



Er goal

soluzione ergonomica per la
riabilitazione attiva

Il calcio balilla come metodo riabilitativo per la sclerosi
multipla



**POLITECNICO
DI TORINO**

Dipartimento di Architettura e Design

**Corso di Laurea magistrale in
Design Sistemico**

A.A. 2018/2019

Tesi di laurea magistrale

Relatori:

Prof. Fabrizio Valpreda
Prof. Cristian Campagnaro

Candidati:

Costanza Hardouin
Edoardo Sicuranza

In collaborazione con:
Associazione Italiana Sclerosi Multipla

INDICE

Introduzione

01	La sclerosi multipla 1.1 il sistema nervoso 1.2 Cos'è la Sclerosi Multipla 1.3 La riabilitazione	07
02	Casi studio	37
03	Scenario 3.1 L'AIMS 3.2 Il calcio balilla 3.3 Il calcio balilla come riabilitazione attiva 3.4 Workshop Design for Eachone	48
04	Er goal 4.1 Processo progettuale 4.2 Analisi dell'utenza 4.3 Concept 4.4 Sviluppo del progetto 4.5 Ottimizzazione del progetto	58
05	Scalabilità	108
06	Conclusioni	118
07	Biblio-sitografia	121

INTRODUZIONE



INTRODUZIONE

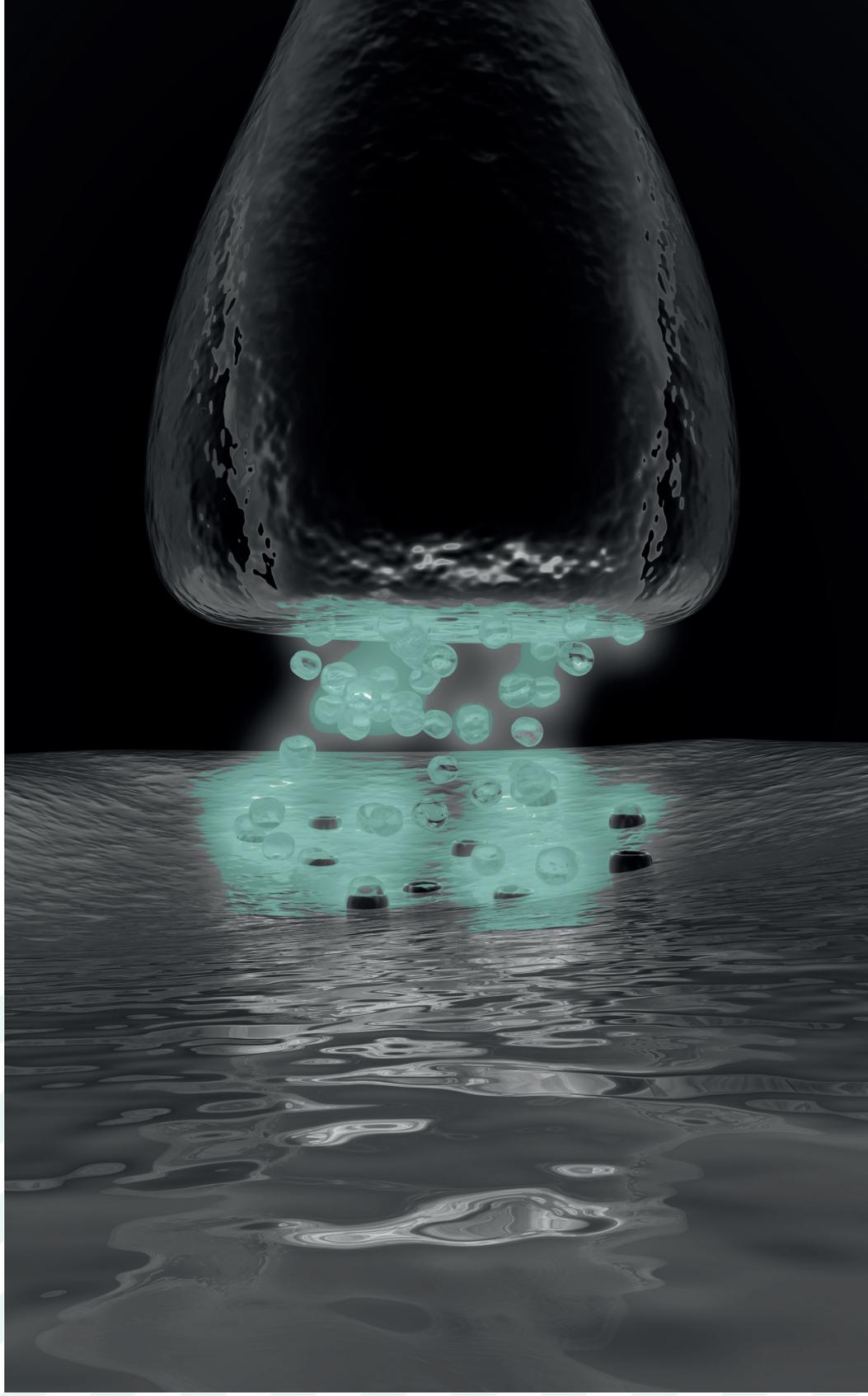
In Italia, la sclerosi multipla colpisce ogni anno migliaia di persone, spesso causando loro, nel tempo, importanti disabilità motorie. Recenti studi hanno dimostrato come una riabilitazione di tipo attivo, cioè quella che permette ai pazienti di controllare i propri movimenti, risulta essere più efficace rispetto a quella passiva nel combattere tali disagi.

L'Associazione Italiana Sclerosi Multipla (AISM) possiede un centro diurno a Torino in cui si svolgono diverse attività riabilitative, tra le quali il gioco del calcio balilla. Tale attività, una delle più amate dagli utenti del centro, viene svolta utilizzando particolari tavoli adatti al gioco da seduti, che però costringono i giocatori ad adottare un' innaturale posizione del polso che può causare dolore ed affaticamento.

Al fine di incentivare gli ospiti all'esercizio, il Politecnico di Torino, in collaborazione con il centro AISM, ha organizzato un workshop per sviluppare una manopola ergonomica che permettesse agli utenti di muovere più agevolmente le stecche. Questa tesi porta avanti il lavoro iniziato durante il laboratorio, con l'obiettivo iniziale di sviluppare una soluzione su misura per due utenti abituali del centro, e successivamente di portare avanti la produzione delle manopole adattando il progetto ad una forma standardizzata che ne ottimizzi i costi e i tempi di lavorazione.

La prima fase è stata completata utilizzando tecniche di prototipazione rapida e co-progettazione. Quindi sono stati prodotti dei set personalizzati di manopole che soddisfano i bisogni dei due utenti. Su questa base, attraverso un processo di semplificazione, è stato creato un progetto adatto alla produzione in serie.

01 SCLEROSI MULTIPLA



01

LA SCLEROSI MULTIPLA

Per comprender al meglio il modus operandi della patologia è necessario illustrare come opera il sistema nervoso e come di cosa si compone.

1.1 Il sistema nervoso

Il corpo degli animali, dal più piccolo invertebrato fino all'essere umano, è composto da quattro tessuti fondamentali, uno dei quali è il **tessuto nervoso**. Esso costituisce il **sistema nervoso** e ha la funzione di ricevere, elaborare e trasmettere gli stimoli che giungono dall'esterno e dal nostro organismo.

I **neuroni** sono le cellule strutturali del tessuto nervoso e la loro missione è quella di creare e trasmettere tutti i segnali nervosi che consentono il movimento muscolare, le percezioni sensoriali, i riflessi ecc.

In sostanza i neuroni sono dei portatori di informazione.

Nel sistema nervoso adulto sono presenti alcune decine di miliardi di neuroni che creano una rete enorme, la quale raggiunge e connette ogni parte del corpo.

I neuroni sono composti da un corpo cellulare, o **soma**, che contiene il nucleo e tutti i componenti tipici di ogni cellula dell'organismo, dai

dendriti che sono i prolungamenti che permettono la ricezione del segnale nervoso in arrivo da altri neuroni, e infine dagli **assoni**, i quali sono le estensioni che diffondono e consegnano il segnale nervoso agli altri neuroni e agli organi.

Ogni neurone possiede unicamente un assone e non presenta diramazioni nella sua porzione prossimale, mentre in quella distale (ossia più distante dal centro) si dirama in una “chioma d’albero”.

Un fascio di più neuroni va a costituire il **nervo** vero e proprio.

La struttura del neurone varia in base alla posizione in cui si trova e al compito a cui è destinato.

Esistono ad esempio neuroni il cui assone è ricoperto da **mielina** e altri che ne sono privi.

Tale sostanza ha funzioni isolanti, presenta una struttura multilaminare ed è di colore biancastro.

È composta da acidi grassi e consente la trasmissione rapida e coordinata degli impulsi dal cervello alle altre parti del corpo e viceversa.

La velocità e l’efficienza con le quali questi impulsi nervosi vengono trasmessi consentono la corretta esecuzione dei movimenti in maniera armonica, rapida e coordinati quasi automaticamente.

Il sistema nervoso è suddiviso in **sistema nervoso centrale** e **sistema nervoso periferico**.

Il sistema nervoso ha la funzione di ricevere, elaborare e trasmettere gli stimoli.



Sistema Nervoso Centrale

Il SNC si divide a sua volta in **encefalo** e **midollo spinale**.

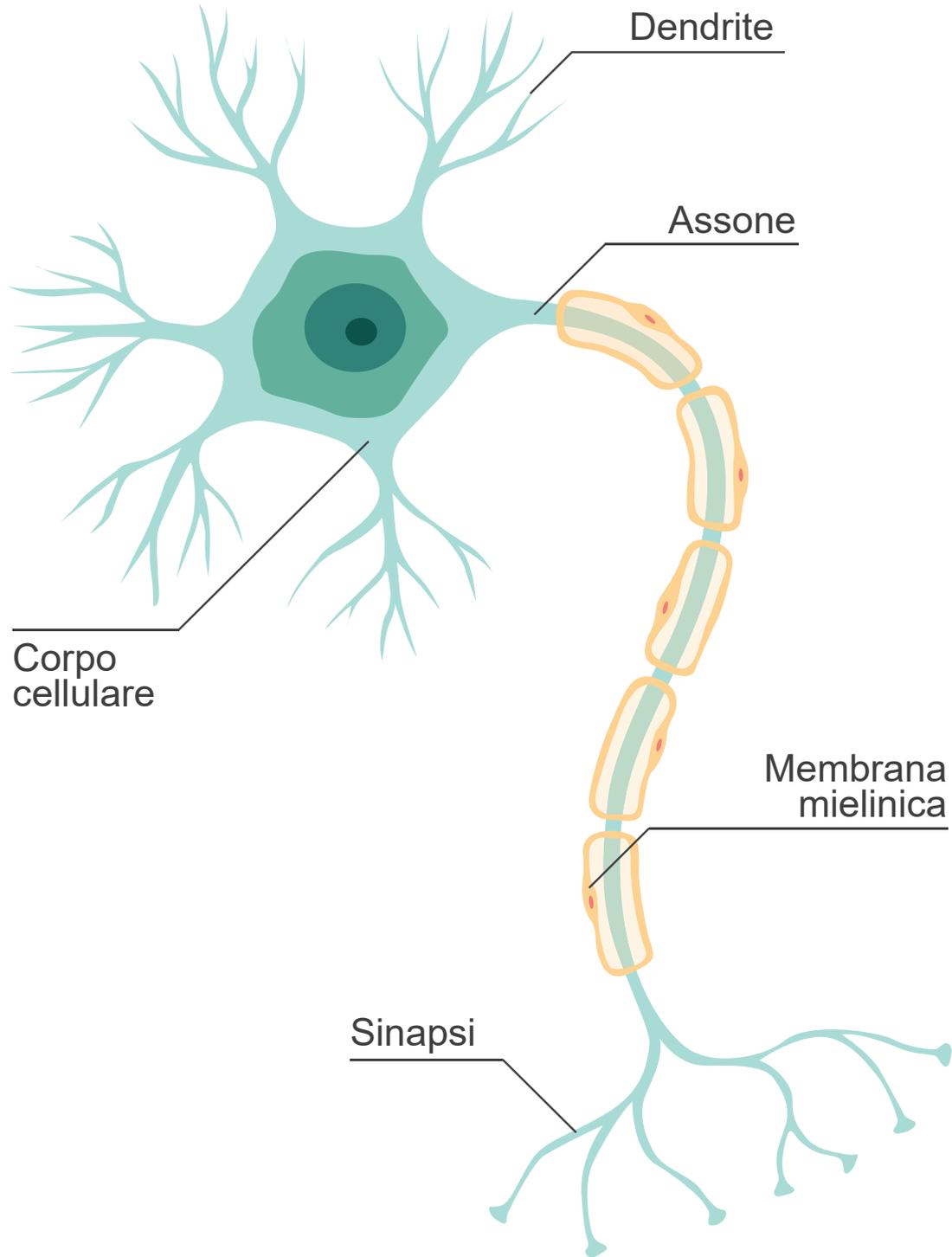
L'**encefalo** è la parte del sistema nervoso centrale più complessa, ed è quella porzione contenuta all'interno della scatola cranica.

Le regioni principali dell'encefalo sono tre: ognuna di esse presenta un'anatomia specifica, con comportamenti specializzati in diverse funzioni. Queste aree sono il **cervello** (diviso a sua volta in telencefalo e diencefalo), il **cervelletto** e il **tronco encefalico**.

Il **telencefalo** è formato da due emisferi, destro e sinistro, che comunicano attraverso il corpo calloso, il quale è composto da un ammasso di fibre nervose.

Ogni emisfero controlla la parte opposta del corpo, quello destro dirige il lato sinistro e viceversa, e si occupano di controllare funzioni diverse: l'emisfero sinistro è considerato il lato più razionale del cervello e regola abilità come il linguaggio, il ragionamento logico e la scrittura, mentre quello destro si occupa delle competenze più artistiche, controlla quindi la creatività, la percezione dello spazio, le capacità musicali. I messaggi pertanto percorrono tutto il cervello transitando da una circonvoluzione all'altra e passando da un lobo all'altro.

Nella parte più profonda del telencefalo si trovano una serie di strutture cerebrali e un gruppo di circuiti neuronali che compongono il sistema limbico. Quest'ultimo comprende l'ippocampo, il talamo, l'ipotala



La struttura del neurone

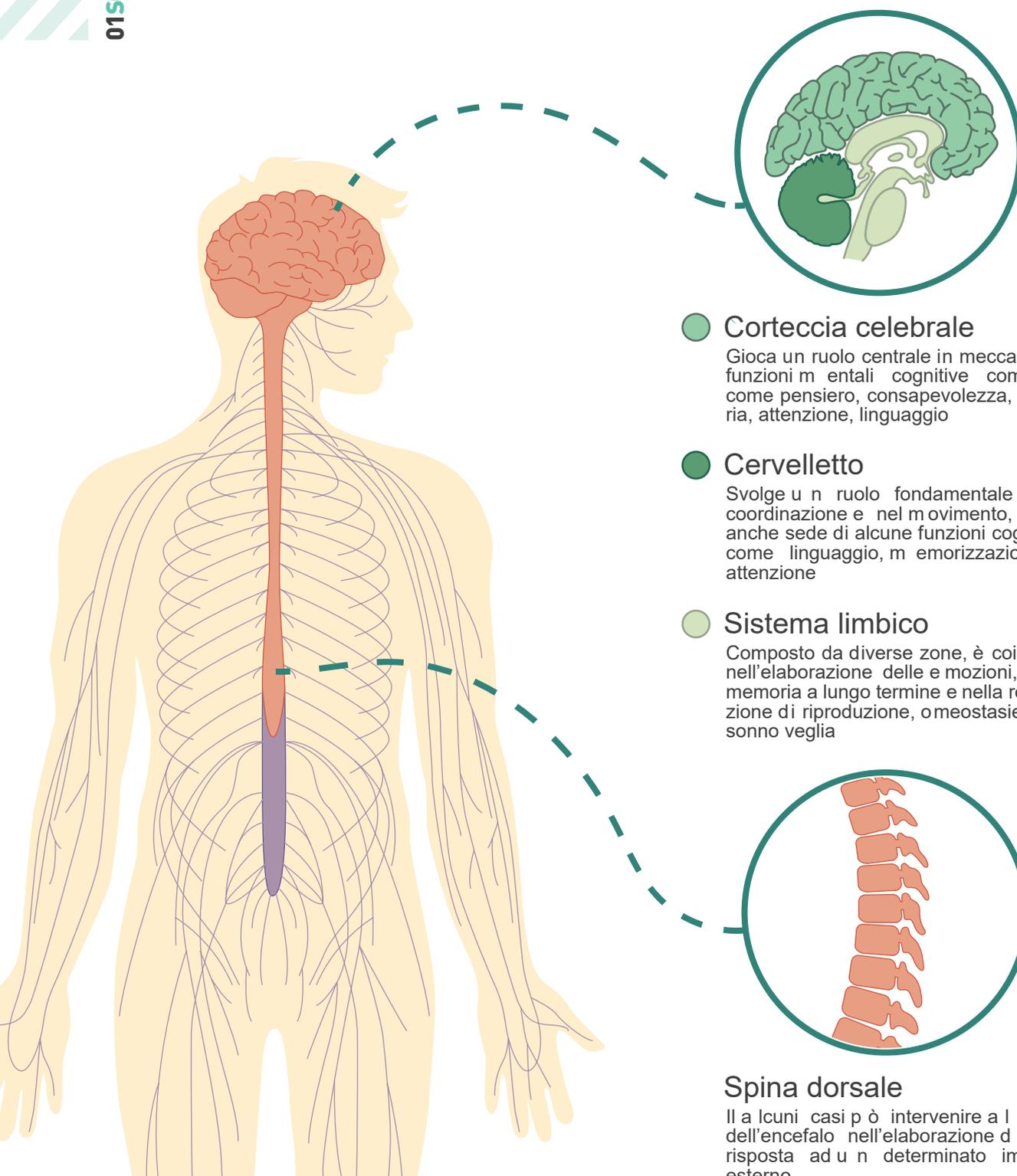
mo, la circonvoluzione del cingolo e l'amigdala, ed è coinvolto nelle emozioni, nella motivazione, nella memoria e nell'apprendimento.

Il **diencefalo** è quasi completamente rivestito dal telencefalo e controlla funzioni ormonali e si occupa della omeostasi dell'organismo. Il cervelletto, invece, è situato dietro al tronco encefalico. Ha il compito di regolare il tono muscolare e di coordinare i movimenti del corpo e di controllarli nello spazio.

Questi aggiustamenti sono possibili anche grazie alle connessioni che il cervelletto stabilisce con il talamo e la corteccia motoria. Quando un animale esegue un movimento si attivano i neuroni del cervelletto e della corteccia motoria. Si può dedurre quindi che il movimento è volontario.

Il **tronco encefalico**, infine, è la parte subito alla base del cervello e che lo mette direttamente in comunicazione con il midollo spinale. Si tratta di una unità operativa dalla quale transitano i messaggi diretti o provenienti dal cervello e si suddivide in tre parti: mesencefalo, ponte e midollo allungato. Questa parte dell'encefalo è estremamente delicata, infatti lesioni anche minime possono portare a conseguenze gravi, fino alla totale perdita dell'attività cerebrale.

Il **midollo spinale**, invece, è una struttura a forma cilindrica, lunga mediamente 45 centimetri e alloggiata all'interno di un canale della colonna vertebrale. La parte superiore è composta dal midollo allungato, che, come anticipato, è parte del tronco encefalico, dopodiché percorre tutta la spina dorsale fino a raggiungere la regione sacrale. Una lesione al midollo spinale può creare l'interruzione delle vie nervose e ciò comporta un conseguente cambiamento delle funzioni motorie, sensoriali e autonome. A seconda del tipo di lesione questi mutamenti possono essere temporanei o permanenti.



● Corteccia cerebrale

Gioca un ruolo centrale in meccanismi o funzioni mentali cognitive complesse come pensiero, consapevolezza, memoria, attenzione, linguaggio

● Cervelletto

Svolge un ruolo fondamentale nella coordinazione e nel movimento, ma è anche sede di alcune funzioni cognitive come linguaggio, memorizzazione e attenzione

● Sistema limbico

Composto da diverse zone, è coinvolto nell'elaborazione delle emozioni, nella memoria a lungo termine e nella regolazione di riproduzione, omeostasi ciclo sonno veglia

Spina dorsale

In alcuni casi può intervenire al posto dell'encefalo nell'elaborazione di una risposta ad un determinato impulso esterno.



Il tessuto nervoso che compone il Sistema Nervoso Centrale (SNC) è costituito da fasci di fibre nervose dette sostanza bianca e sostanza grigia.

La differenza principale tra queste due sostanze consiste nella composizione cellulare. La **sostanza bianca** è un tessuto costituito da fibre mieliniche e altre sostanze, e il caratteristico colore bianco è dato proprio dalla mielina.

Le fibre nervose che compongono la sostanza bianca collegano l'encefalo al midollo spinale.

La **sostanza grigia**, invece, contiene neuroni privi di mielina e risiede sia nella zona centrale del midollo spinale dove assume la forma di una H, sia nell'encefalo dove invece occupa la corteccia e alcune zone interne.

Nel midollo, la sostanza bianca circonda quella grigia, mentre nell'encefalo accade l'opposto.

Sistema nervoso periferico

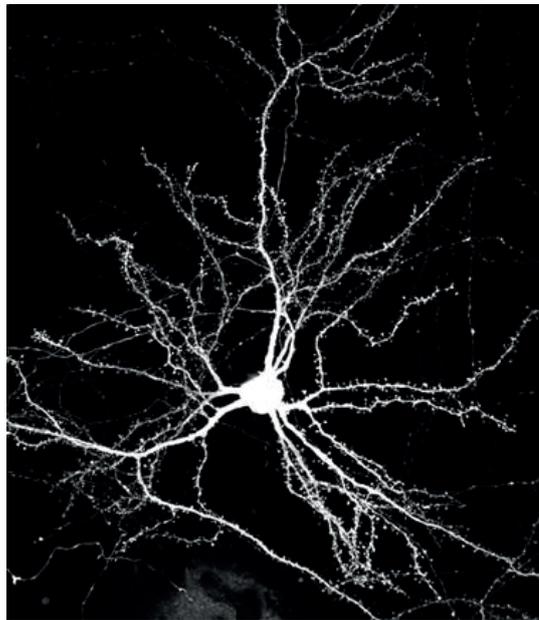
Il SNP è l'insieme dei gangli nervosi e dei nervi presenti dall'encefalo al midollo spinale.

Dal punto di vista funzionale si suddivide in:

- **componente sensitiva:** afferente, che riceve e trasmette impulsi al SNC
- **componente motoria:** efferente, che si origina dal SNC che trasmette impulsi in tutto il corpo; è diviso a sua volta in **sistema somatico**, dove gli impulsi originati dal SNC vengono direttamente trasmessi per mezzo di un singolo neurone, alla muscolatura scheletrica, e in **sistema autonomo**, dove gli impulsi vengono trasmessi ad un ganglio per mezzo di un neurone e successivamente da un altro neurone del ganglio si origina un impulso che raggiunge la muscolatura liscia, miocardica e le ghiandole.

Il **sistema nervoso somatico** (SNS) percepisce i suoni, gli odori, i sapori, la temperatura ecc. e indirizza le risposte motorie (movimenti volontari).

Il **sistema nervoso autonomo** controlla le attività degli organi vitali (per esempio regola il battito cardiaco, la digestione e la respirazione).





Il sistema nervoso autonomo (SNA) invece è costituito da un **sistema simpatico** e di un **sistema parasimpatico**. Quello simpatico scarica l'adrenalina che velocizza il ritmo cardiaco, aumenta la percentuale di glucosio nel sangue, dilata le arterie e migliora la respirazione. Il sistema parasimpatico, invece, scarica l'atropina che ha un effetto calmante e rallenta il battito cardiaco e riduce il grado di zucchero nel sangue.

Gli impulsi nervosi

Le **sinapsi** sono zone dove gli impulsi nervosi vengono trasmessi da una cellula presinaptica (neurone) ad un'altra cellula postsinaptica (un neurone, una cellula muscolare o ghiandolare). Le sinapsi consentono, in pratica, la comunicazione fra i neuroni e le altre cellule. La trasmissione dell'impulso nervoso può avvenire **elettricamente** o **chimicamente**.

Le sinapsi elettriche sono poco frequenti nei mammiferi e si incontrano nella retina e nella corteccia cerebrale. Quando si genera fra neuroni si realizza **flusso di corrente**. In questo tipo di sinapsi la trasmissione dell'impulso è più veloce.

Le sinapsi chimiche rappresentano, invece, il modo più frequente di comunicazione fra due cellule nervose, soprattutto nell'uomo. La membrana presinaptica, cioè la parte terminale del neurite, libera uno o più segnali chimici (detti **neurotrasmettitori**) nelle fessure

intersinaptiche, ovvero lo spazio tra i neuroni pre e postsinaptici.

Quando l'impulso nervoso derivato da uno stimolo esterno non raggiunge direttamente il cervello, ma viene elaborato a livello del midollo spinale in modo da ottenere una risposta più immediata, si ottiene una risposta automatica e involontaria, detta **arco riflesso**. Un esempio di tale fenomeno è quando ci si punge il dito con uno spillo.





1.2 Cos'è la sclerosi multipla e come si presenta

La sclerosi multipla, conosciuta anche come sclerosi a placche, è una patologia cronica progressiva.

Il National Commission on Chronic Illness definisce croniche *“tutte quelle patologie caratterizzate da un lento e progressivo declino delle normali funzioni fisiologiche”*.

La sclerosi multipla colpisce il sistema nervoso centrale, cervello, nervi ottici e midollo spinale, e si caratterizza dalla **distruzione della guaina mielinica** che isola le fibre nervose all'interno del sistema nervoso centrale.

Questo processo distruttivo è denominato **“demielinizzazione”**.

Per anni si è pensato che fosse una malattia della sostanza bianca del sistema nervoso centrale, tuttavia un numero crescente di studi ha rivelato che essa coinvolge anche la sostanza grigia.

Alla base della SM c'è una **reazione del sistema immunitario** che scatena un attacco contro la mielina. Questo attacco consiste in un processo infiammatorio che danneggia zone localizzate del sistema nervoso centrale e compromette la mielina e gli oligodendrociti, ovvero le cellule specializzate nella produzione di questa.

Quando le fibre nervose perdono il loro rivestimento di mielina, gli impulsi trasmessi non vengono più inviati correttamente.

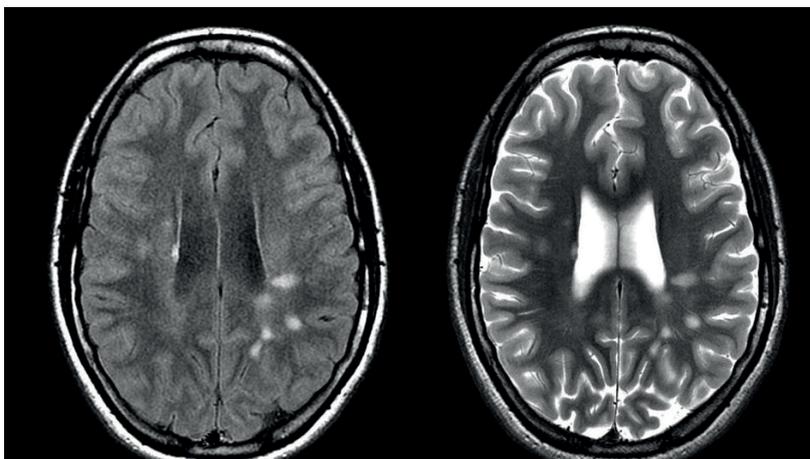
Le parti in cui la mielina è stata lesionata o distrutta prendono il nome di **placche o lesioni**, e appaiono come cicatrici: nella sclerosi multipla queste zone compaiono in regioni e tempi diversi del cervello e del midollo cerebrale ed il termine sclerosi multipla significa proprio “**cicatrici multiple**”.

Diversi studi scientifici dimostrano che la malattia ha origine da un' unione di fattori ambientali e fattori genetici, pertanto viene definita malattia multifattoriale.

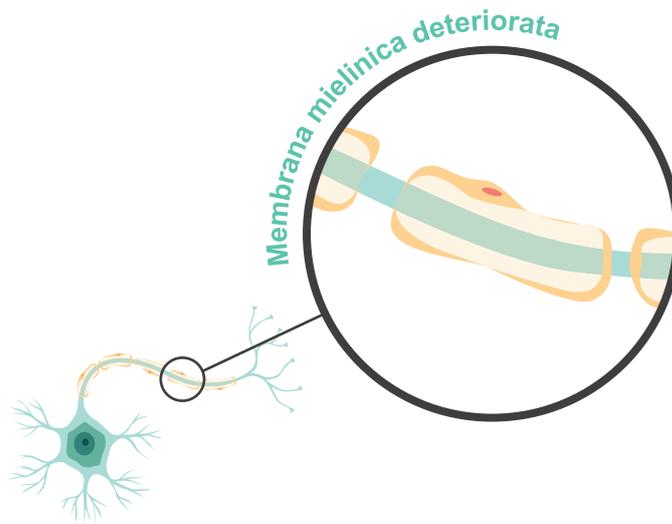
Negli ultimi anni la ricerca ha compiuto passi importanti permettendo di chiarire come la malattia agisca e decorra, arrivando ad una diagnosi e ad un trattamento immediato che permettono ai pazienti con SM di mantenere una **qualità di vita dignitosa** per molti anni.

La SM è una patologia imprevedibile e difficile da gestire, però non riduce l'aspettativa di vita, infatti la vita media degli ammalati è comparabile a quella comune.

La sclerosi multipla è una patologia cronica progressiva



A sinistra un cervello sano, a destra un cervello con sclerosi multipla in cui sono ben visibili le placche



Neurone con sclerosi multipla

La sclerosi multipla può presentarsi in vari modi. I **sintomi** possono variare da persona a persona e in uno stesso individuo possono essercene alcuni che si ripetono in maniera più frequente.

I **disturbi visivi**, ovvero un calo della vista repentino e significativo o movimenti non controllati dell'occhio, sono un sintomo piuttosto frequente di questa patologia.

Oltre ad essi, sono molto comuni disagi come **aumento della fatica, disturbi della sensibilità, spasticità, disturbi vescicali, disturbi intestinali, disturbi cognitivi, depressione, dolore, disturbi sessuali, problemi nella coordinazione, nel linguaggio e disturbi parossistici** (ovvero che possono comparire e scomparire in brevi lassi di tempo).

I sintomi meno comuni consistono invece in **problemi di deglutizione, cefalea, perdita dell'udito, epilessia e problemi respiratori**. Pur verificandosi con una frequenza minore rispetto ai sintomi comuni, il loro trattamento e la loro gestione è estremamente importante ai fini di assicurare una buona qualità della vita.

I sintomi si possono presentare in maniera singola oppure simultaneamente, senza un criterio ben preciso, ma è stato riscontrato che all'aumentare della temperatura questi si amplificano considerevolmente.

Tipologie di sclerosi multipla

Ad oggi purtroppo non esiste un esame che con sicurezza possa prevedere fin dalla comparsa dei primi sintomi quale sarà il decorso della malattia: è consigliato **monitorare la malattia frequentemente** in modo da comprendere gli aspetti specifici del singolo caso e formulare quindi una prognosi più precisa. Chi riceve oggi la diagnosi di SM e ha un approccio corretto e consapevole alla malattia, ha buone probabilità di raggiungere un grado limitato di disabilità: rispetto al passato sono aumentate notevolmente le probabilità di poter godere a lungo di una migliore qualità della vita.

La sclerosi multipla in base a come si sviluppa assume diverse forme.

Sindrome clinicamente isolata

Detta CIS è caratterizzata dalla comparsa di **un episodio neurologico che dura almeno 24 ore**, dovuto ad un processo demielinizzante del sistema nervoso centrale.

Le persone con un CIS non sviluppano necessariamente la SM. Tale rischio dipende da numerosi fattori, tra cui la tipologia specifica di CIS.

Sclerosi multipla a decorso recidivante-remittente (SM-RR)

Si tratta della **forma più comune** di sclerosi multipla. Circa l'85% delle persone diagnosticate inizialmente contraggono questa forma, caratterizzata da **episodi acuti** della malattia (ricadute) **alternati a periodi di completo o parziale benessere** (remissioni). La forma RR può presentarsi in forma attiva, quando sono presenti ricadute, o non attiva/con peggioramento, quando si ha un incremento della disabilità per un periodo di tempo determinato dopo una ricaduta o senza un peggioramento.

Sclerosi multipla secondariamente progressiva (SM-SP)

È l'evoluzione della forma recidivante-remittente, molte delle persone inizialmente diagnosticate con la forma RR possono nel tempo passare ad una forma secondariamente progressiva, caratterizzata da una **disabilità permanente** che aumenta progressivamente nel tempo. La forma SP può essere anche distinta in attiva o non attiva e con peggioramento o non progressiva.

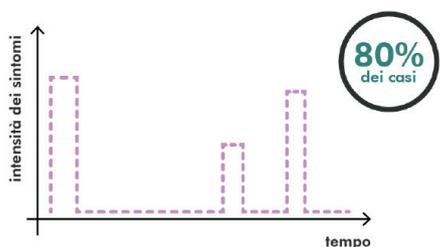
Sclerosi multipla primariamente progressiva (SM-PP)

Si riconosce a causa del **peggioramento delle funzioni neurologiche** e l'**accumulo della disabilità** fin dalla comparsa dei primi sintomi. In compenso non comporta vere e proprie ricadute.

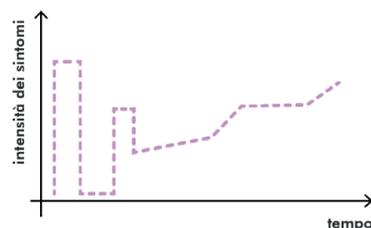
Sindrome radiologicamente isolata

Questa tipologia identifica i casi di persone che eseguono un esame di risonanza magnetica per motivi non correlati alla sclerosi multipla, perchè evidentemente non presentano sintomi, dalla quale tuttavia emergono caratteristiche proprie della patologia sulla corteccia cerebrale o sulla sostanza bianca del cervello.

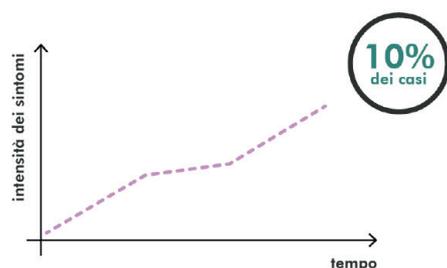




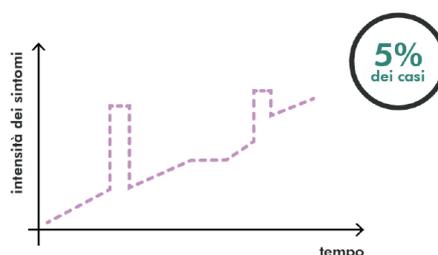
SM Recidivante Remittente



SM Secondariamente Progressiva



SM Primariamente Progressiva



SM Recidivante Progressiva

Le cause

La ricerca delle cause e dei meccanismi che scatenano la SM è ancora in corso.

La perdita di mielina, come anticipato, è dovuta principalmente a un'anomalia nella risposta del sistema immunitario che, in condizioni normali, ha il compito di difendere l'organismo da agenti esterni, soprattutto virus e batteri.

Il sistema immunitario controlla l'organismo attraverso linfociti, macrofagi e altre cellule che circolano nel sangue e che colpiscono e distruggono i microrganismi estranei, sia in modo diretto sia grazie al rilascio di anticorpi e di altre sostanze chimiche.

Nella SM il sistema immunitario attacca gli elementi parte del sistema nervoso centrale perchè non li riconosce come elementi dell'organismo. Questo meccanismo di difesa viene definito **autoimmune** e uno dei principali bersagli della risposta immunitaria alterata è la **proteina basica della mielina**.

Il sistema nervoso centrale viene quindi penetrato dalle cellule del sistema immunitario tramite le pareti dei vasi sanguigni e questo causa l'infiammazione e la conseguente perdita di mielina.



Nell'insorgere della patologia giocano un ruolo fondamentale diversi fattori:

- **ambiente e etnia** (clima temperato, latitudine, origine caucasica, agenti tossici, livelli bassi di vitamina D);
- **esposizione ad agenti infettivi** (virus e batteri) soprattutto nei primi anni di vita.

La SM non è una malattia infettiva e non si trasmette da individuo a individuo, e nonostante possa essere causata da una predisposizione genetica non significa che sia ereditaria. È dimostrato, però, che i figli o i parenti stretti di persone affette da sclerosi multipla hanno una probabilità più alta, circa del 2% in più, di contrarre la patologia.

I problemi delle persone affette da SM

Il momento in cui al paziente viene diagnosticata la patologia è molto delicato; oltre ad assimilare tutte le informazioni mediche relative alla malattia e al suo funzionamento, il malato deve prendere coscienza del fatto che la sua vita e quella dei suoi familiari stretti cambieranno radicalmente.

In questa fase spesso il soggetto tende a isolarsi. Si tratta di un meccanismo di difesa molto tipico tra le persone che hanno subito un trauma ed è necessario che la si affronti serenamente, per quanto possibile, dato che i rischi di peggiorare la condizione sono piuttosto alti.

La sclerosi multipla è una malattia **imprevedibile** e l'incertezza che questo comporta, provoca un costante senso di ansia che può essere difficile da gestire.

Se l'ansia viene affrontata nel modo sbagliato si rischia che il soggetto entri in stati depressivi e si rifiuti di collaborare per migliorare la sua condizione fino ad arrivare a **identificarsi con la malattia stessa**.

Proprio per questo motivo alla figura del medico deve affiancarsi quella dello psicologo che ha il compito di seguire la persona in queste situazioni.

Il paziente è maggiormente incline ad accettare la diagnosi quando gli strumenti di informazione, di consulenza e il sostegno psicologico sono combinati in modo corretto. Specialmente l'informazione deve essere fornita in maniera chiara e semplice, e deve essere ovviamente attendibile, ma senza allarmare eccessivamente.

Il modo per convivere al meglio con la malattia è **specifico per ogni individuo** in termini di tempo, percorsi e attività. Il contesto familiare, geografico e sociale in cui vive l'individuo ha un ruolo centrale e può influire positivamente o negativamente durante l'intero percorso della patologia.

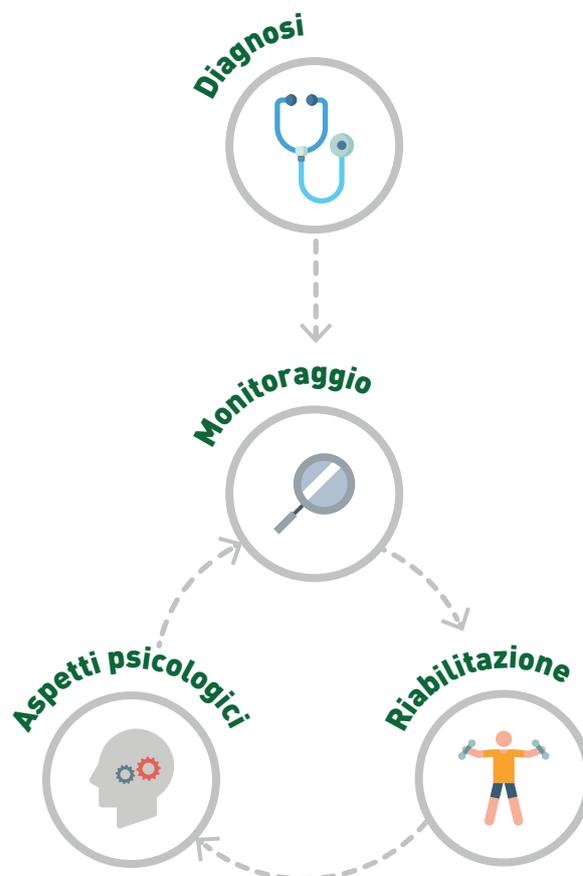
Quando la persona affetta da SM si trova costretta a modificare le sue abitudini quotidiane, spesso elabora metodi personali per superare gli ostacoli che comporta la totale **riorganizzazione della routine** e talvolta è possibile imparare tecniche specifiche che mirano a mettere da parte l'ansia e i pensieri negativi e sostituirli con altri più ottimisti.

La nuova quotidianità, rispetto a quella ordinaria, prevede tempi più lunghi da dedicare alla cura della persona, agli esercizi di attività fisi-

ca leggera (come yoga, stretching, ecc) e alla valorizzazione di forme d'arte o hobby che si è ancora in grado di fare.

Inoltre sono consigliate **tante ore di riposo notturno** e **frequenti pause** durante la giornata per far fronte all'affaticamento causato dalla SM.

Quando il soggetto è maggiormente consapevole di cosa comporta la sclerosi multipla è più facile elaborare la propria condizione e programmare la quotidianità con migliori risultati.



Condividere il problema con persone che lo vivono sulla propria pelle e/o lo conoscono bene può costituire il primo passo per metabolizzarlo e per gestire in prima persona la soluzione, superando una fase difficile.

Lo **stress** rappresenta uno degli antagonisti più rilevanti della sclerosi multipla; la maggioranza dei ricercatori ritiene infatti che possa provocare **ricadute**.

È quindi utile identificare specifiche cause di stress che si possono ragionevolmente evitare.

Oltre allo stress, più della metà delle persone affette da sclerosi multipla dichiara che la **spossatezza** è uno tra i problemi più difficili da affrontare e questo influisce in maniera importante sulla resa lavorativa del soggetto. Pertanto per essere il più produttivi possibile è necessario modificare l'organizzazione degli impegni, prendendoli ad esempio per lo più durante la prima parte della giornata in modo tale da poter riposare nelle ore pomeridiane.

Lo stress è uno degli antagonisti più rilevanti della sclerosi multipla





Cos'è una ricaduta?

La definizione corretta di ricaduta è il comparire acuto o sub-acuto (cioè con fenomenologia clinica attenuata rispetto alla forma acuta) di un'anormalità neurologica della durata di 24 ore, in assenza di febbre o infezioni.

Nella SM la comparsa di nuovi sintomi o il peggioramento di sintomi già esistenti si associa all'**infiammazione del cervello o del midollo spinale**. Le cause delle ricadute ad oggi sono del tutto ignote, si è provato ad ipotizzare che siano dovute a traumi, stress, infezioni e aumento della temperatura.

La ricaduta può consistere nel manifestarsi di vari sintomi a seconda della parte del sistema nervoso centrale colpita. Formicolii o parestesie, disturbi visivi, difficoltà nel camminare e nel mantenere l'equilibrio sono tra i sintomi più comuni.

In poche parole, durante una ricaduta, il sistema immunitario diventa improvvisamente attivo e **attacca la mielina**. Questo meccanismo provoca anche un **edema** (gonfiore) nella zona dell'infiammazione che aumenta la compressione delle fibre nervose creando ulteriori ostacoli al passaggio dell'impulso.

Quando il gonfiore scompare sparisce anche la compressione ed è allora che si verifica un miglioramento della condizione. L'intero processo di ricaduta ha tempi variabili, può durare da pochi giorni a

qualche mese, fino, in alcuni casi, ad un anno.

È stato riscontrato che maggiore è il lasso di tempo che intercorre tra una ricaduta e un'altra, più alte sono le probabilità che la mielina riesca a riparare i danni ricostruendo le lesioni.

Le cure e i trattamenti

Anche se ad oggi non esistono soluzioni e terapie definitive che eliminino del tutto la patologia, sono disponibili numerosi trattamenti che riducono l'incidenza e la severità degli attacchi della sclerosi multipla, con due obiettivi principali: da un lato **accorciare la durata della ricaduta e ridurre il livello di gravità**, dall'altro **prevenire queste ultime e ritardare la progressione della malattia** (Disease Modifying Therapy, DMT, Trattamenti modificanti la malattia).

In sostanza quello a cui mirano i trattamenti odierni per la sclerosi multipla è la prevenzione di danni irreversibili alla mielina e agli assoni, che si verificano già ad inizio della malattia. Per questo motivo è quanto mai necessario agire rapidamente anche dopo il primo attacco della malattia.

In base alla variabilità della sclerosi multipla e delle caratteristiche specifiche della singola persona il trattamento deve essere individuato da caso a caso attraverso uno stretto rapporto e dialogo tra medico e paziente.

Le **terapie dell'attacco** si usano in presenza di ricadute e si basano sull'uso dei farmaci steroidei (cortisonici), sfruttando il loro effetto antinfiammatorio. Numerosi studi clinici hanno dimostrato che gli steroidi accorciano la durata dell'attacco, riducendone anche la gravità, sebbene la risposta al cortisonico sia variabile da individuo ad individuo e da ricaduta a ricaduta.



Gli **steroidi** possono essere somministrati per via orale (compresse) o con iniezioni nel muscolo o in vena, sottoforma di fleboclisi. Questo è di gran lunga il più utilizzato, a cui segue però un breve periodo di terapia steroidea per bocca. Questa cura presenta come effetti collaterali frequenti **ansia, insonnia e disturbi gastrici**. I farmaci in grado di incidere sui meccanismi alla base della patologia, e quindi di modificarne il decorso, sono trattamenti che agiscono con modalità diverse a vari livelli del sistema immunitario.

Questi farmaci non rappresentano ancora una cura definitiva, ma sono in grado di **ridurre il numero di ricadute e la loro acutezza**.

Le **terapie sintomatiche**, invece, si dividono in terapie **farmacologiche** e in **trattamenti fisici riabilitativi**.

Lo scopo di tali trattamenti è quello di ridurre i sintomi della sclerosi multipla, al fine di ottenere una **migliore qualità della vita**.

Per alcuni sintomi, come fatica e disturbi cognitivi, ci sono già numerose soluzioni a livello farmaceutico, ma ultimamente viene considerata molto importante anche la **riabilitazione**, infatti nel corso del tempo si sono ottenuti risultati molto positivi che hanno dimostrato l'efficacia del trattamento riabilitativo in questa patologia, ma di questo si tratterà più approfonditamente nel capitolo successivo.

In seguito al primo attacco dovuto alla sclerosi multipla è quanto mai importante iniziare subito i trattamenti e le terapie con gli **interferoni beta**. Gli interferoni possono infatti ritardare significativamente la comparsa di un secondo attacco e la riduzione della comparsa di nuove lesioni cerebrali.

L'entità dei benefici ottenuti con il trattamento all'esordio della malattia risulta essere in molti casi maggiore a quella conseguita nelle persone con sclerosi multipla a decorso recidivante-remittente di più lunga durata.

Iniziare un trattamento precoce significa dunque per prima cosa evi-

È stato dimostrato che la riabilitazione è ottima nel trattamento della SM

tare l'accumulo di disabilità e ritardare il passaggio da sclerosi multipla a ricadute e remissioni a secondariamente progressiva, inoltre aiuta a prevenire il danno assonale che si presenta anche in fase precoce.

Ad oggi, in tutto il mondo, sono in corso numerosi studi volti a sperimentare nuovi approcci alla patologia, per ottenere farmaci sempre più efficaci e con ridotti effetti collaterali.

approfondimento

Terapie alternative

Oltre alle terapie ufficiali, esistono anche le **terapie alternative**. In particolare esse comprendono diversi farmaci, supplementi dietetici, regimi alimentari, tecniche di meditazione, esercizi fisici e modifiche dello stile di vita.

Le terapie alternative non sono supportate da prove scientifiche di sicurezza ed efficacia contro patologie o sintomi specifici: i trattamenti vengono quindi utilizzati senza un fine sostitutivo dei farmaci curativi, ma con l'obiettivo di indurre un effetto placebo.

Molte persone utilizzano questo tipo di terapia perché pensano che sia privo di effetti collaterali e che il loro utilizzo sia pressoché innocuo, tuttavia non state mai sottoposte a veri e propri studi scientifici.



1.3 La riabilitazione

“La riabilitazione mira a massimizzare l’indipendenza funzionale attraverso la stabilizzazione della patologia, la riduzione della disabilità e la prevenzione di complicanze secondarie, attraverso un processo educativo che incoraggia l’indipendenza dell’individuo. In altre parole è un processo di cambiamento attivo attraverso cui una persona disabile acquisisce e usa le conoscenze e le abilità necessarie per rendere ottimali le proprie funzioni fisiche, psicologiche e sociali.”
(dott. Thompson, 1998)

Riabilitazione non è sinonimo di fisioterapia o rieducazione neuromotoria, ma è parte integrante di un **percorso rieducativo**, che rientra all’interno di un progetto comune in cui l’obiettivo finale del percorso è il miglioramento della qualità della vita del soggetto. La riabilitazione viene considerata un ottimo approccio nella gestione della SM. Infatti è ben supportata da studi di efficacia e i vari interventi riabilitativi sono in grado di **migliorare le performance motorie e cognitive** e di **ridurre i sintomi e il livello di disabilità**.

La letteratura scientifica sottolinea come la riabilitazione interdisciplinare nella sclerosi multipla, non solo migliora la capacità di affrontare le varie attività di tutti i giorni, ma anche nel **migliorare la partecipazione sociale**.

È stato dimostrato come l’esercizio e l’attività fisica in generale abbiano un impatto effettivo sul volume encefalico e produca **modificazioni strutturali nella sostanza bianca e grigia del sistema nervoso centrale** e determini **miglioramenti nella sfera cognitiva**. Essa riduce il numero di ricadute, la progressione della disabilità e migliora le neuro-performances.

Questo è il motivo per cui la riabilitazione viene considerata come una cura assimilabile alle terapie farmacologiche che modificano il decorso.

Il Manuale Merck di diagnosi e terapia afferma: *“È consigliato un esercizio regolare (cyclette, treadmill, nuoto, esercizi di stretching), anche per i pazienti con malattia più avanzata, in quanto allena il cuore e i muscoli, riduce la spasticità e presenta benefici psicologici”*.

La riabilitazione si compone di interventi sanitari e non deve essere confusa con attività di benessere che possono ugualmente migliorare la qualità della vita, ma non sono in grado di ridurre la disabilità.

Per poter essere utile a contrastare in modo efficace la varietà di sintomi e di problematiche della sclerosi multipla è necessario un **approccio interdisciplinare** che coinvolga varie figure professionali e differenti interventi riabilitativi: la fisioterapia, la terapia occupazionale, la logopedia, la riabilitazione dei disturbi sfinterici e cognitivi, il reinserimento sociale e il supporto psicologico.

Questo gruppo di professionisti deve potersi interfacciare con i centri SM e quindi con il neurologo di riferimento della persona.

L'obiettivo della riabilitazione, nel caso della sclerosi multipla, è quello di **cercare di migliorare**, grazie ad attività ben specifiche, **le abilità residue e ancora recuperabili, di ridurre la condizione di disabilità e prevenire eventuali complicanze**.

Il processo riabilitativo nelle persone affette da sclerosi multipla è **individuale**, perché ogni soggetto presenta caratteristiche differenti. Per questo motivo la riabilitazione non si limita semplicemente all'**aspetto motorio** (tramite fisioterapia), ma si concentra anche su quello **cognitivo**.

approfondimento

Riabilitazione attiva

Nei pazienti affetti da SM la riabilitazione è generalmente attiva, ovvero in cui il **soggetto partecipa attivamente agli esercizi riabilitativi**, a prescindere dalla tipologia di sclerosi riscontrata, affinché si mantengano ottimali non solo le funzioni fisiche, ma anche quelle psicologiche e cognitive.

Questo approccio specifico migliora notevolmente le capacità del paziente riducendo la disabilità e facilitando la **partecipazione sociale e occupazionale**.

L'obiettivo primario della riabilitazione attiva è quello di migliorare il controllo della patologia e incrementare così l'**indipendenza del soggetto**. Se ciò avviene, anche la sfera psicologica ne trarrà un notevole beneficio e la qualità della vita dell'individuo migliorerà ulteriormente.

In alcuni casi, quando la sclerosi multipla si trova a uno stadio avanzato e ha già causato danni ingenti, non è possibile ripristinare le facoltà motorie/cognitive e la disabilità rimarrà permanente. Quando questo avviene è possibile che il soggetto cada in depressione, pertanto è necessario concentrare le attività riabilitative sulla sfera psicologica e sociale in modo tale da rendere la persona **partecipe il più attivamente possibile alla vita sociale**.

Lungo tutto il percorso riabilitativo non vengono coinvolti unicamente la persona con SM e il personale sanitario, ma è fondamentale anche il supporto di familiari e amici che acquisiscono un ruolo centrale nello svolgimento della vita di tutti i giorni.

02 CASI STUDIO



02

CASI STUDIO

Per aiutare persone affette da sclerosi multipla o con deficit analoghi sono stati realizzati **numerosi progetti** interessanti, alcuni dei quali sono stati raccolti e analizzati per capire cosa esistesse già sul mercato e con quale approccio si fossero posti i progettisti nei confronti dell'utente.



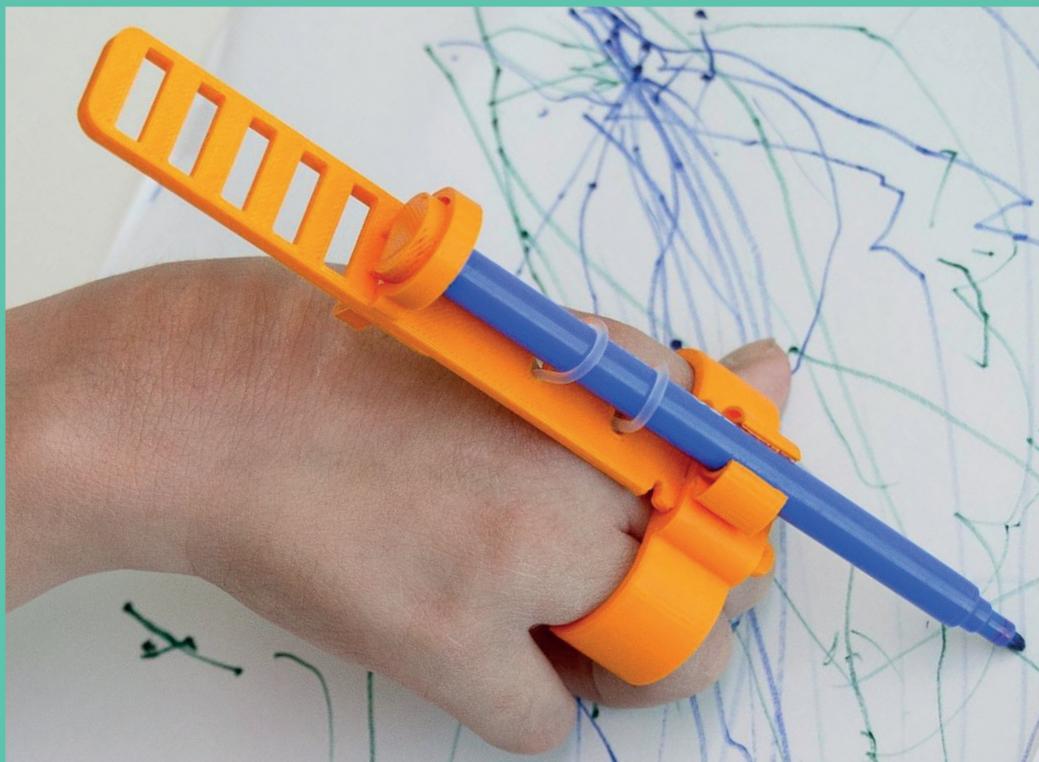
1. Exergames

La parola Exergames indica un'unione tra **Exercise e Videogames**, infatti questo tipo di videogioco è utile proprio alla riabilitazione e sembra ideale per aiutare le persone affette da sclerosi multipla. Questo perché **esercitano sia la sfera cognitiva sia quella fisica**, attraverso giochi interattivi che stimolano il movimento. Inoltre sono economici e accessibili a tutti.



2. Glifo Unico

Si tratta di uno strumento riabilitativo studiato dal FabLab milanese **OpenDot** per persone con deficit cognitivi e motori, che permette loro di disegnare. Glifo è un **supporto per la scrittura o per il disegno** ed è **stampato in 3D** su misura per l'utente finale: a seconda dei casi il modello virtuale di partenza viene adattato alle esigenze del singolo.



3. Informatizzazione delle funzioni di case manager per una gestione integrata e altamente personalizzata della sclerosi multipla

Informatizzando i diversi processi gestionali della sclerosi multipla tramite una **piattaforma digitale** che opera da 'case manager' si semplifica la comunicazione tra i vari indi coinvolti nel processo di cura;

4. Alfred, il bastone hi-tech

Un **bastone high-tech** che aiuta le persone affette da Sclerosi Multipla a fronteggiare le sfide della vita quotidiana. Il progetto è di Filippo Scorza, un Maker che ha partecipato al primo Master in Growth Hacking di TAG Innovation School. Alfred ha vinto il premio di TechCare, un hackathon che si è svolto al Talent Garden di Genova organizzato in collaborazione con l'AIMS.

5. Lomak

LOMAK (light operated mouse and keyboard) consente alle persone con disabilità fisiche, come paralisi cerebrale, quadriplegia, sindrome del tunnel carpale o sclerosi multipla, di **controllare in maniera semplice ed efficace un computer**. Il progetto si compone di un'apposita tastiera dotata di sensori di luce e di **un puntatore a mano o testa che controlla un fascio di luce**: puntandolo sullo schermo del computer si possono controllare le azioni esattamente come se si stesse utilizzando un mouse. Dal punto di vista ergonomico presenta forme geometriche e angoli smussati che garantiscono la sua semplicità d'uso.

6. Igea

Un **set di 5 oggetti in rame**, pensati per incentivare la riabilitazione delle mani di persone affette da sclerosi multipla. La loro funzione permette di svolgere un percorso completo di riabilitazione: dal **recupero dei movimenti primari della mano fino alla riconquista della sensibilità**. Lo scopo del progetto è duplice: da un lato fornisce ai fisioterapisti strumenti per gli esercizi dei pazienti, dall'altro semplifica la riabilitazione del soggetto durante tutto il processo. L'intero set è realizzato in rame per le proprietà batteriostatiche del materiale che rendono la pulizia e l'igiene più facile da ottenere.



7. MS-fit

Consiste in un **videogioco dotato di dispositivi high-tech** che consentono alle persone con sclerosi multipla di fare esercizi di riabilitazione direttamente a casa, comunque sotto un continuo monitoraggio del medico. È un gioco digitale sviluppato da Roche ed Helaglobe srl, e il progetto ha coinvolto dodici centri neurologici sparsi in tutta Italia e della Fondazione italiana sclerosi multipla (Fism).



8. iGlove

iGlove è un **guanto provvisto di sensori** che può essere **utile per quantificare il danno motorio agli arti superiori**, come la stima della capacità di opposizione delle dita e la coordinazione di movimenti eseguiti con una o due mani contemporaneamente. Questo prodotto si rivolge alle persone con disfunzionalità motorie in particolare affette da sclerosi multipla, ma è utile anche nella diagnosi e terapia delle disabilità correlate a patologie neurologiche.



9. La bicicletta di Lorenzo

È un progetto che nasce dalla collaborazione di **OpenDot** (il FabLab di Milano citato nel caso studio “Glifo”), e la **Fondazione TOG**, che dedica il suo impegno alla riabilitazione di bambini colpiti da malattie neurologiche gravi. La bicicletta in questione è stata pensata ad hoc per un bambino di 6 anni che soffre di una malattia neurologica complessa la quale comporta deficit motori importanti. Tale progetto, essendo **open source**, ha reso possibile adattare la bicicletta alle esigenze di altri bambini pur mantenendo un costo di realizzazione relativamente ridotto.



10. Hubotics

È un **esoscheletro** creato apposta per gli arti superiori, indossabile e personalizzabile, sviluppato per persone con disabilità motorie. Hubotics è completamente **stampato in 3D e con hardware open source** (modalità Maker). Il sistema è stato pensato per chi necessita di una riabilitazione costante, che deve eseguire movimenti ripetitivi, ma non ha la possibilità di recarsi quotidianamente a fare fisioterapia né ricorrere ai costosi strumenti a domicilio.



03SCENARIO



03

SCENARIO

Sul territorio torinese sono presenti numerose iniziative e associazioni che si occupano di dare supporto alle persone affette da sclerosi multipla in vario modo. Ad esempio l'Associazione Italiana Sclerosi Multipla con il suo centro diurno si occupa quotidianamente di fornire supporto in modo strutturato sotto tutti gli aspetti legati alla sclerosi multipla, dall'assistenza alla promozione della ricerca scientifica.

Vi sono anche altri enti che si occupano saltuariamente di organizzare eventi e attività di vario genere con lo scopo di migliorare la qualità della vita dei malati, come ad esempio il Politecnico di Torino che da diversi anni organizza laboratori interdisciplinari finalizzati allo sviluppo di dispositivi di supporto per le persone affette da questa patologia.

3.1 L'AIMS

L'Associazione Italiana Sclerosi Multipla (AIMS), è un'associazione italiana ONLUS che si impegna attivamente nella lotta alla sclerosi multipla, tramite assistenza di vario tipo.

A Torino sono presenti diversi ambulatori che si occupano e trattano la patologia e una sezione provinciale associata ad un centro diurno riabilitativo convenzionato con il Comune, con sede in Strada del



Fortino 22, zona Aurora. Qui si offre assistenza alle persone che presentano uno stadio avanzato della malattia, quando molti degli aspetti della vita quotidiana sono ormai compromessi. All'interno del centro, ogni giorno diversi operatori contribuiscono a migliorare la qualità della vita delle persone con SM, offrendo loro aiuto, supporto e servizi a titolo completamente gratuito.



Il centro diurno rimane aperto cinque giorni alla settimana, dal mattino fino al tardo pomeriggio e offre agli ospiti numerose attività, che oltre a svolgere una funzione di riabilitativa molto importante per la patologia, costituiscono per le persone momenti di condivisione ed interazione sociale, cosa che viene messa in primo piano da tutti gli operatori che cercano di coinvolgerli il più possibile in tutte le attività proposte.

Ogni attività che viene fatta all'interno del centro, anche quella più semplice a prima vista, ha come obiettivo quello di permettere al soggetto di mantenere una propria autonomia nella quotidianità, cosa che la sclerosi multipla spesso impedisce.

Tra le attività proposte sono molto frequenti giochi come le carte e il calcio balilla, per stimolare gli ospiti dal punto di vista fisico e cognitivo, lavorando proprio sulla coordinazione oculo-manuale. Nel corso della settimana vengono proposte anche lezioni di yoga, musicoterapia e ginnastica riabilitativa.

Solitamente le attività principali si svolgono la mattina, momento della giornata in cui le persone hanno più energie. La struttura è dotata di una palestra dove tengono corsi di yoga e svolgono gran parte della riabilitazione motoria, e di una piscina al coperto riscaldata, sempre utile all'esercizio fisico.

Dopo mangiato molte persone necessitano di un momento di riposo, per questo motivo il centro diurno è dotato di una stanza con delle brandine dove gli ospiti possono distendersi.

Durante il pomeriggio, per i motivi appena elencati, solitamente vengono proposte attività meno impegnative dal punto di vista motorio, ma anche cognitivo.

3.2 Il calcio balilla

Il calcio balilla (anche noto come biliardino) è un gioco che simula una partita di calcio grazie a un apposito tavolo provvisto di sponde e porte, nel quale sono inserite quattro stecche (due per lato) con omini fissi che i giocatori manovrano tramite delle manopole.

I giocatori devono riuscire a colpire una pallina con gli omini e riuscire a fare goal nella porta avversaria.

Ogni squadra può essere composta da uno o due giocatori, e ognuna controlla due stecche per la difesa e due per l'attacco per un totale

di undici omini per squadra: 2 difensori, un portiere, 3 attaccanti e 5 centrocampisti.

I movimenti previsti per gestire le stecche sono quello traslatorio, per raggiungere la pallina o pararla, e quello rotatorio per imprimere la forza nel colpo.



3.3 Il calcio balilla come attività riabilitativa

Ultimamente il calcio balilla si è dimostrato molto più che un semplice sport. Numerosi medici hanno effettuato sperimentazioni sui benefici



e i vantaggi in termini riabilitativi che questo tipo di pratica ha su persone con deficit a livello motorio e problemi psicologici.

Questo gioco, infatti, ha dei riscontri positivi sul recupero delle capacità motorie e cognitive dei pazienti, come il miglioramento della coordinazione oculo-manuale, l'incremento della rapidità di movimento e di riflesso, la stimolazione di concentrazione e l'aumento della resistenza muscolare.

Questi risultati hanno dato il via a numerose iniziative volte a diffondere la pratica del calcio balilla come metodo di riabilitazione alternativo. Ad esempio, il campione paralimpico italiano Francesco Bonanno, presidente della Federazione Paralimpica Italiana Calcio Balilla, cerca di promuovere questa attività nei centri spinali da diversi anni. Uno dei centri coinvolti è l'ospedale San Raffaele di Milano, che nel reparto di Neurologia dell'Irccs ha fatto installare un modello speciale di biliardino, specifico per le persone in sedia a rotelle.

Francesco Bonanno descrive così il suo proposito: "Il progetto consiste nell'avvicinare persone a questo sport subito dopo un trauma e cercare di dare a loro la possibilità di socializzare e riabilitarsi.

Questo sport a differenza di altri permette a tutti i ragazzi con problemi motori (di varie patologie) di giocare senza l'aiuto di ausili supplementari e costi per acquistarne".

3.4 Workshop Design For Eachone

Nel mese di marzo il Politecnico di Torino ha indetto un workshop in collaborazione con il centro diurno AISM di Torino, della durata di una settimana con l'obiettivo di instaurare una collaborazione, o meglio co-progettazione, tra designer e ospiti del centro.

Come accennato, una delle attività più amate dagli utenti del centro, è quella del calcio balilla. Questo gioco, per le sue dinamiche, è un ottimo sistema di riabilitazione attiva, stimola la coordinazione occhio-manuale e coinvolge attivamente l'utente, apportando non solo dei benefici dal punto di vista fisico e cognitivo, ma anche a livello sociale perché crea inclusione e condivisione.

Attualmente l'attività viene svolta utilizzando particolari tavoli adatti al

approfondimento

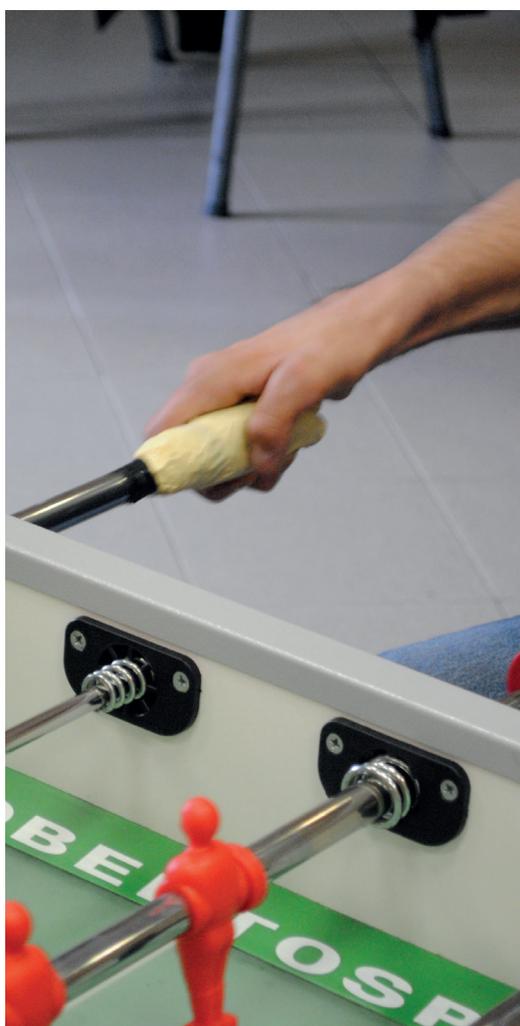
Calcio balilla per disabili

Il calciobalilla per persone disabili differisce leggermente rispetto a quello per normodotati in quanto spesso a causa della disabilità sono impossibilitati a stare in piedi e diventa necessario che il piano di gioco sia più basso rispetto al normale per permettere una corretta visuale anche da seduti. Inoltre le gambe di appoggio del calciobalilla sono disposte a "L" verso l'esterno in modo da non essere ingombranti per le carrozzine dei giocatori. Per il resto la struttura rimane invariata, nelle dimensioni del tavolo, nei giocatori, nelle stecche e nelle manopole.

Al fine di incentivare gli ospiti all'esercizio, uno dei temi del workshop è stato proprio quello del biliardino, in particolare sviluppare una manopola ergonomica che permettesse agli utenti di muovere più agevolmente le stecche.

Durante il workshop si sono osservate le dinamiche di gioco degli ospiti del centro e la prima cosa che è emersa è appunto la diversa postura e la particolare impugnatura delle manopole rispetto a quella nella posizione eretta: l'inclinazione del polso deve essere riadattata grazie a una manopola studiata appositamente, altrimenti si incorre in una presa poco ergonomica, che oltre ad affaticare maggiormente l'articolazione del polso influisce sulla forza del colpo, riducendola notevolmente.

Il fatto che sia più faticoso e allo stesso tempo infici la forza della persona è rilevante perché già le condizioni della patologia comportano disagi di questo genere. Inoltre in questo modo l'attività riabilitativa viene meno e si è



poco incentivati a svolgerla per un tempo prolungato.

L'obiettivo è stato dunque quello di trovare una soluzione che facilitasse il gioco per una persona con deficit di presa e di forza, che gioca da seduta, e che avesse costi di produzione contenuti.

Si è deciso quindi di intervenire sulla forma delle manopole che, come detto, attualmente sono le stesse che si trovano sulle versioni del calciobalilla per normodotati, con uno studio volto a migliorare l'ergonomia, per facilitare la presa e l'utilizzo da seduti, dove una posizione innaturale del polso porta ad un rapido indolenzimento e a scompensi nella forza trasmessa.



Durante la settimana di workshop sono state ipotizzate diverse forme differenti da quella originale che rendessero più ergonomica la presa, attraverso l'utilizzo di un materiale malleabile tramite cui gli ospiti hanno potuto creare una forma che si adattasse alla perfezione alla loro mano.

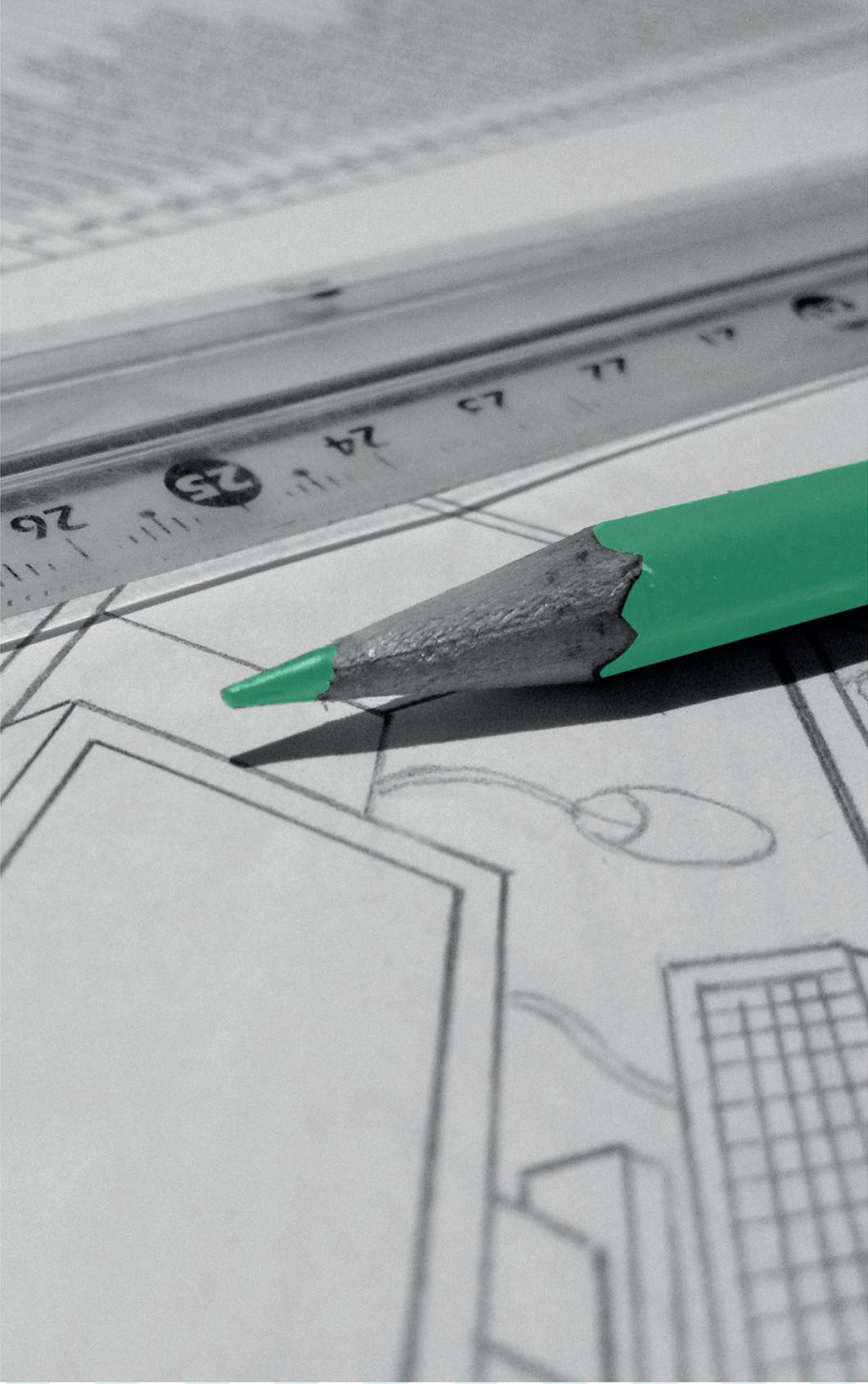
I risultati ottenuti sono stati soddisfacenti: sono stati prodotti alcuni prototipi di forme diverse che in linea teorica rispondevano meglio alle esigenze poste alla base della coprogettazione: creare una manopola che si adatti meglio alla persona e sia più ergonomica, faciliti il gioco e lo renda meno faticoso. Il poco tempo a disposizione però non ha dato modo di testare l'effettiva efficacia del progetto.



Si è pensato al prodotto finale come ad una sorta di guanto in silicone che rivestisse la manopola già esistente, facilitando in questo modo l'operazione di inserimento.



04ER GOAL



D4

ER GOAL

4.1 Processo metodologico

Gli esiti del workshop sono stati per noi il punto di partenza per lo sviluppo progettuale.

Nel corso della progettazione sono state riprese ed ampliate le analisi e le ipotesi progettuali prodotti durante la settimana di laboratorio. Il tutto è confluito in una fase di coprogettazione, sviluppata attorno agli utenti del centro, Mario e Rudy, resi veri e propri attori protagonisti del processo progettuale.



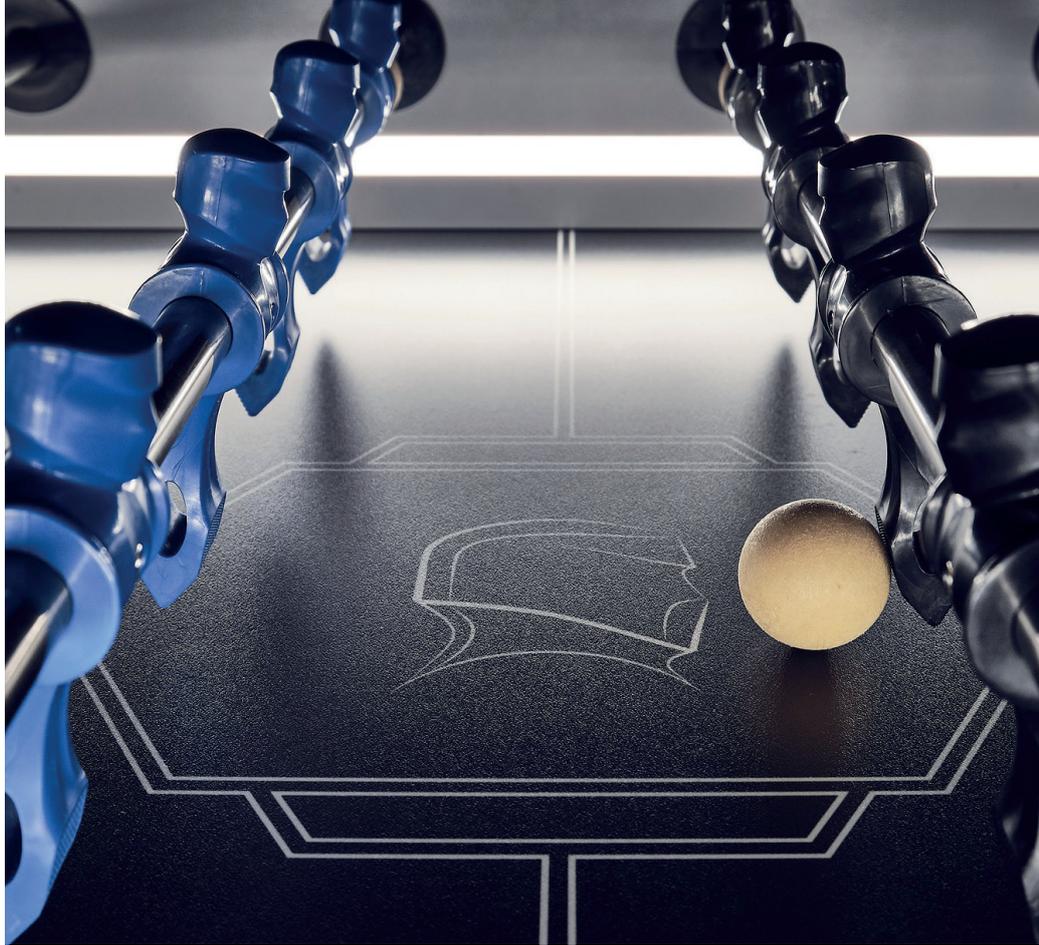
La fase di coprogettazione è stata affrontata seguendo un processo circolare che ha previsto nell'ordine una fase di test (il primo è stato fatto sulle manopole attuali), una di elaborazione dei dati (le esigenze riscontrate), una di design e una di prototipazione, per tornare poi alla fase di test, creando così un processo in cui i feedback continui degli utenti hanno permesso di realizzare una soluzione quanto più accurata possibile.

approfondimento

Co-progettazione

Il metodo di lavoro e progettazione che è stato utilizzato in questa tesi si è rivelato molto efficace da più punti di vista. La coprogettazione ha permesso di entrare in diretto contatto con l'utente finale e di procedere passo passo confrontandosi costantemente.

Durante lo sviluppo del progetto ci si è recati assiduamente al centro diurno per incontrare Mario e Rudy e per capire da loro quali fossero gli aspetti positivi e negativi del progetto. Il fatto di lavorare fisicamente insieme a loro è fondamentale perché permette al designer di notare aspetti più tecnici che magari gli utenti non percepiscono e non comunicano e a questi ultimi di esprimere considerazioni e perplessità. I feedback continui hanno permesso di affinare il progetto procedendo nella giusta direzione e di giungere a una soluzione funzionante e soddisfacente. Oltre che dal punto di vista più tecnico, la coprogettazione è stata un'esperienza molto importante anche a livello umano. Il rapporto che si è creato con Mario e Rudy è stato più che una semplice collaborazione: si è creato un legame più profondo e personale, fatto di condivisione di storie e di esperienze che hanno contribuito ad arricchire il nostro bagaglio emozionale.



4.2 Analisi dell'utenza

Esigenze generali

Durante la settimana di workshop si è cercato di andare a soddisfare due specifiche esigenze, una legata alla **forma della manopola** e l'altra riguardante la **forza impressa nel colpo**. A causa delle tempistiche ristrette, però, queste due esigenze sono state soddisfatte solamente in linea teorica ed è stata sviluppata una forma che sulla carta risultava più ergonomica, ma che sul lato pratico non è mai stata testata.

Entrambe le esigenze sono state riprese in questa tesi con l'obiettivo di approfondire lo studio attraverso la **co-progettazione** assidua con gli utenti e ottenere una forma che soddisfacesse a pieno le loro particolari esigenze, testando volta per volta con loro i progressi fatti.

È stato dunque necessario trovare un modo per realizzare una manopola che consentisse una più naturale posizione del polso del giocatore che gareggia da seduto.

Oltre alle esigenze di forma e forza è stata aggiunta una terza esigenza di **adattabilità**: la persona affetta da sclerosi multipla sviluppa

deficit diversi e dunque è quanto mai immaginabile che le soluzioni saranno differenti. Come primo step la forma della manopola deve essere **sagomata sulla mano della persona**, in modo da creare un **prodotto specifico e su misura**.

Ogni utente, a seconda della possibilità o meno di utilizzare entrambi gli arti superiori, necessita di almeno due manopole perché ogni ruolo ha la sua posizione particolare e le sue strategie di gioco pertanto non è detto che con la stessa mano si giochi allo stesso modo in attacco e in difesa.

Dopo aver realizzato un prototipo di base per valutare l'efficacia della forma è indispensabile capire quali saranno **le tecniche di produzione e i materiali più idonei**: è fondamentale che il sistema produttivo tenga conto dell'estrema varietà di forme che potranno essere create in base all'utenza e sicuramente, per questa parte, verranno privilegiati sistemi di produzione non seriali, pur cercando di mantenere un costo ridotto.



Presia ergonomica



Buona erogazione di forza



Adattabilità

Per quanto riguarda il materiale, dato che deve rispondere a esigenze di **grip della presa** e di **percezione tattile**, dovrà essere soddisfacente da impugnare e consentire una presa salda durante tutta la durata del gioco.

Infine bisognerà trovare una soluzione per **fissare il dispositivo alla stecca**, cercando di non modificare la struttura originale del calcio balilla, sia per questioni di produzione, in quanto modificare la realizzazione e la struttura di altre parti del biliardino richiederebbe risorse in più, sia per questioni di percezione visiva e facilità d'uso. Sarebbe preferibile quindi che la manopola fosse quanto più possibile simile a quella già esistente, in modo da non estraniare del tutto il giocatore.

approfondimento

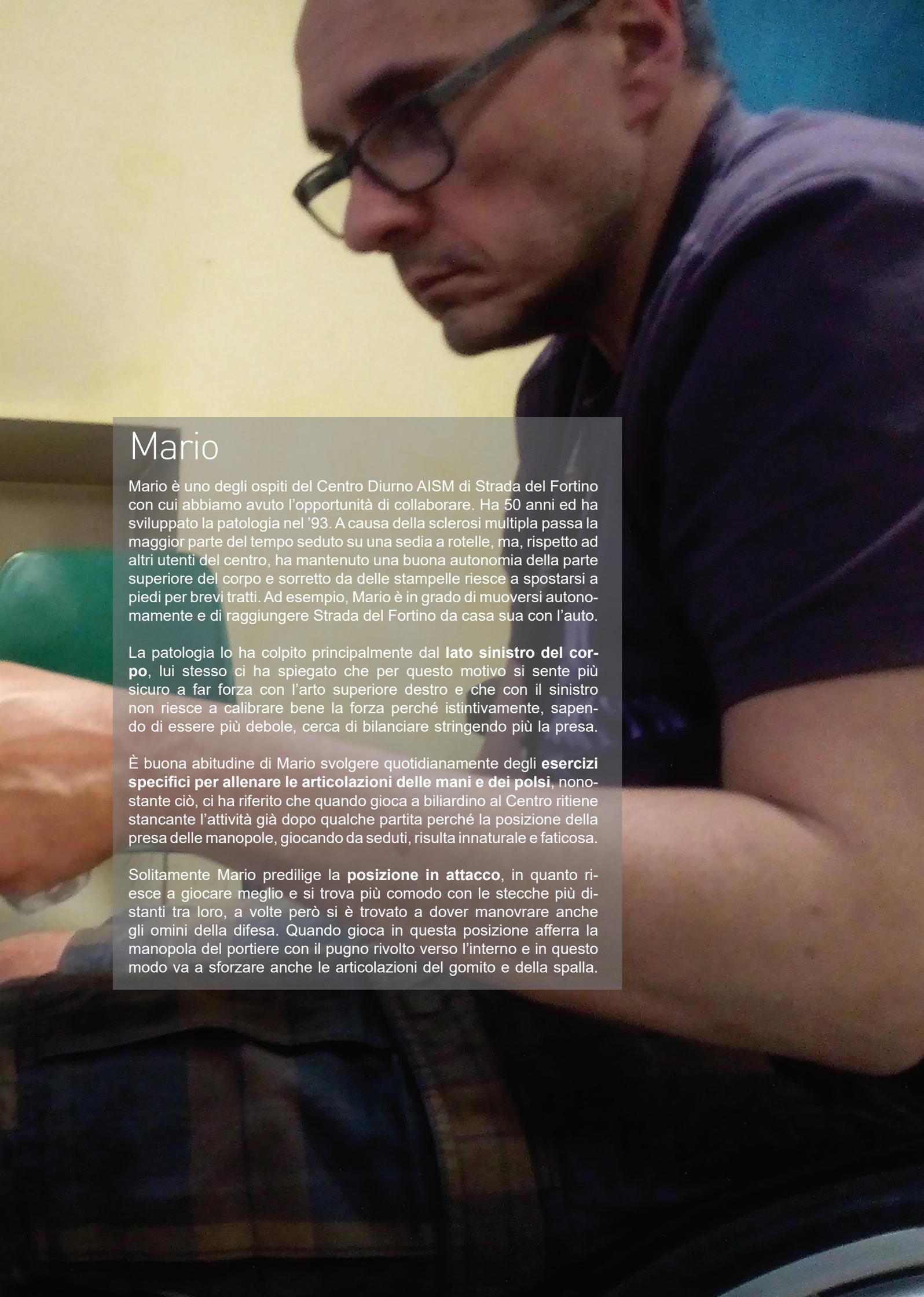
Manopole attuali

Le manopole attuali montate su calcio balilla si distinguono in base al materiale utilizzato per produrle o al sistema di aggancio alla stecca.

I materiali utilizzati sono principalmente due: il **neoprene**, che conferisce alla manopola una qualità superficiale molto confortevole e consente un gioco anche prolungato rispetto all'alternativa in **PVC**.

Il sistema con cui vengono prodotte è lo **stampaggio ad iniezione** che consiste nella creazione di uno stampo utilizzato poi per la realizzazione delle vere e proprie manopole.

Per quanto riguarda il sistema di aggancio esso può essere **ad attrito** (il più utilizzato) o tramite **vite a brugola**, soprattutto a livello internazionale.



Mario

Mario è uno degli ospiti del Centro Diurno AISM di Strada del Fortino con cui abbiamo avuto l'opportunità di collaborare. Ha 50 anni ed ha sviluppato la patologia nel '93. A causa della sclerosi multipla passa la maggior parte del tempo seduto su una sedia a rotelle, ma, rispetto ad altri utenti del centro, ha mantenuto una buona autonomia della parte superiore del corpo e sorretto da delle stampelle riesce a spostarsi a piedi per brevi tratti. Ad esempio, Mario è in grado di muoversi autonomamente e di raggiungere Strada del Fortino da casa sua con l'auto.

La patologia lo ha colpito principalmente dal **lato sinistro del corpo**, lui stesso ci ha spiegato che per questo motivo si sente più sicuro a far forza con l'arto superiore destro e che con il sinistro non riesce a calibrare bene la forza perché istintivamente, sapendo di essere più debole, cerca di bilanciare stringendo più la presa.

È buona abitudine di Mario svolgere quotidianamente degli **esercizi specifici per allenare le articolazioni delle mani e dei polsi**, nonostante ciò, ci ha riferito che quando gioca a biliardino al Centro ritiene stancante l'attività già dopo qualche partita perché la posizione della presa delle manopole, giocando da seduti, risulta innaturale e faticosa.

Solitamente Mario predilige la **posizione in attacco**, in quanto riesce a giocare meglio e si trova più comodo con le stecche più distanti tra loro, a volte però si è trovato a dover manovrare anche gli omini della difesa. Quando gioca in questa posizione afferra la manopola del portiere con il pugno rivolto verso l'interno e in questo modo va a sforzare anche le articolazioni del gomito e della spalla.

Esigenze di Mario

Per capire come risolvere al meglio le particolari esigenze di Mario nel biliardino, sono stati analizzati in primo luogo il modo in cui gioca nelle diverse posizioni di difesa e di attacco e i movimenti del polso, dopodichè gli sono state fatte alcune domande per capire cosa sentisse lui quando gioca, quale braccio considera più forte e con quale invece ha più difficoltà.

In particolare, prima di ottenere una forma adatta alle esigenze di Mario, è stato valutato qualitativamente **il suo modo di giocare sulla base di alcuni parametri specifici** come la posizione del polso, la forza erogata nel tiro, l'agilità nel movimento rotatorio e traslatorio e sono stati esaminati per le diverse posizioni e per entrambe le mani.

Analisi gioco Attacco

	Impugnatura	Forza	Mov. rotatorio	Mov. traslatorio
Mano Dx	Posizione polso scorretta	Maggiore rispetto a Sx	Alla lunga faticoso	Non causa particolari problemi
Mano Sx	Posizione polso scorretta	Ridotta	Alla lunga faticoso	Non causa particolari problemi

Una volta raccolti questi dati è emerso che Mario risulta essere **più forte con il braccio destro**, a causa della sclerosi multipla, e che **impugna la manopola del portiere in modo opposto** rispetto alla norma e questo comporta uno sforzo ulteriore per le articolazioni di gomito e spalla, oltre che per quella del polso.

Per quanto riguarda la posizione del polso quando governa le stecche di difesa, mediana e attacco si è dimostrata piuttosto innaturale, in quanto **avambraccio e mano non sono esattamente allineati**.

L'azione rotatoria dopo un po' si è rivelata faticosa in tutte le situazioni, mentre quella traslatoria non ha generato particolari disagi. Il movimento della mano destra è risultato lo stesso per entrambi i ruoli, pertanto non sarà necessario creare due manopole differenti.

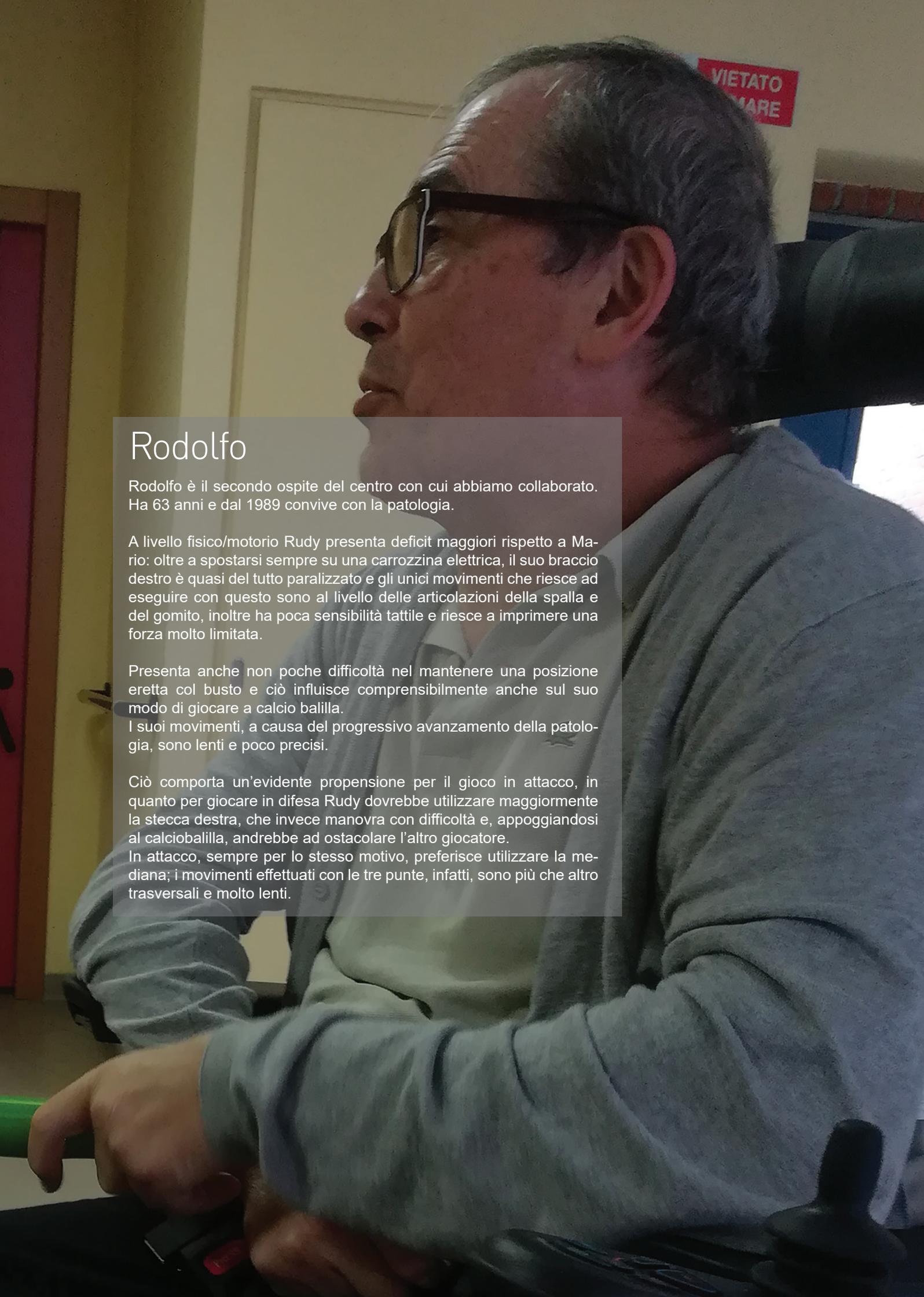
Analisi gioco Difesa

	Impugnatura	Forza	Mov. rotatorio	Mov. traslatorio
Mano Dx	Posizione polso scorretta	Ridotta	Alla lunga faticoso	Non causa particolari problemi
Mano Sx	Posizione polso scorretta	Ridotta	Alla lunga faticoso	Non causa particolari problemi



Da queste analisi sono state stilate le esigenze specifiche di Mario, per quanto riguarda la forma e l'ergonomia della manopola:

- Migliorare la posizione del polso per ogni ruolo;
- Una manopola specifica per l'impugnatura del portiere;
- Compensare la discrepanza tra forza erogata dalla mano destra e la forza erogata dalla mano sinistra;



Rodolfo

Rodolfo è il secondo ospite del centro con cui abbiamo collaborato. Ha 63 anni e dal 1989 convive con la patologia.

A livello fisico/motorio Rudy presenta deficit maggiori rispetto a Mario: oltre a spostarsi sempre su una carrozzina elettrica, il suo braccio destro è quasi del tutto paralizzato e gli unici movimenti che riesce ad eseguire con questo sono al livello delle articolazioni della spalla e del gomito, inoltre ha poca sensibilità tattile e riesce a imprimere una forza molto limitata.

Presenta anche non poche difficoltà nel mantenere una posizione eretta col busto e ciò influisce comprensibilmente anche sul suo modo di giocare a calcio balilla.

I suoi movimenti, a causa del progressivo avanzamento della patologia, sono lenti e poco precisi.

Ciò comporta un'evidente propensione per il gioco in attacco, in quanto per giocare in difesa Rudy dovrebbe utilizzare maggiormente la stecca destra, che invece manovra con difficoltà e, appoggiandosi al calciobalilla, andrebbe ad ostacolare l'altro giocatore.

In attacco, sempre per lo stesso motivo, preferisce utilizzare la mediana; i movimenti effettuati con le tre punte, infatti, sono più che altro trasversali e molto lenti.

Esigenze di Rudy

Per capire come procedere, analogamente a quanto fatto per Mario, è stato osservato in primo luogo il modo di giocare di Rudy.

La particolarità più evidente è che per **mancanza di equilibrio** si appoggia con il gomito del braccio destro al piano del calcio balilla e impugna la manopola al rovescio, in maniera simile a come molti afferrano quella del portiere (tipo Mario).

Analisi gioco Attacco

	Impugnatura	Forza	Mov. rotatorio	Mov. traslatorio
Mano Dx	Posizione mano invertita	Quasi assente	Quasi assente	Difficoltoso ma sufficiente
Mano Sx	Posizione polso scorretta	Ridotta	Alla lunga faticoso	Non causa particolari problemi

Le maggiori difficoltà sono quelle relative all'utilizzo del braccio destro. La forza muscolare è quasi assente e per lo più viene utilizzato nella fase di copertura con movimenti trasversali, in quanto a livello articolare spalla e gomito hanno mantenuto una buona mobilità.

Nella rotazione invece il movimento è quasi assente e ciò è dovuto anche ad una presa minima della manopola: Rudy infatti appoggia solamente la mano sulla manopola.

Quando gioca in attacco le maggiori difficoltà che sono state riscontrate oltre a quella del braccio destro, sono molto simili a quelle di Mario: la posizione da seduti non consente un'impugnatura salda della manopola neanche per il braccio sinistro e questo influisce chiaramente sulla forza erogata nel colpo.

Le esigenze specifiche di Rudy dunque sono:

- Migliorare la posizione del polso per ogni ruolo;
- Una manopola specifica per l'impugnatura della mano destra;
- Cercare di restituire un po' di forza e libertà di movimento al braccio destro;



4.3 Concept

Partendo dai risultati ottenuti durante il workshop e definite le nuove esigenze, il concept è rimasto pressoché invariato.

Realizzare un set di manopole di calcio balilla personalizzate, col fine di **incentivare e migliorare le performances di Mario e Rudy durante l'attività riabilitativa.**

approfondimento

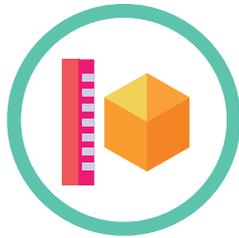
Open Dot

Si tratta di un laboratorio situato nel quartiere Calvairate, nella zona orientale della città, che si occupa di progetti interattivi e innovativi, spesso con scopi sociali.

Il loro è un approccio sperimentale alle **nuove tecnologie di prototipazione rapida**, aperto a tutti, e hanno realizzato numerosi progetti specifici per persone, soprattutto bambini, con disabilità. Entrando all'interno del capannone si passa da una stanza occupata da macchinari come **Laser Cutter, CNC** e con alcuni dei loro prototipi ancora in fase assemblaggio, riposti in giro. Lo spazio principale è invece occupato da grandi tavoli, scaffali coperti da utensili e modelli e da qualche stampante 3D ed è dotato di una cucina.

L'ambiente è molto familiare, così come sono stati accoglienti i ragazzi lì presenti. Ci siamo confrontati con loro raccontando quelli che erano gli obiettivi della tesi e quali le idee per la produzione e si è constatato che, effettivamente, per un progetto di dimensioni relativamente ridotte, fatto ad hoc per una persona, come quello della manopola, la soluzione migliore è quella della manifattura additiva, ovvero stampa 3D

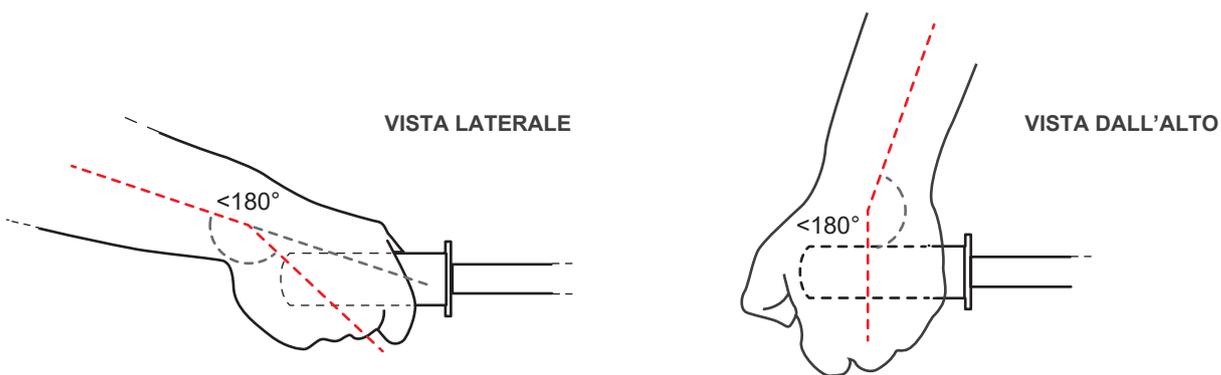
4.4 Sviluppo del progetto



La forma generale

Una volta chiarite quali fossero le esigenze generali e quelle specifiche per entrambi gli utenti e quali fossero l'obiettivo progettuale e il concept, si è passati alla fase di coprogettazione vera e propria. In primo luogo si è partiti dal cercare una risposta alle **esigenze formali**.

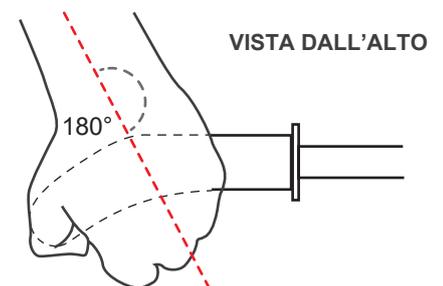
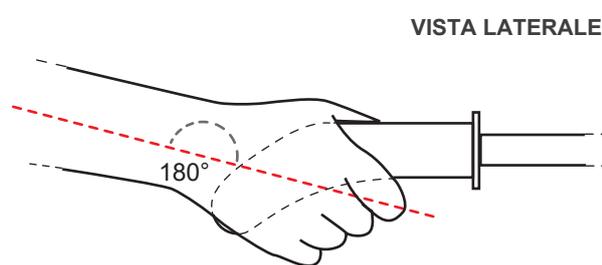
La principale esigenza da questo punto di vista è quella di trovare un modo per **riportare l'articolazione del polso in una posizione neutra**, in modo tale che non si affatichi troppo durante il gioco.



Questo ragionamento va fatto chiaramente per entrambe le tipologie di impugnatura, quella standard e quella inversa.

Quando l'asse tra l'articolazione del gomito e quella del polso non è esattamente in linea, la forza erogata nel tiro diminuisce notevolmente e ci si affatica più in fretta, soprattutto compiendo il movimento di torsione dell'avambraccio. Questo, in aggiunta al deficit di forza dovuto alla patologia, influisce in modo considerevole sulla qualità del gioco.

Per riportare il polso a una posizione naturale è stata quindi studiata una forma generale per ciascuna delle impugnature. Per l'impugnatura standard essa prevede una **leggera inclinazione verso il basso** e per l'impugnatura inversa è necessaria **una leggera convergenza a sinistra o a destra** nella parte di impugnatura (in base alla mano utilizzata per impugnare la manopola), in modo da riallineare le articolazioni.



Per capire se la soluzione pensata fosse corretta, sono stati realizzati dei **primi prototipi di carta** da sostituire temporaneamente alle manopole già esistenti, giusto per fare valutare il comfort generale della nuova forma a Mario e Rudy.

I test effettuati hanno dato esiti positivi, pertanto si sono delineati i tratti principali della geometria del prodotto. Sia Mario che Rudy hanno approvato la soluzione per tutte quante le posizioni di gioco, e hanno effettivamente evidenziato una diminuzione dello sforzo dell'articolazione del polso, del gomito e della spalla e una conseguente posizione più rilassata di tutta la muscolatura del braccio.





La forma specifica

Una volta stabilita una forma generale che risolvesse il problema della posizione del polso si è passati allo studio e alla progettazione di una forma specifica della manopola che rendesse la **presa più ergonomica**.

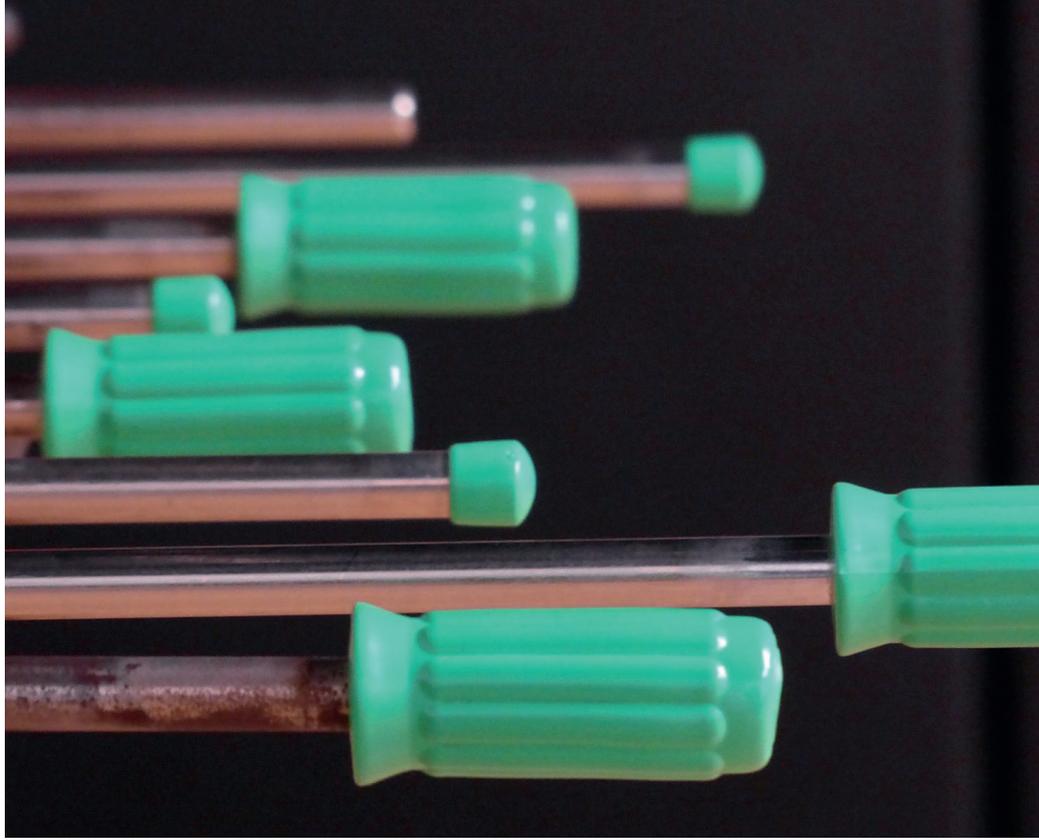
Per fare ciò sono stati modellati diversi **cilindri in creta morbida** ed è stato chiesto a Mario e a Rudy di afferrarli uno per volta, con una e con l'altra mano, esattamente come avrebbero fatto con le manopole in ogni ruolo: da qui si sono ottenuti i calchi esatti delle loro mani, in modo da avere delle impugnature che fossero **confortevoli e adatte alle loro esigenze specifiche**.

Mario, per esempio, per compensare la minor forza erogata dalla mano sinistra, ha stretto la manopola della mediana maggiormente e le impronte sulla creta risultano più evidenti e la sezione del calco è lievemente più ristretta rispetto a quello della mano destra.

Una volta ottenuti i calchi è stato necessario farli indurire in modo che mantenessero la forma voluta; il passo successivo è stato quello di

renderli più resistenti e più omogenei andando ad apportare alcune **modifiche con lo stucco e con la carta vetro** per poterli farli testare nuovamente a Mario e Rudy.





Il sistema di chiusura e la parte di connessione

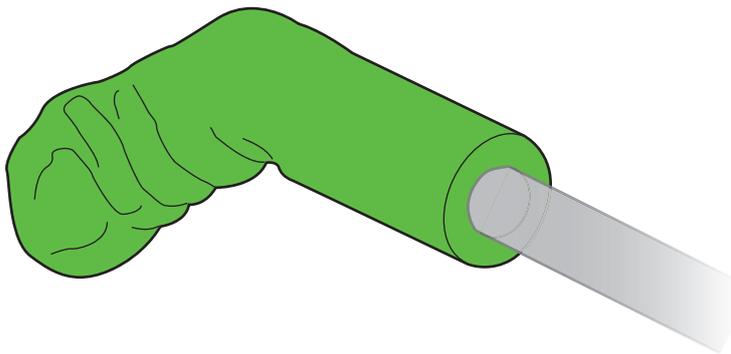
Dopo aver individuato i requisiti di forma, generale e specifica, del prodotto si è analizzato il modo in cui esso si connette alla stecca del calciobalilla.

É stato dunque pensata una **parte di connessione** della manopola alla stecca come prolungamento della parte di impugnatura, con un foro di diametro 1.8 cm.

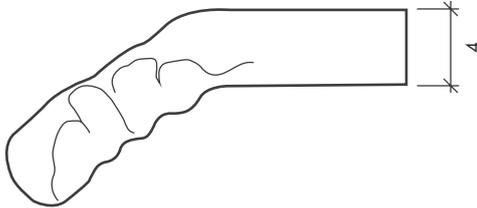
Per quanto riguarda il sistema di aggancio dei primi prototipi si è optato di utilizzare **un sistema analogo a quello utilizzato** nelle manopole attuali, ossia **ad attrito**, sfruttando la viscosità di materiali come il silicone o la gomma all'interno del foro. I test effettuati hanno dimostrato come il fatto di avere una forma della manopola che si adatta meglio alla conformazione della mano del giocatore, renda la presa più ergonomica e più soddisfacente.

Disegni tecnici primo prototipo Mario

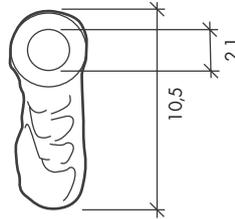
Mediana mano sinistra



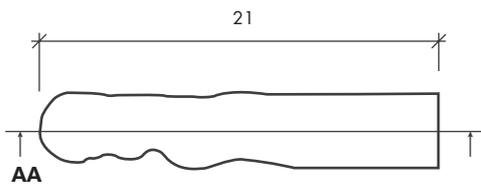
Vista laterale



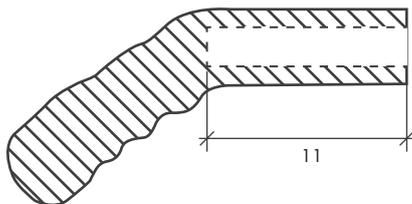
Vista frontale



Vista dall'alto

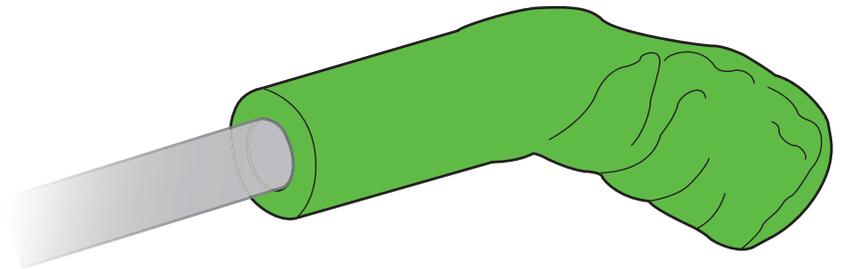


Sezione A-A

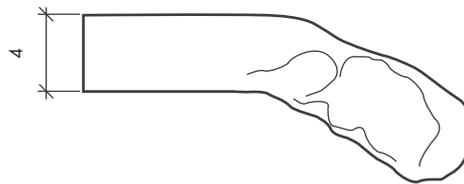


0 1 2 3 4 5
quote in cm

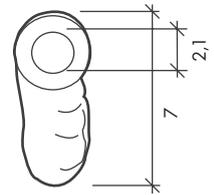
Attacco/difesa mano
destra



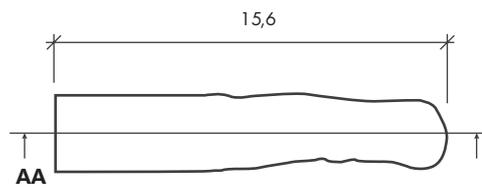
Vista laterale



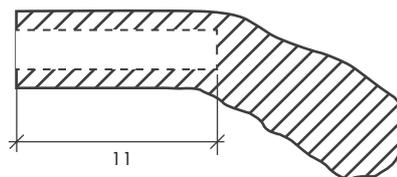
Vista frontale



Vista dall'alto



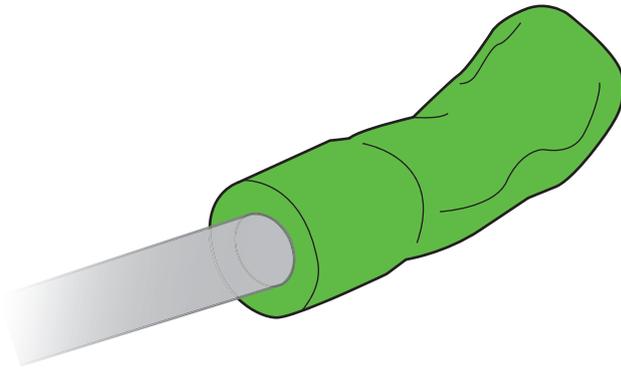
Sezione A-A



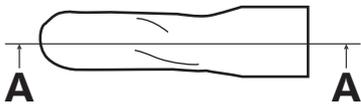
0 1 2 3 4 5
quote in cm

Disegni tecnici primo prototipo Mario

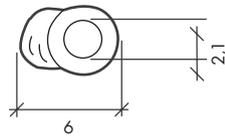
Portiere mano sinistra



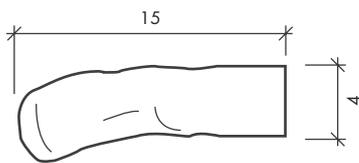
Vista laterale



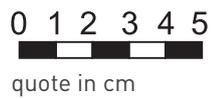
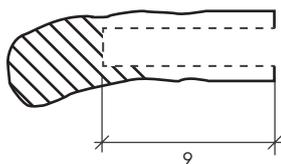
Vista frontale



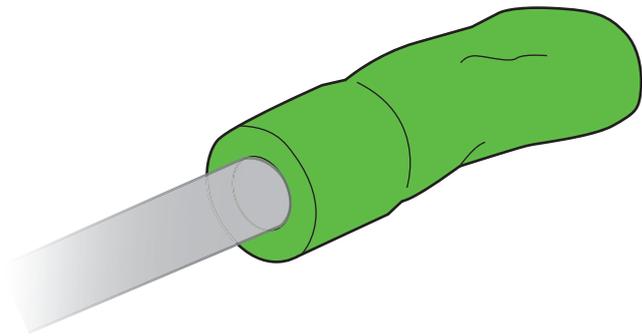
Vista dall'alto



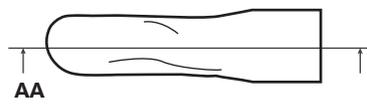
Sezione A-A



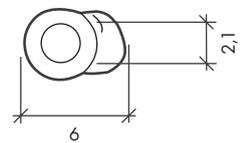
Disegni tecnici primo prototipo Rudy



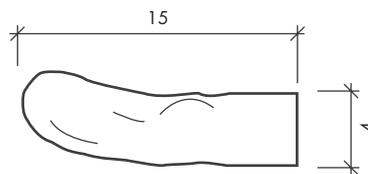
Vista laterale



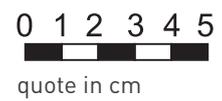
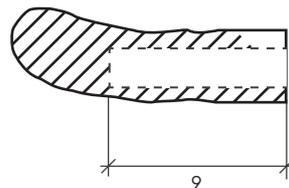
Vista frontale



Vista dall'alto

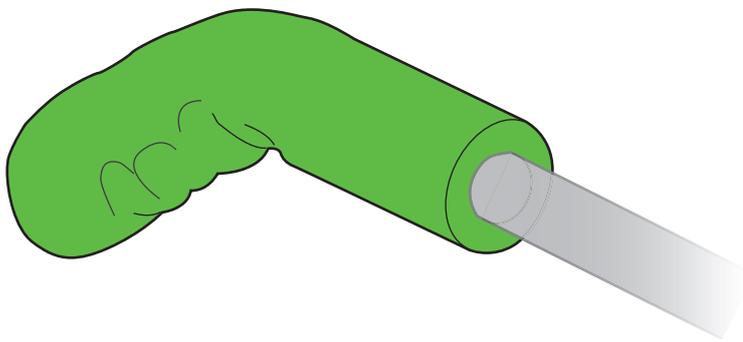


Sezione A-A

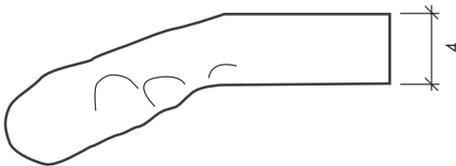


Disegni tecnici primo prototipo Mario

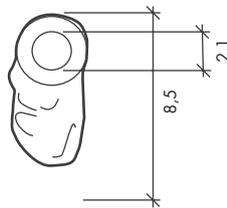
Portiere mano sinistra



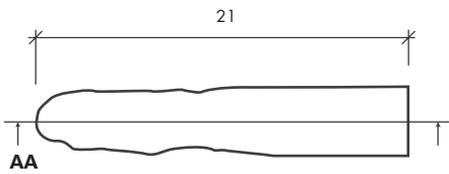
Vista laterale



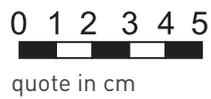
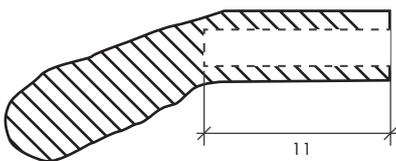
Vista frontale



Vista dall'alto



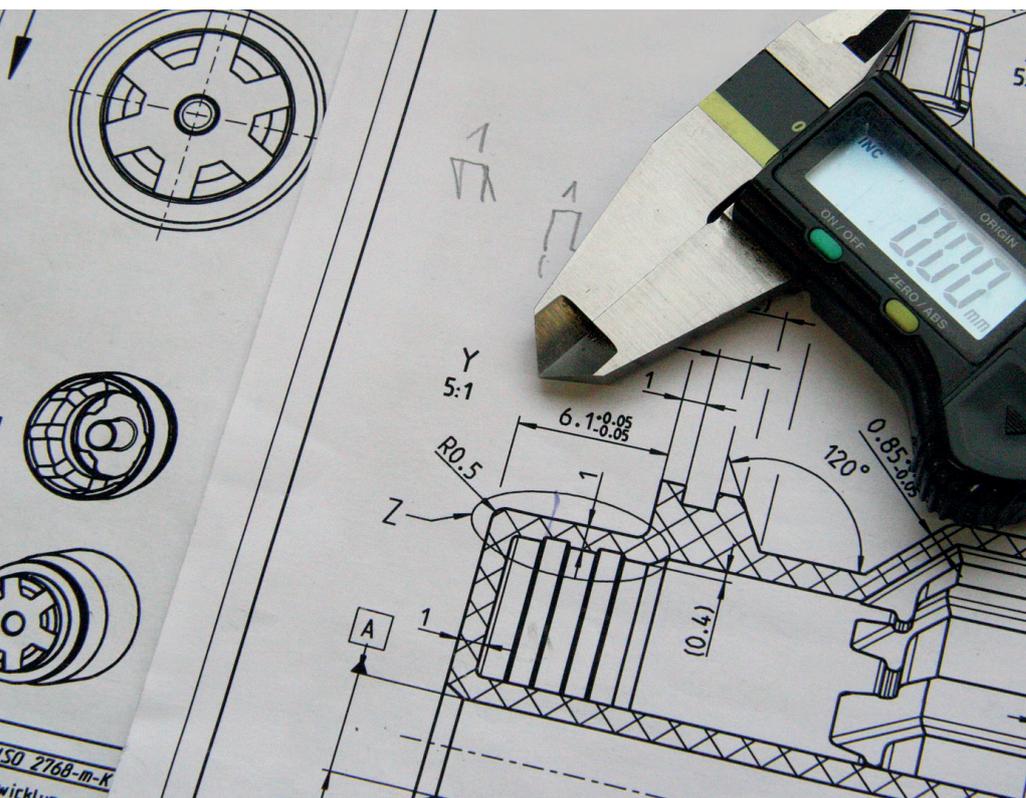
Sezione A-A





Realizzazione dei prototipi

Per realizzare i prototipi si è optato di seguire due strade parallele in modo da avere diverse opzioni da confrontare: una è quella di creare uno **stampo dal calco e di riempirlo con un materiale tipo resina** e l'altra è quella della **manifattura additiva**.



Metodo di prototipazione 1: Stampo

Per la creazione dello stampo si è pensato di utilizzare semplicemente della **gomma siliconica**, dato che è facilmente realizzabile e utilizzabile, e il livello di dettaglio desiderato non è particolarmente elevato.

Questo tipo di composto si ottiene impastando in un contenitore pieno d'acqua del semplice silicone e del detersivo per i piatti che rende la consistenza del silicone meno collosa. Una volta unto il calco in modo tale che si riesca a scollare facilmente dopo l'operazione, lo si ricopre completamente con la gomma fino all'estremità del cilindro (esclusa) facendo attenzione a non lasciare punti scoperti.



Si ottiene così, una volta indurito il silicone e rimosso opportunamente il calco di creta, uno **stampo che riprende esattamente la forma del calco** in tutte le sue parti e che verrà utilizzato per la colatura del materiale con cui sarà realizzato uno dei prototipi da presentare a Mario e Rudy.

In commercio esistono diverse soluzioni e miscele che colate in uno stampo si induriscono e prendono una specifica forma in poco tempo, attraverso la reazione di catalisi. Dopo un'analisi comparativa dei prodotti attualmente in commercio, è stato scelto di utilizzare il **Fil Bianco**.

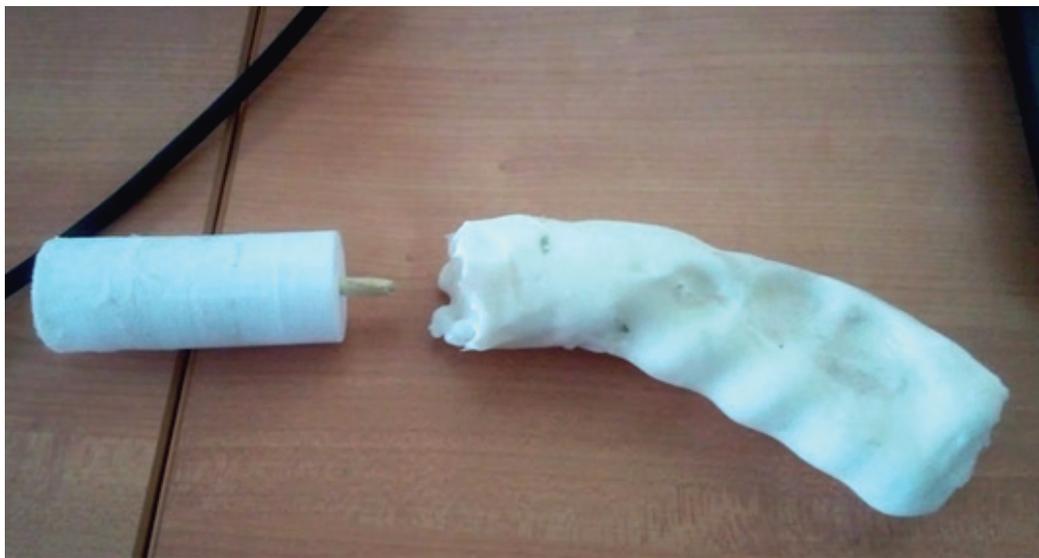
Per eseguire l'operazione della colata, lo stampo in silicone è stato sistemato in posizione verticale, con il foro verso l'alto, all'interno di un contenitore insieme a del giornale appallottolato che lo mantenesse

approfondimento

Fil bianco

Fil Bianco è una resina poliuretanicata venduta in due composti separati con un rapporto di catalisi 1:1. Questo significa che per 100 g del composto A sono necessari 100 g del composto B. È un prodotto spesso utilizzato per la creazione di figurini e per il modellismo e dà origine a oggetti rigidi e compatti di colore bianco, che riproducono le forme dello stampo in maniera molto fedele. Il costo della resina è all'incirca di 20€.





saldo in quella posizione. È fondamentale infatti che il modello rimanga fisso per tutta la durata del processo.

Per ricreare l'ingombro della stecca di metallo all'estremità del modello, grazie al quale si potrà applicare al calcetto sostituendo l'attuale manopola, è stato immerso dall'alto un tubo di metallo dello stesso diametro della stecca circa fino a metà della manopola, ed è stato unto con dell'olio in modo da poterlo estrarre, dopo l'asciugatura, con maggiore facilità.

Una volta colato il Fil Bianco all'interno dello stampo, si è atteso il tempo richiesto per l'indurimento, cioè pochi minuti, dopodiché è stato estratto dal silicone.

Considerando la complessità del processo, la scarsa sostenibilità e il costo della resina, il risultato ottenuto non è stato particolarmente soddisfacente: in alcuni punti sono rimasti degli agglomerati di resina e nella giunzione tra la manopola e la protesi, il materiale all'interno è rimasto morbido nonostante i tempi previsti per l'asciugatura fossero stati ampiamente rispettati e ciò ha provocato la rottura dell'oggetto.

Metodo di prototipazione 2: scansione e stampa 3D

Per quanto riguarda invece la seconda modalità di prototipazione, sono state utilizzate tecnologie 3D: un processo di scansione del calco ottenuto, una rimodellazione della mesh su programmi 3D e infine una stampa in additive manufacturing.

approfondimento

Virtual Lab

Nella sede del Politecnico di Mirafiori, in corso Settembrini, esiste un laboratorio a disposizione degli studenti, adibito a supporto della realizzazione dei progetti didattici.

Lo spazio è attrezzato con postazioni computer, isole di tavoli per facilitare il lavoro di gruppo, un set fotografico e da qualche anno sono stati acquistati macchinari per la stampa 3D: sono presenti infatti diverse stampanti e uno scanner 3D che consente di ottenere un modello virtuale da un oggetto reale.

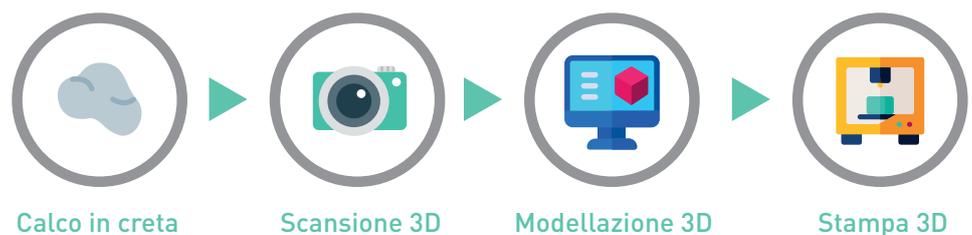
L'intera strumentazione tecnica è a disposizione degli studenti sotto la supervisione del tecnico di laboratorio.



La prima operazione è stata quella di **scansione del pezzo di creta tramite lo scanner 3D**.

Il set per lo scanner che è stato utilizzato in laboratorio è dotato di un piattino che ruota, sul quale viene posato l'oggetto, e un treppiede con due telecamere e un proiettore. Quest'ultimo proietta una serie di pattern lineari sulla superficie del modello: il sensore dello scanner rileva quindi la deformazione che il pattern di luce subisce quando incontra l'oggetto lungo il suo cammino. In sostanza ciò che esegue lo scanner è un'analisi delle intersezioni degli angoli del pattern proiettato e da lì ne calcola la distanza.

Ogni rotazione del piattino genera una porzione virtuale dell'oggetto visibile dall'apposito software di scansione, per cui al fine di acquisire l'elemento nella sua interezza è necessario eseguire diverse scansioni (l'equivalente di 360°) e assemblare le diverse viste dal computer.



Una volta realizzata la mesh tramite il software di scansione **IDEA**, essa ha subito un **processo di rimodellazione** tramite il software **Blender**.

Inizialmente è stata effettuata un'operazione di **retopology** della mesh, per renderla più leggera e facilmente processabile dalla stampante 3D. Successivamente è stata aggiunta la **parte di connessione** e il foro utili per fissare la manopola alla stecca del calcio balilla.

La mesh finale è stata quindi esportata in formato stl e analizzata attraverso il service online, **Gcode viewer**, utile nel controllo della regolarità del pezzo prima del processo di stampa 3D.

Tutto il processo di prototipazione è avvenuto ed è stato reso possibile grazie ai macchinari messi a disposizione dal Virtual Lab del Politecnico, nonché grazie alla costante assistenza del responsabile tecnico di laboratorio **Alessandro Dentis**.





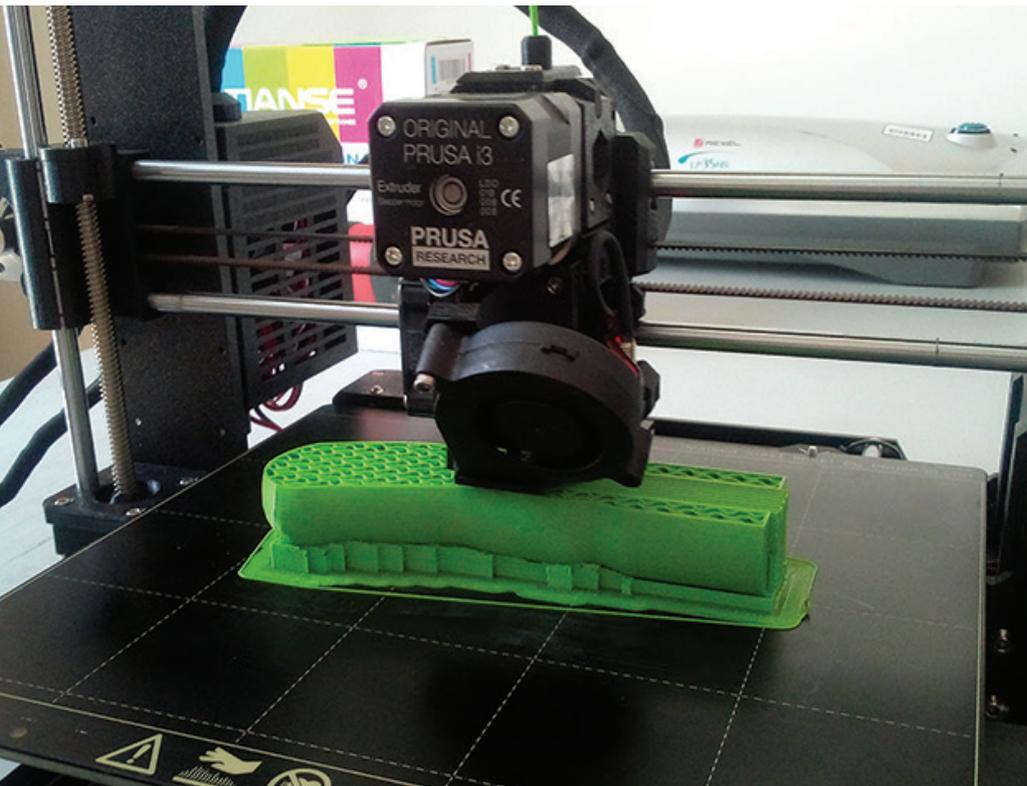
Il materiale

Inizialmente si è scelto di realizzare la stampa della prima manopola, quella della mediana di Mario, con il **PLA flex**, un tipo di filamento derivato da PLA con aggiunta di gomma nella miscela, la quale rende i prodotti stampati leggermente flessibili e gommosi al tatto. Questa caratteristica sarebbe ideale per aumentare il grip sulla manopola ed evitare che, a causa della sudorazione, si perda presa e la mano scivoli.

Il risultato della stampa con questo materiale si è rivelato, in realtà, non troppo efficace: le tempistiche sono molto più lunghe rispetto al PLA tradizionale (21 ore contro 9), la sensazione al tatto non è particolarmente diversa dall'altro e la parte saldata al supporto si è rovinata durante la separazione dei due.

Pertanto si è pensato di procedere per la stampa delle successive manopole con il **PLA normale**.

La stampa della manopola del portiere e delle tre punte di Mario è stata effettuata con la **macchina Prusa**, presente nel VirtuaLab del Politecnico di Mirafiori, che in quanto ad affidabilità e qualità di stampa risulta avere ottime prestazioni.



Effettivamente il risultato ottenuto è stato decisamente migliore rispetto al tentativo fatto in precedenza con il PLA flex: la definizione è ottima e il grip buono, inoltre le tempistiche sono state decisamente più sostenibili. Il materiale si è rivelato superiore agli altri e piuttosto resistente.

Alla stampa è seguita una fase di pulizia del pezzo e di rimozione dei supporti creati dalla stampante.

Per fissare in modo provvisorio i prototipi alla stecca del calcetto, è stato inserito del silicone all'interno del foro della manopola, che una volta asciutto ha creato uno strato antiscivolo perfetto per testare l'efficacia dei modelli.

Test con gli utenti

I test con gli utenti sono stati molto positivi: sia Mario che Rudy hanno **notevolmente migliorato il loro gioco**, sia dal punto di vista della forza erogata nel tiro che da quello della postura del corpo mantenuta durante l'attività. I test hanno evidenziato come la forma generale per le due impugnature favorisca un **rilassamento effettivo del polso** e di conseguenza il gioco risulta meno faticoso e si eroga una **maggior forza nei colpi**.

La forma specifica, invece, risulta sì essere efficace perché comporta una presa più ergonomica e salda della manopola, ma il test ha dimostrato come **una così alta definizione del calcio della mano non sia necessaria**.

Inoltre, durante la verifica, Mario e Rudy hanno notato una **riduzione della visibilità del campo** e un **leggero impedimento nella rotazione**, entrambi probabilmente dovuti all'ingombro eccessivo dell'oggetto.



Lontananza dal tavolo e minor visibilità



Ingombro eccessivo e ottimizzazione forma



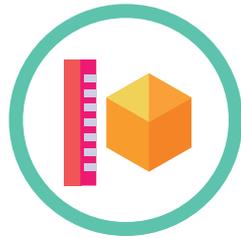
Ottimizzazione sistema aggancio

Per quanto riguarda l'aggancio, il sistema ad attrito è piuttosto efficace sul breve periodo, ma in ogni caso non consente un inserimento facilitato se si dovessero sostituire più volte le manopole, mentre sul lungo periodo il silicone si usura e perde aderenza dopo qualche utilizzo.

Le manopole sono state lasciate nuovamente in prova per diversi giorni in modo tale da ottenere dei feedback su un periodo prolungato e per permettere a più utenti del centro di provarle. I riscontri ottenuti sono stati interessanti, in quanto è emerso che i dispositivi in prova non solo erano buoni per Mario e Rudy, ma anche per la maggior parte degli altri ospiti del centro.



4.5 Ottimizzazione del progetto

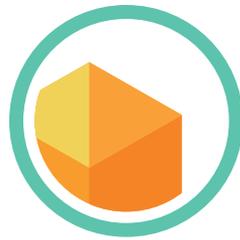


La forma generale

Grazie ai diversi test effettuati coi prototipi speciali per Mario e Rudy si è notato che l'ingombro studiato in precedenza era sovradimensionato rispetto al necessario e questo causava una riduzione della visibilità del campo e un intralcio nel movimento rotatorio della stecca.

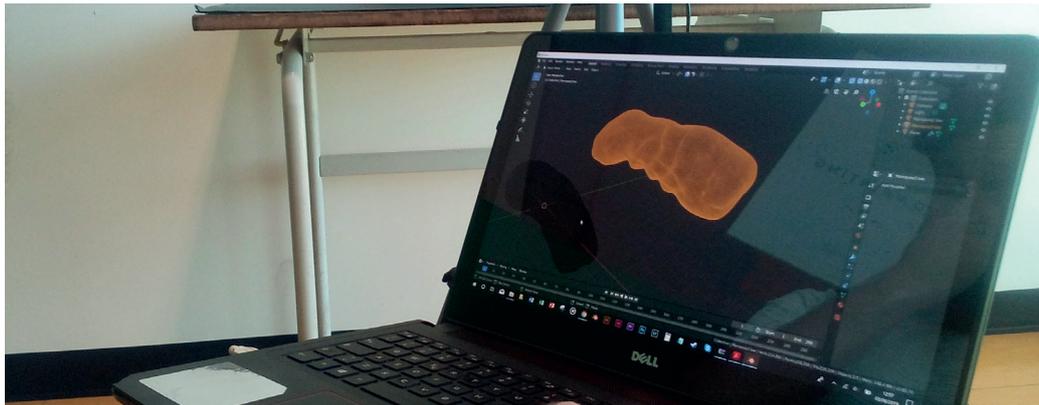
Pertanto la lunghezza della manopola è stata ridotta notevolmente. Inoltre il prototipo precedente presentava un'inclinazione considerevole, studiata per riallineare il polso con l'avambraccio, dato che con la posizione assunta da seduti ciò si perdeva.

Si è però osservato che riducendo leggermente questa inclinazione, il polso rimane comunque allineato correttamente e inoltre si riduce la possibilità di impaccio riscontrata durante i test.



La forma specifica

Infine le sagomature per le dita sono state semplificate e livellate, in modo tale da evitare che le dita si fossilizzino nella stessa posizione per tutta la durata del gioco e, in ottica di standardizzazione del progetto, per evitare che causino fastidio a una mano che non si adatti perfettamente ad esse.





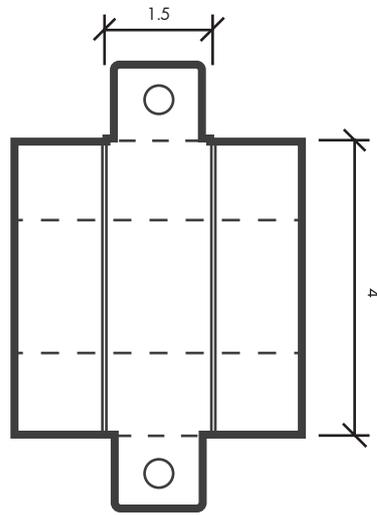
Il sistema di aggancio

Per sostituire il sistema di fissaggio ad attrito, sono stati ipotizzati altri metodi basati sul modello di chiusura tramite morsetto.

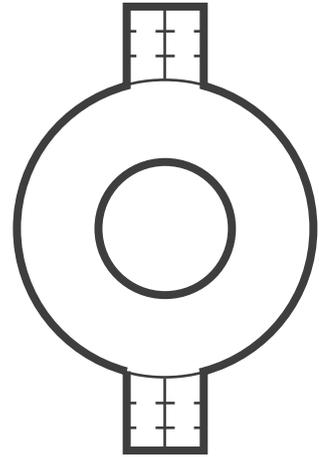
L'esigenza principale da soddisfare è quella di una presa salda, che resista a movimenti di rotazione e traslazione, e in aggiunta è stata ipotizzata quella di permettere a utenti come Mario e Rudy di assicurare la manopola in autonomia e senza sforzo.

Primo sistema di aggancio

Il primo sistema di aggancio consiste in una modifica del modello di partenza in modo da ricavare all'estremità un morsetto composto da una parte fissa, che fa parte della manopola, e una mobile, con uno spessore antiscivolo all'interno, la quale viene fissata con viti e bulloni. Una volta inserita la stecca tra i due elementi, si stringono le viti e la manopola rimane fissa. Questa soluzione, rispetto a quella ad attrito, è migliore, ma non consente un aggancio/sgancio facilitato, in quanto è necessario avere un cacciavite a portata di mano e risulta essere un'operazione macchinosa e difficile da utilizzare per una persona con deficit a livello di sensibilità tattile, presa e forza.



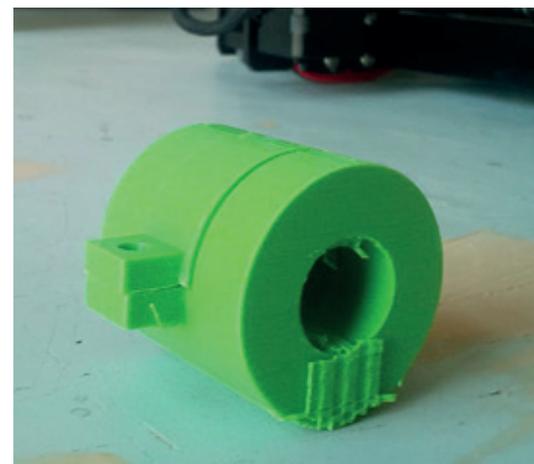
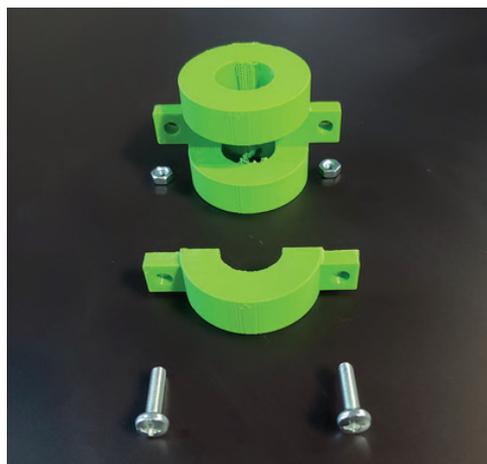
VISTA LATERALE



VISTA FRONTALE



quote in cm

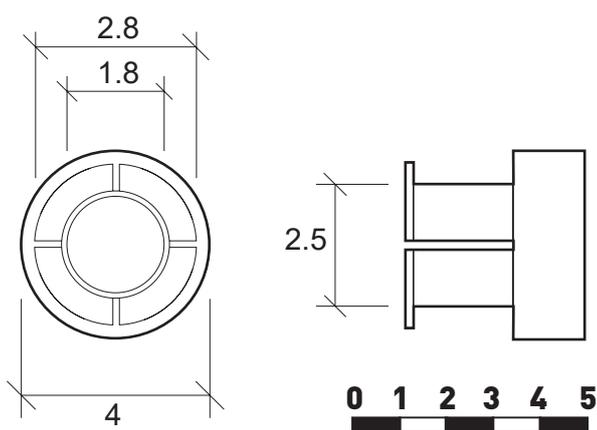


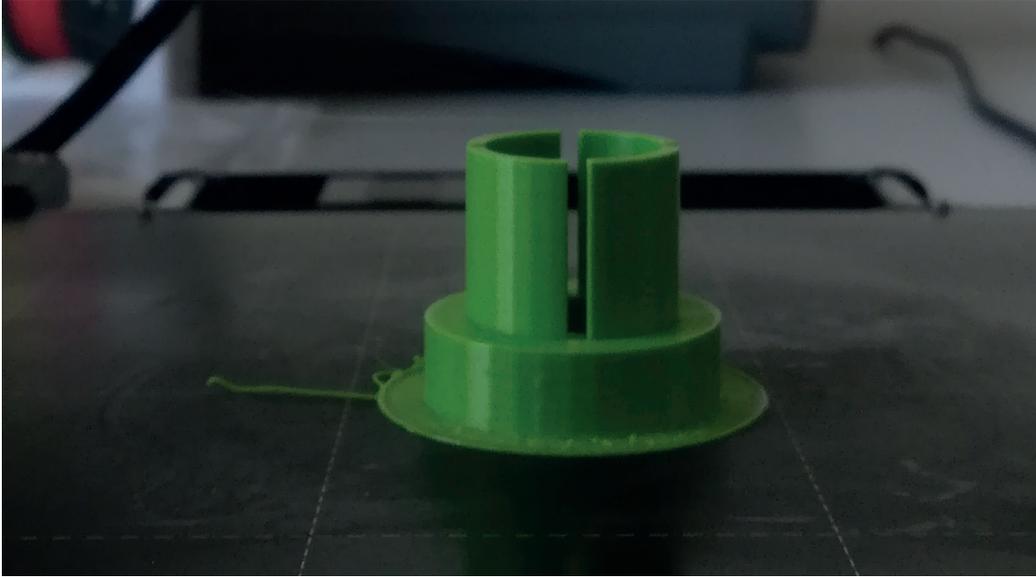
Secondo sistema di aggancio

Il secondo sistema di chiusura pensato per assicurare la manopola alla stecca del calcio balilla è anch'esso costituito da due parti: una è integrata al dispositivo e consiste in quattro linguette sempre di PLA, ricoperte da uno strato antiscivolo sia internamente che esternamente, l'altra è un elemento a parte ed è un anello di chiusura utilizzato per i bilancieri da palestra per assicurare i pesi (Decathlon).

In sostanza inserendo il ferma-peso aperto nell'apposito invito con le linguette, è sufficiente applicare una piccola pressione per chiudere la leva e la manopola viene assicurata in modo efficace sulla stecca di metallo.

Questo sistema si è dimostrato essere in grado di resistere bene a rotazione e trazione e inoltre il funzionamento è molto semplice e intuitivo, e ciò permette un'autonomia di azione per la maggior parte dei casi.

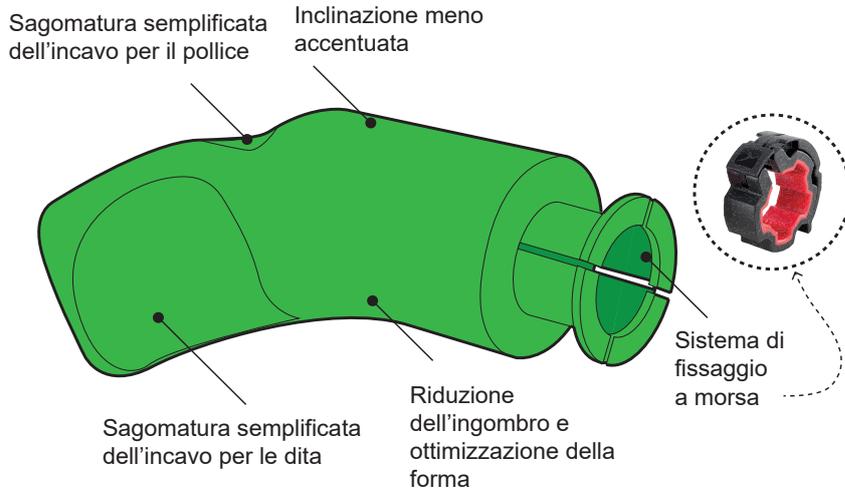




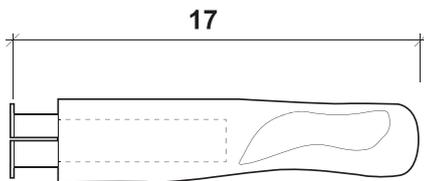
Disegni tecnici prototipi ottimizzati

Presca regolare

Vista prospettica



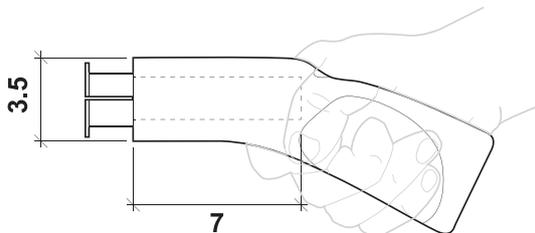
Vista dall'alto



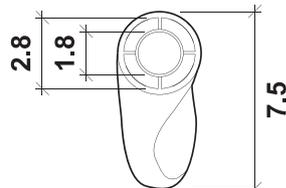
quote in cm



Vista laterale sx



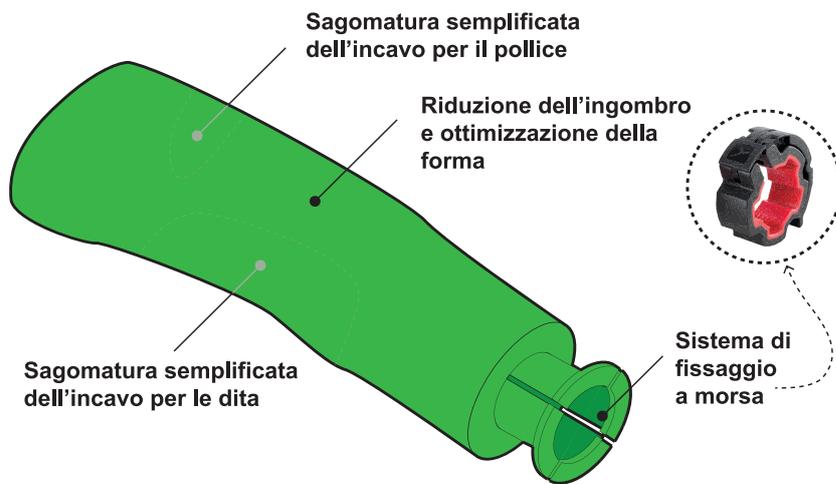
Vista frontale



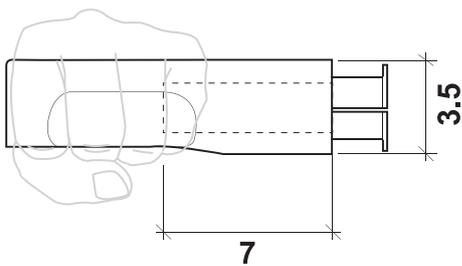


Preso inversa

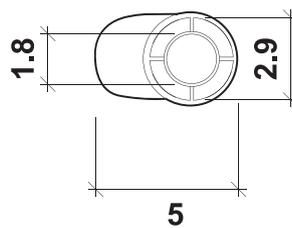
Vista prospettica



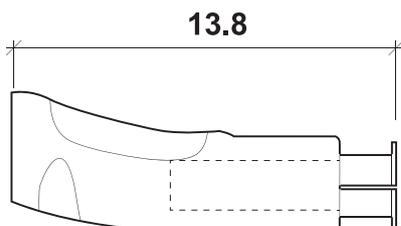
Vista laterale dx



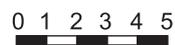
Vista frontale

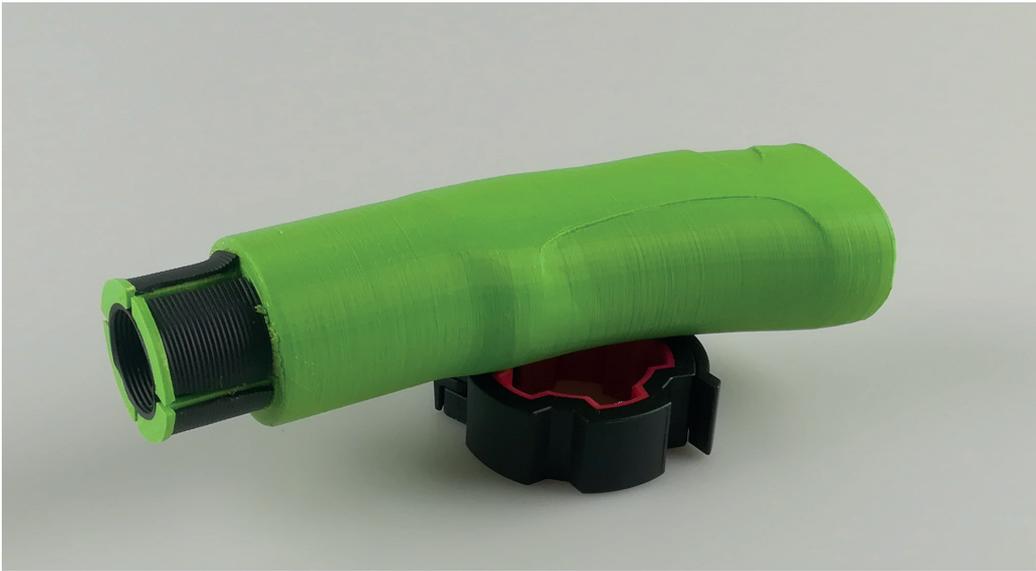


Vista dal basso



quote in cm





Test dei prototipi ottimizzati

Una volta modellati i nuovi prototipi secondo i disegni tecnici, sono stati stampati e rifiniti e la parte destinata all'aggancio è stata rivestita di uno strato di gomma per migliorare l'attrito.

Una volta portati al Centro AISM, i prototipi ottimizzati sono stati testati e gli esiti hanno dimostrato che il ridimensionamento dell'ingombro generale ha effettivamente favorito la visibilità del campo e migliorato la libertà di movimento.

La semplificazione della forma specifica della manopola ha risposto

approfondimento

Il caso Rudy

Rudy, a differenza di Mario, presenta un deficit specifico e significativo al braccio destro che comporta un uso e una coordinazione del movimento della mano destra molto limitato.

La manopola disegnata facilita in parte il gioco con le tre punte, ma non sopperisce a pieno al suo deficit; sarebbe necessario svolgere ulteriori modifiche per quanto riguarda il braccio destro, che tuttora non riesce a coordinare in modo ottimale.

Occorrerebbe dunque una soluzione ancora più specifica che richiederebbe un'analisi approfondita solo del braccio e della posizione che assume di conseguenza tutto il busto.

bene alle esigenze ergonomiche di entrambi gli utenti, anzi per Rudy è stato facile giocare con una mano soltanto (mano Sx), passando da una manopola all'altra, cosa che con quelle originali non era in grado di fare. Il sistema di aggancio ha risposto bene alle dinamiche di gioco e alle forze di sollecitazione a cui è soggetto, è stato necessario solamente aggiungere un piccolo strato di gomma in più per avere una maggior aderenza.

Per il resto le esigenze che erano già state soddisfatte dai primi prototipi sono state mantenute anche dai nuovi: è stato notato da entrambi i giocatori come le manopole Er-goal rendano migliore l'esperienza di gioco sia a livello di comfort sia a livello di erogazione di forza.



05SCALABILITÀ



05

SCALABILITÀ

Sin dai test svolti all'AIMS con i primi prototipi è stato evidente come una stessa tipologia di manopola **si adattasse alle esigenze di più persone**: la forma generale infatti è ciò che permette di avere più beneficio durante il gioco e la sagomatura disegnata in maniera semplificata si adatta bene a qualsiasi mano.

Partendo da queste considerazioni ci è chiesto quante persone possa soddisfare questo prodotto, per questo motivo è stata fatta una targettizzazione prendendo in considerazione le diverse tipologie di giocatore.



Sono state individuate tre categorie:

- **il giocatore con deficit non specifici** (caso Mario), che oltre ad essere su sedia rotelle non presenta deficit particolari agli arti superiori, se non quelli già evidenziati in precedenza dovuti alla patologia o a malattie affini;
- **il giocatore con deficit specifici** (caso Rudy), il quale oltre ad essere seduto su sedia a rotelle presenta dei deficit significativi ad uno o ad entrambi gli arti superiori;
- **il giocatore agonista**, ossia che utilizza il calcio balilla non per motivi di riabilitazione o tempo libero, ma per sport a livello professionale e pertanto necessita di giocare più a lungo.

Sono state individuate tre categorie:



Giocatore con deficit non specifici

Il giocatore con deficit non specifici, oltre a rappresentare la **fetta più grossa dell'utenza da soddisfare**, non presenta particolari esigenze rispetto a quelle già evidenziate durante lo sviluppo del progetto, possiamo dunque sostenere che le manopole così come sono state disegnate possono andare bene.

Il problema però sorge a livello di **costi**: per quanto il prodotto possa risultare utile sarebbe necessario abbattere i costi di produzione, in modo da fornire una soluzione accessibile ai più.

Per questo si è pensato che una **produzione in serie** potesse essere una soluzione più percorribile. Per la realizzazione del prodotto si potrebbero utilizzare le tecniche che vengono oggi utilizzate per la produzione delle manopole già in commercio, sostituendo la stampa 3D del PLA con uno stampaggio ad iniezione di TPE.

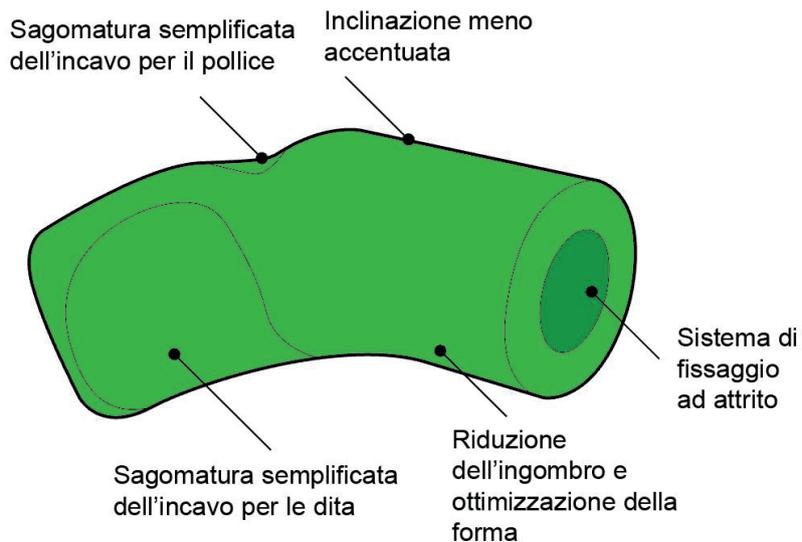


Analisi dei costi per i diversi processi produttivi

STAMPA 3D		PRODUZIONE IN SERIE	
- Calco della mano	3 €	- Stampaggio a iniezione (TPE)	7,40 € / pz*
- Scanner 3D	15 €		
- Modellazione virtuale	20 €		
- Stampa 3D	50 €		
tot.	98 € / pz		

* Il prezzo singolo è stato calcolato per una produzione totale di 700 pezzi, immaginando che queste manopole vengano prodotte in piccoli lotti

Inoltre, dato che le manopole sono realizzate per un calcio balilla specifico e di conseguenza verrebbero vendute insieme ad esso e che sono adatte alla maggior parte delle persone che giocano da sedute, il **sistema di aggancio può essere semplificato**: la manopola potrebbe essere inserita normalmente sulla stecca creando attrito grazie alle proprietà fisiche del materiale.



Dopo queste considerazioni si è entrati in contatto con l'azienda **RETA**, una società che si occupa della produzione di accessori per calcio balilla ad Alessandria, con la quale si potrebbe avviare una collaborazione per una possibile produzione futura.

approfondimento

Reta Srl

La Reta Srl è una piccola azienda situata ad Alessandria che si occupa di stampaggio di Materie Plastiche specializzata in articoli tecnici.

È nata nel 1952 quando Nicola Reborà e Franco Taverna si sono messi in società. L'azienda, dopo qualche anno di attività, ha ricevuto l'ordine per uno stampo per omini del calcio balilla che non è mai stato pagato, da quel momento ha iniziato a produrre accessori per il calcio balilla fino diventare leader nel campo. In particolare la Reta produce manopole, omini, boccole, palline e altri accessori in materiale plastico e utilizza come tecnica di produzione soprattutto lo stampaggio a iniezione. Negli ultimi anni sono stati acquistati macchinari innovativi e si l'azienda si è affacciata così nel mondo della stampa 3D.



Utente su sedia a rotelle

- Impugnatura comoda per una durata di gioco ridotta
- Buona visibilità
- Facilità di presa

Standardizzazione della forma e del processo produttivo

Costi e tempi di produzione minori



Il giocatore con deficit specifico

Un discorso diverso va fatto per i giocatori che presentano deficit specifici agli arti superiori. Come per il caso di Rudy, una persona che presenta deficit specifici ha delle **esigenze particolari**: per quanto il gioco possa migliorare con le manopole progettate, tali esigenze non potranno mai essere soddisfatte a pieno, se non studiando il caso in maniera specifica, andando ad adattare il prodotto, per forma e materiali, al soggetto.

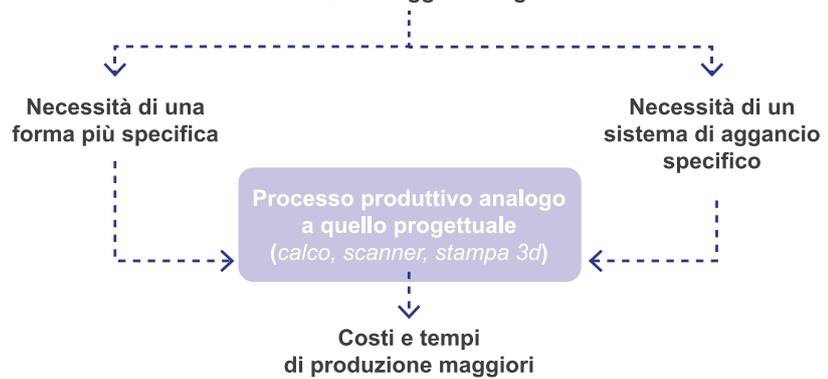
In quest'ottica, rispetto ad una produzione seriale, è preferibile un tipo di **produzione che si focalizzi sulla creazione di un pezzo unico**, cosa che ben si adatta alla stampa 3D: nonostante i costi più elevati, è plausibile che l'utente, non soddisfatto dal prodotto in commercio, sia disposto anche a spendere di più per un prodotto realizzato ad hoc.

Per quanto riguarda il **sistema di aggancio** quello **a morsa** pensato per il caso di Mario e Rudy sarebbe perfetto in quanto permetterebbe alla persona di utilizzare le proprie manopole su qualsiasi tipo di calcio balilla.



Utente con deficit specifici

- Impugnatura comoda per una durata di gioco ridotta
- Buona visibilità
- Facilità di presa
- Ergonomia particolare
- Facilità di aggancio/sgancio





Giocatore disabile agonista

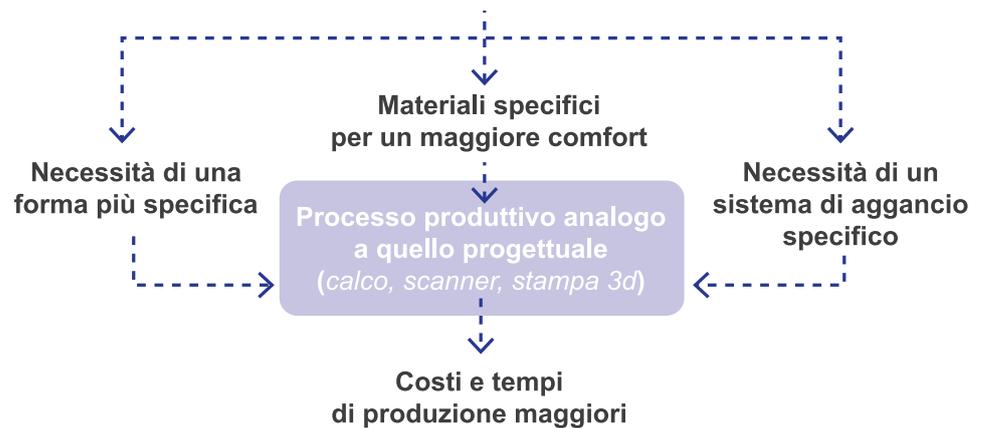
L'utente disabile agonista si differenzia dai primi due tipi di utenti per diversi motivi. Un agonista innanzitutto deve giocare per **più tempo** e quindi richiede **performances di prodotto diverse** rispetto ad una persona che utilizza il calcio balilla a scopi riabilitativi o ludici. Dal punto di vista formale si potrebbe fare un discorso analogo a quello fatto per l'utente con deficit specifici; in linea di massima affrontare una spesa più consistente per avere una manopola personalizzata non costituirebbe un grosso problema, dato il largo utilizzo che ne viene fatto durante i tornei e i vantaggi che ne derivano.





Utente disabile agonista

- Impugnatura comoda per una durata di gioco prolungata
- Buona visibilità
- Facilità di presa
- Ergonomia particolare
- Facilità di aggancio/sgancio



06 CONCLUSIONI



06

CONCLUSIONI

A conclusione del progetto si può dire di essere riusciti nell'intento prefissato all'inizio del percorso, ovvero quello di **creare qualcosa che rendesse migliore un aspetto della quotidianità di una persona affetta da SM**.

Si è partiti dall'ambito della **riabilitazione** e grazie soprattutto alla **settimana di Workshop** al centro diurno di Strada del Fortino è stato possibile conoscere in modo diretto cosa significhi convivere con la patologia, in quella che si può dire esser stata un'**esperienza di vita**, oltre che professionale.

I risultati finali hanno dimostrato come adottare un metodo di **coprogettazione**, che coinvolgesse gli utenti finali, contribuisca notevolmente allo sviluppo di una soluzione studiata ad hoc, specie in ambiti dove le esigenze sono così specifiche.

Progettare considerando l'utente solamente come fruitore finale, non coinvolgendolo nella fase progettuale, avrebbe portato alla realizzazione di una soluzione di qualità inferiore, sicuramente non così performante.

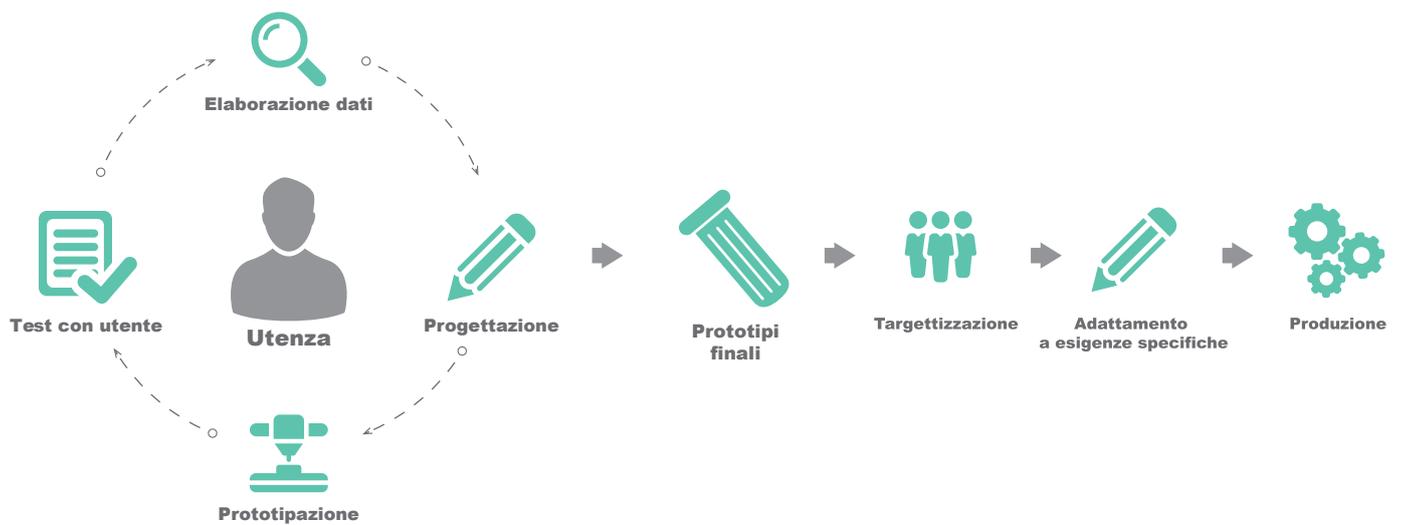
Una coprogettazione che è stata possibile e resa più efficace anche grazie all'utilizzo di sistemi di **scansione e prototipazione rapida**. Per quanto possano essere sistemi ancora costosi per la produzione,

in fase progettuale poter realizzare in maniera rapida un qualsiasi prodotto e testarlo immediatamente consente di velocizzare i processi di design e ottimizzazione e si sposa bene con quella che è la co-progettazione, in quanto consente di **rispondere più velocemente ai feedback ottenuti dai test** con gli utenti.

Questo tipo di tecnologia inoltre, in ambiti come quello medico sanitario, può veramente diventare un punto di riferimento. Come è stato osservato, il corpo di ogni persona ha un proprio personale modo di reagire alle malattie originando una varietà di **esigenze specifiche** che spesso non trovano modo di essere soddisfatte. Ciò che permette di fare la prototipazione rapida è dare una risposta concreta a queste esigenze, velocizzando il processo di progettazione e realizzazione di **soluzioni su misura**.

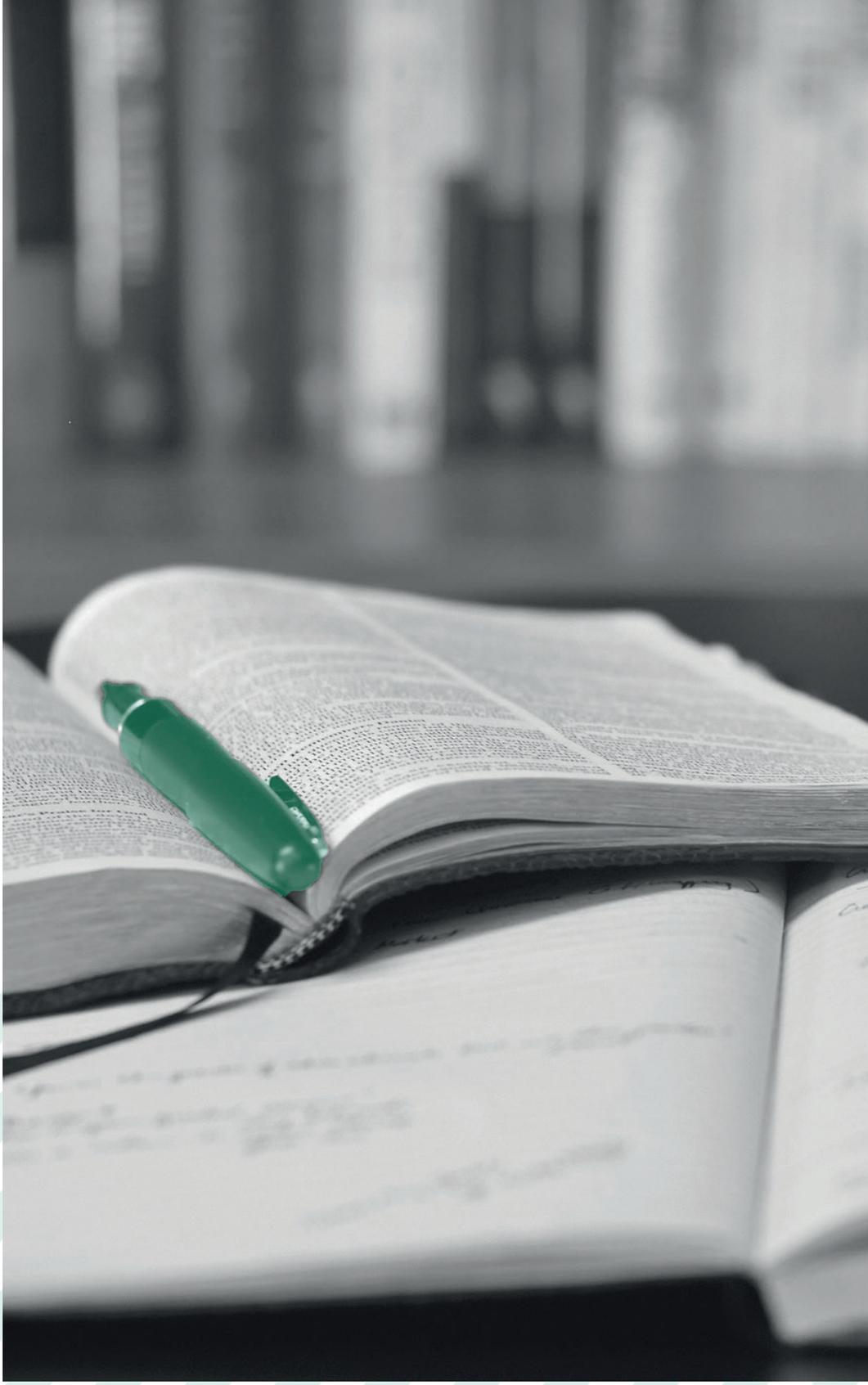


Nel corso della tesi è stato esplorato l'ambito medico sanitario, ma ciò non esclude che la stessa metodologia progettuale utilizzata non si adatti anche ad **altri ambiti**. Anzi non è da scartare l'idea che possa portare a soluzioni qualitativamente migliori in tutti quei contesti dove spesso un'esigenza specifica non viene soddisfatta da ciò che esiste già in commercio.



Si potrebbe sintetizzare un processo di progettazione, valido anche per altri ambiti diversi da quello affrontato nel progetto di tesi che si sviluppi dal particolare al generale: partendo con una fase di co-progettazione per andare a risolvere esigenze specifiche di poche persone si arriva alla realizzazione di un prototipo che con le dovute modifiche può essere rapportato ad utenze diverse e adattato a casi specifici.

07 BIBLIO- SITOGRAFIA





BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Bibliografia

- Nicola Canal, Angelo Ghezzi, Mauro Zaffaroni. Sclerosi multipla. Attualità e prospettive; 2011, Elsevier a cura di Jack S. Burks, Kenneth P. Johnson
- Multiple sclerosis: diagnosis, medical management, and rehabilitation; 2000, Edizioni Demos
- AISM, Comunicazione tecnico scientifica per l'accertamento degli stati invalidandi correlati alla sclerosi multipla, 2018

Sitografia

https://www.aism.it/index.aspx?codpage=sclerosi_multipla
www.uniroma2.it/didattica/BIOLAPP/deposito/Tessuto_Nervoso.doc
https://it.wikipedia.org/wiki/Guaina_mielinica
<https://it.wikipedia.org/wiki/Assone>
<https://www.neuroscienze.net/il-sistema-nervoso-delluomo/>
<http://www.vitocaronna.it/disabilita-ausili-fai-da-te-nicholas-alfred-e-gli-altri-maker/>
<https://www.fondazioneeserono.org/sclerosi-multipla/ultime-notizie-sclerosi-multipla/sclerosi-multipla-quali-gli-esami-da-fare-per-diagnosticarla/>

https://www.aism.it/index.aspx?codpage=2018_ricerca_msif_test_occhio_sclerosi_multipla
<https://www.wired.it/scienza/medicina/2018/03/02/exergames-riabilitazione-sclerosi-multipla/>
http://www.adnkronos.com/fatti/cronaca/2017/10/16/sclerosi-multipla-premio-merck-due-progetti-per-qualita-vita_pYhZaiEAI4W05OGFDmdTRL.html?refresh_ce
<https://talentgarden.org/it/blog/startup-it-it/alfred-il-bastone-hi-tech-che-rivoluziona-la-vita-delle-persone-affette-da-sclerosi-multipla/>
<http://www.adidesignindex.com/it/targa-giovani/2016/igea-back-to-feel-good>
<http://www.lastampa.it/2018/03/16/scienza/sclerosi-multipla-un-videogioco-per-lavorare-sulla-riabilitazione-anche-a-casa-propria-Pjoy4WZldOiNSwtT8eYTsn/pagina.html>
https://www.corriere.it/salute/neuroscienze/17_marzo_01/sclerosi-multipla-due-progetti-innovativi-aiutare-pazienti-1ac406f8-fe72-11e6-844d-f8ea6c2a643b.shtml
<http://www.idsa.org/awards/idea/computer-equipment/lomak-light-operated-mouse-and-keypad>
<http://www.vitocaronna.it/disabilita-ausili-fai-da-te-nicholas-alfred-e-gli-altri-maker/>

<https://www.fondazioneeserono.org/sclerosi-multipla/ultime-notizie-sclerosi-multipla/sclerosi-multipla-quali-gli-esami-da-fare-per-diagnosticarla/>
https://www.aism.it/index.aspx?codpage=2018_ricerca_msif_test_occhio_sclerosi_multipla
<http://www.sclerosimultipla-e.it/affrontare/sm-riabilitazione-fisioterapia.shtml>
<https://wol.jw.org/it/wol/d/r6/lp-i/102003844#h=3>
<http://www.sclerosimultipla-e.it/vivere/>
<https://lamenteemeravigliosa.it/sistema-limbico-cose-funziona/>

<https://www.doveecomemicro.it/notizie/aggiornamenti/cervello>
<https://www.humanitas.it/enciclopedia/anatomia/sistema-nervoso/sistema-nervoso-centrale/tronco-encefalico>
https://www.assism.org/cose-la-sclerosi-multipla/?gclid=EAlaIQobChMI4qbtvo6H4wIVAwbTCh1T1ApGEAAYASAAEgK0cfD_BwE
http://www.webalice.it/prati_50/riflessi.htm
<http://www.centroitalianoperlapsiche.it/vivere-con-la-sclerosi-multipla/>
https://www.partecipasalute.it/cms/files/IN_PRIMA_PERSONA.pdf
<https://www.giovanioitrelasm.it/>
<http://www.neurocare-onlus.it/caregiver/malattie/sclerosi-multipla/vivere-con-la-sclerosi-multipla/>
<https://zero.eu/it/luoghi/53802-opendot,milano/>
<https://www.opendotlab.it/fablab/>
<http://www.sirn.net/IT/blog.xhtml/id/929-un-calcio-balilla-per-la-riabilitazione>
<https://www.disabili.com/sport/articoli-qsportq/il-calcio-balilla-come-attivita-riabilitativa-psico-motoria>
<http://www.ozplast.it/>
<https://www.3ditaly.it/>
<https://www.protiq.com/3d-druck/materialien/kunststoff-sls/>
<http://natureplast.eu/contact/>
<http://www.bio-on.it/contact.php>
<https://www.plasticfinder.it/vetrina/pub/POK23ZN>
https://pingroup.eu/stampi-materie-plastiche/?gclid=EAlaIQobChMIhvHbhq2W5AIVE53VCh3DhgagEAAYAyAAEglyh_D_BwE
https://www.aldobolognesi.com/stampi.html?gclid=EAlaIQobChMIhvHbhq2W5AIVE53VCh3DhgagEAAYAiAAEgLxO_D_BwE
<https://uploads.protolabs.co.uk/it/PartUpload.aspx?LinkFrom=PM>
<http://www.ozplast.it/ita/stampaggio-ecologico.php>
<https://www.plasticfinder.it/vetrina/pub/POMUIGZ>
<https://www.apiplastic.com/bioplastiche/>

<http://www.atservice-srl.it/preventivo-stampi-a-iniezione/>

<http://www.femto.it/pha/>

<https://bearplast.it/stampaggio-nuovi-polimeri/>

<https://www.polimerica.it/articolo.asp?id=5476>

<http://materbi.com/>

<https://www.novamont.com/mater-bi-tecnologie-di-trasformazione>

RINGRAZIAMENTI

Questo progetto di tesi è frutto di un lungo percorso, durato quasi un anno, durante il quale abbiamo avuto l'opportunità di conoscere persone e realtà molto speciali.

In primo luogo vorremmo ringraziare i nostri professori Fabrizio Valpreda e Cristian Campagnaro per averci guidato e per essere sempre stati disponibili durante lo sviluppo della tesi.

Grazie a Cristina Navone, responsabile del centro diurno AISM, per averci accolti e supportati durante la tesi; grazie anche a Enrico Giunta e Andrea Vairo che ci hanno sostenuto e consigliato a ogni step del progetto.

Grazie ad Alessandro Dentis, responsabile tecnico del VirtuaLab, che con i suoi consigli e la sua supervisione ha reso possibile la prototipazione.

Infine un ringraziamento speciale a Mario e Rudy, che si sono resi disponibili a collaborare con noi con entusiasmo e partecipazione.

E grazie a tutti gli amici, parenti e colleghi che con il loro supporto hanno contribuito al raggiungimento di questo traguardo.

In Italia, la sclerosi multipla colpisce ogni anno migliaia di persone, spesso causando loro, nel tempo, importanti disabilità motorie.

Recenti studi hanno dimostrato come una riabilitazione di tipo attivo, cioè quella che permette ai pazienti di controllare i propri movimenti, risulta essere più efficace rispetto a quella passiva nel combattere tali disagi.

L'Associazione Italiana Sclerosi Multipla (AISM) possiede un centro diurno a Torino in cui si svolgono diverse attività riabilitative, tra le quali il gioco del calcio balilla. Tale attività, una delle più amate dagli utenti del centro, viene svolta utilizzando particolari tavoli adatti al gioco da seduti, che però costringono i giocatori ad adottare un' innaturale posizione del polso che può causare dolore ed affaticamento.

Al fine di incentivare gli ospiti all'esercizio, il Politecnico di Torino, in collaborazione con il centro AISM, ha organizzato un workshop per sviluppare una manopola ergonomica che permettesse agli utenti di muovere più agevolmente le stecche.