

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

SCUOLA DI SCIENZE MEDICHE E FARMACEUTICHE

**DIPARTIMENTO DI MEDICINA SPERIMENTALE
(DIMES)**

*Corso di laurea in Scienze e Tecniche dell'attività motoria preventiva e
adattata (LM - 67)*



Elaborato scritto per la prova finale di Attività fisiche adattate a patologie
internistiche: Medicina Fisica Riabilitativa

*Oltre le barriere della disabilità elevata: impatto dell'esercizio
fisico adattato in persone con SM*

Relatore

Dott.re Brichetto Giampaolo

Candidata

Paganini Nicoletta

Correlatore

Dott.re Giacalone Giovanni Rosario

Anno Accademico 2024/2025

INDICE:

1. La Sclerosi multipla
 - 1.1 Introduzione
 - 1.2 Epidemiologia
 - 1.3 Eziopatogenesi
 - 1.4 Neuropatologia
 - 1.4.1 Alterazione della conduzione nervosa
 - 1.5 Sintomatologia
 - 1.5.1 Sintomi fisici
 - 1.5.2 Sintomi cognitivi e affettivi
 - 1.6 Le tipologie di Sclerosi Multipla
 - 1.7 Diagnosi
 - 1.8 Scale di valutazione
2. Attività fisica ed esercizio fisico
 - 2.1 Differenza tra attività fisica adattata (AFA) ed esercizio fisico adattato (EFA)
 - 2.2 Benefici dell'attività fisica adattata
 - 2.3 Benefici in persone con SM
3. Obiettivi dello studio
4. Materiali e metodi
 - 4.1 Descrizione del campione
 - 4.2 Valutazione del partecipante
 - 4.2.1 Arm Function in Multiple Sclerosis Questionnaire (AMSQ)
 - 4.2.2 Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)
 - 4.2.3 Modified Fatigue Impact Scale (MFIS)
 - 4.2.4 Multiple Sclerosis Impact Scale (MSIS-29)
 - 4.2.5 Wheelchair Propulsion Test (WPT)
 - 4.2.6 One Stroke Push Test

- 4.2.7 Symbol Digit Modalities Test (SDMT)
- 4.2.8 Box and Block Test (BBT)
- 4.2.9 Functional Independence Measure (FIM)
- 4.3. Analisi statistica dei dati
- 5. Protocollo di esercizio fisico adattato (EFA)
- 6. Risultati
 - 6.1 Aderenza alle sessioni di allenamento
 - 6.2 Valutazioni funzionali
 - 6.2.1 Wheelchair Propulsion Test (WPT)
 - 6.2.2 One Stroke Push Test
 - 6.2.3 Symbol Digit Modalities Test (SDMT)
 - 6.2.4 Box and Block Test (BBT)
 - 6.3 Questionari autoriportati
 - 6.3.1 Arm Function in Multiple Sclerosis Questionnaire (AMSQ)
 - 6.3.2 Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)
 - 6.3.3 Modified Fatigue Impact Scale (MFIS)
 - 6.3.4 Multiple Sclerosis Impact Scale (MSIS-29)
 - 6.4 Misure cliniche
 - 6.4.1 Functional Independence Measure (FIM)
- 7. Limiti dello studio
- 8. Discussione

Capitolo 1 – La Sclerosi multipla

1.1 Introduzione

La Sclerosi Multipla (SM), chiamata anche sclerosi a placche, è una patologia neurodegenerativa del Sistema Nervoso Centrale a decorso cronico con insorgenza in età giovanile (R. Milo et Al., 2010).

Il primo caso riconducibile alla SM è quello di Lidwina di Schiedam (1380-1433). Vissuta in Olanda, la giovane manifestò i primi sintomi a 16 anni con ricorrenti episodi di paralisi, perdita della sensibilità e soprattutto della vista, ed un progressivo deterioramento delle condizioni di salute fino alla morte.

Alcuni secoli dopo, nel 1838, Robert Carswell e Jean Cruveilhier, docenti di anatomia patologia, a seguito di un'autopsia riuscirono ad individuare alcuni segni clinici tipici della patologia definiti da Carswell come “Lesioni notevoli del midollo spinale accompagnate da atrofia”.

Il primo a scoprire effettivamente la SM fu il neurologo francese Jean-Martin Charcot, il quale nel 1868, riassumendo i risultati dei precedenti studi e aggiungendo le sue osservazioni cliniche e patologiche, ne identificò la caratteristica principale detta “Sclerosi a placche”. Si caratterizzava per la disseminazione nel sistema nervoso centrale di placche, a carattere infiammatorio, di dimensioni variabili da pochi millimetri a parecchi centimetri in altezza e larghezza, contraddistinte dalla scomparsa della guaina mielinica (demielinizzazione) esistente intorno alle fibre nervose e da un addensamento circostante di tessuto fibroso indurito (sclerosi).

Le cause sono ad oggi ancora sconosciute, tuttavia, in base alle numerose evidenze cliniche e sperimentali, la SM viene considerata una patologia autoimmune secondaria a una risposta diretta contro un evento “trigger” (scatenante), che determina conseguentemente una risposta anomala dei linfociti T che risultano pertanto autoreattivi, capaci cioè di attaccare la mielina degli assoni (Liu R. et Al., 2022).

Il decorso clinico della patologia è variabile ed imprevedibile. Il quadro sintomatologico è strettamente soggettivo: ogni paziente presenta una combinazione specifica di manifestazioni che fluttuano nel tempo sia per tipologia che per gravità

1.2 Epidemiologia

I dati più recenti delineano un quadro di circa 2,8 milioni di persone affette da SM nel mondo, di cui 1.200.000 in Europa e circa 144.000 solo in Italia. La patologia manifesta

una spiccata prevalenza nel sesso femminile, con un rapporto donne/uomini di circa 2:1 rispetto agli uomini. Le ragioni di questa differenza tra maschi e femmine non sono ancora del tutto chiare, ma si ritiene che possano essere coinvolti diversi fattori, come le differenze ormonali e genetiche, di stile di vita e delle condizioni ambientali legate al genere (Angeloni B. et Al., 2021).

Sebbene l'esordio clinico si collochi tipicamente tra i 20 e i 40 anni (con un picco di incidenza intorno ai 30), la diagnosi può interessare anche la fascia pediatrica, quella adolescenziale (5% dei casi al di sotto dei 16 anni) o quella tardiva (0,5-1% dei casi sopra i 60 anni).

Nonostante la diffusione mondiale, la SM segue una distribuzione geografica ben precisa: il rischio di sviluppare la malattia aumenta man a mano che ci si allontana dall'equatore. Questo fenomeno, documentato da Clive E. Sabel et Al. (2021), si manifesta con una particolare incidenza tra le persone di etnia caucasica e nelle regioni del Nord Europa.

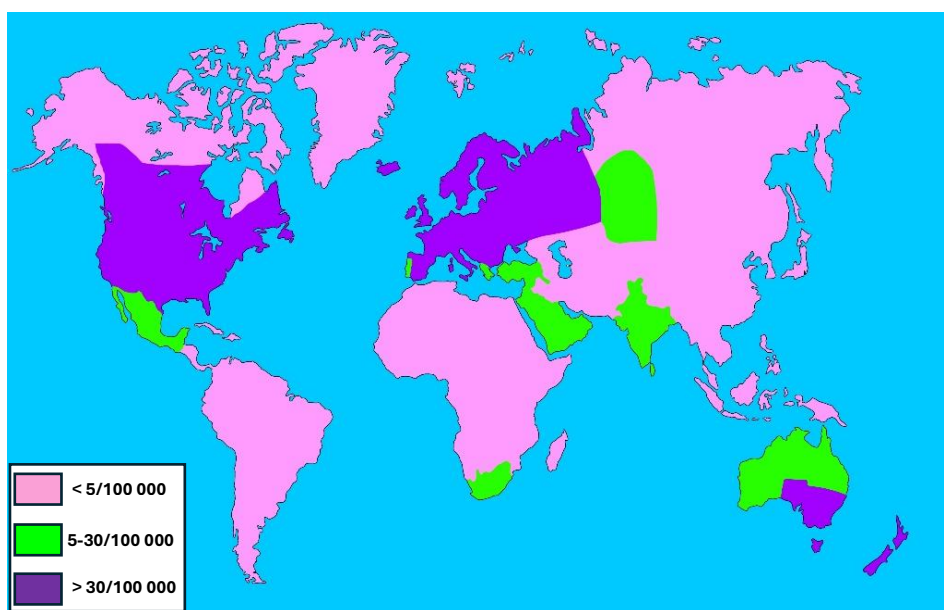


Figura 1- Prevalenza e diffusione della SM

Negli ultimi anni, la prevalenza media della SM in Italia si attesta a circa 220 casi ogni 100.000 abitanti. Un'eccezione rilevante è rappresentata dalla Sardegna, che manifesta un tasso di prevalenza significativamente superiore alla media nazionale, raggiungendo circa 400 casi per 100.000 abitanti.

La maggior parte degli studi epidemiologici ha messo in luce una possibile relazione tra SM e latitudine, identificando tre zone di frequenza:

- Zone ad alto rischio, che includono le regioni settentrionali degli USA e il Canada meridionale, l'Europa centro-settentrionale, l'Australia sud-orientale e la Nuova Zelanda;
- Zone a medio rischio, comprendenti alcune zone dell'Europa mediterranea, le regioni meridionali degli USA, la popolazione bianca del sud Africa e, forse, gli stati centrali dell'America del sud;
- Zone a basso rischio, che includono Asia e Africa e, forse, gli stati settentrionali dell'America del sud e i paesi caraibici.

Tali evidenze hanno inizialmente suggerito il ruolo determinante dei fattori ambientali legati alla latitudine nel condizionare la prevalenza della patologia (Clive E. Sabel et al., 2021). Tuttavia, questa correlazione è stata parzialmente ridimensionata da studi recenti, i quali hanno dimostrato più che altro un'associazione tra la distribuzione geografica e fattori genetici della popolazione.

In Italia, il caso della Sardegna è indicativo di come la genetica influenzi la diffusione della malattia. La regione presenta infatti tassi di prevalenza molto più alti rispetto al resto del Paese, un fenomeno associato alla presenza nella popolazione sarda di un particolare aplotipo del sistema maggiore di istocompatibilità noto come DR4.

Allo stesso modo vanno interpretati i dati che rivelano una scarsa incidenza di malattia in popolazioni quali i giapponesi, gli asiatici che vivono in Gran Bretagna, gli zingari di Ungheria, gli afroamericani degli USA, i Maori della Nuova Zelanda o gli africani del Sud Africa, tutti gruppi razziali che vivono in zone geograficamente definite ad alto rischio. Pertanto, le differenze osservate nella distribuzione geografica sono da attribuire principalmente alle specifiche caratteristiche genetiche delle popolazioni analizzate.

1.3 Eziopatogenesi

L'eziologia della Sclerosi Multipla rimane tuttora oggetto di indagine, non essendo stata ancora identificata una causa univoca. L'ipotesi scientifica prevalente definisce la SM come una patologia dall'eziopatogenesi complessa, derivante da un'interazione dinamica tra fattori genetici, ambientali e immunologici. Per questo motivo si può parlare di origine multifattoriale, la quale comprende:

- **Fattori genetici:** l'ipotesi che la predisposizione a sviluppare la SM possa essere determinata geneticamente è stata avvalorata da numerose osservazioni presenti in letteratura, che hanno messo in evidenza come la patologia risulti avere una

bassissima prevalenza in alcune razze, mentre in altre, in particolare quella caucasica, essa sia particolarmente frequente. Inoltre, pur non essendo una malattia a trasmissione ereditaria diretta, la SM presenta una componente di suscettibilità familiare. L'incidenza globale resta bassa, tuttavia la letteratura concorda nel riscontrare un rischio relativo maggiore per i familiari stretti; nello specifico, figli e fratelli di persone con SM mostrano una probabilità di insorgenza pari a circa il 3-5%.

Gli studi condotti fino ad ora sostengono l'ipotesi che non vi sia un unico gene responsabile dell'insorgenza della patologia, piuttosto la suscettibilità sarebbe determinata da molteplici loci indipendenti l'uno dall'altro, ciascuno dei quali contribuirebbe al rischio complessivo di sviluppo. Le ricerche sul genoma hanno rivelato che i soggetti affetti da SM spesso presentano alterazioni nella struttura dei geni posizionati su specifici loci dei cromosomi 5, 6 e 17. Nello specifico il complesso maggiore di istocompatibilità (Major Histocompatibility Complex, MHC), localizzato nel cromosoma 6, è stato identificato come uno dei principali determinanti genetici della SM. Questo complesso (MHC) comprende geni funzionalmente correlati che costituiscono il sistema HLA (Human Leukocyte Antigens), responsabile della sintesi di proteine espresse sulla superficie delle cellule immunitarie. Le numerose varianti alleliche dei geni HLA determinano lievi differenze strutturali tra queste proteine che regolano il riconoscimento delle sostanze estranee e contribuiscono, nei casi di malattia autoimmune, a una risposta immunitaria anomala verso le componenti self.

La SM è spesso correlata all'allele HLA-DR2: nella popolazione caucasica i portatori di questo aplotipo mostrano un rischio di sviluppare la patologia circa 3-4 volte superiore rispetto alla popolazione generale. Tuttavia tale associazione non è universale: in altre etnie, infatti, la suscettibilità alla malattia è stata correlata a differenti aplotipi del sistema HLA.

- **Agenti infettivi:** in individui caratterizzati da una predisposizione genetica, determinati agenti infettivi sembrano agire come fattori trigger. Tali patogeni stimolerebbero il sistema immunitario innescando la reazione autoimmune responsabile dell'esordio della SM.

Il meccanismo ritenuto alla base dello sviluppo della malattia è quello del *mimetismo molecolare*, secondo il quale il virus sarebbe in grado di imitare specifiche strutture

dell'organismo ospite. Tale somiglianza determinerebbe l'attivazione del sistema immunitario contro l'agente infettivo nel tentativo di eliminarlo; tuttavia, la risposta immunitaria finirebbe per colpire anche le strutture self, contribuendo così all'insorgenza del processo patologico autoimmune. Nell'ambito della SM l'organizzazione strutturale dell'agente infettivo risulta analoga a quella degli auto-antigeni mielinici; di conseguenza, la risposta immunitaria evocata dal patogeno non si limita a colpire l'agente esterno, ma si estende erroneamente anche alle componenti della mielina, a causa della loro somiglianza molecolare.

L'ipotesi di un coinvolgimento virale nell'eziopatogenesi della SM risale già alle intuizioni di Charcot alla fine dell'Ottocento. Gli studi contemporanei tendono a confermare questa intuizione, suggerendo che un contatto con patogeni di varia natura (virale e non) durante l'infanzia possa agire come elemento scatenante la patologia. In particolare, tra i molti agenti che sono stati oggetto di studio vi sono:

- Il virus del morbillo
- Gli Herpes virus, in particolare l'Epstein Barr virus (EBV) e il Citomegalovirus (CMV)
- Alcuni retrovirus
- La Chlamydia pneumoniae

Tale relazione trova riscontro anche in ambito sperimentale: è stato infatti possibile indurre, in alcune specie animali, una forma di encefalomyelite demielinizzante cronica simile alla SM attraverso l'inoculazione di specifici ceppi virali.

- **Fattori immunologici:** evidenze cliniche e sperimentali consolidate suggeriscono un'eziologia infiammatoria a carattere autoimmune. Tale ipotesi trova ampio riscontro nei modelli animali di Encefalite Allergica Sperimentale (EAS), i quali costituiscono il principale riferimento per lo studio della patologia. In conseguenza all'evento "trigger", che nel caso degli studi sugli animali è rappresentato dall'immunizzazione con proteine della mielina che inducono la malattia, i linfociti T circolanti nel sangue periferico migrano attraverso la barriera ematoencefalica; una volta nel Sistema Nervoso Centrale i linfociti attivati riconoscono le proteine mieliniche "self" esposte dai macrofagi e dalla microglia come bersagli estranei attraverso il processo di mimetismo molecolare precedentemente analizzato. Il successivo rilascio di citochine e chemochine pro-infiammatorie innesca una cascata immunologica che altera la permeabilità della barriera emato-encefalica,

permettendo così l'afflusso di una seconda ondata di linfociti T verso il sito dell'infiammazione. L'esito finale di tale processo è il danno progressivo a carico della guaina mielinica, degli oligodendrociti e, in una fase successiva, dei neuroni.

L'evoluzione o l'interruzione di questa cascata autoimmune è in parte influenzata dall'equilibrio tra fattori pro-infiammatori, quali l'interferone gamma (IFN- γ) e il tumor necrosis factor alfa (TNF- α), e i fattori antinfiammatori, quali l'interleuchina 4, l'interleuchina 10 e il tumor growth factor beta (TGF- β).

- **Fattori ambientali:** si è visto come la percentuale di soggetti affetti da SM varia in base alla latitudine e al luogo di appartenenza, in particolare, l'incidenza della patologia aumenta allontanandosi dall'equatore, seppure con qualche eccezione. Alcuni ricercatori hanno perciò proposto che questa correlazione possa dipendere da una diminuita esposizione alla luce solare e di conseguenza una minor produzione e assorbimento di vitamina D. Recentemente gli studi condotti hanno evidenziato che un basso livello di Vitamina D nel sangue rappresenta un fattore di rischio per la SM.

È stato approfondito il possibile coinvolgimento di altri fattori quali: stress, fumo, esposizione professionale a tossine, vaccini, dieta e assunzione di ormoni. In particolare, il fumo di sigaretta è stato considerato non solo un potenziale fattore di rischio per lo sviluppo della patologia ma anche un elemento in grado di accelerarne la sua progressione.

Tuttavia, le evidenze attualmente disponibili non permettono ancora di stabilire con certezza il rapporto dei diversi fattori con l'insorgenza della patologia.

1.4 Neuropatologia

La Sclerosi multipla è una patologia caratterizzata dalla presenza di numerose aree di demielinizzazione nel SNC, ovvero delle zone in cui la mielina risulta danneggiata e degradata (Mamoei S et Al., 2020). La denominazione "Sclerosi a placche" trae origine dalle caratteristiche lesioni demielinizzanti, note clinicamente come "placche". Tali placche sono definite multifocali, sia dal punto di vista spaziale, poiché possono comparire in diverse aree del Sistema nervoso centrale, sia dal punto di vista temporale, in quanto tendono ad aumentare di numero con il progredire del tempo.

Lo sviluppo della placca è preceduto dalla formazione di un denso infiltrato infiammatorio composto prevalentemente da cellule mononucleate e in particolare da linfociti T, cellule B e macrofagi.

Sebbene i linfociti T coordinino la risposta immunitaria, la demielinizzazione vera e propria è attribuibile soprattutto all'intervento dei macrofagi. Quest'ultimi, infatti, sono in grado di produrre cellule, tra cui il TNF- α che sono responsabili di un danno diretto degli oligodendrociti, i responsabili della produzione della mielina.

La mielina persa viene sostituita grazie alla proliferazione reattiva di cellule della glia che crea una cicatrizzazione che porta allo stiramento e alla frammentazione degli assoni. Se l'assone non ha ancora subito danni strutturali, la riparazione è possibile: il sistema nervoso può infatti rigenerare la mielina perduta; se subentra un danno assonale, invece, il recupero diventa difficile e questo può compromettere il funzionamento dell'intero neurone.

1.4.1 Alterazione della conduzione nervosa

La mielina è composta per il 40% da acqua e per il 60% da componenti solide, tra cui lipidi (79%), proteine (18%) e tracce di carboidrati. La sua funzione principale risiede nell'isolamento elettrico del neurone: impedendo che l'onda di depolarizzazione proceda in modo continuo lungo l'assone, costringe l'impulso a muoversi da un nodo di Ranvier (cioè, lo spazio tra due segmenti mielinici adiacenti) all'altro attraverso una conduzione definita “*saltatoria*”.

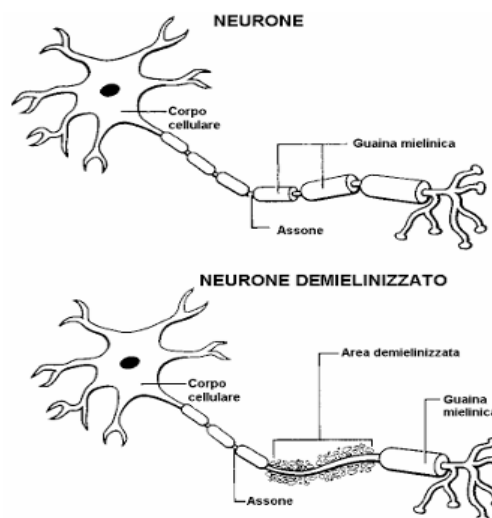


Figura 2 - Demielinizzazione di un neurone

Nelle fibre nervose colpite da processi di demielinizzazione l'integrità della guaina isolante viene compromessa, rendendo impossibile il meccanismo della conduzione saltatoria. In questa conduzione il potenziale d'azione non può più saltare da un nodo di Ranvier all'altro ma è costretto a procedere lentamente per propagazione continua: in un individuo sano la velocità di propagazione può arrivare a 100-150 m/s; in un individuo affetto da SM essa scende fino a 5 m/s.

L'alterazione della velocità di conduzione si traduce in un'efficienza neurofisiologica ridotta, manifestandosi clinicamente attraverso fenomeni di fatica patologica. In questo scenario, il rallentamento del segnale e l'aumentato dispendio energetico necessario per la propagazione continua riducono la capacità del sistema nervoso di sostenere stimolazioni ripetute. Qualora il danno strutturale conduca a un blocco totale della conduzione, invece, provocherebbe una perdita funzionale esplicandosi, a seconda della localizzazione della lesione, in deficit motori, sensoriali o cognitivi.

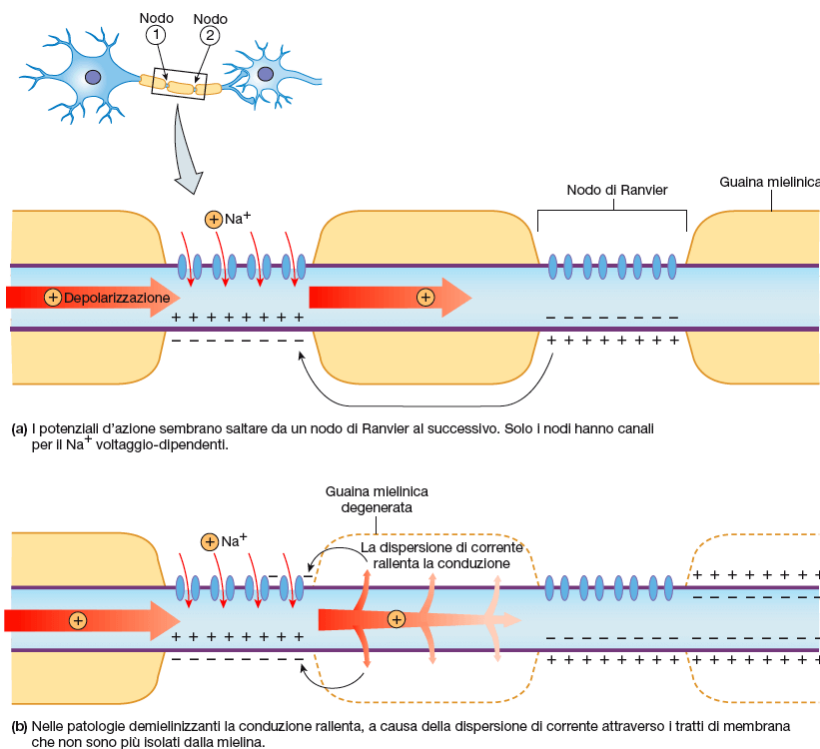


Figura 3 - Alterazioni della conduzione nervosa

La compromissione della guaina mielinica non si limita a determinare disfunzioni nella motilità volontaria, ma induce una serie di alterazioni

secondarie, tra cui l'incremento della sensibilità assonale verso i fattori ambientali (Chacko G et Al., 2021). In tale contesto, la temperatura ambientale elevata emerge come il fattore critico più rilevante: l'ipertermia, infatti, esacerba il deficit di conduzione nervosa, traducendosi in una marcata astenia patologica per il soggetto. Oltre alla suscettibilità termica gli assoni demielinizzati presentano una marcata vulnerabilità agli stimoli meccanici, i quali possono determinare la comparsa di potenziali d'azione improvvisi, come accade nel fenomeno di Lhermitte. Quest'ultimo è determinato dalla demielinizzazione nervosa a livello del tratto cervicale e si manifesta come una sensazione di "scossa elettrica" che si propaga lungo la colonna vertebrale e gli arti in seguito alla flessione del collo.

Un'ulteriore complicanza derivante dalla demielinizzazione è la propagazione dello stimolo elettrico ad assoni circostanti, con la comparsa di fenomeni parossistici sensitivi o motori come la nevralgia del nervo trigemino, le parestesie (alterazione della sensibilità) e le contrazioni muscolari toniche prolungate.

1.5 Sintomatologia

La SM è una delle patologie neurologiche più variabile e imprevedibile nelle sue manifestazioni cliniche, in quanto esse dipendono strettamente dalla localizzazione delle aree di demielinizzazione, che possono essere distribuite in modo eterogeneo all'interno del sistema nervoso centrale. Nonostante ciò, alcuni sintomi tendono a presentarsi con maggiore frequenza tra i soggetti con questa patologia. In circa il 40% dei casi, il sintomo d'esordio è rappresentato da un'ipostenia ad uno o più arti, nel 22% da neurite ottica o disturbi della vista, nel 21% da alterazioni della sensibilità. Tra le manifestazioni d'esordio più ricorrenti spicca la fatica, sebbene il quadro clinico iniziale possa includere una varietà di altri sintomi quali disturbi urinari, intestinali, vertigini o alterazioni delle funzioni cognitive.

La frequenza con cui si manifestano i sintomi della SM tende generalmente ad aumentare con il progredire della malattia e il grado di disabilità; tuttavia, tale associazione non è costante e in alcuni casi non vi sono correlazioni chiare. La maggior parte dei sintomi può essere affrontata e trattata con successo attraverso interventi terapeutici mirati adeguati, sia di tipo farmacologico sia non

farmacologico; tra questi, la riabilitazione e l'attività fisica adattata rivestono un ruolo determinante nel trattamento conservativo della patologia.

I sintomi comuni della SM sono:

- Disturbi piramidali
- Fatica
- Disturbi della sensibilità
- Disturbi cerebellari
- Disturbi motori
- Disturbi visivi
- Disturbi della comunicazione
- Disturbi della deglutizione
- Disturbi della respirazione
- Disturbi sfinterici
- Disturbi sessuali
- Disturbi cognitivi
- Disturbi dell'umore
- Dolore

Occorre tuttavia sottolineare come l'incidenza della sintomatologia vari sensibilmente in base all'età del paziente. Mentre le manifestazioni visive risultano predominanti nella fase di esordio, coinvolgendo tipicamente i soggetti più giovani, i deficit motori tendono a manifestarsi con maggiore frequenza negli individui con età superiore ai 40 anni.

Le manifestazioni cliniche possono presentarsi singolarmente o in combinazione, manifestando tipicamente una regressione entro intervalli temporali variabili. Tuttavia, il decorso della patologia è caratterizzato dalla possibile ricomparsa di sintomi preesistenti o dall'insorgenza di nuovi segni neurologici.

Nelle fasi avanzate della patologia il quadro clinico è spesso caratterizzato dalla concomitanza di molteplici deficit motori e sensitivi. Nel dettaglio, le manifestazioni più ricorrenti comprendono: la spasticità, l'atassia, le alterazioni della sensibilità, i disturbi visivi e le disfunzioni sfinteriche.

1.5.1 Sintomi fisici

- *Disturbi piramidali*: sono i disturbi più frequenti, soprattutto in età avanzata. Generalmente sono localizzati a uno o più arti e si manifestano con una riduzione della forza muscolare di varia entità (ipostenia) e un aumento del tono muscolare (spasticità), accompagnate da accentuazione dei riflessi osteotendinei che può portare alla comparsa di riflessi patologici, quali l'Hoffmann e il Babinski, e una diminuzione o abolizione dei riflessi addominali.

Sebbene la spasticità sia spesso considerata un sintomo invalidante, in alcuni casi essa assume una valenza funzionale consentendo ai soggetti con SM di mantenere la posizione eretta. In tale scenario, gli arti inferiori agiscono come 'piloni' rigidi, permettendo spostamenti che sarebbero altrimenti preclusi dalla debolezza motoria. Diversamente, la spasticità può rappresentare un fattore limitante qualora la rigidità in estensione e la flessione plantare del piede interferiscano con la fluidità del passo aumentando il rischio di inciampo e conseguente caduta.

- *Fatica*: è uno dei sintomi più frequenti e disabilitanti, colpisce circa l'85% delle persone affette da questa patologia. Viene riferita come un eccessivo affaticamento che può comparire già nelle prime ore della malattia, può manifestarsi dopo attività banali o talvolta anche a riposo. A differenza degli altri sintomi, la sua diagnosi e la sua valutazione clinica sono più difficili perché rappresenta uno stato puramente soggettivo. La percezione di affaticamento, infatti, può variare nel corso della stessa giornata e da persona a persona.

La fatica interferisce con le attività fisiche e mentali della persona affetta e contribuisce a peggiorare le difficoltà già presenti, influenzando in modo negativo sulla qualità della vita. L'impatto psicologico della fatica non deve essere sottovalutato in quanto il deficit energetico limita drasticamente la partecipazione ad attività ricreative e relazionali. Tale restrizione della socialità influisce negativamente sul tono dell'umore, alimentando il rischio di isolamento e ritiro sociale.

Per fatica da SM si intende comunemente un'opprimente sensazione di spossatezza in assenza di uno sforzo correlabile e tutto ciò risulta essere indipendente dall'età e dalla gravità della malattia stessa. A differenza della stanchezza fisiologica, la fatica da SM non è legata direttamente all'attività fisica ed è sensibile al calore: può manifestarsi con i cambiamenti della temperatura ambientale, ma anche dopo un bagno in acqua calda o fredda. In ogni persona con SM la fatica si manifesta in modo soggettivo.

Relativamente alla SM la fatica si può distinguere in “primaria” e “secondaria”.

- La “fatica primaria” è quella correlabile direttamente alla malattia, come risultato del danno al sistema nervoso centrale provocato dall'infiammazione. Sembra essere strettamente correlata alla presenza di una compromissione piramidale; possono però influire anche altri aspetti della patologia, quali la disfunzione del sistema immunitario con produzione di citochine pro-infiammatorie, il deficit di metabolismo in alcune aree del sistema nervoso centrale e la necessità di reclutare porzioni più ampie del cervello per svolgere i compiti che erano propri delle aree lese.
- La “fatica secondaria” è quella legata maggiormente allo stato emotivo, per esempio ansia o depressione, e alla presenza di altre condizioni non necessariamente correlate in modo diretto alla SM, come un'infezione, la febbre o un disturbo del sonno.

È opportuno considerare che alcune terapie farmacologiche possono indurre effetti collaterali quali sonnolenza o astenia; tali manifestazioni rischiano di sovrapporsi alla fatica, rendendo complessa la diagnosi differenziale o esacerbandone il quadro sintomatologico preesistente. Per valutare l'entità del sintomo, oltre ai comuni esami, clinici e strumentali, e alla storia clinica della persona affetta, esistono scale e questionari che permettono valutazioni di tipo soggettivo, che si basano su percezioni individuali, e valutazioni di tipo oggettivo, che quantificano il sintomo in relazione alla riduzione della forza muscolare, al consumo di energia e ai tempi necessari a svolgere determinate attività.

L'implementazione di strategie per il risparmio energetico risulta determinante nella gestione multidisciplinare della fatica nella SM. Tali interventi mirano a ottimizzare l'efficienza funzionale del paziente attraverso: il bilanciamento tra periodi di attività e riposo, la pianificazione giornaliera delle attività da compiere in ordine di priorità, il riconoscimento dei segnali di affaticamento in modo da fermarsi prima di raggiungere il completo esaurimento energetico, l'adattamento degli spazi domestici per minimizzare il dispendio energetico e l'utilizzo di tecniche di rilassamento ,fondamentali per massimizzare l'efficacia ristorativa del riposo.

- *Disturbi della sensibilità:* sono spesso il sintomo d'esordio. Comprendono alterazioni di entità variabile della sensibilità tattile, termica e dolorifica; alterazioni delle sensibilità profonde e sintomi soggettivi riferiti come intorpidimento, formicolio, fasciatura e gonfiore, definiti con il termine di parestesie. Tali sintomi possono interessare inizialmente un piede, per poi comparire nell'altro e propagarsi ai settori prossimali degli arti inferiori; in alcuni casi possono anche interessare le mani, determinando la sensazione comunemente definita come "di indossare guanti". Questi disturbi possono provocare: dolore, spasmi tonici dolorosi notturni e dolore lombare, talvolta provocati da posture abnormi o da ipertonìa della muscolatura. Le lesioni responsabili di tali sintomi sono localizzate nei cordoni posteriori del midollo spinale, a livello delle vie spino-talamiche e delle zone d'ingresso delle radici posteriori, o possono interessare i sistemi endogeni di controllo del dolore.
- *Disturbi cerebellari:* non sono sintomo frequente all'esordio, ma sono spesso presenti nelle fasi più avanzate della patologia, determinando in molti casi un elevato grado di disabilità motoria e di limitazione dell'autonomia. Il tremore intenzionale e la dismetria possono manifestarsi ai quattro arti e, più raramente, al tronco. È frequente la comparsa di un'andatura atassico-spastica e possono comparire disartria e nistagmo. I soggetti che soffrono di tali disturbi riferiscono una sensazione di instabilità, di incertezza nel mantenimento della stazione eretta e nella deambulazione, con perdite di equilibrio, e possibili vertigini.

Le manifestazioni di natura cerebellare mostrano una ridotta suscettibilità alla remissione; pertanto, qualora si presentino come sintomatologia d'esordio, tendono a delineare un quadro prognostico meno favorevole per l'evoluzione della patologia.

Tra i disturbi cerebellari troviamo appunto la *spasticità* e l'*atassia*:

- *Spasticità*: la spasticità è definita come un aumento patologico del tono muscolare a riposo, velocità-dipendente. Si tratta di una manifestazione estremamente diffusa, che interessa oltre il 75% dei pazienti affetti da sclerosi multipla e si presenta frequentemente in comorbidità con l'ipostenia

Gli arti inferiori sono maggiormente colpiti, in particolare i muscoli estensori, che possono presentare anche spasmi dolorosi.

In determinati scenari clinici, l'ipertono spastico può assumere una valenza funzionale positiva: sopperendo parzialmente alla severa ipostenia muscolare, esso funge da supporto meccanico vicariante, facilitando il mantenimento della stazione eretta e supportando le fasi della deambulazione.

Il trattamento della spasticità deve essere mirato a migliorare la funzione degli arti, ridurre il dolore e facilitare l'igiene personale.

Risulta pertanto cruciale identificare i fattori esacerbanti che possono indurre un incremento dell'ipertono. In tale ottica, l'educazione del paziente al mantenimento di posture corrette rappresenta un pilastro del trattamento; solo un approccio multidisciplinare può garantire una gestione efficace e personalizzata nel contrastare la spasticità.

- *Atassia*: si definisce atassia la riduzione o la mancanza di coordinazione nei movimenti o nella postura, un sintomo molto comune nelle persone con SM (oltre il 75%) e quasi sempre associato a tremore. Tali manifestazioni possono interessare gli arti superiori, compromettendo la capacità di eseguire anche i più semplici compiti manuali, così come gli arti inferiori, alterando lo schema del passo. Il coinvolgimento della muscolatura del tronco, inoltre, incide negativamente sulla stabilità posturale e sul controllo del baricentro.

- *Disturbi visivi*: come precedentemente accennato, l'interessamento del nervo ottico è uno dei sintomi d'esordio più frequenti, soprattutto in età giovanile. Circa la metà di tutti i casi di neurite ottica evolve in sclerosi multipla. La sua manifestazione è generalmente unilaterale, caratterizzata da offuscamento del visus, spesso con dolore all'occhio o in sede retro – orbitaria irradiato ed esacerbato dai movimenti oculari. L'acuità visiva risulta ridotta e il campo visivo appare alterato, tipicamente a causa della comparsa di uno scotoma centrale riconducibile al coinvolgimento della parte centrale del nervo ottico. I pazienti riferiscono di avere la vista annebbiata o di vedere come attraverso un vetro appannato. Il calo della vista può variare da pochi decimi fino alla completa cecità, ma nella maggior parte dei casi è reversibile, nonostante il recupero lento e variabile.
- *Disturbi sfinterici*: questi disturbi sono presenti in circa il 70% dei casi e possono essere determinati da lesioni localizzate nei lobi frontali, nel tronco encefalico, dove risiede il centro della minzione, e nella porzione terminale del midollo spinale, dove risiede il centro sacrale. Si manifestano più frequentemente con quadri di urgenza minzionale e incontinenza, dovute a iperreflessia vescicale, ma si possono presentare talora anche casi di ritenzione, imputabili invece a una dissinergia di detrusore e sfintere vescicale. La disfunzione vescicale spesso comporta un incompleto svuotamento con la minzione e pertanto favorisce lo sviluppo di infezioni delle vie urinarie che, se non adeguatamente trattate, possono complicarsi in infezioni renali.
- *Disfunzioni sessuali*: i disturbi della sfera sessuale possono manifestarsi in pazienti di entrambi i sessi. Le cause che ne comportano l'insorgenza non sempre sono di carattere organico con disfunzione dei centri che regolano tali funzioni, ma possono essere dovuti ad effetti psicologici correlati alle difficoltà di convivenza con la patologia. Nella donna i problemi più comunemente riscontrati sono il calo del desiderio, la diminuzione dell'orgasmo, i problemi di lubrificazione vaginale, la diminuzione della sensibilità perineale e la fatica che interferisce con l'attività sessuale;

nell'uomo si riscontrano prevalentemente disfunzioni erettile e difficoltà nell'eiaculazione.

- *Disturbi del linguaggio*: il problema della disartria si manifesta in circa il 61% dei malati di SM e consiste nella difficoltà a realizzare i movimenti necessari all'articolazione delle parole. Questo disturbo, in questi individui, è la conseguenza di un danno centrale per cui i muscoli della fonazione risultano rallentati, talvolta fino alla paralisi. Le capacità di comprensione linguistica, invece, rimangono intatte.
- *Disfagia*: sintomo che si presenta solo nelle forme croniche più gravi ed invalidanti di SM ed è indice di prognosi severa. I soggetti affetti da tale disturbo tendono a soffocarsi bevendo liquidi o ingerendo determinati cibi solidi. Tale condizione espone i soggetti a gravi complicanze quali malnutrizione, disidratazione e polmoniti ab ingestis.
- *Disturbi respiratori*: le complicanze respiratorie sono comuni negli stadi terminali della malattia e rappresentano una delle cause più frequenti di decesso. È possibile riscontrare tali disturbi anche durante le fasi più precoci, generalmente in concomitanza di una ricaduta. Le cause sono attribuibili a un deficit della muscolatura respiratoria, in particolare del muscolo diaframma, o del controllo automatico del respiro a causa di lesioni nel tronco encefalico.

Seppur con frequenza inferiore rispetto ai sintomi descritti finora, possono manifestarsi anche:

- *Segni di lesione di altri nervi cranici*: oltre al nervo ottico e ai nervi oculomotori possono essere coinvolti il nervo facciale (VII nervo cranico), che si manifesta con deficit motorio omolaterale alla lesione e il nervo vestibolo-cocleare (VIII nervo cranico), il quale può determinare l'insorgenza di ipoacusia e nistagmo.
- *Disturbi parossistici*: si tratta di una serie di disturbi che possono comparire improvvisamente e altrettanto rapidamente risolversi, spesso scatenati da

movimenti o da stimoli sensitivi. Sono presenti in circa 1 paziente su 4 e possono presentarsi con frequenza estremamente variabile, da un paio di volte al giorno fino ad un centinaio. Si ritiene che siano provocati da una scorretta trasmissione degli impulsi nervosi o da una lesione in sede troncale.

Fra questi troviamo:

- Il segno di Lhermitte il quale, a seguito di un movimento di flessione del capo, dà luogo a una sensazione di scossa elettrica che origina a livello cervicale e si irradia fino agli arti inferiori, raramente agli arti superiori.
 - La nevralgia trigeminale
 - Le crisi di disartria
 - L'atassia parossistica
 - Le contrazioni toniche, con assunzione di posture in flessione dell'arto superiore e in estensione dell'arto inferiore.
 - Dolori improvvisi o parestesie al volto o ad uno degli arti.
- *Manifestazioni epilettiche:* in merito alla possibile correlazione tra SM ed epilessia i pareri sono tutt'oggi controversi; i sostenitori di questa ipotesi ritengono che tale correlazione possa trarre origine da effetti correlati al processo di demielinizzazione, quali la generazione di impulsi ectopici, l'aumento della sensibilità alle sollecitazioni meccaniche delle fibre demielinizzate, la trasmissione retrograda di impulsi e la propagazione trasversale degli impulsi, su fibre nervose adiacenti.

1.5.2 Sintomi cognitivi e affettivi

- *Disturbi cognitivi:* un deficit cognitivo, più o meno grave, si manifesta in circa il 60% dei soggetti affetti da SM, ma solo in un 10% dei casi costituisce un problema di grande rilevanza. Le lesioni responsabili di tali deficit sono state rilevate in sede periventricolare e nella sostanza grigia. Si tratta di disturbi dell'attenzione, del ragionamento, delle funzioni esecutive, della memoria, della capacità di calcolo e della percezione visuo-spaziale mentre il linguaggio è solo raramente compromesso.

- *Disturbi dell'umore*: ansia e depressione sono spesso riscontrabili in questi soggetti come sintomo secondario alla loro diagnosi. Con il termine “depressione” si fa riferimento ad un ampio insieme di stati emotivi, dalla sensazione di sentirsi un po' giù che può persistere per qualche giorno a quadri di tristezza oppressiva che possono durare mesi. È fondamentale che tali manifestazioni non siano vissute con sentimenti di vergogna o stigma sociale, poiché un simile vissuto psicologico può compromettere l'aderenza al trattamento. Trattandosi di deficit neurologici non soggetti al controllo volontario, al pari degli altri sintomi della malattia, richiedono un approccio clinico aperto e privo di pregiudizi.

Sono molti i fattori che influenzano l'insorgenza di uno stato depressivo nelle persone con SM. Questa può verificarsi come reazione alla diagnosi stessa (definita depressione “reattiva”), facilmente comprensibile se si pensa alle profonde modificazioni della vita ed alla consapevolezza dei malati di essere affetti da una patologia progressivamente invalidante, oppure potrebbe anche essere il risultato di processi patologici, propri della malattia stessa, che possono alterare le vie neuronali preposte al controllo emotivo.

Ai fini di una corretta diagnosi di depressione risulta necessario identificare determinate caratteristiche nel soggetto:

- Sentimenti di tristezza ed irritabilità
- Perdita di interessi e del piacere derivante dalle attività quotidiane
- Alterazione dell'appetito
- Disturbi del sonno
- Stanchezza persistente
- Sentimento di inutilità e di colpa
- Problemi di memoria e concentrazione
- Ideazioni suicidarie e di morte

È molto importante che la depressione venga diagnosticata e se necessario eventualmente trattata con la terapia farmacologica appropriata e non; in questo frangente sappiamo che l'attività fisica può portare numerosi benefici. Essa, in particolare se svolta in contesti sociali, può avere un impatto positivo sull'umore, riducendo ansia e depressione e favorendo una sensazione generale di benessere (Ensari I et Al, 2016).

La depressione, se non trattata, può essere la causa di riduzione della qualità di vita, di accentuazione di sintomi quali affaticamento, dolore e disturbi cognitivi ed infine può determinare un rischio di suicidio più elevato rispetto alla popolazione generale.

1.6 Le tipologie di Sclerosi Multipla

È possibile delineare diverse tipologie di SM.

In circa l'85% dei casi la patologia esordisce con il decorso a ricadute e remissioni, caratterizzato da episodi acuti della malattia ("ricadute") alternati a periodi di benessere ("remissioni") in cui i sintomi migliorano o scompaiono.

Per ricaduta si intende la comparsa di nuovi sintomi o l'aggravamento di sintomi preesistenti, per una durata superiore alle 24 ore, in assenza di febbre e infezioni. Il periodo tra un attacco e quello successivo può variare da poche settimane a diversi anni; l'importante è che, tra una ricaduta e l'altra, sia trascorso un intervallo di almeno un mese. Ogni ricaduta, inoltre, può guarire completamente o lasciare dietro di sé deficit neurologici.

In molte persone, dopo anni dall'esordio della malattia, la forma a ricadute e remissioni può evolvere in una forma secondariamente progressiva caratterizzata da una disabilità persistente che avanza gradualmente nel tempo. In questo caso si ha una progressione della patologia causata proprio dalle ricadute che, a differenza della forma precedentemente descritta, non si risolvono mai completamente.

Nella maggior parte dei casi, dunque, i pazienti hanno un esordio a ricadute e remissioni in fase giovanile che evolve, con il tempo, nella forma secondariamente progressiva in cui il soggetto acquisisce una disabilità sempre maggiore.

Solo nel 10-15% dei pazienti la malattia esordisce, fin dalla comparsa dei primi sintomi, con un andamento progressivo caratterizzato da un lento e graduale peggioramento delle funzioni neurologiche, in assenza di fasi di alleviamento o miglioramento dei sintomi manifestati. In questo caso si parla di SM primariamente progressiva che causa un progressivo accumulo di disabilità.

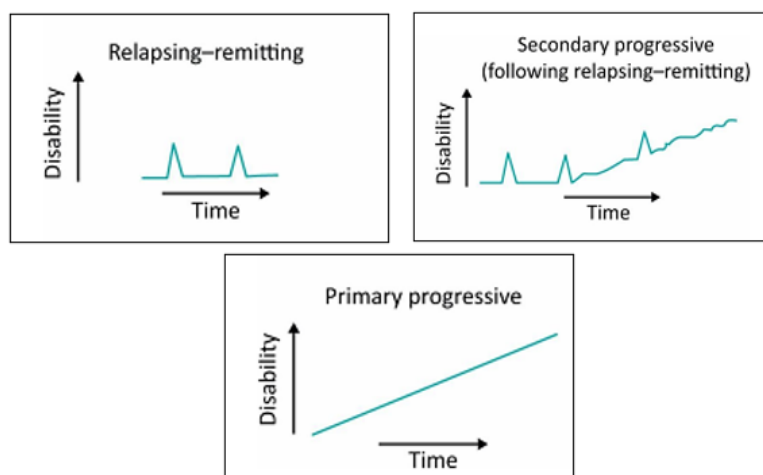


Figura 4 - Tipologie di Sclerosi multipla

1.7 Diagnosi

Il processo che porta alla formulazione della diagnosi è lungo e tortuoso: è necessario confrontare diversi elementi per accertare la presenza della patologia.

I sintomi del paziente, ad esempio, sono molto eterogenei e da soli non bastano a diagnosticarla. Il soggetto, per questo motivo, viene sottoposto ad una visita neurologica con lo scopo di individuare eventuali disturbi o patologie riconducibili ad un danno del sistema nervoso centrale. Il medico valuta il soggetto e, in base alle informazioni raccolte durante la visita, richiede ulteriori approfondimenti ed esami. Il criterio fondamentale, per la diagnosi, è dimostrare la disseminazione spaziale e temporale delle lesioni all'interno del sistema nervoso centrale. Una singola lesione nel cervello, in un unico momento, non è sufficiente a fare diagnosi di SM poiché potrebbe trattarsi di un'unica lesione demielinizzante.

Le valutazioni strumentali, come la risonanza magnetica e i potenziali evocati sono essenziali nel confermare la patologia.

La risonanza magnetica dell'encefalo è un esame non invasivo e indolore che permette di acquisire immagini molto dettagliate del sistema nervoso centrale individuando le lesioni tipiche della patologia. La disseminazione spaziale può essere ben evidente fin dalla prima RM, diversamente, per verificare l'eventuale comparsa di nuove lesioni infiammatorie e dimostrare la disseminazione temporale è necessario ripetere l'esame a distanza di alcuni mesi utilizzando il mezzo di contrasto. Quest'ultimo permette di evidenziare eventuali lesioni attive nel sistema nervoso centrale descrivendo infiammazioni più recenti e differenziandole, quindi, dalle lesioni stabilizzate.

La disseminazione temporale viene dimostrata quando il soggetto presenta entrambe le tipologie di placche, sia quelle che prendono contrasto sia quelle che non lo prendono.

Per la disseminazione spaziale basta riscontrare la presenza di più lesioni in diverse aree del SNC. Le alterazioni della sostanza bianca visibili nella RM, però, possono essere comuni a più patologie. Questo dimostra l'importanza di affiancare diversi esami tra loro per avvalorare la diagnosi.

Un ulteriore esame efficace svolto per rafforzare la diagnosi è rappresentato dall'analisi del liquido cerebrospinale, noto come esame del liquor. In questo caso viene prelevato un campione di liquido cerebrospinale tramite puntura lombare, detta rachicentesi, e successivamente analizzato in laboratorio in modo da individuarne l'eventuale presenza di immunoglobuline (IgG).

Infine, l'esame dei potenziali evocati permette di valutare la velocità di conduzione dell'impulso nervoso lungo le vie sensoriali e motorie. Si tratta di un esame che registra il tempo che impiega un segnale nervoso a viaggiare dal cervello alla periferia e viceversa. I potenziali evocati vengono utilizzati per stimare la velocità dei diversi impulsi la quale, se risulta ridotta rispetto alla norma, determina la presenza di un danno nella trasmissione dell'impulso nervoso. La registrazione dei potenziali evocati permette di identificare, oltre alla riduzione della velocità dell'impulso, anche la sede del rallentamento.

L'insieme dei diversi esiti affiancati a un'osservazione clinica prolungata del soggetto consentono di confermare o escludere la presenza della malattia.

1.8 Scale di valutazione

Le scale di valutazione sono strumenti utilizzati per valutare l'efficacia dei trattamenti, monitorare la progressione della malattia e comprendere l'impatto della SM sulla vita delle persone.

Le scale somministrate devono essere in grado di indagare in modo oggettivo aspetti clinici e funzionali, perciò, devono essere affidabili, valide e sensibili.

Le principali scale di valutazione possono indagare differenti aspetti della vita dei soggetti come la disabilità, la qualità della vita, le funzioni cognitive e quelle motorie. Di seguito sono riportate alcune delle scale più utilizzate.

La *Expanded Disability Status Scale* (EDSS) viene valutata da un medico o un operatore sanitario e ha lo scopo di stimare i livelli di disabilità della persona affetta da SM. Essa fornisce un punteggio che varia da 0, corrispondente a un esame neurologico normale, a 10, corrispondente alla morte per cause legate alla patologia, passando attraverso livelli intermedi che indicano diversi gradi di compromissione delle funzioni neurologiche. Questa scala prende in considerazione il coinvolgimento di diversi sistemi funzionali come la funzione piramidale, cerebellare, del tronco encefalico, sensitiva, visiva, cerebrale, vescicale e intestinale. Lo score totale viene ottenuto sommando i punteggi di ciascun sistema funzionale (J. F. Kurtzke, 1983). Un punteggio di peculiare rilevanza clinica è il 6 poiché indicativo della perdita di autonomia nella deambulazione. A partire da un punteggio minimo di 6, quindi, il soggetto non sarà più indipendente nella camminata ma avrà bisogno dell'aiuto di ausili importanti come bastoni, deambulatori o carrozzine.

Punteggio EDSS	Caratteristiche cliniche
1-3,5	Il paziente è pienamente deambulante, ma sono presenti deficit neurologici evidenti in diversi sistemi funzionali (motorio, sensitivo cerebellare, visivo, sfinterico) di grado lieve o moderato, con impatto parziale sull'autonomia
4	Paziente autonomo, deambulante senza aiuto e senza riposo, per circa 500 metri
4,5	Paziente autonomo, con minime limitazioni nell'attività quotidiana. Deambulazione possibile, senza soste e senza riposo, per circa 300 metri.
5	Paziente non del tutto autonomo, con modeste limitazioni nell'attività quotidiana. Deambulazione possibile, senza soste e senza riposo, per circa 200 metri.
5,5	Paziente non del tutto autonomo, con evidenti limitazioni nell'attività quotidiana. Deambulazione possibile, senza soste e senza riposo, per circa 100 metri
6	Il paziente necessita di assistenza saltuaria o costante da un lato (bastone, grucce) per percorrere 100 metri senza fermarsi.
6,5	Il paziente necessita di assistenza bilaterale costante per camminare 20 metri senza fermarsi.
7	Il paziente non è in grado di camminare per più di 5 metri, anche con aiuto, e necessita di sedia a rotelle, riuscendo però a spostarsi dalla stessa da solo.
7,5	Il paziente può muovere solo qualche passo. È obbligato all'uso della carrozzella e può aver bisogno di aiuto per trasferirsi dalla stessa.
8	Il paziente è obbligato a letto o sulla carrozzella, non per tutta la giornata. Di solito, usa bene una o entrambe le braccia.
8,5	Il paziente è essenzialmente obbligato a letto. Mantiene alcune funzioni di autoassistenza, con l'uso abbastanza buono di una o entrambe le braccia
9	Paziente obbligato a letto e dipendente. Può solo comunicare e viene alimentato.
9,5	Paziente obbligato a letto, totalmente dipendente.
10	Morte dovuta alla patologia

Figura 5 – Descrizione scala EDSS

La *Fatigue Severity Scale* (FSS) è una scala utilizzata per stimare la gravità della fatica e il suo impatto nella vita quotidiana.

È un questionario autosomministrato composto da 9 affermazioni e il soggetto deve esprimere il proprio grado di accordo o disaccordo per ciascuna, scegliendo un punteggio da 1 (totalmente in disaccordo) a 7 (totalmente d'accordo), in riferimento alla propria esperienza nell'ultima settimana.

Il punteggio totale può variare da 0 a 63 in base alle risposte fornite. Per poter valutare il livello di fatica del soggetto, il punteggio totale deve essere diviso per nove in modo da ottenere una media. Se quest'ultima è maggiore e/o uguale a 4, il livello di fatica sarà significativo.

La *Berg Balance Scale* (BBS) è una scala utilizzata per valutare l'equilibrio statico e dinamico. È composta da 14 items che valutano la capacità dell'individuo di mantenere posizioni con stabilità decrescente, passare da una posizione a un'altra, eseguire compiti in diverse posizioni e a diverse velocità. Ogni item viene valutato su una scala da 0 a 4, dove 0 indica la minima performance e 4 la massima. Il punteggio massimo è di 56 punti.

Lo *Short Physical Performance Battery* (SPPB) è una batteria di test utilizzata per valutare la funzionalità degli arti inferiori. È costituita da tre sezioni differenti: valutazione dell'equilibrio, del cammino lineare e della capacità di alzarsi e sedersi. L'equilibrio viene valutato attraverso 3 prove che prevedono il mantenimento della stazione eretta con i piedi uniti, in posizione semi-tandem e in posizione tandem. Il punteggio di questi esercizi varia da 0 a 4 in base alla performance del soggetto.

La velocità del cammino viene misurata cronometrando il tempo impiegato dal soggetto nel percorrere 4 metri lineari e, in base alla durata, il punteggio varia da 0 a 4.

La capacità di alzarsi e sedersi da una sedia viene valutata attraverso l'esecuzione del Sit to stand. Nel dettaglio, viene cronometrato il tempo impiegato per eseguire 5 ripetizioni consecutive di Sit to stand senza l'ausilio delle braccia. Il punteggio varia da 0 a 4 sulla base della performance e della durata del test.

Il punteggio totale di questa scala ha un range da 0 a 12 e un punteggio minore di 8 esprime un rischio significativo di caduta.

Il *Timed Up and Go* (TUG) è un test utilizzato per valutare la mobilità funzionale di un soggetto. Misura il tempo che una persona impiega per alzarsi da una sedia, percorrere tre metri di cammino, girarsi e tornare indietro fino a sedersi nuovamente. In base al tempo impiegato viene stimato il rischio di caduta del soggetto.

Il test può essere svolto adoperando ausili per la deambulazione.

Esiste anche una variante di questo test detta *TUG cogn* che esamina simultaneamente la performance fisica e quella cognitiva per valutare il rischio di caduta nei soggetti con patologie neurologiche. L'esecuzione consiste nell'eseguire il TUG descritto precedentemente mentre si conta all'indietro a tre a tre, partendo da un numero compreso tra 20 e 100.

Il *Six Minute Walking Test* (6-MWT) fornisce una misura della capacità funzionale e della tolleranza all'esercizio (American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 2002). Il soggetto deve camminare il più velocemente possibile avanti e indietro lungo un percorso rettilineo, preferibilmente di 30 metri, per un totale di 6 minuti. Allo scadere del tempo viene calcolata la distanza percorsa.

È possibile utilizzare un corridoio più corto, ma in tal caso è fondamentale indicarlo. Questo perché la riduzione della lunghezza incide sull'affidabilità e sul risultato del test (Almeida VP et Al., 2019).

Il *Timed 25 Foot Walk Test* (T25FW) è un test che valuta la funzionalità degli arti inferiori e la velocità di camminata mediante la misurazione del tempo (in secondi) impiegato dal soggetto per percorrere una distanza di 25 piedi ovvero 7,26 m. Il soggetto deve camminare il più velocemente possibile ma in sicurezza, compatibilmente con le proprie possibilità e se necessario può utilizzare ausili.

Il test viene ripetuto due volte e il punteggio finale è la media dei risultati ottenuti nelle due prove

Il *Four Squares Step Test* (FSST) è un test di equilibrio dinamico che valuta la capacità del soggetto di compiere passi avanti, indietro e lateralmente, superando piccoli ostacoli e seguendo una sequenza prestabilita all'interno di quattro quadranti. Viene cronometrato il tempo che la persona impiega ad effettuare un giro in senso orario e un giro in senso antiorario. Un tempo superiore a 15 secondi rappresenta un rischio di caduta significativo.

La *Multiple Sclerosis Walking Scale-12* (MSWS-12) è un questionario auto riportato che valuta tramite 12 items l'impatto della SM sulla deambulazione (Solaro C. et Al, 2015). Al soggetto viene richiesto di rispondere ai quesiti esprimendo un punteggio compreso tra 1 (per niente) e 5 (moltissimo).

Il punteggio si ottiene sommando ogni singola risposta e può arrivare ad un massimo di 60 punti. Questo punteggio deve essere poi trasformato in una scala da 0 a 100 che esprime la compromissione della patologia sull'abilità del cammino.

Questa trasformazione rende il punteggio più intuitivo e comparabile tra diversi studi. Un punteggio di 0 indica l'assenza di percezione di limitazione nel cammino, mentre un punteggio di 100 indica la massima percezione di limitazione.

Il *Nine Hole Peg Test* (9HPT) è un test utile per valutare la destrezza e la coordinazione manuale in persone con SM (Feys, et al. 2017). Il soggetto deve prendere nove pioli posizionati all'interno di un contenitore, singolarmente, e inserirli nei fori di una tavola il più velocemente possibile per poi rimuovere i pioli dai fori e riposizionarli nel contenitore. Viene svolto sia con la mano dominante che non dominante.

Capitolo 2 – Attività fisica ed esercizio fisico

2.1 Differenza tra attività fisica adattata (AFA) ed esercizio fisico adattato (EFA)

L'Organizzazione mondiale della sanità (OMS) definisce l'attività fisica come: *“ogni movimento corporeo prodotto dai muscoli scheletrici che comporti un dispendio energetico, incluse le attività effettuate durante il lavoro, faccende domestiche, giocando, viaggiando e impegnandosi in attività ricreative”*. Tale definizione evidenzia come l'attività fisica sia un concetto ampio e generale, che comprende non solo l'esercizio fisico strutturato, ma anche tutte le forme di movimento quotidiane che implicano uno sforzo corporeo.

All'interno di questa categoria più vasta rientra l'esercizio fisico che viene definito come: *“una sottocategoria dell'attività fisica che è pianificata, strutturata, ripetitiva e volta a migliorare o a mantenere uno o più aspetti della forma fisica”*.

Nel contesto della SM, soprattutto in caso di soggetti affetti che presentano una disabilità medio - grave, è importante introdurre il concetto di attività fisica adattata (AFA) e di esercizio fisico adattato (EFA).

L'AFA si riferisce a tutte quelle forme di attività fisica progettate e individualizzate per poter rispondere ai bisogni e alle necessità dei soggetti in condizioni di fragilità, temporanea o permanente. Generalmente il programma di AFA viene elaborato dal Laureato in Scienze e tecniche dell'attività motoria preventiva e adattata, con l'intento di promuovere il benessere fisico, psicologico e sociale.

L'EFA rappresenta un programma di attività fisica personalizzato, progettato per soggetti con deficit motori, patologie croniche o disabilità. Si tratta dunque di un approccio che considera le specifiche esigenze individuali e prevede l'adattamento degli esercizi in base alle condizioni fisiche, alle patologie e agli obiettivi della persona. Prevede esercizi specifici, prescritti e supervisionati da un professionista, che hanno l'obiettivo di migliorare le capacità motorie, l'autonomia, la qualità di vita e prevenire ulteriori problematiche di salute.

2.2 Benefici dell'attività fisica adattata

L'attività fisica è raccomandata alla popolazione generale in quanto è considerata uno strumento importante per il miglioramento della salute.

Nel 2020 l'OMS ha pubblicato le “*WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*” in cui sono stati definiti i livelli di attività fisica raccomandati per ottenere benefici per la salute, differenziati a seconda della fascia d'età e sottogruppo di popolazione.



Figura 5 - Linee guida OMS sull'attività fisica

I benefici dell'attività fisica variano a seconda della fascia d'età, ma risultano significativi in ogni fase della vita. Nei bambini e negli adolescenti (5 - 17 anni), almeno 60 minuti al giorno di movimento moderato o vigoroso, con attività aerobiche e di potenziamento muscolare per almeno tre volte a settimana, non solo favoriscono la salute fisica generale ma migliorano l'apprendimento, stimolano la socializzazione, abitano alla gestione di impegni quotidiani e rappresentano una valvola di sfogo alla vivacità tipica di questa età.

Negli adulti (18 - 64 anni), è raccomandato un minimo di 150 - 300 minuti settimanali di attività aerobica a moderata intensità o 75 – 150 minuti a intensità vigorosa, associata a esercizi di rinforzo muscolare almeno due volte a settimana.

Per gli anziani, oltre a seguire le linee guida previste per gli adulti, è importante introdurre attività multicomponente per migliorare l'equilibrio e la forza, riducendo così il rischio di cadute. L'attività fisica regolare in età avanzata favorisce un invecchiamento migliore: preserva l'autonomia, aumenta la resistenza dell'organismo, rallenta la degenerazione dell'apparato muscolo-scheletrico, di quello cardiovascolare e delle capacità psico-intellettuali favorendo così il benessere generale.

Queste linee guida invitano ogni individuo a limitare la quantità di tempo dedicato a comportamenti sedentari cercando di promuovere uno stile di vita più attivo e dinamico. L'esercizio fisico costante rappresenta un pilastro fondamentale per il benessere psicofisico. Oltre a ottimizzare i parametri metabolici come pressione arteriosa, glicemia e profilo lipidico (riduzione di LDL e aumento di HDL), svolge un ruolo cruciale nella prevenzione di patologie croniche, cardiovascolari e oncologiche (Marco Aurelio Monteiro Peluso et Al., 2005). Contribuisce inoltre a potenziare l'efficienza cardiorespiratoria e apporta benefici significativi anche a carico dell'apparato muscolo-scheletrico.

In particolare, i benefici dell'allenamento aerobico si manifestano attraverso una complessa risposta multisistemica che coinvolge adattamenti strutturali, metabolici e neurologici. Alla base di questo processo vi è il rimodellamento del miocardio: un protocollo aerobico di lunga durata induce l'insorgenza di un'ipertrofia fisiologica (eccentrica e concentrica) del ventricolo sinistro. L'aumento di volume della cavità e dello spessore del ventricolo sinistro permettono un incremento della gittata sistolica e una simultanea riduzione della frequenza cardiaca a riposo. Questo adattamento, inoltre, favorisce l'incremento del massimo consumo di ossigeno potenziando la performance atletica e garantendo una superiore capacità di ossigenazione dei tessuti periferici.

Come osservato da Vicente-Campos et Al. (2012) questa tipologia di training è in grado non solo di migliorare il profilo metabolico dei soggetti, attraverso la riduzione della pressione arteriosa e dei livelli sierici di colesterolo e trigliceridi, ma anche di potenziare la reattività vasomotoria cerebrale incrementando la velocità del flusso ematico nell'arteria cerebrale media. In aggiunta, l'esercizio aerobico è in grado di contrastare l'atrofia cerebrale legata all'invecchiamento: lo studio di Erickson et Al. (2011) ha evidenziato un incremento delle concentrazioni del fattore neurotrofico cerebrale BDNF ed un aumento del 2% del volume dell'ippocampo anteriore, con conseguente miglioramento della memoria spaziale.

Il mobility training, invece, mira ad ottimizzare il controllo motorio nei diversi range articolari di movimento. Come dimostrato dal lavoro di Skopal et Al. (2024) integrare la mobilità non serve solo a diventare più flessibili: i benefici sono molteplici e spaziano dal miglioramento dell'equilibrio, della forza e della coordinazione fino al riequilibrio posturale. Oltre a ciò, i protocolli di mobilità contribuiscono nel prevenire gli infortuni grazie all'incremento della stabilità articolare e facilitano il recupero muscolare.

Infine, l'allenamento con sovraccarichi si è dimostrato efficace nel determinare incrementi significativi della forza, della qualità muscolare e dell'indice di massa muscolare scheletrica (SMI) agendo come fattore preventivo nei confronti della sarcopenia senile (Zhao et Al., 2022). Per di più l'esercizio contro resistenza favorisce l'incremento della densità minerale ossea (BMD), rappresentando una strategia cruciale per la prevenzione di osteopenia e osteoporosi (Kitsuda Y et Al., 2021).

Secondo la revisione condotta da Stricker et Al. (2020), i vantaggi non si riscontrano solo nei soggetti anziani ma anche in giovani e adolescenti: oltre al naturale incremento della forza, tale pratica favorisce lo sviluppo delle capacità motorie, della velocità e della potenza e al tempo stesso agisce come un fondamentale strumento di prevenzione e riabilitazione degli infortuni.

La letteratura scientifica ha ormai consolidato il principio secondo cui anche giovani e adolescenti possono sollevare pesi in sicurezza, a patto che l'allenamento sia supervisionato e focalizzato sulla corretta tecnica esecutiva. È avvenuto un significativo ribaltamento di prospettiva: se in passato il timore principale riguardava i potenziali rischi del sollevamento pesi in età evolutiva, oggi la preoccupazione clinica si sposta sui rischi e gli infortuni derivanti dalla mancanza di forza adeguata a tenere il passo con le richieste di allenamento (Stricker et Al., 2020). Una preparazione fisica inadeguata, infatti, espone i giovani a un maggior rischio di infortuni e ad altri eventi avversi, rendendoli incapaci di sostenere le richieste biomeccaniche delle attività sportive e quotidiane.

2.3 Benefici in persone con SM

Ad oggi non esistono terapie in grado di eliminare completamente la patologia, tuttavia, numerosi trattamenti farmacologici sono in grado di rendere il decorso più accettabile. L'obiettivo principale è quello di rallentare la progressione della malattia, ridurre la frequenza delle ricadute e gestire efficacemente i sintomi. Una diagnosi precoce e un trattamento tempestivo sono fondamentali poiché permettono di intervenire tempestivamente e di delineare una prognosi più favorevole.

Fino alla fine degli anni '90 si riteneva erroneamente che lo sforzo fisico potesse peggiorare i sintomi della SM e l'attività fisica veniva pertanto sconsigliata. Tuttavia, evidenze recenti, hanno dimostrato che l'esercizio fisico ben strutturato è sicuro ed efficace, apporta numerosi benefici e contribuisce al rallentamento della progressione della disabilità e al miglioramento della qualità di vita in termini psicologici, funzionali

e sociali. A sostegno di questo cambiamento di prospettiva, la revisione sistematica di Motl et Al. (2015) conferma come protocolli di esercizio fisico opportunamente strutturati inducano miglioramenti clinici significativi. In particolare, è stata documentata un'evoluzione positiva nella gestione della fatica, nella deambulazione e nel controllo dell'equilibrio con un impatto determinante sulla qualità della vita dei soggetti.

Anche la mobilità articolare e lo stretching sono importanti poiché riducono la spasticità e migliorano postura ed equilibrio (Smania N. et Al., 2010). Altri studi evidenziano i benefici derivanti da sport o discipline specifiche, come ad esempio lo Yoga (Thakur et Al., 2019).

L'esercizio aerobico e l'allenamento di resistenza sono considerati gli interventi più efficaci per contrastare la fatica e migliorare la qualità della vita nelle persone con SM. La combinazione di queste due tipologie di allenamento ha permesso di ottenere numerosi benefici: Grazioli et Al. (2019) evidenziano miglioramenti significativi nella deambulazione, nell'equilibrio e nella qualità della vita, mentre Kerling et Al. (2015) sottolineano come tale sinergia possa potenziare sia la capacità aerobica che la forza massimale, agendo positivamente sulla percezione soggettiva della fatica.

Come evidenziato da Ghasemi et Al. (2022), un protocollo di esercizio aerobico della durata di sole sei settimane può ottimizzare parametri quali la frequenza cardiaca massima e il massimo consumo di ossigeno portando ad un conseguente incremento della fitness cardiorespiratoria.

Per quanto riguarda il training aerobico, un recente studio di Youssef et Al. (2024) ha confermato la validità sia dell'allenamento moderato continuo (MCT) sia dell'High Intensity Interval Training (HIIT) nel ridurre la percezione della fatica e nel migliorare la composizione corporea e le funzioni cognitive. L'indagine, però, risalta il protocollo HIIT come la metodologia più vantaggiosa: rispetto all'esercizio continuo, questa modalità ha mostrato una maggiore capacità nell'incrementare i valori di VO₂ max, permettendo di ottenere adattamenti fisiologici superiori o analoghi in tempi sensibilmente ridotti.

Lo studio di Amato et Al. (2024) ha confermato la validità dell'HIIT nell'indurre benefici multisistemici: sul piano funzionale è stato osservato un incremento delle performance nel test Timed Up and Go (TUG) e un potenziamento della forza degli arti inferiori, con ricadute positive sulla deambulazione. Parallelamente, l'intervento ha agito

positivamente sul profilo lipidico e sul metabolismo osseo, come testimoniato dall'aumento dei livelli di osteocalcina.

La riduzione della funzionalità muscolare, tipica della SM, può essere efficacemente contrastata anche attraverso protocolli di allenamento della forza. Le evidenze raccolte da Kjølhede T. et Al. (2012) sottolineano l'importanza dell'allenamento progressivo contro resistenza nel trattamento della patologia. Nello specifico questa metodologia si è dimostrata uno strumento utile per incrementare la forza massimale, sia isometrica che dinamica; inoltre, tale adattamento contribuisce al miglioramento dell'efficienza motoria e della capacità funzionale dei soggetti.

In linea con quanto riportato dalla letteratura, lo studio condotto da Dalgas et Al. (2010) ha confermato l'effetto positivo dell'allenamento progressivo contro resistenza. I risultati dello studio rivolto agli arti inferiori hanno evidenziato un incremento significativo dell'area della sezione trasversa del muscolo, evidenziando una marcata risposta ipertrofica delle fibre di tipo II, e della forza muscolare.

Anche studi più recenti come quello di Nezhad N et Al. (2024) ribadiscono il ruolo cruciale dell'allenamento della forza nel migliorare la capacità funzionale, la forza muscolare e la qualità della vita, riducendo significativamente la fatica percepita e migliorando la tolleranza allo sforzo nelle attività della vita quotidiana.

Questa tipologia di allenamento detiene un ruolo cruciale anche nel preservare le funzioni superiori, confermando l'esistenza di una stretta interconnessione tra efficienza fisica e salute cognitiva. Lo studio di Ghahfarrokhi et Al. (2025), condotto su soggetti con SM e deterioramento cognitivo, dimostra come questa tipologia di training induca progressi significativi non solo in ambito motorio (attraverso l'incremento della velocità del cammino, della funzionalità degli arti superiori e inferiori e la riduzione della fatica percepita) ma anche sul piano delle funzioni cognitive. In particolare, viene osservato un potenziamento dei processi di apprendimento e un'ottimizzazione dei tempi di reazione; tali risultati suggeriscono che l'esercizio fisico possa stimolare fenomeni di neuroplasticità, impattando direttamente sulla velocità di elaborazione delle informazioni.

Ulteriori approfondimenti, derivanti dai lavori di Prosperini e Di Filippo (2019) e Bonzano et Al. (2014), rimarcano il ruolo indispensabile della riabilitazione motoria e cognitiva nell'indurre fenomeni di plasticità funzionale e strutturale a livello cerebrale. In particolare, lo studio di Bonzano et Al. (2014) sottolinea come un programma motorio attivo mirato agli arti superiori possa favorire modificazioni neuroplastiche funzionali e

strutturali significative, contribuendo al mantenimento dell'integrità della sostanza bianca del corpo calloso.

In conclusione, la combinazione sinergica di terapia farmacologica, riabilitazione e attività fisica adattata all'interno di un approccio multidisciplinare e personalizzato rappresenta oggi la strategia più efficace per migliorare la qualità della vita delle persone con SM, preservare l'autonomia funzionale e affrontare in modo integrato le complesse manifestazioni della malattia.

Rimanere fisicamente attivi è fondamentale per mantenere le capacità funzionali, cognitive e l'autonomia riducendo anche il rischio di comorbidità. A questo proposito l'AFA promuove la continuità del percorso di riabilitazione, consentendo ai soggetti di rimanere fisicamente attivi e preservare nel tempo le capacità acquisite.

Capitolo 3 – Obiettivi dello studio

Questo studio si concentra su individui affetti da SM con un grado di disabilità elevato (EDSS \geq 6,5) al fine di ampliare le evidenze scientifiche su questo campione. Attualmente, la letteratura sull'attività fisica in casi di disabilità severa appare limitata; tale carenza è riconducibile sia alla difficoltà clinica nel rilevare variazioni funzionali significative a causa della complessità e della severità della patologia, sia a problematiche legate alla gestione della SM come il surriscaldamento corporeo, la fatica, la maggiore vulnerabilità a patologie secondarie e le criticità logistiche. Si aggiunge, inoltre, la difficoltà nel reclutamento dei partecipanti a causa delle barriere psicologiche ovvero i dubbi e le insicurezze derivanti dal pensiero di svolgere attività fisica.

L'obiettivo primario di questo studio è valutare gli effetti di un programma di esercizio fisico adattato strutturato a intensità e difficoltà progressivamente crescenti, se può migliorare la prestazione degli arti superiori nell'utilizzare la carrozzina nel One stroke Push Test. Gli obiettivi secondari consistono nel verificare il mantenimento delle condizioni cliniche, il miglioramento della qualità della vita e del benessere psicosociale, nonché una riduzione dell'impatto della malattia sulle attività quotidiane.

Capitolo 4 – Materiali e metodi

4.1 Descrizione del campione

Per il presente progetto sono stati contattati 38 individui con diagnosi di SM e un livello di disabilità severa; tuttavia, solamente 9 di essi hanno aderito allo studio. Il gruppo, formato da sette donne e due uomini, presenta un'età compresa tra i 43 e i 73 anni, con un'età media di $60,88 \pm 11,85$ anni.

Tutti i soggetti presentano il sottotipo di SM secondariamente – progressivo (SP) e hanno un punteggio medio dell'EDSS pari a $7,5 \pm 0,63$.

N° Soggetto	Sesso	Età	Sottotipo SM	Anni di malattia	EDSS
Soggetto 1	F	47	SP	13	8
Soggetto 2	F	51	SP	29	8.5
Soggetto 3	F	63	SP	33	7.5
Soggetto 4	F	73	SP	21	7.5
Soggetto 5	M	73	SP	35	8
Soggetto 6	F	62	SP	37	7
Soggetto 7	M	67	SP	37	8
Soggetto 8	F	71	SP	22	6.5
Soggetto 9	F	41	SP	14	7

Tabella 1 - Caratteristiche dei partecipanti

I criteri di inclusione per lo studio prevedono: la valutazione del punteggio della scala EDSS pari o superiore a 6,5; l'utilizzo abituale di una carrozzina a propulsione manuale e una funzionalità degli arti superiori quanto più conservata possibile. Costituiscono criteri di esclusione la presenza di patologie cardiache e di patologie ortopediche tali da rappresentare una controindicazione allo svolgimento dell'attività fisica prevista dal protocollo.

4.2 Valutazione del partecipante

Prima dell'avvio del protocollo di esercizio fisico adattato i partecipanti si sono recati presso il laboratorio AISM di Genova, sito in Via Operai 30, per sottoscrivere il consenso informato e poter prendere parte al seguente studio, previo ottenimento dell'idoneità medica rilasciata dal fisiatra curante.

L'iter valutativo è stato articolato in due momenti: baseline (T0) ossia prima dell'inizio del protocollo sperimentale e follow-up al termine delle 16 sessioni (T1).

Le scale utilizzate, volte ad approfondire specifici domini clinici d'interesse, possono essere suddivise in tre categorie: questionari autoriportati, misure di performance e misure cliniche. Inoltre, al termine del progetto, nella valutazione finale (T1), è stato somministrato ai partecipanti un questionario di gradimento relativo all'attività fisica proposta (vedi appendice).

I questionari autoriportati sono stati compilati in modo autonomo ed esclusivo dal soggetto. Il medico o l'operatore non hanno influenzato il risultato. Tra questi ritroviamo: Arm Function in Multiple Sclerosis Questionnaire (AMSQ), Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS), Modified Fatigue Impact Scale (MFIS) e Multiple Sclerosis Impact Scale (MSIS-29).

Le misure di performance sono test che misurano in modo oggettivo la performance fisica e cognitiva dell'individuo. Per questo studio sono stati utilizzati: Wheelchair Propulsion Test (WPT), One Stroke Push Test, Symbol Digit Modalities Test (SDMT) e Box and Block Test (BBT). Ognuno dei medesimi test è stato descritto ed illustrato in modo da garantirne la corretta comprensione.

Infine, come *misura di outcome clinica* è stata presa in considerazione la Functional Independence Measure (FIM).

4.2.1 Arm Function in Multiple Sclerosis Questionnaire (AMSQ)

L'*Arm Function in Multiple Sclerosis Questionnaire* è una misura autoriportata che valuta la funzionalità degli arti superiori nella SM; al soggetto viene chiesto di esprimere un punteggio da 1 a 6 (corrisponde a: *per niente, poco, moderatamente, abbastanza, molto, non sono più in grado*) in risposta ad alcune domande riguardanti la limitazione delle sue capacità nelle ultime due settimane.

Lo studioso Mollink ha sviluppato nel 2015 insieme ad altri collaboratori l'AMSQ per poter misurare i deficit relativi all'arto superiore che possono

essere presenti anche negli stadi iniziali della malattia causando però deficit motori, tremore, disturbi della coordinazione e debolezza muscolare con conseguenti implicazioni negative sulle attività della vita quotidiana (ADL). Questo questionario nasce in altre lingue ma la versione italiana è stata tradotta e validata proprio da uno studio condotto dall'AIMS pubblicato nel 2019.

4.2.2 Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)

L'Hospital Anxiety and Depression Scale è uno strumento validato utilizzato per lo screening dei disturbi ansiosi e depressivi (Bjelland et Al., 2002). Non è un test diagnostico ma uno strumento per identificare individui che possono necessitare di una valutazione psicologica più approfondita.

È composto da due scale a 7 items, una per la valutazione dell'ansia e l'altra per la valutazione della depressione, riferite alle ultime quattro settimane. A seconda della risposta il punteggio di ciascun item può variare da 0 a 3 punti. A punteggi minori corrisponde una minore probabilità di presentare uno stato ansioso e/o depressivo. Si considera la presenza dei disturbi con un punteggio maggiore di 7.

4.2.3 Modified Fatigue Impact Scale (MFIS)

La Modified Fatigue Impact Scale (MFIS) è un questionario che quantifica l'impatto della fatica nella vita quotidiana dei soggetti.

È uno strumento che fornisce una valutazione degli effetti della fatica in termini di funzionamento fisico, cognitivo e psicosociale (Kos et Al., 2005) facendo riferimento alle ultime quattro settimane.

È costituita da 21 items e, sommando i risultati delle diverse sottoscale, presenta un punteggio totale variabile tra 0 e 84. Un punteggio più alto indica un maggiore impatto della fatica.

4.2.4 Multiple Sclerosis Impact Scale (MSIS-29)

La Multiple Sclerosis Impact Scale è un questionario che misura l'impatto fisico e psicologico della SM facendo riferimento agli ultimi quattordici giorni, come dimostrato dallo studio "Multiple Sclerosis Impact Scale (MSIS-29): reliability and validity in hospital based samples" (A. Riazi et al., 2002)

Il punteggio totale si ottiene sommando i punteggi di tutte le 29 domande. Un punteggio più alto indica un maggior impatto della malattia mentre un valore più basso riflette un minor danno.

4.2.5 Wheelchair Propulsion Test (WPT)

Il Wheelchair propulsion Test (WPT) è un test che si pone l'obiettivo di valutare l'abilità di propulsione della persona con sedia a rotelle. Viene cronometrato il tempo impiegato a percorrere dieci metri e vengono osservati i numeri di cicli svolti e la tecnica di spinta. Grazie a questi dati è possibile ricavare la velocità di avanzamento, la frequenza e l'efficacia della spinta.

4.2.6 One Stroke Push Test

Il *One Stroke Push Test* (adattato da May et al), è stato impiegato per valutare la forza degli arti superiori attraverso la propulsione della carrozzina.

La procedura prevede che il soggetto percorra la massima distanza possibile partendo da fermo ed avendo a disposizione un'unica spinta manuale.

In partenza le ruote anteriori della carrozzina sono posizionate su una linea segnata, linea che successivamente viene utilizzata come punto di partenza per misurare la distanza percorsa.

Il test viene eseguito 3 volte, utilizzando la propria sedia a rotelle, e il risultato finale è la media delle 3 prestazioni.

4.2.7 Symbol Digit Modalities Test (SDMT)

Il Symbol Digit Modalities Test (SDMT) è un test neuropsicologico che valuta l'attenzione e la velocità di elaborazione delle informazioni attraverso l'associazione di simboli a numeri.

Il test presenta una tabella con diversi simboli abbinati a numeri specifici. Il soggetto deve collegare rapidamente ogni simbolo al suo numero corrispondente e il punteggio viene calcolato in base al numero di associazioni corrette eseguite entro il tempo limite di 90 secondi.

Esistono sia versioni scritte sia orali; la versione orale del SDMT (Nocentini et al., 2006) è presente nella "Batteria of Neuropsychological Tests in Multiple Sclerosis" (BRB-NT), utilizzata per valutare la dimensione cognitiva delle persone affette da SM. Il punteggio al SDMT orale varia da 0 a 110.

4.2.8 Box and Block Test (BBT)

Il Box and Block Test (BBT) permette di misurare la destrezza manuale. Ha una durata di 60 secondi durante i quali il soggetto deve trasferire il maggior numero di blocchi di legno, con una sola mano, da una parte all'altra di una scatola. La prova viene effettuata separatamente per ogni braccio: i soggetti eseguono il test prima con un arto e, successivamente, con l'altro.

4.2.9 Functional Independence Measure (FIM)

La scala *Functional Independence Measure* è uno strumento di validità internazionale per misurare il livello di autonomia della persona nelle differenti attività quotidiane.

L'obiettivo è quello di valutare le dimensioni motoria e cognitiva.

È composta da un questionario di 18 item di cui 13 sono di natura motoria e sfinterica mentre i restanti 5 sono di natura cognitivo e relazionale. Ad ogni item viene assegnato un punteggio variabile fra 1 e 7 in base al grado di indipendenza del soggetto.

Il punteggio di 1 è indice di completa dipendenza da altre persone mentre il punteggio di 7 indica autosufficienza completa. Il risultato complessivo è dato dalla somma dei diversi item per cui un punteggio più alto, indica una maggiore indipendenza funzionale su un punteggio totale di 125.

Vedi appendice per consultare i questionari somministrati ai partecipanti.

4.3. Analisi statistica dei dati

In considerazione della ridotta numerosità del campione e della possibile non normalità della distribuzione dei dati, l'analisi statistica delle differenze pre (T0) e post (T1) intervento è stata effettuata mediante un t-test non parametrico, il Wilcoxon post test.

Il livello di significatività è stato fissato a $p < 0,05$, valore comunemente adottato in letteratura scientifica come soglia minima per distinguere i risultati attribuibili al caso da quelli che possono invece essere interpretati come effetti dell'intervento proposto.

Capitolo 5 – Protocollo di esercizio fisico adattato (EFA)

I partecipanti sono stati sottoposti a un protocollo di esercizio fisico adattato presso la sezione provinciale AISM di Genova, situata in Via Alizeri 3b. La sezione AISM è un luogo che, oltre a sensibilizzare l'opinione pubblica, offre diverse attività che possono rappresentare un valido aiuto per l'integrazione sociale e il miglioramento della qualità della vita delle persone con SM.

Questo progetto consta di un protocollo di esercizio fisico adattato della durata di un'ora con sessioni svolte una volta alla settimana per una durata complessiva di 4 mesi.

Il protocollo di allenamento, standardizzato per tutti i soggetti per garantire uniformità, era progressivo e aumentava in intensità e difficoltà. Tuttavia, a causa dell'affaticamento tipico di questi soggetti, si è reso indispensabile introdurre delle pause durante le sessioni. È stato fornito, inoltre, supporto e assistenza a coloro che ne avevano bisogno in modo da svolgere gli esercizi in maniera adeguata e nei tempi corretti.

Al fine di assicurare un ottimale svolgimento delle sessioni di allenamento, i nove partecipanti sono stati suddivisi in due gruppi, uno con seduta il martedì e l'altro il giovedì. La suddivisione ha seguito un criterio di compatibilità legato al livello di funzionalità residua, così da favorire un'organizzazione più sicura ed efficace delle sessioni. In linea generale, i soggetti inseriti nel gruppo del martedì presentavano minori difficoltà e riuscivano a svolgere le attività con una maggiore autonomia, mentre i partecipanti del gruppo del giovedì necessitavano di un supporto più costante e di una maggiore assistenza da parte dell'operatore. Questa modalità organizzativa è stata adottata per consentire all'operatore di gestire i gruppi in condizioni di sicurezza, modificando il grado di supervisione in funzione delle reali esigenze dei partecipanti e proponendo adattamenti agli esercizi, modulati quotidianamente in base allo stato di salute e alla variabilità dei sintomi legati alla SM.

La lezione era strutturata in diverse fasi: riscaldamento, parte aerobica, fase muscolare, attività ludiche e defaticamento.

Il riscaldamento, della durata complessiva di 10 minuti, prevedeva una fase iniziale di respirazione diaframmatica. A seguire, si passava all'esecuzione di movimenti lenti finalizzati a mobilizzare e preparare il corpo per la parte successiva dell'allenamento. Come si può vedere dalla tabella sottostante, la routine di mobilità seguiva un ordine preciso procedendo dall'alto verso il basso coinvolgendo in successione il capo, le spalle,

gli arti superiori, le mani e il tronco. Ogni esercizio veniva ripetuto 10 volte e, per ciascuno movimento proposto, veniva dimostrata e spiegata l'esecuzione corretta.

Esercizi riscaldamento
Inclinazione laterale del capo
Rotazione del capo
Semi-circonduzione del capo
Circonduzioni delle spalle
Elevazione e depressione scapolare
Mani sulle spalle: avvicinare e allontanare i gomiti
Adduzione e abduzione scapolare mantenendo le braccia distese in avanti
Piccole circonduzioni degli arti superiori in posizione a "T"
Flessione dell'avambraccio sul braccio
Croci arti superiori
Circonduzioni dei polsi
Flesso-estensione delle dita della mano
Arciere
Good morning adattato
Piccole torsioni del busto
Inclinazioni laterali del busto

Tabella 2 – Esercizi proposti a rotazione nella fase di riscaldamento

La parte aerobica aveva una durata di 5 minuti suddivisi in 30 secondi di lavoro e 20 secondi di recupero tra un movimento e l'altro per non gravare eccessivamente sulla stanchezza dei partecipanti. Il numero di esercizi proposti era fisso ed erano tre movimenti ripetuti per due volte, eseguiti a ritmo di musica, scelti tra quelli elencati nelle tabelle sottostanti. La combinazione degli esercizi variava di volta in volta per non rendere monotona la lezione. Il programma comprendeva inoltre esercizi mirati a migliorare la coordinazione.

Il fine di questa attività era quello di aumentare la frequenza cardiaca per cui nel corso del tempo i secondi di recupero sono stati progressivamente ridotti da 20 a 10. In questo modo, il tempo di lavoro attivo è aumentato da 30 a 40 secondi, adattando sempre le variazioni alle sensazioni dei soggetti.

Per definire il ritmo degli esercizi sono stati selezionati brani musicali con un beat compreso tra 120 e 130 BPM. La musica ha svolto un duplice ruolo: ha fornito un riferimento temporale e ha agito come strumento motivazionale, creando un'atmosfera più informale e attenuando la percezione della fatica.

Per quanto riguarda le attrezzature sono stati usati dei bastoni ed esercizi a corpo libero.

Esercizi parte aerobica con bastone
Pagaiata
Distensioni in avanti partendo dal petto
Distensioni verso l'alto partendo dal petto
Distensioni in avanti e in alto
Distensioni verso il basso combinate con distensioni in avanti e distensioni in alto
Flessione dell'avambraccio sul braccio e distensione in avanti

Tabella 3 -Esercizi aerobici per gli arti superiori con il bastone

Esercizi parte aerobica a corpo libero
Distendere, in contemporanea, un braccio avanti e uno lateralmente formando un angolo di 90°. Successivamente, toccare la spalla omolaterale con entrambe le mani e alternare la posizione delle braccia distese.
Sollevarle le braccia a T e flettere l'avambraccio sul braccio fino a toccare la spalla omolaterale con la mano. Può essere eseguito con un braccio alla volta o in contemporanea.
Distendere le braccia in avanti e flettere l'avambraccio sul braccio fino a toccare la spalla omolaterale con la mano. Può essere eseguito con un braccio alla volta o in contemporanea.
Distensione alternate delle braccia in avanti
Flessione dell'avambraccio sul braccio in modo alternato
Flessione di entrambi gli avambracci sulle braccia
Distendere le braccia in avanti e in alto

Tabella 4 -Esercizi aerobici a corpo libero

La parte dedicata alla forza aveva una durata di 20 minuti ed era divisa in due attività: una alla spalliera con elastici e l'altra con manubri da 0,5 kg o 1 kg ciascuno.

Per motivi logistici il gruppo veniva suddiviso tra le due attività così da avere la metà delle persone alla spalliera e, in contemporanea, la metà delle persone che lavorano con i pesetti. Ciò permetteva di gestire al meglio la situazione visto la disponibilità di sole due spalliere.

Un gruppo, quindi, iniziava dalla spalliera mentre l'altro dai pesetti e successivamente, alla fine delle relative serie, si scambiavano ed eseguivano il medesimo lavoro.

In entrambe le postazioni venivano eseguite 3 serie da 3 esercizi intervallati da 30 secondi di recupero, riposo mantenuto sia tra un esercizio e l'altro che tra una serie e l'altra. Venivano impiegati gli stessi esercizi per 1 mese per poi variare nei mesi successivi.

Per quanto riguarda la postazione con i manubri, venivano eseguite 10 ripetizioni per esercizio. Nella tabella sottostante è possibile vedere la lista dei movimenti. Dunque, si mostravano tutti e 3 gli esercizi da riprodurre e successivamente i soggetti partivano con il primo esercizio proposto per poi aspettare i 30 secondi di recupero e passare al secondo, aspettare ulteriori 30 secondi ed infine passare al terzo movimento. In seguito, aspettavano nuovamente i secondi di riposo per poi ripetere altre due serie seguendo lo stesso schema.

La progressione per aumentare la difficoltà consisteva nel cambiare il peso del manubrio oppure svolgere 4/5 ripetizioni in più ove possibile.

Per quanto riguarda la postazione alla spalliera, lo schema mantenuto era sempre lo stesso: 3 serie di 3 esercizi ripetuti per 10 volte ciascuno, uno dietro l'altro, con 30 secondi di recupero. Gli esercizi alla spalliera prevedevano l'uso di un bastone con due bande elastiche agganciate alle estremità e fissate all'attrezzo.

Nel tempo, la progressione consisteva nell'aumentare la distanza tra la carrozzina e la spalliera così da aumentare la resistenza della banda elastica e quindi lo sforzo muscolare.

Nella tabella sottostante sono elencati gli esercizi svolti.

Esercizi parte di forza con pesetti:
Bicipiti
Alzate laterali
Alzate frontali
Tricipiti
Inclinazione laterale del busto
Bicipiti + distensioni avanti
Arciere
Alzate laterali e unione delle braccia tese davanti al petto e ritorno alla posizione iniziale
Distensioni in avanti
Distensioni verso l'alto
Bicipiti e distensioni in alto
Distensioni in avanti alternate

Tabella 5 -Esercizi di forza a corpo libero

Esercizi parte di forza alla spalliera con bande elastiche:
Bicipiti
Tricipiti
Pull down
Rematore
Spinte
Intra ed extra-rotazioni cuffia dei rotatori
Compressione addominale

Tabella 6 -Esercizi di forza con bande elastiche

L'attività ludica, della durata di 15-20 minuti, prevedeva esercizi in carrozzina volti a incidere positivamente sulla quotidianità dei soggetti con SM.

Sono state proposte diverse attività finalizzate non solo al miglioramento dell'aspetto psichico ma anche a quello motorio.

Le attrezzature utilizzate sono state: palloni in gommapiuma, palline, elastici, manubri, scatole e un tavolo.

Di seguito sono elencate alcune proposte ludiche:

- Il primo gioco consisteva nel lanciare una palla e cercare di fare canestro dentro a una scatola di cartone fino a totalizzare 5 punti, uno per ogni canestro centrato. I partecipanti giocavano tutti in contemporanea e avevano a disposizione un numero di tentativi illimitati fino a che uno di essi non riusciva a raggiungere i 5 punti.
- Il secondo gioco richiedeva due persone per squadra. Al “via” dell'istruttore il soggetto A, posizionato dietro ad una linea segnata con un elastico, partiva e percorreva 4 metri lineari con la carrozzina fino a raggiungere un tavolo sulla cui sommità era presente una palla. Prendeva la palla, girava la carrozzina e tornava indietro fino a posizionarsi di fronte al compagno (soggetto B) posizionato poco dietro la linea di partenza. A questo punto gli lanciava la palla ed eseguivano un totale di 30 palleggi. Dopodiché, l'atleta A prendeva la palla e aveva a disposizione 3 tentativi per fare canestro in una scatola di cartone. Una volta segnato, i ruoli venivano scambiati.
- Il terzo gioco, una staffetta, richiedeva anch'esso due partecipanti per squadra. Al segnale dell'istruttore il primo soggetto, posizionato dietro ad una linea di partenza, partiva con una palla tenuta sulle gambe ed eseguiva il percorso. L'itinerario era scandito da 4 manubri posti sul pavimento attorno ai quali dovevano curvare con la carrozzina. In fondo al percorso era presente una postazione per lanciare la palla e fare canestro. I tentativi a disposizione erano 3 e, dopo aver fatto canestro o aver terminato i tentativi, il partecipante tornava indietro per portare la palla al compagno e farlo partire.
- Il quarto gioco, simile al ping pong, veniva svolto grazie all'utilizzo di una pallina e di un tavolo. Le persone erano poste l'una di fronte all'altra ai due lati opposti del tavolo e lo scopo dell'attività era quello di fare punto lanciando la pallina a terra nel campo avversario con un rimbalzo sul tavolo.

- Il quinto gioco veniva svolto senza l’ausilio di attrezzi e consisteva nel ricordare e nominare una lista di oggetti. Si giocava tutti insieme; iniziava il soggetto A dicendo “In valigia metto...” e nominava un oggetto. Dopodiché, era il turno della persona vicina (soggetto B) che ripeteva le stesse cose dette dalla persona precedente per poi aggiungere un oggetto. Poi toccava al soggetto C che ripeteva le cose dette dalle due persone precedenti e si continuava così fino a che la lista non diventava troppo lunga e i soggetti non riuscivano più a ricordarla.

Nel tempo si è cercato di incrementare sempre di più la difficoltà delle attività aumentando la velocità dei gesti, dei palleggi o ancora aggiungendo dei compiti dual task. Ad esempio, i partecipanti dovevano palleggiare tra loro e, ogni volta che lanciavano la palla, dovevano dire il nome di un mestiere oppure contare da 100 a 1 o ancora nominare un nome proprio con la lettera A.

Il defaticamento aveva una durata di 5 minuti e consisteva in un allungamento generale che permetteva al corpo di tornare ad uno stato di equilibrio dopo l’esercizio fisico. Gli esercizi riguardavano tutti i distretti corporei precedentemente utilizzati: collo, spalle, arti superiori, mani e tronco.

Capitolo 6 – Risultati

6.1. Aderenza alle sessioni di allenamento

L'analisi dell'aderenza al protocollo sperimentale ha evidenziato una partecipazione complessiva del 73,61% rispetto alle 16 sessioni programmate. Si è registrato un unico drop-out riconducibile a ragioni cliniche esterne allo studio: un partecipante ha infatti interrotto il programma a causa di un ricovero necessario per un ciclo di fisioterapia intensiva.

La distribuzione percentuale delle presenze e delle assenze è rappresentata nel grafico a torta sottostante, offrendo una panoramica immediata del livello di aderenza dei soggetti alle 16 sessioni di allenamento programmate.

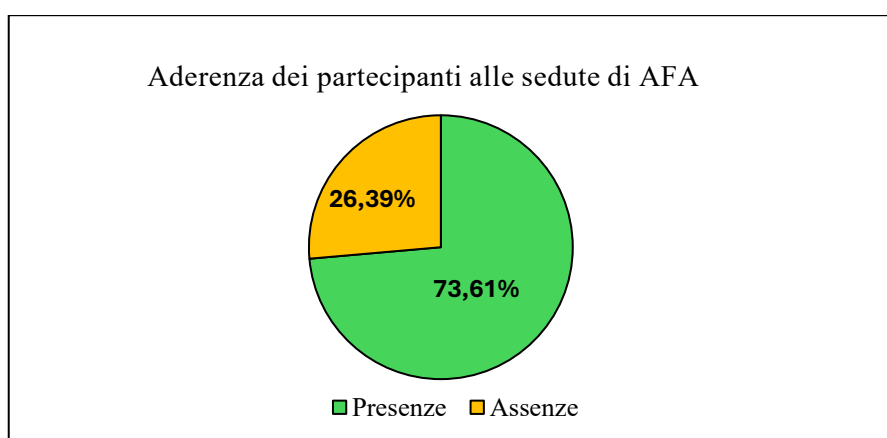


Grafico 1 – Aderenza del campione alle sedute di attività

6.2 Valutazioni funzionali

6.2.1 Wheelchair Propulsion Test (WPT)

Il Wheelchair Propulsion Test (WPT) è stato somministrato nella fase iniziale di valutazione (T0), al fine di rilevare parametri relativi al tempo di percorrenza, al numero di cicli, alla velocità media, alla frequenza di spinta e all'efficacia della propulsione. I soggetti hanno ottenuto i seguenti risultati:

Il **Soggetto 1**: ha riportato un tempo di 10,34 secondi, con 13 cicli, una velocità di 0,97 m/s, una frequenza di spinta di 1,26 cicli/s e un'efficacia pari a 0,77 m/ciclo.

Il **Soggetto 2**: ha completato il test in 51,26 secondi, effettuando 21 cicli, con una velocità di 0,20 m/s, una frequenza di spinta di 0,41 cicli/s e un'efficacia pari a 0,48 m/ciclo.

Il **Soggetto 3**: ha ottenuto un tempo di 31,79 secondi, con 51 cicli, una velocità di 0,31 m/s, una frequenza di 1,60 cicli/s e un'efficacia di 0,20 m/ciclo.

Il **Soggetto 4**: ha registrato un tempo di 42,63 secondi, con 36 cicli, una velocità di 0,23 m/s, una frequenza di spinta di 0,84 cicli/s e un'efficacia di 0,28 m/ciclo.

Il **Soggetto 5**: ha concluso il test in 20,1 secondi, con 20 cicli, una velocità media di 0,50 m/s, una frequenza di 1,00 cicli/s e un'efficacia di 0,50 m/ciclo.

Il **Soggetto 6**: ha totalizzato un tempo di 9,41 secondi, con 14 cicli, una velocità di 1,06 m/s, una frequenza di spinta di 1,49 cicli/s e un'efficacia di 0,71 m/ciclo.

Il **Soggetto 7**: ha riportato un tempo di 8,54 secondi, con 4 cicli, una velocità di 1,17 m/s, una frequenza di spinta di 0,47 cicli/s e un'efficacia di 2,50 m/ciclo.

Il **Soggetto 8**: ha completato il test in 9,53 secondi, effettuando 13 cicli, con una velocità di 1,05 m/s, una frequenza di spinta di 1,36 cicli/s e un'efficacia pari a 0,77 m/ciclo.

Infine, il **Soggetto 9**: ha registrato un tempo di 8,49 secondi, con 11 cicli, una velocità media di 1,18 m/s, una frequenza di spinta di 1,30 cicli/s e un'efficacia pari a 0,91 m/ciclo.

Nel complesso, la media dei risultati ottenuti è risultata pari a $21,34 \pm 16,55$ secondi per il tempo, $20,33 \pm 14,53$ per il numero di cicli, $0,74 \pm 0,42$ m/s per la velocità, $1,08 \pm 0,43$ cicli/s per la frequenza di spinta e $0,79 \pm 0,68$ m/ciclo per l'efficacia della propulsione.

Nella tabella seguente sono riportati i valori del WPT pre-intervento.

SOGGETTO	T0 - PRE				
	WPT Time s	WPT Cycles	WPT SPEED 10m/s	WPT PUSH FREQUENCY cycles/s	WPT EFFETIVENESS m/cycle
Soggetto 1	10,34	13	0,97	1,26	0,77
Soggetto 2	51,26	21	0,20	0,41	0,48
Soggetto 3	31,79	51	0,31	1,60	0,20
Soggetto 4	42,63	36	0,23	0,84	0,28
Soggetto 5	20,1	20	0,50	1,00	0,50
Soggetto 6	9,41	14	1,06	1,49	0,71
Soggetto 7	8,54	4	1,17	0,47	2,50
Soggetto 8	9,53	13	1,05	1,36	0,77
Soggetto 9	8,49	11	1,18	1,30	0,91
Media totale ± DS	21,34 ± 16,55	20,33 ± 14,53	0,74 ± 0,42	1,08 ± 0,43	0,79 ± 0,68

Tabella 2 - Risultati dei partecipanti del WPT nella valutazione iniziale a T0

Nella fase di valutazione finale (T1), il Wheelchair Propulsion Test (WPT) è stato nuovamente somministrato al fine di rilevare eventuali cambiamenti; i soggetti hanno ottenuto i seguenti risultati:

Il **Soggetto 1**: ha registrato un tempo di 9 secondi, con 10 cicli, una velocità di 1,11 m/s, una frequenza di spinta di 1,11 cicli/s e un'efficacia pari a 1,00 m/ciclo.

Il **Soggetto 2**: ha completato il test in 44,73 secondi, con 18 cicli, una velocità di 0,22 m/s, una frequenza di spinta di 0,40 cicli/s e un'efficacia di 0,56 m/ciclo.

Il **Soggetto 3**: ha totalizzato un tempo di 22,81 secondi, con 30 cicli, una velocità di 0,44 m/s, una frequenza di 1,32 cicli/s e un'efficacia di 0,33 m/ciclo.

Il **Soggetto 4**: ha riportato un tempo di 60,02 secondi, con 49 cicli, una velocità di 0,17 m/s, una frequenza di 0,82 cicli/s e un'efficacia pari a 0,20 m/ciclo.

Il **Soggetto 5**: ha completato il test in 15,63 secondi, con 18 cicli, una velocità di 0,64 m/s, una frequenza di 1,15 cicli/s e un'efficacia pari a 0,56 m/ciclo.

Il **Soggetto 6**: ha ottenuto un tempo di 8 secondi, con 14 cicli, una velocità di 1,25 m/s, una frequenza di 1,75 cicli/s e un'efficacia di 0,71 m/ciclo.

Il **Soggetto 7**: ha riportato un tempo di 7 secondi, con 5 cicli, una velocità di 1,43 m/s, una frequenza di spinta di 0,71 cicli/s e un'efficacia di 2,00 m/ciclo.

Il **Soggetto 8**: ha concluso il test in 10,6 secondi, con 11 cicli, una velocità di 0,94 m/s, una frequenza di 1,04 cicli/s e un'efficacia pari a 0,91 m/ciclo.

Il **Soggetto 9**: non è stato incluso nella valutazione finale in quanto ha interrotto la partecipazione al progetto prima della sua conclusione.

Complessivamente, la media dei risultati ottenuti nella valutazione a T1 è risultata pari a $22,22 \pm 19,72$ secondi per il tempo, $19,38 \pm 14,08$ per il numero di cicli, $0,78 \pm 0,48$ m/s per la velocità, $1,04 \pm 0,41$ cicli/s per la frequenza di spinta e $0,78 \pm 0,56$ m/ciclo per l'efficacia della propulsione.

SOGGETTO	T1 – POST				
	WPT Time s	WPT Cycles	WPT SPEED 10 m/s	WPT PUSH FREQUENCY cycles/s	WPT EFFECTIVENES S m/cycle
Soggetto 1	9	10	1,11	1,11	1,00
Soggetto 2	44,73	18	0,22	0,40	0,56
Soggetto 3	22,81	30	0,44	1,32	0,33
Soggetto 4	60,02	49	0,17	0,82	0,20
Soggetto 5	15,63	18	0,64	1,15	0,56
Soggetto 6	8	14	1,25	1,75	0,71
Soggetto 7	7	5	1,43	0,71	2,00
Soggetto 8	10,6	11	0,94	1,04	0,91
Soggetto 9	-	-	-	-	-
Media totale ± DS	$22,22 \pm 19,72$	$19,38 \pm 14,08$	$0,78 \pm 0,48$	$1,04 \pm 0,41$	$0,78 \pm 0,56$

Tabella 3 - Risultati dei partecipanti del WPT nella valutazione finale a T1

A seguito dell'analisi statistica condotta con il Wilcoxon post test, sul confronto tra i risultati ottenuti nelle valutazioni a T0 e T1, sono stati rilevati i seguenti valori di p value: 0,0625 per il tempo (WPT Time), 0,1250 per il

numero di cicli (WPT Cycles), 0,7188 per la frequenza di spinta (WPT Push Frequency), 0,0625 per la velocità (WPT Speed) e 0,5000 per l'efficacia (WPT Effectiveness).

Sulla base dei valori di p, il WPT Time e il WPT Speed evidenziano una tendenza verso la significatività, mentre le altre variabili considerate non mostrano differenze statisticamente rilevanti.

Nei grafici sottostanti sono riportati e messi a confronto i valori medi e la deviazione standard delle variabili considerate nel Wheelchair Propulsion Test relative al tempo, al numero di cicli e alla frequenza di spinta, ottenuti dai soggetti nella valutazione iniziale (T0) e in quella finale (T1).

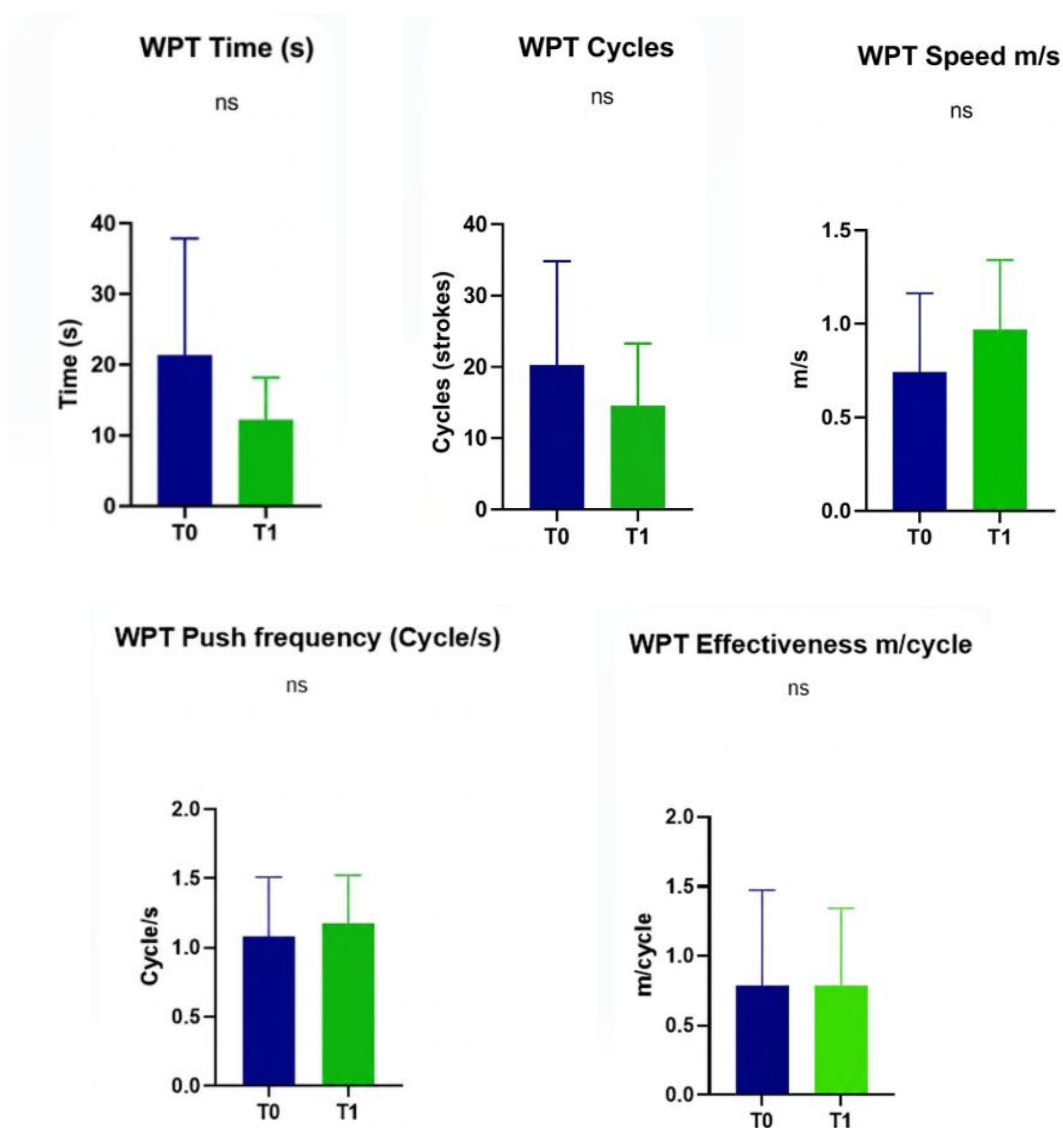


Grafico 2 - Cambiamenti WPT tra T0 e T1 riferiti alle diverse variabili del test: tempo, cicli, velocità, frequenza ed efficacia della spinta.

6.2.2 One Stroke Push Test

Il One Stroke Push Test è stato eseguito durante la valutazione iniziale (T0) e finale (T1), con lo scopo di rilevare la distanza media percorsa con un singolo atto di spinta della carrozzina. I soggetti hanno raggiunto i seguenti risultati:

Il **Soggetto 1**: ha compiuto una distanza media di 308 cm a T0 e 356 cm a T1.

Il **Soggetto 2**: ha riportato una distanza di 102,83 cm a T0 e di 82,16 cm a T1.

Il **Soggetto 3**: ha registrato una distanza media di 168,66 cm a T0 e di 249,6 cm a T1.

Il **Soggetto 4**: ha raggiunto 121 cm a T0 e 74,3 cm a T1.

Il **Soggetto 5**: ha riportato 143,16 cm in fase T0 e 222,5 cm in fase T1.

Il **Soggetto 6**: ha totalizzato 401 cm a T0 e 454,6 cm a T1.

Il **Soggetto 7**: ha registrato una distanza media di 1140 cm a T0 e di 1299 cm a T1.

Il **Soggetto 8**: ha riportato 463,83 cm in fase T0 e 537,6 cm in fase T1. Infine, il **Soggetto 9**: ha ottenuto 431,66 cm in fase T0 e non ha sostenuto la valutazione a T1 a causa di un drop-out avvenuto prima del termine del progetto.

Complessivamente, la media dei risultati è stata pari a $364,46 \pm 323,15$ cm nella valutazione iniziale (T0) e a $409,47 \pm 395,07$ cm nella valutazione finale (T1).

SOGGETTO	T0-PRE One stroke Push cm (media)	T1-POST One stroke Push cm (media)
Soggetto 1	308	356
Soggetto 2	102,83	82,16
Soggetto 3	168,66	249,6
Soggetto 4	121	74,3
Soggetto 5	143,16	222,5
Soggetto 6	401	454,6
Soggetto 7	1140	1299
Soggetto 8	463,83	537,6
Soggetto 9	431,66	-
Media totale \pm DS	$364,46 \pm$ $323,15$	$409,47 \pm$ $395,07$

Tabella 9 – Risultati dei partecipanti nel One stroke push test a T0 e T1.

A seguito dell'analisi statistica condotta con il Wilcoxon post test, sul confronto tra i risultati delle valutazioni a T0 e T1, è stato rilevato un valore di p pari a 0,0391. Considerato il valore di p, la differenza rilevata nelle due valutazioni risulta quindi statisticamente significativa.

Nel grafico sottostante sono riportati e messi a confronto i valori medi e la deviazione standard del punteggio medio ottenuto dai soggetti nella valutazione iniziale e finale.

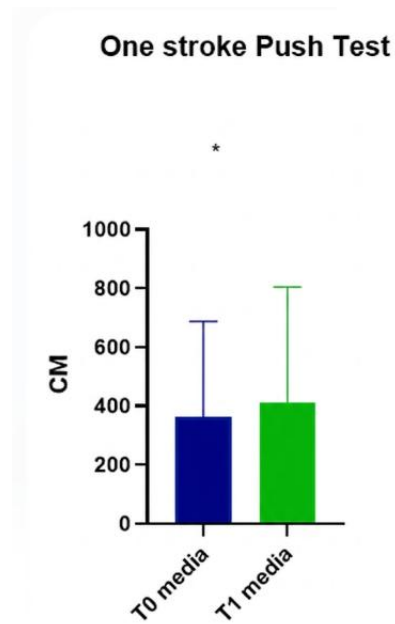


Grafico 3 - Cambiamenti One stroke push Test tra T0 e T1: è possibile notare un miglioramento significativo della distanza media percorsa con una singola spinta.

6.2.3 Symbol Digit Modalities Test (SDMT)

Il Symbol Digit Modalities Test è stato somministrato prima (T0) e dopo (T1) il protocollo di attività fisica adattata per indagare le abilità cognitive. I partecipanti hanno ottenuto i seguenti punteggi:

Il **Soggetto 1**: ha riportato un punteggio pari a 28 nella valutazione iniziale a T0 e a 39 in quella finale a T1.

Il **Soggetto 2**: ha totalizzato 40 al T0 e 46 al T1.

Il **Soggetto 3**: ha registrato un punteggio di 30 al T0 e di 22 al T1.

Il **Soggetto 4**: ha ottenuto 19 al T0 e 11 al T1.

Il **Soggetto 5**: ha riportato un punteggio pari a 19 nella valutazione iniziale e 14 in quella finale.

Il **Soggetto 6**: ha totalizzato 35 al T0 e 33 al T1.

Il **Soggetto 7**: ha registrato 39 al T0 e 37 al T1.

Il **Soggetto 8**: ha riportato un punteggio pari a 39 nella valutazione iniziale a T0 e 43 a T1.

Infine, il **Soggetto 9**: ha ottenuto un punteggio di 61 al T1 e a causa di un drop out non ha terminato il progetto, pertanto non ha eseguito la valutazione finale. Nel complesso, la media dei risultati ottenuti è risultata pari a $34,44 \pm 12,83$ nella valutazione a T0 e a $30,63 \pm 13,32$ nella valutazione a T1.

SOGGETTO	SDMT T0-PRE	SDMT T1-POST
Soggetto 1	28	39
Soggetto 2	40	46
Soggetto 3	30	22
Soggetto 4	19	11
Soggetto 5	19	14
Soggetto 6	35	33
Soggetto 7	39	37
Soggetto 8	39	43
Soggetto 9	61	-
Media totale \pm DS	$34,44 \pm 12,83$	$30,63 \pm 13,32$

Tabella 4 - Risultati SDMT a T0 e T1

A seguito dell'analisi statistica condotta con il Wilcoxon post test, sul confronto tra i risultati ottenuti nella valutazione a T0 e T1, è stato rilevato un valore di p pari a 0,8359. Tale risultato non risulta statisticamente significativo.

Nel grafico sottostante sono riportati e messi a confronto i valori medi e la deviazione standard del punteggio ottenuto al Symbol Digit Modalities Test (SDMT) dai soggetti nella valutazione iniziale (T0) e in quella finale (T1).

Symbol Digit Modalities Test

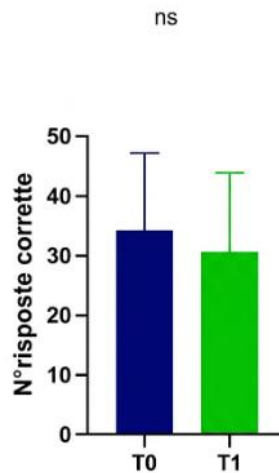


Grafico 4 - Cambiamenti risultati dei partecipanti al SDMT tra T0 e T1

6.2.4 Box and Block Test (BBT)

Nel Box and Block Test, i dati raccolti nella valutazione iniziale (T0) e in quella eseguita al termine del protocollo di allenamento (T1), hanno mostrato i seguenti risultati per ciascun partecipante:

Il **Soggetto 1**: ha totalizzato 37 blocchi con la mano destra e 35 con la sinistra al T0; al T1 i valori sono stati rispettivamente 60 e 44.

Il **Soggetto 2**: è stato valutato solo con la mano sinistra ed ha raggiunto all'istante T0 un punteggio di 15 blocchi mentre al T1 sono stati registrati 11 blocchi.

Il **Soggetto 3**: ha ottenuto 26 blocchi con la mano destra e 29 con la sinistra nella valutazione T0 e a T1 i punteggi sono stati di 23 e 29.

Il **Soggetto 4**: ha registrato 18 blocchi con entrambe le mani a T0, mentre a T1 i valori sono risultati pari a 13 con la destra e 24 con la sinistra.

Il **Soggetto 5**: ha raggiunto 32 blocchi con la mano destra e 19 con la sinistra a T0; nella valutazione a T1 i punteggi sono stati rispettivamente 28 e 20.

Il **Soggetto 6**: ha totalizzato 54 blocchi con la mano destra e 50 con la sinistra nella valutazione a T0, a T1 sono stati registrati 57 e 53.

Il **Soggetto 7**: ha ottenuto un punteggio di 51 blocchi con la mano destra e 53 con la sinistra a T0, mentre nella a T1 i valori sono stati rispettivamente 54 e 61.

Il **Soggetto 8**: ha raggiunto 47 blocchi con la mano destra e 43 con la sinistra a T0 mentre a T1 i punteggi sono stati pari a 50 e 54.

Infine, il **Soggetto 9**: ha totalizzato a T0 43 blocchi con la mano destra e 44 con la sinistra e non ha sostenuto la valutazione a T1 a causa di un drop-out avvenuto prima del termine del progetto.

La media totale dei punteggi ottenuti dai partecipanti mostra, a T0 un valore pari a $38,50 \pm 12,59$ blocchi con la mano destra e $34,00 \pm 14,43$ con la sinistra. Nella valutazione finale a T1 i valori medi risultano pari a $40,71 \pm 18,90$ per la mano destra e $37,00 \pm 18,39$ per la sinistra.

SOGGETTO	T0-PRE		T1-POST	
	Box and Block DX	Box and Block SX	Box and Block DX	Box and Block SX
Soggetto 1	37	35	60	44
Soggetto 2	NA	15	NA	11
Soggetto 3	26	29	23	29
Soggetto 4	18	18	13	24
Soggetto 5	32	19	28	20
Soggetto 6	54	50	57	53
Soggetto 7	51	53	54	61
Soggetto 8	47	43	50	54
Soggetto 9	43	44	-	-
Media totale \pm DS	$38,50 \pm 12,59$	$34,00 \pm 14,43$	$40,71 \pm 18,90$	$37,00 \pm 18,39$

Tabella 5 - Risultati Box and Block di destra e sinistra a T0 e T1

A seguito dell'analisi statistica condotta con il Wilcoxon post test, sul confronto tra i risultati a T0 e T1, è stato rilevato un P value, indice del livello di significatività statistica, superiore a 0,9999 per la mano destra e pari a 0,0781 per la mano sinistra.

Il cambiamento registrato tra la valutazione a T0 e a T1 per la mano destra non risulta statisticamente significativo, mentre per la mano sinistra si evidenzia una tendenza verso la significatività.

Nel grafico sottostante sono riportati e messi a confronto i valori medi e la deviazione standard del Box and Block Test per la mano destra (DX) e per la mano sinistra (SX) ottenuti dai soggetti nella valutazione iniziale (T0) e in quella finale (T1).

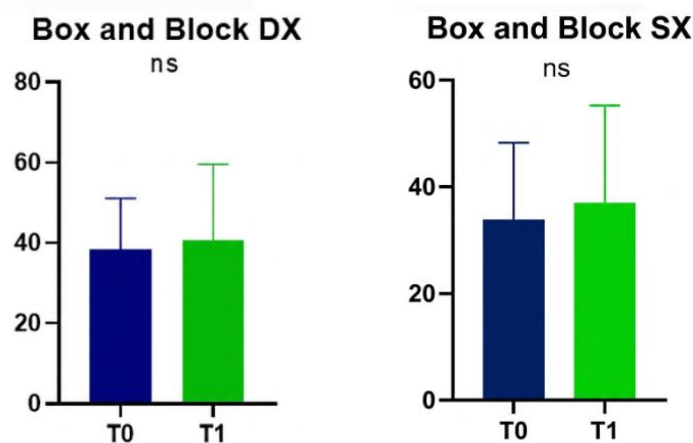


Grafico 5 - Confronto risultati Box and Block a T0 e T1

6.3 Questionari autoriportati

6.3.1 Arm Function in Multiple Sclerosis Questionnaire (AMSQ)

La funzionalità percepita degli arti superiori è stata rilevata attraverso l'Arm Function in Multiple Sclerosis Questionnaire (AMSQ), somministrato sia nella fase iniziale (T0), prima dell'avvio del protocollo sperimentale sia nella fase finale T1, al termine dell'intervento. I soggetti hanno raggiunto i seguenti risultati:

Il **Soggetto 1**: ha riportato un punteggio pari a 93 in fase T0 e a 67 in fase T1.

Il **Soggetto 2**: ha totalizzato 162 in fase T0 e 172 in fase T1.

Il **Soggetto 3**: ha registrato un punteggio di 50 in fase T0 e di 76 in fase T1.

Il **Soggetto 4**: ha ottenuto 152 in fase T0 e 175 in fase T1.

Il **Soggetto 5**: ha riportato un punteggio di 157 in fase T0 e di 93 in fase T1.

Il **Soggetto 6**: ha totalizzato 82 in fase T0 e 111 in fase T1.

Il **Soggetto 7**: ha registrato 77 in fase T0 e 98 in fase T1.

Il **Soggetto 8**: ha riportato un punteggio pari a 64 in fase T0 e a 71 in fase T1.

Infine, il **Soggetto 9**: ha ottenuto 107 in fase T0, mentre non ha sostenuto la valutazione finale a causa di un drop out precedente al termine del progetto. Complessivamente, la media dei punteggi è risultata pari a $104,89 \pm 42,32$ nella valutazione iniziale a T0 e a $107,88 \pm 43,08$ nella valutazione finale a T1.

SOGGETTO	T0-PRE	T1-POST
	AMSQ /186	AMSQ /186
Soggetto 1	93	67
Soggetto 2	162	172
Soggetto 3	50	76
Soggetto 4	152	175
Soggetto 5	157	93
Soggetto 6	82	111
Soggetto 7	77	98
Soggetto 8	64	71
Soggetto 9	107	-
Media totale \pm DS	$104,89 \pm 42,32$	$107,88 \pm 43,08$

Tabella 6 - Risultati AMSQ a T0 e T1

L'analisi statistica effettuata mediante Wilcoxon post test ha permesso di confrontare i risultati delle valutazioni T0 e T1, evidenziando un valore di p value pari a 0,5703. Considerato il valore di p, questo dato non risulta statisticamente significativo.

Il grafico riportato di seguito illustra i valori medi e le relative deviazioni standard dell'Arm Function in Multiple Sclerosis Questionnaire (AMSQ), ottenuti dai soggetti nella valutazione iniziale (T0) e in quella finale (T1).

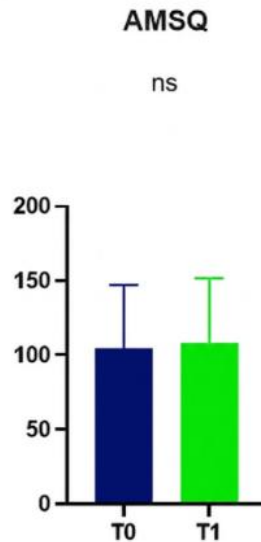


Grafico 6 - Confronto risultati AMSQ a T0 e T1

6.3.2 Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS)

La Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS) è stata utilizzata per valutare i livelli di ansia e depressione nei soggetti. I risultati ottenuti dai partecipanti nella valutazione iniziale (T0) e finale (T1) sono stati:

Il **Soggetto 1**: ha riportato un punteggio di 17 per l'ansia e 16 per la depressione in fase T0, con un totale di 33, mentre in fase T1 i valori sono stati pari a 15 per l'ansia e 10 per la depressione, con un totale di 25.

Il **Soggetto 2**: ha registrato un punteggio di 1 per l'ansia e 1 per la depressione in fase T0, con un totale di 2, e in fase T1 ha riportato 5 per l'ansia e 1 per la depressione, con un totale di 6.

Il **Soggetto 3**: ha ottenuto 4 per l'ansia e 4 per la depressione in fase T0, con un totale di 8, e 4 per l'ansia e 2 per la depressione in fase T1, con un totale di 6.

Il **Soggetto 4**: ha registrato 0 per l'ansia e 3 per la depressione in fase T0, con un totale di 3, mentre in fase T1 i punteggi sono stati 5 per l'ansia e 3 per la depressione, per un totale di 8.

Il **Soggetto 5**: ha riportato un punteggio di 8 per l'ansia e 6 per la depressione in fase T0, con un totale di 14, mentre in fase T1 i valori sono stati pari a 4 per l'ansia e 2 per la depressione, per un totale di 6.

Il **Soggetto 6**: ha ottenuto un punteggio di 3 per l'ansia e 1 per la depressione in fase T0, con un totale di 4, e in fase T1 i valori sono stati 4 per l'ansia e 3 per la depressione, con un totale di 7.

Il **Soggetto 7**: ha riportato 8 per l'ansia e 5 per la depressione in fase T0, con un totale di 13, mentre in fase T1 i punteggi sono stati 6 per l'ansia e 6 per la depressione, con un totale di 12.

Il **Soggetto 8**: ha registrato 5 per l'ansia e 4 per la depressione in fase T0, con un totale di 9, e in fase T1 ha riportato 2 per l'ansia e 3 per la depressione, con un totale di 5.

Il **Soggetto 9**: ha riportato un punteggio di 9 per l'ansia e 9 per la depressione in fase T0, con un totale di 18; a causa di un drop out precedente al termine del progetto non ha partecipato alla valutazione T1.

Complessivamente, la media dei punteggi della valutazione a T0 è risultata pari a $6,11 \pm 5,16$ per l'ansia, $5,44 \pm 4,67$ per la depressione e $11,56 \pm 9,68$ per il punteggio totale. Nella valutazione a T1 i valori medi sono stati pari a $5,63 \pm 3,96$ per l'ansia, $3,75 \pm 2,92$ per la depressione e $9,38 \pm 6,67$ per il punteggio totale.

SOGGETTO	T0-PRE			T1-POST		
	HADS ANSIA	HADS DEPR.	TOT /42	HADS ANSIA	HADS DEPR.	TOT /42
Soggetto 1	17	16	33	15	10	25
Soggetto 2	1	1	2	5	1	6
Soggetto 3	4	4	8	4	2	6
Soggetto 4	0	3	3	5	3	8
Soggetto 5	8	6	14	4	2	6
Soggetto 6	3	1	4	4	3	7
Soggetto 7	8	5	13	6	6	12
Soggetto 8	5	4	9	2	3	5
Soggetto 9	9	9	18	-	-	-
Media totale \pm DS	$6,11 \pm 5,16$	$5,44 \pm 4,67$	$11,56 \pm 9,68$	$5,63 \pm 3,96$	$3,75 \pm 2,92$	$9,38 \pm 6,67$

Tabella 7 - Risultati dei diversi domini indagati dal questionario HADS a T0 e T1

L'analisi statistica effettuata mediante Wilcoxon post test ha permesso di confrontare i risultati delle valutazioni iniziali (T0) e finali (T1) della Hospital Anxiety and Depression Scale (HADS).

Il valore di p rilevato dal confronto dei risultati tra T0 e T1 è stato: per il dominio dell'ansia superiore a 0,9999, per quello della depressione pari a 0,3438 e per il punteggio totale pari a 0,5781. Tali risultati indicano che né i singoli domini (ansia e depressione), né il punteggio complessivo della scala hanno evidenziato differenze statisticamente significative tra la valutazione iniziale e quella finale. I grafici riportati di seguito illustrano i valori medi dei risultati e le deviazioni standard dei tre domini della scala, ottenuti dai soggetti nella fase iniziale (T0) e in quella finale (T1).

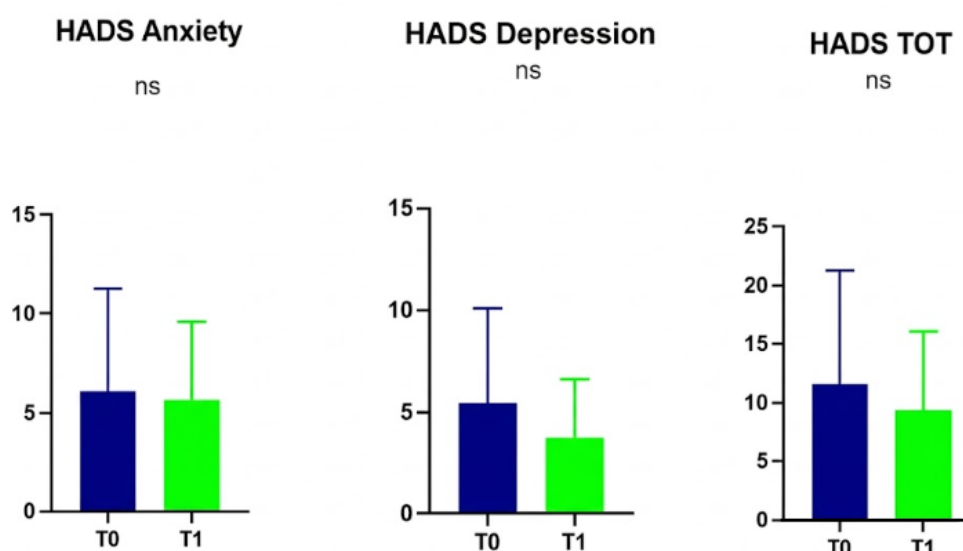


Grafico 7 – Confronto dei punteggi ottenuti dei diversi domini dell'HADS nelle valutazioni a T0 e T1.

6.3.3 Modified Fatigue Impact Scale (MFIS)

La Modified Fatigue Impact Scale (MFIS) è stata somministrata nella fase di valutazione iniziale (T0) e finale (T1) al fine di valutare l'impatto della fatica sulla dimensione fisica, cognitiva e psicosociale, e di rilevarne il punteggio totale. I partecipanti hanno ottenuto i seguenti risultati:

Il **Soggetto 1**: ha riportato un punteggio pari a 33 nel dominio fisico, 22 in quello cognitivo e 7 in quello psicosociale, per un totale di 62.

Il **Soggetto 2**: ha ottenuto 29 nel dominio fisico, 2 nel cognitivo e 0 nello psicosociale, per un totale di 31.

Il **Soggetto 3**: ha registrato 15 nel dominio fisico, 6 nel cognitivo e 0 nello psicosociale, con un totale di 21.

Il **Soggetto 4**: ha riportato 31 nel dominio fisico, 25 nel cognitivo e 3 nello psicosociale, per un totale di 59.

Il **Soggetto 5**: ha ottenuto 33 nel dominio fisico, 26 nel cognitivo e 5 nello psicosociale, per un totale di 64.

Il **Soggetto 6**: ha registrato 17 nel dominio fisico, 7 in quello cognitivo e 5 in quello psicosociale, per un totale di 29.

Il **Soggetto 7**: ha riportato 36 nel dominio fisico, 26 nel cognitivo e 6 nello psicosociale, per un totale di 68.

Il **Soggetto 8**: ha ottenuto 12 nel dominio fisico, 12 nel cognitivo e 2 nello psicosociale, per un totale di 26.

Infine, il **Soggetto 9**: ha riportato 34 nel dominio fisico, 1 in quello cognitivo e 5 nello psicosociale, per un totale di 40.

Complessivamente, la media dei risultati è risultata pari a $26,67 \pm 9,29$ per il dominio fisico, $14,00 \pm 10,65$ per il cognitivo, $3,67 \pm 2,55$ per lo psicosociale e $44,44 \pm 18,66$ per il punteggio totale.

SOGGETTO	T0-PRE			
	MFIS fisico /36	MFIS cogn /40	MFIS psc-soc /8	TOT /84
Soggetto 1	33	22	7	62
Soggetto 2	29	2	0	31
Soggetto 3	15	6	0	21
Soggetto 4	31	25	3	59
Soggetto 5	33	26	5	64
Soggetto 6	17	7	5	29
Soggetto 7	36	26	6	68
Soggetto 8	12	12	2	26
Soggetto 9	34	1	5	40
Media totale \pm DS	$26,67 \pm 9,29$	$14,00 \pm 10,65$	$3,67 \pm 2,55$	$44,44 \pm 18,66$

Tabella 8 - Punteggi MFIS ottenuti dai partecipanti nella valutazione a T0

La MFIS è stata nuovamente somministrata nella valutazione finale a T1; i partecipanti hanno ottenuto i seguenti valori:

Il **Soggetto 1**: ha riportato un punteggio pari a 23 nel dominio fisico, 19 nel dominio cognitivo e 5 nel dominio psicosociale, per un totale di 47.

Il **Soggetto 2**: ha ottenuto 36 nel dominio fisico, 0 nel dominio cognitivo e 4 nel dominio psicosociale, con un totale di 40.

Il **Soggetto 3**: ha registrato 13 nel dominio fisico, 12 nel dominio cognitivo e 1 nel dominio psicosociale, per un totale di 26.

Il **Soggetto 4**: ha riportato 36 nel dominio fisico, 35 nel dominio cognitivo e 4 nel dominio psicosociale, per un totale di 75.

Il **Soggetto 5**: ha ottenuto 20 nel dominio fisico, 19 nel dominio cognitivo e 1 nel dominio psicosociale, con un totale di 40.

Il **Soggetto 6**: ha registrato 21 nel dominio fisico, 7 nel dominio cognitivo e 4 nel dominio psicosociale, per un totale di 32.

Il **Soggetto 7**: ha riportato 36 nel dominio fisico, 26 nel dominio cognitivo e 6 nel dominio psicosociale, con un totale di 68.

Il **Soggetto 8**: ha ottenuto 14 nel dominio fisico, 11 nel dominio cognitivo e 1 nel dominio psicosociale, per un totale di 26.

Il **Soggetto 9**: non ha partecipato alla valutazione finale a causa di un drop out avvenuto precedentemente al termine del progetto.

Complessivamente, la media dei risultati ottenuti nella fase T1 è risultata pari a $24,88 \pm 9,80$ per il dominio fisico, $16,13 \pm 11,06$ per il dominio cognitivo, $3,25 \pm 1,98$ per il dominio psicosociale e $44,25 \pm 18,40$ per il punteggio totale.

SOGGETTO	T1-POST			
	MFIS fisico /36	MFIS cogn /40	MFIS psc-soc /8	TOT /84
Soggetto 1	23	19	5	47
Soggetto 2	36	0	4	40
Soggetto 3	13	12	1	26
Soggetto 4	36	35	4	75
Soggetto 5	20	19	1	40
Soggetto 6	21	7	4	32
Soggetto 7	36	26	6	68
Soggetto 8	14	11	1	26
Soggetto 9	-	-	-	-
Media totale ± DS	24,88 ± 9,80	16,13 ± 11,06	3,25 ± 1,98	44,25 ± 18,40

Tabella 9 - Punteggi MFIS ottenuti dai partecipanti nella valutazione a T1

L'analisi statistica effettuata mediante Wilcoxon post test ha permesso di confrontare i risultati ottenuti dai partecipanti nelle valutazioni a T0 e T1, evidenziando un valore di p non significativo in tutti i domini compresi nel test (p value fisico: 0.968; p value cognitivo: 0.796; p value psicosociale: 0.774).

Tali risultati indicano che i punteggi registrati nei diversi domini sono rimasti pressoché invariati tra i punteggi totali a T0 e a T1.

I grafici riportati di seguito mostrano un confronto tra i valori medi e le relative deviazioni standard ottenuti nei due momenti di valutazione T0 e T1.

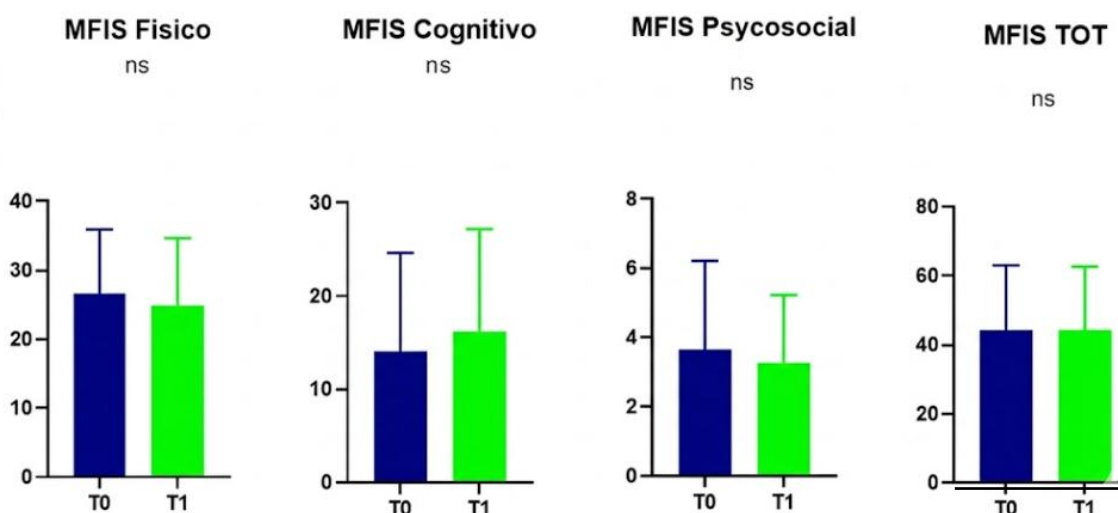


Grafico 8 - Confronto tra i punteggi dell'MFIS ottenuti dai partecipanti nei diversi domini a T0 e T1

6.3.4 Multiple Sclerosis Impact Scale (MSIS-29)

La Multiple Sclerosis Impact Scale (MSIS-29) è stata utilizzata per valutare l'impatto della sclerosi multipla sulla dimensione fisica e su quella psicologica.

I soggetti hanno ottenuto i seguenti risultati:

Il **Soggetto 1**: ha riportato in fase T0 un punteggio pari a 58,7 nella dimensione fisica e 77,7 in quella psicologica, mentre in fase T1 i valori sono stati pari a 87,5 per la dimensione fisica e 80,5 per la psicologica.

Il **Soggetto 2**: ha ottenuto 50 nella dimensione fisica e 8,3 in quella psicologica in fase T0, mentre in fase T1 i punteggi sono stati pari a 68,7 e 25.

Il **Soggetto 3**: ha registrato un punteggio di 21,2 nella dimensione fisica e 11,1 in quella psicologica in fase T0, con valori di 15 e 8,3 in fase T1.

Il **Soggetto 4**: ha riportato 52,5 nella dimensione fisica e 8,3 in quella psicologica in fase T0, mentre in fase T1 i punteggi sono stati 73,7 e 47,2.

Il **Soggetto 5**: ha ottenuto 95 nella dimensione fisica e 97,2 in quella psicologica in fase T0, con valori pari a 72,5 e 33,3 in fase T1.

Il **Soggetto 6**: ha registrato un punteggio di 77,5 nella dimensione fisica e 47,2 in quella psicologica in fase T0, mentre in fase T1 i valori sono stati 57,5 e 33,3.

Il **Soggetto 7**: ha riportato 75 nella dimensione fisica e 55,5 in quella psicologica in fase T0, con valori pari a 82,5 e 61,1 in fase T1.

Il **Soggetto 8**: ha ottenuto 22,5 nella dimensione fisica e 16,6 in quella psicologica in fase T0, mentre in fase T1 i punteggi sono stati 41,2 e 13,8.

Infine, il **Soggetto 9**: ha registrato 51,2 nella dimensione fisica e 50 in quella psicologica in fase T0 e a seguito di un drop out non ha partecipato alla valutazione finale del progetto.

Complessivamente, la media dei punteggi rilevati è risultata pari a $55,96 \pm 24,38$ per la dimensione fisica e $41,32 \pm 32,52$ per la dimensione psicologica nella valutazione a T0, mentre in quella a T1 i valori medi sono stati rispettivamente $62,33 \pm 23,97$ e $37,81 \pm 24,22$.

SOGGETTO	T0-PRE		T1-POST	
	MSIS-29 Physical /100	MSIS-29 Psychological /100	MSIS-29 Physical /100	MSIS-29 Psychological /100
Soggetto 1	58,7	77,7	87,5	80,5
Soggetto 2	50	8,3	68,7	25
Soggetto 3	21,2	11,1	15	8,3
Soggetto 4	52,5	8,3	73,7	47,2
Soggetto 5	95	97,2	72,5	33,3
Soggetto 6	77,5	47,2	57,5	33,3
Soggetto 7	75	55,5	82,5	61,1
Soggetto 8	22,5	16,6	41,2	13,8
Soggetto 9	51,2	50	-	-
Media totale ± DS	55,96 ± 24,38	41,32 ± 32,52	62,33 ± 23,97	37,81 ± 24,22

Tabella 10 - Punteggi ottenuti dai partecipanti nei diversi domini del MSIS-29 a T0 e T1

L'analisi statistica condotta tramite il Wilcoxon post test ha permesso di confrontare i punteggi rilevati nelle rilevazioni a T0 e T1, evidenziando un valore di p di 0,5312 per il dominio fisico e di 0,9609 per quello psicologico. Tali variazioni non risultano statisticamente significative.

I grafici sottostanti riportano l'andamento dei valori medi e delle relative deviazioni standard ottenuti dai partecipanti, osservate nei due momenti di valutazione, all'inizio e alla fine del progetto.

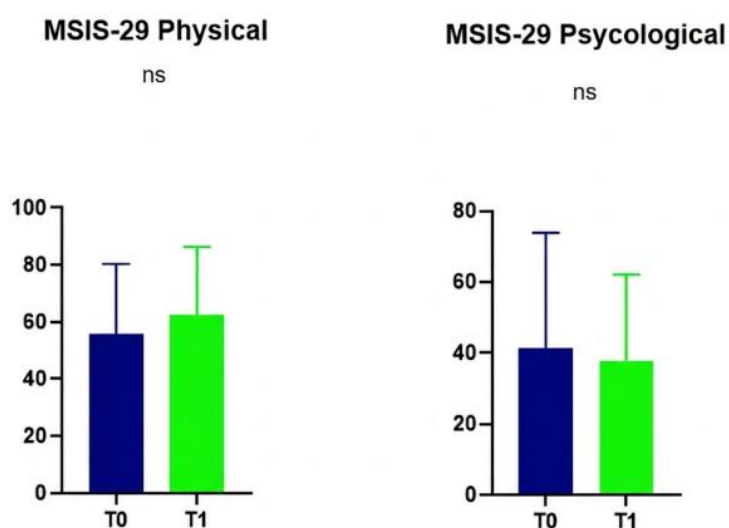


Grafico 9 - Confronto risultati MSIS-29 a T0 e T1

6.4 Misure cliniche

6.4.1 Functional Independence Measure (FIM)

La Functional Independence Measure (FIM) è stata utilizzata per valutare il livello di indipendenza funzionale dei soggetti, sia nella fase iniziale (T0) sia al termine del protocollo sperimentale di allenamento (T1). I partecipanti hanno ottenuto i seguenti valori:

Il **Soggetto 1**: ha riportato un punteggio pari a 97 in fase T0 e a 91 in fase T1.

Il **Soggetto 2**: ha ottenuto 62 al T0 e 59 al T1.

Il **Soggetto 3**: ha registrato un punteggio al T0 di 92 e di 82 al T1.

Il **Soggetto 4**: ha totalizzato 54 nella valutazione a T0 e 50 in quella a T1.

Il **Soggetto 5**: ha riportato un punteggio pari a 58 in fase T0 e a 64 in fase T1.

Il **Soggetto 6**: ha ottenuto 95 in fase T0 e 103 in fase T1.

Il **Soggetto 7**: ha riportato un punteggio pari a 93 al T0 e a 106 al T1.

Il **Soggetto 8**: ha registrato un punteggio di 111 sia a T0 che a T1.

Infine, il **Soggetto 9**: ha ottenuto 101 in fase T0, mentre non ha eseguito la valutazione finale a T1 a causa di un drop out.

Complessivamente, la media dei punteggi è risultata pari a $84,78 \pm 20,94$ nella fase T0 e a $83,25 \pm 23,31$ nella fase T1.

SOGGETTO	T0-PRE	T1-POST
	FIM /126	FIM/126
Soggetto 1	97	91
Soggetto 2	62	59
Soggetto 3	92	82
Soggetto 4	54	50
Soggetto 5	58	64
Soggetto 6	95	103
Soggetto 7	93	106
Soggetto 8	111	111
Soggetto 9	101	-
Media totale \pm DS	$84,78 \pm 20,94$	$83,25 \pm 23,31$

Tabella 17 - Risultati FIM dei partecipanti a T0 e T1

L'analisi statistica eseguita mediante il Wilcoxon post test ha consentito di confrontare i punteggi rilevati nelle valutazioni a T0 e T1, evidenziando un valore di p, indice della significatività statistica del cambiamento registrato, pari a 0,8438. Sulla base dei dati registrati, il cambiamento rilevato tra la valutazione iniziale e quella finale non risulta essere statisticamente significativo.

Il grafico mette a confronto i valori medi con le relative deviazioni standard osservati nei due momenti di rilevazione.

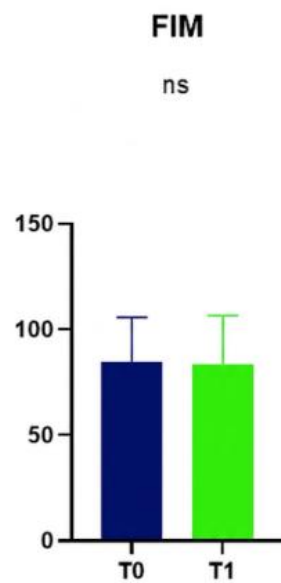


Grafico 10 - Confronto punteggio FIM dei partecipanti a T0 e T1

Capitolo 7 – Limiti dello studio

Il progetto sperimentale presenta tuttavia alcuni limiti che è opportuno evidenziare per interpretare in maniera corretta i risultati ottenuti.

Un primo aspetto riguarda la ridotta numerosità del campione, costituito da soli nove partecipanti. Tale numero di soggetti rende difficile rilevare attraverso l'analisi dati dei cambiamenti statisticamente significativi e limita la possibilità di generalizzare i risultati a una popolazione più ampia di persone affette da sclerosi multipla con disabilità severa.

Un ulteriore elemento di criticità è rappresentato dalle difficoltà incontrate dai partecipanti nel sostenere in maniera continuativa le attività fisiche proposte in quanto, la fatica, che costituisce uno dei sintomi più rilevanti e invalidanti della sclerosi multipla, ha inciso sensibilmente sulla capacità dei soggetti di aderire con costanza al protocollo e di portare a termine gli esercizi con l'intensità richiesta.

Inoltre, l'eterogeneità del protocollo proposto può rappresentare un ulteriore limite, poiché, sebbene il focus principale fosse il potenziamento muscolare, le sessioni comprendevano anche fasi di attività aerobica e componenti ludico-ricreative.

Infine, anche i fattori ambientali hanno avuto un'influenza non trascurabile sull'andamento del progetto. L'arrivo della stagione estiva, con l'innalzamento delle temperature, ha infatti determinato un peggioramento dei sintomi, incidendo negativamente sulla tolleranza allo sforzo e sulla capacità dei partecipanti di mantenere il carico di lavoro previsto. Tale condizione ha inficiato in particolar modo sulle ultime sedute del programma, durante le quali i soggetti hanno mostrato una minore resistenza allo sforzo e una più marcata difficoltà a completare le attività proposte.

Capitolo 8 – Discussione

L'obiettivo primario del presente studio è stato quello di indagare l'impatto di un programma di esercizio fisico adattato sulla funzionalità degli arti superiori in un gruppo di soggetti con sclerosi multipla con un elevato grado di disabilità ($EDSS \geq 6,5$). Negli ultimi decenni, il ruolo dell'esercizio fisico come terapia complementare nella SM ha ottenuto un riconoscimento crescente. Tuttavia, come evidenziato da un'importante revisione della letteratura del 2007 (Dalgas U. et Al.) per lungo tempo l'indagine scientifica si è concentrata quasi esclusivamente su soggetti con disabilità lieve o moderata ($EDSS < 7.0$). L'attuale lavoro nasce dalla necessità di estendere la ricerca a questa specifica popolazione, con l'intento di esplorare un campione di popolazione meno indagato, la cui complessità ha spesso scoraggiato la ricerca. La severità della patologia in questi stadi avanzati, infatti, rende estremamente complesso sia il mantenimento di un protocollo di esercizio costante, sia la rilevazione di miglioramenti funzionali significativi mediante i comuni strumenti di misura.

Il dato di maggiore rilevanza emerso dall'analisi statistica riguarda il One Stroke Push Test che ha evidenziato un miglioramento statisticamente significativo tra T0 e T1 ($p = 0,0391$). Questo dato indica un effetto positivo del protocollo sperimentale sull'efficienza della spinta in carrozzina, abilità che rappresenta il fulcro dell'autonomia funzionale dei soggetti coinvolti.

In linea con questo dato, anche il Wheelchair Propulsion Test ha mostrato una netta tendenza verso la significatività, sia per il tempo impiegato a percorrere la distanza di 10 metri (WPT time) sia per la velocità (WPT speed), entrambi con un valore di $p = 0,0625$. Sebbene tali parametri non abbiano raggiunto la soglia di significatività statistica convenzionale ($p < 0,05$) la coerenza dei dati suggerisce un incremento della forza resistente e un affinamento del controllo motorio globale.

L'incremento della performance in questi test non costituisce soltanto un dato numerico importante, ma rappresenta un indicatore di miglioramento della qualità della vita. Dal punto di vista funzionale, una spinta più efficace e una maggiore velocità sono espressione di un miglioramento sinergico della forza muscolare e della coordinazione motoria degli arti superiori. Tali adattamenti permettono al soggetto di coprire distanze maggiori con un numero inferiore di cicli di spinta, traducendosi in un minor dispendio energetico e in una conseguente riduzione della fatica percepita durante gli spostamenti.

Rendere l'uso della carrozzina meno faticoso è un traguardo ambizioso ma fondamentale: l'ottimizzazione della propulsione non si limita a facilitare la mobilità ma preserva le riserve energetiche per le attività quotidiane, contrastando l'impatto disabilitante della patologia e promuovendo una maggiore indipendenza funzionale.

Un ulteriore elemento di riflessione deriva dal Box and Block Test, in cui si è osservata una tendenza verso la significatività statistica per l'arto superiore sinistro ($p = 0,0781$). Questo miglioramento nella destrezza manuale, nonostante sia circoscritto a un solo arto, suggerisce l'efficacia dei protocolli di esercizio fisico adattato nel recupero della destrezza manuale fine e grossolana anche laddove la riserva funzionale appare inizialmente più limitata.

Migliorare la capacità di manipolazione, anche in misura contenuta, ha benefici diretti sull'indipendenza individuale: azioni come utilizzare utensili, curare l'igiene personale o gestire piccoli oggetti quotidiani diventano meno faticose, viene ridotta la necessità di assistenza esterna e migliorata la percezione di autoefficacia tramite la promozione di un impatto positivo sull'autostima e sul benessere psicosociale del soggetto.

Sebbene per alcune variabili non sia stata raggiunta la significatività statistica, la sostanziale invarianza dei punteggi riscontrata nei test cognitivi (SDMT), nelle scale di percezione della fatica (MFIS), negli indici di impatto della malattia (MSIS-29), nei questionari sullo stato d'animo (HADS) e sulla funzionalità degli arti superiori (AMSQ) rappresenta un risultato rilevante che conferma la sicurezza e la tollerabilità del protocollo proposto.

Nel complesso, nonostante le intrinseche complessità legate al reclutamento e alla patologia, come le problematiche articolari che spesso ostacolano la fluidità del gesto o ancora le barriere cliniche e psicologiche, i risultati emersi offrono prospettive estremamente incoraggianti: lo studio ha evidenziato miglioramenti misurabili nella forza e nella performance motoria e tendenze positive nella velocità e nella resistenza degli arti superiori.

Un risultato importante è rappresentato dalla stabilità dei quadri clinici rilevata al termine delle 16 sessioni di intervento: in una popolazione caratterizzata da una spiccata fragilità neurologica e da un'elevata suscettibilità a fattori esterni, come l'incremento della temperatura corporea e il carico meccanico, la stazionarietà dei punteggi assume un valore di "traguardo" clinico documentando come l'approccio adattato e progressivo abbia permesso di ottenere miglioramenti motori senza compromettere il benessere generale o esacerbare la sintomatologia.

Inoltre, un elemento distintivo di questo progetto è stato il cambiamento nell'atteggiamento dei partecipanti. Sebbene inizialmente frenati da diffidenza e mancanza di fiducia nelle proprie capacità, i soggetti hanno riferito, attraverso un questionario di gradimento somministrato a T1, un elevato livello di soddisfazione e appagamento. In questo contesto, la dimensione sociale ha giocato un ruolo determinante: lo svolgimento delle sessioni in piccoli gruppi ha creato un ambiente sicuro e accogliente, favorendo il confronto e il sostegno reciproco. Questa condivisione ha contribuito a ridurre l'isolamento associato alla disabilità, dimostrando come l'attività fisica adattata possa agire non solo come stimolo fisico, ma come potente strumento di benessere psicologico e integrazione.

In conclusione, tra le conseguenze derivanti dal processo di demielinizzazione tipico della SM vi è la compromissione della funzionalità muscolare. In tale contesto, l'allenamento della forza emerge come uno strumento d'elezione per il recupero funzionale (Nezhad et al., 2024), configurandosi come un valido supporto alla fisioterapia tradizionale. I risultati del presente progetto, difatti, confermano la validità dell'attività fisica adattata anche negli stadi avanzati della patologia: tale approccio si rivela determinante non solo nel preservare le capacità residue, ma anche nel favorire l'autonomia nelle attività della vita quotidiana.

Nonostante i limiti legati alla numerosità del campione, l'esperienza condotta attesta il valore di un protocollo di esercizio fisico adattato ben strutturato come intervento multidisciplinare capace di migliorare la qualità della vita e offrire una solida base scientifica e metodologica per futuri studi e protocolli riabilitativi.

Bibliografia:

- Almeida VP, Ferreira AS, Guimarães FS, Papathanasiou J, Lopes AJ. Predictive models for the six-minute walk test considering the walking course and physical activity level. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2019 Dec;55(6):824-833;
- Amato A, Proia P, Alioto A, Rossi C, Pagliaro A, Ragonese P, Schirò G, Salemi G, Caldarella R, Vasto S, Nowak R, Kostrzewa-Nowak D, Musumeci G, Baldassano S. High-intensity interval training improves bone remodeling, lipid profile, and physical function in multiple sclerosis patients. *Sci Rep.* 2024 Jul 13;14(1):16195. doi: 10.1038/s41598-024-66448-5. PMID: 39003295; PMCID: PMC11246443.
- Angeloni B, Bigi R, Bellucci G, Mechelli R, Ballerini C, Romano C, Morena E, Pellicciari G, Reniè R, Rinaldi V, Buscarinu MC, Romano S, Ristori G, Salvetti M. A Case of Double Standard: Sex Differences in Multiple Sclerosis Risk Factors. *Int J Mol Sci.* 2021;
- ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2002 Jul 1;166(1):111-7;
- Bjelland I, Dahl AA, Haug TT, Neckelmann D. The validity of the Hospital Anxiety and Depression Scale. An updated literature review. *J Psychosom Res.* 2002 Feb;52(2):69-77;
- Bonzano L, Tacchino A, Brichetto G, Roccatagliata L, Dessypris A, Feraco P, Lopes De Carvalho ML, Battaglia MA, Mancardi GL, Bove M. Upper limb motor rehabilitation impacts white matter microstructure in multiple sclerosis. *Neuroimage.* 2014 Apr 15;90:107-16. doi: 10.1016/j.neuroimage.2013.12.025. Epub 2013 Dec 25. PMID: 24370819;
- Chacko G, Patel S, Galor A, Kumar N. Heat Exposure and Multiple Sclerosis-A Regional and Temporal Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2021 Jun 2;18(11):5962. doi: 10.3390/ijerph18115962. PMID: 34199394; PMCID: PMC8199586;
- Clive E Sabel, John F Pearson, Deborah F Mason, Ernest Willoughby, David A Abernethy, Bruce V Taylor, The latitude gradient for multiple sclerosis prevalence is established in the early life course, *Brain*, Volume 144, Issue 7, July 2021, Pages 2038–2046;
- Dalgas U, Stenager E, Ingemann-Hansen T. Multiple sclerosis and physical exercise: recommendations for the application of resistance-, endurance- and combined training.

- Mult Scler.* 2008 Jan;14(1):35-53. doi: 10.1177/1352458507079445. Epub 2007 Sep 19. PMID: 17881393.
- Dalgas U, Stenager E, Jakobsen J, Petersen T, Overgaard K, Ingemann-Hansen T. Muscle fiber size increases following resistance training in multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2010 Nov;16(11):1367-76. doi: 10.1177/1352458510377222. Epub 2010 Aug 4. PMID: 20685760.
 - Ensari I, Sandroff BM, Motl RW. Effects of Single Bouts of Walking Exercise and Yoga on Acute Mood Symptoms in People with Multiple Sclerosis. *Int J MS Care.* 2016 Jan-Feb;18(1):1-8. doi: 10.7224/1537-2073.2014-104. PMID: 26917992; PMCID: PMC4766946;
 - Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, Kim JS, Heo S, Alves H, White SM, Wojcicki TR, Mailey E, Vieira VJ, Martin SA, Pence BD, Woods JA, McAuley E, Kramer AF. Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2011 Feb 15;108(7):3017-22. doi: 10.1073/pnas.1015950108. Epub 2011 Jan 31. PMID: 21282661; PMCID: PMC3041121.
 - Feys P, Lamers I, Francis G, Benedict R, Phillips G, LaRocca N, Hudson LD, Rudick R; Multiple Sclerosis Outcome Assessments Consortium. The Nine-Hole Peg Test as a manual dexterity performance measure for multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2017 Apr;23(5):711-720;
 - Gasperoni F, Turini P, Agostinelli E. A novel comprehensive paradigm for the etiopathogenesis of multiple sclerosis: therapeutic approaches and future perspectives on its treatment. *Amino Acids.* 2019 May;51(5):745-759. doi: 10.1007/s00726-019-02718-1. Epub 2019 Mar 18. PMID: 30887124.;
 - Ghahfarrokhi MM, Aghaei F, Fallahi S, Banitalebi E, Faramarzi M, Parastesh M, Motl RW. Effects of six-month home-based neuro-functional and resistance training interventions on cognitive and motor performance in multiple sclerosis patients with cognitive impairment: A randomized controlled trial. *Mult Scler Relat Disord.* 2025 Nov;103:106725. doi: 10.1016/j.msard.2025.106725. Epub 2025 Sep 4. PMID: 40946696.
 - Ghasemi P, Mazaheri R, Tabesh MR, Ali AR, Sahraian MA, Salmasi Fard AH, Abolhasani M. Effect of endurance training on cardiopulmonary fitness in people with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Disord.* 2022 Aug;64:103911. doi: 10.1016/j.msard.2022.103911. Epub 2022 May 26. PMID: 35679781.

- Grazioli E, Tranchita E, Borriello G, Cerulli C, Minganti C, Parisi A. *The Effects of Concurrent Resistance and Aerobic Exercise Training on Functional Status in Patients with Multiple Sclerosis*. *Curr Sports Med Rep*. 2019 Dec;18(12):452-457. doi: 10.1249/JSR.0000000000000661. PMID: 31834177.
- Haki M, Al-Biati HA, Al-Tameemi ZS, Ali IS, Al-Hussaniy HA. *Review of multiple sclerosis: Epidemiology, etiology, pathophysiology, and treatment*. *Medicine (Baltimore)*. 2024 Feb 23;103(8):e37297. doi: 10.1097/MD.00000000000037297. PMID: 38394496; PMCID: PMC10883637;
- Kalinowski, A., Cutter, G., Bozinov, N., Hinman, J. M., Hittle, M., Motl, R. W., Odden, M. C., & Nelson, L. M. (2021). *The timed 25-foot walk in a large cohort of multiple sclerosis patients*. *Multiple Sclerosis Journal*, 28(2), 289–299;
- Kerling A, Keweloh K, Tegtbur U, Kück M, Grams L, Horstmann H, Windhagen A. *Effects of a Short Physical Exercise Intervention on Patients with Multiple Sclerosis (MS)*. *Int J Mol Sci*. 2015 Jul 10;16(7):15761-75. doi: 10.3390/ijms160715761. PMID: 26184173; PMCID: PMC4519923.
- Kitsuda Y, Wada T, Noma H, Osaki M, Hagino H. *Impact of high-load resistance training on bone mineral density in osteoporosis and osteopenia: a meta-analysis*. *J Bone Miner Metab*. 2021 Sep;39(5):787-803. doi: 10.1007/s00774-021-01218-1. Epub 2021 Apr 13. PMID: 33851269.
- Kjølhede T, Vissing K, Dalgas U. *Multiple sclerosis and progressive resistance training: a systematic review*. *Mult Scler*. 2012 Sep;18(9):1215-28. doi: 10.1177/1352458512437418. Epub 2012 Apr 24. PMID: 22760230.
- Kos D, Kerckhofs E, Carrea I, Verza R, Ramos M, Jansa J. *Evaluation of the Modified Fatigue Impact Scale in four different European countries*. *Mult Scler*. 2005 Feb;11(1):76-80;
- Kurtzke JF. *Rating neurologic impairment in multiple sclerosis: an expanded disability status scale (EDSS)*. *Neurology*. 1983 Nov;33(11):1444-52. doi: 10.1212/wnl.33.11.1444. PMID: 6685237;
- Liu R, Du S, Zhao L, Jain S, Sahay K, Rizvanov A, Lezhnyova V, Khaibullin T, Martynova E, Khaiboullina S, Baranwal M. *Autoreactive lymphocytes in multiple sclerosis: Pathogenesis and treatment target*. *Front Immunol*. 2022 Sep 23;13:996469;
- Mamoei S, Hvid LG, Boye Jensen H, Zijdewind I, Stenager E, Dalgas U. *Neurophysiological impairments in multiple sclerosis-Central and peripheral motor*

- pathways. Acta Neurol Scand. 2020 Nov;142(5):401-417. doi: 10.1111/ane.13289. Epub 2020 Jun 23. PMID: 32474916;*
- *Marco Aurélio Monteiro Peluso, Laura Helena Silveira Guerra de Andrade. PHYSICAL ACTIVITY AND MENTAL HEALTH: THE ASSOCIATION BETWEEN EXERCISE AND MOOD. Clinics, Volume 60, Issue 1, 2005, Pages 61-70. ISSN 1807-5932;*
 - *May LA, Butt C, Minor L, Kolbinson K, Tulloch K. Measurement reliability of functional tasks for persons who self-propel a manual wheelchair. Arch Phys Med Rehabil. 2003 Apr;84(4):578-83. doi: 10.1053/apmr.2003.50021. PMID: 12690598;*
 - *Motl, R. W., Cohen, J. A., Benedict, R. H., Phillips, G., LaRocca, N. G., Hudson, L. D., & Rudick, R. A. (2017). Validity of the timed 25-foot walk as an ambulatory performance outcome measure for multiple sclerosis. Multiple Sclerosis Journal, 23(5), 704–710;*
 - *Motl RW, Sandroff BM. Benefits of Exercise Training in Multiple Sclerosis. Curr Neurol Neurosci Rep. 2015 Sep;15(9):62. doi: 10.1007/s11910-015-0585-6. PMID: 26223831.*
 - *Nezhad NN, Parnow A, Khamoushian K, Eslami R, Baker JS. Resistance training improves functional capacities in women with multiple sclerosis: a randomized control trial. BMC Neurol. 2024 Nov 22;24(1):457. doi: 10.1186/s12883-024-03964-x. PMID: 39578772; PMCID: PMC11583674.*
 - *Prosperini L, Di Filippo M. Beyond clinical changes: Rehabilitation-induced neuroplasticity in MS. Mult Scler. 2019 Sep;25(10):1348-1362. doi: 10.1177/1352458519846096. PMID: 31469359;*
 - *R. Milo, E, Kahana. Multiple sclerosis: Geoepidemiology, genetics and the environment, Autoimmunity Reviews, Volume 9, Issue 5, 2010;*
 - *Riazi A, Hobart JC, Lamping DL, Fitzpatrick R, Thompson AJ. Multiple Sclerosis Impact Scale (MSIS-29): reliability and validity in hospital based samples. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 2002 Dec;73(6):701-4. doi: 10.1136/jnnp.73.6.701. PMID: 12438473; PMCID: PMC1757371;*
 - *Skopal, L. K., Drinkwater, E. J., & Behm, D. G. (2024). Application of mobility training methods in sporting populations: A systematic review of performance adaptations. Journal of Sports Sciences, 42(1), 46–60.*
 - *Smania N, Picelli A, Munari D, Geroin C, Ianes P, Waldner A, Gandolfi M. Rehabilitation procedures in the management of spasticity. Eur J Phys Rehabil Med. 2010 Sep;46(3):423-38. PMID: 20927008.*
 - *Solaro C, Trabucco E, Signori A, Cella M, Messmer Uccelli M, Bricchetto G, Cavalla P, Gironi M, Patti F, Prosperini L. Italian validation of the 12-item multiple sclerosis*

- walking scale. *Mult Scler Int*. 2015;2015:540828. doi: 10.1155/2015/540828. Epub 2015 Mar 26. PMID: 25883806; PMCID: PMC4391321;
- Stricker PR, Faigenbaum AD, McCambridge TM; COUNCIL ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS. Resistance Training for Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2020 Jun;145(6):e20201011. doi: 10.1542/peds.2020-1011. PMID: 32457216.
 - Tacchino A, Ponzio M, Pedullà L, Podda J, Bragadin MM, Pedrazzoli E, Konrad G, Battaglia MA, Mokkink L, Bricchetto G. Italian validation of the Arm Function in Multiple Sclerosis Questionnaire (AMSQ). *Neurol Sci*. 2020 Nov;41(11):3273-3281. doi: 10.1007/s10072-020-04363-z. Epub 2020 May 12. PMID: 32394274;
 - Tarlinton RE, Martynova E, Rizvanov AA, Khaiboullina S, Verma S. Role of Viruses in the Pathogenesis of Multiple Sclerosis. *Viruses*. 2020 Jun 13;12(6):643. doi: 10.3390/v12060643. PMID: 32545816; PMCID: PMC7354629;
 - Terry PC, Karageorghis CI, Curran ML, Martin OV, Parsons-Smith RL. Effects of music in exercise and sport: A meta-analytic review. *Psychol Bull*. 2020 Feb;146(2):91-117. doi: 10.1037/bul0000216. Epub 2019 Dec 5. PMID: 31804098. (2.2);
 - Thakur P, Mohammad A, Rastogi YR, Saini RV, Saini AK. Yoga as an intervention to manage multiple sclerosis symptoms. *J Ayurveda Integr Med*. 2020 Apr-Jun;11(2):114-117. doi: 10.1016/j.jaim.2019.04.005. Epub 2019 Jun 24. PMID: 31248778; PMCID: PMC7329713.
 - Vicente-Campos D, Mora J, Castro-Piñero J, González-Montesinos JL, Conde-Caveda J, Chicharro JL. Impact of a physical activity program on cerebral vasoreactivity in sedentary elderly people. *J Sports Med Phys Fitness*. 2012 Oct;52(5):537-44. PMID: 22976741.
 - Youssef H, Gönül MN, Sobeeh MG, Akar K, Feys P, Cuypers K, Vural A. Is High-Intensity Interval Training More Effective Than Moderate Continuous Training in Rehabilitation of Multiple Sclerosis: A Comprehensive Systematic Review and Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2024 Aug;105(8):1545-1558. doi: 10.1016/j.apmr.2023.12.012. Epub 2024 Jan 8. PMID: 38199581.
 - Zhao H, Cheng R, Song G, Teng J, Shen S, Fu X, Yan Y, Liu C. The Effect of Resistance Training on the Rehabilitation of Elderly Patients with Sarcopenia: A Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Nov 22;19(23):15491. doi: 10.3390/ijerph192315491. PMID: 36497565; PMCID: PMC9739568.

- Zigmund AS, Snaith RP. *The hospital anxiety and depression scale. Acta Psychiatr Scand.* 1983 Jun;67(6):361-70. doi: 10.1111/j.1600-0447.1983.tb09716.x. PMID: 6880820.

Sitografia:

- <https://dotfitness.it/mobility-training/>
- http://scalafim.com/pages/scala_fim.html;
- https://wheelchairskillsprogram.ca/wpcontent/uploads/2018/04/WPT_form_v1.0.pdf;
- https://www.aism.it/sintomi_della_sclerosi_multipla_depressione;
- <https://www.ausl.bologna.it/seztemi/movimento/linee-guida-oms-sullattivita-fisica-e-i-comportamenti-sedentari-everymovecounts/files/linee-guida-oms-sullattivita-fisica.pdf>;
- https://www.epicentro.iss.it/attivita_fisica/
- https://www.epicentro.iss.it/attivita_fisica/linee-guida-oms-2020;
- <https://www.fisioscience.it/scale-valutazioni/berg-balance-scale/>;
- <https://www.projectinvictus.it/allenamento-aerobico/>
- <https://www.nationalmssociety.org/forprofessionals/forresearchers/researcher-resources/research-tools/clinical-study-measures/mfis>;
- <https://www.neuropsicologiaweb.it/index.php/neuropsicologia/test/117-associazione-simboli-a-numeri-sdmt-symbol-digit-modalities-test-versione-orale>

APPENDICE

FUNCTIONAL INDEPENDENCE MEASURE

LIVELLI	7. Autosufficienza completa 6. Autosufficienza con adattamenti	SENZA ASSISTENZA		
	NON AUTOSUFFICIENZA 5. Supervisione – Predisposizioni /adattamenti 4. Assistenza minima (soggetto =>75%) 3. Assistenza moderata (soggetto =>50%) NON AUTOSUFFICIENZA 2. Assistenza intensa (soggetto =>25%) 1. Assistenza totale (soggetto =>0%)	CON ASSISTENZA		
	INGRESSO	DIMISSIONE	FOLLOW-UP	
Cura della persona				
A. Nutrirsi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
B. Rassettersi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
C. Lavarsi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
D. vestirsi, dalla vita in su	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
E. Vestirsi dalla vita in giù	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
F. Igiene perineale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Controllo sfinterico				
G. Vescica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
H. Alvo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Mobilità (trasferimenti)				
I. Letto-sedia-carrozzina	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
J. W.C.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
K. Vasca o doccia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Locomozione				
L. Cammino, carrozzina	cm <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	cm <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	cr <input type="checkbox"/>	cr <input type="checkbox"/>	cm <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
			cr <input type="checkbox"/>	
M. Scale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Comunicazione				
N. Comprensione	U <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	U <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	v <input type="checkbox"/>	v <input type="checkbox"/>	U <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
			v <input type="checkbox"/>	
O. Espressione	v <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	v <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	n v <input type="checkbox"/>	n v <input type="checkbox"/>	v <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
			n v <input type="checkbox"/>	
Capacità relazionali/cognitive				
P. Rapporto con gli altri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Q. Soluzione dei problemi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
R. Memoria	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
PUNTEGGIO TOTALE FIM	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>	

Attenzione: non lasciare caselle bianche.

BERG BALANCE SCALE

BERG BALANCE SCALE

Scala di valutazione dell'equilibrio come capacità di mantenere la stazione eretta in diverse condizioni

(Berg K e coll. 1989; versione italiana Eur Med Phis, 2003)

	Punteggio del paziente (DA 0 A 4, dove 0=incapacità ad eseguire la prova; 4=nessuna necessità di aiuto)
1. Passaggio posizione seduta a posizione eretta	
2. Stare in piedi senza appoggio	
3. Stare seduti senza appoggio allo schienale	
4. Passaggio dalla posizione eretta a seduta	
5. Trasferimento letto-sedia	
6. Stazione eretta a occhi chiusi	
7. Stazione eretta a piedi uniti	
8. Inclinarsi in avanti a braccia flesse a 90° dalla posizione eretta	
9. Raccogliere un oggetto da terra	
10. Girarsi guardando dietro la spalla destra e sinistra dalla posizione eretta	
11. Ruotare di 360°	
12. Appoggiare alternativamente i piedi su un gradino stando in piedi senza appoggio	
13. Stazione eretta con i piedi in tandem	
14. Stare su un piede solo senza appoggio	
TOTALE (0-56)	

FATIGUE SEVERITY SCALE

La scala di gravità di fatica (FSS) è un metodo di valutazione la fatica nella sclerosi multipla e altre condizioni.

Il questionario contiene nove domande che tentano di esplorare la gravità del sintomo stanchezza. Il soggetto è invitato a leggere ogni istruzione e deve riferire un numero da 1 a 7 in ordine crescente di gravità, a seconda di come ha vissuto la condizione, riferita a se stesso nella settimana precedente. Mettere una crocetta sul valore del modulo cartaceo oppure riportare il valore nella casella apposita nella riga relativa della scheda elettronica.

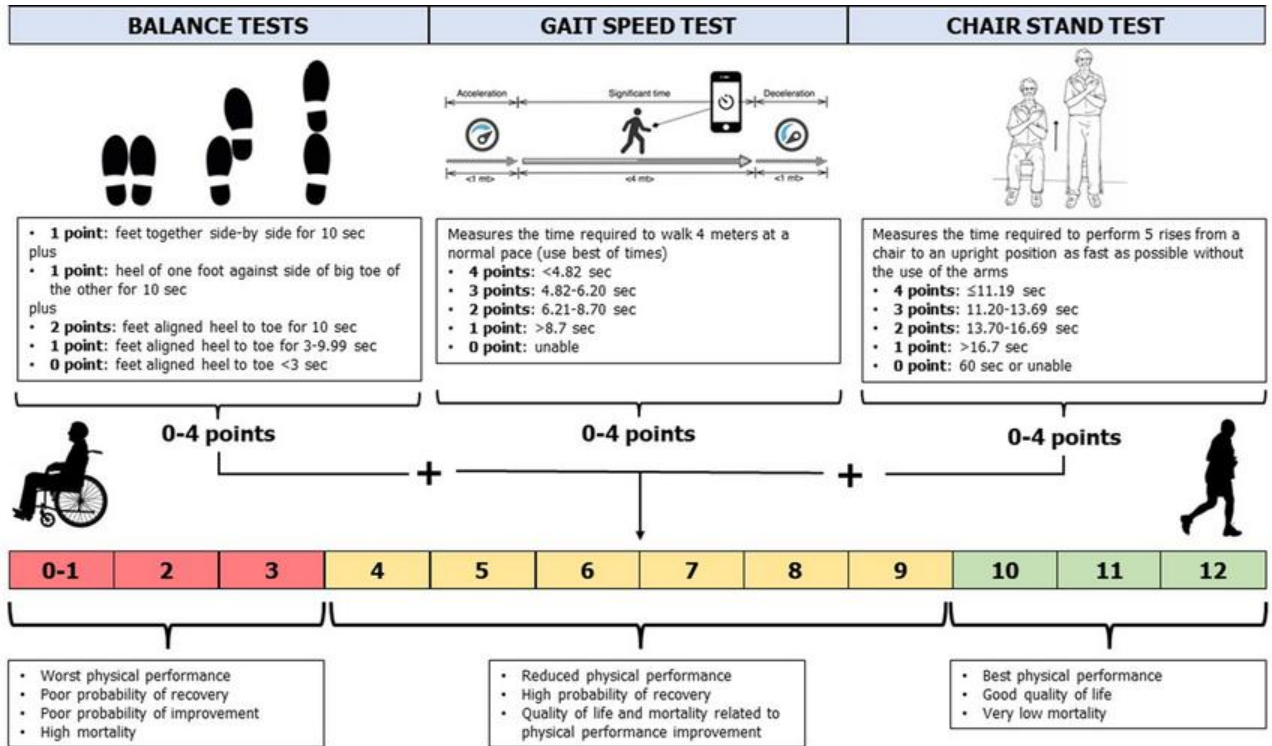
Durante la scorsa settimana, ho trovato che:

1. La mia motivazione è inferiore, quando io sono stanco. 1 2 3 4 5 6 7
2. Ogni attività fisica mi comporta fatica. 1 2 3 4 5 6 7
3. Sono facilmente stanco. 1 2 3 4 5 6 7
4. L'affaticamento interferisce con le mie attività fisiche. 1 2 3 4 5 6 7
5. La stanchezza mi causa spesso problemi. 1 2 3 4 5 6 7
6. La mia stanchezza mi impedisce attività fisiche impegnative. 1 2 3 4 5 6 7
7. La mia stanchezza interferisce con la realizzazione di determinate funzioni e responsabilità. 1 2 3 4 5 6 7
8. La stanchezza è uno dei tre sintomi più invalidanti per me. 1 2 3 4 5 6 7
9. La mia stanchezza interferisce con il mio lavoro, la famiglia o la mia vita sociale. 1 2 3 4 5 6 7

0

< 37 valori fisiologici
> 36 valori patologici

SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB)



MULTIPLE SCLEROSIS WALKING SCALE

Nelle precedenti 2 settimane quanto la SM ha: In the past two weeks, how much has your MS.		Not at all	Little	Fairly	Very	Extremely
1	Limitato la sua capacità di camminare Limited your ability to walk?	1	2	3	4	5
2	Limitato la sua capacità di correre Limited your ability to run?	1	2	3	4	5
3	Limitato la sua capacità di salire/scendere le scale Limited your ability to climb up and down stairs?	1	2	3	4	5
4	Reso più difficile stare in piedi mentre si svolge una attività Made standing when doing things more difficult?	1	2	3	4	5
5	Limitato la sua capacità di equilibrio mentre sta in piedi o cammina Limited your balance when standing or walking?	1	2	3	4	5
6	Limitato le distanze delle sue camminate Limited how far you are able to walk?	1	2	3	4	5
7	Aumentato lo sforzo necessario a camminare Increased the effort needed for you to walk?	1	2	3	4	5
8	Reso necessario a domicilio l'uso di supporti per camminare (bastone, appoggiarsi al muro) Made it necessary for you to use support when walking indoors (e.g., holding on to furniture, using a stick, etc.)?	1	2	3	4	5
9	Reso necessario all'esterno l'uso di supporti per camminare (bastone, appoggiarsi al muro) Made it necessary for you to use support when walking outdoors (e.g., using a stick, a frame, etc.)?	1	2	3	4	5
10	Rallentato la sua camminata Slowed down your walking?	1	2	3	4	5
11	Influenzato la fluidità della camminata Affected how smoothly you walk?	1	2	3	4	5
12	Reso necessario concentrarsi per camminare Made you concentrate on your walking?	1	2	3	4	5

ARM FUNCTION IN MULTIPLE SCLEROSIS QUESTIONNAIRE

Leggere attentamente le istruzioni sotto riportate prima di iniziare con il questionario.

- Tutte le domande si riferiscono **alle ultime 2 settimane**.
- Per ogni domanda, faccia un cerchio su un solo numero **che meglio descrive la sua situazione**.
- Nel caso in cui lei non esegua l'attività:
 - Scelga **"Non sono più in grado"** se non è più capace di eseguire l'attività a **causa di limitazioni al braccio**
 - Quando deve valutare un'attività che non esegue mai (o non ha mai eseguito), provi ad **immaginare** se sarebbe limitata nella sua capacità di eseguirla
- Alcune domande riguardano attività che possono essere **eseguite con una sola mano**. Quando sta rispondendo a queste domande, scelga il braccio con il quale ha sempre eseguito questa attività (prima che insorgessero dei disturbi).

Se lei usa **ausili o strumenti adattati** per eseguire un'attività, provi ad immaginare come sarebbe eseguirla **senza** di loro.

Nr.	Nelle ultime 2 settimane, in quale misura la Sclerosi Multipla ha...	Per niente	Poco	Moderatamente	Abbastanza	Molto	Non sono più in grado
1	Limitato la sua capacità di scrivere una breve frase con una penna?	1	2	3	4	5	6
2	Limitato la sua capacità di afferrare piccoli oggetti, per esempio una chiave o una penna a sfera?	1	2	3	4	5	6
3	Limitato la sua capacità di indossare un cappotto?	1	2	3	4	5	6
4	Limitato la sua capacità di allacciarsi le scarpe?	1	2	3	4	5	6
5	Limitato la sua capacità di sorreggere un piatto pieno?	1	2	3	4	5	6
6	Limitato la sua capacità di versare il contenuto di una bottiglia in un bicchiere?	1	2	3	4	5	6
7	Limitato la sua capacità di sfogliare le pagine di un libro?	1	2	3	4	5	6
8	Limitato la sua capacità di usare il mouse di un computer?	1	2	3	4	5	6
9	Limitato la sua capacità di usare una penna o una matita?	1	2	3	4	5	6
10	Limitato la sua capacità di girare una chiave in una serratura?	1	2	3	4	5	6
11	Limitato la sua capacità di ritagliare un pezzo di carta con un paio di forbici?	1	2	3	4	5	6
12	Limitato la sua capacità di allacciarsi la cintura di sicurezza dell'automobile?	1	2	3	4	5	6
13	Limitato la sua capacità di allacciarsi dei bottoni?	1	2	3	4	5	6

Nr.	Nelle ultime 2 settimane, in quale misura la Sclerosi Multipla ha...	Per niente	Poco	Moderatamente	Abbastanza	Molto	Non sono più in grado
14	Limitato la sua capacità di sbottonarsi la camicia?	1	2	3	4	5	6
15	Limitato la sua capacità di togliersi un maglione o una maglietta?	1	2	3	4	5	6
16	Limitato la sua capacità di prendere delle monete dal tavolo?	1	2	3	4	5	6
17	Limitato la sua capacità di usare una tastiera?	1	2	3	4	5	6
18	Limitato la sua capacità di chiudere la cerniera-lampo di un cappotto?	1	2	3	4	5	6
19	Limitato la sua capacità di portare una borsa della spesa?	1	2	3	4	5	6
20	Limitato la sua capacità di lavarsi le mani?	1	2	3	4	5	6
21	Limitato la sua capacità di tagliare qualcosa con un coltello?	1	2	3	4	5	6
22	Limitato la sua capacità di inforcare del cibo con una forchetta?	1	2	3	4	5	6
23	Limitato la sua capacità di asciugarsi il corpo?	1	2	3	4	5	6
24	Limitato la sua capacità di aprire una bottiglia con un tappo a vite?	1	2	3	4	5	6
25	Limitato la sua capacità di stappare una bottiglietta di una bibita?	1	2	3	4	5	6
26	Limitato la sua capacità di lavarsi il dietro della spalla?	1	2	3	4	5	6
27	Limitato la sua capacità di lavarsi i capelli?	1	2	3	4	5	6
28	Limitato la sua capacità di aprire un pacchetto di patatine?	1	2	3	4	5	6
29	Limitato la sua capacità di portare un bicchiere o una tazza pieni alla bocca?	1	2	3	4	5	6
30	Limitato la sua capacità di mettere del dentifricio sullo spazzolino?	1	2	3	4	5	6
31	Limitato la sua capacità di infilare una maglietta/camicia nel retro dei pantaloni usando la propria mano?	1	2	3	4	5	6

HOSPITAL ANXIETY AND DEPRESSION SCALE

Nelle ultime 4 settimane

1	Mi sento agitato e teso:	<ul style="list-style-type: none"> • quasi sempre • spesso • qualche volta • mai
2	Le cose che un tempo mi piacevano ora mi piacciono:	<ul style="list-style-type: none"> • nello stesso modo • meno di prima • molto poco • quasi per niente
3	Provo un sentimento di apprensione come se dovesse succedere qualcosa di terribile:	<ul style="list-style-type: none"> • sicuramente e in modo intenso • sì ma in modo non troppo intenso • un po' ma non da preoccuparmene • per niente
4	Riesco a ridere e vedere il lato divertente delle cose:	<ul style="list-style-type: none"> • come ho sempre fatto • un po' meno di un tempo • molto meno di un tempo • non vi riesco affatto
5	Mi passano per la mente pensieri preoccupanti:	<ul style="list-style-type: none"> • molto spesso • spesso • a volte, non troppo spesso • solo ogni tanto
6	Mi sento di buon umore:	<ul style="list-style-type: none"> • mai • raramente • qualche volta • quasi sempre
7	Riesco a sedermi e a rilassarmi:	<ul style="list-style-type: none"> • sempre • spesso • qualche volta • mai
8	Mi sento rallentato:	<ul style="list-style-type: none"> • quasi sempre • molto spesso • qualche volta • mai
9	Provo un sentimento simile a paura, un senso di tensione allo stomaco come la sensazione di avere le "farfalle" nello stomaco:	<ul style="list-style-type: none"> • mai • qualche volta • abbastanza spesso • molto spesso
10	Non curo più il mio aspetto fisico:	<ul style="list-style-type: none"> • completamente • non me ne curo abbastanza • forse me ne curo di meno • me ne curo come al solito
11	Mi sento irrequieto e incapace di stare fermo:	<ul style="list-style-type: none"> • moltissimo • abbastanza • poco • per niente
12	Pregusto con piacere le cose:	<ul style="list-style-type: none"> • come ho sempre fatto • un po' meno di un tempo • molto meno di un tempo • quasi per niente
13	Provo delle sensazioni improvvise di panico:	<ul style="list-style-type: none"> • molto spesso • abbastanza spesso • non molto spesso • mai
14	Provo piacere leggendo un libro, oppure seguendo una trasmissione alla radio o alla TV:	<ul style="list-style-type: none"> • spesso • qualche volta • non spesso • molto raramente

TOTALE ANSIA:.....

TOTALE DEPRESSIONE:.....

TOTALE:.....

MODIFIED FATIGUE IMPACT SCALE

<i>La mia fatica nelle ultime 4 settimane...</i>	MAI	RARAMENTE	QUALCHE VOLTA	SPESSE	QUASI SEMPRE
1) Sono stato meno vigile/attento	0	1	2	3	4
2) Ho avuto difficoltà a prestare attenzione per lungo tempo	0	1	2	3	4
3) Non sono stato capace di pensare chiaramente	0	1	2	3	4
4) Sono stato impacciato e scoordinato	0	1	2	3	4
5) Ho avuto poca memoria	0	1	2	3	4
6) Ho avuto bisogno di regolare le mie attività fisiche	0	1	2	3	4
7) Sono stato meno motivato a svolgere qualsiasi attività che richiedesse sforzo fisico	0	1	2	3	4
8) Ho avuto poca voglia di partecipare ad attività sociali	0	1	2	3	4
9) Mi sono sentito limitato nelle mie abilità a fare cose lontano da casa	0	1	2	3	4
10) Ho problemi a sostenere uno sforzo fisico per lungo tempo	0	1	2	3	4
11) Ho avuto difficoltà a prendere una decisione	0	1	2	3	4
12) Non ho avuto voglia di fare niente che richiedesse il pensare	0	1	2	3	4
13) Ho sentito debolezza muscolare	0	1	2	3	4
14) Mi sono sentito fisicamente inadeguato	0	1	2	3	4
15) Ho avuto problemi ad eseguire un compito che richiedesse il pensare	0	1	2	3	4
16) Ho avuto problemi ad organizzare il mio pensiero nelle attività a casa o al lavoro	0	1	2	3	4
17) Sono stato meno abile nel completare compiti che richiedessero sforzo fisico	0	1	2	3	4
18) I miei pensieri sono rallentati	0	1	2	3	4
19) Ho avuto problemi a concentrarmi	0	1	2	3	4
20) Ho limitato le mie attività fisiche	0	1	2	3	4
21) Ho avuto bisogno di riposarmi più spesso o per periodi più lunghi	0	1	2	3	4
<i>Subtest fisico: ___/36</i>	<i>Subtest cognitivo: ___/40</i>	<i>Subtest psicosociale: ___/8</i>	PUNTEGGIO TOTALE: ___/84		

Copyright Original Version: National MS Society: New York, USA

MULTIPLE SCLEROSIS IMPACT SCALE - 29

	Per niente	Un pò	Moderatamente	Abbastanza	Estremamente
Nelle ultime due settimane la SM quanto ha limitato la sua capacità di...					
1. Eseguire compiti che richiedono sforzi fisici?	1	2	3	4	5
2. Afferrare oggetti con forza (es. svitare il tappo di una bottiglia)?	1	2	3	4	5
3. Portare le cose (es. borse della spesa)?	1	2	3	4	5
Nelle ultime due settimane quanto è stato infastidito da...					
4. Problemi di equilibrio?	1	2	3	4	5
5. Difficoltà a muoversi in ambienti chiusi (in casa, in ufficio ecc)?	1	2	3	4	5
6. Impaccio nei movimenti?	1	2	3	4	5
7. Rigidità?	1	2	3	4	5
8. Gambe o braccia pesanti?	1	2	3	4	5
9. Tremore della braccia o delle gambe?	1	2	3	4	5
10. Spasmi delle braccia o delle gambe?	1	2	3	4	5
11. Il suo corpo non fa quello che lei vorrebbe?	1	2	3	4	5
12. Dover dipendere dagli altri per svolgere alcune attività?	1	2	3	4	5

	Per niente	Un pò	Moderatamente	Abbastanza	Estremamente
Nelle ultime due settimane quanto è stato infastidito da...					
13. Limitazioni nelle attività sociali negli hobby?	1	2	3	4	5
14. Essere costretto a stare in casa più di quanto avrebbe voluto?	1	2	3	4	5
15. Difficoltà ad usare le mani nelle attività quotidiane	1	2	3	4	5
16. Essere costretto a ridurre il tempo dedicato al lavoro o ad altre attività?	1	2	3	4	5
17. Problemi ad usare i mezzi di trasporto (es. auto, autobus, treno, taxi...)?	1	2	3	4	5
18. Metterci troppo tempo a fare le cose?	1	2	3	4	5
19. Difficoltà a fare le cose non programmate (es. uscire di casa sull'impulso del momento)?	1	2	3	4	5
20. Necessità di andare in urgentemente bagno?	1	2	3	4	5
21. Non sentirsi bene?	1	2	3	4	5
22. Problemi del sonno?	1	2	3	4	5
23. Sentirsi mentalmente stanco?	1	2	3	4	5
24. Preoccupato nei riguardi della SM?	1	2	3	4	5
25. Sentirsi ansioso o teso?	1	2	3	4	5
26. Sentirsi irritato, impaziente o di cattivo umore?	1	2	3	4	5
27. Problemi a concentrarsi?	1	2	3	4	5
28. Perdita della sicurezza in se stesso	1	2	3	4	5
29. Sentirsi depresso?	1	2	3	4	5

WHEELCHAIR PROPULSION TEST

Subject # : _____ Date: _____ Time: _____ Test # _____

Recorded Data*	
1. Able to successfully complete the 10m distance?	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>
2. Direction of travel	Forward <input type="checkbox"/> Backward <input type="checkbox"/>
3. Limbs contributing to propulsion, steering or braking (tick all that apply)	Left: Hand <input type="checkbox"/> Leg <input type="checkbox"/> Right: Hand <input type="checkbox"/> Leg <input type="checkbox"/>
4. Limb monitored for timing propulsion cycles (tick one limb)	Left: Hand <input type="checkbox"/> Leg <input type="checkbox"/> Right: Hand <input type="checkbox"/> Leg <input type="checkbox"/>
5. Time (to nearest second)	_____ s
6. Total number of propulsive cycles (to nearest full cycle)	_____ cycles
7. If using one or more hands for propulsion in the forward direction, during the <i>contact phases</i> , did the subject generally begin the contact between the hands and the hand-rims behind the top dead center of the rear wheel?	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Not applicable <input type="checkbox"/>
8. If using one or more hands for propulsion in the forward direction, during the <i>recovery phases</i> , did the subject generally use a path of the hands that was predominantly beneath the hand-rims?	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Not applicable <input type="checkbox"/>
9. If using one or more <i>feet for propulsion</i> and going forward, did the subject make initial foot contact with the knee flexed less than 90° from full extension and finish with the knee flexed more than 90° (or the opposite if going backward)?	Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Not applicable <input type="checkbox"/>
10. Comments: (e.g., position on seat, trunk and arm posture, hand grip, foot contact, consistency, need for training, footwear, equipment worn, wheelchair issues)	
Derived Wheelchair-Propulsion Data*	
1. Speed: 10m / _____ # seconds =	_____ m/s
2. Push frequency (cadence): _____ # cycles / _____ # seconds =	_____ cycles/s
3. Effectiveness: 10m / _____ # cycles =	_____ m/cycle

*Directions on next page.

Tester signature: _____ Tester name (print): _____

CASE REPORT FORM (CRF)

SCREENING

DATA: ___/___/___

VARIABILI DEMOGRAFICHE		
COGNOME:		NOME:
SESSO <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M	DATA DI NASCITA: ___/___/___	
ALTEZZA (cm):	PESO (kg):	BMI:
SCOLARITÀ:		
VARIABILI CLINICHE		
COMORBILITÀ (specificare quale/f): <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/> SI _____		
FORMA DI MALATTIA		
DATA DI DIAGNOSI		
SPOSTAMENTI <input type="checkbox"/> AUTONOMO <input type="checkbox"/> DIPENDENTE		
MOBILIZZAZIONE <input type="checkbox"/> GIRELLO E CARROZZINA <input type="checkbox"/> CARROZZINA <input type="checkbox"/> A VOLTE DEAMB		
PROPULSIONE CARROZZINA <input type="checkbox"/> DUE MANI <input type="checkbox"/> UNA MANO <input type="checkbox"/> PIEDI		
VARIABILI FARMACOLOGICHE		
FARMACO IN CORSO:		
DIMENSIONI CARROZZINA		
ALTEZZA SCHIENALE.....RAGGIO RUOTE.....		
MODELLO CARROZZINA		
TEST DI SCREENING		
VAS		
Patologie ortopediche AASS): NO SI _		
RISULTATO SCREENING: <input type="checkbox"/> INCLUSO <input type="checkbox"/> SCREENING FALLITO		

CASE REPORT FORM (CRF)

SUBJECT ID: _____

When the going gets tough: managing MS patients with severe mobility disabilities

VISITA 1 – PRE TRATTAMENTO

DATA		
MISURE DI OUTCOME		
EDSS		
AMSQ		
FIM		
HADS		
MSIS-29		
MFIS		
SDMT		
BOX and BLOCK	DESTRA _____ SINISTRA _____	
Wheelchair Propulsion Test		
One stroke Push	1) _____ 2) _____ 3) _____	MEDIA

CASE REPORT FORM (CRF)

SUBJECT ID: _____

When the going gets tough: managing MS patients with severe mobility disabilities

VISITA 2 – POST TRATTAMENTO

DATA		
MISURE DI OUTCOME		
EDSS		
AMSQ		
FIM		
HADS		
MSIS-29		
MFIS		
SDMT		
BOX and BLOCK	DESTRA _____ SINISTRA _____	
Wheelchair Propulsion Test		
One stroke Push	1) _____ 2) _____ 3) _____	MEDIA

**QUESTIONARIO DI APPREZZAMENTO DELL'ATTIVITÀ FISICA ADATTATA
PRATICATA**

1) Descrivi in due parole come ti senti quando devi venire a fare attività?

2) Descrivi in una parola come ti senti dopo aver fatto attività?

3) Prendere parte a questa attività come ti fa sentire? Descrivilo in tre parole

4) Hai notato cambiamenti nella tua quotidianità da quando pratichi questa attività? Se sì, che cosa?

5) Avresti mai immaginato di poter fare parte di un gruppo di attività fisica adattata prima che ti proponessero di partecipare?

6) Quanto ti senti meglio da 1 a 10 rispetto a prima di iniziare questo progetto?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

7) Quanto ti senti motivato/a a partecipare all'attività?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

8) Quanto ti senti motivato/a ad affrontare la tua giornata dopo aver fatto attività fisica?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10