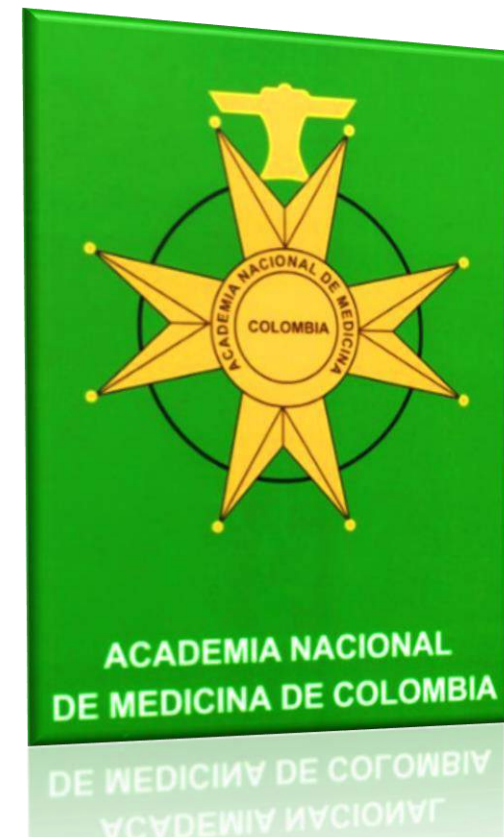


RIESGOS DE UN VIAJE ESPACIAL : CUERPO HUMANO.



PENSAMIENTO MÉDICO "Aporte estudiantil"

Jhan Sebastián Saavedra-Torres¹
María Virginia Pinzón Fernández²
Luisa Fernanda Zúñiga-Cerón³
Luisa Fernanda Mahecha Virgüez⁴
Flor de María Muñoz Gallego⁵
Nelson Adolfo López Garzón⁶

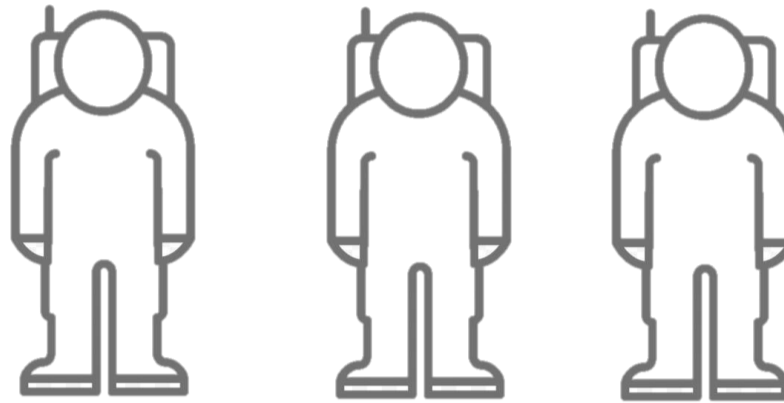
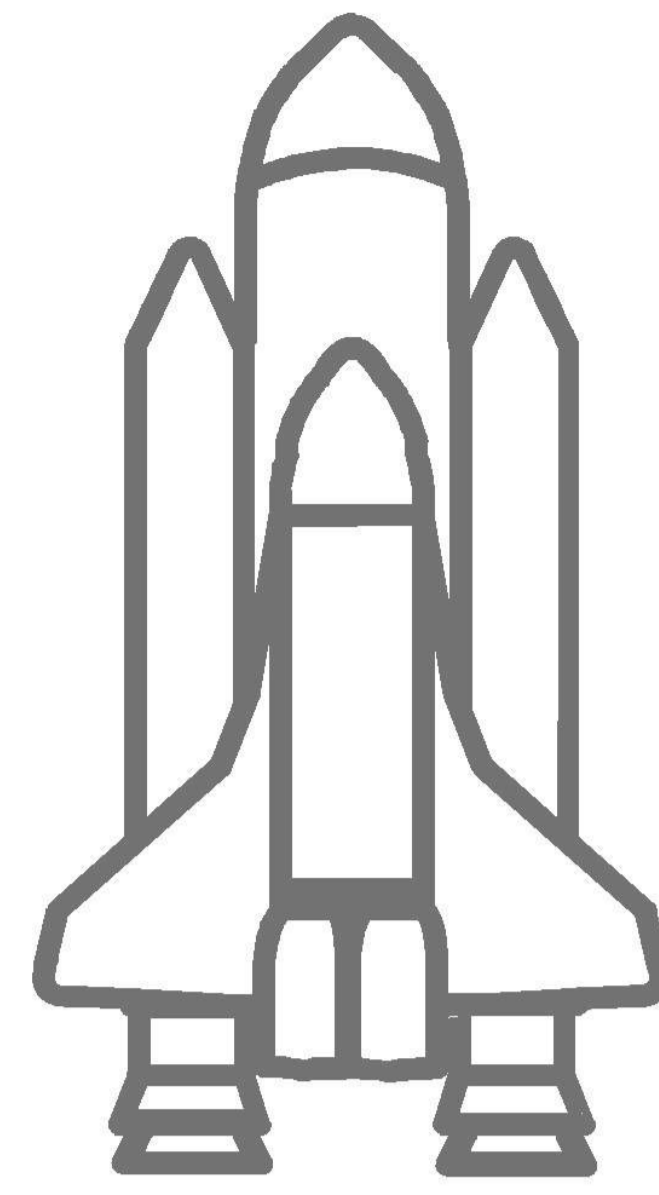


Sobre los autores:

1- Médico Interno- Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias de la Salud, Departamento de Medicina Interna, Corporación Del Laboratorio al Campo (DLC), Grupo de Investigación en Salud (GIS) – Popayán - Colombia.
2- Bacterióloga, Esp. Educación, Maestría en Salud Pública, candidata a doctorado en Antropología médica, Profesor titular de la Universidad del Cauca.
3- Médica Interna- Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Medicina, Corporación Del Laboratorio al Campo (DLC), Grupo de Investigación en Salud (GIS) – Popayán - Colombia.
4- Enfermera, Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias de la Salud, Departamento de Enfermería, Grupo de Investigación en Salud (GIS) – Popayán - Colombia.
5- Licenciada en Biología- M.Sc. Fisióloga – Profesor Asociado, Departamento de Ciencias Fisiológicas, Universidad del Cauca. Grupo de Investigación en Salud (GIS) – Popayán - Colombia.
6-Médico internista - Cardiólogo nuclear y ecocardiología. Máster en Educación, Doctorado en Educación, Profesor Asociado en la Universidad del Cauca. Grupo de Investigación en Salud (GIS) – Popayán - Colombia.

Autor Correspondiente: Jhan Sebastian Saavedra Torres. Calle 161N No 54-18, edificio III, apartamento 404. Teléfono: 57 317-7253134. Bogotá, Colombia. E-mail: Jhansaavedra@unicauca.edu.co.
Directora: María Virginia Pinzón Fernández - mvpinzonf@gmail.com

El Programa de Investigación Humana de la NASA ha estado desarrollando respuestas durante más de una década; todo, por la razón de que el espacio es un lugar peligroso y hostil.

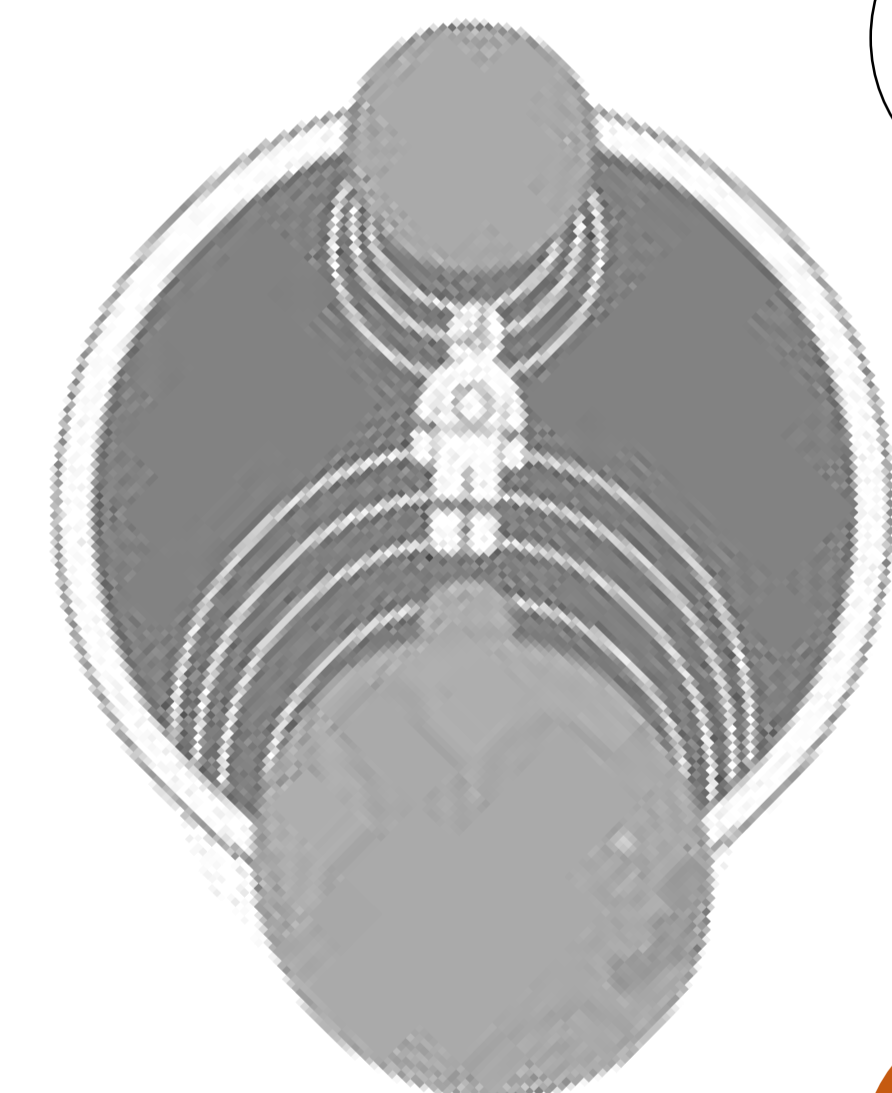


Lectura recomendada: NASA (Laurie J. Abadie; Charles W. Lloyd; Mark J. Shelhamer; NASA Human Research Program)- ver enlace: <https://www.nasa.gov/hrp/bodyinspace>

Programa de Investigación Humana del Centro Espacial Johnson



En el espacio, el cuerpo humano experimenta el acortamiento acelerado de los telómeros, la desregulación de genes asociados con el estrés oxidativo y aumento de procesos de inflamación, los cuales crean y permiten un cambio en el perfil metabólico que se asocia con varios factores de riesgo a desarrollar enfermedades pos viaje espacial.



El desacondicionamiento cardiovascular que se presenta en los vuelos espaciales incluye la disminución del volumen sanguíneo circulante, disminución de la presión arterial diastólica, disminución de la masa muscular del ventrículo izquierdo. Estas alteraciones dependen del tiempo de exposición a un ambiente de microgravedad y pueden ocasionar mareos, taquicardia, palpitaciones, o reducción de la capacidad de ejercicio. Las arritmias no se presentan habitualmente durante o después de una misión espacial.

Bajo las condiciones de la microgravedad, se pierde una tasa del 1 al 2% de la masa ósea corporal por mes, particularmente en las extremidades inferiores; la contramedida más utilizada contra la pérdida mineral ósea en la microgravedad, es el hábito de realizar ejercicio físico diario. Sin embargo, los datos han demostrado técnicas de hacer ejercicio físico existente con poca efectividad para prevenir la pérdida de masa ósea y muscular en los vuelos de larga duración.

Los astronautas que viajan al espacio varias veces o por períodos más prolongados pueden correr un mayor riesgo a lo largo de su vida de padecer enfermedades cardiovasculares y metabólicas.

Entre los riesgos de alteración comportamental en el espacio, están presentados por: trastornos del ritmo circadiano, cambios de personalidad con emociones negativas, alteraciones fisiológicas que predisponen al estrés emocional; todo esto puede llevar a una demencia espacial por multifactor; también se puede ver predisposición a depresión crónica con riesgo de compromiso de una misión espacial en los estudios de comportamiento de la NASA, es por ello que se busca siempre entrenar y ayudar al tripulante psicológicamente para la misión.



El aumento de los niveles de hormonas del estrés reduce la respuesta inmune, específicamente la respuesta inmunológica celular, permitiendo la proliferación de virus latentes y enfermedades a una etapa posterior a la misión espacial. Existen datos que resaltan que la reactivación del virus de Epstein Barr, citomegalovirus, varicela zoster en astronautas, es más frecuente que cualquier otro virus al que sean susceptibles, en palabras claras por los informes, se puede decir que un astronauta puede activar estos tres virus más rápido que el de la gripa.

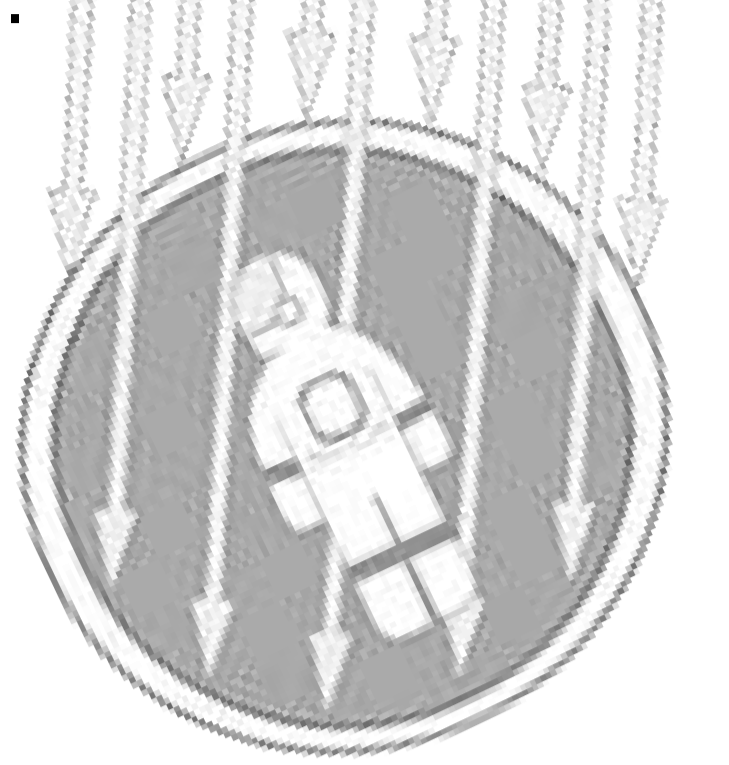
Considerando que los requerimientos energéticos de una persona en promedio en la tierra, cambian en su totalidad al salir al espacio exterior, se han evidenciado factores como la disminución de la vitamina B12 y vitamina D, enlentecimiento de la síntesis de aminoácidos esenciales, con disminución de la reabsorción de calcio, deficiencia de cofactores enzimáticos y aumento del catabolismo a raíz de los mecanismos que se activan para la adaptación fisiológica; lo que hace de vital importancia entender los cambios metabólicos en condiciones diferentes del nivel gravitacional de la tierra (9.8m/s²), permitiendo investigar y adaptar herramientas que faciliten a los astronautas las misiones espaciales. Los estudios de la medicina aero espacial, se han encaminado en asegurar la salud humana y la supervivencia durante los vuelos espaciales, sobre todo los de larga duración.



Consultar reportes y evidencia de investigación humana de la NASA "Human Research Roadmap": <https://humanresearchroadmap.nasa.gov/explore/>

Las preocupaciones clínicas para el vuelo espacial de larga duración incluyen la pérdida de masa corporal y la ingesta inadecuada de alimentos, basadas en la irregularidad del ritmo circadiano que se sufre al estar en una nave espacial y las diferentes necesidades basales que surgen ante la falta de fuerza de gravedad, generando la disminución de masa ósea en el cuerpo del astronauta expuesto

Los estudios que describen que la exposición a la radiación ionizante y la falta de gravedad en astronautas y en bio modelos de investigación (ratones y cultivos celulares), tienen conclusiones claras donde resaltan, que a largo plazo se efectúan procesos degenerativos en los materiales genéticos y mecanismos celulares donde pueden ocasionar enfermedades cardíacas agudas y crónicas durante y después de un viaje espacial, teniendo aumentos de probabilidad y factores de riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares en edades tardías posterior a una misión espacial en comparación con una persona que no es astronauta y tiene hábitos no saludables; todo esto debido al estrés oxidativo que sufre la célula de un tejido en el espacio exterior.



Derechos de autor: imagen tomada de la NASA (Laurie J. Abadie; Charles W. Lloyd; Mark J. Shelhamer; NASA Human Research Program)

La radiación que es capaz de alterar los átomos y moléculas, y con ello las estructuras que constituyen la materia, recibe el nombre de radiación ionizante y tiene efectos especialmente perjudiciales sobre los seres vivos. A pesar de que se ha establecido que la exposición a dosis altas de radiación puede ser carcinogénica y deteriorante para las funciones orgánicas, los datos que más se pueden asemejar a la exposición y riesgos que puede sufrir un astronauta, provienen de estudios epidemiológicos de los sobrevivientes a la bomba atómica en Japón; por ahora se tiene claro que es un factor que puede desencadenar cáncer en los astronautas en viajes mayores de 6 meses en el espacio o al regresar al planeta tierra si tenía predisposición a padecer cualquier cambio irreversible.

Como conclusión, aun se deben determinar los tipos y límites de dosis de radiación que puede tolerar el cuerpo humano en las expediciones espaciales prolongadas, los cuales podrían incrementar el riesgo de cáncer en los astronautas. Teniendo en cuenta que el riesgo estimado de padecer cáncer en astronautas está limitado por el conocimiento teórico y los efectos cualitativos de la radiación en el proceso de carcinogénesis.



Derechos de autor: imagen tomada de la NASA (Laurie J. Abadie; Charles W. Lloyd; Mark J. Shelhamer; NASA Human Research Program)



Derechos de autor: imagen tomada de la NASA (Laurie J. Abadie; Charles W. Lloyd; Mark J. Shelhamer; NASA Human Research Program)

Si se tiene en cuenta a los mitógenos en los estudios espaciales, son los factores que actúan en el ciclo celular estimulando la división celular; en el espacio exterior son parte de la respuesta del porque hay debilidad en la actividad y proliferación celular en el espacio exterior, y es porque existen reducciones significativas en la producción de estas sustancias durante un viaje espacial de larga duración, teniendo esta desventaja durante los seis primeros meses, después se logra ver que mayor a los 6 meses de estancia en el espacio los astronautas se adaptan y aumentan lentamente su actividad inmune, en busca de normalizar sus acciones inmuno proliferativas y protectoras ante los virus latentes en el cuerpo

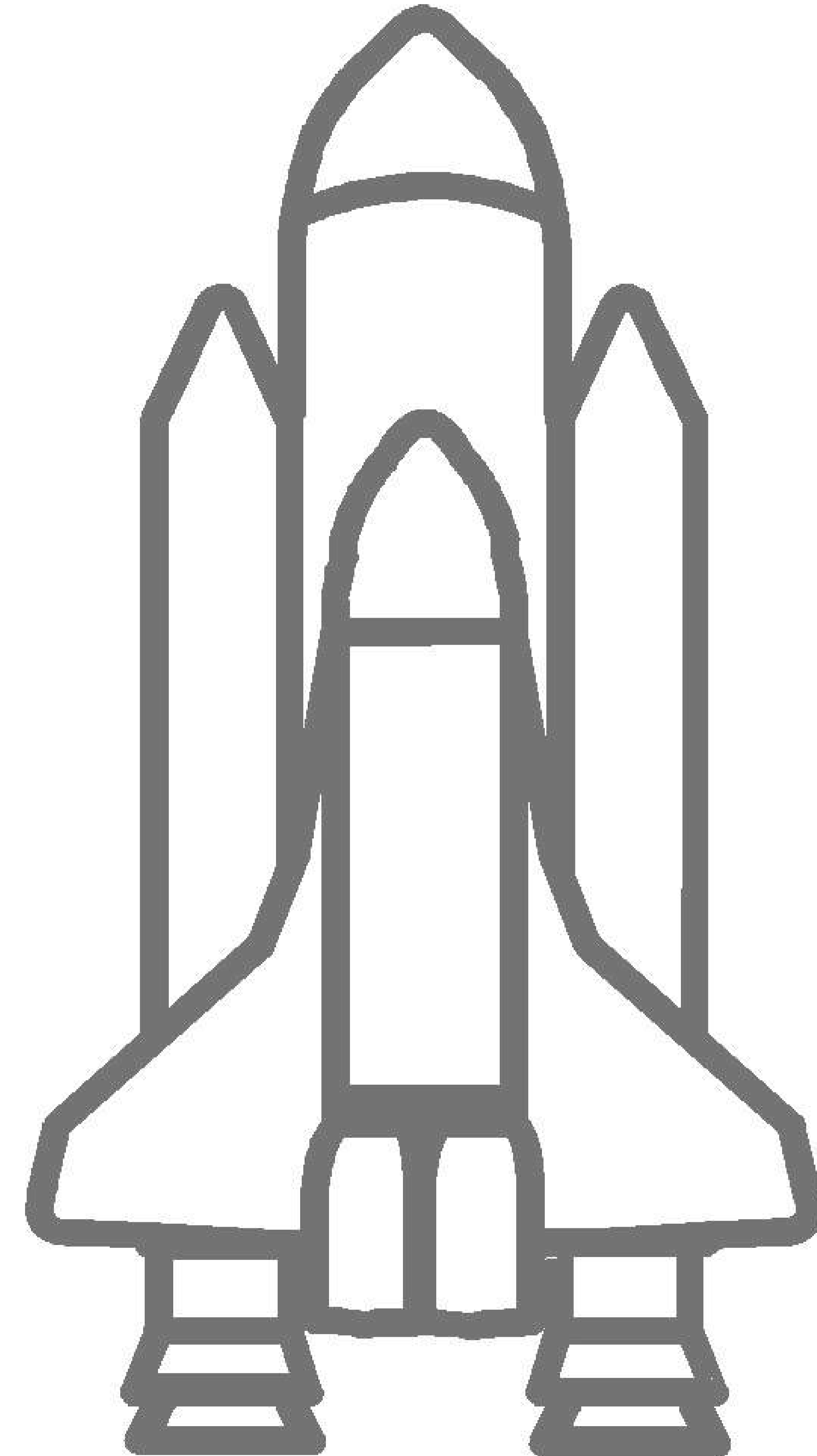


- Townsend, L. W. Implications of the space radiation environment for human exploration in deep space. *Radiat Prot Dosimetry* 115, 44–50, doi: 10.1093/rpd/nci141 (2005).
- Jessica Boddy. From shrinking spines to space fungus: The top five dangers of space travel. Dec. 2, 2016; *Science*. shrinking-spines-space-fungus-top-five-dangers-space-travel, Posted in: *Brain & Behavior* [Space](#). doi:10.1126/science. aal0451
- Raúl Carrillo Esper; *Medicina espacial*; Primera Edición, Academia Nacional de Medicina de México; 2016. ISBN 978-607-443-624-2.
- Stewart LH, Trunkey D, Rebagliatti SG. Emergency medicine in space. *J Emerg Med*. 2007;32:45-54.
- Taylor, Wayne E. Alteration of gene expression profiles in skeletal muscle of rats exposed to microgravity during a spaceflight. *Life Sciences (General)*. *Journal of gravitational physiology : a journal of the International Society for Gravitational Physiology*; p. 61-70; (ISSN 1077-9248); Volume 9; 2
- Willey JS, Lloyd SA, Nelson GA, Bateman TA. Space radiation and bone loss. *Gravit Space Biol Bull*. 2011;25:14-21.
- Liakopoulos U, Leivaditis K, Eleftheriadis T, Dombros N. The kidney in space. *Int Urol Nephrol*. 2012;44:1893-901.
- Stein TP. Weight, muscle and bone loss during space flight: another perspective. *Eur J Appl Physiol*. 2013;2171-81.
- Hughson RL. Recent findings in cardiovascular physiology with space travel. *Resp Physiol Neurobiol*. 2009;169:38-41.
- Sibonga, Jean D. Managing the Risk for Early Onset Osteoporosis in Long-Duration Astronauts Due to Spaceflight. NASA Johnson Space Center; Houston, TX, United States. *Life Sciences (General)*; JSC-CN-21978.
- C.S. Layne, K.E. Forth, Plantar stimulation as a possible countermeasure to microgravity-induced neuromotor degradation., *Aviation Space and Environmental Medicine*. 79 (2008) 787–794.
- A. LeBlanc, T. Matsumoto, J. Jones, J. Shapiro, T. Lang, L. Shackelford, et al., Bisphosphonates as a supplement to exercise to protect bone during long-duration spaceflight., *Osteoporosis International: A Journal Established as Result of Cooperation Between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*. (2013).
- Carl J. Ade, PhD, Incidence Rate of Cardiovascular Disease End Points in the National Aeronautics and Space Administration Astronaut Corps. *J Am Heart Assoc*. 2017 Aug; 6(8): e005564. *J Am Heart Assoc*. 2017 Aug; 6(8): e005564. Published online 2017 Aug 7. Doi: [10.1161/JAHA.117.005564]
- Abrosimova AN, Shafirkin AV, Fedorenko BS. (2000) Probability of lens opacity and mature cataracts due to irradiation at various LET values. *Aviakosm Ekolog Med* 34(3):33–41.
- Human Health and Performance Risks of Space Exploration Missions, (Jancy C. McPhee and John B. Charles, editors), NASA SP-2009-3405, 2009.
- Charvat, Jacqueline M., Lee, Stuart M. C., Wear, Mary L., Stenger, Michael B., and Van Baalen, Mary. Cardiovascular Disease Outcomes Among the NASA Astronaut Corps. NASA Center: Johnson Space Center, Jan 22, 2018; 20170010301; JSC-CN-40701. 2018 NASA Human Research Program Investigators' Workshop (HRP IWS 2018); 22-25 Jan. 2018; Galveston, TX; United States.
- Michael B. Stenger, Ph.D. Stuart M.C. Lee, Ph.D. The Heart of the Matter: Avoiding Cardiovascular Dysfunction. <https://www.nasa.gov/content/cardiovascular-health> March 31, 2015, Last Updated: Aug. 7, 2017. National Aeronautics and Space Administration.
- Carl J. Ade, PhD, Incidence Rate of Cardiovascular Disease End Points in the National Aeronautics and Space Administration Astronaut Corps. *J Am Heart Assoc*. 2017 Aug; 6(8): e005564. *J Am Heart Assoc*. 2017 Aug; 6(8): e005564. Published online 2017 Aug 7. Doi: [10.1161/JAHA.117.005564]
- S. R. Elgart, Radiation Exposure and Mortality from Cardiovascular Disease and Cancer in Early NASA Astronauts: Space for Exploration. Jan 22, 2018, 20170009911, *Aerospace Medicine*, JSC-CN-40709. NASA; Washington, DC, United States. 2018 NASA Human Research Program Investigators' Workshop; 22-25 Jan. 2018; Galveston, TX; United States.
- Zarana Patel, PhD. Evidence Report: Risk of Cardiovascular Disease and Other Degenerative Tissue Effects from Radiation Exposure. National Aeronautics and Space Administration Lyndon B. Johnson Space Center Houston, Texas.
- Review of the NASA Astronaut, Johnson Space Center Astronaut and Flight Surgeon Survey Report; January 2008.
- Thomas Williams, Evidence: Risk of Adverse Cognitive or Behavioral Conditions and Psychiatric Disorders; Report- Human Factors and Behavioral Performance (HFBP), BMed Last Published: 07/31/18 09:30:03 AM (Central).
- Mao, X.W., Nishiyama, N.C., Pecaut, M.J., Campbell-Beachler, M., Gifford, P., Haynes, K.E., Gridley, D.S. (2016). Simulated Microgravity and Low-Dose/Low-Dose-Rate Radiation Induces Oxidative Damage in the Mouse Brain. *Radiation Research*, 185(6), 647-57. <https://doi.org/10.1667/RR14267.1>
- Britten, R., Jewell, J. S., Duncan, V. D., Hadley, M. M., Macadat, E., Musto, A., & La Tessa, C. (2018). Impaired Attentional Set-Shifting Performance after Exposure to 5 cGy of 600 MeV/n 28 Si Particles. *Radiation Research*, 189(3), 273-282. <https://doi.org/10.1667/RR14627.1>
- Cassady, K., Koppelmans, V., Reuter-Lorenz, P., De Dios, Y., Gadd, N., Wood, S., ... Seidler, R. (2016). Effects of a spaceflight analog environment on brain connectivity and behavior. *NeuroImage*, 141, 18-30. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2016.07.029>
- Clewett, D. V., Lee, T. H., Greening, S., Ponzio, A., Margalit, E., & Mather, M. (2016). Neuromelanin marks the spot: identifying a locus coeruleus biomarker of cognitive reserve in healthy aging. *Neurobiology of Aging*, 37, 117–126. <http://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2015.09.019>.
- Demertzi, A., Van Ombergen, A., Tomilovskaya, E., Jeurissen, B., Pechenkova, E., Di Perri, C., Wuyts, F. L. (2016). Cortical reorganization in an astronaut's brain after long-duration spaceflight. *Brain Structure and Function*, 221, 2873–2876. <http://doi.org/10.1007/s00429-015-1054-3>
- Muldoon, S. F., Pasqualetti, F., Gu, S., Cieslak, M., Grafton, S. T., Vettel, J. M., & Bassett, D. S. (2016). Stimulation-Based Control of Dynamic Brain Networks. *PLoS Computational Biology*, 12(9), e1005076. <http://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005076>
- NASA CNS Risk Evidence Report: Risk of Acute and Late Central Nervous System Effects from Radiation Exposure (2016). Retrieved from <https://humanresearchroadmap.nasa.gov/evidence/reports/cns.pdf>
- Pani, G., Samari, N., Quintens, R., de Saint-Georges, L., Meloni, M., Baatout, S., ... Benotmane, M. A. (2013). Morphological and Physiological Changes in Mature In Vitro Neuronal Networks towards Exposure to Short-, Middle- or Long-Term Simulated Microgravity. *PLoS ONE*, 8(9), e73857. <http://doi.org/10.1371/journal.pone.0073857>

PENSAMIENTO MÉDICO

“Aporte estudiantil”

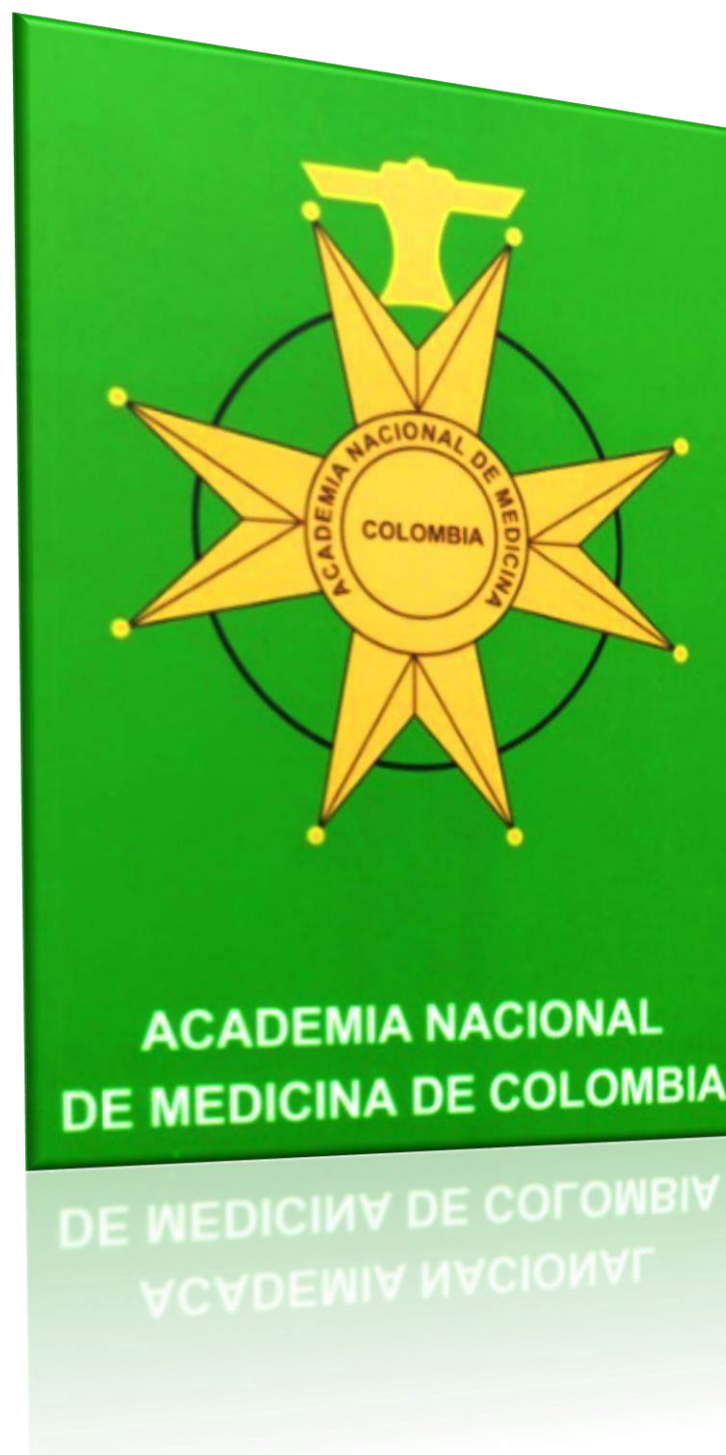
En este documento no se logra abordar toda la evidencia que existe acerca de la fisiología aeroespacial; riesgos y beneficios de los viajes, exploraciones y misiones investigativas que reportan los documentos oficiales no clasificados.



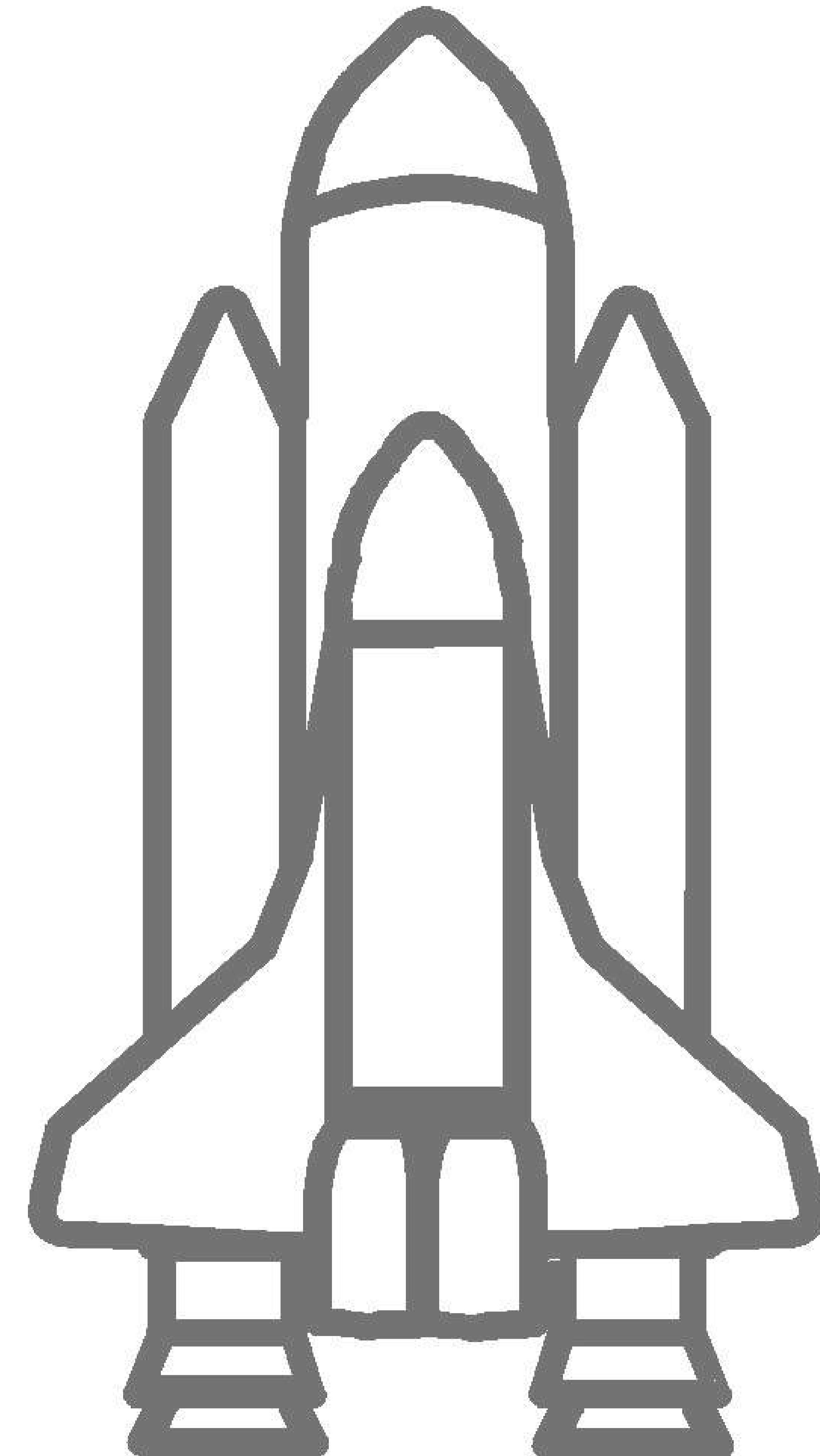
Referencias que sustentan la variedad de cambios y riesgos que puede sufrir un astronauta.



Universidad del Cauca®



Universidad del Cauca®



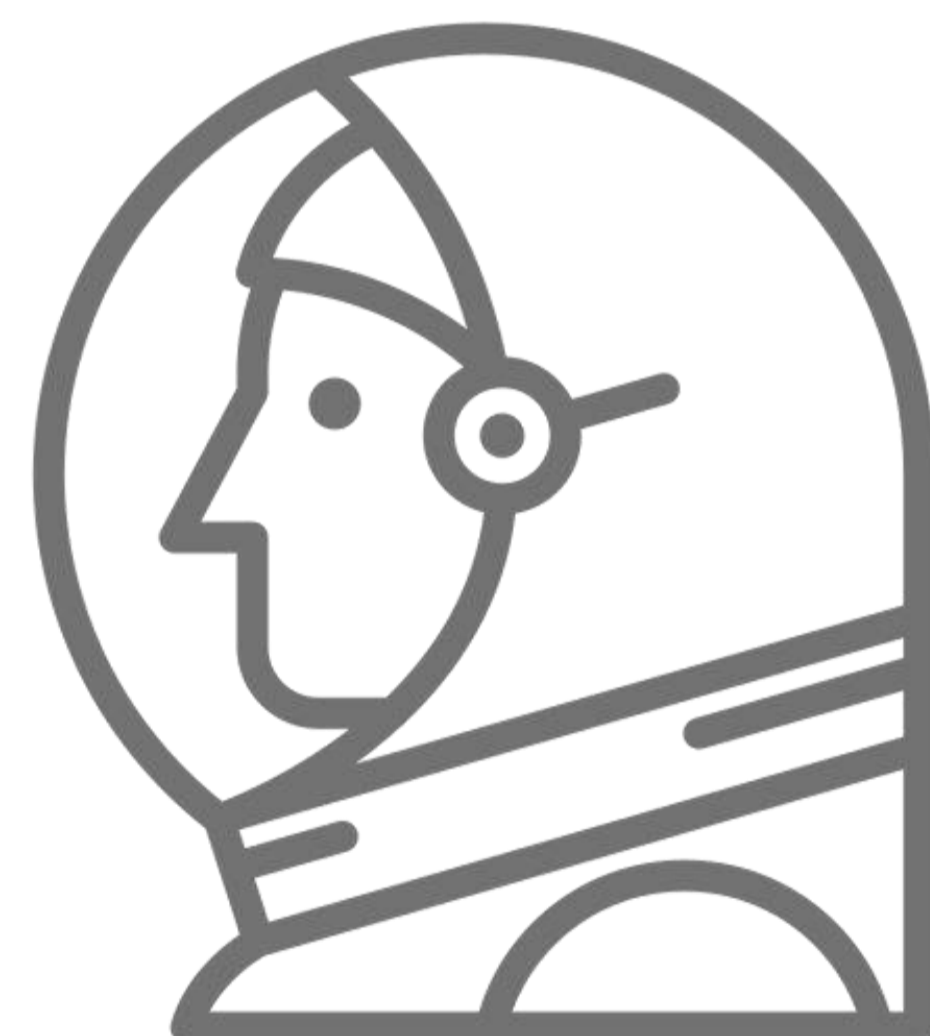
- Zwart SR, Launius RD, Coen GK, Morgan JLL, Charles JB, Smith SM. Body mass changes during long duration spaceflight. Aviat Space Environ Med. 2014;85:897-904.
- Smith SM, Zwart SR. Nutritional biochemistry of spaceflight. Adv Clin Chem. 2008;46:87-130. 2.
- Smith SM, Zwart SR, Kloeris V, Heer M. Nutritional biochemistry of space flight. New York: Nova Science Publishers; 2009.
- Estrategia y Visión de la Labor de la FAO en Materia de Nutrición. Papel de la FAO en la nutrición. Rome, 2014. Sitio web de la Organización (www.fao.org/publications).
- Raúl Carrillo Esper, Medicina espacial, 2016, primera edición, Por: Academia Nacional De Medicina De México (ANMM). ISBN 978-607-443-624-2.
- Conference on Nutrition in Space and Related Waste Problems. University Of South Florida. Tampa, Florida April 27-30, 1964. NASA SP-70.
- Bourland CT, Smith MC. Selection of human consumables for future space missions. Waste Manage Res, 1991;9:339-44.
- Carl J. Ade, PhD, Incidence Rate of Cardiovascular Disease End Points in the National Aeronautics and Space Administration Astronaut Corps. J Am Heart Assoc. 2017 Aug; 6(8): e005564. J Am Heart Assoc. 2017 Aug; 6(8): e005564. Published online 2017 Aug 7. Doi: [10.1161/JAHA.117.005564]
- T. Lang, A. LeBlanc, H. Evans, Y. Lu, H. Genant, A. Yu, Cortical and trabecular bone mineral loss from the spine and hip in long-duration spaceflight, J. Bone Min. Res. 19 (2004) 1006-1012.
- Lambertz D, Perot C, Kaspranski R, Goubel F. Effects of longterm spaceflight on mechanical properties of muscles in humans. J Appl Physiol. 2001;90:179-88.
- NASA. Postflight Rehabilitation Plan. Document JSC 27050. Johnson Space Center, NASA, 1997.
- Payne MWC, Williams DR, Trudel G. Review: space-flight rehabilitation. Am J Phys Med Rehabil. 2007;86:583-91.
- Reeves ND, Maganaris CN, Ferretti G, Narici MV. Influence of 90-day simulated microgravity on human tendon mechanical properties and the effect of resistive countermeasures. J Appl Physiol. 2005;98:2278-86.
- Tesch PA, Trieschmann JT, Ekberg A. Hypertrophy of chronically unloaded muscle subjected to resistance exercise. J Appl Physiol. 2004;96:1451-8.
- Pennline, James; The Digital Astronaut Project Computational Bone Remodeling Model (Beta Version) Bone Summit Summary Report, Sep 23, 2013; 20140003236; JSC-CN-29755, Aerospace Medicine.
- J.C. Buckley Jr, Space Physiology, Oxford University Press, New York, 2006.
- C.S. Layne, K.E. Forth, Plantar stimulation as a possible countermeasure to microgravity-induced neuromotor degradation., Aviation Space and Environmental Medicine. 79 (2008) 787-794.
- A. LeBlanc, T. Matsumoto, J. Jones, J. Shapiro, T. Lang, L. Shackelford, et al., Bisphosphonates as a supplement to exercise to protect bone during long-duration spaceflight., Osteoporosis International : a Journal Established as Result of Cooperation Between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA. (2013).
- Badhwar GD. (1997) Spaceflight validation of material shielding properties. In: Wilson JW, Miller J, Konradi A, Cucinotta FA (Eds.), NASA workshop on shielding strategies for human space exploration. NASA-CP-1997- 3360. NASA Johnson Space Center, Houston.
- Badhwar GD, Cucinotta FA. (2000) A comparison of depth dependence of dose and linear energy transfer spectra in aluminum and polyethylene. Radiat. Res., 153:1-8.
- Barcellos-Hoff MH, Park C, Wright EG. (2005) Radiation and the microenvironment – tumorigenesis and therapy. Nat. Rev. Canc., 5:867-875.
- Beir. Committee to Assess Health Risks from Exposure to Low Levels of Ionizing Radiation. National Research Council of the National Academies. (2006) Health risks from exposure to low levels of ionizing radiation: BEIR VII – Phase 2. The National Academies Press, Washington, D.C.
- Billings MP, Yucker WR, Heckman BR. (1973) Body self-shielding data analysis. MDC-G4131. McDonnell- Douglas Astronautics Company West.
- Bingham S, Riboli E. (2004) Diet and cancer—the European prospective investigation into cancer and nutrition. Nat. Rev. Canc., 4:206-215.
- Bunker BM, Cook JR, Barrick MK. (1981) Life table methodology for evaluating radiation risk: an application based on occupational exposures. Health Phys., 40:439-455.
- Burns FJ, Jin Y, Koenig KL, Hosselet S. (1993) The low carcinogenicity of electron radiation relative to argon ions in rat skin. Radiat. Res., 135:178-188.
- Burns F, Yin Y, Garte SJ, Hosselet S. (1994) Estimation of risk based on multiple events in radiation carcinogenesis of rat skin. Adv. Space Res., 14:507-519.
- Ochola, D. O.; Persistence of Gamma-H2AX Foci in Irradiated Bronchial Cells Correlates with Susceptibility to Radiation Associated. Aerospace Medicine. NASA Ames Research Center; Moffett Field, CA, United States. ARC-E-DAA-TN53304/SUPPL . Jan 01, 2018 . 20180001965.
- NASA. Managing Space Radiation Risk in the New Era of Space Exploration; Jan 01, 2008; Space Radiation; NASA; Washington, DC, United States. 20080016495.
- Burns FJ, et al. (2007) Induction and prevention of carcinogenesis in rat skin exposed to space radiation. Radiat. Environ. Biophys., 46:195-199.
- Álvaro Ordóñez Romero; Efectos de las radiaciones ionizantes sobre los seres vivos. Febrero, 2016. Universidad De Jaén; Facultad de Ciencias Experimentales.
- Gil, J.M. (2010). Radiobiología para profesionales sanitarios: radiosensibilidad vs radiorresistencia. Respuestas bioquímica, celular y tisular. Madrid, España: MAD.
- Vipani K. Parihar. Cosmic radiation exposure and persistent cognitive dysfunction. Scientific Reports volume6, Article number: 34774 (2016). Published: 10 October 2016.
- Locke PA, Weil MM. Personalized cancer risk assessments for space radiation exposures. Front Oncol. 2016; 6:38.

En este documento no se logra abordar toda la evidencia que existe acerca de la fisiología aeroespacial; riesgos y beneficios de los viajes, exploraciones y misiones investigativas que reportan los documentos oficiales no clasificados.

Referencias que sustentan la variedad de cambios y riesgos que puede sufrir un astronauta.



- Mohammad A , Ahad S , Durand , Simon D. Saliva as a diagnostic tool for oral and systemic diseases. Journal of Oral Biology and Craniofacial Research. 2016 Enero-Abril; 6(1): p. 67-76.
- Belstrøm D, Holmstrup P, Bardow A, Kokaras A, Fiehn NE, Paster B. Temporal stability of the salivary microbiota in oral health. Plos ONE. 2016;11(1).
- Balwant R, Jasdeep K, Bernard H F. Evaluation by an aeronautic dentist on the adverse effects of a six-week period of microgravity on the oral cavity. International Journal of Dentistry. 2011.
- diPrampo PE, Narici MV. Muscles in microgravity: From fibres to human motion. J Biomech. 2003;36:403-12.
- Hammer L. Aeronautical Systems Division studies in weight- lessness: 1959-1960. Wright-Patterson Air Force Base, OH: Aeronautical Systems Division, Air ForceSystems Command, United States Air Force; 1961. Wadd Technical Report 60-715.
- Space Studies Board: National Research Council. A Strategy for Research in Space Biology and Medicine in the New Century. Washington, DC: National Academy Press; 1998.
- Anderson RE, Key CR, Yamamoto T, Thorslund T. (1974) Aging in Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivors. Speculations based upon the age-specific mortality of persons with malignant neoplasms. Am J Pathol 75:1-11.
- Lee, Stuart M. C, Metabolomic and Genomic Markers of Atherosclerosis as Related to Oxidative Stress, Inflammation, and Vascular Function in Twin Astronauts. Jan 23, 2017. 20160013632. Aerospace Medicine. JSC-CN-37998. NASA; Washington, DC, United States.
- Hughson RL. Recent findings in cardiovascular physiology with space travel. Resp Physiol Neurobiol. 2009;169:38-41.
- Stein TP. Weighth, muscle and bone loss during space flight: another perspective. Eur J Appl Physiol. 2013;2171-81.
- Pietsch J, Bauer J, Egli M, Infanger M, Wise P, Ulbrich C, et al. The effects of weightlessness on human organism and mammalian cells. Curr Mol Med. 2011;11:350-64.
- Stewart LH, Trunkey D, Rebagliatti SG. Emergency medicine in space. J Emerg Med. 2007;32:45-54.
- Liakopoulos U, Leivaditis K, Eleftheriadis T, Dombros N. The kidney in space. Int Urol Nephrol. 2012;44:1893-901.
- Jack Stuster, PhD, CPE. Behavioral Issues Associated With Long Duration Space Expeditions: Review and Analysis of Astronaut Journals Experiment 01-E104 (Journals) Phase 2 Final Report. National Aeronautics and Space Administration; Johnson Space Center Houston, Texas 77058, NASA/TM-2016-218603.
- Vipan K. Parihar; Cosmic radiation exposure and persistent cognitive dysfunction. Scientific Reports volume6, Article number: 34774 (2016)
- APA. (2000) Diagnostic and statistical manual of mental disorders. 4th Ed. (text rev.). Washington, D.C.
- Antonovsky A. (1979) Health, stress, and coping: new perspectives on mental and physical well-being. Jossey- Bass, San Francisco, Calif.
- Jancy C. McPhee, Ph.D, Human Health and Performance Risks of Space Exploration Missions, Evidence reviewed by the NASA Human Research Program. NASA SP-2009-3405. Lyndon B. Johnson Space Center; Houston, Texas 77058
- Bailey DA, Gilleran LG, Merchant PG. (1995) Waivers for disqualifying medical conditions in U.S. Naval aviation personnel. Aviat. Space Environ. Med., 66:401-407.
- Review of the NASA Astronaut; NASA Astronaut Health Care System Review Committee February – June 2007 Report to the Administrator.
- Review of the NASA Astronaut, Memo from the NASA Administrator to the Chief Health and Medical Officer; 7 Feb 2007.



Ver enlace de la Base de datos de la NASA; se recomienda para investigar; es importante respetar los derechos, términos y condiciones del uso:

<https://ntrs.nasa.gov/search.jsp>

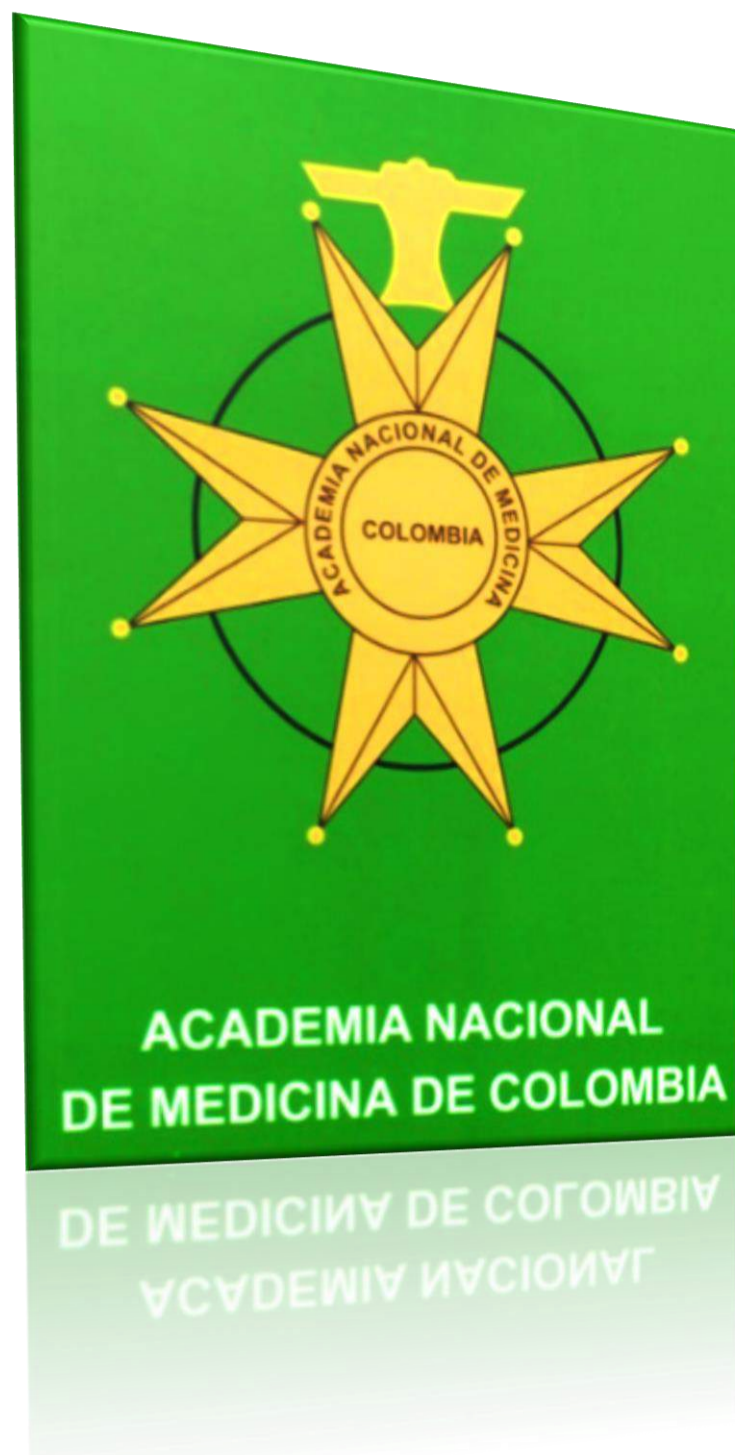
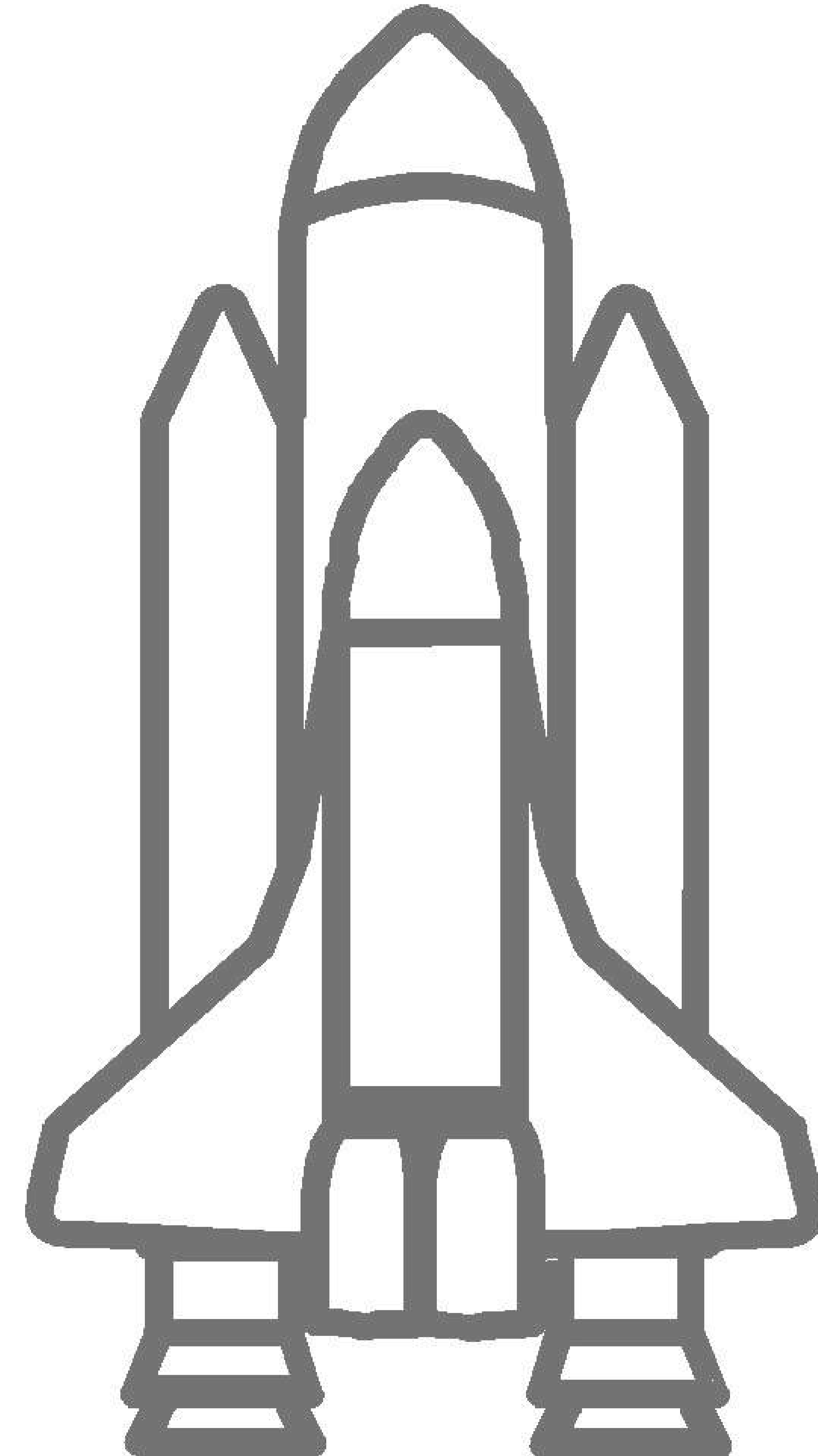
Aviso de derechos de autor, términos y condiciones del uso de la Base de datos de estudios y demás de la NASA: <https://www.sti.nasa.gov/disclaimers/#.XAxr-XtKjIV>

- Este material, es un Poster informativo para la comunidad en general.
- Las investigaciones en el mundo permiten y respaldan que un tripulante espacial viaja al espacio con los mayores avances y contramedidas para la integridad de la salud de los mismos astronautas.
- Los viajes espaciales tienen riesgos y ventajas que permiten a la humanidad avanzar en pro de la conquista de otros avances científicos.
- En este documento se respetan los derechos de autor de los investigadores de la NASA.
- No se usaron documentos clasificados de la Base de datos de la NASA.
- Invitamos a los interesados a investigar acerca de los avances de la agencia espacial más desarrollada del mundo.

PENSAMIENTO MÉDICO

“Aporte estudiantil”

En este documento no se logra abordar toda la evidencia que existe acerca de la fisiología aeroespacial; riesgos y beneficios de los viajes, exploraciones y misiones investigativas que reportan los documentos oficiales no clasificados.



Universidad del Cauca®

Referencias que sustentan la variedad de cambios y riesgos que puede sufrir un astronauta.