

# 임상적 천식 소아에서 기관지유발시험 중 관찰되는 두 호흡곤란 지표의 특성 비교

김유선,<sup>1</sup> 신정민,<sup>1</sup> 최윤정,<sup>1</sup> 송준혁,<sup>2</sup> 이주경,<sup>1</sup> 오혜린,<sup>3</sup> 서동인,<sup>1</sup> 고영률<sup>1</sup>

<sup>1</sup>서울대학교 의과대학 소아과학교실, <sup>2</sup>서남대학교 의과대학 소아과학교실, <sup>3</sup>원자력병원 소아청소년과

## Comparison on the profiles of a modified Borg scale and the pediatric dyspnea scale during an induced bronchoconstriction in children with clinical asthma

You Sun Kim,<sup>1</sup> Jeongmin Shin,<sup>1</sup> Yun Jung Choi,<sup>1</sup> Jun-Hyuk Song,<sup>2</sup> Ju Kyung Lee,<sup>1</sup> Hea Lin Oh,<sup>3</sup> Dong In Suh,<sup>1</sup> Young Yull Koh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Pediatrics, Seoul National University College of Medicine, Seoul; <sup>2</sup>Department of Pediatrics, College of Medicine, Seonam University, Gwangju;

<sup>3</sup>Department of Pediatrics, Korean Cancer Center Hospital, Seoul, Korea

**Purpose:** Dyspnea is the cardinal symptom of asthma, but it is difficult to quantify clinically. Although modified Borg (mBorg) scale has been successfully used in adult, but there has been some difficulties to apply in children. Recently, Pediatric Dyspnea Scale (PDS) was adequately designed and has been widely used. The aim of this study is to compare 2 evaluating scales of dyspnea provoked by induced-bronchoconstriction in childhood asthma.

**Methods:** Seventy-three clinically suspected children with asthma were enrolled in this study. Each 'fractional exhaled nitric oxide (FeNO)' was documented. Forced expiratory volume in 1 second (FEV<sub>1</sub>), mBorg score and PDS score were recorded during methacholine provocation test.

**Results:** Mapping using canonical plot demonstrated global similarity between 2 scales with some distinctive features. Whereas mBorg score showed more diverse categories in low level of dyspnea, PDS score did in medium level of it. A distribution of dyspnea perception score at a 20% decrease in FEV<sub>1</sub> relative to baseline (PS<sub>20</sub>), a perception score of dyspnea at 20% fall in FEV<sub>1</sub> of 2 scales represented similar wide, biphasic feature. Statistical relevance was verified with spearman correlation ( $R_s = 0.903$ ,  $P < 0.001$ ) and Bland-Altman analysis. PS<sub>20</sub> of both scores and FeNO had no statistical relationship. While relationship between PS<sub>20</sub> by mBorg score and the concentration of methacholine at 20% fall in FEV<sub>1</sub> (PC<sub>20</sub>) was not significant ( $R_s = 0.224$ ,  $P = 0.154$ ), that between PS<sub>20</sub> by PDS and PC<sub>20</sub> was weak positive ( $R_s = 0.29$ ,  $P = 0.063$ ).

**Conclusion:** PDS had similar pattern to assess the dyspnea with the mBorg scale suggesting adequacy of PDS in evaluating pediatric clinical asthma. We expect these scales to help clinical practice in complementary ways. (*Allergy Asthma Respir Dis* 2017;5:262-268)

**Keywords:** Asthma, Borg, Bronchial provocation tests, Dyspnea, Pediatric dyspnea scale

## 서 론

호흡곤란은 호흡기 질환을 가진 환자가 가장 흔히 호소하는 임상 증상 중 하나로, 호흡기계 전체 중 어느 한 부위라도 이상 발생 시 불편감으로 자각된다.<sup>1</sup> 호흡곤란의 성상은 이상이 발생한 호흡기계 위치에 따라 차이를 나타내는데, 심장 질환, 콩팥 질환, 근육

및 신경 질환 등과 같은 호흡기계 이외 문제로도 다양한 성상의 호흡곤란이 발생할 수 있다. 아울러 호흡곤란은 주관적 증상이므로 환자 개개의 특성 즉, 호흡기계의 염증 조절 상태, 호흡기 질환의 만성도 및 환자의 일반적 정서 상태 등에 따라 다르게 경험될 수 있다. 따라서 호흡곤란을 하나의 지표로 객관화하는 것은 쉽지 않다.

호흡곤란은 천식 환자에서 질병을 평가하고 치료방침을 결정하

Correspondence to: Yun Jung Choi <https://orcid.org/0000-0002-0078-8374>  
Department of Pediatrics, Seoul National University College of Medicine, 103 Daehak-ro, Jongno-gu, Seoul 03080, Korea  
Tel: +82-2-2072-3625, Fax: +82-2-743-3455, E-mail: flubber224@gmail.com  
Received: March 7, 2017 Revised: April 28, 2017 Accepted: May 17, 2017

© 2017 The Korean Academy of Pediatric Allergy and Respiratory Disease  
The Korean Academy of Asthma, Allergy and Clinical Immunology  
This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

는데 중요한 기준으로 작용하고 있다. 미국 국립보건원에서 발간하는 천식치료 지침(2007)<sup>2</sup>은 환자의 퇴원 기준 중 하나로 환자가 호소하는 증상을 고려하도록 추천하고 있다. 실제로, 천식 및 만성폐쇄성폐질환을 앓고 있는 성인 환자에서는 적절한 호흡곤란의 지표로 modified Borg (mBorg) 척도<sup>3</sup>가 제시되어 널리 사용되고 있으며, 유효성과 타당성이 이미 검증되었다.<sup>4,5</sup>

그러나 외국 성인 환자를 대상으로 검증된 mBorg 척도를 국내 소아천식 환자에게 적용하고 동일하게 해석할 때 두 가지 문제가 우려된다. 하나는 번역 과정에서 원문의 의미가 똑같이 전달되지 않을 수 있다는 점이고, 다른 하나는 소아들은 문자언어로 표현된 '정도의 차이'를 정확히 이해하지 못할 수 있다는 점이다. 즉, 호흡곤란을 평가하고 해석하는 과정에서 추상적 언어에 대한 개개인의 인지 정도가 결과를 왜곡하는 변수로 작용할 우려가 있다. 실제로 성인 천식 환자를 대상으로 시행한 국내의 한 연구에 따르면 mBorg 척도를 적용하여 평가한 호흡곤란 지수는 폐활량계로 측정된 폐기능과 일치하지 않는 경향을 나타내어 외국 보고와 차이를 나타냈다.<sup>6</sup> 이는 문자척도가 가지는 한계를 반증한다.

이번 연구는 천식 소아에서 호흡곤란의 지표에 대한 활용을 넓히고자 기획되었다. 임상적으로 천식이 의심되는 소아에서, 기관지유발시험 중 폐기능이 감소하는 각 상황에서 호흡곤란의 정도를 평가하여 측정된 결과를 성인을 대상으로 한 기존 보고와 비교해 보고자 한다. 호흡곤란 정도를 서로 다른 두 지표 즉, 가장 많이 사용되는 문자척도인 mBorg 척도와 최근 제시된 그림 척도 중 하나인 Pediatric Dyspnea Scale (PDS)<sup>7</sup>로 평가할 때, 이들이 나타내는 임상적 특성의 공통점과 차이점을 살펴보는 데, 그 목적이 있다.

## 대상 및 방법

### 1. 대상

이 연구는 2014년도 1월부터 12월까지 서울대학교 어린이병원 소아청소년과 외래에 내원하여 임상적 천식으로 추적 관찰 중이거나 과거 천식 진단을 받고 치료 중인 소아 환자를 대상으로 진행되었다. 천식을 확진하거나 기관지과민성의 변화를 확인하기 위해 기관지유발시험이 필요한 6세 이상의 환자를 대상으로 동의를 얻어 연구를 진행하였다. 임상적 천식은 전형적인 천식 증상(기침, 호흡곤란, 천명)과 함께 천식조절제를 사용하고 있는 경우, 기관지확장제 치료 후 즉각적인 증상의 개선이 관찰된 경우 혹은 이전에 시행받은 검사에서 provocation concentration of methacholine causing a 20% fall in forced expiratory volume in one second (PC<sub>20</sub>)가 16 mg/mL 이하이거나 또는 기관지확장제 반응 12% 이상인 경우 중 한 가지인 경우로 정의하였다. 검사 4주 이내에 상기도 감염의 병력이 있거나, 검사 시작 전 이미 상당한 호흡곤란이 있는 환자, 천식 이외의 다른 호흡기 면역질환을 가진 환자 등은 검사에서 배제되었

다. 메타콜린 기관지유발시험의 기준에 준하여, 흡입용 스테로이드 등의 항염증제제는 적어도 4주 이상 사용을 제한하였고, 검사 시행 전 24시간 동안은 흡입용 기관지확장제나 기타 다른 약제의 사용을 금하였다.

### 2. 방법

#### 1) 기본 폐기능 검사 및 메타콜린 기관지 유발시험

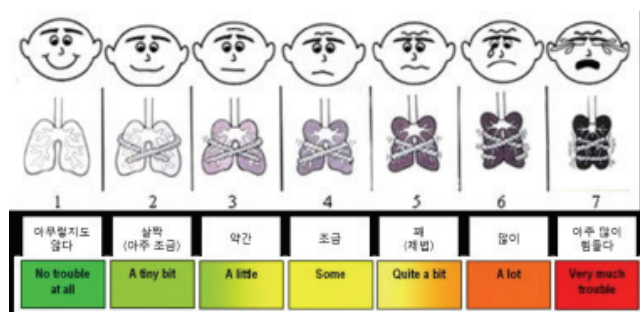
안정상태에서 전폐활량(forced vital capacity, FVC)과 1초간강 폐폐활량(forced expiratory volume in 1 second, FEV<sub>1</sub>)을 측정하여 정상 예측치의 70%를 넘는 경우에만 메타콜린 기관지 유발시험을 진행하였다. FVC와 FEV<sub>1</sub>은 폐활량계(Microspiro HI-298, Chest Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 미국흉부학회 가이드라인<sup>8</sup>에 따라 측정하였고, 3회 이상 측정된 값 중 최대치를 사용하였다. 정확한 FVC 수치를 구하기 위해 강제 호기 시간은 적어도 6초 동안 지속하였다. 상기 연구가 진행될 당시는 Provacholine (methacholine chloride USP, Methapharm Inc., Coral Springs, FL, USA)이 아직 국내에 도입되기 전이었기에 기관지유발시험은 methacholine chloride (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 이용하여 진행되었다. 메타콜린 기관지유발시험은 전체적으로 미국흉부학회 가이드라인<sup>9</sup>에 따라 진행하였으나, 메타콜린 시약은 편의를 위해 0.625, 2.5, 5, 25, 100 mg/mL의 총 다섯 단계 농도로 준비하였다. 각 대상자는 완충 생리식염수를 흡기용적(inspiratory capacity)으로 5회 흡입 후 폐기능을 측정하였으며(기저치), 이후 5분 간격으로 점차 증가된 농도의 메타콜린을 흡입한 후 60-90초 후에 폐기능을 측정하였다. 측정된 FEV<sub>1</sub> 값이 기저치에 측정된 값보다 80% 이하로 감소하거나 가장 마지막 메타콜린 흡입 단계까지 도달한 경우, 검사를 중단하였다.

#### 2) 호흡곤란의 평가

이 연구에서는 메타콜린 기관지유발시험을 진행하는 동안 주관적 호흡곤란을 함께 평가하였다. 각 단계에서 폐활량계를 이용하여 폐기능을 측정하기 직전에 두 가지 방법으로 호흡곤란을 평가하였는데, 기존에 널리 쓰이고 있는 지표인 mBorg<sup>3</sup>척도의 한글 변형본<sup>10</sup>(Appendix 1)과 최근 타 국제학술지에 게재되어 유용성이 검증된 그림척도인 PDS<sup>7</sup>을 원본그림은 그대로 하고 글자를 한글로 변경한 형태로 수정한 변형본(modified PDS, mPDS) (Fig. 1)을 사용하여 평가하였다. 질문 순서는 mBorg 점수를 먼저 제시한 뒤, 이어 mPDS를 제시하였다.

#### 3) 호기 중 산화질소 농도 측정

호기 중 산화질소 농도(fractional exhaled Nitric Oxide, FeNO)는 휴대용 측정기인 NObreath analyzer (Bedfont, Kent, England)를 사용하여 제조사 지침에 따라 측정하였다. 환자는 의자에 앉은



**Fig. 1.** Pediatric dyspnea scale which was translated into Korean was used to evaluate the severity of dyspnea.

자세로 마우스피스를 물고 공기를 전폐용량까지 흡입 후 천천히 유속 50 mL/sec로 10초 동안 호기하였다.

### 3. 통계

FEV<sub>1</sub>이 기저치 대비 20% 이상 감소한 대상자에서 호흡 곤란은, PC<sub>20</sub>에 해당하는 호흡 곤란 자각 점수로 정의한 dyspnea perception score at a 20% decrease in FEV<sub>1</sub> relative to baseline (PS<sub>20</sub>)<sup>11</sup>으로 평가하였다. 기관지유발검사를 시행하며 각 단계별 mBorg 점수와 PDS 점수를 측정하여 FEV<sub>1</sub>이 20% 떨어지기 직전과 직후의 점수를 이용하여 선형 보간법(linear interpolation)을 통해 값을 추정하였고, 공식은 아래와 같다.

$$PS_{20} = a + (b - a) \frac{20 - A}{B - A}$$

a: FEV<sub>1</sub>이 20% 감소 직전 단계의 호흡 곤란 점수

b: FEV<sub>1</sub>이 20% 감소 직후 단계의 호흡 곤란 점수

A: PC<sub>20</sub> 직전 단계에서의 FEV<sub>1</sub>의 감소율(%)

B: PC<sub>20</sub> 직후 단계(마지막 단계)에서의 FEV<sub>1</sub>의 감소율(%)

통계 분석에는 R software version 3.3.2 (R Project for Statistical Computing, Vienna, Austria)를 사용하였다. 환자의 기본적 임상 정보(인구학적 조사, 키, 아토피 유무, 종료 단계에 메타콜린 농도에 따른 분류, 폐기능 결과, 검사 이전 3개월간 사용한 천식 조절제의 종류와 기간)에 대해서는 기술통계를 사용하였다. 연속형 자료는 평균과 95% 신뢰 구간을 산출하였고 범주형 자료의 경우 빈도수를 기록하였다. 각 단계에서의 mBorg 점수와 mPDS 점수의 비교는 Canonical plots의 형태로 나타내었다.

PS<sub>20</sub>의 평가 척도별 분포는 히스토그램으로 나타내며, 두 지표로 평가한 PS<sub>20</sub>의 상관성은 Spearman 분석을, 일치도 평가는 Bland-Altman 분석을 사용하였다. 각 지표로 평가한 PS<sub>20</sub>과 FeNO의 상관성 및 PC<sub>20</sub>과의 상관성은 Spearman 분석을 이용하였다. 모든 결과는 *P*값이 <0.05 일 때, 통계적으로 의미 있다고 정의하였다.

**Table 1.** General characteristics of subjects (n = 73)

Characteristic	Value
Sex, male:female	41:32
Age (mo), mean (95% CI)	129.1 (119.9–138.3)
Height (cm), mean (95% CI)	142.1 (138.2–145.9)
Atopy, n (%)	53 (72.6)
Controller, n	
None	51
Use	22
LTRA	10
ICS	9
ICS/LABA combination	3
Duration of controller use (yr), n	22
<1	8
≥1, <3	4
≥3	7
Unknown	3
Last dose-step, n	
1st (0.625 mg/mL)	6
2nd (2.5 mg/mL)	4
3rd (5.0 mg/mL)	5
4th (25 mg/mL)	18
5th (100 mg/mL)	40
Baseline FEV <sub>1</sub> (%), mean (95% CI)	97.6 (94.5–100.6)
FEV <sub>1</sub> % fall, n	
<20	31
≥20	42
PC <sub>20</sub> (mg/mL), geometric mean (95% CI)	6.26 (3.47–11.30)

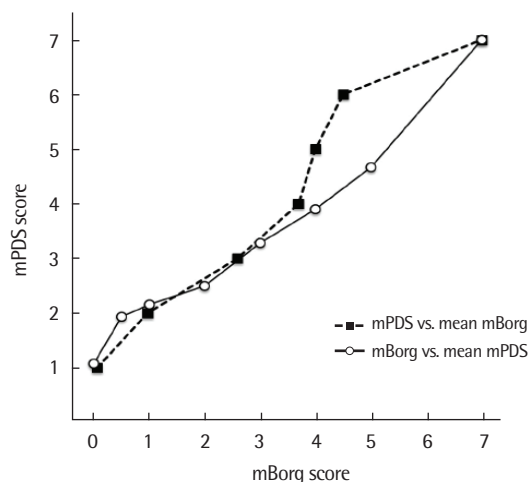
LTRA, leukotriene receptor antagonist; ICS, inhaled corticosteroid; LABA, long acting beta agonist; FEV<sub>1</sub>, forced expiratory volume in 1 second; CI, confidence interval; PC<sub>20</sub>, provocative concentration of methacholine causing a 20% fall in forced expiratory volume in 1 second.

## 결 과

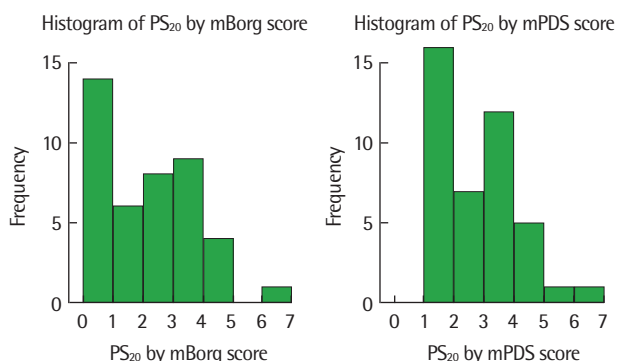
### 1. 대상의 인구학적, 임상적 특징

초기에 75명이 등록하였으나 두 명은 기저 폐기능검사의 재현성이 낮아 연구를 끝까지 수행하지 못하였다. 연구를 진행한 총 73명의 인구학적, 임상적 특징은 Table 1과 같다.

메타콜린 기관지유발시험의 각 단계별로 첫 번째 단계 6명, 두 번째 단계 4명, 세 번째 단계 5명, 네 번째 단계 18명이 FEV<sub>1</sub>이 20% 이상 감소하여 검사가 중단되었다. 마지막 다섯 번째 단계 40명 중 9명은 20% 이상 감소하였고 31명은 20% 미만으로 감소하였다. 전체 73명 중 폐기능이 20% 이상 감소한 사람은 총 42명이었고 31명은 감소폭이 20% 미만이었다. 그 중 한 명은 네 번째 단계(25 mg/mL)에서 폐기능의 감소폭이 20% 미만이었으나 임상적 양상을 참고하였을 때 천식 진단을 배제할 수 있다는 이유로 추가 검사 진행을 원하지 않아 마지막 단계를 시행하지 않았다(Table 1).



**Fig. 2.** Canonical plots of scores from one scale versus mean score of the other scale. For example, when the modified Borg (mBorg) score was 5, modified Pediatric Dyspnea Scale (mPDS) rating averaged 4.67 (solid line). Alternately, when subject rated a PDS score of 3 the Borg score averaged 2.59 (dashed line).



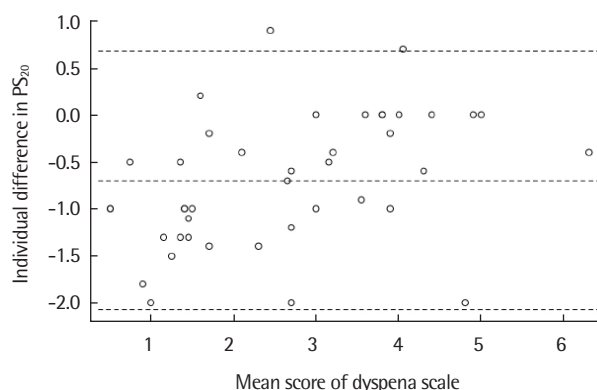
**Fig. 3.** The dyspnea perception score at a 20% decrease in forced expiratory volume in 1 second relative to baseline ( $PS_{20}$ ) was measured by interpolation. mBorg, modified Borg; mPDS, modified Pediatric Dyspnea Scale.

## 2. 호흡곤란 지표 간의 비교

73명을 대상으로 한 호흡곤란 평가횟수는 기저치를 포함하여 총 374회였다. 호흡곤란의 각 지표를 기준으로 해당 점수에서의 상대지표 점수의 평균을 표시한 결과는 Fig. 2와 같다. mPDS는 1점부터, mBorg 척도는 0점부터 시작하고, mBorg 척도는 가벼운 호흡곤란의 단계에서 0.5점이 추가되어 있어 각 점수의 직접적인 비교는 어렵다. 다만, mBorg 1점에서 4점까지의 구간은 mPDS 2점에서 4점까지의 구간과 대응되는 반면, 그 외의 구간에서는 지표간 차이가 벌어지는 현상이 관찰되었다.

## 3. 두 지표로 평가한 $PS_{20}$ 의 비교

FEV<sub>1</sub>이 20% 이상 감소한 42명에 대해 폐기능이 20% 감소한 시점인 PC<sub>20</sub>에서의 추정된 호흡곤란 점수  $PS_{20}$ 의 분포는 Fig. 3과 같다. mBorg 점수의 경우 0점부터 7점 미만까지 폭넓게 분포하였으



**Fig. 4.** Distribution of individual difference in dyspnea perception score at a 20% decrease in forced expiratory volume in 1 second relative to baseline ( $PS_{20}$ ) between modified Borg scale and modified Pediatric Dyspnea Scale.

며, 특히 0점 이상 4점 이하에서 빈도수가 높았고, 이상성(biphasic peak) 분포를 나타내었다. 한편 mPDS 점수도 1점부터 7점 미만까지 폭넓게 분포하였으며, 특히 1점 이상 4점 이하에서 빈도수가 높았다. mBorg 점수에 비하여 상대적으로 뚜렷하지 않지만 역시 이상성 분포 양상을 나타내었다.

각 개인에서 두 지표로 평가한  $PS_{20}$ 의 상관관계를 계산한 결과 두 지표로 평가한  $PS_{20}$ 은 Spearman 상관계수 0.903,  $P < 0.001$ 로 높은 상관성을 나타내었다. 두 지표 사이의 일치도를 보기 위해 그린 Bland-Altman 분포는 Fig. 4와 같다. 두 지표 간 차이의 평균은 0.70점으로 mPDS점수가 높게 측정되었으며, 차이의 95% 신뢰구간은 -2.08부터 0.68 사이였다. 또한, 관찰치의 차이와 평균 간에 관련성이 없고, 무작위로 분포하였다.

## 4. 각 지표의 기타 임상적 특성 비교

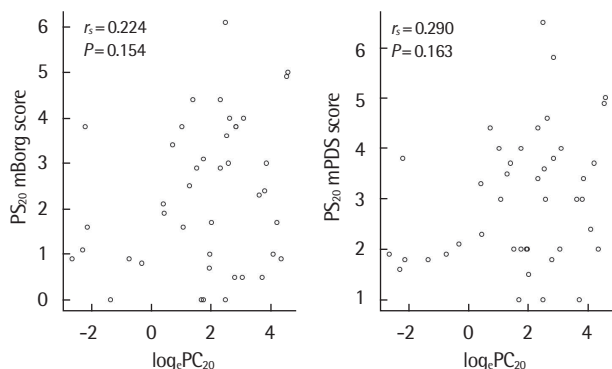
각 지표로 대응된 PC<sub>20</sub>에 따른  $PS_{20}$ 의 분포는 Fig. 5와 같다. mBorg 점수로 평가한  $PS_{20}$ 은 log 변환한 PC<sub>20</sub>과 상관관계를 나타내지 않은 반면(Spearman 상관계수 = 0.224,  $P = 0.154$ ), mPDS로 평가한  $PS_{20}$ 은 log 변환한 PC<sub>20</sub>과 약한 양의 상관관계를 나타내었다(Spearman 상관계수 = 0.290,  $P = 0.063$ ) (Fig. 5).

각 지표로 평가한  $PS_{20}$ 과 검사 전 측정된 FeNO와의 상관관계를 살펴본 결과, mBorg 점수로 평가한  $PS_{20}$ 은 FeNO와 유의한 상관관계를 나타내지 않았다(Spearman 상관계수 = 0.209,  $P = 0.189$ ). mPDS 점수로 평가한  $PS_{20}$ 도 FeNO와 유의한 상관관계를 나타내지 않았다(Spearman 상관계수 = 0.171,  $P = 0.280$ ).

## 고 찰

임상적으로 천식이 의심되는 소아군을 대상으로 시행한 기관지유발시험 중 두 가지 척도를 가지고 평가한 호흡곤란 점수는 유사





**Fig. 5.** Correlation between dyspnea perception score at a 20% decrease in forced expiratory volume in 1 second (FEV<sub>1</sub>) relative to baseline (PS<sub>20</sub>) and the concentration of methacholine at 20% fall in FEV<sub>1</sub> (PC<sub>20</sub>). mBorg, modified Borg; mPDS, modified Pediatric Dyspnea Scale.

하면서도 상호 보완적이었고, 이들로 평가한 PS<sub>20</sub>은 서로 높은 일치도를 보였다. PC<sub>20</sub>은 성인에서와 달리 mBorg 점수로 평가한 PS<sub>20</sub>과 유의한 연관성을 나타내지 않았으며, mPDS 점수로 평가한 PS<sub>20</sub>과는 경계선상으로 유의한 양의 상관관계를 나타내었다. 이번 연구는 천식 소아를 대상으로, 기관지 수축으로 인해 발생한 호흡곤란을 척도에 따라 정량화하여 비교한 첫 연구로, 두 척도에 의한 호흡곤란의 유사성과 차이점을 비교하여 소아 환자에서 관찰되는 호흡곤란의 다면성을 잘 드러내고 있다.

호흡곤란을 인지하는 정확한 기전은 아직 잘 알려지지 않았으나, 체성 신호에 대한 신체적 인지를 훨씬 넘어, 감정적 반응이나 적응 과정을 동반한 보다 고차원적 신호의 복합체로 이해된다.<sup>12</sup> 소아 천식 환자들이 급성 악화 시 느끼는 호흡곤란에 대한 표현을 조사한 한 연구를 토대로 추론할 때, 소아들은 호흡곤란을 숨쉬기 힘들, 숨이 짧아짐 등의 신체적 신호로 인지할 뿐만 아니라, 짜증, 걱정, 두려움, 공포, 피로, 불행감, 자극, 좌절감, 분노 등 감정적 반응도 함께 경험한다.<sup>13,14</sup> 성인보다 다양한 형태로 호흡곤란이 인지되는 현상은 소아의 주목할 만한 특징이다. 호흡곤란의 감정적 측면은, 증상을 주어진 범위 내에서 숫자로 등급을 나누고 문자로 설명한 mBorg 척도보다, 표정과 색상 조합을 이용하여 그림으로 표현한 PDS에 보다 잘 반영될 것으로 보인다. 이번 연구에서는 두 척도로 각자 표현된 호흡곤란 점수는 대체로 서로 일치하는 경향을 나타냈다. 그러나 PDS 점수가 1-3으로 표현된 호흡곤란에서는 mBorg 점수가 더 다양하게 기술되며, mBorg 점수가 4점 이상으로 표현된 호흡곤란에서는 PDS 점수가 더 다양하게 나뉘어 표현되었다. 이는 경한 호흡곤란을 반영할 때에는 증상을 자세히 기술할 수 있는 문자 척도가 더 적합하고, 중등도 이상의 호흡곤란을 표현하기에는 감정적 측면을 잘 반영한 그림 척도가 더 유용함을 시사한다.

천식 환자에서 호흡곤란에 대해 가장 많이 수치화되고 임상적 특성이 연구된 지표는 PS<sub>20</sub>으로, FEV<sub>1</sub>이 20% 감소하는 시점, 즉

PC<sub>20</sub>에서의 호흡곤란 점수 추정 값이다.<sup>15-18</sup> 기존 연구에 따르면, 천식 환자들의 PS<sub>20</sub> 분포는 매우 다양한데, 특징적인 이상성 분포가 관찰되었으며 이 연구에서도 비슷한 결과를 보였다. 대상자들의 PS<sub>20</sub> 점수 분포도의 biphasic peak를 기준으로, FEV<sub>1</sub>이 20% 감소할 때까지 호흡곤란을 잘 느끼지 못하는 둔감군과 이미 심하게 호흡곤란을 느끼고 있는 예민군으로 크게 나뉜다.<sup>16,18</sup> 현재의 천식치료 가이드라인이 증상의 조절 여부에 주로 기반하여 치료 단계를 조정하고 항염증제 사용을 고려하므로,<sup>2</sup> 둔감군의 경우 폐기능이 심하게 떨어질 때까지 호흡곤란을 잘 느끼지 못해 평소에 실제 필요량보다 항염증제를 적게 처방할 우려가 있다. 이들은 호흡곤란으로 응급실 방문 시 폐활량이 이미 심하게 감소하여 중한 상태에 빠질 우려가 있다. 반면 예민군의 경우는 증상 악화를 일찍 발견하여 중증 천식으로 발전되는 경우가 적은 장점이 있지만, 실제 필요한 정도보다 약제를 더 많이 처방하게 되어 조절제를 과다투여 할 우려가 있다.<sup>18,19</sup> 이 연구에서 계산된 PS<sub>20</sub>의 분포를 보면(Fig. 3), 두 가지 척도에 따른 PS<sub>20</sub> 모두 이상성 분포를 나타내고 있으며, 5점 이상의 구간에는 소수의 대상자만이 분포하고 있다. mBorg 점수는 0점 이상 1점 이하 구간과 2점 초과 4점 이하 구간의 빈도가 높아 상대적으로 넓은 이상성 봉우리를 나타낸 반면, PDS 점수는 1점 이상 2점 미만 구간과 3점 이상 5점 미만 구간의 빈도가 높아 상대적으로 좁지만 더 높은 이상성 봉우리를 나타내었다. 다만, 두 척도로 평가한 PS<sub>20</sub>의 일치도를 평가했을 때, PDS 값이 약 0.7점 더 높게 나왔으며 두 값의 차이가 2점을 넘는 경우는 드물었다(Fig. 4). 이는 PDS 척도가 1점부터 시작하는 것을 고려할 때, 두 척도가 높은 일치도를 나타내는 것으로 보인다.

이 연구에서 문자 척도인 mBorg 척도로 평가한 PS<sub>20</sub>은 검사 시행 전 평가한 산화질소 농도와 연관성을 보이지 않았고, PC<sub>20</sub>과도 유의한 연관성을 나타내지 못했다. 이는 기관지유발시험 중 비슷한 구도로 Borg 척도를 이용해 PS<sub>20</sub>을 평가한 기존 보고<sup>19</sup>가 PC<sub>20</sub> 값이 작은 군에서 더 낮은 값을 나타냈으며, 이 군에서 산화질소 농도가 높았던 결과를 보인 것과 대조된다. 이러한 차이는 소아 천식 환자의 구성과 평가 척도의 종류, 문자 척도 내에서도 각 언어의 차이에 기인한 현상으로 생각된다. 한편 그림 척도인 mPDS로 평가한 PS<sub>20</sub>은 기존 보고<sup>19</sup>처럼 산화질소 농도와 연관성을 보이지는 않았으나, PC<sub>20</sub>과 경계값 정도로 약한 양의 상관성을 나타내어 기존 보고와 유사한 결과를 나타내었다. PC<sub>20</sub>이 작을 수록 기관지과민성이 예민하고, PC<sub>20</sub>값이 클 수록 더 많은 메타콜린을 흡입했음을 고려할 때, 이는 PDS로 평가한 호흡곤란이, 기관지의 예민함 자체뿐 아니라 흡입한 메타콜린의 양에도 영향을 받으며, 그 영향을 무시할 수 없음을 시사한다고 해석할 수도 있다. 천식 조절제를 사용했던 22명의 환자의 경우 사용 약물을 4주 이상 중단 가능했던 환자들로써, 산화질소 농도에 영향을 줄 수 있는 천식의 중등도, 천식 조절의 정도, 약물 중단 이후 증상의 재발이나 악화에 대한 조사를 본 결과

에 충분히 반영하지 못했다는 제한점이 있다.

천식 소아에서 호흡곤란에 대한 평가가 중요한 이유는, 호흡곤란이 천식 치료의 근간인 천식 조절정도의 평가에 크게 영향을 미치기 때문이다. 그러나 폐기능이 유의하게 감소한 경우에도 개인별로 인지되는 호흡곤란은 그 정도가 다양하였고, 그마저도 문자 및 그림 척도에 따라 차이를 나타냈다. 이는 소아에서 호흡곤란이 여러 복잡한 인자의 영향을 합산한 결과로 나타나기 때문으로 추정된다. 나이가 점수로 반영되지 않은 인자 즉, 개개인의 인지 능력이나 불안감의 차이 또한 호흡곤란의 중증도에 영향을 줄 수 있다.<sup>20</sup> 따라서 천식 소아에서 호흡곤란과 천식의 조절 정도를 평가할 때 소아의 개별 성향에 대해 파악하는 것은 적절한 치료 수준을 결정하기 위해 필요하다.

이 연구는 호흡곤란을 기관지유발시험 도중에 평가하였기에, 이것이 실제 일상생활에서 발생하는 호흡곤란으로 확대 적용하는데 주의를 요한다. 또한 PS<sub>20</sub>을 환자가 천식 발작 시에 느끼는 호흡곤란이라고 해석을 확대하는 데에도 한계가 있다. 그러나 이 연구는 동일 대상에서 동일 시점에 평가한 호흡곤란 지표를 서로 비교함으로써 지표들 사이의 상대적 특징을 파악하고, PS<sub>20</sub>과 같이 폐기능 감소 정도를 통제한 가운데 관찰되는 호흡곤란의 개인별 차이를 살펴볼 수 있었다는 점에서 의의가 있다. 아울러 canonical plots에서 보듯이 지표 간 상호 보완적 관계를 잘 드러냈다는 점에서 지표를 활용하는데 유용한 정보를 제공한다.

결론적으로 소아천식이 의심되는 환자에서 기관지유발시험 중 느끼는 호흡곤란은 성인에서 관찰되는 호흡곤란의 특성을 유사하게 나타내었다. 문자 척도인 mBorg 척도와 그림 척도인 PDS로 각각 평가한 호흡곤란은 유사하면서도 상호 보완적이었고, 이들로 평가한 PS<sub>20</sub>은 서로 높은 일치도를 보였다. 경미한 호흡곤란은 문자 언어가, 중등도 이상의 호흡곤란에서는 그림 언어가 호흡곤란을 보다 상세히 구분하는데 유용함도 확인하였다. 두 지표를 상보적으로 잘 활용하면 천식 소아가 느끼는 호흡곤란의 특성과 이를 토대로 한 천식 조절 상태를 보다 잘 파악할 수 있을 것으로 기대하며, 보다 질 높은 임상 진료를 제공하는데 도움이 될 것으로 기대한다.

## REFERENCES

1. Dyspnea. Mechanisms, assessment, and management: a consensus statement. American Thoracic Society. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:321-40.
2. National Asthma Education and Prevention Program. Expert Panel Report 3 (EPR-3): Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma-Summary Report 2007. *J Allergy Clin Immunol* 2007;120(5 Suppl):S94-138.
3. Borg GA. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982;14:377-81.
4. Adams L, Chronos N, Lane R, Guz A. The measurement of breathlessness induced in normal subjects: validity of two scaling techniques. *Clin Sci (Lond)* 1985;69:7-16.
5. Wilson RC, Jones PW. A comparison of the visual analogue scale and modified Borg scale for the measurement of dyspnoea during exercise. *Clin Sci (Lond)* 1989;76:277-82.
6. Seo IK, Choi IS, Kim SH, Han ER. Variation of dyspnea perception in repeatedly hospitalized patients with asthma. *Korean J Asthma Allergy Clin Immunol* 2011;31:20-6.
7. Khan FI, Reddy RC, Baptist AP. Pediatric Dyspnea Scale for use in hospitalized patients with asthma. *J Allergy Clin Immunol* 2009;123:660-4.
8. Miller MR, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, Coates A, et al. Standardisation of spirometry. *Eur Respir J* 2005;26:319-38.
9. Crapo RO, Casaburi R, Coates AL, Enright PL, Hankinson JL, Irvin CG, et al. Guidelines for methacholine and exercise challenge testing-1999. This official statement of the American Thoracic Society was adopted by the ATS Board of Directors, July 1999. *Am J Respir Crit Care Med* 2000;161:309-29.
10. Kang KW, Choi IS, Park SC, Lim H, Jang AS. B lunted dyspnea perception in severe asthmatics. *J Asthma Allergy Clin Immunol* 1999;19:173-80.
11. Burdon JG, Juniper EF, Killian KJ, Hargreave FE, Campbell EJ. The perception of breathlessness in asthma. *Am Rev Respir Dis* 1982;126:825-8.
12. Lansing RW, Gracely RH, Banzett RB. The multiple dimensions of dyspnea: review and hypotheses. *Respir Physiol Neurobiol* 2009;167:53-60.
13. Lebowitz MD, Thompson HC, Strunk RC. Subjective psychological symptoms in outpatient asthmatic adolescents. *J Behav Med* 1981;4:439-49.
14. Baron C, Lamarre A, Veilleux P, Ducharme G, Spier S, Lapierre JG. Psychomaintenance of childhood asthma: a study of 34 children. *J Asthma* 1986;23:69-79.
15. Chetta A, Castagnaro A, Foresi A, Del Donno M, Pisi G, Malorgio R, et al. Assessment of breathlessness perception by Borg scale in asthmatic patients: reproducibility and applicability to different stimuli. *J Asthma* 2003;40:323-9.
16. Boulet LP, Leblanc P, Turcotte H. Perception scoring of induced bronchoconstriction as an index of awareness of asthma symptoms. *Chest* 1994;105:1430-3.
17. Chetta A, Gerra G, Foresi A, Zaimovic A, Del Donno M, Chittolini B, et al. Personality profiles and breathlessness perception in outpatients with different gradings of asthma. *Am J Respir Crit Care Med* 1998;157:116-22.
18. Nuijsink M, Hop WC, Jongste JC, Sterk PJ, Duiverman AE, Cato Study Group. Perception of bronchoconstriction: a complementary disease marker in children with asthma. *J Asthma* 2013;50:560-4.
19. Motomura C, Odajima H, Tezuka J, Harada J, Okada K, Nishima S. Perception of dyspnea during acetylcholine-induced bronchoconstriction in asthmatic children. *Ann Allergy Asthma Immunol* 2009;102:121-4.
20. Janssens T, Verleden G, De Peuter S, Van Diest I, Van den Bergh O. Inaccurate perception of asthma symptoms: a cognitive-affective framework and implications for asthma treatment. *Clin Psychol Rev* 2009;29:317-27.

**Appendix 1.** Modified Borg scale used in the current study.

Modified Borg category scale	
10	최고로 심하다
9	대단히 심하다
8	
7	아주 심하다
6	
5	심하다
4	약간 심하다
3	보통
2	가볍다
1	아주 가볍다
0.5	대단히 가볍다(겨우 느낄 정도)
0	아무렇지도 않다