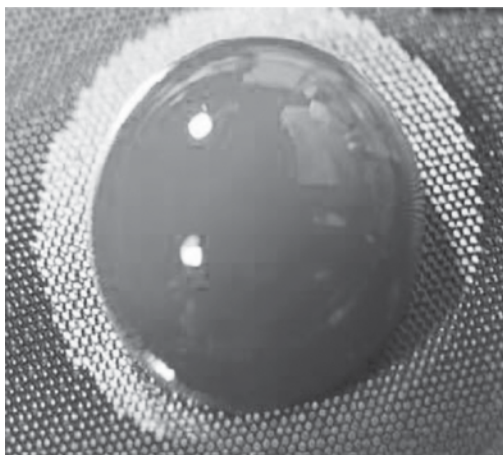
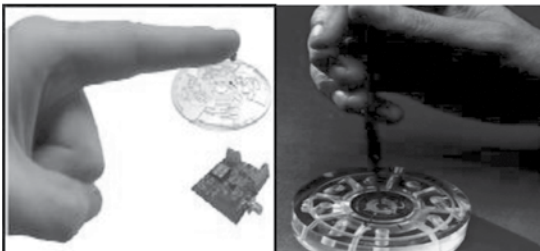


## آزمایشگاه در فضا - (قسمت دوم)

# دستگاه های مرتبط با خون در فضا



تصویر ۱- یک قطره خون که روی میکروکانال های متعدد قرار گرفته است.



تصویر ۲- سیستم تجزیه و تحلیل خون اسکای لب

### دستگاه تجزیه و تحلیل ایمنو بیوشیمیایی

به منظور نظارت بر سلامت فضانوردان و انجام آزمایش های فیزیولوژی انسانی در فضا، این وسیله برای جمع آوری و تجزیه و تحلیل نمونه های خون، ادرار و بزاق از خدمه لازم است. هنگام بازگشت به زمین، این نمونه ها تخریب می شود، ولی در هر صورت، برای نظارت بر سلامتی مفید است.

### سیستم تجزیه و تحلیل خون اسکای لب

انجام تحلیل های زیست شیمیایی یکی از مهم ترین اولویت های مجموعه آزمایش های فیزیولوژیک روی فضانوردان است. در سال ۱۹۷۰، سیستم مکانیکی تجزیه و تحلیل خون موجود بیش از حد برای استفاده از فضاپیما های بزرگ بود و نمی توانست به درستی در محیط میکروگرانشی عمل کند. محققان و دانشمندان به دنبال ابزاری بودند که با سرعت، علائمی چون عفونت و بیماری را از طریق خون نشان دهد. برای آزمایشگاه مداری اسکای لب، یک دستگاه سانتریفیوژ تجزیه و تحلیل خون با بودجه ناسا تهیه شد. محققان یک آزمایشگاه زیست پزشکی کامل را روی دیسک کوچکی از جنس پلاستیک و شیشه ساخته اند که شبکه ای از میکروکانال ها، حسگرها و مدارهای الکترونیکی روی آن تعبیه شده بود. این وسیله یک سیستم دوران ساز بود که می توانست ۸۰ تا ۱۰۰ آزمایش شیمیایی خون را با استفاده از یک قطره خون انجام دهد. با استفاده از این سیستم، طیف وسیعی از بیماری ها از سرطان گرفته تا ایدز، دیابت، بیماری های قلبی، کبدی، کلیوی و ... با دقت و سرعت بسیار زیاد قابل تشخیص است. کافی است فقط یک قطره خون فرد روی این سیستم قرار گیرد؛ سپس با استفاده از یک سانتریفیوژ کوچک نمونه ی خون در سطح دیسک پخش می شود. ظرف مدت چند دقیقه به صورت هم زمان آزمایش های متعددی روی نمونه صورت می گیرد. در صورت استفاده از این سیستم، فضانوردان در ایستگاه فضایی یا مأموریت های مداری می توانند با انجام آزمایشی کوتاه مدت و کم هزینه از وضعیت سلامت خود اطلاع یابند.

سیستم تنفسی را نمی‌توان در داخل ایستگاه فضایی انجام داد. دلیل آن این است که جهت نمونه برداری خون برای تست، نیاز به یک سوزن تزریق زیر پوستی است تا داخل شریان قرار داده شود. لازم به ذکر است که این روش دردناک، تهاجمی، آزاردهنده و به طور کلی در مقابل محیط استریل ایستگاه فضایی که یکی از کلیدهای مهم برای بقاست؛ غیر قابل دفاع است. (فضا محیطی است که قطره خون در آن شناور می‌شود) علاوه بر این برای اجرای روش استاندارد نیاز به تجویز یک پزشک متخصص است.



تصویر ۳- لاله گوش گردآورنده خون شریانی

یک راه ساده‌تر استفاده از یک روش جدید توسعه یافته به نام لاله گوش گردآورنده خون شریانی است که توسط پرفسور راسمونو استاد و مدرس کالج کینگ لندن ابداع شد. این فناوری با عملکردی مشابه به اندازه‌گیری میزان سطح اکسیژن و دی‌اکسیدکربن در خون به تعیین ظرفیت شش‌ها می‌پردازد. این روش مبتکرانه‌ای است که توسط آن، خون استخراج می‌شود و این فرآیند را در محیطی بسیار امن‌تر و راحت‌تر امکان‌پذیر می‌سازد. اول، حلقه‌ای از گوش را با کرم مخصوص طراحی شده به منظور نمونه‌برداری از خون شریانی در گوش ماساژ داده. هنگامی که این کار انجام شد جمع‌کننده خون، به طور خودکار بریدگی کوچکی ایجاد می‌کند و از خراش ایجاد شده خون را درون یک فیوز فشنگی کوچک می‌کشد. سپس بدون نیاز به کمک پزشک متخصص، فیوز فشنگی را به یک خواننده می‌دهد که خون را فوری تجزیه و تحلیل می‌کند.

اگر هیچ وسیله تجزیه و تحلیل خون در ایستگاه فضایی بین‌المللی نباشد، نمونه خون در شرایط کنترل شده در فریزر ذخیره می‌شود و برای تجزیه و تحلیل پس از اتمام مأموریت به آزمایشگاه زمین باز گردانده می‌شود.

نمایش نتیجه از نمونه‌های جمع‌آوری شده در مدت زمان طولانی (تا شش ماه)، می‌تواند موجب تخریب بیوشیمیایی نمونه‌های جمع‌آوری شده شود و این امر منجر به خطاهای اندازه‌گیری، در آزمایشات تجزیه و تحلیل نمونه پس از پرواز می‌شود.

در حال حاضر هدف از فعالیت‌های دستگاه تجزیه و تحلیل ایمونو بیوشیمیایی، بررسی مفاهیمی برای خودکار کردن، سیستم تجزیه و تحلیل شیمیایی زیستی و ایمنی، با استفاده از نمونه و معرف حجم بسیار کوچک، کم‌تر از یک میلی‌لیتر برای دوازده پارامتر، در ایستگاه فضایی است.

### لاله گوش گردآورنده خون شریانی

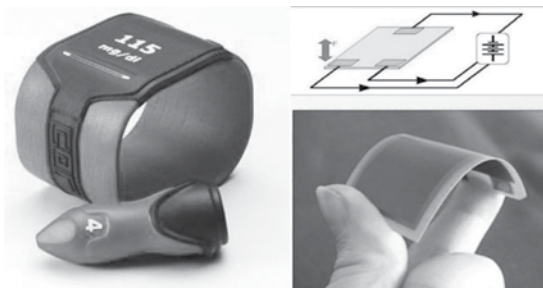
بررسی پتانسیل استفاده از دستاوردهای متغیرهای خون شریانی در فضا از طریق یک دستگاه جمع‌آوری خون و روش‌های مرتبط با آن، به تازگی توسعه یافته است. پتانسیل بالقوه‌ای را برای دسترسی سریع بر نظارت خون در ایستگاه فضایی ایجاد کرده است. این فناوری توسط مرکز گرانث ناچیز توسعه یافته است، می‌تواند به فضانوردان ایستگاه بین‌المللی اجازه دهد تا به اندازه‌گیری تغییرات ریه که به واسطه قرار گرفتن طولانی مدت در معرض میکروگرانشی ایجاد می‌شود نظارت داشته باشند.

تحقیقاتی مانند این سنگ، پایه‌ای حیاتی برای درک اقدامات ایمنی مورد نیاز برای زنده و سالم نگه داشتن فضانوردان در یک سفر طولانی فضایی، مانند مأموریت برنامه‌ریزی شده ناسا به مریخ است.

انسان در گرانث زمین تکامل یافته است، در نتیجه انتظار می‌رود که بدن انسان در یک محیط میکروگرانشی رنج ببرد. با این حال، به لطف علم مدرن، ما شروع به مبارزه با برخی از این سختی‌ها کرده‌ایم.

با این همه، برخی از عوارض که ممکن است از قرار گرفتن در معرض میکروگرانشی به وجود آید، نیاز به تجزیه و تحلیل مکرر و عمیق دارد، و انجام آن‌ها در یک محیط میکروگرانشی اغلب دشوار است و بدون کمک‌های پزشکی حرفه‌ای غیر ممکن است. در نتیجه آزمایشات لازم بر روی

در داخل باتری ساعت مچی برای استفاده ذخیره می‌شود و این امر تولید برق ثابتی را حتی در زمان خواب (که کم‌ترین انرژی مصرف می‌شود) تضمین می‌کند.



تصویر ۵- پمپ انسولین مچی و ساختار آن

### آموزش تصویری نحوه‌ی خون گرفتن در فضا



### تأثیر بی‌وزنی بر روی سیستم ایمنی و خون فضاوردان

یکی از تغییراتی که در سیستم ایمنی و خون انسان در جاذبه کم رخ می‌دهد، تغییر شکل گلبول‌های قرمز خون است. گلبول قرمز بخش مهمی از خون را تشکیل می‌دهد. ۹۱ درصد از این گلبول‌ها به صورت قرص دو طرف گردند که هیچ سوراخی در آن‌ها نیست. در حالت بی‌وزنی بیش‌تر این گلبول‌ها تغییر شکل می‌یابند و به صورت یک شاه‌توت و یا به عبارتی به شکل کروی در می‌آیند و در نتیجه در مدت زمانی معین به راحتی

نتیجه نهایی فشرده می‌شود، این وسیله قطعه‌ای کارآمد از دستگاه‌های پزشکی است که می‌تواند توسط فضاوردان در مدار بدون ایجاد آلودگی محیطی برای زندگی حساس خود استفاده شود. با این حال، استفاده از این دستگاه تنها به فضا محدود نشده است.

راحتی و سرعت عملی که این دستگاه در تجزیه و تحلیل خون بیمار فراهم می‌سازد، می‌تواند آن را به عنوان یک مزیت برای افراد مبتلا به آسم بر روی زمین مبدل سازد که به محض وقوع حمله اطلاعات را در همان زمان اطلاع‌رسانی کند.



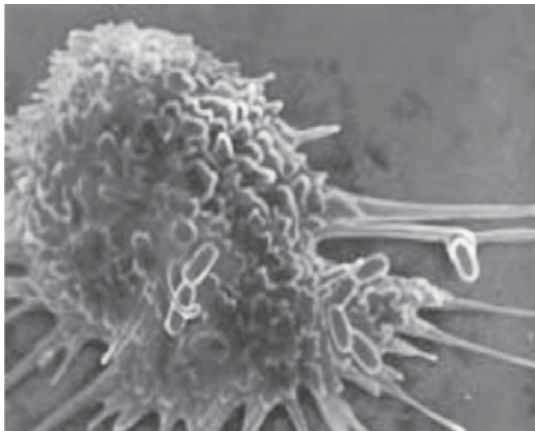
تصویر ۴- مدل کنونی از لاله گوش کردآورنده خون شریانی و نمونه گیری خون توسط دستگاه

### پمپ انسولین مچی

ساعت مچی مرسوم، که شامل یک پمپ انسولین فوق‌العاده سبک است. این نوآوری برای کمک به افراد مبتلا به دیابت نوع یک است. این ساعت برق خود را با استفاده از مبدل پیزوالکتریک تولید می‌کند و در اصل برای ماهواره‌های اروپا توسعه یافته است.

در سال ۲۰۰۷ نمونه اولیه ای از پمپ انسولین ساعت مچی به نام "سی‌اوار" یکی از سه طراحی و فناوری جوایز دانشجویی را در نمایشگاه ماتریلکا در مونیخ به دست آورد و در کنفرانس انتقال تکنولوژی فضایی اروپا ارائه شد و جزو یکی از برنامه‌های فناوری نوآورانه سازمان فضایی اروپا ایسا قرار گرفت. این طرح توسط نیکول اسمیدل ابداع شد.

در داخل "سی او آر" مبدل پیزوالکتریک وجود دارد که انرژی حاصل از کوچک‌ترین حرکت از کسی که آن را می‌بندد جذب می‌کند و آن را به برق برای پمپ انسولین تبدیل می‌کند. این پمپ از طریق یک لوله نازک به بیمار متصل شده و یک سوزن در زیر پوست اجازه می‌دهد تا انسولین به بدن به طور مداوم تزریق شود. این فناوری جایگزین مناسبی برای سرنگ تزریق معمولی است. برق

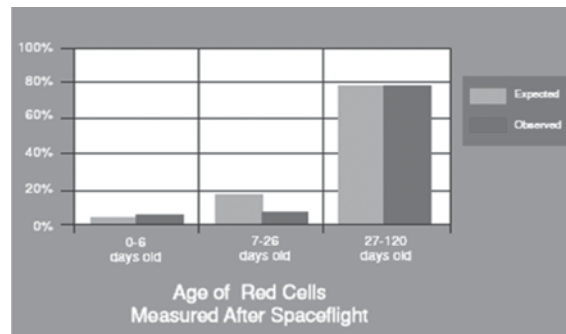


تصویر ۸- باکتری نامفید روی مری قرار گرفته است.

بدن انسان به طور دائم مورد حمله انواع باکتری‌ها و ویروس‌ها قرار می‌گیرد. محل حضور بسیاری از آن‌ها روده است و از طریق هوا و یا استفاده از مواد خوراکی منتشر می‌شود. باکتری و ویروس‌های مضر توسط سیستم دفاعی بدن مهار می‌شود و قبل از این که تعدادشان از کنترل خارج شود، به وسیله‌ی سیستم دفاعی بدن از بین می‌رود.

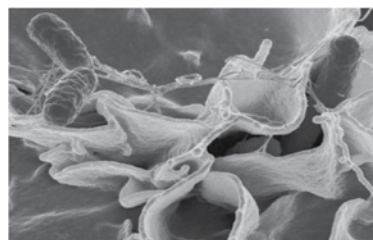
انواع مختلفی از این سلول‌های دفاعی وجود دارد. سیستم دفاعی بدن شامل سلول‌هایی است که پیوسته با بیماری و مرض مقابله کرده و در تمام بدن حرکت می‌نمایند. سیستم ایمنی نقش محافظت و مبارزه با سلول‌ها و میکروب‌های تخریب‌کننده را در بدن ایفا می‌کند. با این حال شرایط عملکردی این سیستم در فضا بسیار متفاوت است. در اواخر دهه ۶۰ و ۷۰ میلادی، محققان با بررسی خون فضانوردانی که حضور طولانی مدت و حتی کوتاه در فضا داشته و در مأموریت‌های آپولو، سایوز و اسکای‌لب فعالیت کرده بودند، متوجه افزایش تعداد نوعی از سلول‌های سفید و کاهش تعداد سلول‌های لنفوای خون شدند. سلول‌های لنفوای نوعی سلول سفید است که در گره‌های لنف بدن، طحال، غده تیموس، دیواره‌های روده و مغز استخوان وجود دارد. سلول‌های لنفوای از نوع تی و پادتن‌ها، باعث بالا بردن ایمنی بدن شده و به انواع سلول‌های کمک رسان، محافظ و از بین‌رونده تفکیک می‌شوند. سلول تی، سلولی که آنتی‌بادی را به منظور مهار میکروب می‌سازد و تمامی مهاجمان آسیب رسان را از بین می‌برد. این سلول‌ها که در واقع سربازان بدن هستند و به طور فیزیکی عوامل بیماری‌زا را از بین می‌برند. تصویر ۹، سلول تی شکل را نشان می‌دهد که با وارد کردن ضربه به ویروس آنفلوآنزا، باعث از بین بردن آن شده است.

شکسته می‌شود. همچنین کلیه‌ها مایع اضافی را از بدن خارج می‌کنند، باعث کاهش ترشح اریتروپوئیتین، هورمونی که تولید گلبول‌های قرمز توسط سلول‌های مغز استخوان را تسریع می‌کند، می‌شود. کاهش تولید گلبول‌های قرمز باعث کاهش حجم پلاسما و در نتیجه هماتوکریت (درصد حجم خون بر اساس تعداد گلبول قرمز) می‌شود. با بازگشت به زمین سطح اریتروپوئیتین و تعداد گلبول‌های قرمز افزایش خواهد یافت. خصوصیت کم‌خونی با کاهش تعداد گلبول‌های قرمز بعد از چهار روز اقامت در فضا به خوبی نمایان می‌شود. بعد از سه ماه اقامت در فضا بیماری کم‌خونی واضح‌تر می‌شود که با بازگشت به زمین، این مشکل رفع خواهد شد.



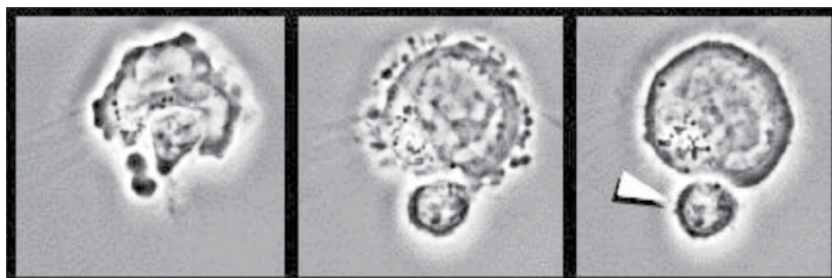
تصویر ۶- کاهش میزان گلبول قرمز با تقریب ۱۵ درصد در سفرهای فضایی

در سفر به فضا، اولین عامل بسیار محسوس، کمبود جاذبه است. فعالیت‌های روزانه در فضا بسیار متفاوت با زمین است. به طور مثال، برای نظافت دندان‌ها از غلطکی کوچک از جنس کتان استفاده می‌شود. بعد از استعمال، ویروس‌های موجود در بزاق روی آن جمع می‌شود. بزاق انسان حاوی ویروس‌هایی است که تعداد آنان در فضا بسیار بیش‌تر از زمین است. همچنین شواهدی در دست است که نشان می‌دهد بیماری‌زایی برخی از میکروارگانیسم‌ها نیز در فضا تغییر می‌کند و به نظر می‌رسد که بعضی باکتری‌ها پس از رشد در شرایط میکرو گراویتی مهاجم‌تر می‌شوند.



تصویر ۷- باکتری سالمونلا (در تصویر با رنگ تیره نشان داده شده است) در فضا با احتمال سه برابر بیش‌تر از روی زمین رشد می‌کند.

تغییر شکل می دهند، شکل این سلول ها بر اساس هر موقعیت تغییر می کند. در طی این تحقیقات معلوم شد سلول های توپی شکل، پیلز سلول های مثل خود را پیدا کرده و به هم می چسبند و این کلونی سلول ها، توانایی بیش تری برای یک سری فعل و انفعالات از قبیل کاهش عوامل بیماری زا را دارند.



تصویر ۹- سلول هایی را نشان می دهد که با عوامل بیماری زا مبارزه کرده اند.

نقش مهم جاذبه زمین بر روی سلول ها، تغییر شکل آن هاست که باید کنترل شود. اما این فشارها در هر مکان و زمان یا توسط هر شخصی می تواند به وجود بیاید که البته به دلیل نبودن جاذبه در فضا این نکته ها در مورد فضانوردان صدق نمی کند.

دانشمندان نیاز دارند که به اطلاعات جامع تری درباره ی سرکوب سیستم ایمنی و اثرات مواجهه با فضا بر روی باکتری ها دست یابند تا بتوانند فضانوردان را سالم تر و به مدت طولانی تر در فضا نگاه دارند. در این راستا، برای پی بردن به این که آیا پاسخ های ایمنی ذاتی در فضا سرکوب می شود، می توان سیستم ایمنی دروسوفیلا را به عنوان یک میکروارگانیسم مناسب برای مطالعات فضایی مورد مطالعه قرار داد.

#### منابع

Bogomolov VV, Castrucci F, Comtois , Damann , Davis JR, Duncan JM, Johnston SL, Gray GW, Grigoriev AI, Koike , Kuklinski , Matveyev , Morgun VV, Pochuev , Sargsyan AE, Shimada , Straube , Tachibana S, Voronkov YI, Williams RS. International Space Station Medical Standards and Certification for Space Flight Participants. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*. 2007 December 1; 78(12): 1162-1169.

1-Pastushkova LK, Valeeva OA, Kononikhin AS, Nikolaev EN, Larina IM, Dobrokhoto IV, Popov IA, Pochuev , Kireev KS. Changes of protein profile of human urine after long-term orbital flights. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2013 November; 156(2): 201-204. PMID: 24319748.

2- English KL, Lee SM, Loehr JA, Ploutz-Snyder RJ, Ploutz-Snyder LL. Isokinetic strength changes following long-duration spaceflight on the ISS. *Aerospace Medicine and Human Performance*. 2015 December 1; 86(12): 68-77.

3-Hayes J. The first decade of ISS exercise: Lessons learned on expeditions 1–25. *Aerospace Medicine and Human Performance*. 2015 December 1; 86(12): 1-6. PMID: 26630187.

4- nagaraja MP, Risin D. The current state of bone loss research: data from spaceflight and microgravity simulators. *Journal of Cellular Biochemistry*. 2013 May; 114(5): 1001-1008.

آزمایش بر روی خون فضانوردان کاهش تعداد سلول های مؤثر لنفاوی و افزایش سلول های سفید خون را نشان داد. این تغییر باعث نقص در توزیع و پخش مایعات بدن از جمله خون و سبب تنش و حتی تغییر شکل در سلول های لنفاوی می شود. برای مثال، استرس و تنش باعث آزاد شدن هورمونی می شود که در عملکرد سلول تی بسیار مؤثر است و منجر به کاهش فعالیت سیستم ایمنی می شود. بنابراین فضا که خود محیطی خشن و تنش زا است و علاوه بر آن، اعمال تنش های فیزیکی چون مرحله شروع پرتاب و بلند شدن از زمین، عبور از جو و قرارگیری در مدار و سپس بی وزنی و همچنین تنش های روحی روانی سبب تحریک هورمون های ضد سیستم ایمنی می شوند. کاهش تعداد این سلول ها به خودی خود، باعث پدید آمدن مشکلات بسیاری می شود.

دانشمندان توانسته اند بعضی فشارهای فیزیکی که باعث تغییر شکل سلول ها می شود را کنترل و مورد بررسی قرار دهند. محققان در تحقیقاتی که روی چرخه سیستم ایمنی بدن انسان داشتند توانستند، هورمون هایی که این سیستم را کنترل می کند بشناسند و در تحقیقاتی پیلز را جداسازی و بررسی کنند. پیلز همان سلول های تی شکل است، در واقع آنتی بادی هایی هستند که کارشان حرکت در محیط و رفتن به محیط های آلوده است. به سختی می توانیم دو عدد توپ بولینگ را به سمت هم هل داده یا با هم ادغام کنیم. ولی سلول های پیلز بنا بر گفته های دانشمندان طی نیروی جاذبه به راحتی این کار را انجام می دهند که این عمل خود باعث بالا بردن توانایی آن ها در مبارزه با عوامل بیماری زا است. دانشمندان توانستند تأثیرات جاذبه را روی سلول های ایمنی مورد بررسی قرار دهند. در طول دوره زیستی پیلز، در طی تحقیقات این سلول ها در هر ۱۵ دقیقه تغییر شکل می دهند. سلول های تی شکل برای تهاجم به عوامل بیماری زا