

# Inhaltsverzeichnis

1	<b>Lebensdauer und Evolution</b>	1
1.1	Lebensdauer von Pflanzen- und Tierarten	2
1.2	Lebensdauer und Reproduktion unter dem Einfluss der Umgebung und Selektion	4
1.3	Das Verhältnis der Dauer von Entwicklungsphase zu Reproduktionsphase und postreproduktiver Altersphase	8
1.4	Zusammenfassung	13
	Literatur	13
2	<b>Zelluläre Mechanismen des Alterns</b>	15
2.1	Übersicht über wichtige Alterstheorien	17
2.2	Akkumulation von DNA-Schäden	18
2.3	Akkumulation von mitochondrialen Schäden	19
2.4	Akkumulation von Störungen des Proteingleichgewichts (Proteostase)	23
2.5	Akkumulation von oxidativ veränderten Lipidmolekülen	26
2.6	Woher stammen die schädigenden Radikale in der Zelle und was verursachen sie?	28
2.6.1	Oxidative Stressoren werden von der Atmungskette und von Oxidasen erzeugt	28
2.6.2	Oxidativer Stress induziert den programmierten Zelltod (Apoptose)	32
2.6.3	Oxidativer Stress verursacht Hirnschäden	34
2.6.4	Altern und Krankheiten sind oft Folgen der durch oxidativen Stress entstandenen Schäden	34
2.7	Die antioxidativen Abwehrmechanismen in der Zelle sind zahlreich, vernetzt und wirken präventiv und reaktiv	35
2.7.1	Proteine binden oder oxidieren Fenton-reaktive Metallionen	36
2.7.2	Antioxidantien reagieren direkt mit ROS	36
2.7.3	Antioxidante Enzyme reduzieren reaktive Sauerstoffspezies (ROS)	38
2.7.4	Induktion von antioxidanten Enzymen verstärkt die Präventivabwehr	38
2.7.5	Die Lipidreparatur ersetzt oder reduziert peroxidierte Fettsäuren	39
2.8	Präventive Maßnahmen gegen oxidativen Stress	39
2.9	Die Bedeutung von Kalorienrestriktion (CR) und des Insulin/ <i>Insulin-like growth factor</i> 1 (IGF-1)-Signalsystems (IIS) für das Altern	39
2.9.1	Der Insulin/IGF-1-Signalweg	40
2.9.2	Der Transkriptionsfaktor FOXO begünstigt ein Quieszenz-Stadium und verlängert die replikative Seneszenz	41
2.10	Die Rolle der Telomerverkürzung für das Altern	42
2.11	Die Rolle von Genen bei Alterungsprozessen und der Bestimmung der Lebensdauer	45
2.11.1	Gene, die Alterskrankheiten beeinflussen	46
2.11.2	Die antagonistische Theorie des Alterns	46
2.11.3	Die Rolle von epigenetischen Faktoren	47
2.12	Zusammenfassung	47
	Literatur	48
3	<b>Haut und Haare</b>	53
3.1	Übersicht über Struktur und Funktion der Haut	54
3.2	Altersabhängige Veränderungen, Wirkungen von UV-Strahlen (Photoaging) und Alterskrankheiten	55

3.3	<b>Molekularbiologische Mechanismen der Hautalterung</b>	58
3.4	<b>Medizinische Aspekte</b>	61
3.5	<b>Übersicht über Struktur und Funktion von Haaren</b>	63
3.6	<b>Altersabhängige Veränderungen und Erkrankungen der Haare</b>	65
3.7	<b>Molekulare Mechanismen</b>	67
3.8	<b>Medizinische Aspekte</b>	67
3.9	<b>Zusammenfassung</b>	68
	<b>Literatur</b>	68
4	<b>Knochenskelett, Knorpel, Bänder und Sehnen</b>	71
4.1	<b>Übersicht über Struktur und Funktion von Knorpelgewebe, des Knochenskeletts, der Bänder und Sehnen</b>	72
4.1.1	<b>Struktur des Knorpels</b>	72
4.1.2	<b>Struktur des Knochens</b>	73
4.2	<b>Altersabhängige Veränderungen und Erkrankungen</b>	75
4.2.1	<b>Strukturelle Veränderungen in der Knorpelsubstanz der Knochen</b>	75
4.2.2	<b>Alterserkrankungen</b>	79
4.3	<b>Molekulare Mechanismen</b>	80
4.3.1	<b>Knorpel Eigenschaften</b>	80
4.3.2	<b>Knochenstabilisierung</b>	81
4.4	<b>Medizinische Aspekte</b>	83
4.5	<b>Zusammenfassung</b>	84
	<b>Literatur</b>	85
5	<b>Quergestreifte Muskulatur und Körpergewicht</b>	87
5.1	<b>Übersicht über Struktur und Funktion der quergestreiften Skelettmuskulatur und die Regulation der Muskelmasse</b>	88
5.2	<b>Altersbedingte Veränderungen und Erkrankungen</b>	89
5.3	<b>Medizinische Aspekte</b>	92
5.4	<b>Molekulare Mechanismen der Muskelalterung</b>	94
5.4.1	<b>Muskelquantitätsregulierende systemisch wirksame Signale</b>	94
5.4.2	<b>Intrazelluläre Signalnetzwerke regeln den Auf- und Abbau von Muskelproteinen</b>	96
5.5	<b>Zusammenfassung</b>	101
	<b>Literatur</b>	101
6	<b>Herz-Kreislauf und Lunge</b>	105
6.1	<b>Übersicht über Struktur und Funktion des Herz-Kreislauf-Systems</b>	107
6.2	<b>Altersabhängige Veränderungen und Erkrankungen</b>	109
6.2.1	<b>Erhöhter Blutdruck</b>	109
6.2.2	<b>Arteriosklerose</b>	111
6.3	<b>Molekulare Mechanismen der Arteriosklerose</b>	111
6.3.1	<b>Entzündungsprozesse</b>	112
6.3.2	<b>Molekulare Mechanismen der Entzündung</b>	113
6.3.3	<b>Calcifizierungsprozesse</b>	114
6.3.4	<b>Low-density-Lipoproteine (LDL), Cholesterol</b>	115
6.4	<b>Erkrankungen</b>	116
6.4.1	<b>Venöse Thrombose/Embolie und Schlaganfall</b>	116

6.4.2	Koronare Herzerkrankungen, Herzinfarkt, Herzinsuffizienz .....	117
6.4.3	Herzrhythmusstörungen .....	118
6.5	<b>Molekulare Mechanismen der Blutgerinnung (Hämostase) und Thrombolyse .....</b>	<b>119</b>
6.5.1	Hämostase .....	119
6.5.2	Thrombo-/Fibrinolyse, Gerinnungshemmung .....	121
6.5.3	Wirkungen von Entzündung, Krebs und Alter auf die Hämostase .....	125
6.6	<b>Medizinische Aspekte .....</b>	<b>126</b>
6.6.1	Venöse Thrombosen .....	126
6.6.2	Schlaganfall .....	127
6.6.3	Arteriosklerose, koronare Herzerkrankung, Herzinfarkt .....	127
6.7	<b>Zusammenfassung zum Herz-Kreislauf-System .....</b>	<b>130</b>
6.8	<b>Übersicht über Struktur und Funktion der Lunge .....</b>	<b>130</b>
6.9	<b>Altersabhängige Veränderungen und Erkrankungen .....</b>	<b>132</b>
6.9.1	Chronisch-obstruktive Lungenerkrankung (COPD) .....	134
6.9.2	Lungenemphysem .....	135
6.9.3	Molekulare Mechanismen bei der Entstehung von COPD und Emphysemen .....	135
6.10	<b>Medizinische Aspekte .....</b>	<b>137</b>
6.11	<b>Zusammenfassung zur Lunge .....</b>	<b>137</b>
	Literatur .....	137
7	<b>Das Immunsystem .....</b>	<b>141</b>
7.1	<b>Übersicht über Struktur und Funktion des Immunsystems .....</b>	<b>142</b>
7.1.1	Das angeborene Immunsystem .....	142
7.1.2	Das adaptive oder erworbene Immunsystem .....	145
7.2	<b>Altersabhängige Veränderungen und Erkrankungen .....</b>	<b>147</b>
7.2.1	Stammzellen der Immunsysteme im Knochenmark .....	147
7.2.2	Das angeborene Immunsystem .....	147
7.2.3	Das adaptive Immunsystem .....	149
7.3	<b>Erkrankungen .....</b>	<b>153</b>
7.3.1	Tumorerkrankungen .....	153
7.3.2	Autoimmunerkrankungen .....	153
7.4	<b>Medizinische Aspekte .....</b>	<b>154</b>
7.5	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>156</b>
	Literatur .....	156
8	<b>Das Verdauungssystem .....</b>	<b>159</b>
8.1	<b>Übersicht über Struktur und Funktion des Verdauungssystems .....</b>	<b>160</b>
8.2	<b>Übersicht über Struktur und Funktion der Zähne .....</b>	<b>160</b>
8.3	<b>Altersabhängige Veränderungen und Erkrankungen .....</b>	<b>161</b>
8.3.1	Karies .....	163
8.3.2	Zahnfleischentzündung .....	163
8.3.3	Funktionserkrankungen .....	164
8.3.4	Zahnmedizinische Aspekte .....	164
8.3.5	Zusammenfassung .....	164
8.4	<b>Übersicht über Struktur und Funktion von Magen-Darm-Trakt, Bauchspeicheldrüse und Leber .....</b>	<b>165</b>
8.4.1	Magen .....	165
8.4.2	Bauchspeicheldrüse (Pankreas) .....	165

8.4.3	Leber und Galle .....	165
8.4.4	Dünndarm .....	166
8.4.5	Dickdarm (Kolon) und Blinddarm (Caecum) .....	166
8.5	<b>Altersabhängige Veränderungen und Erkrankungen</b> .....	167
8.5.1	Magen .....	167
8.5.2	Bauchspeicheldrüse (Pankreas) .....	167
8.5.3	Leber .....	167
8.5.4	Dünndarm .....	170
8.5.5	Dickdarm (Kolon) .....	171
8.6	<b>Medizinische Aspekte</b> .....	171
8.6.1	Magen .....	171
8.6.2	Leber .....	171
8.6.3	Dünndarm .....	172
8.7	<b>Zusammenfassung</b> .....	172
	<b>Literatur</b> .....	173
9	<b>Das Ausscheidungssystem: Niere und Blase</b> .....	175
9.1	<b>Übersicht über Struktur und Funktion der Niere</b> .....	176
9.1.1	Altersabhängige Veränderungen und Erkrankungen .....	176
9.1.2	Molekulare Mechanismen .....	180
9.1.3	Medizinische Aspekte .....	181
9.2	<b>Übersicht über Struktur und Funktion der Harnblase</b> .....	182
9.2.1	Altersabhängige Veränderungen und Erkrankungen .....	183
9.2.2	Molekulare Mechanismen .....	183
9.2.3	Medizinische Aspekte .....	184
9.3	<b>Zusammenfassung</b> .....	184
	<b>Literatur</b> .....	185
10	<b>Sexualsystem</b> .....	187
10.1	<b>Struktur und Funktion der Sexualsysteme</b> .....	188
10.2	<b>Altersabhängige Veränderungen</b> .....	189
10.2.1	Molekulare Mechanismen .....	191
10.2.2	Medizinische Aspekte .....	192
10.2.3	<b>Zusammenfassung</b> .....	193
10.3	<b>Alterungsprozesse bei Ei- und Samenzellen und dadurch bedingte Risiken für die Nachkommen</b> .....	193
10.3.1	Die Entwicklung der Keimzellen .....	195
10.3.2	Defekte bei Kindern von späten Müttern und Vätern .....	197
10.3.3	Medizinische Aspekte .....	202
10.3.4	Fazit .....	202
10.3.5	<b>Zusammenfassung</b> .....	203
	<b>Literatur</b> .....	203
11	<b>Das Hormonsystem</b> .....	207
11.1	<b>Übersicht über verschiedene Hormonsysteme</b> .....	208
11.1.1	Das Stresshormonsystem .....	208
11.1.2	Das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System (RAAS) .....	209
11.1.3	Das somatotrope System .....	209

11.1.4	Das Insulin-Glucagon-System .....	210
11.1.5	Die Hypothalamus-Hypophysen-Schilddrüsen-Achse .....	210
11.1.6	Das gonadotrope System .....	210
11.2	<b>Altersabhängige Veränderungen und Erkrankungen</b> .....	211
11.2.1	Das Stresshormonsystem .....	211
11.2.2	Das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System .....	214
11.2.3	Das somatotrope System .....	216
11.2.4	Diabetes mellitus .....	217
11.3	<b>Weitere Hormonsysteme</b> .....	220
11.3.1	Das gonadotrope System .....	220
11.3.2	Die Hypothalamus-Hypophysen-Schilddrüsen-Achse .....	221
11.3.3	Melatonin .....	222
11.4	<b>Therapeutische Anwendung von Hormonen</b> .....	222
11.5	<b>Zusammenfassung</b> .....	222
	<b>Literatur</b> .....	223
12	<b>Das Zentralnervensystem</b> .....	225
12.1	<b>Übersicht über einige Strukturen und Funktionen des Zentralnervensystems</b> .....	226
12.2	<b>Altersabhängige Veränderungen</b> .....	230
12.2.1	Strukturelle Veränderungen .....	230
12.2.2	Funktionelle Veränderungen .....	232
12.2.3	Gedächtnis .....	232
12.2.4	Regulation der Körpertemperatur .....	236
12.2.5	Schlaf-Wach-Verhalten .....	238
12.2.6	Depressionen .....	239
12.3	<b>Erkrankungen</b> .....	240
12.3.1	Schlaganfall/Hirnfarkt .....	240
12.3.2	Parkinson-Krankheit (PD) .....	240
12.3.3	Alzheimer-Krankheit (AD, AK) .....	242
12.3.4	Weitere altersabhängige neurodegenerative Erkrankungen .....	246
12.4	<b>Zusammenfassung</b> .....	246
	<b>Literatur</b> .....	247
13	<b>Die Sinnesorgane</b> .....	251
13.1	<b>Übersicht über die Funktionen von Sinnesorganen</b> .....	252
13.2	<b>Altersabhängige Veränderungen und Erkrankungen, molekulare Mechanismen und medizinische Aspekte</b> .....	252
13.2.1	Optischer Sinn .....	252
13.2.2	Akustischer Sinn .....	256
13.2.3	Geruchs- und Geschmackssinn .....	259
13.2.4	Schmerzsinnsinn .....	259
13.3	<b>Zusammenfassung</b> .....	259
	<b>Literatur</b> .....	260
14	<b>Alter und Krebs</b> .....	263
14.1	Krebsinzidenz und -mortalität in verschiedenen Kulturen .....	264
14.2	Altersabhängigkeit der Inzidenzrate und der Mortalität .....	265
14.3	Das Alter als eine Ursache für die Entstehung von Krebs .....	267

14.3.1	Die Multistadien- oder Klonaltheorie .....	267
14.3.2	Stammzelltheorie .....	269
14.3.3	Die Rolle der Telomere .....	269
14.3.4	Das Immunsystem .....	270
14.4	<b>Medizinische Aspekte</b> .....	270
14.4.1	Allgemeine vorbeugende Maßnahmen und komplementäre Ansätze .....	270
14.4.2	Molekulare Wirkmechanismen von Nahrungsstoffen .....	271
14.4.3	Physische Aktivität und Tumorentwicklung .....	272
14.4.4	Diagnostische Verfahren und therapeutische Ansätze .....	275
14.5	<b>Prostatakrebs</b> .....	277
14.5.1	Anatomie der Prostata .....	277
14.5.2	Diagnostische Verfahren bei Prostatakrebs .....	277
14.5.3	Therapeutische Ansätze bei Prostatakrebs .....	278
14.6	<b>Zusammenfassung</b> .....	280
	<b>Literatur</b> .....	280
	<b>Ausblick</b> .....	283
	<b>Glossar</b> .....	285
	<b>Sachverzeichnis</b> .....	293