

## بیماری برداشت فشار در هوا و دریانوردی نظامی

امیر نظامی اصل<sup>۱</sup>، حمزه شاه علی<sup>۲</sup>، ابوالفضل خادمی آزاده<sup>۳</sup>، امیرآبادی فراهانی<sup>۴</sup>

تاریخ اعلام قبولی مقاله: ۹۲/۱/۱۷

تاریخ اعلام وصول: ۹۱/۱۲/۶

### چکیده

**سابقه و هدف:** بیماری برداشت فشار اولین بار در ۱۸۵۰ در غواصان و کارگران معدنی که با هوای فشرده کار می‌کردند دیده شد و تا ۱۹۳۰ تعریف درستی برای آن ارائه نگردید. این بیماری به نام‌های چون DCI، Bend، Aeropathy، Aeroembolism، Dysbarism و DCS نیز خوانده می‌شود.

عمده مشکلاتی که در زمان صعود به ارتفاعات و به سطح آب با آن مواجه می‌شوند تغییراتی است که در حجم گاز موجود در حفرات بدن رخ می‌دهد. هدف از ارائه این مطالعه جمع‌آوری خلاصه اطلاعات مفید مرتبط با بیماری برداشت فشار و برخورد با بیماران جهت استفاده عملیاتی همکاران می‌باشد.

**یافته‌ها:** مخاطرات اصلی ایجاد شده در بیماری برداشت فشار مبتنی بر قانون هنری و شامل اثرات مخرب ناشی از آزاد شدن گازهای موجود در مایعات بدن بوده که مهم‌ترین آن گاز نیتروژن است. در بدن بافت چربی دارای نیتروژن بیشتری بوده لذا افراد چاق دارای استعداد بالاتری جهت ابتلا به این بیماری می‌باشند. این بیماری دارای علائم متعددی بوده لذا تشخیص آن با رد سایر بیماری‌ها مقدور می‌باشد.

اتیولوژی بیماری کاهش ناگهانی فشار بارومتریک محیطی و آزاد شدن گازهای محلول در مایعات بدن است. پاتوفیزیولوژی بیماری شامل سه مکانیسم مختلف است که به آسیب بافتی می‌انجامد: ۱- انهدام سلول‌ها بدن توسط حباب‌های آزاد شده، ۲- انسداد مکانیکی عروق و ۳- اثر فشاری حباب‌ها یا آمبولی گازی بر عروق و اعصاب مجاور.

**بحث و نتیجه‌گیری:** به دلیل گسترش روز افزون دریانوردی و هوانوردی لزوم اطلاع کافی در خصوص علائم، تشخیص سریع، برخورد لازم و پیشگیری مناسب این بیماری برای کلیه گروه‌ها خصوصاً هوانوردان، دریانوردان و گروه پزشکی و درمانی ضروری به نظر می‌رسد.

**کلمات کلیدی:** برداشت فشار، هوانوردی، بیماری برداشت فشار

### مقدمه

فعالیت گروه‌های دریایی خصوصاً غواصان است. انسان با ورود به قلمرو دریاها و آسمان (چه بصورت غیر نظامی، چه در غالب نظامی) واجد مخاطراتی شد که وی را بر آن داشت تا در راستای شناخت کامل مشکلات احتمالی اقدام نماید. این موضوع

دریا همچون سایر زیستگاه‌های کره زمین مامن طیف وسیعی از جانداران می‌باشد که هرکدام واجد خصوصیات و ویژگی‌های منحصر بفردی می‌باشند. آشنایی با این خصائص از اصول اولیه

۱- استادیار، ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی آجا، مدیر گروه طب هوا فضا و دریا، متخصص طب هوا فضا و دریا از کشور روسیه

۲- دستیار، ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی آجا، دانشکده طب هوا فضا و دریا (نویسنده مسئول)

تلفن: ۸۵۹۵۲۳۶۲ آدرس الکترونیک: hamze.shahali@gmail.com

۳- استادیار، ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی آجا، متخصص طب هوا فضا و دریا از کشور روسیه، رئیس مرکز فیزیولوژی هوایی اداره ابهد نهاجا

۴- دستیار، ایران، تهران، دانشگاه علوم پزشکی تهران، دانشکده پزشکی، گروه آسیب شناسی، بیمارستان امام خمینی (ره)

شدن گازهای محلول در مایعات بدن است. پاتوفیزیولوژی بیماری شامل سه مکانیسم مختلف است که به آسیب بافتی می‌انجامد: ۱- انهدام سلول‌ها بدن توسط حباب‌های آزاد شده، ۲- انسداد مکانیکی عروق خونی و اختلال در خون رسانی بافتی و ۳- اثر فشاری حباب‌ها یا آمبولی گازی بر عروق و اعصاب مجاور که بر ساختار و عملکرد آن‌ها تاثیر می‌گذارد.

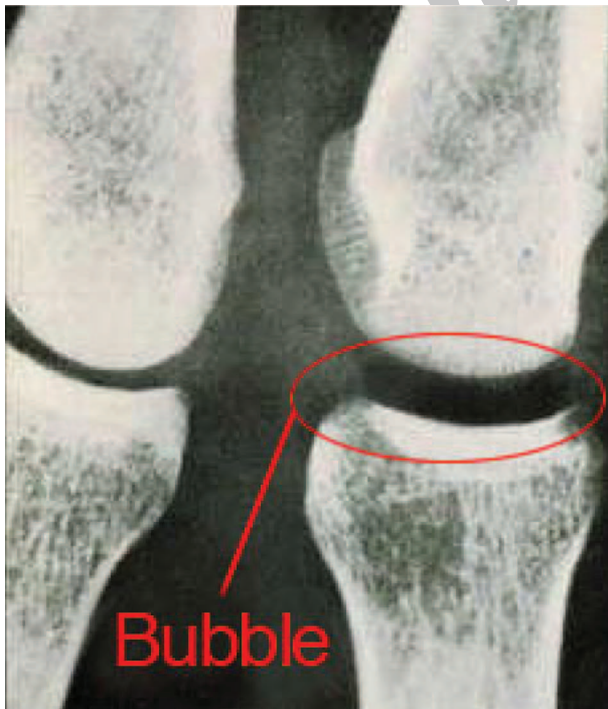
علائم و نشانه‌های بیماری طیف وسیعی داشته و بر حسب شدت بالینی واجد یک یا تعدادی از علائم خواهد بود. علائم شامل درد اندام‌ها و مفاصل، اختلالات تنفسی، پوستی و لنفاوی، قلبی و عروقی، بینایی، عصبی، وازوموتور،... و مرگ می‌باشد.

بیماری از نظر شدت بالینی به سه تیپ بالینی تقسیم می‌گردد:

الف) تیپ یک شامل یک یا ترکیبی از این علائم است:

۱- درد و اختلال در عملکرد عضله و مفاصل. درد اغلب خفیف، مبهم، عمیق و ضرباندار که طی ۱۰ دقیقه بهبود می‌یابد و درگیری اندام فوقانی سه برابر اندام تحتانی است و شانه شایع‌ترین مفصل درگیر است. درد با ایجاد فشار موضعی کاهش می‌یابد.

۲- Bends پوستی بصورت خارش، بثورات بنفش پلاک ماندنیا پاپولر و تورم پوستی فراش اسکارلاتینیفرم (شبه مخملکی)، راش اریسپلوئیدی، مرموی شدن، آمفیزم زیر جلدی، انسداد مجاری



تصویر ۱- حباب تشکیل شده در مفصل زانوی غواص مبتلا به DCS

خصوصاً در جنبه نظامی از اهمیت فوق العاده‌ای برخوردار است، چرا که ضامن انجام یک عملیات امن و موفق می‌باشد.

از زمان خلقت بشر تا کنون یکی از بزرگ‌ترین آرزوهای انسان پرواز بوده و هست. سابقه اولین پرواز انسان به سال ۱۷۸۳ میلادی بر می‌گردد که اولین بالن به پرواز درآمد. سپس تلاش‌های فراوانی جهت ابداع موتورهای بنزینی قابل استفاده در هوانوردی صورت پذیرفت تا سرانجام برادران رایت توانستند در هفدهم دسامبر سال ۱۹۰۳ با هواپیمای "فلاپر" برای اولین بار به پرواز درآیند که این پرواز خاطره‌انگیز بصورت مستندی کوتاه در اذهان جهانیان ماندگار شد. بیماری برداشت فشار اولین بار در ۱۸۵۰ در غواصان و کارگران معدنی که با هوای فشرده کار می‌کردند دیده شد و تا ۱۹۳۰ تعریف درستی برای آن ارائه نگردید. این بیماری به نام‌های چون Bend, Aeropathy, Aeroembolism, DCI/DCS نیز خوانده می‌شود.

عمده مشکلاتی که در زمان صعود به ارتفاعات (بالای ۱۸ هزار پا در خلبانان) و به سطح آب (پس از غوص در غواصان) با آن مواجه می‌شوند تغییراتی است که در حجم گاز موجود در حفرات بدن همراه با تغییرات فشار محیط اطراف رخ می‌دهد (قانون بویل).

اتفاقی که رخ می‌دهد دقیقاً مانند باز کردن در یک قوطی نوشابه گاز دار است که به محض باز شدن (برداشت فشار) مولکول‌های گازی که با افزایش فشار در آن ذخیره شده از سطح مایع آزاد می‌گردد. اما مخاطرات اصلی ایجاد شده در بیماری برداشت فشار مبتنی بر قانون هنری و شامل اثرات مخرب ناشی از آزاد شدن گازهای موجود در مایعات بدن (خصوصاً خون) بوده که مهم‌ترین آن گاز نیتروژن است. این حباب‌ها در قالب آمبولی گازی در جریان خون ایجاد شده و با رسیدن به بافت‌های مختلف عوارض متعددی را ایجاد می‌نماید.

در بدن بافت چربی دارای نیتروژن بیشتری بوده لذا افراد چاق دارای استعداد بالاتری جهت ابتلا به این بیماری می‌باشند. این بیماری دارای علائم متعددی بوده لذا تشخیص آن با رد سایر بیماری‌ها مقدور می‌باشد.

## یافته‌ها

اتیولوژی بیماری کاهش ناگهانی فشار بارومتریک محیطی و آزاد



تصویر ۲- Bends پوستی

**PNS\***

آسیب منطقه‌ای میلین اعصاب حسی و حرکتی بصورت پاراستزی، بی حسی، ضعف عمومی و در موارد شدید به طور دستکش و جوراب.

۴- درگیری گوارشی: تهوع، استفراغ، آروغ زدن، کرامپ‌های شکمی و اسهال. در موارد شدید ایسکمی و انفارکتوس روده‌ای و GIB رخ می‌دهد.

۵- درگیری قلبی عروقی: ایسکمی و هیپوکسی موضعی ارگان‌ها و بافت‌ها

ج) تیپ سه شامل شدیدترین حالت بیماری است و با آمبولی گازی شریانی همراه است. آمبولی گازی شریانی بدنال برداشت فشار ناگهانی و پارگی آلوئول‌های ریوی حاصل می‌گردد و ضمن قرارگیری در گردش خون در نقاط مختلف از جمله عروق کرونر، عروق مغزی و... به دام افتاده و علامت ایجاد می‌نمایند. وجه افتراق آمبولی گازی شریانی با آمبولی شریانی نیتروژن در بروز

لنفای (بندرت نمای پوست پرتقالی دیده می‌شود)

۳- سایر علائم مانند بی اشتها، خستگی، لثاری، سردرد، ادم غیرگوده گذار و...

ب) تیپ دو شامل یک یا ترکیبی از این علائم است:

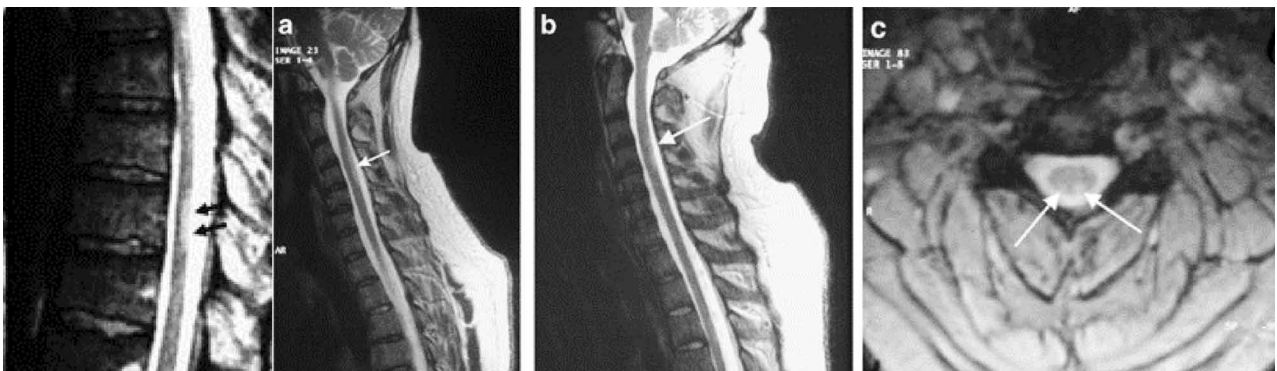
۱- درگیری ریوی: تاکی پنه، درد قفسه صدی سوزاننده هنگام دم، سرفه خشک و دیسترس تنفسی شدید

۲- شوک هیپولمیک

۳- درگیری سیستم عصبی

**CNS\***

- درگیری نخاعی بصورت علائم ترومای نخاعی شامل کمردرد، پارزی، پارستزی، اختلالات اسفنکتری و مثانه نوروژنیک
- درگیری مخچه‌ای بصورت آتاکسی، هیپوتونی، کاهش یا محو شدن DTR، آسینرژی و دیسمتری، ترمور، فنومن ریباند، نیستاگموس و اختلالات کلامی.
- درگیری گوش داخلی بصورت صدمه کوکلوتر و وستیبولر.



تصویر ۳- درگیری نخاعی DCS در CT Scan



### بحث و نتیجه گیری

به دلیل گسترش روز افزون دریانوردی و هوانوردی لزوم اطلاع کافی در خصوص علائم، تشخیص سریع، برخورد لازم و پیشگیری مناسب این بیماری برای کلیه گروه‌ها خصوصا هوانوردان، دریانوردان و گروه پزشکی و درمانی ضروری به نظر می‌رسد. هدف از ارائه این مطالعه جمع آوری خلاصه اطلاعات مفید مرتبط با بیماری برداشت فشار و برخورد با بیماران جهت استفاده عملیاتی همکاران می‌باشد.

عدم توجه به چنین مخاطراتی نه تنها باعث شکست ماموریت‌های محوله شده بلکه می‌تواند ضایعات جبران ناپذیری را برای پرسنل تخصصی - عملیاتی به ارمغان آورد.

لذا بر کلیه نیروهای مسلح ج.ا.ا واجب است تا با استعانت از ایزد منان، تکیه بر دانش روزآمد، بهره‌گیری از تمامی امکانات و تجربیات و همکاری متقابل ضمن انجام پیشگیری‌های مناسب همواره آماده برخورد مناسب با خطرات احتمالی باشند.



تصویر ۵- درمان در محل

اختلالات بینائی ناشی از آسیب وستیبولار)

۴- در صورت تشنج فنی توئین ابتدا ۵۰ میلی گرم وریدی تک دوز و سپس ۱۰۰ میلی گرم هر نیم ساعت.

۵- درمان علامتی تهوع، استفراغ و درد

۶- آسپیرین ۶۰۰ میلی گرم تک دوز خوراکی (کنتراروشی است)

۷- بهترین و اصلی‌ترین درمان استفاده از اکسیژن هیپرباریک است

### References

- 1- Rainford D, Gradwell DP. Ernsting's aviation medicine. 4th ed. / [edited by] David J. Rainford, David P. Gradwell. London: Hodder Arnold; 2006.
- 2- West JB. Respiratory physiology: the essentials. 7th ed. ed. Philadelphia, Pa. ; London: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
- 3- Anonymouse. International Civil Aviation Organization 2009. Available from: <http://www.icao.int/Pages/default.aspx>.
- 4- Anonymouse. Federal Aviation Association. 2010. Available from: <http://foa.gov>. Accessed at Feb 2010.
- 5- Lumb AB, Nunn JF. Nunn's applied respiratory physiology. 7th ed. / Andrew B. Lumb ; foreword by Ronald G. Pearl. ed. Edinburgh: Churchill Livingstone; 2010.
- 6- DeHart RL, Davis JR. Fundamentals of Aerospace Medicine. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2002.
- 7- Harding R, Gradwell D. The earth's atmosphere. 3th ed. UK: Cambridge; 2004.
- 8- Hadi S. Basic Flight Physiology. Tehran: Sepah; 2007. [Persian]
- 9- Andrews DG. An introduction to atmospheric physics. New York: Cambridge University Press; 2003.
- 10- Farzampour SH. Fundamental of Aviation Medicine Tehran: Jahad Daneshgahi; 2009. [Persian]
- 11- Farzampour SH. Medicine in Space. Tehran: Jahad Daneshgahi; 2010. [Persian]
- 12- Nabipour I. Marine Medicine. Booshehr: Booshehr University of Medical Sciences Press 2007. [Persian]
- 13- Jalali SM. Aviation Medicine and the Airline Passengers. Tehran: Arjmand; 2006. [Persian]
- 14- Clément G. Fundamentals of Space Medicine. Toulouse, France: Springer; 2005.
- 15- Edmonds C. Diving and Subaquatic Medicine. 4th ed. London: Arnold; 2004.
- 16- Bove A. Bove and Davis' Diving Medicine. 4th ed. Philadelphia: Saunders; 2004.
- 17- Ghazizade K. Rapid Review of Aviation Physiology. Tehran: Tolou; 2009. [Persian]

**پرسش نامه**

- ۱- وجود کدام دسته از بافت‌ها استعداد ابتلا به بیماری برداشت فشار را افزایش می‌دهد؟  
الف) بافت عضلانی (ب) بافت همبند  
ج) بافت چربی (د) استخوان‌ها
- ۲- کدام مورد ذیل در خصوص پاتوفیزیولوژی ابتلا به بیماری برداشت فشار صحیح نمی‌باشد؟  
الف) انهدام سلول‌ها بدن توسط حباب‌های آزاد شده  
ب) آزاد شدن گازهای محبوس شده در حفرات بدن  
ج) انسداد مکانیکی عروق خونی و اختلال در خون رسانی بافتی  
د) اثر فشاری حباب‌ها یا آمبولی گازی بر عروق و اعصاب مجاور
- ۳- عمده مشکلات ایجاد شده در بیماری برداشت فشار مبتنی بر کدام قانون علمی در زمینه گازها می‌باشد؟  
الف) قانون بور (ب) قانون هنری  
ج) قانون دالتون (د) قانون فیک
- ۴- کدام یک از علائم مطروحه ذیل در زمره تابلوی بالینی تیپ ۲ بیماری قرار نمی‌گیرد؟  
الف) Bends پوستی (ب) درگیری ریوی ۲  
ج) شوک هیپوولمیک (د) درگیری سیستم عصبی
- ۵- از میان عبارات ذیل در خصوص علائم بیماری برداشت فشار، کدام مورد صحیح می‌باشد؟  
الف) درگیری CNS محدود به علائم غیر منخچه‌ای می‌باشد  
ب) درگیری PNS محتمل نمی‌باشد  
ج) درگیری قلبی بصورت MI گسترده است  
د) درگیری گوارشی در بیماران محتمل است
- ۶- همه موارد ذیل از عوامل مستعد کننده اصلی هستند به استثنای؟  
الف) عمق غواصی / ارتفاع پروازی (ب) زمان  
ج) مواجهه قبلی (د) دما
- ۷- Hamman Sign عبارت است از؟  
الف) منطقه آشکار رنگ پریدگی در زبان  
ب) کراکل در سمع قلب ضمن سیستول  
ج) کاهش درد با افزایش فشار موضعی  
د) افزایش درد ضمن دوشیدن اندام به سمت مفصل
- ۸- اندیکاسیون MRI در بیماری برداشت فشار کدام است؟

**الف) تشخیص درگیری CNS**

- ب) پس از پاسخ درمانی به HBO درمانی
- ج) پیگیری بیماران
- د) جهت تشخیص بیماری در کلیه بیماران ضروری است
- ۹- کدام روش در خصوص پیشگیری از بیماری برداشت فشار کارآمد نمی‌باشد؟  
الف) نیتروژن زدایی  
ب) جداول استاندارد غواصی، استفاده از مخلوط هلیوم و اکسیژن (هلیکس) برای غواصی  
ج) نیتروگلیسرین و سایر نیترات‌های خوراکی  
د) همودیالیز
- ۱۰- بهترین و اصلی ترین درمان در بیماران مبتلا به بیماری برداشت فشار چیست؟  
الف) تجویز اکسیژن ۱۰۰٪ (ب) مایع درمان  
ج) آسپیرین ۶۰۰ میلی گرم تک دوز خوراکی  
د) درمان با اکسیژن هیپرباریک

شماره سؤال	پاسخ نامه		
	الف	ب	ج
۱			
۲			
۳			
۴			
۵			
۶			
۷			

نام و نام خانوادگی پاسخ‌دهنده: .....

آدرس پستی و تلفن تماس پاسخ‌دهنده: .....

.....

.....

خواهشمند است جهت کسب امتیاز بازآموزی پاسخ‌های خود را به آدرس: تهران خیابان فاطمی غربی، خیابان شهید اعتماده، جنب بیمارستان امام رضا (ع) (۵۰۱)، ساختمان مرکزی دانشگاه علوم پزشکی ارتش جمهوری اسلامی ایران، طبقه سوم، دفتر مجله ارسال نمایید.

## Decompression Sickness in Military Aviation and Diving

Nezami Asl A, \*Shahali H, Khademi A, Amirabadi Farahani A

Received: 24 Feb 2013

Accepted: 6 Apr 2013

### Abstract

**Background:** Since 1850, as the first time, DCS have been detected in divers and pitmen .There were no appropriate explanation for this illness until 1930. Other names such as Bend, Aeropathy, Aeroembolism, Dysbarism , DCI/DCS were used. At the ascend to height, most of the problems which occur due to changing the pressure of the body cavities. The goal of this presentation is collection of the abstract and sufficient information for use our colleagues.

**Results:** The major adventures were happen in DCS is based on Henry's law and consist of any hazardous would be occur in result of every soluble gas molecules egress the body's fluid which nitrogen is one of the most important of these gases. Obese individuals are more susceptible, because fat tissue have very amount of nitrogen. DCS have different features and net diagnoses were possible by rule out of other diseases. The etiology of this sickness is the sudden reduction in barometric pressure and the release of soluble gases in body fluids.

The pathophysiology of this sickness is consist of three different mechanisms which result in tissue damage: 1) destruction of tissue cells by released gases, 2) mechanical obstruction of blood vessels and 3) pressing effect of bubbles or emboli's on adjacent vessels and nerves.

**Conclusion:** Because of the daily development of aviation and seafaring, inform about DCS and its complications, prevention and treatment for all population especially aviators, divers and medical groups are necessary.

**Keywords:** Decompression, Aviation, Decompression Sickness

1- Assistant Professor, Aerospace and Diving Medicine Department, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2- (\*Corresponding Author) Researcher, Aerospace and Diving Medical Faculty, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Tel: +98 21 88335769 E-mail: hamzeh\_shahali@yahoo.com

3- Assistant Professor, Aerospace Physiology Center, AJA University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

4- Researcher, Department of Pathology, Faculty of Medicine, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran