

# 小児気管支喘息児の運動耐容能の検討

## —人工気象室を用いての基礎的研究—

都立母子保健院 木村 康子  
(共同研究者) 国立小児病院 飯倉 洋治  
研究センター  
同 秋本 憲一  
東京慈恵会医科大学 松田 秀一

### **A Study of Exercise Induced Asthma in Asthmatic Children With Changing Air Pressure by the Artificial Weather Chamber**

by

Yasuko Kimura

*Tokyo Metropolitan Maternity and Child Health Institute*

Yōji Iikura, Kenichi Akimoto

*Department of Allergy, National Children's Hospital*

Shuichi Matsuda

*Tokyo Jikei Medical College*

#### **ABSTRACT**

Twenty asthmatic children were asked if they felt their asthmatic attacks to be associated with weather changes. Eleven patients answered that they felt relationship between weather changes and asthmatic attack, (Group A ; 8 severe, 2 moderate, 1 mild asthma). Other nine patients answered they didn't feel any relationship, (Group B ; 2 severe, 7 mild asthma). Most of Group A had severe asthma (73%). In this study, We kept air temperature to be twenty-three degree Celsius and humidity to be fifty percent in the artificial weather chamber.

Fifteen patients were recruited to exercise challenge (RAMP

method). Pulmonary function were evaluated at the sea level and at 1,500 m level (air pressure decreased at 6.7 hPa/min).

Eleven patients (five of group A, six of group B) experienced the same examination at the sea level and at two meter below sea level (air pressure increased at 22 hPa/min).

Although FEV1 changed + 0.92% after fifteen minutes at the sea level in Group A, FEV1 fell by 6.46% at 1,500 m level ( $P = 0.06$ ).

Three psychological tests, subjective observation record, STAI, and frikker test were also carried out.

All of the patients got high score both at 1,500 m level and at 2 m below sea level than that at the sea level.

When the air pressure in the artificial weather chamber was increased or decreased, the change in pulmonary function was little if any. They had remarkable psychological anxiety in STAI and frikker test. Since asthmatic children were sensitive to the change of air pressure, they might have physical and/or psychological stress in bad weather.

Taken together, a change of the air pressure can be thought as one of the triggers, which cause asthmatic attack.

## 要 旨

気管支喘息児 20 名に対し、天候と喘息発作に  
関係を感じるかどうかのアンケート調査を行い、  
天候の影響を感じている A 群 11 名（重症 8 名、  
中等症 2 名、軽症 1 名）と感じていない B 群 9 名  
（重症 2 名、軽症 7 名）に分けた。天候の影響を感  
じやすい群では、重症喘息児が多かった（73%）。  
人工気象室内を、気温 23°C、湿度 50% に保ち、気  
圧のみを大気圧から 6.7 hPa/min の割合で 845  
hPa（標高 1,500 m）まで減圧する実験を、喘息児  
15 名（A 群 9 名、B 群 4 名）に対し行った。また、  
大気圧から 20 hPa/min の割合で 1,230 hPa（水  
深 - 2 m）まで加圧する実験を、喘息児 11 名（A  
群 5 名、B 群 6 名）に行った。

目標の低圧または高圧環境下で、対象患児に

RAMP 運動負荷を行わせ、呼吸代謝および運動  
後の肺機能を測定した。全例別日に、気圧を変化  
させない大気圧環境で同じ検査を行い、気圧変化  
させた時の結果と比較した。

A 群の運動後 15 分の FEV1 の変化率は、大気  
圧環境下で + 0.92%、低圧環境下で - 6.46% ( $P$   
= 0.06) と、減圧により肺機能が低下する傾向を  
示した。B 群では差は認められなかった。加圧に  
よる変化は両群ともに認められなかった。

心理学的検査として、気圧変化を感じているか  
どうかの自覚症状チェックリスト、STAI（状態  
不安度テスト）、フリッカーテスト（集中力判定テ  
スト）を行った。大気圧に比べ、低圧、高圧環境  
ではともに大きな変動を示し、環境変化に対する  
ストレスを、より強く感じる喘息児の存在が認め  
られた。気圧を変化させた時の肺機能の変化はわ

ずかであったが、心理的検査では、大きな変化が生じたことを考え合わせると、喘息児は気圧変化に対して高い感受性を持っていると思われる。

以上より、気圧単独の変化が喘息児の喘息発作を誘発する因子となり得ることが推察された。

## はじめに

気管支喘息は、喘息発作が季節的に春、秋に集中することや、台風や雨の降る前の日に多発するなど、気象の変化が喘息発作の増悪因子として作用するという、気象病としての特徴を有している。とくに気圧の影響を受けていることは古くから言われており、台風や低気圧が来ると、喘息発作の急患が増えることは日常よく経験することである。

石崎<sup>1)</sup>は、気圧が前日より上昇する日(移動性高気圧)に喘息発作が多いと報告し、一方で笠井<sup>2)</sup>は、高気圧による喘息発作の多発は花粉、粉塵などが空中に上昇することが原因であり、気圧単独の変化ではないと論じている。

喘息発作の誘発因子としては、急激な温度低下や多湿などの気圧以外の気象因子も重要であり、さらには大気汚染・花粉の飛散・ストレスなど、さまざまな因子が喘息発作をめぐって絡み合っている。天候が変化する環境下では、運動誘発性喘息(EIA)が生じやすいともいわれている。このように気圧と喘息発作の関係については一定の関係が得られていないといえる。そこで純粋な気象因子である気圧・温度・湿度を単独に変化させることのできる、人工気象室での呼吸生理学的な研究が必要となる。

今回われわれは、人工気象室を用いて、温度と湿度は一定にし、大気圧、低圧、高圧の3つの環境を設定し、喘息児の受ける呼吸生理について検討した。そのほかに、喘息児が心理的・身体的ストレスの影響を受けやすいことが言われていることから、気圧の変化というストレスを、健常人よ

り鋭敏に感じていることが推察されるので、あわせて心理的影響についても心理学的検査を用いて検討した。

## 1. 研究方法

### 1.1 対象

国立小児病院に入院・通院中の喘息患児20名(男児10名、女児10名)である。年齢は7~20歳、平均12.7歳。重症度は小児アレルギー学会による重症度判定基準による分類で、重症9名、中等症2名、軽症9名であった。検査前に患児または母親に、天候と喘息発作の関係についてのアンケート調査を行い、天候と喘息発作とに関係を感じるかどうかを、1:非常に関係がある、2:やや関係がある、3:どちらともいえない、4:あまり関係がない、5:まったく関係がないの5段階に評価させた。1、2と答えた者を、天候と関係を感じている群(A群)、3、4、5と答えた者を、天候と喘息の関係を感じていない群(B群)に分けた。

### 1.2 人工気象室について

人工気象室は、国立小児病院に設置されている高低圧環境シュミレータPEC-30(タバイエスペック社)を使用した。収容可能人数は4名、設定範囲は、温度-25~40℃、湿度30~80%、気圧250 hPa(標高10,000 m)~2,000 hPa(水深10 m)である。

### 1.3 実験方法

#### 1.3.1 減圧環境における実験方法

対象はアンケート調査でグループ分けした喘息児15名(A群9名、B群4名)である(表1、2)。人工気象室内を快適環境とされる気温23℃・湿度50%の一定に保ち、気圧のみを大気圧(0 m)から毎分6.7 hPaの割合で845 hPa(標高1,500 m)まで減圧した。呼吸機能を0 m、500 m、1,000 m、1,500 mの時点で測定し、目標環境に達した後、安静時の肺機能、呼吸代謝を測定し、

表 1 被験者一覧 (減圧, Group A)

No.	Subject	sex	Age (yrs)	Weight (kg)	Severity	EIA	Therapy
1	J. I	F	14	57	severe	+	DSCG+RTC+AA+BDI
2	A. C	M	19	50	severe	+	RSCG+RTC+AA+BDI
3	T. M	F	18	48	moderate	+	RSCG+RTC+AA
4	Y. N	M	15	61	severe	+	RTC+BDI
5	N. T	M	13	48	moderate	+	DSCG+RTC+BDI+AA
6	A. N	M	12	33	severe	+	DSCG+RTC+AA+BDI
7	A. I	F	7	22	severe	+	DSCG+RTC+BDI
8	Y. N	F	12	43	mild	-	-
9	S. M	M	17	67	severe	+	DSCG+RTC+BDI
mean			14.1	47.7			
S.D.			3.7	13.9			

表 2 被験者一覧 (減圧, Group B)

No.	Subject	sex	Age (yrs)	Weight (kg)	Severity	EIA	Therapy
1	E. O	F	14	49	mild	+	DSCG+RTC+BDI
2	K. K	M	9	26	mild	-	AA
3	Y. T	M	11	30	severe	+	DSCG+RTC+BDI
4	A. F	F	7	22	mild	-	DSCG+BDI
mean			10.3	31.8			
S.D.			3.0	12.0			

その後自転車エルゴメータ System 5 RH (コンビ社) による運動負荷を行った。

運動負荷量は、直線的漸増負荷法 (RAMP 法) で 12 歳未満には 15 watt/min, 12 歳以上には 20 watt/min, ペダル回転数 60 /min で心拍数が最大心拍予測値の 80% に達した時点まで、あるいは運動時間を 6 分間として、運動負荷を行った。運動中の呼気ガス、および運動終了後 5 分, 15 分の肺機能を測定した。

検査日から 5 日間以上あけた別日に、人工気象室内を同じく気温 23°C・湿度 50% に保ち、気圧を大気圧 (0 m) のまま変化しない環境設定で同

じ検査を行い、低圧環境での結果と比較した。

### 1.3.2 加圧環境における実験方法

対象は喘息児 11 名, A 群 5 名 (男児 3 名, 女児 2 名), B 群 6 名 (男児 2 名, 女児 4 名) である (表 3, 4)。気温と湿度は、やはり 23°C, 50% で一定に保ち、気圧のみを大気圧から 20 hPa/min (0.02 atm/min) の割合で 1,230 hPa (水深 - 2 m) まで加圧した。この環境下で減圧設定と同じように、運動負荷テスト、呼気ガス測定、肺機能測定を行った。別日に大気圧環境での同様の検査を行い比較した。

表3 被験者一覧 (加圧, Group A)

No.	Subject	sex	Age (yrs)	Weight (kg)	Severity	EIA	Therapy
1	J. I	F	14	57	severe	+	DSCG+RTC+BDI
2	Y. H	F	20	46	severe	+	DSCG+RTC+BDI
3	S. M	M	17	67	severe	+	DSCG+RTC+BDI
4	K. A	M	9	24	mild	+	AA
5	A. N	M	12	33	severe	+	DSCG+RTC+BDI
mean			14.4	45.4			
S.D.			4.3	17.4			

表4 被験者一覧 (加圧, Group B)

No.	Subject	sex	Age (yrs)	Weight (kg)	Severity	EIA	Therapy
1	E. O	F	14	49	mild	+	DSCG+RTC+BDI
2	H. O	M	12	38	severe	+	DSCG+RTC+BDI
3	A. F	F	7	22	mild	-	DSCG+BDI
4	Y. O	F	9	28	mild	-	DSCG+RTC
5	T. N	F	13	40	mild	-	-
6	M. S	M	10	45	mild	-	-
mean			10.8	37.0			
S.D.			2.6	10.2			

### 1.3.3 測定項目

(1) 呼吸機能：オートスパイロメータ AS-300 (ミナト医科社製) を用いて FEV<sub>1</sub>, V<sub>50</sub> を測定した。

(2) 呼吸代謝：呼気ガス分析装置 Aero-monitor AE-280 (ミナト医科社製) を使用した。ブレスバイブレス法で測定し、8呼吸ごとの移動平均の処理を行い測定値を求めた。運動耐容能の指標として、無酸素性閾値 (anaerobic threshold; AT) における  $\dot{V}_{O_2}$ ,  $\dot{V}_E$  の変化について検討した。

直線的漸増負荷を行った時、運動量増加とともに、筋収縮のエネルギー源である ATP 産生の形態が、好気性代謝から嫌気性代謝へ移行し、それ

に伴って血中の乳酸が増加し始める。この移行点 が AT である。AT の求め方は、Wasserman<sup>3)</sup> が提唱した呼気ガス分析による非観血的測定法で、 $\dot{V}_{CO_2}$  の増加率が  $\dot{V}_{O_2}$  の増加率に対し上昇する屈曲点を計算してこれを AT とする、V-slope 法を用いた。

(3) 自覚症状 (表5)：気圧変化により生じると予想した「耳がつまる」「頭が重い」「息苦しい」「たんがからむ」などの14項目について、「感じない=0点」「かすかに感じる=1点」「はっきり感じる=2点」「強く感じる=3点」の評定を求め、単純合計を自覚症状得点とした。

(4) STAI (State - Trait Anxiety Inventory)<sup>4)</sup>：状態不安検査：その時、その場での不安の

表5 人工気象室 入室者へのアンケート

あてはまるところに○をつけて下さい。

	感じない	かすかに感じる	はっきり感じる	強く感じる
1. 耳がつまる	I-----I	I-----I	I-----I	I-----I
2. 鼻がつまる	I-----I	I-----I	I-----I	I-----I
3. めまいがする	I-----I	I-----I	I-----I	I-----I
4. 頭が重い, ぼうっとする	I-----I	I-----I	I-----I	I-----I
5. 息苦しい	I-----I	I-----I	I-----I	I-----I
6. せきが出る	I-----I	I-----I	I-----I	I-----I
7. たんがからむ	I-----I	I-----I	I-----I	I-----I
8. ドキドキする	I-----I	I-----I	I-----I	I-----I
9. 顔がほてる	I-----I	I-----I	I-----I	I-----I
10. 手や足に汗をかく	I-----I	I-----I	I-----I	I-----I
11. 手や足が温かい	I-----I	I-----I	I-----I	I-----I
12. 吐き気がする	I-----I	I-----I	I-----I	I-----I
13. 体が宙に浮いたような感じがする	I-----I	I-----I	I-----I	I-----I
14. 部屋から出たい	I-----I	I-----I	I-----I	I-----I

程度をとらえるために開発, 標準化された質問紙で, 得点が高いほど不安の程度が高いことを示す。

(5) フリッカーテスト (集中力判定テスト) : 毎秒 20 ~ 60 回点滅する点光源が, 点滅した光源として見える状態から, 連続した光源として見える, または, 連続した光源として見える状態から, 点滅した光源として見える変化点の点滅回数を測定する。この値をフリッカー値と呼び, 人の疲労度, 目覚めの程度, 脳の活動の程度などを反映すると言われている。検査は, 点滅回数が少ない方から少しずつ増加させていく系列 2 回と, 点滅回数が多い方から少しずつ減少させていく下降系列 2 回, 計 4 回測定し, その平均値をとった。

## 2. 結果

### 2.1 アンケート調査の結果

20 名の喘息児をアンケートにより分類した結果, 天候と喘息発作に関係があると答えた A 群は 11 名で, うち重症 8 名 (73%), 中等症 2 名 (18%), 軽症 1 名 (9%), 関係を感じないと答えた B 群は 9 名で, うち重症 2 名 (22%), 軽症 7 名 (78%) であった。アンケートにおける天候の具体

的な内容で, 発作と関係があると答えたものは多い順に, 雨 (50%), 台風あるいは低気圧 (50%), 季節の変わり目 (50%), 多湿 (27.3%), 低温 (18.2%) であった。

### 2.2 肺機能

#### 2.2.1 減圧の影響 (表 6)

安静時肺機能は, 大気圧環境と低圧環境の間に差は認められなかった。運動負荷後の変化では, 運動 15 分後での FEV<sub>1</sub> が大気圧で +0.92%, 低圧環境では -6.46% と, 低圧により低下傾向を認めた (P=0.06)。

#### 2.2.2 加圧の影響 (表 7)

安静時肺機能は, A 群 B 群とも大気圧と加圧環境下で有意差はみられなかった。運動後の FEV<sub>1</sub> の変化で, 大気圧では 1.32%, 加圧環境で +7.42% と加圧によりやや増加傾向がみられたが, 有意差は認められなかった。

### 2.3 呼吸代謝測定

#### 2.3.1 減圧の影響 (表 8, 9)

安静時  $\dot{V}_{O_2}$  は A 群, B 群とも有意差は認められなかった。しかし AT における  $\dot{V}_{O_2}/kg$  を測定すると, 天候と喘息の関係を感じている A 群に

表6 運動後肺機能測定結果 (減圧)

		%change in FEV1				%change in V50			
		Ex. 5min (%)		Ex. 15min (%)		Ex. 5min (%)		Ex. 15min (%)	
Group A	0m	0.05		0.92		-1.14		-0.08	
	1,500m	-3.71	N.S.	-6.46	P=0.06	4.98	N.S.	-0.82	N.S.
Group B	0m	0.88		3.11		5.36		8.19	
	1,500m	0.57	N.S.	-6.63	N.S.	1.11	N.S.	2.79	N.S.

表7 運動後肺機能測定結果 (加圧)

		%change in FEV1				%change in V50			
		Ex. 5min (%)		Ex. 15min (%)		Ex. 5min (%)		Ex. 15min (%)	
Group A	0m	-9.81		-11.13		-23.17		-23.76	
	-2m	-12.84	N.S.	-7.57	N.S.	-24.61	N.S.	-21.86	N.S.
Group B	0m	-4.40		1.32		-12.26		-2.62	
	-2m	3.67	N.S.	7.42	N.S.	-11.92	N.S.	-10.21	N.S.

表8 呼吸代謝測定結果 (減圧, Group A)

Subject No.	Rest $\dot{V}_{O_2}/kg$ (ml/min/kg)		AT $\dot{V}_{O_2}/kg$ (ml/min/kg)		Peak $\dot{V}_{O_2}/kg$ (ml/min/kg)		AT $\dot{V}_E$ (l/min)		% $\dot{V}_{O_2}AT/Rest$ (%)	
	0m	1,500m	0m	1,500m	0m	1,500m	0m	1,500m	0m	1,500m
1	5.2	4.1	13.8	13.4	25.0	21.7	18.0	19.5	165.4	225.0
2	5.9	4.3	20.2	17.6	36.0	36.9	28.7	26.1	240.9	311.2
3	5.1	5.1	12.9	17.4	29.0	25.1	12.4	19.0	153.5	244.1
4	4.4	4.3	13.1	15.6	25.1	25.6	20.2	30.7	200.0	265.5
5	6.9	5.8	16.0	20.0	38.9	34.9	21.2	26.9	131.7	247.7
6	9.1	9.3	18.3	18.5	44.3	46.0	33.6	33.0	100.9	99.1
7	8.2	9.5	13.4	17.5	35.4	37.1	12.6	15.5	63.4	83.3
8	5.7	5.3	17.1	28.9	41.1	35.0	18.0	30.4	200.1	443.4
9	5.2	5.6	12.8	12.4	22.9	27.0	21.2	23.3	145.7	121.2
mean	6.2	5.9	15.3	17.9	33.1	32.1	20.7	24.9	155.7	226.7
S.D.	1.6	2.1	2.7	4.8	7.8	7.8	6.9	6.0	54.2	114.2
P		N.S.		=0.1		N.S.		<0.05		<0.05

において、大気圧で  $15.3 \pm 2.7$  ml/min/kg、低圧では  $17.9 \pm 4.6$  ml/min/kg と、減圧により増加傾向があった (P=0.1)。天候の影響を感じていないB群では、有意な増減はなかった。ATにおけ

る  $\dot{V}_E$  も、A群で  $20.7 \pm 6.9$  ml/min から  $24.9 \pm 6.0$  ml/min と有意に増加した (P<0.05)。B群では有意差は認められなかった。乳酸・ピルビン酸の運動前後の値は、大気圧・減圧と気圧を変化さ

表9 呼吸代謝測定結果 (減圧, Group B)

Subject	Rest $\dot{V}_{O_2}/kg$ (ml/min/kg)		AT $\dot{V}_{O_2}/kg$ (ml/min/kg)		Peak $\dot{V}_{O_2}/kg$ (ml/min/kg)		AT $\dot{V}_E$ (l/min)		% $\dot{V}_{O_2}AT/Rest$ (%)	
	0m	1,500m	0m	1,500m	0m	1,500m	0m	1,500m	0m	1,500m
No.										
1	4.5	4.0	43.8	27.1	24.4	19.4	33.1	20.0	871.4	584.5
2	8.0	8.0	23.4	24.3	43.7	44.1	17.0	17.5	193.5	204.8
3	7.7	9.0	16.1	22.7	31.8	38.1	17.9	23.3	110.1	152.0
4	10.0	8.8	43.8	27.1	54.4	43.1	33.1	20.0	336.1	207.3
mean	7.5	7.4	31.8	25.3	38.6	36.2	25.3	20.2	377.8	287.2
S.D.	2.3	2.4	14.2	2.2	13.2	11.5	9.0	2.4	342.0	199.9
P		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.

せても差は認められなかった。

### 2.3.2 加圧の影響 (表10, 11)

安静時の  $\dot{V}_{O_2}$ , 呼吸数は大気圧・高圧間で差はみられなかった。ATにおける  $\dot{V}_{O_2}$ ,  $\dot{V}_E$  にも差は認められなかった。乳酸, ピルビン酸の変化も気圧の変化による差はみられなかった。

### 2.4 自覚症状

低圧により A 群の自覚症状得点平均は, 2.37 から 9.32 へと著明に増加したのに対し, B 群が 2.51 から 3.68 への増加で, A 群では B 群よりも有意に増加を示した。高圧環境下での得点平均は, A 群が 1.92 から 4.18, B 群が 1.8 から 4.25 と

どちらも増加を認めたが, 両群間での差はなかった。

### 2.5 STAI

気圧変化する前の値を 100% とした時の, STAI 状態不安得点の相対変化率は, 低圧環境下で A 群は平均 12.51% 増加したのに対し, B 群は 4.20% の増加であった。高気圧環境では, A 群 16.68%, B 群 17.93% と両群ともに高値であった。

### 2.6 フリッカーテスト

気圧を変化する前の値を 100% とした, フリッカー値の相対変化率は, 低圧環境下で A 群が平

表10 呼吸代謝測定結果 (加圧, Group A)

Subject	Rest $\dot{V}_{O_2}/kg$ (ml/min/kg)		AT $\dot{V}_{O_2}/kg$ (ml/min/kg)		Peak $\dot{V}_{O_2}/kg$ (ml/min/kg)		AT $\dot{V}_E$ (l/min)		% $\dot{V}_{O_2}AT/Rest$ (%)	
	0m	-2m	0m	-2m	0m	-2m	0m	-2m	0m	-2m
No.										
1	5.3	5.8	18.3	15.6	25.6	25.4	55.2	55.6	246.8	171.7
2	4.3	5.3	17.0	18.2	30.5	32.9	23.5	29.5	291.5	242.7
3	5.2	4.8	12.8	14.4	23.2	21.0	35.6	36.9	145.7	202.2
4	8.3	8.7	18.7	27.1	42.4	39.3	52.4	48.9	124.6	212.7
5	8.1	8.3	19.6	20.6	37.6	36.3	49.6	52.0	143.3	147.5
mean	6.2	6.6	17.3	19.2	31.9	31.0	43.3	44.6	190.4	195.4
S.D.	1.8	1.8	2.7	5.0	8.0	7.6	13.4	11.0	74.1	36.9
P		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.



表11 呼吸代謝測定結果 (加圧, Group B)

Subject	Rest $\dot{V}_{O_2}/kg$ (ml/min/kg)		AT $\dot{V}_{O_2}/kg$ (ml/min/kg)		Peak $\dot{V}_{O_2}/kg$ (ml/min/kg)		AT $\dot{V}_E$ (l/min)		% $\dot{V}_{O_2}AT/Rest$ (%)	
	0m	-2m	0m	-2m	0m	-2m	0m	-2m	0m	-2m
No.										
1	6.0	5.4	13.8	12.7	29.1	25.1	44.9	42.9	128.1	133.9
2	6.3	7.1	18.7	22.4	19.4	25.6	25.3	37.0	196.0	216.8
3	10.0	9.1	43.8	28.2	54.4	41.8	54.2	56.1	336.1	208.4
4	7.9	6.4	19.5	16.3	32.0	35.3	35.3	37.9	146.7	154.2
5	5.3	5.3	18.1	22.4	37.3	40.0	41.0	37.9	242.1	324.6
6	7.2	7.4	21.8	22.6	32.7	31.7	43.6	43.3	203.4	206.7
mean	7.1	6.8	22.6	20.8	34.2	33.2	40.7	42.5	208.7	207.4
S.D.	1.7	1.4	10.7	5.5	11.6	7.1	9.8	7.2	74.7	66.4
P		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.		N.S.

均 5.87% 増加, B 群が 2.51% 増加し, A 群で有意に増加を示した. 加圧による変化でも, A 群が 4.76%, B 群が 2.16% 増加し, A 群での有意に増加を示した.

### 3. 考 察

気象因子と気管支喘息についての報告は, 鳥居<sup>9)</sup>が慣例前線の接近との関係を指摘して以来, 気温の急激な低下, 高気圧の移動や寒冷前線の通過との関係を検討したものなど, 多くの報告がされている. しかしながら, 多数の気象因子が, さまざまな組み合わせで変動しており, さらに喘息発作は, 気象変化が直接の誘引になるのではなく, 気象変化によるアレルゲンの飛散が原因であるという説もあるなど, 気象要因と喘息発作の関係はきわめて複雑である. 今回は気圧と喘息児の呼吸生理について検討した.

#### 低気圧環境における変化

肺機能については, 天候と喘息の関係があると感じている喘息児の群が, 低気圧環境下の RAMP 運動負荷後 15 分で FEV1 の低下傾向を示した. 喘鳴や呼吸苦を伴う喘息発作をおこすほどの低下ではないが, AT を少し上回る程度のわずかな運

動でも, 低気圧環境では肺機能に変化が現れる喘息児が存在することを示している. 現実に低気圧が来た時, 喘息発作がおきやすくなることを裏付けるものと考ええる.

呼吸代謝については, A 群では減圧により, AT における  $\dot{V}_{O_2}$  と  $\dot{V}_E$  が増加した. 閉塞性肺疾患では, 死腔換気率が高値なため, 負荷量に比して  $\dot{V}_E$  が高値, すなわち  $\dot{V}_E/\dot{V}_{O_2}$  (換気当量) が大きいことが知られているが, 今回の結果では  $\dot{V}_E/\dot{V}_{O_2}$  の増加は認められていない.

今回  $\dot{V}_E$  が増加した原因としては, 低気圧環境では呼吸回数がやや増加していたため, 多呼吸により換気量が増えたものと思われる. 一般に, AT の増加は有酸素作業能力がより大きくなることを示す. 低気圧により運動後の肺機能の低下したことから, AT が増大したことは, 一見矛盾しているように見え, さらに検討を重ねていくことが必要と考える.

#### 高気圧環境における変化

大気圧から 10 分間で, 水深 2 m 中にいるのと同じ高気圧環境に変化させ, 喘息児の肺機能, 呼吸代謝を測定した. 大気圧での同検査と比較し有意な差は認められず, AT にも変化は認められな

かった。今回、肺機能変化は認められなかったが、以前に当研究センターで行った、気圧を大気圧から1,320 hPa (水深3 m) まで20 hPa/min の速度で加圧した実験では、喘息児の安静時肺機能のFEV<sub>1</sub>、V<sub>50</sub>は健常児に比べて有意に増加した。

临床上では、飯倉<sup>9)</sup>は喘息発作に関係するのは、低気圧よりもむしろ高気圧の動きであり、さらに喘息軽症児はあまり影響を受けず、中等症～重症の喘息児に影響が認められると報告している。そこで現在試行中で、まだ発表段階にない実験であるが、今回とは異なる運動負荷を高圧と大気圧で行い、肺機能を比較した結果を紹介したい。

普段運動誘発性喘息発作をおこす喘息児5名で、西間の方法による一定負荷(負荷量0.035 kpm/kg, 運動時間6分間)を、大気圧および高圧でそれぞれ別日に行い、運動直後、5分後、15分後、30分後、60分後の肺機能を測定した。5名中2名が大気圧で、運動後5分のFEV<sub>1</sub>が25%以下に低下した。この2名では、高圧環境でのFEV<sub>1</sub>が大気圧の時よりもさらに低下した。さらに大気圧では、運動後60分でFEV<sub>1</sub>は前値に回復したのに対し、高圧環境では、60分後でもまだ回復していなかった。他3名では、運動後5分のFEV<sub>1</sub>の低下は15%以下で、気圧の変化による差は認められなかった。

症例数が少ないため、まだ断言できないが、RAMP運動負荷で、ATより少し上回る程度までの運動量では、加圧の影響はほとんど認められないが、運動量が増えた時には、加圧の影響が出現してくるというタイプの喘息児が存在するのかも知れない。移動性高気圧時に、喘息発作が多発する原因として、気圧の変化が単独に影響するのではなく、高気圧圏内では空気が乾燥し、風が都市から吹き、夜間は放射冷却により気温の接地逆転が形成されやすいためとする報告がある。が、今回の検討から、加圧単独の因子でも喘息発作の引き金となり得る、とくにEIAに対しての影響が

存在する可能性があると思われる。今後症例を重ねて報告したい。

#### 心理学的検討

自覚症状得点、STAI、フリッカーテストの気圧変化に対する変動を検討した。A群は減圧により心理的動揺が認められた。加圧の変化に対しては、A、B両群ともに心理的ストレスを感じていることがわかった。喘息児は、気圧変化に対して敏感であることを示唆するものである。

喘息発作に対する気圧変化の影響は、呼吸生理学的な検討ではわずかな変化のみで、直接発作と結びつくような変化は認められなかったが、心理的ストレスを大きく感じていることから、現実に天候の変化がおきたときには、喘息発作のおこる閾値を上げている可能性が示唆された。どのような天候の変化が喘息発作に影響しているのかを検討すると同時に、どのようなタイプの喘息児が、天候の変化に敏感であるかという点についても、今後検討を続けて行きたい。

#### 謝 辞

稿を終えるにあたり、御指導・御校閲を賜りました国立小児病院アレルギー科の斎藤博久先生、石津博子先生、七條通孝先生、心理の松寄くみ子先生に深謝いたします。

#### 文 献

- 1) 石崎 達; 気象とアレルギー疾患, 臨床免疫, 20, 77 (1988)
- 2) 笠井 和; 喘息発作の予報とその応用, 小児科MOOK, 14, 186 (1980)
- 3) Wasserman K, et al.; Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise, *J. Appl. Physiol.*, 35, 236-243 (1973)
- 4) Spielberger, C. S., et al.; STAI manual for the statertrait anxiety inventory, *Counseling psychologists Press*, CA, (1970)
- 5) 鳥居敏雄; 気象医学の研究(1) 気象変化と生体反応, 公衆衛生, 12, 2 (1952)
- 6) 飯倉洋治; 気象と気管支喘息, 小児科診療, 10, 55 (1988)