

*Gianpaolo Ronconi – Paola Emilia Ferrara*

---

# **TERAPIE FISICHE STRUMENTALI IN RIABILITAZIONE**

**PICCIN**

Opera coperta dal diritto d'autore.  
Tutti i diritti sono riservati, inclusi quelli relativi a TDM (text and data mining),  
al training dell'intelligenza artificiale e/o di tecnologie similari.

Questo testo contiene materiale, testi ed immagini, coperto da copyright e non può essere copiato, ri-prodotto, distribuito, trasferito, noleggiato, licenziato o trasmesso in pubblico, venduto, prestato a terzi, in tutto o in parte, o utilizzato in alcun altro modo, compreso l'uso per TDM, training dell'intelligenza artificiale e/o tecnologie similari, o altrimenti diffuso, se non previa espressa autorizzazione dell'Editore. Qualsiasi distribuzione o fruizione non autorizzata del presente testo, così come l'alterazione delle informazioni elettroniche, costituisce una violazione dei diritti dell'Editore e dell'Autore e sarà sanzionata civilmente e penalmente secondo quanto previsto dalla L. 633/1941 e ss.mm.

#### AVVERTENZA

Poiché le scienze mediche sono in continua evoluzione, benché siano stati compiuti tutti gli sforzi necessari per pubblicare dati e informazioni affidabili, l'Editore non si assume alcuna responsabilità legale per eventuali errori od omissioni contenuti in questo volume. Né l'Editore né gli Autori o Collaboratori possono ritenersi responsabili per qualsiasi conseguenza e/o per qualsiasi lesione o danno a persone, animali o cose derivanti dall'applicazione delle informazioni contenute in quest'opera. L'Editore desidera precisare che qualsiasi opinione espressa in questo libro dai singoli Autori o Collaboratori è personale e non riflette necessariamente il punto di vista/l'opinione dell'Editore. Le informazioni o le indicazioni contenute in questo libro sono destinate all'uso da parte di professionisti del settore sanitario e/o scientifico e sono fornite esclusivamente come integrazione del giudizio del medico o di altri professionisti, della loro conoscenza dell'anamnesi del paziente, delle istruzioni del produttore e delle linee guida appropriate. Qualsiasi informazione o consiglio su dosaggi, procedure o diagnosi deve essere verificata in modo autonomo sotto stretta sorveglianza specialistica e attenendosi alle istruzioni per l'uso e alle controindicazioni contenute nei foglietti illustrativi. Questo libro non indica se un particolare trattamento sia appropriato o adatto a un determinato individuo. In ultima istanza, è responsabilità esclusiva del professionista sanitario formulare il proprio giudizio professionale, in modo da consigliare e trattare i singoli pazienti in modo adeguato. Il nome di società o prodotti commerciali può corrispondere a ragioni sociali, marchi o marchi registrati ed è utilizzato esclusivamente per l'identificazione da parte del lettore e per la spiegazione dei concetti e dei case studies senza alcun intento pubblicitario o di utilizzo in violazione alla normativa vigente.

ISBN 978-88-299-3612-0

Copyright © 2026, Piccin Nuova Libraria S.p.A., Padova

---

www.piccin.it

# *Autori*

## **Gianpaolo Ronconi**

Fisiatra

Professore Associato di Medicina Fisica e Riabilitativa

UOSD Medicina Fisica e Riabilitativa

Direttore della Scuola di Specializzazione in Medicina Fisica e Riabilitativa

Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma

Fondazione Policlinico Universitario “Agostino Gemelli” IRCCS, Roma

## **Paola Emilia Ferrara**

Fisiatra

UOSD Medicina Fisica e Riabilitativa

Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma

Fondazione Policlinico Universitario “Agostino Gemelli” IRCCS, Roma

# *Collaboratori*

## **Allibrio Francesca Elsa**

Specializzanda in Medicina Fisica e Riabilitativa

Dipartimento Multidisciplinare di Specialità Medico-Chirurgiche ed Odontoiatriche,

Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”, Napoli

## **Ammendolia Antonio**

Fisiatra

Professore Ordinario di Medicina Fisica e Riabilitativa

Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche

Centro di Ricerca sulla Salute Muscoloscheletrica

Università degli Studi “Magna Graecia”, Catanzaro

## **Ariani Mariantonietta**

Specializzanda in Medicina Fisica e Riabilitativa

Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma

UOSD Medicina Fisica e Riabilitativa

Fondazione Policlinico Universitario “Agostino Gemelli” IRCCS, Roma

**Bellomo Rosa Grazia**

Fisiatra

Professore Ordinario di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Università LUM “Giuseppe Degennaro”, Bari

**Bravi Marco**

Fisioterapista

Fondazione Policlinico Campus Bio-Medico  
Università Campus Bio-Medico, Roma

**Bressi Federica**

Fisiatra

Professore Ordinario di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Fondazione Policlinico Campus Bio-Medico  
Università Campus Bio-Medico, Roma

**Calafiore Dario**

Fisiatra

Dipartimento di Neuroscienze, ASST Mantova  
Presidio multifunzionale di Bozzolo, Mantova

**Cecere Gaetano**

Fisiatra

Capitano, Addetto alla U.O.S. Fisiatria e Riabilitazione  
Policlinico Militare di Roma “Celio”

**Codazza Sefora**

Fisiatra

UOC Assistenza Domiciliare Integrata  
Azienda Sanitaria Locale di Frosinone

**Coraci Daniele**

Fisiatra

Professore Associato di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Dipartimento di Neuroscienze  
Università degli Studi di Padova

**Curci Claudio**

Fisiatra

Dipartimento di neuroscienze, ASST Mantova  
Presidio multifunzionale di Bozzolo, Mantova

**Cutaia Alberto**

Specializzando in Medicina Fisica e Riabilitativa  
Università Cattolica del Sacro Cuore, Roma

**De Sire Alessandro**

Fisiatra  
Professore Associato di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Dipartimento di Scienze Mediche e Chirurgiche  
Centro di Ricerca sulla Salute Muscoloscheletrica  
Università degli Studi “Magna Graecia”, Catanzaro

**Di Curzio Ludovica**

Specializzanda Medicina Fisica e Riabilitativa  
Fondazione Policlinico Campus Bio-Medico  
Università Campus Bio-Medico, Roma

**Di Maio Benedetto**

Fisiatra  
U.O.C. Ortopedia Pediatrica  
Dipartimento di Scienze Chirurgiche  
AORN Santobono-Pausilipon, Napoli

**Di Natale Isabella Ivana**

Specializzanda in Medicina Fisica e Riabilitativa  
Dipartimento Multidisciplinare di Specialità Medico-Chirurgiche  
ed Odontoiatriche  
Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”, Napoli

**Ferriero Giorgio**

Fisiatra  
Professore Associato di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Istituti Clinici Scientifici Maugeri IRCCS, Tradate, Varese,  
Biotecnologie e Scienze della Vita - Università dell’Insubria, Varese

**Foti Calogero**

Fisiatra  
Professore Ordinario di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Cattedra di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”

**Gimigliano Francesca**

Fisiatra

Professore Ordinario di Medicina Fisica e Riabilitativa

Dipartimento di Salute Mentale e Fisica e Medicina Preventiva

Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”, Napoli

**Giordani Laura**

Fisioterapista

Policlinico “Tor Vergata”, Roma

**Latini Eleonora**

Fisiatra

Facoltà di Medicina e Psicologia

Scuola di Specializzazione di Medicina Fisica e Riabilitativa

Sapienza Università di Roma

**Ljoka Concetta**

Fisiatra

Policlinico “Tor Vergata”, Roma

**Manocchio Nicola**

Fisiatra

Cattedra di Medicina Fisica e Riabilitativa

Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”

**Marinelli Gabriele**

Specializzando in Medicina Fisica e Riabilitativa

Fondazione Policlinico Campus Bio-Medico

Università Campus Bio-Medico, Roma

**Marotta Nicola**

Fisiatra

Centro di Ricerca sulla Salute Muscoloscheletrica

Dipartimento di Medicina Sperimentale e Clinica

Università degli Studi “Magna Graecia”, Catanzaro

**Miccinilli Sandra**

Fisiatra

Fondazione Policlinico Campus Bio-Medico

Università Campus Bio-Medico, Roma

**Musorrofiti Marco**

Fisioterapista  
Università eCampus, Novedrate (Como)

**Nusca Sveva Maria**

Fisiatra  
Facoltà di Medicina e Psicologia  
Scuola di Specializzazione di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Sapienza Università di Roma

**Paolucci Teresa**

Fisiatra  
Professore Associato di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Università degli Studi di Chieti-Pescara  
Centro CARES, Ospedale “S. Spirito”, Pescara

**Pinto Monica**

Fisiatra  
Professore Associato di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Università degli studi Link Campus University, Roma

**Saggini Raoul**

Fisiatra  
Professore Ordinario di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Università eCampus, Novedrate (Como)

**Santacaterina Fabio**

Fisioterapista  
Fondazione Policlinico Campus Bio-Medico  
Università Campus Bio-Medico, Roma

**Sciara Tommaso**

Fisiatra  
Colonnello, Capo U.O.S. Fisiatria e Riabilitazione  
Policlinico Militare di Roma “Celio”

**Sorbino Andrea**

Fisiatra  
Policlinico “Tor Vergata”, Roma

**Sterzi Silvia**

Fisiatra

Professore Ordinario di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Fondazione Policlinico Campus Bio-Medico  
Università Campus Bio-Medico, Roma

**Torrisi Ferdinando**

Specializzando in Medicina Fisica e Riabilitativa  
Fondazione Policlinico Campus Bio-Medico  
Università Campus Bio-Medico Roma

**Vetranò Mario**

Fisiatra

Professore Associato di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Facoltà di Medicina e Psicologia  
Scuola di Specializzazione di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Sapienza Università di Roma

**Vita Giulia**

Specializzanda in Fisiatria  
Cattedra di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Università degli Studi di Roma “Tor Vergata”

**Vulpiani Maria Chiara**

Fisiatra

Professore Associato di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Facoltà di Medicina e Psicologia  
Scuola di specializzazione di Medicina Fisica e Riabilitativa  
Sapienza Università di Roma

# *Prefazione*

Questo libro non è né un trattato né un compendio, ma un semplice manuale poco dispersivo, che ha il pregio di essere compatto ed essenziale.

È dedicato principalmente ai medici in formazione in Medicina fisica e riabilitazione e agli studenti del corso di Laurea in Fisioterapia e può essere fonte di aggiornamento anche per i medici già specialisti e i fisioterapisti sulle attuali e più recenti metodiche e apparecchiature elettromedicali utilizzate in campo riabilitativo.

La struttura di questo testo è molto semplice e scorrevole, in modo da fornire allo studente le evidenze scientifiche in ambito riabilitativo sulle varie terapie strumentali attualmente in uso, unite all'esperienza acquisita da ciascun autore in questo ambito.

Permetteteci di ringraziare tutti i Collaboratori che ci hanno aiutato con enorme generosità nella stesura di questo testo.

Inoltre il nostro personale ringraziamento è rivolto all'Editore e allo staff della Piccin che ci ha supportato e ci ha dato la possibilità di dare alle stampe questo manuale.

*Gianpaolo Ronconi  
Paola Emilia Ferrara*

*Alle mie figlie, Annarosa e Sveva.*

GIANPAOLO RONCONI

# *Indice generale*

<b>1 Mezzi fisici dalle origini ad oggi</b>	1
<i>Teresa Paolucci</i>	
1.1 Introduzione	1
1.2 Le origini dei mezzi fisici	1
<i>Rinascimento e Illuminismo: la crescita delle modalità terapeutiche</i>	3
<i>Il XIX secolo: nasce l'elettroterapia</i>	3
<i>Svolte del XX secolo: modernizzazione delle modalità fisiche</i>	3
<i>Il progresso dell'elettroterapia</i>	4
1.3 Una rivoluzione tecnologica	4
1.4 Approccio corretto e precauzioni nelle terapie fisiche strumentali	6
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	
<b>2 Caratteristiche fisiche generali delle terapie strumentali</b>	9
<i>Monica Pinto, Benedetto Di Maio</i>	
2.1 Introduzione	9
2.2 Mezzi meccanici	10
<i>Le onde sonore</i>	10
2.3 Mezzi termici	15
2.4 Campi elettromagnetici ed elettricità	16
2.5 Termoterapia endogena o diatermia ad onde radio: onde corte, micro-onde e diatermia resistivo-capacitativa	18
<i>Onde corte (Marconi Terapia)</i>	18
<i>Micro-onde (Radar Terapia)</i>	19
<i>Diatermia Resistivo-Capacitativa</i>	20
<i>Ipertermia Termostatizzata</i>	20
<i>Raggi infrarossi</i>	21
2.6 Magnetoterapia	22
2.7 Correnti elettriche ed elettroterapia	23
<i>Corrente continua: ionoforesi</i>	25
<i>Elettroterapia analgesica</i>	26
<i>Elettroterapia di Stimolazione o Elettrostimolazione</i>	
<i>Funzionale (FES)</i>	27
<i>Elettroterapia di Stimolazione Neuromuscolare (NMES)</i>	28

2.8 Onde dello spettro luminoso: ultravioletti, L.A.S.E.R.	28
<i>Ultravioletti</i>	28
<i>L.A.S.E.R.</i>	29
2.9 Conclusioni	31
<b>CONSIGLI DI LETTURA</b>	31

### **3 Ipertermia** 33

*Tommaso Sciarra, Gaetano Cecere*

3.1 Introduzione	33
3.2 Meccanismi di azione	34
3.3 Effetti terapeutici	35
3.4 Indicazioni cliniche e controindicazioni	36
3.5 Parametri di trattamento	37
3.6 Protocolli di trattamento	40
3.7 Vantaggi dell'ipertermia rispetto alle termoterapie tradizionali	41
3.8 Aspetti tecnici e certificazioni	42
3.9 Futuro dell'ipertermia	44
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	46

### **4 La tecarterapia. Principi fisici, effetti biologici e applicazioni cliniche** 49

*Giorgio Ferriero*

4.1 Introduzione alla tecarterapia	49
4.2 Principi fisici	49
4.3 Effetti biologici	50
4.4 Modalità di azione	51
<i>Modalità capacitiva</i>	51
<i>Modalità resistiva</i>	51
4.5 Applicazioni cliniche	51
4.6 Indicazioni tecniche	53
4.7 Controindicazioni e precauzioni	54
4.8 Conclusioni e prospettive future	55
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	55

### **5 Ultrasuoni e crioultrasuoni** 57

*Alessandro de Sire, Nicola Marotta, Claudio Curci, Dario Calafiore, Antonio Ammendolia*

5.1 Principi fisici ed effetti biologici degli ultrasuoni	57
<i>Cenni storici</i>	57

<i>Principi fisici</i>	57
<i>Effetti biologici</i>	59
5.2 Ruolo degli ultrasuoni in riabilitazione	60
<i>Modalità di applicazione degli ultrasuoni</i>	60
<i>Indicazioni terapeutiche degli ultrasuoni in riabilitazione</i>	60
<i>Controindicazioni ed eventi avversi</i>	63
5.3 Ruolo dei crioultrasuoni in riabilitazione	63
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	66
<b>6 Onde d'urto</b>	69
<i>Mario Vetrano, Sveva Maria Nusca, Eleonora Latini, Maria Chiara Vulpiani</i>	
6.1 Introduzione e storia	69
6.2 Principi fisici e caratteristiche	70
6.3 Meccanismi d'azione	71
6.4 Apparecchiature e generazione dell'onda d'urto	72
6.5 Protocolli di trattamento	73
6.6 Indicazioni e controindicazioni	74
6.7 Gestione del paziente	76
6.8 Evidenze scientifiche	77
6.9 Associazioni terapeutiche	78
6.10 Prospettive future	78
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	79
<b>7 Energia vibratoria</b>	81
<i>Nicola Manocchio, Concetta Ljoka, Laura Giordani, Andrea Sorbino, Giulia Vita, Calogero Foti</i>	
7.1 Cenni storici	81
7.2 Meccanismo d'azione	81
7.3 Effetti biologici	83
<i>Effetti sul tessuto osseo</i>	84
<i>Effetti sul tessuto muscolare e sul sistema nervoso</i>	84
<i>Effetti sul sistema endocrino</i>	85
<i>Effetti sul tessuto adiposo</i>	85
<i>Effetti sul sistema circolatorio</i>	86
<i>Effetti sul sistema nocicettivo</i>	86
7.4 Modalità applicative	86
<i>Vibrazione a corpo intero (Whole Body Vibration, WBV)</i>	86
<i>Vibrazione del Sistema Mano-Braccio (Hand-Arm Vibration, HAV)</i>	87
<i>Vibrazione Localizzata (Local Vibration, LV)</i>	88

7.5	Indicazioni	88
	<i>Osteopenia</i>	88
	<i>Ipotrofia muscolare da non uso</i>	89
	<i>Retrazioni muscolari post-chirurgiche e posturali</i>	90
	<i>Ipertono spastico</i>	90
	<i>Dolore</i>	90
	<i>Altre applicazioni</i>	90
7.6	Controindicazioni	90
	<i>Eventi avversi</i>	91
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	92
<b>8</b>	<b>Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS)</b>	93
	<i>Paola Emilia Ferrara, Gianpaolo Ronconi</i>	
8.1	Introduzione e cenni storici	93
8.2	Apparecchiature e modalità di trattamento	94
8.3	Principali effetti biologici e terapeutici della TENS	97
8.4	Indicazioni terapeutiche per l'applicazione della TENS	98
8.5	Controindicazioni ed effetti collaterali	98
8.6	Evidenze in letteratura sull'efficacia terapeutica della TENS	99
8.7	Appropriatezza della TENS in riabilitazione	100
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	101
<b>9</b>	<b>Ionoforesi</b>	103
	<i>Paola Emilia Ferrara, Mariantonietta Ariani, Alberto Cutaia, Gianpaolo Ronconi</i>	
9.1	Principi fisici ed effetti biologici della ionoforesi	103
	<i>Cenni storici</i>	103
	<i>Principi fisici</i>	104
	<i>Effetti biologici</i>	105
9.2	Farmaci utilizzati mediante ionoforesi	106
9.3	Ruolo della ionoforesi in riabilitazione	106
	<i>Modalità di applicazione della ionoforesi</i>	106
	<i>Indicazioni terapeutiche della ionoforesi in riabilitazione</i>	107
9.4	Ionoforesi e letteratura scientifica	108
9.5	Ruolo della ionoforesi nell'osteoartrite del ginocchio associata a cisti di Backer	108
9.6	Ruolo della ionoforesi in pazienti con sindrome da impingement subacromiale	108
9.7	Controindicazioni ed eventi avversi	109
	<b>BIBLIOGRAFIA</b>	109

<b>10 Elettrostimolazione muscolare</b>	111
<i>Daniele Coraci</i>	
10.1 Introduzione	111
10.2 Storia	111
10.3 Parametri	113
<i>Frequenza</i>	113
<i>Durata dell'impulso</i>	115
<i>Intensità</i>	115
<i>Duty cycle</i>	115
<i>Tempo di rampa</i>	115
<i>Tempo di trattamento</i>	116
<i>Forma d'onda</i>	116
10.4 Applicazioni cliniche	117
10.5 Effetti collaterali	118
10.6 Basi scientifiche e future applicazioni	120
BIBLIOGRAFIA	121
<b>11 Laserterapia</b>	123
<i>Sefora Codazza, Paola Emilia Ferrara, Gianpaolo Ronconi</i>	
11.1 Definizione	123
11.2 Cenni storici	123
11.3 Proprietà fondamentali della luce laser	124
11.4 Componenti fisiche di base del sistema laser	125
11.5 Processo di emissione della luce laser	126
11.6 Modalità di emissione	127
11.7 Parametri fisici del raggio laser	128
11.8 Interazione laser-tessuti: fenomeni ottici, effetti biologici e terapeutici	130
<i>Fenomeni ottici</i>	131
<i>Effetti biologici</i>	132
<i>Effetti terapeutici</i>	133
11.9 Tipi di apparecchiature	135
<i>Laser solidi</i>	135
<i>Laser a gas</i>	141
<i>Laser liquidi</i>	147
11.10 Indicazioni	147
11.11 Controindicazioni	149
11.12 Effetti collaterali	150
11.13 Norme generali di trattamento	150
11.14 Classi di rischio dei laser	151

11.15 Protezionistica	153
11.16 Protocolli di trattamento	154
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	155
<b>12 Magnetoterapia</b>	161
<i>Gabriele Marinelli, Ferdinando Torrisi, Ludovica Di Curzio, Marco Bravi, Fabio Santacaterina, Sandra Miccinilli, Federica Bressi, Silvia Sterzi</i>	
12.1 Basi biofisiche della magnetoterapia	161
12.2 Effetti biologici	163
<i>Ioni e canali ionici</i>	163
12.3 Indicazioni terapeutiche della magnetoterapia	164
<i>Dolore</i>	165
<i>Osteoporosi</i>	166
<i>Osteonecrosi</i>	167
<i>Pseudoartrosi e ritardi di consolidazione delle fratture ossee</i>	168
12.4 Controindicazioni della magnetoterapia	168
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	169
<b>13 La crioterapia nei processi riabilitativi post-chirurgici, traumatici e neurologici</b>	171
<i>Raoul Saggini, Rosa Grazia Bellomo, Marco Musorrofitti</i>	
13.1 Introduzione	171
13.2 Definizione e principi della crioterapia	172
13.3 Meccanismi fisiologici del freddo	173
13.4 Applicazioni in riabilitazione post-chirurgica	174
13.5 Uso della crioterapia in lesioni traumatiche	175
13.6 Crioterapia in ambito neurologico	176
13.7 Modalità di applicazione	177
13.8 Durata e frequenza del trattamento	177
13.9 Effetti collaterali e controindicazioni	178
13.10 Evidenze scientifiche e studi clinici	179
13.11 Energie fisiche associate a crioterapia e compressione	181
13.12 Conclusioni	185
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	187
<b>14 EBM e appropriatezza nei mezzi fisici</b>	191
<i>Francesca Elsa Allibrio, Isabella Ivana Di Natale, Francesca Gimigliano</i>	
14.1 EBM e appropriatezza	191

<i>14.2</i> Trasferimento energetico capacitivo-resistivo	192
<i>14.3</i> Ipertermia	193
<i>14.4</i> Ultrasuoni	193
<i>14.5</i> TENS	194
<i>14.6</i> Ionoforesi	195
<i>14.7</i> Elettrostimolazione	196
<i>14.8</i> Laserterapia	198
<i>14.9</i> Onde d'urto	200
<i>14.10</i> Energia vibratoria	201
<i>14.11</i> Crioterapia	202
<i>14.12</i> Magnetoterapia	203
<i>14.13</i> Conclusioni	204
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	204
<b>Indice analitico</b>	213