leukaemia or suspected haematopoietic disorders. In 1993, the Reference Laboratory was set up as a public service with the aim of the precise diagnosis of the haematopoietic malignancies based on cytomorphology, cytochemistry, immunophenotyping and the techniques of molecular biology in accordance with FAB, WHO, EGIL, ICD-10 and ICD-O-2 classifications.

The diagnostic activity of the Reference Laboratory covers 50-60% of all Ukrainian paediatric patients with acute leukaemias, chronic myeloid leukaemia, myelodysplastic syndromes, malignant lymphomas, histiocytosis, and metastatic lesions of lymph nodes and bone marrow. Such coverage allows us to regard our group of paediatric patients with haematopoietic malignancies as being representative to a certain degree for haematopoietic malignancies in children population of Ukraine as a whole.

The structure of haematopoietic malignancies in post-Chernobyl period among paediatric patients in Kyiv city and 24 regions of Ukraine especially those born in 1986 and 1987 and the infants at the age below 1 year is reviewed here based on the

data of the Reference Laboratory obtained in 1993-2005. In total, 5,854 children with hematopoietic malignancies were examined from January 1993 through December 2005.

The smears and the samples of the whole blood or bone marrow of the patients with AL were examined cytomorphologically and cytochemically. In addition, leukemic cells were immunophenotyped by immunoenzyme cytochemical techniques (APAAP, ABC) employing a broad panel of monoclonals to lineage-specific, differentiation, and activation antigens.

According to the results of the examination of the pediatric patients with ALL referred to Reference Laboratory we have distinguished four variants of B-cell ALL and four variants of ALL originated from T-cells. The distribution of the different forms and subtypes of AL and non-Hodgkin's lymphomas in our patients of all ages below 15 did not differ significantly from those in Germany and France. Among AML, we observed eight variants (M0-M7 AML).

Analysis of the structure of oncohematological diseases in special group of 227 children born in 1986 and 1987 was performed. Among the malignancies of hematopoietic and lymphoid tissues, AL was shown to be the predominant group (75.9 and 72.2% in 1986 and 1987, respectively) with ALL being predominant entity (78.8 and 74.7%). The blast cells in the patients born in 1986 and 1987 were essentially the same as the leukemic cells in the pediatric patients of other age groups judging by their morphocytochemical features and immunophenotype. The only distinctive feature in the patterns of leukemias in this peculiar group of children concerned the ratios between the major forms of AL with increasing relative number of AML cases (21.2 and 25.3% in the children born 1986 and 1987 respectively) and T-cell variants of ALL (19.4 and 19.4%) characterized by more ag-

gressive clinical course and unfavorable prognosis. The incidence of CML was 0.9 and 1.1%, correspondingly. The similar differences in the structure of childhood AL as compared with that in European countries were revealed in our earlier study of 247 cases of AL (1993-1997) analyzed in the inhabitants of Kyiv city and region.

We have also analyzed the distribution of the various forms of hematopoietic malignancies in the infants (children below one year of age) where leukemias are known to initiate prenatally during fetal development (Greeves, 2004). The analysis of the hematopoietic malignancies in the infants has revealed the increased relative frequency of AML (28.4%) and JMML (11.4%). ALL (T and B cell variants) have been found much more rarely as compared with those in children aged 1-15.

The data obtained are suggestive of certain differences in the structure of childhood AL revealed in the populations of pediatric patients under study. We believe that such data may represent the basis for future epidemiologic surveys aimed at elucidating the question, whether the association between the lymphohematopoietic neoplasms in children and their exposure to ionizing radiation following Chernobyl accident really exists.

### German

Es ist bekannt, daß der Beitrag radiogener Faktoren zur Pathogenese der verschiedenen biologischen Subtypen von Leukämie bzw. Lymphom ganz unterschiedlich ist. Daher sollte die Analyse der Leukämieinzidenz bei Kindern in der Ukraine seit dem Unfall von Tschernobyl sich auf die genau beschriebenen Subtypen der Krankheit stützen und nicht auf Daten zur allgemeinen Inzidenz.

Bald nach dem Unfall von Tschernobyl initiierte die Abteilung für Immunozytochemie des R. E. Kavetsky-Instituts für experimentelle Pathologie, Onkologie und Radiobiologie der Ukrainischen Akademie der Wissenschaften eine extensive Untersuchung von Blutproben von Kindern mit Leukämien oder Verdacht auf Störungen der Blutbildung. 1993 wurde das Referenzlabor als Dienstleistung für die Öffentlichkeit mit dem Ziel gegründet, präzise Diagnosen bösartiger Erkrankungen der Blutbildung auf der Grundlage von Zytomorphologie, Zytochemie, Immunphänotypisierung und den Techniken der Molekularbiologie entsprechend den FAB-, WHO-, EGIL-, ICD-10- und ICD-O-2-Klassifikationen zu stellen.

Die diagnostische Tätigkeit des Referenzlabors umfaßt 50-60% aller pädiatrischen Patienten in der Ukraine, die an akuten Leukämien, chronisch myeloischen Leukämien, myelodysplastischen Syndromen, malignen Lymphomen, Histiocytose und metastatischen Läsionen von Lymphknoten und Knochenmark leiden. Dieser Umfang der Tätigkeit erlaubt es uns, unsere Gruppe von pädiatrischen Patienten mit malignen hämatopoetischen Erkrankungen als bis zum gewissen Grade repräsentativ für maligne Erkrankungen der Hämatopoese in der gesamten Kinderpopulation der Ukraine anzusehen.

Wir geben hier einen Überblick über die Struktur maligner hämatopoetischer Erkrankungen bei pädiatrischen Patienten in Kiew/Stadt und 24 Regionen der Ukraine, besonders bei den 1986 und 1987 Geborenen sowie den Säuglingen unter 1 Jahr, gestützt auf Daten des Referenzlabors von 1993 bis 2005. Von Januar 1993 bis Dezember 2005 wurden insgesamt 5.854 Kinder mit malignen hämatopoetischen Erkrankungen untersucht.

Die Ausstriche und Proben von Ganzblut oder Knochenmark der Patienten mit AL wurden zytomorphologisch und zytochemisch untersucht. Zusätzlich wurden Leukämiezellen durch zytochemische Techniken mit Immunoenzymen (APAAP, ABC) immunphenotypisiert, wobei ein breites Spektrum von monoklonalen bis hin zu abstammungsspezifischen, Differenzierungs- und Aktivierungsantigenen eingesetzt wurde.

Als Ergebnis unserer Untersuchungen von Patienten mit ALL, die an das Referenzlabor überwiesen wurden, haben wir vier Varianten von B-Zellen-ALL und vier Varianten der von den T-Zellen ausgehender ALL gefunden. Die Verteilung der verschiedenen Subtypen von AL und Non-Hodgkin Lymphomen bei unseren Patienten unter 15 Jahren wich nicht signifikant von den Verteilungen in Frankreich und Deutschland ab. Bei AML beobachteten wir acht Varianten (M0-M7 AML).

Die Struktur onkohämatologischer Erkrankungen bei einer speziellen Gruppe von 227 in den Jahren 1986 und 1987 geborenen Kindern wurde gesondert analysiert. Unter den malignen Erkrankungen des hämatopoetischen und des lymphatischen Gewebes erwiesen sich AL als vorherrschende Gruppe (75,9% bei den 1986, 72,2% bei den 1987 Geborenen), wobei ALL die vorherrschende Entität war (78,8 resp. 74,7%). Die Zytoblasten wa-

ren bei den 1986 und 1987 geborenen Patienten im wesentlichen dieselben wie die leukämischen Zellen bei den pädiatrischen Patienten anderer Altersgruppen, wenn man sie nach morphozytochemischen Merkmalen und Immunphenotyp beurteilt. Das einzige besondere Merkmal bei den Leukämieformen dieser speziellen Gruppe von Kindern zeigte sich in den Verhältnissen zwischen den wichtigeren Formen von AL, mit einer steigenden relativen Zahl von AML-Fällen (21,2 resp. 25,3% bei 1986 bzw. 1987 geborenen Kindern) und T-Zell-Varianten der ALL (19,4 und 19,4%), für die ein heftigerer klinischer Verlauf und eine ungünstige Prognose charakteristisch sind. Die Inzidenz von CML betrug 0,9 bzw. 1,1%. Bei der Struktur von AL im Kindesalter hatten wir ähnliche Unterschiede zu anderen europäischen Ländern bereits bei unserer Untersuchung von 247 Fällen akuter Leukämie bei Bewohnern von Kiew-Stadt und Kiew-Land in den Jahren 1993 bis 1997 festgestellt.

Wir haben auch die Verteilung verschiedener Formen maligner hämatopoetischer Erkrankungen bei Säuglingen unter einem Jahr analysiert, wo Leukämien bekanntlich pränatal während der Entwicklung des Fötus entstehen (Greeves 2004). Diese Analyse zeigte eine gestiegene relative Häufigkeit von AML (28,4%) und JMML (11,4%). ALL (T- und B-Zell-Varianten) wurden wesentlich seltener als bei Kindern zwischen ein und 15 Jahren gefunden.

Die gewonnenen Daten verweisen auf bestimmte Differenzen bei der Struktur von Kinder-AL, wie sie sich bei den untersuchten Populationen erkrankter Kinder zeigten. Wir meinen, daß solche Daten die Grundlage für weitere epidemiologische Erhebungen bilden können, um zu klären, ob der Zusammenhang zwischen lympho-hämatopoetischen Neoplasmen bei Kindern und deren Strahlenexposition nach dem Unfall von Tschernobyl tatsächlich besteht.

## Der Petkau-Effekt

### The Petkau Effect

Ralph Graeub, Langnau, Schweiz

Für umweltbedingte Effekte (Erkrankungen incl. Krebs) durch radioaktive Emissionen bzw. ionisierende Strahlung wird in der Regel ein monokausaler Beweis wie in der Experimentalwissenschaft erwartet, d.h. eine zeitliche und räumliche Korrelation (Zusammenhang) sowie eine Dosis-Wirkungs-Beziehung. Das ist wohl experimentell möglich, nicht aber bei der biologischen Komplexität im Umfeld von Atomanlagen oder Atomexplosionen. Die allgemeine Bevölkerung wird weder äußerlich noch innerlich dosimetriert!

#### 1. Generelle Linearität ist falsch

Eine Ausnahme war das Massenexperiment Hiroshima/Nagasaki mit nachträglich gutwillig geschätzten äußeren Strahlendosen (Atomblitze). Dessen Ergebnisse bilden immer noch den Grundpfeiler unserer Dosisgrenzwerte, d.h. der Annahme einer linearen Dosis-Wirkung von hoch nach tief unter dem Motto „halbe Dosis – halbe Wirkung“. So erscheinen Effekte radioaktiver Emissionen gerade im niedrigsten Dosisbereich, der für den Bevölkerungsschutz und Umweltschutz so wichtig ist, als harmlos. Als weitere Unterschätzung verbleiben die qualitativen und quantitativen Bewertungen von Strahleneffekten überhaupt (Äquivalenzdosen). So können Behörden behaupten, daß beobachtete zusätzliche Krebstodesfälle oder andere Schäden (z.B. in AKW-Umgebung) bei den verursachten kleinen Dosen – gar nicht möglich seien (Beispiel AKW Krümmel!).

Scholz fordert deshalb als Alternative zur monokausalen Beweisführung die Anerkennung von Indizienbeweisen, wie es im Strafrecht üblich ist und epidemiologische Studien in der Umwelt sie schon seit Jahrzehnten in großer Menge geliefert haben.

#### 2. Überlinearität ist realistischer (Petkau-Effekt)

Während die direkte Übertragung der Strahlenergie tatsächlich linear erfolgt (direkter Treffer), demonstrierte Petkau schon 1972 Überlinearitäten durch strahleninduzierte freie Sauerstoffradikale (Oxidativer Streß) an biologischen Zellmembranmodellen (also eine indirekte Strahlen-

wirkung). Dieser Mechanismus ist insbesondere im niedrigen Dosisbereich und bei niedrigen Dosisraten wirksam (umgekehrter Dosisraten-Effekt). Dadurch ergeben sich überlineare Dosis-Wirkungskurven. Eine Fülle von hochsignifikanten Indizienbeweisen für Überlinearität von Kernspaltungsemissionen gab es allerdings schon lange vor Petkau, doch widersprachen sie dem Dogma der Linearität und damit der Atompolitik schon im Kalten Krieg.

#### 3. Bestätigt wird der Petkau-Effekt auch im ECCR-Bericht 2003 (European Committee on Radiation Risk)

Herausgeber ist Chris Busby, Mitherausgeber u.a. Rosalie Bertell, Inge Schmitz-Feuerhake, Alexej Yablokov, die den Petkau-Effekt schon seit Jahren anerkannt haben. Dieser bzw. beteiligte freie Sauerstoffradikale und Folgeprodukte sind primär beteiligt am Bystander Effekt und der Genomischen Instabilität, die alle auch überlinear wirken und die in neuerer Zeit entdeckt worden sind.

Daß inkorporierte Atomspaltprodukte überlineare Wirkungen zeigen ist altbekannt. Jetzt aber hat Chris Busby (England) mit seiner „Second Event Theory“ eine glaubhafte Begründung entwickelt, die laut ECCR noch weiter bestätigt werden sollte.

Erwähnt sei hier noch Frau Elena B. Burlakova, Mitglied der Russischen Akademie der Wissenschaften RAS. Sie hatte bereits in den 1950er Jahren die Supralinearität von niedrigen Strahlendosen entdeckt, was Petkau unabhängig von ihr 1972 auch gefunden hat. Erst nach dem Zusammenbruch der Sowjetunion (1989) wurde dies bekannt. ECCR 2003 erwähnt auch Burlakovas wichtige Forschungen. Sie hatte mein Buch vom Petkau-Effekt ins Russische übersetzen lassen.

#### 4. Fazit

Die mögliche Überlinearität von Wirkungskurven ist nun sowohl experimentell (in vivo auch an Membranen und der DNA) als auch durch eine Vielzahl von Korrelationen und Indizienbeweisen gesichert. Aus diesem riesigen Puzzle (Scholz) ergibt sich als Gesamtbild letztlich die Kausalität. Deshalb sind Kernspaltungsemissionen zu ver-

bieten. In der Ausstiegsdiskussion sollte dieser Aspekt Priorität erhalten. Die vorhandene Fülle von Indizienbeweisen ist überwältigend.

### **The Petkau Effect**

In 1972 already Abram Petkau demonstrated for the first time supralinear radiation effects on cell membrane models. Thereby, protracted doses (low dose rate doses) showed per dose unit up to 5000 times greater than high dose rate (short time) doses.

As cause he found an indirect radiation effect on cell membrane models within an aqueous medium, as a result of the so called "free radicals" created by the radiation. This indirect effect becomes relatively stronger with declining dose, because at higher degree deactivate each other. These "free radicals" react also with carbohydrates, proteins (enzymes) and the DNA (cell nucleus). They produce oxidative stress, which today is said to be the chief cause for almost all damage to health including cancer as well as aging and genetic instability.

The wrong general assumption of a constant linear radiation effect from high to zero (half a dose, half the effect) is unfortunately even today still the base of the radiation protection laws, although supralinear effects in vivo (Petkau effect) are today confirmed on all levels of live including man. Burlakova's research – which found supralinear effects already in the fifties – became known in the West only after the crash of the Soviet Union 1989. Burlakova initiated decisively the Russian edition of my book "The Petkau effect" and acted as scientific editor with preface and epilogue.

## Und der Name des Sternes heißt Tschernobyl

### And the Name of the Star is Chernobyl

Dokumentartheater Ost-Arbeiter, Marina Schubarth und Natalia Bondar,  
Theaterleiterinnen und Regisseurinnen, Berlin  
marina\_schubarth@hotmail.com

*„Und der dritte Engel posaunte: Und es fiel vom Himmel ein Stern, brennend wie eine Fackel, und er fiel auf den dritten Teil der Ströme und auf die Wasserquellen. Und der Name des Sternes heißt Wermut (Russisch: Tschernobyl): und der dritte Teil der Wasser wurde zu Wermut, und viele Menschen starben von den Wassern, weil sie bitter gemacht waren.“*

*Johannes Offenbarung, Kapitel 8, Vers 10-13*

Am 26 April 1986, um 1.23:58 Uhr, ereignete sich in der Ukraine, in Tschernobyl der Super-Gau.

Der Tschernobyl-Unfall ist zu einem Symbol für die größte technologische Katastrophe in der Menschheitsgeschichte geworden.

An den Folgen des Super-Gaus sind bis zum heutigen Tag tausende Menschen gestorben, Millionen leiden an den Folgen von Tschernobyl. Tausende Kinder sind krank. Die häufigsten Todesursachen sind Krebs, Immunschwäche – auch Tschernobyl-Aids genannt – und schwere Depressionen mit Suizidfolgen.

Tschernobyl wurde nicht zu einer nationalen Katastrophe der Ukraine, sondern sie ist zu einer weltweiten Katastrophe geworden, an dessen Folgen noch weitere Generationen leiden werden.

Zum ersten Mal in der Geschichte hat die Technologie den Menschen besiegt. Die erste Warnung an die Menschheit.

Das Stück „Und der Name des Sternes heißt Tschernobyl,“ wird gespielt auf 1.500 m<sup>2</sup> eines Berliner Bunkerlabyrinthes. Die Zuschauer werden während der Vorstellung durch 15 Räume geführt, nahe an den Akteuren vorbei, und können so das Stück und die Geschichte hautnah erleben.

Das Stück basiert auf Zeitzeugenberichten aus Pripjat, Tschernobyl, Kiew und Gomel.

Wir beginnen in einer friedlichen Zeit in einem kleinen Dorf bei Tschernobyl, wo einst die berühmte Malerin Maria Primatschenko lebte. Sie – eine Vertreterin der Naiven Malerei, war nicht nur für ihre Kunstwerke bekannt, sondern sie hatte die Gabe, Kriege, Frieden und die Tschernobylkatastrophe vorausszusehen. Den Unfall in Tschernobyl hielt die Malerin in ihrer Kunst fest. Hier folgen nun in Begleitung durch Ton und Bild Installationen, Berichte der Zeitzeugen dieses GAUs, vorgetragen durch Schauspieler der Theatergruppe, sowie durch szenische Elemente des Ensembles. Dazu dienen Texte der regimekritischen weißrussischen, und in ihrer Heimat nicht verlegten Schriftstellerin Swetlana Alexijewitsch, dem Schriftsteller und Arzt Dr. Jurij Schtscherback, Aliaxandr Lahutsenak aus Weißrußland, Zeitzeuge und Schauspieler des Ensembles, Musa Schubarth, Zeitzeugin und Journalistin - sie schrieb in der Schweizer Zeitung den allerersten Bericht über die menschliche Tragödie des Super-Gaus, sowie Texte von Marina Schubarth und Natalia Bondar - beide Leiterinnen und Regisseurinnen der Theatergruppe und beide Zeugen der Zeit unmittelbar nach der Tragödie. Alle Texte sind bereits zur Verwendung durch die Gruppe von den Autoren freigegeben. Immer wieder werden die Zuschauer mit den menschlichen Schicksalen und der unfaßbaren, ungreifbaren technologischen Welt konfrontiert. Das geschieht durch die Auftritte der Darsteller in den folgenden 15 Räumen. Dabei führen sie die Zuschauer durch die verschiedenen Themen dieses Super-Gaus - die Zeit vor Tschernobyl, Rückkehr in die Zone, weltweite Folgen für Menschen und Natur, sowie heute nach 20 Jahren.

Es ist ein Stück über einen Krieg, in dem die Menschheit zum ersten Mal gegen etwas kämpft, das man nicht sehen, riechen oder anfassen kann. Ein Kampf gegen den unsichtbaren Tod.

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft  
Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

Internationaler Kongreß, Berlin 3. – 5. April 2006 / International Congress, Berlin April 3 to 5 2006

Dieses Stück widmen wir den Opfern von Tschernobyl. Wir werden mit den Aufführungen einen Hilferuf für die in Not lebenden Tschernobyl-opfer ins Leben rufen. Die Spendengelder wollen wir den Opfern persönlich übergeben und nach Möglichkeit diese Menschen zu einem Deutschlandbesuch einladen, um damit eine Brücke zwischen der Ukraine, Weißrußland und Deutschland auf- und auszubauen. Auch soll die Gruppe mit dem Stück in die Ukraine und nach Weißrußland fahren, um es dort aufzuführen und Aufklärung zu betreiben. Diese Reisen sollen von der Stiftung „EVZ“ finanziell als Begegnungsarbeit gefördert werden.

In Berlin werden im Bunker mehr als 1.000 Besucher das Stück sehen und so die Geschichte der Opfer erfahren. Weitere Auftritte im Bundesgebiet und in Osteuropa werden folgen. Dazu wird eine Bühnenfassung inszeniert.



Seit 2003 zeigt das Dokumentartheater Ost-Arbeiter in einem Berliner Bunker das Theaterstück „OST-Arbeiter“ und ein weiteres Stück „Tänzerinnen hinter Stacheldraht“, mit denen die Theatergruppe in der Ukraine und Rußland gastierte.

Die Arbeit der Theatergruppe wird von verschiedenen Vereinen, wie KONTAKT e.V., Club Dialog, den Berliner Unterwelten e.V., dem Deutsch-Russischen Austausch, der ukrainischen Nationalen Stiftung Verständigung und Aussöhnung sowie dem gesamtukrainischen Opferverband unterstützt, aber auch von privaten Personen, wie Swetlana Aleksejewitsch. Über unsere Arbeit können Sie unter [www.ost-arbeiter.de](http://www.ost-arbeiter.de) weitere Informationen erhalten.

Zum 20. Jahrestag der Tschernobylkatastrophe hat unsere Theatergruppe ein neues Stück inszeniert: „Und der Name des Sternes heißt Tschernobyl“.

Es beruht auf den Biographien von Tschernobyl-opfern, die die Schriftstellerin Swetlana Aleksejewitsch freigegeben hat, sowie auf Material des Arztes und Journalisten Jurij Schtscherback und

des Regisseurs Rolan Sergijenko. Weil in unserer Gruppe drei SchauspielerInnen selbst Zeitzeugen der Zeit um Tschernobyl sind, wird das Thema bis heute im dokumentarischen Sinne bearbeitet.

- Antipkin, Ju.**, Inst. Pediatr. Obstetr. Gyn., AMW Ukraine, Manuilsky Dtr. 8, 04050 Kiev, Ukraine 72
- Baleva, Larisa S.**, Professor of Medicine, Federal Center of the Radiation Defence of Children, Taldomskaya st. 4, Moscow, Russia 23
- Bondar, Natalia**, Dokumentartheater Ost-Arbeiter, c/o marina\_schubarth@hotmail.com 87
- Bertram, Rolf**, Prof. Dr., JFB – Institut für Forschung und Bildung, Am Klausberge 27, 37075 Göttingen; bertramrolf@ad.com 22
- Bresizka, N.**, Hygiene and Medical Ecology O.M.Marzeev Institute of Ukraine Academy of Medical Sciences, Popudrenko st. 50, Kiev, Ukraine; otimch@usch.kiev.ua 25
- Burlakova, Elena B.**, Prof. Dr. sci. (Biol.), Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences, ul. Kosygina, 4, Moscow, 119991, Russia; seren@sky.chph.ras.ru 27
- Busby, Chris**, PhD, University of Liverpool, Dept. of Human Anatomy and Cell Biology, and Green Audit, Aberystwyth, UK; christo@greenaudit.org 55
- Cheban, Anatoly**, Prof. Dr., Kiev, Ukraine 71
- Checherov, Konstantin P.**, Dr., RSC Kurchatov-Institut Moskau, Kurchatov square 1, Moscow, Russia; konst\_checherov@mail.ru, konstcca@nikiet.ru 18, 23
- Dashkevich, V.**, Inst. Pediatr. Obstetr. Gyn., AMW Ukraine, Manuilsky Dtr. 8, 04050 Kiev, Ukraine 72
- Davydova, Julia**, M.D., Ph.D., Inst. Pediatr. Obstetr. Gyn., AMW Ukraine, Manuilsky Dtr. 8, 04050 Kiev, Ukraine 72
- Diomina, Emilia A.**, DSc, Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology of NAS of Ukraine, Kyiv, 45 Vasylykivska str., 03022 Kyiv, Ukraine; natalia@dash.carrier.kiev.ua 62, 64
- Fedirko, Pavlo**, MD, PhD, Dr. med. sci, Scientific Center of Radiation Medicine of Academy of Medical Sciences of Ukraine, 53, Melnikov str., Kyiv 04050, Ukraine; Eye-rad@ukr.net 49
- Garmaev, D.**, Belorussisches Endokrinologisches Beratungszentrum, Minsk, Belarus 79
- Glazko, Valeriy**, Prof. Dr., Institute of Agriecology and Biotechnology UAAS, Sadovaja st. 17, fl.33, Novoselki, 03027, Kiev region, Ukraine 40
- Glushchenko, Alexander I.**, Ph.D., N.I.Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Gubkin str.3 117809 Moscow, Russia; a-glushchenko@mail.ru, www.rtg-risk.narod.ru 23
- Gluzman, Danylo F.**, Prof., M.D., Sci. D., Chief of Immunocytochemistry Department, R. E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Vasilkovskaya str. 45, 03022 Kyiv, Ukraine; vals@onconet.kiev.ua 53
- Gorina, O.**, Hygiene and Medical Ecology O.M.Marzeev Institute of Ukraine Academy of Medical Sciences, Popudrenko st. 50, Kiev, Ukraine; otimch@usch.kiev.ua 25
- Graeb, Ralph**, Ing.-Chem. ETH, Postfach 412, CH-8135 Langnau, Schweiz 85
- Grossman, Charles M.**, Department of Medicine, Legacy Good Samaritan Hospital, MD, 610 S.W. Alder, #622, Portland, OR 97205, USA 75
- Hesse-Honegger, Cornelia**, Zürich, Schweiz 42
- Hoffmann, Wolfgang**, Prof. Dr. med., Institut für Community Medicine, Ernst-Moritz-Arndt Universität, Ellernholzstraße 1/2, D-17487 Greifswald, Germany; wolfgang.hoffmann@uni-greifswald.de 21, 36
- Imamura, N.**, Japanese-Ukrainian Leukemia/Lymphoma Study Group (JULSG) 53
- Ivanov, E. P.**, Belarusian State University, Minsk, Belarus 52
- Ivanov, V. E.**, Institute Paolo-Calmetti, Marseille, France 52
- Karlovich, N.**, Belorussisches Endokrinologisches Beratungszentrum, Minsk, Belarus 79
- Kartashova, S.**, Hygiene and Medical Ecology O.M.Marzeev Institute of Ukraine Academy of Medical Sciences, Popudrenko st. 50, Kiev, Ukraine; otimch@usch.kiev.ua 25
- Kholodova, Nina B.**, Dr., Russian Research Center of Roentgenology and Radiology, Profsojuznaja str. 86, Moscow, Russia; kholodov@butovo.com 43, 45

- Kirimov, Ivan**, Staatliche Rayonverwaltung Ivankov, Ukraine 15
- Köhnlein, Wolfgang**, Prof. Dr. rer. nat., Institut für Strahlenbiologie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Robert-Koch-Str. 43, D-48149 Münster 75
- Körblein, Alfred**, Dr. rer. nat., Untere Söldnergasse 8, D-90403 Nürnberg; alfred.koerblein@gmx.de 35
- Kuzmina, Nina S.**, Dr., N. I. Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Science, Gubkin st. 3, 117809 Moskow, Russia; nin-kuzmin@yandex.ru 30
- Lukyanova, E.**, Inst. Pediatr. Obstetr. Gyn., AMW Ukraine, Manuilsky Dtr. 8, 04050 Kiev, Ukraine 72
- Lynchak, O.**, Hygiene and Medical Ecology O.M.Marzeev Institute of Ukraine Academy of Medical Sciences, Popudrenko st. 50, Kiev, Ukraine; otimch@usch.kiev.ua 25
- Malko, Mikhail V.**, Prof. Dr., Joint Institute of Power and Nuclear Research, Sosny, National Academy of Sciences, Minsk, Belarus 52
- Mel'nov, S.**, Belorussisches Endokrinologisches Beratungszentrum, Minsk, Belarus 79
- Mironov, Vladislav**, International Sakharov Environmental University (ISEU), 220009 Minsk, Republic of Belarus; mvladislav@bk.ru 19, 65
- Mokhort, Tatjana**, Dr., Belorussisches Endokrinologisches Beratungszentrum, Minsk, Belarus; tat\_mokh@mail.ru 79
- Mózsa, Szabolcs**, Priv.-Doz. Dr. med. habil., Semmelweis-Universität Budapest, Klinik für Medizinische Radiologie Budapest, Ungarn, istvankadar@hotmail.com 16
- Mykhalyuk, V.**, Dr., A. P. Romodanov Institute of Neurosurgery, AMSU, Kiev, Ukraine; shaversky@hotmail.com 57
- Nadgornaya, V. A.**, R. E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Vasilkovskaya str. 45, 03022 Kyiv, Ukraine; vals@onconet.kiev.ua 53
- Nussbaum, Rudi H.**, Prof. Dr., PhD, Department of Physics and Environmental Sciences, Portland State University, Portland, OR 97207-0751, USA 75
- Nyagu, Angelina L.**, Prof. Dr., Präsidentin der Physicians of Chernobyl, Scientific Center for Radiation Medicine of AMS of Ukraine, Kiev, Ukraine; nyagu@vent.kiev.ua 47
- Okeanov, A. E.**, Prof. Dr. med., International Sakharov Environmental University (ISEU) Minsk, 23, Dolgobrodskaya str., 22009 Minsk, Belarus; okeanov@iseu.by 59
- Omelchenko, E.**, Hygiene and Medical Ecology O.M.Marzeev Institute of Ukraine Academy of Medical Sciences, Popudrenko st. 50, Kiev, Ukraine; otimch@usch.kiev.ua 25
- Orlov, Yuri**, A. P. Romodanov Institute of Neurosurgery, AMSU, Kiev, Ukraine; shaversky@hotmail.com 57
- Pflugbeil, Sebastian**, Dr. rer. nat., Präsident der Gesellschaft für Strahlenschutz e.V., Gormannstr. 17, D-10119 Berlin, Germany; Pflugbeil.KvT@t-online.de 14, 21
- Pokanevich, T.**, Hygiene and Medical Ecology O.M.Marzeev Institute of Ukraine Academy of Medical Sciences, Popudrenko st. 50, Kiev, Ukraine; otimch@usch.kiev.ua 25
- Polka, O.**, Hygiene and Medical Ecology O.M.Marzeev Institute of Ukraine Academy of Medical Sciences, Popudrenko st. 50, Kiev, Ukraine; otimch@usch.kiev.ua 25
- Pribylev, S.**, International Sakharov Environmental University (ISEU), 220009 Minsk, Republic of Belarus; mvladislav@bk.ru 19
- Ryabchenko, Nina M.**, Dr., Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology of NAS of Ukraine, Kyiv, 45 Vasylkivska str., 03022 Kyiv, Ukraine; natalia@dash.carrier.kiev.ua 62, 64
- Scherb, Hagen**, Dr., GSF-National Research Center for Environment and Health, Institute of Biomathematics and Biometry, Ingolstädter Landstr. 1, D-85764 Neuherberg/München 37, 68
- Schmitz-Feuerhake, Inge**, Prof. Dr. rer. nat., Peter-Michels-Str. 54, 50827 Köln, Germany; ingesf@uni-bremen.de 21, 36
- Schubarth, Marina**, Dokumentartheater Ost-Arbeiter, Bonhoefferufer 5, 10589 Berlin; marina\_schubarth@hotmail.com 87

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

- Shaversky, Andrey**, A. P. Romodanov Institute of Neurosurgery, AMSU, Kiev, Ukraine; shaversky@hotmail.com 57
- Simonet, M.-L.**, French Association "Children of Chernobyl", Paris, France 53
- Sipyagina, Alla E.**, Ph.D., M.D., Federal Center of the Radiation Defence of Children, Taldomskaya st. 4, Moscow, Russia 23
- Sklyarenko, L. M.**, R. E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Vasilkovskaya str. 45, 03022 Kyiv, Ukraine; vals@onconet.kiev.ua 53
- Sosnovskaya, E. A.**, Republican Research-Practical Center of Radiation Medicine and Human Ecology, Gomel, Belarus; okeanov@iseu.by 59
- Sperling, Karl**, Prof. Dr., Institut für Humangenetik, Humboldt-Universität zu Berlin, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Augustenburger Platz 1, D-13353 Berlin, karl.sperling@charite.de 33
- Suskov, Igor I.**, Ph.D., M.D., N.I.Vavilov Institute of General Genetics, Russian Academy of Sciences, Gubkin str.3 117809 Moscow, Russia; suskov@vigg.ru, www.rtg-risk.narod.ru 23, 30
- Timchenko, Olga**, Prof. Dr., Hygiene and Medical Ecology O.M.Marzeev Institute of Ukraine Academy of Medical Sciences, Popudrenko st. 50, Kiev, Ukraine; otimch@usch.kiev.ua 25
- Tretyakevich, S.**, International Sakharov Environmental University, Minsk, 220009, Republic of Belarus; mvladislav@bk.ru 66
- Tschescherow, Konstantin P.**,  
siehe englische Transkription Checherov
- Usatenko, Volodimir**, Experte der Nationalen Strahlenschutzkommission der Ukraine, Berater des Ukrainischen Parlaments für Tschernobylfragen, Kiew, Ukraine 17
- Vorontsova, T.**, Belorussisches Endokrinologisches Beratungszentrum, Minsk, Belarus 79
- Yablokov, Alexey V.**, Prof. PhD, Centre for Russian Environmental Policy, N. K. Koltzoff Institute of Developmental Biology, Russian Academy of Sciences, Leninsky prospect 33, room 319, Moscow 119071, Russia; yablokov@ecopolicy.ru, Yablokov@voxnet.ru 12
- Zalutskaya, E.**, Belorussisches Endokrinologisches Beratungszentrum, Minsk, Belarus 79
- Zavelevich, M.P.**, R. E. Kavetsky Institute of Experimental Pathology, Oncology and Radiobiology, National Academy of Sciences of Ukraine, Vasilkovskaya str. 45, 03022 Kyiv, Ukraine; vals@onconet.kiev.ua 53
- Zhavoronkova, Ludmila A.**, MD, PhD, Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Butlerov str. 5a, Moskow 117485, Russian Federation; LZhavor@nsi.ru 43
- Zhuravkov, V.**, International Sakharov Environmental University, Minsk, 220009, Republic of Belarus; mvladislav@bk.ru 66

## Impressum

**Tagungsgebühren** (incl. Tagungsunterlagen, Abstrakt-Band, Pausengetränke)

Euro 80,- für Mitglieder der Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

Euro 120,- für Nichtmitglieder

Euro 40,- für Studierende

Euro 20,- pro zusätzlichen Abstrakt-Band (incl. Versand)

Euro 12,- pro Person für einen Theaterbesuch am Abend des 3. oder 4. April 2006

Überweisungen bitte auf das GSS-Kongresskonto bei der Berliner Volksbank eG

Nr. 527 236 2019, BLZ 100 900 00

BIC: BEVODEBB

IBAN: DE31 1009 0000 5272 3620 19

**Participation Fees** (including conference documents, volume of abstracts, coffee and tea during breaks)

EUR 80,- for members of the German Society for Radiation Protection

EUR 120,- for non-members

EUR 40,- for students or jobless participants

EUR 20,- for additional volume of abstracts including postage

EUR 12,- per person for theatrical performance in the evening of April 3 or April 4 2006

GSS-Congress Account

Account-No. 527 236 2019

With: Berliner Volksbank, BLZ 100 900 00

BIC: BEVODEBB

IBAN: DE31 1009 0000 5272 3620 19

### **Impressum:**

© Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

Geschäftsstelle, I. Schmitz-Feuerhake,

Peter-Michels-Str. 54, D-50827 Köln

<http://www.gfstrahlenschutz.de>

Redaktion: Sebastian Pflugbeil, Inge Schmitz-Feuerhake, Thomas Dersee

Übersetzungen aus dem Russischen und Englischen ins Deutsche von Annette Hack

Herstellung: Thomas Dersee, Strahlentelex, Waldstr. 49, D-15566 Schöneiche b. Berlin

<http://www.strahlentelex.de>

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. (GSS) and European Committee on Radiation Risk (ECRR)

20 Jahre nach Tschernobyl - Erfahrungen und Lehren für die Zukunft

Chernobyl - 20 Years Later - Experiences and Lessons for the Future

## Wir laden Sie ein.

Seit vielen Jahren mehren sich in der wissenschaftlichen Forschung die Erkenntnisse, daß ionisierende Strahlung mit einem wesentlich höheren biologischen, also für den Menschen mit einem wesentlich höheren gesundheitlichen Risiko verbunden ist als das bisher angenommen wurde. In den vergangenen hundert Jahren seit Entdeckung der Röntgenstrahlen mußte der Dosiswert, der zunächst als unbedenklich, später dann als unter gesundheitlichen Gesichtspunkten vertretbar angesehen wurde, drastisch herabgesetzt werden. Die Sorglosigkeit und Unkenntnis im Umgang mit ionisierender Strahlung, die weit verbreitete Ignoranz wissenschaftlicher Erkenntnisse hält an. Oft fallen Aspekte des Gesundheitsschutzes wirtschaftlichen Interessen zum Opfer.

Die Gesellschaft für Strahlenschutz wurde 1990 gegründet, weil in den schon länger bestehenden Fachgesellschaften und Verbänden nach Überzeugung der Gründungsmitglieder die heute vorhandenen Erkenntnisse zum Strahlenrisiko und zum Strahlenschutz nicht ausreichend berücksichtigt und umgesetzt werden. Die Gesellschaft für Strahlenschutz ist eine internationale Fachgesellschaft, die satzungsgemäß den Zweck verfolgt, „... den bestmöglichen Schutz des Menschen und der Umwelt vor den schädlichen Wirkungen ionisierender und nicht ionisierender Strahlung zu erreichen. Dazu muß der Umgang mit ionisierender und nichtionisierender Strahlung auf der Grundlage biologischer und medizinischer Erkenntnisse vertretbar sein.“

Mit dem Fachjournal Berichte des Otto Hug Strahleninstituts, dem offiziellen Organ der Gesellschaft für Strahlenschutz, werden die Mitglieder mit wissenschaftlichen Arbeiten über aktuelle Ergebnisse und Themen der Strahlenforschung und des Strahlenrisikos in den Bereichen Medizin, berufliche Exposition, zivilisatorische Belastung, kerntechnische Unfälle, Epidemiologie u.v.a. unterrichtet. Die praktische Nutzbarkeit der Erkenntnisse ist für viele wichtiger als theoretisierende wissenschaftliche Ableitungen.

Wir laden Sie ein, werden Sie Mitglied! Arbeiten und helfen Sie mit, Erkenntnisse zu Strahlenrisiken und zum Strahlenschutz zu gewinnen und zu verbreiten!

## Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

Dr. Sebastian Pflugbeil, Präsident  
Gormannstr. 17, D-10119 Berlin

- Geschäftsstelle -  
Peter-Michels-Str. 54, D-50827 Köln  
<http://www.gfstrahlenschutz.de>

**An die Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.**  
z. Hd. Dr. Sebastian Pflugbeil, Präsident  
Gormannstraße 17  
D-10119 Berlin  
☎ +49 (30) 44 93 736, Fax +49 (30) 44 34 28 34

Antrag auf Mitgliedschaft in der

**Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.**

Bitte gut lesbar in Druckschrift oder mit Schreibmaschine ausfüllen. Vielen Dank.

Nachname: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Straße, Hausnummer: \_\_\_\_\_ PLZ, Ort: \_\_\_\_\_

Land: \_\_\_\_\_ Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_

---

Anschrift der Dienststelle oder Praxis (falls getrennt von der Privatanschrift):

Institut, Klinik, Firma: \_\_\_\_\_

Dienststellung/Tätigkeit: \_\_\_\_\_

Straße, Hausnummer: \_\_\_\_\_ PLZ, Ort: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_

---

Akademischer Grad, Titel, Berufsbezeichnung: \_\_\_\_\_

Beruflicher Werdegang: \_\_\_\_\_

Arzt/Ärztin: **ja / nein** Fachgebiet: \_\_\_\_\_

---

Meine Interessenschwerpunkte liegen bei:

Ort; Datum: \_\_\_\_\_ Unterschrift: \_\_\_\_\_



## Bisher sind erschienen:

Bericht Nr.1 1989, 45 Seiten, EURO 5,-  
**Das Otto Hug Strahleninstitut stellt sich vor. Strahlenschutz in der Bundesrepublik Deutschland: Das 30-Millirem-Konzept.**  
Roland Scholz und Edmund Lengfelder  
**Satzung des Otto Hug Strahleninstitutes**

Bericht Nr.2 1990, 43 Seiten, EURO 5,-  
**Strahlenschutz in der Röntgendiagnostik; die neue Röntgenverordnung.**  
Heiner von Boetticher  
**Die neuen Empfehlungen der Internationalen Strahlenschutzkommission - Rückschritt im Strahlen- und Arbeitsschutz.**  
Mario Schmidt  
**Erklärung der BUND-Strahlenkommission zur Stellungnahme des Ausschusses für Strahlenschutz der Deutschen Röntgen-gesellschaft.** Wolfgang Köhnlein, Horst Kuni und Inge Schmitz-Feuerhake

Bericht Nr.3 1990, 43 Seiten, EURO 5,-  
**Medizinische Strahlenbelastung in der Bundesrepublik Deutschland - Möglichkeiten der Dosisreduktion.** Karl-Heinrich Adzersen

Bericht Nr.4 1991, 53 Seiten, EURO 5,-  
**Maßnahmen zur Eindämmung des Treibhauseffekts. - Empfehlungen der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages.**  
Wilfrid Bach  
**Warum die Atomenergie das Klimaproblem nicht lösen kann: Die Energiewirtschaft der Zukunft muß risikoarm und effizient sein.**  
Stephan Kohler  
**Die Neueste Krebsstatistik der Hiroshima-Nagasaki-Überlebenden: Erhöhtes Strahlenrisiko bei Dosen unterhalb 50 cGy(rad). Konsequenzen für den Strahlenschutz.**  
Wolfgang Köhnlein

Bericht Nr.5 1992, 42 Seiten, EURO 5,-  
**Die Bedeutung modifizierender Faktoren für die Erhebung, Bewertung und Verbreitung von Untersuchungsergebnissen über die Folgen der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl.**  
Edmund Lengfelder  
**6 Jahre nach der Reaktorkatstrophe in Tschernobyl - Zur aktuellen Situation der gesundheitlichen und sozialen Folgen in**

**der GUS: Ganzkörpermessungen.** Edmund Lengfelder, Christine Frenzel, Dieter Forst

Bericht Nr.6 1993, 45 Seiten, EURO 5,-  
**Veränderungen wünschenswert - Über die Art und Weise, wie Internationale Strahlenschutzempfehlungen verfaßt werden.**  
Karl Z. Morgan  
**Biologische Wirkungen elektromagnetischer niederfrequenter Strahlung**  
Ute Boikat  
**Strahleninduzierbare Chromosomenschäden: Einige neuere Hinweise auf schwerwiegende gesundheitliche Konsequenzen.**  
John W. Gofman

Bericht Nr.7 1993, 42 Seiten, EURO 5,-  
**Zur Strahlenspezifität der angewandten Biologischen Dosimetrie.** Wolfgang Hoffmann, Inge Schmitz-Feuerhake

Bericht Nr.8-11 1994, 168 Seiten, EURO 32,-  
**Niedrige Strahlendosen und Gesundheit der Arbeitnehmer - Expertise - mit besonderer Berücksichtigung der Arbeitsbedingungen in der Anlage Schacht Konrad.**  
Horst Kuni

Bericht Nr.12-14 1996, 112 Seiten, EUR 24,-  
**Das Äquivalenzdosisprinzip und die Gleichberechtigung der Frau. Zum 60. Geburtstag von Frau Prof. Dr. Inge Schmitz-Feuerhake.**  
Horst Kuni  
**Möglichkeiten und Grenzen epidemiologischer Studien zur Malignomhäufigkeit im Nahbereich kerntechnischer Anlagen unter besonderer Berücksichtigung der Leukämiehäufung in der niedersächsischen Elbmarsch.**  
Helga Dieckmann

Bericht Nr. 15-18 1997, 368 Seiten, EUR 49,-  
Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.  
2. Internationale Konferenz, Berlin 1995  
**100 Jahre Röntgen: Medizinische Strahlenbelastung - Bewertung des Risikos, Proceedings.** Inge Schmitz-Feuerhake, Edmund Lengfelder (Hrsg.)  
40 Beiträge, Dt./Engl., ISBN 3-9805260-0-3

Bericht Nr. 19-20 1998, 88 Seiten, EUR 16,-  
**CASTOR gefährdet Gesundheit.** Horst Kuni  
**Gesundheitsgefahren durch radioaktiv kontaminierte Oberflächen von Brennelementtransportbehältern.** Wolfgang Köhnlein, Wolfgang Neumann, Inge Schmitz-Feuerhake, Heiko Ziggel

Bericht Nr. 21-22 2000, 120 Seiten, EUR 16,-  
**Strahlengefahr für Mensch und Umwelt - Bewertungen der Anpassung der deutschen Strahlenschutzverordnung an die Forderungen der EU-Richtlinie 96/29/ Euratom.**

Bettina Dannheim, Wolfgang Baumann, Bernd Franke, Helmut Hirsch, Wolfgang Hoffmann, Wolfgang Köhnlein, Horst Kuni, Wolfgang Neumann, Inge Schmitz-Feuerhake, Angelika Zahrt

Bericht Nr. 23 2002, 40 Seiten, EURO 5,-  
**Brustkrebsfrüherkennung Ja, Reihenuntersuchung mit Mammographie Nein! Abschied vom Wunschdenken, Nachdenken über neue Strategien.**

Thomas Dersee, Helga Dieckmann, Wolfgang Köhnlein, Horst Kuni, Edmund Lengfelder, Sebastian Pflugbeil, Inge Schmitz-Feuerhake

Bericht Nr. 24 2003, 80 Seiten, EURO 10,-  
**Säuglingssterblichkeit nach Tschernobyl.** Alfred Körblein  
**Zunahme der Perinatalsterblichkeit, Totgeburten und Fehlbildungen in Deutschland, Europa und in hochbelasteten deutschen und europäischen Regionen nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl im April 1986.** Hagen Scherb, Eveline Weigelt

## Weitere Veröffentlichungen:

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

1. Internationale Konferenz, Kiel 1992

**Neue Bewertung des Strahlenrisikos Niedrigdosisstrahlung und Gesundheit. Proceedings**

Edmund Lengfelder,

Henning Wendhausen (Hrsg.)

29 Beiträge, 266 Seiten, EURO 34,-

ISBN 3-8208-1224-5

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

2. Jahrestagung, Dresden 1993

**Gesundheitliche Risiken und Folgen des Uranbergbaues in Thüringen und Sachsen**

## Proceedings

Edmund Lengfelder, Sebastian Pflugbeil, Wolfgang Köhnlein (Hrsg.)

18 Beiträge, 183 Seiten, 2 Karten, EUR 34,-  
ISBN 3-8208-1259-8

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

2. Internationale Konferenz, Berlin 1995

**100 Jahre Röntgen:**

**Medizinische Strahlenbelastung –**

**Bewertung des Risikos. Proceedings**

Inge Schmitz-Feuerhake,

Edmund Lengfelder (Hrsg.)

40 Beiträge, 368 Seiten, Dt./Engl., EUR 49,-

ISBN 3-9805260-0-3

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

International Workshop, Portsmouth 1996

**Radiation Exposures by Nuclear Facilities - Evidence of the Impact on Health.**

**Proceedings**

Inge Schmitz-Feuerhake,

Michael Schmidt (eds.)

48 Beiträge, 400 Seiten, Engl., EURO 49,-

ISBN 3-9805260-1-1

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

Internationaler Kongress, Münster 1998

**Die Wirkung niedriger Strahlendosen - im Kindes- und Jugendalter, in der Medizin, Umwelt und Technik, am Arbeitsplatz.**

**Proceedings**

Wolfgang Köhnlein, Rudi H. Nussbaum

(Hrsg.)

44 Beiträge, 448 Seiten, Dt./Engl., EUR 49,-

ISBN 3-9805260-2-X

## In Vorbereitung:

Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

Internationaler Kongreß, Berlin 2006-03-20

**20 Jahre nach Tschernobyl – Erfahrungen und Lehren für die Zukunft**

**Proceedings**

## Bezug:

Der Bezug der Otto Hug Berichte ist für die Mitglieder der Gesellschaft für Strahlenschutz e.V. im Mitgliedsbeitrag von derzeit EURO 96,- pro Jahr inbegriffen.

Bestellungen und Beitrittswünsche bitte an die Gesellschaft für Strahlenschutz e.V.

- Geschäftsstelle -

Peter-Michels-Str. 54, D-50827 Köln

<http://www.gfstrahlenschutz.de>