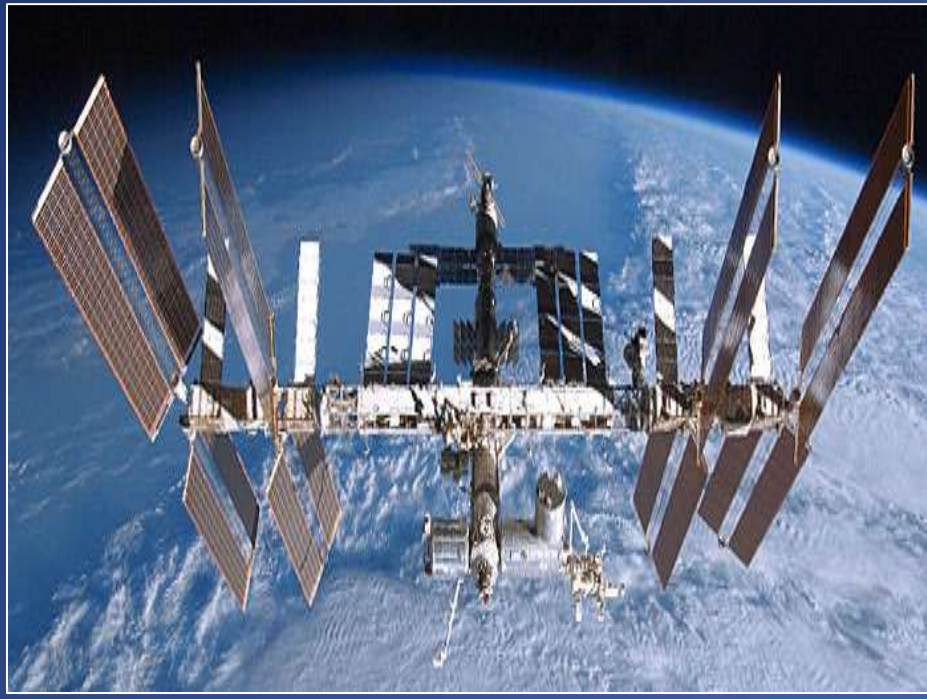




# Progetto LISS (a Lezione sulla Stazione Spaziale Internazionale): Osteoporosi terrestre e spaziale (S. Cannelli, R. Ledda, M. Vezzari, T. Visconti – 2° anno E)

La partecipazione al progetto LISS (A Lezione sulla Stazione Spaziale Internazionale) ci ha fatto conoscere l'ASI e le molteplici attività nelle quali l'Agenzia Spaziale Italiana è coinvolta, tra queste la missione cui partecipa l'astronauta italiana Samantha Cristoforetti

Nei seminari condotti dalle ricercatrici dell'ASI ci hanno colpito gli effetti di una prolungata esperienza nello spazio, gli stessi ai quali è sottoposta attualmente la Cristoforetti.

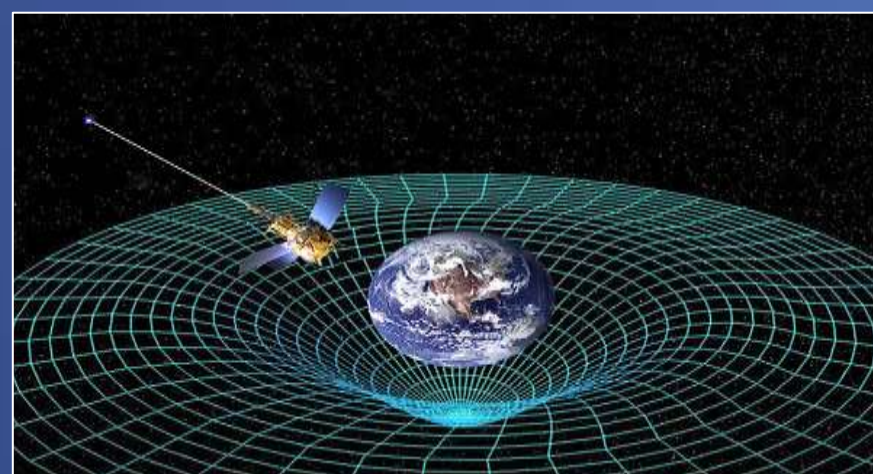


In particolare abbiamo riflettuto sulla condizione di inerzia, propria dello spazio, dovuta all'assenza della forza di gravità che molte volte abbiamo osservato distrattamente in sequenze di film anche noti, senza collegarla agli equilibri muscolo - scheletrici del nostro corpo ed alle possibili alterazioni di questi equilibri legata all'età, a condizioni forzate di immobilità e ... alla vita nello spazio.

## Cosa è la gravità?

La gravità è una delle quattro forze fondamentali che governano l'universo, come definito da Newton, corrisponde alla relazione:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$



La situazione è analoga a ciò che avviene sulla ISS che si muove intorno alla Terra ad una velocità molto elevata. Infatti il suo spostamento in avanti bilancia la caduta verso la Terra che continua ad esercitare, nonostante i 400 Km circa di distanza, la sua forza di attrazione gravitazionale sulla ISS.



In questo modo la Stazione rimane sempre più o meno alla stessa altezza sebbene in ogni istante è come se precipitasse, gli astronauti si trovano così in caduta libera e sperimentano l'assenza di peso.

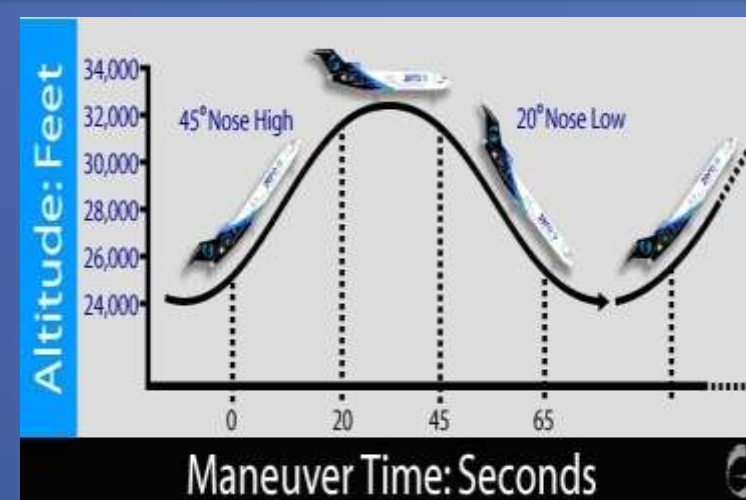
## La microgravità

In realtà è più corretto parlare di microgravità visto che sulla ISS oggetti e persone risentono di attrazioni che sono dell'ordine di un milionesimo della gravità.

Gli astronauti, sebbene sottoposti ad una lunga preparazione in cui non mancano voli parabolici, nello spazio possono dapprincipio sentirsi confusi e deboli, perdere l'appetito, soffrire di problemi di stomaco e perdere il senso di tempo e spazio. Poi i loro corpi si adattano all'assenza di peso ed al loro rientro sulla Terra debbono nuovamente abituarsi alla gravità. Particolare importanza rivestono le conseguenze della microgravità sul sistema osteo - muscolare.

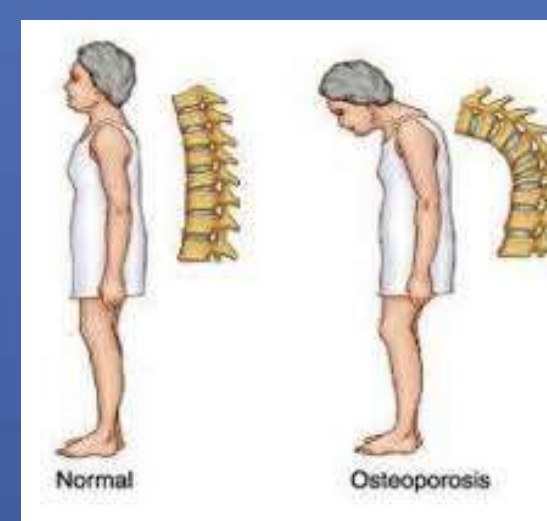
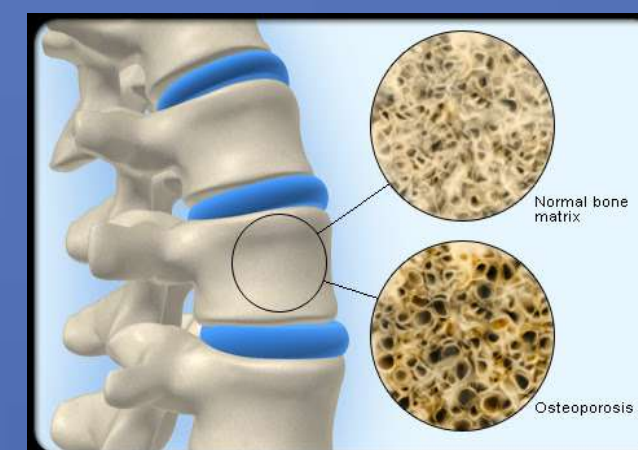


I voli parabolici vengono utilizzati per testare nuove tecnologie e materiali, per validare procedure sperimentali da utilizzare nello spazio ed anche come "palestra" per gli astronauti in partenza per future missioni spaziali. Infatti durante i 20-30 secondi di caduta libera si sperimenta la condizione di assenza di gravità e d'è possibile procedere a sperimentazioni di tecnologie innovative per l'esplorazione umana dello spazio ma anche a supporto di numerose attività terrestri. (progetto Cosmic-Asi ,2010)



## L'apparato osteo-muscolare

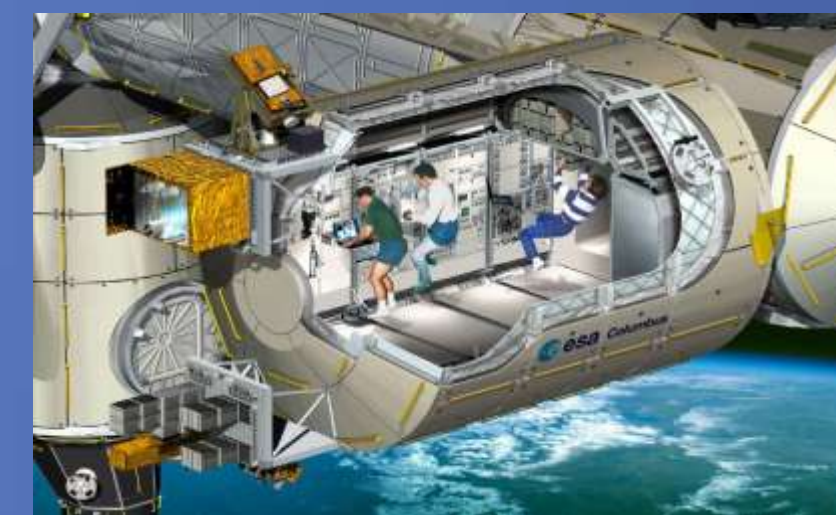
Anche il nostro scheletro è il frutto di una lunga evoluzione avvenuta sul nostro pianeta, quindi ad una gravità media di 9.81 m/s<sup>2</sup>. A questa condizione il tessuto osseo sano e la contrazione muscolare necessaria alla stazione eretta sono i prerequisiti che ci consentono di sostenere tutte le sollecitazioni a cui siamo sottoposti come "terrestri". Il tessuto osseo sano viene rimodellato continuamente dall'azione degli osteoblasti, che depositano matrice ossea, e degli osteoclasti, che la riassorbono. Nell'osso normale la formazione e il riassorbimento sono in perfetto equilibrio. Quando la quota netta di riassorbimento osseo supera quella di formazione si ha invece una diminuzione della massa ossea. Questa condizione si può osservare nella osteoporosi, "malattia sistemica dello scheletro, caratterizzata da ridotta massa minerale e deterioramento micro-strutturale del tessuto osseo, con conseguente aumento della fragilità dell'osso e maggior rischio di fratture". Sulla Terra l'osteoporosi è una delle modificazioni a cui il nostro organismo va inevitabilmente incontro con l'invecchiamento. La tendenza all'allungamento della vita media delle popolazioni, in mancanza di seri interventi di prevenzione, determinerà nei prossimi decenni un significativo aumento di questa patologia, in particolare nelle donne che hanno in partenza una massa ossea minore e nelle quali la menopausa riduce la produzione di estrogeni determinando un'accelerata perdita di calcio dall'osso.



## L'osteoporosi spaziale

L'osteoporosi spaziale colpisce praticamente tutti gli astronauti sottoposti in modo permanente alle condizioni che la determinano sulla Terra quando ad esempio un individuo è costretto ad un lungo periodo di allettamento: la mancanza della stazione eretta e dell'attività fisica abituale. Il corpo reagisce alla microgravità "diminuendo" un apparato osteo-muscolare "eccessivo" per le nuove condizioni. Parametri chimico-clinici dimostrano, già a partire dalle prime settimane di permanenza nello spazio, una mobilitazione di calcio dalle ossa che precede l'impoverimento della massa ossea (fino al 2% al mese contro il 2-3% annuo riscontrato nelle donne in menopausa) per l'incremento dell'attività osteoclastica a danno di quella osteoblastica

Fino a poco tempo fa, i viaggi spaziali non duravano oltre le due settimane, oggi le missioni a bordo della ISS prevedono una permanenza di almeno 6 mesi e ciò determina una osteoporosi importante, al rientro sono necessari alcuni mesi per un completo recupero che non è affatto certo per permanenze nello spazio di qualche anno.



Molti studi e ricerche sono stati condotti finora, ad esempio somministrando, come alle donne in menopausa, calcio e vitamina D agli astronauti o predisponendo per loro opportuni programmi di esercizio fisico. Si è però verificato che le pratiche che rallentano l'insorgenza dell'osteoporosi sulla Terra non sono altrettanto efficaci né nello spazio né se sperimentate su "terranauti", volontari sani che rimangono a letto per molti mesi. Si tratta di un ambito di studio e d'indagine aperto ed importante sia per fronteggiare l'aumento dell'osteoporosi terrestre, legato all'incremento dell'età media della popolazione umana, che per combattere l'osteoporosi spaziale, attualmente ostacolo fondamentale a lunghe missioni e permanenze nello Spazio.



## Esperimenti in corso sulla ISS

### Stem Cell Differentiation (SCD).

Domenica 29 marzo, astroSamantha ha recuperato l'esperimento SCD dalla Soyuz 42S per installarlo nel contenitore Kubik-3. SCD funzionerà autonomamente per i prossimi 14 giorni e la Cristoforetti avrà il compito di effettuare regolari controlli del campione per tutta la durata dell'esperimento. Le cellule staminali giocano un ruolo importante nel mantenimento della massa ossea, essendo la principale fonte di osteoblasti. Il reclutamento di un adeguato numero di osteoblasti dipende dalla disponibilità di cellule umane mesenchimali staminali (hMSCs) e dalla loro corretta risposta alla crescita. Questa indagine ha lo scopo di capire come queste cellule staminali reagiscano ad una esposizione di due settimane alla microgravità in termini di crescita, senescenza e differenziazione verso gli osteoblasti quando questi vengono trattati con vitamina D3.

Nanoparticle and Osteoporosis (NATO) e Osteo4: L'obiettivo del progetto NATO lo spiega astroSamantha da avamposto 42: "Giorno di missione 150 (22 aprile 2015), ho concluso NATO rimuovendo i contenitori dell'esperimento dall'incubatrice Kubik e conservandoli nel congelatore MELFI, fino a quando i ricercatori a terra potranno averli a disposizione ed eseguire le analisi post-volo. NATO osserva in vitro gli effetti dell'aggiunta al tessuto osseo di varie dosi di "nanoparticelle-di-idrossiapatite-aricchite-in-stronzio", nHAP-Sr. Alcuni studi a terra hanno suggerito che aggiungere nHAP-Sr potrebbe essere efficace nell'ostacolare gli osteoclasti nella loro azione di distruzione dell'osso. Una ricerca promettente per noi astronauti nello spazio e per le persone a terra che soffrono di perdita ossea! Ieri ho anche eseguito la terza e ultima sessione dell'esperimento Osteo-4 arrivato con Dragon la settimana scorsa. Si tratta di un gruppo di tre vassoi, ciascuno dei quali comprende tre bioreattori con una coltura di cellule ossee di topo, con lo scopo di studiare l'espressione genica negli osteociti in microgravità. Gli osteociti, le cellule più comuni nelle nostre ossa, sono i sensori meccanici dell'osso responsabili di percepire i carichi e indurre le opportune risposte biologiche. Come funzioni questo meccanismo, tuttavia, è ancora un po' un mistero. Qui entra in gioco Osteo-4!"

