

指導者用

ぜん息の治療・管理のための

ピークフローメーター活用 ガイドブック

監修：勝呂 宏（すぐろこどもクリニック院長）

編著：高増哲也／安藤智暁（神奈川県立こども医療センター）

 独立行政法人 環境再生保全機構



発刊にあたり

独立行政法人環境再生保全機構は、大気汚染の影響による健康被害を予防するため、気管支ぜん息の悪化の防止や早期の健康回復を図るためのパンフレットなどを作成する事業を行っています。

本書は、とくに、気管支ぜん息の方々が健康回復に向かうよう支援する趣旨から、ピークフローメーターを有効に使う方法を、わかりやすく紹介するために作成したものです。

作成にあたっては、神奈川県立こども医療センターの高増哲也先生、安藤智暁先生にご執筆いただき、監修をすぐろこどもクリニックの勝呂 宏先生にお願いしました。

ピークフローは、気管支ぜん息の方々のからだの状況を知る客観的な指標として活用することができ、気管支ぜん息の自立的な健康管理に極めて有用と考えられています。本書が、ピークフローメーターを用いた気管支ぜん息の自立的な健康管理を推進し、気管支ぜん息の克服に少しでも役立てられれば幸いです。

はじめに

気管支ぜん息は気道閉塞によるぜん鳴および呼吸困難を主症状とする代表的な閉塞性呼吸器疾患である。したがって、肺機能検査にて閉塞性換気障害の程度を明らかにし、その経時的变化を追うことは、ぜん息の臨床において極めて有用である。

肺機能検査の1項目であるピークフロー（最大呼気流量）は、大きく息を吸い込んで力いっぱい息を吐き出す速度（強さ）である。その速度をピークフローメーター等により測定し、気道閉塞の程度を知ることができる。そして、ぜん息患者が自宅などで毎日測定することで（ピークフローモニタリング）、気道閉塞の程度・変化の客観的評価が可能となる。以上のことから、日本はもとより各国のぜん息治療ガイドラインにおいて、ピークフローモニタリングが推奨されている。

ピークフローモニタリングの意義を以下に示す。

- ①気道閉塞の経時的・経日的変化を追跡できる
- ②急性発作への適切な対応と治療効果の評価に有用である
- ③自覚症状および他覚所見がない早期の時点での気道閉塞を認識できる
- ④日内変動による重症度を評価できる
- ⑤特定の抗原や誘発因子を解明できる
- ⑥長期的治療の効果や妥当性を評価できる
- ⑦ぜん息患者に治療の主体性をもたせ、患者教育に役立つ
- ⑧ぜん息患者と医師・看護師のコミュニケーションの促進に役立つ

本書は、旧 公害健康被害補償予防協会（現 独立行政法人環境再生保全機構）の「気管支ぜん息児の自己管理のためのピークフローの有効性と活用法に関する研究（研究リーダー：勝呂宏）」の成果をもとに、平成11年4月に作成した「ピークフローメーター活用のすすめ：指導者用（編集／勝呂宏、池部敏市、高増哲也）」の改訂版である。今回、神奈川県立こども医療センターの高増哲也先生、安藤智暁先生の編集により大きく改訂し、内容をさらに理解しやすくして充実させ、しかもコンパクトにしたものである。

本書が、気管支ぜん息の医療や保健活動に携わっておられる方々に活用され、ぜん息患者の病状の改善と自己管理の向上に役立てていただければ大変幸いである。

平成20年4月 勝呂 宏

1・気管支ぜん息とは？

気管支ぜん息の病態	4
気管支ぜん息の指標	6

2・呼吸機能検査とピークフロー

呼吸機能検査（フローボリューム曲線）	8
ピークフローとは	10
ピークフローで何がわかるか	
ピークフローモニタリング対象者（適応）	11

3・ピークフローメーターについて

ピークフローメーターの種類	12
---------------------	----

4・ピークフローの測定法

測定手技	14
測定回数および測定時刻	15
ぜん息・ピークフロー日誌への記入	

5・ピークフローモニタリングの注意事項

モニタリングを行うにあたっての動機づけの重要性	16
正確な測定を継続するためには	
モニタリングを減らすとき、やめるとき	17
ピークフローモニタリングに否定的な意見	

6・ピークフローの評価法

ピークフローの標準値（予測値）	18
ピークフローの自己最良値	
ピークフローの日内変動（率）	19

7・ピークフローのパターン分類

1.brittle 型	20
2.morning dipper	21
3. 不可逆型	23

8・ピークフローに関する様々な取り組み

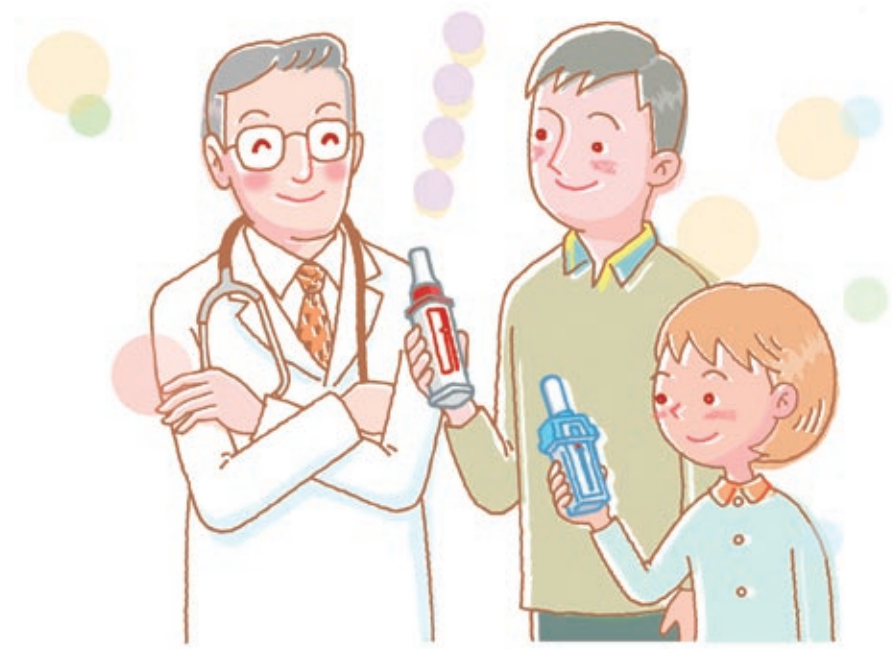
1. ピークフロー測定とぜん息日誌記入の実際例	27
2. ぜん息児サマーキャンプ	28
3. インターネットを利用したオンラインぜん息日誌	30

各国ぜん息ガイドラインの比較表

32-43

出典一覧

44



1. 気管支ぜん息とは？

気管支ぜん息の病態

気管支ぜん息は、呼吸するときの空気の通り道（＝気道）、とくに気管支が、一時的に狭窄することを繰り返す病気である。その程度により、軽い場合には咳のみであったり症状が現れないときもあるが、程度が重いと「ヒューヒュー」「ゼーゼー」という音（ぜん鳴）がみられ、呼吸困難を生じる。音がしている状態を「発作」といい、「ヒューヒュー」は高い音、「ゼーゼー」は低い音を表している。最も典型的なぜん息発作の音は、呼吸に聴取される高い音であるが、実際に聞かれる音の種類はバラエティに富んでいる。この状態は一時的であり、自然にまたは治療によって軽快するが、これを繰り返すことが気管支ぜん息の特徴である。

ぜん鳴が繰り返しおきる原因は、気道過敏性が亢進していることにあるため、気管支ぜん息の本態は気道過敏性であると考えられる。さらに、気道過敏性が亢進する原因は、気道における慢性炎症（おもに好酸球による）であると考えられている。慢性炎症は、気道のリモデリングをひきおこす。リモデリングとは、組織レベルでおきている変化で、その多くは不可逆的なものである。

すなわち、気管支ぜん息の患者の気管支は、普段から炎症があるために、気道過敏性が亢進し、そのために時に気道が狭窄するのである。そこで治療としては、発作時には狭窄した気管支を元に戻す、非発作時には炎症を抑制して発作を予防する、という2本立てとなる。

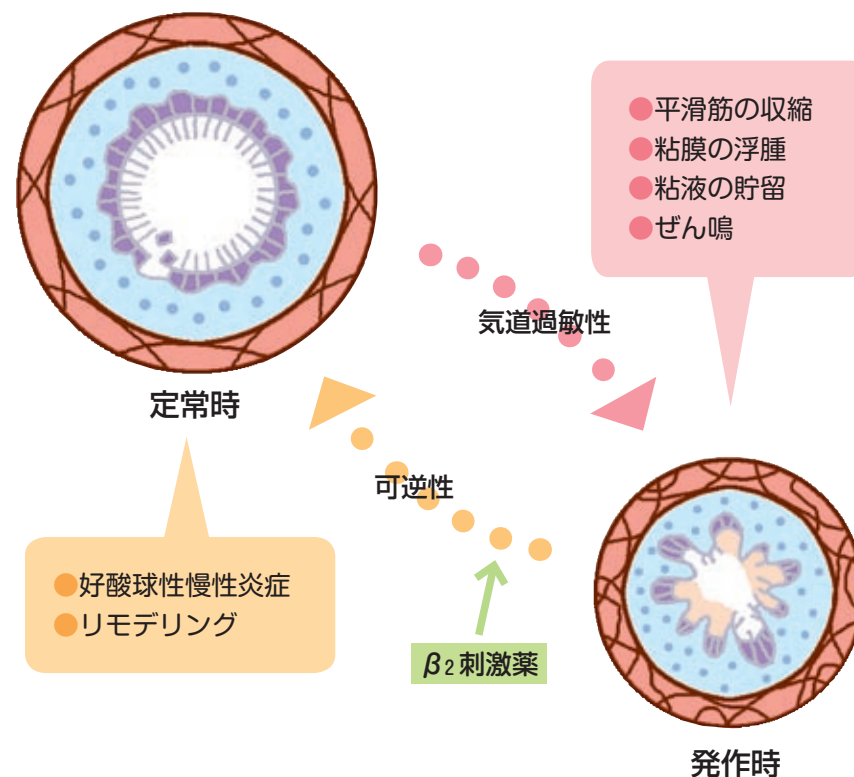
発作時に行う治療（レリーバー）としては、 β_2 刺激薬がある。これは収縮した平滑筋を弛緩させる気管支拡張薬で、吸入薬・内服薬の他に、テープの貼付薬がある。また発作時には、粘液（痰）が貯留しているため、しっかり排痰させることが重要で、乳幼児で自分で排痰できない場合には、痰を吸引して取ることもある。

普段から行う治療（コントローラー）のうち、炎症抑制効果が最も確実なのは吸入ステロイド薬である。その他にも、ぜん息を悪化させるロイコトリエンの働きをブロックする抗ロイコトリエン薬や、各種の抗アレルギー薬、テオフィリン、長期作用性 β_2 刺激薬などがある。

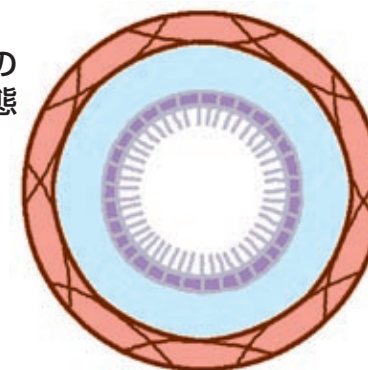
一方、炎症を修復する際に不可逆的な変化を伴うリモデリングを阻止する方法や、さらに、ぜん息の発症を未然に防ぐ方法については、現在のところ明確ではない。

気道の状態

気管支ぜん息の人の気道の状態



健康な人の気道の状態



気管支ぜん息の指標

気管支ぜん息を診断、治療していく上での指標には以下のものがある。

- 1 **聞き取り**
問診表（ぜん息日誌）、病歴聴取（ぜん鳴・咳がいつからいつまであったか、治療はどうしているかなど）
- 2 **呼吸音**
聴診所見、呼吸音解析
- 3 **呼吸機能**
呼吸機能検査（ピークフロー、スパイロメトリー）
IOS (Impulse oscillation system)
- 4 **気道過敏性検査**
吸入試験（アセチルコリン、メサコリン、ヒスタミン）
運動負荷試験
- 5 **画像診断**
胸部レントゲン写真、胸部CT
- 6 **ガス交換能**
血液ガス、酸素飽和度
- 7 **気道炎症**
生検、BAL (bronchoalveolar lavage)、bronchial wash、
喀痰細胞診、呼気 NO、呼気凝集液

このうち、実際に普段から日常診療で用いられているのは、聞き取りと聴診所見が大部分を占めている。その次に、ピークフロー・スパイロメトリーが指標として用いられることがある、時に胸部レントゲン、酸素飽和度・血液ガスがチェックされるときがある、という程度である。一部の施設では気道過敏性まで調べているところがあるが、それ以外の指標はごく一部の臨床研究を行う施設で行われる検査である。

気管支ぜん息における病態とそれぞれの指標との関連は、右表にあげたとおりである。

気管支ぜん息の病態と指標

病 態	指 標
気流障害	ピークフロー・肺機能検査
気道過敏性	気道過敏性検査
アレルギー性炎症	喀痰細胞診・呼気 NO
リモデリング	気管支生検・胸部 CT



2. 呼吸機能検査とピークフロー

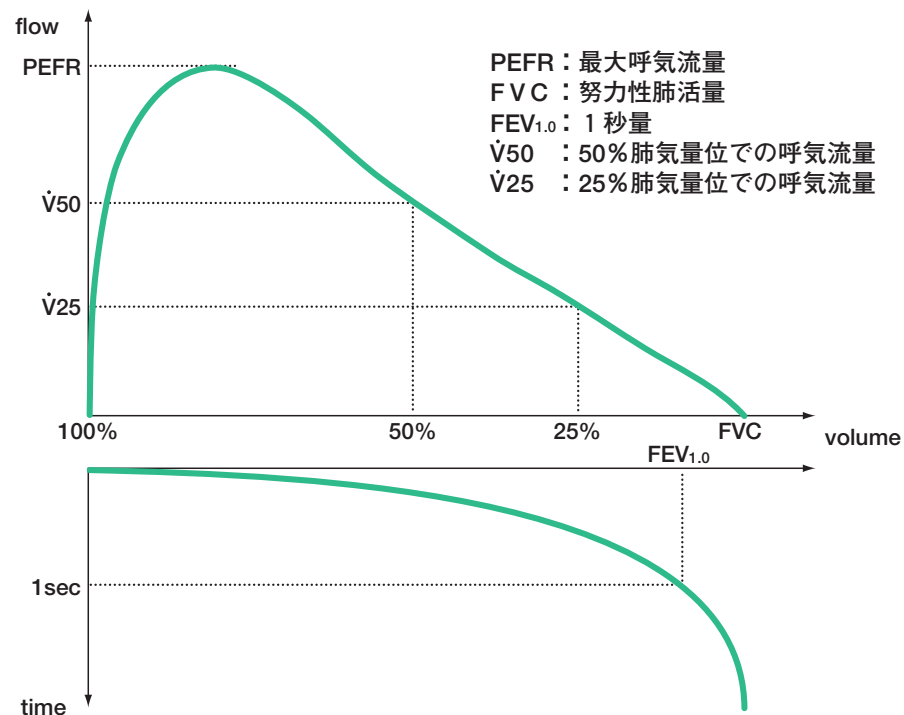
呼吸機能検査（フローボリューム曲線）

気管支ぜん息は気道の慢性炎症性疾患であり、気道の過敏性が亢進しており、気道閉塞によるぜん鳴および呼吸困難を主症状とする代表的な閉塞性呼吸器疾患である。そのため、閉塞性換気障害の程度を明らかにし、その経時的变化を追うことは、気管支ぜん息の臨床（診断・治療）においてきわめて重要である。

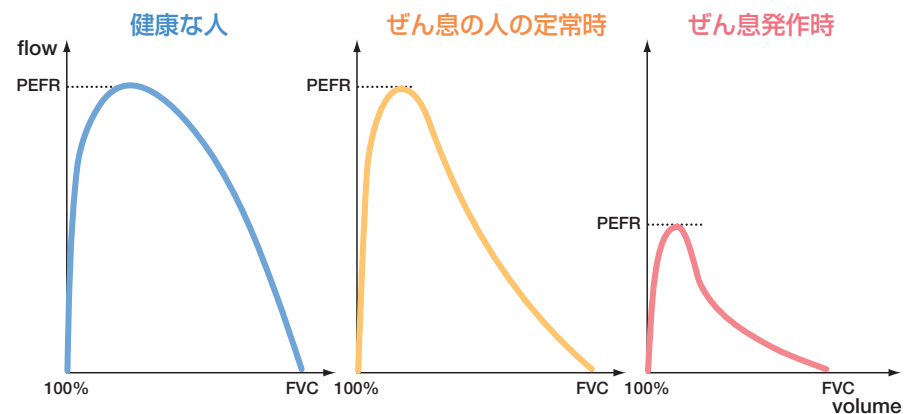
閉塞性換気障害を評価するために、最も有効かつ比較的簡便な方法として、スパイロメトリーがあげられる。スパイロメトリーによって、肺気量分画（肺活量など）と努力性呼出曲線が得られる。努力性呼出曲線は、**最大吸気位から最大呼気位に最大努力で呼出されたときの**呼気量を、時間スケールで記録したものであるが、コンピューター処理により、縦軸をフロー（流量：単位時間あたりの空気量）、横軸をボリューム（量）とした、**フローボリューム曲線**（flow-volume curve：図①）が最もよく用いられる。数値の指標としては PEFR（peak expiratory flow rate；最大呼気流量）、FEV_{1.0}（forced expiratory volume in 1 second；1秒量）、FVC（forced vital capacity；努力性肺活量）、 $\dot{V}_{50}$ （50%肺気量位での呼気流量）、 $\dot{V}_{25}$ （25%肺気量位での呼気流量）などがある。

PEFR はおもに中枢気道の径を反映し、 $\dot{V}_{50}$ 、 $\dot{V}_{25}$ はより末梢気道の径を反映しているといわれている。また、PEFR は努力依存性（努力の程度によって数値が影響する）であり、 $\dot{V}_{50}$ 、 $\dot{V}_{25}$ は努力非依存性であるといわれている。図②は、健康な人と、ぜん息の人の定常時、発作時のフローボリューム曲線を示している。健康な人では、PEFR が正常で、曲線は上に凸になっている。ぜん息の人でも、定常時には必ずしも PEFR は低下していないが、曲線が下に凸になっており、 $\dot{V}_{50}$ 、 $\dot{V}_{25}$ は低下している。発作時には、PEFR も低下しており、曲線は更に下に凸になっている。

図① フローボリューム曲線（上）と努力性呼出曲線（下）



図② 健康な人とぜん息の人（定常時、発作時）のフローボリューム曲線



ピークフローとは？

スパイロメトリーはスパイロメーターを用いる必要があるが、簡易式**ピークフローメーター**を用いれば、より簡便に PEFR に相当する値を測定することができる。これを**ピークフロー**（peak flow）という。ピークフローは最大吸気の後、最大努力で呼気を行うが、最後まで吐ききる必要はない。ピークフローと PEFR は同じ値をとるはずであるが、測定手技には違いがある。ピークフローメーターは比較的安価であり、測定手技も比較的容易であるため、個人毎に患者が入手し、自宅で経時的に測定することができる。このように経時的にピークフローを測定していくことを**ピークフローモニタリング**という。

ピークフローで何がわかるか

ピークフローを測定することによって、測定時の気道閉塞を客観的に評価することができる。したがって、発作の強さや、発作時の治療の効果をを知ることができ、呼吸困難感（主観的評価）との比較をすることができる。また、自覚および他覚症状がない早期の時点で、気道閉塞を客観的に認識し、早期に適切な治療をすることにより、発作を予防、または重症化を阻止することができる。ピークフロー値の低下について、なんらかの傾向があるかどうかを探ることにより、特定のアレルゲンや誘発因子を明らかにすることができる場合もある。

また、定時でモニタリングを行うことによって、日内変動、日間変動を知ることができる。ピークフローの日内変動はぜん息の重症度を反映し、変動が大きいほど、気管支ぜん息のコントロールが不良で、現在の定時治療が十分でないといえる。ある治療法を開始することによって、変動が減少することにより、その治療法の効果を評価でき、また、ある治療法を減量中止にする際に、それによってピークフローが悪化しないかどうかをみることで、減量中止が妥当であったかを評価できる。気管支ぜん息の病態や治療の効果などを患児にも客観的に示すことができ、患者教育に役立てることができる。治療法の決定についてはあくまでも主治医がイニシアチブをとらねばならないが、ある程度患児自身に治療の主体性を持たせることができる。これらのことを通じて患児と医師のコミュニケーションの促進にも貢献し得る。

ピークフローモニタリングの対象者（適応）

ぜん息児に様にピークフローモニタリングを勧めるべきだというわけではない。まず測定手技が可能な者に限られるので、適応となる年齢は一般的には6歳以上である。文献的には3歳、4歳、5歳から可能であるというもの、7～8歳からが望ましいとするものもあるが、要は、最大吸気と最大努力呼気ができ、再現性のあるデータが得られるかどうかによるので、3歳でも可能な例もあれば、学童でもできない例もみられる。測定手技が可能かどうか判定するために、開始前にはできるだけスパイロメーターを用いてフローボリューム曲線を描かせることが望ましい。またはピークフローを目の前で吹かせてみて、問題なくできており、繰り返しの測定値に再現性があれば、手技的には可能と考えてもよい。

対象とすべきなのは、気管支ぜん息の病態である気道径の変化を客観的に評価したい症例である。すなわち重症度、コントロールの良否の判定、治療効果の判定、増悪時の予防的臨時治療のタイミングの判定を客観的に行う必要があると思われる症例である。ピークフローモニタリングをしない場合、これらはいずれも患者の主観的な症状の有無、程度で判定される。したがって、患者の主観が実態と乖離していると思われるような症例（たびたび発作が起こっていても呼吸苦を訴えない、または逆にぜん息は落ち着いているはずなのにたびたび症状を訴える）や、より客観的な指標を使用することが望ましいと思われた症例は適応となる。



3. ピークフローメーターについて

ピークフローメーターの種類

現在、日本で入手可能なおもなピークフローメーターとしては、ミニライト®、バイタログラフ®（アズマブランプラス®）、アセス®、パーソナルベスト®（いずれもスタンダードレンジとローレンジ用がある）、エアゾーン®、アズマチェック®、ザ・ピーク®、トルーゾーン® などがある。

すべての機種を目盛りは、ATS（American Thoracic Society）規格に準拠して作成されているが、ミニライトだけは以前から使用しているライト目盛り仕様のものも併売している。フロージェネレーターを用いて各種ピークフローメーターの目盛り

の精度を検討した高増らの報告では、多くの ATS 仕様の機種は、おおむね± 10% 以内であった。しかし、ミニライトについてはライト目盛り仕様では流量 420L / 分以下で+ 10%を超えていたため、ATS 目盛りの方が勧められる。ローレンジの機種は測定可能な範囲が限定されており、その範囲内では、スタンダードレンジの機種より優れていることが期待されるが、実際には精度などの点で劣っている。小児では成長に伴って測定値が上昇していくため、目盛りの読みやすさを除けば、最初からスタンダードレンジの機種を用いた方がよい。

また、最近では電子回路を内蔵した電子式のピークフローメーター（Piko-1® など）も登場している。ピークフロー値だけでなく、FEV_{1.0} も同時測定し、内部メモリに測定データを記録しておくことができる。パソコンへ接続し、専用のソフトにより測定データをパソコン上で記録、管理、分析することも可能となっている。

おもなピークフローメーター一覧

ミニライト

測定範囲

小児：30～400 L/min
成人：60～800 L/min

重量

小児：54g
成人：74g

おもな特徴

世界で最初に製品化され、最も多く使用されている。



ザ・ピーク

測定範囲

50～750 L/min

重量

60g

おもな特徴

丸いハンドル付きで、針にふれずに持つことが可能。4色あるカラーから選べる。



パーソナルベスト

測定範囲

小児：50～390 L/min
成人：60～810 L/min

重量

60g

おもな特徴

計測時は持ち手となる専用ケース付き。ゾーン管理用ゾーンポインター装備。



アズマチェック

測定範囲

60～810 L/min

重量

約56g

おもな特徴

小型で軽量。可動式のゾーン管理用カラーマーカーを装備。



エアゾーン

測定範囲

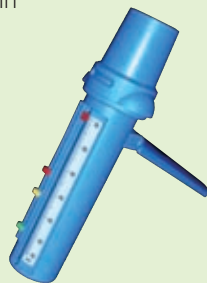
60～720 L/min

重量

44g

おもな特徴

小型で軽量。ゾーン管理に便利なゾーンマーカー付き。保持ハンドルを装備。



トルーゾーン

測定範囲

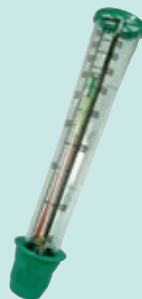
60～800 L/min

重量

35g

おもな特徴

最も軽量。クリアボディで針が本体内部にあるため、持ちやすい。



アセス

測定範囲

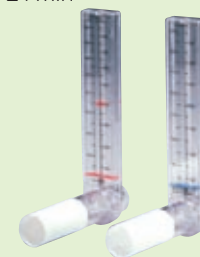
小児：30～390 L/min
成人：60～880 L/min

重量

約65g

おもな特徴

見やすい縦型。ゾーン管理に便利なゾーンクリップが付属。ハンドルを装備。



アズマブランプラス

測定範囲

小児：25～300 L/min
成人：50～800 L/min

重量

74g

おもな特徴

可動式のゾーン管理用カラーマーカーを装備。



4. ピークフローの測定方法

測定手技

- ①測定は、立位で行う（立位になれない場合は、その時の姿勢を記録しておく）。ノーズクリップは不要である。
- ②ピークフローメーターの針（マーカー）を目盛りのゼロあるいはスケールの一番下にセットする。
- ③できる限り深く吸気をする。
- ④ピークフローメーターを口にくわえ、唇でマウスピースの周囲をしっかりと包んでとじる。
- ⑤できるだけ速く呼出する（すべて吐ききる必要はない）。
- ⑥目盛りを読む。目盛りの中間に針（マーカー）があったときは、より近い目盛りを読む。
- ⑦さらに2回、同様（②～⑥）に測定する。



吸気から呼気に移るとき、息止めの時間が長すぎると値が低くなるのでよくない。各測定時には、3回の測定値のうち最高値をぜん息・ピークフロー日誌に記録する（小児は3回では不十分という報告もある）。

測定の際に「トゥー」や「カー」など舌やのどを使って息を出す呼出（spitting）をすると、実際よりも高値となるためよくない。また咳をしたり舌でマウスピースをふさいではいけない。

以上のようにピークフローメーターを正しく吹くためには、患児の自覚、努力が必要であり、低年齢層の患者の選択は、慎重にしなければならない。また、小学校高学年以上であっても家族、患児への十分な教育が必要である。

測定回数および測定時刻

ピークフローを1日6回測定したところ、起床後30分以内の値だけがその他の時間帯に比べ有意に低値となったがそれ以外は互いに有意差を認めなかった。このことから、ピークフローの測定は、早朝起床時に1回測定し、昼、夕、夜のいずれかの時間にもう一度測定することで十分と思われる。一方、1日2回の測定では不十分という報告、1日1回の測定（早朝）でも有用との報告もある。

ぜん息・ピークフロー日誌への記入

ぜん息児は慢性の息苦しさ慣れている場合、自分の気道閉塞の状態を過小評価しやすい。毎日のピークフロー値をぜん息・ピークフロー日誌に記入することで、自覚症状と客観的な気道閉塞の程度を比較することができ、患児も医師もぜん息の重症度を判断でき、ぜん息のコントロール状況を把握することができる。



5. ピークフローモニタリングの注意事項

モニタリングを行うにあたっての動機づけの重要性

ピークフローを定時で測定し、記録することは根気を必要とし、継続は困難である。ついつい測定・記録することを忘れてしまったり、しないまま日誌にまとめて記入したりすることは実際の場合では決して珍しいことではない。ピークフローをモニタリングすることの意義が患児と保護者に十分に理解されていることが必要である。モニタリングを今後も続けたいと考えている患児は、「ぜん息はきちんと治療すれば大丈夫な病気」ととらえ、「モニタリングを楽しみ」と思っている傾向がある。また、発作がなくなった患児より、発作がある程度みられる患児が続けようとする傾向がある。

正確な測定を継続するためには

測定方法、活用方法、意義の再確認、メンテナンス等を一定程度に維持するためには、外来定期受診時に実際に使用中のピークフローメーターを持参させ、点検・再指導する必要がある。患者と主治医にとってピークフローモニタリングが意義のあるものになるためには、当然患者も主治医も十分に手間をかけなければならないし、その使い方に習熟していなければならない。

また、ピークフローの限界を知ることでも必要で、スパイログラムでないと評価できない病態もある。たとえば末梢気道の狭窄の程度については、 $\dot{V}_{50}$ などでないと評価できないことがある。「トゥー」「カー」と吹くことにより高値になる現象もフローボリューム曲線を描けばはつきりする。外来では可能な限りスパイロメトリーを行い、ピークフローの欠点を補いたい。



モニタリングを減らすとき、やめるとき

モニタリングは惰性で継続していると、患者の負担を増すのみになることがある。次のようなときにはモニタリングを減らしたり、やめるべきである。

- ①データを患者も医師も全く活用しておらず、また今後も活用すると思われないとき。
- ②コントロールが良くなり、変動がほとんどない状態が長期に続いているとき。
このようなときは普段のモニタリングを中止し、悪化時や再評価が必要なときのみの測定にする。
- ③実際は測定していないのに、日誌に記録しているとき。

モニタリングの意義について再指導することによって説得が成功し、継続可能なこともある。



ピークフローモニタリングに否定的な意見

GRASSIC (Grampian Study of Integrated Care) では、ピークフローモニタリングをルーチンで漫然と行うことは意味がないと結論づけている。モニタリングを行うにあたっては、きめ細かな指導が不可欠であることを示しているといえる。そのほかにも、ピークフローモニタリングに対して、否定的な意見がある。ぜん息日誌以上に、悪化を予知する指標としての有効性がないという意見。また、ピークフローと症状とは一致率が悪いという意見がある。

ぜん息発作時にピークフローを測定し、その直後に心肺停止がみられた例の報告もあり、急性増悪時にピークフローを測定する場合、細心の注意が必要である。急性増悪時には、ピークフローよりもむしろ SpO_2 を指標とすべきであるとも考えられる。

6. ピークフローの評価法

ピークフローの標準値（予測値）

「小児気管支喘息治療・管理ガイドライン 2005」で採用されている月岡らの式を紹介する。これは、2001年に報告されたもので、6～18歳の健康者2600人余りを対象として、ミニライト®（ATS目盛り）のスタンダードレンジのピークフローメーターを用いて測定した値をもとに算出したものである。対象者の年齢と身長がピークフロー値に有意に影響していたことから、それらを因子として採用しているが、特に男子では身長の3乗、年齢の2乗による回帰式となっているのが特徴である。

標準式は以下のとおりである。

標準値予測式

- 男子 (L/分) = $77.0 + 64.53 \times \text{身長 (m)}^3 + 0.4795 \times \text{年齢}^2$
- 女子 (L/分) = $-209.0 + 310.4 \times \text{身長 (m)} + 6.463 \times \text{年齢}$

ピークフローの自己最良値

ピークフローの自己最良値は、ぜん息がよくコントロールされている状態において得られるピークフローの最高値である。「小児気管支喘息治療・管理ガイドライン 2005」では、2～3週間の観察期間中の日中で、 β_2 刺激薬吸入後に得られるとしている。具体的な方法としては、

- ①一定期間の記録値の最高値を採用する方法
 - ②ぜん息管理の国際指針（Global Initiative for Asthma；GINA）が提案しているステロイド薬内服による最大拡張値を採用する方法
 - ③ β_2 刺激薬の反復吸入後に得られた最大拡張値を採用する方法
 - ④高用量の吸入ステロイド薬を数週間継続する方法
- などがある。

池部らは、日常診療でも比較的容易な自己最良値の求め方を報告している（次頁参照）。これは、病状が比較的安定している時期にピークフローを1日2～3回（2回の場合：早朝・日中、3回の場合：早朝・日中・夜）測定して、2週間以上記録、日内変動の大きさにより自己最良値を決定する方法である。日内変動が小

さいときは、記録値のうちの最高値を採用し、日内変動が大きいときは、 β_2 刺激薬を20～30分ごとに繰り返し吸入することで得られるピークフローの最大拡張値を求めて、両者のうち大きい方を採用する。

なお、 β_2 刺激薬（pMDI）による最大拡張値を求める際は、ほとんどの場合、 β_2 刺激薬吸入を1～2回行うことで気管支の最大拡張効果が得られる。

ピークフローの自己最良値の求め方

1日2～3回、2週間以上ピークフロー値を測定する



日内変動率（以下参照）の最大値が20%以下か？



記録の最高値を自己最良値とする



β_2 刺激薬連続吸入（20～30分ごと）による最大拡張値（吸入後のピークフロー値）を求め、記録値の最高値と最大拡張値で高い方を自己最良値とする

ピークフローの日内変動（率）

1日に2回以上ピークフローを測定すると、測定値のうちその日の最高値と最低値が得られるので、日内変動率を下記の計算式で求めることができる。

ピークフローの日内変動は、ぜん息の重症度および病状を反映し、気道過敏性との関連を示唆する報告などがあり、ぜん息管理上有用な指標である。成人では、日内変動が20%以内となるように管理目標を設定している。小児では、健常児でも日内変動が20%以上となることが多く、また小児では明け方のぜん息増悪が多いため、20%以内になるように管理するのは困難であるといわれていた。しかし、最近の検討の結果では、ぜん息がよくコントロールされている7歳以上の小児では、成人と同様に20%以内を目標に管理して問題ないとされている。

日内変動率計算式

- 日内変動率 = $(\text{最高値} - \text{最低値}) \div \text{最高値} \times 100$

7. ピークフローのパターン分類

1977年、Turner-Warwick は、ピークフローによるぜん息のパターン分類を行っている。かならずしもすべてのぜん息患者にこのパターン分類があてはまるとはいえないであろうが、この分類法はよく引用されるので、ここに紹介しておく。

1 brittle 型（不規則変動型）

2 morning dipper（朝のおちこみ型）

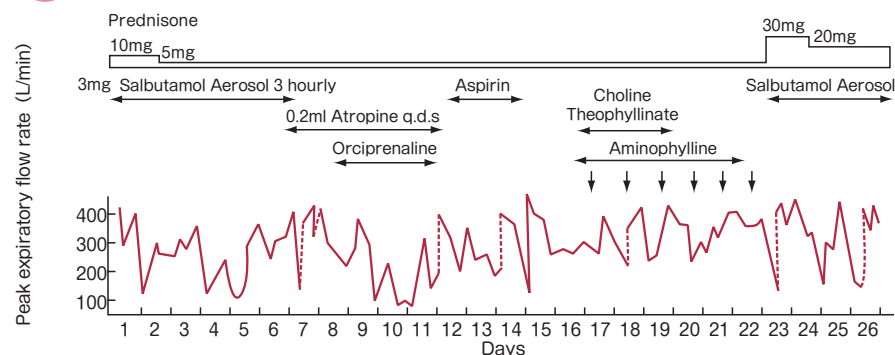
不可逆型

- ① ピークフローが正常にならないが、自然に、または適切な薬物により可逆性を認めるもの。
- ② FVC は可逆的だが、FEV_{1.0} とピークフローは不可逆的であるもの。
- ③ drifter（ゆっくり変化型）で、不可逆的な気道閉塞があるが、徐々に、または集中治療により改善をみるもの。

1 brittle 型（不規則変動型）

図①のように、種々の治療に抵抗性で、不規則な変動を示す。ピークフローが低値の時に、しばしば β_2 刺激薬使用で改善をみるが、定時の予防治療に、例えば DSCG やステロイド薬にも反応しない。アトピー性、非アトピー性どちらでもあり得る。当然、症例によっては、特定の治療法に反応することもある。

図 1 brittle 型 種々の治療に抵抗性があり、図には示されていないが、DSCG や長期間の高用量ステロイド薬にも反応しない。



2 morning dipper（朝のおちこみ型）

図②のように、早朝にピークフローが低値となり、自然にまたは気管支拡張薬吸入により正常化し、それが 1 日中維持されることが下図によりわかる。

ぜん息死は患者が ICU にいるときよりもむしろ、日中のピークフローやその他の指標が大きく改善してから、3、4 日後の夜にみられることがある。図③は非常に強いぜん息発作からの回復途中にみられる morning dipping で、この時期が過ぎてピークフローが安定するまで注意深く治療を続けることが重要である。夜間にぜん息が悪化することはよくみられる現象であり、ふとんのダニのアレルギーが影響している場合もあろうが、非アレルギー性の要素（副腎皮質ホルモンやカテコラミンのサーカディアンリズムなど）もさらに重要である。ぜん息の日内変動は、ノルアドレナリンやアドレナリンの値と連動する。図④は、就寝前に β_2 刺激薬を投与することで morning dipping が消失している例である。

図 2 morning dipper 早朝（午前 6 時ころ）に低値となり、自然にまたは気管支拡張薬により正常化し、それが 1 日中維持される。

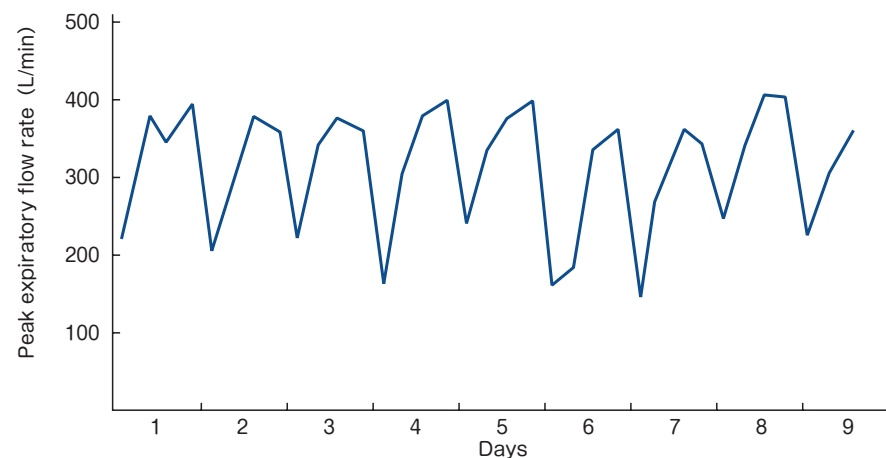


図3 morning dipping ぜん息発作からの回復途中に見られる。

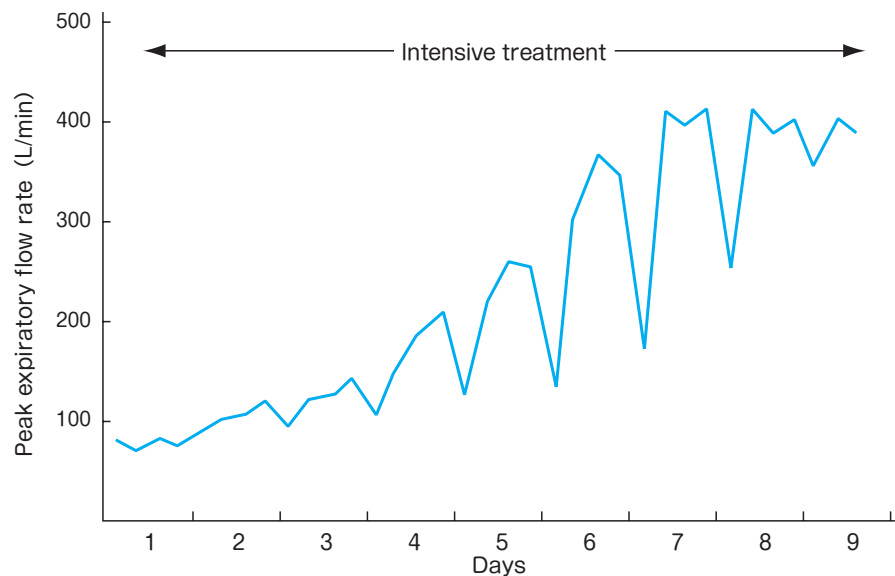
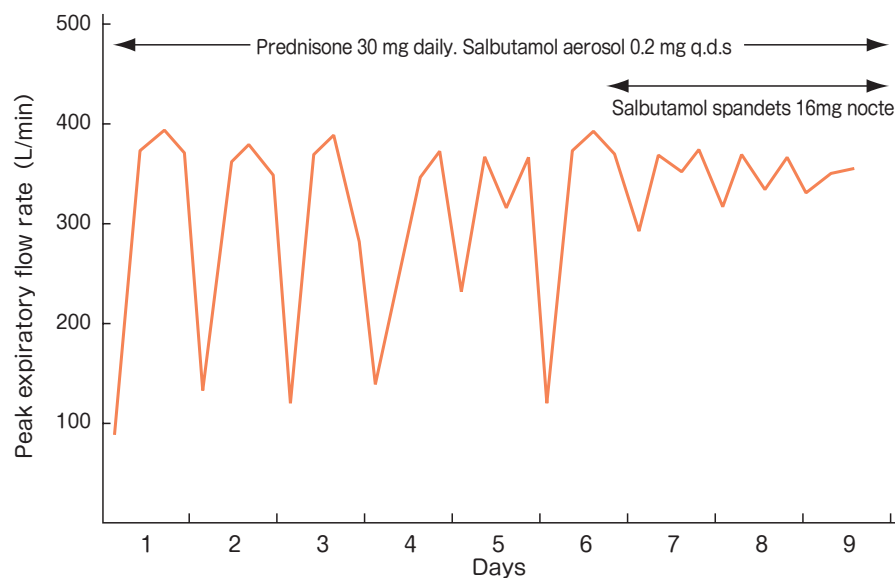


図4 morning dippingの消失 就寝前に徐放性 β_2 刺激薬投与により見られる。



3 不可逆型

ぜん息は気道閉塞の可逆性がみられることが特徴であるが、不可逆的な変化がおきていることがある。この型には、いくつかのパターンがあるとされる。

1 ピークフローが正常にならないが、自然に、または適切な薬物により可逆性を認めるもの

図⑤はピークフローが予測値にくらべると低値であるが、変動は激しく、可逆性を認める。図⑥は長期間にわたり不可逆性の気道閉塞を認めていたが、ステロイド薬により可逆性が回復している。図⑦は気管支拡張薬、DSCG、ステロイド薬に反応しないが、アトロピン吸入に反応した例。

これらのパターンは、アトピー型の若い患者に多く、小児期から呼吸困難の既往があり、プリックテストで陽性のアレルゲンが多くみられ、血液、痰に好酸球増多がみられる。非アトピー型の成人発症で、慢性気管支炎や肺気腫の診断で無治療になっている場合もある。臨床的に重要なことは、適切な治療を受けると改善をみることであり、それを判定するためにピークフローモニタリングが必要となる。

図5 激しく不規則な変動があり、自然にまたは β_2 刺激薬吸入で部分的に改善するが、不可逆的要素も残る。

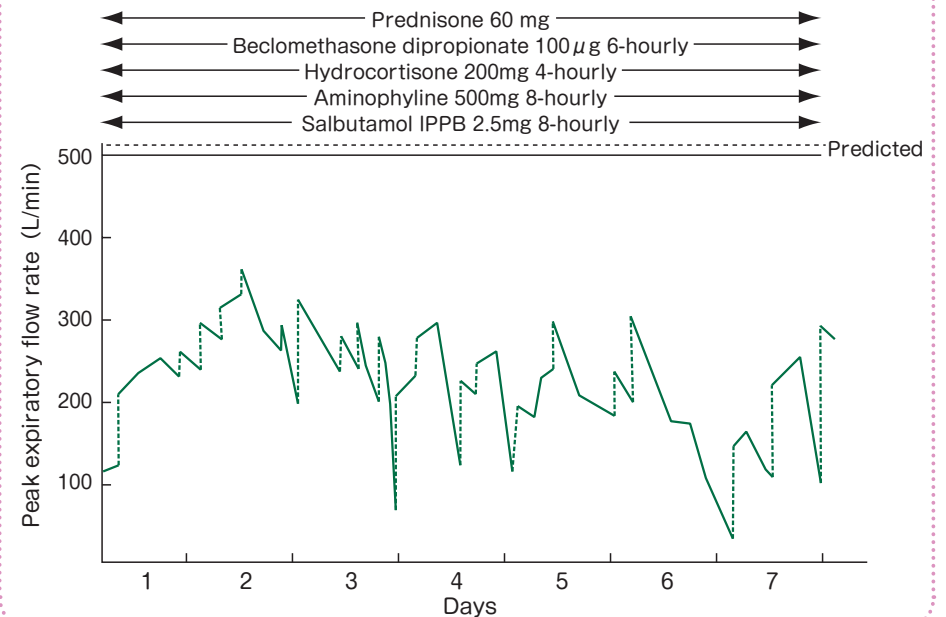


図6 気管支拡張薬に反応しない長期の気道閉塞がステロイド薬で改善した例

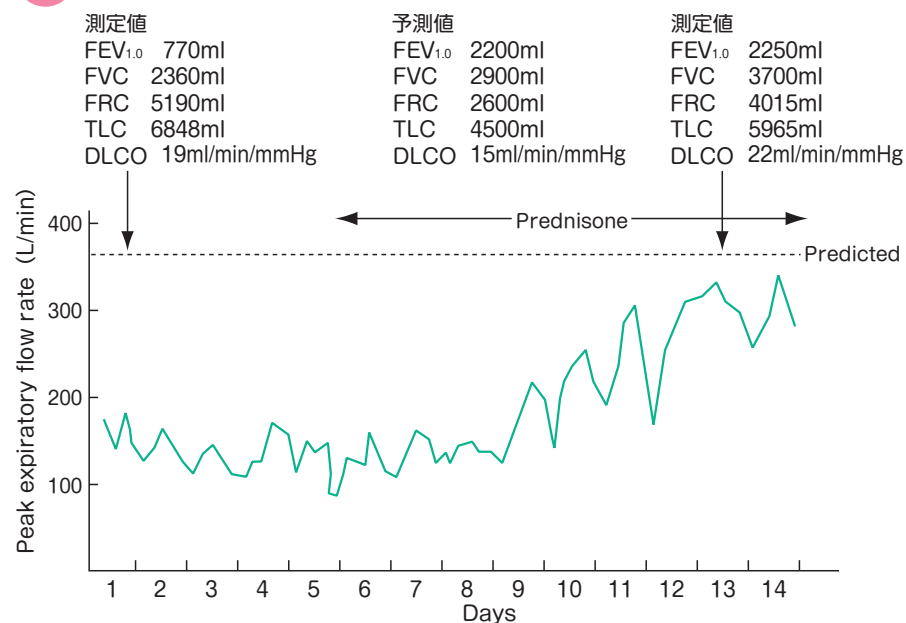
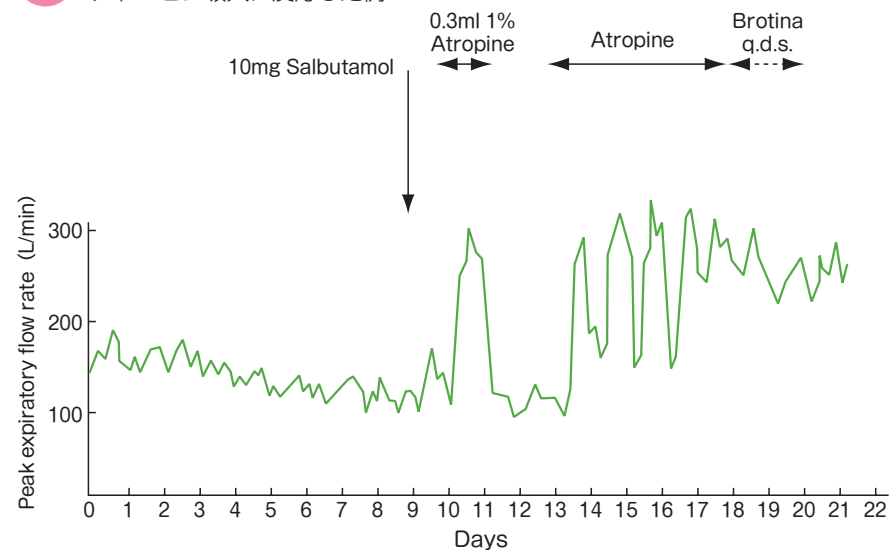


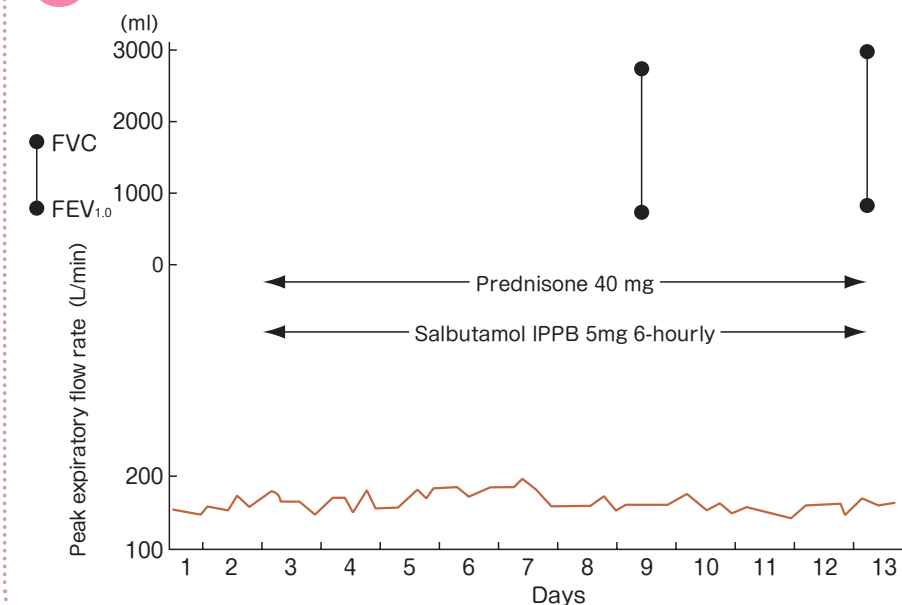
図7 気管支拡張薬、DSCG、ステロイド薬に反応しないが、アトロピン吸入に反応した例



2 FVC は可逆的だが、FEV_{1.0} とピークフローは不可逆的であるもの

治療（ステロイド薬であることが多い）により自覚症状が著明に改善し、FVC も上昇するが、FEV_{1.0} やピークフローはほとんど改善しない（図⑧）。その病態については明確ではないが、肺の過膨張が改善して肺活量が正常化してくるものの、分泌物の貯留や気道の障害などのための気道閉塞自体は残っている状態と考えられる。ピークフローだけをみて、有効な治療を無効と判断しないことが重要である。

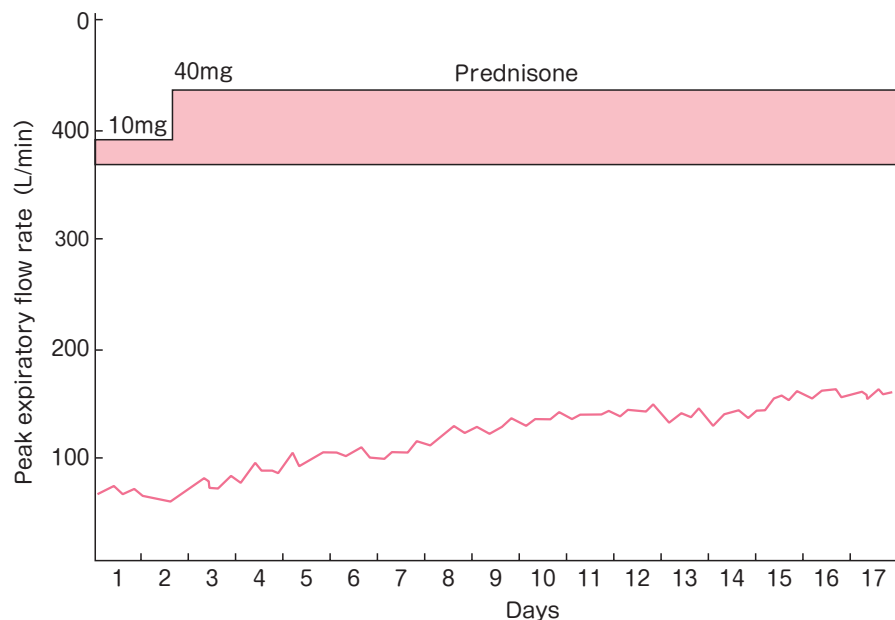
図8 FVC は改善するが、FEV_{1.0} や PEFR は改善しない例



3 drifter 型（ゆっくり変化型）

不可逆的な気道閉塞があり、FVC はあまり変わらないが、図⑨のようにピークフローは非常にゆっくりと改善していく。とくにステロイド薬が有効で、ピークフロー以上に症状の改善が著しい。効果はステロイド薬の投与量によることもある。

図 9 drifter ステロイド薬で PEFR は徐々に改善し、呼吸困難や運動発作などの自覚症状に改善がみられた例



ピークフローによるぜん息のパターン分類は、現在は以上のような分類法がよく引用されているが、経験的な部分が多く、未完成の状態であると思われる。今後の研究によってこのパターン分類とぜん息の病態との関係が解明され、治療法の選択や治療目標の設定などに使用可能となることが期待される。

8. ピークフローに関する様々な取り組み

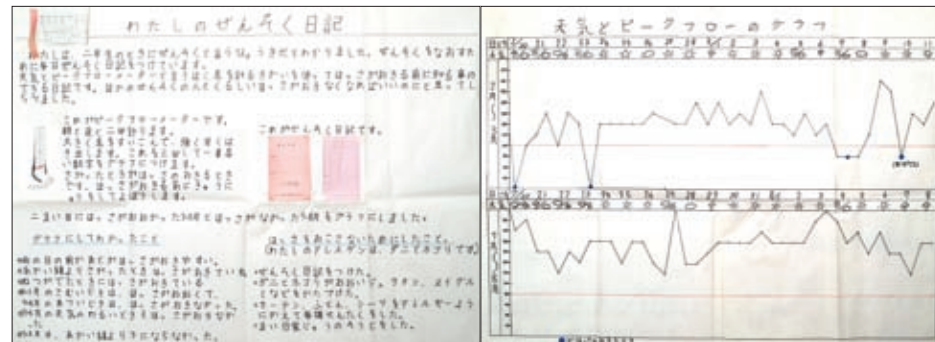
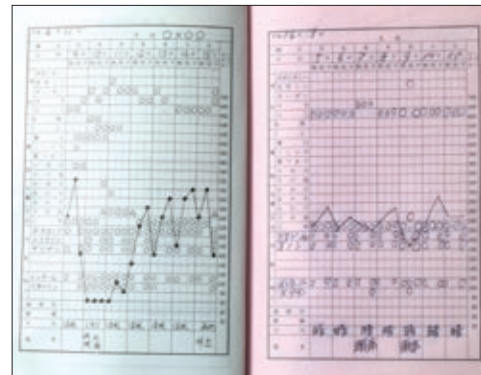
1 ピークフロー測定とぜん息日誌記入の実際例

かかりつけ医師の指導のもと、ぜん息の治療・管理の一環として、ピークフロー測定とぜん息日誌への記入に根気よく前向きに取り組む、ぜん息を克服した女兒の例を紹介する。

ぜん息の発症は小学 2 年生時、重症度は中等症持続型で、アレルゲンはダニとほこりと診断。保護者による徹底した環境整備が行われる一方、ぜん息治療の一環として取り組まれたのが、ピークフロー測定とぜん息日誌への記入であった。治療開始当初は「面倒」「朝の忙しい時間に無理」など、長期間続けるのは困難との見方であったが、保護者の努力により 1 年継続してピークフロー測定値、服薬や天候などの必要事項を記録すると、ピークフロー値や天候の変化と症状や発作の出現が一致、発作のラインが特定できるようになった。また、小学 4 年生時には、そのぜん息日誌を夏休みの自由研究課題として取り上げ、ピークフローの説明、天候とピークフロー測定

値との関係、そこからわかったことなどを的確にまとめ、見事表彰を受けた。

これらの成果により、ぜん息児本人が今まで意識しなかったぜん息の知識、治療の必要性などを理解し、思春期前段階に保護者から本人へ治療の主体性をシフトすることに成功。中学生に上がるころには、無治療の状態で発作が治まるまでしっかり回復している。



2 ぜん息児サマーキャンプ

神奈川県立こども医療センターでは、1974年から毎年夏休みにぜん息児（小学生）を対象にして海沿いで宿泊行事を行っている。気管支ぜん息は予防治療さえ行われれば、日常生活に支障をきたすことは少なくなっており、多くのぜん息児は普通に学校行事に参加できるようになった。しかし、病院主催のキャンプが必要な学童は今でもいる。それは、何らかの事情で予防治療がうまくできない児、そしてアトピー性皮膚炎や食物アレルギーを合併した児などである。

目的

アレルギーを持つ子ども同士や、医療スタッフとの集団生活を通じて、アレルギー性疾患をはじめ、生活上のすべてにおいて、自信を獲得し、自主性、積極性、協調性を身につけるきっかけをつくること。

ピークフロー

毎日朝と夜に全員ピークフローをチェックし、その数値を担当看護師がカルテに記載して医師の診察に臨む。普段のピークフローがわかっている場合はそれとの比較をしている。

予防治療がうまくできない児

心理的な問題を抱えている児への対処の仕方について、臨床心理士がスタッフにアドバイスをしている。

アレルギー学習会は低学年と高学年に分かれて行い、自己管理について学ぶ。

アトピー性皮膚炎

毎日のスキンケア、外用療法がかかせないので、看護師、医師がチームを組んで、入浴、外用療法をスムーズに行うように工夫している。キャンプが終わったころには普段よりも皮膚の調子が良くなることもある。

食物アレルギー

毎日の食事への対処が必要となる。事前に栄養士、アレルギー科医師、学生ボランティアが栄養班を組織し、保護者への聞き取り調査、現地の食堂との連絡、代替食の準備などをしていく。



このキャンプで、生まれてはじめて本物の海を体験する子どももいる。子ども1人に大人が必ず1人ついて、安全を確保している。

初日の夜のぜん息学習会。自分の体のことは、自分で知っておかなくちゃ。



最後の夜の、キャンドルファイヤー。「みんな仲間」いいようなない連帯感が生まれる瞬間。

野外炊事はカレー。みんなで協力してつくって、それをみんなで食べる。食物アレルギー対応ルーだから大丈夫。同じ班の仲間と一緒に食べられる。



集合写真。夏休みが終わる頃、おうちに届く。それぞれの夏の思い出がよみがえる。



3 インターネットを利用したオンラインぜん息日誌

ぜん息の自己管理には、ぜん息日誌によるピークフロー値の継続的なモニタリングがたいへん有効である。ピークフロー値のほか、日々の症状、服薬内容、天候などを記録していくことによって、患者と医師の両者が薬の治療効果とぜん息のコントロールの状態を客観的に評価することができるからである。患者と医師が二人三脚で治療を進めていく上で、非常に効果的なコミュニケーションツールといえる。

ぜん息日誌は紙媒体への記録が一般的だが、近年ではインターネットを利用した「オンラインぜん息日誌」によるぜん息管理への取り組みも行われている。ぜん息患者へのオンライン支援を推進している西藤小児科こどもの呼吸器・アレルギークリニック院長西藤なるを先生運営のWEB サービス「Watch MyAsthma!」がその先鋒である。

インターネットに接続されたパソコンからWEB サイト「Watch MyAsthma!」へアクセス（URL は右頁参照）することで、オンラインぜん息日誌の利用が可能となる。電子化による最大のメリットは、紙媒体では困難だった統計処理や過去値との参照・比較といったデータの二次利用が簡単にできること。1 か月分のデータをスパイダーグラフに表示する要約機能や、年間のデータ分析も可能なアナライザー機能などを利用することができる。また、パソコン個別のアプリケーションではなく、インターネット上のデータベースを利用することで、双方向のコミュニケーションも可能な「自己管理支援ツール」となっている。

●日々のデータ入力

利用をはじめる際には、まず最初にユーザー登録をし、利用者の性別、生年月日、身長、自己ベスト PEF 値、服薬内容などを登録する必要がある。

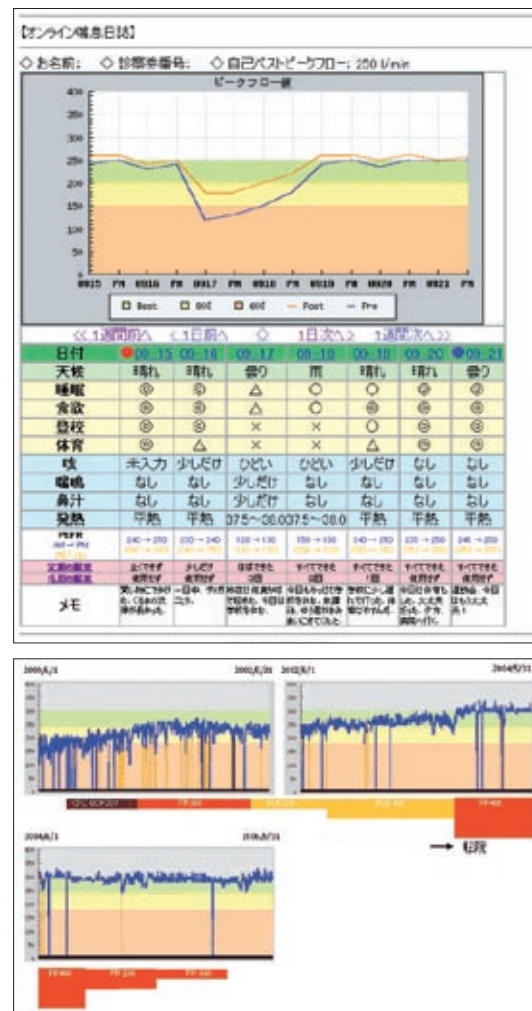
右図は患者が日々の情報を入力するページ。毎日記録することを前提の上、極力負担にならないようシンプルに構成されている。天候、睡眠や食欲などの一日の様子、ぜん息症状、ピークフロー値、服薬状況などを入力していく。

●集計・分析

右上図は 1 週間の記録を一般的な紙媒体でのぜん息日誌のように一覧で表したページ。開始時に入力した自己ベスト PEF 値をもとに、ゾーン管理用の 3 色のカラーが背景に設定され、その上に日々入力した PEF 値が折れ線グラフで表示される。自己ベスト PEF 値は後から変更入力することができる。下部には日常生活での状態やぜん息症状、服薬状態などが表されている。

ほかにも 1 か月間、あるいは年間単位で要約・集計することも可能である。右下図は数年に及ぶ記録の変化を観察することができるページで、治療や成長に伴い PEF 値が右肩上がりになっている様子がわかり、治療の成果を客観的に確認することができる。

これらは利用者の意向により一般公開も可能。公開者には、同時に運営しているメーリングリストにより、WEB 上にてぜん息日誌の回診が試行されていたこともあった。



このオンラインぜん息日誌は、A4 サイズの紙への印刷に合うようにデザインされており、定期受診の際にプリントアウトして持参することができる。また、利用者へのアンケート調査では、「容態を把握しやすくなった」「主治医に伝えやすくなった」などの回答が多く見られ、携帯電話からの利用を求める声も少なくないなど、さらなる展開が期待される。

オンラインぜん息日誌「Watch MyAsthma!」
<http://www.children.or.jp/asthma/iar>

各国ぜん息ガイドラインの比較表

ガイドライン		日本（成人）	日本（小児）
正式名称		喘息予防・管理ガイドライン 2006	小児気管支喘息 治療・管理ガイドライン 2005
発行		日本アレルギー学会	日本小児アレルギー学会
病態の指標としての位置づけ	気流制限（気道閉塞）		● PEF は通常 75%以上の肺気量位に認められ、主に中枢気道の径を反映 ● ピークフローモニタリングの意義①気道閉塞の経時的・経日的変化を追跡できる
	可逆性および変動性		● ピークフローモニタリングの意義④日内変動による重症度の評価
	気道過敏性	● ぜん息患者の日中、夜間の症状や PEF の変動の程度は、気道過敏性のレベルを示している。これらは気道炎症の重症度の指標ともなる。	● ピークフローの日内変動は、ぜん息の重症度および病状を反映し、気道過敏性との関連を示す報告などがあり、ぜん息管理上有用な指標である。
	指標としての限界	● 中枢側気道の狭窄の状態はピークフローメーターによって評価できるが、末梢気道を含めた呼吸機能を評価するためにはフローボリューム曲線が好ましい。また換気の状態を評価するには血液ガスを測定する。	● 成人と異なり発作がないときはぜん息重症度のいかにかわらずピークフロー値は多くの場合正常範囲。 ● 思春期になると非発作時の% PEF はぜん息の重症度に応じて低下する傾向にある。 ● 努力依存性
適応	使用可能年齢	● 成人では使用可能	● 小児では6歳以上、訓練すれば3～4歳でも信頼に足るピークフロー値が測定でき、小学生以上ではスパイログラム、フローボリューム曲線も測定可能である。

英国	米国 (EPR3)	GINA2006
British Guideline on the Management of Asthma A national clinical guideline Revised edition July 2007	Expert Panel Report 3: Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma Full Report 2007	Global Initiative for Asthma Management and Prevention 2006
British Thoracic Society / Scottish Intercollegiate Guidelines Network	米国 NIH	Global Initiative for Asthma (WHO と米国 NHLBI)
● PEF または FEV_{1.0} はいずれも有用で効果的な気道径の指標である。PEF の方がより簡便で安価である。	● ぜん息の急性増悪は呼気気流の減少により特徴づけられ、単純な肺機能検査（スパイロメトリーまたは PEF）で定量される。	● 自宅で患者が毎日気流制限を客観的に測定するのに理想的
● PEF または FEV_{1.0} の変動性はぜん息に特徴的である。（いずれも自然にあるいは治療に反応して生じる）	× 日内変動の測定の推奨は削除された（1997 → 2002 年）	● 自然にまたは治療に反応して起こる気流制限の変化を伴った症状の変化（これを見るのに PEF が使われる）
× PEF と関連づけての記載なし	● 咳ぜん息の診断において PEF またはメサコリン吸入試験で気道過敏性があるかどうかを明らかにすることは、診断の助けになるかもしれない。	● (Min% Max は)「気道過敏性との相関性に優れ…臨床に最も適した気道不安定性の PEF 指標とされている」 × 気道過敏性は…検査結果は FEV_{1.0} の任意の低下を引き起こす当該因子の濃度（または量）で表されるのが普通。
● 異なるピークフローメーターは異なる値を示す。	● PEF の予測値はばらつきが大きいので、診断の目的ではスパイロメトリーが通常推奨される。ピークフローメーターは診断ではなく診療所でのモニタリングを目的にデザインされている。 ● 小児では気道閉塞が重症になると FEV_{1.0} より不正確になる。	● 成人および小児のどちらにおいても他の呼吸機能評価項目に代わるものではない。 ● 望ましい気流制限立証方法はスパイロメトリーである。 ● 気流制限やエアリー・トラッピングが悪化するにつれ、PEF は気流制限の程度を過小評価しがちである。 ● 測定機器が違うと得られる PEF の値が変わる。 ● 呼出時の努力の程度に左右される。 ● 予測値からは異常・正常の判断はできない。
● 5 歳未満の小児では肺機能測定はぜん息管理の指標として信頼できない。 ● 5 歳を超えるすべての小児では増悪時に PEF 測定を試みる。3 回の測定のうち最良の値を採用する。	● ぜん息自己管理のためのピークフローモニタリングは小児にはあまり有効でないかもしれない。 ● 5 歳以上では FEV_{1.0} や PEF が可能かもしれないが、増悪時は 5～18 歳で 65%しか実施できず、5 歳未満ではほぼ不可能であった。	● 4～5 歳以上

ガイドライン		日本（成人）	日本（小児）
適 応	適応症例 の選択	●可能な限りピークフローメーターを記録	●ぜん息発作型分類が軽症持続型以上で、かつぜん息児および家族が治療に前向きな者。
	コンプライ アンス	×特に記載なし	×特に記載なし
効 能 ・ 効 果	自己管理 教育による 効果 (行動計画 を含む)	●発作時の情報のみならず長期予後にも有用性が期待できる。 ●患者が自己管理の結果と問題点を相談しながら自己管理技術を学ぶことで、症状の増悪に早期に対応することが可能となり、患者の満足度が上がり、治療効果も向上する。 ●「医師が患者に説明する主な内容」の項目としてピークフローモニタリングを採用。	●ピークフローモニタリングの意義 ②急性発作への適切な対応と治療効果の評価 ⑦ぜん息児に治療の主体性を持たせ、患者教育に役立つ ⑧ぜん息児と医師のコミュニケーションの促進
	とくに症状 認識不良患 者における ぜん息コン トロールの 改善	特に症状の不安定な患者、入退院を繰り返す患者、発作時の自覚症状の乏しい患者には必須である。	×特に記載なし
	ぜん息症状 の環境（職 場を含む） 危険因子の 同定	▲環境アレルゲンや増悪因子を回避するよう指導し、ピークフローメーター値がわずかに変化した場合でも早めの対処方法を指示する。	●ピークフローモニタリングの意義 ⑤特定の抗原や誘発因子の解明

英国	米国 (EPR3)	GINA2006
●多くのぜん息患者、および重症ぜん息のすべての患者は記載された行動計画とピークフローメーターを持つべきである。	●記載された行動計画は特に中等度から重度持続型のぜん息、重症増悪の既往、コントロール不良のぜん息、増悪の認知が不良の患者、および PEF によるモニタリングを好む患者に対して推奨される。 ●年齢（就学前や高齢者では使いにくい）、社会経済的地位（マイノリティや貧しい小児で効果が大きい）、ぜん息のパターン（急激に増悪した既往のある患者では効果に疑問が残る）、増悪の認識しやすさ、および主治医と患者の意見を考慮して選択する。	●モニターは一部のぜん息患者に有用
●ピークフローメーターの継続モニタリングは治療においてさえ低く、毎日測定できるのは6%にすぎない。 ●長期のモニタリングツールとしての価値については根拠に乏しいが、重要な時期における家庭での記録手法としての有用性は否定しない。（診断、初期評価、治療変更への反応の評価、増悪時の治療に対する反応や治療変更に対する反応のモニタリング、ぜん息行動計画の一部、など）	●小児では1日2回、4週間のPEF測定でもアドヒアランスは低く、値の半数は正しく記録されていないか、捏造されていた。	×特に記載なし
●成功するプログラムは様々であるが、ぜん息コントロールが失われたことの認識についての個々のアドバイス（症状またはPEF値あるいは両者に基づく）を含む	●PEF、症状（両者はほぼ同等）、あるいは組み合わせであっても、自己モニタリングは効果的なぜん息の自己管理に重要である。 ●すべての患者に症状またはPEFに基づく記載された行動計画を提供すべきである。	●個々の患者のぜん息行動計画は…ぜん息コントロールレベルの変化（症状やPEFで判断）に応じて治療を変更するのに役立つ。
×特にPEFと関連づけての記載なし	●気流閉塞やぜん息の増悪を認識しにくい患者ではPEFモニタリングを考慮する。	●増悪治療のために症状やPEFを自分でモニターするぜん息管理計画は、ぜん息症状を改善することが証明されている。
●職業関連ぜん息の診断におけるPEFの継続的測定の感度、特異度は高く、最も使い始めやすい最初の精査である。（感度80％、特異度90％前後） ●起床から就寝までの間2時間ごとに4週間記録する。治療は継続し、仕事の時間も記載する。（少なくとも1日に4回の測定が必要） ●コンピューターによる統計的解析より専門家による解釈の方が診断的価値が高い。	●連続した2～3週間のPEF測定（仕事上の2週間、および1週間までの休んでいる期間）。覚醒している間は2時間ごとに測定する。	●自宅または職場で、危険因子への暴露が疑われる時間帯または症状誘発が疑われる運動や他の活動の時間帯と、暴露のない時間帯に、毎日または1日数回患者がPEFをモニター。

ガイドライン		日本（成人）	日本（小児）
効能・効果	自覚症状および他覚所見のない早期の評価	●客観的に病態を把握できるピークフローメーター値や症状、使用薬剤等をぜん息日誌に記載して、発作の徴候などを確認する。	●ピークフローモニタリングの意義③自覚症状および他覚所見がない早期の時点での気道閉塞の認識
	治療の変更に対する反応の評価		●ピークフローモニタリングの意義⑥長期的治療の効果や妥当性の評価
	入院・予定外の受診・喘息死の減少		×言及なし
手法	測定のタイミング	しばしば1日に2回（起床時および就寝時）、あるいはそれ以上頻回に PEF の測定が必要となる。	早朝起床時に1回測定し、昼、夕、夜のいずれかの時間にもう一度測定することで十分と思われる。
	測定の記録法		●測定した毎日のピークフロー値をぜん息・ピークフロー日誌に記入する。この経時的、連続的な記録は患児も医師も客観的にぜん息の重症度を判断し、ぜん息のコントロール状況を把握するのに役立つ。
	自己最良値の定義		●ぜん息がよくコントロールされている状態で得られた PEF の最高値。2～3週間の観察期間中の日中で β_2 刺激薬吸入後に得られるとされる。（具体的方法を列挙している）
	日内変動の定義	ぜん息に特異的な変化量は確立していないが、PEF の日内変動（早朝の気管支拡張薬使用前と正午から午後2時の間での β_2 刺激薬吸入後の PEF の差）が20%以上のときはぜん息を示唆する。	1日に2回以上ピークフロー測定を行うと、測定値の内でのその日の最高値と最低値が得られるので、下記の計算式で求める。 日内変動率＝（最高値－最低値）÷最高値×100

英国	米国 (EPR3)	GINA2006
●段階的アプローチは症状を可能な限り早期に消失させ、PEF を最善にすることを目標に、これを達成できそうなレベルから治療を開始する。	●長期の毎日のピークフローモニタリングは、治療の変更が必要とぜん息コントロールの早期変化の検出、治療の変更に対する反応の評価、定量的な障害の評価に有用。	×特に早期評価に優れるとの記載はなし。 ●コントロールレベルと治療ステップの関連のみ。
●書かれた PEF と症状によるぜん息行動計画はぜん息による入院やぜん息死を減少させることが示されている。	●PEF または症状の自己モニタリングを含む書かれたぜん息行動計画は入院や救急外来受診を減少させた。	●教育、自己モニター、定期的な見直し、自己管理行動計画書を用いた患者主導型自己管理が実現できると、入院、救急外来受診、ぜん息のための予定外受診、欠勤、夜間覚醒の回数が1/3～2/3 減少する。
●（急性増悪時）治療開始15～30分後、およびその後は反応に応じて PEF を測定、記録する。入院中は気管支拡張薬の前後で、少なくとも4回/日測定する。	●平時も間欠的な測定は必要である。 ●入院時、および急性期は気管支拡張薬投与の15～20分後に FEV _{1.0} または PEF を測定すべきである。その後も毎日1回は退院まで測定を続ける。 ●入院中に関しては午前と午後それぞれ3回ずつ測定し、それぞれ最高値をとる。	●値が最低に近くなることの多い朝の服薬前と、値が通常高めになる夜に測定するのが最も一般的である。 ●最初の訓練期間が終了した後の家庭での PEF 測定回数や症状モニターの回数は、患者のぜん息コントロールレベルによりある程度決まる。
×特に記載なし	●毎日の日誌は自宅でモニターすべき鍵となる項目を含むべきである：症状 and/or PEF、薬の使用、行動の制限。 ●毎日の日誌はまだコントロールがついていないとき、新しい治療を開始したときにも役立つ。	●一貫して同一のチャートフォーマットを使用すれば、PEF 日誌よりも PEF チャートの方が治療に対する反応を認識しやすい。
×特に記載なし	●最近2週間の最も高い PEF。自己最良値は書かれた行動計画において有用な概念である。 ●ただし不可逆的な気道閉塞がありもとも自己最高値が低い場合にはこれを考慮する必要がある。	●通常、患者が無症状のときか、十分な治療中に得られた過去の最良値が、治療内容の変化の影響をモニターする際の基準値となる。
×特に記載なし。 代わりに「ぜん息の診断」の項で amplitude % best を採用。	×日内変動の測定の推奨は削除された（1997→2002年）	●1つの方法として変動幅（その日の最大値と最小値の差）を求め、それを1日の PEF 平均値に対するパーセンテージで表し、1～2週間の平均を得るという方法がある。ほかに、1週間の測定で得られた気管支拡張薬使用前の朝の PEF 最小値を最近の最良値に対するパーセンテージで表すという方法もある（Min% Max）。後者の方法は1日1回の測定で済み、他のどの指標と比べても気道過敏性との相関に優れ、計算も単純なことから、臨床に最も適した気道不安定性の PEF 指標とされている。

ガイドライン		日本（成人）	日本（小児）
手 法	その他		
診 断	ぜん息診断の目安	●ぜん息の診断のための測定：PEF とその変動の測定 ●成人ぜん息での診断の目安：2. 可逆性気流制限：自然に、あるいは治療により寛解する。PEF 値の日内変動が 20%以上、β_2 刺激薬吸入により 1 秒量が 12%以上増加かつ絶対量で 200mL 以上増加 ●ぜん息に特異的な変化量は確立していないが、PEF の日内変動（早朝の気管支拡張薬使用前と正午から午後 2 時の間での β_2 刺激薬吸入後の PEF の差）が 20%以上のときはぜん息を示唆する。	●診断の目安となる参考事項：①呼吸機能：FEV_{1.0}、PEF、β_2 刺激薬に対する反応性
	運動誘発ぜん息の診断		●運動負荷試験で FEV_{1.0} やピークフローの最大低下率 (Max. % fall) が一定基準以上 (FEV_{1.0} では 15%以上、ピークフローでは 20%以上) を示せば診断は確定できる。
評価（目標）	ぜん息治療（管理）の目標	●2. 正常に近い肺機能を維持すること：PEF の変動が予測値の 10%以内、PEF が予測値の 80%以上	●6) PEF が安定している
	ぜん息コントロールの目標	●⑦ PEF 値の日内変動が 20%未満（できれば 10%未満）⑧ PEF 値がほとんど正常	●ぜん息症状がコントロールされた状態とは、夜間の睡眠を含め、活動性の制限がないこと、ピークフロー値の日内変動が 20%以内、あるいは自己最良値の 80%以上、β_2 刺激薬の必要性がないことなどである。
	コントロールレベル	●ぜん息自己管理のためのゾーン・システム特に最初の β_2 刺激薬吸入への反応が不良な場合には症状や PEF の低下が軽微でも医師の診察が必要となることに注意する。	×設定なし

英国	米国 (EPR3)	GINA2006
●過去の最高値に対する割合で示した PEF の値が最も臨床的に役立つが、最良値が不明の場合には予測値に対する割合もラフな指標とはなる。（過去 2 年以内の最良値がない場合にのみ予測値を用いる（成人））。 ●成人の予測値に Nunn&Gregg のノモグラムを推奨。		●患者ごとに専用の PEF メーターを使用して求めた PEF 値を、当人の過去の最良値と比較することが望ましい。
●ぜん息増悪時にはしばしば減少する。 ●症状が存在するときに複数回正常値であればぜん息でない可能性を考える。 ●PEF が amplitude % best ※ 1 で 20%以上（絶対値で 60L/分以上）の変動を、理想的には 1 週間に 3 日間が 2 週間見られると、強くぜん息を示唆する。（該当しなくとも除外はできない）（成人） ●学童においては気管支拡張薬に対する反応性、PEF の変動性、気道過敏性が診断の確定に使われるかもしれない。	×ぜん息の診断の目的ではスパイロメトリーが一般的に推奨される。（PEF は基準値がばらつくため）	●気管支拡張薬吸入後の PEF の 60L/分（または気管支拡張薬投与前の 20%）改善または 20%を超える（1 日 2 回の測定では 10%を超える）PEF 日内変動はぜん息の診断を示唆する。
×記載なし	●運動誘発性気管支収縮はしばしばぜん息管理が不十分であることの指標であるので、運動しないときにも PEF 減少がないかモニターすべきである。 ●運動の前後 20～30 分間に 5 分間隔で測定した PEF または FEV_{1.0} の減少が 15%以上であれば当てはまる。	×PEF と関連づけての記載なし
×PEF と関連づけての記載なし	×PEF と関連づけての記載なし	×PEF と関連づけての記載なし（ぜん息コントロールを達成し、それを維持することなど）
●副作用や内服の煩わしさなどと症状や肺機能のバランスで個々に決定する。 ●コントロールを考える上での基準の一つに正常肺機能（実際には FEV_{1.0} や PEF が予測値または最高値の 80%を超える）	×直接的に PEF と関連づけての記載なし（障害の低減という項目の中で、ほぼ「正常な」肺機能の維持、という項目はある）	×直接的に PEF と関連づけての記載なし
×設定なし	●PEF ゾーンシステムは行動計画で使用 ●コントロールレベルは評価で使用 ●50～79%のエローゾーンの場合には短期作用型 β_2 刺激薬を吸入し、PEF が 20%以上増加したら主治医に治療の増強を相談する。 ●49%以下の場合は医療機関への受診が必要。	●以下に示すコントロールレベルは治療ステップの決定に用いられる。 ●行動計画書でのコントロールレベルは個別に設定される。

ガイドライン		日本（成人）	日本（小児）
評価（目標）	良	グリーンゾーン 自己最高値の 80 ～ 100%	
	不十分	イエローゾーン 自己最高値の 60 ～ 80%	
	不良	レッドゾーン：自己最高値の 60%以下	
評価（重症度）	重症度分類	●ぜん息の長期管理における重症度に対応した段階的薬物療法	×重症度はステップで表記され、症状、発作の重症度と頻度で示される。PEF は採用されない。
	ステップ1 軽症間欠型	PEF $\geq$ 80% PEF の変動 < 20%	
	ステップ2 軽症持続型	PEF $\geq$ 80% PEF の変動 20 ～ 30%	
	ステップ3 中等症 持続型	PEF 60 ～ 80% PEF の変動 > 30%	
	ステップ4 重症持続型	PEF < 60% PEF の変動 > 30%	
	急性増悪（発作）の重症度	●ぜん息発作（急性増悪）の強度に応じた管理法（成人） ※気管支拡張薬投与後の値	●発作程度の判定基準

英国	米国 (EPR3)	GINA2006
	グリーンゾーン 80 ～ 100% [自] コントロール良好 80 ～ 100% [自 / 予]	正常範囲
	イエローゾーン 50 ～ 80% [自] コントロール不十分 60 ～ 80% [自 / 予]	< 80% [予 / 自]
	レッドゾーン 50%以下 [自] コントロール不良 < 60% [自 / 予]	コントロール不十分の項目が週に3つ以上当てはまる。
×「段階的アプローチは症状を可能な限り早期に消失させ、PEF を最善にすることを目標に、これを達成できそうなレベルから治療を開始する」とあるが、重症度の判断基準の記載なし。	× PEF は重症度を分類するには信頼性に欠けるが、長期的な傾向をモニタリングする上では有用なツールかもしれない。	●治療前の臨床特性に基づくぜん息重症度の分類：ただし、重症度分類は治療の必要性や治療に対する反応の予測に役立たないため非推奨。
	×長期管理薬が使用されていない患者でのぜん息の重症度分類は存在するが、肺機能の指標としては PEF は採用されず、FEV _{1.0} が主に採用されている。	PEF $\geq$ 予測値の 80% PEF の変動 < 20%
		PEF $\geq$ 予測値の 80% PEF の変動 20 ～ 30%
		PEF 予測値の 60 ～ 80% PEF の変動 > 30%
●成人・小児ともほぼ同じ。β ₂ 刺激薬吸入との前後関係についての記載はないが、チャートからは吸入前が示唆される。 ●最初の気管支拡張薬投与後に PEF または FEV _{1.0} が予測値の 50%未満の場合、より長いぜん息発作が予想される。 ●救急外来における Structured asthma care のアセスメント項目の一つとして PEF を採用。	●増悪は呼気気流の減少で特徴づけられ、単純な肺機能の定量（スパイロメトリーまたは PEF）で記載できる。これらの客観的指標は症状の重症さに比較して信頼性が高い。 ●成人では救急外来で治療中 1 時間ごとの FEV _{1.0} または PEF の測定が有用。特に治療後 1 時間値が入院の適否を最もよく予測する。 ●重度の増悪ではすぐに測定しても情報が増えずかえって患者にとってつらいこともある。重症度が高くない場合には到着時およびその 30 ～ 60 分後に FEV _{1.0} または PEF を測定すべきである。	●初回の気管支拡張薬投与後の PEF 予測値または自己最良値に対する割合で分類。 ●治療に対する反応を注意深く客観的にモニター（PEF）することが不可欠。

ガイドライン		日本（成人）	日本（小児）
評価（重症度）	急性増悪（発作）の重症度と PEF 値（いずれも [自 / 予] に対する比率）	【ぜん鳴 / 息苦しい】 PEF > 80%	
		【軽度（小発作）】 PEF > 80%	【小発作】（2 ～ 15 歳） PEF > 60%（β ₂ 刺激薬吸入前） PEF > 80%（β ₂ 刺激薬吸入後）
		【中等度（中発作）】 PEF 60 ～ 80%	【中発作】（2 ～ 15 歳） 30% ≤ PEF ≤ 60%（β ₂ 刺激薬吸入前） 50% ≤ PEF ≤ 80%（β ₂ 刺激薬吸入後）
		【高度（大発作）】 PEF < 60%	【大発作】（2 ～ 15 歳） PEF < 30%（β ₂ 刺激薬吸入前） PEF < 50%（β ₂ 刺激薬吸入後）
		【重篤】 測定不能	【呼吸不全】（2 ～ 15 歳） 測定不能
入院基準		●①中等度症状（% PEF60 ～ 80 % を目安）では 2 ～ 4 時間の治療で反応不十分（% PEF70%以下を目安）あるいは 1 ～ 2 時間の治療で反応なし、 ②高度症状（% PEF60%未満を目安）では 1 時間以内に治療に反応しない その他③～⑦	●①大発作の場合 ②中発作であっても、2 時間程度の外来治療で改善しない場合 ③中発作状態が前日から持続し、睡眠障害を伴った場合 ④中発作であっても、重篤な発作の既往歴がある場合 等。
救急外来からの 帰宅基準		●% PEF > 70%を目安に回復。気管支拡張薬を最後に使用した時点から 60 分以上たっても安定していれば帰宅可能である。	×治療に対する反応が良好で、症状がほぼ消失し、呼吸数、脈拍数が正常に戻った場合には過去の発作時の治療に対する反応性を参考にして、帰宅させるかどうかを判断する（PEF に言及なし）
退院基準		●退院前の 12 ないし 24 時間以上退院処方で治療悪化のないことを確認する。	×特に記載なし

[予]: 予測値 [自]: 自己最良値 [予/自]: 予測値または自己最良値

英国	米国 (EPR3)	GINA2006
【不安定】 Type1: PEF の日内変動 > 40% の日が 150 日を超える観察期間のうち 50%を超える Type2: 見かけ上よくコントロールされたぜん息における、突然の重症発作		
【軽度】（成人） PEF > 75%	【軽度】 ≥ 70%	【軽度】 > 80%
【中等度】（> 5 歳） PEF 50～75%	【中等度】 約 40～69% または持続時間 < 2 時間	【中等度】 約 60～80%
【重度】（> 5 歳） PEF 33～49%	【重度】 < 40% → SpO ₂ モニタリング できれば O ₂ 投与の適応。	【重度】 < 60%（成人では < 100L/分） または反応持続時間が < 2 時間
【生命を脅かす】（> 5 歳） PEF < 33%	【生命を脅かす】 PEF < 25%（検査は必要ないかもしれない。最初のアセスメントには推奨されない）	【呼吸停止切迫】 -
【致死的に近い】		
●治療にもかかわらず PEF が低下する重度の急性増悪または生命を脅かすぜん息の場合には ICU の適応。	●重症増悪では必要となるかもしれない。生命を脅かす場合は入院が必要であり、ICU が必要となる可能性もある。 ●FEV _{1.0} 、PEF が < 25%、または治療後も < 10% の改善しかない場合、変動が大きい場合は ICU の適応となる可能性がある。	●治療前 PEF < 25% [予/自] または治療後 PEF < 40% [予/自] の場合は通常入院を要する
●初期治療の1時間後の PEF > 75%（他の入院が適切と思われる基準を満たさない場合に限り） ●正常値に戻ることもよりも改善が見られることが大切	●治療後 PEF ≥ 70% は救急外来からの帰宅の目安 ●40～69% なら救急外来で治療を継続。 ●40% 未満の場合治療を追加。	●治療後 PEF ≥ 60% [予/自] の場合は帰宅可能 ●PEF 予測値の 40～60% で服薬コンプライアンスと適切な経過観察が可能な場合
×成人では基準には採用されていない。参考として： ●PEF < 75% かつ日内変動 > 25% で退院した患者は再燃や再入院のリスクが高い。 ●小児では3～4時間ごとの気管支拡張薬吸入で落ち着いており、それが自宅でも継続できる場合。PEF and/or FEV _{1.0} は > 75% で SpO ₂ > 94% であるべきである。	●一般的に、FEV _{1.0} または PEF が ≥ 70% となり、症状がほとんどないか消失したら退院が適切である。 ●50～69% で弱い症状が残っている場合は個々に判断する。	

※ 1 : amplitude % best = (highest - lowest) / highest x 100

出典一覧

- 日本アレルギー学会 アレルギー疾患 診断・治療ガイドライン 2007 協和企画
- 日本アレルギー学会 喘息予防・管理ガイドライン 2006 協和企画
- 日本小児アレルギー学会 小児気管支喘息 治療・管理ガイドライン 2005 協和企画
- British Thoracic Society & Scottish Intercollegiate Guidelines Network. British Guideline on the Management of Asthma – A national clinical guideline.
- National Heart, Lung, and Blood Institute, USA. National Asthma Education and Prevention Program – Expert Panel Report 3: Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma 2007
- National Heart, Lung and Blood Institute. Global Initiative for Asthma Management and Prevention. NHLBI/WHO Workshop Report.
- 勝呂 宏、池部敏市、高増哲也（編集）、他．ピークフローメーターのすすめーぜん息の治療管理のためにー（指導者用）．独立行政法人環境再生保全機構．1999.
- 高増哲也、栗原和幸．ピークフロー（PEF）とピークフローメーター（PFM）喘息管理における客観的指標としての有用性 市販 PFM の精度と日本人標準値作成の試み．各種ピークフローメーターの精度とピークフローの小児の予測値．日本臨床 1996；54：2933-8.
- 月岡一治、西間三馨、森川昭廣、他．日本人健常者（6～18歳）のピークフロー標準値．日小ア誌 2001；15：297-310.
- 池部敏市、勝呂 宏．小児における肺機能 ピークフロー標準値．IN：西間三馨、森川昭廣監修・企画．小児の気管支喘息．東京：現代医療社；2002. p.129-38.
- 勝呂 宏、池部敏市．肺機能（モニタリングを含む）．日小ア誌 2002；16：36-41.

指導者用／ぜん息の治療管理のための ピークフローメーター活用ガイドブック

監 修／勝呂 宏（すぐろこどもクリニック院長）

編 著／高増哲也、安藤智暁
（神奈川県立こども医療センター）

発 行／独立行政法人 環境再生保全機構

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町 1310

ミューザ川崎セントラルタワー 8F

Tel：044-520-9568（ダイヤルイン）

Fax：044-520-2134