

ラダーク地域高所住民の肺高血圧に対する心電図と心臓超音波検査の有用性

諏訪邦明¹⁾、中嶋 俊¹⁾、石川元直¹⁾、松田晶子¹⁾、
佐藤恭子¹⁾、大森久子¹⁾、中岡隆志¹⁾、Tsering Norboo²⁾、
奥宮清人³⁾、松林公蔵⁴⁾、大塚邦明¹⁾

- 1) 東京女子医科大学東医療センター内科
- 2) Ladakh Institute of Prevention, Leh, Ladakh
- 3) 総合地球環境学研究所
- 4) 京都大学東南アジア研究所

背景と目的：高所住民は人種や遺伝的背景の違いにより異なった高所への適応形態を示すことが知られている。一般にヒトは低酸素である高所環境に暴露されると肺血管収縮をきたし肺高血圧を呈するようになるが、その程度は様々である。我々はインド・ラダーク地域の高所住民において、心電図および心臓超音波検査を用いて、肺高血圧症の評価をすることを目的とした。

方法：インド・ラダーク地域の標高 3000 ~ 4500 m に住む地域住民ボランティア 838 人（男性 357 人・平均年齢 57.7 ± 13.1 歳、女性 481 人・平均年齢 55.3 ± 12.3 歳）を対象に、2009 年 7 月、2010 年 8 月、2011 年 7 月に健康診断を行い、問診、診察、血液検査（血算、一般生化学検査）、心電図検査、呼吸機能検査、心臓超音波検査を施行した。心電図検査での右室肥大所見は①右軸偏位（90 ~ 180°）、② I, aVL, V5, V6 での S 波、③ V1 から V3 までの S 波の絶対値より高い R 波の 3 項目で評価した。また心臓超音波検査では連続波ドップラー法を用いた三尖弁逆流の圧較差を用いて推定された肺動脈圧が 30 mmHg 以上のものを肺高血圧と診断した。その他に各エコー項目の測定や他の弁膜症の評価をした。さらに、ECG における右室肥大所見と心臓超音波検査による肺高血圧所見の一致を評価するために Kappa coefficient を用いた検定を行った。

結果：心電図検査と心臓超音波検査をともに施行した 517 人のうち心電図で右室肥大所見を認めたのは 50 人であった。そのうち心臓超音波検査で 3 人の弁膜症を除いて肺高血圧所見を認めたのは 11 人（22.0%）であった。また心電図検査で右室肥大所見を認めなかった 467 人の中でも 16 人の弁膜症を除いた 111 人（23.7%）に心臓超音波検査で肺高血圧所見を認めた。Kappa coefficient は 0.012 (p=0.678) であり、心電図による右室肥大所見と心臓超音波検査による肺高血圧所見は一致性が低いことが示唆された。

結語：心電図と心臓超音波検査にはどちらにも長所と短所があり、肺高血圧所見の検出には両者の併用が有用であると考えられた。

キーワード：ラダーク、心電図検査、右室肥大、心臓超音波検査、肺高血圧症

背景

高所は低酸素を主体とする生体にとって過酷な環境であるが、この苛酷な環境に定住する高所住民は人種や遺伝的背景の違いにより異なった高所への適応形態を示すことが知られている¹²⁾。一般にヒトは低酸

素である高所環境に暴露されると肺血管収縮をきたし肺高血圧を呈するようになるが³⁻⁵⁾、その程度は地域や人種によって様々である³⁾。チベット住民はこの肺血管収縮の反応が非常に小さく⁶⁷⁾、同じ標高のアンデス地域に比し肺動脈圧の平均が低い³⁾。またイ

インド・ラダーク地域のチベット住民であるラダーク人の剖検では数例で肺小細動脈の中膜肥厚の変化や筋性変化がほとんど認められなかった、とも報告されている⁸⁾。

我々はこのインド・ラダーク地域の高所住民において2009年より住民健診を行っており、その中で心臓超音波検査においてラダーク地域では他の高所地域に比較してヘモグロビンの増加が少なく心駆出率が増加していることを報告した^{9,10)}。しかし一般的に高所住民は慢性的に低酸素環境に暴露されているため胸郭が変化し鳩胸を呈する人がみられ^{11,12)}、心臓超音波検査が困難であることがしばしばある。

肺高血圧症の診断には心臓超音波検査の他に心電図検査での右室肥大所見も有用だが、一般的に肺高血圧症のスクリーニングには心電図検査のみでは感度は20%程度と低く¹³⁾、心電図単独ではスクリーニングとして不十分である。そのため今回は心電図の右室肥大所見と心臓超音波検査の肺高血圧所見の有用性に関し比較検討を行った。

方法

インド・ラダーク地域のドムカル村（標高2900～4200 m）に住む306人とレー（標高3200 m）に住む318人およびチャンタン高原（4200～4900 m）に住む214人の計838人（男性357人・平均年齢57.7 ± 13.1歳、女性481人・平均年齢55.3 ± 12.3歳）の地域住民ボランティアを対象とした。2009年7月、2010年8月、2011年7月にこれらの住民に対して健康診断を行い、問診、診察、血液検査（血算、一般生化学検査）、心電図検査、心臓超音波検査を施行した。尚、糖尿病は空腹時血糖126 mg/dl以上または負荷後血糖200 mg/dl以上またはHbA1c 6.5%以上のいずれかを満たした住民を糖尿病と診断した。

また、心電図上の右室肥大所見と心臓超音波検査による肺高血圧所見の一致性を検討するためにKappa coefficientを用いた検定を行なった。

心電図検査

心電図検査はCardiomax FX-3010 CP-103T CE（Fukuda Denshi Co., Ltd., Tokyo, Japan）を用いた。5分の安静臥位の後に波形が安定したところで30秒の測定を行った。右室肥大の心電図所見は①右

軸偏位（90～180°）、②I, aVL, V5, V6でのS波、③V1からV3までのS波の絶対値より高いR波の三項目で評価した¹⁴⁻¹⁷⁾。

心臓超音波検査

心臓超音波検査にはSonoSite TITAN[®] Series High-Resolution Ultrasound System（Sonosite, Inc., Bothell, WA, USA）、トランスデューサーに3-MHZのものを用いた。肺高血圧症は平均肺動脈圧が安静時に25 mmHg以上、あるいは運動時に30 mmHg以上と定義され、カテーテルによる心内圧の直接の測定が確定診断となる¹⁸⁾。心臓超音波検査でも連続波ドップラー法を用いれば三尖弁逆流からの右室圧の推定、つまり肺動脈圧の推定が可能であり、三尖弁逆流の圧較差は右心カテーテルの圧測定値と相関（ $r^2=0.78$ ）することより代用が可能である^{17,19)}。

心尖部四腔断面もしくは左室短軸断層面の大動脈基部短軸、もしくは右室流入路長軸断層面にてカラードプラー法で最も三尖弁逆流血流が描出されるビューを探し、連続波ドプラー法を適用して最大血流速度（ V_{max} ）を測定した。この V_{max} からベルヌーイの簡易式（ $\text{Pressure Gradient}=4(V_{max})^2$ ）を用いて収縮期右室-右房圧較差を算出した。この圧較差に最大下大静脈径から推定される右房圧（最大下大静脈径が15 mm以下の場合は推定右房圧を5 mmHg、最大径が15 mm以上で呼吸性変動がある場合は推定右房圧を10 mmHg、最大径が15 mm以上で呼吸性変動がない場合は推定右房圧を15 mmHg）を加えると、右室圧（肺動脈圧） $=4(V_{max})^2 + \text{右房圧}$ （収縮期圧）にて肺動脈圧が推定できる^{20,21)}。

先行報告に倣い今回も推定された肺動脈圧が30 mmHg以上のものを肺高血圧とした^{9,10)}。その他に、Mモード法を用いて左室拡張末期径、左室収縮末期径、心室中隔壁厚、左室後壁厚および左室駆出率を測定した。またカラードップラー法を用いて大動脈閉鎖不全および僧帽弁閉鎖不全の程度を評価し、中等度以上の弁膜疾患を伴っている場合は、肺高血圧の血行動態に対する影響が大きいと考えられるため肺高血圧の診断から除外した。

結果

本研究を行った対象者のうち心電図検査と心臓超音波検査ともに施行したのは517人（男性195例・平均年齢58.1±12.8歳、女性322例・平均年齢54.9±12.4歳）であった。血圧は131.5±24.3/85.5±13.1 mmHg、脈拍数は75.0±13.4/min、パルスオキシメトリ法による酸素飽和度は90.5±4.5%、高血圧症の頻度は41.1%、糖尿病の頻度は20.7%であった（表1）。

心臓超音波検査結果

心臓超音波検査を施行し得た517人に対し、各計測値の平均は左室拡張末期径が45.0±5.6 mm、左室収縮末期径が28.6±6.8 mm、左室駆出率が66.5±9.3%、僧帽弁逆流を認めた割合が0.9%（男性1.0%、女性0.9%、 $p=0.91$ ）、大動脈弁逆流を認めた割合が2.9%（男性4.6%、女性2.5%、 $p=0.42$ ）、推定肺動脈圧が25.8±9.9 mmHg（最大値81.7 mmHg・最小値2.0 mmHg）であり、肺高血圧の有病率は123人（123/498=24.7%）（男36/187=19.3%、女87/311=28.0%、 $p=0.03$ ）であった（表2）。

心電図検査と心臓超音波検査による肺高血圧症のスクリーニング結果

心電図検査と心臓超音波検査をともに施行した517人のうち心電図で右室肥大所見を認めたのは50人であった。そのうち心臓超音波検査で3人の弁膜症を除いて肺高血圧所見を認めたのは11人（22.0%）であった。また心電図検査で右室肥大所見を認めなかった467人の中でも弁膜症の16人を除いた111人（23.7%）に心臓超音波検査で肺高血圧所見を認めた（図1）。

また心電図の右室肥大所見を認めた項目数の合計別に推定肺動脈圧の程度を（0~29.9 mmHg、30~34.9 mmHg、35~39.9 mmHg、40 mmHg以上の4群に分けて）みてみると、右室肥大所見を3項目全て満たした住民で推定肺動脈圧が35 mmHg以上であった住民は認めなかった（図2）。

心電図と心臓超音波検査におけるKappa係数は0.012（ $p=0.678$ ）であり、心電図の右室肥大所見と心臓超音波検査による肺高血圧所見は一致性が低いことが示唆された。

考察

本研究では、心電図で右室肥大所見を認めない住民のうち23.7%に心臓超音波検査で肺高血圧症を認めた。また、心電図で右室肥大所見を3項目すべて満たした住民は4人で、そのうち1人（0.2%）が心エコーで肺高血圧を認め、心電図スクリーニングによる陽性的中率の低さを示した。一方、心エコーで肺高血圧を認めた122人のうち、111人（91%）もの多くが心電図0項目を占め、5人（4%）が1項目、5人（4%）が2項目、1人（0.8%）が3項目を満たすにすぎず、心電図スクリーニングによる感受性の低さを示した。

そしてKappa係数を用いた検定により、右室肥大所見は心電図と心臓超音波検査において一致性が低いことが示唆された。これは先行研究による報告（心電図では右室肥大所見の診断基準を本研究と同様の項目として59%の感度と81%の特異度、および心臓超音波検査では肺高血圧の診断基準を安静時の平均肺動脈圧が25 mmHg以上として70%の感度と88%の特異度¹⁷⁾）と傾向を同じくする結果であった。従って心電図検査では判別できない肺高血圧症を心臓超音波検査では検出し得ること、また心電図検査単独よりは心臓超音波検査と組み合わせの方が感度は良いと考えられた。

今回、心電図の右室肥大所見を3項目満たした住民に肺高血圧所見がほとんど認められなかった理由は不明であるが、ひとつには肺高血圧が著明であるがゆえに鳩胸を呈し、そのため心臓超音波検査での評価が困難であった可能性がある。また肺動脈圧が60 mmHg以上の重度の肺高血圧例において心電図の右室肥大所見が認められた²²⁾、との報告もあり、本研究では肺動脈圧が60 mmHg以上の住民は1人のみしか認めず、この右室肥大所見が真に肺高血圧症を示唆するものか判断できない可能性も考え得る。

心電図検査の長所は鳩胸等の理由で心臓超音波検査での評価が困難な住民に対しても短時間で簡便に行うことができる点である。しかし一般的に肺高血圧症の診断において心電図検査では感度が約20%と低く⁸⁾、単独で肺高血圧症を評価するのは有用ではない。本来ならば確定診断し得る心臓カテーテル検査の施行が望ましいが、侵襲的であり、専門設備を要するためスクリーニング評価に

表 1 調査対象者の背景

	All subjects	Male	Female
N	517	195	322
Age	56.1±12.8	58.1±13.4	54.9±12.4
BMI	22.7±3.5	22.8±3.2	22.7±3.7
Systolic BP;mmHg	131.5±24.3	134.2±21.4	129.9±25.7
Diastolic BP;mmHg	85.5±13.1	85.9±12.2	85.2±13.6
Pulse Rate;/min.	75.0±13.4	73.5±12.9	75.9±13.5
SpO₂;%	90.5±4.5	90.9±4.7	90.2±4.6
Hb;g/dl	14.4±2.6	16.1±2.1	13.4±2.3
HbA1c;%	5.8±0.7	5.7±0.7	5.8±0.7
HT(%)	213/517(41.1%)	88/195(45.1%)	125/322(38.8%)
DM(%)	20/517(3.9%)	6/195(3.1%)	14/322(4.3%)
Tibetan/Ladakhi	201/316	77/118	124/198

結果は平均±SD で表示した。

BMI=body mass index; BP=blood pressure; SpO₂=saturation of pulse oximetry;

Hb=hemoglobin; HbA1c=glycosylated hemoglobin;

HT=Prevalence of Hypertension; DM=Prevalence of Diabetes

表 2 心臓超音波検査結果

	All subjects	Male	Female
N	517	195	322
LVDd (n) ;mm	45.0±5.6 (394)	45.9±5.0 (145)	44.5±5.9 (249)
LVDs (n) ;mm	28.6±6.8 (393)	29.4±5.2 (144)	28.1±7.5 (249)
IVS (n) ;mm	9.7±6.7 (409)	10.2±7.5 (149)	9.4±6.2 (260)
PW (n) ;mm	10.5±5.8 (407)	11.6±9.1 (150)	9.8±2.1 (257)
LVEF (n) ;%	66.5±9.3 (419)	64.8±9.5 (153)	67.4±9.1 (266)
Doppler echo Ppa (n) ;mmHg	25.8±9.9 (163)	27.2±10.2 (46)	25.2±9.7 (117)
PH(+);n(%)	123/498(24.7%)	36/187(19.2%)	87/311(28.0%)
MR(+);n(%)	5/517(0.9%)	2/195(1.0%)	3/322(0.9%)
AR(+);n(%)	15/517(2.9%)	7/195(3.9%)	8/322(2.5%)

結果は平均±SD で表示した。

LVDs=left ventricular dimension-systole; LVDd= left ventricular dimension-diastole;

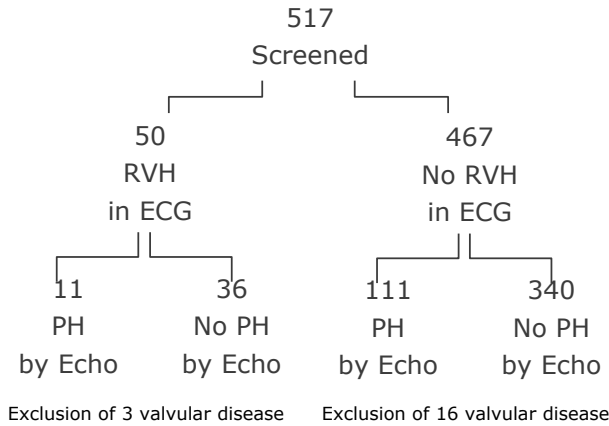
IVS=interventricular septum; PWd=posterior wall dimension; LVEF=left ventricular

ejection fraction; TR=tricuspid valve's regurgitation; Ppa=pulmonary artery pressure;

PH=pulmonary hypertension; MR=mitral valve's regurgitation; AR=Aorta valve's

regurgitation

肺高血圧は中等度の弁膜疾患を伴っている場合、左室拡張末期圧の上昇から左房圧の上昇、ひいては肺動脈幹入圧の上昇を引き起こすため、中等度以上の弁膜疾患を伴うものは、除外した。その結果、男性で MR(+)と AR(+)を併せ持つ住民が 1 人いたため男 8 人と女 11 人の計 19 人の弁膜疾患住民を対象の 517 人から除いた 498 人の母数で肺高血圧症の有病率を算出している。



ECG=electrocardiogram, Echo=echocardiograph,
 RVH=right ventricular hypertrophy, PH=pulmonary hypertension
 心電図検査と心臓超音波検査をともに施行した517人のうち心電図で右室肥大所見を認めたのは50人であった。そのうち心臓超音波検査で3人の弁膜症を除いて肺高血圧所見を認めたのは11人(22.0%)であった。また心電図検査で右室肥大所見を認めなかった467人の中でも心臓超音波検査で16人の弁膜症を除く111人(23.7%)に肺高血圧所見を認めた。

図1 心電図検査と心臓超音波検査による肺高血圧症のスクリーニング結果

	0~29.9	30~34.9	35~39.9	≥40	計
0	340(68.3%)	38(7.6%)	31(6.2%)	42(8.4%)	451
1	23(4.6%)	1(0.2%)	1(0.2%)	3(0.6%)	28
2	10(2.0%)	1(0.2%)	1(0.2%)	3(0.6%)	15
3	3(0.6%)	1(0.2%)	0	0	4
計	376	41	33	48	498

縦軸は右室肥大所見項目で陽性を認めた項目の合計数である。
 横軸は推定肺動脈圧値 (mmHg) をそれぞれ 0~29.9、30~34.9、35~39.9、40 以上に分けた。
 各項目の数字は人数の実数であり括弧内は全対象の517人より弁膜症の19人を除いた498人に対する割合である。
 心電図の右室肥大所見を認めた項目数の合計別に推定肺動脈圧の程度を(0~29.9mmHg、30~34.9mmHg、35~39.9mmHg、40mmHg以上の4群に分けて)みてみると、右室肥大所見を3項目全て満たした住民で推定肺動脈圧が35mmHg以上を認めた住民は認めなかった。

図2 右室肥大所見と推定肺動脈圧値の人数の結果

は適さない。それに比して心臓超音波検査は心電図ほど簡便ではないが、心臓カテーテル検査よりは簡易かつ非侵襲的である。Kojonazarov BK によるとカラードップラーエコーでの肺動脈圧と右心カテーテルでの肺動脈圧は相関を認め ($r^2=0.78$)、心臓超音波検査は右心カテーテルによる肺動脈圧を推定できると考えられること^{17,18)} から、心電図単独では検出できない肺高血圧症の評価のために心臓超音波検査が欠かせない。

したがってフィールド調査のような大多数の被検査者を対象とする調査では、簡便でそれぞれ利点を有する心電図検査と心臓超音波検査の併用が望ましいと考えられた。

今回の我々が行った評価は心臓超音波検査による推定肺動脈圧の測定であった。今後は高所という特殊環境の影響や高所肺高血圧症の定義²³⁾をより考察した上で、高所における肺高血圧症の臨床像から右室肥大所見、さらには右心不全の状態を把握・説明していく必要がある。そのためには高所環境への適応と障害の観点も含めて、慢性高山病をはじめとする臨床症状と肺高血圧症の有無での心臓超音波検査の各測定値の差異や、肺高血圧症の有無と貧血関連、動脈硬化関連、肺機能や運動耐容能との関係、地域や遺伝的な背景の関係などの検討が必要である。そしてそれだけでなく低所での肺高血圧症との比較検討や胸部 X 線写真での心拡大像や肺疾患の有無の鑑別、また BNP、ACE といった液性因子との関連も調べる必要があると思われる。

謝辞

本稿は総合地球環境学研究所「人の生老病死と高所環境—高地文明における医学生理・生態・文化的適応（代表者：奥宮清人）」における医学調査の一環として行われたものである。本研究にあたって現地での調査に多大なる協力をしてくださった福井大学の月原敏博先生、Ladakh Institute of Prevention のメンバーの皆様、現地スタッフの皆様および健診に参加していただいた地域住民のご厚意に感謝申し上げます。

参考文献

1) Beall CM. Tibetan and Andean patterns of adaptation to high-altitude hypoxia. *Hum Biol.*

72:201-28, 2000.
 2) Beall CM. Two routes to functional adaptation: Tibetan and Andean high-altitude natives. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 104 Suppl 1:8655-60, 2007.
 3) Penaloza D, Arias-Stella J. The heart and pulmonary circulation at high altitudes: healthy highlanders and chronic mountain sickness. *Circulation* 115 :1132-46, 2007.
 4) Robert N. Physiological Adaptation of the Cardiovascular System to High Altitude. *Progress in Cardiovascular Diseases* 52:456-466, 2010.
 5) Rotta A, Canepa A, Hurtado A, et al. Pulmonary circulation at sea level and at high altitude. *J Appl Physiol.* 9:328-336, 1956.
 6) Chronic mountain sickness and High altitude pulmonary hypertension In *High altitude medicine and physiology.* 2007. pp299-309.
 7) 奥宮清人：高所環境と疾病—慢性高山病の現状と今後の課題—。ヒマラヤ学誌 9:3-9, 2008.
 8) Gupta ML, Rao KS, Anand IS, et al. Lack of smooth muscle in the small pulmonary arteries of the native Ladakhi. Is the Himalayan highlander adapted? *Am Rev Respir Dis.* 145:1201-1204, 1992.
 9) 中嶋俊, 宝蔵麗子, 石川元直ほか. ラダック地域チベット住民における高所適応. ヒマラヤ学誌 11: 54-60, 2010.
 10) 宝蔵麗子, 諏訪邦明, 中嶋俊ほか. アンデス・ラダック地域住民における高所適応の検討. ヒマラヤ学誌 12:15-22, 2011.
 11) Weinstein KJ. Thoracic skeletal morphology and high-altitude hypoxia in Andean prehistory. *Am J Phys Anthropol.* 134:36-49, 2007.
 12) Weitz CA, Garruto RM, Chin CT, et al. Morphological growth and thorax dimensions among Tibetan compared to Han children, adolescents and young adults born and raised at high altitude. *Ann Hum Biol.* 31:292-310, 2004.
 13) Chou T-C, Knilans TK, *Electrocardiography in Clinical Practice*, 4th Edn. Philadelphia, W.B. Saunders, 1996.
 14) Xu X-Q, Jing Z-C. High-altitude pulmonary hypertension. *European Respiratory Review* 111:13-17, 2009.

- 15) Karliner JS, Sarnquist FF, Graber DJ, et al. The electrocardiogram at extreme altitude: experience on Mt Everest. *Am Heart J.* 109:505-513, 1985.
- 16) Moret PR. Coronary blood flow and myocardial metabolism in man at high altitude. High altitude physiology. Cardiac and respiratory aspects. *Ciba* 1971:p.131
- 17) Kojonazarov BK, Imanov BZ, Amatov TA, et al. Noninvasive and invasive evaluation of pulmonary arterial pressure in highlanders. *Eur Respir J.* 29:352-6, 2007.
- 18) Galie N, Hoeper MM, Humbert M, et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension: The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Pulmonary Hypertension of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Respiratory Society (ERS), endorsed by the International Society of Heart and Lung Transplantation (ISHLT). *Eur Heart J.* 30:2493-537, 2009.
- 19) Naeije R, Torbicki A. More on the noninvasive diagnosis of pulmonary hypertension: Doppler echocardiography revisited. *Eur respire J.* 8:1445-1449, 1995.
- 20) Otto CM, Pearlman AS, eds. Textbook of Clinical Echocardiography. Philadelphia, Pa: WB Saunders Co, 1995:243-278.
- 21) Yock PG, Popp RL. Noninvasive estimation of right ventricular systolic pressure by Doppler ultrasound in patients with tricuspid regurgitation. *Circulation* 70:657-662, 1984.
- 22) Al-Naamani K, Hijal T, Nguyen V, et al. Predictive values of the electrocardiogram in diagnosing pulmonary hypertension. *Int J Cardiol.* 127:214-218, 2008.
- 23) Leon-Velarde F, Maggiorini M, Reeves J.T, et al. Consensus Statement on Chronic and Subacute High Altitude Diseases. *High Alt Med Biol.* 6:147-57, 2005.

Summary

Evaluation of the Electrocardiogram and Echocardiography Findings of Highlanders in Ladakh

Kuniaki Suwa¹⁾, Shun Nakajima¹⁾, Motonao Ishikawa¹⁾, Akiko Matsuda¹⁾,
Kyoko Sato¹⁾, Hisako Omori¹⁾, Takashi Nakaoka¹⁾, Tsering Norboo²⁾,
Kiyohito Okumiya³⁾, Kozo Matsubayashi⁴⁾, Kuniaki Otsuka¹⁾

- 1) Department of Medicine, Tokyo Women's Medical University, Medical Center East, Tokyo
- 2) Ladakh Institute of Prevention, Leh, Ladakh
- 3) Research Institute for Humanity and Nature, Kyoto
- 4) Center for Southeast Asian Studies, Kyoto University, Kyoto

Background: Highlanders show different type of adaptation to hypoxic environment depending on the race or genetic background. It is generally believed that hypoxic environments predispose high altitude dwellers to pulmonary vasoconstriction. However, high altitude dwellers do not necessarily present pulmonary hypertension (PH). It has been reported that prevalence of PH differs significantly depending on the race or genetic background. In this study we evaluated the electrocardiogram (ECG) and echocardiography of the dwellers living in Ladakh to assess the prevalence of PH.

Method: We recruited 838 (357 male, age=57.7±13.1years; 481 female, age=55.3±12.3years) subjects from Ladakh (altitude; 3000m - 4800m) in India in July 2009, August 2010, and July 2011. We administered ECG and echocardiography (TITAN^R; Sonosite, Inc, Bothell, WA, USA) to the subjects and evaluated the findings. Estimated systolic pulmonary artery pressure more than 30 mmHg was defined as PH. We diagnosed right ventricular hypertrophy (RVH) if the subject's ECG met one of the following criteria: 1) Right axis deviation, 2) S wave in I, aVL, V5-6, 3) high R wave in V1-3 in ECG. Kappa coefficient was calculated to test the strength of agreement for RVH diagnosis in use between ECG and echocardiography.

Results: We were able to analyze both the echocardiography and ECG in 517 individuals. In remaining 321 individuals, echocardiography was not available because of their pigeon chest. According to the echocardiography data, PH was present in 122 individuals (23.6%) of Ladakh. Eleven out of 50 subjects with RVH in ECG (22.0%) and 111 out of 467 subjects without RVH in ECG (23.7%) showed PH by echocardiography. Kappa coefficient was 0.012(p=0.678) suggesting low agreement between the RVH criteria of ECG and echocardiography.

Conclusion: The RVH findings by ECG are not associated with PH evaluated by echocardiography in high altitude population. A combination of ECG and echocardiography may be useful for screening of high-altitude pulmonary hypertension.