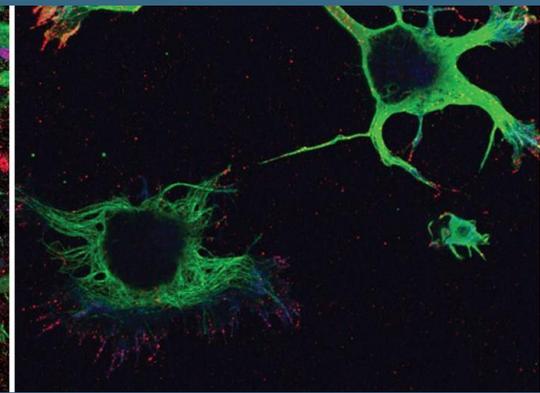
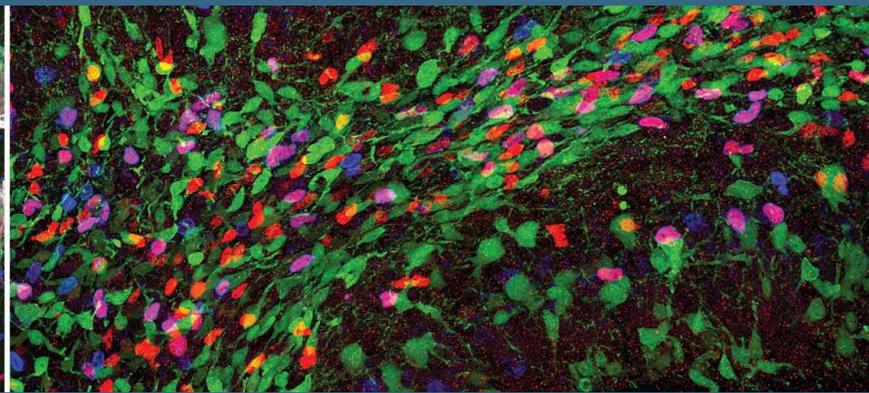
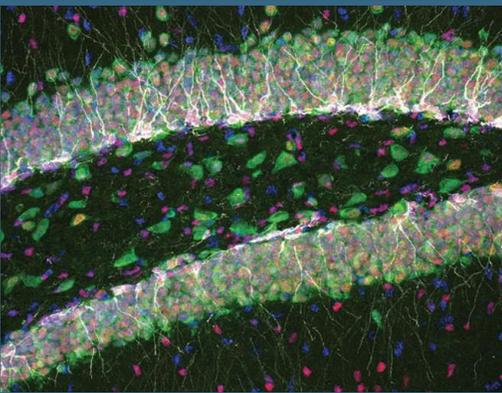


IL SISTEMA NERVOSO NELLO SPAZIO PROFONDO

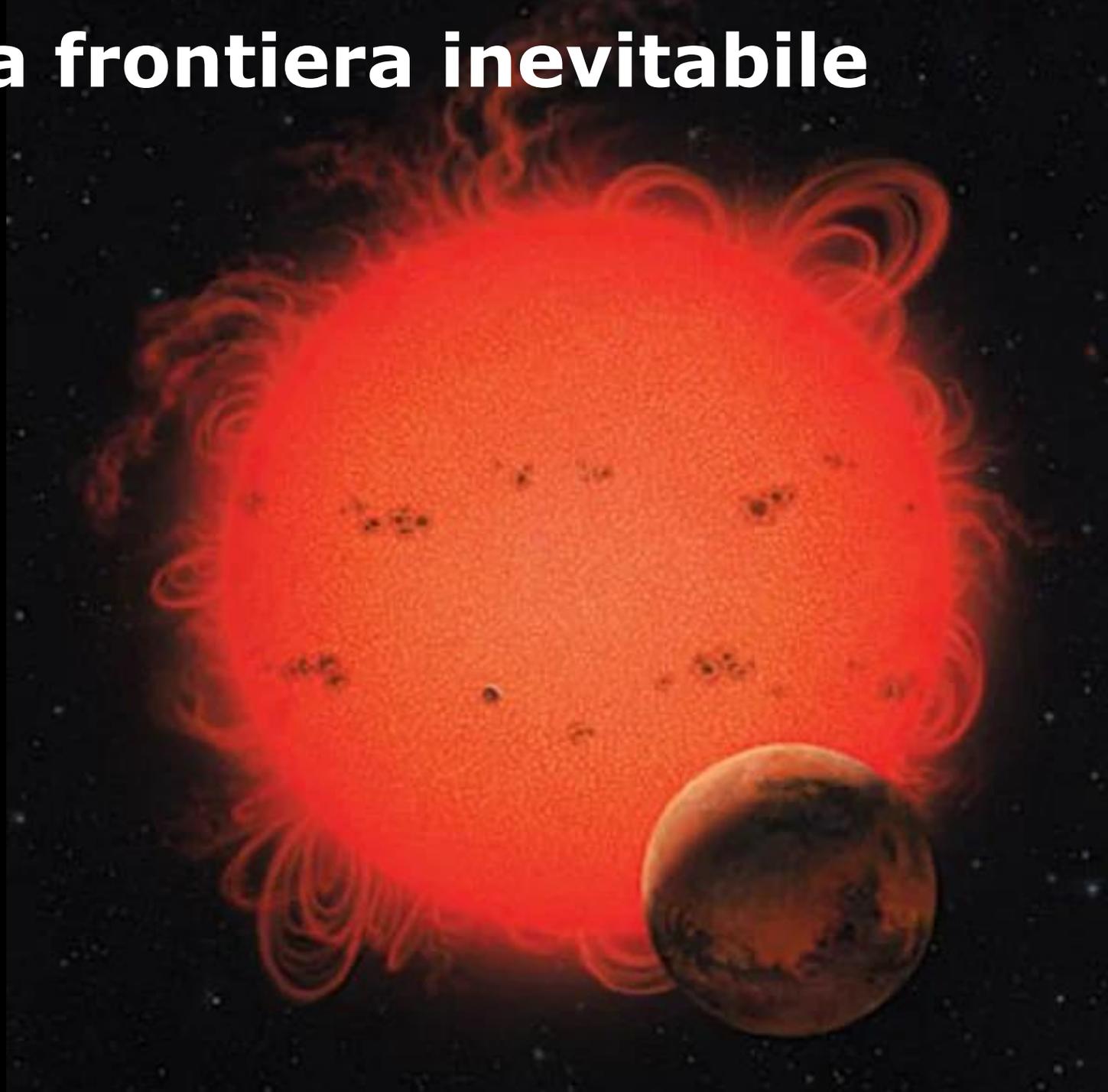
ferdinando.dicunto@unito.it



The final frontier



Una frontiera inevitabile

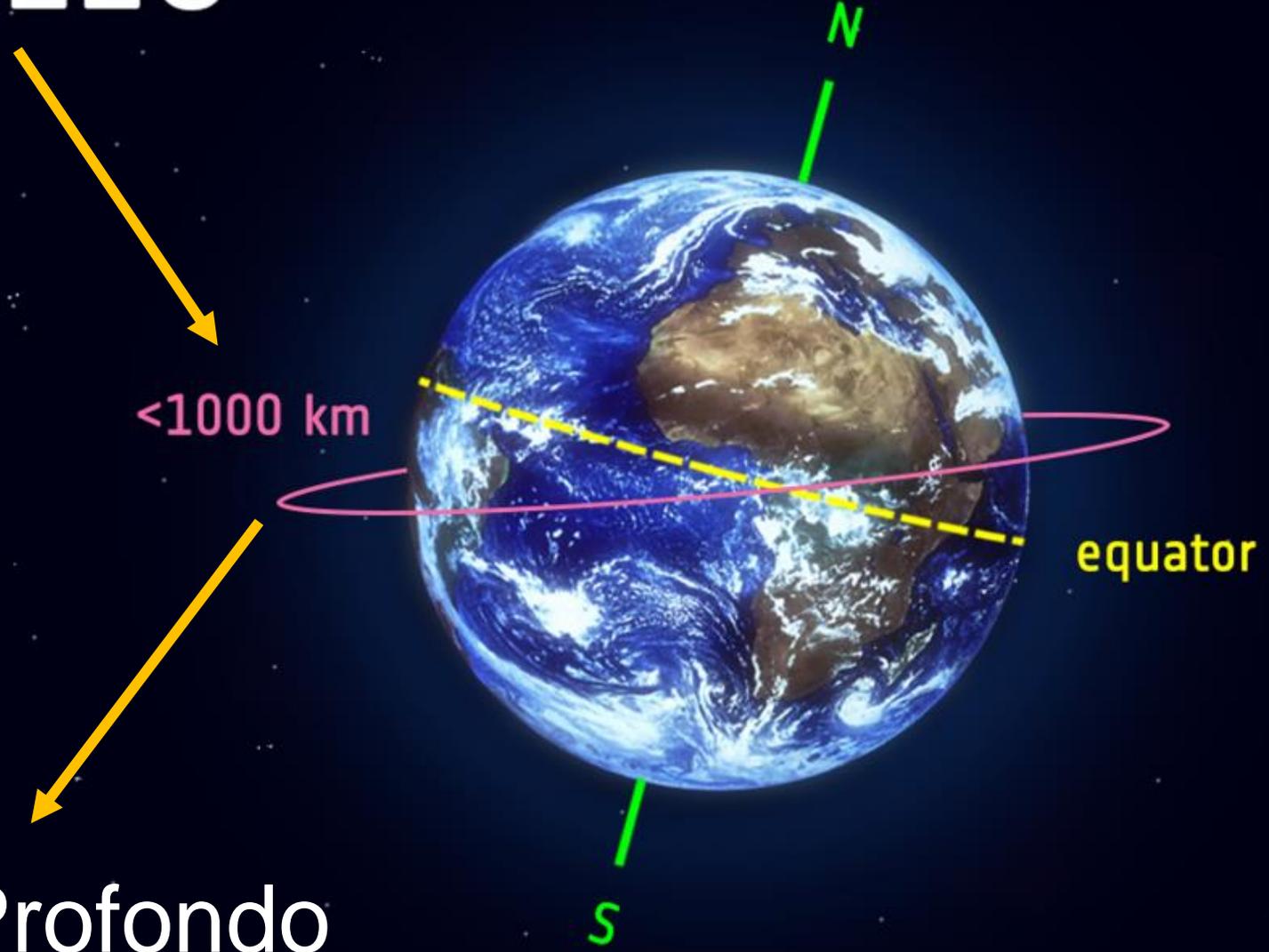


Molte buone ragioni immediate per l'esplorazione spaziale

- Arti artificiali
- Lenti resistenti ai graffi
- Pompa per insulina
- Attrezzature antincendio
- DustBusters (motori wireless)
- LASIK (sistema di tracciamento oculare)
- Ammortizzatori per edifici
- Celle solari
- Filtrazione dell'acqua
- Pneumatici migliori
- Cuffie senza fili
- Rilevatore di fumo regolabile
- Alimenti liofilizzati
- Telefoni con fotocamera
- TAC and RMI
- Latte in polvere per bambini
- Pavimentazione scanalata
- Purificatore d'aria
- Gomma piuma a effetto memoria
- Macchine per l'allenamento
- Isolamento domestico
- Termometri auricolari a infrarossi
- Aerei resistenti al ghiaccio
- Computer portatili
- LED
- Stampa 3D di alimenti
- Mouse del computer
- Scarpe da ginnastica

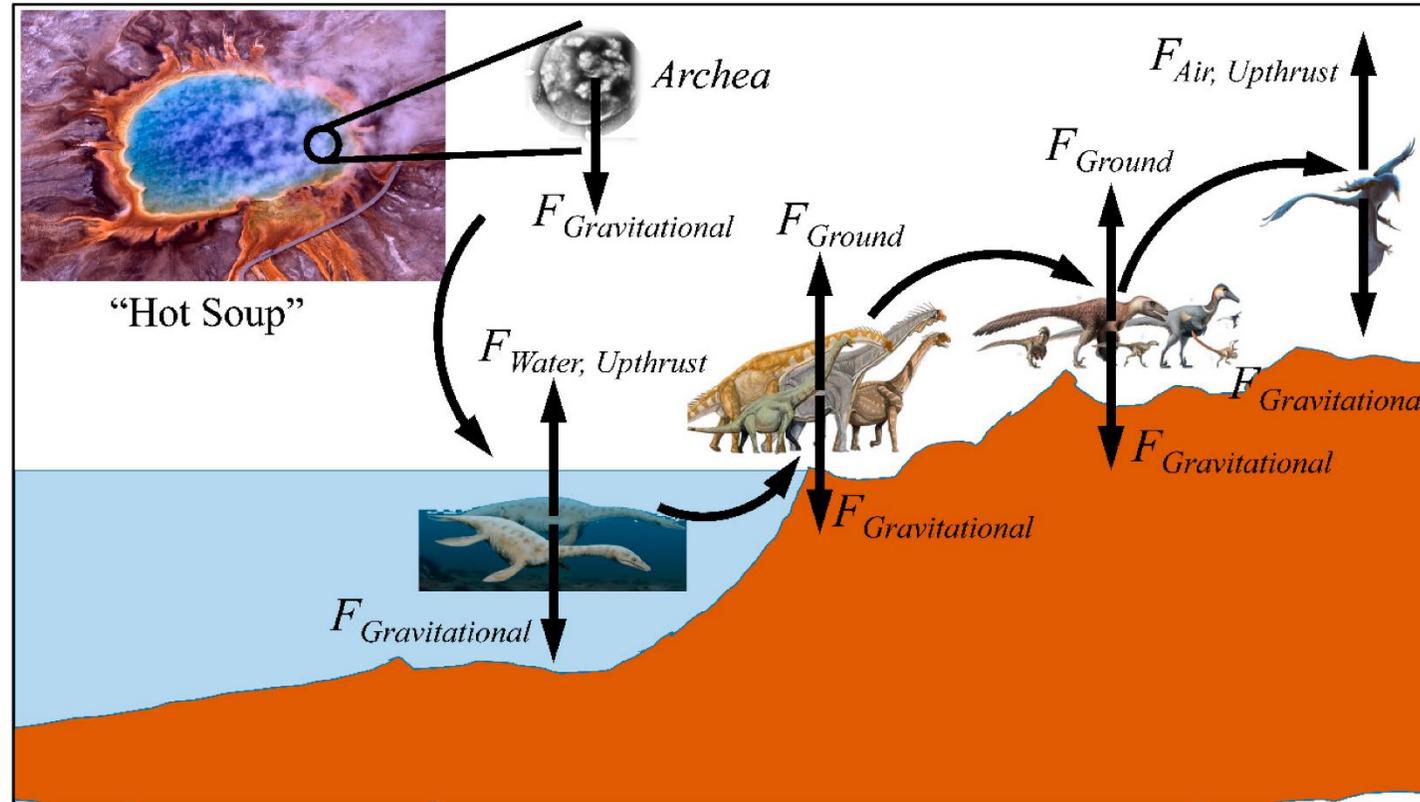
L'esplorazione e la colonizzazione da parte di organismi biologici quali siamo comportano gigantesche problematiche, il cui superamento inevitabilmente richiede la rottura di barriere scientifiche e tecnologiche

LEO (Orbita terrestre bassa)



Spazio Profondo

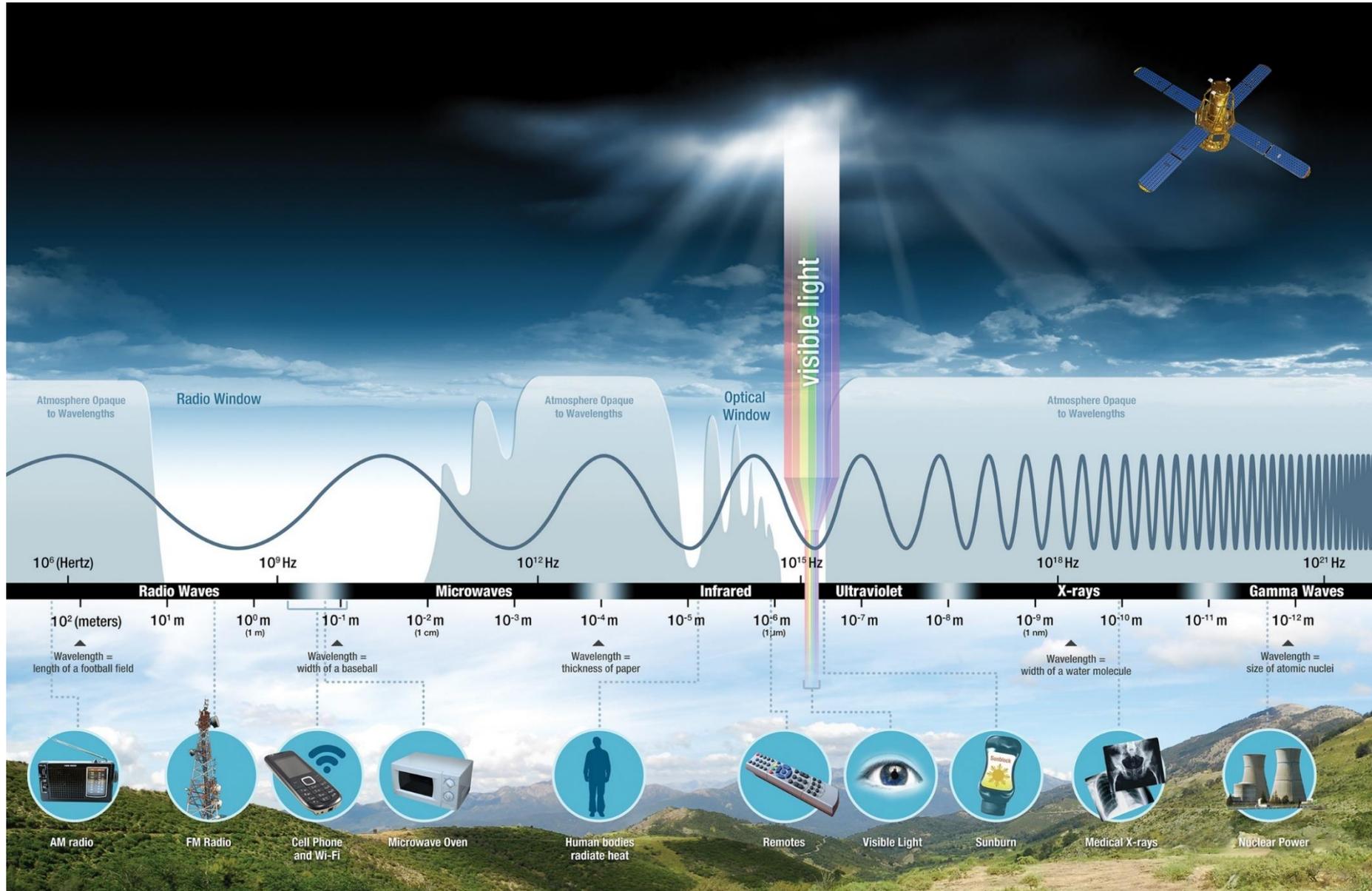
Cosa diamo per scontato sulla terra? **Gravità**



- **Spazio profondo e orbita terrestre bassa (LEO) = microgravità**
- ISS – 400 km alt. = 90% di G)
- Luna = 16% di G
- Marte = 38% di G
- Durante il volo, fino a +10 G

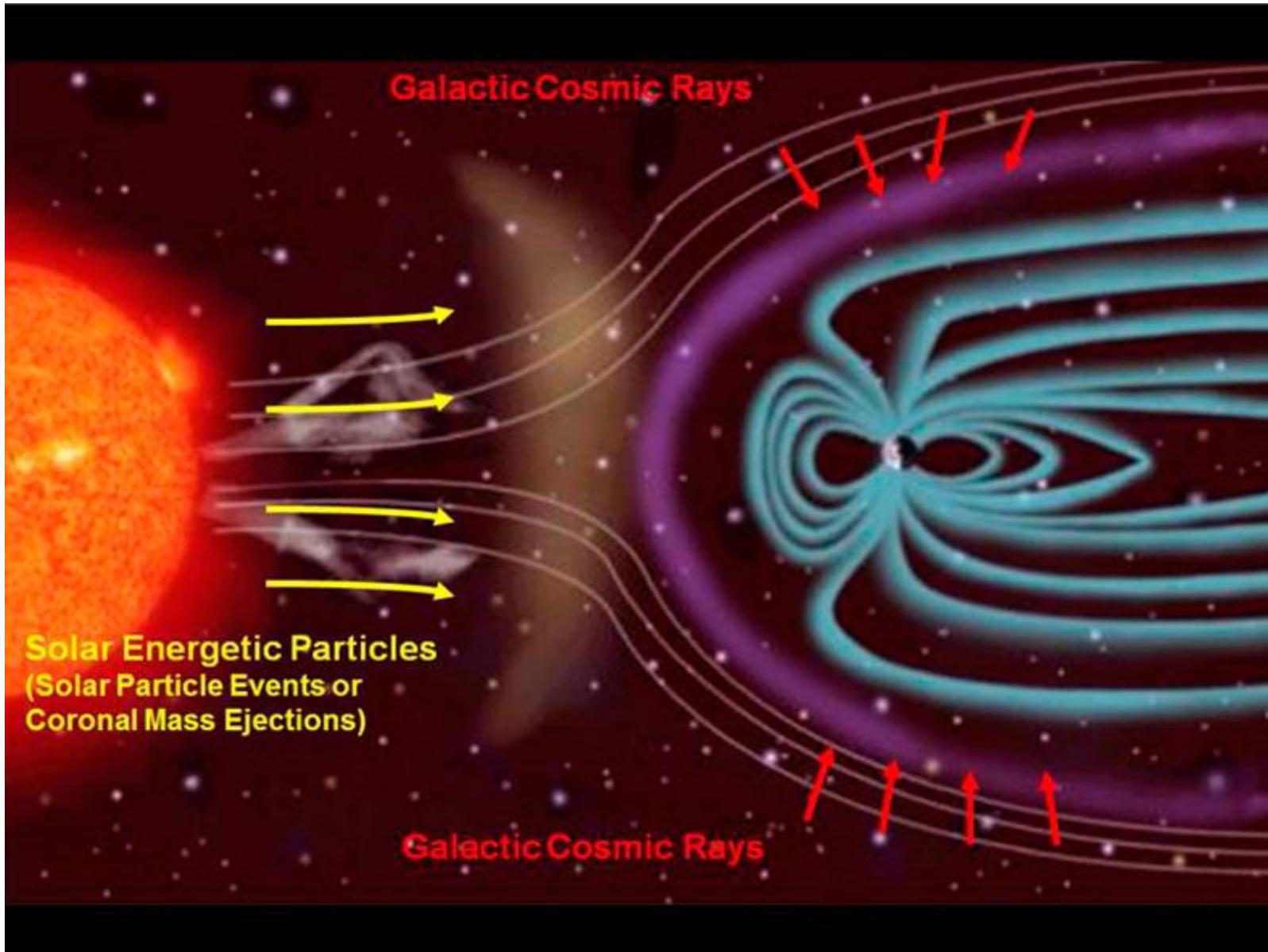
Cosa diamo per scontato sulla terra?

Protezione dalle radiazioni spaziali



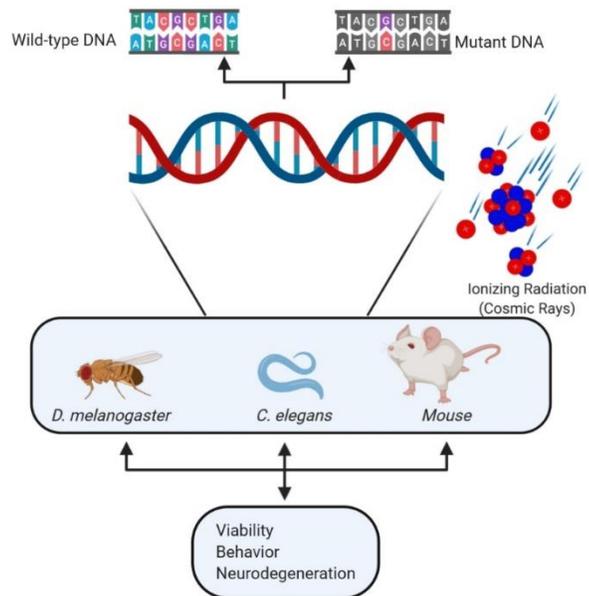
Cosa diamo per scontato sulla terra?

Protezione dalle radiazioni spaziali



Cosa diamo per scontato sulla terra?

Protezione dalle radiazioni spaziali



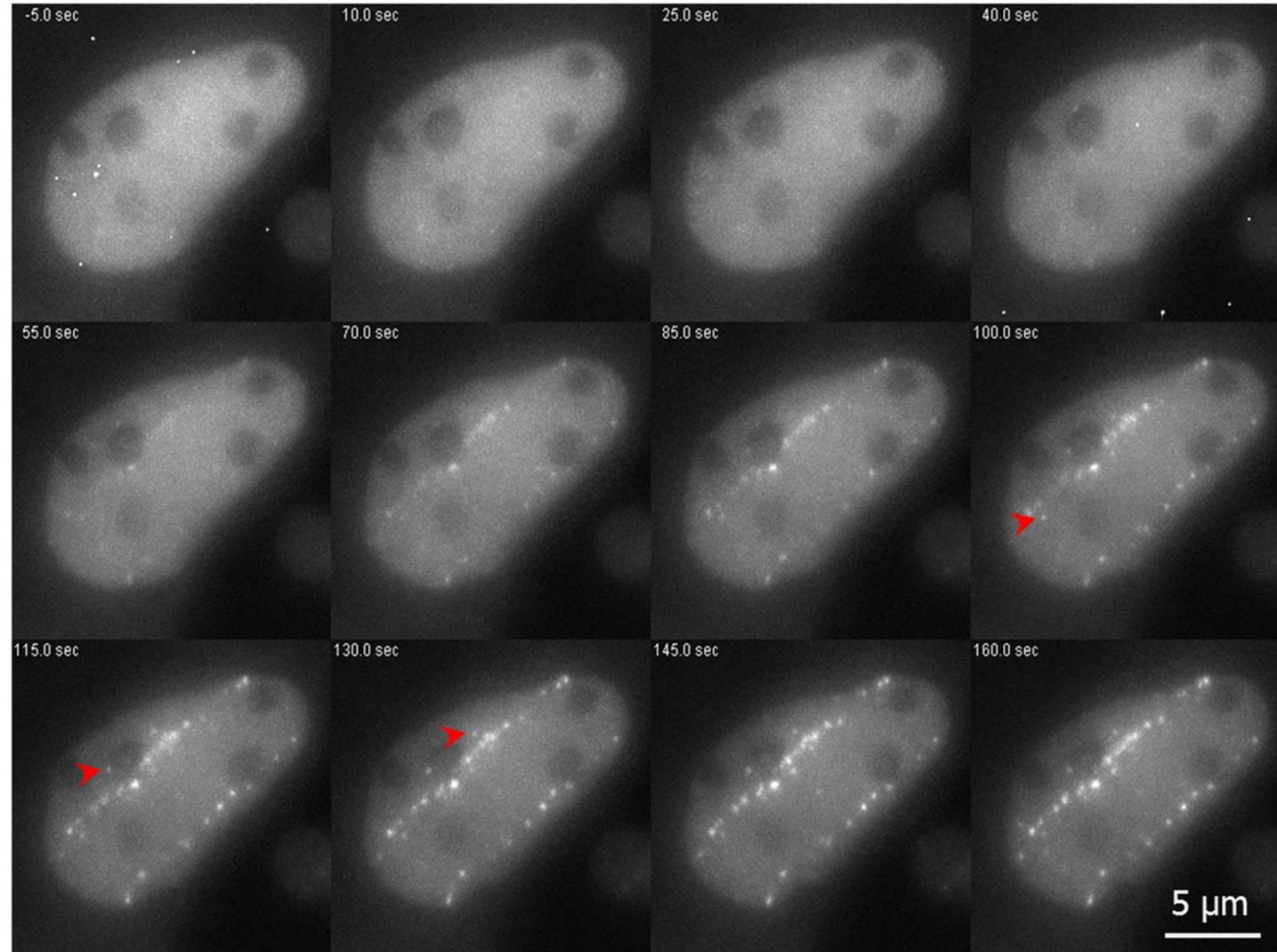
Eventi di particelle solari (SPE)

La SPE si verifica quando i protoni emessi dal Sole vengono accelerati, vicino al Sole o nello spazio interplanetario. La frequenza della SPE è correlata all'attività delle macchie solari e alla loro gli eventi oscillano in fase con il ciclo solare. Protoni accelerati > 30 MeV, a fluenze superiori a 100 protoni/cm²

Raggi Cosmici Galattici (GCR)

Nuclei accelerati a velocità relativistiche, provenienti dall'esterno del nostro sistema solare. I nuclei di idrogeno (87%), elio (12%), con il restante 1–2% di particelle sono compresi da $Z = 3$ (Li) a $Z = 28$ (Ni). Particelle ad alta Z ed energetiche, come i nuclei Ni e Fe (HZE), sono particolarmente impegnative. Mediana = 1GeV

Cellule attraversate da ioni ferro



I puntini rappresentano siti di danno al DNA

Quanta radiazione è tollerabile?

- Per gli individui non esposti professionalmente, i limiti di dose equivalente annua efficace sono 1 mSv (radiazione di fondo).
- Radiografia del torace = 0,1 mSv
- TAC addome = 6 mSv
- Volo intercontinentale = 0,33 mSv. Sulla ISS da 0,5 a 1 mSv/giorno
- Limite di dose raccomandato dal professionista = non più di 20 mSv all'anno.
- Il rischio di cancro causato dalle radiazioni ionizzanti è ben documentato a dosi di radiazioni a partire da 100 mSv.

How much radiation is tolerable?

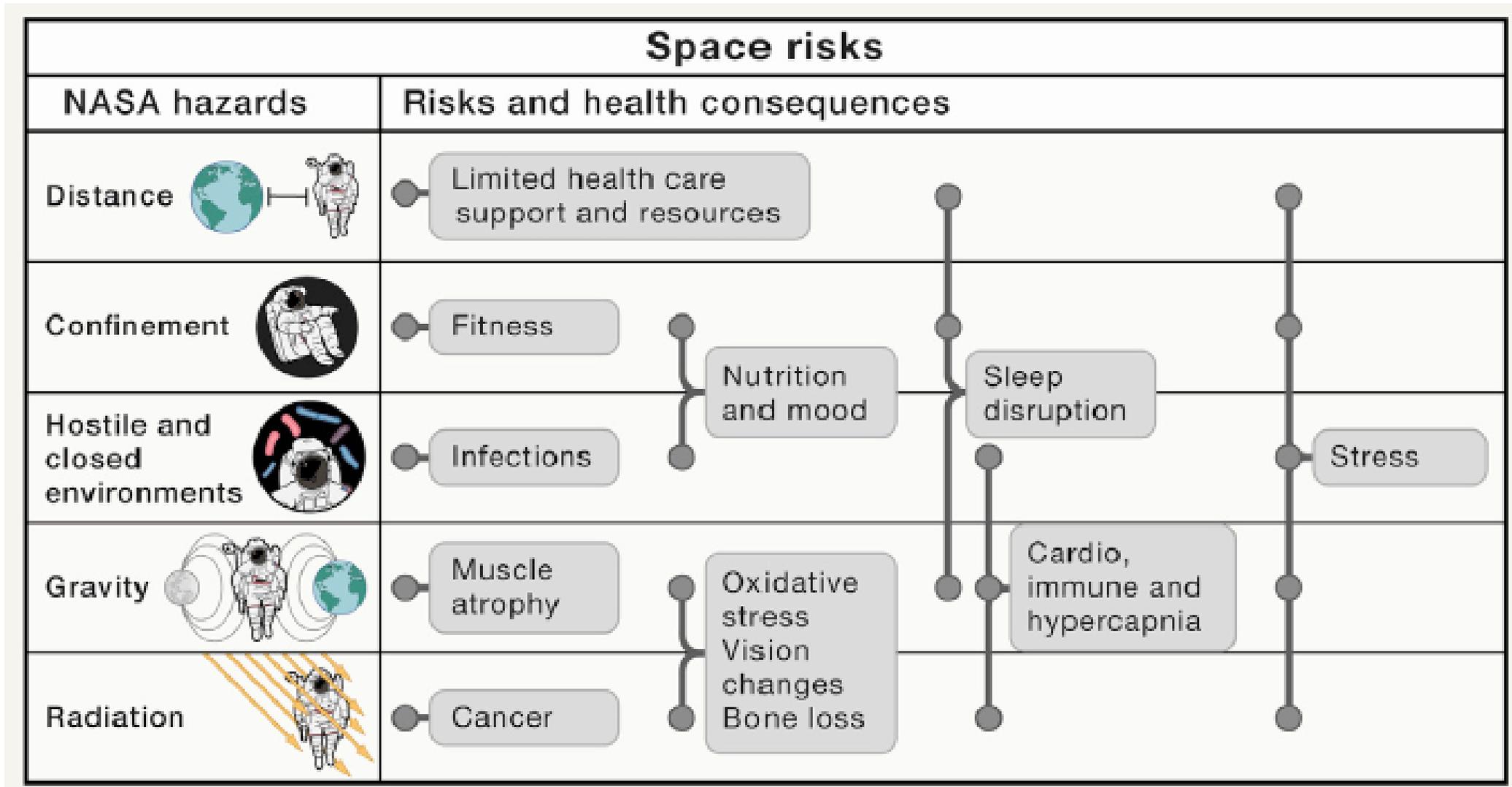
- I nuovi standard della NASA raccomandano di limitare tutti gli astronauti a 600 mSv nel corso della loro carriera.
- Nelle missioni al di fuori della LEO, la dose di SPE all'interno di un'astronave può raggiungere i 100 mSv/h, ma può raggiungere picchi di 500 mSv/h durante l'attività extraveicolare.
- L'esposizione stimata per un viaggio di andata e ritorno su Marte è di 900-1500 mSv.
- ***L'esposizione alle radiazioni può essere un ostacolo insormontabile!!***

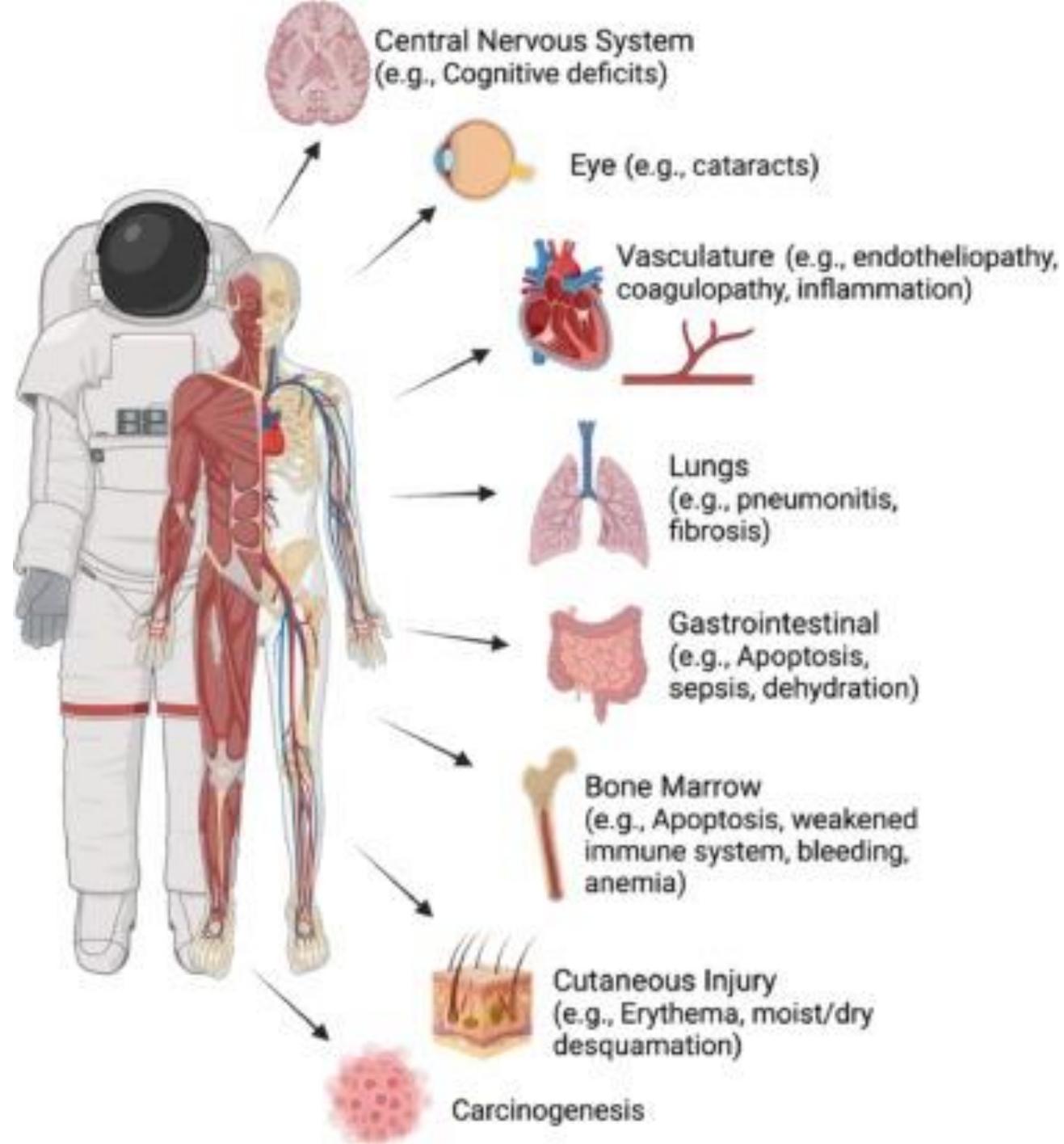


Ambiente confinato, pressurizzato, a volte con alta concentrazione di anidride carbonica, e a bassa gravità.

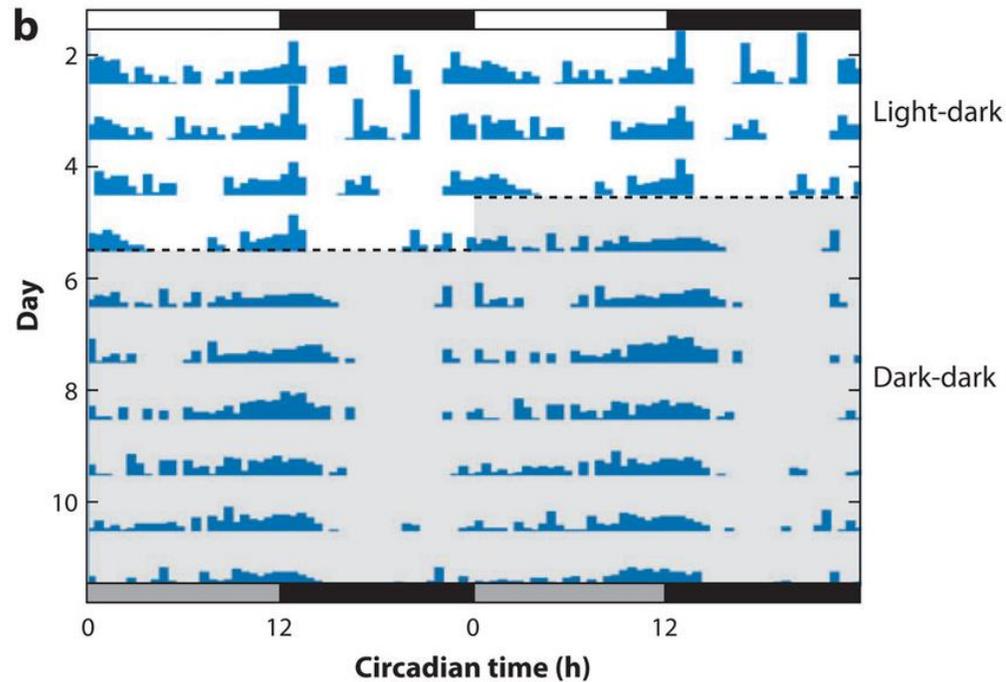
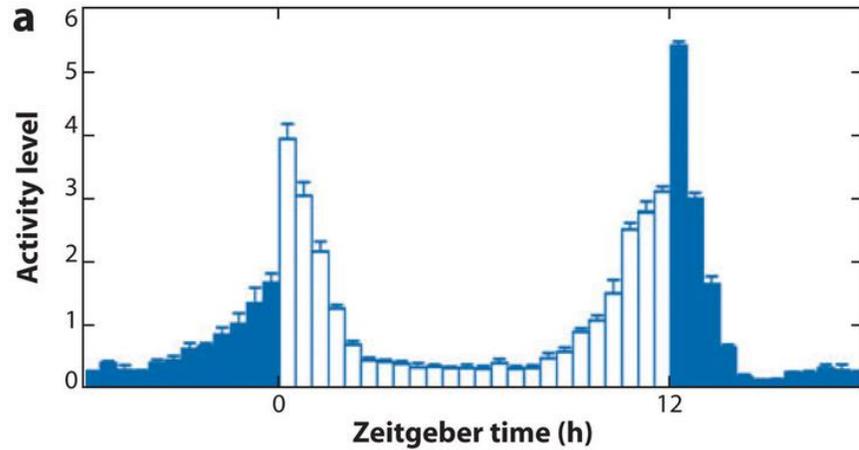


Sfide dell'esplorazione spaziale



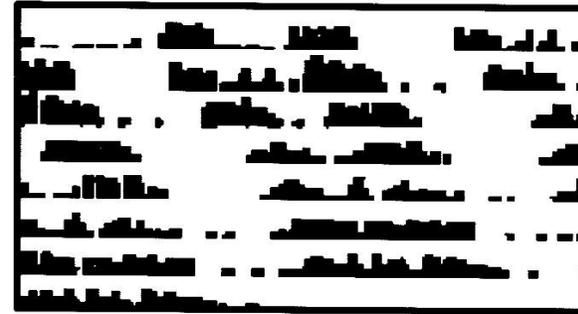


Un orologio molecolare



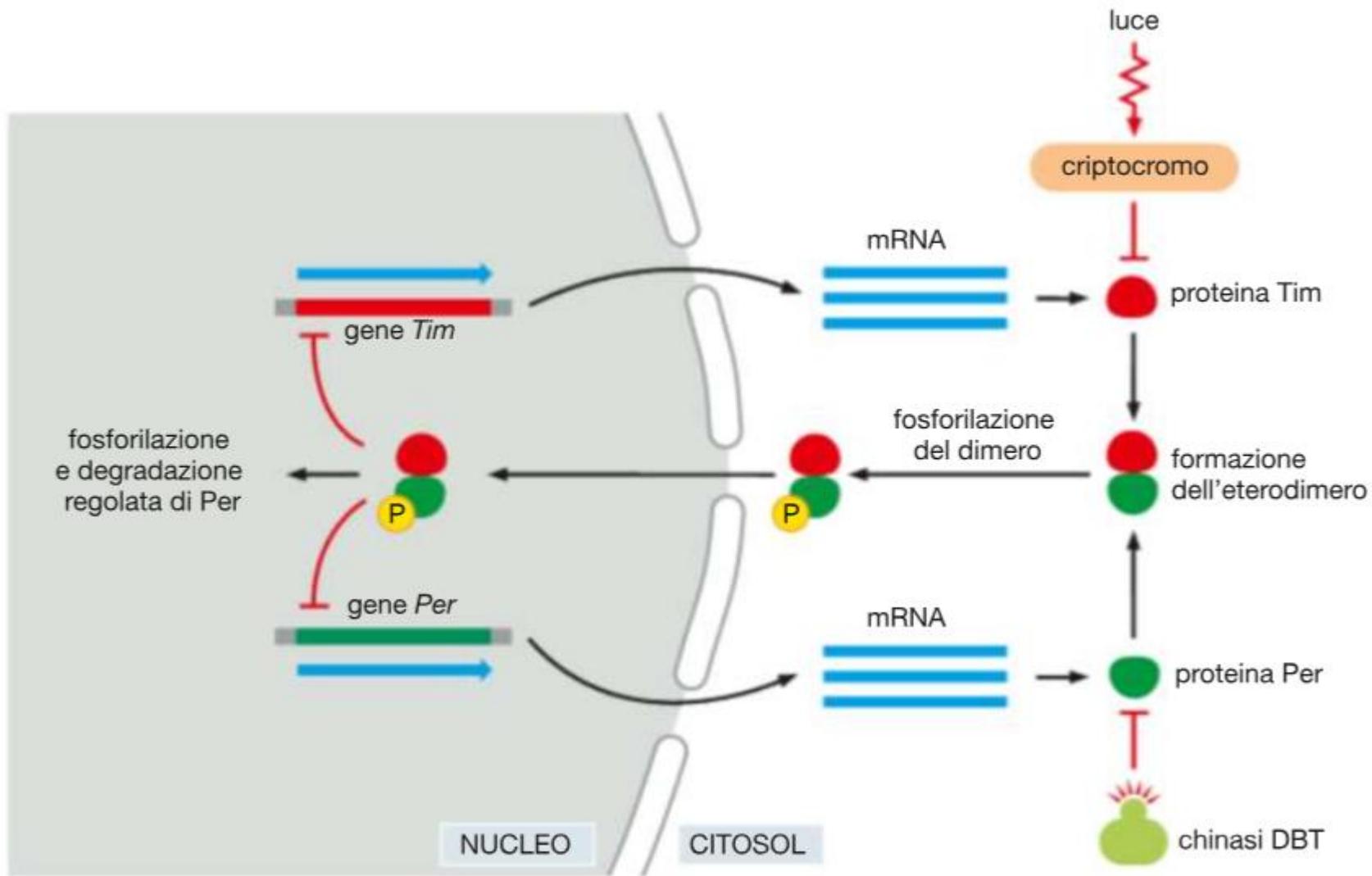
Timeless mutants behavior

$tim^{UL} / +$, $\tau = 26.0$ hr



tim^{UL} , $\tau = 33.0$ hr



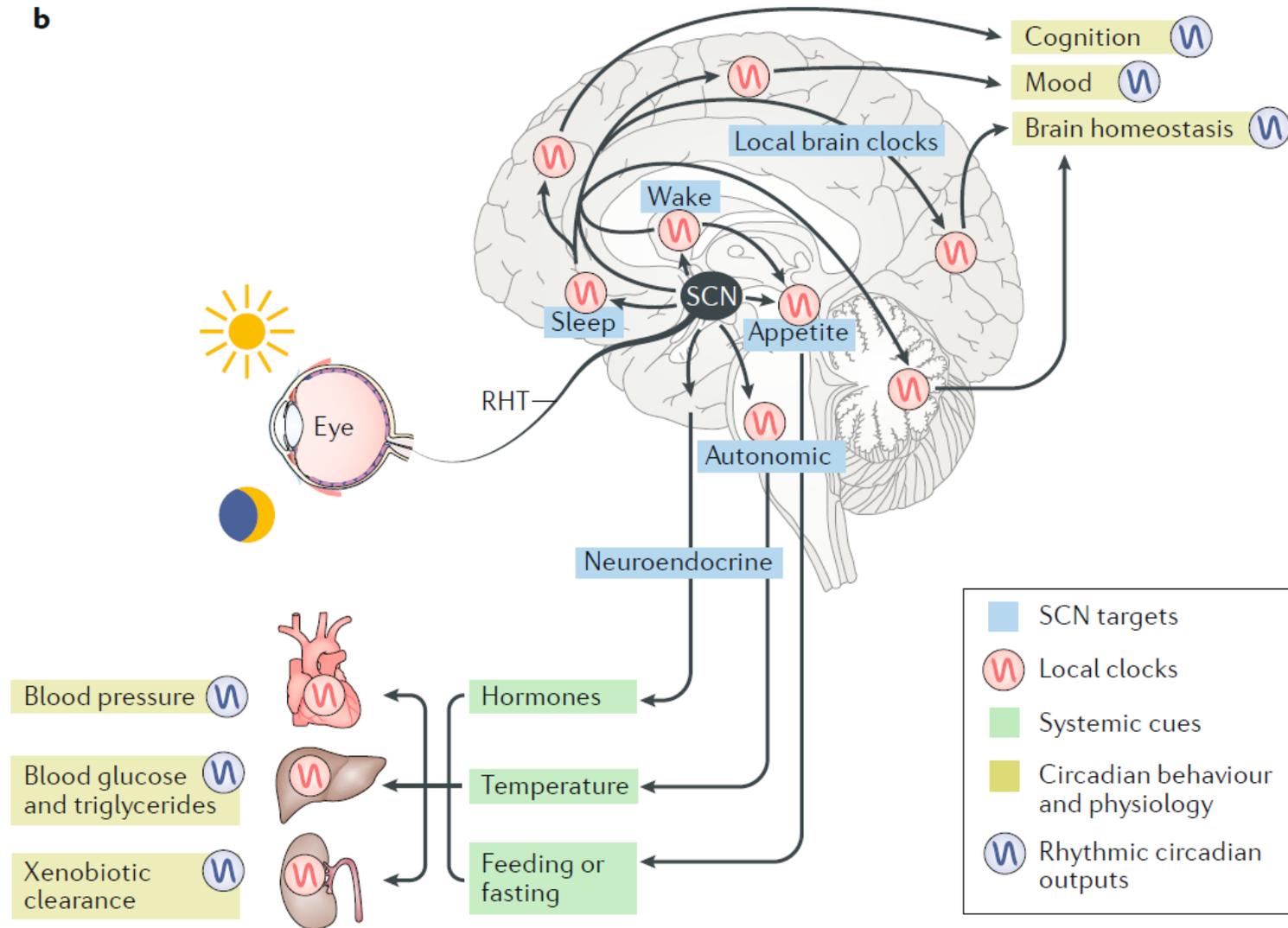


Un orologio molecolare

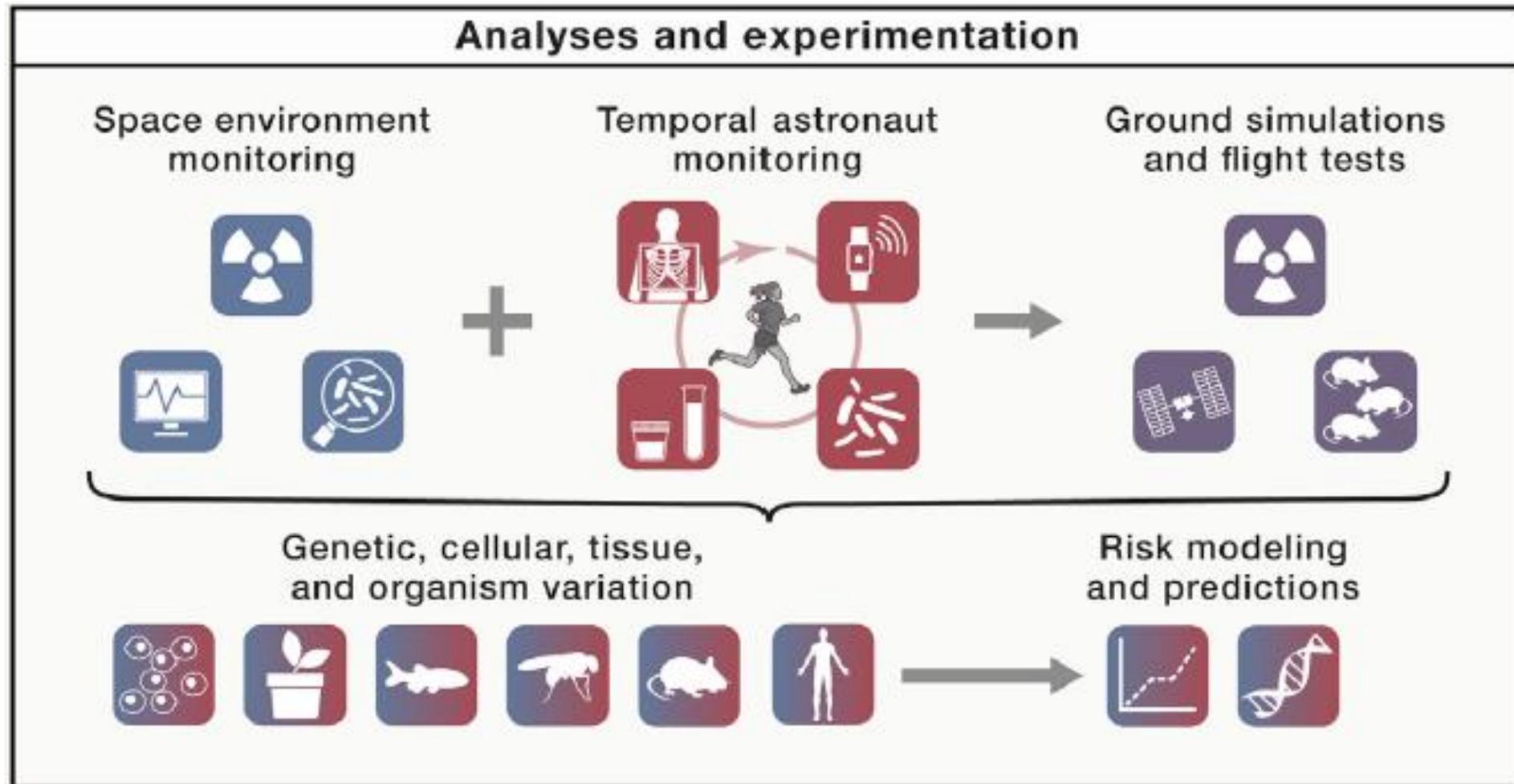


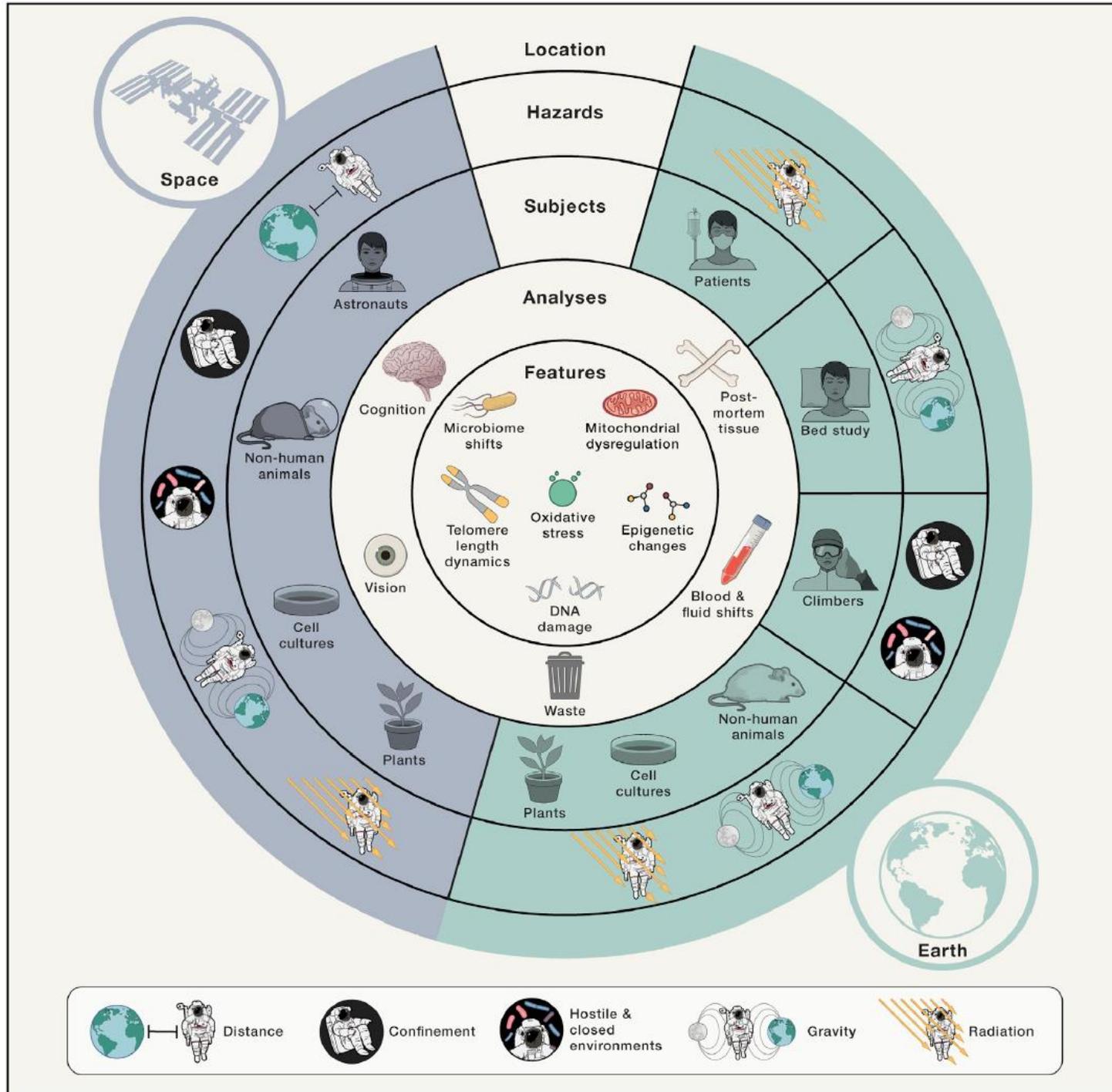
<https://www.youtube.com/watch?v=tmiS1I79Mj8>

Alterazione dell'orologio circadiano



Diversi approcci per studiare gli effetti biologici della permanenza nello spazio





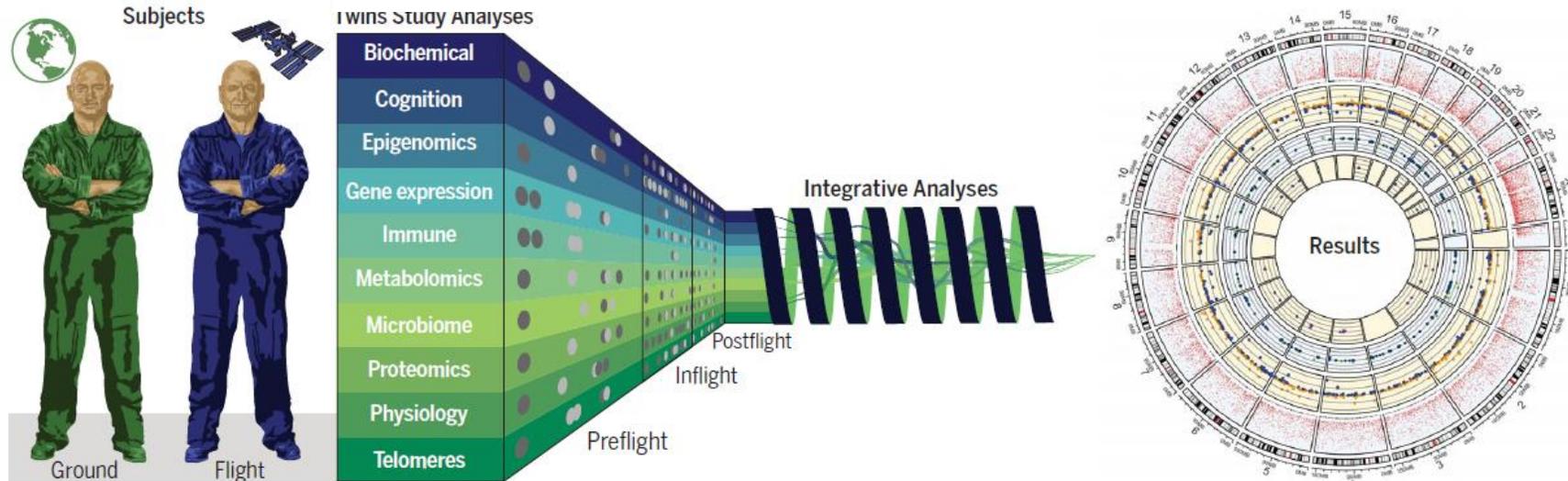
Il potere dell'integrazione

Importanza dei nuovi metodi di lettura del genoma delle cellule e della regolazione dei geni

RESEARCH ARTICLE

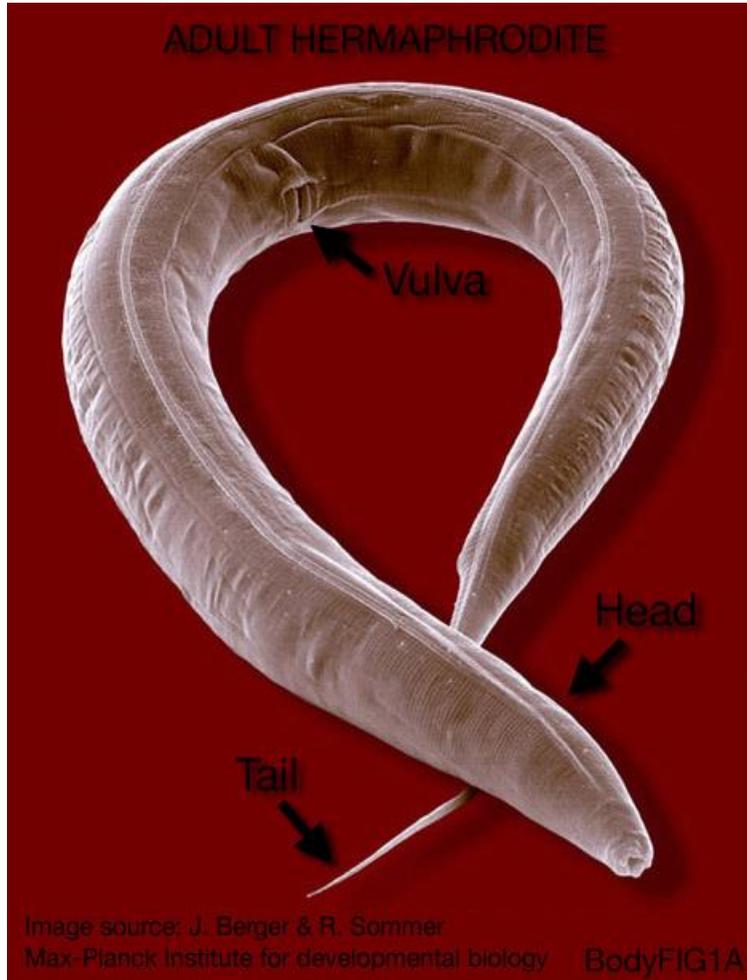
HUMAN PHYSIOLOGY

The NASA Twins Study: A multidimensional analysis of a year-long human spaceflight



Un ottimo modello animale per studiare gli effetti biologici della permanenza nello spazio

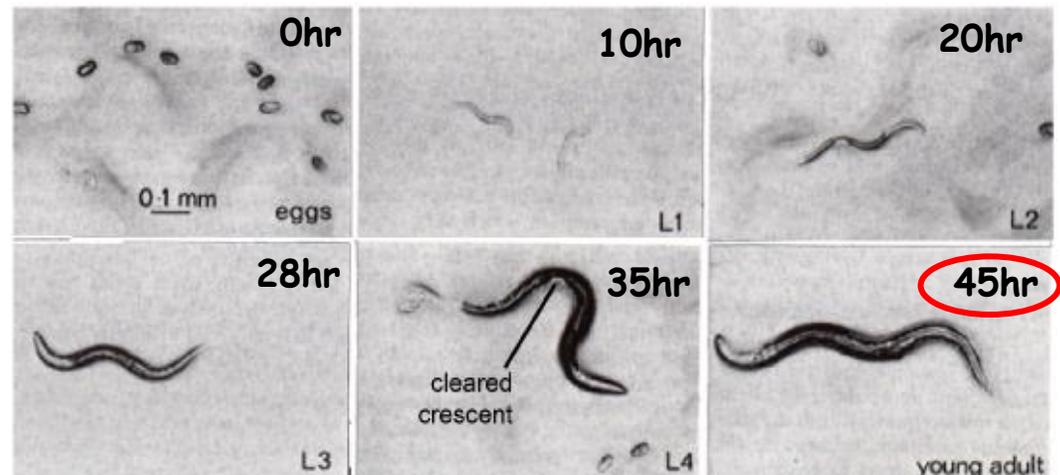
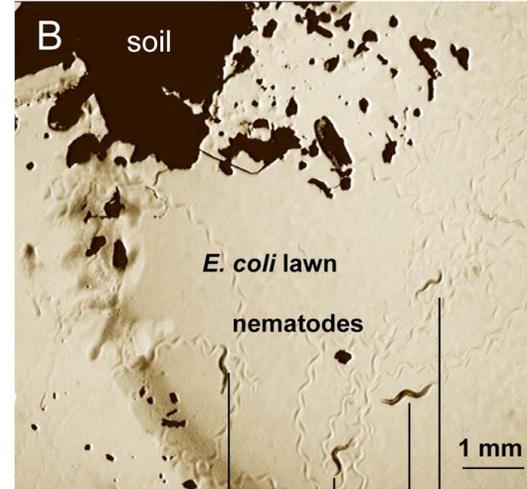
Caenorhabditis elegans



www.wormbook.org

Alcuni vantaggi

- Molto piccolo (1 mm)
- 959 cellule, 302 neuroni
- Ciclo di vita breve (2 giorni)
- Durata breve (3 settimane)
- Grande progenie (1000 F1/verme)
- Ermafrodita autofecondante
- (300 uova per verme)



Il *C.elegans* è l'unico organismo in cui tutti i neuroni e i circuiti nervosi sono stati completamente identificati

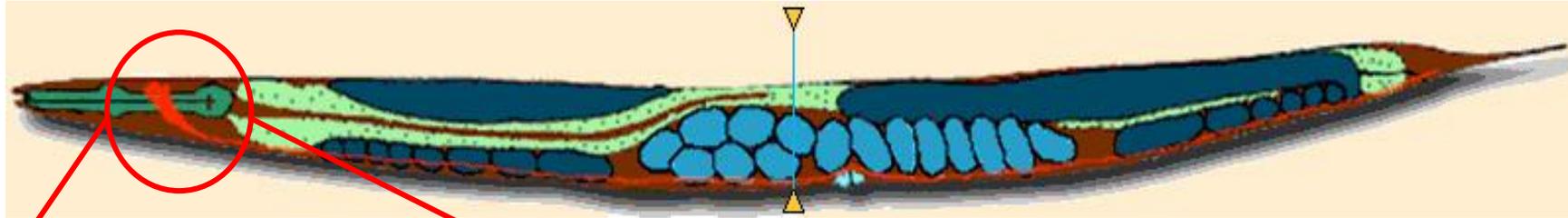
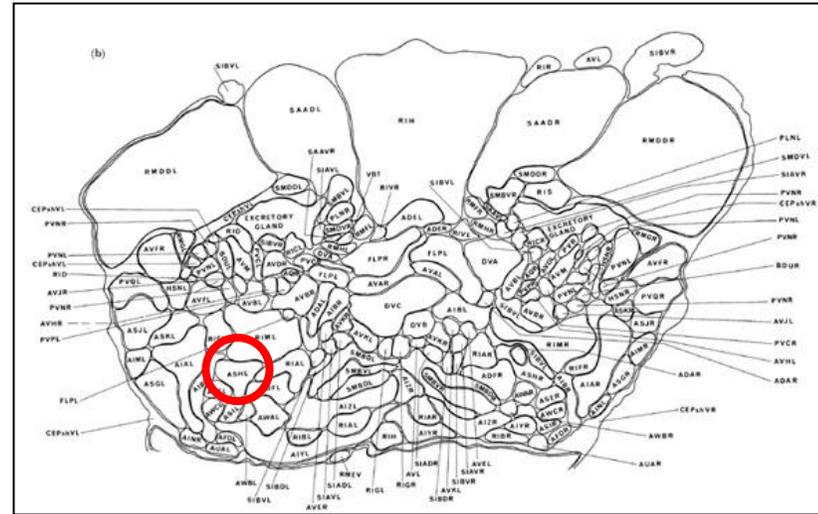
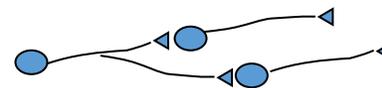


FIGURE 10.1. For description see opposite.

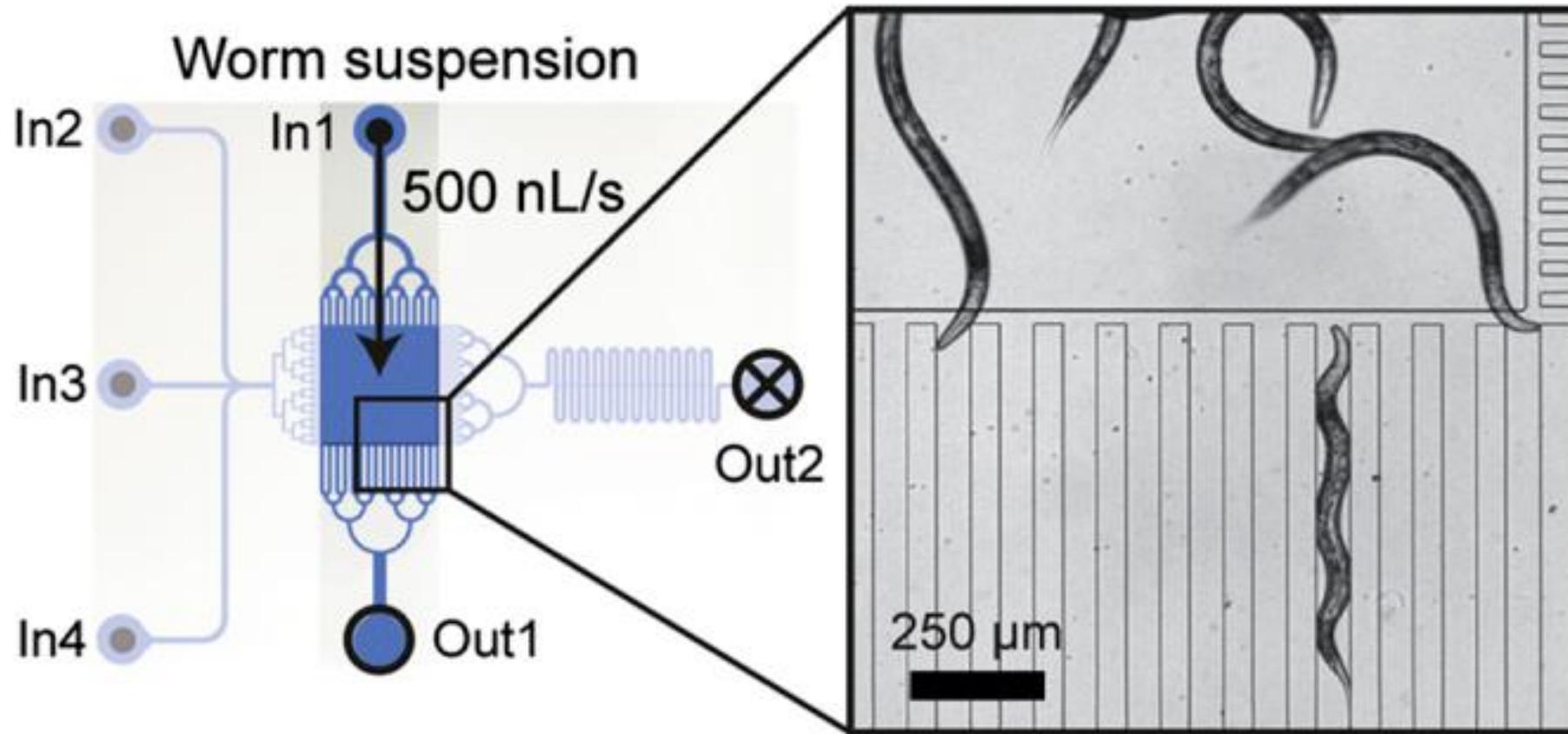


- EM analysis revealed 5000 synapses, 2000 NMJ e 600 electrical gaps

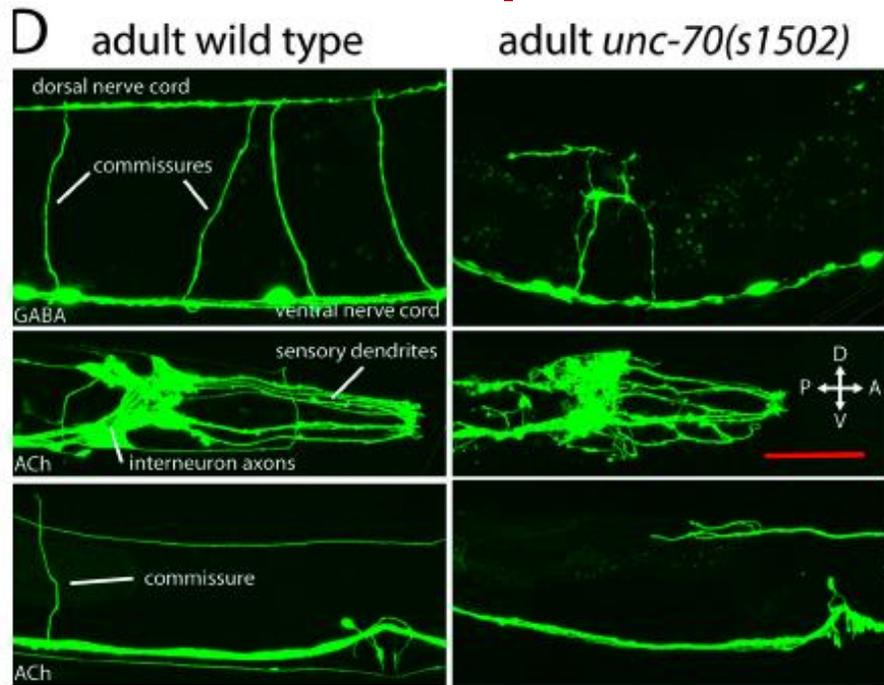
www.wormatlas.org



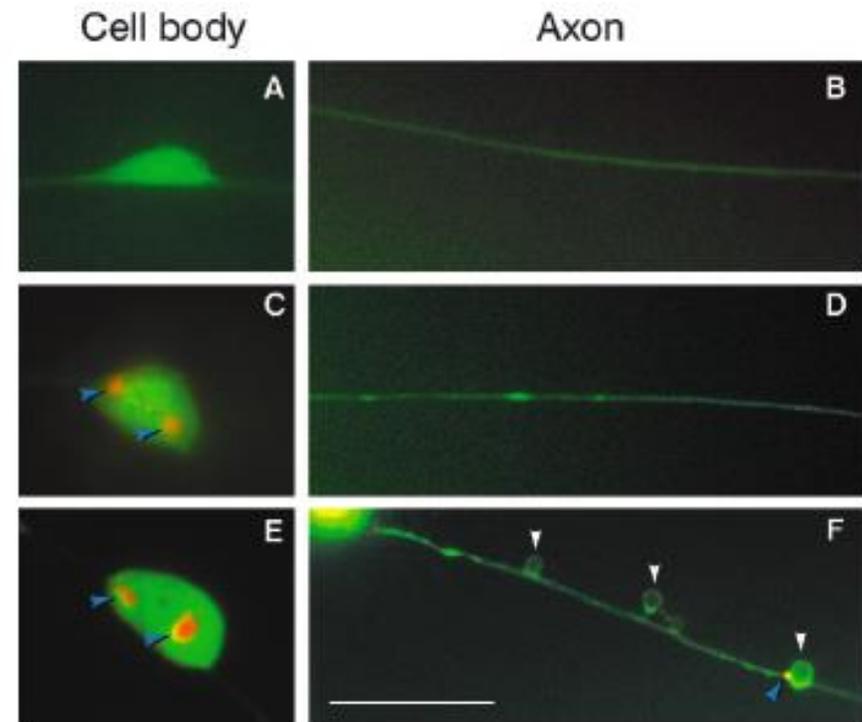
Facile manipolazione e analisi di moltissimi individui mediante sistemi automatizzati



La trasparenza consente di analizzare con il microscopio forma e funzione di neuroni

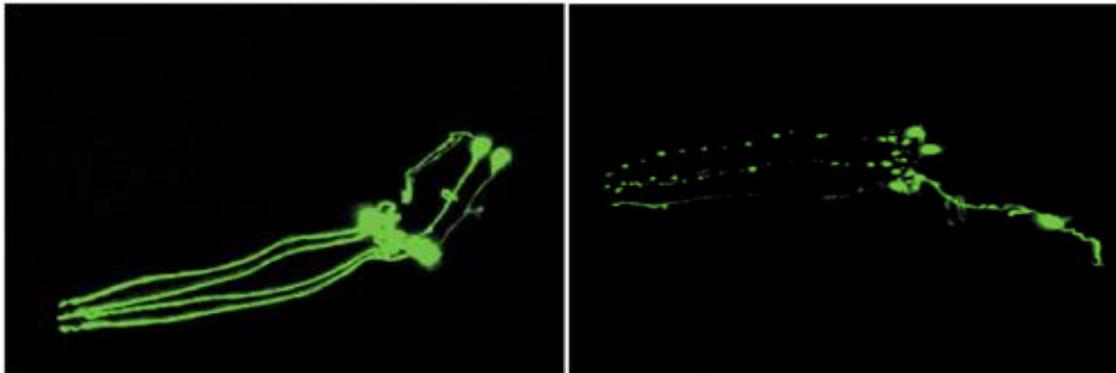


Hammarlund et al., 2007



Parker et al., PNAS 2001

Dopaminergic sensory neurons



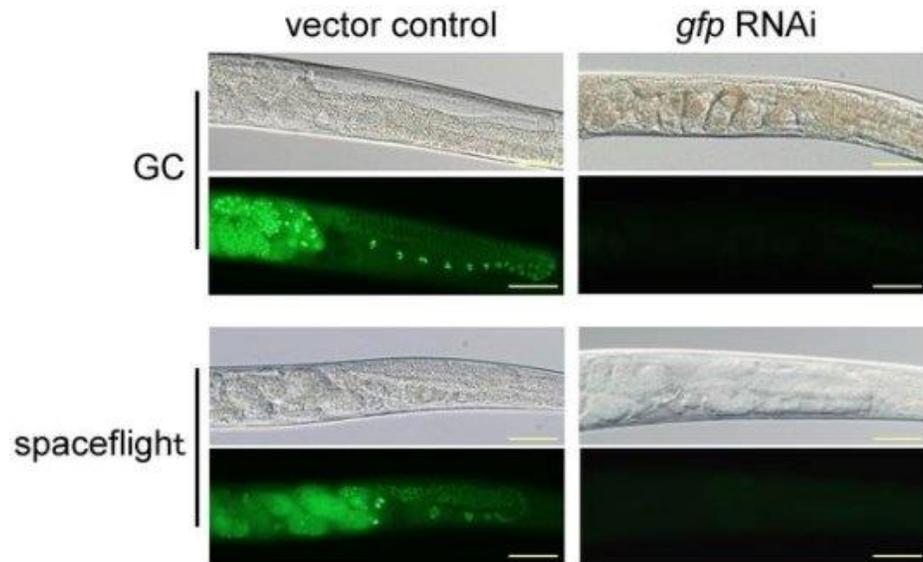
Nass et al., PNAS 2002

Le missioni del *C. elegans* nello spazio

Muscle Loss (ISS 2018)



The effect of space flight on cell migration and muscle cells (ICE-First Delta Mission 2004)

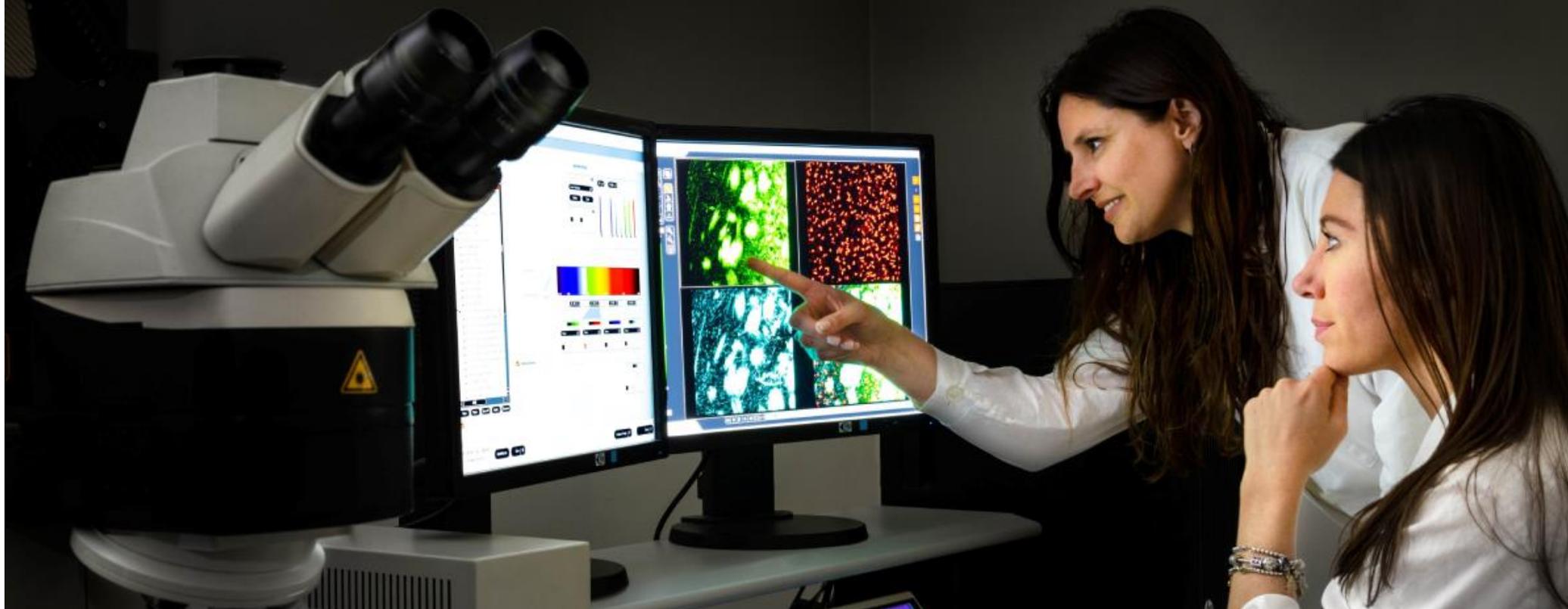


The Effectiveness of RNAi Is Maintained during Spaceflight (Japan Aerospace Exploration Agency CERISE, ISS 2009)

Sopravvissuti del Columbia (2003)



**Alzheimer, Sclerosi multipla, SMA.
La strada per una cura parte da qui.**



nico.ottolenghi.unito.it

