

## Vad händer med människor i rymden?

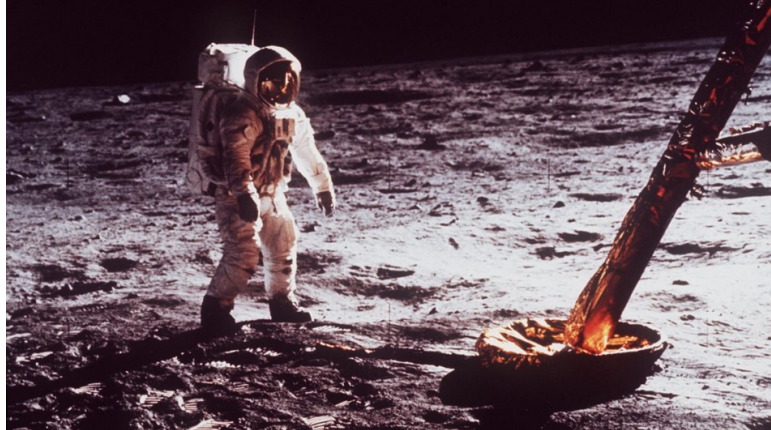
En returresa till Mars förväntas ta cirka 1 100 dagar (drygt tre år) enligt nuvarande planer. Vad gör en sådan rymdflygning med människokroppen?

[What does spending more than a year in space do to the human body?](#)

[Spending time in space can harm the human body — but scientists are working to mitigate these risks before sending people to Mars](#)

[UPI](#)

Nasa-astronauten Frank Rubios tid i omloppsbana, som överträffade det tidigare amerikanska rekordet på 355 dagar i rad, förlängdes i mars efter att rymdfarkosten han och hans besättningskamrater skulle flyga hem i utvecklade ett kylvätskeläckage. De extra månaderna i rymden gjorde det möjligt för Rubio att klocka upp totalt 5 963 varv runt jorden. Det betyder fortfarande att han är cirka två månader från rekordet för den längsta rymdflygningen någonsin av en människa. Den ryska kosmonauten Valeri Polyakov tillbringade 437 dagar ombord på rymdstationen Mir i mitten av 1990-talet.



Rubios långa resa i rymden ger värdefulla insikter om hur människor kan klara av långvariga rymdfärder och hur man bäst kan motverka de problem det kan innebära. Han är den första astronauten som deltar i en studie som undersöker hur träning med begränsad gymutrustning kan påverka människokroppen.

Det är information som kommer att visa sig vara avgörande när människor siktar på att skicka besättningar på uppdrag djupare in i solsystemet. En returresa till Mars förväntas till exempel ta cirka 1 100 dagar (drygt tre år) enligt nuvarande planer. Rymdfarkosten de kommer att resa i kommer att vara mycket mindre än ISS, vilket innebär att mindre lätta träningsanordningar kommer att behövas.

Utan den ständiga dragningen av tyngdkraften på våra lemmar börjar muskel- och benmassan snabbt minska i rymden. De mest drabbade är de muskler som hjälper till att upprätthålla vår hållning i rygg, nacke och vader. I mikrogravitation behöver de inte längre arbeta lika hårt. Efter bara två veckor kan muskelmassan falla med så mycket som 20% och på längre uppdrag på tre till sex månader kan den falla med 30%.

Eftersom astronauter inte utsätter sina skelett för så mycket mekanisk belastning som de gör när de utsätts för jordens gravitation, börjar deras ben också förlora mineraler och styrka. Astronauter kan förlora 1-2% av sin benmassa varje månad de spenderar i rymden och upp till 10%

under en sexmånadersperiod (på jorden förlorar äldre män och kvinnor benmassa med en hastighet av 0,5% -1% varje år). Detta kan öka risken för frakturer och öka den tid det tar att läka. Det kan ta upp till fyra år för deras benmassa att återgå till det normala efter att ha återvänt till jorden.

För att bekämpa detta genomför astronauterna 2,5 timmar om dagen med träning och intensiv träning i omloppsbana på ISS. Detta inkluderar en serie knäböj, marklyft och bänkpress med hjälp av en träningsanordning installerad i ISS "gym", tillsammans med löpband och träningscykel. De tar också kosttillskott för att hålla benen så friska som möjligt.

En nyligen genomförd studie visade dock att även detta träningsprogram inte räckte för att förhindra förluster i muskelfunktion och storlek. Det rekommenderas därför att testa om högre belastningar i motståndsovnings- och högintensiv intervallträning kan hjälpa till att motverka denna muskelförlust.

Uppdrag som går så långt som till Mars måste se till att astronauterna har kosttillskott som bisfosfonat, som används för att förhindra bennedbrytning vid osteoporos. Dessa tillskott bör hålla muskler och ben i gott skick under långa perioder utan gravitation.

Bristen på tyngdkraften som tynger ner

deras kroppar kan också innebära att astronauterna tycker att de blir lite längre under sin vistelse på ISS eftersom deras ryggar förlängs något. Detta kan leda till problem som ryggsmärta i rymden och diskbräck när de är tillbaka på jorden.

Att upprätthålla en hälsosam vikt är en utmaning i omloppsbana. Även om Nasa försöker se till att astronauterna har ett varierat utbud av näringsrika livsmedel, inklusive salladsblad som odlas ombord på rymdstationen, kan det fortfarande påverka en astronauts kropp. Scott Kelly, en Nasa-astronaut som deltog i den mest omfattande studien av effekterna av långvarig rymdflygning efter att ha stannat ombord på ISS i 340 dagar medan hans tvillingbror stannade tillbaka på jorden, förlorade 7% av sin kroppsmassa i omloppsbana.

När astronauter reser till rymden utarmas deras röda blodkroppar. Lyckligtvis verkar det som om deras kroppar så småningom kan fylla på dem efter att de har återvänt till jorden, tack vare fett lagrat i benmärgen. Astronauterna har betydligt mindre fett i benmärgen ungefär en månad efter att ha återvänt till jorden. Kroppen använder detta fett för att ersätta röda blodkroppar och återuppbygga ben som har gått förlorat under rymdresor. Astronauternas kroppar förstörde 54% fler röda blodkroppar under rymdresor än de normalt skulle göra på jorden. Det är känt som "rymdanemi".

Tack och lov är anemi inte ett problem i rymden när din kropp är viktlös, men när du landar på jorden och potentiellt på andra planeter eller månar med tyngdkraft, skulle anemi påverka energi, uthållighet och styrka och kan hota uppdragsmål. Om vi kan ta reda på exakt vad som kontrollerar denna anemi, kanske vi kan förbättra förebyggande och behandling.

Skanningar av fjorton astronauters benmärg vid flera tidpunkter före och efter ett sex månaders uppdrag på den internationella rymdstationen fann en 4,2% minskning av benmärgsfett ungefär en månad efter att de återvänt till jorden. Detta återgick gradvis till normala nivåer och var nära förknippat med ökad produktion av röda blodkroppar och återställande av ben.

Eftersom röda blodkroppar tillverkas i benmärgen och bencellerna omger benmärgen, är det vettigt att kroppen skulle använda det lokala benmärgsfettet som energikälla för att bränna röda blodkroppar och benproduktion. Yngre astronauter kan ha en ökad förmåga att utnyttja energin från benmärgsfett, noterade författarna. Kvinnliga astronauters benmärgsfett ökade mer än väntat efter ett år.

På jorden hjälper gravitationen till att tvinga blodet i våra kroppar nedåt medan hjärtat pumpar upp det igen. I rymden blir dock denna process störd (även om kroppen anpassar sig något), och blod kan ackumuleras i huvudet mer än det normalt skulle. En del av denna vätska kan samlas på baksidan av ögat och runt synnerven, vilket leder till ödem. Detta kan leda till synförändringar som minskad skärpa och strukturella förändringar i själva ögat. Dessa förändringar kan börja inträffa efter bara två veckor i rymden men när tiden går ökar risken.

Neurookulärt syndrom är ett tillstånd som många astronauter upplever som påverkar ögonens struktur och funktion. Baksidan av ögat kan bli platt, och nerverna som bär visuell information från ögat till hjärnan sväller och böjer. Astronauter kan fortfarande se, även om visuell funktion kan förvärras för vissa. Några av visionsförändringarna avtar inom ungefär ett år efter att astronauterna återvänder till jorden, men andra kan vara permanenta.

Exponering för galaktisk kosmisk strålning och energirika solpartiklar kan också leda till andra ögonproblem. Jordens atmosfär hjälper till att skydda oss från dessa men väl i omloppsbana på ISS eller



ute i rymden försvinner detta skydd. Även om rymdfarkoster kan ha avskärmning för att hålla ute överflödigt strålning, har astronauter ombord på ISS rapporterat att de ser ljusblixtar i ögonen när kosmiska strålar och solpartiklar träffar näshinnan och optiska nerver.

Astronauter som reser längre än den internationella rymdstationen kommer att möta kontinuerlig exponering för denna strålning - motsvarande mellan 150 och 6 röntgenbestråningar. Den kan skada nervsystemet och kardiovaskulära system, inklusive hjärta och artärer, vilket leder till hjärt-kärlsjukdom. Dessutom kan det göra att blodhjärnbarriären läcker. Detta kan utsätta hjärnan för kemikalier och proteiner som är skadliga för den - föreningar som är säkra i blodet men giftiga för hjärnan.

NASA utvecklar teknik som kan skydda resenärer på ett Mars-uppdrag från strålning genom att bygga in skyddande material som Kevlar och polyeten i rymdfordon och rymddräkter. Vissa dieter och kosttillskott kan också minimera effekterna av strålning. Kosttillskott som används hos cancerpatienter på jorden under strålbehandling, kan lindra gastrointestinala biverkningar av strålningsexponering.

Efter hans långa vistelse på ISS visade sig Kellys kognitiva prestanda ha förändrats bara lite och hade förblivit relativt densamma som hans brors på marken. Forskare märkte dock att hastigheten och noggrannheten i Kellys kognitiva prestanda minskade i cirka sex månader efter att han landade, möjligen när hans hjärna anpassade sig till jordens gravitation och hans mycket annorlunda livsstil hemma.

En studie på en rysk kosmonaut som

tillbringade 169 dagar på ISS 2014 avslöjade också att vissa förändringar i själva hjärnan verkar inträffa i omloppsbana. Det fanns förändringar i nivåerna av neural anslutning i delar av hjärnan relaterade till motorisk funktion, med andra ord rörelse, och även i vestibulära cortex, som spelar en viktig roll i orientering, balans och uppfattning om vår egen rörelse.

Detta är kanske inte förvånande med tanke på viktlöshetens speciella natur i rymden. Astronauter måste ofta lära sig att röra sig effektivt utan tyngdkraften för att förankra sig till någonting och anpassa sig till en värld där det inte finns någon upp eller ner.

En nyare studie har väckt oro över andra förändringar i hjärnstrukturen som kan uppstå under långa rymduppdrag. Hålligheter i hjärnan ansvariga för lagring av cerebrospinalvätska, tillförsel av näringsämnen till hjärnan och bortskaffande av avfall, kan svälla och ta upp till tre år att krympa tillbaka till normal storlek.

En expansion av vätskefyllda utrymmen i mitten av hjärnan och ingen gravitation för att "hålla hjärnan nere" gör att hjärnan sitter högre i skallen och komprimerar hjärnans topp mot insidan av skallen.

En undertrycksdräkt för underkroppen kan hjälpa till att motverka de negativa effekterna av gravitationsorsakade vätskeskift i kroppen. Man kanske kan flytta vätskorna tillbaka mot underkroppen med hjälp av specialiserade "byxor" som drar vätskor tillbaka ner mot underkroppen som ett vakuum. Dessa byxor kan användas för att omfördela kroppens vätskor på ett sätt som mer liknar det som händer på jorden.

Det framgår av de senaste årens forskning att en viktig nyckel till god hälsa är sammansättningen och mångfalden av de mikroorganismer, som lever i och på våra kroppar. Denna mikrobiota kan påverka hur vi smälter mat, påverka inflammationsnivåerna i våra kroppar och till och med förändra hur våra hjärnor fungerar.

Forskare som undersökte Kelly efter hans resa till ISS fann att bakterierna och svamparna, som lever i hans tarm hade förändrats jämfört med innan han flög ut i rymden. Detta är kanske inte helt förvånande, med tanke på den mycket olika maten han åt och förändringen hos de människor han tillbringade sina dagar med (vi får en skrämmande mängd tarm- och orala mikroorganismer från de människor vi bor bredvid). Men exponering för strålning och användning av återvunnet vatten, tillsammans med förändringar i hans fysiska aktivitet kan alla också ha spelat en roll.

Även om det nu har funnits fem Nasa-astronauter som har tillbringat mer än 300 dagar i omloppsbana, har vi Kelly att tacka för insikter om hur hans hud klarade sig i omloppsbana. Hans hud visade sig ha ökad känslighet och kliande utslag i cirka sex dagar efter att han återvände från rymdstationen. Forskare spekulerade i att brist på hudstimulering under uppdraget kan ha bidragit till hans problem.

Ett av de viktigaste fynden från Kellys långa resa ut i rymden var effekterna det hade på hans DNA. I slutet av varje DNA-sträng finns strukturer som kallas telomerer, som tros hjälpa till att skydda våra gener från skador. När vi åldras blir dessa kortare, men forskning om Kelly och andra astronauter har visat att rymdresor verkar förändra längden på dessa telomerer.

Mest slående var upptäckten av betydligt längre telomerer under rymdflygning. Övåntat var också att telomerlängden förkortades snabbt vid återkomsten till jorden för alla besättningsmedlemmar. Av särskild relevans för långsiktig hälsa och åldrande hade astronauter i allmänhet många fler korta telomerer efter rymdflygning än de hade tidigare. En möjlig orsak kan vara exponering för den komplexa blandningen av strålning i rymden.

Astronauter som upplever långvarig exponering i omloppsbana visar också tecken på DNA-skador. Det fanns några föränd-



ringar i genuttryck - mekanismen som läser DNA för att producera proteiner i celler - i Kelly som kan ha varit relaterade till hans resa till rymden. Några av dessa relaterade till kroppens svar på DNA-skador, benbildning och immunsystemets svar på stress. De flesta av dessa förändringar hade dock återgått till det normala inom sex månader efter hans återkomst till Jorden.

Kelly fick en rad vacciner före, under och efter sin resa ut i rymden och hans immunförsvar visade sig reagera normalt. Men forskning har funnit att astronauterna drabbas av vissa minskningar av antalet vita blodkroppar som faller i linje med de doser av strålning de får i omloppsbana.

Medan rymdresor kan skada kroppen, kan rymdresans isolerande natur också ha djupgående effekter på sinnet. Tänk dig att behöva leva och arbeta med samma lilla grupp människor, utan att kunna se din familj eller vänner i månader i sträck. För att lära sig att hantera extrema miljöer och upprätthålla kommunikations- och ledarskapsdynamik genomgår astronauterna först teamträning på jorden.

De tillbringar veckor i antingen NASA:s Extreme Environment Mission Operations vid Aquarius Research Station, som finns under vattnet utanför Florida Keys, eller kartlägger och utforskar grottor med Europeiska rymdorganisationens CAVES-program. Dessa program hjälper astronauter att bygga kamratskap med sina lagkamrater och lära sig att hantera stress och ensamhet i en fientlig, avlägsen miljö. Forskare studerar hur man bäst övervakar och stöder beteendemässig mental hälsa under dessa extrema och isolerande

förhållanden.

Medan rymdresor kommer med stressorer och potentialen för ensamhet, beskriver astronauterna ofta att de också upplever en känsla av vördnad och samhörighet med hela mänskligheten. Detta händer ofta när man tittar på jorden från den internationella rymdstationen.

Earthrise, en berömd bild som togs under ett Apollo-uppdrag, visar jorden från rymden. Medan de ser jorden på avstånd, rapporterar många astronauter att de känner en förskräckt "översiktseffekt". Det finns dock fortfarande många frågor att besvara om vilken inverkan rymdresor kan ha på en tvåbent, storhjärnad art som utvecklats för att leva på jorden. När Rubio återhämtar sig från sina 371 dagar i rymden kommer forskare utan tvekan att granska hans medicinska tester, blodprover och skanningar för att se vad mer de kan lära sig.

Forskare som studerar sätt att bevara astronauternas hälsa förväntar sig att deras arbete kommer att gynna människor både i rymden och här hemma på jorden.

Att lära sig att stödja människors hälsa och fysiologi i rymden har många fördelar för livet på jorden. Till exempel kan produkter som skyddar astronauter från rymdstrålning och motverkar dess skadliga effekter på vår kropp också behandla cancerpatienter som får strålbehandlingar.

Att förstå hur man skyddar våra ben och muskler i mikrogravitet kan förbättra hur läkare behandlar den svaghet som ofta följer med åldrande. Och rymdutforskning har lett till mycket ny teknik, som främjar vattenrening och satellitsystem.