

## ***Żywienie i suplementacja astronautów***



Ze względu na szczególne warunki, które panują podczas misji kosmicznych, astronauta musi być wyposażony w odpowiednie pożywienie, które nie tylko musi pokrywać ich codzienne zapotrzebowanie na składniki odżywcze, ale również będzie funkcjonalne i wygodne w użyciu w tych specyficznych warunkach.

## **Zapotrzebowanie**

Pożywienie, w które wyposażona jest załoga statku kosmicznego, jest odpowiednio dobrane w zależności od indywidualnych potrzeb każdego z astronautów. Bierze się również pod uwagę specyficzne warunki panujące na statku kosmicznym.

Zapotrzebowanie kaloryczne wylicza się na podstawie wzoru Basal Energy Expenditure:

$$\text{Dla kobiet: } BEE = 655 + (9.6 \times W) + (1.7 \times H) - (4.7 \times A)$$

$$\text{Dla mężczyzn: } BEE = 66 + (13.7 \times W) + (5 \times H) - (6.8 \times A)$$

W- Waga [kg], H- wzrost [cm], A- wiek [lata]

Ilość składników odżywczych potrzebnych do zaspokojenia podstawowych potrzeb podczas podróży kosmicznych zwykle nie różni się od tej, która jest rekomendowana na Ziemi. Posiłki astronautów zapewniają im dawki odpowiadające RDA (zalecanemu dziennemu spożyciu).

Jednym z wyjątków jest tutaj żelazo, którego dawka podczas misji pozaplanetarnych nie powinna przekraczać 10 mg na dobę, zarówno w przypadku kobiet, jak i mężczyzn. Dzieje się tak, ponieważ podczas przebywania poza Ziemią zmniejsza się ilość czerwonych krwinek, a większe dawki żelaza spowodowałyby odkładanie się tego pierwiastka w organizmie, co mogłoby przyczynić się do wystąpienia problemów zdrowotnych.

Ogranicza się również podaż sodu, gdyż jego nadmierne spożycie prowadzić może do zmniejszenia gęstości mineralnej kości oraz innych problemów zdrowotnych. Podczas podróży kosmicznych astronautom zaleca się suplementację witaminy D, gdyż posiłki przeznaczone do spożycia podczas misji nie pokrywają wystarczająco zapotrzebowania na tę witaminę. Ponadto astronauta nie mają dostępu do światła słonecznego (promy kosmiczne są chronione przed działaniem szkodliwego promieniowania, w tym UV), co uniemożliwia wytwarzanie tej witaminy w ich organizmach.

## **Przygotowanie posiłków**

Astronauta mają do wyboru szeroką gamę środków spożywczych- może to być standardowa, gotowa dieta przeznaczona do podróży kosmicznych lub dopasowana do indywidualnych upodobań astronauty. Załoganci promów kosmicznych mogą również ułożyć własne menu, jednak musi ono być poddane weryfikacji dietetyka aby upewnić się, iż zapewniona zostanie podaż wszystkich niezbędnych substancji odżywczych. Standardowa "kosmiczna" dieta składa się z trzech posiłków głównych oraz przekąsek. Menu powtarza się po kolejnych siedmiu dniach. Żywnienie jest planowane 8-9 miesięcy przed lotem. W tym czasie astronauta otrzymują pakiety informacyjne, zawierające ich indywidualne menu. Pakiety te zawierają informacje nt. jadłospisu standardowego, treningowego, napojów. Wówczas astronauta mogą również wypróbować zaproponowane przez specjalistów menu, zmodyfikować posiłki, wybrać napoje. Są również instruowani co do sposobu ich przygotowania. Ostateczna wersja menu powstaje ok. 3 miesiące przed zaplanowanym lotem, po poddaniu go badaniom dotyczącym m.in. zawartości składników odżywczych.

Podczas misji, astronauta przygotowują swoje posiłki w kambuzie- specjalnie do tego celu przeznaczonym pomieszczeniu usytuowanym na środkowym pokładzie orbitera. W kuchni znajduje się dyspenser wody oraz piekarnik. Dyspenser służy do nawadniania odwodnionych produktów, a piekarnik do podgrzewania żywności do odpowiedniej temperatury. Przygotowanie pełnego posiłku dla czteroosobowej załogi trwa najwyżej 5 minut, natomiast odtworzenie posiłku (poprzez dodanie odciągniętej wody) trwa ok.20-30 minut. Podczas posiłku żywność jest utrzymywana na specjalnych tacach, które zabezpieczają posiłek przed „podróżowaniem” po statku w warunkach kosmicznej mikrogravitacji. Tace te mogą być przymocowane do ściany lub przywiązane do kolan astronautów podczas siedzenia. Pełnią one funkcję talerzy, serwując jednocześnie kilka elementów składniowych dania tak, jak zwykle ma to miejsce podczas tradycyjnego, domowego posiłku. Jeśli załogant nie korzysta z tacy, powinien on w pełni skonsumować wybraną przekąskę zanim otworzy on kolejną paczkę z pożywieniem. Podczas lotu używane są sztucze- noże, łyżki, widelce oraz specjalne nożyczki do otwierania opakowań z żywnością.



## Rodzaje pożywienia

Żywność na czas misji zostaje wybrana tak, aby jak najbardziej przypominała codzienne, domowe posiłki. Zazwyczaj są one w formie schłodzonej (warzywa, owoce, nabiał), mrożonej (większość przystawek, warzywa, desery) lub o temperaturze otoczenia, panującej w promie kosmicznym (żywność i napoje termostabilizowane, w opakowaniach aseptycznych, pozbawione wody- do ponownego nawodnienia). System opakowań jest łatwy w użyciu, oparty na prostocie i opakowaniach jednorazowych. Każda porcja żywności jest pakowana osobno w celu ułatwienia zmian w menu oraz dostosowania go do przebiegu misji. Dzięki jednorazowości opakowań, nie ma potrzeby mycia naczyń. Opakowania są dostępne w pięciu wymiarach, dobrane do danej żywności tak, aby jak najbardziej odpowiadały ich ilości w danej porcji; są opakowania przeznaczone do zup, sałatek, deserów, przystawek. Niektóre z elementów żywnościowych są pakowane w opakowania mogące pomieścić większą ich ilość, np. jabłka, chleb, przyprawy. Napoje są dostępne jedynie w formie sproszkowanej, należy je odtworzyć poprzez dodanie wody. Poza standardową, pokładową dietą, astronauta mają do swojej dyspozycji również systemy żywnościowe, takie jak Safe Haven i EVA.

System żywnościowy Safe Haven pozwala na utrzymanie załogi statku przez 22 dni w warunkach nadzwyczajnych spowodowanych awarią na pokładzie. Cechą tego systemu jest to, iż jego żywność

powinna zajmować jak najmniej miejsca i jak najmniej ważyć. System ten zapewnia podaż co najmniej 2000 kcal każdej osobie z załogi. Żywność ta może być przechowywana w temperaturze ok. 15-29 stopni C, a okres jej trwałości wynosi co najmniej 2 lata. W skład systemu wchodzi: termostabilizowane przystawki, owoce, produkty o średniej wilgotności oraz takie, które są całkowicie pozbawione wody (w tym napoje).

Podczas misji poza pojazdem kosmicznym astronauta mają do swojej dyspozycji tzw. żywność EVA. Żywność ta składa się z jedzenia o wartości 500 kcal oraz wody o objętości ok. 1,1 litra. Powinno to zapewnić odpowiednie odżywienie na czas 8 godzin.

W celu monitorowania stanu odżywienia załogantów, wypełniają oni skomputeryzowany Food Frequency Questionnaire, w którym dostarczają informacji na temat żywności spożytej w okresie miniętego tygodnia. Wyniki zostają przesłane do bazy na Ziemi, gdzie są poddawane analizie przez specjalistów żywieniowych, co pozwala na udzielenie astronautom rad, które umożliwią poprawę spożycia przez nich składników odżywczych. W czasie podróży kosmicznych organizm adaptuje się do wielu zmian, np. stanu nieważkości, co prowadzi do wielu zmian fizjologicznych. Może nastąpić m.in. zmniejszenie gęstości mineralnej kości oraz ubytek tkanki mięśniowej, zmiana pracy serca oraz naczyń krwionośnych, składu krwi oraz ilości wody w różnych partiach ciała. Zazwyczaj podczas lotów kosmicznych astronauta tracą na wadze. Z tych też względów odpowiednie żywienie jest szczególnie ważne, ponieważ nieodpowiednia podaż składników odżywczych może pogłębić negatywne skutki związane z przebywaniem w warunkach podczas misji kosmicznych.

Źródło- strona NASA:

1. [http://www.nasa.gov/pdf/71426main\\_FS-2002-10-079-JSC.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/71426main_FS-2002-10-079-JSC.pdf)
2. [http://www.nasa.gov/audience/forstudents/postsecondary/features/F\\_Food\\_for\\_Space\\_Flight.html](http://www.nasa.gov/audience/forstudents/postsecondary/features/F_Food_for_Space_Flight.html)