



Università degli Studi di Padova

CORSO DI LAUREA IN FISIOTERAPIA
PRESIDENTE: *Ch.mo Prof. Raffaele De Caro*

TESI DI LAUREA

**RIABILITAZIONE DELLA FUNZIONE MOTORIA DELLA MANO
CON BRACCIALETTO A BIOFEEDBACK
ELETTROMIOGRAFICO DI SUPERFICIE, DOPO ICTUS:
STUDIO LONGITUDINALE PILOTA**

*Rehabilitation of hand motor function by sEMG biofeedback armband,
after stroke: pilot longitudinal study*

RELATORE: Dott. Mag. PhD. Andrea Turolla
Correlatore: Dott.ssa Giorgia Pregnolato

LAUREANDA: Salvalaggio Silvia

Anno Accademico 2017-2018

Riabilitazione della funzione motoria della mano con braccialetto a biofeedback elettromiografico di superficie, dopo ictus: studio longitudinale pilota

Background e scopo dello studio:

L'ictus cerebrale è la seconda causa di morte nel mondo, la terza di disabilità acquisita e la prima nell'anziano^[1,2]. Gli impairment motori più comuni e spesso invalidanti conseguenti all'ictus colpiscono l'arto superiore ed in particolare la mano, pertanto il recupero delle funzioni motorie rappresenta un elemento chiave della riabilitazione^[3]. Il biofeedback a elettromiografia di superficie (sEMG-BFB) traduce parametri fisiologici della contrazione muscolare in segnali visivi, acustici e aptici, fornendo al paziente informazioni in tempo reale relative alla performance motoria^[4]. L'obiettivo del presente studio è valutare gli effetti clinici, la fruibilità e la sicurezza dell'utilizzo di un braccialetto a sEMG-BFB nel trattamento dei deficit motori della mano in pazienti con esiti di ictus.

Materiali e metodi:

Sono stati reclutati pazienti (Luglio 2017 – Settembre 2018) con diagnosi di ictus ischemico/emorragico primo evento di età > 18 anni. I pazienti hanno svolto 15 sedute di trattamento (1h/die), 5 volte/settimana, e sono stati sottoposti ad una valutazione clinica e una strumentale all'inizio e alla fine delle 3 settimane. Le misure di outcome cliniche sono state: Fugl-Meyer Assessment (FMA), Reaching Performance Scale (RPS), Box and Blocks Test (BBT), Nine Hole Pegboard Test (NHPT), Modified Ashworth Scale (MAS), Functional Independence Measure (FIM). Le misure di outcome strumentali sono state: numero di movimenti calibrati, tempo di contrazione e tempo di rilassamento muscolare.

Il dispositivo (Figura 1) è prodotto dall'Istituto Italiano di Tecnologia (IIT) in associazione con l'azienda Morecognition Srl e l'Ospedale San Camillo IRCCS Srl di Venezia. E' un braccialetto indossabile a 8 elettrodi bipolari che rileva misure elettrofisiologiche dell'attivazione muscolare e misure cinematiche dei movimenti della mano.

Ogni seduta di trattamento (Figura 2) inizia con la calibrazione dell'attività mioelettrica a riposo (baseline) e durante l'esecuzione di 10 movimenti della mano; quelli per i quali viene rilevato segnale sufficiente vengono poi riproposti durante gli esercizi.

Risultati:

Il campione è composto da 21 pazienti (M:F = 17:4) con ictus, di cui 5 emorragici (24%) e 16 ischemici (76%), 13 con emiparesi destra (62%) e 8 sinistra (38%). L'età media è di 63.24 anni \pm 11.67, la mediana di 65 anni (43-84). Il tempo medio dalla lesione è di 8 mesi con una mediana di 3 mesi (1-46). Miglioramenti clinici significativi sono stati riscontrati nella BBT, RPS, FIM, FM motoria AS (Tabella 1).

Sono stati analizzati i dati strumentali di 15 su 21 pazienti. Miglioramenti significativi nel tempo di contrazione e rilassamento sono stati riscontrati rispettivamente in 3 e in 4 delle 5 coppie di movimenti calibrati alla prima e all'ultima seduta (Tabella 2 e Tabella 3).

Prima del trattamento soltanto 13 su 15 pazienti erano in grado di svolgere tutti i movimenti, mentre alla fine del trattamento tutti i 15 pazienti erano in grado di svolgere tutti i movimenti. Tuttavia questo aumento non è risultato statisticamente significativo.

Discussione e conclusioni:

L'utilizzo del braccialetto a sEMG-BFB ha portato effetti significativi nel miglioramento del controllo motorio dei gesti della mano in pazienti con esiti di ictus. Questo dispositivo potrebbe in futuro venire utilizzato nel monitoraggio del segnale elettrico residuo in pazienti che non presentano movimenti funzionali, o come

47 strumento per studiare e favorire il controllo motorio durante l'esecuzione di performance specifiche della
48 mano.

49

50 Bibliografia

51 [1] World Health Organization (2018), *The top 10 causes of death*, [https://www.who.int/news-room/fact-](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death)
52 [sheets/detail/the-top-10-causes-of-death](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death)

53 [2] SPREAD (2017), *Ictus cerebrale: linee guida italiane di prevenzione e trattamento - VIII edizione*.

54 [3] Pollock A, Farmer SE, Brady MC, et al. Interventions for improving upper limb function after
55 stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;2014(11):CD010820. Published 2014 Nov 12.
56 doi:10.1002/14651858.CD010820.pub2

57 [4] Giggins OM, Persson UM, Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil.* 2013;10:60.
58 Published 2013 Jun 18. doi:10.1186/1743-0003-10-60

59

60

61 **Figure e Tabelle.**

62

63

64

65

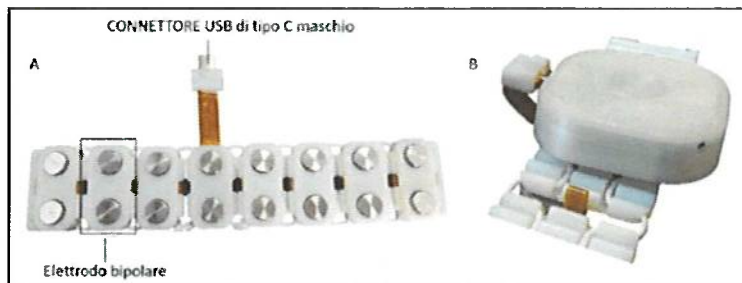
66

67

68

69

70



71 Figura 1: braccialetto prototipo del Progetto MO.RE

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89



90 Figura 2: a) Setting; b) Interfaccia principale con radar
91 graph (a sinistra) e i 10 movimenti da calibrare (a destra);
92 c) Esempio di uno degli esercizi

93

94

Variabili	Mediana PRE	Mediana POST	p-value
BBT	9	22	0.003 *
NHPT	0.02	0.10	0.272
RPS	20	26	0.011 *
MAS	1	1	0.359
FIM	104	112	0.004 *
FM tot	116	122	0.082
FM motoria AS	42	46	0.020 *
FM dolore/ROM	46	43	0.060
FM sensibilità	23	23	0.635
FM balance	10	12	0.159

Tabella 1: Mediana dei dati clinici prima e dopo il trattamento e valore del p-value del test di Wilcoxon. Evidenziati i valori dei p-value < 0.05 che esprimono un cambiamento significativo *

Coppie di movimenti	Mediana PRE	Mediana POST	p-value	Mediana PRE	Mediana POST	p-value
	Abduzione - Pinza	2.21	1.07	0.049 *	2.18	1.48
Pronazione - Supinazione	1.29	0.77	0.105	1.56	0.93	0.024 *
Flessione – Estensione dita	1.66	0.73	0.013 *	1.60	0.95	0.002 *
Flessione – Estensione polso	1.06	0.63	0.364	1.00	0.72	0.090
Deviazione ulnare - radiale	1.21	0.57	0.033 *	1.36	0.94	0.017 *

Tabella 2 (a sinistra) e Tabella 3 (a destra): Valori di mediana prima e dopo il trattamento relativi al tempo (secondi) necessario alla contrazione muscolare (Tabella 2) e al rilassamento (Tabella 3) per ogni coppia di movimenti. Evidenziati i p-value del test di Wilcoxon < 0.05 che indicano un cambiamento significativo *

95
96
97
98

99

1 Rehabilitation of hand motor function by sEMG-biofeedback armband, after stroke: 2 a pilot longitudinal study

3 4 Background and aim:

5 Stroke is the second cause of death and the third of disability worldwide. If the elderly population is
6 considered, stroke is the first cause of disability^[1,2]. Impairments of the motor function of the upper limb and
7 hand are the most invalidating after stroke, thus the aim of neurorehabilitation is minimizing functional
8 consequences.^[3] Surface Electromyography Biofeedback (sEMG-BFB) is a method that convert myoelectric
9 signals of muscle contraction into auditory, haptic or visual feedback, providing biological information to
10 patients in real-time that would otherwise be unknown.^[4] The aim of this study is to evaluate the clinical
11 effects and the feasibility of a sEMG-BFB armband in the rehabilitation of hand motor function impairments
12 in stroke patients.

13 14 Materials and Methods:

15 Patients after first single stroke were enrolled (July 2017 – September 2018), age > 18 years old. The
16 treatment lasted 15 sessions of 1 hour each, provided 5 times/week, along 3 weeks. Each patient was
17 assessed clinically and instrumentally before and after a treatment based on a BFB provided by a sEMG
18 armband. Clinical outcome measures were: Fugl-Meyer Assessment (FMA), Reaching Performance Scale
19 (RPS), Box and Blocks Test (BBT), Nine Hole Pegboard Test (NHPT), Modified Ashworth Scale (MAS),
20 Functional Independence Measure (FIM). Instrumental outcome measures were: number of calibrated
21 movements, time of contraction and time of relaxation.

22 The device is a wearable armband composed by 8 dry bipolar sEMG electrodes able to detect muscles
23 activation at the level of patients' forearm during hand movements (Figure 1).

24 In each session, sEMG baseline and MVC of 10 movements of patient's forearm muscle activity were
25 recorded. The extractions of muscle pattern activations of each movement were used to perform sEMG-BFB
26 exercises with a PC interface.

27 28 Results:

29 Twenty-one patients with hemorrhagic (n=5, 24%) and ischemic stroke (n=16, 76%) were enrolled (M:F = 17:4).
30 Mean age was 63.24 ± 11.67 years old, median age was 65 years old (min 43 - max 84). Mean time from
31 lesion onset was 8 months with a median of 3 months (min 1- max 46). Significant improvements were obtain
32 in BBT, RPS, FIM, FM Upper Extremity motor function (Table 1).

33 Instrumental data of 15 out of 21 patients were analyzed. Significant improvement in time of contraction and
34 time of relaxation were found in 3 and 4 out of 5 calibrated couples of movement respectively (Table 2 and
35 Table 3).

36 Before treatment 13 out of 15 patients were able to perform 10 movements, while after treatment 15
37 patients were able to perform all of the movements. Anyway this result was not statistically significant
38 (McNemar test > 0.05).

39 40 Conclusions:

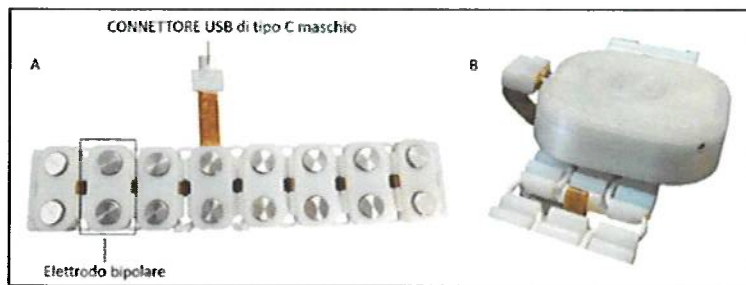
41 The use of a sEMG-BFB armband provided significative effects in the improvement of motor recovery and
42 motor control during arm movements in stroke patients. This device could become an useful method for
43 monitoring myoelectrical signals in patients who are not able to perform functional movements or as a tool
44 for studying and enhancing motor control and motor learning during the execution of specific hand motor
45 performance.

46

47 **References**

- 48 [1] World Health Organization (2018), *The top 10 causes of death*, [https://www.who.int/news-room/fact-](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death)
49 [sheets/detail/the-top-10-causes-of-death](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death)
50 [2] SPREAD (2017), *Ictus cerebrale: linee guida italiane di prevenzione e trattamento - VIII edizione*.
51 [3] Pollock A, Farmer SE, Brady MC, et al. Interventions for improving upper limb function after
52 stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;2014(11):CD010820. Published 2014 Nov 12.
53 doi:10.1002/14651858.CD010820.pub2
54 [4] Giggins OM, Persson UM, Caulfield B. Biofeedback in rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil.* 2013;10:60.
55 Published 2013 Jun 18. doi:10.1186/1743-0003-10-60

56
57 **Figures and Tables.**



66 Figure 1: the armband prototype of MO.RE Project



Figure 2: a) Setting; b) PC interface with radar graph and the 10 movements to calibrate; c) Example of exercise

Variabili	Mediana PRE	Mediana POST	p-value
BBT	9	22	0.003 *
NHPT	0.02	0.10	0.272
RPS	20	26	0.011 *
MAS	1	1	0.359
FIM	104	112	0.004 *
FM tot	116	122	0.082
FM motoria AS	42	46	0.020 *
FM dolore/ROM	46	43	0.060
FM sensibilità	23	23	0.635
FM balance	10	12	0.159

Table 1: Median (IQR) of clinical data before and after treatment and results of p-value of Wilcoxon test.
Statistical significance: p-value < 0.05 (*).

Coppie di movimenti	Table 2			Table 3		
	Mediana PRE	Mediana POST	p-value	Mediana PRE	Mediana POST	p-value
Abduzione - Pinza	2.21	1.07	0.049 *	2.18	1.48	0.013 *
Pronazione - Supinazione	1.29	0.77	0.105	1.56	0.93	0.024 *
Flessione – Estensione dita	1.66	0.73	0.013 *	1.60	0.95	0.002 *
Flessione – Estensione polso	1.06	0.63	0.364	1.00	0.72	0.090
Deviazione ulnare - radiale	1.21	0.57	0.033 *	1.36	0.94	0.017 *

Table 2 (left) & Table 3 (right): Median (IQR) time (seconds) needed for muscle contraction (Table 2) and relaxation (Table 3) before and after the treatment and p-value Wilcoxon test. Statistical Significance p-value < 0.05 (*)

91
92
93
94

95
96