

Inhaltsverzeichnis

1	<i>Einleitung: Tauchmedizinische Forschung in der Schweiz</i>	1
2	<i>Abnorme atmosphärische Bedingungen</i>	7
2.1	Höhe, Hypoxie	7
2.2	Hyperoxie und hyperbarer O ₂	9
2.3	Atemwegswiderstände bei Überdruck	10
2.4	Atmung und Kreislauf beim Tauchen	11
2.5	Tiefenrausch, N ₂ -Narkose	12
2.6	High pressure nervous syndrome (HPNS)	13
2.7	Hypothermie und Hyperthermie	16
3	<i>Zwischenfälle beim Tauchen</i>	19
3.1	Der tödliche Tauchunfall: Ertrinken beim Sporttauchen	19
3.2	Nichttödliche Zwischenfälle beim Tauchen: Barotrauma	22
3.2.1	Nasennebenhöhlen und Ohren	22
3.2.2	Lunge: Pneumothorax, „zentraler“ Lungenriß	26
3.2.3	Magen-Darm-Trakt	28
3.2.4	Auge	29
3.2.5	Zähne, Laryngozenen, Ösophagusdivertikel	29
3.3	Gasblasen und Gasansammlung im Gewebe bei konstantem Umgebungsdruck	30
3.4	Gasembolie bei Senkung des Umgebungsdrucks	30
3.4.1	Venöse Gasembolie, „explosive“ Dekompression, „blow up“	31
3.4.2	Arterielle Gasembolie während des Auftauchens	32
3.5	Dekompressionskrankheit	33
3.5.1	Haut	34
3.5.2	Muskulatur	35
3.5.3	Gelenke, Bänder und Knochen, „bends“	35
3.5.4	Rückenmark	37

3.5.5	Differentialdiagnose zwischen Dekompressionskrankheit des Rückenmarks und Gasembolie in das Rückenmark nach „zentralem“ Lungenriß	38
3.5.6	Dekompressionskrankheit des Innenohrs	38
3.5.7	Tauchen mit Kunststoffprothesen	41
4	<i>Behandlung des verunfallten Tauchers</i>	42
4.1	Notaufstieg und Nachholen der Dekompression im Wasser	42
4.2	Erste Hilfe, Transport des verunfallten Tauchers ...	42
4.3	Behandlung in der Überdruckkammer	43
4.3.1	Tauchgänge mit Luftatmung	43
4.3.2	Tieftauchen mit Atmung von O ₂ -Helium-Gemischen	46
4.3.3	Begleitende Maßnahmen bei der Behandlung	46
4.4	Spontanverlauf bei akuten Schädigungen des Innenohrs, des Gehirns oder des Rückenmarks .	47
4.5	Ergebnisse der Behandlung in der Überdruckkammer	48
4.5.1	Barotrauma des Ohres mit Innenohrsymptomen ...	48
4.5.2	Spinale Läsionen nach Gasembolie oder ungenügender Dekompression	49
4.5.3	Rezidive	53
4.5.4	Individuelle Dispositionen	53
5	<i>Inertgasaufnahme und -abgabe des menschlichen Körpers</i>	56
5.1	Physikalische und biologische Grundlagen	56
5.1.1	Druck, Kraft, Arbeit	56
5.1.2	Zusammensetzung der atmosphärischen Luft. Berechnung des Teildrucks der Atemgase	57
5.1.3	Löslichkeit der Atemgase in wäßrigen Lösungen und in Fett	59
5.1.4	Gastransport mit dem Blutkreislauf	61
5.1.5	Berechnung des Druckausgleichs der Inertgase zwischen Lunge, Blut und Gewebe	62
5.1.6	Spektrum der Halbwertszeiten für N ₂ und Helium ..	65
5.1.7	Summierung der Inertgase im Gewebe	68
5.1.8	Vermehrte venöse Zumischung zum arteriellen Blut und Inertgasdruckausgleich zwischen Lunge und Gewebe	71

6	<i>Symptomlos tolerierter Inertgasüberdruck im Gewebe</i>	74
6.1	Klinische Erfahrung und Experimente	74
6.2	Tolerierter Inertgasüberdruck bei einem Umgebungsdruck von 1,0 bar	75
6.3	Tolerierter $p_t.N_2$ und $p_t.He$ bei einem Umgebungsdruck von 1,0 bar am Ende der Dekompression. Experimente	75
6.4	Identifikationen der Halbwertszeiten mit Geweben .	76
6.5	Lineare Beziehung zwischen Umgebungsdruck und symptomlos toleriertem Inertgasüberdruck	77
6.6	Inertgasabgabe bei Senkung des Umgebungsdrucks. Mikrogasblasen im venösen Blut	80
7	<i>Das Rechenmodell ZH-L16A</i>	84
7.1	Empirische Grenzen für den tolerierten Inertgasüberdruck	84
7.2	Mathematische Ableitung des tolerierten N_2 -Überdrucks von den N_2 -Halbwertszeiten	84
7.3	Toleranzgrenzen für Helium	86
8	<i>Theoretische Toleranzgrenzen und experimentelle Ergebnisse</i>	88
8.1	Retrospektive Studien und prospektive reale Tauchgänge	88
8.2	Tolerierter $p_t.N_2$ am Ende der Dekompression in Prozent der ZH-L16A-Grenzen. Ersttauchgänge mit Luft	89
8.3	Tolerierter $p_t.He$ am Ende der Dekompression in Prozent der ZH-L16A-Grenzen. Ersttauchgänge .	91
8.4	Tolerierter $p_t.N_2$ in Abhängigkeit von unterschiedlichen Werten für den Umgebungsdruck. Ersttauchgänge mit Luft	92
8.5	Tolerierter $p_t.He$ in Abhängigkeit vom Umgebungsdruck	95
8.6	Sättigungstauchgänge mit N_2 und mit Helium	96
8.7	Wiederholte Tauchgänge mit Luft	98
8.8	Dekompressionen in die Höhe nach einem Tauchgang. Fliegen nach dem Tauchen .	100
8.9	Erfahrungen bei täglich mehrstündigen Tunnellarbeiten	103
8.10	ZH-L16-Modifikationen für die praktische Anwendung	106

9	<i>Dekompressionstabellen</i>	109
9.1	Entwicklung der Tabellen seit Haldane 1908	109
9.2	Regeln für die Berechnung der Tabellen ZH-86	111
9.3	Vergleich von Dekompressionsprofilen der Tabellen ZH-86 mit simulierten Tauchgängen ..	112
9.4	Wiederholte Tauchgänge	113
9.5	Fliegen nach dem Tauchen	116
 10	 <i>Elektronische Dekompressionscomputer</i> (E. Völlm) ..	 118
10.1	Vorteile und Gefahren	118
10.2	Struktur eines Tauchcomputers	119
10.2.1	Hardware	120
10.2.2	Anforderungen an die Hardware	121
10.2.3	Software	124
10.2.4	Das Modell – der Kern der Software	124
10.3	Berechnungsschritte des Tauchcomputers	126
10.4	Sicherheit	132
10.5	Ein Blick in die Zukunft	135
 11	 <i>Individuelle Dekompression</i>	 137
 Anhang:	 Luftdekompressionstabellen für 0–700 m ü. NN, 701–2500 m ü. NN und 2501–4500 m ü. NN sowie Tabelle für die Zeitzuschläge bei Wiederholungstauchgängen	 139
 Literatur		 149
 Sachverzeichnis		 153