

UNIVERSITÀ CAMPUS BIO-MEDICO DI ROMA

U.O.C. di Medicina Fisica e Riabilitativa

Direttore: Prof.ssa Silvia Sterzi

**RIABILITAZIONE FUNZIONALE ROBOTICA POST-ICTUS:
RAZIONALE ED ESPERIENZE**

Dott. Ft. Marco Bravi



U.O.C. di Medicina Fisica e Riabilitativa del Policlinico Universitario Campus Bio-Medico di Roma.

Laboratorio di Robotica Bio-Medica e Bio-microsistemi, Facoltà di Ingegneria Bio-medica dell'Università Campus Bio-Medico di Roma.



**Equipe: Medici specialisti in Riabilitazione,
Fisioterapisti ed Ingegneri bio-medici**



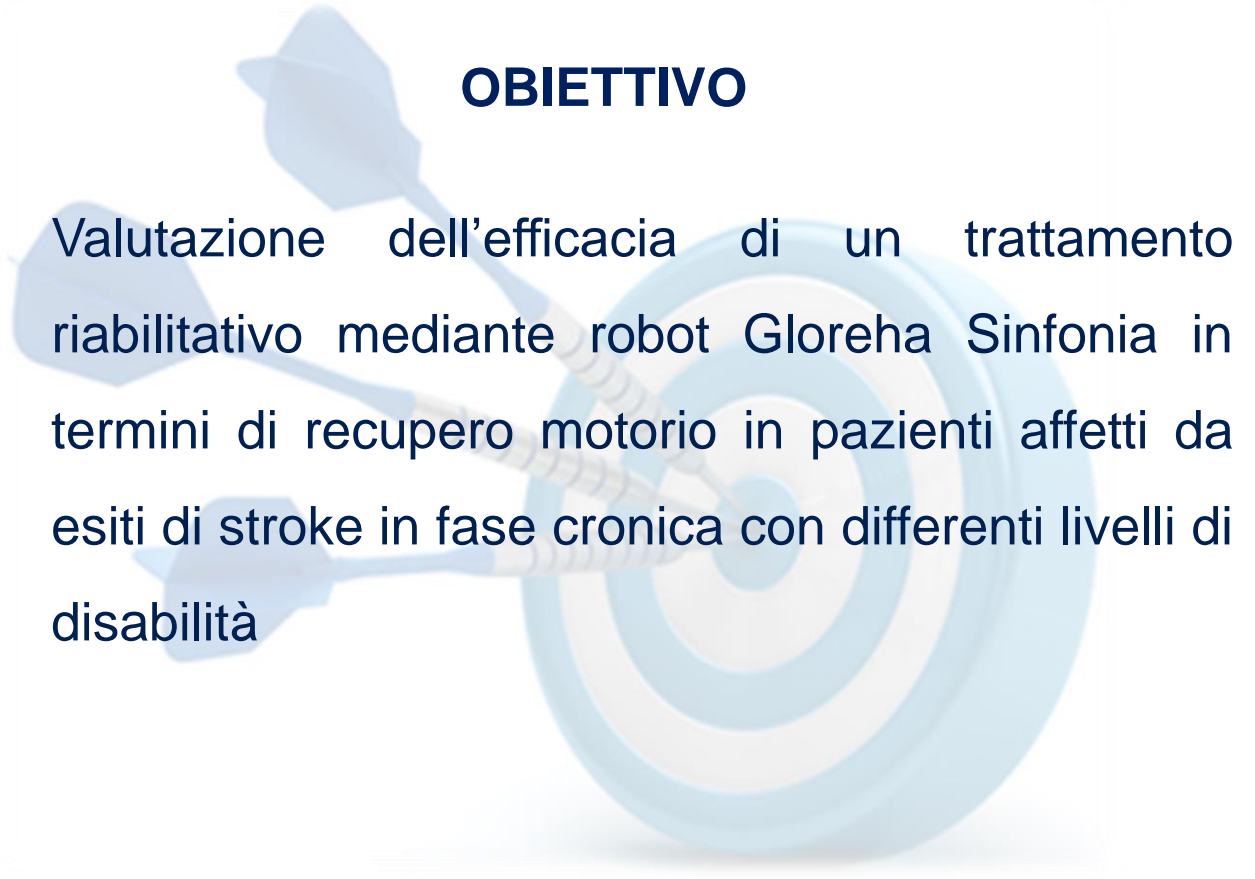
**Robotic hand treatment of patients affected by chronic stroke:
a monocentric longitudinal pilot study**

S. Miccinilli¹, M. Bravi¹, C. Foti², M. Morrone¹, M. Maselli¹, F. Santacaterina¹,
F. Scotto Di Luzio³, L. Zollo³, S. Sterzi¹ and F. Bressi¹

**TRATTAMENTO ROBOTICO DELLA
MANO IN PAZIENTI AFFETTI ESITI DI
STROKE IN FASE CRONICA: STUDIO
MONOCENTRICO LONGITUDINALE**

OBIETTIVO

Valutazione dell'efficacia di un trattamento riabilitativo mediante robot Gloreha Sinfonia in termini di recupero motorio in pazienti affetti da esiti di stroke in fase cronica con differenti livelli di disabilità



Trattamento robotico della mano: stato dell'arte

Behavioural Neurology
Volume 2017, Article ID 3908135, 20 pages
<https://doi.org/10.1155/2017/3908135>

Review Article

Hand Rehabilitation Robotics on Poststroke Motor Recovery

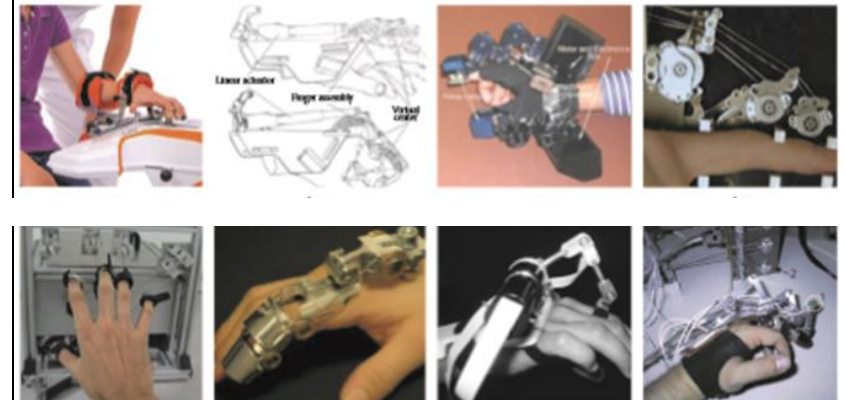
Zan Yue, Xue Zhang, and Jing Wang

School of Mechanical Engineering, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China

Correspondence should be addressed to Jing Wang; wangpele@gmail.com

Received 23 May 2017; Revised 26 July 2017; Accepted 9 August 2017; Published 2 November 2017

Academic Editor: Xiaoling Hu



The recovery of hand function is one of the most challenging topics in stroke rehabilitation. Although the robot-assisted therapy has got some good results in the latest decades, the development of hand rehabilitation robotics is left behind. Existing reviews of hand rehabilitation robotics focus either on the mechanical design on designers' view or on the training paradigms on the clinicians' view, while these two parts are interconnected and both important for designers and clinicians. In this review, we explore the current



Home-based hand rehabilitation with a robotic glove in hemiplegic patients after stroke: a pilot feasibility study	Bernocchi p. et al. 2018	Subacute	Hand rehabilitation home program 45 min/day for 6 days/week for 8 weeks (passive treatment) No control group No additional therapy Gloreha Lite device	17 subjects	Gloreha Lite is feasible and safe Improvement in MI, NHPT, Grip Test
Efficacy of Short-Term Robot-Assisted Rehabilitation in Patients With Hand Paralysis After Stroke: A Randomized Clinical Trial	Jorge H. Villafaña et al. 2018	Subacute Inpatients	Experimental group: 1hour traditional physiotherapy+occupational therapy and 30 min Gloreha (passive treatment) Control group: 1hour traditional physiotherapy + occupational therapy and 30 min more physiotherapy+occupational therapy 15 sessions	32 subjects (16 EG+16CG)	Both groups improved NIHSS, BI,MI, and Quick DASH EG had greater reduction in pain compared with control group
Feasibility and efficacy of a robotic device for hand rehabilitation in hemiplegic stroke patients: A randomized pilot controlled study	Vanoglio F. et al. 2017	Subacute Inpatients	Experimental group: traditional rehabilitation+ hand rehabilitation by means of Gloreha (passive treatment) Control Group: traditional rehabilitation+ passive hand mobilization by physiotherapist Hand treatment 30 sessions 40 min/day for 5 days/week Gloreha Professional	27 subjects (14 EG+13 CG)	Gloreha feasible and effective in recovering fine manual dexterity and strength and reducing arm disability (MI, NHPT, GRIP test, PINCH test)
Hand passive mobilization performed with robotic assistance: acute effects on upper limb perfusion and spasticity in stroke survivors	Gobbo et al. 2017	Subacute/Chronic	Single session of robot-assisted passive mobilization of the paretic hand, lasting 20 minutes	23 subjects	Improvements in forearm perfusion when all fingers are mobilized simultaneously, reduction in spasticity, stiffness and pain
Robot-Assisted Rehabilitation of Hand Paralysis After Stroke Reduces Wrist Edema and Pain: A Prospective Clinical Trial	Borboni A. et al. 2016	Subacute (naïve for any treatment)	Passive mobilization of the hand for 30 min in the morning and 30 min in the afternoon. In addition standard rehabilitation (physical and occupational) 20 sessions over a period of 2 weeks (10 sessions per week)	35 subjects (16 full paralysis+ 14 partial paralysis) Ability to extend wrist 20°	partial paralysis group experienced greater reduction of edema at the wrist and pain when compared with full paralysis group
Changes in skeletal muscle perfusion and spasticity in patients with poststroke hemiparesis treated by robotic assistance (Gloreha) of the hand	Bissolotti et al. 2016	Chronic	10 sessions within a period of three weeks (every other day) lasting one hour each (passive mobilization)	7 subjects	Improvement in local muscle perfusion, diminished spasticity, decreased symptoms of heaviness and stiffness
Effects of contralesional robot-assisted hand training in patients with unilateral spatial neglect following stroke: a case series study	Varalta V. et al. 2014	Chronic	10 sessions each lasting 30 min 5 days/week for 2 weeks (passive mobilization)	3 subjects	Robot assisted left (contralesional) hand training may improve visuospatial exploration and attention and speed in gross movement of the arm, hand and fingers, as well as fingertip dexterity

Descrizione del campione

Criterio assegnazione: gruppo Attivo: 20° estensione attiva del polso



13 pazienti

- Gruppo Attivo (6pz, FM 39.5 ± 4.46 ; MP 9 ± 4.94 ; MI 71.50 ± 4.81)
- Gruppo Passivo (7pz, FM $15,15 \pm 5.58$; MP 1.57 ± 0.57 ; MI 31.57 ± 15.15)

Criteri inclusione

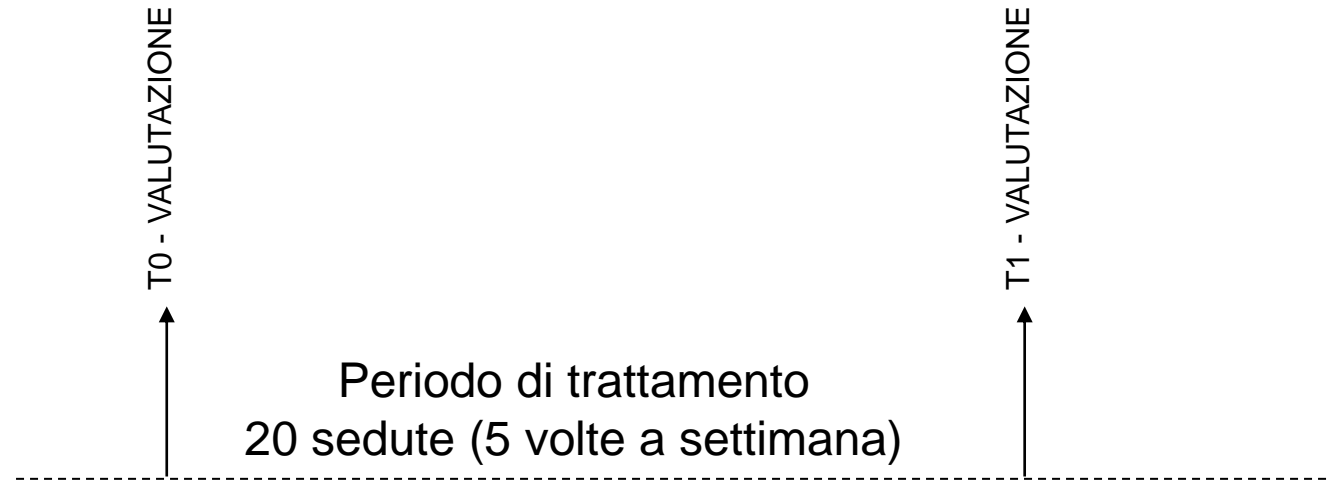
- Funzioni cognitive e di linguaggio sufficienti a seguire le istruzioni (MMSE >22)
- Modified Ashworth ≤ 3
- Consenso informato

Criteri di esclusione:

- Deformità cronica dell'arto paretico
- Storia di neuropatia periferica
- Patologie muscoloscheletriche dell'arto interessato
- Complex regional pain syndrome
- Grave emianestesia



Scale di valutazione



Fugl-Meyer scale

Motor Power

Motricity Index

Ashworth scale

Nine Hole Peg Test (solo gruppo attivo)

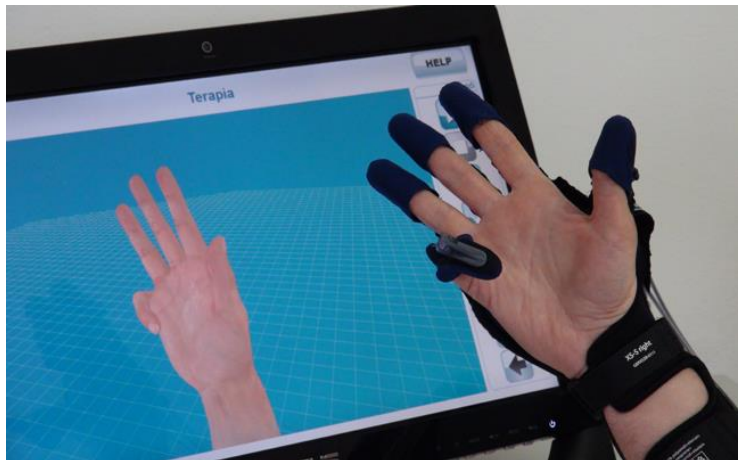
Valutazione dinamometrica chiusura mano (solo gruppo attivo)



Trattamento sperimentale con Gloreha

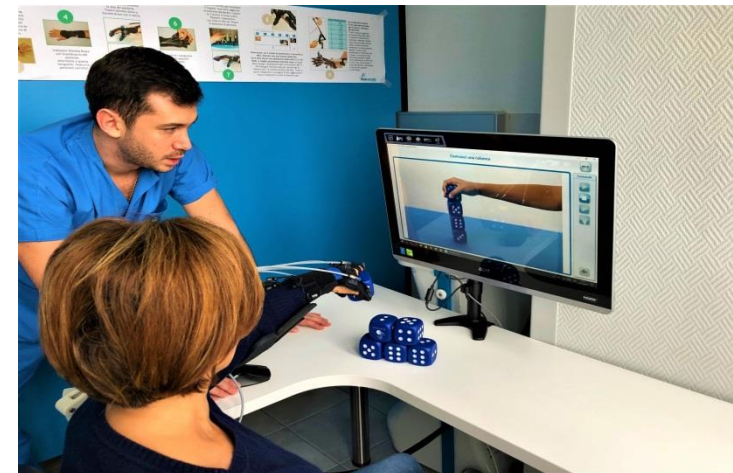
Gruppo passivo

- Mobilizzazione singole dita in sequenza
- Presa a pinza
- Chiusura mano a pugno
- Movimenti randomici delle singole dita

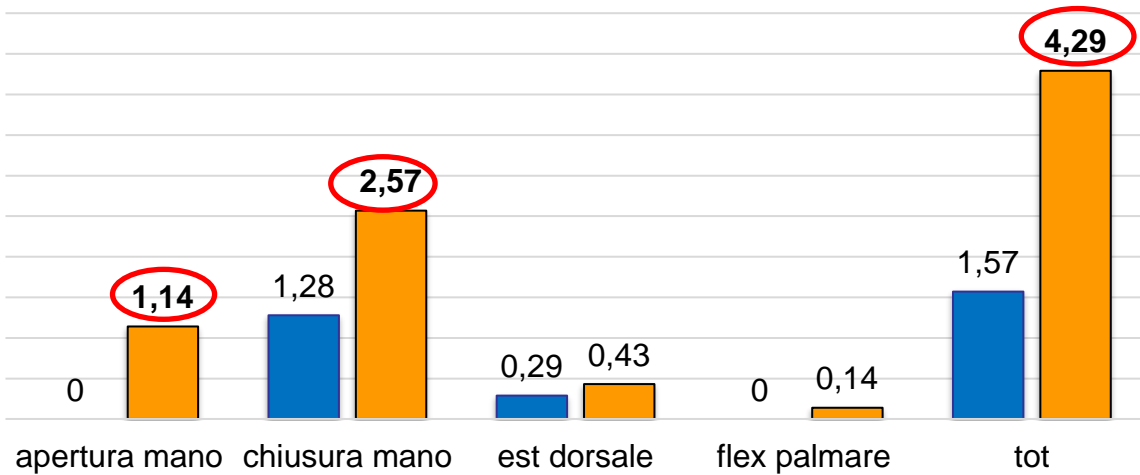


Gruppo attivo

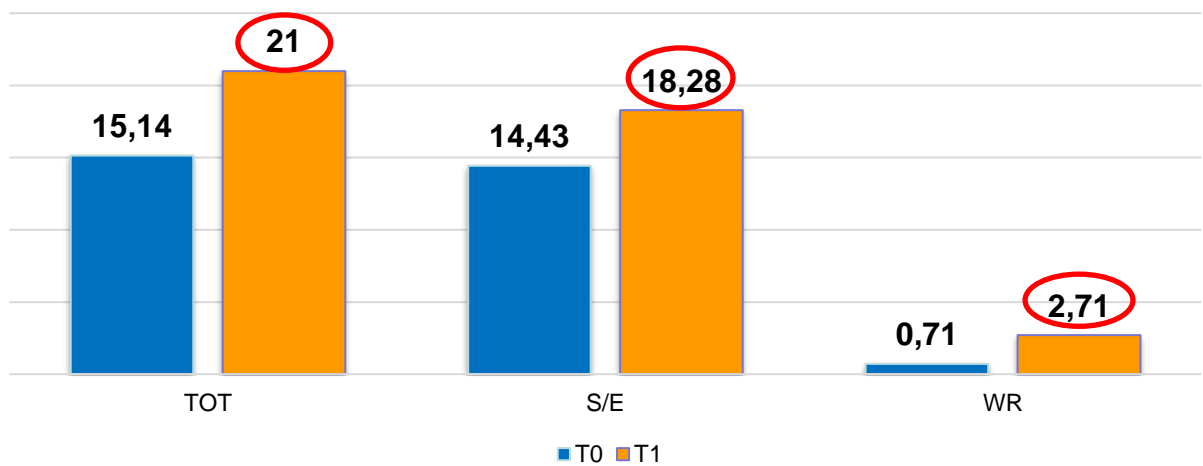
- Reaching (costruisci una colonna)
- Picking (presa a pinza)
- Grasping (afferra un oggetto)



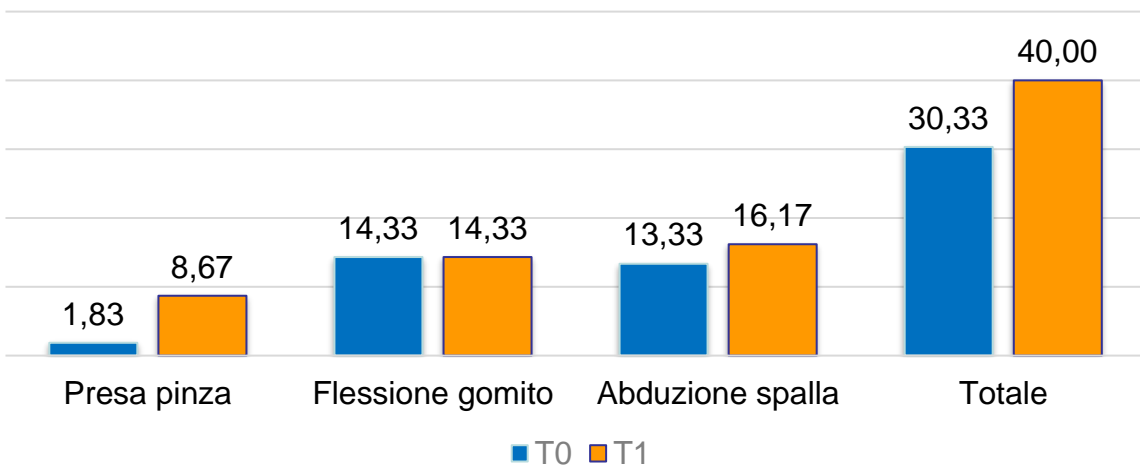
Motor Power



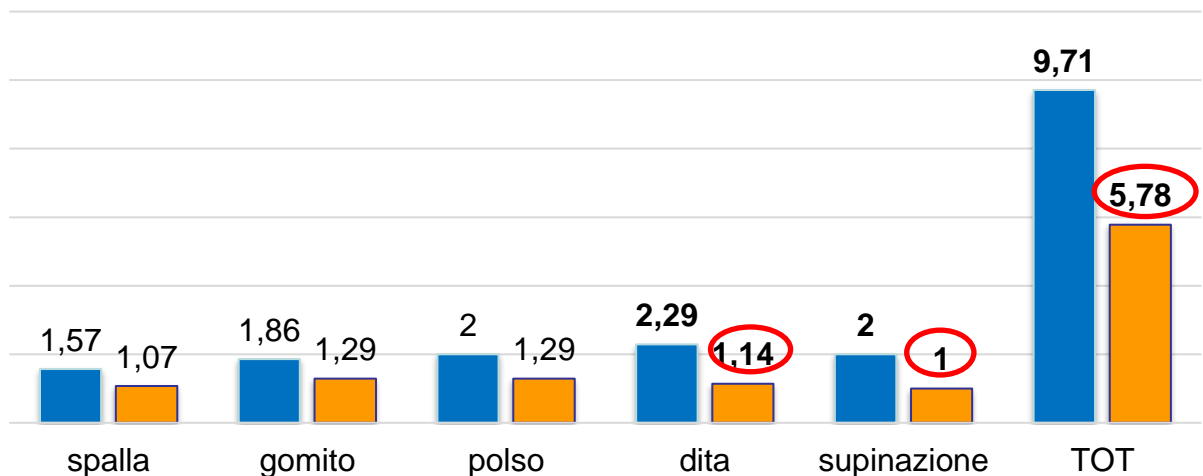
Fugl-Meyer



Motricity index

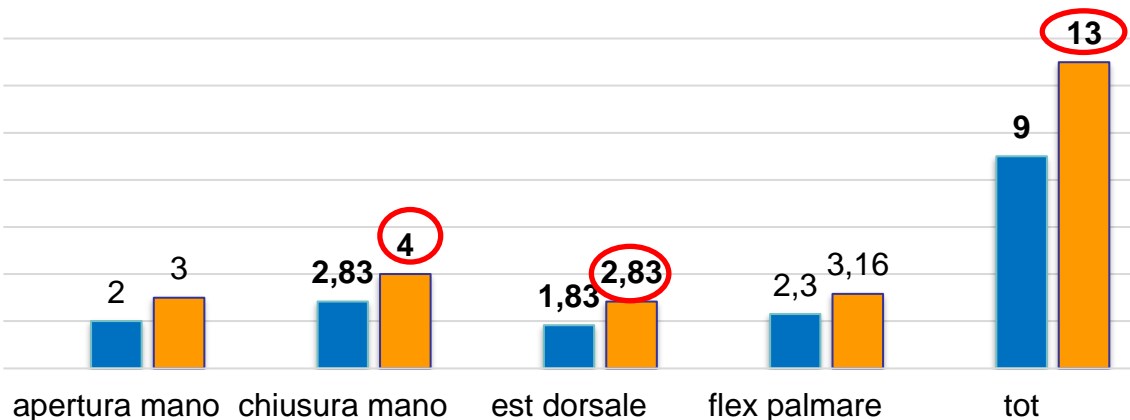


Ashworth

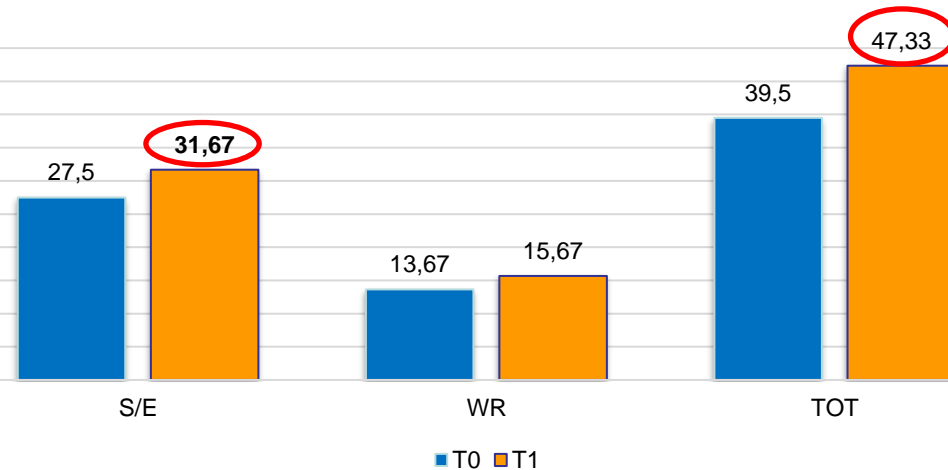


1) Risultati gruppo attivo

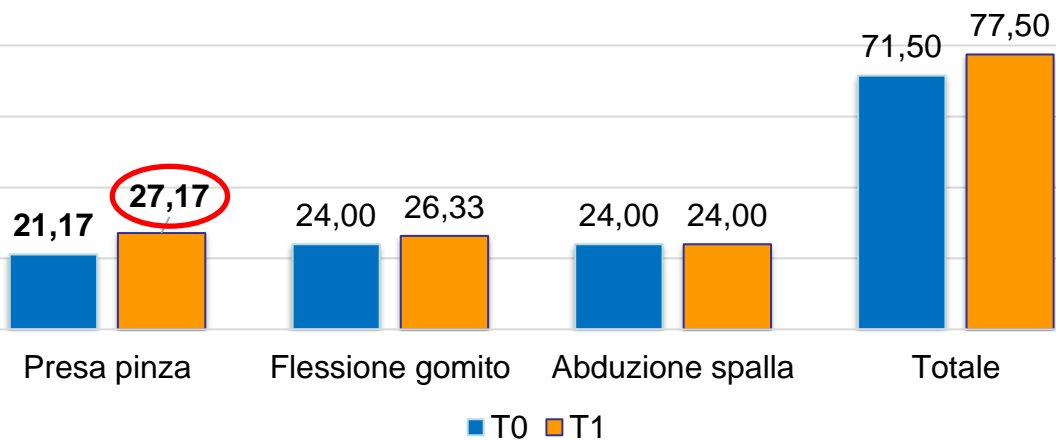
Motor Power



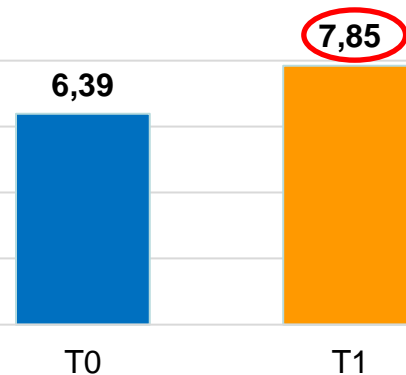
Fugl-Meyer



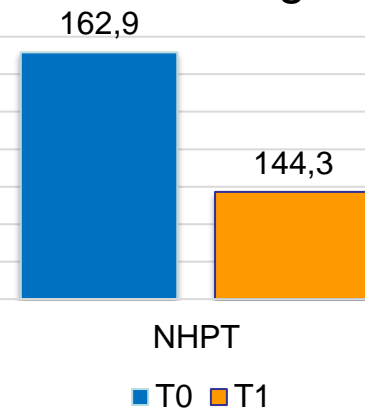
Motricity index



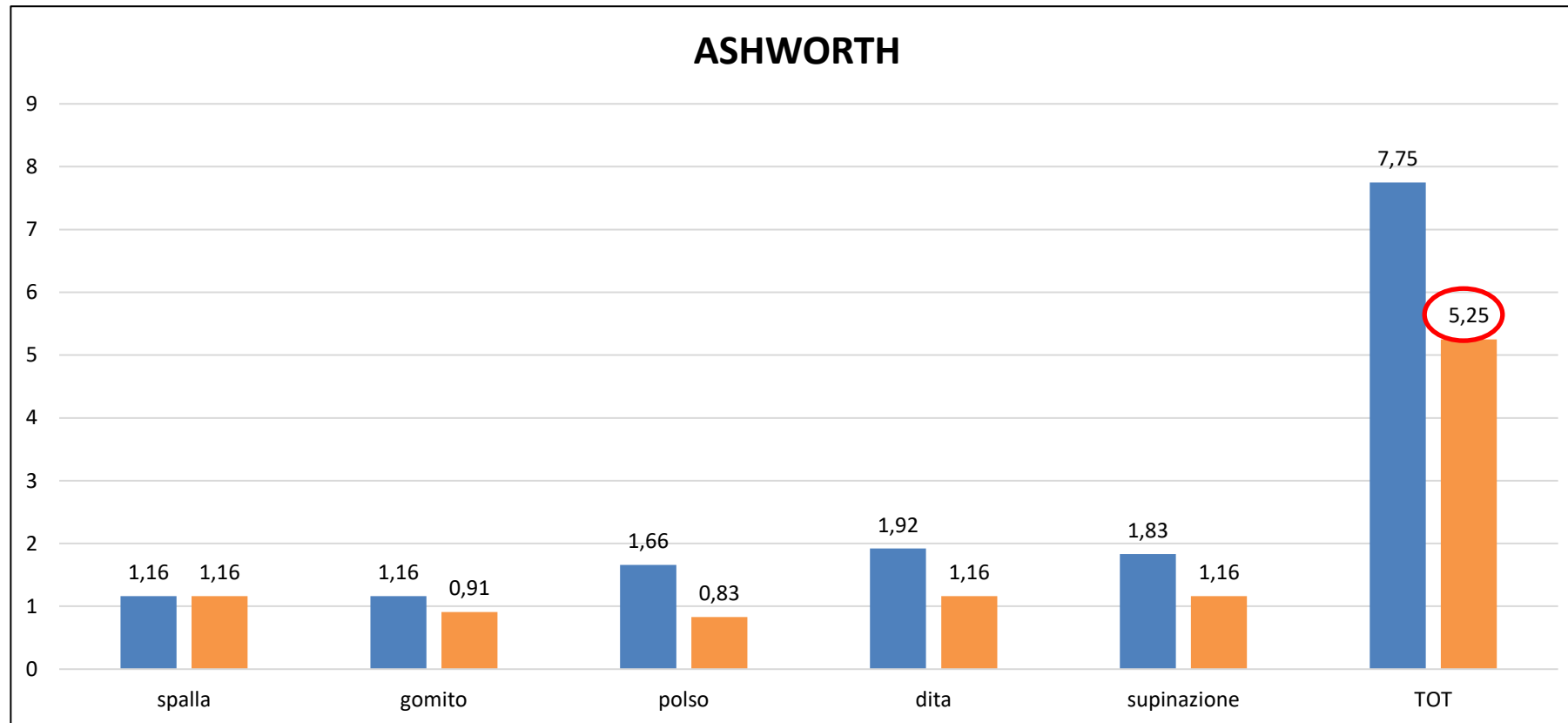
Dinamometro



Nine Hole Peg Test



2) Risultati gruppo attivo



Quindi il Gloreha nello stroke in fase cronica...



- **Riduce la SPASTICITA'**
- **Migliora la PERFORMANCE MOTORIA**

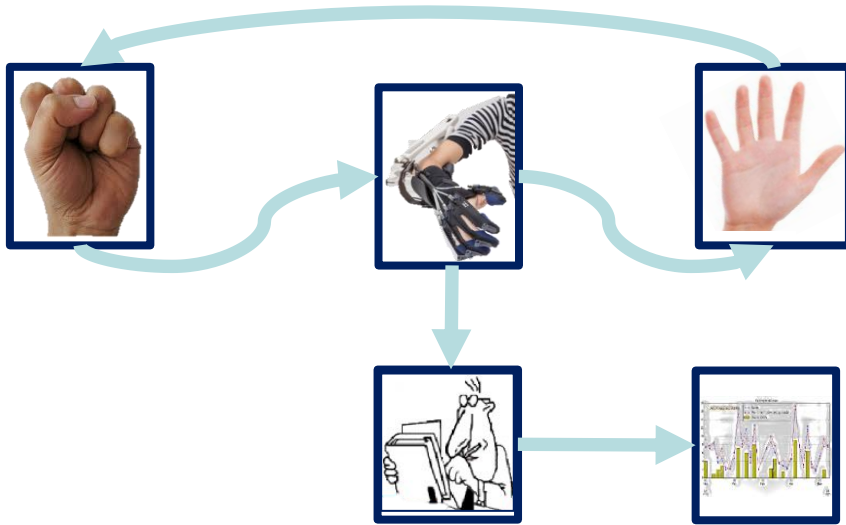
VALUTAZIONE DELLE PERFORMANCE MOTORIE CON PIATTAFORME ROBOTICHE



Acquisizione dati cinematici dal guanto (gruppo attivo)

Hand motion analysis during robot-aided rehabilitation in chronic stroke

F. Cordella¹, F. Scotto Di Luzio¹, M. Bravi², F. Santacaterina²,
F. Bressi² and L. Zollo¹



Valutazione del ROM attivo: 5 prove di apertura e chiusura della mano.

Tensione (sensori guanto) e ROM (angoli registrati con Mocap) sono stati analizzati mediante una funzione polinomiale del secondo ordine con $R^2=0.97$.

Hand motion analysis during robot-aided rehabilitation in chronic stroke

F. Cordella¹, F. Scotto Di Luzio¹, M. Bravi², F. Santacaterina²,
F. Bressi² and L. Zollo¹

Acquisizione dati cinematici dal guanto (gruppo attivo)

Il valore della FMA-UE a T0 può essere utilizzato come predittore dei miglioramenti motori che il paziente potrebbe raggiungere con la terapia? Queste informazioni potrebbero essere utili anche per identificare il trattamento riabilitativo più appropriato per ogni paziente.

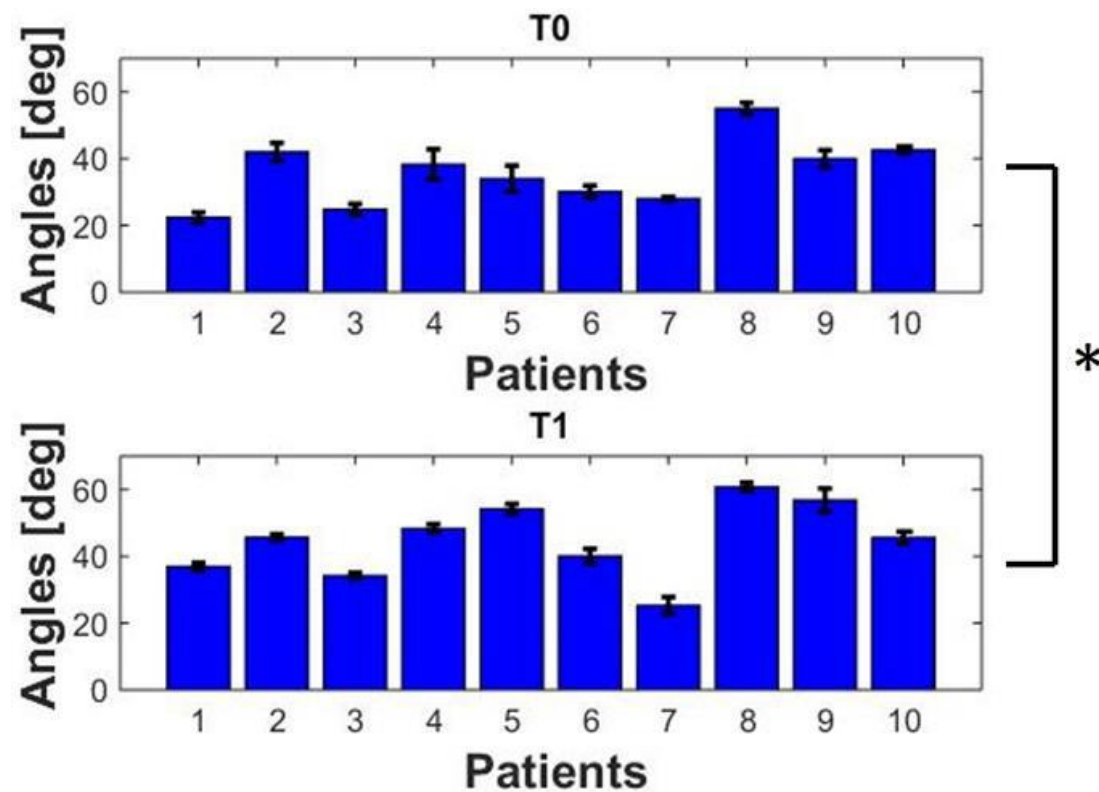


Table II. FMA-UE value for the hand/wrist district and MAS for the fingers at T0 and T1, measured for all the subjects.

subject no.	FMA-UE at T0	FMA-UE at T1	MAS at T0	MAS at T1
1	37	48	2	1
2	25	27	1	1
3	23	25	2	1
4	34	37	3	2
5	21	38	2	1
6	39	45	2	1
7	14	17	2	1
8	45	51	1	1
9	36	48	2	1
10	13	24	2	1
mean ± sdv	28.7 ± 11*	36 ± 12*	2 ± 0.47	1.2 ± 0.42

Statistical significance between FMA-UE computed at T0 and at T1 is indicated with*.



Hand motion analysis during robot-aided rehabilitation in chronic stroke

F. Cordella¹, F. Scotto Di Luzio¹, M. Bravi², F. Santacaterina²,
F. Bressi² and L. Zollo¹

Acquisizione dati cinematici dal guanto (gruppo attivo)

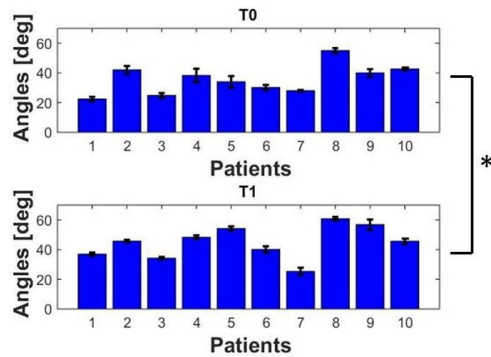


Table II. FMA-UE value for the hand/wrist district and MAS for the fingers at T0 and T1, measured for all the subjects.

subject no.	FMA-UE at T0	FMA-UE at T1	MAS at T0	MAS at T1
1	37	48	2	1
2	25	27	1	1
3	23	25	2	1
4	34	37	3	2
5	21	38	2	1
6	39	45	2	1
7	14	17	2	1
8	45	51	1	1
9	36	48	2	1
10	13	24	2	1
mean ± sdv	28.7 ± 11*	36 ± 12*	2 ± 0.47	1.2 ± 0.42

Statistical significance between FMA-UE computed at T0 and at T1 is indicated with*.

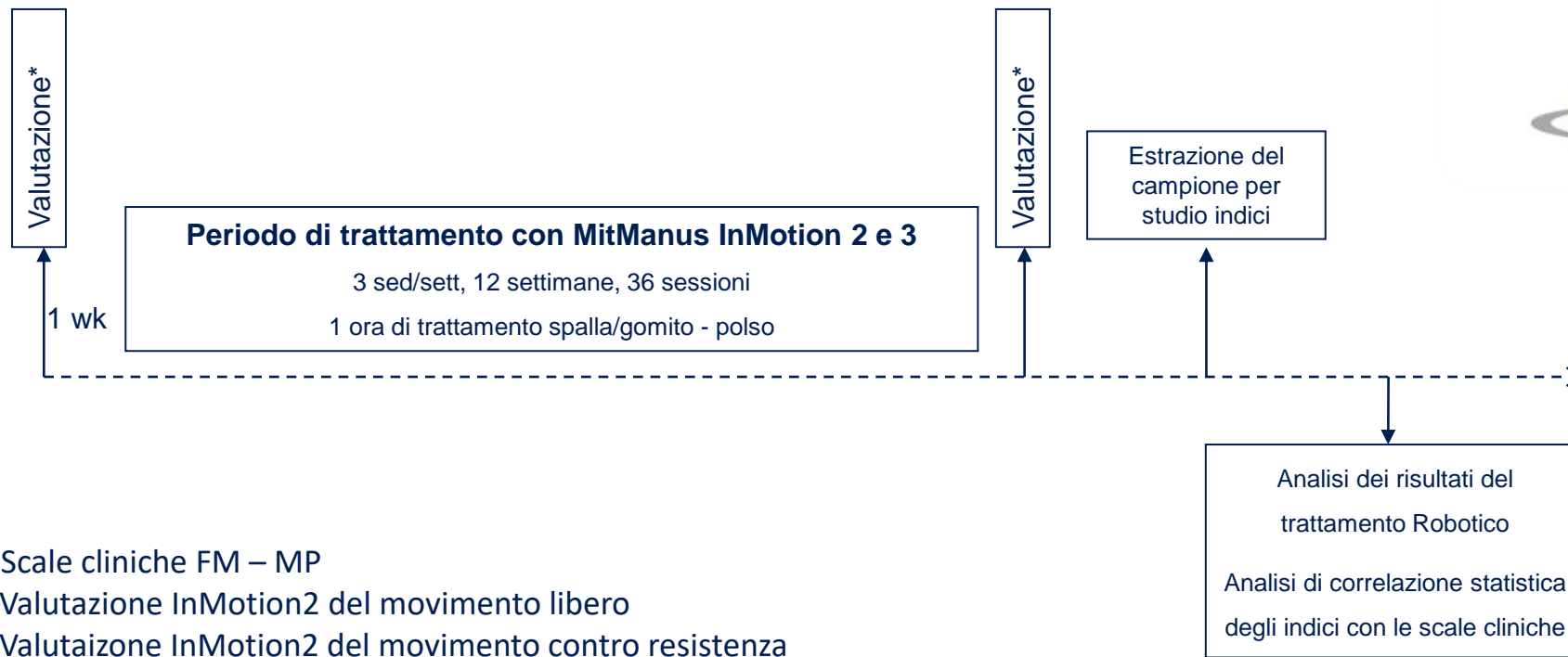
- 4 su 5 pazienti (2, 3, 7, 10) con FMA-UE a T0 < 30 hanno mostrato un incremento del ROM a T1 < a 10 gradi (il valore medio è pari a 4,7±3,1).
- 4 su 5 pazienti (1, 4, 6, 9) con FMA-UE a T0 > 30 hanno mostrato un incremento ROM a T1 > a 10 gradi (valore medio pari a 12,8±3,3).

Questa analisi preliminare potrebbe indicare la possibilità di utilizzare il valore di FMA-UE misurato prima del trattamento come indicatore dei miglioramenti motori che il paziente potrebbe raggiungere dopo la terapia.

Elaborazione di un set di indici cinematici e dinamici per la
valutazione delle performance motorie dell'arto superiore

Correlazione con le scale cliniche Fugl-Meyer e Motor Power





* Scale cliniche FM – MP
 Valutazione InMotion2 del movimento libero
 Valutazione InMotion2 del movimento contro resistenza



DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

24 PAZIENTI

- 15 UOMINI
- 9 DONNE

ETÀ

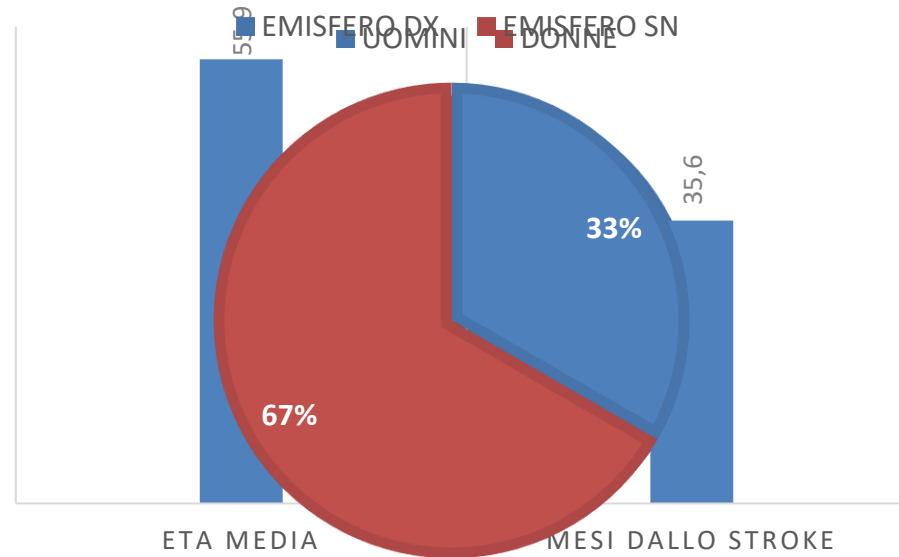
- MEDIA = $55,9 \pm 15,4$ anni
- MIN-MAX = 35-84 anni

MESI DALLO STROKE

- MEDIA = $35,6 \pm 26,1$ mesi

SEDE DELLA LESIONE

- 8 EMISFERO DESTRO
- 16 EMISFERO SINISTRO



PIATTAFORME ROBOTICHE TRATTAMENTO RIABILITATIVO

- MIT MANUS – InMotion 2 (spalla-gomito)
- MIT MANUS – InMotion 3 (polso)

PIATTAFORME ROBOTICHE VALUTAZIONE CINEMATICA E DINAMICA

- MIT MANUS – InMotion 2 (spalla-gomito)

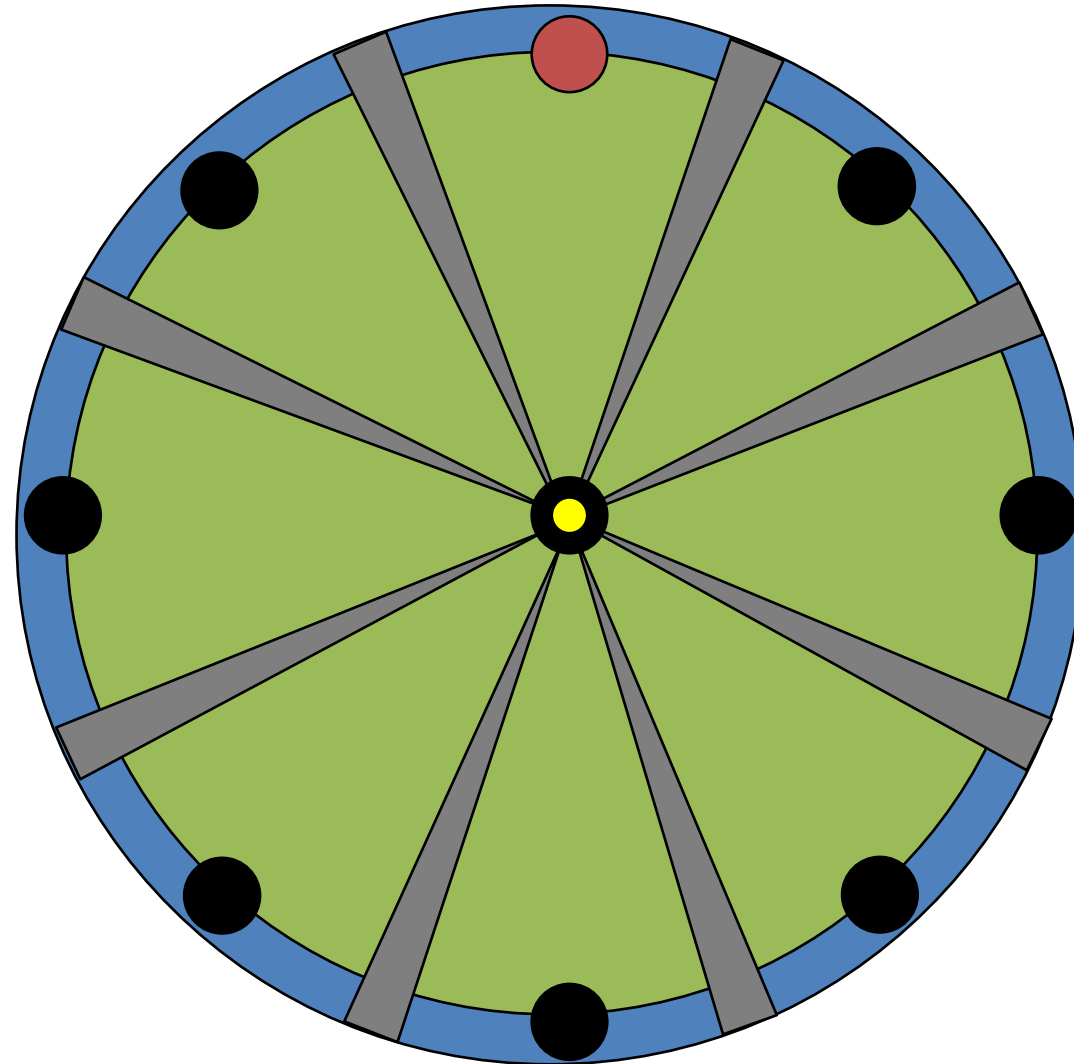


PIATTAFORME ROBOTICHE TRATTAMENTO RIABILITATIVO

- MIT MANUS – InMotion 2 (spalla-gomito)
- MIT MANUS – InMotion 3 (polso)

PIATTAFORME ROBOTICHE VALUTAZIONE CINEMATICA E DINAMICA

- MIT MANUS – InMotion 2 (spalla-gomito)



Indici proposti

- Lunghezza del percorso
- Indice di Jerk
- Angolo di mira
- Forza Utile
- Lavoro Utile

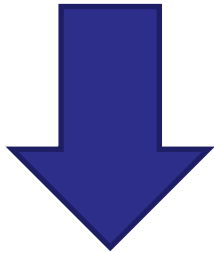
Scale Cliniche

- Fugl-Meyer
- Motor Power

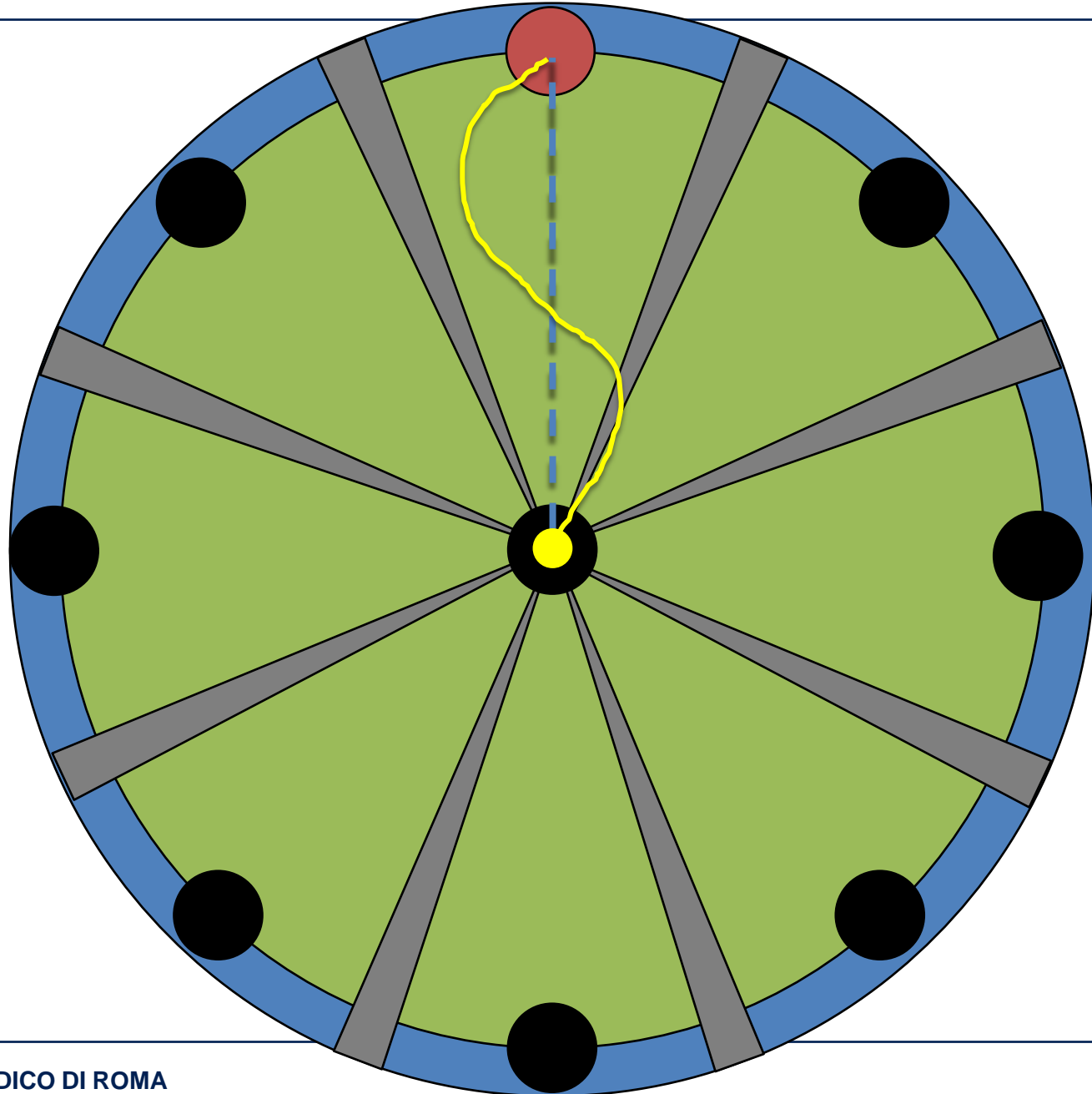


- Lunghezza del percorso

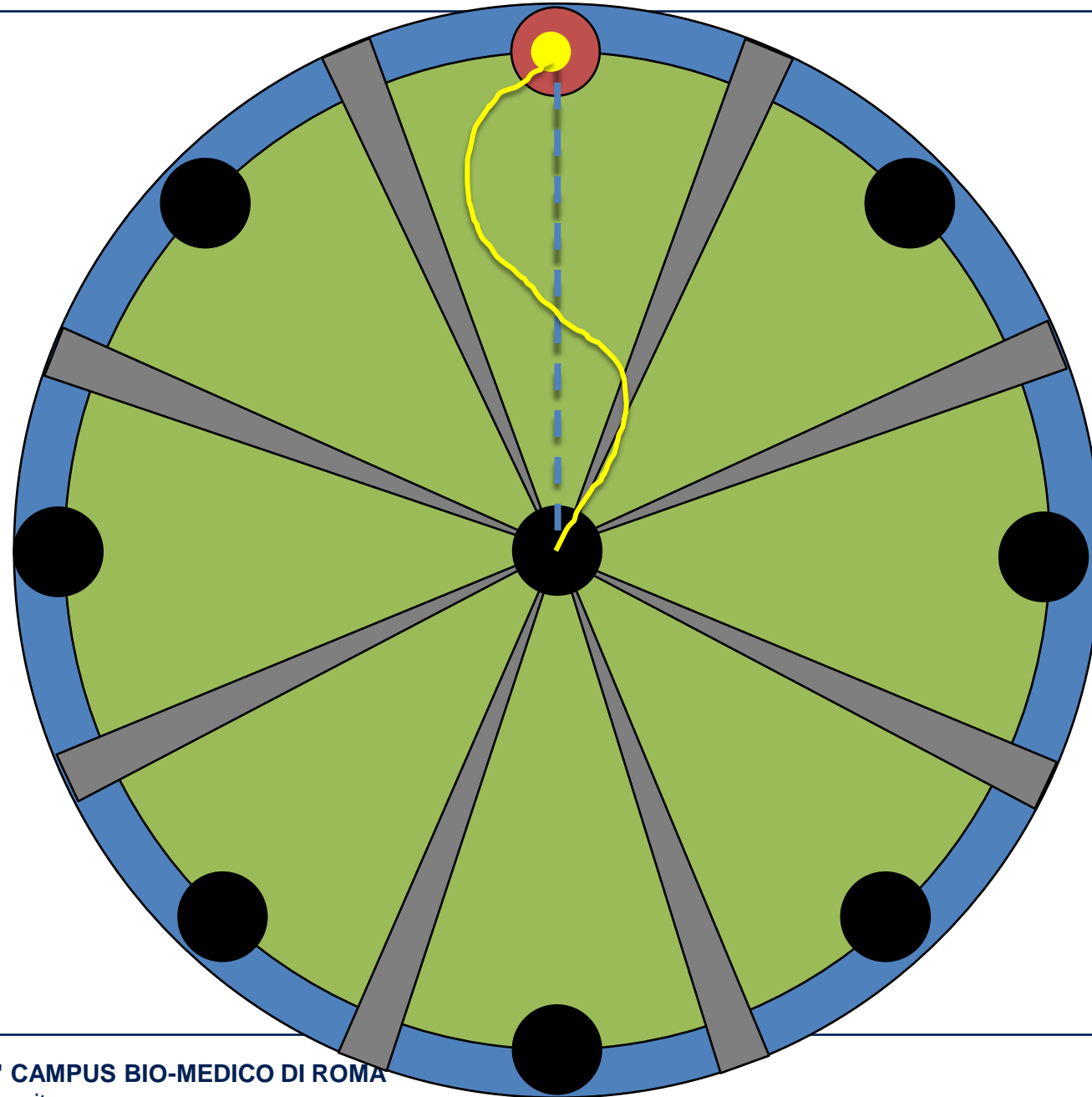
$$\frac{\text{lunghezza traiettoria ideale}}{\text{lunghezza traiettoria realizzata}}$$



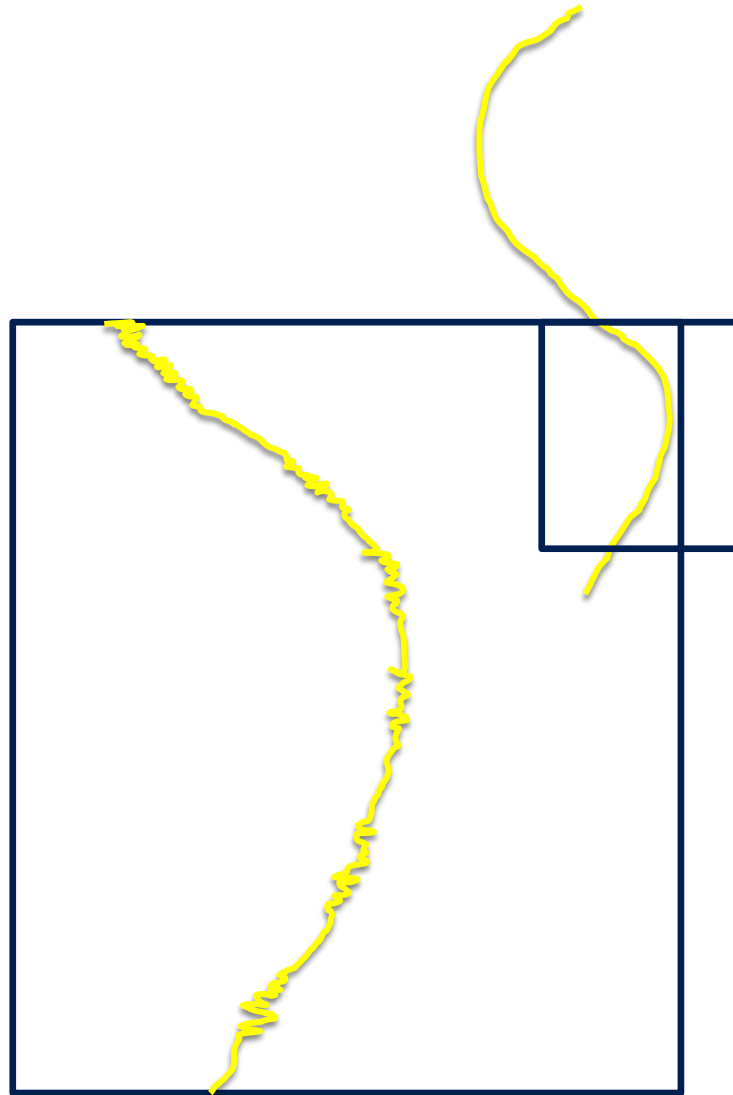
Tende a 1, con il
miglioramento delle
performance
d'esecuzione del task



- Indice di Jerk



- Indice di Jerk



$$\text{Indice di Jerk} = \frac{\text{numero medio di oscillazioni}}{\text{lunghezza media percorso}}$$

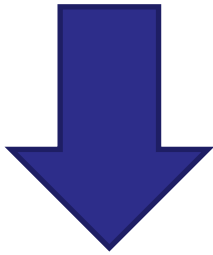


Aumenti dell'indice di jerk corrispondono a diminuzioni della fluidità.

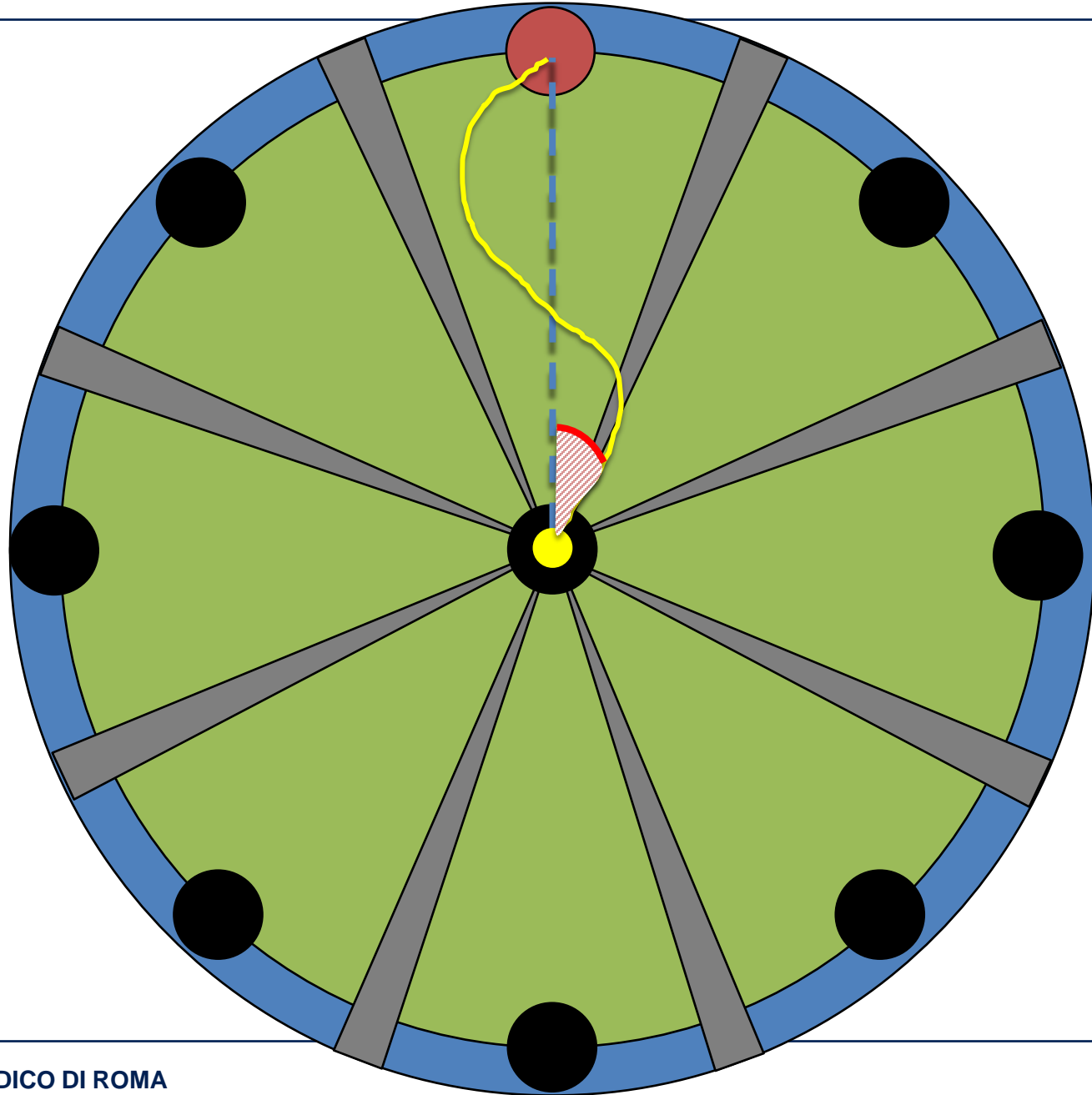
Tende a diminuire con il miglioramento delle performance motorie

- Angolo di mira

differenza angolare tra la direzione target e la direzione del percorso dal punto di partenza fino al punto che corrisponde al picco di velocità



L'angolo dovrebbe ridursi con il training riabilitativo



- Forza Utile

misura la quantità di forza media diretta verso il bersaglio. La forza utile è calcolata ponderando il valore della forza media con l'indice dell'angolo di mira normalizzato rispetto al valore massimo (di 90° nel nostro caso che corrisponde al valore che più si discosta, tra tutti i pazienti analizzati, dal target).

Con il training è previsto un aumento della forza utile.

- Lavoro Utile

misura la quantità totale di lavoro diretto verso il bersaglio e viene estratto dal valore di lavoro totale attraverso l'angolo di mira.

Con il training è previsto un aumento del lavoro utile.



SCALE CLINICHE

Fugl-Meyer Upper Extremity

scala malattia-specifica disegnata specificatamente come strumento di misurazione del recupero post-stroke.

PUNTEGGIO:

- 0 – 66 punti per arto superiore
 - 0 = impossibilità ad eseguire
 - 1 = esecuzione parziale
 - 2 = esecuzione completa

Motor Power

esamina l'attività motoria dell'arto superiore e della scapola

PUNTEGGIO:

- 0 – 5 punti per ogni movimento valutato
 - 0 = nessuna contrazione
 - 1 = tracce di contrazione
 - 2 = movimento attivo possibile in assenza di gravità
 - 3 = forza contro gravità
 - 4 = funzione ridotta ma adeguata a vincere la resistenza
 - 5 = forza normale



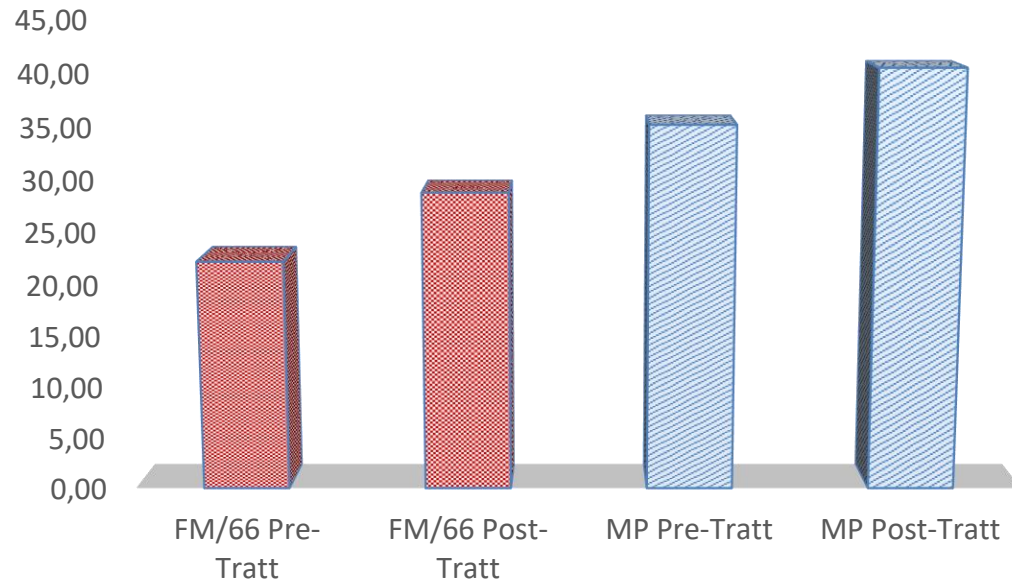
RISULTATI CLINICI

SCALE CLINICHE

- FUGL-MEYER UPPER EXTREMITY
- MOTOR POWER SCALE

ANALISI STATISTICA

- Test Shapiro-Wilk (normalità)
- Test di Wilcoxon (confronto fra medie)



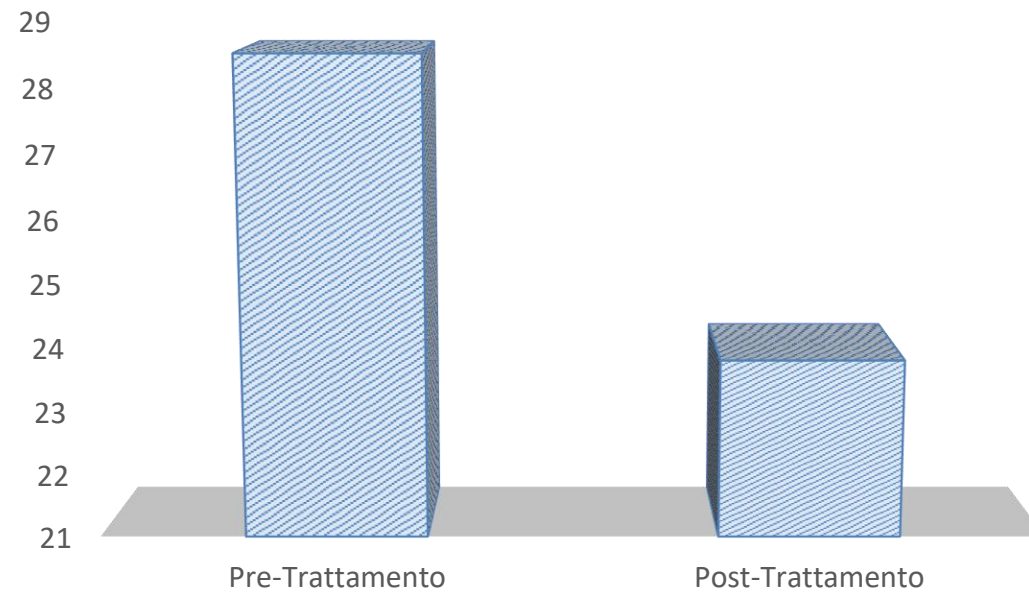
	FM/66 Pre-Post Trattamento	MP Pre-Post Trattamento
Z	-4.319 ^a	-4.320 ^a
Sign. a 2 code	,000*	,000*
a. Basato su ranghi negativi		



RISULTATI CLINICI

INDICI CINEMATICI E DINAMICI

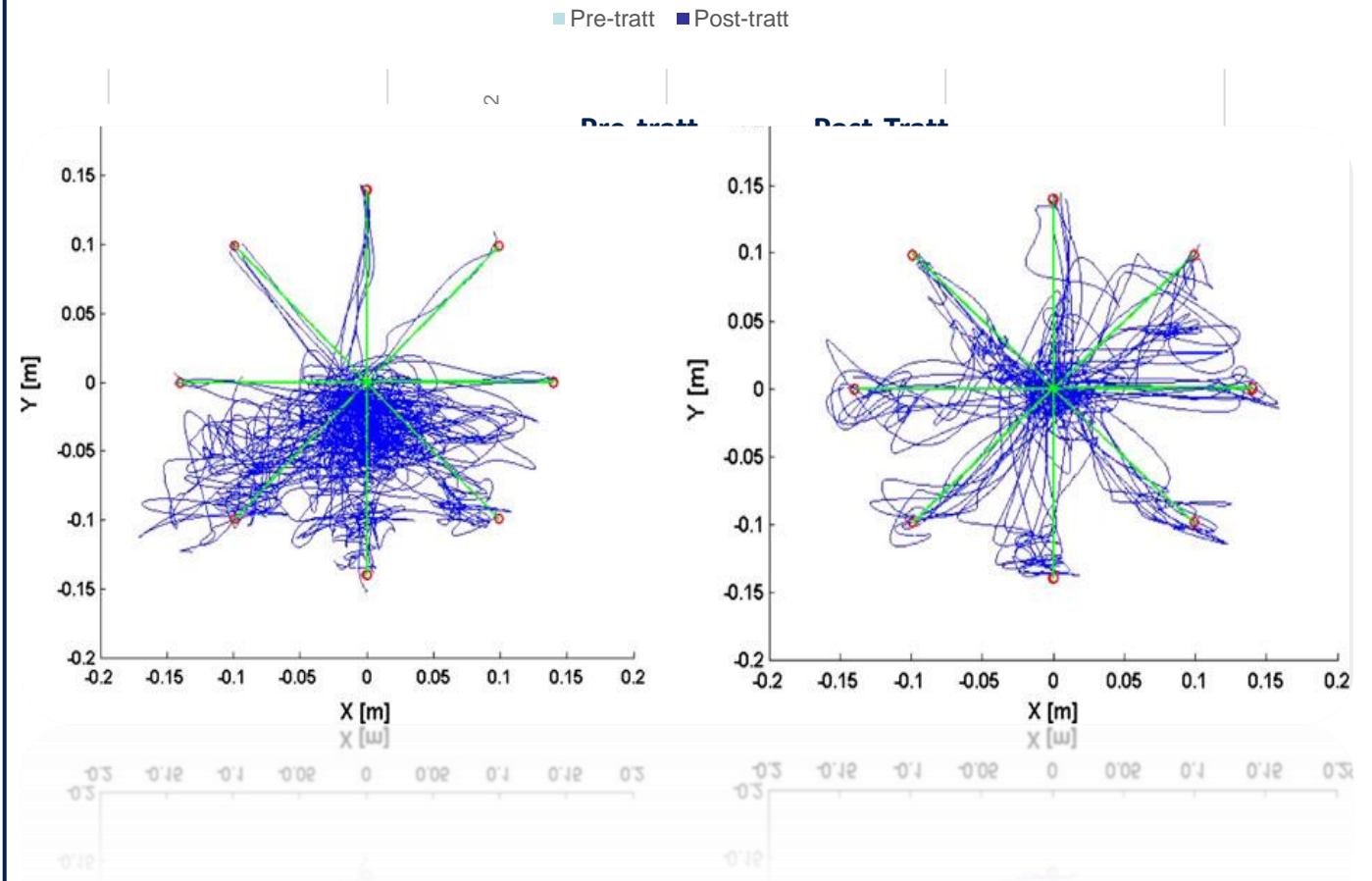
- Angolo di mira
- Lunghezza del percorso
- Indice di jerk
- Forza utile
- Lavoro utile



	Pre-tratt. (media ± dev.st)	Post-Tratt (media ± dev.st)	<i>p</i>
<i>Direzione del movimento - Angolo di mira (°)</i>	<i>23,81±15,92</i>	<i>14,24±10,25</i>	<i>< 0,001</i>

INDICI CINEMATICI E DINAMICI

- Angolo di mira
- Lunghezza del percorso
- Indice di jerk
- Forza utile
- Lavoro utile



MOVIMENTO LIBERO

CONTRO RESISTENZA

Indici di Performance	FM/66		MP		Indici di Performance	FM/66		MP	
	R (Pearson)	P (<0,005)	R (Pearson)	P (<0,005)		R (Pearson)	P (<0,005)	R (Pearson)	P (<0,005)
<i>Movimento libero</i>					<i>Contro resistenza</i>				
Direzione del movimento	0.69	0.002	0.79	<0.001	Direzione del movimento	-0,57	0,005	-0,72	<0,001
Angolo di mira (°)					Angolo di mira (°)				
Lunghezza del percorso	0.34	0.1	0.53	0.008	Lunghezza del percorso	0,37	0,08	0,49	0,02
Rapporto tra lunghezze					Rapporto tra lunghezze				
Fluidità del movimento	-0.53	0.008	-0.49	0.014	Fluidità del movimento	-	-	-	-
Indice di Jerk (1/s ³)					Indice di Jerk (1/s ³)				
Forza esercitata	-0.12	0.58	0.24	0.26	Forza esercitata	0,49	0,017	0,77	<0,001
Forza utile (N)					Forza utile (N)				
Lavoro speso	-0.11	0.60	0.26	0.21	Lavoro speso	0,57	0,005	0,58	0,004
Lavoro Utile (J)					Lavoro Utile (J)				



Efficacia del trattamento robot-mediato in pazienti con esiti cronici di stroke

Strumento di valutazione accurato, preciso e sensibile

Valutazione efficace della fluidità del movimento



UNIVERSITÀ CAMPUS BIO-MEDICO DI ROMA

U.O.C. di Medicina Fisica e Riabilitativa

Direttore: Prof.ssa Silvia Sterzi

**CASO CLINICO: uso del Gloreha Sinfonia in una bambina di
10 anni con esiti di stroke ischemico**

Dott. Ft. Marco Bravi



Paziente: Sofia, 10 anni

Insorgenza

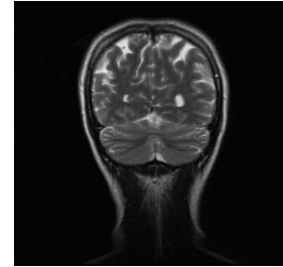
24 marzo 2020, mentre giocava con il fratello, presenta insorgenza acuta di cefalea, seguita da caduta a terra e perdita di coscienza, ipertono generalizzato, trisma per circa 10 minuti con apparente risoluzione.



All'arrivo dell'ambulanza, la bambina aveva ripreso conoscenza ed era in grado di eseguire ordini semplici con i suoi 4 arti. Quando è arrivata al pronto soccorso, il suo linguaggio è apparso fluido e non c'erano evidenti deficit dei nervi cranici.



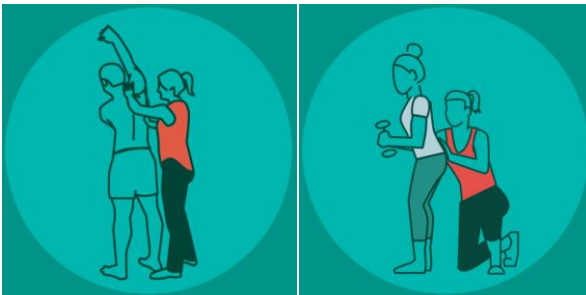
Mentre era in PS nuovo episodio mal di testa, ridotta capacità di movimento del lato destro, deviazione della rima buccale e disartria. Le è stata quindi eseguita una risonanza magnetica cerebrale in urgenza che ha evidenziato: «area ischemica in zona rolandica sinistra»



Durante il ricovero in neurologia, la ragazza è stata sottoposta ad una nuova RMN, che ha evidenziato lesioni ischemiche recenti nel territorio dell'ACM sinistra. Diagnosi di angioite primaria del SNC.

Inizio riabilitazione

dopo 15 giorni inizia un trattamento riabilitativo intensivo composto da 4 sedute/settimana di riabilitazione neuromotoria, 2 sedute/settimana di logopedia e 1 seduta/settimana di terapia occupazionale. Il trattamento è stato avviato e realizzato in modalità mista (in parte a distanza e in parte in presenza) a causa della pandemia (COVID-19).



10 mesi dopo

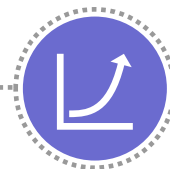
A 10 mesi dall'inizio del trattamento riabilitativo, è giunta alla nostra osservazione:

- capacità di reclutamento in tutti i distretti dell'arto superiore destro
- Movimenti di flessione, estensione, abduzione e adduzione della spalla con gomito esteso (F=3/5 secondo la scala MRC).
- Flessione ed estensione del gomito (F=3/5).
- Polso e mano: 2/5 flessori polso; F = 1/5 estensori del polso; F = 3/5 flessori delle dita, F = 1+ / 5 per i muscoli estensori delle dita.



Trattamento con Gloreha Sinfonia

Da gennaio 2021 ad aprile 2021 ha effettuato un trattamento riabilitativo con Gloreha Sinfonia (in totale 10 sedute), consistente in 1 seduta settimanale della durata di un'ora e con l'assistenza di un fisioterapista. Il programma comprendeva 10 min di movimento passivo continuo delle dita e 50 min di modalità attiva-assistita, impostata sulla base delle capacità della bambina e includeva attività in modalità bimanuale, esercizi attivi assistiti ed exergames



Risultati

Pre-trattamento:

FMA-UE = 34/66

ADL 4/6

Alla fine del trattamento

FMA-UE = 49/66

ADL 6/6

Sofia oggi

NON HA TERMINATO IL PERCORSO
RIABILITATIVO, MA HA RIACQUISITO LA CAPACITÀ
DI ALIMENTARSI E VESTIRSI IN AUTONOMIA

Robot assisted i (RATULS): a mu

Helen Rodgers*, Helen Bosomworth*,
Sreeman Andole, David L Cohen, Jess
Christopher I Price, Laura Terment, Du

Summary

Background Loss of arm fun

Robotic app recovery aft Chao Zhang^{a,b}

scientific

OPEN A
t
b
r
s

System

Giovanni MC
Chiara
Federica B

Salvato
Pao
Vin
Ste
Alessa
Sofia STRA

ly one file and print only one copy of this Article. It is not permitted to make additional c
internet and/or intranet file sharing systems, electronic mailing or any other means
itted. The production of reprints for personal or commercial use is not permitted. It is
or use framing techniques to enclose any trademark, logo, or other proprietary inf



on in stroke

ry and EEG Power Training in Chronic

n Geroin,^{1,2}
Bortolami,^{1,2} Leopold Saltuari,^{5,6}
motti,⁸ and Nicola Smania^{1,2}

ORIGINAL RESEARCH
published: 08 March 2016
10.3389/fnins.2016.00088



nd on in Chronic

giovanni Pellegrino¹,
ri⁴,