



## Hand Posture Analyser (HPA)

In microgravità l'affaticamento ha delle importanti ripercussioni sulle mani e sugli avambracci degli astronauti. Considerando che gli arti superiori costituiscono il principale strumento di locomozione nello spazio, ciò può avere un impatto significativo sulle prestazioni degli astronauti durante il lavoro ordinario a bordo della ISS e durante lo svolgimento delle attività extra-veicolari. Questo è uno dei motivi per cui gli esperimenti riguardanti l'utilizzazione degli arti superiori stanno assumendo un'importanza sempre maggiore nel quadro della ricerca medica nello spazio.

Utilizzando diversi protocolli scientifici sarà possibile determinare il degrado delle prestazioni degli apparati muscolo-scheletrici in microgravità e favorire gli studi sui meccanismi di apprendimento per il controllo motorio.

I risultati di questi esperimenti saranno utili nello sviluppo di metodi atti a contrastare la fatica con l'obiettivo di mantenere la condizione e migliorare le prestazioni degli astronauti; ciò risulta essere estremamente importante nell'ottica delle future missioni di lunga durata. Tali metodi potranno essere utilizzati sulla Terra per il trattamento di soggetti con traumi locali, atrofia muscolare, o affetti da malattie del Sistema Nervoso Centrale (CNS).

Lo Hand Posture Analyser (HPA), sviluppato dalla Kaiser Italia nell'ambito del contratto con l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), è stato lanciato sulla ISS sul volo Progress 12P nell'agosto del 2003 ed è stato utilizzato durante gli incrementi 7 ed 8 della ISS dagli astronauti Ed Lu e Michael Foale. Una versione precedente della strumentazione è stata utilizzata a bordo della ISS durante la missione "Marco Polo" con l'astronauta Roberto Vittori nel 2002. Questi esperimenti hanno fornito dati degli effetti sulle prestazioni delle articolazioni superiori rispettivamente nel breve e nel lungo periodo.

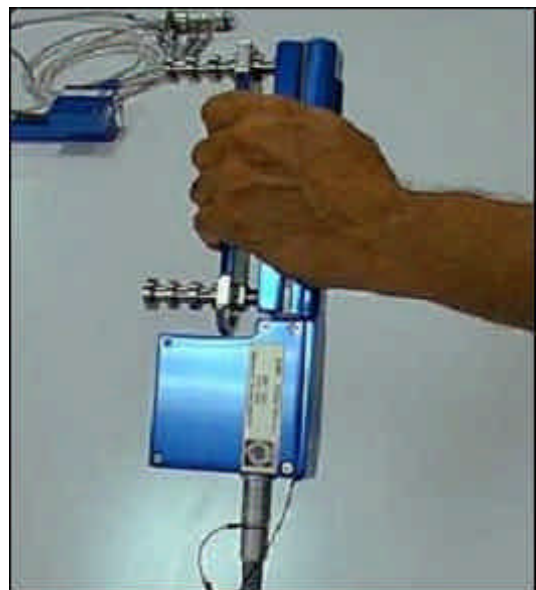
### Come si svolge?

Lo HPA è un insieme di strumenti per lo studio delle prestazioni degli arti superiori degli astronauti. In particolare la sperimentazione si focalizza su due aspetti principali:

- Il coordinamento motorio durante il raggiungimento e la presa di oggetti.

- Lo sforzo muscolare durante l'attuazione di forze nella presa e nelle attività di manipolazione con le dita.

L'hardware dello HPA consiste in due dinamometri (Handgrip e Pinch Force Dynamometers – HGD/PFD) per misurare le forze di presa e delle attività di manipolazione con le dita, insieme ad un dispositivo a guanto (Posture Acquisition Glove – PAG) che gli astronauti dovranno indossare per la misurazione degli angoli di piegamento delle falangi delle dita. Il guanto è collegato ad una scatola elettronica (Wrist Electronic Box – WEB) che ospita il sistema di tracciamento inerziale costituito da accelerometri e giroscopi, al fine di determinare il moto, le rotazioni, le accelerazioni lineari ed angolari della mano e dell'avambraccio in tutte le direzioni.



Handgrip Dynamometer (HGD) (Sorgente: Kayser Italia)



Pinch Force Dynamometer (PFD) (Sorgente: Kayser Italia)



## Esperimenti di Fisiologia Umana



Posture Acquisition Glove (PAG) (Sorgente: Kayser Italia)

L'esperimento Hand Posture Analyser è costituito da tre diversi protocolli di ricerca:

- "Crew Health Investigation on Reduced Operability" (CHIRO): per stabilire con riscontri visuali e "propriocettivi" le prestazioni dei muscoli dell'avambraccio durante l'esecuzione di sforzi prolungati in microgravità. Per "propriocizione" si intende il senso della posizione delle parti del corpo rispetto alle parti del corpo vicine. I nostri cinque sensi (la vista, il gusto, l'olfatto, il tatto e l'udito) ci aiutano a percepire il mondo che ci circonda, mentre la propriocizione è il "sesto senso" che ci fornisce un riscontro sul solo stato interno del nostro corpo. La propriocizione sembra essere composta da informazioni provenienti da neuroni sensoriali che si trovano all'interno dell'orecchio (moto ed orientamento), negli arti e nei muscoli (postura). Per questa forma di percezione esistono degli specifici recettori nervosi di pressione, di luminosità, di temperatura, di suono, ed altri ancora.
- "Manipulation Activities In Space" (MAIS): per misurare i dati cinematici del polso e delle dita degli astronauti durante il raggiungimento e la presa con le dita pollice ed indice di piccoli oggetti davanti al soggetto.
- "Imagery of object Motion Affected by Gravity In Null-gravity Experiments" (IMAGINE): per misurare i dati cinematici del polso e delle dita durante l'esecuzione di azioni virtuali.



L'astronauta Roberto Vittori esegue un protocollo con lo HPA durante la missione "Marco Polo" (aprile 2002).  
(Sorgente: V. Zolesi)

### Membri del Team:

V. Zolesi<sup>(1)</sup>, A. Norfini<sup>(1)</sup>, F. Lacquaniti<sup>(2)</sup>,  
P. Pastacaldi<sup>(3)</sup>, F. Posteraro<sup>(4)</sup>

(1) Kayser Italia S.r.l

Livorno, Italia

E-mail: [v.zolesi@kayser.it](mailto:v.zolesi@kayser.it)

[a.norfini@kayser.it](mailto:a.norfini@kayser.it)

(2) Università Tor Vergata

Roma Italia

E-mail: [lacquaniti@caspur.it](mailto:lacquaniti@caspur.it)

(3) Azienda Ospedaliera Pisana

Pisa, Italia

E-mail: [p.pastacaldi@ao-pisa.toscana.it](mailto:p.pastacaldi@ao-pisa.toscana.it)

(4) Ospedale della Versilia

Lido di Camaiore (LU), Italia



## Nerve Growth Factor (NGF)

Lo scopo di questo esperimento è quello di identificare le reazioni degli astronauti allo stress prima, durante e dopo una missione spaziale. In quest'ottica l'esperimento si focalizzerà sul Fattore di Crescita Nervoso (Nerve Growth Factor – NGF), una proteina che regola lo sviluppo e le funzionalità del cervello.

Le cellule stimolate da questa proteina, chiamate cellule NGF Target, sono state identificate nei sistemi nervoso, immunitario ed endocrino. Un numero sempre crescente di prove suggeriscono che queste cellule giocano un ruolo molto importante sia nei meccanismi di difesa immunitaria e di equilibrio fisiologico che in quelli di regolazione della crescita e del mantenimento delle cellule nervose.

Durante precedenti studi su topi, fatti interagire in modo aggressivo tra loro, sono stati rilevati alti livelli di NGF nell'ipotalamo che regola la temperatura corporea ed alcuni processi metabolici. Studi recenti hanno poi dimostrato che in topi esposti ad ipergravità (2g) si è verificato un incremento dei livelli di NGF nel plasma del sangue e in alcune aree del cervello (corteccia frontale ed ipotalamo).

Un forte incremento di livelli di NGF nel plasma del sangue e un cambiamento della distribuzione dei recettori di plasma su certi globuli bianchi (linfociti) sono stati osservati anche durante il parto e la lattazione umani e nelle fasi immediatamente precedenti ad un primo lancio col paracadute.

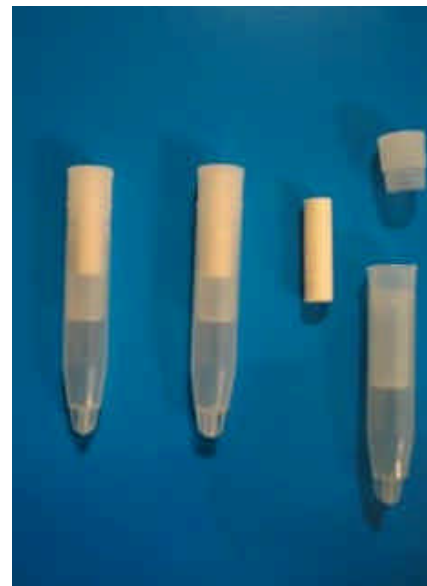
Questa ricerca dovrebbe inquadrare il ruolo dello NGF nelle manifestazioni di stress e nelle malattie dei sistemi nervoso ed immunitario. La ricerca si avvale di precedenti studi che includono dati preliminari sui livelli circolanti di NGF dell'astronauta ESA Roberto Vittori prima e dopo la missione "Marco Polo" sulla ISS nel 2002.

### **Come si svolge?**

Campioni di sangue vengono prelevati alla stessa ora del giorno una volta prima del lancio e due volte dopo il rientro. Parti dei campioni vengono inserite in flaconcini predisposti ed altre vengono conservate a temperatura ambiente per un'ora. Il sangue viene successivamente centrifugato a 2000giri/min per 15 minuti al fine di eliminare il

siero. Ciò che rimane viene conservato a  $-80^{\circ}\text{C}$  fino al momento delle analisi.

Campioni di saliva vengono prelevati per tre volte al giorno, una volta alla mattina, una al pomeriggio ed una alla sera. Questa procedura viene eseguita negli stessi giorni dei prelievi dei campioni di sangue ed ogni tre giorni durante la missione.



Due "salivette" chiuse ed una aperta (a destra) dove si nota il cilindro di cotone per la raccolta dei campioni di saliva ed il contenitore di plastica nel quale verrà sigillato. (Sorgente: Sarstedt)

La saliva viene prelevata masticando un cilindro di cotone per 2-3 minuti. Questi campioni possono essere conservati a temperatura ambiente o congelati a  $-20^{\circ}\text{C}$  o anche meno. La separazione della saliva dai cilindri di cotone avviene per centrifugazione a 3000giri/min per 10 minuti e ciò che rimane viene conservato a  $-20^{\circ}\text{C}$  (o anche meno) fino al momento delle analisi.

Una volta in laboratorio, i campioni di siero del sangue e della saliva vengono sottoposti a test per quantificare la presenza di cellule NGF Target.

### **Membri del Team:**

D. Santucci

Istituto Superiore della Sanità  
Roma, Italia  
E-mail: [santucci@iss.it](mailto:santucci@iss.it)

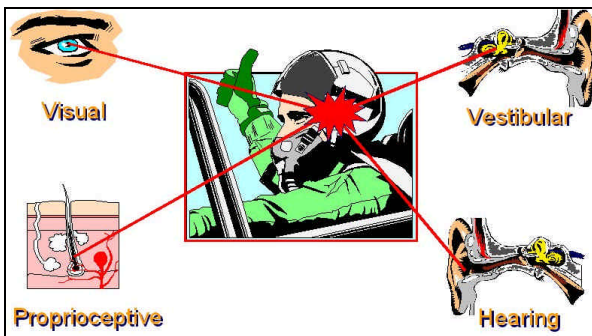


## Esperimenti di Fisiologia Umana

### Contribution of visceral receptors to the sense of subjective vertical (VSV)

Sulla Terra il senso della verticale soggettiva è dovuto a vari input sensoriali principalmente dovuti ai sistemi visivo, vestibolare e propriocettivo. Questi sistemi sensoriali utilizzano sensori specializzati posizionati rispettivamente nell'occhio, nell'orecchio interno, nelle articolazioni e nei muscoli. Altri sistemi sensoriali possono contribuire all'orientamento, anche se giocano un ruolo minore nell'identificazione della verticale soggettiva.

Recentemente è stato osservato che un ulteriore contributo all'identificazione della verticale soggettiva è dovuto ai recettori viscerali localizzati principalmente nei reni e nel torace, sensibili allo spostamento delle masse di sangue.



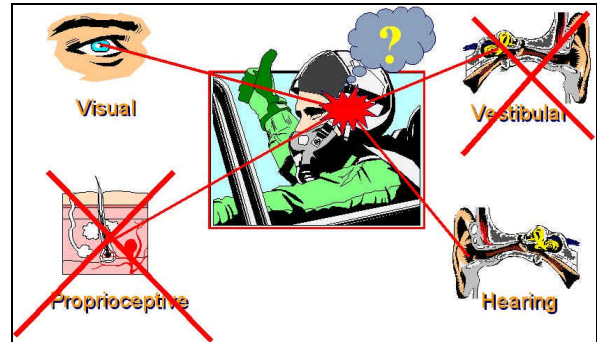
I principali input sensoriali per l'orientamento sulla Terra.  
(Sorgente: M. Lucertini)

Nei decenni passati sono state svolte molte analisi sul senso della verticale soggettiva nell'ambito di studi sull'equilibrio e sull'orientamento in microgravità. Nonostante ciò, non sono disponibili dati specifici sul contributo dei recettori viscerali nell'identificazione della verticale soggettiva in microgravità, a causa della loro recente scoperta.

Teoricamente, l'ambiente ideale per studiare un singolo tipo di recettore è quello dove i contributi dovuti a tutti gli altri tipi di ricettori, coinvolti nello svolgimento della stessa attività sensoriale, possono essere isolati.

L'esperimento mira ad analizzare le prestazioni dei recettori viscerali in un ambiente che possa influenzarli con input visivi e gravitazionali. In particolare, in questo esperimento la microgravità eliminerà i contributi di tutti quei sensori sensibili alla gravità (es. quelli dei sistemi vestibolare e propriocettivo). In aggiunta, il contributo visivo all'orientamento verrà manipolato in modo da

selezionare informazioni dettagliate sui sensori viscerali.



I principali input sensoriali per l'orientamento nello spazio.  
(Sorgente: M. Lucertini)

#### Come si svolge?

L'esperimento si svolgerà in tre sessioni di analisi: pre-volo, in volo e post-volo. Le analisi verranno eseguite attraverso uno strumento chiamato Subjective Vertical Analyser (SVA) che fornirà una ambiente visuale completamente oscurato.

Lo SVA è uno strumento a forma di tubo chiuso alle sue due estremità con due dischi. Il disco rivolto verso il soggetto è provvisto di una maschera silconica sagomata per gli occhi del soggetto stesso. L'altro disco ha una barra luminosa rotante ed una cornice luminosa fissa per analizzare la verticale soggettiva visiva. Una freccia solidale alla barra luminosa, che si trova dall'altra parte del disco, indicherà l'angolazione. Una manopola permetterà all'operatore di ruotare la barra luminosa (e quindi la freccia collegata) conformemente alle indicazioni fornite dal soggetto. La parte interna dello strumento sarà completamente buia.



Subjective Vertical Analyser (SVA) (Sorgente: Kayser Italia)



Human Spaceflight  
SPACE FOR LIFE

Missione  
Soyuz Italiana  
ENEIDE



## Esperimenti di Fisiologia Umana

L'astronauta verrà analizzato anche sulla Terra. L'esperimento verrà svolto e registrato in condizioni di gravità normali con l'astronauta in posizione eretta ed in oscurità completa. L'astronauta ripeterà l'esperimento in microgravità senza poter ricevere alcun indizio visivo e vestibolare, oltre ad un riscontro ridotto di altri recettori del proprio corpo.

Influenzando la distribuzione dei fluidi del corpo con l'ausilio del dispositivo Lower Body Negative Pressure (LBNP) (che costituisce il metodo standard per attrarre i fluidi verso le estremità basse del corpo tramite suzione) verrà analizzato il ruolo che recettori viscerali potrebbero avere nell'identificazione della verticale soggettiva.

Alla fine dell'esperimento, le differenze osservate tra la sessione sperimentale a terra e quelle in volo (con l'uso dello LBNP) daranno indicazioni sul contributo globale degli organi sensoriali sensibili agli input gravitazionali nell'orientamento. Le differenze osservate nelle due sessioni sperimentali in volo, eseguite con e senza l'uso dello LBNP, daranno indicazioni sul contributo globale nell'orientamento da parte dei recettori viscerali sensibili allo spostamento delle masse dei fluidi del corpo. Infine, ulteriori registrazioni (fatte a terra ed in volo) verranno eseguite per cercare effetti postumi ipotetici dovuti al precedente utilizzo dello LBNP e alla precedente esposizione alla microgravità.

Globalmente questo studio contribuisce a chiarire sia il ruolo che questi recettori giocano nell'identificazione degli assi del corpo sulla Terra ed in microgravità, che ad aumentare la conoscenza scientifica sull'orientamento spaziale e sulla sicurezza in volo.

### **Membri del Team:**

Col. E. Tomao <sup>(1)</sup>, T.Col. M. Lucertini <sup>(1)</sup>,  
T.Col. C. De Angelis <sup>(1)</sup>, V.Zolesi <sup>(2)</sup>,  
P. L. Ganga <sup>(2)</sup>

(1) Aeronautica Militare Italiana: CSV-RMAS  
Italia

E-mail: [csv.rmas@tin.it](mailto:csv.rmas@tin.it)

(2) Kayser Italia S.r.l  
Livorno, Italia

E-mail: [p.ganga@kayser.it](mailto:p.ganga@kayser.it)



## Orientation of Listing's plane measurement by the Eye Tracking Device (ETD)

Il nostro sistema di bilanciamento ed i nostri occhi sono strettamente legati. Se osserviamo un oggetto stazionario e muoviamo la testa, gli occhi si muovono di riflesso (controllati dal sistema vestibolare) nella direzione opposta mantenendo una visuale fissa dell'oggetto. Questo comportamento prende il nome di "risposta vestibolo-oculo-motoria".

I nostri occhi possono ruotare attorno a tre assi, anche se normalmente ne vengono usati due. Il sistema di coordinate che descrive il movimento dell'occhio nella testa è chiamato "piano Listing". Questo piano mantiene una posizione verticale anche se si hanno indicazioni relative a possibili cambiamenti del suo posizionamento dovuta agli stimoli del sistema di bilanciamento. Sulla Terra sembra dipendere dagli input del sistema vestibolare (che controlla il bilanciamento del corpo) e dei sistemi atti al controllo dell'orientamento e della postura.

I principali obiettivi scientifici dell'esperimento Eye Tracking Device (ETD) sono:

- La misurazione dell'orientamento del piano Listing in microgravità.
- Determinare se il piano Listing è connesso o meno al sistema di coordinate di riferimento della risposta vestibolo-oculo-motoria.

È fondamentale capire come il sistema vestibolare si adatta alla microgravità e come ciò possa incidere sul "mal di spazio" degli astronauti durante i voli spaziali. Inoltre, questo tipo di ricerca può fornire informazioni sui problemi vestibolari che si possono verificare sulla Terra e sui sintomi come vertigini e nausea.

### Come si svolge?

L'esperimento verrà svolto utilizzando il dispositivo Eye Tracking Device (ETD), già utilizzato durante la missione Soyuz olandese "DELTA" nell'aprile 2004. Consiste in un headset che include due moduli con telecamere digitali per la registrazione binoculare dei movimenti orizzontali, verticali e rotatori degli occhi, e sensori per misurare i movimenti della testa. Il secondo componente dello ETD è un laptop che permette di memorizzare le sequenze di immagini e dati utili per le successive analisi di laboratorio.

I soggetti della missione verranno esaminati nelle fasi di pre-volo, durante il volo e post-volo. Essi eseguiranno un insieme prestabilito di movimenti della testa.



ETD Head Unit (Sorgente: A. Clarke)

### Membri del Team:

A.H Clarke <sup>(1)</sup>, I. Kozlovskaya <sup>(2)</sup>,  
T. Haslwanter <sup>(3)</sup>

(1) Klinikum Benjamin Franklin  
Berlino, Germania  
E-mail: [Clarke@medizin.fu-berlin.de](mailto:Clarke@medizin.fu-berlin.de)

(2) Institute for Biomedical Problems  
Moscow, Russia

(3) Università di Zurigo  
Zurigo, Svizzera  
E-mail: [haslwant@neurol.unizh.ch](mailto:haslwant@neurol.unizh.ch)