



OPERATION **MARS**

Frågan är inte längre om vi ska landsätta människor på Mars, utan snarare när. Sonder har kartlagt planeten, tekniken är klar och astronauterna har skickats på träningsläger. I vår nya serie kan du läsa allt om erövringen av Mars.



REKOGNOSERING **NR. 14**

Robotar och sonder vänder på varenda sten på planeten efter tecken på främmande liv.



TRÄNING

Rymdens osynliga dödshot är en stor utmaning för invandrade Marsbor.

UPPDRAGETS **MÅL**

- Kan skelett och muskler räddas?
- Kan kroppen klara strålningen?
- Kan psyket klara pressen?
- Fungerar immunförsvaret?



LANDSTIGNING **NR. 16**

Kolonisatörer anländer till en fientlig planet. Det ställer höga krav på utrustningen.



ERÖVRING **NR. 17**

Solsystemets största ingenjörprojekt startar när Mars omvandlas till jorden 2.0.

CHRISTIANE HENRIQUE

NASA



Astronauterna förbereder sig för **SKONINGSLÖS** **RESA TILL MARS**

Synen försvinner, skelettet pulvriskas och ensamheten kommer smygande. Hoten mot hälsan är många under resan till Mars. Nu tar forskarna på allvar tag i de dödliga utmaningarna under långa resor i rymden.

På Hawaii i USA har sex testpersoner levt avskurna från omvärlden i ett år. Försöket ska ge forskarna en fingervisning om hur astronauternas samarbete fungerar under långa rymdresor.

En råkall morgon på de öde slätterna i Kazakstan dimper en rysk Sojuz-farkost ned från himlen och landar i ett moln av damm. Räddningspersonal skickas snabbt fram till kapseln, där de börjar dra ut besättningen ur den trånga kabinen och ut i den friska morgonluften.

Det är den 2 mars 2016 och även om landningen är rutinartad är det här ett speciellt ögonblick. Astronauten Scott

Kelly från USA och kosmonauten Michail Kornienko från Ryssland bärs bort från kapseln. För första gången på knappt ett år kan de två männen fylla lungorna med frisk luft. I 340 dagar har de bott på Internationella rymdstationen, ISS. Det är det längsta besöket någonsin.

Uppdraget som de två männen deltar i har döpts till One-Year Mission. Men trots att året i viktlost tillstånd är över, är uppdraget långtifrån slut. Nu inleds arbetet med att analysera hur rymden har påverkat de båda männens hälsa. Resultaten blir avgörande för att Nasa ska kunna hålla astronauterna vid liv hela vägen till Mars.

Mars är svårare än månen

Våghalsighet, viljestyrka och den djupt rotade konkurrensen med Sovjetunionen

piskade för mer än 40 år sedan Apollo-programmet framåt. På bara tre år hann de sammanlagt tolv astronauterna beträda månen nästan 400 000 kilometer från jorden. Jämfört med 1960-talets stora bedrifter, som genomfördes med betydligt enklare utrustning än vi har i dag, kan det tyckas mindre ambitiöst att vi fortfarande sätter astronauter och kosmonauter i omlopp runt jorden på bara 400 kilometers höjd.

Men rymdstationen är en oundgänglig mellanstation på vägen tillbaka till yttre rymden. Resan till månen tog bara ett par dagar, men Marsfärden tar åtskilliga månader. På vägen på det sammanlagt två-tre år långa uppdraget ska astronauterna träna sig ur muskel- och skelettförlust och hålla depression och psykos på avstånd. De kommer konstant att vara omgivna av dödlig strålning och ska genomföra viktigt arbete, med hela världen som åskådare.

Kraven på förberedelserna och träningen är skyhöga. One-Year Mission är ett viktigt led i dessa förberedelser, eftersom de fokuserar på att undersöka de medicinska och psykologiska problem som oundvikligen dyker upp under långa vistelser i rymden.

Problemen hopar sig

Ett välkänt problem i samband med att befinna sig i viktlost tillstånd är att kroppens muskler och skelett förtvinar. Normalt upplever kroppen en konstant belastning från jordens gravitation. Utan att vi lägger märke till det får pressen till följd att kroppen hela tiden bildar ny ben- och muskelmassa.

Förlusten av benmassa innebär inte bara en risk för benskörhet och därmed större risk att bryta något, utan även förhöjda mängder kalcium i blodet. Kalken ökar »

Trupperna har sänts på övning inför Mars

Ingen resa i historien kan mäta sig med den färd de första astronauterna till Mars ska ge sig ut på. Under extrem arbetspress med dödshot överallt måste var och en av astronauterna hålla huvudet kallt under 230 miljoner kilometer. Därför är träningen redan i full gång – 15 år i förväg.

MARS VS MÅNEN

HÄLSORISKER

■ Till skillnad från månen har Mars en tunn atmosfär som skyddar en del mot strålning. Men den långa restiden och en längre vistelse på planeten betyder att Mars-astronauterna är betydligt mer utsatta för skadlig strålning. Gravitation: 38 procent av jordens Avstånd till jorden: 225 miljoner km Ungefärlig restid till ankomst: 6–8 månader Atmosfär: Cirka 1/100 av jordens Magnetfält: Svagt	■ På pappret klarar sig månen sämre mot strålning än Mars. Men det markant kortare avståndet gör den psykiska aspekten av resan betydligt mer överkomlig. Radiosamtal till jorden är bara fördröjda med 1,2 sekunder. Gravitation: 17 procent av jordens Avstånd till jorden: Cirka 385 000 km Ungefärlig restid till ankomst: 4–5 dagar Atmosfär: Ingen i praktiken Magnetfält: Inget
---	---

FÄLTHERRARNAS STRATEGI



ISS får kanske snart en lillasyster runt Mars, som blir astronauternas sista anhalt före landsättningen.

3 Generalrepetitionen hålls i omlopp runt Mars

Lockheed Martin, som har levererat utrustning till Nasa sedan 1970-talet, hoppas att en rymdstation ska skickas i omlopp runt Mars redan 2028. "Mars Base Camp" ska hysa upp till sex astronauter och vara ett laboratorium för de sista och avgörande undersökningarna inför

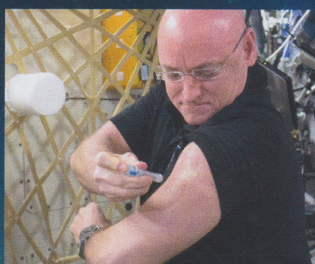
2030-talets bemannade landning på planeten. Från rymdstationen ska manskapet med fjärrstyrda drönare och ströväre bland annat undersöka optimala landningsplatser på planeten. Nasas bemannade farkost Orion ska enligt planen kopplas till stationen i varje ände.

2 Rymdens slitage på kroppen testas på rymdstationen



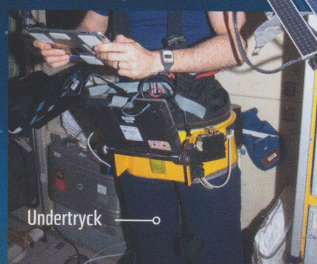
Kosten räddar skelettet

Forskare testar vilken kost som bäst motverkar benskörhet och muskelförtvinning, för att planera den optimala kosten för resan.



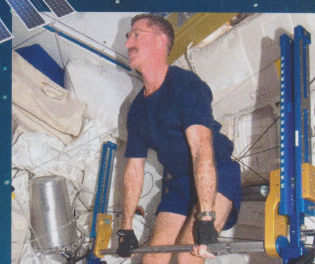
Vaccin stärker försvaret

Den rena miljön på rymdstationen försvagar immunförsvaret, men ett vaccin kan stimulera det. Effekten testas nu på ISS.



Vätskorna hålls nere

Trycket i kraniet stiger i viktlost tillstånd. Nu testas en dräkt som skapar undertryck i benen och tvingar kroppens vätskor nedåt.



Motion bevarar muskler

I viktlost tillstånd är kroppen konstant i vilja. Därför tränar astronauterna kroppen för att motverka muskelförtvinning.

1 Astronauter tränar i isolation på jorden

På berget Mauna Loa på Hawaii pryder en kritvit kupol den roströda bergssidan. Här bor sex testpersoner som lever avskurna från resten av världen. Projektet kallas HI-SEAS 4 och ska med stöd från Nasa kartlägga hur människor reagerar på

isolering i små grupper över lång tid. Deltagarna genomför undersökningar och allt fältarbete utomhus, iförda rymddräkter.

De sex invånarna tränar, arbetar och lagar mat i kupolens cirka 110 kvadratmeter – året runt. Solcellspaneler laddar upp en

batterireserv under dagarna, vilket är stationens enda strömförsörjning. Det innebär att invånarna måste spara på strömmen under molniga dagar. Det finns tillgång till internet, men med 40 minuters fördröjning – motsvarande fördröjningen från jorden till Mars.

Marsresan sargar kroppen

Astronauterna riskerar att svimma av för lågt blodtryck när de stiger ut på Mars-ytan för första gången. Det är bara en av de många hälsorisker som lurar på resan till Mars.



HJÄRTAT FÖRLORAR STYRKA

Precis som kroppens andra muskler förlorar hjärtat muskelmassa eftersom det inte behöver arbeta lika hårt i rymden som nere på jorden. Hjärtrytmen kan rubbas och svimningar kan förekomma på grund av lågt blodtryck när astronauten landstiger på Mars efter den långa resan.

LÖSNING: Astronauterna hjärttestas före avresan och motionerar på vägen för att hålla muskelförtviningen i schack. Forskare hoppas att förbättrade hjärttester ska minimera antalet hjärtfel i rymden.



SKELETTET FÖRSVAGAS

I rymden förlorar astronauterna benmassa tio gånger snabbare än människor på jorden som lider av benskörhet. Det beror på att skelettet på grund av viktlösheten inte stimuleras att skapa ny benmassa.

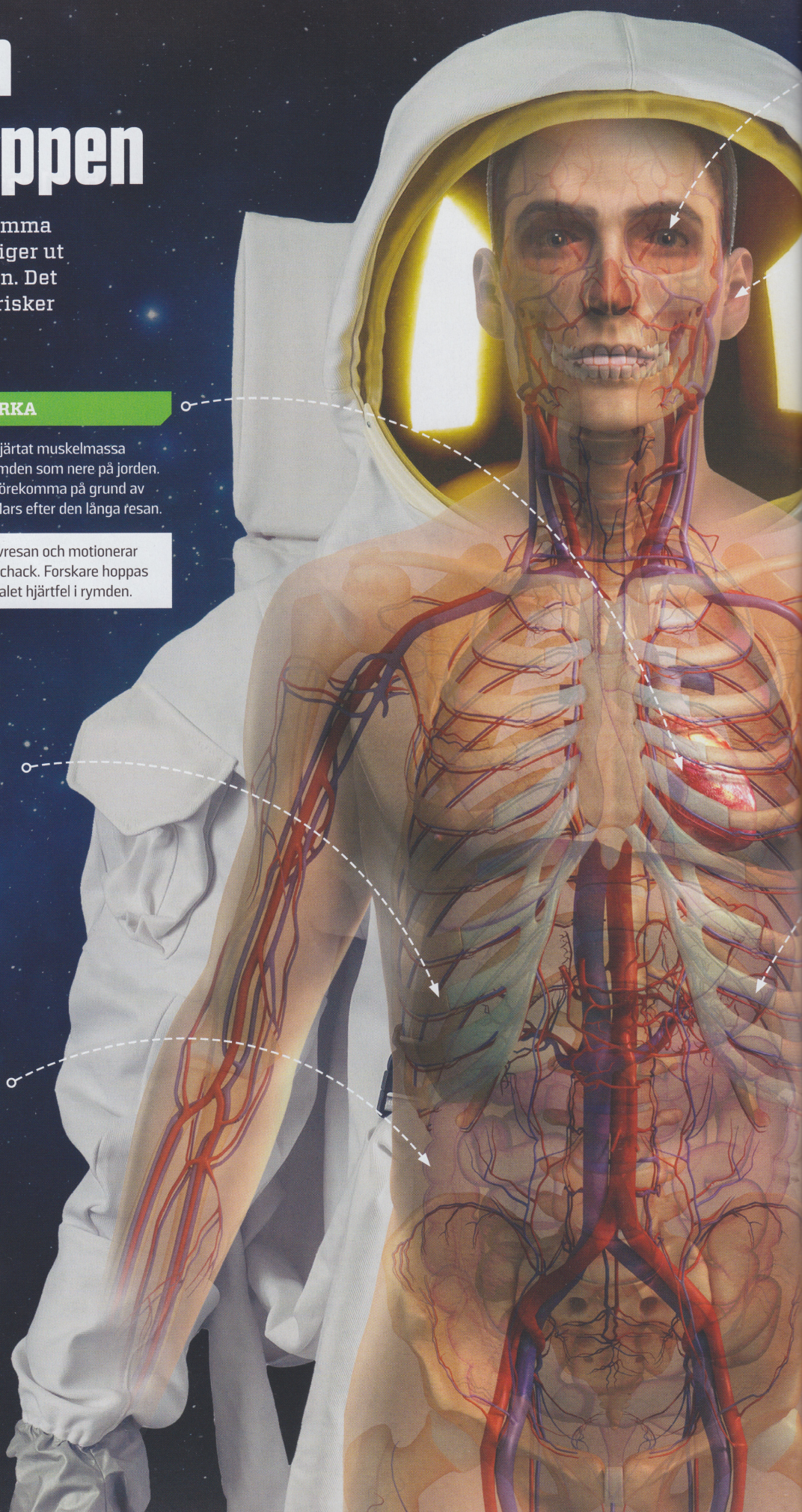
LÖSNING: Astronauter motionerar och äter tillskott med bisfosfonat, som är ett medel mot benskörhet.



GODA BAKTERIER DÖR

Många av kroppens bakterier gynnar flera funktioner som ämnesomsättning och immunförsvar. De underhålls genom kosten och därför kan långa rymdresor utan vissa livsmedel ge upphov till hälsoproblem.

LÖSNING: Frukt, grönsaker och yoghurt är så kallade probiotiska livsmedel, som håller i gång bakteriefloran.





VIKTLÖSHET GER SYNPROBLEM

Omkring hälften av alla astronauter upplever problem med synen under längre vistelser på rymdstationen. En teori går ut på att kroppens vätskor söker sig mer uppåt i kroppen än nere på jorden (på grund av att gravitationen saknas) vilket ökar trycket i huvudet och därmed också i ögonen.

LÖSNING: Forskarna har ingen färdig lösning än. Det pågår ett försök med en speciell byxdräkt som skapar undertryck i benen och suger kroppens vätskor nedåt. På så sätt minskas trycket i kraniet.



SINNEN OCH RÖRELSE RUBBAS

Övergången från viktlost tillstånd i rymden och vidare till ett gravitationsfält som Mars förvirrar kroppens sinnen och rörelseorgan. Astronauterna får bland annat problem med rumsuppfattningen, vilket går ut över förmågan att gå, hålla balansen och koordinera händernas rörelser.

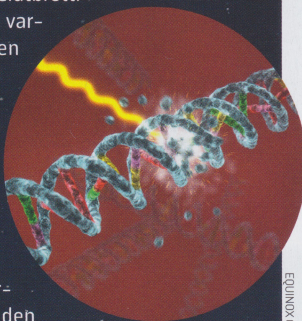
LÖSNING: Astronauter utför fysiska övningar i speciella maskiner som simulerar friviktsövningar i viktlost tillstånd. Det hjälper astronauterna att hålla balans och rörelser intakta på långa rymdresor.



FARLIG STRÅLNING

Jordens magnetfält och atmosfär skyddar människor mot skadlig kosmisk strålning och solens partikelutbrott.

Det skyddet finns varken i yttre rymden eller bakom Mars svaga magnetfält. Strålning är joniserande när den har tillräckligt mycket energi för att skada molekyler i det ämne den färdas igenom. När den joniserande strålningen passerar genom kroppen kan den skada dna-molekyler och därmed öka risken för cancer.



LÖSNING: Nasa arbetar på nya sorters skydd mot strålarna till både farkost och rymddräkter. Ett material byggt av så kallade nanorör har visat sig vara både starkt och effektivt mot strålningen.

GETTY IMAGES

» risken för njursten – en extremt smärtsam åkomma som skulle bli extremt svår att hantera i rymden.

För hjärtat innebär förlusten av muskelmassa bland annat risk för lågt blodtryck. Ett led i One-Year Mission är därför att testa ett nytt träningsprogram för astronauterna, som ökar belastningen under styrketräning med kortare och mer intensiva träningspass.

Ett annat stort praktiskt problem med att vistas länge i viktlost tillstånd är synrubbningar. Ungefär hälften av de amerikanska astronauterna har upplevt synproblem under långa ISS-vistelser. Därför fokuserar Nasa på att ta reda på varför en del astronauter drabbas – men inte alla.

Forskarna har ännu inte bevisat det, men det viktlösa tillståndet antas få kroppens vätskor att öka trycket i kraniet. Över tid kan det leda till synrubbningar hos besättningsmedlemmarna. Den försämrade synen kan bli fatal under en landning på Mars yta. Därför gör forskare från bland annat Henry Ford Medical Center, University of California och Nasa försök för att testa om teorin med tryckökning i kraniet håller.

Tvillingar levde parallella liv

I samband med One-Year Mission har Kelly och Kornienko bott dubbelt så länge på rymdstationen än vad som är normalt. De kan ändå inte skryta med den längsta vistelsen i rymden någonsin. Det rekordet tillhör ryssen Valerij Poljakov som befann sig i 437 dagar på den hädangångna rymdstationen Mir.

One-Year Mission är den längsta rymdvistelsen på 15 år. Och för första gången ges forskarna möjlighet att testa fysiska och psykiska skillnader hos två nästan genetiskt identiska personer, som befinner sig på jorden respektive i rymden samtidigt.

En viktig del av One-Year Mission är nämligen den parallella "Twins Study", som studerar Scott Kelly och hans enäggstvilling på jorden, Mark. Under hela vistelsen har Mark levererat samma blod-, saliv- och urinprover och tagit samma vacciner som brodern på rymdstationen. Tvillingstudien består av totalt tio undersökningar som ska avslöja om den viktlösa och rena miljön ombord på rymdstationen har en annan påverkan på kroppen än livet på jorden.

Studien avhandlar också en mycket mjukare aspekt av rymdresan. Hittills har forskarnas kunskap om de psykologiska konsekvenserna under långa vistelser i rymden varit mycket begränsad. Därför ska forskare från University of Pennsylvania under tio neuropsykologiska tester »

EQUINOX GRAPHICS/SCIENCE PHOTO LIBRARY



VIKTIGA MILSTÖLPAR

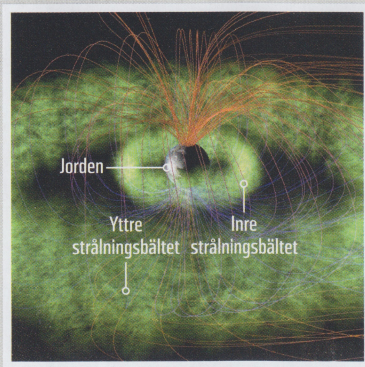
Skadlig strålning omgärdar jorden

Som två gigantiska munkar omsluter Van Allen-bältena vår planet med energirika partiklar som astronauter måste skyddas mot.

När Nasa 1969 skickade i väg de första astronauterna mot månen var man väl medveten om att färden skulle föra resenärerna genom ett gigantiskt och osynligt område med skadlig strålning.

1958 konstaterade astrofysikern James Van Allen, med hjälp av data från bland annat Nasas första satellit Explorer 1, att jorden befinner sig i mitten av två enorma, cirkulära strålningsbälten. Det inre sträcker sig från cirka 600 kilometer ut till cirka 9 000 kilometer över jordytan. Det yttre börjar vid 13 500 kilometer och fortsätter till cirka 58 000 kilometer. Bältena är moln av energirika protoner och elektroner – så kallad plasma – som formas i den karaktäristiska munkstrukturen på grund av jordens magnetfält.

Partiklarna har så mycket energi att de kan orsaka kortslutningar i elektronik,



De farliga Van Allen-bältena orsakade inga problem för astronauterna.

men är också skadliga för människor. Den energirika strålningen kan förändra cellerna och senare utvecklas till cancer.

Partiklarna bromsas lyckligtvis vid mötet med material som stål och aluminium, så Apollo-besättningen var trygg bakom väggarna i rymdkapseln. Personer som arbetar med radioaktiva källor på jorden utsätts för mer strålning.

» undersöka hur en astronaut som Scott Kelly konkret påverkas av att vistas ett helt år på rymdstationen.

Forskarna har samlat in fakta om till exempel tvillingarnas humör och förmåga att lösa uppgifter. Skillnaden i tvillingarnas mentala utveckling under året jämförs där efter med astronauter som bara har vistats ett halvår på ISS. På så sätt framgår det tydligt om en längre vistelse gör någon skillnad. Förhoppningen är att studierna ska hjälpa till att anpassa den mentala träningen som framtidens Mars-astronauter ska genomgå.

Data från studien jämförs även med de biologiska prover som tas av Mark och Scott Kelly före, under och efter uppdraget. Det ger en inblick i hur förändringar i det psykiska tillståndet hänger ihop med tvillingarnas fysiska hälsa.

Utöver den psykologiska aspekten ska tvillingstudien visa hur deras immunförsvar avviker från varandra när året är till ända. Därför jämförs även tarmfloran hos tvillingarna. Bakterierna i tarmen har stor betydelse för hur effektivt kroppen kan bekämpa sjukdomar. Utan ett fungerande försvar kan en enkel infektion bli en astronauts död.

Strålning kräver nytänkande

One-Year Mission är den inledande uppvärmningen under träningen inför framtidens resor till Mars, som Nasa hoppas kunna realisera under 2030-talet. Avståndet från jorden till Mars är i genomsnitt cirka 225 miljoner kilometer, och ett uppdrag fram och tillbaka väntas ta upp till tre år.

Nasa är i full färd med att bygga Mars-resans farkost. Orion-kapseln ska hysa fyra astronauter genom yttre rymden. Under 2020-talet stiger de första människorna ombord på Orion, då astronauter planeras besöka en asteroid i omlopp runt månen. Nasa räknar uppdraget som en viktig övning för mänskapet, innan resan går vidare till Mars.

Inte ens med det allra senaste inom raketeknik till hands har Nasa hittat en lösning på ett av de största hoten i yttre rymden – strålningen. I yttre rymden, långt bort från jordens skyddande magnetfält och atmosfär, är astronauterna extremt utsatta för strålning från solens partikelutbrott. Kosmisk strålning från andra stjärnor i Vintergatan går också rakt igenom rymdkapselns yttre väggar. De första Mars-astronauterna fångas i en korseld av strålning i ungefär åtta månader.

Strålningen är joniserande, vilket innebär att partiklarna har tillräckligt mycket energi för att exempelvis slå sönder dna-molekyler när de passerar igenom människokroppen. Det kan resultera i dödlig strålningssjuka på kort sikt och cancersjukdomar på längre sikt. Därför arbetar



Med utgångspunkt i data från Nasas första satellit kunde James Van Allen 1958 slå fast att jorden är omgiven av två strålningsbälten.



Vad händer med liket av en död astronaut?

Astronauter riskerar att dö på vägen under en åtta månader lång resa. Därför måste Nasa ha en procedur för hur liket "begravs".

Frågan har ännu inte besvarats definitivt av Nasa, men ett lik får inte ligga orört ombord på rymdfarkosten till hemkomsten. Den döda kroppens vävnad angrips av kroppens bakterier när immunförsvaret inte längre håller dem i schack. Den efterföljande förruttnelsen av kroppen frigör både lukt och bakterier i rymdkapseln. Det tas även hänsyn till psykiska trauman i samband med att ha liket av en nära kollega ombord. Ett FN-dekret från 1967 ålägger medlemsländerna att i möj-

ligaste mån undvika att förorena rymden. Men ett dödsfall kan utgöra ett undantag. Hittills har ingen människa dött i yttre rymden. De 18 astronauter och kosmonauter som har omkommit har antingen mist livet under uppskjutningen från jorden eller på vägen ned igen. De två stora rymdfärjekatastroferna stod tillsammans för 14 av dödsfallen.

HITTILLS HAR
18
OMKOMMIT
I SAMBAND MED
UTFORSKNINGEN
AV RYMDEN

Nasa med att utveckla nya sorters sköldar som skyddar astronauterna på vägen till planeten. En av forskarnas stora visioner är att utrusta rymdfarkosten med en anordning som skapar ett lokalt kraftfält – ett litet magnetiskt fält som omsluter hela farkosten i en skyddande bubbla.

Andra mer pragmatiska möjligheter att tillämpa går exempelvis ut på att utrusta farkoster och baser med ett speciellt och extra avskärmat skyddsrum, där astronauterna kan vistas under våldsamma partikel-

utbrott från solen. Den metoden ekonomiserar vikt och därmed bränsle, eftersom inte hela farkosten behöver vara avskärmat i samma höga grad.

Forskningen kan börja

Den 11 maj 2016 – mer än två månader efter "ettårsastronauternas" hemkomst – återvände en Dragon-rymdfarkost till jorden från ISS. Ombord återfanns drygt 1 000 prover från de mänskliga försöken på rymdstationen. Enligt Nasa kan det ta mellan sex månader och sex år

Död astronaut skakas till pulver

Svenska företaget Promessa har lagt fram ett förslag på hur ett lik i rymden kan hanteras.

Liket förs ut

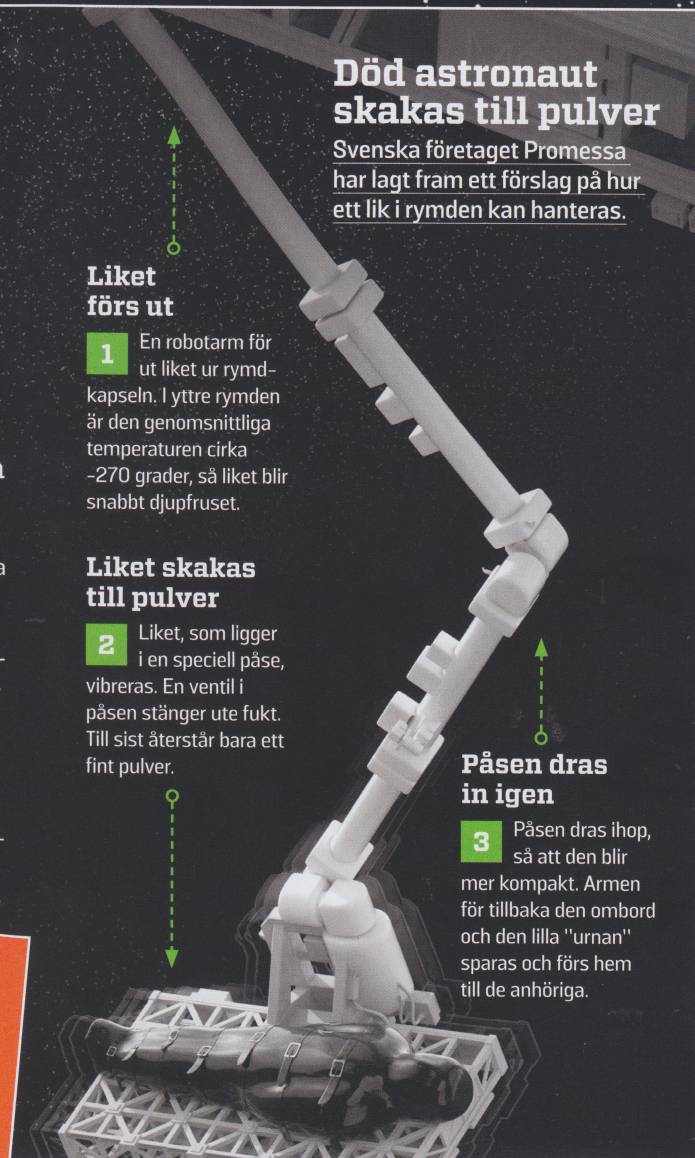
1 En robotarm för ut liket ur rymdkapseln. I yttre rymden är den genomsnittliga temperaturen cirka -270 grader, så liket blir snabbt djupfruset.

Liket skakas till pulver

2 Liket, som ligger i en speciell påse, vibreras. En ventil i påsen stänger ute fukt. Till sist återstår bara ett fint pulver.

Påsen dras in igen

3 Påsen dras ihop, så att den blir mer kompakt. Armen för tillbaka den ombord och den lilla "urnan" sparas och förs hem till de anhöriga.



CLAUS LINAU

att analysera de insamlade proverna med blod, saliv och urin.

Under tiden kan rymdorganisationerna rikta uppmärksamheten mot de första bosättningarna på Mars. Med mer än 200 miljoner kilometer hem och en fördröjning på radion till jorden på upp till 24 minuter är astronauterna i hög grad hänvisade åt sig själva när de väl står på den iskalla ökenplaneten.

I motsats till Apollo-astronauterna ska Mars-pionjärerna bo och arbeta under en längre period på vår grannplanet. Därför måste framtidens Mars-dräkt vara mer rörlig än dagens varianter, och utformningen av en hemlig och robust bas ska tänkas ut. Hur ingenjörerna löser den uppgiften kan du läsa mer om i nästa nummer. □