

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	11
2. Physikalische Grundbegriffe und Dosisdefinition	14
2.1 Dosisdefinition	14
2.2 Energieübertragung auf das biologische Objekt	14
2.3 Einteilung ionisierender Strahlung	15
2.4 Ionisation und Anregung	17
2.5 Linearer Energietransfer	17
2.6 Relative biologische Wirksamkeit	19
2.7 Dosisangabe im Strahlenschutz	20
2.8 Direkte und indirekte Wirkung	21
2.8.1 Direkte Wirkung	21
2.8.2 Indirekte Wirkung	23
3. Wirkung ionisierender Strahlen in Chemie und Biochemie	26
3.1 Anorganische Verbindungen	26
3.2 Organische Verbindungen	27
3.3 Strahlenbiochemie	27
3.3.1 Strahlenwirkung auf Nukleinsäuren (DNA)	28
3.3.2 Reparatur von radiogenen DNA-Schäden	30
3.3.3 Strahlenwirkung auf den Proteinstoffwechsel	34
3.3.4 Strahlenwirkung auf den Kohlenhydrat- und Energiestoffwechsel	34
3.3.5 Strahlenwirkung auf den Fettstoffwechsel	34
3.3.6 Strahlenwirkung auf die Hormonsynthesen	34

4. Strahlenwirkung auf Zellen	36
4.1 Einleitung	36
4.2 Intrazelluläres Ziel der Strahlenwirkung	37
4.3 Einteilung der Effekte einer Bestrahlung auf Zellen ..	37
4.4 Zellzyklusverlängerung durch Bestrahlung	39
4.5 Zelltod nach Bestrahlung	43
4.5.1 Nekrose und Apoptose	43
4.5.2 Klonogener Zelltod nach Bestrahlung	44
4.6 Messung des klonogenen Zelltods	46
4.7 Zellüberlebenskurven	46
4.8 Einflußfaktoren auf das Zellüberleben nach Bestrahlung	49
4.8.1 Intrinsiche Strahlenempfindlichkeit	49
4.8.2 Strahlenempfindlichkeit verschiedener Zellzyklusphasen	49
4.8.3 Fraktionierung der Dosis	50
4.8.4 Protahierung der Bestrahlung	54
4.8.5 Der Sauerstoffeffekt	54
4.8.6 Einfluß des linearen Energie-Transfer (LET)	57
4.9 Übertragung von Zellüberlebenskurven auf die Strahlenreaktion von Geweben: Die Zielzell-Hypothese ..	57
5. Strahlenwirkung auf Tumoren	59
5.1 Einleitung	59
5.2 Tumorwachstum	60
5.3 Einteilung der Tumorreaktion auf Bestrahlung	62
5.3.1 Tumorregression	62
5.3.2 Tumorwachstumsverzögerung	63
5.3.3 Lokale Tumorkontrolle	64
5.4 Einflußfaktoren auf die lokale Tumorkontrolle	67
5.4.1 Tumogröße	67
5.4.2 Tumorentität	69
5.4.3 Hypoxische Tumorzellfraktion und Reoxygenierung ..	69
5.4.4 Gesamtbehandlungszeit der Strahlentherapie	72
5.4.5 Dosis pro Fraktion	74
5.4.6 Zeitintervall zwischen den Fraktionen	76
5.4.7 Einsatz von Strahlen mit hohem LET	76

5.4.8	Kombination einer Strahlentherapie mit anderen Methoden	77
5.5	Einfluß der lokalen Tumorkontrolle auf Metastasierung und Überleben	78
6.	Strahlenwirkung auf Normalgewebe	80
6.1	Radiobiologische Grundlagen	80
6.1.1	Klinische Einteilung von Strahlenfolgen an Normalgeweben	80
6.1.2	Proliferative Strukturen von Geweben	81
6.1.3	Einfluß der Dosis pro Fraktion	85
6.1.4	Einfluß des Zeitintervalls zwischen den Fraktionen ..	85
6.1.5	Einfluß der Gesamtbehandlungszeit	86
6.1.6	Mathematische Beschreibung von Zeit-Dosis-Beziehungen	87
6.1.7	Volumen	89
6.1.8	Wiederbehandlung	90
6.2	Toleranzdosiskonzept	90
6.3	Erfassung und Dokumentation von Strahlenfolgen an Normalgeweben	91
6.4	Strahlenfolgen an einzelnen Geweben und Organen ..	92
6.4.1	Stützgewebe und Muskulatur	93
6.4.2	Kardio-vaskuläres System	97
6.4.3	Haut und dermale Anhangsgebilde	100
6.4.4	Verdauungstrakt	103
6.4.5	Respirationstrakt	107
6.4.6	Urogenitalsystem	109
6.4.7	Endokrine Organe und Nervensystem	112
6.4.8	Sinnesorgane	114
6.4.9	Lymphatisches System und Knochenmark	117
6.5	Therapeutische Breite der Strahlentherapie	122
6.5.1	Unkomplizierte Heilungen als Ziel der Strahlentherapie	122
6.5.2	Erhöhung der therapeutischen Breite der fraktionierten Strahlentherapie durch modifizierte Behandlungsschemata	124
7.	Strahlenschutz	127
7.1	Deterministische und stochastische Effekte	127
7.2	Karzinogenese – Epidemiologie	129

7.3	Krebsinduktion bei Überlebenden der Atombombenabwürfe	131
7.4	Mechanismen der strahlenbedingten Karzinogenese ..	133
7.5	Induktion von Neoplasien bei Strahlenbelastungen im Kindesalter	135
7.6	Induktion von Neoplasien im Erwachsenenalter	137
7.7	Strahlenschutzsituation – natürliche und zivilisatorische Strahlenbelastung	138
7.8	Risikovergleich	141
8.	Wirkung ionisierender Strahlen auf Vererbung und Fortpflanzung	143
8.1	Strahlengenetik	143
8.2	Strahlenbedingte Entwicklungsstörungen der menschlichen Frucht	149
8.3	Einwirkungen ionisierender Strahlen auf die generativen Organe	153
8.3.1	Strahlenwirkung auf männliche Keimzellen	154
8.3.2	Strahlenwirkung auf weibliche Keimzellen	156
8.3.3	Strahlenwirkung auf kindliche Keimzellen	157
9.	Akute Strahlenkrankheit	158
9.1	Klinisches Bild	159
9.2	Zeitlicher Ablauf	161
9.3	Prognose	163
9.4	Therapie	163
Glossar	167	
Weiterführende Literatur	178	
Sachwortverzeichnis	180	