

---

**SISTEMI A BIOFEEDBACK E REALTA'  
VIRTUALE PER LA RIABILITAZIONE  
MOTORIA**

[www.fisiokinesiterapia.biz](http://www.fisiokinesiterapia.biz)

---

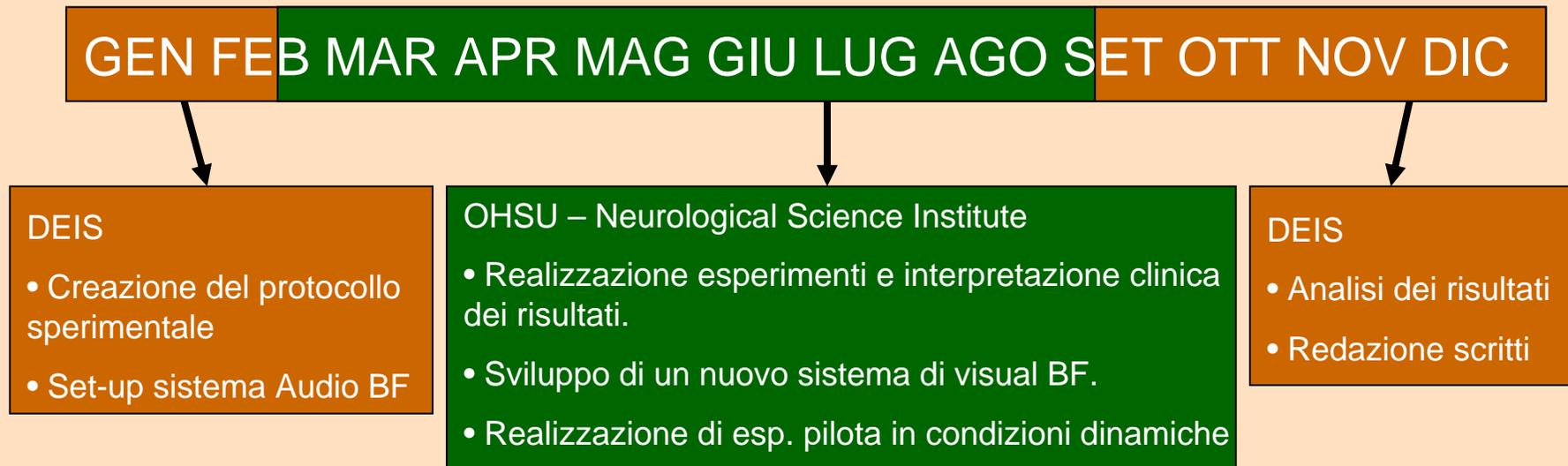
# *Tema di ricerca ed obiettivo specifico*

Durante questo primo anno di ricerca l'attività principale ha riguardato

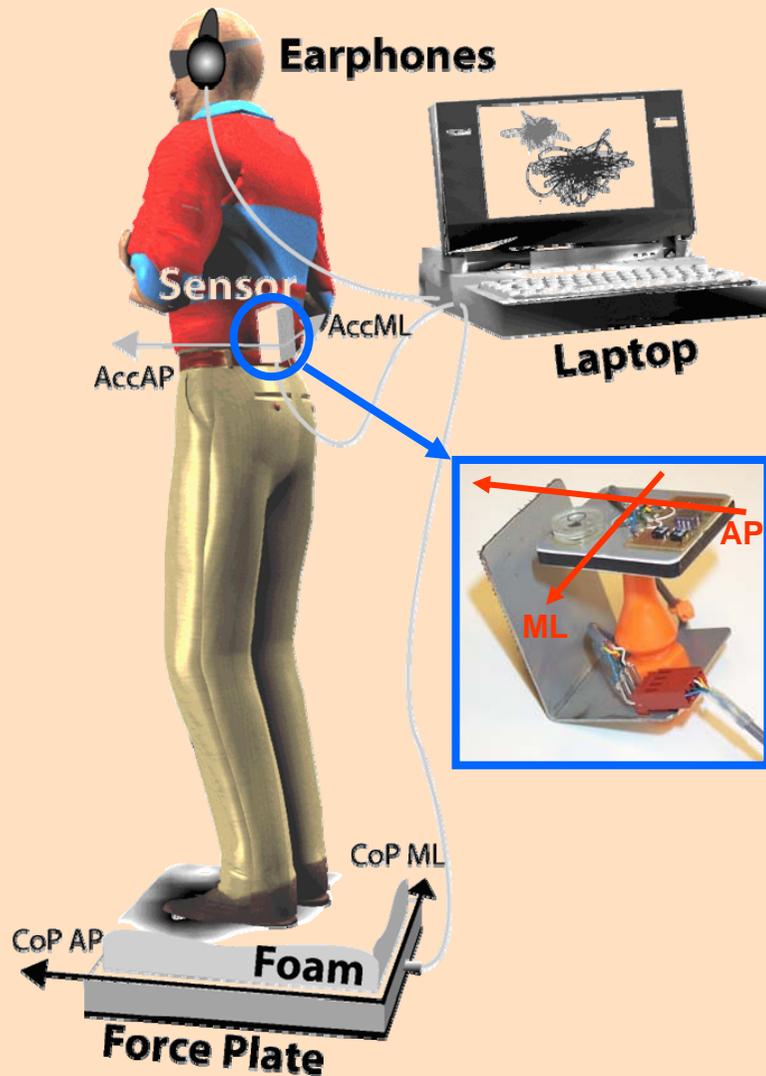
-La sperimentazione *in vivo* (su soggetti sani e pazienti vestibolari) di sistemi a Bio-Feedback (BF) sviluppati in precedenza (Audio BF)

-La messa a punto di nuovi sistemi a BF basati su canali informativi diversi (Video, Tattile) .

-La realizzazione di esperimenti pilota tesi ad individuare le modalità più promettenti per l'utilizzo del BF posturale nella pratica clinica



# Metodologie e/o tecnologie studiate e utilizzate



## Sistema Biofeedback (BF):

- Rilevamento del movimento (Analog Device ADXL203)
- Elaborazione dell'informazione (Toshiba Celeron 2.2GHz)
- Restituzione informazione
  - Audio (cuffie Philips SBF HP-140)
  - Video (proiettore Infocus LP70+ DLP)
  - Tattile (vibratori)
- Software sviluppato in Matlab © e Matlab Acquisition Toolbox ©
- Pedana di forza AMTI OR6-6 per cross-validazione

## Protocollo:

- Soggetti sani e vestibolari bilaterali
- Postura ortostatica eretta
- Condizioni di limitata informazione sensoriale

## Risultati (1): Audio BF riduce le oscillazioni posturali aumentando il controllo posturale in soggetti sani

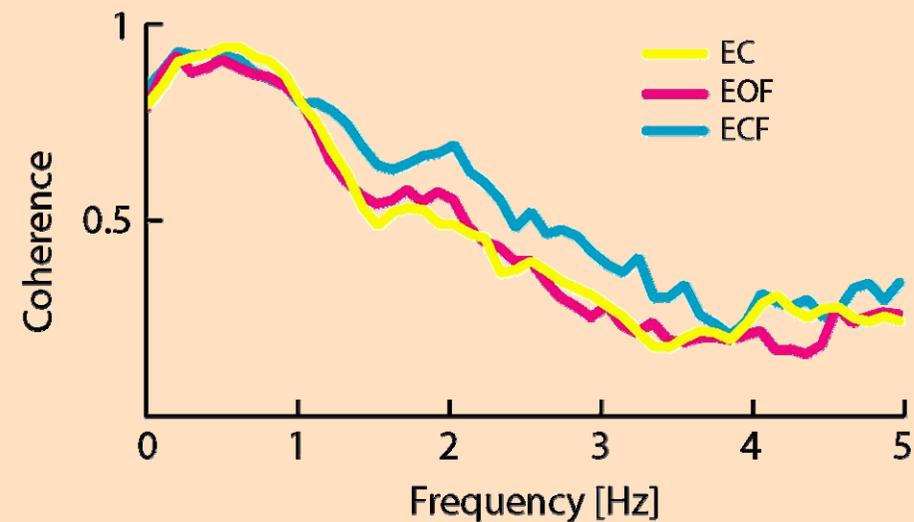
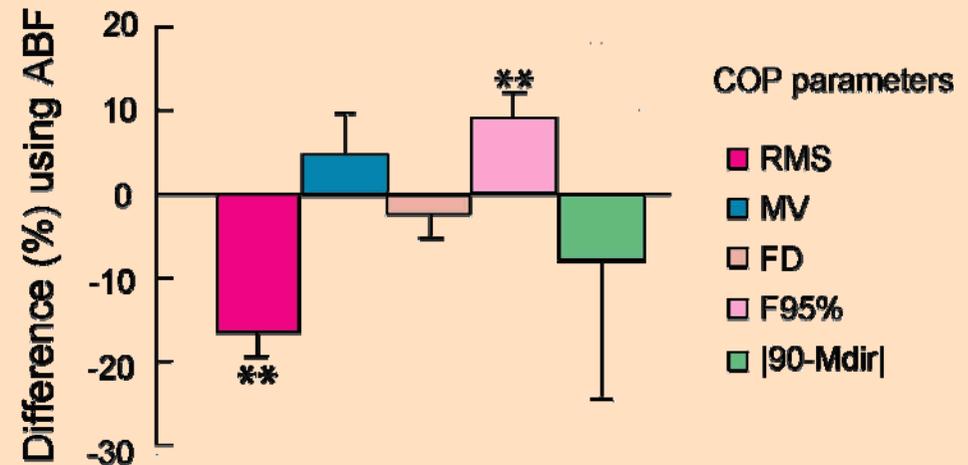
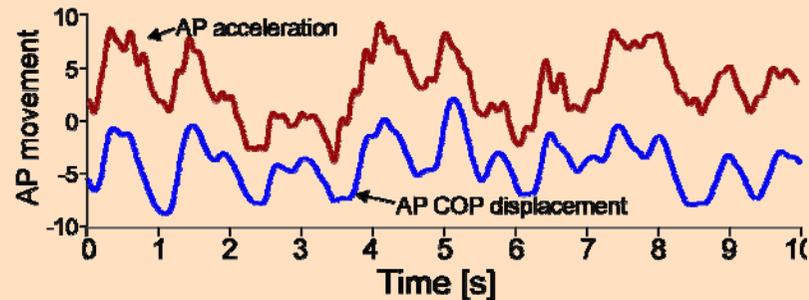
5 soggetti giovani sani

Postura ortostatica eretta su Temper™ foam 4" a occhi chiusi

5 prove con Audio BF e 5 senza randomizzate della durata di un minuto

### Risultati 1.1

Il segnale accelerometrico è molto correlato ( $r=0.9$ ) allo spostamento del COP in diverse condizioni di limitazione sensoriale

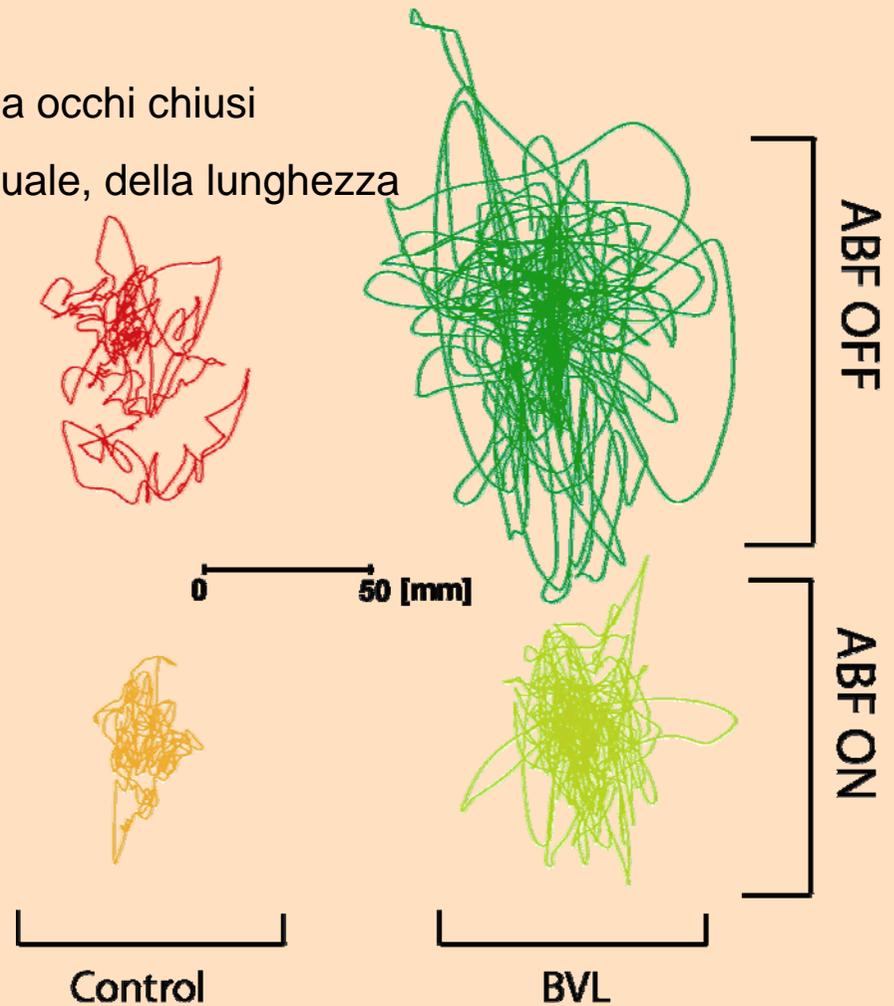
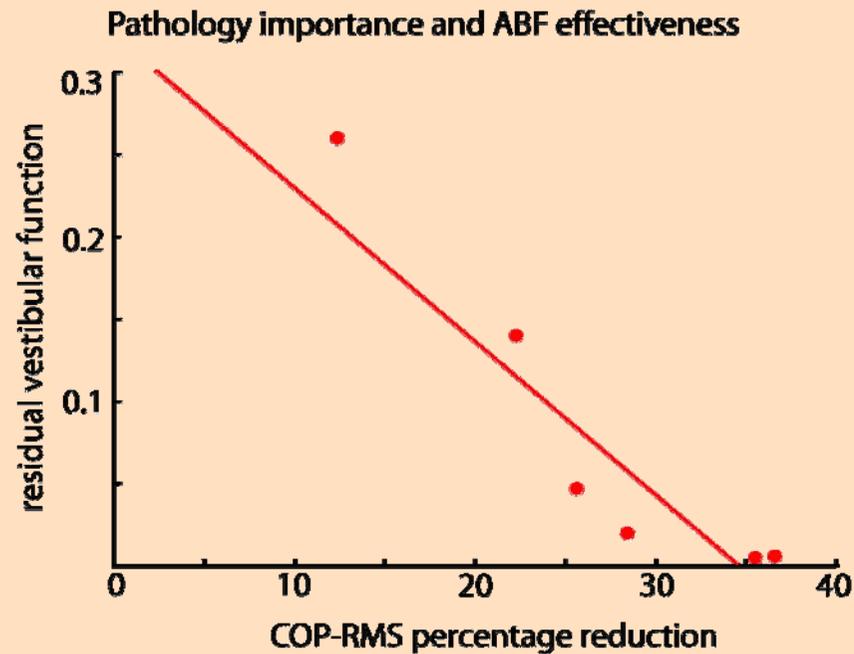


## *Risultati (2): Audio BF riduce le oscillazioni posturali proporzionalmente alla severità della patologia vestibolare*

9 soggetti sani e 9 soggetti bilaterali vestibolari

Postura ortostatica eretta su Temper™ foam 4" a occhi chiusi

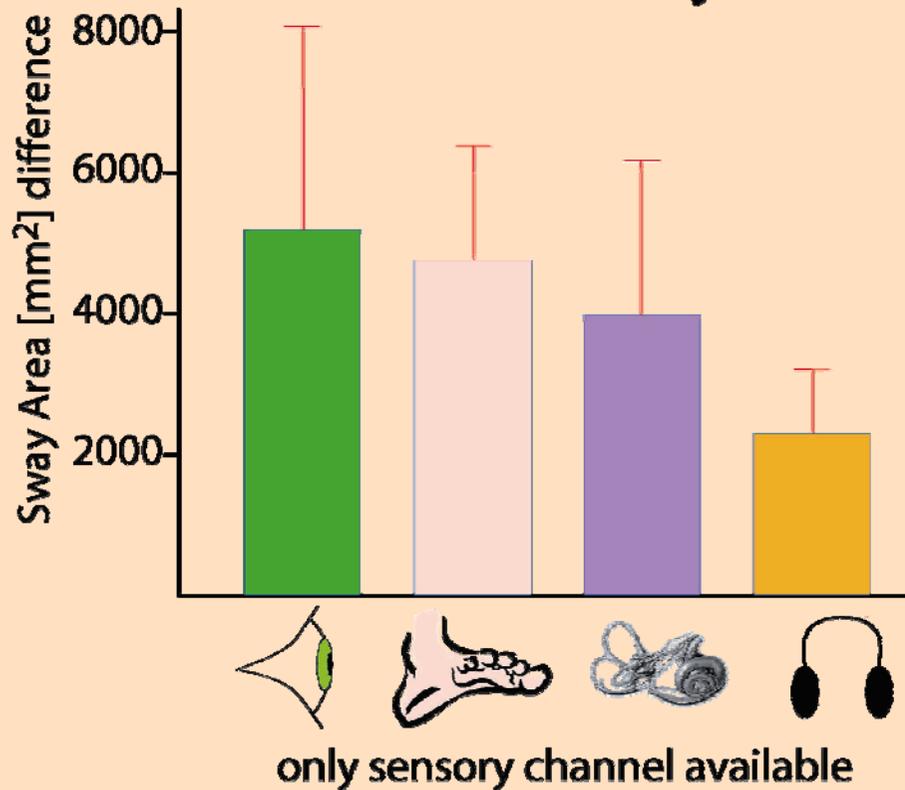
5 prove con Audio BF e 5 senza, con ordine casuale, della lunghezza di un minuto



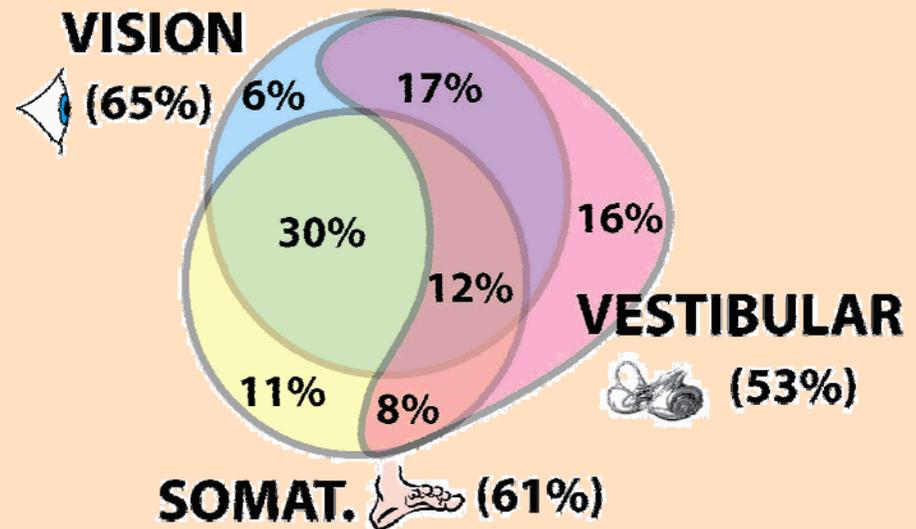
In corso di pubblicazione su *Arch Phys Med Rehab*

## Risultati (3): riduzione delle oscillazioni posturali a seguito della disponibilità di informazione sensoriale

### Effect of adding each sensory channel on Sway Area



- L'informazione sensoriale è ridondante
- I diversi canali sensoriali hanno un diverso peso sulla riduzione delle oscillazioni posturali

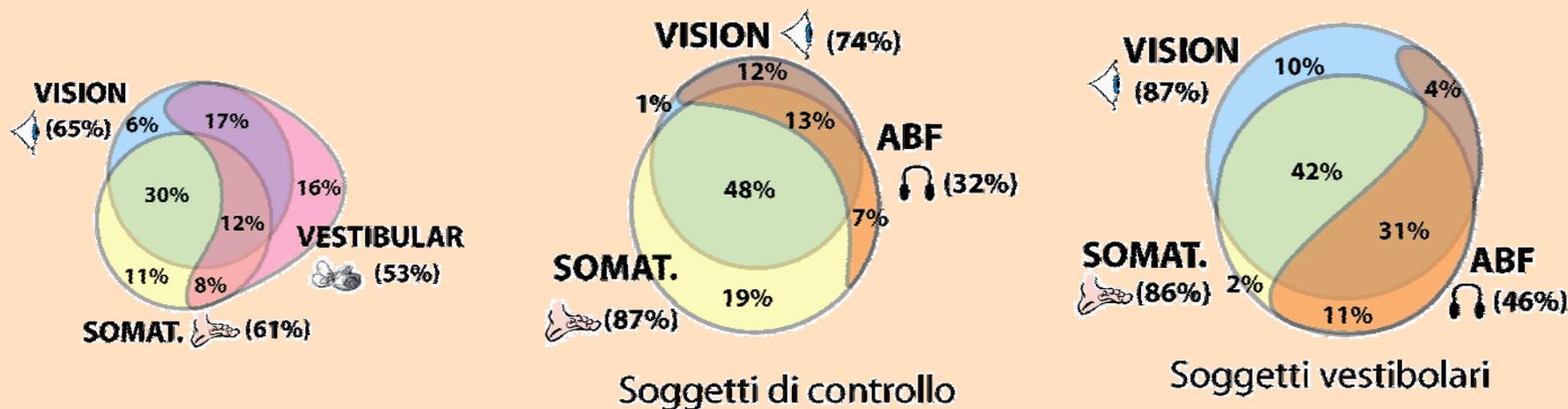


## Risultati (4): l'informazione resa disponibile dall'Audio BF è ridondante rispetto a quella sensoriale

La ridondanza di informazione sensoriale comporta una maggiore insensibilità ai disturbi

L'informazione resa disponibile dall'Audio BF è ridondante con quella visiva e somatosensibile ma, soprattutto, con quella vestibolare

L'informazione resa disponibile dall'Audio BF è maggiormente ridondante con quella visiva nei soggetti sani e con quella somatosensibile nei soggetti vestibolari



# Pilot (1): Audio BF in condizioni dinamiche

1 soggetto giovane sano

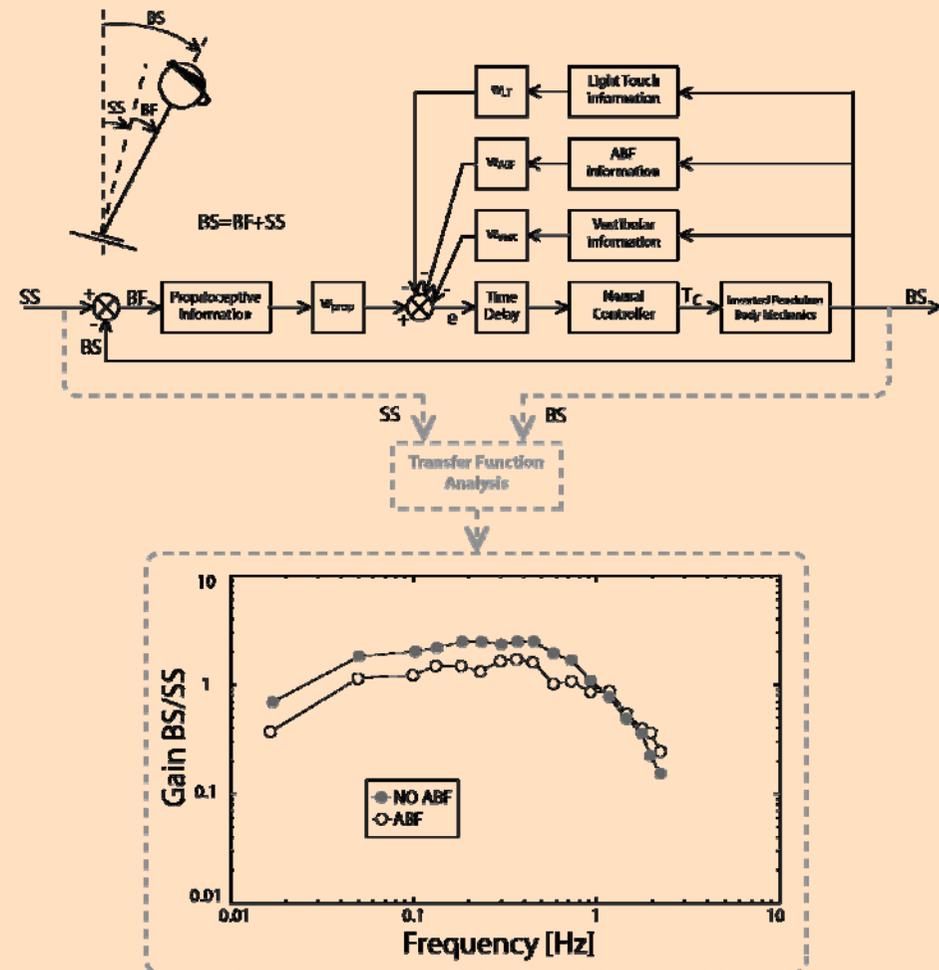
Postura ortostatica eretta con occhi chiusi su piattaforma rotante.

Rotazioni con superimposizione di sinusoidi pseudorandom.

1 prova con e una senza Audio BF per ciascuna delle seguenti velocità: 1,2,4 gradi per secondo. Durata di ogni prova 470 secondi.

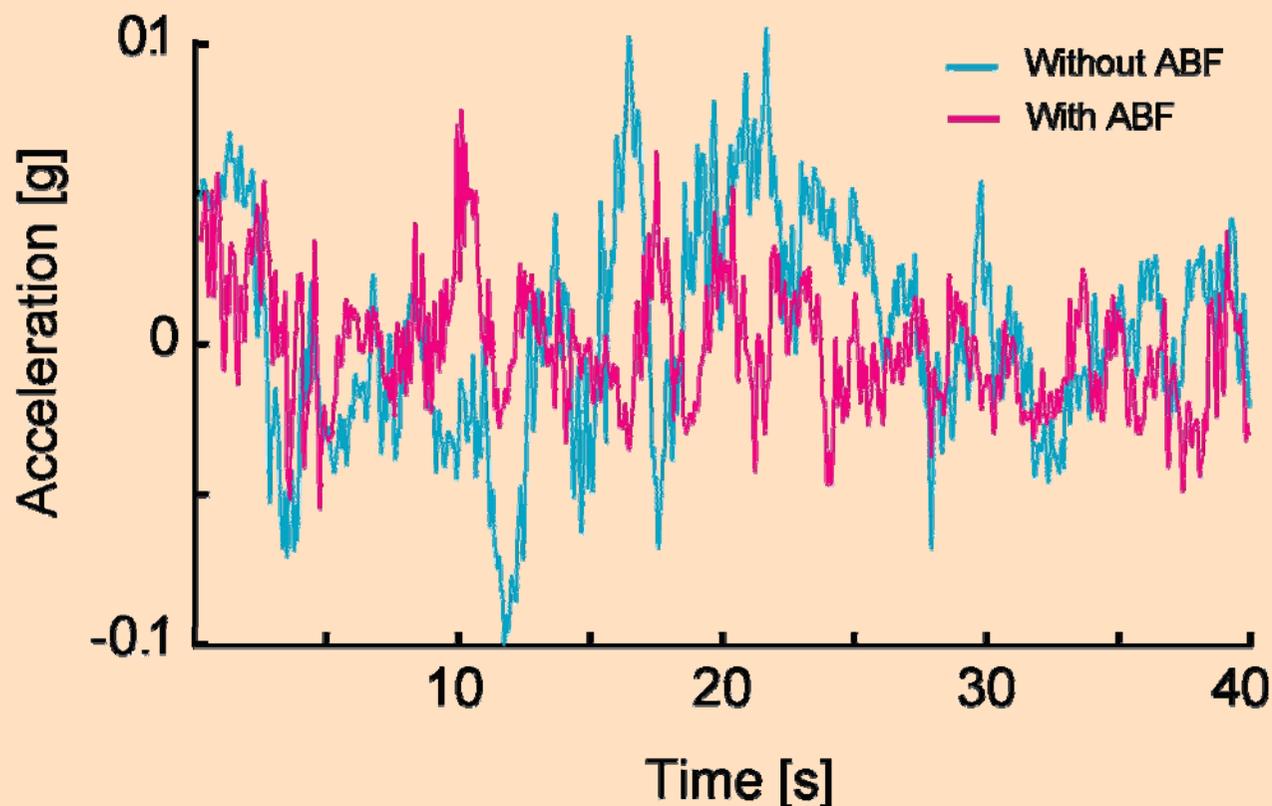
L'analisi delle frequenze sulle quali agisce il sistema di BF è in corso in collaborazione col Motor Control Laboratory del dott. Robert Peterka

**Risultato preliminare: in presenza di Audio BF il soggetto migliora l'allineamento con la verticale per frequenze di oscillazione comprese fra 0.02 e 1 Hz**



## Pilot (2): Audio BF durante il cammino

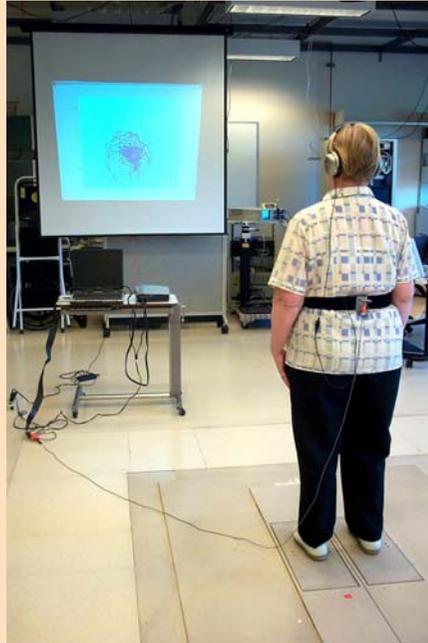
2 soggetti sani hanno camminato lentamente (0.5 Hz) per 40 secondi con e senza l'ausilio del sistema di Audio BF toccando ad ogni passo col tallone del piede in movimento la punta del piede fermo (posizione Romberg).



**Risultato  
preliminare:**

**L'ampiezza delle  
oscillazioni  
posturali in  
direzione medio-  
laterale diminuisce  
usando il sistema  
di Audio BF**

## Pilot (3): visual BF in condizioni statiche



9 soggetti giovani sani

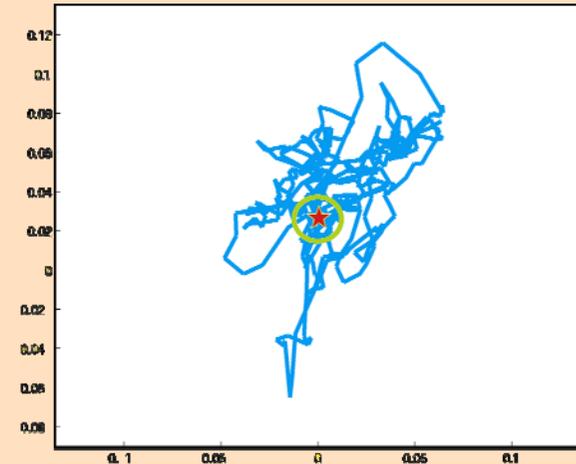
2 tipi di BF: visual e audio

2 tipi di rappresentazione del feedback: lineare e sigmoidale

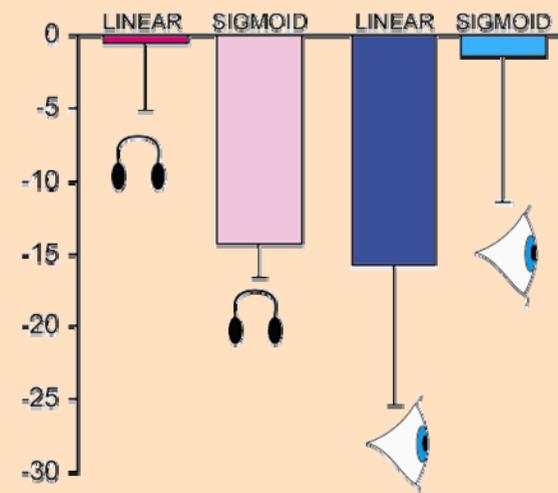
Prove randomizzate della durata di un minuto nelle condizioni occhi chiusi e occhi chiusi su Temper™ foam 4''

Nelle prove con visual feedback i soggetti sono istruiti a controllare una variabile biomeccanica (accelerazione istantanea) rappresentata graficamente da una stella rossa da mantenersi all'interno di un'ellisse verde.

I soggetti sembrano reagire con una diversa strategia posturale a seconda del tipo di BF impiegato e della diversa rappresentazione del BF.



% Change in Acc RMS



# Pilot (4): BF tattile in condizioni statiche

Sistema di BF tattile:

4 vibratori vengono attivati in base all'accelerazione rilevata a livello L5. Ogni vibratore funge da allarme per una diversa direzione. Le soglie di attivazione sono definite in modo personalizzato e dinamico.

Protocollo:

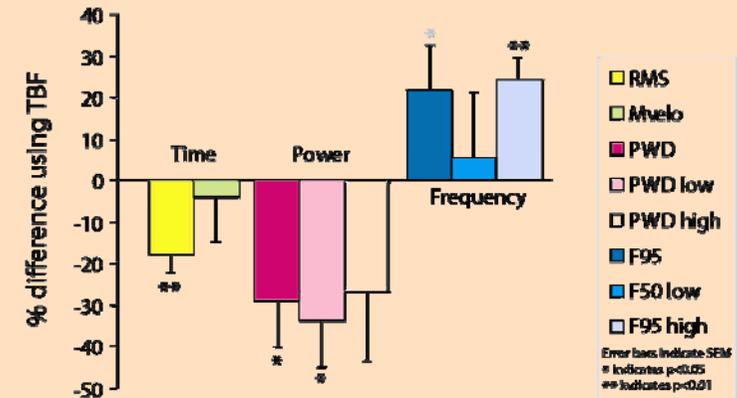
5 soggetti sani

Postura ortostatica eretta su Temper™ foam 4'' a occhi chiusi con e senza l'ausili del sistema di BF tattile nella sola direzione medio-laterale.

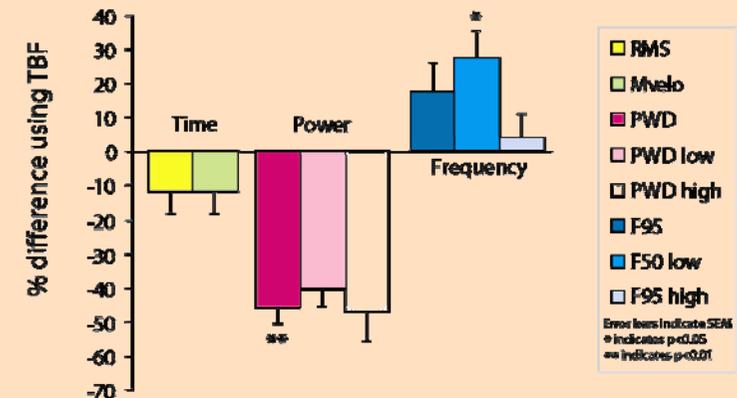
La vibrazione è stata applicata ai mastoidei destro e sinistro

In collaborazione con F. Hlavacka

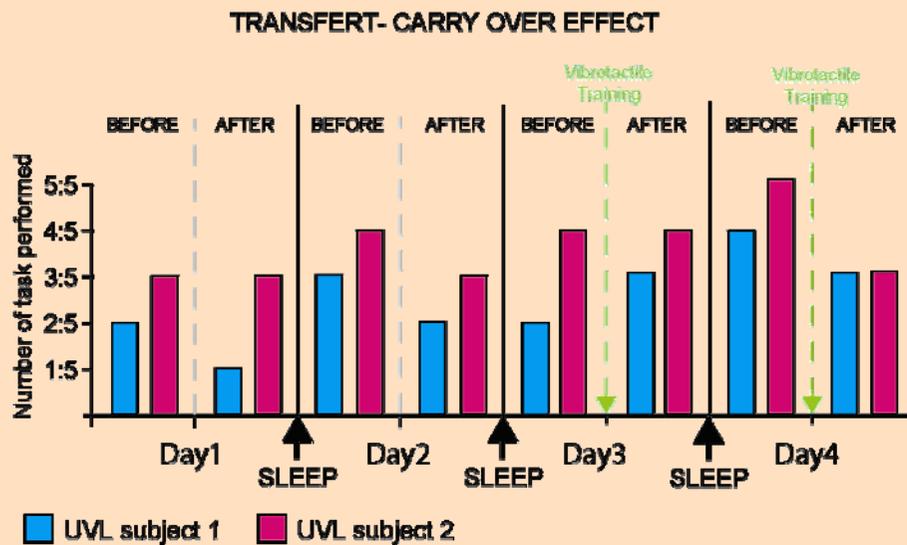
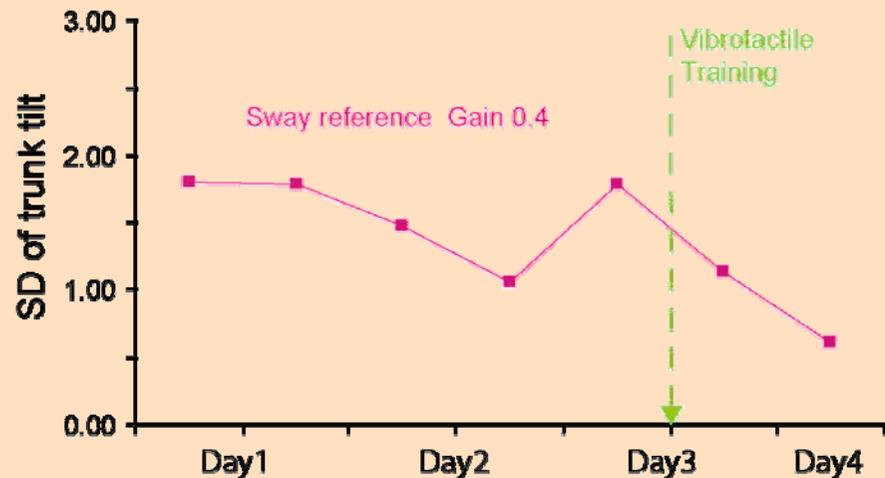
Effect of ML directional TBF on 5 subjects standing on foam with eyes closed: analysis of ML COP displacement



Effect of ML directional TBF on 5 subjects standing on foam with eyes closed: analysis of AP COP displacement



## Pilot (5): BF tattile in condizioni dinamiche



2 soggetti vestibolari unilaterali

Postura ortostatica eretta su piattaforma rotante (velocità 0.5, 1, 2, 4 gradi/sec)

10 sessioni su 4 giorni

2 sessioni con BF tattile (C. Wall) negli ultimi 2 giorni

8 sessioni di sway reference con guadagno crescente all'inizio e alla fine di ogni giorno

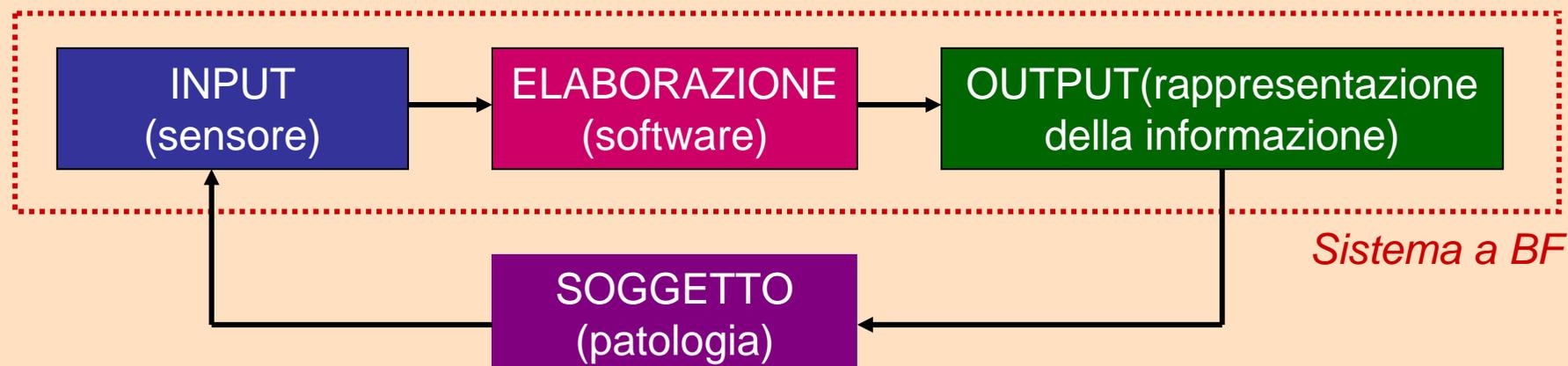
**Risultato preliminare:**

**La semplice pratica su piattaforma rotante ha un effetto transfer sulle performance in sway reference**

In collaborazione con C. Wall & D. Wrisley

## Obiettivi futuri:

- Realizzazione di nuovi sistemi a BF basati su diversi tipi di sensori, ad esempio sensori in grado di rilevare la pressione al di sotto dei piedi dei soggetti.
- Sviluppo dell'ABF per l'utilizzo durante atti motori complessi: (1) adattamento della dinamica audio a compiti base (alzata da una sedia, salita di un gradino, camminata lenta), (2) selezione della miglior codifica (lineare vs non lineare).
- Integrazione e comparazione dei sistemi di BF Audio, Video e Tattile
- Allargamento della sperimentazione a nuove classi patologiche (Emiplegie, Neuropatie).



*Sistema a BF*

*NIH Grant application: "Sensory Biofeedback for Balance Rehabilitation"*