مقاله مروری

مجله دانشکده پیراپزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران

سال نهم ● شماره ۱ ● بهار و تابستان ۱۳۹۳ ● شماره مسلسل ۱۵

ارزیابی وضعیت گازهای خون شریانی در شرایط هیپوباریک و مقایسه آن با شرایط نرمال در خلبانان جنگنده شکاری

*احسان مرادی[۱]، بهمن اسدی[۲]، دکتر عباس شاهدی[۳]

چکیده

مقدمه و هدف: گازهای خون شریانی (Arterial blood gas [ABG]) یکی از مهم‌ترین تست‌های آزمایشگاهی برای تعیین وضعیت pH، میزان اکسیژن و دی‌اکسید کربن خون و سطح بیکربنات می‌باشد. همچنین می‌توان مقادیر لاکتات و هموگلوبین و الکترولیت‌ها و... را نیز از این تست به دست آورد.ارتفاع محل و فشار هوا می‌تواند بر روی آنالیز گازهای خون شریانی و سطح آن تأثیرگذار باشد، خلبانان با قرارگیری در شرایط کم‌فشار در ارتفاعات بالا در معرض تغییرات گازهای خون شریانی قرار دارند، بررسی این تغییرات می‌تواند گام‌های مهمی در راستای ارتباط این تغییرات با عوارضی که حین پرواز در ارگان‌های مختلف خلبانان رخ می‌دهد باشد.

مواد و روش‌ها: این تحقیق از نوع نظری و از لحاظ روش به شیوه تحلیل محتوا (Content Analysis) انجام گرفته و لازم به ذکر است از مطالبی استفاده شده که صحت آن‌ها در مقالات متعدد به اثبات علمی رسیده و صرفاً نظریه یا تئوری نیست. در روش جمع‌آوری و گردآوری اطلاعات از طریق منابع کتابخانه‌ای، اینترنتی و ترجمه متون حیطه طب نظامی (طب هوا و فضا) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

یافته‌ها: گازهای خون شریانی (ABG) در شرایط مختلف تغییراتی را نشان می‌دهند. آنالیز گازهای خون شریانی شامل: pH، HCO_3^-، PO_2، Base exces، $sPCO_2$، SO_2 است. همچنین می‌توان میزان SBCe (غلظت بی‌کربنات در خون) و HPO_4^{2-} و نیز Total O_2 را نیز از آنالیز گازهای خون شریانی به دست آورد.

بحث و نتیجه‌گیری: در زمینه بررسی گازهای خون شریانی و به خصوص تغییرات آنها در ارتفاعات و شرایط هایپوبار مطالعات اندکی انجام شده است. اغلب این مطالعات به بررسی افرادی که به ارتفاعات صعود کرده‌اند و تغییرات گازهای خون شریانی در این ارتفاعات محدود است.تحقیقات مشابه در شرایط هایپوبار در چامبر یا حین پرواز در هواپیما بر روی تغییرات گازهای خون شریانی صورت گرفته ولی تحقیقاتی که در ارتفاعات صورت گرفته مانند بررسی Somogy و همکاران در کوهنوردان یک آلکالوز متابولیک را باتوجه به هیپوکسی موجود که باعث هایپو ونتیله شدن با تحریک کمورسپتور شده مشاهده شد.

کلمات کلیدی: گازهای خون شریانی، هیپوبار، خلبان جنگنده شکاری، فشار

مقدمه

بسیاری از خلبانان حین پرواز دچار علائم ناشی از تغییرات فشار و تغییرات ناشی از گازهای خون شریانی می‌شوند از جمله این علائم گیجی، بی‌حالی، تهوع، سردرد، سرگیجه، لرزش، تاری دید، سوزش چشم‌ها، تنفس سطحی، درد قفسه سینه کرامپ عضلانی، احساس گرگرفتگی یا سرمای بیش از حد، گرفتگی و گزگز نوک انگشتان، خواب‌آلودگی، کاهش سطح هوشیاری و دردهای احشایی و... می‌شوند.این تغییرات علاوه بر حین پرواز ممکن است آثار

۱ـ دانش آموخته علوم آزمایشگاهی، استریت مستقیم بیوتکنولوژی پزشکی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ارتش، تهران، ایران (*نویسنده مسئول)
آدرس الکترونیک: ehsanmoradi779@yahoo.com

۲ـ کارشناس ارشد بیوشیمی بالینی، عضو هیت علمی، گروه علوم آزمایشگاه، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی ارتش، تهران، ایران

۳ـ پزشک، دانشجوی MPH ژنتیک پزشکی، عضو هیت علمی، دانشکده طب هوا – فضا و زیر سطحی، دانشگاه علوم پزشکی ارتش، تهران، ایران

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-11-15]

درازمدتی نیز روی خلبانان داشته باشد (۱).

تمام تغییرات ذکر شده می‌تواند ناشی از تغییر در گازهای خون شریانی باشد که با ایجاد آسیب بافتی باعث ایجاد این علائم می‌شود با بررسی تغییرات ایجاد شده و بررسی شدت آن در افراد مختلف می‌توان با اتخاذ رویکردهایی جهت کاهش این تغییرات و یا جبران آن با روش‌های دارویی یا... جهت کاهش این عوارض و ایجاد عملکرد بهتر قدم برداشت. همچنین با بررسی افراد مختلف با ساعات پرواز مختلف و ارتفاع پرواز متفاوت، تفاوت بین تغییر گازهای خون شریانی را حین قرارگیری در شرایط کم فشار در دسته‌های مختلف خلبانان بررسی کرد و مشخص نمود که آیا پرواز در ارتفاع متفاوت با مدت زمان پرواز متفاوت در هفته باعث آداپته شدن با این شرایط می‌شود یا خیر؟

یکی از اهداف ابتدایی ساخت چامبر کم‌فشار برای شناسائی علائم هیپوکسی و آموزش به خلبانان برای شناسایی این علائم و استفاده سریع‌تر از اکسیژن تکمیلی حین پرواز بود (۲).خلبانان هواپیماهای جنگنده که در ارتفاع بیشتر از ۱۰/۰۰۰ پا پرواز می‌کنند و خلبانان هواپیماهای مسافربری که در ارتفاع بیشتر از ۱۲۵۰۰ پا پرواز می‌کنند باید به تجهیزات اکسیژن مجهز باشند و استفاده از چامبر هایبوبار برای این افراد جهت شناسائی بهتر علائم هیپوکسی ضروری است (۳). در حین قرارگیری در چامبر هنگام صعود افراد داخل محفظه جهت تعادل هوای بین گوش میانی و تغییر فشار بیرون باید از تکنیک خمیازه کشیدن یا دهن دره کردن استفاده کرد و در حین نزول باید از مانور والسالوا استفاده کنند، استفاده از این تکنیک از ایجاد باروترومای گوش جلوگیری می‌کند (۳).

همچنین از این چامبرها می‌توان برای مشابه‌سازی شرایطی که ممکن است حین پرواز رخ دهد استفاده کرد برای مثال می‌توان در عرض ۲۰-۱۰ ثانیه ارتفاع پرواز را از ۸۰۰۰ پا به ۲۲۰۰۰ پا افزایش داد که شرایطی مشابه از دست رفتن در کابین را ایجاد می‌کند یا در یک جنگنده نظامی برای مشابه‌سازی این حالت ارتفاع پرواز را در عرض ۵ ثانیه از ۲۵۰۰۰ پا به ۴۳۰۰۰ پا افزایش داد (۳).

از این چامبرها برای افزایش آمادگی بدن و ورزشکاران نیز استفاده می‌شود آداپته شدن ورزشکاران با شرایط کم فشار و کم اکسیژن باعث افزایش شمار سلول‌های خونی و افزایش توان بدنی در مقابل شرایط هیپوکسی می‌شود. همچنین برای مقاصد درمانی با کاهش فشار روی بدن و افزایش خونرسانی باعث کاهش درد و... نیز می‌شود (۴).

قرارگیری افراد در چامبر کم فشار علاوه بر هیپوکسی ایجاد شده می‌تواند بر روی سایر المان‌های گازهای خون شریانی تأثیرگذار باشد که می‌تواند توجیه کننده برخی علائم باشد که تنها با هیپوکسی قابل توجیه نیست (۴).

قرارگیری در ارتفاع باعث عوارضی می‌شود که قبلاً برخی از آن‌ها یاد شد. اثرات پاتولوژیک ارتفاع بالا، بر بدن انسان تحت عنوان کلی Altitude sickness که به عنوان‌های Acute mountain sickness یا Altitude illness یا Hypobaropathy یا Soroche نیز یاد می‌شود (۵).این بیماری در اثر قرارگیری در ارتفاع بیشتر از ۸۰۰۰ پا ایجاد می‌شود و مجموعه‌ای از علائم غیر اختصاصی ناشی از فشار کم می‌باشد همچنین این فشار کم می‌تواند باعث ادم ریوی یا ادم مغزی نیز شود. دلایل این بیماری به طور کامل مشخص نشده است. برخی دهیدراتاسیون و برخی تغییرات اکسیژن و سایر گازهای خون شریانی را در ایجاد علائم دخیل می‌دانند (۶).

کلیات

اندازه‌گیری گازهای خون شریانی یکی از متداول‌ترین روش‌ها در بخش‌ها اورژانس، قبل از عمل و مراقبت‌های ویژه می‌باشد. آنالیز گازهای شریانی می‌تواند اطلاعات مهمی را در زمینه عملکرد قلبی‌عروقی و هموستاز فراهم کند که می‌تواند زمینه لازم تشخیص و مونیتورینگ مداخلات درمانی باشد (۶).

فیزیولوژی اسید و باز

محصولات انتهایی متابولیسم شامل اسیدهای غیرارگانیک می‌باشد هیدروکلریک اسید (HCL). اسید سولفوریک (H_2SO_4)، اسید فسفریک (H_3PO_4) و اسیدهای متنوع دیگر که معمولاً به H_2O و CO_2 ارگانیزه می‌شوند. CO_2 تولید شده به وسیله‌ی آنزیم انهیدراز کربنیک به اسید کربنیک (H_2CO_3) تبدیل می‌شود. اسیدکربنیک اسید به (H^+) و یون بی‌کربنات تبدیل می‌شود. CO_2 از طریق بی کربنات محلول در پلاسما، بی کربنات محلول در اریتروسیت‌ها و هموگلوبین –کربنات به ریه‌ها انتقال می‌یابد. اسیدهای ثابت مانند HCL و H_2SO_4 از طریق کلیه‌ها دفع می‌شوند (۳).

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-11-15]

اندازه گیری گازهای خون شریانی

آنالیز گازهای خون طیف گسترده‌ای از نتایج را در بر دارد، اما تنها پارامترهایی که مستقیماً اندازه‌گیری می‌شوند، pH, PO_2 و PCO_2 می‌باشند. سایر پارامترها مثل اشباع اکسیژن خون شریانی (SO_2) غلظت بی کربنات و Base excess از طریق نولوگرام بدست آمده از آزمایشات مستقیم بدست می‌آید (۷).

تفسیر آنالیز گازهای خون شریانی

روش‌های مختلفی جهت تفسیر گازهای خون شریانی وجود دارد، یکی از بهترین روش‌ها به بررسی قدم به قدم مراحل مختلف می‌پردازد.

قدم اول: اکسیژناسیون

کسر اکسیژن هوای دمی (FiO_2) برای دانستن کفایت اکسیژناسیون باید اندازه گیری شود. میزان PaO_2, PaO_2 از معادلات گازهای الوئولی به دست می‌آید. تناسب بین RO_2 و PAO_2 در افراد سالم معمولاً کوچک است. (< ۱ kPa / ۷ mHs)

شدت هیپوکسی به آسانی توسط نسبت PaO_2 / FiO_2 قابل اندازه گیری می‌باشد (۸).

قدم دوم: تغییرات pH

pH نرمال (۷/۴۳ – ۷/۳۵)، اسیدمی (pH < ۷/۳۵) و آلکالمی (pH > ۷/۴۵) به مسئولیت مقادیر یاد شده تعریف می‌شود (۹).

قدم سوم: مقادیر $PaCO_2$

مقادیر ۴۵ mmHg < $PaCO_2$ با اسیدوز تنفسی و مقادیر کمتر از ۳۶ > $PaCO_2$ با آلکالوز تنفسی تعریف می‌شود.

قدم چهارم: مقادیر بی کربنات و Base excess

مقادیر نرمال بی کربنات بین ۲۸–۲۴ متغیر است. در اسیدوز متابولیک میزان بی کربنات خون به علت نقش تاخیری HCO_3 افت می‌کند. در اسیدوز متابولیک مزمن، افزایش بازجذب HCO_3 باعث افزایش میزان آن در خون می‌شود. یک آلکالوز متابولیک خالص ثانویه به از دست رفتن H^+ ثابت افزایش HCO_3^- در خون می‌شود.

Base excess در اسیدوز متابولیک منفی و در آلکالوز متابولیک مثبت است آنیون گپ ($[Na^+] + [K^+] - [Cl^-] - [HCO_3]$) باید جهت افتراق بین علل اسیدوز و آلکالوز متابولیک محاسبه شود.

آنیون‌های غیرقابل اندازه گیری مسئول اسیدوز و آلکالوز متابولیک هستند (۸-۱۶mmol) کتوزیس، نارسایی کلیه، اسیدوز لاکتیک داروهای اسیدی و مسمومیت با الکل باعث افزایش آنیون گپ می‌شود اسیدوز متابولیک با آنیون گپ نرمال؟ یا اسیدوز هایپرکلرمیک، از دست رفتن باز مثل HCO_3 و یا تجمع کلرید مثل HCL می‌باشد (۱۰).

قدم پنجم: بررسی شدت

قدم ششم: تعیین میزان جبران

بعد از تعیین نوع و شدت تغییرات اسید و باز، قدم نهایی تعیین سطح جبران (Compensation) است. این امر به سادگی بوسیله دیاگرام pH – PCO_2 Base excess انجام می‌گیرد.

با افزایش ارتفاع میزان درصد اکسیژن هوا و ۲۱٪ ثابت می‌ماند اما میزان فشار اکسیژن دمی PiO_2 کاهش می‌یابد هایپرونتیلاسیون باعث کاهش در $PaCO_2$ می‌شود که باعث افزایش جبران در PaO_2 می‌شود. هیپوکسی هیپوباریک منجر به هایپرونتیلاسیون با مکانیزم تحریک کمورسپتورهای محیطی می‌شود. افزایش تنفس منجر به کاهش $PaCO_2$ و ایجاد آلکالوز تنفسی می‌شود. آلکالوز متابولیک می‌تواند منجر به ادم مغزی و علائمی همچون خستگی، گیجی که تحت عنوان بیماری ارتفاع شناخته می‌شود. بعد از ۲۴–۴۸ ساعت مایع مغزی نخاعی با جا به جایی HCO_3^- به خارج CSF باعث نرمال شدن pH مایع می‌شود. بعد از چند روز pH خون نیز با خروج بی کربنات از کلیه‌ها نرمال می‌شود. بعد از این که pH شروع به نرمال شدن می‌کند، ونتیلاسیون مجدداً افزایش می‌یابد (۱۱).

$PiO_2 = FiO_2 \times (PB - PVPH_2O)$

Sea level = PiO_2 = ۰/۲۱ (۱۰۱/۳ – ۶/۳) = ۱۹/۹ Skpa

Everest = PiO_2 = ۰/۲۱ (۳۰ – ۶/۳) = ۴/۹۸ kpa

همانطور که از معادله بالا بدست می‌آید هرچند درصد اکسیژن دمی ثابت می‌ماند ولی میزان فشار نسبی اکسیژن (PiO_2) کاهش می‌یابد.

Buffers

بافر ماده‌ای است که باعث مقاومت در تغییر pH زمانی که میزان

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-11-15]

کمی اسید یا باز به محیا اضافه می‌شود. یک بافر اسیدی شامل یک اسید ضعیف و نمک یک اسید می‌باشد (۱۲).

$$HA \leftrightarrow H^+ + A^-$$

اضافه کردن یک اسید قوی باعث جابه جایی معادله به سمت چپ می‌شود.

Alveolar gas equation

معادله گازهای آلوئولار، بیانگر ارتباط بین فشار نسبی اکسیژن شریانی (PaO_2) و فشار اکسیژن آلوئولی باتوجه به مقادیر FiO_2 می‌باشد.

Carbon dioxide carrion

دی اکسید کربن در خون به ۳ فرم حمل می‌شود و غلظت آن در شریان و ورید متفاوت است CO_2 ۲۰ برابر محلول‌تر از O2 و ۲۰٪ آن در خون حل می‌شود. بیشترین میزان CO_2 در خون به فرم بی کربنات (HCO_3^-) می‌باشد (۱۳).

تشکیل بی کربنات به طور ابتدایی از ترکیب H_2O و CO_2 به H_2O_3 ایجاد می‌شود. این واکنش به اهستگی در پلاسما و به سرعت در گلبول قرمز صورت می‌گیرد (به دلیل آنزیم انهیدراز کربنیک).

Anion gap

مجموع بارهای مثبت و منفی در بدن در تعادل هستند. مهم‌ترین بار آن مثبت (کاتیون) سدیم و پتاسیم هستند و مهم‌ترین بارهای منفی کلرو بی کربنات می‌باشند. تفاوت بین آنیون‌ها و کاتیون‌ها آنیون گپ نامیده می‌شود.

$$\text{Anion gap}, ([Na^+] + [K^+] - ([Cl^-] + [HCO_3^-])$$

میزان رنج نرمال این داده، بین ۱۸–۱۰ می‌باشد که به علت وجود یون‌های غیرقابل اندازه گیری مثل منیزیم و فسفات می‌باشد.

Compensation

جبران ابنرمالیتی در تعادل اسید و باز می‌تواند به صورت متابولیک یا منفی باشد. جبران آسیب متابولیک به صورت منفی خواهد بود. اسیدوز منفی به دلیل هیپوونتیلاسیون منجر به احتباس HCO_3^- بوسیله کلیه‌ها و پروسه‌ای است که چندین روز طول می‌کشد. احتباس طولانی مدت CO_2 منجر به افزایش HCO_3^- و یک pH نرمال می‌شود. به طور نرمال افزایش CO_2 منجر به تحریک تنفس می‌شود. بیماری‌های انسدادی منجر به کاهش حساسیت مراکز منفی در مغز به CO_2 شده که با وجود افزایش CO_2 تنفس به اندازه کافی تحریک نشده و CO_2 افزایش می‌یابد (۱۳).

Base excess

به میزان بازی (برحسب (mmol) اطلاق می‌شود که جهت نرمال کردن pH یک لیتر خون موردنیاز می‌باشد.

اگر کمبود باز وجود داشته باشد، یک اسیدوز متابولیک وجود دارد و باز باید اضافه شود تا اسیدوز اصلاح شود اگر افزایش باز وجود داشته باشد، آلکالوز متابولیک وجود دارد و باز باید جهت نرمال شدن pH کاهش یابد. اگر CO_2 افزایش یابد این افزایش باز ممکن است جبران شده باشد (۱۳).

اسیدوز تنفسی

با افزایش در PCO_2 مشخص می‌شود که می‌تواند بوسیله هیپوونیلاسیون یا عدم تطابق ونیلاسیون پر فوزیون ایجاد شود. این امر می‌تواند باعث کاهش نسبت PCO_2 به HCO_3 و کاهش pH شود. اگر این حالت باقی بماند. جبران کلیدی با مکانیزم احتباس HCO_3^- ایجاد می‌شود. این افزایش HCO_3^- باعث برگشت نسبت به حالت نرمال و تصحیح pH می‌شود که به این حالت جبران اسیدوز تنفسی می‌گویند (۱۴).

آلکالوز تنفسی

یک کاهش در میزان PCO_2 است که باعث افزایش نسبت PCO_2 به HCO_3 می‌شود. این امر غالباً به علت هایپر ونتیلاسیون و یا یک واکنش فیزیولوژیکی به هیپوکسی و یا ونیلاسیون مکانیکی می‌باشد. کلیه‌ها با افزایش ترشح HCO_3 باعث بارگرداندن این نسبت به حالت طبیعی می‌شوند. باقی ماندن در ارتفاع به مدت طولانی باعث کامل شدن این جبران می‌شود (۱۵).

اسیدوز متابولیک

متابولیک به تغییر اولیه در HCO_3^- اطلاق می‌شود. در اسیدوز

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-11-15]

متابولیک میزان HCO_3^- به PCO_2 افت می‌کند که باعث کاهش pH می‌شود. HCO_3^- ممکن است با تجمع اسید در خون کاهش یابد، مثل دیابت ملیتوس غیرکنترل یا هیپوکسی بافتی که اسیدوز لاکتیک تولید می‌شود. جبران تنفسی با افزایش تهویه باعث کاهش PCO_2 می‌شود. این امر باعث افزایش نسبت و نرمال شدن pH می‌شود. Base excess معمولاً کمتر از ۲- mmol/L می‌باشد (۱۶).

آلکالوز متابولیک

افزایش HCO_3^- باعث افزایش نسبت HCO_3/PCO_2 می‌شود که به طبع میزان pH را افزایش می‌دهد. تا حدودی جبران منفی باعث کاهش تهویه و افزایش PCO_2 می‌شود هر چند این میزان معمولاً بسیار اندک می‌باشد.

مقادیر افزایش یافته pH در شرایط زیر دیده می‌شود:

هیپرونتیلاسیون، اضطراب و درد، آنمی، شوک، بیماری‌های ریوی، نارسایی قلبی، انفارکتوس میوکارد، هیپوکالمی، استفراغ، مصرف آنتی اسید و مسمومیت با آسپرین مقادیر کاهش یافته pH در شرایط زیر دیده می‌شود:

فعالیت فیزیکی بیش از حد، چاقی، گرسنگی، H اسهال، نارسایی تنفسی بیماری‌های شدید ریوی، درجات شدید نارسایی قلبی، ادم ریوی، ایست قلبی، نارسایی کلیه، اسیدوز لاکتیک و دیابت کتواسیدی (۱۷).

بحث و نتیجه‌گیری

در زمینه بررسی گازهای خون شریانی و تغییرات آنها در ارتفاعات و شرایط هایپوبار مطالعات اندکی انجام شده است. اغلب این مطالعات به بررسی افرادی که به ارتفاعات صعود کرده‌اند و تغییرات گازهای خون شریانی در این ارتفاعات محدود است (۴).

در این مطالعه که بر روی ۳۰ نفر از خلبانان و کادر پروازی انجام شد پس از قرار دادن افراد در شرایط هایپوبار بررسی گازهای خون شریانی از لحاظ تغییرات آن قبل و بعد از شرایط هایپوبار انجام شد. این تغییرات به صورت افزایش در pH و کاهش در PCO_2 (میانگین pH بعد از شرایط هایپوبار ۷/۴۶ و PCO_2 بعد از شرایط هایپوبار ۳۶/۱ در مقایسه با pH =۷/۳، PCO_2= ۴۱/۴ قبل از شرایط هایپوبار) که یک بیانگر یک آلکالوز تنفسی می‌باشد. همچنین تغییرات HCO_3 به صورت افزایش معنی‌دار از ۲۳/۲ به ۲۶/۱ بعد از شرایط هایپوبار مشاهده شد که بیانگر یک آلکالوز متابولیک به صورت Mixed همراه با آلکالوز تنفسی می‌باشد، هرچند این افزایش HCO_3 در طیف نرمال تغییرات HCO_3 قرار می‌گیرد (۱۸).

همچنین ارتباط میزان این تغییرات با توزیع جنسی و سنی و ساعات پرواز در هفته، نوع وسیله پروازی، تعداد سال‌های پرواز و ارتفاع پرواز بررسی شد که تنها ارتباط معنی‌دار بین این تغییرات با میزان ساعات پرواز در هر هفته مشاهده شد که به صورت کاهش تغییرات pH با افزایش میزان پرواز در هفته دیده شد.

تحقیقات انجام شده در شرایط هایپوبار در چامبر یا حین پرواز در هواپیما بر روی تغییرات گازهای خون شریانی صورت گرفته ولی تحقیقاتی که در ارتفاعات صورت گرفته مانند بررسی Somogy و همکاران در کوهنوردان یک آلکالوز متابولیک را باتوجه به هیپوکسی موجود که باعث هایپو ونتیله شدن با تحریک کمورسپتور شده مشاهده شد (۱۸).

همچنین در بررسی‌های دیگر مانند بررسی A.Luks نشان داده شد که عملکرد کلیه در ارتفاع دچار اختلال می‌شود و افرادی که مستعد بیماری کلیوی باشند ممکن است با پرواز در ارتفاع دچار اختال در عملکرد آن شوند و می‌تواند باعث اختلال در جبران متابولیک تغییرات اسید و باز در ارتفاع شود که شاید به توان افزایش HCO_3 باتوجه به ایجاد آلکالوز تنفسی را توجیه کند (۱۸).

باتوجه به اینکه تحقیقات مشابه بر روی شرایط هایپوبار و تغییرات گازهای خون شریانی به ندرت صورت گرفته نمی‌توان مقیاس خوبی را برای مقایسه این تغییرات با تحقیقات قبلی یافت ولی تمام تحقیقات قبلی چه بر روی کوهنوردان در ارتفاعات و چه بر روی کادر پروازی تغییرات بر روی گازهای شریانی با کاهش PO_2 و PCO_2 همراه بوده است (۱۹).

در مطالعه با تغییرات pH با افزایش ساعات کاری (بیشتر از ۱۱ ساعت) در هفته به طور معنی‌داری کمتر از تغییرات آن در افرادی است که ساعات کمتری در هفته در حال پرواز بودند. این یافته بیانگر ایجاد تغییراتی در ساز و کار جبران آلکالوز تنفسی با افزایش ساعات پرواز در هفته می‌باشد که نشان دهنده این است که جبران متابولیک به صورت سریع‌تر و یا با راه‌های دیگر با سرعت بیشتری این آلکالوز منفی را جبران می‌کند. همچنین باتوجه به اینکه افرادی

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-11-15]

که دارای سابقه پروازی بیشتری بودند نسبت به افراد کم تجربه‌تر تفاوت معناداری را از لحاظ تغییرات pH نداشتند بیانگر این است که این ساز و کار جبران متابولیک به صورت کوتاه مدت و با افزایش ساعات پرواز در هفته به صورت موثرتری به جبران آلکالوز منفی می‌پردازد و سابقه پرواز به تنهایی باعث تطابق بیشتر جبران متابولیک و شدت بلند مدت نمی‌شود.

باتوجه به یافته‌های این پژوهش، می‌توان برخی از علایم بیماری ارتفاع را به ایجاد آلکالوز متابولیک نسبت داده و با کمک درمان داروئی جهت کاهش ایجاد آلکالوز تا حدودی علائم را کاهش داد. همچنین می‌توان با بررسی ساز و کار جبران متابولیک و یا بررسی راه‌های جلوگیری از ایجاد آلکالوز منفی به وسیله مطالعات دیگر زمینه لازم جهت کاهش علائم ناشی از این تغییرات گازهای خون شریانی که در شرایط هایپوبار ایجاد می‌شود را فراهم کرد (۱۹).

باتوجه به مقدماتی بدون این پژوهش و نشان دادن تغییرات گازهای خون شریانی در شرایط هایپوبار شامل افزایش pH، کاهش PCO_2 و افزایش HCO_3 و همچنین ارتباط معنی‌دار افزایش مدت پرواز در هفته با کاهش تغییرات گازهای خون شریانی و همچنین ارتباطی که می‌توان بین این تغییرات و علائم خلبانان در حین پرواز شامل سرگیجه، گیجی، خستگی، عدم تمرکز و... وجود داشته باشد می‌توان این بررسی را زمینه ساز پژوهش‌های دیگر در رابطه با یافتن ایجاد این تغییرات یافتن مکانیزم آن همچنین یافتن راه‌هایی داروئی جهت کاهش این تغییرات و علائم ناشی از آن جهت افزایش ایمنی پرواز و افزایش کارآیی خلبانان در مواقع حساس و ارتفاعات بیشتر به کار برد. همچنین مطالعات بیشتر در زمینه تغییرات گازهای خون شریانی در شرایط هایپربار نیز پیشنهاد می‌شود (۱۹).

References

1- Michael P.W. Grocott, M.B., B.S., Daniel S. Martin, M.B., Ch.B., Denny Z.H. Levett,et all.Arterial Blood Gases and Oxygen Content in Climbers on Mount Everest.nejm. janurary 8 2009: Volume 360: 140-149.

2- Ferran A. Rodríguez, Josep L. Ventura, Mireia Casas, Héctor Casas, Teresa Pagés, Ramón Rama et all. Erythropoietin acute reaction and haematological adaptations to short, intermittent hypobaric hypoxia. Biomedical and Life Sciences,janurary 2008: Volume 82, Number 3, 170-177.

3- Ana C Bradi, BSc, Marie E Faughnan, MD, Matthew B Stanbrook, MD PhD, Eva Deschenes-Leek, RRT, and Kenneth R Chapman et all. Predicting the need for supplemental oxygen during airline flight in patients with chronic pulmonary disease: A comparison of predictive equations and altitude simulation. Can Respir J: 2009 Jul–Aug; 16 (4): 119–124.

4- Ron B. Somogyi, David Preiss, Alex Vesely, Joseph A. Fisher and James Duffin et all. Changes in respiratory control after 5 days at altitude.respiratory and physiology. Volume 145, Issue 1, January 2005, Pages 41-52.

5- C. Christensen, M.S. Ryg, O. Kare Refvem, O. Henning Skjønsberg et all. Effect of hypobaric hypoxia on blood gases in patients with restrictive lung disease. Eur Respir J: 2002; 20: 300–305.

6- marco payani,sara marco et all. IMPACT OF ACUTE HYPOBARIC HYPOXIA ON BLOOD FLOW DISTRIBUTION IN BRAIN.acta physiology.jan 2011. 1748-1716.2011.02264.

7- Bird, O J | Chapple, S. AN OBSERVATIONAL STUDY OF THE EFFECTS OF HYPOBARIC HYPDXIA IN INDIVIDUALS BREATHING AIR AT AN ALTITUDE OF 17500FT IN A HYPOBARIC CHAMBER.mar 2009: Vol. 79, no. 3, pp. 230.

8- Florian J. Lippl1, Sonja Neubaue, Susanne Schipfer, Nicole Lichter, Amanda Tufman, Bärbel Otto and Rainald Fisch. Hypobaric Hypoxia Causes Body Weight Reduction in Obese Subjects.obesity j: 2011: 18 4, 675–681

9- Roach, Robert; Stepanek, Jan; and Hackett, Peter. (2002). “24”. Acute Mountain Sickness and High-Altitude Cerebral Edema. In: Medical Aspects of Harsh Environments. 2. Washington, DC.. Retrieved 2009-01-05.

10- Baillie, Kenneth; Simpson, Alistair. “Altitude Tutorials - Altitude Sickness”. Apex (Altitude Physiology Expeditions). Retrieved 2010-01-26.

11- The Mountaineers. Mountaineering: The Freedom of the Hills, 7th Edition. Seattle, WA: Mountaineers Books, 2003.

12- A.R. Thompson. “Altitude Sickness”. Apex. Retrieved 2007-05-08. A.J. Giannini, H.R. Black, R.L. Goettsche. The Psychiatric, Psychogenic and Somatopsychic Disorders Handbook. New Hyde Park, NY. Medical Examination Publishing Co.,1978. pp.190,192.

13- Andrew J. Pollard and David R. Murdoch. The High Altitude Medicine Handbook, 3rd Edition,march 200: vol 3: 132_134.

14- J.K. Baillie. “Living in Thin Air”. Apex.. Retrieved 2007-12-17.

15- Muhm, J. Michael; Paul B. Rock, Dianne L. McMullin, Stephen P. Jones, I.L. Lu, Kyle D. Eilers, David R. Space, Aleksandra McMullen “Effect of Aircraft-Cabin Altitude on

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-11-15]

Passenger Discomfort". N Engl J Med: jan 2005: 357 (1): 18–27.

16- Hackett, P H; R C Roach. "High-altitude illness". The New England Journal of Medicine: june 2007: 345 (2): 107–14.

17- K. Baillie and A. Simpson. "Acute mountain sickness". Apex Altitude Physiology Expeditions. Retrieved 2007-08-08: vol 4: 231_233.

18- Savourey, G; Guinet, A,; Besnard, Y; Garcia, N; Hanniquet, AM; Bittel, J. "Evaluation of the Lake Louise acute mountain sickness scoring system in a hypobaric chamber". Aviation, Space, and Environmental Medicine (Alexandria, VA: Aerospace Medical Association) October 1995 66 (10): 963–7.

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-11-15]

Assessment of arterial blood gases in Hypobaryk and comparison with normal Raptor fighter pilots

*Moradi E.[1], Asadi B. [2], Shahedi A.[3]

Abstract

Background and purpose: Arterial blood gases (Arterial blood gas [ABG]) One of the most important Laboratory tests to determine the status PH the amount of oxygen and carbon dioxide blood levels of bicarbonate. Also, hemoglobin and serum lactate and electrolytes and also won the Test . Height and air pressure can vary on ABG and its surface, low pressure conditions at high altitude pilots place on arterial blood gases are subject to change, this can important steps to investigate the relationship of these changes are in line with the compilcations may occur in different organs pilots during flight.

Materials and Methods: This AD research and in terms of the S mode using content analysis (Content Analysis) And took note of the material used in several papers to prove the correctness of the opinion of the clay, and only ten The theory is or not. The method of collection and compilation of information via the library resources, the Internet and text of the H-point Military Medicine (Aerospace Medicine) the analysis are discussed.

Results: Arterial blood gases (ABG) show variations in different conditions. ABG include: PH , HCO_3^-, PO_2 , Base exces, $sPCO_2$, SO_2 is. SBCe rate also (Bicarbonate concentration in the blood) and And Total also acquired the ABG.

Discussion And conclusions: ABG and changes in their altitude and conditions Haypvbar few studies have been conducted. Most of these studies examined people who have climbed mountains, and changes in the elevation of arterial blood gases is limited. Similar studies in Chambr Haypvbar conditions or when flying in an airplane took place on arterial blood gas changes, but the research done altitudes Like Somogy and colleagues examined the Mountaineers to a metabolic alkalosis due to the hypoxia caused by Hypo ventilated with Kmvrsptvr stimulation was observed.

Keywords: arterial blood gases, Hypvbar, Raptor fighter pilot pressure

[Downloaded from jps.ajaums.ac.ir on 2026-11-15]