



KfK 4693
Januar 1990

Präklinische Diagnostik und Erstversorgung des Strahlenunfalls

L. Ohlenschläger
Medizinische Abteilung

Kernforschungszentrum Karlsruhe

**Kernforschungszentrum Karlsruhe
Medizinische Abteilung**

KfK 4693

**Präklinische Diagnostik und Erstversorgung
des Strahlenunfalls**

von

L. Ohlenschläger

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

Als Manuskript vervielfältigt
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
Postfach 3640, 7500 Karlsruhe 1

ISSN 0303-4003

Kurzfassung

Auf die präklinische Diagnostik und Erstversorgung eines Strahlenunfalls vor Ort wird hingewiesen. Möglichkeiten und Grenzen der Maßnahmen werden aufgezeigt.

Eine fachübergreifende Zusammenarbeit zwischen dem technischen und medizinischen Rettungsdienst wird beschrieben.

Die für den Notarzt und sein Team aus der ärztlichen Versorgung kontaminierter Personen resultierende Strahlenexposition ist bei Einhaltung der persönlichen Schutzvorkehrungen vernachlässigbar gering.

Abstract

Preclinical Diagnosis and Emergency Medical Care in case of Radiation Accidents

Reference is made to preclinical diagnosis and emergency medical care at the site of a potential radiation accident. Possibilities and limits, respectively, of the medical measures are shown.

Cooperation between the experts of the technical and medical rescue services is described.

Exposition to radiation for the emergency medical staff resulting from the medical care of contaminated persons, is negligible if the personal precautions are observed.

Inhalt

	Seite	
1	Einleitung	1
2	Technischer Rettungsdienst	3
3	Medizinischer Rettungsdienst	5
3.1	Erstmaßnahmen bei einem Strahlenunfall	5
3.1.1	Der klassische Strahlenunfall und seine Grundformen	5
3.1.1.1	Kontamination und Inkorporation	5
3.1.1.2	Externe lokale Strahlenüberbelastung	6
3.1.1.3	Externe generalisierte Strahlenüberbelastung	7
3.1.2	Der kombinierte Strahlenunfall	9
3.2	Maßnahmen zum Eigenschutz	10
3.2.1	Eigengefährdung durch die Übertragung einer Kontamination	11
3.2.2	Eigengefährdung durch Inkorporation	11
3.2.3	Eigengefährdung durch hohe lokale Strahlenfelder	12
3.2.4	Hilfsmittel und Vorkehrungen zum Eigenschutz	14
3.3	Ablauf der Kooperation zwischen Technischem und Medizinischem Rettungsdienst	15
3.3.1	Technischer Rettungsdienst	15
3.3.2	Medizinischer Rettungsdienst	15

		Seite
4	Regionale Strahlenschutzzentren	17
4.1	Verzeichnis der Regionalen Strahlenschutzzentren	17
4.2	Spezialabteilung zur stationären Behandlung bei schweren Strahleneinwirkungen	18
5	Literatur	19

Präklinische Diagnostik und Erstversorgung des Strahlenunfalls

L. Ohlenschläger

1. Einleitung

Der Strahlenunfall als Betriebs- oder Verkehrsunfall ist, gemessen an allen anderen Unfällen, ein seltenes Ereignis. Daraus ergibt sich für den medizinischen Rettungsdienst am Unfallort eine gewisse Unsicherheit in bezug auf die Vorgehensweise.

Die Besonderheit der Situation besteht in der Einwirkung einer Kombination aus konventionellem Trauma und Strahlenexposition, welcher die Verletzten und unter Umständen auch in geringerem Ausmaß die Angehörigen des medizinischen Rettungsdienstes ausgesetzt sind.

Aus dieser Konstellation des Kombinationsschadens ergibt sich die Vorgehensweise am Unfallort.

Eine fachübergreifende Zusammenarbeit zwischen dem **technischen** und **medizinischen Rettungsdienst** ist Voraussetzung für die Erstversorgung des kombinierten Strahlenunfalls.

Eine Teilzuweisung der Aufgaben des technischen Rettungsdienstes an den medizinischen Rettungsdienst, wie z.B. die Durchführung einer vereinfachten Meßtechnik zum Ausschluß von Kontaminationen, hat sich in der Praxis als unrealistisch erwiesen.

Ärztliche Erstmaßnahmen bei einem Strahlenunfall erstrecken sich überwiegend auf die Erstbehandlung der konventionellen Verletzungen bei Kombinationsschäden.

Die für den Notarzt und sein Team aus der ärztlichen Versorgung kontaminierter Personen resultierende Strahlenexposition ist bei Einhaltung der persönlichen Schutzvorkehrungen vernachlässigbar gering.

2. Technischer Rettungsdienst

Dem technischen Rettungsdienst, in der Regel die Feuerwehr, obliegt die Aufgabe, bei einem Strahlenunfall neben der Bergung der Verletzten auch technische Hilfeleistungen wie das Ausmessen der Verletzten und der Umgebung auf radioaktive Strahlung und die Messung auf Kontamination vorzunehmen.

Er hat die vom Unfall betroffenen Personen aus dem unmittelbaren Gefahrenbereich zu evakuieren und die Ausmessung der Körperoberfläche vorzunehmen. Kontaminierte Kleidungsstücke sind abzulegen und durch Einmalanzüge zu ersetzen. Wenn Ersatzkleidung nicht vorhanden ist, kann der Körper mit einer Wolldecke abgedeckt werden. Für kontaminierte Hände ist das Tragen von Einmalhandschuhen vorgesehen. Die Verbreitung einer Haarkontamination wird durch das Tragen einer Einmalkopfbedeckung weitestgehend verhindert.

Der technische Rettungsdienst kennzeichnet außerdem den strahlen- und kontaminationsgefährdeten Bereich durch Markierungen und durch Wachposten, die unter anderem auch den medizinischen Rettungsdienst einweisen.

Der Kleiderwechsel des Verletzten sollte an der Übergabestelle an den medizinischen Rettungsdienst unter Aufsicht des Notarztes und nach dessen Anweisungen zur Vermeidung zusätzlicher Schäden vom technischen Rettungsdienst vorgenommen werden.

Der so vorbehandelte Strahlenunfall wird außerhalb der radioaktiven Gefahrenzone dem medizinischen Rettungsdienst zur Durchführung der Erstmaßnahmen übergeben.

3. Medizinischer Rettungsdienst

Die medizinischen Erstmaßnahmen erstrecken sich auf:

- **Erstmaßnahmen bei einem Strahlenunfall**
- **Maßnahmen zum Eigenschutz**

3.1 Erstmaßnahmen bei einem Strahlenunfall [1]

Aus didaktischen Gründen wird zwischen dem klassischen und dem kombinierten Strahlenunfall unterschieden.

3.1.1 Der klassische Strahlenunfall und seine Grundformen:

- Kontamination/Inkorporation
- externe lokale Strahlenüberbelastung
- externe generalisierte Strahlenüberbelastung

3.1.1.1 Kontamination und Inkorporation

Diagnostik:

Die Diagnostik einer Kontamination oder Inkorporation am Unfallort entzieht sich dem Notarzt und seinem Team wegen fehlender meßtechnischer Ausstattung und Erfahrung in der Handhabung einschlägiger Meßgeräte.

Erstmaßnahmen:

Bei Verdacht auf Kontamination und/oder Inkorporation, sofortige Benachrichtigung des technischen Rettungsdienstes, in diesem Fall Anforderung des Strahlenschutzmeßtrupps der Feuerwehr, der die Ausmessung und Bergung der Unfallbeteiligten durchführt und die weitere Vorgehensweise festlegt.

3.1.1.2 Externe lokale Strahlenüberbelastung

Radiodermatitis erythematosa

Symptomatik: Calor, rubor, dolor.

Eingestrahlte Dosis: ca. 8 - 9 Gy.

Erstmaßnahmen:

- Wenn erforderlich, analgetisch und sedierend.
- Kühlung des betroffenen Hautbezirks mit Eisbeutel oder kaltem Umschlag.
- Transport zur weiteren stationären Abklärung des Befundes.

Radiodermatitis bullosa

Symptomatik: Calor, rubor, dolor, bulla.

Eingestrahlte Dosis: zwischen 10 und 30 Gy.

Erstmaßnahmen:

- Analgetisch und, wenn erforderlich, sedierend.
- Kühlung des betroffenen Hautbezirks mit Eisblase oder kalten Umschlägen.
- Transport zur stationären Aufnahme zwecks weiterer Abklärung des Befundes und Durchführung einer Behandlung.

Radiodermatitis ulcerosa

Symptomatik: Calor, rubor, dolor, ulcus.

Eingestrahlte Dosis: > 30 Gy.

Erstmaßnahmen:

- Analgetisch und sedierend.
- Kühlung des betroffenen Hautbezirks mit Eisbeutel.
- Schaffung eines peripheren venösen Zugangs.
- Transport zur stationären Weiterbehandlung.

3.1.1.3 Externe generalisierte Strahlenüberbelastung

Die schwerste Form einer generalisierten externen Strahlenüberbelastung ist das akute Strahlensyndrom.

Es kündigt sich dem Notarzt durch folgende Symptome an:

Nausea,
Emesis,
vermehrte konjunktivale Injektion,
Cephalgie,
Erythem,
Erhöhung der Körpertemperatur,
Strahlenschock,
Somnolenz,
Konvulsionen.

Wird eines dieser Symptome am Unfallort festgestellt und weist die Anamnese auf eine Ganzkörperüberbestrahlung hin, so besteht der Verdacht auf ein akutes Strahlensyndrom mit der Indikation zur stationären Einweisung. Von den Berufsgenossenschaften ist hierfür die Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Ludwigshafen, Spezialabteilung für schwere Verbrennungen, in Ludwigshafen-Oggersheim vorgesehen.

Bei einmaliger, kurzzeitiger, externer Ganzkörperstrahlenüberexposition, etwa ab einer Dosis von 4 Gy, ist mit einem **Strahlenschock** zu rechnen.

Es handelt sich dabei um einen cardiogenen Schock (katecholaminpflichtig), als dessen Ursache eine strahleninduzierte Depolarisationshemmung der Myocardzellmembran mit nachfolgender Membranabdichtung anzusehen ist. Als Folge ergibt sich eine transmembrane myocardiale Ionenaustauschstörung. Das Herz wird dadurch in seiner Leistungsfähigkeit eingeschränkt und nicht mehr belastungsfähig.

Gegenüber einer unkontrollierten primären Infusionsbehandlung ist daher Zurückhaltung geboten.

Erstmaßnahmen:

- Schaffung eines peripheren oder zentralen venösen Zugangs mit anschließender dosierter Flüssigkeitszufuhr und der Applikation von Katecholaminen.
- Bei erhaltenem Bewußtsein, Sedierung und Analgesierung.
- Bei Konvulsionen, Sedierung.
- Schonender Transport zur stationären Weiterbehandlung.
(Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Ludwigshafen, Spezialabteilung für schwere Verbrennungen, in Ludwigshafen-Oggersheim).

Zu einem späteren Zeitpunkt nach der stationären Aufnahme gilt es, die durch das akute Strahlensyndrom verursachte De- und Transmineralisation durch dosierte Elektrolytbilanzierung auszugleichen.

3.1.2 Der kombinierte Strahlenunfall

Er kann kombiniert sein mit

- einer konventionellen Verbrennung oder Verbrühung,
- einfachen oder komplizierten Frakturen,
- stumpfen oder durchdringenden Verletzungen,
- Riß-, Platz- oder Schürfwunden.

Bei Kombinationsschäden hat die schwere konventionelle Verletzung aus vitaler Indikation gegenüber den strahlenschutzmedizinischen Erstmaßnahmen Vorrang.

Bei Verdacht auf Kontamination am Unfallort

- Anlegen einer Schutzkleidung (z.B. Einmal-Overall) sowie Benutzung von Einmalhandschuhen und -kopfbedeckung,
- Tragen eines Stabdosisimeters.

Dann Erstmaßnahmen wie

- Freilegung der Atemwege und, wenn erforderlich, Intubation mit nachfolgender Reanimation.
Wenn Intubation nicht möglich, künstliche Beatmung mit Hilfsgerät (Beatmungshilfe Life-Way oder Ambu-Beutel).
- Bei Kontamination im Mund-, Kinn-, Nasenbereich und Fehlen eines Hilfsgerätes für Mund-zu-Mund-Beatmung, Bedecken der Mundöffnung des Verletzten mit einer sauberen Gaze oder einem sauberen Taschentuch.

- Schaffung eines peripheren oder zentralen venösen Zugangs.
- Stabilisierung des Kreislaufs.
- Erstversorgung der schweren konventionellen Verletzungen.
- Durchführung des Transports in ein geeignetes Krankenhaus.

Nach Beendigung der Erstmaßnahmen wird die Schutzkleidung des Helferteams abgelegt und eine Waschung der Hände empfohlen. Anschließend sollte zum Ausschluß einer Kontamination der Notarzt und sein Team von dem technischen Rettungsdienst ausgemessen werden.

Die Dosimeter werden, sofern es sich um amtliche Dosimeter wie etwa Filmplaketten handelt, von den entsprechenden Behörden ausgewertet. Die Stabdosimeter lassen direkt nach dem Einsatz bereits eine erste Abschätzung über eine eventuell stattgefundene Strahlenexposition der Angehörigen des medizinischen Rettungsdienstes zu.

3.2 Maßnahmen zum Eigenschutz

Für den Einsatz des medizinischen Rettungsdienstes am strahlengefährdeten Unfallort ist mit drei Gefährdungsmöglichkeiten zu rechnen:

Eigengefährdung durch

- Übertragung einer Kontamination,
- Inkorporation von radioaktivem Material durch Inhalation oder Ingestion,
- hohe lokale Strahlenfelder.

3.2.1 Eigengefährdung durch die Übertragung einer Kontamination [2]

Ist ein situationsbedingtes sofortiges Eingreifen des medizinischen Rettungsdienstes noch vor der Übergabe des Patienten durch den technischen Rettungsdienst erforderlich und ist mit einer Kontamination der Umgebung und des Verletzten zu rechnen, so muß sich das Team des Notarztes durch das Anlegen von Einmaloveralls und dem Tragen von Einmalkopfbedeckungen sowie -handschuhen und Gesichtshalbschutzstaubmasken vor einer Kontaminationsübertragung mit eventueller Inkorporation schützen. Dies wird immer dann der Fall sein, wenn die Schwere des konventionellen Traumas sofortigen und direkten Kontakt zum Verletzten erfordert. Die von der Kontamination des Betroffenen ausgehende Strahlung ist für das Team des Notarztes in der Regel vernachlässigbar gering. Dennoch muß darauf bestanden werden, daß der medizinische Rettungsdienst bei einem derartigen Einsatz auch mit Stab- und Filmdosimetern ausgerüstet ist.

3.2.2 Eigengefährdung durch Inkorporation

Der Eigenschutz vor Inkorporation per Inhalation oder Ingestion ist immer dann von Bedeutung, wenn es sich um einen Einsatz handelt, bei dem der Verletzte mit hoher staubförmiger Kontamination beaufschlagt ist und eine entsprechend hohe Kontamination des Bodens und an Gegenständen festgestellt wurde.

In diesen Fällen reicht die Gesichtshalbschutzstaubmaske in der Regel nicht aus. Hier empfiehlt sich das Tragen von geeigneten Atemschutzfiltermasken. Diese sollten von dem technischen Rettungsdienst vorgehalten und bei Bedarf an den medizinischen Rettungsdienst abgegeben werden.

3.2.3 Eigengefährdung durch hohe lokale Strahlenfelder

Bei Einsätzen an Unfallorten mit hoher Ortsdosis ist der medizinische Einsatz nur unter der Leitung eines erfahrenen Strahlenschutzingenieurs gestattet. Dabei ist durch

- Ausnutzung von zu errichtenden Abschirmungen,
- Einhaltung eines entsprechenden Abstandes von der Strahlenquelle und
- Begrenzung der Einsatzzeit

die Strahlenbelastung unter den zulässigen Grenzwerten der Strahlenschutzverordnung zu halten [3].

In Fällen, in denen es um die Rettung strahlenexponierter Personen geht, läßt die Strahlenschutzverordnung außergewöhnliche Strahlenexpositionen für die Angehörigen der Rettungsdienste zu. Einer Strahlenexposition aus besonderem Anlaß dürfen nur beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A über 18 Jahre ausgesetzt werden.

Dabei dürfen die Körperdosen in einem Kalenderjahr das Zweifache und im Laufe des Lebens das Fünffache der Grenzwerte in Anlage X, Tabelle X1, Spalte 2, der Strahlenschutzverordnung (zu § 50, Absatz 1 und 2) nicht überschreiten (s. Tabelle 1).

Tabelle 1:

**Grenzwerte der Körperdosen
für beruflich strahlenexponierte Personen der Kategorie A
und Grenzwerte bei Strahlenexposition aus besonderem Anlaß**

Körperdosis	Beruflich strahlen- exponierte Personen Kategorie A	Strahlenexposition aus besonderem Anlaß	
	im Kalender- jahr	in einem Kalenderjahr	im Laufe des Lebens
Effektive Dosis (Ganzkörperdosis)	50 mSv	100 mSv	250 mSv
1. Teilkörperdosis: Keimdrüsen, Gebärmutter, rotes Knochenmark	50 mSv	100 mSv	250 mSv
2. Teilkörperdosis: Alle Organe und Gewebe, soweit nicht unter 1., 3. oder 4. genannt	150 mSv	300 mSv	750 mSv
3. Teilkörperdosis: Schilddrüse, Knochenober- fläche, Haut, soweit nicht unter 4. genannt	300 mSv	600 mSv	1500 mSv
4. Teilkörperdosis: Hände, Unterarme, Füße, Unterschenkel, Knöchel, einschließlich der dazu- gehörigen Haut	500 mSv	1000 mSv	2500 mSv

Die Einsatzführung hat unverzüglich nach Beendigung der Tätigkeit eine besondere ärztliche Untersuchung bei den am Einsatz beteiligten Personen zu veranlassen (§ 50 Abs.1+2 und § 70 Abs.5 der Strahlenschutzverordnung).

Aus dem geschilderten Ablauf wird ersichtlich, daß für die präklinische Diagnostik und Erstversorgung von Strahlenunfällen die fachübergreifende Zusammenarbeit zwischen technischem und medizinischem Rettungsdienst unerläßlich ist.

Kommunikation,

Information,

Kooperation und

Koordination

zwischen beiden Rettungsdiensten sind daher unverzichtbar.

3.2.4 Hilfsmittel und Vorkehrungen zum Eigenschutz:

- Schutzkleidung (z.B. Papieroverall, Einmalhandschuhe, -kopfbedeckung)
- Gesichtshalbschutz-Staubmasken bzw. Atemschutzmasken
- Ausnutzung von zu errichtenden Abschirmungen, Einhaltung eines entsprechenden Abstandes von der Strahlenquelle, Begrenzung der Einsatzzeit.

3.3 Ablauf der Kooperation zwischen Technischem und Medizinischem Rettungsdienst

3.3.1 Technischer Rettungsdienst:

- Bergung des Strahlenunfalls
- Ausmessung der Kleidung und der Körperoberfläche der betroffenen Personen auf Radioaktivität
- Weiterleitung an den Medizinischen Rettungsdienst
- Kennzeichnung des strahlen- und kontaminationsgefährdeten Bereiches durch Markierungen.

3.3.2 Medizinischer Rettungsdienst:

- Übernahme des Strahlenunfalls außerhalb des strahlungs- und kontaminationsgefährdeten Bereiches
- Kleiderwechsel der Kontaminierten an der Übergabestelle, unter Aufsicht des Medizinischen Rettungsdienstes
- Bei Kombinationsschäden, vorrangige Behandlung der schweren, konventionellen Verletzung, unter Beachtung der Eigenschutzmaßnahmen.

- **Bei Strahlenschock**

(cardiogener Schock, katecholaminpflichtig):

- Lagerung mit leicht erhöhtem Oberkörper
- Schaffung eines peripheren oder zentralen venösen Zugangs
- dosierte Verabfolgung einer Elektrolytinfusion, Applikation von Katecholaminen und wenn erforderlich, Sedierung durch Benzodiazepine
- Transport zur stationären Weiterbehandlung.

4. Regionale Strahlenschutzzentren

Zum Schluß sei noch auf die Regionalen Strahlenschutzzentren der Bundesrepublik verwiesen, die im Auftrag der Berufsgenossenschaften eine beratende Tätigkeit vornehmen und, wenn erforderlich, auch eine Hilfe in der Bewertung von Strahlenunfällen ermöglichen.

4.1 Verzeichnis der Regionalen Strahlenschutzzentren

Regionales Strahlenschutzzentrum

Abt. Strahlentherapie und Abt. Nuklearmedizin

im Allgemeinen Krankenhaus St. Georg

2000 Hamburg 1, Lohmühlenstr. 5

Telefon: 040/2488-2371, -2362 von 8.00 Uhr bis 16.00 Uhr,

040/2488-2256 von 16.00 Uhr bis 8.00 Uhr

Regionales Strahlenschutzzentrum

Klinikum Steglitz der Freien Universität Berlin

Abteilung für Nuklearmedizin

1000 Berlin 45, Hindenburgdamm 30

Telefon: 030/798-3992, -2845

Regionales Strahlenschutzzentrum

Medizinische Hochschule Hannover

Abt. IV: Nuklearmedizin und spezielle Biophysik

3000 Hannover 61, Konstanty-Gutschow-Str. 8

Telefon: 0511/532-3197

Regionales Strahlenschutzzentrum

Institut für Medizin der Kernforschungsanlage Jülich GmbH

5170 Jülich 1, Postfach 1913

Telefon: 02461/61-5763, -5852, -5222

Regionales Strahlenschutzzentrum
Abteilung für Nuklearmedizin der Radiologischen Klinik
- Universitätskliniken im Landeskrankenhaus -
6650 Homburg/Saar, Postfach
Telefon: 06841/16-2201 Montag bis Freitag 8.00 - 17.30 Uhr,
06841/16-3305 zu allen übrigen Zeiten

Regionales Strahlenschutzzentrum
Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH
7500 Karlsruhe 1, Postfach 3640
Telefon: 07247/82-3333

Regionales Strahlenschutzzentrum
Gesellschaft für Strahlen- und Umweltforschung GmbH
8042 Neuherberg bei München, Ingolstädter Landstraße 1
Telefon 089/3187-333

Regionales Strahlenschutzzentrum
Städtisches Krankenhaus Schwabing
Abteilung Strahlentherapie
8000 München 40, Kölner Platz 1
Telefon 089/3068-541, -444

4.2 Spezialabteilung zur stationären Behandlung bei schweren Strahleneinwirkungen:

Berufsgenossenschaftliche Unfallklinik Ludwigshafen
- Spezialabteilung für schwere Verbrennungen -
6700 Ludwigshafen-Oggersheim, Ludwig-Guttman-Str. 13
Telefon: 0621/68101

5. Literatur:

- [1] Medical Handling of Accidentally Exposed Individuals, Recommendations. International Atomic Energy Agency, Vienna, Safety Series No. 88, 1988
- [2] Ohlenschläger L, Messerschmidt JP (1989) Allgemeine Empfehlungen für die Personendekontamination. KfK 4576, April 1989
- [3] Neufassung der Strahlenschutzverordnung vom 30. Juni 1989, Bundesgesetzblatt 1989, Teil I, Nr. 34.