

## GAMBARAN PERUBAHAN PADA PENDAKI GUNUNG BATUR MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS UDAYANA

Eric Fernandez<sup>1</sup>, Ketut Tirtayasa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Dokter

<sup>2</sup>Bagian Ilmu Faal

Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana

[ericfernandez@yahoo.com](mailto:ericfernandez@yahoo.com)

### ABSTRAK

**Pendahuluan:** Ketinggian adalah tinggi dari suatu obyek atau titik dalam kaitannya dengan permukaan laut atau permukaan tanah. Daerah di permukaan bumi yang tinggi di atas berarti permukaan laut disebut ketinggian tinggi. Pada ketinggian tinggi, tekanan atmosfer lebih rendah dibandingkan di laut karena dua bersaing efek fisik yang berat yang menyebabkan udara menjadi sedekat mungkin ke tanah dan kandungan panas dari udara yang menyebabkan molekul untuk bangkit dari satu sama lain dan berkembang. **Metode:** Sampel penelitian adalah 30 mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Udayana yang tidak mendaki dan memanjat di Gunung Batur, Kintamani, Bangli, Bali. **Hasil:** Di antara 30 sampel yang dikumpulkan, Merasa lemah atau lelah ketika mencapai puncak mencatat jumlah tertinggi 23 sampel (18,1%) diikuti oleh peningkatan dalam sekejap dengan 22 sampel (17,3%), napas cepat dengan 20 sampel (15,7%) , kesulitan bernafas dengan 18 sampel (14,2%), merasa sakit di dada saat mendaki dengan 11 sampel (8,7%), merasa mual atau ketidaknyamanan dengan perut selama mendaki dengan 10 sampel (7,9 %), sakit kepala saat mendaki , kesemutan atau sensasi jarum selama mendaki dan kram saat mendaki memiliki jumlah yang sama dari sampel yang 7 sampel (5,5%) dan sedikitnya jumlah sampel. **Kesimpulan:** Ada peningkatan frekuensi pernapasan dan merasa lemah dan lelah dan pernapasan cepat paling perubahan yang dialami oleh para pendaki antara mahasiswa kedokteran dari Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.

**Kata Kunci:** frekuensi pernapasan, pendaki, mahasiswa kedokteran, Gunung Batur

### ABSTRACT

**Introduction:** Altitude is the height of an object or point in relation to sea level or ground level. Regions on the Earth's surface that are high above mean sea level are referred to as high altitude. At high altitude, atmospheric pressure is lower than that at sea because of two competing physical effects which are gravity that causes the air to be as close as possible to the ground and the heat content of the air which causes the molecules to bounce off each other and expand. **Methods:** samples were 30 students of the Faculty of Medicine Udayana University who do not hike and climb Mount Batur, Kintamani, Bangli, Bali. **Results:** Among 30 samples collected, Feeling weak or tired when reached the top recorded the highest number of 23 samples (18.1%) followed by increase in heartbeat with 22 samples (17.3%), rapid breathing with 20 samples (15.7%), difficulty in breathing with 18 samples (14.2%), feel pain on the chest when climbing with 11 samples (8.7%), feeling nausea or uneasiness with stomach during climbing with 10 samples (7.9%), headache during climbing, tingling or pins & needles sensation during climbing and cramps when climbing have the same number of samples which are 7 samples (5.5%) and the least number of samples is feeling want to faint while climbing with 2 samples (1.6%). **Conclusion:** there is an increase in the frequency of breathing and feeling weak and tired and rapid breathing are the most changes experienced by the climbers among medical students of Faculty of Medicine of Udayana University.

**Key point:** frequency of breathing, climbers, medical students, Mount Batur.

### PENDAHULUAN

Pernapasan merupakan proses terjadinya perbedaan pada tekanan antara atmosfer dengan tempat pertukaran gas pada tubuh manusia atau dikenali dengan alveolus. Proses pernapasan dibagi menjadi dua

yaitu inspirasi dan ekspirasi. Pada saat inspirasi, volume toraks bertambah besar dan disertai dengan diafragma turun dan iga terangkat karna kontraksi yang telah terjadi pada beberapa otot seperti otot sternokleidomastoideus, otot seratus, skalenus dan

interkostalis eksternus. Pada saat ekspirasi terjadi gerakan yang tidak sadar atau pasif akibat dari elastisitas dinding dada dan paru. Otot yang berperan yaitu relaksasi otot interkostalis eksternus dan menyebabkan dinding dada ikut menurun dan terjadi menaikinya diafragma. Proses pasif ini mengakibatkan terjadi penurunan pada volume toraks dan meningkatkan tekanan intrapleura dan tekanan intrapulmonal.<sup>1</sup>

Satu studi tentang bagaimana tubuh bereaksi terhadap perubahan yang signifikan pada tekanan udara telah dilakukan oleh seorang ilmu faal dari Perancis, Paul Bert. Karya ini telah terbukti berguna baik untuk penjelajah bawah laut dan penyelam dan mereka yang terlibat dalam eksplorasi ruang angkasa.<sup>1</sup> Ditunjuk sebagai profesor fisiologi pertama di Bordeaux pada tahun 1866, kemudian di Sorbonne (1869-1886), ia mempelajari efek dari ketinggian pada hewan.<sup>2,3</sup> Ia menemukan bahwa penyakit ketinggian pada hewan tersebut terutama disebabkan oleh kekurangan kandungan oksigen udara pada daerah tinggi.<sup>2</sup> Ketinggian adalah pengukuran jarak, biasanya dalam arah vertikal atau naik, antara basis referensi dan titik atau objek. Seiring bertambahnya ketinggian, semakin berubah pula yang terjadi pada tubuh terutama sistem pernapasan. Diakui bahwa ketinggian di atas 1.500 meter yang setara dengan 4.900 kaki mulai mempengaruhi manusia.<sup>4</sup>

Manusia dapat beradaptasi pada kondisi di tempat tinggi melalui perubahan yang terjadi pada beberapa sistem organ. Organ yang biasanya terlibat dalam proses adaptasi terhadap berubahnya ketinggian yaitu paru, jantung, ginjal, dan sistem hematologi.<sup>5</sup> Dari beberapa penelitian mengatakan perubahan ini dapat terjadi secara langsung atau terjadi setelah beberapa hari atau setelah beberapa minggu. Perubahan yang biasa terjadi seperti penurunan tekanan barometrik dan berkurangnya PaO<sub>2</sub> secara bertahap. Badan akan secara otomatis beradaptasi dengan meningkatkan ventilasi yang juga disebut sebagai *hypoxic ventilator response* (HVR).<sup>6</sup> Seiring bertambahnya ketinggian akan mengakibatkan terjadi peningkatan pada ventilasi saat istirahat serta kebutuhan oksigen otot juga meningkat sehingga diperlukan kapasitas cadangan atau disebut dengan *maximal voluntary ventilation* (MVV).<sup>7</sup> Pertukaran gas dan aliran oksigen mempengaruhi pertukaran yang terjadi di paru-paru dan oksigenasi arterial pada tempat tinggi atau saat mendaki. Tekanan oksigen di tubuh yang rendah akan membatasi gradien alveolaarterial dan pada kondisi yang sama terjadi penurunan pada tekanan vena.<sup>8</sup> Penurunan kadar oksigen dalam tubuh akan menurunkan kandungan oksigen darah, namun terjadi peningkatan pada *cardiac output* dan disertai dengan hemokonsentrasi. Eritropoetin disekresi karena berkurangnya oksigen untuk meningkatkan produksi sel darah merah.<sup>9</sup>

Pada saat mendaki terjadi penurunan tekanan udara oksigen atau dikenali dengan PaO<sub>2</sub>. Penurunan PaO<sub>2</sub> ini juga mengakibatkan saturasi oksigen dalam

tubuh juga berkurang. Pada saat mendaki tubuh memerlukan konsumsi oksigen submaksimal berhubungan dengan terjadi peningkatan ventilasi dan denyut jantung yang lebih cepat dibandingkan jika berada di permukaan laut.<sup>10</sup> Proses adaptasi saat berada di tempat yang lebih tinggi biasanya membutuhkan beberapa hari karena telah terjadi peningkatan ventilasi atau disebut dengan istilah "*ventilatory acclimatization*" yang terjadi secara terus selama 1-2 minggu. Setelah itu juga disertai dengan meningkatnya konsentrasi hemoglobin.<sup>11,12</sup>

Dengan meningkatnya ketinggian, penurunan tekanan atmosfer, mempengaruhi manusia dengan berkurangnya tekanan parsial oksigen. Di permukaan laut, tekanan atmosfer adalah 760 mmHg, dimana sekitar 21%, dan 159 mmHg adalah oksigen dan sisanya adalah nitrogen.<sup>13</sup> Tekanan parsial oksigen dalam alveoli paru-paru selalu jauh lebih kecil dari udara atmosfer. Di permukaan laut, tekanan ini adalah 102 mmHg jika dibandingkan 159 mmHg di udara atmosfer, berbeda 57 mmHg.<sup>12,13</sup> Kesenjangan antara dua tekanan ini akan berkurang sampai batas tertentu dengan ketinggian petunjuk untuk meningkatkan ventilasi paru-paru. Karena pengurangan PO<sub>2</sub>, tubuh bekerja dengan pasokan oksigen yang berkurang ke jaringan sehingga menyebabkan kondisi hipoksia.<sup>13,14</sup> Perubahan fisiologis umum yang terjadi pada ketinggian termasuk istirahat dan denyut jantung submaksimal (HR) meningkat, meningkatnya istirahat dan ventilasi sub-maksimal (VE), peningkatan tekanan darah (BP), peningkatan sekresi katekolamin, dan penurunan VO<sub>2</sub> max. Perubahan ini mengakibatkan peningkatan transportasi oksigen ke jaringan, peningkatan PO<sub>2</sub> alveolar dengan penurunan bersamaan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan ion hidrogen (H<sup>+</sup>), peningkatan resistensi vaskuler, peningkatan produksi laktat, dan penurunan kapasitas kerja. Banyak sistem juga akan bereaksi terhadap hipoksia yang berhubungan dengan paparan oleh perbedaan ketinggian.<sup>15</sup>

Penurunan tekanan oksigen dalam alveoli paru-paru dengan ketinggian, pada gilirannya, mempengaruhi jumlah oksigen yang dibawa oleh darah dari paru-paru ke seluruh tubuh. Di paru-paru, ada pertukaran gas, oksigen dari alveoli menuju ke darah dan CO<sub>2</sub> dari darah menuju ke alveoli.<sup>16</sup> Jumlah oksigen dari paru-paru ke darah, selain dari faktor-faktor lain, sangat tergantung pada tekanan oksigen dalam alveoli paru-paru. Hal ini karena sebagian besar oksigen yang dibawa oleh hemoglobin dalam darah dalam ikatan longgar yang tergantung pada tekanan oksigen dalam alveoli paru-paru. Yang paling penting, tubuh kita mencoba untuk beradaptasi dengan perubahan ini yang memaksa sistem tubuh untuk tetap bekerja normal. Banyak pendaki gunung yang harus mengalami proses ini ketika mendaki gunung.<sup>17</sup>

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan desain *cross-sectional* melalui kuesioner pada 30 mahasiswa

Fakultas Kedokteran Universitas Udayana yang tidak mengikuti pendakian ke Gunung Batur pada tanggal 13 Desember 2014 dan pencatatan frekuensi mereka pernapasan sebelum dan setelah pendakian.

Data tersebut terdiri dari data primer untuk frekuensi pernapasan dimana nama dan usia dicatat dari kuesioner. Populasi penelitian studi ini adalah 30 mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Udayana yang tidak mendaki Gunung Batur, Kintamani, Bangli, Bali. Sampel penelitian adalah 30 mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Udayana yang tidak mendaki Gunung Batur, Kintamani, Bangli, Bali.

Kriteria inklusi adalah mahasiswa kedokteran dari Universitas Udayana yang sehat secara fisik dan mental di kalangan pelajar pria dan wanita berbagai usia dari 21 sampai 25 tahun yang melakukan pendakian ke Gunung Batur, Kintamani, Bali.

Penelitian ini dimulai dengan penyusunan alat dan kuesioner. Tahap pertama adalah untuk mengumpulkan hasil frekuensi pernapasan dari peserta yang melakukan pendakian di Gunung Batur, Kintamani, Bali pada tanggal 13 Desember 2014 dan kuesioner. Tahap berikutnya adalah pencatatan data dan terakhir adalah untuk menulis laporan lengkap untuk menganalisis data. Untuk menentukan frekuensi pernapasan dari dataran rendah sebelum mendaki gunung dan puncak gunung setelah mendaki dengan menggunakan stopwatch. Prosedur ini kemudian diulang dengan peserta lain. Teknik *sampling* yang digunakan adalah *simple random sampling*. Peneliti memilih 30 calon yang terdiri dari mahasiswa kedokteran dari Fakultas Kedokteran Universitas Udayana yang terlibat dalam pendakian gunung. Frekuensi pernapasan dicatat menggunakan stopwatch.

Pengumpulan data dilakukan di Gunung Batur, Kintamani selama satu hari pada tanggal 13 Desember 2014. Data ini kemudian dianalisis untuk mengetahui perubahan frekuensi pernapasan dan perubahan yang dialami oleh sekelompok mahasiswa dari Fakultas Kedokteran Universitas Udayana yang melakukan pendakian. Sampel yang dikumpulkan terdiri dari 30 siswa.

## HASIL

Seperti ditunjukkan pada tabel 1, jumlah tertinggi siswa yang bergabung hiking di Gunung Batur adalah laki-laki, di mana laki-laki melebihi jumlah perempuan sebesar 14 orang di mana kami mendapat 22 siswa laki-laki dan 8 siswa perempuan. Dari 22 siswa laki-laki, 13 dari mereka adalah perokok. Untuk siswa perempuan semua dari mereka adalah non-perokok.

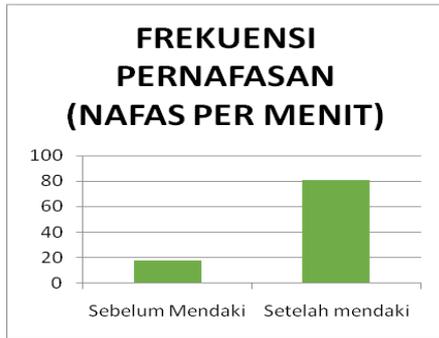
**Tabel 1:** menunjukkan kebiasaan merokok menurut jenis kelamin

Jenis Kelamin	Kebiasaan merokok	Jumlah	Total
Laki-laki	Merokok	13	22
	Tidak Merokok	9	
Perempuan	Merokok	0	8
	Tidak Merokok	8	
Total			30

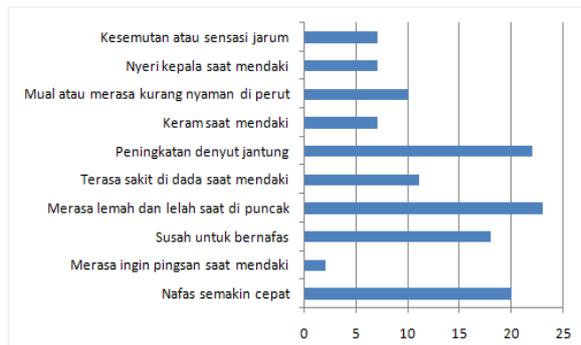
Tabel 2 menunjukkan perhitungan distribusi gender dibandingkan dengan perubahan yang dialami oleh siswa saat mendaki. Merasa lemah atau lelah ketika sampai di atas tercatat jumlah tertinggi 23 sampel (18,1%) diikuti oleh peningkatan denyut jantung dengan 22 sampel (17,3%), napas cepat dengan 20 sampel (15,7%), kesulitan bernafas dengan 18 sampel (14,2%), merasa sakit di dada saat mendaki dengan 11 sampel (8,7%), merasa mual atau gelisah dengan perut selama pendakian dengan 10 sampel (7,9%), sakit kepala selama mendaki, kesemutan atau sensasi jarum sensasi selama mendaki dan keram saat memanjat berjumlah yang sama sebanyak 7 sampel (5,5%), serta perasaan ingin pingsan saat mendaki dengan 2 sampel (1,6%). Dari hasil yang ditunjukkan di atas, dapat disimpulkan bahwa hasil jelas menunjukkan bahwa siswa mengalami lemah perasaan atau kelelahan saat mencapai puncak, peningkatan detak jantung, serta pernapasan yang cepat merupakan yang tertinggi pada saat mendaki gunung. Menurut Jurnal Fisiologi Latihan, respon paru untuk akut akan memiliki peningkatan istirahat dan maksimal ventilasi sub tiba untuk ketinggian dan ini dicapai dengan peningkatan frekuensi napas.

**Tabel 2** Jumlah siswa berdasarkan perubahan yang dialami oleh siswa ketika mendaki Gunung Batur

Perubahan	Frekuensi	Persentase
Napas semakin cepat	20	15,7%
Merasa ingin pingsan saat mendaki	2	1,6%
Susah untuk bernafas	18	14,2%
Merasa lemah dan lelah saat mencapai puncak	23	18,1%
Terasa sakit di dada saat mendaki	11	8,7%
Peningkatan denyut jantung	22	17,3%
Keram saat mendaki	7	5,5%
Mual atau merasa kurang nyaman di perut saat mendaki	10	7,9%
Nyeri kepala saat mendaki	7	5,5%
Kesemutan atau sensasi jarum saat mendaki	7	5,5%
Total	127	100%



**Gambar 1.** Frekuensi pernapasan sebelum mendaki dan setelah naik



**Gambar 2.** Grafik yang menunjukkan perubahan yang dialami oleh siswa saat mendaki Gunung Batur

Gambar 1 menunjukkan distribusi untuk perhitungan frekuensi pernapasan sebelum mendaki di ketinggian rendah dan setelah mendaki pada ketinggian tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua siswa memiliki peningkatan besar dalam pernapasan frekuensi mereka termasuk kedua siswa pria dan wanita.

## DISKUSI

Penurunan oksigen akan meningkatkan ventilasi baik dalam volume tidal dan frekuensi. Dengan hiperventilasi, kehilangan berlebih karbon dioksida dari darah menimbulkan pH menjadi alkali, pada gilirannya, mengurangi stimulasi pusat pernapasan menyebabkan penurunan ventilasi dan penyerapan oksigen. Hasil ini umpan balik positif dalam siklus peningkatan dan penurunan respirasi. Selama aklimatisasi, ginjal mengekskresikan bikarbonat ke dalam urin yang kemudian diserap dalam darah untuk mempertahankan pH normal pada rendahnya tekanan parsial karbon dioksida yang terjadi 24-48 jam setelah onset dari hiperventilasi.<sup>18</sup> Dengan meningkatnya denyut jantung, oksigen diangkut dari alveoli melalui sistem peredaran darah ke jaringan pada tingkat yang lebih cepat.

Pada proses untuk mengadaptasi kondisi yang telah terjadi tubuh berusaha untuk mempertahankan keadaan homeostasis atau keseimbangan untuk memastikan lingkungan operasi yang optimal untuk sistem kimia kompleks. Setiap perubahan dari homeostasis ini adalah

perubahan dari lingkungan yang optimal. Tubuh berusaha untuk memperbaiki ketidakseimbangan ini. Salah satu ketidakseimbangan tersebut adalah efek meningkatkan ketinggian pada kemampuan tubuh untuk memberikan oksigen yang cukup untuk dimanfaatkan dalam respirasi selular. Sistem pernapasan menarik udara awalnya baik melalui mulut atau hidung. Kedua bagian ini bergabung di belakang palatum untuk membentuk faring. Di dasar faring terdapat dua rongga. Kerongkongan menuju ke sistem pencernaan sementara yang lain, glotis, mengarah ke paru-paru. Epiglotis mencakup glotis ketika menelan sehingga makanan tidak masuk paru-paru. Ketika epiglotis tidak menutupi pembukaan ke paru-paru, udara bisa lewat dengan bebas masuk dan keluar dari trakea. Cabang-cabang trakea menjadi dua bronkus yang menuju paru-paru. Setelah di paru-paru bronkus bercabang berkali-kali ke bronkiolus yang lebih kecil yang akhirnya berakhir pada kantung kecil yang disebut alveoli. Di alveoli transfer oksigen ke darah berlangsung. Alveoli yang berbentuk seperti kantung meningkat dan gas pertukaran melalui membran. Bagian oksigen ke dalam darah dan karbon dioksida dari darah tergantung pada tiga faktor utama tekanan parsial gas, area permukaan paru, ketebalan membran.<sup>19</sup>

Membran dalam alveoli memberikan area permukaan besar untuk pertukaran gas bebas. Ketebalan khas dari membran paru kurang dari ketebalan dari sel darah merah. Permukaan paru dan ketebalan selaput alveolar tidak langsung terpengaruh oleh perubahan ketinggian. Tekanan parsial oksigen, bagaimanapun, langsung berhubungan dengan ketinggian dan mempengaruhi transfer gas di alveoli.<sup>20</sup>

Hasil diskusi ini akan merangkumi semua data dan hasil yang didapatkan dari tabel. Dari pembahasan di atas, dapat disimpulkan bahwa mendaki ke ketinggian yang lebih tinggi akan menyebabkan frekuensi pernapasan menjadi meningkat hingga 76%.

Hasil dari penelitian ini juga telah diilustrasikan dalam gambar grafik untuk memudahkan untuk meneliti hasil dari penelitian yang telah dilakukan ini.

Presentasi grafik dari Gambar 2 menunjukkan napas cepat, merasa lemah atau lelah ketika mencapai puncak dan peningkatan detak jantung paling perubahan yang dialami oleh siswa saat mendaki gunung, hasil ini didukung bahwa frekuensi meningkat bernapas di ketinggian.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian deskriptif yang telah dilakukan ini dapat disimpulkan terjadi peningkatan pernapasan sebesar 76% apabila berada di tempat dataran tinggi. Hasil ini juga mendukung teori-teori yang telah dilakukan sebelumnya yang mengatakan

pendapat yang sama dengan hasil penelitian ini. Pada saat mendaki juga terjadi perubahan yang wajar pada tubuh sampel. Perubahan-perubahan yang dimaksudkan adalah pernafasan cepat, kesulitan dalam pernafasan, lesu dan capek bila sudah dipuncak, nyeri di dada saat mendaki, peningkatan denyut jantung, kram saat mendaki, mual atau ketidaknyamanan dengan perut saat memanjat, sakit kepala selama mendaki, kesemutan atau pin & jarum sensasi saat memanjat, merasa ingin pingsan saat mendaki

Perubahan- perubahan yang terjadi pada sampel ini juga mendukung teori-teori yang telah dinyatakan oleh penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Perubahan ini juga merupakan proses adaptasi tubuh manusia dengan kondisi dataran tinggi.

### SARAN

Diharapkan dengan penelitian ini, orang di Indonesia khususnya, mengetahui perubahan frekuensi pernapasan saat mendaki, terutama mereka yang memiliki masalah dengan sistem pernapasan mereka. Disarankan juga bahwa penelitian ini dilakukan dalam waktu yang cukup lama untuk mengetahui dan memahami lebih lanjut tentang perubahan fisiologis pada sistem pernapasan, dan sistem kardiovaskular. Jadi hasil ini dapat dijadikan sebagai patokan untuk melakukan penelitian seterusnya dalam mencari seberapa besar hubungan yang terdapat dalam pernafasan dengan mendaki. Gambaran dari penelitian ini juga amat mendukung penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

### DAFTAR PUSTAKA

- Henri, M "The exposure of man to altitude when flying: from Paul Bert to today". *Journal de la Société de Biologie* Chapter 200.2006. Page 245–250
- Wyatt, F.B.. *Physiological Responses to Altitude: A Brief Review*. *Journal of Exercise Physiology*. 2014: 1-15
- B  rtsch, P and Gibbs, S.R . *Effect of Altitude on the Heart and the Lungs*. *Circulation*. Department of Pulmonology and circulation. 2007: 31-43
- WHO. *Global target 6: A 25% relative reduction in the prevalence of raised breathing frequency and blood pressure due to climbing*. Jenewa: World Health Organization. 2014
- Bindon, J. *Adaptation to Altitude: An Overview of Human Acclimatization*. *United States of America selected journal*. 2010:2259-2283
- Brown, P.J and Grocott, M.P. *Humans at altitude: physiology and Pathophysiology*. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain Advance Access*.2012- 769-787
- Dietz, T.E.. *Normal Acclimatization*. *International Society for Mountain Medicine*. 2011: 786-876
- Miao Liu, Yao He, Bin Jiang, Jianhua Wang, Lei Wu, Yiyan Wang, et al.. *Association Between Family History and Breathing Frequency Among Chinese Elderly*. *Medicine journal*. 2015: 94: hlm. 1-6.
- National Heart Lung and Blood Institute. "What Controls Your Breathing?" Department of Health and Human Service, National Institutes of Health and National Heart Lung and Blood Institute. 2011:214-230
- San, T. Polat, S. Cingi, C. Eskiizmir, G. Oghan, F. Cakir, B. *Effects of High Altitude to Sleep and Respiratory Systems and Their Adaptions*. 2013:154-157
- Zielinski J. *Effects of intermittent hypoxia on pulmonary haemodynamics: animal models versus studies in humans*. *Eur Resp J*. 2005; 25:173-80.
- DeLellis SM. *Acetazolamide or not, prior to ascent*. *Journal of Special Operations Medicine*. 2010;10: 1-4.
- Clarke C. *Acute mountain sickness: medical problems associated with acute and subacute exposure to hypobaric hypoxia*. *Postgrad Med J*. 2006;82:748-53.
- Luks AM, Swenson ER. *Travel to high altitude with pre-existing lung disease*. *Eur Resp J*. 2007; 29:770-92.
- Schommer K, Bartsch P. *Basic medical advice for travelers to high altitude*. *Dtsch Arztebl Int* .2011;108(49):839-48.
- Fiore DC, Hall S, Shoja P. *Altitude illness: risk factors, prevention and treatment*. *Am Fam Physician*. 2010; 82(9):1103-10.
- Samuels MP. *The effects of flight and altitude*. *Arch Dis Child* .2004; 89:448-55.
- Bia FJ. *Current prevention and management of acute mountain sickness*. *The Yale Journal of Biology and Medicine* 1992; 65:337-41.
- Maggiorini M. *Prevention and treatment of high altitude pulmonal edema*. *Progress in Cardiovascular Disease* 2010; 12:500-6.
- Basnyat B, Murdoch DR. *High altitude illness*. *Lancet* 2003; 36:1967-74.
- Rodway GW, Hoffman LA, Sanders MH. *High altitude related disorders - prevention, specific population and chronic medical conditions.. Heart Lung*. 2004; 33:3-12.
18. Mortimer H, Patel S, Peacock AJ. *The genetic of basis of high altitude pulmonal edema*. *Pharmacologic and therapeutics*. 2004;10:183-92.
- Dosh SA. *The changes in breathing pattern with climbing in adults*. *J.Fam Pract*.2001;50:707-712.