**Protocollo MYKI Feedback**

L’esperimento di conclusione del progetto MYKI è grossolanamente diviso in due macro-categorie:

1. **Esperimenti sul controllo protesico con interfaccia miocinetica**
2. **Esperimenti sul feedback propriocettivo attraverso interfaccia miocinetica**

In questo documento viene delineato il protocollo sperimentale per la **Categoria #2**. Per la **Categoria #1** fare riferimento all’apposito documento.

La **Categoria #2**, a sua volta, è divisa in due eventi distinti:

1. **VIB-Features**:

*Studio qualitativo e quantitativo del fenomeno di illusione propriocettiva indotta da vibrazioni somministrate da magneti impiantati mini-invasivamente nel ventre muscolare.*

Tale evento è suddiviso in tre tasks sperimentali:

* 1. **Phase 1**: Somministrazione di vibrazioni muscolo-tendinee *non-invasive* su mano sana, per verifica della presenza dell’illusione cinestetica nell’arto sano del soggetto, e sua caratterizzazione e quantificazione;
  2. **Phase 2**: Somministrazione di vibrazioni attraverso interfaccia miocinetica su avambraccio amputato, per verifica della presenza dell’illusione cinestetica nell’arto fantasma del soggetto, e sua caratterizzazione e quantificazione;
  3. **Phase 3**: Somministrazione di vibrazioni attraverso interfaccia miocinetica su avambraccio amputato, in sequenze adattive psicofisiche, per la ricerca dei valori ottimali di frequenza e ampiezza della vibrazione.

1. **Rubber Hand Tests - Embodiment**:

*Studio sull’effetto delle vibrazioni muscolo-tendinee miocinetiche sul fenomeno dell’embodiment della protesi mioelettrica o fantoccio human-like.*

Tale evento è suddiviso in due tasks sperimentali:

* 1. **Traditional Rubber Hand Illusion Test – Ownership**: Esecuzione del test standard Rubber Hand Illusion in cui eventi tattili sulla mano sana (nascosta) e su un fantoccio biomimetico (visibile al SOG) contemporanei portano ad una sensazione di ownership del fantoccio come facente parte del proprio *body schema*;
  2. **Modified Rubber Hand Illusion Test – Ownership**: Esecuzione del test standard Rubber Hand Illusion in cui gli eventi tattili sulla mano sana sono rimpiazzati da eventi vibratori su avambraccio amputato;
  3. **Moving Hand Illusion Test – Agency:** Somministrazione di vibrazioni miocinetiche (ritardate o contemporanee) in concomitanza con movimenti della protesi volontari (ritardati o contemporanei rispetto all’input del soggetto).

A seguire i protocolli sperimentali dei singoli cinque tasks.

# VIB-Features

## Phase 1 – Caratterizzazione qualitativa illusione propriocettiva da vibrazioni non invasive

### Setup hardware e software

Il soggetto partecipante all’esperimento (SOG) è seduto su una sedia regolabile in altezza, con poggiabraccia, al bordo di una scrivania dotata dei sistemi informatici necessari alla somministrazione delle vibrazioni, registrazione dei dati e delle risposte ai questionari.

In particolare le componenti nececssarie per questa Phase 1 sono:

* Computer per l’esecuzione del codice MATLAB (applicativo MYKI\_PsychoPhysics.exe), software EAI TDK, MATLAB EAI TDK 1.0.5;
* EAI Tactor Control Unit
* EAI Tactors C-2HDLF (high displacement low frequencies)
  + Con custom made VibTip
* Custom Made VibBox (astuccio per posizionamento su target)

### Posizione e accorgimenti

Durante qualsiasi stimolazione vibrazionale il SOG deve avere gli occhi chiusi o bendati. Non sono necessarie misure di isolamento acustico.

Il braccio sano del SOG è poggiato al poggiabraccia della sua sedia. Sul dorso della mano è posto l’astuccio VibBox, assicurato con una cinghia elastica, stretta abbastanza da non consentire il movimento della Box ma non abbastanza da causare disagio.

E’ inoltre necessario che il SOG non riceva stimolazioni tattili sulle dita soggette a vibrazioni. Evitare che le dita facciano contatto con qualsiasi oggetto o tra di loro.

Ogni circa 3 minuti di testing o circa 15 vibrazioni si richiede al SOG di muovere le dita. Ciò porta a una contrazione volontaria dei muscoli dell’avambraccio, eliminando l’onset della *Short Range Elastic Component* dovuta alla tixotropia del tessuto muscolare in seguito a riposo prolungato. Si istruisca il SOG di non muovere eccessivamente le dita per evitare spostamenti della VibBox.

### Istruzioni per esecuzione test

### 

Una volta lanciata l’applicazione, viene selezionata la cartella della struttura dati contenente tutti i partecipanti allo studio, e poi il numero progressivo del SOG. Dopo essersi assicurati di essere nella tab *Phase 1 – Training and Calibration* si procede alla connessione al personal computer della Tactor Interface.

Cliccando sulla box *COM Ports – Update* si aggiorna la lista delle porte seriali disponibili. Selezionare quella relativa alla Tactor Interface e premere *Initialize Tactor Interface*. Premere *Show Directories* per tenere sotto controllo la creazione delle cartelle durante l’esperimento.

Se è la prima volta che il SOG viene studiato, compilare la lista dei giunti stimolati (o sensorizzati dai magneti) col tasto *Edit Subject’s Joint List*.

Inserire la sigla identificatrice del giunto stimolato e il numero progressivo del test – questionario nel campo *Survey Identifier*.

Prima di iniziare il questionario-sequenza effettuare una serie di stimolazioni di training, al fine di identificare il punto su cui posizionare il vibratore, focalizzandosi sui tendini estensori delle dita indice e medio della mano, in questo modo:

1. Inserire il Tactor nella VibBox precedentemente posizionata in modo che dal foro nella base sia visibile il tendine target;
2. Somministrare una vibrazione usando il pannello *Tactors,* selezionando frequenza, gain e tempo della stimolazione;
3. Chiedere al SOG cosa percepisca:

Se il SOG riferisce di percepire solamente una sensazione di vibrazione e nessuna sensazione di *flessione* del giunto stimolato, muovere leggermente la VibBox con il Tactor e tornare al punto 2).

Se dopo 5 minuti di prove sul target scelto il SOG fallisce nella descrizione dell’illusione di movimento, fornire l’indizio *“Alcuni partecipanti riferiscono di percepire delle sensazioni più complesse della sola vibrazione”*. Muovere leggermente la VibBox con il Tactor e tornare al punto 2).

Se dopo 5 minuti di prove sul target scelto il SOG fallisce nella descrizione dell’illusione di movimento, fornire l’indizio *“Alcuni partecipanti riferiscono di percepire movimenti delle dita”.* Muovere leggermente la VibBox con il Tactor e tornare al punto 2).

Se dopo 5 minuti di prove sul target scelto il SOG fallisce nella descrizione dell’illusione di movimento, fornire l’indizio *“Alcuni partecipanti riferiscono di percepire la flessione del dito stimolato”.* Muovere leggermente la VibBox con il Tactor e tornare al punto 2).

Se il SOG fallisce nella descrizione dell’illusione di movimento dopo aver ascoltato tutti e tre gli indizi, cambiare tendine stimolato e ripetere il training tornando al punto 2).

Se il SOG fallisce nella descrizione dell’illusione di movimento dopo la stimolazione di tutti i tendini raggiungibili dai tactors, è da considerarsi immune all’illusione propriocettiva e viene scartato dall’esperimento.

Se in ogni momento il SOG riesce a descrivere l’illusione di movimento continuare con le vibrazioni tornando al punto 2) al fine di assicurarsi che il SOG stia percependo la sensazione ricercata. Richiedere descrizioni delle sensazioni provate, attendendosi sensazioni più vivide a frequenze e ampiezze maggiori. Stimolazioni ad ampiezze molto basse (gain basso) e frequenze lontane dal range 80-100Hz non dovrebbero generare illusioni propriocettive ma solamente sensazioni tattili vibratorie.

1. Qualora il SOG abbia dimostrato di saper riconoscere e descrivere accuratamente le illusioni cinestetiche, i range of motion e velocità di esse, allora si può passare al questionaro, premendo il pulsante *Start Survey.*

Premendo il pulsante *Start Survey* si entra in una sequenza casuale di stimolazioni vibrazionali bivariate in frequenza e ampiezza*.* Lo scopo è somministrare una decina di stimolazioni, e raccogliere il feedback del SOG. Dopo ogni stimolazione riempire le *Survey Questions.*

Utilizzando i pulsanti dello stesso pannello *Proprioceptive Illusion Survey* si può procedere nella sequenza, ripetere la vibrazione, cancellare l’ultimo set di risposte, terminare il sondaggio.

Il pulsante *“Save Survey Answers”* salverà tutte le risposte date fino a quel momento, su file Excel, e terminerà la sequenza.

Si può eseguire un qualsiasi numero di Surveys successivi, a patto di non superare le 20 stimolazioni per Survey e di fare pausa tra un Survey e il successivo. Ricordarsi sempre di aggiornare il Trial# nel campo *Survey Identifier.*

## Phase 2 – Caratterizzazione qualitativa illusione propriocettiva da vibrazioni invasive

### Setup hardware e software

Il soggetto partecipante all’esperimento (SOG) è seduto su una sedia regolabile in altezza, con poggiabraccia, al bordo di una scrivania dotata dei sistemi informatici necessari alla somministrazione delle vibrazioni, registrazione dei dati e delle risposte ai questionari.

In particolare le componenti nececssarie per questa Phase 2 sono:

* Computer per l’esecuzione del codice MATLAB (applicativo MYKI\_PsychoPhysics.exe), CyberGlove DCU per calibrazione, CyberGlove.m libreria MATLAB
* CyberGlove III

### Posizione e accorgimenti

Durante qualsiasi stimolazione vibrazionale il SOG deve avere gli occhi chiusi o bendati. Non sono necessarie misure di isolamento acustico.

Il braccio sano del SOG è rilassato sul poggiabraccio della sedia, e indossa il CyberGlove per la registrazione dei movimenti delle dita.

Il braccio amputato del SOG è infilato nel cluster di MYKI Drivers. Il SOG può indossare diversi tipi di rivestimenti e calze sull’avambraccio in modo da non causare disagio.

Ogni circa 3 minuti di testing o circa 15 vibrazioni si richiede al SOG di contrarre volontariamente i muscoli residui. Ciò elimina l’onset della *Short Range Elastic Component,* dovuta alla tixotropia del tessuto muscolare, in seguito a riposo prolungato.

### Istruzioni per esecuzione test

### 

Se è la prima volta che SOG viene testato col CyberGlove, questo va configurato con l’applicazione *Device Configuration Utility*.

Una volta connesso il guanto e riconosciuto dall’applicazione procedere alla calibrazione dei giunti impiantati da magneti, utilizzando la calibrazione avanzata (manuale per ogni singolo giunto).

Successivamente si può aprire l’applicazione *MYKI\_PsychoPhysics.exe* .

Una volta lanciata l’applicazione, viene selezionata la cartella della struttura dati contenente tutti i partecipanti allo studio, e poi il numero progressivo del SOG. Ci si assicuri di essere nella tab *Phase 2 – Glove Tracking*.

Cliccando sulla box *COM Ports – Update* si aggiorna la lista delle porte seriali disponibili. Selezionare quella relativa alla *CyberGlove Interface* e premere *Initialize Glove Interface*. Premere *Show Directories* per tenere sotto controllo la creazione delle cartelle durante l’esperimento.

Se è la prima volta che il SOG viene studiato, compilare la lista dei giunti stimolati (o sensorizzati dai magneti) col tasto *Edit Subject’s Joint List*.

Inserire la sigla identificatrice del giunto stimolato e il numero progressivo del test – questionario nel campo *Survey Identifier*.

Prima di iniziare il questionario-sequenza effettuare due serie di registrazioni di posizione per la calibrazione del guanto:

1. Premere il pulsante *Ping CyberGlove*  5 volte, non troppo velocemente, con le dita in posizione flessa intorno al pollice (posizione del pugno)
2. Selezionare *Flex* nel campo *Posit.*
3. Salvare col tasto *Save .xlsx Position*
4. Premere il pulsante *Ping CyberGlove* 5 volte, non troppo velocemente, con le dita in posizione estesa, dita complanari col palmo della mano
5. Selezionare *Ext* nel campo *Posit.*
6. Salvare col tasto *Save .xlsx Position*

Premendo il pulsante *Start Survey* si entra in una sequenza casuale di stimolazioni vibrazionali bivariate in frequenza e ampiezza*.* Lo scopo è somministrare una decina di stimolazioni, e raccogliere il feedback del SOG.

In particolare rispettare la seguente sequenza di azioni:

1. *Start Survey*
2. *Deliver First Stimulation* o, se accessibile, *Save & Next Stimulation*
3. Inserire sul Computer MYKI Drivers Handler i valori di frequenza e coppia, inviare la stimolazione vibratile
4. Registrare la sensazione di movimento appena percepita accendendo il recording dal guanto col pulsante *CyberGlove Stream OFF/ON;* per consentire le tempistiche di comunicazione seriale attendere sempre due secondi tra l’accensione dello streaming, l’inizio della replica del movimento percepito, e la chiusura dello streaming.
5. Riempire le risposte al questionario dal nel pannello *Proprioceptive Illusion Survey.*

Utilizzando i pulsanti dello stesso pannello *Proprioceptive Illusion Survey* si può procedere nella sequenza, ripetere la vibrazione, cancellare l’ultimo set di risposte

1. Se ri è raggiunto il numero di 10 stimolazioni, proseguire al punto 7), altrimenti tornare al punto 2)
2. Premere il pulsante *“Save Survey Answers”* che salverà tutte le risposte date fino a quel momento, su file Excel, e terminerà la sequenza

Si può eseguire un qualsiasi numero di Surveys successivi, a patto di non superare le 10 stimolazioni per Survey e di fare pausa tra un Survey e il successivo. Ricordarsi sempre di aggiornare il Trial# nel campo *Survey Identifier.*

## Phase 3 – Caratterizzazione quantitativa illusione propriocettiva da vibrazioni invasive

### Setup hardware e software

Il soggetto partecipante all’esperimento (SOG) è seduto su una sedia regolabile in altezza, con poggiabraccia, al bordo di una scrivania dotata dei sistemi informatici necessari alla somministrazione delle vibrazioni, registrazione dei dati e delle risposte ai questionari.

In particolare le componenti nececssarie per questa Phase 3 sono:

* Computer per l’esecuzione del codice MATLAB (applicativo MYKI\_PsychoPhysics.exe)

### Posizione e accorgimenti

Durante qualsiasi stimolazione vibrazionale il SOG deve avere gli occhi chiusi o bendati. Non sono necessarie misure di isolamento acustico.

Il braccio sano del SOG è rilassato sul poggiabraccio della sedia.

Il braccio amputato del SOG è infilato nel cluster di MYKI Drivers. Il SOG può indossare diversi tipi di rivestimenti e calze sull’avambraccio in modo da non causare disagio.

Ogni circa 3 minuti di testing o circa 10 vibrazioni si richiede al SOG di contrarre volontariamente i muscoli residui. Ciò elimina l’onset della *Short Range Elastic Component,* dovuta alla tixotropia del tessuto muscolare, in seguito a riposo prolungato.

### Istruzioni per esecuzione test

### 

Una volta lanciata l’applicazione, viene selezionata la cartella della struttura dati contenente tutti i partecipanti allo studio, e poi il numero progressivo del SOG. Ci si assicuri di essere nella tab *Phase 3 – Glove Tracking*.

Premere *Show Directories* per tenere sotto controllo la creazione delle cartelle durante l’esperimento.

Le stimolazioni in questa fase vengono somministrate sul muscolo residuo che ha mostrato le maggiori

Inserire la sigla identificatrice del giunto stimolato e il numero progressivo del test – questionario nel campo *Survey Identifier*.

Prima di iniziare la sequenza adattiva selezionare quale sarà la grandezza variabile tra frequenza e coppia, dal menù a tendina *Trial Variable*. Cercare di mantenere un numero di trials equivalente su entrambe le variabili, accertandosene con il pulsante *Show Directories*.

Premendo il pulsante *Start Sequence* si entra in una sequenza adattiva di stimolazioni vibrazionali monovariate in frequenza o coppia*.* Lo scopo è trovare il valore ottimale di frequenza per ottenere le illusioni propriocettive più vivide (o il valore “soglia di percezione” minimo di coppia).

In particolare rispettare la seguente sequenza di azioni:

1. *Start Sequence*
2. *Deliver First Stimulation*
3. Inserire sul Computer MYKI Drivers Handler i valori di frequenza e coppia, inviare la stimolazione vibratile
4. *Deliver Second Stimulation*
5. Inserire sul Computer MYKI Drivers Handler i valori di frequenza e coppia, inviare la stimolazione vibratile
6. Continuare la sequenza effettuando un confronto binario dopo ogni stimolazione, tra quella appena ricevuta e quella immediatamente precedente.

Il confronto binario riguarda la forza, vividezza dell’illusione propriocettiva (o la sua presenza-assenza).

Usare i pulsanti a destra per scegliere una tra le tre risposte forzate. Premere un pulsante risposta farà avanzare la sequenza.

Si può ripetere l’ultima stimolazione agendo sul Computer MYKI Drivers Handler.

Si può cancellare l’ultima risposta tornando indietro di uno step nella sequenza col tasto *Delete Last Step.*

1. Sarà possibile terminare la sequenza soltanto dopo aver raggiunto la condizione di terminazione sequenza di TOT stimolazioni entro range TUT
2. Alla terminazione si può scegliere se salvare soltanto l’immagine del grafico, soltanto i dati numerici, o entrambi

Si può eseguire un qualsiasi numero di Sequenze successive, a patto di fare una pausa sostanziosa tra una Sequenza e la successiva. Ricordarsi sempre di aggiornare il Trial# nel campo *Survey Identifier.*

# Rubber Hand Tests – Embodiment

## Traditional Rubber Hand Illusion Test – Baseline test su mano sana

### Setup hardware e software

Il soggetto partecipante all’esperimento (SOG) è seduto su una sedia regolabile in altezza, con poggiabraccia, al bordo di una scrivania dotata della struttura per l’esecuzione del test.

In particolare le componenti nececssarie per questo test sono:

* Struttura di occultamento della mano biologica reale
* Fantoccio human-like di mano destra
* Due pennelli uguali
* Shimmer + GSR+ Developement Kit

### Posizione e accorgimenti

Il SOG è seduto al bordo del tavolo, con l’avambraccio destro poggiato sul tavolo, rilassato. Questo è occultato da una struttura apposita, e nelle immediate vicinanze, in una posizione anatomicamente congrua con la posizione di spalla e gomito, vi è il fantoccio di mano destra.

Lo Shimmer è dotato di un ossipulsimetro e due recettori di conduttanza cutanea, posti sulle dita anulare, indice e medio rispettivamente, ed è connesso in streaming bluetooth col terminale informatico.

Lo Shimmer viene collegato almeno 5 minuti prima dell’inizio dell’esperimento, con acquisizione in corso.

In ogni momento dell’esperimento il SOG deve avere lo sguardo focalizzato sul fantoccio.

### Istruzioni per esecuzione test

L’esecuzione di questa fase dell’esperimento è simile alla versione originale della Rubber Hand Illusion progettata da Botvinick e Cohen.

Di seguito nel dettaglio la procedura da noi adottata:

1. Task di position matching (ad occhi chiusi) della posizione percepita dell’indice della mano reale, indicando con l’altro braccio.
   1. Viene registrata la distanza proiettata sul piano del tavolo tra posizione indicata e indice della mano destra.
2. 10 minuti di pennellate o fino al rilevamento di un’innalzamento della conduttanza cutanea;
   1. Le pennellate sono somministrate in modo simultaneo sulla mano reale e sul fantoccio
   2. Inoltre, la posizione dev’essere quanto più simile possibile
3. Task di position matching (ad occhi chiusi) della posizione percepita dell’indice della mano reale, indicando con l’altro braccio.
   1. Viene registrata la distanza proiettata sul piano del tavolo tra posizione indicata e indice della mano destra.
4. Questionario B&C
5. 10 minuti di pennellate con *stimolazioni incongrue*
   1. Durante questa sessione dopo ogni stimolazione il SOG risponde alla domanda:  
      “*Hai percepito la sensazione tattile in seguito al tocco del pennello?*”  
      Il SOG risponde con “*SI’”* o “*NO*”.
   2. Durante questa sessione vengono inserite, in modo casuale, alcune stimolazioni soltanto visive (pennellate sul fantoccio e non sulla mano sana) chiamate *stimolazioni incongrue*;
   3. Un secondo operatore registra:
      1. Numero di stimolazioni totali;
      2. Numero di stimolazioni incongrue con risposta “*SI’”*;
      3. Numero di stimolazioni incongrue con risposta “*NO*”;
6. Questionario B&C

Questo test viene effettuato una sola volta, per registrare risposte di controllo, e appurare la non immunità del SOG alla illusione della rubber hand.

## Traditional Rubber Hand Illusion Test – Baseline test su braccio amputato

### Setup hardware e software

Il soggetto partecipante all’esperimento (SOG) è seduto su una sedia regolabile in altezza, con poggiabraccia, al bordo di una scrivania dotata della struttura per l’esecuzione del test.

In particolare le componenti nececssarie per questo test sono:

* Struttura di occultamento dell’avambraccio amputato
* Fantoccio human-like di mano sinistra
* Due pennelli uguali
* Shimmer + GSR+ Developement Kit

E’ necessario effettuare, in precedenza dell’esperimento, la mappatura delle regioni cutanee di reinnervazione digitale sulla superficie dell’avambraccio amputato del SOG. Sono queste regioni che verranno stimolate in concomitanza al fantoccio.

### Posizione e accorgimenti

Il SOG deve essere seduto al bordo del tavolo, con l’avambraccio sinistro poggiato sul tavolo, rilassato. Questo è occultato da una struttura apposita, e nelle immediate vicinanze, in una posizione anatomicamente congrua con la posizione di spalla e gomito, vi è il fantoccio di mano sinistra.

Lo Shimmer è dotato di un ossipulsimetro e due recettori di conduttanza cutanea, posti sulle dita anulare, indice e medio della mano destra rispettivamente, ed è connesso in streaming bluetooth col terminale informatico.

Lo Shimmer viene collegato almeno 5 minuti prima dell’inizio dell’esperimento, con acquisizione in corso.

In ogni momento dell’esperimento il SOG deve avere lo sguardo focalizzato sul fantoccio.

### Istruzioni per esecuzione test

L’esecuzione di questa fase dell’esperimento è simile alla versione originale della Rubber Hand Illusion progettata da Botvinick e Cohen.

Di seguito nel dettaglio la procedura da noi adottata:

1. Task di position matching (ad occhi chiusi) della posizione percepita dell’indice della mano reale, indicando con l’altro braccio.
   1. Viene registrata la distanza proiettata sul piano del tavolo tra posizione indicata e indice della mano destra.
2. 10 minuti di pennellate o fino al rilevamento di un’innalzamento della conduttanza cutanea;
   1. Le pennellate sono somministrate in modo simultaneo sul moncone (zone mappate) e sul fantoccio
   2. Inoltre, la posizione dev’essere quanto più simile possibile
3. Task di position matching (ad occhi chiusi) della posizione percepita dell’indice della mano fantasma, indicando con l’indice della mano sana.
   1. Viene registrata la distanza proiettata sul piano del tavolo tra posizione indicata e indice della mano fantasma.
4. Questionario B&C
5. 10 minuti di pennellate con *stimolazioni incongrue*
   1. Durante questa sessione dopo ogni stimolazione il SOG risponde alla domanda:  
      “*Hai percepito la sensazione tattile in seguito al tocco del pennello?*”  
      Il SOG risponde con “*SI’”* o “*NO*”.
   2. Durante questa sessione vengono inserite, in modo casuale, alcune stimolazioni soltanto visive (pennellate sul fantoccio e non sulla mano sana) chiamate *stimolazioni incongrue*;
   3. Un secondo operatore registra:
      1. Numero di stimolazioni totali;
      2. Numero di stimolazioni incongrue con risposta “*SI’”*;
      3. Numero di stimolazioni incongrue con risposta “*NO*”;
6. Questionario B&C

## Modified Rubber Hand Illusion Test – Ownership

### Setup hardware e software

Il soggetto partecipante all’esperimento (SOG) è seduto su una sedia regolabile in altezza, con poggiabraccia, al bordo di una scrivania dotata dei sistemi informatici necessari alla somministrazione delle vibrazioni e struttura di esecuzione del test.

In particolare le componenti necessarie per questo test sono:

* Computer per l’esecuzione del codice
* Custom made MYKI Driver
* Cuffie sovraurali per isolamento acustico esterno
* Cuffie auricolari per comunicazione tra operatore e SOG
* Microfono per comunicazione tra operatore e SOG
* Struttura di occultamento moncone
* Fantoccio di mano sinistra
* Shimmer + GSR+ Developement Kit

### Posizione e accorgimenti

Il SOG deve essere seduto al bordo del tavolo, con l’avambraccio sinistro inserito nel MYKI Driver, rilassato. Questo è occultato da una struttura apposita, e nelle immediate vicinanze, in una posizione anatomicamente congrua con la posizione di spalla e gomito, vi è il fantoccio di mano sinistra.

Lo Shimmer è dotato di un ossipulsimetro e due recettori di conduttanza cutanea, posti sulle dita anulare, indice e medio della mano destra rispettivamente, ed è connesso in streaming bluetooth col terminale informatico.

Lo Shimmer viene collegato almeno 5 minuti prima dell’inizio dell’esperimento, con acquisizione in corso.

In ogni momento dell’esperimento il SOG deve avere lo sguardo focalizzato sul fantoccio.

Deve, inoltre, avere indosso le cuffie sovraurali di isolamento acustico, e il sistema di comunicazione con gli operatori.

### Istruzioni per esecuzione test

Questa fase sperimentale è ispirata al lavoro

* D'Alonzo, Marco, Francesco Clemente, and Christian Cipriani. "Vibrotactile stimulation promotes embodiment of an alien hand in amputees with phantom sensations." IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering 23.3 (2014): 450-457

L’esecuzione è del tutto simile, l’unica differenza è che le vibrazioni non sono cutanee ma intramuscolari, tramite interfaccia miocinetica MYKI.

Di seguito nel dettaglio la procedura da noi adottata:

1. Questionario a domande aperte in cui il SOG descrive le sensazioni provate (tattili o cinestetiche) come conseguenza delle vibrazioni intramuscolari somministrate sui tre siti possibili;
   1. Si registrano eventuali corrispondenze tra sensazioni tattili e siti vibrati, che verranno utilizzate come target per le pennellate sul fantoccio;
2. Task di position matching (ad occhi chiusi) della posizione percepita dell’indice della mano reale, indicando con l’altro braccio.
   1. Viene registrata la distanza proiettata sul piano del tavolo tra posizione indicata e indice della mano fantasma sinistra.
3. 10 minuti di vibrazioni intramuscolari oppure fino a visibile innalzamento del livello di conduttanza cutanea;
   1. Le stimolazioni sono somministrate in modo simultaneo sui siti impiantati prescelti dell’avambraccio amputato e le corrispondenti zone sensoriali sul fantoccio;
4. Task di position matching (ad occhi chiusi) della posizione percepita dell’indice della mano reale, indicando con l’altro braccio.
   1. Viene registrata la distanza proiettata sul piano del tavolo tra posizione indicata e indice della mano fantasma sinistra.
5. Questionario B&C
6. 10 minuti di vibrazioni con *stimolazioni incongrue*
   1. Durante questa sessione dopo ogni stimolazione il SOG risponde alla domanda:  
      “*Hai percepito la sensazione tattile in seguito al tocco del pennello?*”  
      Il SOG risponde con “*SI’”* o “*NO*”.
   2. Durante questa sessione vengono inserite, in modo casuale, alcune stimolazioni soltanto visive (pennellate sul fantoccio e nessuna vibrazione intramuscolare) chiamate *stimolazioni incongrue*;
   3. Un secondo operatore registra:
      1. Numero di stimolazioni totali;
      2. Numero di stimolazioni incongrue con risposta “*SI’”*;
      3. Numero di stimolazioni incongrue con risposta “*NO*”;
7. Questionario B&C

## Moving Hand Illusion Test – Agency

### Setup hardware e software

Il soggetto partecipante all’esperimento (SOG) è seduto su una sedia regolabile in altezza, con poggiabraccia, al bordo di una scrivania dotata dei sistemi informatici necessari alla somministrazione delle vibrazioni e struttura di esecuzione del test.

In particolare le componenti necessarie per questo test sono:

* Computer per l’esecuzione del codice
* Custom made MYKI Driver
* Cuffie sovraurali per isolamento acustico esterno
* Cuffie auricolari per comunicazione tra operatore e SOG
* Microfono per comunicazione tra operatore e SOG
* Struttura di occultamento moncone
* Mano robotica MIA (Prensilia)
* Shimmer + GSR+ Developement Kit

### Posizione e accorgimenti

Il SOG deve essere seduto al bordo del tavolo, con l’avambraccio sinistro inserito nel MYKI Driver, rilassato. Questo è occultato da una struttura apposita, e nelle immediate vicinanze, in una posizione anatomicamente congrua con la posizione di spalla e gomito, vi è la mano sinistra robotica.

Lo Shimmer è dotato di un ossipulsimetro e due recettori di conduttanza cutanea, posti sulle dita anulare, indice e medio della mano destra rispettivamente, ed è connesso in streaming bluetooth col terminale informatico.

Lo Shimmer viene collegato almeno 5 minuti prima dell’inizio dell’esperimento, con acquisizione in corso.

In ogni momento dell’esperimento il SOG deve avere lo sguardo focalizzato sulla mano robotica.

Deve, inoltre, avere indosso le cuffie sovraurali di isolamento acustico, e il sistema di comunicazione con gli operatori.

### Istruzioni per esecuzione test

Questa fase sperimentale è ispirata al lavoro

* Pinardi, M., et al. "Doublecheck: a sensory confirmation is required to own a robotic hand, sending a command to feel in charge of it." Cognitive neuroscience 11.4 (2020): 216-228.

L’esecuzione è del tutto simile seconda fase, l’unica differenza è che le vibrazioni non sono cutanee ma intramuscolari, tramite interfaccia miocinetica MYKI.

Di seguito nel dettaglio la procedura da noi adottata:

1. Questionario a domande aperte in cui il SOG descrive le sensazioni provate (tattili o cinestetiche) come conseguenza delle vibrazioni intramuscolari somministrate sui tre siti possibili;
   1. Si registrano eventuali corrispondenze tra sensazioni cinestetiche e siti vibrati, che verranno imposte come movimenti della mano robotica;
2. Task di position matching (ad occhi chiusi) della posizione percepita dell’indice della mano reale, indicando con l’altro braccio.
   1. Viene registrata la distanza proiettata sul piano del tavolo tra posizione indicata e indice della mano fantasma sinistra.
3. 10 minuti (o fino a registrata crescita della conduttanza cutanea) di movimenti volontari della mano robotica, controllata con interfaccia miocinetica;
   1. Ad ogni movimento volontario corriponde una somministrazione di feedback vibrazionale sulle zone prescelte dell’avambraccio amputato (siti impiantati);
4. Task di position matching (ad occhi chiusi) della posizione percepita dell’indice della mano reale, indicando con l’altro braccio.
   1. Viene registrata la distanza proiettata sul piano del tavolo tra posizione indicata e indice della mano fantasma sinistra.
5. Questionario B&C+Pinardi
6. 10 minuti di pennellate con *stimolazioni incongrue*
   1. Durante questa sessione dopo ogni stimolazione il SOG risponde alla domanda:  
      “*Hai percepito la sensazione tattile in seguito al tocco del pennello?*”  
      Il SOG risponde con “*SI’”* o “*NO*”.
   2. Durante questa sessione vengono inserite, in modo casuale, alcune stimolazioni soltanto visive (pennellate sul fantoccio e non sulla mano sana) chiamate *stimolazioni incongrue*;
   3. Un secondo operatore registra:
      1. Numero di stimolazioni totali;
      2. Numero di stimolazioni incongrue con risposta “*SI’”*;
      3. Numero di stimolazioni incongrue con risposta “*NO*”;
7. 30 minuti di movimenti volontari della protesi mioelettrica con inserimento casuale di *feedback visivi e tattili incongrui*
   1. Per *feeback visivo incongruo* s’intende il movimento visibile della mano robotica in ritardo rispetto all’onset di comando di controllo
   2. Per *feeback vibrazionale-cinestetico incongruo* s’intende la somministrazione di vibrazioni sui siti impiantati in ritardo rispetto all’onset di comando di controllo
   3. Le condizioni *a.* e *b.* possono verificarsi contemporaneamente
   4. Durante questa sessione dopo ogni stimolazione il SOG commenta la frase:  
      “*Il movimento mi è sembrato coerente con le mie intenzioni, come se la mano fosse mia*”  
      Il SOG risponde in una scala Likert
8. Questionario B&C+Pinardi