

チョモランマ・サガルマタ三国友好登山隊の医療報告(2) —シェルパと日本人隊員との心臓超音波検査を用いた心機能の比較—

平田和男

三菱京都病院心臓血管外科

斉藤惇生

新河端病院外科

1988年のチョモランマ・サガルマタ三国友好登山隊において、急性高山病に罹患していない日本人隊員19名とネパール・シェルパ隊員21名について、心臓超音波検査を施行して心機能を調べた。検査したのはベースキャンプに入山直後の時点であったが、低所住民である日本人と高所住民であるシェルパとの間に、高所における心臓の機能面では差は認められなかった。

1 はじめに

ヒマラヤ登山を行う時にまず問題とされるのは高度障害であろう。私達日本人がヒマラヤへ遠征する場合、登山の成功の鍵の一つは、いかにして高度障害を少なくして短期間で高度順化するかにある。

一方、高所住民であるシェルパは、日本人と比較して、高度障害が少なく、高所における活動能力が高いことが広く認められている。

今回私達はチョモランマ・サガルマタ三国友好登山隊の医療班として参加して、日本人とネパール・シェルパとを同時に観察する機会を得たので、循環器系を中心に、両者の高所における変化の相違点を調査した。今回の三国友好登山隊は中国・ネパール・日本の三国が共同して、登山する隊であり、5150mのベースキャンプに各国20名以上の隊員が集結して登山活動を行ったので、比較的均一の条件下で日本人とネパール・シェルパとを比較検討することができた。

調査目標は、高度順化の過程で心機能がどのように変化を遂げるのか、そして高所に強いと言われている高所住民のシェルパと低所住民の日本人隊員と高度順化の過程での心機能を検討することである。

2 対象と方法

対象はチョモランマ・サガルマタ三国友好登山隊のネパール隊員21名と日本人隊員19名である。検査した地点は中国側のABCである5150mの地点である。この地点は超音波断層心エコー装置が1トン近くもあるために、人力では持ち上げることが不可能で、トラックで到達できる最高地点である。

両隊員共に、ベースキャンプに入山するまで、及び入山後も比較的順調に高所順化をしてきたと思われる隊員に限り、急性高山病の症状が出現した隊員は除いた。検査はベースキャンプに到着して、約3日後に施行した。

測定に用いた超音波断層心エコー装置は、島津製作所製シマソニックSDU-700である。プローブは2.5MHzの電子セクタを用いて、記録は全てSVHSビデオテープに記録した。記録した画像は登山後に日本にて2人の心臓専門医によって計測された。

対象としたネパール・シェルパと日本人隊員との基本的な特質は表1に示した。両群間に有意差を認めたのは身長と体表面積であった。

測定項目は一般的な検査項目として、血圧と心

表 1

	Sherpa N=21	Japanese N=19	
	Mean ± SD	Mean ± SD	P-Value
Age	31.3 ± 4.9	34.3 ± 8	NS
Height (cm)	165.6 ± 5.3	169.9 ± 5.5	<0.01
Body Weight (Kg)	60.8 ± 5.1	63.3 ± 6.3	NS
BSA (M ²)	1.67 ± 0.09	1.74 ± 0.11	<0.05

搏数とパルスオキシメーターを用いた酸素飽和度を測定した。

超音波断層心エコー装置を用いた測定項目として、表2の項目を測定した。この心臓各部の径の測定には、American Society of Echocardiographyで推奨された方法で測定した。そして計測した値から、表3の計算式から左心室機能として表3の項目について調べた。

表 2 超音波断層心臓機能検査：測定項目

超音波断層心臓機能検査：測定項目		
LAD	Left Atrial Dimension	左房径
RV_wall	Right Ventricular Wall Thickness	右室前壁厚
RVd	Right Ventricular Cavity	右室内径
IVSd	Interventricular Septum	中隔壁厚
LVpost	Left Ventricular Posterior Wall	左室後壁厚
Dd	LV Internal Dimension (diastole)	左室拡張期内径
Ds	LV Internal Dimension (systole)	左室収縮期内径
ET	Ejection Time	駆出時間
HR	Heart Rate	心搏数

計測値、及び測定値は全て平均値±標準偏差で示し、統計学的処置はStudent unpaired T testを用いた。

3 結果

一般的な検査項目：血圧は収縮期血圧、拡張期血圧ともに両群間に有意差は認められなかった。心搏数はシェルパ群において、低い傾向が認められたが、統計学的には有意ではなかった。パルスオキシメーターを用いた酸素飽和度はシェルパ群の方が、統計学的な有意をもって高かった(表4)。

超音波断層心エコー装置による心臓の大きさの計測：心臓の大きさの計測値は体格による補正を行うために、体表面積で除した値で比較した。両群間で有意差がでたのは、右心室の拡張末期の径がシェルパ群にて大きかった。その他の左心房径、左心室の各径などは両群間に有意差はなかった(表5)。

左心室機能：左心機能は両群間に有意差は認められなかった(表6)。

表 3 超音波断層心臓機能検査：左心室機能

EDV	Left Ventricular End-diastolic Volume Teichholz's Formula : (7 x Dd ³) / (2.4 + Dd)	左心室拡張末期容積
ESV	Left Ventricular End-systolic Volume Teichholz's Formula : (7 x Ds ³) / (2.4 + Ds)	左心室拡張末期容積
SVI	Stroke Volume Index : (EDV - ESV) / BSA	一回駆出係数
CI	Cardiac Index : (EDV - ESV) x HR / BSA	心拍出係数
EF	Ejection Fraction : (SV / EDV) x 100	駆出率
FS	Fractional Shortening : [(Dd - Ds) / Dd] x 100	径短縮率
mVCF	Mean Velocity of Circumferential Fiber Shortening [(Dd - Ds) / Dd] / ET	平均短径周囲短縮速度

4 考察

酸素飽和度の違い

酸素飽和度は、人体の低酸素状態を示す最も簡便で有用な指標である。この値が低値を示すと、低酸素状態が著しいことを現し、高度障害に陥りやすいことを意味している。

ベースキャンプに入山直後のシェルパの酸素飽和度の値は、日本人隊員と比較して有意に高い。しかしながら、この時点でのシェルパの酸素飽和度の値は、日本人隊員においても、3週間後に十分に高所順化した後のベースキャンプにおける酸素飽和度とほぼ同程度の値である。

つまり十分に高所順化を終えた後の酸素飽和度については、シェルパと日本人隊員との有意差はな

いようで、このことはシェルパの方が、高所順化の進み具合が速いことを示すもので、酸素飽和度の観点からはシェルパと日本人と高所順化の到達点は同じと考えられた。

この高度順化の速さの違いはいかなる原因によるものかは未だに不明であるが、高所における呼吸器系の反応の違いなどのなんらかの機構が働いているものと考えられる。

心臓の各部位の大きさの計測

体格の違いから心臓の各径の測定値の補正した値では、左心系の各径の大きさでは有意差はなく、右心室径のみが有意差が生じた。これはシェルパが高所に常に滞在している結果、慢性の肺高血圧

表 4 一般検査項目

	Sherpa N=21	Japanese N=19	
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	P-Value
BP_Sys	120.6 $\pm$ 16.9	120.6 $\pm$ 16.4	NS
BP_Dias	80 $\pm$ 8.7	82.1 $\pm$ 12.5	NS
Heart Rate	80.5 $\pm$ 11.7	86.1 $\pm$ 13.6	<0.1
SaO ₂	83.1 $\pm$ 2.2	77 $\pm$ 3.6	<0.001

表 5 心臓の大きさの計測

	Sherpa N=21	Japanese N=19	
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	P-Value
LAD/BSA	15.9 $\pm$ 2.6	15 $\pm$ 2.3	NS
RV_wall/BSA	4.4 $\pm$ 0.9	4.3 $\pm$ 0.7	NS
RVd/BSA	15 $\pm$ 3.2	12.5 $\pm$ 2	<0.01
IVSd/BSA	6.4 $\pm$ 1.1	6.2 $\pm$ 0.9	NS
LVpost/BSA	7.1 $\pm$ 0.9	6.6 $\pm$ 0.7	NS
Dd/BSA	29.9 $\pm$ 3.3	28.6 $\pm$ 2.5	NS
Ds/BSA	22.6 $\pm$ 4.4	21.2 $\pm$ 3.7	NS
ET	0.279 $\pm$ 0.037	0.28 $\pm$ 0.053	NS

表 6 心臓の機能

	Sherpa N=21	Japanese N=19	
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	P-Value
EDV/BSA	71.1 $\pm$ 15.5	67 $\pm$ 11	NS
ESV/BSA	38 $\pm$ 15.4	34 $\pm$ 12.6	NS
SVI	33.2 $\pm$ 8.2	32.8 $\pm$ 7.5	NS
CI	2.8 $\pm$ 0.6	2.8 $\pm$ 0.5	NS
EF	48.2 $\pm$ 13.3	50.3 $\pm$ 13.2	NS
FS	24.9 $\pm$ 8.3	26.2 $\pm$ 8.3	NS
mVCF	0.9 $\pm$ 0.3	1 $\pm$ 0.4	NS

症によって、慢性の右心負荷が生じているのに関係しているのかもしれない。

しかし肺高血圧症の負荷であれば、圧負荷であるので、右心室の径の拡大ではなく、右心室の壁の肥厚が有意になってしかるべきである。

また心臓の右心系の計測は、左心系の計測に比較して、心臓のちょっとした回転で変化して、しかも値が小さいので誤差が生じやすいことによる False Positive なのかも知れない。

故に、この右心室径の拡大がどれだけ意味を持っているのかは、今後の高所低酸素症による肺高血圧症の心臓に対する影響についての、更なる解明を待たねばならない。

左心機能を主とした心機能の計測

左心機能については両群間に有意差は見られなかった。日本人などの低所住民が高所に昇ると、交感神経が亢進状態となって、心臓の機能も亢進することは諸家の文献からも、これまでの私達の調査でも明らかである。今回の結果は、シェルバも日本人と同様に心臓の機能は亢進状態にあると考えられる。つまりシェルバも日常的に生活している 3500 m 前後の高度から、5000 m の高度に上昇すると、程度の差はあれ、日本人と同様の高所反応が認められて、交感神経系の亢進していると考えられる。

5 結論

シェルバの循環器系の計測では、右心室の拡張

末期の径が大きいが、これは常に低酸素状態で生活しているために、慢性の肺高血圧症に因るものであろう。しかし左心室機能を主とした心機能の変化は、日本人隊員と差はなく、高所反応として左心室機能を主に心臓の機能は亢進していた。

シェルバも日常的に生活している 3500 m 前後の高度から、5000 m の高度に上昇すると、程度の差はあれ、日本人と同様の高所反応が認められて、交感神経系の亢進などの所見がある。しかし日本人と比較して、順化のスピードは速いようである。

文献

- 平田和男、斉藤惇生、増山茂、(1990) チョモランマ・サガルマタ三国友好登山隊の医療報告(1)、ヒマラヤ学誌 1:119-126
- 平田和男、(1991) 高所における左心室機能と左心室の壁運動の変化—心臓超音波断層装置を用いて—、ヒマラヤ学誌 2:75-8
- Manchanda SC, Maher JT, Cymerman A. (1975) Cardiac performance during graded exercise in acute hypoxia. J Appl Physiol 38:858-862.
- Fowles RE, Fitzgerald JW, Barry WH, Hultgren HN. (1977) Noninvasive evaluation of human cardiac function during acute exposure to high altitude. Clin Res 25:142A.
- Sahn J, DeMaria A, Kisslo J, Weyman A. The Committee on M-mode Standardization of the American Society of Echocardiography: (1978) Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: results of a survey of echocardiographic measurement. Circulation 58: 1072-83.
- Cunningham WL, Becker EJ, Kruezer F. (1965) Catecholamines in plasma and urine at high altitude. J Appl Physiol 20:607-610.