

1. DIE GESCHICHTE DER HRV	10
2. PHYSIOLOGIE DER HRV – EIN ERSTER ÜBERBLICK	14
2.1. Was wird mit der HRV gemessen und dargestellt?	17
3. WIE ENTSTEHT AUS EINEM 24-STUNDEN-EKG EIN HRV-BILD?	21
4. AUSWERTUNGSMÖGLICHKEITEN DER HRV	26
4.1. Störfaktoren der Auswertung	26
4.1.1. Grundregeln für HRV-Messungen	27
4.1.2. Kurzzeit- versus 24-Stunden-Messung	27
4.1.3. Das Histogramm	28
4.2. HRV-Analyse im Zeitbereich (Time Domain)	29
4.2.1. SDNN	29
4.2.2. pNN 50%	30
4.2.3. rMSSD	31
4.3. HRV-Messung im Frequenzbereich	32
4.3.1. QPA – Puls-Atem-Quotient	36
4.3.2. Der Bereich der Low Frequency (LF)	37
4.3.3. Der Bereich der Very Low Frequency (VLF) und Ultra Low Frequency (ULF)	39
4.3.4. Die Total Power (TP)	40
4.3.5. log LF/HF	41
4.4. Nonlineare Analyse ( Poincare- oder Lorenz-Plot)	42
5. DAS VEGETATIVE NERVENSYSTEM	45
5.1. Zentrales autonomes Netzwerk	45
5.1.1. Thalamus – das Tor zum „Bewusstsein“	46
5.1.2. Hypothalamus – „Integrator viszeraler Inputs“	46
5.1.3. Cerebellum – „der Bordcomputer, der immer Bescheid weiß“	47
5.1.4. Amygdala – „Kupplung“	47
5.1.5. Insula – „Material me“ des Menschen (Craig 2004)	47
5.1.6. Gyrus cinguli – integriert Informationen von innen und außen	48
5.1.7. Somatosensorischer Kortex – sensible Repräsentation des Körpers	48
5.1.8. Präfrontaler Kortex – emotionale Evaluierung viszeraler Signale	48

5.1.9.	Neuroimaging .....	48
5.2.	<b>Parasympathikus</b> .....	50
5.2.1.	Nervus vagus .....	50
5.2.2.	Acetylcholin .....	53
5.3.	<b>Sympathikus und Herz-Kreislauf-System</b> .....	53
5.3.1.	Noradrenalin .....	55
5.4.	<b>Autonome Kontrolle der Herzfrequenz</b> .....	56
5.5.	<b>Autonome Reflexbögen</b> .....	57
5.5.1.	Kurzzeitregulation des Blutdrucks durch den Baroreflex .....	57
5.6.	<b>Renin-Angiotensin-Aldosteron-System (RAAS)</b> .....	59
5.7.	<b>Stressachse</b> .....	61
5.8.	<b>Schmerz und HRV</b> .....	62
6.	<b>CHRONOBIOLOGIE</b> .....	70
6.1.	<b>Die Tag-Nacht-Regulation</b> .....	71
6.2.	<b>Genetische Grundlagen der inneren Rhythmen</b> .....	76
6.3.	<b>Hormonsekretion im Tagesverlauf</b> .....	77
6.4.	<b>Beispiele für den Tag-Nacht-Rhythmus im Spektrogramm</b> .....	79
7.	<b>SCHLAF</b> .....	83
7.1.	<b>Normaler Schlaf hat eine Architektur</b> .....	83
7.2.	<b>Gesunder Schlaf hat eine Architektur</b> .....	85
7.3.	<b>Schlafstörungen</b> .....	90
7.3.1.	Insomnie .....	90
7.3.2.	Schlafbezogene Atemstörungen .....	90
7.3.3.	Schmerzen unterschiedlichster Genese .....	100
7.3.4.	Stoffwechselerkrankungen .....	100
7.3.5.	Klimakterisches Syndrom .....	101
7.3.6.	Medikamente, psychotrope Substanzen .....	101
7.3.7.	Nikotin .....	102
7.3.8.	Umweltbelastungen (z.B. Lärm) .....	102
7.3.9.	Depression und Schlaf .....	102
8.	<b>EINFLUSSFAKTOREN DER HRV-MESSUNG</b> .....	105
8.1.	<b>Genetik</b> .....	105
8.2.	<b>Epigenetik – Interface zwischen Genen und Umwelt</b> .....	107
8.2.1.	Epigenetische Prägungsphasen .....	111

8.2.2.	Fetale Herzratenvariabilität .....	112
8.2.3.	HRV und Stress in der Schwangerschaft .....	113
8.2.4.	HRV und epigenetische Prägungen des Stoffwechsels .....	114
8.2.5.	Ernährung und HRV .....	114
8.2.6.	Bewegung und HRV .....	115
8.3.	Redoxpotential, Inflammation und Immunsystem .....	122
8.3.1.	Redoxsystem .....	122
8.3.2.	Die HRV-Messung widerspiegelt das Redoxpotential auf zellulärer Ebene .....	124
8.3.3.	Das Gleichgewicht liegt in der Mitte .....	125
8.3.4.	Immunität beeinflusst Regulation und vice versa .....	125
8.3.5.	Entzündung .....	126
8.3.6.	Das autonome Nervensystem und Inflammation .....	127
8.3.7.	Das parasympathische Nervensystem und Inflammation .....	128
8.3.8.	Das sympathische Nervensystem und Inflammation .....	130
8.4.	<b>Alterung</b> .....	132
8.4.1.	Telomere als Marker des biologischen Alters .....	136
8.4.2.	Alterskorrelierte „Normwerte“ .....	143
8.4.3.	Kinder und Jugendliche .....	146
8.4.4.	Senioren .....	147
8.5.	<b>Gender-Effekte</b> .....	148
8.5.1.	HRV-Score .....	152
8.6.	<b>Unmittelbare und kurzfristige Einflüsse auf die HRV</b> .....	154
8.6.1.	Akute Infekte .....	154
8.6.2.	Medikamente .....	156
8.6.3.	Genuss- und Suchtmittel .....	162
8.7.	<b>Substanzspezifische längerfristige Einflüsse auf das vegetative Nervensystem</b> .....	169
9.	<b>STOFFWECHSELERKRANKUNGEN</b> .....	178
9.1.	<b>Zentrale Adipositas</b> .....	178
9.1.1.	Die Rolle einfacher Kohlenhydrate .....	178
9.1.2.	Leptin .....	178
9.1.3.	Insulin .....	179
9.1.4.	Cortisol .....	179
9.1.5.	Viszerale Adipositas .....	179
9.1.6.	NAFLD .....	180
9.1.7.	Metabolisches Syndrom .....	182
9.2.	<b>Diabetes mellitus</b> .....	182
9.2.1.	Kardiale autonome Neuropathie (CAN) .....	182

<b>10. NEUROKARDIOLOGIE</b>	<b>192</b>
<b>10.1. HRV und Mortalität – plötzlicher Herztod</b>	<b>192</b>
<b>10.2. Herzinsuffizienz</b>	<b>199</b>
10.2.1. Cheyne-Stoke-Atmung	201
<b>10.3. Arterielle Hypertonie</b>	<b>202</b>
<b>10.4. Chronisch obstruktive Lungenerkrankung</b>	<b>206</b>
<b>10.5. Angststörungen</b>	<b>207</b>
<b>10.6. Depression</b>	<b>211</b>
10.6.1. Neurobiologie der Depression	211
10.6.2. Depression und Herz-Kreislauf-Erkrankungen	216
10.6.3. Körperliche Aktivität und antidepressive Wirkung	218
<b>10.7. Stress</b>	<b>219</b>
10.7.1. Chronisches Überlastungssyndrom – Übertraining – Burn-out	221
10.7.2. Chronische Stressbelastung im HRV-Bild	223
10.7.3. Chronisches Überlastungssyndrom im HRV-Bild	226
10.7.4. Burn-out im HRV-Bild	230
<b>11. KLINIK DER AUTONOMEN DYSFUNKTION</b>	<b>237</b>
<b>11.1. Lokalisierte autonome Dysfunktionen</b>	<b>237</b>
<b>11.2. Generalisierte autonome Dysfunktionen</b>	<b>237</b>
11.2.1. Primär (unbekannte Ursache)	237
11.2.2. Sekundär (bekannte Ursache)	238
<b>11.3. Anamnese des autonomen Nervensystems, Anamnesebogen</b>	<b>239</b>
<b>12. AUSSCHLUSSKRITERIEN FÜR EINE HRV-MESSUNG</b>	<b>242</b>
<b>13. DURCHFÜHRUNG EINER MESSUNG</b>	<b>248</b>
<b>13.1. Elektrodenqualität</b>	<b>248</b>
<b>13.2. Hautvorbereitung</b>	<b>248</b>
<b>13.3. Platzierung der Elektroden</b>	<b>248</b>
<b>13.4. Start der Messung</b>	<b>248</b>
<b>13.5. Befundung</b>	<b>249</b>
13.5.1. Patiententagebuch	251
13.5.2. Parameter	252
13.5.3. Beurteilung	254
<b>14. AUSBLICK</b>	<b>257</b>