

Missione dell'Aeronautica Militare Italiana – VIRTUTE 1

Il volo di ricerca suborbitale dell'Aeronautica Militare Italiana e del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) comprenderà la strumentazione per più di dodici esperimenti. Questa nota riassume le attività di ricerca che verranno condotte in volo, relative al settore biomedico, alla termofluidodinamica e allo sviluppo di materiali innovativi e sostenibili in condizioni di microgravità. Il volo che vedrà coinvolto l'equipaggio italiano avrà sia strumentazione passiva, per esperimenti che raccoglieranno dati in autonomia, sia strumentazione attiva, che sarà gestita attivamente dai ricercatori.

Lista degli esperimenti

1. Liulin-CNR-VG
2. Doosy-CNR-VG
3. droP Impact iN micro-Gravity (PING)
4. Italian Combustion Experiment – Suborbital Flight (ICE – SF)
5. TetRafluoroethAne sPonge (TRAP)
6. Cabin Air Quality (CAQ)
7. SHApE Recovery of Composite Structures (SUNRISE-VG01-SHARCS)
8. TESTing in Space (SUNRISE-VG02-TEISIS)
9. Scientific-Health Area Experiments
10. Smart Flight Suit 1 (SFS1)
11. ECG Holter Monitoring
12. Benessere dei passeggeri
13. Attività a terra pre e post volo

Descrizione degli esperimenti e relativa strumentazione

1. Doosy-CNR-VG and 2. Liulin-CNR-VG

Gli esperimenti Doosy e Liulin del Dipartimento di Ingegneria, ICT e Tecnologie per l'Energia e i Trasporti (CNR-DIITET) del CNR consentiranno la misura della radiazione cosmica nella mesosfera (50-100 km), uno strato dell'atmosfera ad oggi praticamente inesplorato. Questa missione consentirà di raccogliere dati lungo il profilo verticale, dalla superficie della terra alla quota di apogeo grazie due diversi tipi di dispositivo, dosimetri passivi e un radiometro spettrometro. Questi dati serviranno a misurare i livelli e i profili delle radiazioni in vista di future missioni di esplorazione dello spazio e dello spazio profondo.

3. droP Impact iN micro-Gravity (PING)

La comprensione del modo in cui le gocce cariche di particelle entrano in contatto e aderiscono a diversi materiali ha molte applicazioni nei processi industriali, come le tecnologie di rivestimento a spruzzo, al plasma e a goccia su richiesta. L'esperimento prevede una strumentazione passiva montata su rack dell'Istituto per la Microelettronica e i Microsistemi del CNR (CNR-IMM), che espellerà gocce da ugelli su diversi materiali con superfici microstrutturate sintonizzate. Questo permetterà di osservare come le gocce aderiscono e si muovono intorno alle piastre in microgravità.

4. Italian Combustion Experiment – Suborbital Flight (ICE – SF)

L'esperimento ICE - SF dell'Istituto di Scienze e Tecnologie per l'Energia e la Mobilità Sostenibili del CNR (CNR-STEMS) studia le caratteristiche di combustione dei biocarburanti liquidi rinnovabili e il comportamento dei fluidi complessi ad alta temperatura. L'esame di questi fluidi a pressioni normali e alte in microgravità può contribuire alla ricerca di tecnologie efficienti per sistemi energetici e di propulsione ecosostenibili, come le turbine a gas industriali e i motori degli aerei. Questa ricerca si basa su un esperimento italiano condotto sulla Stazione Spaziale Internazionale nel 2013. Per questo volo suborbitale, la strumentazione sarà a gestione passiva e avrà tre apparati sperimentali distinti che operano simultaneamente, ciascuno progettato per eseguire un esperimento specifico sulle gocce di biocarburante.

5. TetRafluoroethAne sPonge (TRAP)

L'Università di Padova e l'azienda italiana Technology for Propulsion and Innovation (T4i) stanno testando il progetto di un evaporatore altamente innovativo. Questo evaporatore trasformerà il liquido in fase gassosa, in modo simile a come avviene il trasferimento dei fluidi in un condizionatore d'aria, ma in un ambiente di microgravità. Il volo consentirà di testare e qualificare questa nuova tecnologia, che potrebbe essere applicata ai sistemi di propulsione a gas freddo per microsattelliti. La strumentazione per questo esperimento sarà montata su rack e sarà accesa da un membro dell'equipaggio italiano durante la fase di microgravità del volo spaziale.

6. Cabin Air Quality (CAQ)

Con la crescente frequenza dei viaggi spaziali suborbitali commerciali, è necessario adattare in modo innovativo le tecnologie terrestri che possono essere utilizzate anche nello spazio. La qualità dell'aria all'interno degli aerei commerciali è stata molto analizzata negli ultimi decenni e, dato che le persone trascorreranno sempre più tempo nello spazio con i voli orbitali commerciali, le tecnologie per il monitoraggio e la valutazione della qualità dell'ambiente diventano fondamentali. Questo esperimento a gestione passiva dell'Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima del CNR (CNR-ISAC) utilizzerà un piccolo monitor di nanoparticelle per misurare la qualità dell'aria interna dei voli suborbitali da applicare alle future missioni di lunga durata. In particolare, la strumentazione valuterà le fonti e i livelli delle particelle ultrafini presenti.

7. SHAPe Recovery of Composite Structures (SUNRISE-VG01-SHARCS)

L'esperimento SHAPe Recovery of Composite Structures (SHARCS) dell'Università di Roma Tor Vergata consta di una strumentazione montata su rack e gestita manualmente. L'esperimento consiste nel dispiegamento di un piccolo braccio in composito realizzato con un polimero a memoria di forma (SMPC). L'esperimento inizia con il braccio arricciato a spirale. Una volta che la strumentazione sarà in condizioni di microgravità, verrà accesa da un membro dell'equipaggio italiano. Il braccio verrà così riscaldato e la spirale ritornerà alla sua forma originale come braccio piatto. Una telecamera osserverà la velocità con cui il braccio ritorna alla sua forma originale in microgravità. Questo esperimento è possibile solo in microgravità, perché la barra si piegherebbe con la gravità terrestre. Questa ricerca ha molte applicazioni per la costruzione di strutture composite nello spazio, come bracci per vele solari e sistemi di dispiegamento ultraleggeri.

8. TESTing in Space (SUNRISE-VG02-TESIS)

L'esperimento TESTing in Space (TESIS) dell'Università di Roma Tor Vergata studia l'effetto della microgravità sulla miscelazione dei liquidi. Diverse miscele sono poste in siringhe che il ricercatore

attiverà una volta raggiunta la microgravità. Di particolare interesse è la produzione di schiume da materiali con densità molto diverse, poiché queste schiume sono molto difficili da produrre sulla Terra. Questa ricerca ha applicazioni future per la produzione nello spazio e per le applicazioni biomediche.

9. Scientific-Health Area Experiments

a. Plasticità neurale

L'esperimento relativo alla Plasticità Neurale dell'Aeronautica Militare italiana, sensibile al tempo, consta di una strumentazione passiva costituita da fiaschette di coltura cellulare riempite di cellule neurali umane che voleranno nelle tasche della tuta di volo dell'equipaggio italiano. Questo esperimento verificherà la capacità di mantenere in coltura le cellule staminali durante il volo suborbitale e testerà i primi effetti dell'ipergravità e della microgravità sulla plasticità neurale. I dati del volo saranno utilizzati per (i) comprendere la fisiologia e la patologia a livello cellulare, molecolare ed epigenomico, (ii) studiare i processi biologici per le future missioni di volo umano nello spazio e (iii) studiare e sviluppare nuovi agenti per scopi terapeutici.

b. Space Motion Sickness (*malessere causato dal movimento nello spazio*)

L'Official Flight Test Center dell'Aeronautica Militare studierà le vibrazioni dei veicoli spaziali e il loro legame con la cinetosi nelle persone che volano nello spazio suborbitale. L'esperimento verrà condotto con una strumentazione a gestione passiva, montata su rack e collegata ad accelerometri sotto il sedile dei ricercatori. I dati di accelerazione a bassa frequenza provenienti dai sedili saranno utilizzati per mappare il profilo delle vibrazioni trasmesse ai passeggeri durante il volo.

10. Smart Flight Suit 1 (SFS1)

Spacewear Smart Flight Suit 1 è un prototipo tecnologico di una nuova classe di tute di volo per le attività spaziali. La tuta di volo è costituita da un equipaggiamento innovativo progettato con criteri ergonomici per fornire comfort con tessuti traspiranti e ignifughi in grado di resistere a oltre 6 G di accelerazione. La tuta comprende una maglietta con un dispositivo integrato per raccogliere dati biomedici dal ricercatore durante ogni fase del volo. I dati vengono raccolti in tempo reale senza l'uso di cavi o elettrodi. Durante il volo, il ricercatore che indossa la tuta di volo testerà anche i criteri ergonomici di forma e funzionalità. Il feedback sul design e sulla costruzione della tuta e l'analisi dei dati biomedici saranno condotti dopo il volo.

11. ECG Holter Monitoring

Un monitor Holter con elettrocardiogramma (ECG) è un piccolo dispositivo medico alimentato a batteria che misura l'attività del cuore, come la frequenza e il ritmo. Gli elettrodi vengono posizionati sul petto del ricercatore e i cavi li collegano al monitor. Il monitor passivo e indossabile registrerà 12 segnali del ricercatore durante il volo spaziale suborbitale, valutando le risposte cardiache all'accelerazione. I dati saranno utilizzati per valutare lo sforzo cardiovascolare esercitato durante il volo spaziale. Questa ricerca può contribuire a convalidare la valutazione del rischio per i futuri partecipanti ai voli spaziali affetti da malattie cardiovascolari, continuando a rendere accessibili i viaggi nello spazio a una popolazione più ampia.

12. Passenger's Comfortability

Per studiare le condizioni cognitive durante il volo spaziale, uno dei membri dell'equipaggio italiano eseguirà esercizi di memoria di lavoro durante il volo con dispositivi che misurano la risposta del corpo. Per condurre questo esperimento, il ricercatore avrà a disposizione tre dispositivi. Il primo è un tablet legato alla gamba per eseguire test sul carico di lavoro mentale e sull'attenzione sostenuta. Il secondo è una cuffia per elettroencefalogramma (EEG) indossata sulla testa per misurare l'attività cerebrale. Infine, avranno un sensore sulla mano per misurare la risposta galvanica della pelle. Le misurazioni collettive dei dispositivi valuteranno i potenziali cambiamenti cognitivi e/o emotivi indotti dal volo suborbitale.

13. Pre and post flight ground activities

a. Effetti della microgravità sull'ossificazione legata all'orologio circadiano

Lo studio valuterà il legame tra stress ossidativo, ritmi circadiani e neuroplasticità durante l'esposizione a un ambiente di microgravità. Il ricercatore raccoglierà campioni di saliva prima e dopo il volo, che saranno analizzati dal team di ricerca in loco dopo il volo.

b. Progetto di risonanza magnetica per il volo spaziale

Questo studio valuterà i potenziali effetti del volo suborbitale sull'organismo umano. L'equipaggio italiano è stato sottoposto a risonanza magnetica del cuore e del cranio giorni prima del volo. Gli stessi esami saranno eseguiti dopo il volo suborbitale. I dati saranno poi confrontati con parametri bioumorali-laboratoristici, elettrocardiogrammi (ECG), test cognitivi e parametri clinici.

c. Valutazione della funzione endoteliale nel personale esposto alla microgravità durante l'attività di volo suborbitale

Questo studio valuterà l'impatto sulla funzione del tessuto endoteliale (dilatazione flusso-mediata - FMD) nell'equipaggio italiano a seguito del volo suborbitale. Verranno eseguite acquisizioni ecografiche Doppler prima e dopo il volo per comprendere l'impatto del viaggio a quote raramente studiate e osservare eventuali alterazioni transitorie.