



Visual Field Analyzer

اسلیت لمپی: این تست نیز یکی از تست‌های مهم چشم است که با اسلیت لمپ یا بیومیکروسکوپ، بخش‌های مختلف چشم فشانوردان معاینه می‌شود تا اگر مشکلات پاتولوژی مانند زخم یا عفونت و خونریزی و یا اختلالات ساختاری در بافتهای چشم وجود دارد، تشخیص داده شود. فشانوردان، قبل و بعد از پرواز، باید با اسلیت لمپ، مورد ارزیابی کامل قرار گیرند تا تغییراتی که در طول مأموریت فضایی، در ساختار چشم ایجاد می‌شود تشخیص داده شود.



MRI: تصویر برداری رزونانس مغناطیسی یا MRI یک تست مهم محسوب می‌شود که با ایجاد یک میدان مغناطیسی در اطراف چشم و مغز، وضعیت بافت‌ها، تغییر شکل آنها و تجمع مایعات و ... را به خوبی نشان می‌دهد. که قبل و بعد از پرواز، روی همه‌ی فضانوردان باید انجام شود. چندین پارامتر کلیدی که نشان دهنده‌ی افزایش فشار داخل جمجمه و اثرات آن بر ساختارهای چشم می‌باشد، در حین اسکن MRI اندازه‌گیری می‌شود. فلت شدن خلفی کره‌ی چشم، ضخیم شدن غلاف عصب اپتیک، پیچ و تاب آن و افزایش فشار مایع مغزی-نخاعی هم در MRI معلوم می‌شود.

یافته‌های کلینیکی در معاینات چشمی فضانوردان بعد از مأموریت

در جولای ۲۰۱۲، ۱۱ کیس میکروگراویتی اوکولار سیندروم، از فضانوردان ایستگاه فضایی بین المللی مورد ارزیابی قرار گرفتند. همه‌ی کیس‌ها مذکر و از خدمه‌ی ایستگاه فضایی بین المللی بودند که به مدت ۶ ماه در فضا اقامت داشتند. تغییرات بینایی، طی سه هفته تا سه ماه گزارش شد. (جدول ۱) بعد از بازگشت به زمین تا حدود سه یا چهار ماه، وضعیت فضانوردان پیشرفت نکرد.

Table 1

Post-flight ophthalmic changes seen in 11 cases presented by astronauts after long-duration missions on-board the ISS. * = Cases that are also presented in Mader et al. [1]. OD = Oculus Dexter (right eye), OS = Oculus Sinister (left eye), Refraction change = Spherical equivalent, RNFL = Retinal Nerve Fiber Layer, ONS = Optic Nerve Sheath, CSF = Cerebrospinal Fluid, R+n = n days after return to earth.

Source: NASA.

Case	Refraction change (Pre-/Postflight)	Choroidal folds	RNFL thickening (OCT)	Optic disc edema	Cotton wool spots	Globe flattening	ONS distension	CSF pressure (cm H ₂ O)
1*	OD: -1.50 OS: -2.25	OD OS: -2.50	-	-	OD	Not assessed	Not assessed	Not measured
2*	OD: +0.75 OS: +0.75	OD: +2.00 OS: +1.75	Both eyes (OD > OS)	Present	Grade 1 (OD > OS)	OS	OD and OS	Elevated 22 at R+66 days 26 at R+17 months 22 at R+19 months
3*	OD: -0.50 OS: -0.25	OD: Plano OS: Plano	-	Severe (OD > OS)	Grade 3 (OD), Grade 1 (OS)	-	OD	Elevated 21 at R+19 days
4*	OD: -1.00 OS: -0.25	OD: +0.50 OS: +0.50	OD	Mild (OD > OS)	Grade 1 (OD)	-	OD > OS	Elevated 28.5 at R+57 days
5*	OD: -6.50 OS: -5.75	OD: -5.75 OS: -5.50	-	Mild/moderate (OD)	-	-	OD and OS	Not measured
6*	OD: +0.25 OS: Plano	OD: +1.75 OS: +1.00	OD	Mild	Grade 1 (OD)	OS	OD > OS	Not measured
7*	OD: +1.25 OS: +1.25	OD: +2.75 OS: +2.50	Both eyes (OD > OS)	Moderate	Grade 1 (OD and OS)	-	OD and OS	Elevated 28 at R+12 days
8	OD: +1.50 OS: +1.50	OD: +1.50 OS: +1.75	Both eyes (OS > OD)	Mild	Grade 1 (OD and OS)	-	OD and OS	Not measured
9	OD: Plano OS: Plano	OD: +0.50 OS: +0.50	-	Mild (OD)	Grade 1 (OD)	-	OD and OS	Not measured
10	OD: +1.75 OS: +1.75	OD: +2.50 OS: +2.25	-	-	-	OD	Not assessed	Not measured
11	OD: -0.50 OS: -0.75	OD: Plano OS: -0.25	Both eyes (OS > OD)	-	-	-	OD and OS	Not measured

شرح جدول نتایج

رفرکشن: رفرکشن، همان چیزی است که در بین عامه‌ی مردم به نمره‌ی چشم، معروف است؛ که این یک اصطلاح غلط است؛ بلکه صحیح آن، همان میزان خطای انکساری است. در مطالعه‌ی مذکور، تغییر رفرکشن به خوبی نمایان است و در کل جمعیت مورد مطالعه مشهود است بخصوص در کیس‌های ۲، ۴، ۶ و ۷ که تغییرات بسیار بزرگی محسوب می‌شوند به نسبت بازه‌ی ۶ ماهه‌ای

که تغییر در آن روی داده است و به هیچ وجه کل این تغییر به خاطر سن فضانوردان و پربایوپیا (پیر چشمی) نیست بلکه بخش عمده‌ی این تغییر به خاطر شرایط فضا است.

در کیس ۲ حدود یک دیوپتر تغییر هایپروپیک شیفت (میل به دوربینی) را در هر یک از چشم‌ها، مشاهده می‌کنیم که بسیار قابل توجه است. در کیس ۴ چشم راست، یک و نیم دیوپتر هایپروپیک شیفت دارد و در کیس ۶ هم باز همین اتفاق برای چشم راست افتاده است.

اصطلاح دوربینی نیز یک اصطلاح غلط است که در بین عامه جا افتاده است. در واقع، فردی که هایپروپ (دوربین) است، نه نزدیک را خوب می‌بیند نه دور.

یکسان نبودن تغییرات برای افراد مختلف، نشان از تأثیر عوامل دیگری در این تغییر دارد از

جمله حساسیت‌های فردی و ویژگی‌های بافتی و...

این تفاوت‌ها حتی در یک فرد، بین دو چشم هم مشهود است؛ با این حساب ممکن است

بعضی فضانوردان گزارش بهبود دید در مدت اقامت در فضا بدهند چون کیس‌هایی که مایوپ بوده‌اند، کم کم به سمت *Plano* و رفع مایوپیی پیش رفته‌اند (البته اگر سایر تغییرات پاتولوژیک آنها شدید نباشد).

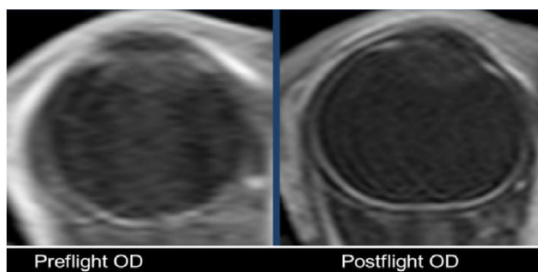
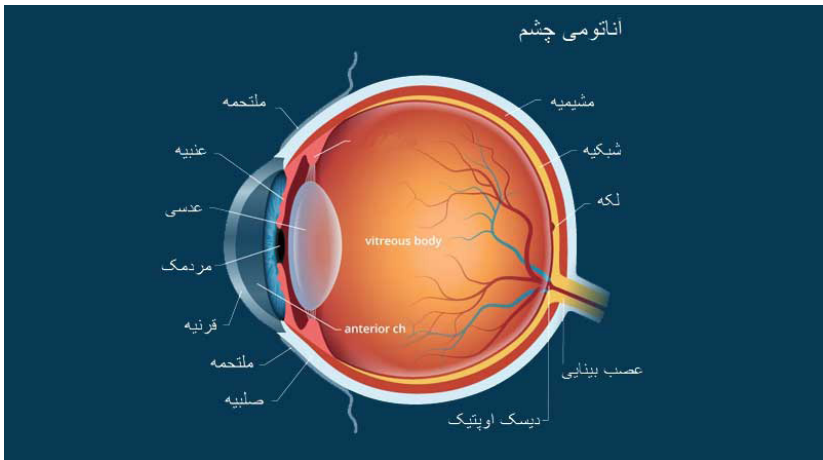


Fig. 3. Pre-flight and post-flight MRI of the OD (right eye), showing significant flattening of the globe post-flight, thought to be caused by increased ICP. Source: NASA.

هایپروپ شدن این چشم به علت فلت شدن شدید قسمت خلفی که کاملاً در تصویر مشهود است.

چشم و بدن در میکروگراویتی ۴۱

چین‌های مشیمیه (Chroidal folds): مشیمیه لایه‌ی میانی چشم است که در بین شبکیه و صلبیه (اسکلرا) قرار دارد و لایه‌ای است که حاوی رگدانه و عروق خونی است که چشم را تغذیه می‌کنند.



در حالت عادی، مشیمیه مانند یک پرده، به صورت کروی شبکیه را در بر گرفته است و وقتی بخش خلفی چشم، به علت فشار، تخت می‌شود، مشیمیه در آن قسمت از حالت کروی به حالت تخت در می‌آید و واضح است که وقتی پرده‌ای کروی را بدون تغییر مساحت، تخت کنیم، چین بر می‌دارد. چین‌های مشیمیه به صورت قابل توجهی در کیس‌هایی دیده می‌شوند که شیفت هایپروپی قابل توجه داشته‌اند؛ علاوه بر آن، نکته‌ی جالبتر اینجاست که در همه‌ی کیس‌ها، در مقایسه‌ی دو چشم هر فرد، چشمی که شیفت هایپروپی بیشتری داشته، چین‌های مشیمیه‌ای بیشتری نیز داشته است که این می‌تواند ما را به این سو سوق دهد که فلت شدن گلوب (کره‌ی چشم)، که سبب فولدهای کروئید می‌شود، سبب شیفت هایپروپیک بوده است. و این فرضیه‌ای را تأیید می‌کند که علت تغییرات چشم، افزایش ICP و فشار به خلف گلوب است.

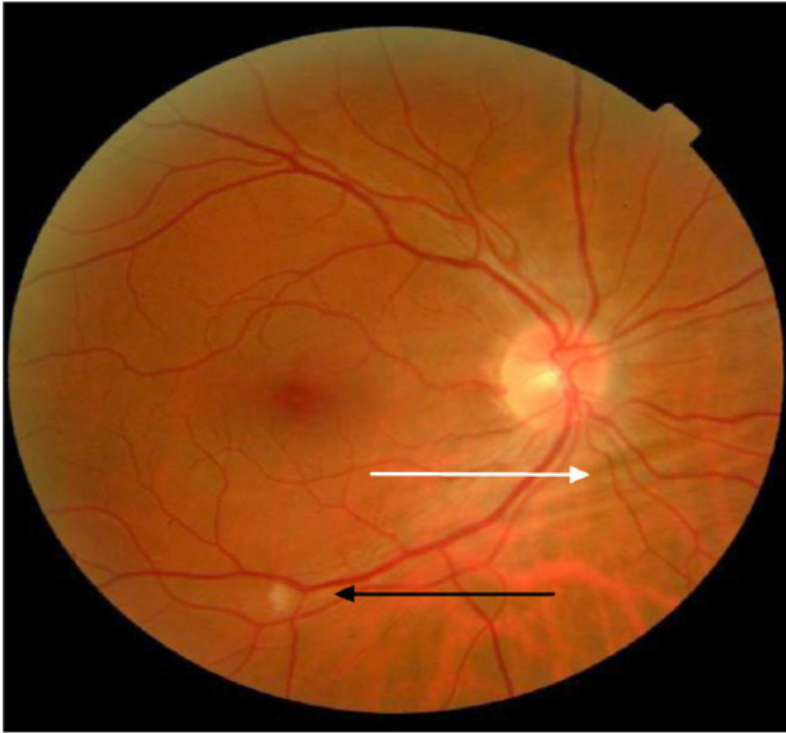


Fig. 1. Fundoscopic picture of the back of the eye post-flight (R+19 days) showing a cotton wool spot (dark arrow) and choroidal folds (light arrow).
Source: NASA.

چین‌های مشیمیه و cotton wool spot در چشم یک فضانورد

ضخیم شدن RNFL: لایه‌ی فیبرهای عصبی شبکیه، تقریباً داخلی‌ترین لایه‌ی کره‌ی چشم است که در سطح داخلی شبکیه قرار دارد و متشکل از فیبرها و آکسون‌های سلول‌های انتقال‌دهنده‌ی پیام‌های بینایی به مغز است. این فیبرها از سرتاسر شبکیه جمع می‌شوند و از دیسک اپتیک وارد عصب اپتیک می‌شوند. تقریباً در همه‌ی کیس‌هایی که هایپروپیک شیفت و کروئیدال فولد دارند، ضخیم شدن این لایه دیده می‌شود و این تغییرات نیز می‌تواند مرتبط به تغییرات قبلی باشد.

ادم (تورم) دیسک اپتیک: دیسک اپتیک، محلی در شبکیه است که فیبرهای عصبی از آنجا از شبکیه خارج می‌شوند و عصب اپتیک را تشکیل می‌دهند. ادم یا تورم دیسک اپتیک، زمانی اتفاق می‌افتد که مایعات به داخل آن نفوذ کنند که این خود می‌تواند به علت بالا رفتن فشار داخل جمجمه‌ای یا مایع مغزی-نخاعی باشد. در اکثر کیس‌ها این عارضه هم ثبت شده است بخصوص در کیس‌هایی که تغییرات قابل توجهی در سایر پارامترها داشتند؛ و این کاملاً مورد انتظار است چون افزایش فشار مایع مغزی-نخاعی و *ICP* می‌تواند به ادم دیسک اپتیک منجر شود. یافته‌های مذکور تأیید می‌کنند که یک فشار، همواره به خلف کره‌ی چشم وارد می‌شده است و این تغییرات را ایجاد کرده است.

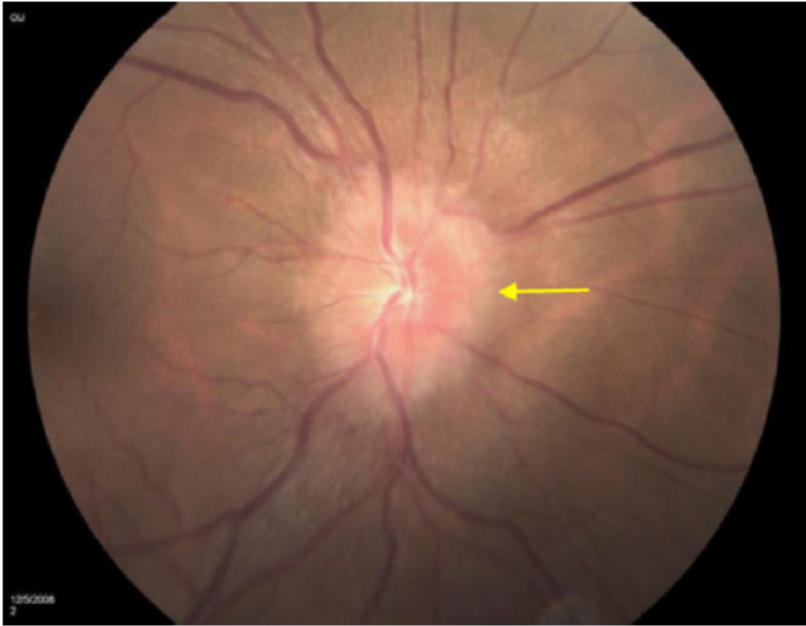


Fig. 2. Fundoscopic picture of the retina and optic disc taken postflight (R+5 days) showing grade 3 optic disc edema (arrow).

Source: NASA.

فاندوسکوپی چشم یک فضانورد، ادم دیسک اپتیک (گرید ۳) را نشان می‌دهد.

Cotton Wool Spots: نقاطی سفید یا زرد رنگ در شبکیه هستند که نشانه‌ی آسیب فیبرهای عصبی و هایپوکسی و ایسکمی (آسیب به سلول‌ها به علت کمبود اکسیژن) هستند. در واقع، این نقاط سفید، همان فیبرهای عصبی هستند که دچار کمبود اکسیژن شده اند (به علت فشاری که به این‌ها در عصب اپتیک وارد می‌شود) و سفید رنگ شده‌اند. در ۴ تا از کیس‌ها، این عارضه را می‌بینیم که هرکدام یک چشمشان دچار شده است؛ و ۳ تا از این ۴ کیس، در همان چشمی که تغییرات شدید رفراکشن داشته‌اند، *CWS* دارند و این باز، تأییدی است بر فشار وارده بر سلولهای عصبی از خلف کره‌ی چشم.