

نورولوژی در پرواز

دکتر محمد حسین شهبازی^۱، *دکتر کامیاب علیزاده^۲

چکیده

مقدمه: اختلالات نورولوژی در بررسی‌های اولیه گروه پروازی از اهمیت بالایی برخوردارند. در این مقاله سعی بر آن شده است تا مرور کلی بر اختلالات نورولوژی در وضعیت پرواز با استفاده از دستورالعمل‌های موجود برای خلبانان صورت گیرد.

روش بررسی: این مطالعه با استفاده از جستجو در بانک‌های اطلاعاتی **Medline**، **Scopus** و **Embase** و کتب مرجع طب پرواز به روز رسانی شده است.

یافته‌ها: در این مطالعه دستورالعمل‌های اختلالاتی مثل سردرد، تشنج، و سایر بیماری‌های اعصاب محیطی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین نقش تست‌های روتین نوروفیزیولوژی نیز بررسی شد.

بحث و نتیجه‌گیری: از آنجا که اختلالات نورولوژیک شایع‌ترین دلیل عدم صلاحیت گروه پروازی می‌باشد تحقیقات بیشتر برای درک اثرات تغییر فشار بر روی عملکرد نورولوژی مورد نیاز است.

کلمات کلیدی: نورولوژی، پرواز، دستورالعمل

(سال چهاردهم، شماره سوم، پاییز ۱۳۹۰، مسلسل ۴۱)

تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۱۸

مجله علمی ابن سینا / اداره بهداشت و درمان نهاجا

تاریخ دریافت: ۹۰/۳/۲

۱. استادیار بیماری‌های مغز و اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی آجا بیمارستان بعثت نهاجا (مؤلف مسؤل)
۲. پزشک پژوهشگر، مرکز تحقیقات طب هوا-فضا، اداره بهداشت و درمان نهاجا

مقدمه

آنهایی که دچار نقص عملکردی گذارا می‌شوند را پیش‌بینی کند. برای فردی که هرگز سابقه اورا نداشته باشد، غیرمعمول نخواهد بود که به صورت ناگهانی در طی یک حمله دچار نقص عملکردی گذرا شود. پیش‌بینی دچار شدن به نوع اورا در فردی که هرگز اورا نداشته است غیر ممکن می‌باشد. می‌گرن اغلب به صورت دوره‌ای می‌باشد و می‌تواند به صورت طولانی فرو نشانده شود، قوانین برای خلبانان خصوصی کمتر محدود کننده هستند و آنها می‌توانند بصورت کوتاه پرواز داشته باشند بنابراین خطر پرواز بسیار ناچیز است.

کارآموزان یا متقاضیان استخدام در گروه پرواز و

کنترل ترافیک

نظامیان و همچنین خلبانان تجاری یا کنترل ترافیک صلاحیت ورود ندارند. خلبانان خصوصی نیز برای اخذ گواهی بدون محدودیت، باید تعداد حملات کم و خفیف داشته باشند و بیشتر از دو بار در سال حمله رخ ندهد و اورای بینایی نیز وجود نداشته باشد.

گروه پروازی آموزش دیده

افرادی که تعداد حملات کم دارند (خلبانان و همچنین در سایر وظایف پروازی) بصورت انفرادی نباید انجام وظیفه نمایند و باید به عنوان کمک خلبان و یا به همراه وی پرواز انجام شود.

افراد با حملات زیاد و یا می‌گرن شدید صلاحیت پرواز ندارند. اگر یک خلبان یا سایر خدمه پرواز سابقه‌ای از می‌گرن بدهند و به مدت بیش از ۲ سال بدون عود باقی بمانند، محدودیت‌ها برداشته خواهد شد. در غیر این صورت "عدم صلاحیت پرواز انفرادی" تا زمان نامعین باقی می‌ماند [۲].

سایر اختلالات نورولوژی و پرواز

تفسیر حالت‌هایی مثل بیهوشی موقت، عدم هوشیاری و سنکوپ طیف بسیار گسترده‌ای را شامل می‌شود. برای تمایز حالات مختلف مثل سرگیجه، از دست دادن حافظه هیستریک،

نظارت بر امنیت پرواز برای هر کدام از اختلالات نورولوژی شامل سردرد، بیهوشی موقت، عدم هوشیاری و سنکوپ، عدم تعادل، تشنج، ترومای سر، جراحی اعصاب، انفارکتوس مغزی، عفونت، دمانس و بیماری‌های دژنراتیو، بیماری‌های اکستراپیرامیدال، میلین، تومورها و نوروپاتی‌های محیطی دارای دستورالعمل خاص می‌باشد. سر درد به شکل تشنج از یک سو و به صورت می‌گرن از سوی دیگر مورد بررسی قرار می‌گیرد. ابتدا باید سردرد اولیه از سردرد ثانویه ناشی از سایر دلایل مثل نورالژی‌ها، تومورها یا آرتزیت متمایز شوند. یک شرح حال دقیق که شامل کیفیت سردرد، عوامل تشدید کننده و کاهش دهنده آن، تعداد، روند پیدایش و حالت‌های همراه با آن مثل گریز از نور و صدا، علائم بینایی، پارسستی، شدت و میزان تأثیر درمان همگی عوامل مهمی در تصمیم‌گیری هستند. تمایز می‌گرن از حمله ایسکمیک گذرا (TIA) بسیار مهم است. همچنین احتمال بالقوه ایجاد استروک ناشی از می‌گرن باید مد نظر قرار گیرد. استخدام کارکنان پروازی و خلبان براساس شایستگی فرد انجام می‌شود و بدون دلیل محکم و فقط با تشخیص سردرد، هیچگونه محدودیتی اعمال نمی‌شود [۱].

می‌گرن و پرواز

می‌گرن یک بیماری شایع می‌باشد. در جمعیت‌های مختلف شیوع آن در زنان ۲۰-۱۵٪ و در مردان ۱۰-۸٪ نشان داده شده است. این بیماری غیرقابل پیش‌بینی است. در انواع می‌گرن که با اختلالات نورولوژیک (اورا) همراه است صدمه کمتری به کار خدمه پرواز و یا گروه کنترل ترافیک هوایی می‌رساند بخصوص در مورد اورای بینایی، سردردهای شدید، استفراغ‌های شدید، فوبیا و کاهش هوشیاری تدریجی این آسیب‌ها شدیدتر می‌باشد. اگر چه مطالعات بالینی احتمال وجود دو وضعیت جداگانه می‌گرن با اورا و می‌گرن بدون اورا را مطرح می‌کنند، هیچ شاخص بیولوژیکی برای افتراق این دو حالت وجود ندارد، تا

تعریف می‌شوند، نمی‌توانند گواهینامه پرواز بگیرند. آنهایی که تجربه تشنج داشته‌اند ولی به عنوان صرع تشخیص داده نشده‌اند، ممکن است برای گرفتن استانداردهای پزشکی مورد بررسی بیشتر قرار بگیرند.

استانداردهای نظارتی برخی شرایط خاص را تعریف کرده است که باید هر کدام بصورت جداگانه ارزیابی شوند. این موارد شامل تشنج پارشیال، صرع خواب، تشنج‌های زمان می‌باشد.

موارد مرتبط با ترومای سر جهت ارزیابی مجدد بازگشت به پرواز شامل پیامدهای احتمالی نورولوژیک و احتمال صرع بعد از تروما (PTE) می‌باشند؛ پیامدهای نورولوژیک ناشی از نیروهای شتاب دهنده مثبت و منفی است که باعث آسیب‌های کانونی به نواحی ارییتال، فرونتال و تمپورال قدامی می‌شوند. آسیب منتشر به ماده سفید ممکن است با آسیب کورتیکال همراه باشد. این موارد به صورت نقص بالقوه در زمان عکس‌العمل، اختلال حافظه، کاهش پایداری در عملیات ذهنی حد بالا، خستگی ذهنی، کاهش توجه، کاهش تمایل به آغاز و یا ادامه دادن فعالیت‌ها، کاهش توانایی طرح‌ریزی و یا داشتن سطح کارایی متغیر تعریف می‌شوند. احتمال وجود اختلال مخفی با وجود سلامت IQ و وضعیت ذهنی مطرح است که نیاز به ارزیابی تخصصی نورولوژی دارد. این اختلالات با گذشت زمان بهبود می‌یابند.

مدت زمان فراموشی بعد از تروما (PTA) نیاز به توجه خاص دارد: PTA کمتر از یکساعت منجر به تعلیق از وظایف پروازی به مدت یک ماه می‌شود. PTA بین یک ساعت تا ۲۴ ساعت ۳ ماه و بیشتر از ۲۴ ساعت منجر به حداقل یکسال تعلیق از کار می‌گردد.

تب و تشنج‌های کودکان (FC) و یا سابقه خانوادگی صرع ریسک همراهی با PTE را افزایش می‌دهد. PTE در اولین هفته بعد از تروما باعث افزایش ریسک صرع به میزان ۲۵٪ می‌شود در حالی که تشنج بلافاصله پس از تروما باعث افزایش ریسک نمی‌شود. این تشنج‌ها به عنوان PTE زود هنگام شناخته می‌شوند. خونریزی داخل مغزی بخصوص نوع

صدمه مغزی، فراموشی کلی گذرا و یا نقص بینایی ساده شرح حال باید گرفته شود تا علل نورولوژی از قلبی متمایز شود. در این موارد نیز هر کدام بصورت جداگانه باید ارزیابی شده و در کمیسیون متناسب با آن مطرح شود. عدم تعادل می‌تواند به صورت سرگیجه وضعیتی خوش‌خیم (BPV)، وستیبولوپاتی حاد محیطی، بیماری منیر و وستیبولوپاتی حاد وضعیتی عود کننده (ARPV)، سرگیجه آلترناتیو، سرگیجه آنی یا لایبرنتیت عدم عملکردی و یا کاهش عملکردی، اختلال تعادل وستیبولار یا سرگیجه چند سنسوری باشد. بررسی این بیماری‌ها نیز براساس تشخیص و پاسخ به درمان می‌تواند بصورت انفرادی انجام گیرد. استانداردهای نظارتی بیان می‌کند که چون درمان در این حالت‌ها باعث خواب آلودگی می‌شود، پرواز برای خلبانان قابل قبول نیست.

استانداردهای نظارتی در مورد تشنج بیان کرده‌اند که گرایش به تشنج صرعی یک فنومن همه یا هیچ نیست. اغلب مردم تحت شرایط خاص ممکن است تشنج داشته باشند. محرومیت از خواب، محرومیت از الکل، بنزودیازپین‌ها بخصوص در داروهایی که آستانه تشنج را پایین می‌آورند در اغلب افراد می‌تواند با تشنج همراه باشد. استانداردهای نظارتی تنها ۲٪ از افراد مبتلا به تشنج و ۳۰-۴۰٪ آنهایی که پس از یک تشنج منفرد احتمال عود داشته باشند را قبول می‌کند. گواهینامه پرواز با در نظر گرفتن صرع نیاز به نظریه پزشک متخصص نورولوژی دارد، همچنین باید عوامل برانگیختگی یا موارد غیر قابل اجتناب در پرواز مد نظر قرار گیرند. این عوامل شامل برخورد با بارقه‌های نوری، لرزش‌های هواپیما و خستگی و بی‌خوابی می‌باشند. تشنج‌های وابسته نور در کمتر از ۱۵٪ افراد دارای صرع ایجاد می‌شود [۳]. باید در نظر داشت که از عوامل محرکی مثل قاعدگی (در همراهی با صرع قاعدگی [۴]) و عوامل قابل اجتناب و فاکتورهای محرک ناچیز در طی پرواز مثل افراط در الکل و یا محرومیت از آن و همچنین خواب به آسانی نمی‌توان جلوگیری کرد. افراد با صرع اثبات شده که طبق تعریف به عنوان بروز بیش از یک تشنج غیر تحریکی

جراحی‌های اعصاب براساس بیماری زمینه‌ای و پیش‌آگهی آن، اختلالات نورولوژیک، نوع جراحی، خطر بروز صرع پس از جراحی و موضع جراحی ارزیابی می‌شود. تمامی موارد به عنوان مشکوک تلقی شده و بنابراین بررسی هر یک بصورت جداگانه انجام می‌گیرد.

بیماری‌های عروقی مغز باید در کمیسیون پزشکی بررسی شوند. عفونت‌های CNS نیز در این گروه قرار می‌گیرند. در این موارد حداقل ۶ ماه تعلیق برای منژیت و آنسفالیت در نظر گرفته می‌شود. در مورد دمانس باید توجه ویژه شود و در موارد مشکوک و یا مواردی که عملکرد فرد هنگام معاینه با گزارش‌های مرتبط با وی تطابق ندارد باید ارزیابی تست‌های اولیه انجام گیرد. هنگامی که دمانس بصورت پیشرونده باشد باید سریعاً ارزیابی خروج از خدمت انجام گیرد.

بیماری‌های اکستراپیرامید (پارکینسون) و دمی‌لینزاسیون (MS) نیز باید در کمیسیون پزشکی مطرح شود. در مورد پارکینسون خروج سریع از خدمت لازم نیست ولی ممکن است ارزیابی دقیق‌تر برای تحت نظر گرفتن سیر بیماری مورد نیاز باشد تا محدودیت‌های گواهینامه پرواز به حداقل برسد و یا از مهارت فرد به عنوان یک "کمک خلبان" استفاده شود. در مورد MS ارزیابی بصورت جداگانه با بررسی معمولی نورولوژی انجام می‌شود. تومورهای داخل جمجمه و بیماری عصبی محیطی نیز باید بررسی تخصصی شوند. در بیمارهای اعصاب محیطی باید خطر از بین رفتن سیستم اتونوم مد نظر قرار گیرد چون ممکن است باعث سنکوپ شده و که در این موارد خروج از خدمت مطرح می‌شود [۱].

دلایل عدم صلاحیت یک خلبان

در گذشته بیشترین علل عدم صلاحیت یک خلبان مرتبط با بیماری‌های قلبی بود که بیش از ۲ برابر علل نورولوژی را شامل می‌شد (۰/۵۹ در هر ۱۰۰۰ خلبان در سال در مقابل ۰/۲۶ برای دلایل نورولوژی و ۰/۲۰ برای اختلالات روانی) اطلاعات جدیدتر نشان داده است که بیشترین دلایل خروج از

کورتیکال با ریسک PTE به میزان ۴۵-۲۵٪ همراه است و جهت ارزیابی، MRI مناسب می‌باشد. ولی پس از هفته اول (دوره PTE زود هنگام) این خطر با گذشت زمان کاهش می‌یابد بطوری که بعد از ۲ سال به میزان ۲۰٪ ریسک اولیه می‌رسد و پس از ۴ سال ۱۰٪ است. استانداردهای نظارتی پرواز فقط در صورتی که ریسک PTE کمتر از ۱٪ باشد اجازه پرواز را صادر می‌کند.

سکل‌هایی که معمولاً باعث رد شدن در ارزیابی‌ها می‌شود شامل: صرع، هماتوم داخل مغزی، فیستول دایمی CSF، زخم‌های اولیه باز مغزی و وجود هرگونه نقص نورولوژی دایمی می‌باشد. دستورالعمل‌ها برای دریافت گواهینامه مجدد بطور قابل ملاحظه‌ای بیشتر محدود کننده هستند و شامل موارد ذیل می‌باشند.

۱- PTA کمتر یا مساوی ۳۰ دقیقه بدون باقی گذاشتن سکل و با معاینه نورولوژیک طبیعی اگر CT نرمال باشد طی ۳-۴ ماه ممکن است به وظایف معمول خود برگردد.

۲- PTA بین ۰/۵ تا ۲۴ ساعت با MRI و EEG نرمال پس از یک سال قابل قبول خواهند بود مگر اینکه PTE زود هنگام داشته باشد که باید بصورت فردی ارزیابی شود.

۳- PTA بیشتر از ۲۴ ساعت اگر تمام موارد نرمال باشند پس از ۲ سال قابل قبول خواهند بود ولی ممکن است به انجام تست شبیه‌ساز پرواز نیاز باشد.

۴- ترومای سر به همراه خونریزی داخل مغزی یا نقص فوکال بدون نقص نورولوژی و سایکولوژی اثبات شده (تا ۷-۵ سال بعد از حادثه) ممکن است بعد از ۷ سال به وظایف خود برگردد. آنهایی که دارای نقص نورولوژی-سایکولوژی هستند بصورت فردی مورد ارزیابی قرار می‌گیرند و MRI جهت ارزیابی خونریزی باید انجام شود.

۵- داروهای ضد صرع ممکن باعث مخفی ماندن PTE شود، از اینرو دوره بدون تشنج فقط زمانی آغاز می‌شود که این داروها قطع شوند و اگر ریسک تشنج بیشتر از ۱٪ باشد، فرد غیرقابل قبول محسوب می‌شود.

داشتن یک تشنج منفرد و دوره‌ی بدون عود مجدد تا ۱۰ سال بعد، اجازه پرواز صادر شود [۱۲].

اصولاً در بیمار با یک تشنج منفرد نمی‌توان تشخیص صرع را قطعی دانست. مونیگو و گریس [۱۳] موردی را گزارش نمودند که تشنج ایجاد شده در مرحله آموزش هیپوکسی نرموباریک طی مرحله‌ی محرومیت از خواب و شکست اکسیژناسیون دوباره (اصولاً به دلیل عدم جذب مناسب) با اکسیژن ۱۰۰٪ (اکسیژن پارادوکس) بود. این دانشجوی پرواز یک روز قبل از تشنج در معاینه نورولوژی طبیعی بود و دو EEG نرمال و MRI مغزی طبیعی داشت.

بررسی این گزارش وجود فاکتورهای مختلف مرتبط با تشنج و پرواز را برجسته‌تر نشان می‌دهد [۱۳]. این عوامل شامل احتمال عدم صلاحیت حین پرواز، شدت اپیزودها، عملکرد خدمه پرواز در هواپیما و تقاضای خلبانان براساس نوع/مدل هواپیما می‌باشد. یک پزشک هوایی باید براساس شدت و ریسک بیماری را بررسی کند تا کفایت فرد برای بازگشت به وظایف پروازی ارزیابی شود.

عوامل پاتوفیزیولوژی

نورولوژی بالینی معمولاً در شرایط طبیعی انجام می‌شود؛ در فشار یک اتمسفر که اکسیژن ۲۱٪ و نیتروژن ۷۸٪ وجود دارد [۱۷]. همانطور که در بیمار فوق دیده شد، تغییر شرایط طبیعی احتمال بروز عوارض را ایجاد کرد.

شرایط پرواز با شرایط طبیعی متفاوت است؛ هیپوکسی و تغییرات شتاب (که باعث می‌شود به سیستم وستیبولار تأثیر بگذارد) و اثرات حجمی ناشی از تغییرات در فشار اطراف (به صورت تدریجی و یا به سرعت) همگی شرایط غیر طبیعی هنگام پرواز هستند.

سیستم CNS نسبت به کاهش اکسیژن در برخی شرایط خاص آسیب‌پذیر است. این شرایط غیرطبیعی که در پرواز ممکن است ایجاد شود شامل مسمومیت بافتی، هیپوکسی با افزایش کربنات خون، هیپوکسی ناشی از ایستایی و همچنین

خدمت شامل علل نورولوژی و بای پس قلبی بوده است. میزان خروج از خدمت با دلایل قلبی پس از سال ۱۹۹۷ کمتر شد که احتمالاً به دلیل بهبود در رویکردهای درمانی و پیگیری بوده است. طبق قوانین پرواز، خلبانانی که جراحی بای پس کرونری داشته باشند در حال حاضر می‌توانند به وظایف پروازی خود بدون محدودیت برگردند. ولی اکثریت علل خروج از خدمت مربوط به اختلالات نورولوژی به دلیل بیماری‌های CNS بوده است که اغلب براساس یافته‌های غیرطبیعی در تست‌های نوروفیزیولوژی تصمیم‌گیری می‌شوند.

تست‌های نوروفیزیولوژی

برخی منابع استفاده از EEG برای غربالگری خلبانان قبل از ورود به خدمت را حتی در صورتی که فرد بدون علامت باشد ضروری می‌داند [۵] سایر مطالعات با این رویکرد هم عقیده نیستند [۶]. در نیروی هوایی ایالات متحده استفاده روتین از EEG از سال ۱۹۸۷ منسوخ شد. همچنین USN و NASA هم به ترتیب در سال‌های ۱۹۸۱ و ۱۹۹۵ آنرا انجام ندادند. مطالعات مختلفی برای بررسی ارزش اخباری EEG انجام شده است [۷-۱۱]. در مطالعه‌ای که بر روی ۲۸۶۵۸ دانشجوی پرواز انجام گرفت، EEG ۳۱ نفر غیر طبیعی بود و از بین آنها یک نفر تشنج داشت، از طرف دیگر ۴ نفر از ۲۸۶۲۷ نفر باقیمانده با EEG طبیعی تشنج داشتند. این نکته مثبت کاذب و منفی کاذب را در این تست نشان می‌دهد و به نگرانی در مورد هزینه‌بر بودن آن می‌افزاید. یک مطالعه آینده‌نگر بر روی EEG خلبانان ارتش که ۶ سال بطول انجامید نیز بر هزینه‌بر بودن این تست تأکید می‌کند [۱۱].

تشنج، صرع و پرواز

استانداردهای ایالات متحده بیان می‌کند که خلبانان تجاری که صرع آنها تشخیص داده شده باشد باید بطور اتوماتیک از پرواز خارج شوند. یک خلبان شخصی براساس شرایط خاص و مطمئن با ارزیابی جداگانه می‌تواند دوباره گواهینامه بگیرد. در ایالات متحده ممکن است برای خلبانان عمومی در صورت

[۱۳]. EEG کاهش امواج را نشان می‌دهد و فعالیت دلتا بیشتر از دیس شارژهای صرعی شکل است [۱۴].

آمبولی هوا ممکن است اتفاق افتد که در ۵٪ موارد هوا وارد رگ‌های قلبی می‌شود و در ۹۵٪ به عروق مغزی می‌رسد. کمپرسیون هیپرباریک و مایع درمانی در این موارد استفاده می‌شود (همانطور که در بیماری دکمپرسیون مورد استفاده قرار می‌گیرد). این حالتی است که دکمپرسیون سریع در ارتفاعات بسیار بالا رخ می‌دهد.

بحث و نتیجه‌گیری

ارزیابی کامل نورولوژی در پرسنل پروازی نیاز به بررسی دارد. استانداردهای نظارتی امنیت پرواز صریحاً این نکته را خاطرنشان می‌کند که اختلالات نورولوژیک شایع‌ترین دلیل عدم صلاحیت خلبانان و پرسنل پروازی است. تست‌های روتین نورولوژی در افراد کاندید پرواز که علامتی ندارند غیر مؤثر و هزینه‌بر هستند که هم مثبت کاذب و هم منفی کاذب دارند. این تست‌ها باید برای موارد خاص استفاده شود که تابلوی بالینی بررسی تناسب بیشتر را تضمین کند. هر تشنجی باعث حذف فرد از وظایف پروازی نمی‌شود بلکه به شیوع آن و عوامل تحریک کننده مرتبط است. با وجود تشخیص‌های نورولوژی زیادی که وجود دارند، کمیسیون پزشکی جزء لاینفک همه ارزیابی‌ها می‌باشد. در حال حاضر تأثیر هیپوکسی بر بروز تشنج به اثبات رسیده است. بنابراین تحقیقات بیشتر برای درک اثرات تغییر فشار بر روی عملکرد نورولوژی مورد نیاز است.

هیپوکسی به دلیل اختلال اکسیژن رسانی آلوئولی می‌باشند. مسمومیت بافتی هنگامی رخ می‌دهد که سلول‌ها نتوانند از اکسیژن منتقل شده استفاده کنند که به دلایل عملکرد نامناسب سیستم سیتوکروم اکسیداز ایجاد می‌شود و می‌تواند منجر به سیانوز شود. هیپوکسی به همراه افزایش کربنات خون با کاهش ظرفیت گلبول‌های قرمز برای حمل اکسیژن مرتبط است که می‌تواند در شرایط آنمی یا مسمومیت با منوکسید کربن اتفاق بیفتد. هیپوکسی ایستایی زمانی رخ می‌دهد که جریان خون کافی وجود نداشته باشد و ممکن است به علت نیروهای شتاب منفی ایجاد شود. هیپوکسی با اختلال اکسیژن رسانی آلوئولی و عدم تناسب ونتیلاسیون به پرفیوژن ممکن است در ارتفاع که کاهش فشار هوا و کاهش تراکم هوا وجود دارد، رخ دهد. هیپوکسی می‌تواند دید کانونی (tunnel vision) یا تاری دید، خستگی، خواب آلودگی و سردرد ایجاد کند [۱۴]. همچنین گیجی، تغییرات رفتاری و عدم همکاری می‌تواند به وجود آید و نیز ممکن است عدم هوشیاری و حالات تشنجی رخ دهد [۱۳].

یک خلبان ممکن است اثر ناشی از هیپوکسی را تشخیص ندهد ولی اگر متوجه شد باید از اکسیژن اضافی بخصوص در ارتفاع ۱۰/۰۰۰ پا به بالاتر استفاده شود. اگر این اقدام عملی نباشد باید به زیر ۱۰/۰۰۰ پا ارتفاع کاهش یابد.

شتاب‌گیری که باعث نیروی G می‌شود (بخصوص +GZ یا مرحله eye balls-down) نیز باعث کاهش دید و عدم هوشیاری (G-LOC) شود. این رویداد به علت تجمع خون در اندام تحتانی کاهش خونرسانی شبکه‌ی و مغز ایجاد می‌شود [۱۴]. این اثر هیدرواستاتیک بخصوص در پروازهای نظامی اهمیت دارد و با پدیده تجمع تأخیری خون مرتبط است. مرحله بعدی اختلال دید محیطی است که با کاهش فشار اکسیژن شریانی (PaO_2) به میزان کمتر از ۵۰ میلی‌متر جیوه رخ می‌دهد فقدان دید مرکزی و بیهوشی ناگهانی نیز با کاهش PaO_2 به میزان کمتر از ۲۰ میلی‌متر جیوه ایجاد می‌شود.

با کاهش هوشیاری در ۷۰٪ افراد میوکلونوس اتفاق می‌افتد. که در بیمار ذکر شده نیز این پدیده اتفاق افتاده بود

References

1. Beran RG. Neurology in aviation. *Journal of Military and Veterans' Health*. 2010;18(3):18-22.
2. Curdt-Christiansen C, Draeger J, Kriebel J, editors. *Principles and Practice of Aviation Medicine*. Singapore: World Scientific, 2009.
3. Erba G. Preventing seizures from "Pocket Monsters": A way to control reflex epilepsy. *Neurology*. 2001;57(10):1747-8.
4. Quigg M, Smithson SD, Fowler KM, Sursal T, Herzog AG; NIH Progesterone Trial Study Group. Laterality and location influence catamenial seizure expression in women with partial epilepsy. *Neurology*. 2009;73(3):223-7.
5. Hendriksen IJ, Elderson A. The use of EEG in aircrew selection. *Aviat Space Environ Med*. 2001; 72: 1025-33.
6. Clark JB, Riley TL. Screening EEG in aircrew selection: Clinical aerospace neurology perspective. *Aviat Space Environ Med*. 2001;72:1034-6.
7. King WH, Liske E. Electroencephalogram and aerospace safety. *Aerosp Med* 1974;44:90-1.
8. Le Tourneau DJ, Merren MD. Experience with electroencephalography in student naval aviation personnel 1961- 1971: A preliminary report. *Aerosp Med*. 1973;44(11):1302-4.
9. Robin JJ, Tolan GD, Arnold JW. Ten year experience with abnormal EEGs in asymptomatic adult males. *Aviat Space Environ Med*. 1978;49:732-6.
10. Everett WD, Akhovai MS. Follow of 14 abnormal electroencephalograms in asymptomatic US Airforce Academy Cadets. *Aviat Space Environ Med*. 1982;53:277-80.
11. Everett WD, Jenkins SW. The aerospace screening electroencephalogram: An analysis of benefits and costs in the US Air Force. *Aviat Space Environ Med*. 1982;53:495-501.
12. Drazkowski JF. Driving and flying with epilepsy. *Current Neurol. Neurosc Reports*. 2007;7: 329-34.
13. Moniaga NC, Griswold CA. Loss of consciousness and seizure during normobaric hypoxic training. *Aviat Space Environ Med*. 2009;80:485-488.