

高所キャンプでの夜間の無呼吸発作：心配は無用か？

千葉大学医学部肺癌研内科 増山 茂

ヒマラヤ遠征などの高所登山に際し、睡眠時の呼吸異常に気が付いた人は多い。まず眠れない。浅い眠りが多く、微かな刺激ですぐ目が覚めてしまう。十分な馴化^{しんか}する前は特にそうである。よく睡眠が取れるようになる事自体が馴化の目安になる。しかし馴化をある程度こなした後でも、さてアタックだという夜でも、隣のシュラフに寝る仲間の異常に驚いた人もいることだろう。仲間の呼吸音が聞こえなくなる。すわ一大事、死んでしまったかと心配し上体を起こしてのぞき込むといびきと共に大きな呼吸が再開される。安心して眠りにつこうとすると、また息をすることを止めてしまう。そしてまたしばらくすると呼吸が始まる。不安な夜を更に不安におとし入れる異常な呼吸である。

チェーンストークス呼吸と称されることもあるこの異常呼吸は、無呼吸と大きな呼吸を周期的に繰り返すという意味で周期性呼吸と呼ばれる。この周期性呼吸は、心不全を来す様々な疾患、中枢神経障害をもたらす種々の病態にみられるほか特殊な環境に置かれた正常人にも出現することが知られている。低酸素……これが高所での周期性呼吸を生み出す特殊条件である。

さて、この夜間の呼吸異常は本当に「異常」な呼吸なのだろうか？この呼吸は馴化の不調や高山病の兆候なのであろうか。

臨床の場でみる周期性呼吸を呈する患者は重症であることが多い。末期であることも希ではないので、高所キャンプで目にする周期性呼吸は一般隊員のみならず医師をも不安に陥れることがある。この低酸素下での夜間の無呼吸は生体にとり有利なはずがない、と医師は考える。かの隊員はもはや高山病である。重篤な心不全・呼吸中枢の失調を伴う頭蓋内疾患をも合併しているのではないか、とかの医師は疑うのである。しかし高所医学の成書をひもとくと、4000mを越えればこのような呼吸は誰にでも見られる、高所でこの様な呼吸を異常とみなす必要はない、と書いてある⁽¹⁾。やれ一安心。…しかし、本当だろうか？ではなぜ高所で圧倒的に強いシェルパ・チベタンにはこのような呼吸が見られないのだろうか？疲れて調子を落とした隊員にこの現象が多くみられたのではなかったか？

かの医師の惑いには根拠がある。周期性呼吸一般の成因を知らず、高所におけるその生理学的特徴を知らず、故に生理学的限界を越えた病的呼吸を分別できないからである。

周期性呼吸は、初期には呼吸中枢そのものの持つ周期性によると考えられていた。通常はこの周期性は抑制状態にあるが、一旦中枢の障害により抑制が解除されると発現するのだと。しかし現在ではこの考えは否定的である。周期性呼吸は呼吸調節の化学的フィードバックシステムの安定性が損なわれることにより生ずると考えるのが支配的である。高次の中枢による制御(意識的調節)が欠如する睡眠中にこの呼吸が出現しやすいのも当然といえる。化学的調節にとって以下の諸点が重要であると

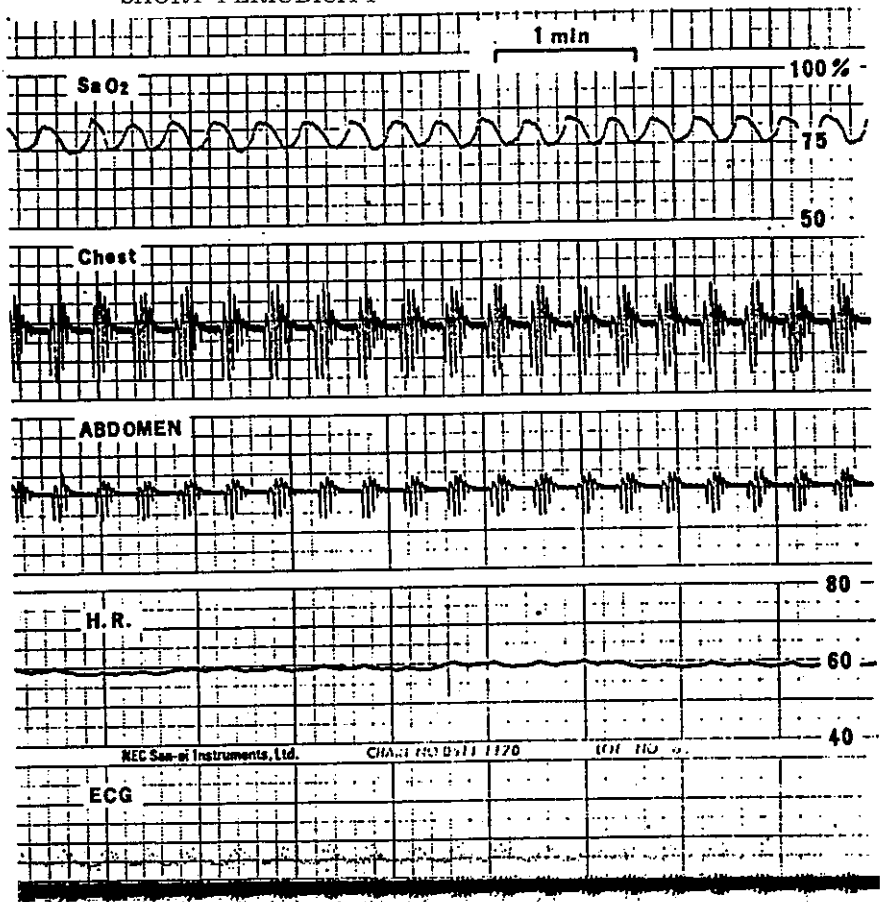
考えられている。

1. 低酸素や高炭酸ガスに対する呼吸の感受性
2. 循環時間
3. 酸素や炭酸ガスの体内貯留能
4. 外界の環境（低酸素・高炭酸ガス）

以上の要素を一定の値に数量化するとき、我々は周期性呼吸が発現するか否か、その周期はどの程度かを概ね知ることができる。

ここに実際に高所
所で見られた周期性呼吸の一例を示す(図1)。1986年に行われた東京農業大学中国崑崙山脈7167m峰登山隊員に、5315mのBCにて観察されたものである。上段より動脈血酸素飽和度、胸壁・腹壁の呼吸運動、心拍数、心電図が示されている。胸腹壁は同時にその呼吸運動を停止した後（中枢性無呼吸という）また同時に大きな呼吸運動を再開する。中枢

図1 PERIODIC BREATHING AT 5,300m WITH SHORT PERIODICITY



性無呼吸と過換気が周期的に繰り返されている。その周期は約21秒、無呼吸時間は10秒程度である。無呼吸と過呼吸の繰り返しに応じて動脈血酸素飽和度は規則的に上下している。

通常よりやや高い低酸素・高炭酸ガス化学感受性を持ち、2分の1気圧とみなされる高度で、やや心拍出量を増加させ（循環時間は幾らか短くなっているであろう）、過換気により体内炭酸ガスストア

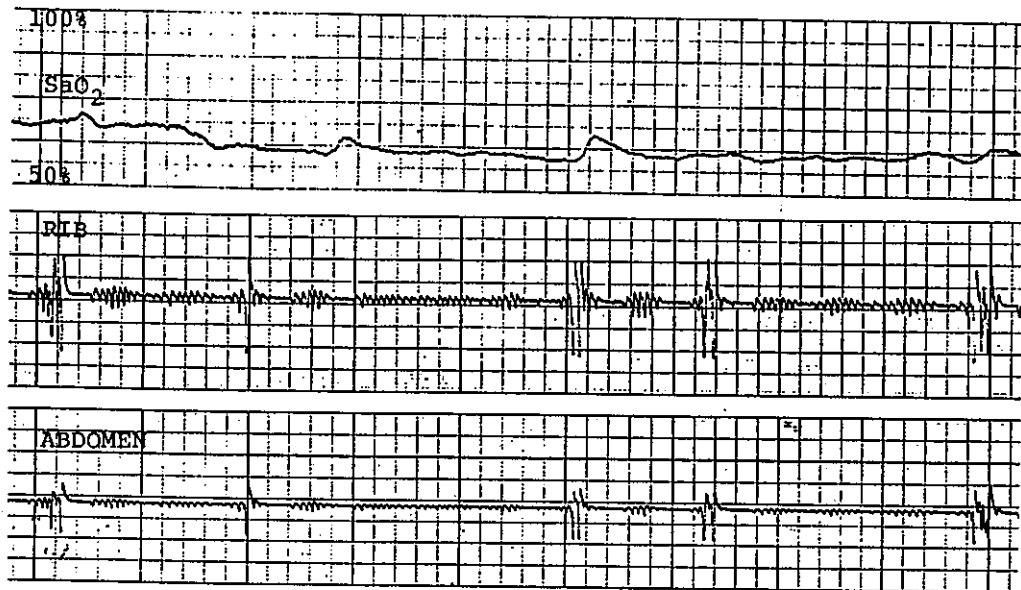
を臥位により肺内ガストアを減少させた平地人高所登山者の呈する周期性呼吸の周期は20秒前後であると数学的に予想されている⁽²⁾。低圧室での実験やアメリカのエベレスト隊など実際の高所での報告⁽⁴⁾⁽⁵⁾もこの値が妥当な線にあることを教えてくれる。上の隊員に見られた周期もこれを裏づけるものである。

ここにみた周期性呼吸は総て正常人の正常な反応である（計算であろうと実際の報告であろうと）。この生理的な反応により生ずる周期性呼吸が生体にとり合目的な現象でないはずがない。事実、上の周期性呼吸を呈した隊員は日中抜群の働きをした者の一人であった。またこの時の検査では、周期性呼吸自体が動脈血液ガスを改善させ、周期性呼吸を長く継続させればさせるほど、夜間の動脈血酸素飽和度の低下が少なくてすむことが分かった⁽⁶⁾。同様の報告が最近外国でもなされている⁽⁷⁾。

これらの周期性呼吸はいわば“良い”異常呼吸である。これなら安心してよい。

全ての周期性呼吸が“良い”わけではない。もう一つ例を示す(図2)。上記登山隊の別の隊員の同高度での記録である。ここでは不規則に過換気と低換気が繰り返されるがはっきりとした周期性はない。しいていえば約1分の波がある。動脈血酸素飽和度は60%台に低迷している。この隊員は5000m到着後全身の浮腫に悩まされており、この検査の翌朝更に強い高山病の症状を示した。

図2 PERIODIC BREATHING AT 5,000m WITH LONG PERIODICITY



低酸素や高炭酸ガスにたいする感受性が強度に損傷された場合、循環時間が延長するような場合、周期性呼吸の周期は異常に長くなる。中枢性の障害や体内水バランスの失調に起因する心不全がこれ

らの契機となる。周期の延長とはほとんど無呼吸（または低換気）時間の延長と考えるとよい。これは必然的に動脈血酸素飽和度の異常低下をもたらすであろう。この隊員は50%を切る値を睡眠時に記録している。酸素解離曲線の偏移を考慮してもこの時の PaO₂ は 30 Torr を下回っているであろう。いくらなんでもこの低酸素状態が体にいいわけがない。

これがいわば“悪い”周期性呼吸である。

高所での周期性呼吸は“良い”ものと“悪い”ものとの二種類に分けられることがわかった。“良い”周期性呼吸があればあるほど良い。この呼吸ができればでるほど快調な証拠である。長ければ長いほど夜間の動脈血酸素飽和度を高く保ってくれ明朝の快適な目覚めを保証してくれる。“悪い”周期性呼吸は要注意である。夜間の低酸素血症による障害が恐ろしいばかりではない。この呼吸自体が、日中は意識や意図により隠されがちな重篤な高山病の発症を予知するからである。他の症状とあわせて判断すべきではあるが、“悪い”周期性呼吸を高所キャンプで呈した隊員は基本的には高度を落し再度馴化過程を経るよう指示されるべきである。

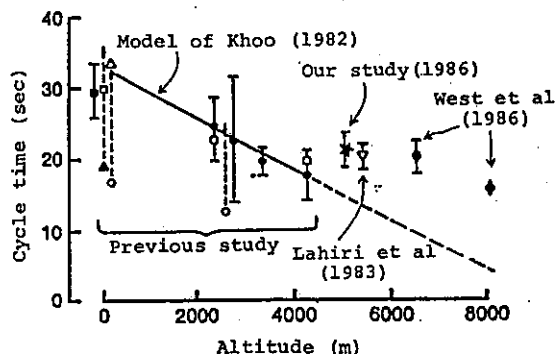
どこで“良い”と“悪い”の線を引きべきだろうか？ 動脈血酸素飽和度がモニターされていれば問題は無いが、現実的には不可能である。ここに現在まで報告されている高所での周期性呼吸の周期をまとめ、数学的に推論されたラインと共に示す(図3；WEST et al⁽⁵⁾より引用。我々のデータも加え改作してある)。推論された周期は高度が上がるとともに短くなっている。LAHIRI⁽⁴⁾、WEST⁽⁵⁾、我々⁽⁶⁾の実際の報告は予測ラインより高い値を示すが、高度にともない減少する傾向は保たれている。大ざっぱに言えば、5,000m前後では20数秒程度であろうか。このあたりが低酸素にたいする生体の合目的な反応といえるであろう。

ところで、シェルパやチベタンには周期性呼吸がみられないのではないか？ “悪い”ものはともかく“良い”周期性呼吸もみられ

ないのはおかしいではないか、という疑問がわいてくる。そう、彼らの多くは夜間の周期性呼吸と無縁である。なぜか？それは彼らが低酸素に対する呼吸の感受性をほとんど持ち合わせていないからである。⁽⁸⁾⁽⁹⁾この感受性は周期性呼吸を生みだすに当たり呼吸の化学調節にとって重要だとしてあげた第一の点であった。

高所での問題は低酸素にあると述べた。酸素は取り入れられ運搬され組織で利用されてはじめてその任務を全うする。真の意味の馴化とは組織が低酸素下でも活動しうる能力を備えることにある。長い歴史時代を越えて低酸素下に適応してきた高地居住民族はこの組織・細胞レベルの馴化を成し遂げ

図3 CYCLE TIME of PERIODIC BREATHING and ALTITUDE



ている。彼らにとり低酸素暴露に対し、呼吸筋の酸素消費量を結果的に増大させる過換気で反応することはもはやメリットではないのであろう。ともあれ高地居住民族は、彼らにとってそれが有利であるが故にこの感受性を欠き、よって夜間の周期性呼吸をも欠くのである。

低酸素用に調整された組織・細胞群を持たない我々低地居住者にとり一義的なのは酸素をより多く取り入れることにある。酸素分圧の低下に敏感にかつ強く呼吸運動で反応できるものこそ望ましい。しっかりした低酸素感受性を持ち、夜間には“良い”周期性呼吸で換気を維持できるものが高所での優位を保つこととなろう。

ここで結論に行こう。

夜間睡眠時息が止まったり大きな呼吸をしたりを繰り返す周期性呼吸そのものはちっとも恐くない。平地人が低酸素状態に馴化してゆく過程での合理的な反応である。馴化を助けてくれる。但し高度5,000 mで周期が25秒を越えると要注意。中枢障害や循環障害など重篤な高山病が隠れているかもしれない。高度が8,000 mではその可能性はもっと高い。周期が1分、無呼吸時間が30秒近くになったら間違いなく高山病。一刻も早く下部のキャンプへ。

参考文献

- 1) HOUSTON, C.S. Diseases of the Respiratory System. In: Medicine for mountaineering third edition, edited by J.A. Wilkerson. The Mountaineers: Seattle, Washington, 1984, p.256-273
- 2) KHOO, M.C.K. et al. Factors inducing periodic breathing in humans: a general model. J. Appl. Physiol. 53(3): 644-659, 1982
- 3) WAGGENER, T.B. et al. Strength and period of ventilatory oscillations in unacclimatized humans at high altitude. Physiologist 20: 9, 1977
- 4) LAHIRI, S. et al. Dependence of high altitude sleep apnea on ventilatory sensitivity to hypoxia. Resp. Physiol. 52: 281-301, 1983
- 5) WEST, J.B. et al. Nocturnal periodic breathing at high altitude of 6,300 and 8,050m. J. Appl. Physiol. 61(1): 280-287, 1986
- 6) 増山茂他. 高所でみられた周期性呼吸と呼吸の化学感受性. 日本登山医学研究会誌 vol.7, 1987
- 7) WHITE, D.P. et al. Altitude acclimatization: influence on periodic breathing and chemoresponsiveness during sleep. J. Appl. Physiol. 63: 401-412, 1987
- 8) SEVERINGHAUS, J.W. et al. Respiratory insensitivity to hypoxia in chronically hypoxic man. Respir. Physiol. 1: 308-334, 1966
- 9) MILLEDGE, J.S. and S. LAHIRI. Respiratory control in low-landers and Sherpa highlanders at altitude. Resp. Physiol. 2: 310-322, 1967