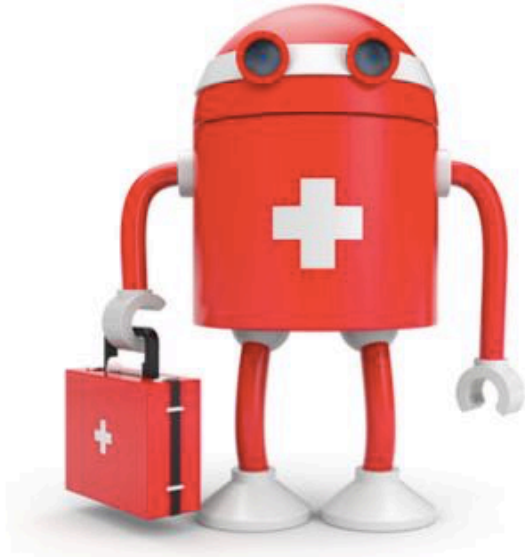


**INTEGRAZIONE
TRA ROBOTICA E
DOMOTICA IN SANITÀ**



**"NUOVE OPPORTUNITÀ
PER I PAZIENTI"**

Giovedì 16 novembre 2017 - inizio ore 15
Auditorium IRCSS "E. Medea La Nostra Famiglia"
Via della Bontà, 7 - **San Vito al Tagliamento**

**"Deambulazione con
esoscheletri indossabili:
dall'esercizio terapeutico
al recupero di funzione"**

Antonello Morgantini
Direttore Area Medica e Qualità Rehab
KOS Care

KOS
— CARE —


SantoStefano
RIABILITAZIONE

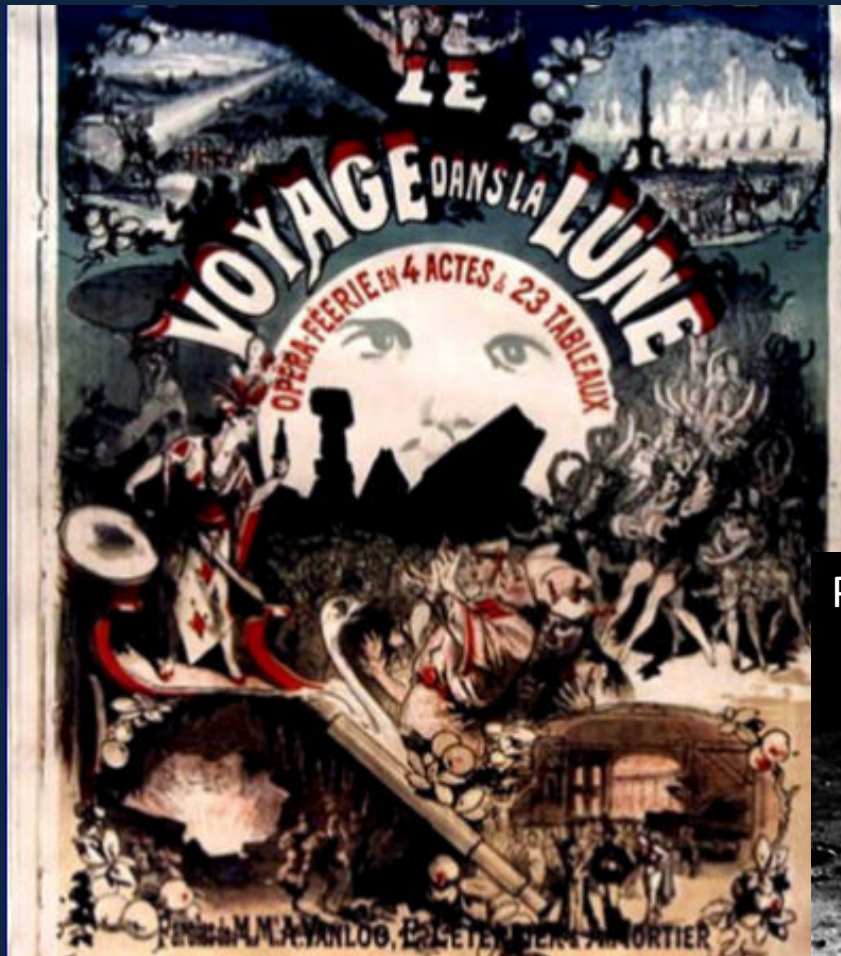
ROBOTICA in RIABILITAZIONE

FANTASCIENZA?



•

**O SOLO UNA
QUESTIONE DI
TEMPO?**



1865

1969

Primo uomo sulla luna





1869

1957

primo viaggio al di sotto della calotta polare artica



Avatar



2009

2016

Richmond, CA,



Emerging Technologies in Physical Therapy and Rehabilitation , Amsterdam 2013



- 1) automatizzare la guida dell'esercizio e il monitoraggio dei progressi
- 2) migliorare motivazione e compliance del paziente tramite giochi
- 3) cambiare il comportamento tramite "allenatori " digitali
- 4) disporre interfacce amichevoli (user-friendly)
- 5) utilizzare nuove interfacce per stimolare i sensi
- 6) permettere esercizi e terapie in ambito domiciliare
- 7) permettere un follow-up clinico in modo sistematico
- 8) accrescere le potenzialità del disabile
- 9) usare la tecnologia indossabile per individuare e correggere eventuali problemi
- 10) migliorare la diagnosi e il trattamento tramite una raccolta dati sistematica

Riabilitazione e Recupero

- **Neuroplasticità: capacità del SNC di operare modificazioni strutturali e funzionali in risposta a stimoli ambientali**
- **Un compito specifico ripetitivo, anche passivo, può favorire la riacquisizione di funzionalità motorie compromesse da lesioni del SNC**
- **Riabilitazione: riproducendo schemi motori fisiologici favorisce il recupero di funzioni motorie e cognitive**
- **Altri benefici (anche per pazienti il cui cammino è irrimediabilmente compromesso): supporto del sistema cardiocircolatorio, funzionamento degli organi interni, riduzione della spasticità e della contrattura articolare, prevenzione dell'osteoporosi**

Fattori di non adesione al programma riabilitativo

Richiede molto tempo
Richiede numerosi terapeuti
È spesso noioso e doloroso
Induce un limitato gradimento

Boermestee F., 2013



La robotica, risvegliando l'interesse del paziente e stimolando il fisioterapista che viene motivato dall'utilizzo di un device complesso è in grado di ridurre notevolmente i fattori ostativi all'adesione al progetto terapeutico, conducendo ad un migliore outcome

ROBOTICA

La robotica è la scienza che studia e sviluppa metodi che permettano a un robot di eseguire compiti specifici riproducendo il lavoro umano



Robot

- **Attuatori e sensori di vario tipo consentono al robot di interagire con l'ambiente circostante.**
- **La duttilità del comportamento di un robot deriva da programmi di intelligenza artificiale che governano le azioni degli attuatori in risposta a quanto percepito dai sensori, supportati da una fonte di energia**

potenzialità della robotica

- Possibilità di impostare la riabilitazione sin dalle prime fasi successive ad un evento acuto;
- Elevata flessibilità, standardizzazione e ripetibilità del protocollo riabilitativo impostabile;
- Possibilità di garantire una continuità assistenziale, attraverso applicazioni "in remoto" della strumentazione, dove la terapia può proseguire presso il domicilio del paziente che continua ad essere monitorato anche a casa (**DOMOTICA**);
- Possibilità di compiere valutazioni quantitative, quindi oggettive, delle condizioni cliniche e funzionali del paziente dall'inizio del progetto riabilitativo fino al termine dello stesso.

Obiettivi

- **La riabilitazione con dispositivi robotizzati** ha come obiettivo il miglioramento dell'outcome neuromotorio
- è basata sulla somministrazione di esercizi ripetitivi e modulati, compito-specifici
- durante questo tipo di riabilitazione il paziente sperimenta un'esperienza sensoriale-motoria (emotiva)
- si affianca alla terapia tradizionale ma non la sostituisce, divenendo strumento per il terapeuta per potenziare l'effetto della riabilitazione

GAIT Analysis

analisi quantitativa della deambulazione

- esame strumentale che permette di registrare, attraverso sistemi ottici ed elettronici, il cammino di un soggetto, con l'acquisizione di dati relativi all'escursione articolare dell'anca, del ginocchio e della caviglia, monitorando anche le forze trasmesse al terreno durante il cammino e l'attività muscolare.
- Lo studio della alterazione posturale e motoria in pazienti con problemi neurologici può dare informazioni molto importanti per conoscere il livello di limitazione funzionale conseguente alla patologia e del suo evolversi nel tempo. Inoltre fornisce importanti **elementi di valutazione dell'efficacia di interventi riabilitativi** nel recupero delle alterazioni conseguenti allo stato patologico.

Camminare

- La spinta alla stazione eretta e alla deambulazione ha una base genetica (Turkmen et al Plos One 2009)
- **Uner Tan**, *A new syndrome with quadrupedal gait, primitive speech, and severe mental retardation as a live model for human evolution*, in *Int J Neurosci*, vol. 116, n° 3, 2006, pp. 361-9



L'emozione del camminare

- Stare in piedi e camminare causa reazioni emotive profonde
- Il recupero della stazione eretta e della deambulazione, anche se raggiunto attraverso l'utilizzo di un "device" robotico, genera profondi cambiamenti nell'umore, nella motivazione e nella partecipazione

Camminare e parlare: doppio comportamento del motore cognitivo

Camminare non è mai un problema unicamente motorio, ma piuttosto la risultante dell'interazione fra apparato locomotore e funzione cognitiva, che lo controlla e lo governa.

Il doppio compito durante la deambulazione (camminare e parlare) riduce la capacità deambulatoria, poiché la fatica fatta dal paziente per formulare pensieri e tradurli in parole sottrae energia al sistema cognitivo, rendendo instabile la sequenza del passo e la ritmicità delle fasi del cammino e traducendosi in ridotta autonomia locomotoria e instabilità

- ...difficulty with walking (speed/swing time variability) may be result of a divide attention deficit or overloading of the working memory system

Hamilton F et al Mult Scler 2009

Footprints to Cognitive Decline and Alzheimer's Are Seen in Gait

The New York Times

Looking for Signs

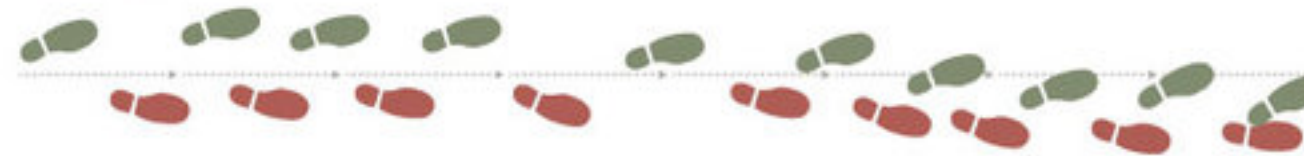
New studies suggest that changes in the way an older person walks may be an early warning of Alzheimer's disease or another dementia.

In the example at right, a patient's steps become shorter and shift to one side. An M.R.I. showed extensive changes in the walker's brain.

Normal walk



Abnormal walk



Source: Erasmus MC University Medical Center in Rotterdam.

THE NEW YORK TIMES

By Pam Belluck

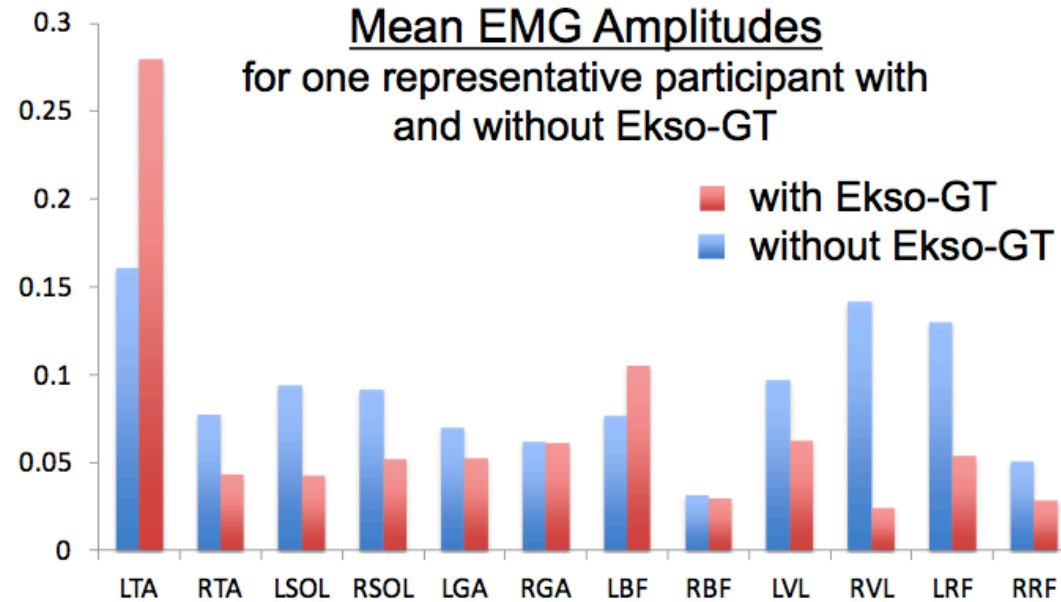
Published: July 16, 2012

Analisi biomeccanica e valutazione cognitiva

- Influenza del sistema cognitivo sulla variabilità del cammino: alterazioni della sfera cognitiva aumentano la variabilità della marcia
- Importanza della componente emotiva
- L'analisi delle alterazioni della marcia deve comprendere tutti gli elementi in grado di influenzarla
- La Gait analysis non deve essere intesa solo come una analisi biomeccanica ma piuttosto una valutazione comportamentale

Gait Analysis con e senza Ekso-GT

"Presenza di attivazione EMG: i pazienti, quindi, stanno producendo modelli muscolari volontari e non solo "guidando" il dispositivo"



*Preliminary Data Summary: "Improving Mobility Using Robotic Exoskeletons for Inpatient Stroke Survivors" Karen J. Nolan, PhD Kessler Foundation, Human Performance and Engineering Research, West Orange, NJ, USA; Rutgers – New Jersey Medical School, Department of PM&R, Newark, NJ, USA
knolan@kesslerfoundation.org*

*Mehrholtz J, Werner C, Kugler J, Pohl M
Electromechanical-assisted training for walking after stroke (Review)
Copyright © 2010 The Cochrane Collaboration. Published by John Wiley & Sons.*

il recupero della deambulazione è importante

- Per la persona disabile stare in piedi e camminare è un elemento di rilevanza psicologica assoluta
- La percezione del paziente che indossa un esoscheletro non è percepita come costrizione ma come un'estensione delle proprie abilità
- La percezione “estetica” è che il paziente percepisce questa tecnologia come parte di se stesso
- Discrepanza tra medico e paziente su questi punti di vista

Indossare un esoscheletro

Paziente + macchina + team riabilitativo costituiscono un

SISTEMA ADATTIVO COMPLESSO

Un network dinamico che genera un insieme di azioni e interazioni non lineari e cambia con il modificarsi dell'esperienza

Necessità di integrazione di tutte le componenti per la comprensione del sistema

Esoscheletri indossabili o treadmill

- Differenza significativa tra camminare su un treadmill e sul terreno
- Esoscheletri indossabili utilizzati su treadmill possono indurre stepping e non gait
- Lo Stepping non sollecita/attiva le stesse reazioni posturali né recettori di movimento
- Lo Stepping è senza dubbio un utile esercizio aerobico ma non è ecologico

Riabilitazione del cammino con esoscheletro indossabile EKSO

- EKSO è un esoscheletro robotizzato indossabile, alimentato con un pacco batterie progettato per l'uso in ambienti di riabilitazione che consente ai pazienti con debolezza degli arti inferiori o paralisi di alzarsi e camminare.
- Un set di motori permette il movimento delle articolazioni dell'anca e del ginocchio, e tutti i parametri dell'andatura e delle caratteristiche del passo sono completamente personalizzabili e programmabili mediante l'uso di un controller esterno

Esoscheletro - Ekso

(EKSO Bionics, Richmond, CA, USA)

Technical Features:

4 Electric Motors (2 hip, 2 knee)

2 Lithium Ion Batteries (48 V)

Height range: 150-190 cm

Maximum weight: 100 kg

Maximum hip width: 46 cm

23 kg in Weight

Multiple sensors and gyroscopes in the legs and torso
to assist in balance and walking



Walking is achieved by the user's weight shifts to
activate sensors in the device which initiate steps.
Battery-powered motors drive the legs, replacing
deficient neuromuscular function.



EKSO robotic device

- EKSO è regolabile per adattarsi alle caratteristiche del soggetto che lo indossa e permette lo stazionare in posizione eretta e camminare con l'aiuto di un deambulatore o di stampelle.
- Per utilizzare il dispositivo in modo efficace, un paziente deve imparare a bilanciare e spostare il peso del corpo quando si indossa EKSO
- Consente una rieducazione del cammino dopo lesione neurologica in modalità libera ed autonoma sul terreno, quindi anche in ambiente naturale

Ekso Assistance

Adaptive Assist

In questa modalità gli utenti contribuiscono per ciò che possono al loro cammino, con una qualsiasi quantità di forza degli arti inferiori. Ekso si adatta in modo dinamico per produrre un'andatura regolare e coerente. Le informazioni sulla quantità di energia necessaria per ciascuna gamba per completare ogni fase in un determinato periodo di tempo aiutano i terapeuti a esplorare vari interventis



Fixed Assist

In questa modalità entrambe le gambe di Ekso contribuiscono a una quantità massima fissa di energia per aiutare i pazienti a completare i passaggi in un determinato periodo di tempo. I valori vengono stabiliti utilizzando le informazioni acquisite mentre si cammina in Adaptive Assist o assegnati dal terapeuta, consentendo al medico di esplorare l'impatto di vari interventi sugli obiettivi di riabilitazione.

Ekso operating

With a Physio-Controller



Without a Physio-Auto Walk



Obiettivi non motori dopo il training

- Carico assistenziale ridotto (sit to stand, rigidità)
- Regolarizzazione dell'alvo
- Riduzione degli edemi periferici
- Migliore qualità del riposo e del sonno
- Miglioramento della qualità di vita del paziente anche in assenza di miglioramenti degli item motori

Obiettivi dell'attuale RICERCA

Impairment:

- Incremento della velocità di marcia,
- Miglioramento della stabilità posturale
- Incremento dei valori forza (reclutamento)
- Riduzione della fatica

Self confidence

- Incremento della “balance confidence”
- Incremento della qualità della vita percepita dal paziente (Sf-36, MSQOL-54)
- *Miglioramento dell'autonomia*

Organizzativi

- Comparazione fra training robot-assistito e training sensorimotorio dell'equilibrio
- Mantenimento dei benefici nel tempo

Inclusione/Esclusione

- Pazienti con SM progressivamente afferiti al trattamento presso l'Istituto Santo Stefano di Ancona
- Deficit cognitivo o disfunzione comportamentale
- Rifiuto o l'impossibilità di fornire il consenso informato
- Impossibilità ad indossare il robot:
 - per gravi limitazioni funzionali a livello delle coxofemorali e delle ginocchia
 - ipertono marcato con spasmi improvvisi in flessione
 - peso superiore ai 100 Kg
 - altezza inferiore a 150 cm o superiore a 190 cm.
 - larghezza delle anche superiore a 46 cm
- Gravi comorbilità con particolare riferimento agli aspetti cardiocircolatori

Campione

VARIABILE	N	MEDIA	DS	MIN	MAX
PAZIENTI	6				
MASCHI	3				
FEMMINE	3				
ETA'		53,6	4,22	48	61
DURATA DI MALATTIA (ANNI)		14		4	31
TIPO DI SM					
PRIMARIAMENTE PROGRESSIVA	1				
SECONDARIAMENTE PROGRESSIVA	2				
REMITTENTE RECIDIVANTE	3				
EDSS (EXPANDED DISABILITY STATUS SCALE)		5,58	1,39	3,5	7,5

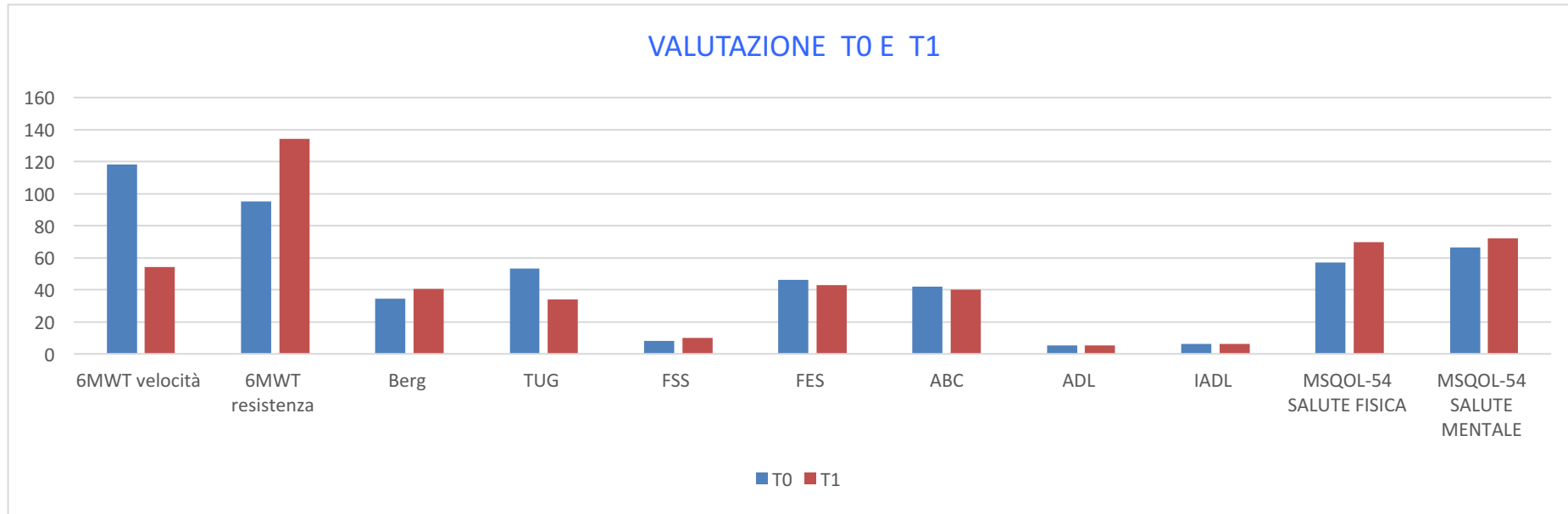
Parametri valutati

6MWT velocità
6MWT resistenza
Berg Balance Scale
Time Up Go
Fatigue Severity Scale
Falls Efficacy Scale
Activities-specific Balance Confidence
ADL (Indice di dipendenza nelle attività quotidiane)
IADL (Indice di dipendenza nelle attività strumentali della vita quotidiana)
MSQOL-54 SALUTE FISICA
MSQOL-54 SALUTE MENTALE

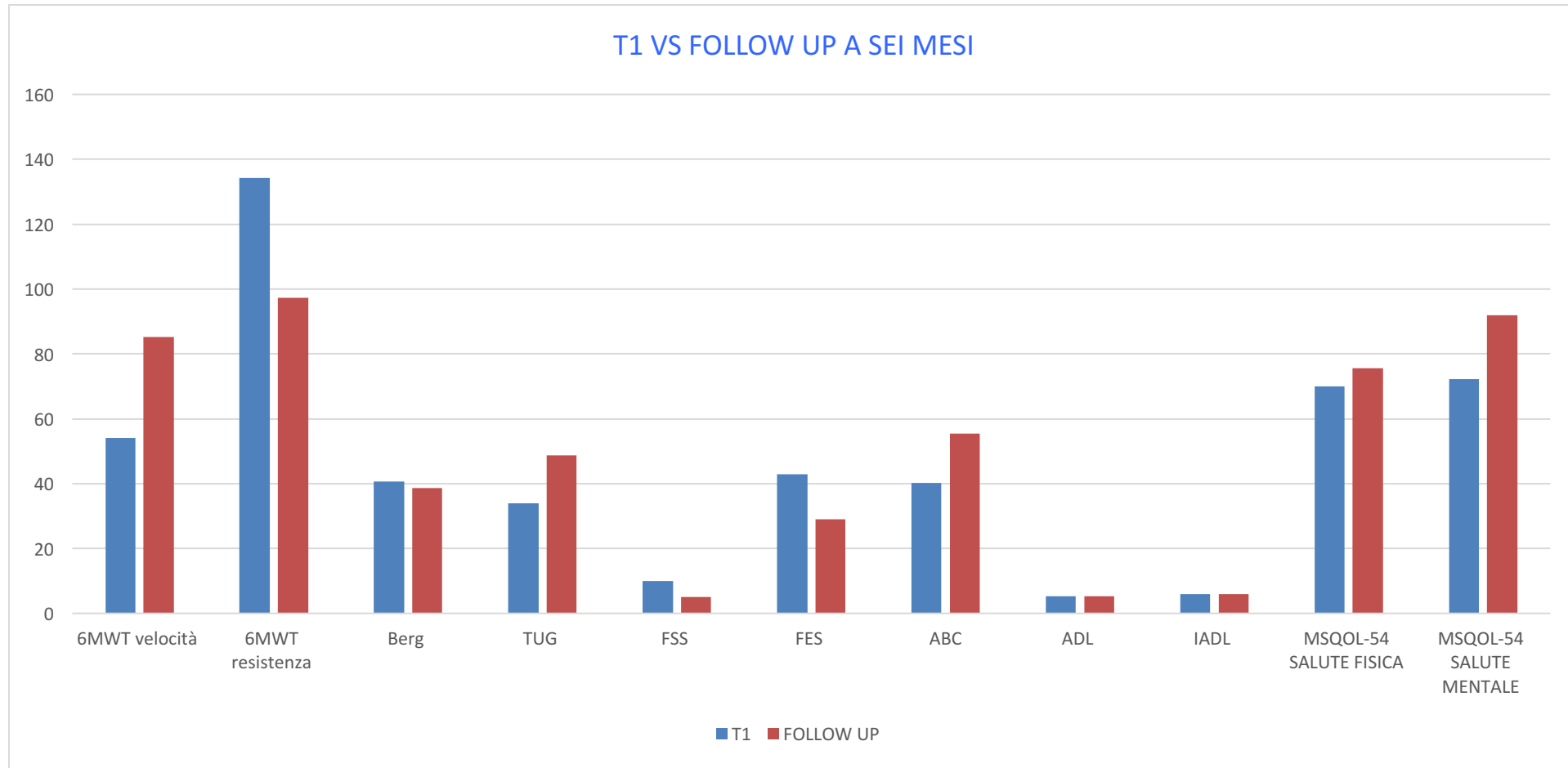
Work in progress

- Valutare la variazione di parametri deambulatori oggettivi e di parametri soggettivi relativi alla percezione del proprio stato di salute in pazienti con SM sottoposti a trattamento ambulatoriale di 20 sessioni, 2 sessioni di 60' alla settimana, mediante utilizzo di EKSO.
- T0, prima della prima seduta di trattamento
- T1, fine trattamento (20 sedute)
- T2, follow up a tre mesi da T1

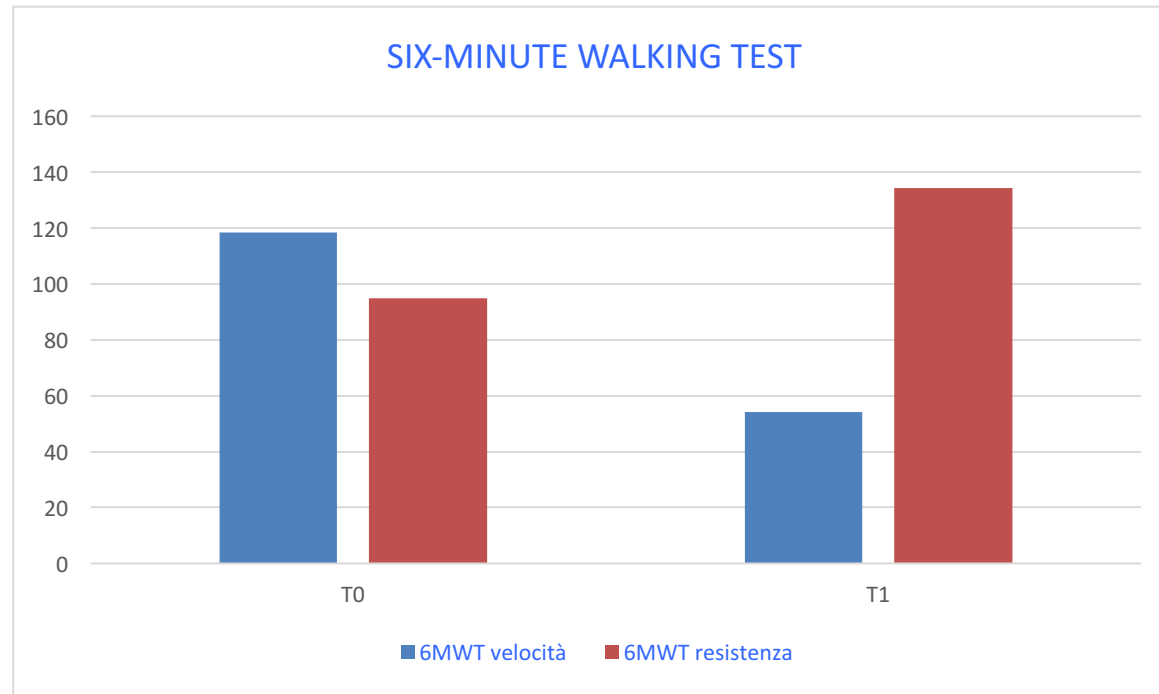
To a T1



Follow Up



6 MWT velocità e resistenza



	6MWT velocità	6MWT resistenza
T0	118,34	95
T1	54,17	134,34

Parametri EKSO

- Incremento Upright Time (standing and walking)
- Incremento Walking Time (steps per minute of therapy)
- Incremento Cadence (steps per minute)
- Incremento Total Steps (steps per session)

Criticità

- **Studio in corso: aumentare il campione trattato**
- **Necessità di analisi e validazione statistica dei parametri valutati**
- **Quale stratificazione?**
- **Analisi e ricerca multicentrici**
- **Utilizzo di parametri strumentali per la verifica del cambiamento di pattern motori (EMG s) e deambulatori (Gait Analysis)**
- **Utilizzo ecologico dello strumento riabilitativo**
- **Rimodulazione dei costi**
- **Riconoscimento tariffario a fronte di efficacia provata**

CONCLUSIONI

- **Prospettive incoraggianti, soprattutto nei casi complessi**
- **Strumento utile sul piano del controllo oggettivo di parametri biomeccanici (distribuzione di carico, lunghezza del passo, oscillazione, etc.)**
- **Ottima compliance del paziente**
- **Efficacia percepita e incremento percepito della qualità di vita**

Riflessioni

- **Non opponiamoci al futuro**
- **Non dimentichiamo quello che abbiamo fatto**
- **Più ricerca**
- **Più scientificità: analisi critica dei risultati, benchmarking fra “tradizione” e “innovazione”**
- **Sostenibilità dei costi**



Grazie dell'attenzione