

KOSHA GUIDE

H - 3 - 2010

작업 중 최대호기유속 연속측정 실시 지침

2010. 8.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 김건형

o 제 · 개정 경과

- 2010년 6월 산업의학분야 제정위원회 심의(제정)

o 관련규격 및 자료

- KOSHA Code H-17-2009. 한국산업안전보건공단. 「폐활량검사 및 판정에 관한 지침」
- European Standard prEN13826. Peak Flow Meters. London, British Standards Institute, 2000
- Miller MR, Hankinson J; ATS/ERS Task Force. Standardisation of spirometry. Eur Respir J. 2005 Aug;26(2):319-38
- ClementClarke. How to disinfect the Mini Wright Standard Peak Flow Meter, the AFS Low. Range Mini Peak Flow meter and the Mini-Wright Digital, Issue 5 - May 2007
- Moore VC, Jaakkola MS. A Systematic Review of Serial Peak Expiratory Flow Measurements in the Diagnosis of Occupational Asthma. Annals of Respiratory Medicine. 2010;1:31-44
- Quanjer PH, Lebowitz MD, Gregg I, Miller MR. Peak expiratory flow: conclusions and recommendations of a Working Party of the European Respiratory Society. Eur Respir J Suppl. 1997 Feb;24:2S-8S
- Moscato G, Godnic-Cvar J. Statement on self-monitoring of peak expiratory flows in the investigation of occupational asthma. Eur Respir J. 1995 Sep;8(9):1605-10

o 관련법령 · 규칙 · 고시 등

- 산업안전보건법 시행규칙 제100조제4항 관련 별표 13(특수건강진단 · 배치전건강진단 · 수시건강진단의 검사항목)

o 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 직업병연구센터(전화 032-5100-826, FAX 032-518-0862)으로 연락하여 주십시오.

공표일자 : 2010년 8월 31일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

작업 중 최대호기유속 연속측정 실시지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건법(이하 “법”이라 한다) 제43조, 동법 시행규칙(이하 “규칙”이라 한다) 제100조 제4항 및 규칙 별표 13에서 제시하는 최대호기유속 연속측정 실시의 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 규칙 별표 13에서 호흡기계에 영향을 미치는 유해인자에 대한 특수건강진단을 실시함에 있어 작업 중 최대호기유속 연속측정을 수행하는 검사자가 그 검사를 실시하는 때에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “최대호기량계(Peak flow meter)”란 소형의 휴대용 형태로, 폐의 최대호기유량을 측정하는 기기를 말한다.

(나) “최대호기유속(Peak expiratory flow rate, PEFr)”이란 최대 흡기상태(총폐활량)에서 최대의 힘으로 불어 낼 때에 만들어지는 호기 속도의 최고치를 말한다.

(라) “Oasys(Occupational Asthma expert SYStem) 프로그램”이란 직업성 천식이 의심되는 사람을 대상으로 실시한 작업 중 최대호기유속 연속측정 검사의 결과값을 바탕으로 업무관련성에 대한 판단을 수행하는 컴퓨터 프로그램을 말한다.

(마) “검사 일지”란 검사 대상자가 최대호기량계를 이용해 작업 중 최대호기유속 연속 측정 검사 결과를 일자별, 시간별로 기록하는 양식을 말한다.

(2) 그 밖의 용어의 정의는 이 지침에서 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 동법 시행령, 동법 시행규칙 및 보건규칙이 정하는 바에 따른다.

4. 적용 및 금기 대상

작업 중 최대호기유속 연속측정 검사의 적용 대상 및 금기 대상은 아래와 같다.

4.1 적용 대상

- (1) 기관지 과민성(예, 기관지 천식) 여부를 파악할 필요가 있는 경우
- (2) 작업 환경이 기관지 과민성에 영향을 미치는 정도를 평가해야할 필요가 있는 경우
- (3) 천식으로 발전할 위험성을 평가해야할 필요가 있는 경우

4.2 금기 대상

- (1) 검사를 하지 않아야 할 대상

검사를 하지 않아야 할 대상은 없다.

- (2) 검사에 주의해야 할 대상

(가) 최근 2주 내지 6주 이내에 상기도 또는 하기도 감염자

(나) 검사 순응도가 떨어지는 검사대상자

(다) 기타 이유로 작업 중 최대호기유속 연속측정 검사를 적절하게 수행할 수 없다고 판단되는 자

5. 검사자 자격

이 지침에서 제안하는 최소한의 자격 요건은 아래와 같다.

(가) 작업 중 최대호기유속 연속측정 검사 지침들을 숙달하고 검사절차에 대한 이해가 충분한 자

(나) 최대호기량계 사용에 능숙한 자

(다) 작업 중 최대호기유속 연속측정 검사에 사용되는 장비의 검정, 유지, 보수, 세척 등의 장비 관리가 가능한 자

6. 검사의 준비

6.1 검사 전 준비 사항

검사를 시행하기 전에 대상자에게 다음과 같은 사항을 알려주어야 한다.

(1) 검사의 목적 및 방법

(2) 검사 후 결과를 검사 일지에 기록하는 방법

6.2 최대호기량계의 검정

(1) 기기 보정(Calibration)

(가) 제조회사에서 특별히 요구하는 경우를 제외하고는 대다수 휴대용 최대호기량계는 일일 보정은 필요로 하지 않는다.

(나) 결과값이 이전과 비교하여 크게 다른 결과가 나온 경우, 제조회사에 문의하여 보정을 받도록 한다.

(2) 기류 저항(Resistance to flow)

최대호기량계의 측정 범위 내에서의 기류 저항은 $0.35 \text{ kPa}/\ell/\text{s}$ ($0.006 \text{ kPa}/\ell/\text{min}$)를 넘지 않아야 한다.

(3) 재현성

(가) 동일 기기 내 재현성(Intra-instrument repeatability)은 5% 이내이거나 $10 \ell/\text{min}$ 이하여야 한다.

(나) 동종 기기 간 재현성(Inter-device reproducibility)은 10% 이내이거나 $20 \ell/\text{min}$ 이하여야 한다.

6.3 위생 및 감염에 대한 준비

(1) 최대호기량계는 1인 1기기 사용을 원칙으로 한다.

(2) 부득이하게 다수가 공용으로 사용할 경우 다음의 사항을 준수한다.

(가) 마우스피스 등의 소모품은 일회용으로 준비한다.

(나) 재사용이 가능한 부품은 소독하여 준비한다.

(다) 일회용 필터(Disposable bacterial filters)를 준비하여 감염의 전파를 예방한다.

(라) 검사 전에 흉부방사선사진과 임상병리검사 등을 참조하여 감염의 가능성을 예방한다.

6.4 최대호기량계 세정

(1) 가정에서 최대호기량계 세정

(가) 최대호기량계로부터 마우스피스를 분리하여 따뜻한 물에 담가 2-3분간(최대 5분) 흔들어 씻는다. 이때 세정을 위하여 솔이나 천 등 기타 물질을 호기량계 내부로 밀어 넣지 않는다. 이 경우 세정 과정에서 기기 손상이 초래될 수 있다.

(나) 깨끗한 물을 받아 행구고 가볍게 흔들어 물을 털어낸 후 자연상태로 말린다.

(다) 한 달에 한 번 이상 세척을 한다.

(2) 병·의원에서 다수가 공용으로 사용할 경우 최대호기량계 세정

제조회사에서 지시하는 세정 방법을 준수하는 것이 원칙이다. 대개 다음과 같은 순서로 실시한다.

(가) 제조회사가 권장하는 세정액을 적절한 용기에 충분히 담아 최대호기량계로부터 마우스피스를 분리하여 완전히 잠기도록 한다. 최대호기량계 내부의 공기는 모두 빠져나가도록 흔들어 준다. 이때 세정을 위하여 솔이나 천 등 기타 물질을 호기량계 내부로 밀어 넣지 않는다. 이 경우 세정 과정에서 기기 손상이 초래될 수 있다.

(나) 깨끗한 물을 받아 행구고 가볍게 흔들어 물을 털어낸 후 자연히 말린다. 이 때 천이나 타올을 이용해 호기량계 내부로 밀어 넣지 않는다.

(다) 제조회사가 권장하는 살균 용액을 적절한 용기에 충분히 담아 최대호기량계를 완전히 잠기도록 한다. 최대호기량계 내부의 공기는 모두 빠져나가도록 흔들어 준다. 이 후 제조회사의 권고 시간 동안 둔다.

(라) 깨끗한 물을 받아 다시 행구고 가볍게 흔들어 물을 털어낸 후 자연 상태로 말린다.

7. 작업 중 최대호기유속 연속측정 검사의 순서 및 방법

7.1 기본 검사 순서

- (1) 마우스피스를 최대호기량계에 연결한다.
- (2) 표시를 영점에 맞춘다.
- (3) 최대호기량계를 엄지와 집게 손가락으로 쥘다.
- (4) 똑바로 서거나 가슴을 바로 펴서 앉는다.
- (5) 숨을 최대한 크게 들이마신다.
- (6) 마우스피스는 이로 살짝 물고 입술로 꽉 조여 공기가 새지 않도록 한다.
- (7) 망설이지 말고 한 번에 힘껏 세게 불어내도록 한다. 이 때 마우스피스 주위로 바람이 새지 않아야 한다.
- (8) 수치를 적는다. 검사가 적절하지 못했을 경우 (2)부터 다시 반복한다.
- (9) (2)부터 (8)까지를 총 3회 반복한다. 이 때 3개 중 가장 높은 수치를 기록한다.

7.2 검사 횟수 및 시기

- (1) 기관지과민성을 파악하는데 적절한 타당도를 확보하기 위하여 필요한 최소한의 검사 횟수는 다음과 같다.
 - (가) 하루 중 최소 4회 이상, 최소 2-3주간 연속으로 검사를 실시하여야 한다.

(나) 검사 시기 중 적어도 2회는 기상 직후와 늦은 오후(혹은 초저녁) 시간대가 포함되어야 한다.

(2) Oasys(Occupational Asthma expert SYStem) 프로그램 구동 시 요구되는 필요한 최소한의 검사 횟수는 다음과 같다.

(가) 하루 중 최소 4회 이상

(나) 연속근무일이 3일 이상

(다) 3개 이상의 근무상태(duty)(대략 3주간 연속)(예시 1 및 예시 2 참조)

【예시 1】 근무기간(on-duty)-휴무기간(off-duty)-근무기간(on-duty)

【예시 2】 휴무기간(off-duty)-근무기간(on-duty)-휴무기간(off-duty)

(3) 검사 시기는 일중 변동이 있으므로 동일 시간대에 이뤄져야 한다.

7.3 검사 조건

(1) 해당 검사는 적합성과 재현성이 있어야 한다.

(2) 기기별로 검사 결과의 차이가 있을 수 있으므로 최초의 실시한 검사 기기와 동일한 기기를 사용하여야 한다.

(3) 기관지확장제를 써야 하는 근로자의 경우, 투약 전에 검사를 실시하여야 한다. 속효성의 β_2 작용제 흡입 시 적어도 투약 후 15-20분이 지난 후 검사를 실시한다.

8. 적합성과 재현성의 판단기준

8.1 적합성의 기준

휴대용 최대호기량계를 이용한 검사 후, 적합성이 있는 검사란 다음과 같은 조건을 만족한 경우를 말한다.

- (1) 마우스피스를 입술로 적절히 죄어 공기가 새지 않을 것
- (2) 망설임 없이 단번에 불어 낼 것
- (3) 공기를 불 때 침을 뱉는 식이나, 기침을 하거나 또는 혀가 입구를 막는 일이 없을 것
- (4) 자세는 서거나 바로 앉은 상태로 가슴을 펴고 목의 자세는 굽힘이 없이 중립을 유지한 자세일 것
- (5) 검사의 적합성은 검사대상자가 (1)-(4)에 따라 판단한다.

8.2 재현성의 기준

재현성이 있는 검사란 다음과 같은 조건을 만족한 경우를 말한다.

- (1) 적합하게 얻은 세 검사값 중에서 가장 큰 최대호기유속(PEFR)과 그 다음으로 큰 최대호기유속(PEFR)과의 차이가 40 ℓ/min 이내이어야 한다.
- (2) (1)을 만족하지 못한 재현성이 만족되지 않는 검사일 경우 추가로 2회를 더 불어 재현성을 살펴본다.

9 검사 일지 작성

9.1 작성 요령

검사 일지는 검사대상자가 직접 작성한다.

9.2 검사 일지 구성

검사자는 검사대상자가 다음 각 호를 검사 일지에 기록하도록 한다.

(1) 검사대상자의 이름, 주민등록번호, 성별, 나이, 키, 몸무게

(2) 일자별 시간별로 측정된 검사 결과치

(3) 각 검사 당시 근무 현황

(4) 각 검사 당시 기관지확장제 흡입 여부

10. 결과의 작성

10.1 작성 요령

(1) 결과는 검사자가 검사대상자로부터 검사 일지를 받아 작성한다.

(2) 결과 내의 검사 결과 도표는 기관별로 각기 다른 기준 하에 작성할 수 있다.

(3) 검사 결과 도표를 통한 기관지과민성 여부의 판단은 건강진단 의사가 수행한다.

10.2 결과의 구성

결과 표기는 다음 각 호를 기록하도록 한다.

(1) 검사대상자의 이름, 주소, 연락처

(2) 검사대상자의 성별, 나이, 키, 몸무게,

(3) 검사 기기명

(4) 측정 일자

(5) 검사 결과 도표

(6) 판정 소견

(7) 결과 작성 일자

(8) 판정 의사명 및 서명

11. 결과의 해석

11.1 최대호기유속측정값 변동에 대한 업무관련성 평가

다음의 경우, 최대호기유속측정값의 업무관련성이 높다고 평가 할 수 있다.

- (1) 근무 중 최대호기유속측정 평균값이 근무지를 이탈한 상태의 최대호기유속측정 평균값과 비교하여 떨어지는 것으로 평가될 때(일일 변이(Day-to-day variability))
- (2) 일중 변동이 근무일 중일 때가 휴무일 중일 때보다 더 크거나 일중 변동값(Diurnal variability)이 20% 이상 더 클 때

11.2 최대호기유속측정값의 업무관련성 유형

업무와 관련된 최대호기유속측정값 변동 유형은 다음과 같이 나타날 수 있다.

- (1) 최대호기유속측정값의 즉각적인 감소

근무 시작 1시간 이내 혹은 특정 업무에 노출되자마자 최대호기유속측정값이 감소

- (2) 최대호기유속측정값의 지연된 감소

근무 후 시간이 한참 지나거나 퇴근 후 최대호기유속측정값이 감소

(3) 최대호기유속측정값의 근무주간에 걸친 점진적인 누적 감소

근무일자가 지나면서 근무 중 최대호기유속측정값이 더 많이 감소

(4) 최대호기유속측정값의 근무주간에 걸친 비(非)누적형 감소

근무일자가 지나면서 근무 중 최대호기유속측정값이 유사한 수준으로 반복하여 감소

(5) 노출 후 업무상 노출에 대한 내성이 강화되는 경우

노출 첫 날 심대한 최대호기유속측정값 감소가 관찰된 후, 근무일자가 지나면서 그 정도가 점차 덜하여 지는 경우

(6) 노출 중지 후 최대호기유속측정값의 회복 유형은 두 가지로 나타날 수 있다.

(가) 노출이 중지된 후 수 시간 이내에 완전히 회복

(나) 노출이 중지된 후 수 일에 걸쳐 회복

11.3 일중 변동값(Diurnal variability) 계산

일중 변동값은 아래 식(1)과 같다.

$$D.V. = \frac{MaxPEF - MinPEF}{MeanPEF} \dots\dots\dots(1)$$

여기에서

D.V. : 일중 변동값

Max PEF : 일중 최대호기유속측정값들의 최고값

Min PEF : 일중 최대호기유속측정값들의 최저값

Mean PEF : 일중 최대호기유속측정값들의 평균값

12. 검사 결과 기록의 보존

검사 결과 기록은 의료법 시행규칙 제18조 (진료에 관한 기록의 보존) 규정에 의거 5년간 보존하여야 한다.