

IMPLICAÇÕES ODONTOLÓGICAS DAS VIAGENS ESPACIAIS AOS ASTRONAUTAS

DENTAL IMPLICATIONS OF SPACE TRAVEL FOR ASTRONAUTS

Sérgio Spezzia¹

¹Cirurgião Dentista. Mestre em Ciências pela Escola Paulista de Medicina - Universidade Federal de São Paulo

Resumo

Introdução: A saúde oral dos astronautas é ponto principal a ser relevado em concomitância com a saúde geral. **Objetivo:** O objetivo do presente artigo foi verificar como deve ser feito o manejo da saúde bucal dos astronautas. **Materiais e Métodos:** Realizou-se levantamento bibliográfico acerca das implicações odontológicas das viagens espaciais aos astronautas, considerando artigos científicos, artigos de jornais, livros, trabalhos, monografias, dissertações e teses que tratavam sobre essa temática. **Resultado:** A abordagem odontológica realizada nos indivíduos busca a prevenção, evitando maiores complicações em ambiente espacial, mesmo assim, no entanto pode-se conviver com emergências odontológicas. Convém frisar que, emergências odontológicas podem ocorrer no espaço, o que constitui um desafio. Medidas preventivas e curativas empregadas anteriormente às missões espaciais visam isolar todo e qualquer problema odontológico, minimizando transtornos eventuais em ambiente espacial. **Conclusão:** Concluiu-se que uma abordagem odontológica preventiva realizada, contatando os astronautas em período anterior às viagens espaciais tende a minimizar ou eliminar eventuais problemas odontológicos em ambiente espacial durante as missões.

Palavras-Chave: Voo Espacial. Ausência

de Peso. Saúde Bucal. Prevenção de Doenças.

Abstract

Introduction: The oral health of astronauts is a main point to be highlighted in conjunction with general health. **Objective:** The objective of this article was to verify how astronauts' oral health should be managed. **Materials and Methods:** A bibliographic survey was carried out on the dental implications of space travel for astronauts, considering scientific articles, newspaper articles, books, works, monographs, dissertations and theses that dealt with this topic. **Results:** The dental approach carried out on individuals seeks prevention by avoiding further complications in a space environment, even so, however, dental emergencies can be dealt with. It should be noted that dental emergencies can occur in space, which constitutes a challenge. Preventive and curative measures used prior to space missions aim to isolate any and all dental problems, minimizing possible disruptions in the space environment. **Conclusion:** It was concluded that a preventive dental approach carried out by contacting astronauts in the period prior to space travel tends to minimize or eliminate possible dental problems in the space environment during missions.

Keywords: Space Flight. Weightlessness. Oral Health. Disease Prevention.

Contato: sergio.spezzia@unifesp.br

ENVIADO: 20/02/2024
ACEITO: 05/04/2024
REVISADO: 24/04/2024

INTRODUÇÃO

Viagem espacial consta do deslocamento dos veículos tripulados e não-tripulados à nível do espaço sideral e constitui elemento essencial para realização da exploração espacial. Exploração espacial envolve exploração do espaço e de seus corpos celestes, diferentemente do estudo

do espaço, que engloba o estudo das estrelas realizado pelos astrônomos. Objetiva-se com essas viagens basicamente realizar explorações científicas e amplificar o conhecimento acerca do universo^{8,34}.

As viagens espaciais fazem parte dos nossos acontecimentos atualmente, entretanto

os astronautas estão sujeitos a determinadas alterações fisiológicas em seu organismo em decorrência do contato com a microgravidade. Convive-se com o mal-estar espacial com sintomatologia que inclui principalmente: vertigens, letargia, enjoos, náuseas, vômito e dores de cabeça^{33,20,25,8,34}.

Inexistindo ação da gravidade da maneira como ocorre habitualmente em nosso planeta e em ambiente espacial procede o funcionamento fisiológico deficitário de alguns sistemas, o que influe em nosso corpo^{33,26}.

A convivência com a microgravidade pode acarretar alterações no sistema músculo-esquelético, cardiovascular, endócrino, hematológico, neurológico, sistema imunitário, e no ritmo circadiano, entre outras intercorrências. A instalação dessas alterações pode ocorrer logo que se tenha a exposição a microgravidade, enquanto outras somente são evidenciadas depois de período prolongado de exposição, envolvendo a possibilidade de ocorrência de atrofia muscular e esqueleto em deterioração. Existe reversibilidade na maioria dessas modificações, uma vez que os indivíduos que forem expostos retornem aos efeitos habituais da gravidade terrestre^{11,20}.

A Medicina Aeroespacial busca realizar uma abordagem preventiva para evitar que os astronautas sejam afligidos por doenças quando em ambiente espacial. Algumas medidas buscam minimizar as possíveis modificações fisiológicas, preconizando a prática rotineira de exercícios físicos, a consumação de alimentação saudável e a manutenção dos períodos de sono^{3,10,14}.

No ambiente do espaço existe perda óssea, uma vez que inexiste suporte de peso pelos ossos e que eles deixam de carregar peso. A resposta imune também pode ser afligida em viagens espaciais, principalmente nas de longa duração, devido efeito da microgravidade e da radiação, entre outros fatores, o que pode prejudicar a performance dos astronautas no enfrentamento ou prevenção de possíveis patologias infecciosas. A microgravidade pode influir na estruturação do biofilme de patógenos microbianos^{22,33,29,21,30,26}.

A nível odontológico, advindo de viagens espaciais seria viável investigar como o microbioma salivar pode ser impactado, além disso seria conveniente avaliar como viagens de longa duração podem produzir efeitos nos elementos dentais, no osso alveolar e

no ligamento periodontal, afetando a saúde periodontal^{21,32}.

O objetivo do presente artigo foi verificar como deve ser feito o manejo da saúde bucal dos astronautas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se levantamento bibliográfico acerca das implicações odontológicas das viagens espaciais aos astronautas, considerando artigos científicos, artigos de jornais, livros, trabalhos, monografias, dissertações e teses que tratavam sobre essa temática.

RESULTADOS

A saúde oral dos astronautas é ponto principal a ser relevado em concomitância à saúde geral. Os indivíduos que pleiteiam a função de astronauta a princípio são triados e ocorre levantamento dos seus problemas odontológicos, uma vez selecionados esses indivíduos devem manter rigoroso regime de higienização bucal. A abordagem odontológica realizada busca a prevenção, evitando maiores complicações em ambiente espacial, mesmo assim, no entanto pode-se conviver com emergências odontológicas¹³.

Os astronautas fazem exame bucal todo ano, segundo normas adotadas pela National Aeronautics and Space Administration (NASA), podendo ser classificados em classe I, II ou III. Na classe I os indivíduos possuem satisfatória saúde oral, estimando-se que os mesmos não necessitem de tratamento odontológico ou de reavaliação em um intervalo de 12 meses. Na classe II existe estado de saúde oral que necessita de tratamento odontológico, mas que caso permaneça sem tratamento não acarretará em emergência odontológica dentro de 12 meses. Na classe III o estado de saúde bucal exige tratamento, uma vez que caso contrário o desfecho levará a instalação de uma emergência odontológica dentro de 12 meses. Almeja-se que os astronautas estejam classificados minimamente em classe II¹³.

No contexto geral, procede-se aos exames odontológicos anuais nos astronautas, e realizam-se os exames de pré-voos no intervalo entre 18 e 21 meses anteriormente à decolagem. No exame de pré-voos efetuam-se exames clínicos e radiológicos, obtendo-se registros com radiografias interproximais e panorâmicas. O levantamento dos tratamentos

odontológicos necessários é realizado e deve-se finalizar todos os procedimentos em período de três meses anterior à decolagem. No período de 30 a 90 dias anterior a partida deve-se proceder a realização de exame adicional, buscando evidenciar lesões bucais recentes ou rastrear novas patologias ainda não evidenciadas. O astronauta deve executar higienização bucal vigorosa no transcorrer das viagens espaciais¹³.

Os astronautas devem ser orientados e treinados pelo cirurgião dentista acerca de como proceder a realização do seu autocuidado com a higienização bucal de maneira correta, utilizando técnicas corretas de escovação dental e de uso do fio e da fita dental. A abordagem preventiva visa a manutenção de um estado de saúde bucal satisfatório e busca minimizar a necessidade de eventuais tratamentos periodontais para controle^{13,2}.

Existem informações documentais que afirmam que no transcorrer das viagens espaciais, constatou-se redução da densidade mineral óssea. Inexiste explicação acerca do ocorrido e sobre como tal fato pode afiligrar dentes e o osso alveolar, podendo ou não acarretar em cárie dentária e doenças periodontais^{13,19}.

Estudos desenvolvidos na missão Skylab sob enfoque odontológico evidenciaram nos astronautas tripulantes elevação de bactérias precursoras da cárie dentária como o *Streptococcus mutans*^{13,27}.

Convém frisar que, emergências odontológicas podem ocorrer no espaço, o que constitui um desafio^{5,6}. Medidas preventivas e curativas empregadas anteriormente às missões espaciais visam isolar todo e qualquer problema odontológico, minimizando transtornos eventuais em ambiente espacial¹³.

DISCUSSÃO

O comportamento dos ossos no contexto geral sob ação da microgravidade interessa tanto a saúde sistêmica como em âmbito odontológico, devido possíveis repercussões principalmente à nível do osso alveolar. Sabe-se que a integridade estrutural óssea mostra-se correlacionada ao estress mecânico recebido. Na microgravidade teremos maior reabsorção óssea sob ação osteoclástica e redução da aposição óssea via osteoblastos. Ocorre maior suscetibilidade à fraturas com menor resistência óssea^{23,9}.

Outro aspecto interessante a ser

considerado, refere-se a formação de tumores, advindo do contato com o ambiente espacial. O mecanismo de desenvolvimento do tumor leva em conta o ocorrido com as células T nas missões espaciais, particularmente as cT NK4. A célula T configura a célula primária contatante que atua vigiando e que cuida de aniquilar as células tumorais. As células T multiplicam-se e promovem a eliminação das células tumorais transformadas recentemente, portanto o papel das células T em ambiente espacial pode ser modificado^{17,10,18}.

Estudos realizados em ratos podem evidenciar que as missões espaciais possuem um papel expressivo para manifestação dos genes oncogênicos, elevando potencialmente a ocorrência possível de carcinogênese⁴. No mais, alguns fatores atuando conjuntamente como radiação solar e cósmica e a desregulação imunológica com modificação na síntese de determinadas citocinas podem acarretar risco para aparecimento de câncer, geralmente depois de findadas viagens espaciais longas^{17,10,18}.

A reparação óssea alveolar transcorre por regeneração, estruturando-se novo tecido via remodelação óssea, nesse processo ocorre remoção ou reabsorção localizada do osso antigo com subsequente substituição por deposição de osso novo. A reparação óssea, cujo comportamento possui aspecto relevante sob enfoque cirúrgico odontológico, é constituída fisiologicamente, promovendo as fases de inflamação, reparação e remodelação. A reparação óssea possui comportamento similar nas circunstâncias em que existem fraturas ósseas e na hipótese de haver defeitos cirúrgicos²⁸. Estudos efetuados verificaram que pode haver reparação óssea e muscular esquelética prejudicadas nas viagens espaciais. Estudos realizados em ratos sob ação da microgravidade, evidenciaram redução no potencial formador de matriz extracelular, menor teor de colágeno, bem como prejuízo na etapa de angiogênese^{4,10,1}.

O foco principal das modificações provocadas pelas missões espaciais está no acometimento ocorrido no sistema imunológico com evidência principalmente de comprometimento na cicatrização de feridas, portanto, caso seja necessária a cicatrização em qualquer região pertencente a cavidade bucal teremos o mesmo desfecho prejudicial^{7,12}.

Micróbios podem disseminar-se no

interior de uma nave espacial, promovendo contaminação, nesse contexto bactérias, fungos e protozoários podem estar flutuando. O comportamento da microgravidade atua negativamente nesse aspecto, uma vez que aerossóis produzidos via tosse, espirro ou no ato de comunicar-se por fala podem permanecer suspensos, promovendo risco de transmissão de vírus e bactérias. No contexto de biossegurança em odontologia todo esse comportamento adverso mostra-se extremamente danoso e a transmissibilidade, que é passível de ocorrer em viagens espaciais somente causa malefícios^{16,15,24}.

CONCLUSÃO:

Concluiu-se que uma abordagem odontológica preventiva realizada, contatando os astronautas em período anterior as viagens espaciais tende a minimizar ou eliminar eventuais problemas odontológicos em ambiente espacial durante as missões.

REFERÊNCIAS:

1. Arora S. Aerospace dermatology. *Indian J Dermatol*, 2017, 62:79-84.
2. Berglundh T. Tratado de Periodontia Clínica e Implantologia Oral, Editora: Guanabara Koogan, 7ª Edição, 2024, Páginas: 1296.
3. Berry CA, Hoffer GW, Jernigan CA, Kerwin JP, Mohler SR. History of space medicine: the formative years at NASA. *Aviat Space Environ Med*, 2009; 80(4):345–52.
4. Blaber E, Marçal H, Burns BP. *Astrobiology*, 2010, 10(5):463-73.
5. Cetron M, Keystone J, Shlim D, Steffen R. Travelers' Health. *Emerging Infectious Diseases*, 1998; 4(3):406-407. Disponível em: https://pdfs.semanticscholar.org/4023/d2f480e9879cf5534e20f893d09d2e8b58d0.pdf?_gI=1*35y9co*_ga*NzAyODU2NjY5LjE3MDczMjc2NzM.*_ga_H7P4ZT52H5*MTcwNzMyNzY3Mi4xLjAuMTcwNzMyNzY4OS40My4wLjA. Acessado em 07 de fevereiro de 2024.
6. Crucian B, Babiak-Vazquez A, Johnston S, Pierson DL, Ott CM, Sams C. Incidence of clinical symptoms during long-duration orbital spaceflight. *Int J General Med*, 2016; 9:383-91.
7. Crucian BE, Chouker A, Simpson RJ, Mehta S, Marshall G, Smith SM, et al. Immune System Dysregulation During Spaceflight: Potential Countermeasures for Deep Space Exploration Missions. *Front Immunol*, 2018; 9:1437.
8. Da Cunha CEX, Oliveira AF, Maia GLS, Castro LR, Ribeiro MVMR. Viagem espacial: Um desafio sob o ponto de vista da oftalmologia. *Rev Bras Oftalmol*, 2021; 80(1):77-81.
9. Diniz RCS. Uma revisão sobre os efeitos da alteração da gravidade em sistemas biológicos com enfoque na saúde. [Monografia]. Natal: Centro de Biociências - Curso de Biomedicina - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.
10. Esper RC, Medrano JADP, Juan LPS. Medicina espacial. primera edición, 2016. Editado, impreso y publicado, con autorización de la Academia Nacional de Medicina de México, por Intersistemas.
11. Grigoriev AI, Egorov AD. Physiological aspects of adaptation of main human body systems during and after spaceflights. *Adv Space Biol Med*, 1992; 2:43-82.
12. Hicks J, Olson M, Mitchell C, Juran CM, Paul AM. The Impact of Microgravity on Immunological States. *ImmunoHorizons*, 2023; 7: 670–82.
13. Hodapp M. Dental Tribune. Entrevista - A extração de um dente deve ser o último recurso no espaço, 2013. Disponível em: <https://br.dental-tribune.com/news/entrevista-a-extracao-de-um-dente-deve-ser-o-ultimo-recurso-no-espaco/>. Acessado em 06 de fevereiro de 2024.
14. Hodkinson PD, Anderton RA, Posselt BN, Fong KJ. An overview of space medicine. *Br J Anaesth*, 2017; (119 Suppl_1):i143–53.
15. Huang B, Li DG, Huang Y, Liu CT. Effects of spaceflight and simulated microgravity on microbial growth and secondary metabolism. *Military Medical Research*, 2018; 5:18.

16. Ilyin VK. Microbiological status of cosmonauts during orbital spaceflights on Salyut and Mir orbital stations. *Acta Astronaut*, 2005; 56(9–12):839–50.
17. Jhala DV, Kale RK, Singh RP. Microgravity Alters Cancer Growth and Progression. *Curr Cancer Drug Targets*, 2014; 14(4):394-406.
18. Jhony A, De La Cruz-Vargas, David Lavan-Quiroz. Microgravedad y cáncer. [Editorial]. *Rev Fac Med Hum*, 2017; 17(4):7-11.
19. Jornal da UNICAMP, 2014. Dentista investiga formação da cárie na microgravidade. Disponível em: https://www.unicamp.br/unicamp/sites/default/files/jornal/paginas/ju_605_paginacor_09_web.pdf Acessado em 06 de fevereiro de 2024.
20. Kandarpa K, Schneider V, Ganapathy K. Human health during space travel: an overview. *Neurol India*, 2019; 67(8 Suppl):S176–81.
21. Kim W, Tengra FK, Young Z, Shong J, Marchand N, Chan HK, et al. Spaceflight promotes biofilm formation by *Pseudomonas aeruginosa*. *PLoS One*, 2013; 8(4):e62437.
22. Lueken SA, Arnaud SB, Taylor AK, Baylink DJ. Changes in markers of bone formation and resorption in a bed rest model of weightlessness. *J Bone Miner Res*, 1993; 8(12):1433-8.
23. Orwoll ES, Adler RA, Amin S, Binkley N, Lewiecki EM, Petak SM, et al. Skeletal health in long-duration astronauts: nature, assessment, and management recommendations from the NASA Bone Summit. *J Bone Miner Res Off J Am Soc Bone Miner Res*, 2013; 28(6):1243–55.
24. Pereira EM, Da Silva VC. Manual de Biossegurança em Odontologia. EDUFMA, 2021. 92 ps. Disponível em: <https://www.edufma.ufma.br/wp-content/uploads/2021/02/Manual-de-Biosseguranc%CC%A7a-em-Odontologia-.pdf> Acessado em 06 de fevereiro de 2024.
25. Porto Editora – Primeira Viagem Espacial na Infopédia [em linha]. Porto: Porto Editora. [consult. 2024-02-06 17:40:22]. Disponível em [https://www.infopedia.pt/\\$primeira-viagem-espacial](https://www.infopedia.pt/$primeira-viagem-espacial)
26. Ramos MV. Alterações musculoesqueléticas em ambiente de microgravidade. [Dissertação]. Lisboa: Faculdade de Medicina - Universidade de Lisboa, 2019.
27. Skylab. Wikipédia, a enciclopédia livre, 2024. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Skylab> Acessado em 06 de fevereiro de 2024.
28. Spezzia S, Calvoso Júnior R. Reparação Óssea Alveolar, Metabolismo Do Cálcio, Fósforo E Osteoporose. *UNINGÁ Review*. 2013;13(1):136-42.
29. Squire M, Brazin A, Keng Y, Judex S. Baseline bone morphometry and cellular activity modulate the degree of bone loss in the appendicular skeleton during disuse. *Bone*, 2008; 42(2):341–9.
30. Stein TP. Weight, muscle and bone loss during space flight: another perspective. *Eur J Appl Physiol*, 2013; 113(9):2171–81.
31. Urbaniak C, Reid G. The potential influence of the microbiota and probiotics on women during long spaceflights. *Womens Health*, 2016; 12(2):193–8.
32. Urbaniak C, Lorenzi H, Thissen J, Jaing C, Crucian B, Sams C, et al. The influence of spaceflight on the astronaut salivary microbiome and the search for a microbiome biomarker for viral reactivation. *Microbiome*, 2020; 8(56):1-14.
33. West JB. Physiology in microgravity. *J Appl Physiol*, 2000; 89(1):379–84.
34. Wikipédia, a enciclopédia livre. Viagem espacial. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Viagem_espacial Acessado em 06 de fevereiro de 2024.