

## 運動誘発喘息児の運動療法 —運動の至適開始時期と継続の必要性について—

Exercise therapy in children with exercise-induced asthma

渡辺俊彦\*

Toshihiko WATANABE \*

### 緒言

私が喘息児の運動療法に興味を持ったのは、15年程前に名古屋大学医療技術短期大学部鳥居新平教授(現、愛知学泉大学)から、名古屋市の郊外にある国立療養所C病院で実施されている運動療法が、難治性喘息児の呼吸循環機能にどのような効果を与えているか、自転車エルゴメーターを使用した小児気管支喘息運動負荷テストを、入院児(重症喘息児)、通院時(中等症喘息児)および健康児を対象に実施し、運動療法の負荷量を検討してほしいと依頼されてからです。

運動負荷テストでは、入院児、通院児ともに運動誘発性気管支喘息(EIA)を誘発した。1秒量の最大低下率は入院児の方が通院児よりも少なかったが、統計的には有意な差はなかった。入院児は、心拍数が運動開始後最大心拍数に到達し定常状態になる時間が通院児よりも早くなり心機能の運動への対応が改善された。しかし、運動開始直後の心拍数の上昇率は健康児と通院児よりも低く、この面では入院児の心機能の運動への対応は改善されなかった。入院児は、同じ運動負荷テストを実施しても、運動終了1分前の酸素消費量が通院児や健康児のよりも少なかった。この運動療法は、入院児の呼吸循環器機能を改善し、全身持久力の向上をもたらした。入院児の場合でも運動負荷強度を低くして、持続時間を長くすれば、心機能の運動への対応もよくなり、EIAの発症も抑えられ、呼吸循環機能の改善が得られることがわかった<sup>1)~6)</sup>。このことは、小児保健協会や日本小児アレルギー学会でも注目される

ようになった。

3年間入院中の重症喘息児と、2年間入院治療を行っていたが私立中学への進学という家庭の事情により通院し1年間外来通院中の中等症喘息児を対象に、自転車エルゴメーターによる6分間の小児気管支喘息児の運動負荷テストと最大酸素摂取量の測定を実施したところ、入院施設で朝と夕方に実施する運動療法が難治性喘息児の肺機能と有酸素性作業能力の指標となる最大酸素摂取量の改善をもたらし、1年間のトレーニングの中止が肺機能と最大酸素摂取量の改善効果を消失させることが明らかになった。<sup>7)~8)</sup>

そこで、私は運動療法の継続の必要性が重要であると考え、入院施設を退院し、私立中学へ進学した中学生とその両親に、運動療法の継続の必要性を説明し、了解が得られた中学生を対象として、大幸キャンパスの体育館とグラウンドなどで運動療法を実施した。

さて、トレーニングの至適時期について、世阿弥は『風姿花伝』に「この道(能)において、7才(数え年で、満年齢では6才)を稽古の初めとする」と記している。また、京舞の井上流では、6才の6月6日から習い始めなければ、芸は身に付かないといわれている。これらは、ある一定の年齢に達してなければ練習の効果がないこと、人生のある時期をのがすと、一生身につけることができないか、習得する効果が悪くなることを物語っている。

ところで、運動能力では、小林は、平衡機能は4才時より5才時のほうが訓練効果が大きく、トレーニング効果の定着性が認められる。猪飼は、持久力は10才

\* 名古屋大学総合保健体育科学センター

\* Research Center of Health Physical Fitness and Sports, Nagoya University

～15才頃に、筋力は、15才～20才にかけて最も大きなトレーニング効果が得られると報告している。

私達の喘息児の運動療法においては、いつの頃が運動至適開始時期か、どんな種類の運動を、どのような負荷強度で、どれだけの期間、実施したらよいのか、2、3の知見が得られたので報告する。

## はじめに

今日では、運動や身体活動がガン、高血圧、糖尿病などの生活習慣病の予防と治療に、また、エイズやその他の疾患にも有効であることが数多くの人々から報告されている。<sup>9)</sup>しかし、気管支喘息児は、運動後に急性かつ一過性に気道閉塞性呼吸困難を起こすことがあり、この現象を運動誘発喘息 Exercise-induced Asthma (EIA) といい、他の原因で発生する喘息発作と区別している。この EIA 現象により喘息児の身体活動を制限することは、発育発達段階にある喘息児の身体的発達だけでなく、精神的、社会的な発達をも阻害しかねない。そこで、日本小児アレルギー学会では、喘息に対する運動負荷の悪影響を危惧して、身体活動を必要以上に制限する生活指導を実施しないよう、小児気管支喘息治療・管理ガイドライン2000年版を作成し、社会生活への復帰を積極的に推進するよう推奨している。<sup>10)</sup>

今回は、①小学生より中学生まで病院の入院施設に6年間入院し喘息が寛解して退院し、高校3年間は大学病院で運動療法を継続した高校生と、②小学生の3年間は入院治療し運動療法を実施していたが、進学のために退院し、大学病院で中学生より高校生まで6年間運動療法を継続した喘息高校生、および、③高校生になって大学病院に通院して運動療法を3年間継続した重症喘息高校生を対象に、小児気管支喘息の至適負荷テストと最大酸素摂取量を測定したところ、小学校高学年から中学生にかけての入院施設と大学での運動療法は、EIA 陽性反応の改善と最大酸素摂取量の増加をもたらす呼吸循環機能により効果を与えること、また、高校生になって運動療法を実施しても EIA 陽性反応は改善せず、最大酸素摂取量も向上しないことが明らかになったので報告する。

## 対 象

対象は、国立療養所C病院に6年間入院し、その後3年間N大学病院で運動療法継続の喘息者7名(以下、X群)、C病院に3年間入院し、退院後6年間N大学で運動療法継続の喘息者14名(以下、Y群)、高校か

らN大学病院に通院し運動療法継続の喘息者12名(以下、Z群)の合計33名である。被験者はいずれも18才の男子高校生である。

C病院入院者は、入院施設において、朝と夕方に定期的な運動療法(朝:喘息体操・ランニング・縄跳びなど30分間。夕方:喘息体操・20～30分のランニング・短距離ダッシュ・筋力トレーニング・乾布摩擦・冷水浴などを60分間)実施した。

一方、N大学通院者は、朝の喘息体操と最大心拍数に対する運動負荷強度が40～50%のジョギングまたは歩行を、1日に合計60分間、週当たり4～6回各自が自主的に実施し、月2～4回開催される日曜ミーティングで運動量の確認と、テニス、パドミントン、ゴルフ、フリスビー、卓球、トランポリンなどの各種スポーツを実施した。

## 方 法

運動負荷は、自転車エルゴメーター(モナーク製)を使用して、西間等の方法<sup>11)・12)</sup>に基づき、負荷量12.7Kpm/kg、回転数60rpm、負荷時間6分(12.7Kpm/kg(60rpm)、6min)で実施した。

肺機能は、マイクロスパイロ HI-298(チェスト社製)により、1秒量(FEV<sub>1</sub>)及び、最大瞬間呼気流量(PEFR)を測定した。EIAの判定は、運動負荷前値を基準としてFEV<sub>1</sub>及びPEFRが15%以上低下した症例をEIA陽性とした。

最大酸素摂取量の測定は、自転車エルゴメーターに自動負荷制御装置(竹井機器製)を搭載して、回転数60rpm、負荷時間12分で実施した。酸素消費量は、呼気ガスをダグラスバックで採取し、ガス分析器(三栄測器製)により測定した。なお、統計的分析は、Student-tテスト及びWilcoxon rank sumテストを用いて行った。数値は平均値±標準偏差で表わした。

## 結 果

### (1) EIA 陽性反応(表1)

10才時では、最大低下率はX群45.8%、Y群38.7%で、X、Y両群ともにEIA陽性を示した。12才時では、X群7.8%の低下率で、10才時より38ポイント改善し、EIAは陰性を示した。しかし、Y群は、37.5%の低下率で、EIAは陽性を示した。X群とY群には、1%のレベルで有意な差がみられた。

15才時では、X群は2.1%の低下率で、5.7ポイント改善し、Y群は8.8%の低下率で、12才時より28.7ポイント改善し、X、Y両群ともにEIAは陰性を示した。

一方、Z群の低下率は71.3%で、EIAは陽性を示した。XおよびY群とZ群には、1%のレベルで有意な差が認められた。

18才時では、X群、Y群は15才時より低下率は改善し、EIAは陰性を示した。Z群の低下率は85.4%を示し、EIAは陽性で、15才時より14.1ポイント悪化した。X群およびY群とZ群には1%レベルで有意な差が認められた。

(2) 最大酸素摂取量 (表2)

10才時では、X群45.8ml、Y群46.2mlで、12才時では、X群48.1ml、Y群48.3ml、15才時では、X群49.2、Y群50.3mlで、小林<sup>13)</sup>の体力評価水準で『普通』のレベルだったが、15才時のZ群では40.4mlで、『劣る』のレベルだった。X群およびY群とZ群には1%のレベルで有意な差が認められた。

18才時では、X群52.7ml、Y群53.7ml、Z群41.8ml

表1 1秒量 (FEV<sub>1</sub>) 及び最大瞬間呼気流量 (PEFR) の最大低下率 (%)

	X群 N=7 C病院入院6年 N大学通院3年	Y群 N=14 C病院入院3年 N大学通院6年	Z群 N=12 N大学通院3年
10才時	45.8 ± 7.6	38.7 ± 8.0	—
12才時	7.8 ± 5.0	37.5 ± 7.3	—
15才時	2.1 ± 5.7	8.8 ± 6.4	71.3 ± 9.2
18才時	-1.8 ± 4.3	1.6 ± 4.9	85.4 ± 7.8

\*\* : p < 0.01

表2 最大酸素摂取量 (ml/kg/min)

	X群 N=7 C病院入院6年 N大学通院3年	Y群 N=14 C病院入院3年 N大学通院6年	Z群 N=12 N大学通院3年
10才時	45.8 ± 6.7	46.2 ± 9.1	—
12才時	48.1 ± 4.8	48.3 ± 5.4	—
15才時	49.2 ± 8.3	50.3 ± 3.9	40.4 ± 7.3
18才時	52.7 ± 8.9	53.7 ± 6.7	41.8 ± 9.4

\*\* : p < 0.01

で、15才時に比較して、X群3.5ml (7.1%)、Y群3.4ml (6.8%)、Z群1.4ml (2.5%) 増加した。小林の体力評価水準では、X、Y群は『普通』で、Z群は『劣る』のレベルだった。X群およびY群とZ群には1%のレベルで有意な差が認められた。

(3) 至適負荷テストの体力負担度 (表3-1)

①テスト終了後1分前の平均心拍数は、10才時では、X群168拍、Y群171拍、12才時では、X群162拍、Y群165拍、15才時では、X群156拍、Y群154拍を示した。10才時と比較して、X群6.0%、Y群9.9%負担度が軽減した。X群とY群には有意な差が認められなかった。一方、Z群は15才時では、176拍で、X、Y群より約14%高い値を示した。X群およびY群とZ群には1%のレベルで有意な差が認められた。

18才時では、X群143拍、Y群142拍、Z群170拍で、Z群はX、Y群より約20%負担が重くなっていた。X

表3-1 至的負荷テスト終了1分前の平均心拍数 (bpm)

	X群 N=7 C病院入院6年 N大学通院3年	Y群 N=14 C病院入院3年 N大学通院6年	Z群 N=12 N大学通院3年
10才時	168 ± 7.3	171 ± 6.5	—
12才時	162 ± 8.5	165 ± 7.9	—
15才時	156 ± 6.4	154 ± 4.9	176 ± 8.4
18才時	143 ± 3.9	142 ± 7.5	170 ± 5.3

\*\* : p < 0.01

表3-2 至的負荷テスト終了1分前の酸素消費量 (ml/kg/min)

	X群 N=7 C病院入院6年 N大学通院3年	Y群 N=14 C病院入院3年 N大学通院6年	Z群 N=12 N大学通院3年
10才時	36.7 ± 8.6	37.8 ± 5.3	—
12才時	32.2 ± 5.8	34.3 ± 4.1	—
15才時	27.7 ± 9.9	27.1 ± 7.1	36.6 ± 7.9
18才時	26.1 ± 6.4	25.4 ± 8.6	37.0 ± 8.1

\*\* : p < 0.01

表3-3 至的負荷テスト終了1分前の酸素消費量の最大酸素摂取量に対する割合 (% $\dot{V}O_{2max}$ )

	X群 N=7 C病院入院6年 N大学通院3年	Y群 N=14 C病院入院3年 N大学通院6年	Z群 N=12 N大学通院3年
10才時	80.1	81.8	—
12才時	66.9	71.0	—
15才時	57.5	53.9	90.6
18才時	49.5	47.3	88.5

\*\* : p<0.01

群およびY群とZ群には1%のレベルで有意な差が認められた。

②テスト終了1分前の酸素消費量の最大酸素摂取量に対する割合 (% $\dot{V}O_{2max}$ ) (表3-2)、(表3-3)

10才時では、X群80.1%、Y群81.8%で、12才時では、X群66.9%、Y群71.0%を示した。10才時と比較して、X群16.9ポイント、Y群13.2ポイント負担度が軽減し、1%のレベルで有意な差が認められたが、X群とY群には有意な差が認められなかった。

15才時での体力負担度は、X群57.5%、Y群53.9%、Z群90.6%を示した。12才時と比較して、X群14.1ポイント、Y群24.1ポイント負担度は軽減し12才時と15才時では1%のレベルで有意な差が認められた。しかし、X群とY群には有意な差が認められなかった。X群およびY群とZ群には1%のレベルで有意な差が認められた。

18才時での体力負担度は、X群49.5%、Y群47.3%、Z群88.5%を示した。15才時と比較して、X群13.9ポイント、Y群12.2ポイント、Z群1.2ポイント負担度は軽減した。X群とY群は15才時と比較して1%のレベルで有意な差が認められたが、Z群には有意な差が認められなかった。一方、18才時のX群とY群には有意な差が認められなかったが、X群およびY群とZ群には1%のレベルで有意な差が認められた。

### 考 察

#### (1) EIA 陽性反応について

C病院の運動療法は、1年の継続では症状が軽快する変化はみられなかったが、3年の継続では症状が軽快する変化がみられた。6年の継続ではEIAの陽性反

応は寛解した。一方、N大学の運動療法は、中学生より3年の継続で症状は改善され、6年の継続ではEIA陽性反応は寛解した。しかし、高校生から3年の継続では、症状の改善はみられなかった。

#### (2) 最大酸素摂取量について

C病院とN大学の運動療法は、1年間の継続により改善効果はみられた。また、N大学の運動療法は、3年の継続で、最大酸素摂取量を増加させた。さらに、3年加えて、6年の継続では一層最大酸素摂取量を増加させた。しかし、N大学の運動療法は、中学生から高校生まで6年間継続した場合は効果がみられたが、高校生になってからの3年間の継続ではその効果はみられなかった。

#### (3) 至適負荷テストの体力負担度について

C病院とN大学の運動療法は、同一運動を実施しても平均心拍数が低く、酸素消費量も少ないため、体力負担度が低くなる効果をもたらした。しかし、N大学の運動療法は、高校生から3年間継続して実施してもその負担度の軽減はみられなかった。

### ま と め

難治性の運動誘発喘息は、

- ①運動負荷強度を低くして持続時間を長くしたC病院とN大学の運動療法を、至適開始時期と思われる小学校高学年から中学生の時期から継続して実施すると、EIA陽性反応は改善し寛解した。これは無症状の状態が5年以上継続しているため臨床的治癒と判断できる。また、全身持久力も向上することが判明した。
- ②N大学の運動療法は、高校生から実施しても、EIA陽性反応の改善をもたらさず、全身持久力も向上しないことが判明した。
- ③至適開始時期をのがした高校生には、別の運動療法を考案して処方する必要がある。
- ④正しい運動療法の早期実施と継続の重要性を、本人や保護者に周知徹底させる必要がある。

### 参 考 文 献

- 1) 土井まつ子他:小児気管支喘息児におよぼす運動の影響、日本小児保健学会、1989.
- 2) 鈴木みどり他: EIA の鍛錬療法の検討、日本小児難治喘息研究会、1991.
- 3) 近藤おかる他: EIB による鍛錬療法の検討、日本小児保健学会、1991.
- 4) 渡辺俊彦他: 喘息児の呼吸循環機能について、東海学校保健学会、1992.
- 5) 渡辺俊彦他: 運動が難治性喘息児の呼吸循環機能に及ぼ

## 運動誘発喘息児の運動療法

- す影響、日本学校保健学会、1992.
- 6) 渡辺俊彦他：運動が難治性喘息児の呼吸循環機能に及ぼす影響、第31回全国保健管理研究集会報告書、1993.
- 7) 渡辺俊彦他：運動療法が難治性喘息児の呼吸循環機能に及ぼす影響—トレーニングの中止が肺機能と最大酸素摂取量の改善効果の消失に及ぼす影響—、CAMPUS HEALTH Japan University Health Association、第33号、1997.
- 8) 渡辺俊彦他：難治性喘息児の運動療法—トレーニングの中止が肺機能と最大酸素摂取量の改善効果の消失に及ぼす影響—第45回日本学校保健学会、1998.
- 9) 早藤弘：身体活動と生活習慣病、日本臨牀58巻増刊号、231—456、491—523、2000.
- 10) 古庄巻史、西間三馨：小児気管支喘息治療・管理ガイドライン2000、日本小児アレルギー学会、67—78、2000.
- 11) 西間三馨他：運動誘発喘息児の自転車エルゴメーターによる運動負荷の検討、日本小児学会雑誌58、5、1030—1038、1981.
- 12) 西間三馨他：小児気管支喘息における臨床的重症度とExercise-Introduced Bronchospasm (EIB) の重症度の検討、第1編、自転車エルゴメーターによる負荷試験、アレルギー、30、12、1113—1122、1981.
- 13) 小林寛道：日本人のエアロビックパワー、杏林書院、東京、260—261、1982.

(2001年12月21日受付)

