

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 Schmerz und Schmerzhemmung</b>                                                                    | <b>1</b>  |
| 1.1 Etwas Geschichte                                                                                   | 1         |
| 1.2 Allgemeine Anmerkungen zum Schmerz                                                                 | 2         |
| 1.3 Schmerzhemmung durch Information                                                                   | 2         |
| 1.4 Die Spezifitätstheorie                                                                             | 3         |
| 1.5 Die Intensitätstheorie                                                                             | 4         |
| 1.6 Die Mustertheorie                                                                                  | 5         |
| 1.7 Die Gate-Control-Theorie                                                                           | 5         |
| 1.8 Opioidrezeptoren                                                                                   | 9         |
| 1.9 Schmerzformen                                                                                      | 10        |
| 1.10 Schmerzleitung                                                                                    | 13        |
| 1.11 Zentrale und deszendierende Schmerzmodulation                                                     | 14        |
| 1.12 Diffuse Noxious Inhibitory Control (DNIC)                                                         | 15        |
| 1.13 Long Term Depression                                                                              | 16        |
| 1.14 Spezieller Fall: Neuropathische Schmerzen                                                         | 17        |
| 1.15 Hemmungsmechanismen und Konsequenzen für<br>die Elektrotherapie                                   | 21        |
| 1.16 Ergotropes und trophotropes Tuning: die Stressreaktion<br>und deren Einfluss auf die Therapiewahl | 22        |
| 1.17 Ablauf der Stressreaktion                                                                         | 23        |
| 1.18 Konsequenzen für die Therapie                                                                     | 24        |
| Literatur                                                                                              | 25        |
| <b>2 Niederfrequente Elektrotherapie</b>                                                               | <b>29</b> |
| 2.1 Ruhemembranpotenzial                                                                               | 29        |
| 2.2 Aktionspotenzial                                                                                   | 30        |
| 2.3 Wirkung des Aktionspotenzials am Faserende                                                         | 33        |
| 2.4 Reizung der Zielzelle                                                                              | 33        |
| 2.5 Was ist Elektrotherapie?                                                                           | 34        |
| 2.6 Gleichstrom                                                                                        | 35        |
| 2.7 Physikalische Grundlagen                                                                           | 37        |
| 2.8 Spezielle physiologische Grundlagen des Gleichstroms                                               | 42        |
| 2.9 Die neurogene Entzündung                                                                           | 46        |
| 2.10 Capsaicin                                                                                         | 51        |
| 2.11 Allgemeine Behandlungsrichtlinien                                                                 | 57        |
| 2.12 Anwendung von Gleichstrom                                                                         | 61        |

|                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 2.13 Iontophorese. ....                                                          | 63         |
| 2.14 Impulsstrom. ....                                                           | 68         |
| 2.15 Kontraindikationen. ....                                                    | 77         |
| Literatur. ....                                                                  | 77         |
| <b>3 Transkutane elektrische Nervenstimulation (TENS). ....</b>                  | <b>83</b>  |
| 3.1 Klassische Einteilung der Elektrotherapieverfahren. ....                     | 83         |
| 3.2 TENS-Arten. ....                                                             | 84         |
| 3.3 High Frequency TENS. ....                                                    | 88         |
| 3.4 Low Frequency TENS. ....                                                     | 94         |
| 3.5 TENS in der Wundheilung. ....                                                | 104        |
| 3.6 Wundheilung: Allgemeines. ....                                               | 105        |
| 3.7 Weitere Möglichkeiten der Elektrodenplatzierung. ....                        | 107        |
| 3.8 Hochvolttherapie. ....                                                       | 113        |
| 3.9 Microcurrent Electrical Stimulation, MES. ....                               | 115        |
| 3.10 Therapie mit mittelfrequenten Stromarten. ....                              | 116        |
| 3.11 Indikationen und Kontraindikationen für TENS<br>(inkl. MF, MES, HVPC). .... | 129        |
| 3.12 Risiken und Nebenwirkungen bei TENS-Anwendungen<br>(inkl. MF). ....         | 130        |
| 3.13 Patienteninformation TENS. ....                                             | 134        |
| Literatur. ....                                                                  | 137        |
| <b>4 Neuromuskuläre Elektrostimulation (NMES). ....</b>                          | <b>147</b> |
| 4.1 Muskelfasertypen. ....                                                       | 148        |
| 4.2 Innervation. ....                                                            | 150        |
| 4.3 Aktivierungsablauf. ....                                                     | 150        |
| 4.4 Ermüdung. ....                                                               | 154        |
| 4.5 Muskelfasertransformation. ....                                              | 155        |
| 4.6 Anwendung. ....                                                              | 156        |
| 4.7 Muskelstimulation mit mittelfrequenten Wechselströmen. ...                   | 170        |
| 4.8 Motorische Punkte oder Muskelreizpunkte. ....                                | 172        |
| 4.9 Stimulation denervierter Muskeln. ....                                       | 175        |
| Literatur. ....                                                                  | 183        |
| <b>5 Ultraschalltherapie. ....</b>                                               | <b>191</b> |
| 5.1 Definition Schall. ....                                                      | 191        |
| 5.2 Verhalten von Schall. ....                                                   | 192        |
| 5.3 Wirkung von Ultraschall. ....                                                | 200        |
| 5.4 Anwendung. ....                                                              | 206        |
| 5.5 Beschallungsort. ....                                                        | 206        |
| 5.6 Ankopplungsmedien. ....                                                      | 206        |
| 5.7 Applikationstechnik. ....                                                    | 209        |
| 5.8 Behandlungstechnik, Dosierung. ....                                          | 209        |
| 5.9 Sonophorese. ....                                                            | 222        |
| 5.10 Ultraschall und Wundheilung. ....                                           | 225        |
| 5.11 High Power Pain Threshold Ultrasound (HPPTUS). ....                         | 225        |

---

|          |                                                                           |            |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.12     | Extrakorporale Stoßwellentherapie (ESWT) . . . . .                        | 226        |
| 5.13     | Low Intensity Pulsed Ultrasound (LIPUS) . . . . .                         | 231        |
| 5.14     | Zusammenfassung Ultraschall . . . . .                                     | 232        |
| 5.15     | Indikationen und Kontraindikationen . . . . .                             | 232        |
| 5.16     | Vorsichtsmaßnahmen . . . . .                                              | 233        |
| 5.17     | Ein paar Zahlen . . . . .                                                 | 235        |
|          | Literatur. . . . .                                                        | 236        |
| <b>6</b> | <b>Low-Level-Lasertherapie (LLLT), Photobiomodulation (PBM)</b> . . . . . | <b>243</b> |
| 6.1      | Laser. . . . .                                                            | 243        |
| 6.2      | Eigenschaften von Laser . . . . .                                         | 244        |
| 6.3      | Wie entsteht Laserlicht? . . . . .                                        | 245        |
| 6.4      | Aufbau eines Lasers . . . . .                                             | 247        |
| 6.5      | Wirkung des Laserlichts auf das Gewebe . . . . .                          | 251        |
| 6.6      | Anwendung des Lasers . . . . .                                            | 258        |
| 6.7      | Behandlungsparameter. . . . .                                             | 258        |
| 6.8      | Risiken und Nebenwirkungen . . . . .                                      | 264        |
| 6.9      | Indikationen . . . . .                                                    | 266        |
| 6.10     | Kontraindikationen. . . . .                                               | 266        |
|          | Literatur. . . . .                                                        | 266        |
| <b>7</b> | <b>Hochfrequenztherapie (HF)</b> . . . . .                                | <b>271</b> |
| 7.1      | Definition Hochfrequenztherapie. . . . .                                  | 271        |
| 7.2      | Pulsieren. . . . .                                                        | 272        |
| 7.3      | Wärmeentwicklung . . . . .                                                | 272        |
| 7.4      | Anwendung der Hochfrequenztherapie . . . . .                              | 276        |
| 7.5      | Messungen der Temperatur . . . . .                                        | 278        |
| 7.6      | Indikationen . . . . .                                                    | 281        |
| 7.7      | Pulsierende Hochfrequenz . . . . .                                        | 283        |
| 7.8      | Methodik . . . . .                                                        | 283        |
| 7.9      | Dosierung. . . . .                                                        | 286        |
| 7.10     | Kontraindikationen. . . . .                                               | 289        |
| 7.11     | Vorsorgemaßnahmen, allgemeine Sicherheitshinweise . . . . .               | 292        |
|          | Literatur. . . . .                                                        | 295        |
| <b>8</b> | <b>Risikomanagement</b> . . . . .                                         | <b>299</b> |
| 8.1      | Fehlerquellen . . . . .                                                   | 299        |
| 8.2      | Konkrete Risiken . . . . .                                                | 301        |
| 8.3      | Aufbau eines Risikomanagements. . . . .                                   | 303        |
| 8.4      | Praktische Durchführung . . . . .                                         | 303        |
| 8.5      | Fragestellungen . . . . .                                                 | 305        |
|          | Literatur. . . . .                                                        | 308        |
|          | <b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .                                     | <b>311</b> |