

# 幼児・学童気管支喘息患者が発作を予防しながら 運動を行うためのガイドラインの作成

国立小児病院 飯倉 洋治

(共同研究者) 同 小幡 俊彦

## **A Trial of Making a Guideline for Preventing Exercise—Induced Asthma in Asthmatic Children**

by

Yoji Iikura, Toshihiko Obata  
*Department of Allergy, National  
Children's Hospital*

### **ABSTRACT**

Since exercise—induced asthma (EIA) is common in asthmatic children, it may get in the way for physical exercise.

Exercise gives pleasure and is necessary for growth in children with asthma, so prevention of EIA becomes important. In this study, short time vigorous exercise did not induce EIA. Disodium cromoglycate (DSCG) solution prevented EIA for 11 patients out of 14 one hour after inhalation, and in others 4 to 8 hours after inhalation.

Procaterol solution had a greater effect than DSCG at any time point. Our exercise program was carried out with presence of their parents. It was thought to be suitable for young children with asthma because it was done in accordance with changes in heart rate (less than 160 /min) and peak flow rate.

Under high pressure conditions, lung functions improved in asthmatics.

## 要 旨

運動誘発性喘息は、小児喘息患者におこりやすく、重症患者ほど発作の程度は強く、長引きやすい。しかし、喘息を持つ小児にとっても、運動は楽しみであり、成長、発達にとっても必要欠くべからざるものである。したがって、運動誘発性喘息を予防することは大切である。われわれはどの程度の運動が可能か、薬物による予防法はどの程度可能か、などを検討した。

対象は国立小児病院アレルギー科受診中の喘息患者である。METSが6以上の中等度以上の運動強度でも4分以内であれば発作をおこりなかった。インターール液<sup>®</sup>吸入1時間後の運動では、喘息発作は明らかに抑制されたが、4時間、8時間後では抑制効果は弱かった。メプチン<sup>®</sup>の吸入液では4時間および8時間後でも抑制効果は期待できたが、効果は減弱した。当科で行っている親子体操は、負荷量やピークフロー値の変化からみて適度な運動量と考えられた。加圧環境下（1.3 atm）では喘息患者の呼吸機能は改善傾向にあった。

### はじめに

気管支喘息患者が運動した時に、喘息発作が誘発されることがあり、これを運動誘発性喘息（Exercise-induced asthma : EIA or Exercise-induced bronchoconstriction : EIB）と呼んでいる。運動誘発性喘息は、成人喘息患者より小児喘息患者でおこりやすく、さらに重症喘息ほど気道狭窄の程度は強く、長引きやすくなることが知られている<sup>1)</sup>。したがって、重症小児ほど運動誘発性喘息により、本来楽しいはずの遊びや運動が制限されたり、逆に喘息発作を誘発することになる。小児にとって運動は成長、発達する上で必要不可欠な要素であり、このことは喘息を持つ小児でも例外ではないため、運動誘発性喘息を予防

することが大切となる。

そこでわれわれは、小児喘息患者を対象に運動負荷試験を行い、喘息児に対してどのような（どの程度の）運動が可能かどうか、薬物による予防効果はどの程度期待できるかを検討した。さらに現在われわれが行っている、親子体操のプログラムも加えて報告する。最後に運動とは直接的には関係ないが、人工気象室において、喘息患者を対象に気圧を変え、興味ある結果を得たので報告する。

## 1. 対象および方法

### 1.1 運動負荷試験の検討

国立小児病院アレルギー科に入院、もしくは通院中の気管支喘息患者を対象にした。運動負荷前に、ミナト医科社製のオートスパイロメータ（AS-300）を用いて、呼吸機能を測定し、予測値に対する実測一秒量が、70%以上の症例に対して、自転車エルゴメータを用いて運動負荷試験を行った。

今回は2つのStudy Protocolで検討した。

#### 1.1.1 運動量の正確な評価

負荷方法はランブ法による漸増負荷法を用いた。運動負荷前後では、ミナト医科社製の呼気ガス分析装置（Aeromonitor, AE-280）を用いて、運動前後の呼気ガスをBreath by Breath法により測定した。運動直前と負荷終了後5分、15分、30分には努力性呼出によりフローボリュームカーブ（F-V curve）を求め、一秒量（FEV<sub>1</sub>）、 $\dot{V}_{50}$ の変化も検討した。

#### 1.1.2 薬物による運動誘発性喘息の予防効果の検討

薬物による運動誘発性喘息の予防効果を検討するために、抗喘息薬としてわが国で広く用いられ、予防効果が期待されるDisodium Cromoglycate（インターール<sup>®</sup>）とプロカテロール（メプチン<sup>®</sup>）の両者の吸入液を用い、二重盲検法により、

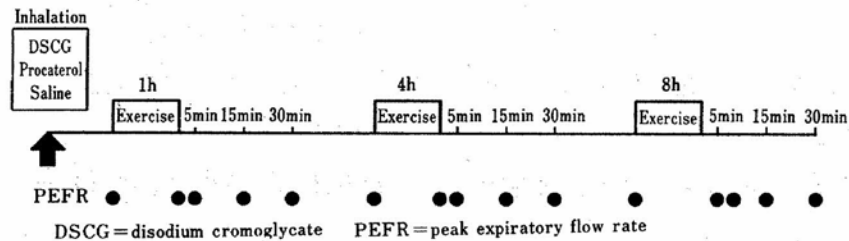


図1 Study protocol

両者の運動誘発性喘息に対する予防効果を検討した。対象は9歳から18歳の喘息患者14名である。具体的な方法は図1に示す通りで、呼吸機能の評価はMiniWright peak flow meterを用いて行った。運動前値に比べて、運動後ピークフロー値が20%以上低下した場合、運動誘発性喘息陽性とした。

### 1.2 親子体操における運動負荷量と呼吸機能の変化の検討<sup>2)</sup>

国立小児病院アレルギー科に通院中の幼児喘息患者に対して、われわれは図2にあるようなプログラムで、親子体操を行ってきているが、その負荷量ははたして適切かどうかとも検討した。

### 1.3 気圧の変化による喘息患者の呼吸機能の変化

国立小児医療研究センターに設置されている、人工気象室を使って、喘息患者の呼吸機能の変化を検討した。方法は図3に示す通りで、大気圧(1.0 atm)から1.3 atmまで加圧し、1.0, 1.1, 1.2, 1.3 atmでそれぞれフローボリュームカーブを測定し、 $FEV_1$ ,  $\dot{V}_{50}$ を求めた。対象は喘息患者15名と健常人7名である。

## 2. 結果

今回は7歳から12歳の5名の喘息患者を対象に、実際に呼気ガス分析装置を用いて運動負荷試験を行った。4分間の運動で、後半の2分間の平均のMETsは、平均6.9 (SD=0.8)と心臓病管

理指導区分表の運動強度区分の基準<sup>3)</sup>によれば、中等度以上(表1)の負荷量であったが、 $FEV_1$ ,  $\dot{V}_{50}$ の有意な低下は認められず、臨床上でも呼吸困難、喘息は認められなかった。

抗喘息薬による運動誘発性喘息の予防効果の検討では、図4のごとくで、吸入後1時間後ではインターール、メプチンともに有意に運動誘発性喘息を予防したが、メプチンの方が予防効果が明らかであった。吸入後4時間では、インターールの予防効果は減弱し、8時間ではほとんど予防効果は期待できなくなるのに対し、メプチンは4時間後、8時間後でもインターールに比べると、有意な抑制効果が認められた。しかし、時間の経過とともに効果は減弱した。

表2はピークフロー値の変動を20%で分けて検討した結果であるが、インターールに比べ、メプチンの方が予防持続時間が長いという結果が得られた。ただし、両薬物とも運動誘発性喘息発作が重症な場合は、予防効果は弱くなり、かつ予防持続時間も短かった。

親子体操を行っている最中の最高心拍数は、160/分以下で、体操終了後に測定したピークフロー値も上昇傾向にあった。

人工気象室での呼吸機能の変化は、運動負荷はかけずに測定したものである。 $FEV_1$ の変化率は、喘息患者の方が健常人に比べて上昇傾向にあり(図5)、 $\dot{V}_{50}$ では統計学上でも有意に、喘息患者の方が上昇傾向にあった。(図6)

I 準備運動 (5分)

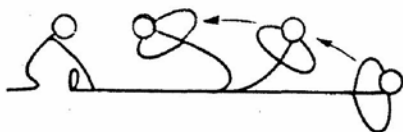
Warming Upのための運動, ラジオ体操の種目から選択

II 柔軟体操 (5分)

閉・開脚で前屈を各20回ずつ親子交代で行なう

III 腹筋 (上腹部)・背筋 (5分)

腹筋は, 最初手を引っぱってもらい, 最終的には頭の後ろで手を組んで上体を起こす腹筋背筋共に10回から徐々に回数を増やす。親子一組で足首を押え合う

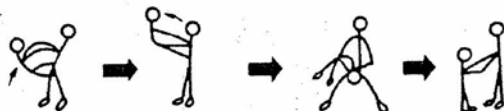


IV 運動遊び (15分)

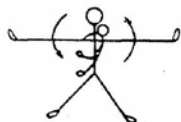
① 親と手をつないでジャンプ: 1, 2, 3で高く飛んだり, しゃがんだりする

② 深呼吸: 呼吸を整える

③ 山のぼり (5~10回): 親が山になり, 子供は肩まで登りクルッと回って下りる



④ 世界一周 (5~10回): 親が地球になり, 子供はその周りをグルグルまわる。



⑤ 大きなバッタ (10~20回): 親は子を肩車し足を押える。子はそこから腹筋運動。こわがる場合は前で少し反動をつけてやる



V 腹式呼吸, 水飲み (コップ半分位)

VI ランニングバリエーション (10分)

① 手押し車



② カンガルー: 親にしっかりしがみつき, 親は手を離したまま走ったり飛んだりする



③ 親子歩き: 親の足の上に乗って歩く



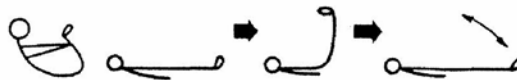
④ 高い飛行機: 親の腹部に足をからませ出来るだけそる。親は子の足のつけ根を押えて走る



⑤ ダッシュ&ストップ: ホイッスルで止まったり走ったりまた, しゃがんだり走ったりする

VII 腹式呼吸 水飲み

VIII シーソー・下腹部腹筋 (5分)



IX ランニング (2~5分)

体調に合わせて自分のペースで走る

X 水飲み 深呼吸

XI 整理体操 (5分)

ニール (大声を出す)

記録

ピークを前, マラソン後, 終了直後, 5分後 15分後に測定

毎回, 個人のカルテにピーク値, 体調を記入

カウンセリング

ホームトレーニング表を見ながら, 1人3分位ずつ親と話し, 必要なアドバイスをやる

図2 親子体操指導プログラム

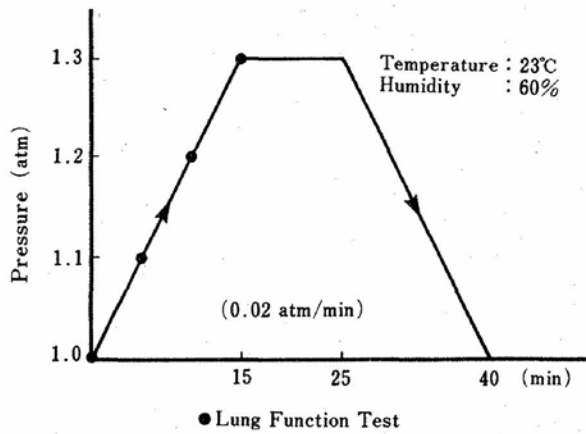


図3 Experimental Design

表2

		1 h	4 hs	8 hs
DSCG	% fall in PEFR under 20%	11	4	2
	over 20%	3	7	11
Procaterol	% fall in PEFR under 20%	12	7	6
	over 20%	2	4	7

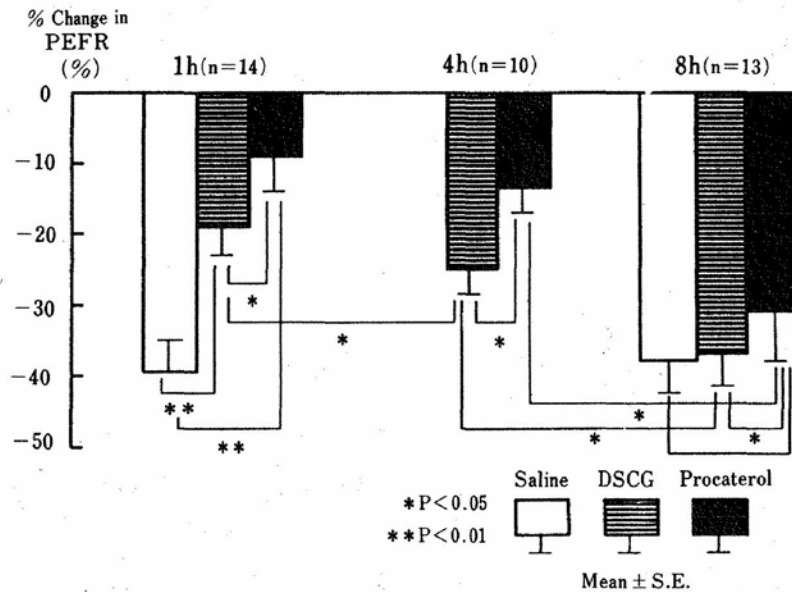


図4 生食, DSCG (インタール®), プロカテロール (メプチン®) 吸入後の運動負荷試験によるピークフロー値 (PEFR) の変化率

表1 心臓病管理指導区分表の運動強度区分の基準

高度: (METS 7 以上)	<ol style="list-style-type: none"> <li>心拍数が170拍/分以上に増加する持続的運動</li> <li>酸素負担が多い運動で、かつ、その持続時間あるいは繰り返し回数が多い運動</li> <li>集団形式で行われ、個人による強度の調整が困難と思われる運動</li> </ol>
中等度: (METS 4 ~ 6)	<ol style="list-style-type: none"> <li>心拍数が140~170拍/分程度に達する持続的運動</li> <li>運動強度は比較的高いが、持続時間、繰り返し回数は比較的少ないもの</li> <li>個人による強度調整が容易な運動</li> </ol>
軽度: (METS 3 以下)	<ol style="list-style-type: none"> <li>心拍数が140拍/分未満の持続的運動</li> <li>持続時間、繰り返し回数の少ない運動</li> <li>個人による強度調整が容易な運動</li> </ol>

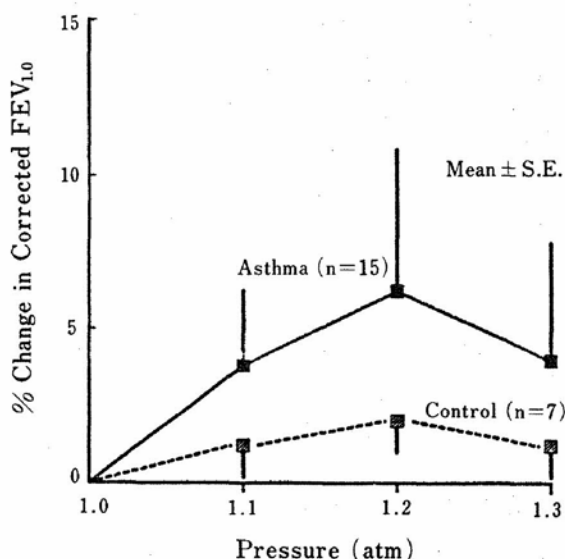


図5 Mean% Changes in Corrected FEV<sub>1.0</sub> from 1.0 to 1.3 atm

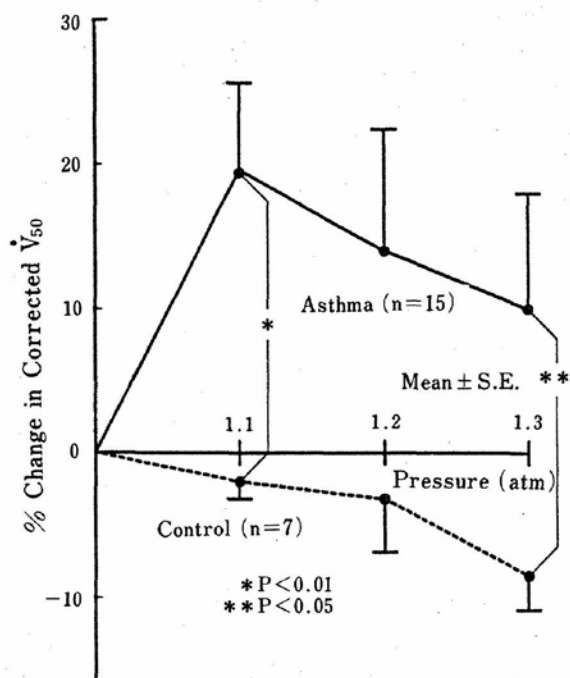


図6 Mean% Change in corrected V<sub>50</sub> from 1.0 to 1.3 atm

### 3. 考 察

今回呼気ガス分析を行った3例は、全例重症児で、喘息発作のために、国立小児病院アレルギー科に入院中で、治療による緩解中に検査を行った。3例とも過去に、運動誘発性喘息の明らかな既往があるが、今回の運動負荷では、発作は誘発

されなかった。METSは6以上と中等度以上の負荷量をかけてはいるが、負荷時間が4分と若干短く、負荷方法がランプ法であったため、十分な負荷量(運動量)ではなかったことが原因と考えられる。

逆の意味でいえば、中等度以上の負荷量でも、短時間であれば喘息発作はおこりにくいといえる。今後は日常経験するであろう、もう少し長い運動時間で行うことと、運動強度(METS)を変えて、運動を行ってみることも必要と考えられる。そうすることによって、すでに知られている種々の運動の強度を参考にし、日常生活にそった運動に関して、指導する方向にもっていくことができるのではと考えている。少なくとも年長児に関していえば、運動処方作成が可能となるであろう。その意味では、年長児向けに書かれてある、心臓病管理指導表<sup>3)</sup>はおおいに参考になる。

一方、患者数も多い、重症化しやすい幼児期の喘息患者では、呼気ガスの分析は難しく、マスクの装着性の問題や、負荷方法など解決すべき問題も残されている。その一つ的手段として、呼気ガスの分析に比べて、定量性に問題はあるが、パルスオキシメータを用いて心拍数と同時に、酸素飽和度(SpO<sub>2</sub>)を記録することによって、負荷量と同時に喘息発作の有無、程度も評価する方法も検討してみる価値があるのではと考えている。

負荷量が評価できれば、すでに報告されている、幼児用の心臓病管理指導表(案)の強度別に分類した運動は、幼児喘息患者にとっても参考になるであろう<sup>3)</sup>。心臓病を持つ子供達とは違い、喘息児では強い運動もやってはいけないということにはならないが、とくに重症児では、運動誘発性喘息がおこりやすい運動であるため、十分な予防策を講じながら行う必要がある。

運動誘発性喘息の予防法には、表3に示すようにいくつかあるが<sup>4)</sup>、重症度や年齢、場所、季節などを考慮し、各個人にあった方法を選べばよい。

軽症患者では、薬物を使用しない方法でも予防可能であるが、重症患者では、薬物による予防が必要になる場合も少なくない。しかし、薬物を使用してでも運動は行った方がよいと思う。

今回われわれが検討した2つの薬物は、作用機序が異なるため、単純な比較は難しいが、気管支拡張効果を有するβ-刺激剤であるメプチン®の方が、抑制効果および抑制効果持続時間も長いという結果が得られた。しかし、メプチンであっても、重症な運動誘発性喘息に対する抑制効果は弱く、抑制効果の持続時間も短くなることや、運動後6時間から12時間後くらいにおこる遅発型の運動誘発性喘息は抑制できないため、重症児での使用には注意が必要である。

今回用いた薬物はコンプレッサーを使用して吸入させたが、幼児でも十分吸入が可能である。重症であればβ-刺激剤にインタールを加えて吸入させることが最も有効な方法といえる。

幼児の運動は、楽しみながら行うことが長続きさせるコツである。その意味では、親子で行う体操(遊び)が良いと考えられたため、幼児喘息患者を対象に、国立小児病院では図2にあるような親子体操を週1回行っている。この程度の運動では心拍数は最高でも160/分以下で、体操終了後ピークフロー値は上昇する例が多い。したがって、このプログラムはほぼ適切であろうと考えられた。ただし、重症児ではこのプログラムでも、喘息発作が誘発される場合もあるので、休憩を入れることや、必要に応じて吸入を行うことも必要であった。

人工気象室での検討は、運動下ではないので、今回のテーマからは離れるが、加圧状態で喘息患者の呼吸機能の改善が認められることは、非常に興味深い。自然界で加圧下の環境といえば潜水が考えられる。この結果が、すぐに喘息患者にとって潜水が望ましいということにつながるわけではないが、このような研究を続けることにより、い

表3 運動誘発性喘息の予防治法

A. 薬を使わずに予防する方法

①運動の種類, ポジションを選ぶ

水泳, 歩行 (walking), 剣道, 野球, サッカー (ゴールキーパ), 冬のスポーツも可 (スキー, スケートなど)

②運動時間

激しい運動は5分以内が望ましい

interval training, repetitional trainingを行う

③warming up, warming downを忘れずに

④マスクの着用 (とくに冬季)

B. 薬を使って予防する方法

①予防効果が明らかな薬

インタール吸入(カプセル, 液, エアゾル), 交感神経刺激剤(吸入>経口, キサンチン製剤(テオロング, テオドールなど)

②予防効果が一定でない薬

経口の抗アレルギー剤 (リザベン, ザジテン, アゼブチン, セルテクト, その他), ステロイド剤 (経口, 吸入とも, とくに即時型に対しては弱い), 抗コリン剤(アトロベント, フルブロンなど), Ca拮抗剤, 抗ヒスタミン剤, 漢方薬

ろいろな運動に対する対応の仕方が広がるであろうと考えられる。

今後は重症喘息患者を対象にして、個人の嗜好も考慮した運動処方を作成する予定である。

文 献

- 1) Iikura, Y., Inui, H., Obata, T., et al. ; Drug effects on exercise-induced late asthmatic response, *NER Allergy Proc.*, **9**, 203-207 (1988)
- 2) 小幡俊彦, 植草 忠, 笹本明義, 飯倉洋治, 中村祐子; 乳幼児の気管支喘息の生活指導について, *Progress in Medicine*, **5**, 2339-2344 (1985)
- 3) 大国真彦; 循環器のメヂカルチェックのあり方, 小児メヂカルチェックと運動指導の実際, 大国真彦編著, 文光堂, 7-15 (1989)
- 4) 小幡俊彦, 鈴木宗雄, 正木拓朗, 飯倉洋治; 運動誘発性喘息 (基礎と臨床), *小児科診療*, **51**, 2032-2035 (1988)