مقاله
آموزش مداوم

مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران
سال دهم ● شماره ۳ ● صفحات ۲۵۱ تا ۲۵۶ ● پاییز ۱۳۹۱

آشنایی سریع با تغذیه و متابولیسم انرژی در سفرهای فضایی

حمزه شاه علی[۱]، *عاتکه موسوی[۲]

تاریخ اعلام وصول: ۱۳۹۰/۱۲/۹ تاریخ اعلام قبولی مقاله: ۱۳۹۱/۴/۱۱

چکیده

سابقه و هدف: حداکثر کارایی در اکتشافات فضایی به تغذیه مناسب وابسته است. تغذیه مناسب پایه حفظ کلیه فعالیت‌های فیزیولوژیک بدن است. بی‌وزنی موجب تغییرات فیزیولوژیک در بدن فضانورد می‌شود به علاوه باید دانست شرایط محیطی موجود در فضا از قبیل تشعشعات، مخاطراتی را برای بدن فضانورد به‌وجود می‌آورد. در صورتی که فضانوردان در شرایط سلامت کامل نباشند موفقیت سفر به مخاطره می‌افتد و توانایی برای تحمل فضای خارج از جو کاهش می‌یابد.

مواد و روش‌ها: مطالعه حاضر مشتمل بر اطلاعات جمع‌آوری شده از مجموعه کتب و مقالات معتبر موجود در زمینه تغذیه هوایی است.

یافته‌ها: فراهم آوردن درشت مغذی‌ها و ریز مغذی‌های مورد نیاز فضانوردان در مواد غذایی مصرفی آنها نکته مهمی است و اگر غذای تهیه شده برای فضانورد به‌دلیل بی‌اشتهایی و آنورکسیا مصرف نشود عواقب نامطلوبی به‌دنبال دارد که توجه کافی برای رفع آن ضروری است. عوامل متعددی زمینه ساز وضعیت بی‌اشتهایی در فضا است. تحقیقات روشن ساخته است، کاهش دریافت در اکتشافات فضایی به‌دلیل عدم تخلیه سریع مواد دفعی حاصل شده از فعالیت فیزیکی از بدن افراد است. از این رو تنظیم دقیق دریافت و مصرف انرژی فضانوردان بسیار اهمیت دارد.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج بررسی‌های صورت گرفته در زمینه مقایسه انرژی مصرفی در زمین و فضا و تعیین انرژی مورد نیاز فضانوردان نشان داد که میزان انرژی مصرفی کل پیش از سفر و در طول سفر تفاوت چندانی ندارد ولی نسبت مواد اولیه تولید کننده انرژی در بدن و انرژی صرف شده در فعالیت‌های فیزیکی با شرایط زمین متفاوت است و نیازمند محاسبه دقیق است. این مقاله در سمینار تغذیه در هوا و فضا به عنوان سخنرانی ارائه گردیده است.

کلمات کلیدی: تغذیه، متابولیسم انرژی، سفر فضایی، فضانوردان

مقدمه

بهره‌مندی از حداکثر کارایی در اکتشافات فضایی به تغذیه مناسب وابسته است زیرا تغذیه مناسب پایه حفظ کلیه فعالیت‌های فیزیولوژیک بدن مانند ظرفیت قلب و عروق، محتوای استخوانی، بازدهی عضلات اسکلتی و پاسخ‌های ایمنی است. بی‌وزنی موجب تغییرات فیزیولوژیک در بدن فضانورد می‌شود به علاوه شرایط محیطی موجود در فضا از قبیل تشعشعات، مخاطراتی را برای بدن فضانورد بوجود می‌آورد که موجب تغییر نیازهای تغذیه‌ای او می‌شود. در صورتی که فضانوردان در شرایط سلامت کامل نباشند موفقیت سفر به مخاطره می‌افتد و توانایی برای تحمل فضای خارج از جو کاهش می‌یابد (۱).

در ابتدا دانشمندان تصور می‌کردند که رژیم غذایی در فضا باید رژیم

۱- پژوهشگر، ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی آجا، معاونت آموزش، دبیر مرکز آموزش مداوم
۲- پژوهشگر، ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی آجا، دانشکده پزشکی، گروه تغذیه (*نویسنده مسئول)
تلفن: ۸۸۰۲۸۹۳۱ - ۰۲۱ آدرس الکترونیک: ateke.mousavi@gmail.com

www.SID.ir

کم باقی مانده (Low Residue) باشد زیرا احتمال می‌دادند حرکت‌های دستگاه گوارش در فضا کمتر می‌شود. در سفرهای فضایی به‌خصوص در سفرهای طولانی‌تر دیده شد که حرکت دستگاه گوارش کاملا نرمال است. از این رو رژیم غذایی نرمال تهیه شد تا موجب عبور آسان مدفوع یک یا دوبار در روز شود.

در این زمینه یافته‌هایی حاصل شده است که نتیجه آزمایش‌های صورت گرفته در سطح زمین و تجربه‌های سفرهای فضایی است. فراهم آوردن درشت مغذی‌ها و ریز مغذی‌های مورد نیاز فضانوردان در مواد غذایی مصرفی آن‌ها نکته مهمی است و اگر غذای تهیه شده برای فضانورد به‌دلیل بی‌اشتهایی و آنورکسیا (Anorexia) مصرف نشود عواقب نامطلوبی به‌دنبال دارد که توجه کافی برای رفع آن ضروری است(۲).

عوامل متعددی زمینه ساز وضعیت بی‌اشتهایی در فضا است. تحقیقات روشن ساخته است، کاهش دریافت در اکتشافات فضایی به‌دلیل عدم تخلیه سریع مواد دفعی حاصل شده از فعالیت فیزیکی (حرارت و CO_2) از بدن افراد است از این رو تنظیم دقیق دریافت و مصرف انرژی فضانوردان بسیار اهمیت دارد.

سازمان فضانوردان آمریکا (NASA) هزاره سوم را با امید گسترش اکتشاف‌های فضایی انسان خارج از مدار زمین آغاز کرده است. این موضوع نیاز به افزایش مدت ماموریت‌های فضایی (۳ تا ۵ سال) و بررسی میزان تحمل بدن در شرایط بی‌وزنی دارد. در سفرهای کوتاه مدت تغییرات ایجاد شده در وضعیت تغذیه در اثر شرایط فیزیولوژیک حاصل شده قابل جبران است ولی افزایش مدت سفر نیازهای افراد را کاملا تغییر داده و تاثیر غذا بر فعالیت‌های روزانه را چندین برابر می‌سازد بدین ترتیب اهمیت تحقیقات تغذیه‌ای در موفقیت سفرهای فضایی مشخص می‌شود (۳).

متابولیسم انرژی دربدن

انرژی عبارتست از ظرفیت انجام کار بدن انسان از درشت مغذی‌ها؛ کربوهیدرات، چربی و پروتئین و از الکل موجود در رژیم غذایی انرژی تولید می‌کند. انرژی موجود در درشت مغذی‌ها در پیوندهای شیمیایی موجود در غذا ذخیره شده است که در فرایند متابولیسم آزاد شده و در فرآیندهای خاص دیگر مصرف می‌شود. سنتز و نگهداری بافت‌های بدن، انتقال الکتریکی، فعالیت عصبی، کار مکانیکی – ماهیچه‌ای و تولید گرما فعالیت‌های انرژی بر بدن هستند که برای حفظ حیات ضروری‌اند (۴).

بدن انسان انرژی را به سه شکل مصرف می‌کند؛ انرژی مصرفی پایه (RMR یا REE: Resting Metabolic Rate, Resting Energy Expenditure)، اثر گرمازایی غذا (TE: Thermic Effect of Food) و انرژی مصرف شده در فعالیت‌های فیزیکی (EEPA: Energy Expenditure in Physical Activity). این سه مورد اجزا اصلی کل انرژی مصرفی (TEE: Total Energy Expenditure) را تشکیل می‌دهند.

عواملی که بر RMR یا انرژی پایه مورد نیاز برای فعالیت‌های حیاتی بدن اثرگذار است شامل: ترکیب بدن، اندازه بدن، سن و وضعیت هورمونی است. افراد با اندازه بدنی بزرگ‌تر دارای میزان متابولیسم بالاتری در مقایسه با افراد با کوچک‌تر دارند. تحریک سیستم عصبی سمپاتیک در استرس و هیجان‌ها سبب ترشح اپی نفرین شده که مستقیما سبب افزایش تجزیه گلیکوژن و فعالیت سلولی می‌شود (۵). وجود استرس بالا در فضا مساله‌ای است که در محاسبه انرژی مورد نیاز فضانوردان بایستی لحاظ شود. RMR ۶۵ تا ۷۵٪، اثر گرمازایی غذا ۱۰٪ و فعالیت‌های فیزیکی حدود ۱۵ تا ۲۵٪ کل انرژی مصرفی را شامل می‌شود. اثر گرمازایی غذا انرژی است که صرف هضم و جذب مواد غذایی می‌شود و مقدار این انرژی به عوامل مختلفی نظیر کالری غذا، ترکیب غذا و سابقه رژیم غذایی فرد بستگی دارد. مقدار TEF پس از مصرف کربوهیدرات و پروتئین بیشتر از چربی است. غذاهای ادویه دار مثل فلفل و خردل موجب افزایش (۳۳٪) و طولانی شدن آن می‌شوند و کافئین نیز مقدار آن را می‌افزاید. انرژی مربوط به فعالیت فیزیکی بسیار متغییر است و می‌تواند بین ۱۰۰ Kcal در روز برای افراد عادی در حالت استراحت کامل تا ۳۰۰۰ Kcal برای ورزشکاران متغییر باشد. مقدار آن اغلب÷ در مردان بیشتر از زنان است (۶).

انرژی مورد نیاز در سفرهای فضایی

انرژی مصرفی فضانوردان با روش‌های غیر مستقیم متعددی مثل سابقه غذایی، مطالعات تعادل متابولیک، میزان غذای مصرف شده و گازهای تنفسی محاسبه شده است. در فضاپیمای اسکای لب (Sky lab)، به دو روش مستقیم (بمب کالریمتری) و غیر مستقیم (محاسبه میزان چربی، کربوهیدرات و پروتئین مصرف شده بر

Archive of SID
www.SID.ir

اساس گازهای تنفسی) میزان انرژی مصرفی افراد به روش کالری سنجی تعیین گردید. میزان انرژی جذب شده به بدن عبارت بود از انرژی موجود در غذا منهای انرژی موجود در ادرار و مدفوع، در داخل سفینه انرژی مصرفی افراد از مقدار کل CO_2 تولید شده محاسبه می‌شود. میزان افزایش وزن در هیدروکسیدلیتیوم (LiOH) که CO_2 موجود در هوای سفینه را تصفیه می‌کند حجم گاز کربونیک تولید شده را نشان می‌دهد (۵). اکسیژن مصرف شده از مخازن نیز ثبت می‌شود(۷).

به منظور تعیین سوبسترای اصلی تامین کننده انرژی، میزان نسبت تنفسی غیر پروتئینی (RQ: Respiratory Quotient) با اندازه گیری سطح VO_2 و VCO_2 ر وضعیت استراحت محاسبه می‌شود. بدین ترتیب انرژی مصرفی کل بدن (TEE) و انرژی مصرف شده در فعالیت‌های ورزشی استاندارد در طول سفرها مکررا مورد ارزیابی قرار گرفته است. در فضانوردان سفینه اسکای لب، تبادل گازها در زمان استراحت پیش از ورزش‌های مشخص اندازه گیری شد و انرژی پایه با استفاده از این اطلاعات و فرمول Weir (محاسبه انرژی مورد نیاز بدن برای محاسبه انرژی مصرفی به روش غیر مستقیم از فرمول Weir استفاده می‌شود.) محاسبه می‌گردد(۸).

مقدار انرژی پایه در اسکای لب، ۰/۵ KJ/min ± ۵/۵ بود که با مقدارهای محاسبه شده در سطح زمین (۰/۵ KJ/min ± ۵/۴) و با مقدار محاسبه شده دو روز پس از بازگشت به زمین (۰/۷ KJ/min ± ۵/۴) تفاوت معنی‌داری نداشت.

مطالعاتی که در جهت محاسبه سوبستراهای تولید انرژی بدن در شرایط بی‌وزنی (کربوهیدرات، چربی و پروتئین) انجام شد نشان داد در طول سفر ترکیب انرژی دریافتی تغییر می‌کند، بدین ترتیب که میزان کربوهیدرات دریافتی مشخصا بیشتر و چربی دریافتی کمتر از مقدارهای پیش از سفر می‌شود. این بررسی به دفعات و به مدت ۵ دقیقه در زمان استراحت افراد، پیش از سفر و در طول سفر انجام شد. نکته جالب اینجا بود که مقدار متوسط RQ تصحیح شده براساس نیتروژن ادراری (میانگین± انحراف معیار) پیش از سفر؛ ۰/۸۷۵±۰/۱۳۷، در طول سفر ۱/۰۳۰ ±۰/۱۱۱ و پس از سفر ۰/۹۰۱ ±۰/۱۴۶ بود که در طول سفر بیشتر از زمان پیش از سفر بود ($p<0/05$) و این افزایش به‌دلیل تغییر سوبسترای اولیه تولید انرژی از چربی به کربوهیدرات بود (۹).

در مطالعات صورت گرفته در شرایط مشابه سازی فضا به صورت استراحت مطلق در تخت‌های شیب دار (پایین‌تر بودن سر به میزان ۶ درجه) مشخص شد که پس از یک هفته تغییراتی در تعادل انسولین حاصل می‌شود. میزان انسولین و گلوکاگون افزایش یافته ولی غلظت گلوکز خون تغییری نمی‌کند. در این افراد تست تحمل گلوکوز نیز بالاتر بود که در اثر افزایش مصرف کربوهیدرات در دوران بی‌تحرکی بود و تایید کننده نتایج حاصل شده در سفرهای فضایی بود(۱۰).

در مطالعه دیگری میزان انسولین و اسیدهای چرب آزاد فضانوردان قبل، روز اول و هفتم بعد از سفر اندازه گیری شد. در روز اول پس از سفر میزان اسیدهای چرب خون کاهش و انسولین افزایش یافته بود و غلظت بالای انسولین تا روز هفتم پس از فرود ادامه داشت ولی مقدار قند خون، اسید لاکتیک و اسید پیرووبک با مقدار پیش از سفر تفاوتی نداشت. با این حال در بعضی از مطالعات روسی و آمریکایی افزایش خفیف قند خون در روزهای اول سفر دیده شد که سپس کاهش یافته بود. این یافته‌ها قطعی نیست ولی بیان گر این نکته است که سوبسترای اصلی تولید انرژی در سفرهای فضایی به سمت کربوهیدرات و پروتئین می‌رود. افزایش غلظت انسولین می‌تواند در اثر افزایش لیپوژنز و کاهش کارایی انرژی مصرف شده در بدن در محیط بی‌وزنی باشد. (۲)

میزان RQ> ۱/۰ بیانگر وجود لیپوژنز (تولید چربی) است. افزایش دریافت کربوهیدرات همراه با اتلاف بافت فاقد چربی در بدن فضانوردان، وجود هم زمان نسبت تنفسی بیشتر از یک و بالانس منفی انرژی نشان می‌دهد بخشی از بافت پروتئینی تحلیل رفته از بدن توسط چربی جایگزین می‌شود. همچنین در سفرهای کوتاه‌تر وزن از دست رفته افراد بیشتر از سفرهای طولانی بود که به نظر می‌رسد بدلیل محدودیت بیشتر انرژی در سفرهای کوتاه بوده است (۹).

انرژی صرف شده در فعالیت نیز در فضا مورد ارزیابی قرار گرفت. رکاب زدن با دوچرخه ثابت یکی از این تمرینات بود. میزان O_2 مصرف شده طی این تمرین‌های در پرواز (۰/۱۲ L/min ± ۱/۸۶) ۱۰ درصد کمتر از مقدار پیش از پرواز (۰/۱۲ L/min ± ۲/۰۵) بود ($p<0/05$). کاهش انرژی مصرفی فعالیت رکاب زدن در بی‌وزنی دور از انتظار بود زیرا دانشمندان تصور می‌کردند که دشواری نگه داشتن بدن برروی دوچرخه بدون وجود جاذبه انرژی بیشتری

Archive of SID
www.SID.ir

می‌طلبد. یک توضیح مناسب برای این مساله افزایش به مرور مهارت در این افراد و عدم صرف انرژی برای مقابله با جاذبه در حرکت بالابردن پا بود (۱۱).

انرژی مصرف شده در فعالیت‌های خارج سفینه‌ای (Extra vehicular activity) بر اساس میزان اکسیژن مصرف شده از مخزن هوای فضانورد محاسبه می‌شود. انرژی صرف شده در جابجایی با ماه پیما (Lunar rover)، ۴۰ درصد کمتر از همان فعالیت‌ها در سطح زمین بود (KJ/h ۵۱۰ در مقایسه با KJ/h ۸۵۰). خالص انرژی مصرفی فعالیت ۴۹ درصد کمتر از از مقدار صرف شده در سطح زمین (KJ/h ۹۵۰ در مقایسه با KJ/h ۱۸۶۰) و انرژی صرف شده در فعالیت‌های خارج سفینه‌ای، ۴۱ درصد کمتر از سطح زمین (KJ/h ۹۶۰ در مقایسه با KJ/h ۱۶۴۰) بود(۱۲).

راه اندازی ایستگاه فضایی بین المللی (International Space Station)، نیازمند ۵۰۰ ساعت فعالیت‌های خارج سفینه‌ای است. مخزن‌های جدید O_2 این قابلیت را دارند که هر ۲ دقیقه یک بار اطلاعات مربوط به میزان‌های مصرف شده را ثبت کنند. از این رو انرژی مصرفی در هر فعالیت به صورت تفکیکی قابل ارزیابی است، در صورتی که در مخازن قدیمی، درجه O_2 ابتدا و انتهای هر فعالیت خارج سفینه‌ای خوانده می‌شد.

بهتر شدن طراحی لباس‌ها و توانایی تحرک بیشتر نیز از خواص لباس‌های جدید است که موجب کاهش انرژی فعالیت شده است. همچنین در سفینه‌های جدید بدلیل افزایش فضا و توانایی حرکت بیشتر انرژی مصرفی ۱۰ تا ۳۰ درصد بیشتر شده است (۱۰).

محاسبه انرژی مورد نیاز فضانوردان

به منظور تامین انرژی مورد نیاز یک فضانورد فرمول هریس/بندیکت (BMR) میزان انرژی مصرفی در شرایط کاملا استاندارد و پس از ۱۲ ساعت ناشتا بودن است. برای محاسبه BMR از فورمول هریس بندیکت استفاده می‌شودکه در آن فاکتور وزن، قد، سن و جنس دخیل است.) برای محاسبه انرژی پایه مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر اساس میزان فعالیت یک فضانورد، انرژی محاسبه شده برای او بین ۲۳۰۰ و ۳۲۰۰ کیلوکالری در روز خواهد بود. در روزهایی که فعالیت‌های خارج سفینه‌ای انجام می‌شود، انرژی ۵۰۰ کیلو کالری اضافه‌تر مورد نیاز است که در رژیم فرد لحاظ می‌شود که البته نوع فعالیت اهمیت ویژه‌ای دارد. ترکیب رژیم غذایی (کربوهیدرات، چربی و پروتئین)، میزان و نوع فعالیت (پروتکل ورزشی) و نسبت انرژی پایه به انرژی کل در فضا و سطح زمین متفاوت است (۱۳). در فضا انرژی پایه بالاتر و انرژی صرف شده در فعالیت کمتر است (۶). در سفرهای طولانی به مدت ۳۰ روز تا یک سال، ترکیب رژیم غذایی باید به صورتی باشد که ۵۰ تا ۵۵ درصد از انرژی از منابع کربوهیدراتی، ۳۰ تا ۳۵ درصد از منابع چربی و ۱۲ تا ۱۵ درصد از پروتئین حاصل شود به علاوه فرد روزانه به ۱۰ تا ۲۵ گرم فیبر و ml/Kcal ۱/۵ آب (بیش از دو لیتر در روز) نیاز دارد (۱۴).

در فضاپیمای آپولو ترکیب غذایی؛ ۱۸ درصد پروتئین (۷۶ گرم)، ۱۷ درصد چربی (۶۱ گرم)، ۶۱ درصد کربوهیدرات (۲۹۶ گرم)، ۱ درصد فیبر (۵ گرم) و تقریبا ۳ درصد املاح بود و متوسط دریافت انرژی Kcal/d ۱۸۸۰ بود. دریافت انرژی افراد از Kcal/Kg/d ۳۷/۰ در سطح زمین به Kcal/Kg/d ۲۶/۵ کاهش یافت و که موجب از دست رفتن Kg ۳/۹ (تقریبا ۷٪) از وزن افراد شد(۱۰).

در فضاپیمای اسکای لب ترکیب رژیم غذایی تغییر چندانی نکرد (۵۸٪ CHO، ۱۵/۵٪ Pro، ۲۶/۵٪ Fat) ولی بدلیل وجود برنامه ورزشی منظم میزان کالری دریافتی به Kcal ۲۸۳۰ در روز افزایش یافت. توانایی انتخاب غذای مورد علاقه که اکنون در سفرهای اخیر فرآهم شده است تمایل افراد به صرف غذا را افزایش داده است (۸).

در روزهای اول سفر بروز علایم بیماری حرکت (Space Motion Sickness) در روزهای اول، کاهش زمان عبور غذا از دستگاه گوارش و تغییر فلور میکروبی روده (طبق گزارش فضانوردان روسیه) و تغیرات احتمالی دسترسی مواد مغذی همگی موجب کاهش اشتها و کاهش دریافت انرژی می‌شود. در این زمان توصیه می‌شود که فرد را مجبور به خوردن نکنیم و تنها با تامین مایعات مورد نیاز به رفع این حالت کمک کنیم زیرا اصرار به مصرف غذا در این زمان موجب ایجاد حس پایدار تنفر از غذا در محیط سفینه خواهد شد (۲).

بررسی وزن، میزان دریافت غذا و تغییرات آنزیم‌های کبدی موش‌های صحرایی ارسال شده به فضا و مقایسه آن با حیواناتی که با همان شرایط در سطح زمین نگهداری شده بودند نشان داد وزن موش‌های در فضا کاهش یافته بودکه دلیل آن عدم توانایی موش‌ها در جمع شدن و حفظ حرارت و افزایش اتلاف انرژی بود. فعالیت سه آنزیم میکروزومی کبد (Hepatic aniline hydroxylase , ethylmorphine n-demethylase

Archive of SID
www.SID.ir

(and P۴۵۰ cytochrome oxidase) آنها کاهش یافته بود. اگرچه این آنزیم‌ها به طورمستقیم با متابولیسم انرژی در ارتباط نیستند ولی این امکان را می‌رساند که در شرایط بی‌وزنی متابولیسم آنزیم‌ها هم تحت تاثیر قرار می‌گیرد. البته مدل‌های حیوانی به‌دلیل تفاوت‌های آنزیمی با انسان، برای تعیین انرژی مورد نیاز مناسب نیستند (۱).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج بررسی‌های صورت گرفته در زمینه مقایسه انرژی مصرفی در زمین و فضا و تعیین انرژی مورد نیاز فضانوردان نشان داد که میزان انرژی مصرفی کل پیش از سفر و در طول سفر تفاوت چندانی ندارد ولی نسبت مواد اولیه تولید کننده انرژی در بدن و انرژی صرف شده در فعالیت‌های فیزیکی با شرایط زمین متفاوت است و نیازمند تحقیق گسترده و محاسبه دقیق است. این مقاله در سمینار تغذیه در هوا و فضا به عنوان سخنرانی ارائه گردیده است.

References

1- Clement G. Fundamentals of space medicine. DordrechtB; london: Kluwer Academic; 2003.
2- Lane HW, Feeback DL. History of nutrition in space flight: overview. Nutrition 2002; 18(10): 797-804.
3- Smith SM, Uchakin PN, Tobin BW. Space flight nutrition research: platforms and analogs. Nutrition 2002; 18(10): 926-9.
4- Wade CE, Miller MM, Baer LA, Moran MM, Steele MK, Stein TP. Body mass, energy intake, and water consumption of rats and humans during space flight. Nutrition 2002; 18(10): 829-36.
5- Lane HW. Energy requirements for space flight. J Nutr 1992; 122(1): 13-8.
6- Lane HW, Feeback DL. Water and energy dietary requirements and endocrinology of human space flight. Nutrition 2002; 18(10): 820-8.
7- Lane HW, Smith SM, Rice BL, Bourland CT. Nutrition in space: lessons from the past applied to the future. Am J Clin Nutr 1994; 60(5): 801S-5S.
8- Convertino VA. Planning strategies for development of effective exercise and nutrition countermeasures for long-duration space flight. Nutrition 2002; 18(10): 880-8.
9- Lane HW, LeBlanc AD, Putcha L, Whitson PA. Nutrition and human physiological adaptations to space flight. Am J Clin Nutr 1993; 58(5): 583-8.
10- Smith SM, Zwart SR, Block G, Rice BL, Davis-Street JE. The nutritional status of astronauts is altered after long-term space flight aboard the International Space Station. J Nutr 2005; 135(3): 437-43.
11- Cena H, Sculati M, Roggi C. Nutritional concerns and possible countermeasures to nutritional issues related to space flight. Eur J Nutr 2003; 42(2): 99-110.
12- Ferrando AA, Paddon-Jones D, Wolfe RR. Alterations in protein metabolism during space flight and inactivity. Nutrition 2002; 18(10): 837-41.
13- Williams D, Kuipers A, Mukai C, Thirsk R. Acclimation during space flight: effects on human physiology. Canadian Medical Association Journal 2009; 180(13): 1317-23.
14- Perchonok M, Bourland C. NASA food systems: past, present, and future. Nutrition 2002; 18(10): 913-20.

Archive of SID

www.SID.ir

پرسش‌نامه

۱- موتیلیتی دستگاه گوارش در طی سفرهای فضایی و در شرایط "Zero G" نسبت به سطح زمین چگونه است؟

الف) کمتر ب) بیشتر

ج) مساوی د) در ابتدا کمتر و در ادامه بیشتر

۲- کدام یک از موارد زیر از اجزای موثر بر (انرژی پایه مورد نیاز برای فعالیت‌های حیاتی بدن) RMR نمی‌باشد؟

الف) وضعیت هورمونی ب) جنسیت

ج) چثه د) سن

۳- در ارتباط با سفرهای فضایی و سطح خونی انسولین، گلوکاگون و گلوکز کدام عبارت صحیح است؟

الف) انسولین کاهش و گلوکاگون افزایش یافته و غلظت گلوکز خون افزایش می‌یابد

ب) انسولین افزایش و گلوکاگون کاهش یافته و غلظت گلوکز خون کاهش می‌یابد

ج) انسولین و گلوکاگون کاهش یافته و غلظت گلوکز خون ثابت است

د) انسولین و گلوکاگون افزایش یافته و غلظت گلوکز خون ثابت است

۴- سوبسترای اصلی تولید انرژی در سفرهای فضایی... و... است.

الف) لیپید و کربوهیدرات ب) کربوهیدرات و پروتئین

ج) کربوهیدرات و اسید آمینه د) لیپید و اسید آمینه

۵- کدام یک از حالات ذیل در سفرهای فضایی محتمل است؟

الف) لیپوژنز ب) بالانس مثبت انرژی

ج) کسر تنفسی کمتر از یک د) هر سه مورد

۶- میزان انرژی مورد نیاز در داخل فضا پیما و خارج از آن نسبت به سطح زمین به ترتیب چگونه است؟

الف) بیشتر _ بیشتر ب) کمتر _ بیشتر

ج) بیشتر _ کمتر د) کمتر _ کمتر

۷- بر اساس میزان فعالیت یک فضانورد، انرژی محاسبه شده حدودا چه میزان در روز خواهد بود؟

الف) بیش از ۳۲۰۰ کیلوکالری ب) کمتر از ۲۳۰۰ کیلوکالری

ج) بین ۲۳۰۰ تا ۳۲۰۰ کیلوکالری د) بین ۳۲۰۰ تا ۳۵۰۰ کیلوکالری

۸- کدام یک از موارد نامبرده ذیل در سفرهای فضایی بیش از ۳۰ روز از اجزای رژیم غذایی استاندارد نمی‌باشد؟

الف) ۲۵ تا ۳۰ درصد انرژی از منابع چربی تامین گردد

ب) ۵۰ تا ۵۵ درصد از انرژی از منابع کربوهیدراتی تامین گردد

ج) ۱۲ تا ۱۵ درصد انرژی از منابع پروتئینی حاصل شود

د) مصرف ۱۰ تا ۲۵ گرم فیبر و ml/Kcal ۱/۵ آب (بیش از دو لیتر در روز)

۹- در روزهای اول سفر فضایی چه عللی موجب کاهش اشتها و دریافت انرژی می‌شود؟

الف) بروز علایم بیماری حرکت

ب) کاهش زمان عبور غذا از دستگاه گوارش

ج) تغییر فلور میکروبی روده د) همه موارد

۱۰- برای درمان کاهش اشتها و دریافت انرژی کدام مورد صحیح است؟

الف) اصرار بر مصرف هر چه سریع‌تر غذا

ب) تامین مایعات مورد نیاز

ج) محدود کردن حرکات فضا نورد و استراحت

د) محدود کردن مصرف آب و نمک

شماره سؤال	پاسخ‌نامه			
	الف	ب	ج	د
۱				
۲				
۳				
۴				
۵				
۶				
۷				
۸				
۹				
۱۰				

نام و نام خانوادگی پاسخ‌دهنده: .....

آدرس پستی و تلفن تماس پاسخ‌دهنده: .....

.....

.....

خواهشمند است جهت کسب امتیاز بازآموزی پاسخ‌های خود را به آدرس: تهران خیابان فاطمی غربی، خیابان شهید اعتمازاده، جنب بیمارستان امام رضا(ع)(۵۰۱)، ساختمان مرکزی دانشگاه علوم پزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران، طبقه سوم، دفتر مجله ارسال نمایید.

Archive of SID
www.SID.ir

J Army Univ Med Sci. 2012 October; 10 (3) : 251-256

Rapid Awareness of Nutrition & Energy Metabolism in Astronavigation

Hamzeh Shahali[1], *Atekeh Mosavi[2]

Received: 28 Feb 2012 Accepted: 1 Aug 2012

Abstract

Background: Optimal performance in spatial explorations depends on appropriate nutrition. Sufficient nutrition is the basis of human physiologic activities. Zero gravity leads to physiological changes in astronaut's body. If the astronaut has no healthy situation, spatial mission will defeat.

Material & Methods: The article is a collection of data & knowledge regarding to earth atmosphere from credible & scientific books & articles.

Results: Obtaining of macro & micro nutrition for astronauts is very important & if their foods (because of anorexia) were not consumed, it has the adverse consequences. Many of reasons detected in association with astronaut's anorexia. Various researches show that no rapid stool defecation duo to decrease of energy reception. Thus, accurate regulation of energy reception & consumption should be necessary.

Conclusion: Research results showed that total energy consumption in the earth & space are equal but ratio of materials that generate this energy are variable & need to be calculation. This article presented in aerospace nutrition conference.

Keywords: Nutrition, Energy Metabolism, Astronavigation, Astronauts

Archive of SID

1- Researcher, Department of Education,Managger of CME Center, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- (*Corresponding Author) Researcher, Nutrition Department, Faculty of Medicine, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran
Tel: +98 21 88028931 E-mail: ateke.mousavi@gmail.com

www.SID.ir