



ASI Agenzia Spaziale Italiana

GLI EFFETTI DELLA MICROGRAVITA'

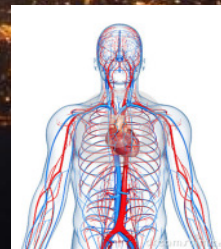
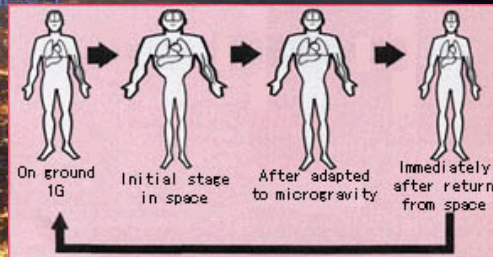
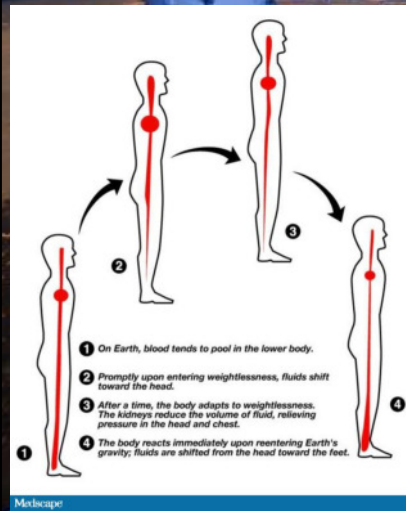
Le conseguenze della microgravità riguardano tutti i principali organi del corpo umano:

- cuore e circolazione del sangue
- cervello
- ossa e muscoli
- polmoni
- occhi
- equilibrio
- produzione del sangue
- ritmo sonno-veglia

IL SANGUE



Sulla Terra la forza di gravità favorisce la circolazione del sangue negli arti inferiori, mentre nello spazio il sangue si accumula nel torace.



LA FACCIA



Un effetto immediatamente visibile la cosiddetta "faccia gonfia", caratteristica degli astronauti in orbita.



Samantha Cristoforetti - Saluti dal bus prima del lancio avvenuto il 23 novembre 2014, ore 22.01. (Credits: Afp)



Samantha Cristoforetti nel laboratorio Columbus al lavoro sull'esperimento Triplelux, mirato a verificare gli effetti negativi del volo spaziale a livello cellulare (Credits: ESA/NASA)

ASI Agenzia Spaziale Italiana

IL CERVELLO

In orbita il cervello in assenza di gravità perde la sua forma caratteristica e diventa quasi sferico.

Inoltre il maggiore afflusso del sangue verso il cervello può dare luogo a fastidiose emicranie.

ASI Agenzia Spaziale Italiana

LE OSSA

Sulla Terra le nostre ossa si rinnovano costantemente grazie agli stimoli meccanici e all'esercizio fisico.

cranio
 mandibola
 scapola (posteriore)
 sterno
 cassa toracica
 costola
 colonna vertebrale
 bacino
 falange
 femore
 rotula
 tibia
 calcagno
 falange
 metatarso
 clavicola
 omero
 ulna
 radio
 carpo
 metacarpo
 perone
 tarso
 metatarso

Ogni mese nello spazio l'astronauta perde in media dall'1% al 2% di massa ossea.


In assenza di gravità il calcio non si deposita nelle ossa, ma viene eliminato nell'urina.

Osso spugnoso
 Vasi sanguigni
 Osso compatto
 Cavità midollare
 Endostio
 Periostio
 Osso spugnoso
 Cavità midollare
 Osso compatto

Fonte: Frederick H. Martini - Michael J. Timmons - Robert B. Talbot, Anatomia Umana

Nello spazio l'osso tende a non rigenerarsi, si indebolisce e diventa più fragile.

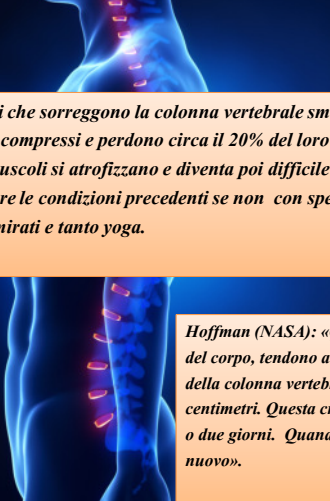
L'ALTEZZA




Agenzia Spaziale Italiana

Dopo una permanenza di 5 o 6 mesi l'altezza aumenta anche del 3%. Gli astronauti crescono dai 3 ai 5 centimetri, per poi tornare alla loro altezza normale nel giro di un mese dopo il rientro a Terra

La mancanza di gravità agisce di meno sulle vertebre della colonna vertebrale le quali tendono a distendersi e questo allunga il corpo umano.




I muscoli che sorreggono la colonna vertebrale smettono di essere compressi e perdono circa il 20% del loro tono. Questi muscoli si atrofizzano e diventa poi difficile recuperare le condizioni precedenti se non con specifici esercizi mirati e tanto yoga.



Hoffman (NASA): «Quando si sta nello spazio tutti i fluidi posizionati nella parte bassa del corpo, tendono a salire verso l'alto e riempiono non solo la testa, ma anche i dischi della colonna vertebrale e tirano su la spina dorsale: io sono cresciuto di cinque centimetri. Questa crescita provoca dolore a molti astronauti, ma di solito solo per uno o due giorni. Quando si rientra sulla Terra, naturalmente, l'altezza diminuisce di nuovo».

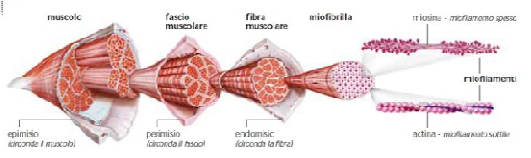
I MUSCOLI




Agenzia Spaziale Italiana

Sulla Terra i nostri muscoli sono mantenuti efficienti sia tramite lo sforzo fatto per mantenere il corpo in posizione eretta sia grazie all'esercizio fisico.

Nello spazio ogni movimento avviene con un minimo sforzo per cui si ha una riduzione della massa muscolare del 20- 30% dopo poche settimane.





Muscoli facciali
Trapezio
Grande pettorale
Bicipite
Retto dell'addome
Sartorio
Gastrocnemio
Sternocleidomastoideo
Deltoido
Dentato anteriore
Obliquo esterno
Ileoipoas
Quadricipite
Tibiale anteriore
Estensore lungo delle dita



ASI
Agenzia Spaziale Italiana

I MUSCOLI

Attività fisica 2,5 ore/giornaliere obbligatorie




CEVIS



ARED




TREADMILL

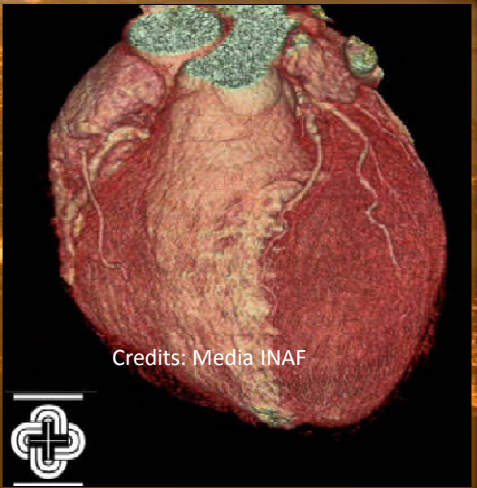


ASI
Agenzia Spaziale Italiana

IL CUORE

Una recente ricerca, eseguita con strumenti ad ultrasuoni su 12 astronauti durante la loro permanenza sulla Stazione Spaziale, ha dimostrato che dopo 6 mesi il loro cuore è diventato più sferico per la perdita di massa muscolare.






Credits: Media INAF

In assenza di gravità il cuore degli astronauti diventa più sferico del 9,4%

Le conseguenze a lungo termine di questi cambiamenti potrebbero essere molto serie e portare anche a problemi cardiaci più gravi.



L'APPARATO RESPIRATORIO

ASI Agenzia Spaziale Italiana

A causa della diversa distribuzione dei liquidi nel corpo nei primi giorni di permanenza a bordo i polmoni si congestionano, causando sintomi simili a quelli del raffreddore. (SAS – Space Adaption Syndrome)

APPARATO RESPIRATORIO

SAS

A volte l'adattamento alla microgravità risulta complicato dalla SAS, che colpisce il 70% degli astronauti e provoca nei primi giorni sintomi che vanno dalla nausea, al mal di testa al vomito.


Chris Hadfield (CSA) spiega come gestire la nausea

Normalmente questi sintomi durano un paio di giorni e vengono trattati con apposite medicine.


Niente EVA nei primi giorni a bordo!!!


Pier Sellers (NASA) durante in una EVA fuori dall'ISS in 2002 (Credit: NASA)

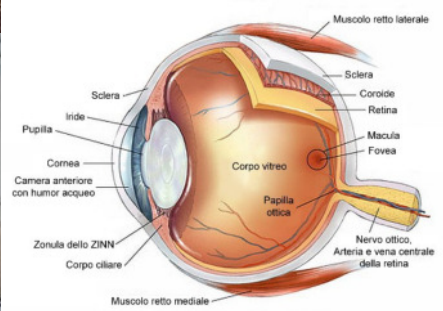
L'APPARATO VISIVO



Nel 60% degli astronauti dopo missioni di lunga durata (oltre 6 mesi) si riscontrano problemi alla vista (annebbiamenti). Un nuovo studio dimostra che il disturbo non sarebbe momentaneo e non può essere risolto solo con un paio di occhiali.







Dagli esami medici effettuati anche questi problemi sono dovuti all'accumulo dei fluidi nella parte alta del corpo.

IPOTENSIONE ORTOSTATICA



Gli astronauti, rientrati dalle missioni non sanno più stare con i piedi per terra. E vivono una sorta di malessere – l'intolleranza ortostatica appunto – che si manifesta per lo più con vertigini, nausea, vista annebbiata, ma anche tremori e palpitazioni, e perdita dei sensi, tanto più evidenti se la permanenza in orbita è stata di lunga durata.



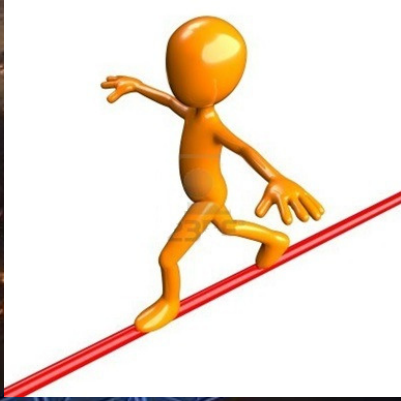
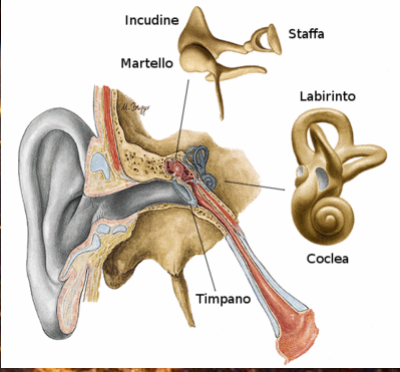


Orthostatic Tolerance (IRCCS San Raffaele Pisana di Roma)

ASI Agenzia Spaziale Italiana

L'EQUILIBRIO

La capacità umana di mantenere l'equilibrio è dovuta al sistema vestibolare che si trova nell'orecchio interno vicino all'apparato uditivo.

Nello spazio questi sistemi, che si sono evoluti basandosi sulla gravità, a poco a poco si adattano a funzionare in un altro modo.

ASI Agenzia Spaziale Italiana

LE RADIAZIONI

Quando gli astronauti lavorano all'esterno devono indossare una tuta spaziale che, oltre a fornire loro ossigeno e calore, provveda anche a proteggerli dalle radiazioni.



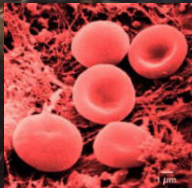


EMU (Extravehicular Mobility Unit)

ORLAN – Орлан (Acquila di mare)

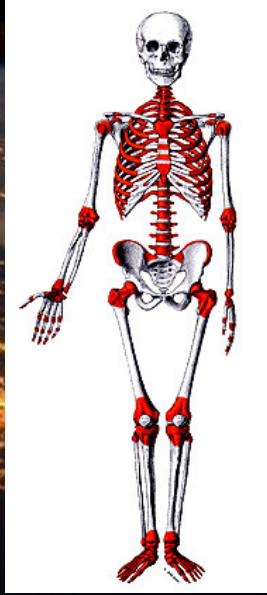
LE RADIAZIONI

ASI Agenzia Spaziale Italiana

Le zone del corpo umano sensibili alle radiazioni sono tutte quelle che contengono il midollo osseo, ossia la «fabbrica del sangue» del corpo umano.

Senza queste cellule che creano nuovo sangue una persona diventerebbe anemica entro una settimana.



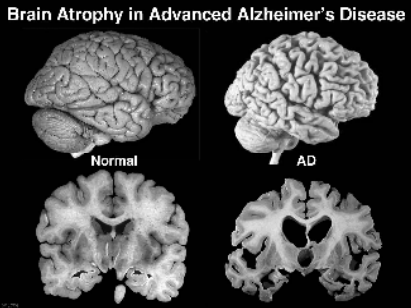
LE RADIAZIONI

ASI Agenzia Spaziale Italiana

Gli equipaggi dell'ISS sono esposti a circa 1 millisievert di radiazione ogni giorno, che è circa la stessa quantità che ogni essere umano riceve sulla Terra in un anno, da fonti naturali.

Esposizione	Dose
1 gg. su ISS	1mSV/day
Esposizione media a Terra	2.5 mSV/anno
Limite esposizione anno astronauta ESA	500mSV
Limite esposizione astronauta ESA vita	1SV
Radiografia convenzionale	Max 1 mSV

Brain Atrophy in Advanced Alzheimer's Disease



Una ricerca, pubblicata il 1 Maggio 2015 su «Science Advances»: “What happens to your brain on the way to Mars”, ha evidenziato che le particelle dei raggi cosmici possono danneggiare i dendriti, compromettere le sinapsi e ridurre le capacità cognitive, e potrebbero addirittura favorire lo sviluppo di una forma di Alzheimer incipiente negli astronauti.



Agenzia
Spaziale
Italiana

IL SONNO

*La Stazione gira in orbita attorno alla Terra ad una velocità talmente elevata (quasi 8 km/s) che si può vedere sorgere e tramontare il Sole ogni 90 minuti.
Cambia il ciclo naturale del sonno, le giornate biologiche si allungano, ci si deprime e aumenta l'aggressività.*



Inoltre il corpo è abituato ad addormentarsi in posizione sdraiata perchè i muscoli si rilassano. Ovviamente nello spazio questo non è possibile visto che si «fluttua» senza peso.





Agenzia
Spaziale
Italiana

MICROBI

- Un test eseguito sulla Stazione Spaziale Russa Mir ha scoperto la presenza di ben 234 specie di batteri e funghi microscopici che vivevano a bordo con gli astronauti.
- Il personale della ISS in servizio tra il 1995 e il '98 ha segnalato un alto numero di infezioni microbiche, come congiuntiviti, difficoltà respiratorie acute e infezioni dentali.
- A peggiorare un quadro già abbastanza drammatico vi è il fatto che i viaggi spaziali compromettono il sistema immunitario degli astronauti, rendendoli più sensibili agli effetti dei microbi.
- Studi medici hanno anche provato che gli antibiotici sono meno efficaci e per questo gli esperti sperano che gli antiossidanti, che si assumono con il cibo e con gli integratori alimentari, possano contrastare questi effetti.






↑

Viable ISS
ISS Expedition Duration
March 2011 - September 2015
Università della Tuscia- Viterbo

LE LACRIME E L'ACQUA

 Agenzia Spaziale Italiana

«Nello spazio le lacrime non cadono»: il video dell'astronauta Chris Hadfield (CSA)



In assenza di gravità, le lacrime non scendono giù, arrivando ad ingrandirsi in maniera evidente, fino a poter essere rimosse solamente da un asciugamano.


LE LACRIME E L'ACQUA

 Agenzia Spaziale Italiana

"Le lacrime si condensano in "palline" e non si disperdono"



L'astronauta Andrew Feustel, in missione insieme a Michael Fincke, stava collegando alcuni cavi dell'elettricità dalla parte americana a quella russa dell'ISS, quando un fiocco di antiappannante è finito nel suo occhio, facendolo lacrimare. Il liquido non si è mosso di un millimetro, provocandogli fastidio e dolore.

L'assenza di gravità impedisce alla lacrima di scendere come fa qui sulla Terra. Rimane quindi attaccata all'occhio, irritandolo leggermente: Feustel ha dovuto asciugarsi con l'aiuto della spugnetta abitualmente usata per il naso quando si verifica un cambiamento di pressione.



Nello Spazio, la soluzione migliore è comportarsi da duri, e non piangere mai.

CURIOSITA'

Nello spazio si emettono più flatulenze, ma non si rutta

Hadfield ha spiegato che durante la sua permanenza nello spazio ha emesso un numero maggiore di flatulenze rispetto a quando sta sulla Terra: «l'eruttazione è impossibile nello spazio perché non c'è abbastanza gravità per separare i gas dai liquidi dello stomaco».

Quando si starnutisce bisogna farlo sulla tuta spaziale

«Si piega la testa in avanti e si starnutisce sulla propria tuta spaziale per evitare che il muco schizzi sulla visiera. Poi si pulisce tutto quando ci si spoglia. È una cosa abbastanza disgustosa, ma è il miglior compromesso», ha scritto Hadfield.

Attenti quando si dà di stomaco: il vomito rimbalza

«Non si prende mai il raffreddore nello spazio», ha scritto Hadfield, «avere mal di testa o sbattere da qualche parte sono le due cose peggiori che possano succedere. Bisogna essere cauti, però, quando si dà di stomaco: il vomito rimbalza se non si chiude ermeticamente dentro a una busta apposta».

Il sudore rimane sulla pelle e può attaccarsi agli occhi

«Il sudore rimane attaccato alla pelle», ha scritto Hopkins, «si accumula sulle braccia e sulla testa, può anche attaccarsi agli occhi. Quando cerchi di levarlo di dosso, si attacca alle pareti della navicella e poi bisogna pulirlo con degli asciugamani. La cosa interessante è che poi viene riciclato e diventa acqua potabile».





ASTRONAUTI

ASI Agenzia Spaziale Italiana

- ❖ *Persone che hanno volato nello spazio: oltre 500*
- ❖ *Record di permanenza continuata: 14 mesi (438 giorni) - Valerij Vladimirovic Poljakov*
- ❖ *Riadattamento alla g terrestre 96% completa dopo 6 anni (Polyakov)*
- ❖ *Record di permanenza complessiva: Gennady Padalka, 57 anni, è «solo» alla sua quarta missione e attualmente si trova a bordo dell'ISS. Il suo ritorno è previsto per l'11 settembre, quando sarà arrivato a 877 giorni in orbita. Il suo primo volo avvenne nel 1999 a bordo della Soyuz TM-28 diretta alla Mir.*
- ❖ *La persona più giovane nello spazio fu Gherman Titov, che volò con il Vostok2 all'età di 26 anni.*
- ❖ *Il più vecchio fu John Glenn, che viaggiò con la missione STS-95 all'età di 77 anni.*
- ❖ *Stipendio netto astronauta ESA ca. 6000 Euro/mese = ingegnere ESA*
- ❖ *Nello spazio non si lavano i vestiti: si usano quindi il più a lungo possibile e infine si buttano nella spazzatura. Il protocollo prevede tre paia di calzini ogni due settimane*



Luca Parmitano

Nella missione Beyond ci saranno sei esperimenti italiani importanti, tutti nati dalla collaborazione tra università, enti di ricerca e industria



Durante gli oltre 6 mesi di permanenza a bordo della ISS, Parmitano sarà impegnato, oltre alla normale gestione e manutenzione della stazione, in attività ed esperimenti propedeutici per la realizzazione delle future attività esplorative oltre l'orbita terrestre, in particolare verso la Luna e Marte.

“ Quello che facciamo sulla Stazione Spaziale Internazionale è per la Terra, per l'umanità. Lavorare sull'avamposto orbitale è l'unico modo per capire di quali conoscenze scientifiche e di quali tecnologie abbiamo bisogno per poterci spingere oltre”. (Luca Parmitano)



Il logo della missione in cui compaiono la Luna, Marte, la Terra e la ISS.

51 gli esperimenti di cui si occuperà direttamente Parmitano:

Ricerche sull'uomo (12)	Scienze dei materiali (13)
Biologia (4)	Ricerche ambientali (2)
Fisica dei fluidi (3)	Radiazioni (1)
Dimostratori tecnologici (13)	Educazione (3)

I più significativi esperimenti per quanto riguarda la preparazione alle future missioni di esplorazione



Analog-1: Dalla ISS Luca Parmitano controllerà in tempo reale le attività di un rover robotico in un'area desertica dell'isola spagnola di Lanzarote.

Life Support Rack: Strumento, a bordo della ISS dallo scorso anno, che consente di produrre ossigeno estraendolo dall'anidride carbonica emessa dagli astronauti. Potrebbe ridurre di circa 400 l/anno la quantità di acqua da trasportare nello spazio.

Biorock: Esperimento per esaminare come l'assenza di peso influenzi le modalità di interazione dei microbi con le rocce. Alcuni microbi sono in grado di estrarre minerali (es. ferro, calcio o magnesio) dalla superficie delle rocce. I microbi possono anche generare cibo, ossigeno e riciclare i rifiuti. (Kubik dell'ESA - mini laboratori che faranno ruotare su sé stessi tre tipi di microrganismi e esposti a diversi livelli di gravità (Marte - Luna - Terra)

Alexander Gerst



BEYOND – Spedizione 60/61




Agenzia Spaziale Italiana

Lancio 18:28 (CEST) del 20 luglio in Kazakhstan
Attracco 00:00 – 01:00 (CEST) del 21 luglio.
Apertura portellone 02:00 – 03:00 (CEST) del 21 luglio. (Soyuz – ISS)





Il volo, di sei ore e con quattro orbite a bordo della navicella Soyuz MS-13, è il secondo volo spaziale per Luca Parmitano (Volare - 2013), il terzo per Alexander Skvortsov ed il primo per Drew Morgan. Il trio è accolto a bordo dall'attuale equipaggio della Stazione - Alexy Ochivin di Roscosmos e Nick Hague e Christina Koch della NASA. Ad Ottobre diventa primo Comandante italiano (e terzo europeo – Frank de Winne/Belgio, Alexander Gerst/Germania) dell'ISS. Missione di 200 giorni previsti a bordo dell'ISS - Rientro previsto: Febbraio 2020

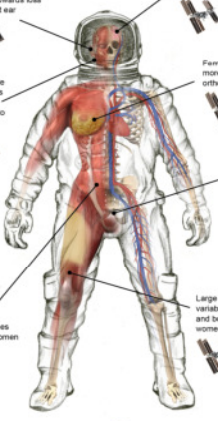
DIFFERENZE TRA ASTRONAUTI UOMINI E DONNE



Agenzia Spaziale Italiana




FEMALE ASTRONAUT

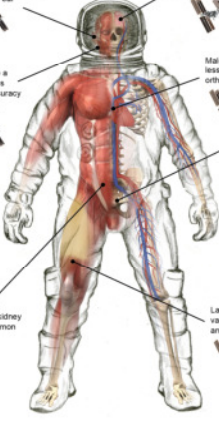


- Women suffer less from hearing loss with advancing age, and do not display a bias towards loss of hearing in the left ear
- Women demonstrate a slight bias towards accuracy versus speed in response to an alertness test
- Women mount more potent immune responses
- Struvite kidney stones more common in women
- Female astronauts (to date) do not exhibit clinically significant visual impairment
- Female astronauts are more susceptible to orthostatic intolerance
- Urinary tract infections are more common in female astronauts
- Large individual variability to muscle and bone loss in women

Health effect observed on Earth



MALE ASTRONAUT



- Men suffer more from hearing loss with advancing age, and display a bias towards loss of hearing in the left ear
- Men demonstrate a slight bias towards speed versus accuracy in response to an alertness test
- Men mount less potent immune responses
- Calcium oxalate kidney stones more common in men
- Some male astronauts exhibit clinically significant visual impairment
- Male astronauts less susceptible to orthostatic intolerance
- Urinary tract infections less common in male astronauts
- Large individual variability to muscle and bone loss in men

Health effect observed in space



ASI Agenzia Spaziale Italiana

IN-FLIGHT TRAINING

L'esercizio fisico si svolge in 3 fasi:

1. **Familiarizzazione (primi 30 giorni)**
 - Adattamento alla microgravità, familiarizzazione con gli strumenti
2. **Fase Principale (110 giorni)**
 - Carico progressivo per il mantenimento della forza fisica
3. **Preparazione al rientro nella gravità (ultimi 30 giorni)**
 - Intensità aumentata per prepararsi al rientro a terra

In volo

Adattamento	Fase principale	Preparazione al ritorno
14-30 giorni	Fino a 120 giorni	14-30 giorni



ASI Agenzia Spaziale Italiana

POST-FLIGHT

Il rientro a terra dopo una missione di lunga durata (sei mesi o più) nello spazio è sempre un momento traumatico per gli astronauti che vengono immediatamente soccorsi dal personale medico.



