

A photograph of a man from the back, with several white circular electrodes attached to his skin on his upper back and right arm. A semi-transparent anatomical diagram of muscles is overlaid on the image, showing the trapezius and deltoid muscles. The man's right arm is raised, pointing towards a blue ball in the background. The background is a blurred indoor setting with shelves.

Thomas Schick *Hrsg.*

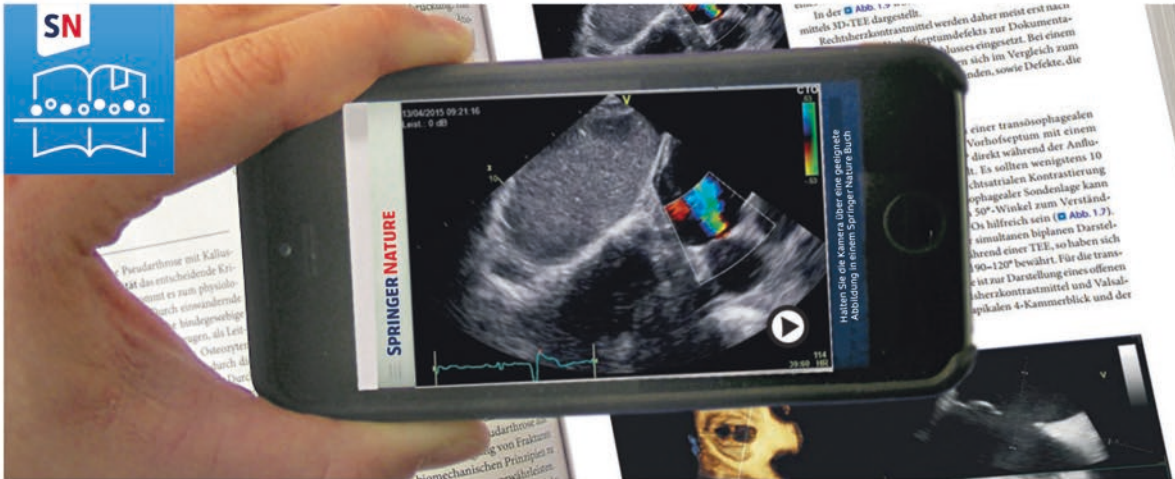
Funktionelle Elektrostimulation in der Neuro- rehabilitation

MOREMEDIA



 Springer

Funktionelle Elektrostimulation in der Neurorehabilitation



Springer Nature More Media App

ADVANCING
DISCOVERY

Videos und mehr mit einem „Klick“ kostenlos aufs Smartphone und Tablet

Kostenlos
downloaden

- Dieses Buch enthält zusätzliches Online-material, auf welches Sie mit der Springer Nature More Media App zugreifen können.*
- Achten Sie dafür im Buch auf Abbildungen, die mit dem Play Button  markiert sind.
- Springer Nature More Media App aus einem der App Stores (Apple oder Google) laden und öffnen.
- Mit dem Smartphone die Abbildungen mit dem Play Button  scannen und los gehts.

*Bei den über die App angebotenen Zusatzmaterialien handelt es sich um digitales Anschauungsmaterial und sonstige Informationen, die die Inhalte dieses Buches ergänzen. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung des Buches waren sämtliche Zusatzmaterialien über die App abrufbar. Da die Zusatzmaterialien jedoch nicht ausschließlich über verlagseigene Server bereitgestellt werden, sondern zum Teil auch Verweise auf von Dritten bereitgestellte Inhalte aufgenommen wurden, kann nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne Zusatzmaterialien zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr oder nicht mehr in der ursprünglichen Form abrufbar sind.

Thomas Schick
Hrsg.

Funktionelle Elektrostimulation in der Neurorehabilitation

Synergieeffekte von Therapie und
Technologie

Hrsg.
Thomas Schick, MSc.
Innsbruck, Österreich

Die Online-Version des Buches enthält digitales Zusatzmaterial, das durch ein Play-Symbol gekennzeichnet ist. Die Dateien können von Lesern des gedruckten Buches mittels der kostenlosen Springer Nature „More Media“ App angesehen werden. Die App ist in den relevanten App-Stores erhältlich und ermöglicht es, das entsprechend gekennzeichnete Zusatzmaterial mit einem mobilen Endgerät zu öffnen.

ISBN 978-3-662-61704-5 ISBN 978-3-662-61705-2 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-61705-2>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2021, korrigierte Publikation 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

© Fotonachweis Umschlag: © Schick, Fuchs
Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Vorwort des Herausgebers

In der Therapie neurologischer Erkrankungen ist die Neurorehabilitation eine noch junge Spezialdisziplin. In keinem anderen medizinischen Fachgebiet wird eine so enge Kooperation unter den vielfältigen Fachdisziplinen und Akteuren vorausgesetzt und gelebt. Aus diesem Grund spricht dieses Fachbuch große Teile des neurologischen Rehabilitationsteams an.

Die Neurorehabilitation hat sich in den vergangenen 30 Jahren durch stetigen Wissensgewinn im Bereich des motorischen Lernens, der Neuroplastizität und der Wirksamkeit von Therapieverfahren maßgeblich verändert. Erhebliche Forschungsaktivitäten haben im Besonderen in den beiden letzten Jahrzehnten vorhandene Behandlungsansätze infrage gestellt und neue hervorgebracht. Einer dieser modernen Therapieansätze, die Funktionelle Elektrostimulation (FES), wird in diesem Buch mit seinen vielfältigen Einsatzmöglichkeiten bei unterschiedlichsten Schädigungsbildern umfassend dargestellt.

Das vorliegende Buch offenbart dem interessierten Fachpublikum therapeutische Möglichkeiten, wie diverse neurologische Erkrankungen zielgerichtet, evident und leitlinienkonform behandelt werden können. Die Bedeutung der FES wird durch eine stetig wachsende Evidenz unterstrichen.

Diesen faszinierenden therapeutischen Fortschritt hat die globale Forschungsaktivität auf diesem Gebiet ermöglicht. Auch die medizintechnische Weiterentwicklung benutzerfreundlicher und auf die Patientenbedürfnisse zugeschnittener Elektrostimulationsgeräte hat für ein verbessertes Angebot gesorgt. Der Mehrwert dieser Entwicklung zeigt sich im Besonderen in individualisierbaren und adaptierbaren mehrkanaligen Therapiegeräten zur Elektrostimulation, die in vielen Fällen zusätzlich eine patientenintendierte Bewegungstriggerung ermöglichen.

Die Autoren verzichten in ihren Beiträgen ausdrücklich auf die namentliche Nennung und die Beschreibung marktüblicher Medizinprodukte zur Funktionellen Elektrostimulation. Sie beschreiben vielmehr die therapeutischen Erfordernisse am Patienten und somit die Erfordernisse, die an die medizintechnischen Geräte gestellt werden, die adäquat für den jeweiligen Einsatz genutzt werden können.

Ziel des Buches ist es, dem Leser zum einen therapeutische Anleitungen zur Behandlung zu vermitteln, zum anderen ebenfalls relevante Hintergrundinformation zur Wirkungsweise der FES. Es soll kein weiteres Elektrotherapiebuch verfasst werden, sondern ein erstes umfassendes Standardwerk zur

FES und zu ihrer großen Bedeutung im Rahmen der Therapie in der Neurorehabilitation.

Sämtliche an diesem Buch mitwirkenden Autoren sind wissenschaftlich aktiv und klinische Experten im Bereich der Neurorehabilitation, der FES oder der Elektromedizintechnik. Bewusst haben wir den Schwerpunkt auf die Behandlung von Struktur-, Funktions- und Aktivitätsdefiziten bei Schädigung des oberen und unteren Motoneurons, auf die Verbesserung von Mobilität, Sensibilität und Wahrnehmung sowie die mimische Gesichtsmuskulatur gelegt.

Ich wünsche viele inspirierende Einblicke in die FES mit ihren umfangreichen Einsatzmöglichkeiten beim neurologischen Patienten.

Danksagung

Ein solches Buchprojekt benötigt bis zur erfolgreichen Erstellung viele aktive Unterstützer, die den Erfolg des Buches neben den Autoren maßgeblich mit beeinflussen. An dieser Stelle sei diesen Personen ausdrücklich gedankt. Im Besonderen bedanke ich mich bei sämtlichen Beitragsautoren für ihre sehr sorgfältig ausgearbeiteten und durchweg qualitativ hochwertigen Fachbeiträge.

Meine ausdrückliche Anerkennung und mein Dank gilt Frau **Anja Fuchs**, die unermüdlich mit viel Kreativität und großem Können zur gelungenen gestalterischen Erstellung und Umsetzung der unzähligen Grafiken, Tabellen, Fotografien und Videosequenzen sämtlicher Kapitel beigetragen hat.

Auch gilt mein besonderer Dank Frau **Patricia Meier** (MSc.) und Frau **Maria Steinmetz** (BA.) für die intensiven und sehr konstruktiven Diskussionen in der frühen und späten Phase der Erstellung des Buchkonzepts und für das unermüdliche Korrekturlesen meiner Beiträge.

Ferner danke ich Frau Mag. **Vanessa Frey** von der Univ.-Klinik für Neurologie Salzburg für die konstruktiven Diskussionen und Anregungen während der Arbeit am Manuskript von Kap. 9.

Ein herzliches Dankeschön geht an unsere Fotomodelle **Carla Greier**, **Franziska Lauerwald** (BSc.), **Vera Sprenzinger** (BSc.) und **Stefan Ossanna** für ihr großes Engagement und ihre Geduld sowie an die Therapieabteilung der Privatklinik „**Sanatorium Kettenbrücke**“ in Innsbruck und im Besonderen an den Therapieleiter **Manuel Krug**. Er hat uns sehr kooperativ und unkompliziert unterstützt, indem er uns offiziell die Therapieräumlichkeiten und Materialien für die beiden Fotoshootings zur Erstellung der unzähligen Fotografien und Videosequenzen zur Verfügung gestellt hat.

Hervorzuheben ist das große Engagement der beiden Mitarbeiterinnen des Springer Verlags, **Eva-Maria Kania** und **Barbara Knüchel**, die bei Fragen und für Anregungen immer erreichbar waren und den Entwicklungsprozess des Buches freundlich und sehr kompetent unterstützt haben.

Im Weiteren bedanke ich mich bei der **Firma MED-EL**, Abteilung STI-WELL Neurorehabilitation in Innsbruck, für die uns bereitgestellten Elektrostimulationsgeräte und das notwendige Zubehör. Ohne diese Unterstützung

wären die unzähligen Darstellungen der praktischen Anwendungsbeispiele der FES nicht so plastisch und anschaulich möglich gewesen.

Kurz vor Veröffentlichung des Buches ist Herr Universitätsprofessor DI Dr. med. Stefan Golaszewski überraschend verstorben.

Er war ein leidenschaftlicher Verfechter der verschiedensten Formen der Elektrostimulation. Er hat einen sehr großen Beitrag zur Etablierung dieser Therapieformen durch seine intensiven Forschungstätigkeiten und als engagierter Mediziner geleistet. Wir werden ihn vermissen und freuen uns aber, dass wir ganz in seinem Sinne einen Teil seines umfangreiches Wissens und Erfahrungen durch seinen spannenden Buchbeitrag der interessierten Fachwelt erhalten und vermitteln können.

November 2020
Innsbruck

Thomas Schick

Inhaltsverzeichnis

1 Einführung und Geschichte der Funktionellen Elektrostimulation	1
Thomas Schick	
1.1 Einführung und Begriffserläuterung	1
1.2 Geschichte der Funktionellen Elektrostimulation	5
Literatur.	7
2 Plastizität und motorisches Lernen	9
Patricia Meier	
2.1 Plastizität	10
2.2 Motorisches Lernen	12
2.2.1 Lernphasen.	12
2.2.2 Prinzipien des motorischen Lernens	13
2.2.3 Beeinflussende Faktoren des motorischen Lernprozesses.	14
2.3 Motorisches Lernen mit der FES	15
Literatur.	19
3 Klärungsmodelle und Wirkweise der Funktionellen Elektrostimulation	21
Patricia Meier	
3.1 Warum findet Plastizität statt?	21
3.2 Welche plastischen Veränderungen finden statt?	22
3.2.1 FES-Auswirkungen auf den Kortex.	23
3.2.2 FES-Auswirkungen auf den kortikospinalen Trakt	25
3.2.3 FES-Auswirkungen auf Rückenmarkebene.	26
3.2.4 Auswirkungen auf die peripheren Nerven:	28
Literatur.	29
4 Zur Rolle der elektrischen Parameter in der Funktionellen Elektrostimulation	33
Winfried Mayr	
4.1 Einleitende Gedanken	33
4.2 Auswahl und Bewertung von Stimulationsgeräten	34
4.3 Monophasische und biphasische Pulse, Gleichstromanteil	34
4.4 Monopolare und bipolare Elektrodenanordnung	36
4.5 Stromgesteuerte (CC) und spannungsgesteuerte (CV) Pulsabgabe	37

4.6	Rolle der Parameter Amplitude und Pulsbreite	38
4.7	Rolle des Parameters Frequenz	40
4.7.1	Anwendung von Einzelstimuli	41
4.7.2	Anwendung niedriger Frequenzen	41
4.7.3	Anwendung fusionierender Frequenzen	41
4.8	Sonderfall Muskelstimulation	42
4.9	Elektroden und Parametermanagement für die Testung und Behandlung denervierter oder teildenenervierter Muskulatur. . .	44
	Literatur.	46
5	ICF basierte Zielsetzung in der Funktionellen	
	Elektrostimulation	49
	Klemens Fheodoroff	
5.1	Ziele in der Neurorehabilitation.	49
5.1.1	Zielquellen und Verständlichkeit von Zielen	50
5.1.2	Selbsteinschätzung, Selbstwirksamkeit, Selbstmanagement und Ziele	50
5.1.3	Ziele und Feedback	51
5.2	Internationale Klassifikation der Funktionsfähigkeit, Behinderung und Gesundheit (ICF).	52
5.2.1	Aufbau der ICF	52
5.2.2	Leistungsfähigkeit und Leistung	52
5.2.3	Kontextfaktoren	54
5.2.4	Top-down oder bottom-up?	54
5.2.5	ICF-basierte Befunde und Ziele.	54
5.2.6	Beispiele ICF-basierter Ziele im Kontext der Funktionellen Elektrostimulation	57
	Literatur.	57
6	Funktionelle Elektrostimulation bei Störungen der Motorik aufgrund von Schädigung des Zentralen Nervensystems	59
	Thomas Schick	
6.1	Einführung in die symptombezogene Funktionelle Elektrostimulation	61
6.1.1	Parese und Plegie	67
6.1.2	Spastische Bewegungsstörung	69
6.1.3	Ataxie.	70
6.2	Symptombezogene funktionelle Parametereinstellung	71
6.3	EMG-MES zur Verbesserung der Arm-/Handfunktion	73
6.3.1	Objekt zum Mund führen.	75
6.3.2	Objekt greifen und loslassen mit zweiter Kontraktion	75
6.3.3	Bilaterales Greifen mit Spiegel	75
6.3.4	Wischen unilateral	78
6.3.5	Armstütz unilateral.	79
6.3.6	Objekt ergreifen und wegschieben.	79
6.3.7	Schulterstabilisation mit Außenrotation bei Subluxation	82
6.3.8	Greifen und Anheben des Armes über 90 Grad	83

6.3.9	Unterarmsupination/-pronation (Schraubendrehen) . .	83
6.3.10	Schlüsselgriff	86
6.3.11	Dreipunktegriff.	87
6.3.12	Sphärengriff	87
6.3.13	Oppositionsgriff	90
6.4	EMG-MES zur Verbesserung von posturaler Kontrolle und Mobilität.	90
6.4.1	Bridging	91
6.4.2	Fußheber-Sprunggelenk-Koordination bei Fußheberschwäche.	91
6.4.3	Aufstehen unilateral mit Stimulation der betroffenen Seite	94
6.4.4	Aufstehen und Schritt auf betroffener Seite mit zweiter Kontraktion	95
6.4.5	Aufstehen bilateral (Rumpf/Bein)	95
6.4.6	Einbeinstand.	99
6.4.7	Ausfallschritt aus dem Stand	99
6.4.8	Gehen am Rollator	100
	Literatur.	103
7	Funktionelle Elektrostimulation zur Verbesserung der Mobilität	105
	Michaela M. Pinter	
7.1	Einleitung.	105
7.2	Funktionelle elektrische Stimulation des N. peroneus – Die Methode	106
7.3	Effekt der funktionellen elektrischen Stimulation auf die Mobilität.	108
7.4	Ortheseffekt versus Therapieeffekt der funktionellen elektrischen Stimulation.	112
7.5	Diskussion	113
	Literatur.	114
8	Strukturelle und Funktionelle Elektrostimulation bei Schädigung des unteren motorischen Neurons	117
	Ines Bersch-Porada	
8.1	Denervation	118
8.2	Differenzierung zwischen unterer und oberer Motoneuronschädigung	120
8.3	Klinisches Erscheinungsbild	121
8.4	Anwendungsgebiete.	121
8.5	Abnahme der Querschnittfläche eines Muskels bei Denervationsatrophie.	122
8.6	Erhalt von kontraktiven Muskelfasern	124
8.7	Effekt auf die Knochenstruktur	124
8.8	Stimulation denervierter Muskulatur in der neurologischen Erholung als Reinnervationsförderung	125
8.9	Stimulationsparameter und Stimulationsaufbau	127
8.10	Elektroden	129

8.11	Hautirritationen	129
8.12	Praktische Beispiele der Stimulation	
	denervierter Muskulatur.	129
8.12.1	Stimulation der Glutealmuskulatur	129
8.12.2	Stimulation der Gluteal- und Ischiokruralmuskulatur ..	131
8.12.3	Stimulation der Fußheber.	131
8.12.4	Stimulation des M. triceps surae	132
8.12.5	Stimulation des M. deltoideus	133
8.12.6	Stimulation der Ellbogenflexoren	135
8.12.7	Vierkanalstimulation denervierter Armmuskulatur ...	136
8.12.8	Stimulation des M. triceps brachii in Funktion	137
8.12.9	Stimulation der intrinsischen Handmuskulatur	138
8.12.10	Stimulation des ersten dorsalen M. interosseus.	141
8.12.11	Stimulation des M. extensor carpi radialis.	142
8.12.12	Stimulation des M. extensor digitorum communis ..	142
8.12.13	Stimulation des M. extensor carpi ulnaris in Funktion.	144
8.13	Teilinnervierte/teildenenervierte Muskulatur	145
	Literatur.	147
9	Sensorisch afferente Stimulation.	149
	Stefan M. Golaszewski	
9.1	Einleitung.	149
9.2	Sensorisch-afferente Stimulation.	149
9.2.1	Neurobiologie der sensorisch-afferenten Stimulation.	149
9.2.2	Sensorisch-afferente Elektrostimulation	151
9.3	SAES in der Neurorehabilitation.	156
9.3.1	Sensorimotorische Parese nach Schlaganfall.	156
9.3.2	Therapie des Neglekts	157
9.4	Diskussion	159
	Literatur.	159
10	Funktionelle Elektrostimulation bei Fazialisparese.	163
	Christina A. Repitsch und Gerd Fabian Volk	
10.1	Einleitung.	163
10.2	Anatomie	164
10.3	Ursachen	165
10.4	Pathologie	165
10.5	Inkomplette und komplette Fazialisparese.	165
10.6	Alltagsbeeinträchtigungen (Facial Palsy UK 2019).	167
10.7	Folgen im Gewebe.	167
10.8	Behandlungsmöglichkeiten mit der FES	168
10.9	Indikationen bzw. Kontraindikationen und Vorteile der FES.	169
10.10	Weitere Empfehlungen für die Anwendung der FES.	171
10.11	Geeignete Elektroden zur FES bei FP	171
10.12	EMG-Biofeedback bei inkompletter peripherer FP.	172
10.13	FES bei vollständig denervierter FP	175

10.14 FES bei zentraler FP	176
10.15 FES nach operativ reanimierter/versorgter FP	176
10.16 Anwendungsbeispiel	178
Literatur	179
11 Kombinationstherapien mit der Funktionellen	
Elektrostimulation	181
Thomas Schick, Christian Dohle und Klemens Fheodoroff	
11.1 Einführung	181
11.2 Kombination von Funktioneller Elektrostimulation und Spiegeltherapie (C. Dohle)	182
11.2.1 Hintergrund	182
11.2.2 Evidenzlage	183
11.2.3 Unterschiede der Effektivität der FES-ST- Kombinationstherapie (zweiarmige Studien) gegenüber FES allein	183
11.2.4 Unterschiede der Effektivität der FES-ST- Kombinationstherapie (zweiarmige Studien) gegenüber ST oder FES allein	184
11.2.5 Unterschiede der Effektivität der FES-ST- Kombinationstherapie verglichen mit ST und FES jeweils allein	185
11.2.6 Zusammenfassende Beurteilung	185
11.3 Botulinum-Toxin A und (Funktionelle) Elektrostimulation (K. Fheodoroff)	186
11.3.1 Die spastische Bewegungsstörung	186
11.3.2 Botulinum-Toxin: Pharmakologie, Wirkmechanismus und Anwendungen	191
11.3.3 Kombinierte BoNT-A-Behandlung und Elektrostimulation	194
11.3.4 Praxisbeispiel und Empfehlungen	195
11.3.5 Zusammenfassung	197
Literatur	197
12 Funktionelle Elektrostimulation in der Heimtherapie	201
Birgit Tevnan	
12.1 Einführung	201
12.1.1 Relevanz von Eigentraining als Heimtherapie in der Neurorehabilitation (Evidenz)	202
12.1.2 Evidenz von FES in der Heimtherapie und zu erwartender Nutzen	203
12.2 Anforderungsprofile	203
12.2.1 Anforderungsprofil eines Medizinprodukts oder Elektrostimulationsgeräts	203
12.2.2 Anforderungsprofil an den Therapeuten	204
12.2.3 Anforderungsprofil des Patienten	204
12.2.4 Anforderungsprofil der Betreuungsperson	205
12.3 Gestaltung eines Heimübungsprogramms	205
12.4 Beobachtungen in der Praxis	205

12.4.1	Potenzielle Hindernisse	206
12.4.2	Selbstmanagement und Eigeninitiative	206
12.4.3	Allgemeine Empfehlungen für die praktische Anwendung	207
12.5	Heimtherapie Patientenbeispiel	207
	Literatur	212
13	Evidenz zur Funktionellen Elektrostimulation	213
	Thomas Schick	
13.1	FES in der Schlaganfallrehabilitation auf Struktur- und Funktionsebene	214
13.2	FES in der Schlaganfallrehabilitation auf Aktivitätsebene ..	215
13.3	FES nach Schlaganfall in der Heimtherapie	216
13.4	FES zur Behandlung der multiplen Sklerose (MS)	216
13.5	FES im Bereich der Neuropädiatrie	218
13.6	FES bei Tetraplegie nach zervikaler Querschnittläsion	218
13.7	FES bei Lower Motor Neuron Syndrom (LMNS)	219
	Literatur	220
14	Absolute und relative Kontraindikationen	223
	Winfried Mayr	
14.1	Einführung	223
14.2	Hautreaktionen	224
14.3	Passive Implantate	226
14.4	Aktive Implantate	226
14.5	Fazit	227
	Literatur	227
 Erratum zu: (Hrsg.), Funktionelle Elektrostimulation in der		
Neurorehabilitation		E1
 Stichwortverzeichnis		229

Über die Autoren



Ines Bersch, MSc., PhD. arbeitet seit 1991 als Physiotherapeutin im Schweizer Paraplegiker-Zentrum in Nottwil und ist seit 2018 Leiterin des International FES Centre®. Der Schwerpunkt ihrer Arbeit liegt in der FES und deren Umsetzung in der Rehabilitation von Menschen mit Querschnittlähmung und neuromuskuloskelettalen Erkrankungen. Sie unterrichtet als Dozentin im Fachbereich Neurologie an den Fachhochschulen Bern und Basel. 2012 erwarb die Autorin den Master of Science in Neurorehabilitationsforschung und 2019 ihren Dokortitel (PhD) in klinischen Wissenschaften mit dem Thema *Upper and Lower Motoneuron Lesions in Tetraplegia – Diagnostic and Therapeutic Implications of Electrical Stimulation* an der Universität Göteborg. Neben ihrer klinischen Arbeit hält sie Vorträge und organisiert Workshops. Als Klinikerin, Wissenschaftlerin, Dozentin und aktives Mitglied der IFESS implementiert sie die FES in den klinischen Alltag, basierend auf dem Transfer von Ergebnissen aus klinischen Studien und unter Einsatz neuer Technologien.



Priv.-Doz. Dr. med. Christian Dohle, M. Phil. Ärztlicher Direktor und Chefarzt der Fachklinik für neurologische Rehabilitation der MEDIAN Klinik Berlin-Kladow. Physiker, Neurologe, Rehabilitationsmediziner. Wissenschaftlicher Schwerpunkt ist die Evidenzbasierung von Verfahren der motorischen Rehabilitation, insbesondere mit visueller Stimulation (Spiegeltherapie, virtuelle Realität).



Dr. med. Klemens Fheodoroff Facharzt für Neurologie/Psychiatrie. Diplom Manuelle Medizin und Psychotherapeutische Medizin (ÖÄK). Universitätslehrgang Medizinische Führungskräfte Graz.

Oberarzt Gailtal-Klinik Hermagor – Neurorehabilitation seit 1994. Lehrtätigkeit an der FH Kärnten, Donau-Universität Krems.

Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat/Österreichische Gesellschaft für Neurologische Rehabilitation (OeGNR) und im World Forum Neurorehabilitation (WFNR) – Special Interest Groups MAC und Robotics.

Organisation Neuroreha-Curriculum OeGNR von 2006–2018. BoNT-Zertifizierungs-Komitee der Österreichischen Dystonie- und Botulinum-Toxin-Arbeitsgruppe (ÖDBAG).

Über 40 Publikationen zu Spastik und BoNT, Zielen, ICF und HRQoL.



a.o. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. med. Stefan M. Golaszewski wurde 1964 in Wien geboren und studierte dort Technische Physik und Medizin. 1995 bis 2001 war er Assistenzarzt für Neurologie am MR-Institut der Univ.-Klinik Innsbruck und wissenschaftlich in der Entwicklung klinischer Anwendungen der fMRT tätig. Die Facharztausbildung in Neurologie wurde 2001 bis 2002 an der Univ.-Klinik für Neurologie der Medizinischen Universität Graz fortgesetzt und von 2002 bis 2004 am Alfred-Krupp-Krankenhaus in Essen und an der Neurologischen St. Mauritius Therapiekl. bei Düsseldorf abgeschlossen. Seit 2005 arbeitet er an der Univ.-Klinik für Neurologie der Paracelsus Medizinischen Privatuniversität (PMU) Salzburg, wo er 2006 im Fach Neurologie habilitierte. Seit 2010 ist Prof. Golaszewski medizinischer Leiter des Neuroscience-Instituts der PMU, dort wurde er 2019 zum außerordentlichen Universitätsprofessor ernannt. Insgesamt veröffentlichte Prof. Golaszewski bisher 150 Artikel in internationalen peer-reviewten Fachzeitschriften.



ao. Univ.-Prof. Dr. techn. Dr. hc. Winfried Mayr ist seit dem Abschluss seines Studiums der Elektrotechnik an der Technischen Universität Wien im Jahr 1983 an der Medizinischen Universität Wien tätig. 1992 dissertierte er zum Thema „Reaktivierung gelähmter Muskulatur durch FES mit Implantaten“.

In der Folge beschäftigte er sich mit nichtinvasiven FES-Anwendungen in der Querschnittrehabilitation, im Weltraum und für Betagte. Er koordinierte das EU-Projekt RISE mit 20 Partnergruppen, das eine neuartige klinische Methode samt marktreifem Stimulator für denervierte Muskulatur hervorbrachte. Sein aktueller Fokus liegt auf der Rückenmarkstimulation nach Rückenmarkverletzung.

2009–2017 war er Präsident der Österreichischen Gesellschaft für Biomedizinische Technik (ÖG-BMT), seither Vizepräsident und Vorstandsmitglied der europäischen Dachorganisation EAMBES (European Alliance for Medical and Biological Engineering & Science). Er ist Gründungs- und Vorstandsmitglied der International FES Society (IFESS) und Bereichseditor für FES bei den Journals *Artificial Organs* und *Frontiers in Neuroscience*.



Patricia Meier, MSc., PhD.-Studentin hat ihr Studium zur Physiotherapeutin 2010 an der Fachhochschule für Gesundheit Innsbruck, Österreich, abgeschlossen. Ihre Weiterqualifikation setzte sie an der Donau-Universität Krems, Österreich, fort, wo sie 2018 das Studium für Neurorehabilitation mit dem Master of Science mit Auszeichnung beendet hat. Seit 2019 studiert sie berufsbegleitend an der Medizinischen Universität Innsbruck im PhD-Studiengang Neuroscience. Sie arbeitet seit 2011 an der Universitätsklinik für Neurologie Innsbruck, Österreich, und seit 2018 als wissenschaftliche Mitarbeiterin (MED-EL, Medical Electronics, VASCage GmbH) in der Forschung, wobei sie sich intensiv mit den motorischen Lern- und Rehabilitationsprozessen sowie deren Auswirkungen auf die kortikale Reorganisation auseinandersetzt. Seit mehreren Jahren ist sie in verschiedenen Fächern im Bereich der Neurorehabilitation Lehrende der Fachhochschule für Gesundheit Innsbruck, Österreich. Im Zuge ihres beruflichen Werdegangs war sie an der Planung und Durchführung mehrerer Studien und der Erstellung von Leitfäden (Behandlungspfad Schlaganfall) beteiligt und hielt diverse Fachvorträge auf Kongressen.



Univ.-Prof. Dr. med. Michaela M. Pinter MAS ist ordentliche Professorin für Neurorehabilitationsforschung an der Donau-Universität Krems, Österreich, und Leiterin des Zentrums für Neurorehabilitation sowie stellvertretende Leiterin des Departments für Klinische Neurowissenschaften und Präventionsmedizin.

Ihr wissenschaftlicher Fokus liegt im Bereich der Neuromodulation sowie der Restauration neuronaler Funktionen. Sie führt aktiv klinische Studien zur Modifikation des Muskeltonus und zur Restauration der motorischen Funktionen durch.



Christina A. Repitsch, BSc., MSc. absolvierte 2012 an der FH Kärnten, Österreich, das Bachelorstudium für Logopädie. Seither arbeitet sie als Logopädin an der Abteilung für Logopädie des Klinikums Klagenfurt, Österreich, sowie in freier Praxis. Von 2015 bis 2018 studierte sie an der Donau-Universität Krems, Österreich, und absolvierte den Lehrgang „Neurorehabilitation“. Dabei spezialisierte sie sich auf die Behandlung von Fazialispareesen. 2016 gründete sie in Kooperation mit der Abteilung für Plastische, Ästhetische und Rekonstruktive Chirurgie am Klinikum Klagenfurt die Fazialisambulanz. Der Fokus hierbei liegt auf der therapeutischen Behandlung prä- oder postoperativ versorgter Patienten mit einer Fazialisparese. Zu diesem therapeutischen Behandlungskonzept gehört auch die FES. Des Weiteren hält die Autorin Seminare zum Thema „Fazialispareesen“ für therapeutisches Fachpersonal.



Thomas Schick, MSc. verfügt seit 1993 über umfangreiche Erfahrungen als Physiotherapeut und leitete mehrere Rehabilitationsteams an deutschen Kliniken für Neurorehabilitation. Er absolvierte ferner den Abschluss zum Fachwirt im Sozial- und Gesundheitswesen. Seit mehr als 20 Jahren ist er als Dozent für diverse Rehabilitationsverfahren in der Neurologie tätig. Er lehrt unter anderem regelmäßig in den Masterstudiengängen Neurorehabilitation und Ergotherapie am Zentrum für Neurorehabilitation der Donau-Universität in Krems, Österreich. Der Schwerpunkt liegt hier in der Vermittlung und Vertiefung des Wissens zur FES und im Speziellen zur EMG-getriggerten Mehrkanal-Elektrostimulation. Ferner gibt der Autor und Herausgeber regelmäßig Fortbildungsveranstaltungen an Fachhochschulen, Kliniken bzw. Fortbildungsinstituten und veröffentlicht Fachpublikationen.

Nach Abschluss seines Studiums der Neurorehabilitation mit dem Master of Science im Jahr 2015 wechselte er in den Bereich STIWELL Neurorehabilitation der weltweit tätigen Firma MED-EL mit Sitz in Innsbruck, Österreich. Hier ist er für die Entwicklung von Medizinprodukten aus medizinisch-therapeutischer Sicht, die Durchführung von Schulungsveranstaltungen und wissenschaftliche Arbeiten rund um die FES verantwortlich.



Birgit Tevnan, MSc. ist seit 2012 Ergotherapeutin, Studium an der FH Gesundheitsberufe Oberösterreich und seit 2013 am Neuromed Campus Linz in der neurologischen Akutnachsorge tätig. Masterabschluss im Jahr 2017 an der FH Campus Wien in Health Assisting Engineering. Ihr Forschungsschwerpunkt war die Überprüfung und Evaluierung der Nutzerfreundlichkeit von FES-Medizinprodukten in der Heimtherapie. Seit 2018 ist die Autorin zusätzlich freiberuflich tätig und hat sich auf die neurologische Nachbetreuung von Patienten nach Schlaganfall im häuslichen Setting spezialisiert. Seit 2019 ist sie nebenberuflich beim Start-up Rewellio als Clinical Expert für die Entwicklung einer Therapie-App zur neurologischen Nachbetreuung von Patienten mit neurologischen Störungen nach Schlaganfall zuständig.



Priv.-Doz Dr. med. habil. Gerd Fabian Volk ist seit 2006 als Arzt in der Abteilung für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde des Universitätsklinikums Jena tätig. Seit 2012 ist er Leiter des interdisziplinären Fazialis-Nerv-Zentrums Jena, einer Kooperation der Abteilungen für Psychologie, Neurologie, Physiotherapie, Radiologie und HNO. Dessen Besonderheit ist neben der Interdisziplinarität das zweiwöchige Biofeedback-Training für Patienten mit chronischer peripherer Fazialisparese mit Defektheilung. Dabei werden neben Oberflächen-EMG für das Biofeedback Constrained-Induced-Movement-Techniken, wie sie aus dem „taubschen Training“ bekannt sind, eingesetzt. Volk arbeitete bereits während seines Medizinstudiums in Münster in der Forschungsgruppe von Solon Thanos zur Quantifizierung und Verbesserung der Nervenregeneration. Seine klinischen Interessen sind elektrophysiologische und bildgebende Verfahren zur Beurteilung und Darstellung der Muskeln und Nerven des Gesichts und des Kehlkopfs, die Anwendung von Botulinum-Toxin im Kopf-Hals-Bereich sowie die funktionelle Diagnostik und Therapie peripherer Nervenläsionen. Sein wissenschaftlicher Fokus liegt auf der Entwicklung neuer Methoden zur Rekonstruktion und Rehabilitation bei Läsionen von Fazialis- und Kehlkopfnerv, der Elektrostimulation als diagnostisches und therapeutisches Instrument, auf zentralnervösen Veränderungen nach Hirnnervenläsionen, insbesondere des Gesichts- und Vestibularnervs, sowie auf Mechanismen zu deren Kompensation.

Gestaltung und Design



Anja Fuchs machte ihren Abschluss im Fachbereich Grafik und Kommunikationsdesign an der HTL 1 – Bau und Design in Linz und arbeitet seitdem als Multimedia Designerin in Innsbruck, Austria.

In enger Zusammenarbeit mit den Beitragsautoren und dem Herausgeber führte sie die Foto- und Videoshootings sowie die Selektion und Nachbearbeitung dieser umfangreichen Aufnahmen durch.

Durch ihre professionelle und anschauliche grafische Aufbereitung der Abbildungen und Tabellen entstand ein einheitliches und übersichtliches Design, welches sich durch das gesamte Fachbuch zieht.

Autorenverzeichnis

Dr. Ines Bersch, MSc., PhD. Leiterin International FES Centre, Schweizer Paraplegiker Zentrum, Nottwil, Schweiz

Priv.-Doz., Dr. med. Christian Dohle, M. Phil. Ärztlicher Direktor, Median Klinik-BerlinKladow, Berlin, Deutschland

Dr. med. Klemens Fheodoroff EOA Gailtal Klinik, Hermagor, Österreich

a.o. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. med. Stefan M. Golaszewski Salzburger Landeskliniken Betriebsgesellschaft mbH, Salzburg, Österreich, OA

ao. Univ.-Prof. Dr. techn. Dr. hc. Winfried Mayr Medizinische Universität Wien, Wien, Österreich

Patricia Meier, MSc., PhD.-Studentin Medizinische Universität Innsbruck, Universitätsklinik für Neurologie, VASCage GmbH, Innsbruck, Österreich

Univ.-Prof. Dr. med. Michaela Pinter, MAS Zentrum für Neurorehabilitation, Donau-Universität Krems, Krems, Österreich

Christina A. Repitsch, BSc., MSc. Fazialis-Ambulanz am Klinikum Klagenfurt, Klagenfurt, Österreich

Thomas Schick, MSc. MED-EL, BU STIWELL Neurorehabilitation, Innsbruck, Österreich

Birgit Tevnan, MSc. Kepler Universitätsklinikum Neuromed Campus Linz, Österreich

Priv. Doz. Dr. med. habil. Gerd Fabian Volk Leiter des Fazialis-Nerv-Zentrums, Universitätsklinikum der Friedrich-Schiller-Universität, Jena, Deutschland

Einführung und Geschichte der Funktionellen Elektrostimulation

1

Thomas Schick

Inhaltsverzeichnis

1.1 Einführung und Begriffserläuterung	1
1.2 Geschichte der Funktionellen Elektrostimulation	5
Literatur	7

1.1 Einführung und Begriffserläuterung

Interessierte Personen sehen sich in der Neurorehabilitation mit einer Fülle fachlicher Informationen und wissenschaftlicher Erkenntnisse konfrontiert. Aus dieser Informationsfülle die für das eigene Berufsfeld wichtigen und aktuellen Informationen herauszufiltern würde ein regelmäßiges Studium der Literatur erfordern. Auch die Entscheidung für das – abhängig von der Problemkonstellation des Patienten – jeweils geeignete Therapieverfahren, wie zum Beispiel die Funktionelle Elektrostimulation (FES), kann eine Herausforderung sein. Das vorliegende Buch soll bei der Suche nach spezifischen und therapie relevanten Lösungsansätzen wertvolle Hilfen geben. Das

Ziel einer patientenzentrierten und fachlich hochwertigen Therapie wird hierdurch leichter erreicht. Schwerpunkt dieses Buches ist die FES und ihre umfangreichen Einsatzmöglichkeiten beim neurologischen Patienten mit seinen unterschiedlichsten Symptomkomplexen. Die Besonderheit der modernen FES mit ihrem Stellenwert im Rahmen des motorischen Lernens und ihrem stark aufgabenorientierten Ansatz gegenüber klassischen Verfahren wird intensiv thematisiert.

Nicht selten treten bereits bei der Suche nach aktueller Literatur erste Schwierigkeiten durch die international sehr variable Verwendung von Bezeichnungen der FES auf. In diesem Kapitel bekommt der Leser eine grundlegende Übersicht über die zahlreichen Fachtermini und deren Bedeutung. Die am häufigsten verwendeten Begriffe werden beschrieben. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit werden überwiegend die deutschsprachigen Fachtermini verwendet. Abb. 1.1 veranschaulicht die verwendeten Begriffe in ihrem

T. Schick (✉)
MED-EL, BU STIWELL Neurorehabilitation
Innsbruck, Österreich
e-mail: schick@neuro-reha.info

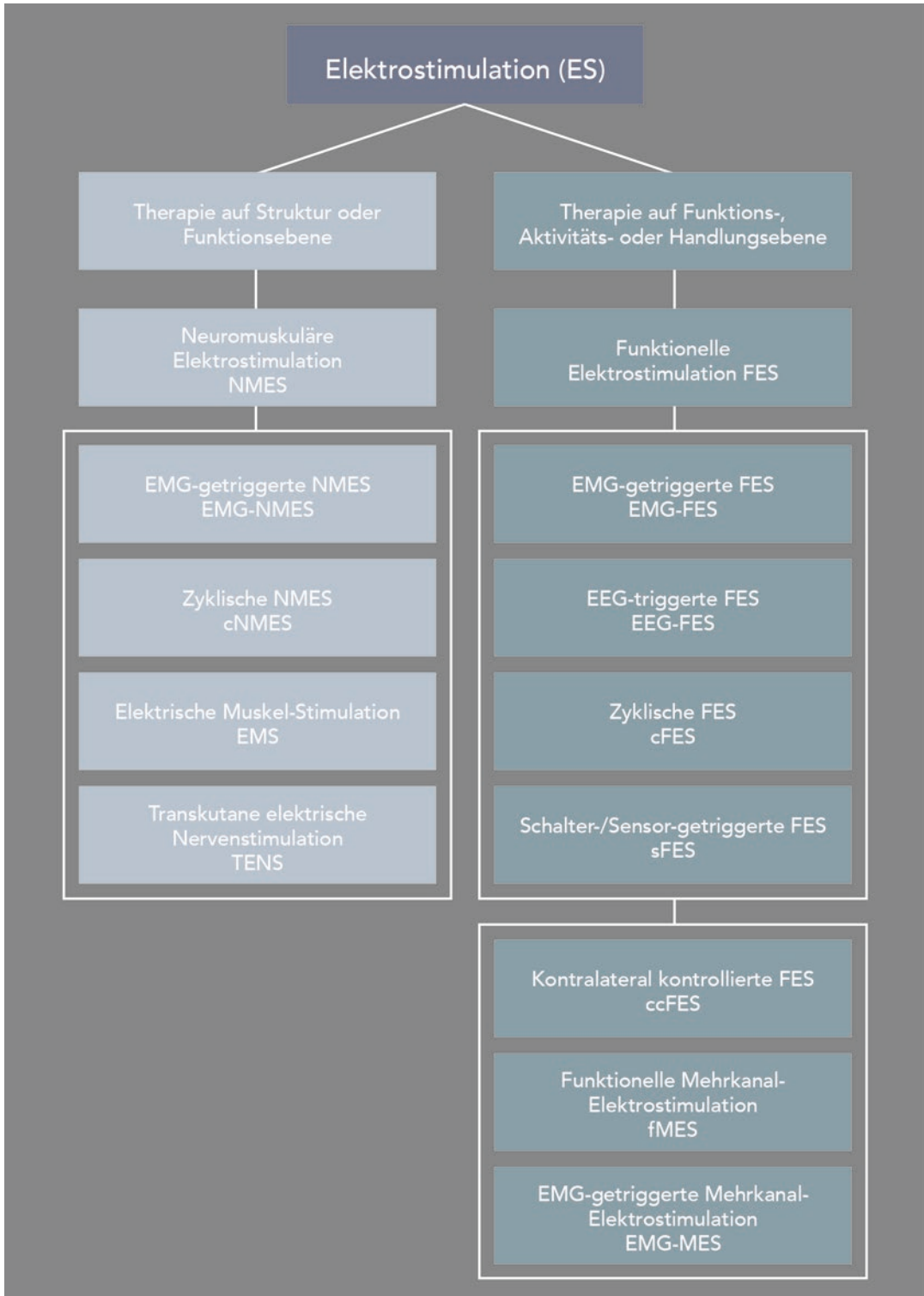


Abb. 1.1 Vergleich von Funktioneller (FES) und Neuromuskulärer Elektrostimulation (NMES) sowie deren Weiterentwicklungen