

Fremtidens menneske i rummet

af Lonnie Petersen, stud.med. Panum Institutet, Københavns Universitet, lonnie@rumfart.dk

Mennesket er skabt til at leve på Jorden – vi har udviklet os og tilpasset os de forhold, der eksisterer på Jordens overflade og det har vi gjort godt. Som alt andet levende på Jordens overflade har mennesket gennem tusindvis af generationers evolution ændret sig og udviklet sig indenfor vores terrestriske rammer. Når vi beslutter os for at bryde ud af disse rammer ved at rejse og opholde os i rummet, kan evolutionen gå i helt nye retninger. Men betyder det at det er i modstrid med vores natur at leve i rummet eller på andre planeter?

Mennesket har altid været drevet af nysgerrighed og en søgen efter at finde svar på de spørgsmål vi har. Det er driften fra denne nysgerrighed, der er grundlaget for at vi i dag er nået så langt i vores udvikling (vores succes som art). Begrænser vi denne nysgerrighed begrænser vi dermed vores udvikling. Udforskning af rummet og søgen efter svar på spørgsmål som “hvordan opstod livet?” og “er det opstået andre steder?” er del af vores nysgerrige natur.



Juri Gagarin inden opsendelse den 12. april 1961 i Vostok 1.

Da Juri Aleksejevitj Gagarin i 1961 vendte uskadt hjem fra det første besøg i rummet, var det det endelige bevis på, at vi kunne overleve udenfor Jordens atmosfære. Siden dengang har vi arbejdet på at nå længere ud, og for at gøre drømmen om at gå på en anden planet til virkelighed. For at nå dertil, er der dog en hel del udfordringer at overkomme.

Hvad sker der når man opholder sig udenfor Jordens atmosfære? Af ændringer i omgivelserne kan nævnes:

1. vægtløshed,
2. ændret og øget baggrundsstråling,
3. ændret dag/nat perioder,
4. isolation (indespærring med samme lille gruppe mennesker).



Et "vægtløst" miljø. Som foster tilbringer mennesket tilværelsen i vægtløs tilstand.

Vægtløshed og tyngdestress

Vægtløsheden er den faktor, der har størst indflydelse på os. Tyngdekraft eller massetiltrækning er en fundamental kraft, der findes overalt mellem legemerne i universet. På Jordens overflade afstedkommer denne tiltrækning et mekanisk tryk på enhver genstand (tyngdestresset). Et legeme er vægtløst når det befinder sig i konstant frit fald, f.eks. i kredsløb om Jorden. Vægtløshed har således ikke noget at gøre med om tyngdekraften er til stede eller ej – i kredsløb er det netop Jordens tyngdekraft, der holder rumfartøjet og astronauten i det fast i en ellipseformet bane. Indenfor Jordens atmosfære kan vægtløshed ligeledes skabes gennem et frit fald hvor luftmodstanden ikke gør sig gældende f.eks. under parabolflyvninger¹.

Faktisk har vi alle været vægtløse! Nemlig i de 9 første måneder af vores liv hvor vi lever og vokser i et "vægtløst" miljø – omgivet af fostervand. Denne model med nedsækning i vand bruges i dag i laboratorierne til at efterligne effekterne af vægtløshed. Opdriften og det hydrostatiske tryk i vandet modvirker tyngdestresset, og ved nedsækning til halsen ses mange af de samme fysiologiske ændringer som under vægtløshed.

Men på trods af, at vores krop altså på denne måde er dannet i noget nær 0G svækkes den, hvis vi vender tilbage til denne tilstand.

Mennesker er, som sagt, tilpasset livet i 1G. Vi har et rigtigt skelet, der sikrer os at vi kan stå oprejst, og vi har stærke muskler, der kan overvinde vægten af vores egen krop, og gør os i stand til at bevæge os rundt. Under de daglige stillingsændringer i tyngdefeltet påvirkes vores hjerte og kredsløb. Går man fra liggende til stående stilling, trækkes blodet af tyngdekraften ned i ben og bughule. For stadig at kunne opretholde et passende blodtryk til hjernen, igangsættes en række fysiologiske mekanismer, der øger blodtrykket. Men for fuldtud at kunne forstå tyngdestressets virkninger på vores krop kræver det, at vi har en kontrol situation – altså et fravær af tyngdestresset. Dette er vægtløshed! Forskning under vægtløshed er dermed ikke blot forbeholdt de få udvalgte, der for lov til at rejse i rummet; det er i høj grad et vigtigt redskab i den almindelige grundforskning.

Vægtløshedens effekter på vores krop

I vægtløshed tilpasser vores krop sig forbavsende hurtigt til de mindre fysiske krav, hvilket medfører, at vores knogler afkalkes, vores muskler bliver mindre, balancecentret i det indre øre forvirres (og medfører i mange tilfælde "rumsyge"). Også vores nyrer og lunger påvirkes af vægtløsheden.

Da tyngdestresset ikke længere trækker blodet nedad, er arbejdsbyrden for hjertet mindre og også denne muskel svækkes. Pga. den mere ligelige fordeling af blod (øget centralt volumen) har man ikke brug for så stort et blodvolumen når man opholder sig i rummet (der ophobes ikke blod i ben eller bughule). Heller ikke de reflekser, der på Jorden opretholdt blodtrykket til hjernen, er længere nødvendige, og svækkes muligvis også. Effekterne af vægtløshed bliver dog først et problem, når man vender tilbage til tyngdestresset og det er pga. svækkelserne af kredsløbssystemet, at astronauterne ofte besvimer og må hjælpes ud af rumkapslen efter de vender tilbage til Jorden.

Countermeasures

Gennem de sidste 40 år med bemandede rumrejser, har man lært at omgå mange af de skadelige effekter af vægtløsheden. Astronauterne ombord på den Internationale Rumstation (ISS) bruger hver dag flere timer på at træne deres knogler og muskler på løbebånd (som de holdes fast på vha. elastiske bånd) og (dansk fremstillede!) motionscykler. Det er dog visionen, at man i højere grad i fremtiden vil være i stand til at medicinere sig ud af disse problemer og herved give astronauterne mere tid til andet arbejde.

Nedbrydningen af astronauternes knogler er underlagt megen forskning, og man arbejder på at udvikle medicin som kan stoppe nedbrydningen uden alt for mange bivirkninger. Denne medicin vil også kunne hjælpe forskellige patientgrupper på Jorden, og er et eksempel på hvorledes forskningen udført i rummet kan bringes tilbage til Jorden og komme andre til gode.

Ved ophold i en Lower Body Negative Pressure device (LBNP) kan astronauternes blod suges ned i benene og herved træne hjerte og kredsløbsreflekser. Disse ophold er dog ikke helt ufarlige for det svækkede hjerte.

Kunstig tyngdekraft i form af centrifugalkraft kan vedligeholde mange af kroppens funktioner ved lange ophold i vægtløshed. Én idé kunne være at lade astronauterne sove i små "onboard" centrifuger, disse optager dog meget plads og opholdet i dem er ikke ubetinget behageligt. En anden metode er at sætte hele rumfartøjet i rotation – dette kræver enten et meget stort fartøj, eller en modvægt for anden af en arm, som kan rotere med fartøjet. Begge metoder er upraktiske og teknologisk krævende.



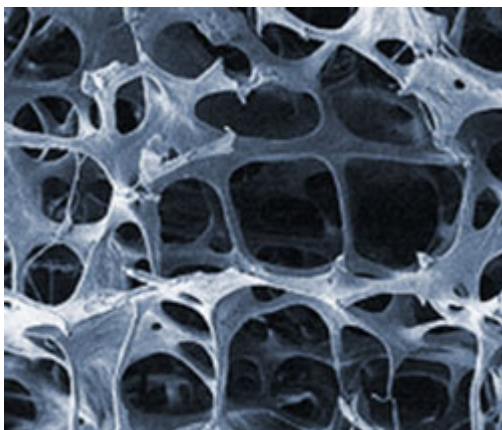
En metode til at modvirke afkalkning under ophold i mikro-gravitet er motion adskillige timer om dagen. Foto: NASA©.

Fra en Mars-mission (op til 3 års varighed) synspunkt er ingen af delene nødvendige. Desuden ville det fra et forskningsmæssigt synspunkt være ærgerligt, at gå glip af vægtløsheden på vejen. Denne kan udnyttes til langtidsstudier af f.eks. plantevækst eller trivsel af dyr. Ophold i en lille centrifuge vil med sikkerhed være til stor gavn for astronauterne, men er ikke en forudsætning for en vellykket mission.

Begiver man sig ud på endnu længere ophold i vægtløshed, måske endda over flere generationer, vil det være nødvendigt med ophold i kunstig genereret tyngdekraft, hvis vi vil undgå at evolutionen ændre os for at vi passer bedre i vores nye vægtløse miljø. Præcis hvor lange ophold og med hvor meget G-kraft er dog på dette tidspunkt udelukkende gætterier.

Uden et dagligt tyngdestress vil vi ikke have brug for et rigtigt skelet eller en stor muskelmasse til at flytte os rundt. Vores knoglemasse ville blive mindre og primært blot fungere som calcium depot til beskyttelse af hjerne og rygmarv. Vi ville heller ikke have meget brug for vores ben som midler til transport, disse ville blive rudimentære eller måske overtage en funktion mere i stil med arme. Da "kraft gange arm" princippet ikke længere gør sig gældende, kunne man måske forestille sig, at armene blev længere for give individet større rækkevidde.

Alt dette er muligvis meningsløse spekulationer, men det er ikke meningsløst, at beskæftige sig med betydningen af et reduceret tyngdestress. På Mars er tyngdestresset ca. $\frac{1}{3}$ af Jordens. Når mennesket bosætter sig der, vil vi givetvis ændre os for at tilpasse os vores nye miljø.



Nedbrudt knoglevæv – osteoporoseramt knogle.

Strålingsfare

Indtil nu har vægtløsheden været den største udfordring for vores fysiologi, men efterhånden som vi begiver os ud på interplanetary rejser, bliver strålingen en stadig mere afgørende faktor. I LEO (Low Earth Orbit) er man stadig til dels beskyttet af Jordens magnetfelt, hvilket astronauterne på ISS nyder godt af.

I rummet er strålingen ikke bare højere, den har også af en anden sammensætning, end den vi til hverdag lever med på Jorden. Strålingen består af højenergetiske partikler så som protoner, α -partikler og endnu tungere partikler. Kilderne er kosmisk stråling fra resten af universet og partikler fra vores egen Sol – specielt under de såkaldte “solar flares” (soludbrud) er strålingen intens. Vi kan endnu ikke forudsige perioder med Sol-udbrud, men vi kan observere dem og advare om disse inden de når Jorden og vores rumfartøjer i kredsløb eller på vej til Mars, dette giver astronauterne mulighed for at søge dækning i habitat modulene og undlade at udføre EVA (Extra Vehicular Activity).

For at skærme besætningen fra den kosmiske stråling skal der anvendes kraftig isolation, da den har høj gennemtrængningsevne. Dosis reduceres med tykkelsen af isolationen - indtil et vist niveau hvorefter yderligere forøgelse af isolationen kun har lille effekt. Desuden er kraftig isolation en overordentlig bekostelig affære, da det medfører forøget vægt af fartøjet og deraf følgende større brændstofbehov ved opsendelsen. Fortsat forskning i såvel nye isolationsmaterialer som de fysiologiske konsekvenser strålingen er derfor påkrævet.

En sikker måde at reducere strålingen på, er ved at reducere rejsetiden. Vil man længere end til Mars er nye fremdrift metoder påkrævet. Dette emne falder dog udenfor denne artikels scope.

Katastrofer ombord – Læge i rummet

Indtil nu har vi været forskånet for alvorlige medicinske problemer i rummet, men forlænger vi opholdet øges også sandsynligheden for sygdomme eller uheld. I modsætning til besætningen på ISS, kan en Mars-besætning ikke komme hurtigt “hjem” for at blive behandlet i nødstilfælde. En brækket arm eller en blindtarmsbetændelse skal kunne ordnes ombord. Der vil med sikkerhed være mindst én med en læge-uddannelse og en veludrustet sygeafdeling med på et Mars-fartøj. På trods af den lange transmissionstid til og fra Mars vil telemedicin sandsynligvis få en fremtrædende rolle i fremtidens rummissioner og udviklingen af dette vil selvsagt have vide anvendelsesmuligheder på Jorden – bl.a. for patienter i øde områder, men også for gamle og svagelige med tæt behov for kontakt til en læge, men uden overskud til at transportere sig frem og tilbage til lægen.



Mars kommer til syne for Mars Express den 1. december 2003. Foto: ESA©.

Andre faktorer

Men mange andre faktorer spiller ind på vores helbred:

Mad

Begiver man sig ud på længere rumrejser end svipture til Månen og dets lige, er det ikke længere nok at have madpakke med. Man må selv dyrke dele af eller al sin mad. Man har haft god succes med bl.a. dyrkning af korn i rummet. Udklækning af bl.a. vagtelæg ombord på MIR har dog været mindre succesfulde. En permanent base på Mars må selvsagt i udstrakt grad være selvforsynende.

Selve maden og kvaliteten af denne spiller en vigtig rolle ikke blot for astronauternes ernærings tilstand og dermed deres arbejdsydelse, evne til at modstå sygdomme (immunforsvar) osv., men også kvaliteten og smagen har betydning for deres generelle humør og velbefindende. Selve handlingen “at spise” har stor social betydning her på Jorden såvel som for astronauter på rumfærd – det kan hjælpe til at modvirke stress, styrke det sociale sammenhold i gruppen osv. Alle medvirkende faktorer til at holde astronauterne sunde og velfungerende både psykisk og fysisk.

Dag/nat rytmer

Det gamle udtryk om at “børn vokser om natten”, bunder i andet og mere end blot det faktum, at vi er lidt højere om morgenen end da vi gik i seng om aftenen (tyngdestresset gennem en hel dag for os til at synke lidt sammen). Hormoner fungerer som signalmolekyler for tusindvis af funktioner i vores krop, og frigivelsen af disse er bestemt hverken tilfældig eller upåvirkelig. F.eks. frigives væksthormoner helt overvejende i de sene nattetimer mens man sover trygt.

På samme måde er mange andre systemer i vores krop styret af dag/nat perioder, årstider, stress niveau osv., osv. Studier af folk, der arbejder om natten eller er på skiftehold, har vist at nogle mennesker adaptere til natarbejde med ændret hormon frigivelsesmønster, mens andre bibeholder et uændret mønster på trods af ændret vågen/søvn perioder. Betydningen af disse forskelle er endnu ikke klarlagte, men er vigtige at have med i overvejelserne, når man planlægger fremtidens rumrejser.

Psykiske faktorer

At se Jorden blive mindre og mindre fra vinduet af et Mars fartøj, må utvivlsomt være en noget blandet fornøjelse. Afsavn af familie og venner tilbage på Jorden med begrænset mulighed for

kommunikation samt en træng plads, som skal deles med 3-5 andre personer lægger også et anseligt pres på besætningen. Psykisk velvære hænger sammen med det fysiske velvære, og er derfor en faktor man ikke kan se bort fra. Som udsigten til Jorden forsvinder bag astronauterne, dukker udsigten til Mars dog op på den anden side af fartøjet – en udsigt, som disse mennesker sandsynligvis har arbejdet det meste af deres liv for at få lov til at se. Endnu længere ude i horisonten er udsigten til en plads i historiebøgerne og en status som helt, ikke ulig Armstrong og de andre personligheder fra den æra. Motivation er åbenlys og så stor at den efter denne forfatters mening – kan bære Mars-missionen igennem.

¹Læs nærmere om parabolflyvninger i [Dansk Rumfart nr. 44](#).

© 2008 Dansk Selskab for Rumfartsforskning | webmaster@rumfart.dk