

Wywiad z Andrzejem Ziembą i Natalią Andrzejewską-Zalewską

Apetyt na Marsa



Natalia Andrzejewska-Zalewska

Trójkolorowy sztandar marsjański zaprojektowany przez członków The Mars Society powiewa nad pustynią Utah. Czy kiedyś dotrze na Czerwoną Planetę?

Academia: Marzenia autora pierwszej polskiej powieści science fiction Jerzego Żuławskiego spełniły się. Na Srebrnym Globie już byliśmy, teraz kusi nas Czerwona Planeta. Wyprawa na Marsa to jeszcze większe wyzwanie, także dla naszego organizmu.

Andrzej Ziemba: Zdobywanie przez człowieka nowych przestrzeni, wyprawy poza jego naturalne środowisko – np. eksploracja biegunów Ziemi – zawsze wiązały się z olbrzymim ryzykiem i problemami medycznymi. Jednak zdobywanie kosmosu postawiło medycynę i fizjologię przed nieznanymi dotąd wyzwaniami, choć konstrukcje współczesnych statków ko-

smicznych zapewniają członkom załogi warunki zbliżone do panujących na Ziemi. W przeszłości nie było wiadomo, jak organizm człowieka będzie reagował na takie zjawiska, jak przeciążenia związane z przyśpieszeniami, wibracją i hałasem. Okazało się, że takie niekorzystne warunki przy odpowiednich zabezpieczeniach technicznych można pokonać i po odpowiednim treningu są one dobrze tolerowane przez człowieka. Pojawił się jednak nieznanym dotąd problem – stan nieważkości. To sytuacja, z którą człowiek nigdy nie miał do czynienia. Siła ciężkości jest nierozdzielnie związana z naszym istnieniem i fizjologią człowieka. Pierwszym lotem, w których człowiek

doświadczył stanu nieważkości, towarzyszyło uczucie euforii.

Nic dziwnego. Któż z nas nie marzył o lataniu...?

A.Z.: Trzeba zaznaczyć, że organizm człowieka stosunkowo łatwo adaptuje się do stanu nieważkości. Okazało się, że najpoważniejszym problemem może być nie sama podróż, a powrót do stanu normalnego przyciągania ziemskiego. Dopiero wtedy znaczna część opisywanych zmian manifestuje się z całą ostrością. Szybko zorientowano się, że latanie, choć przyjemne, rodzi negatywne skutki fizjologiczne. Pierwsi astronauta po powro-

cie na Ziemi mieli trudności z utrzymaniem postawy ciała i poruszaniem się. Obserwaliśmy w telewizji, jak kosmonautów radzieckich wręcz wynoszono z kapsuł, którymi podróżowali. Jak się wydaje na podstawie dotychczasowych doświadczeń opisane zmiany postępują stopniowo i są tym głębsze, im dłużej trwa stan nieważkości.

Które układy ludzkiego organizmu ulegają negatywnym zmianom?

A.Z.: Niemal wszystkie. Problemy wiążą się z dwoma czynnikami: hipograwią (brakiem siły przyciągania ziemskiego) i hipokinezą (ograniczeniem aktywności fizycznej). Po powrocie do warunków przyciągania prowadzą one do nietolerancji ortostatycznej, której miarą są zmiany częstości skurczów serca i ciśnienia tętniczego krwi podczas zmiany pozycji ciała na stojącą. Drugim istotnym czynnikiem jest odwapnienie kości długich i zmniejszenie tempa ich przebudowy. Zmiana ta dotyczy zwłaszcza kości kończyn dolnych, najbardziej odpowiedzialnych za utrzymanie wyprostnej pozycji ciała w warunkach przyciągania ziemskiego. Długotrwałe przebywanie w stanie nieważkości skutkuje też atrofią (zanikiem) mięśni i struktur stawowych, a także kości (co prowadzi do osteoporozy), zmianami w układzie krążenia (m.in. zmniejszenie objętości krwi, zwiększenie jej lepkości, obniżenie ciśnienia przy zmianie pozycji ciała na stojącą, obniżenie przepływu krwi w kończynach dolnych). Zmniejsza się nie tylko siła i moc mięśni, ale i ogólna wydolność fizyczna. Pojawia się poważne zaburzenie przemian metabolicznych, jakim jest obniżenie tolerancji węglowodanów i wrażliwości tkanek, zwłaszcza mięśni na insulinę (stan związany z ograniczeniem aktywności fizycznej), niekorzystne zmiany w funkcji układu immunologicznego i w końcu zmiany psychofizjologiczne.

A Pani już była na Marsie...?

Natalia Andrzejewska-Zalewska: Byłam „geologiem pokładowym” 33. za-



Natalia Andrzejewska-Zalewska

Budynek stacji doświadczalnej to cylinder o wysokości 8,4 i średnicy 8,6 m. Obok niego znajduje się eksperymentalna szklarnia

łogi symulowanej wyprawy marsjańskiej w bazie Planetary Society na pustyni Utah. Misje marsjańskie prowadzi Mars Society – stowarzyszenie, którego statutowym celem jest propagowanie idei eksploracji Czerwonej Planety, a w szczególności dążenie do możliwie szybkiego wystąpienia na Marsa misji załogowej. W zarządzanych przez nie stacjach zmieniające się co dwa tygodnie kilkusobowe załogi prowadzą takie życie, jak przyszli badacze Czerwonej Planety. W skład każdej z nich wchodzi zwykle co najmniej jeden geolog,

biolog, inżynier, psycholog i osoba po przeszkoleniu medycznym. Mars Society to organizacja pozarządowa, która nie jest w żaden oficjalny sposób – również finansowo – powiązana z agencjami rządowymi. Stacje udaje się finansować dzięki wsparciu sponsorów. Współpraca z NASA nie jest więc rutynowa, ale dosyć często zdarza się, że jej pracownicy korzystają z doświadczeń misji marsjańskich. W trakcie mojego pobytu w bazie przyjechało dwóch inżynierów z NASA. Testowali u nas system monitoringu astronautów.

Człowiek na Marsie

Warunki panujące na Marsie, choć bardzo surowe, nie uniemożliwiają lądowania misji załogowej. Średnia temperatura na powierzchni planety wynosi -60°C , są jednak miejsca, w których podczas letniego południa dochodzi do 20°C . Rzadka marsjańska atmosfera składa się niemal wyłącznie z dwutlenku węgla. Główne zagrożenia, jakim będą musiały sprostać marsjańskie załogi, wiążą się z obecnością unoszącego się w atmosferze drobnego pyłu, który nawet przy dobrej pogodzie osadza się na panelach baterii słonecznych, zmniejszając ilość generowanej przez nie energii i wciska się w każdy niechroniony przed nim zakamarek. Częste burze pyłowe, podczas których wiatr osiąga prędkość kilkuset kilometrów na godzinę, niemal całkowicie ograniczają widoczność. Cząsteczki pyłu mogą rysować wizjery hełmów, zatykać silniki i rozszczelniać skafandry. Zawarte w pyłe substancje powodujące koro-

zję mogą niszczyć wystawiony na ich działanie sprzęt, w tym również chroniące go uszczelki. Jeżeli nie uda się wyeliminować pyłu z wnętrza stacji, członkowie załóg marsjańskich będą poważnie narażeni na chorobę płuc, pylicę. Kolejnym problemem jest brak ochrony atmosferycznej przed szkodliwym promieniowaniem słonecznym. Natężenie promieniowania ultrafioletowego na Marsie przekracza osiemsetkrotnie wartości typowe dla umiarkowanych szerokości geograficznych na Ziemi. Cienka atmosfera, której ciśnienie wynosi niecały procent ciśnienia ziemskiego i odpowiada ciśnieniu, jakie panuje na wysokości 35 km nad powierzchnią Ziemi, utrudnia też łączność radiową, gdyż nie odbija fal radiowych podobnie jak czyni to jonosfera – górna warstwa atmosfery Ziemi. Porozumiewanie się na odległościach przekraczających zasięg marsjańskiego widnokregu – około 7 km, wymagać więc będzie nieuchronnie transmisji satelitarnej.



Natalia Andrzejewska-Zalewska

W trakcie badań członkowie kolejnych załóg prowadzą życie naśladujące życie przyszłych badaczy Czerwonej Planety. Rolą geologa pokładowego jest m.in. poszukiwanie tworów geologicznych podobnych do tych, które odnaleźliśmy na Marsie

Do czego potrzebny jest tego rodzaju monitoring?

A.Z.: Porównując bogate już dane uzyskane dzięki telemetrycznemu monitorowaniu wskaźników fizjologicznych astronautów podczas lotów kosmicznych z wynikami badań prowadzonych na Ziemi u unieruchomionych zdrowych ludzi, możemy z dużym przybliżeniem określić obraz zmian funkcji organizmu, jakie zachodzą w obu tych sytuacjach. We współpracy z NASA badania takie prowadzono również w Zakładzie Fizjologii Stosowanej, Instytutu Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej PAN w Warszawie. Znaczenie tego typu doświadczeń wykracza zresztą poza ramy stosowania ich w kosmosie. Mają one również znaczenie kliniczne. Mogą się przyczyniać do szybszego uruchamiania pacjentów zmuszonych do leżenia z powodów medycznych.

Wracając do stacji. Co należało do zadań geologa?

N.A.Z.: Porównanie warunków geologicznych okolic stacji z warunkami marsjańskimi. Byłam więc wyjątkowo ruchliwym członkiem załogi: niemal codziennie wyprawiałam się na długie wyprawy badawcze, robiłam zdjęcia, zbierałam próbki... Wszystkie te zadania były trudniejsze niż planowałam, musiałam je przecież wykonywać jak prawdziwy marsonauta – w wyposażeniu ważącym ponad 15 kilogramów: kombinezonie, grubych i niezbyt poręcznych rękawicach i ograniczającym widoczność hełmie. Skomplikowana była nawet procedura wychodzenia ze stacji: po wejściu do śluzy należało się upewnić, że baterie wentylatora tłoczącego powietrze do hełmu są naładowane. Poza stacją porozumiewaliśmy się ze sobą przez radio.

Na co dzień zajmuje się Pani opracowywaniem danych z obserwujących Marsa zdalnych sond.

N.A.Z.: Minerale marsjańskie są takie same, jak ziemskie, co potwierdzają również badania łazików marsjańskich. Powierzchnia Marsa zbudowana jest przede wszystkim z bazaltu, tylko w niektórych miejscach bazalt tworzy formy zwietrzałe, czyli zawiera minerały ilaste. Oprócz tego na powierzchni Czerwonej Planety znajduje się różne rodzaje siarczanów oraz węglanów, choć występowanie tych dróg nie jest jeszcze całkowicie pewne. Innym spotykanym minerałem jest hematyt, czyli tlenek żelaza.

W trakcie badań opracowuję skład mineralogiczny Marsa, a w szczególności krateru Hellas. Jest to bardzo trudny do badań teren, gdyż wysokie zapylenie atmosfery w tym obszarze

sprawia, że powierzchnia jest przysłonięta pyłem. Skład mineralogiczny opracowuję na podstawie widm w podczerwieni – krótkofalowych ze spektrometru OMEGA i długofalowych ze spektrometru PFS (Planetary Fourier Spectrometer). Oba spektrometry są zainstalowane na pokładzie sondy Mars Express.

Czy jest jakiś rodzaj badań, których sonda czy automatyczne lądowniki nie są w stanie wykonać? Innymi słowy: czy na Marsie potrzebujemy człowieka – badacza?

N.A.Z.: Robot nie robi tego, co człowiek. Człowiek umie weryfikować i wybierać miejsca i okazy, które wydają mu się interesujące, a robot bada automatycznie i po kolei wszystko. Zdalne sterowanie i programowanie robotów daje jakieś efekty, ale dotychczas wybranie miejsca na odległość było czymś w rodzaju spekulacji. Poza tym pozostaje problem wybrania i przywiezienia najbardziej interesujących próbek na Ziemię. Oczywiście w miejsca wyjątkowo niebezpieczne zawsze wysyłałoby się roboty. Człowiekowi na pewno łatwiej byłoby się przemieszczać na większe odległości niż łazikom, które w ciągu kilku lat przebyły zaledwie kilkanaście kilometrów.

Co Pani uzmysłowił pobyt na stacji w Utah? Czy musiała Pani zweryfikować jakieś swoje opinie?

N.A.Z.: W trakcie pobytu w Utah zorientowałam się, jakie utrudnienia niesie za sobą praca w skafandrze kosmicznym, jakie są w nim ograniczenia wizualne, ruchowe i fizjologiczne. Na pewno skafandry kosmonautów są o niebo lepiej dopasowane do potrzeb ludzkich niż te w Utah, ale sama praca w rękawicach przysparza niemało kłopotów, choćby obsługa sprzętu lub zwykłe robienie notatek. Noszenie hełmu ogranicza widoczność, szczególnie kiedy trzeba się poruszać pojazdami. Oczywiście astronautom te ograniczenia są dobrze znane i opracowu-

je się coraz lepsze skafandry i aparaturę mającą służyć człowiekowi w kosmosie. Inżynierowie powinni zrobić wszystko, co w ich mocy, żeby wyprawa na Marsa była maksymalnie bezpieczna. Słyszysz się o niedociągnięciach sprzętu wynikających w dużej mierze z zaniedbań. Jestem jednak wielką zwolenniczką załogowych wypraw na Marsa, a z czasem i na inne planety – podjęcie tego wyzwania jest nieuchronne.

Żeby dotrzeć na Marsa, trzeba by bardzo długo, co najmniej kilka miesięcy, przebywać w przestrzeni kosmicznej. Co to oznacza dla ludzkiego organizmu?

A.Z.: Na podstawie dotychczasowej wiedzy nie możemy określić z całą pewnością, jak wpłynie na organizm człowieka lot na Marsa. Jego czas przekracza wszystkie nasze dotychczasowe doświadczenia i możliwości przewidywania negatywnych skutków. Potrafimy przewidzieć zdrowotne skutki lotów, jednak nie aż tak długich, jak planowana podróż na Marsa. Warto też wspomnieć o tym, że w trakcie podróży astronauty będą narażeni na wpływ szkodliwego promieniowania kosmicznego, przed którym tylko częściowo uchroni ich konstrukcja statku. Nie oznacza to jednak, że człowiek jest całkowicie bezbronny wobec negatywnych skutków wynikających z przebywania w przestrzeni kosmicznej. Stosowane są specjalne zestawy ćwiczeń mięśniowych, a nawet montuje się na pokładach statków kosmicznych stacjonarne bieżnie, dzięki którym astronauty mogą zapobiegać utracie swoich możliwości wysiłkowych lub ją zmniejszać. Należy mieć nadzieję, że mierząc się z kolejnym wyzwaniem związanym z eksploracją kosmosu, organizm człowieka ujawni swe nowe niezwykle zdolności adaptacyjne.

Dziękuję za rozmowę.

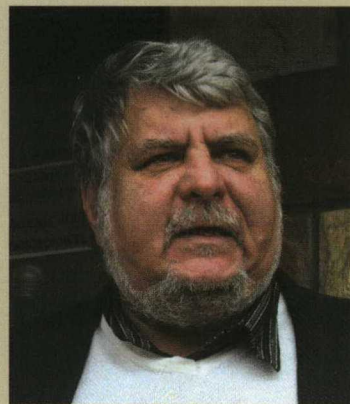
Rozmawiała

Weronika Śliwa

Warszawa, 8 listopada 2007 roku



Natalia Andrzejewska-Zalewska jest geologiem. Kończyła doktorat w Centrum Badań Kosmicznych PAN. Na przełomie stycznia i lutego 2005 roku brała udział w symulowanej wyprawie marsjańskiej w bazie Planetary Society na pustyni Utah. Prócz pracy zawodowej gra na skrzypcach, pasjonuje się teatrem – jest współtwórczynią teatru „Divadlo”. W trakcie Festiwalu Nauki 2006 wystąpiła w roli żony Nielsa Bohra w sztuce „Kopenhaga”.



Doc. dr hab. n. med. Andrzej Ziemia jest kierownikiem Zakładu Fizjologii Stosowanej w Instytucie Medycyny Doświadczalnej i Klinicznej, im. M. Mossakowskiego, PAN. W latach 1982–1984 pracował w Gerontology Research Centre, NIH w USA. Obecnie zajmuje się głównie zagadnieniami związanymi z przemianą materii i wysiłkiem fizycznym.