# Corpi celesti

**EQUIPAGGIO** Astronauti in animazione sospesa in una navicella: l'immagine è tratta da uno studio che la Nasa ha commissionato a una società spaziale privata.

Gentile concessione SpaceWorks.

L'astronave è uscita dall'atmosfera terrestre. Il comandante va al computer e attiva il pilota automatico. Può iniziare la procedura di animazione sospesa: tutti i membri dell'equipaggio entrano nei loro ibernacoli, le cuccette dove resteranno per l'intera durata del viaggio. Una volta distesi, gli ibernacoli si riempiono di un liquido denso, il perfluorocarbonato: serve a proteggere i corpi dalle radiazioni spaziali. Solo il volto resta scoperto per consentire la respirazione. L'ufficiale medico preme un pulsante: intorno alle teste degli astronauti si innesca un campo magnetico, necessario ad attivare i neuroni cerebrali che avviano l'ibernazione sintetica. Gli astronauti resteranno assopiti, senza mangiare né bere, al buio e monitorati dall'intelligenza artificiale per 400 anni: la durata del viaggio fino a Proxima Centauri b. Un mese prima dell'arrivo, l'intelligenza artificiale li risveglierà, in tempo per controllare la discesa sul pianeta. ▶

**FOCUS LIVE**

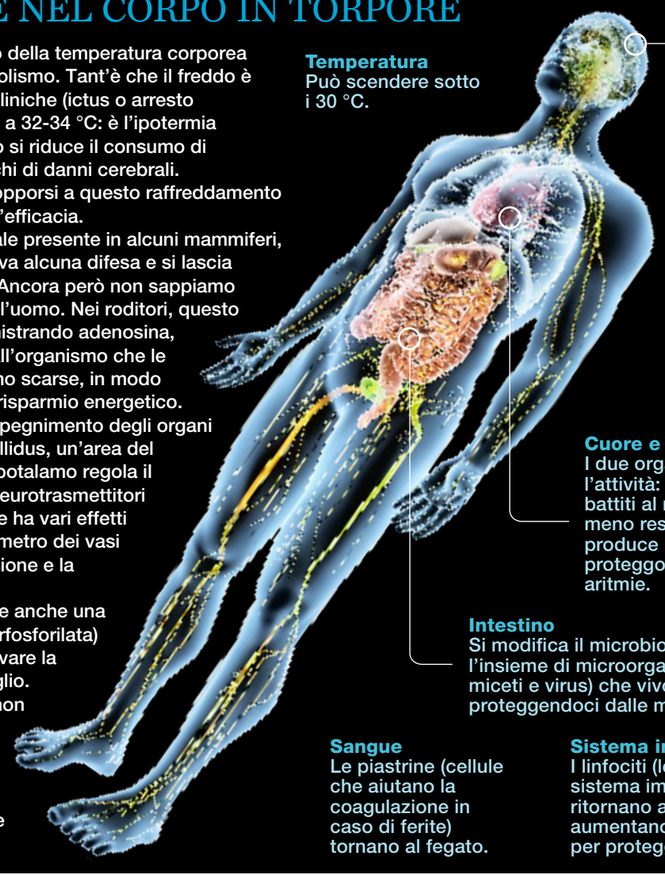
- Tommaso Ghidini e Matteo Cerri, due esperti citati in questo articolo, saranno ospiti del nostro festival per parlare con voi di viaggi spaziali e ibernazione. I dettagli per incontrarli su live.focus.it.

**Dall'ibernazione alle modifiche genetiche, come si dovrà adattare l'organismo umano.**

di Vito Tartamella

## COSA ACCADE NEL CORPO IN TORPORE

L'abbassamento controllato della temperatura corporea consente di ridurre il metabolismo. Tant'è che il freddo è usato in alcune condizioni cliniche (ictus o arresto cardiaco), portando il corpo a 32-34 °C: è l'ipotermia terapeutica. In questo modo si riduce il consumo di ossigeno, abbassando i rischi di danni cerebrali.
L'organismo però cerca di opporsi a questo raffreddamento e ciò può comprometterne l'efficacia.
Nello stato di torpore naturale presente in alcuni mammiferi, invece, l'organismo non attiva alcuna difesa e si lascia raffreddare maggiormente. Ancora però non sappiamo come simulare il torpore nell'uomo. Nei roditori, questo stato si può indurre somministrando adenosina, una molecola che segnala all'organismo che le riserve energetiche diventano scarse, in modo da attivare i meccanismi di risparmio energetico.
Nel torpore, il comando di spegnimento degli organi sembra partire dal raphe pallidus, un'area del tronco encefalico. Anche l'ipotalamo regola il torpore utilizzando diversi neurotrasmettitori (come il neuropeptide Y) che ha vari effetti sull'organismo: riduce il diametro dei vasi sanguigni, abbassa la pressione e la temperatura corporea.
Il cervello in torpore produce anche una particolare proteina (tau iperfosforilata) che aiuta i neuroni a conservare la propria architettura al risveglio.
Durante il torpore, il corpo non ha bisogno di mangiare, di bere o di produrre urina e feci. Le ossa non si degradano e i muscoli non perdono tonicità nonostante l'inattività fisica.




Spl/Agf

Sony Pictures Entertainment

**IBERNATO**
L'attore Chris Pratt nel film *Passengers* (2016): deve viaggiare ibernato su un'astronave per 120 anni, per raggiungere un pianeta simile alla Terra.

**Oggi la medicina riesce a portare i corpi a 32-34 °C, al massimo per due settimane. La sfida è allungare il tempo in sicurezza**

**LOGO**
Lo stemma di Hybe, il gruppo dell'Esa che studia come riuscire a ibernare gli astronauti.

Potrebbe svolgersi così, come in un film di fantascienza, il primo viaggio interstellare della storia. Se, nei prossimi decenni, si riuscirà a capire come attivare nell'uomo il torpore, una vita sospesa nella quale entrano per alcuni periodi animali come l'orso, lo scoiattolo o il ghiro. Un campo di ricerca di frontiera, a cui le agenzie spaziali guardano con interesse: la Nasa ha finanziato gli studi di fattibilità a una società privata di Atlanta, la SpaceWorks, spin-off del Georgia Institute of Technology. E l'Agenzia Spaziale Europea (Esa) ha costituito Hybe, un gruppo di 15 esperti sull'ibernazione: uno stato «diverso dal sonno, dal coma e dall'anestesia», spiega Matteo Cerri, docente di fisiologia umana all'Università di Bologna e membro di Hybe. «È un evento metabolico durante il quale, per un certo periodo, l'organismo riduce molto il proprio consumo energetico».

Far restare ibernato un equipaggio per mesi, o anni, risolverebbe molti problemi dei lunghi viaggi interstellari: consumando meno si ridurrebbe il carico, quindi il peso dell'astronave. Gli astronauti dormienti avrebbero bisogno di meno spazio, non rischierebbero reazioni psicotiche dovute alla vita monotona in spazi angusti e neppure di perdere tono muscolare e calcio osseo.

### FLEBO REFRIGERATE

Un obiettivo che l'uomo insegue, almeno nella fantasia, da quasi un secolo: Howard Phillips Lovecraft, scrittore di fantascienza statunitense, nel 1926 pubblicò il racconto *Aria fredda*. Narrava la storia del dottor Muñoz, malato da 18 anni, che era scampato alla morte vivendo in un appartamento refrigerato con ghiaccio e ammoniaca. Era la prima volta che qualcuno immaginava di prolungare la vita usando il freddo. Una condizione che può spingere l'organismo in uno stato di quiescenza: da 40 anni, infatti, il freddo è usato in medicina per ridurre i danni cerebrali indotti dalla minore ossigenazione in caso di arresto cardiaco o trauma cranico. È l'ipotermia terapeutica: la temperatura corporea dei pazienti è fatta scendere a 32-34 °C usando coperte o flebo refrigerate. Ma non è mai stata testata oltre le 2 settimane. Peraltro, il corpo umano può sopravvivere a condizioni anche più estreme: nel 1999 una radiologa svedese di 29 anni, Anna Elisabeth Johansson Bågenholm, mentre sciava rimase intrappolata sotto uno strato di ghiaccio per 1 ora e 20 minuti, in acqua gelida. La sua temperatura corporea scese a 13,7 °C, subì un arresto circolatorio ma restò viva. Diversi animali, poi, riescono ad andare in torpore per lunghi periodi: non solo i rettili, ma anche i mammiferi, come l'orso bruno, che riduce la sua temperatura da 37 a 31 °C. Gli scoiattoli artici possono andare in letargo per 8 mesi senza mangiare, e la loro temperatura corporea scende fino a -2,9 °C. L'opossum pigmeo, piccolo marsupiale australiano, può restare in ibernazione per un anno.

### IL VILLAGGIO DEI DORMIENTI

Com'è possibile? E su quali basi scientifiche si fonda la possibilità di indurre uno stato simile anche nell'uomo? Per capirlo, bisogna tornare a 200 milioni di anni fa, quando sulla Terra apparvero i primi mammiferi a sangue caldo. «Vivevano di notte per sfuggire ai sauri, i loro predatori, che essendo a sangue freddo di notte erano meno attivi. I mammiferi, entrando in torpore, risparmiavano energie durante il giorno, per tornare attivi di notte», scrive Cerri in *La cura del freddo* (Einaudi). «Tutti i mammiferi potrebbero aver conservato i geni per sopravvivere durante il torpore. Individuare il meccanismo biochimico che innesca questo stato è il Sacro Graal della ricerca». Un secolo fa, il *British Medical Journal* pubblicò la storia di un villaggio russo, Pskov, dove gli abitanti, per sfuggire alla carestia invernale, si ritiravano in casa intorno alla stufa, cadendo in un sonno profondo chiamato "lotska". I membri della famiglia si svegliavano a turno per ravvivare il fuoco, nutrendosi con pane secco imbevuto d'acqua: il loro "letargo" collettivo finiva in primavera.

Oggi alcuni aspetti fisiologici del torpore sono stati compresi (*v. disegno nella pagina a sin.*) ma siamo ancora lontani dall'ottenerlo a comando. In alcuni esperimenti si è indotto questo stato somministrando adenosina, un composto organico che diminuisce l'attività cerebrale per alcune ore. Proprio sull'adenosina si basa il progetto preliminare di SpaceWorks: «Ma questa sostanza», commenta Cerri, «non è ancora stata testata a questo scopo sull'uomo. Ed è pericolosa per- ▸

Alamy/Ipa

**SONNO**
Un orso bruno dorme sulla neve dopo essere uscito dal letargo: il torpore è uno stato diverso dal sonno, perciò, quando questo periodo finisce, gli animali recuperano il sonno perduto.

ché rischia di causare un arresto cardiaco. Ancora non sappiamo come indurre un torpore artificiale sicuro nell'uomo». Un processo delicato, visto che durante il torpore vengono staccate le sinapsi, i collegamenti fra i neuroni che assorbono molta energia: l'ibernazione è un tuffo nella demenza. «Se capiremo come il cervello riassembla le sinapsi, potremo controllare il torpore. E trovare la cura di molti disturbi cognitivi», aggiunge Cerri.

La posta in gioco, dunque, è alta. Soprattutto perché l'ibernazione può proteggere gli astronauti dal più grave rischio dei viaggi spaziali: l'esposizione alle radiazioni cosmiche, la pioggia di protoni ad alta velocità che spezzano la doppia elica del Dna uccidendo le cellule e causando tumori. Sulla Terra ci proteggono il campo magnetico e l'atmosfera; nello spazio uno scudo potrebbe essere l'ibernazione. «Durante la Guerra fredda, negli anni '50, si esposero a radiazioni alcuni animali ibernati. Risultarono resistenti anche a dosi elevate. Merito della stasi cellulare: durante il torpore le cellule non si duplicano e il Dna rimane impacchettato e meno esposto», ricorda Cerri.

## UN OLOGRAMMA PER AMICO

Computer, ma anche piante e grandi foto di paesaggi terrestri: le astronavi per i viaggi interplanetari dovranno essere accoglienti. «Vista da Marte, la Terra si riduce a un puntino luminoso nel cielo nero», osserva Ghidini dell'Esa. «Per compensare la nostalgia del nostro pianeta si dovrà ricreare a bordo un ambiente familiare. Ma ancora più forte sarà la mancanza dei propri cari: familiari e amici. Più ci si allontana dalla Terra, più si allungano i tempi di latenza delle trasmissioni radio: un messaggio inviato da Marte impiega 40 minuti per arrivare alla Terra, e viceversa. I segnali delle sonde Voyager, agli estremi confini del Sistema solare, arrivano dopo 15 ore. Si potrà combattere il senso di isolamento degli astronauti con l'intelligenza artificiale, che può riprodurre le sembianze, la voce e il carattere di qualunque persona, basta alimentare il software con più informazioni possibili su di essa. Dunque, durante i lunghi viaggi spaziali, un astronauta potrebbe interagire in ogni momento con un ologramma che abbia le sembianze e il comportamento di un parente o un amico».

### L'HOMO MARTIANUS

Ma secondo Chris Mason, genetista alla Weill Cornell Medicine di New York, ci potrebbe essere anche un'altra via. Mason ha studiato gli effetti dei viaggi spaziali sull'organismo confrontando i due gemelli statunitensi Kelly: Scott, rimasto in orbita sulla Stazione spaziale per un anno, e il fratello Mark rimasto a Terra. Il primo ha riportato danni al Dna, gran parte dei quali si sono riassorbiti una volta rientrato. Per evitare una situazione simile, bisognerebbe diventare come i tardigradi, microscopici invertebrati capaci di sopravvivere nello spazio, resistendo alle radiazioni e al freddo estremo (-270 °C). «Nei tardigradi c'è un gruppo di geni legati alla riparazione del Dna», dice Mason. «Se riuscissimo a integrarli nel genoma umano, potremmo ridurre dell'80% i danni al Dna dovuti ai raggi cosmici. E si potrebbe immaginare di inserire nel corpo degli astronauti anche i geni capaci di farci sintetizzare i 9 amminoacidi di cui abbiamo bisogno per sopravvivere, riducendo così il bisogno di cibo durante le missioni».

L'esplorazione spaziale, insomma, potrà riservarci molte opportunità, anche sul piano della salute. Ma, avverte Tommaso Ghidini, responsabile della Divisione strutture, meccanismi e materiali dell'Esa, già ora l'uomo è diventato la prima specie multiplanetaria. Un cambio di prospettiva iniziato nel 1968, quando l'astronauta William Anders fotografò la Terra nel volo dell'Apollo 8 intorno alla Luna, «mostrando per la prima volta il nostro pianeta dallo spazio», scrive Ghidini in *Homo caelestis* (Longanesi). «L'esplorazione spaziale ci sta fornendo le tecnologie per insediarci stabilmente prima sulla Luna e poi su Marte. Sul pianeta rosso, in particolare, la gravità è solo un terzo di quella terrestre: chi vivrà lì avrà lo scheletro più sottile e allungato, meno muscoli e un cuore più piccolo. Queste modifiche all'organismo diventerebbero permanenti, e renderebbero difficile tornare a vivere sulla Terra: nascerebbe quindi una nuova specie umana, l'*Homo martianus*, con cui vivremo. Come a suo tempo i nostri antenati hanno convissuto con i Neanderthal».

**In futuro nel Dna degli astronauti si potrebbero inserire i geni capaci di renderli resistenti alle intense radiazioni presenti nello spazio**

Spl/Agf

**HIGHLANDER**
Un tardigrado: questi invertebrati lunghi da 0,1 mm a 1,5 mm resistono a temperature estreme, da -270 a 150 °C. E possono ibernarsi anche per decine d'anni.