

보건분야-연구자료
연구원

한국인 근로자 폐기능 예측식 개발(II)

2001. 2

한국산업안전공단
산업안전보건연구원

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 연구결과를 2001년도 산업안전보건연구원의 연구사업 중 “한국인 근로자의 폐기능예측식 개발(II)”에 대한 최종 결과보고서로 제출합니다.

2001년 2월 28일

주관 연구부서 : 산업안전보건연구원

산업역학조사센터

연구책임자 : 수석연구원 최 정 근

요약문

1. **연구과제명** : 한국인 근로자의 폐기능 예측식 개발(Ⅲ)

2. **연구자** : 연구책임자 수석연구원 최 정 근

3. **연구기간** : 2001. 1 - 2001. 2

4. **연구목적** : 직업성 호흡기 질환을 진단하기 위한 도구로 폐기능검사는 흔히 사용되고 있다. 그러나 결과판단의 척도인 폐기능 예측식은 현재 미국 백인을 대상으로한 공식이 주로 사용되고 있어 결과의 부정확성이 많다. 따라서 본 연구는 한국인의 호흡기 질환을 진단할 기준인 폐기능 예측식을 개발하고자 하였다. 한국인의 한국인 근로자의 폐기능 예측식 개발은 2000년, 2001년, 2002년 3년간의 연구이다. 2000년 시행한 한국인 근로자의 폐기능 예측식 개발(Ⅰ)과 관련하여 2001년의 연구는 연구대상자를 선정하였으며, 대상자에게 직접 폐기능검사를 실시하였다. 2002년에는 이 자료를 토대로 정확성과 신뢰성을 분석하고 부족분에 대한 폐기능검사를 보충하여 최종적인 폐기능 예측식을 개발하고자 한다.

5. **연구내용** : 2001년의 한국인 근로자의 폐기능 예측식 개발(Ⅰ)에서 제시한 방법대로 2001년 연구가 진행되었다. 연구대상자의 선정은 대표성을 갖기 위하여 전

국적인 표본선정을 통하여 대상자가 선정되었으며, 선정의 주체는 통계청에서 실시하였다. 대상자의 추출은 인구분포의 비례, 경제적 수준, 교육수준, 주거수준 등을 고려하여 선정하였다. 전국 196개 조사구가 선정되었으며, 7개 대도시에 95개의 조사구와 시·도 및 군단위 조사구는 101개 이었다. 도시지역은 78개 조사구이었으며, 군단위의 벽지지역은 23개 조사구로 구성되었다. 7개 대도시 지역 중 서울광역시는 43개 조사구이었으며, 부산광역시는 15개 조사구, 인천광역시는 10개 조사구, 대구광역시는 10개 조사구, 광주광역시는 6개 조사구, 대전광역시는 6개 조사구, 울산광역시는 5개 조사구이었다. 이중에서 18세 이상만 폐기능검사를 실시하여 총 5,522명에 대하여 폐기능검사를 실시하였다. 이중에서 적합성이 있는 폐기능검사자수는 4,698명으로 824명은 적합성이 없었다.

폐기능검사자는 총 14명이 투입되었으며, 자체 프로그램을 선정하여 교육과 실습을 거쳐 선발되었다. 정도관리를 위하여 폐기능검사 protocol을 만들었으며, 각 조사구에 내과전문의가 배치되어 현장에서 정도관리와 지도감독을 하였으며, 중앙에 review center를 두어 일주일 단위로 각 폐기능검사자에 대한 분석결과를 feedback하였다. 폐기능검사의 정확성과 신뢰성은 미국흉부학회에서 제시하는 기준을 적용하였다.

6. 활용계획 : 일반 및 특수건강진단을 실시하는 산업보건관련기관과 일반 병원, 폐기능검사를 이용하여 직업성 질환의 진단과 보상, 예방에 관여하는 노동부, 근로복지공단 등에 배부하여 직업성 호흡기 질환의 예방과 관리, 사후대책, 보상 등에 활용하고자 한다.

7. 연구개요 : 2001년 한국인 근로자들의 폐기능 예측식 개발(1)의 연속과제로 이

결과를 토대로 2001년은 전국 연구대상자에게 폐기능검사를 실시하였다.

통계청에서 전국의 인구비례와 경제적 수준, 교육수준, 주거수준 등을 고려하여 196개 조사구가 선정되었다. 2001년 국민건강·영양조사의 건강진단 대상자와 동일하게 선정하였다. 폐기능검사자는 총 14명이 동일한 교육과 실습을 통하여 선별하였으며, 폐기능검사는 모두 직접측정방식인 미국 Sensor Medics사의 Vmax seires 2130으로 실시하였다. 폐기능검사방법은 미국 흉부학회의 폐기능검사방법 권고안에 준하여 protocol을 만들어 시행하였으며, 정도관리를 위하여 폐기능검사를 실시하는 지역의 조사구당 내과전문의가 배석한 상태에서 실시하였으며, 중앙에 review center를 설치하고 일주일 단위로 폐기능검사자에 대한 정도관리를 실시하였다. 설문조사와 신체계측은 2001년 국민건강·영양조사에서 조사한 결과를 활용하고자 본 연구에서는 직접 측정하지는 않았다. 폐기능검사와 동시에 흉부방사선 촬영이 실시되었는데 일부 직접촬영과 간접촬영이 실시되었다.

폐기능검사자는 총 5,522명이었으며, 이 중에서 분석에 활용할 수 있는 대상자는 총 4,698명이었다. 2002년에는 폐기능검사를 실시한 결과를 분석하고 부족분에 대하여 추가검사를 실시할 예정이고 최종적인 폐기능 예측식을 개발할 예정이다.

8. 중심어 : 폐기능 예측식, 폐기능검사, 정도관리

<제 목 차 례>

I. 서론	1
II. 연구 방법	3
1. 연구대상자의 선정	5
2. 폐기능검사자의 교육 및 정도관리	5
3. 폐기능검사의 진행	7
4. 폐기능검사 방법의 지침	9
5. 정확성과 신뢰성 검토 방법	13
III. 연구결과	16
1. 조사구의 분포	16
2. 조사대상자들의 역학적 특징	18
3. 검사결과의 횡수 및 정확성과 신뢰성	19
4. 검사결과의 활용	24
IV. 고찰	27
V. 결론	37
참고문헌	39
부록	41

I. 서론

한국인 근로자들의 폐기능 예측식 개발은 2000년, 2001년, 2002년 3년간 연구로 진행된다. 2000년의 제1차 한국인 근로자의 폐기능 예측식 개발(I)에 이어 2001년은 이 기준하에 폐기능검사가 전국적으로 실시하였다. 2002년은 개발된 폐기능 예측식이 모집단인 우리나라의 국민을 대표할 수 있도록 남·여별, 연령별 부족분에 대한 추가검사와 분석을 통하여 최종적으로 개발이 완료된다.

직업성 폐질환을 집단적으로 검진하거나 역학적 조사를 할 때 폐기능검사는 기본적으로 실시한다. 이는 폐기능검사가 쉽게 검사할 수 있고 이 결과를 활용할 수 있는 의미가 크기 때문이다. 특히 유해분진이나 가스, 흙 등에 의해 기관지나 폐실질의 손상되는 경우 초기의 상태를 알아보기 위한 검사방법이 적당한 검사방법이 없기 때문에 폐기능검사는 더욱 중요하다. 외국의 경우 직업성 호흡기 질환의 진단에 필수적인 방법이 폐기능검사이다.

직업성 호흡기 질환의 진단과 임상경과 관찰, 보상 등은 흉부방사선사진 소견과 폐기능검사에 의존하고 있다. 흉부방사선사진은 분진의 침착에 따른 음영의 융합과 섬유화, 석회화, 폐실질의 손상 등을 해부학적인 이미지를 본다는 것이라면 폐기능검사는 폐의 생리적인 변화를 측정하는 것이라고 볼 수 있다. 즉, 흉부방사선사진에서 이상을 발견하기 전에도 폐기능검사는 폐의 생리적 변화를 예측할 수 있기 때문에 중요하며, 흉부방사선사진에 나타날 정도라면 이미 폐질환은 심각한 수준에 이른 경우가 대부분이므로 조기발견에서도 중요한 검사이다. 또한 호흡기질환의 진단과 경과 관찰은 단순흉부방사선사진으로 대신할 수 있으나 폐의 손상과 노동력의 상실정도, 삶의 질 평가, 보상은 단순흉부방사선사진과 일치하지 않는 경우가 많아 폐기능검사 결과에 의해 판단하고 있으며, 이러한 방법은 세계적으로 널리 사용되고 있다(ILO, 1966; Seaton 등, 1972; Prince와 Frank, 1996). 즉 흉부방사선사진으로 보고자 하는 목적과 폐기능검사로 보고자하는 목적이 다르다.

현재 폐기능검사는 일반 병원에서 폐질환을 진단하거나, 분진에 폭로되는 근로자들의 집단검진에 사용되고 있다. 분진에 폭로되지 않는다 하더라도 화학 물질 등의 폭로에 의한 천식과 같이, 폐질환이 발생할 수 있는 근로자의 검진에 또한 권고되고 있다(노동부, 1989). 그러나 폐기능검사의 중요성에도 불구하고 우리나라에서는 이의 활용이 제대로 이루어지지 못하고 있다. 이러한 이유로 폐기능검사의 정확성과 신뢰성에 영향을 미치는 요인들에 대한 이해부족, 검사방법의 오류, 검사기기의 부정확성, 결과 판정의 잘못, 부적절한 폐기능 예측식 사용등으로 인하여 중요한 검사방법임에도 불구하고 폐기능검사 결과를 믿지 못하는 결과를 낳고 있다.

그 중에서도 사용하고 있는 폐기능 예측식의 종류에 따라 폐기능검사 결과의 변화는 7.6%에 이르고 있다(최정근 등, 1994). 그러므로 선진국에서는 자기나라에 적합한 예측치 공식을 가지고 있으며 통일적으로 사용하고 있다. 그러나 우리나라에서는 폐기능 검사기가 자체적으로 생산되지 못하므로 일본과 미국, 독일, 영국 등으로 부터 수입하여 사용되고 있으며 이들의 기기에 사용하는 예측치 공식도 각기 다르다. 따라서 이러한 여러가지 공식이 사용됨으로 인하여 결과를 일률적으로 비교한다는 것은 불가능하고 또한 어느 것이 참값인가를 결정한다는 것도 매우 어렵다. 그동안 우리나라에서도 여러번 예측치 공식이 발표되었으나 이들의 공식이 공통적으로 사용된 적은 없었다.

본 연구는 3년(2000-2003)에 걸쳐 한국인의 폐기능 예측식을 구하고자 하였다. 개발된 예측식은 근로자에 대한 호흡기질환의 진단과 보상에 적용될 뿐 아니라 일반 병원 및 특수건강진단시에도 적용할 수 있도록 다른 학회나 예측식을 사용하는 관련기관과 협조하여 진행하였다.

2001년 진행한 폐기능검사는 2000년 1차 조사에서 제시한 방법에 따라 폐기능검사를 실시하였다.

II. 연구 방법

본 연구는 3년에 걸친 연구로 1차년도인 2000년는 폐기능 예측식을 개발하기 위하여 우리나라의 사용실태 및 문제점을 파악하고 외국의 폐기능 예측식 사용 및 개발 사례 및 폐기능예측식 개발을 위한 기본 조건과 방법을 제시하였다. 또한 2001년 폐기능검사를 실시하기 위한 연구대상의 선정 및 진행방법, 폐기능 측정을 위한 표준화된 방법 개발 및 선정, 직접 폐기능검사를 실시할 폐기능검사자에 대한 교육과 정확성 및 신뢰성의 검증, 측정한 폐기능 검사치 중에서 분석에 포함 될 검사치의 선별방법에 대한 기준 등을 설정하고자 하였다.

2차년도인 본 연구는 2000년도에 연구된 조사를 기반으로 직접 폐기능검사를 실시하였다. 한국보건사회연구원(보사연)에서 3년마다 실시하는 2001년 국민건강영양조사와 같이 실시하였으며, 폐기능검사는 대한결핵 및 호흡기학회와 공동으로 실시하였다.

3차년도인 2002년에는 측정한 폐기능검사 기록을 검토하여 선별하고, 부족분에 대한 폐기능검사를 실시하고, 분석하여 최종적으로 폐기능예측식을 개발하는 과정으로 이루어진다. 이러한 일련의 과정을 도표로 표시하면 다음과 같다(표 1).

본 연구방법은 연구결과가 대표성을 갖추기 위한 연구대상자의 선정과 정확성과 신뢰성을 얻기 위한 검사방법과 정도관리, 검사결과의 타당성을 평가하기 위한 정확성과 신뢰성 검토가 중요한 요인이다.

표 1. 한국인 근로자의 폐기능 예측식 개발 과정의 요약

2000년(1차년도)

- 가. 우리나라의 사용실태 및 문제점 파악
- 나. 외국의 폐기능 예측식 사용 및 개발 사례 파악
- 다. 연구대상의 선정 및 진행방법 검토
- 라. 폐기능 측정을 위한 표준화된 방법 개발 및 선정
- 마. 폐기능검사자에 대한 교육과 정확성 및 신뢰성의 검증

2001년(2차년도)

- 가. 폐기능검사자에 대한 교육 및 방법 실시
- 나. 정도관리 프로그램의 개발 및 실천
- 다. 선정된 연구대상자에 대한 폐기능검사 실시
- 라. 폐기능검사자의 정확성과 신뢰성 검토
- 마. 측정자료의 타당성 및 정확성 검토

2002년(3차년도)

- 가. 선정된 연구대상자에 대한 폐기능검사 실시
 - 나. 검사자료의 신뢰성과 정확성 판단 기준에 따라 분석 대상 선정
 - 다. 자료 입력
 - 라. 자료 분석
 - 마. 폐기능 예측식 개발
 - 바. 개발된 예측식의 타당성 및 적용성 검토
-

1. 연구대상자의 선정

연구대상자는 통계청에 의뢰하여 선정하였다. 통계청에서 선정한 방법은 각 시도의 섬지역을 제외한 전국을 조사대상지역으로 선정하였다. 2000년 인구주택총조사에서 이용된 일반조사구수는 24만 6천여 개이며, 총가구수는 1,480만 가구이다. 7대 광역시와 경기, 강원, 충청, 전라, 경상, 제주 지역층과 시, 읍, 면지역의 행정구역을 각각 층화 변수로 한 2원 층화추출을 사용하였으며, 13개 그룹내에서 도시지역과 읍면지역으로 층화하여 전체적으로 20개 층을 구성하였다. 이중에서 아파트지역과 비아파트지역으로 나누고, 지역적인 안배를 고려하여 각 층내에서 행정구역에 따라 조사구를 정렬한 후 표본조사구를 계통추출하였다. 그 후 각 층의 조사구수에 비례하도록 표본을 비례배분하였다. 최종적으로 200개 조사구를 선정하였으며, 각 조사구에서 20여 가구가 선정될 수 있도록 계통추출법과 무작위추출법을 사용하여 선택하였다.

2. 폐기능검사자의 교육 및 정도관리

교육과 실습, 시험과정을 거쳐 최종적으로 14명의 폐기능검사자가 선별되었다. 6일간의 교육과 실습을 실시하고, 최종적으로 시험을 보아 정확성과 신뢰성이 95% 이상인 경우만 폐기능검사를 실시할 수 있도록 선정하였다. 폐기능검사자는 임상병리사가 대부분이었으며, 기타 산업위생사와 폐기능검사에 경력이 풍부한 전문가들이었다.

교육과정과 실습의 내용은 다음과 같다.

표 2. 폐기능검사자의 교육 및 실습 내용

-
- 가. 폐기능검사의 임상적 의의
 - 나. 검사에 이용되는 기호와 단위
 - 다. 폐기능검사의 종류
 - 라. 폐기능검사의 방법
 - 마. 보정 및 기기 관리
 - 바. 정도관리 방법
 - 사. 폐기능검사의 평가와 진단방법
 - 아. 저장 및 확인 방법
 - 자. 기기의 작동방법 및 주의점
-

폐기능검사의 정도관리를 위하여 폐기능검사를 할 때 지역의 대학병원에 근무하는 내과전문의를 참석하도록 하였으며, 중앙에 review center를 설치하고 각 검사자들을 정도관리하였다. 중앙의 review center는 폐기능검사자로부터 검사자료를 일주 단위로 e-mail로 받아 검토한 후 검사자와 지역책임자에게 송부하여 시정하도록 하였다.

분석 후 폐기능검사자별 통보내용은 다음과 같다.

표 3. 정도관리를 위한 폐기능검사자별 통보 내용

각 검사자별 시행한 그래프 수의 분포
각 검사자별 시행한 적합성이 있는 그래프 수의 분포
각 검사자별 FVC 재현성이 없는 그래프 수의 분포
각 검사자별 FEV1 재현성이 없는 그래프 수의 분포
각 검사자별 최고호기속도의 재현성이 없는 그래프 수의 분포
각 검사자별 외삽용적의 오류가 있는 그래프 수의 분포
각 검사자별 기침을 한 그래프 수의 분포
각 검사자별 호기 시간이 6초 미만인 그래프 수의 분포
각 검사자별 종료기준을 준수하지 못한 그래프 수의 분포
각 검사자별 검사종료의 고평부가 0.5초 미만 지속된 그래프 수의 분포
각 검사자별 검사종료의 고평부가 0.5-1.5초 미만 지속된 그래프 수의 분포
각 검사자별 검사종료의 고평부가 1.5초 이상 지속된 그래프 수의 분포

3. 폐기능검사의 진행

연구대상자의 선정은 전국민을 대표할 수 있는 통계적 범위를 통계청에서 선정하였으며, 보건복지부에서 주관하고 한국보건사회연구원(보사연)에서 주최한 2001 국민건강영양조사에서 한 부분으로 참가하여 폐기능검사를 실시하였다. 국민건강영양조사와 같이하게된 이유는 전국적인 조사이며, 대상자의 선정과 대상자의 모집하는데 지방의 동사무소와 행정조직을 활용하므로써 수검률을 높일 수 있다는 장점과 연구대상자에 대한 다른 혈액검사와 신체계측, 소변검사, 보건행태, 흡연 및 병원이용, 과거의 병력 등 다양한 정보를 공유할 수 있고, 설문조사를 따로 실시하기 위한 인력과 조직, 경비를 절약할 수 있는 장

점, 출장의 일시와 기간등을 감소시킬 수 있다는 장점 등이 있기 때문에 보사연과 같이 진행할 수밖에 없었다. 이중에서 가장 큰 이유는 경제적인 면이었다. 보사연은 다시 건강진단의 신체계측과 혈압, 혈액검사는 전국의 15개 대한건강관리협회에서 진행하였다. 폐기능검사는 보사연보다는 대한건강관리협회 관련자와 직접적으로 관련을 갖고 동일시간과 동일장소에서 실시하였다.

폐기능검사는 대한결핵 및 호흡기학회와 공동으로 진행하였는데 대한결핵 및 호흡기학회는 전국 만성폐쇄성 폐질환의 유병율을 파악하기 위한 폐기능검사가 필요하였고, 본 연구에서는 폐기능예측식을 개발하기 위한 폐기능검사가 필요하였기 때문에 동시에 진행하였다.

표 4. 폐기능검사의 진행

검사		검사방법
폐기능검사자	14명	
조사기간	2001. 11. 1 - 2002. 1. 19	
흉부방사선촬영자	12명(연구원 2명과 검진차 2대, 대한결핵협회 10명과 검진차 10대)	
폐기능검사기	Vmax series SensorMedics 2130 Rolling dry-seal spirometry(미국 SensorMedics사)	
폐기능검사	미국흉부학회에서 제시한 방법을 준용하고 독자적 검사방법을 선정하여 실시	
흉부방사선촬영	연구원 검진차 2대 직접촬영 대한결핵협회 검진차 10대 간접촬영(70 mm, 100 mm)	

또한 숙련된 폐기능검사자가 동시에 14명이 필요하였고, 동시에 흉부방사선 촬영이 이루어져야 하기 때문에 경제적인 이유와 인적부족을 공유하기 위하여 공동으로 실시하게 되었다.

검사항목으로는 폐기능검사와 흉부방사선촬영이 필요하였으며, 흉부방사선 촬영은 연구원소속 2대의 검진차와 나머지 10대는 대한결핵협회의 검진차를 이용하였다.

4. 폐기능검사 방법의 지침

가. 기계의 관리

폐기능검사는 미국 SensorMedics사의 Vmax series SensorMedics 2130 형인 Rolling dry-seal spirometry를 모두 이용하였다. mouth piece는 일회용을 사용하여 한 번 사용 후 버리도록 하였다. 연결호스는 조사기간이 2개월 여이므로 소독할 필요가 없었다. 필터는 검사자마다 한 번 사용 후 교체하여 사용하도록 하였다.

나. 보정작업

보정작업은 교육한데로 실시하고, 매일 아침과 저녁에 검사 전에 실시하였다. 보정작업시 입력사항으로는 날씨와 기압, 습도, 기온 등이었다.

다. 폐기능검사

폐기능검사의 제외 대상으로는 최근 3주 이내 흉부 또는 복부 수술을 받은 자와 최근 6주 이내 심장경색이나 심장발작이 있던 경우로 제한하고 기타의 경우는 모두 실시하는 것을 원칙으로 하였다. 모든 피검자의 폐기능검사를 실시하고 난 후 log sheet를 작성하도록 하여 정도관리에 활용하였다. 모든 검사 방법은 교육시 받은 방법으로 시행하고, 모든 검사대상자는 의자에 앉아서 상체를 앞으로 약 15도 기울인 상태에서 실시하도록 하였다. 검사전에 검사대상자에게 준비사항과 설명을 동일한 방법으로 하도록 하였다. 각 검사대상자에 대하여 정확성이 있는 그래프가 3회 이상, 신뢰성이 있는 검사가 3회 이상 되도록 하였다. 가장 좋은 그래프를 선정하는 방법으로 저장하도록 하였으며, error message가 나타날 때는 계속 시행하여 정확한 검사가 되도록 하였다. 저장된 검사는 10명 단위로 3.5인치 floppy diskette에 복사하고 log sheet를 기록하여 review center로 송부하고 검사자도 보관하였다.

라. 폐기능검사 실시 log sheet의 작성

각 폐기능검사 대상자는 정도관리와 실시현황을 파악하고 중앙에 review center에서 폐기능검사자의 검사방법에 대한 정도관리를 위하여 log sheet를 작성하도록 하였으며, 불충분한 검사가 이루어진 경우 다음의 항목을 기록하도록 하였다. log sheet의 내용은 다음과 같다.

표 5. log sheet의 내용

Floppy diskette no. 조사지역구명 date :									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ID	기압	기온	시간	나이	성별	키	몸무게	흡연여부	검사만족도	검사만족도에 대한 내용

검사의 만족도에 대한 내용은 다음과 같이 기술하도록 하였다. 이 기록은 일주일마다 검사 그래프와 함께 중앙의 review center로 보내졌다.

표 6. 폐기능검사의 만족도에 대한 표시 내용

표시	설명
PC(partially complete)	장비의 고장
	반복된 기침
	불충분한 노력 또는 숨을 내쉬는 것의 조기 중단
	급성 질환(감기, 독감, 폐렴)
	심한 만성 폐쇄성 폐질환(심한 천식, 심한 기관지염, 심한 폐기종)
	과식 후 검사
	검사를 이해하지 못함
	검사에 비협조
	의사 전달 장애
NE-No exam(실시하지 않음)	장비의 고장
	심한 만성 폐쇄성 폐질환(심한 천식, 심한 기관지염, 심한 폐기종)
	검사의 거부 또는 비협조
	최근 3주 이내 흉부 또는 복부 수술
	최근 6주 이내 심장경색, 심장발작

마. 정도관리를 위한 지역책임자의 역할

각 조사구마다 내과전문의인 지역책임자를 선정하였으며, 역할은 폐기능검사기의 보정결과 및 과정을 확인하는 일과 폐기능검사자의 검사과정을 감독하는 일, 폐기능검사 결과 log sheet의 작성에 대한 감독, 폐기능검사 장비의 이상 유무의 확인으로 장비목록과 소요품 재고 사항, 청소 및 소독 상태의 확인이었다. 또한 폐기능검사자의 검사에 대한 교육과 비상연락을 책임지도록 하였다.

5. 정확성과 신뢰성 검토 방법

각 검사대상자마다 정확성과 신뢰성의 판단은 한국인 근로자의 폐기능 예측식 개발⁽¹⁾에서 언급한 바와 동일하게 실시되었다. 판단의 기준은 미국흉부학회(ATS, American Thoracic Society)에서 제시한 기준을 만족하도록 최소한 정확성과 신뢰성이 있는 검사가 3회 이상 되도록 하였다.

가. 정확성의 기준

검사의 만족스러운 시작과 최소한 호기 시간이 6초 이상이어야 하고, 검사종료기준을 만족하여야 한다.

불만족스러운 호기의 시작은 지나친 조급함과 거짓 시작, 노력성 폐활량의 5% 이상 또는 0.15 리터 이상의 extrapolate volume 이 있는 경우와 최대호기 속도가 120 ms 이전에 나타난 경우로 정하였다. 기침은 일초간 노력성 폐활량의 측정이 부정확할 수 있으므로 다시 실시하도록 하였다. 호기의 종료점에 대한 기준으로 마지막 1초간 20 ml의 변화가 없는 경우로 정하였다.

표 7. 폐기능검사의 정확도에 대한 그래프상의 신호 및 설명

신호	설명
Exhalation time too short. minimum exhalation time of 6 seconds not met	호기시간이 6초 미만일 경우
End of test criteria not met	호기 종료 1초간 20 ml 이상인 경우
Unsatisfactory start of test. Extrapolation volume exceeds 5% or 0.15 L	외삽용적이 FVC보다 5% 또는 0.15 L 이상인 경우

나. 재현성의 기준

정확성이 있는 3회 이상의 검사중에서 가장 큰 수치의 노력성 폐활량과 다음으로 큰 수치의 노력성 폐활량 값과 차이가 5% 이내 또는 200 ml 이내에 있어야 한다. 가장 큰 검사치와 3회의 검사치중 가장 낮은 검사치의 차이는 노력성 폐활량과 1초간 노력성 폐활량의 차가 5% 이내(200 ml 이내)에 있지 않아도 되며, 재현성 또는 신뢰성에 도달하지 못한 다음의 경우는 선별하여 사용한다. 즉, 전체 8회의 반복검사를 시행한 경우, 검사대상자가 검사를 지속할 수 없거나, 하지 않기를 원할 때, 검사자가 더 이상 시행해도 좋은 결과치를 얻을 수 없다고 판단할 때이다.

이러한 경우 error message는 다음과 같다.

표 8. 폐기능검사의 재현성에 대한 그래프상의 신호 및 설명

신호	설명
The best peak flow and the next 3개의 그래프에서 최대호기속도가 largest vary by more than 10%	10% 이상 차이가 나는 경우
The best FVC and the next 최대 FVC 보다 0.2 L 이상 차이가 largest vary more than 0.2 L	나는 경우
The best FEV1 and the next 최대 FEV1 보다 0.2 L 이상 차이가 largest vary more than 0.2 L	가 나는 경우

III. 연구결과

2001년에는 직접 전국적으로 폐기능검사를 실시하는 것이 주안점이었다. 2002년에는 2001년에 실시한 결과를 분석하고 평가하여 대표성에 필요한 검사자수가 충족하도록 부족한 부분에 대한 추가검사가 요하고, 최종적으로 폐기능 예측식을 개발하게 된다. 따라서 2001년의 연구결과는 폐기능검사자수와 검사방법에 오류가 있는지 평가가 가장 중요한 일이었다.

폐기능검사의 대상자수는 총 5,522명이었으며, 보건사회연구원의 전국민 건강영양조사와 동시에 진행되는 관계로 2001년 11월 1일부터 2002년 1월 19일까지 진행되었다.

1. 조사구의 분포

조사구는 7개 대도시에 95개의 조사구이었으며, 기타 시·도 및 군단위 조사구는 101개 이었다. 따라서 총 196개 조사구에 13,086명이 총 인구수이었다. 광역시지역은 총 4,538명, 시도군단위 지역은 총 4,722명이었다. 이중에서 18세 이상만 폐기능검사를 실시하였으므로 총 9,260명이 폐기능검사의 대상자이었다. 이중에서 검사를 할 수 있었던 대상자는 5,498명이었으며, 실시할 수 없었던 대상자는 총 3,762명이었다.

7개 대도시지역 중 서울광역시는 43개 조사구로 2,076명이었으며, 부산광역시는 15개 조사구로 773명, 인천광역시는 10개 조사구로 460명, 대구광역시는 10개 조사구로 477명, 광주광역시는 6개 조사구로 260명, 대전광역시는 6개 조사구로 275명, 울산광역시는 5개 조사구로 217명이었다.

구체적인 지역별 분포는 다음과 같다. 인구비례로보아 서울지역이 가장 많을 수밖에 없으며, 다음으로는 경기도 지역이었다.

표 9. 광역시의 조사구수 및 폐기능검사자수의 분포(명수, %)

광역시 지역	조사구수	인구수	폐기능검사자수
서울광역시	43	2,076	1,014(39.6)
부산광역시	15	773	486(19.0)
인천광역시	10	460	257(10.0)
대구광역시	10	477	263(10.3)
광주광역시	6	260	191(7.5)
대전광역시	6	275	202(7.9)
울산광역시	5	217	149(5.8)
합계	95	4,538	2,562(100.0)

시도지역의 조사구는 경기도 지역이 36개 조사구로 1,735명, 경상남도 지역 13개 조사구로 571명, 경상북도 지역 12개 조사구로 515명, 전라남도 지역 8개 조사구로 329명, 전라북도 지역 10개 조사구로 434명, 충청남도 지역 7개 조사구로 327명, 충청북도 지역 8개 조사구로 345명, 강원도 지역 7개 조사구로 299명, 제주도 지역 3개 조사구로 167명으로 총 101개 지역구가 조사되었다.

조사실시율을 지역적으로 볼 때 서울지역의 참여율이 가장 낮아 46.3%이었으며, 다음으로는 경기·인천지역으로 56.5%이었다. 기타지역은 최소한 60% 이상이었다. 강원·충북지역은 76.0%, 대전·충남지역은 65.4%, 대구·경북지역은 63.1%, 부산·경남·울산지역은 62.2%, 전주·전북지역은 69.9%, 광주·전남지역은 76.8%, 제주지역은 72.8%이었다.

표 10. 도별 조사구수 및 폐기능검사자수(명수, %)

시·도별	조사구수	인구수	폐기능검사자수
경기도	36	1,735	978(33.3)
경상남도	13	571	335(11.4)
경상북도	12	515	339(11.5)
전라남도	8	329	149(5.1)
전라북도	10	434	298(10.1)
충청남도	7	327	236(8.0)
충청북도	8	345	226(7.7)
강원도	7	299	252(8.6)
제주도	3	167	123(4.2)
합계	101	4,722	2,936(100.0)

2. 조사대상자들의 역학적 특징

폐기능검사를 실시한 5,498명에서 24명은 조사기간중 이사 등으로 실제 거주하고 있는 24명이 포함되어 총 5,522명이었다. 5,522명중 적합성이 없는 824명을 제외한 4,698명은 남자가 2,132명으로 45.5%, 여자가 2,566명으로 54.5%이었다. 연령별 구성은 남자의 경우 18세 이상에 대하여 폐기능검사를 하였으므로 10대가 55명, 여자는 62명이었다. 20-24세의 남자는 120명이었으며, 여자는 161명이었다. 25-29세의 남자 173명, 여자 218명, 30-34세의 남자 243명, 여자 290명, 35-39세의 남자 284명, 여자 356명, 40-44세의 남자 305명, 여자 356명, 45-49세의 남자 238명, 여자 275명, 50-54세의 남자 160명, 여자 208명,

55-59세의 남자 173명, 여자 191명, 60-64세의 남자 153명, 여자 188명, 65-69세의 남자 115명, 여자 126명, 70세 이상은 남자 113명, 여자 142명이었다.

표 11. 연령 및 남·여별 폐기능검사자수

연령구분	남자		여자		합계	
	검사자수	%	검사자수	%	검사자수	%
18-19	55	1.1	62	1.3	117	2.4
20-24	120	2.5	160	3.4	281	5.9
25-29	173	3.7	218	4.6	391	8.3
30-34	243	5.2	290	6.2	533	11.4
35-39	284	6.1	356	7.6	640	13.7
40-44	305	6.5	356	7.6	661	14.1
45-49	238	5.1	273	5.8	513	10.9
50-54	160	3.4	207	4.4	368	7.8
55-59	173	3.7	191	4.1	366	8.8
60-64	153	3.3	187	4.0	341	7.3
65-69	115	2.4	126	2.7	241	5.1
70-74	60	1.3	97	2.0	157	3.3
75-79	39	0.8	35	0.7	74	1.5
80 이상	14	0.3	10	0.2	24	0.5
합계	2,132	45.5	2,566	54.5	4,698	100.0

3. 검사결과의 횟수 및 정확성과 신뢰성

가. 검사결과의 횟수

5,522명중 폐기능검사를 할 수 없는 경우가 88명이었으며, 이들은 주로 대상에 포함되었으나 설명을 알아들을 수 없거나, 검사에 불응하는 경우, 도저히 따라 시행할 수 없는 경우이다. 폐기능검사를 1회 실시한 경우가 146명으로 2.6%이었다. 1회 실시한 경우도 대부분 부정확하게 검사가 실시된 경우가 대부분으로 검사에 불응하거나 실시가 불가능한 경우이었다. 2회 검사가 실시된 경우는 524명으로 9.5%이었으며, 3회 검사가 실시된 경우가 2,600명으로 47.1%, 4회 검사가 실시된 경우는 1,310명으로 23.7%, 5회 검사가 실시된 경우는 540명으로 9.8%이었으며, 6회 검사가 실시된 경우가 198명으로 3.6%, 7회 이상 검사가 실시된 경우는 116명으로 2.1%이었다. 3-4회를 실시한 경우가 3,910명으로 70.8%이었다.

표 11. 폐기능검사 횟수와 대상자수

폐기능검사 횟수	대상자수	%
0	88	1.6
1	146	2.6
2	524	9.5
3	2,600	47.1
4	1,310	23.7
5	540	9.8
6	198	3.6
7	69	1.2
8	47	0.9
합	5,522	100

나. 적합성의 검사 분포

적합성이 없는 검사는 824명으로 총 14.9%에 해당되었다. 적합성이 없다고 하여 검사가 모두 오류가 있는 것은 아니다. 만성폐쇄성질환이나 늑막염, 폐렴, 심한 상기도감염 등이 있는 경우 적합성의 조건을 만족시킬 수 없기 때문이며, 대상자가 무작위 추출이므로 정상자와 이상자가 포함되어 있기 때문이다. 적합성이 1회인 경우가 753명으로 13.6%, 2회인 경우가 1,184명으로 21.4%, 3회 2,544명으로 46.1%, 4회 193명으로 3.6%, 5회 이상이 24명으로 0.4%이었다. 미국흉부학회에서 권고하는 3회 이상의 적합성이 있는 경우는 50.1%이었으나 1회 이상의 적합성이 있는 검사는 85.1%이었다.

표 12. 폐기능검사수와 적합성

적합성 횟수	검사자수	%
0	824	14.9
1	753	13.6
2	1,184	21.4
3	2,544	46.1
4	193	3.6
5	20	0.4
6	4	0.0
합	5,522	100

다. 노력성 폐활량의 재현성 여부에 따른 검사 분포

노력성 폐활량의 재현성이 있는가에 따른 분포에서 적합한 경우가 4,872명으로 89.7%에 해당되었다. 반면에 부적합한 경우는 561명으로 10.3%에 해당되었다. 노력성 폐활량의 재현성이 없다고 하여 모두 분석에 사용될 수 없는 것은 아니며 검사 그래프에 따라 포함여부가 결정된다. 또한 기계적 판단이므로 가장 큰 값의 노력성 폐활량과 다음으로 큰 검사치가 5% 또는 200 ml 이상의 차이가 있는 경우 부적합으로 판단되므로 200 ml와 큰 차이가 없는 경우에는 분석에 포함시킬 수 있다.

표 13. 노력성 폐활량에 대한 재현성

구분	대상자수	%
적합	4,872	89.7
부적합	561	10.3
합	5,433	100.0

라. 일초간 노력성 폐활량의 재현성 검사 분포

폐기능검사를 실시한 총 5,522명중 일초간 노력성 폐활량의 재현성 분석이 가능한 검사수는 5,434명이었다. 이중에서 일초간 노력성 폐활량의 재현성이 적합한 경우는 4,944명으로 91.0%이었다. 노력성 폐활량과 마찬가지로 부적합하다고 하여 분석에 포함시킬 수 없는 것은 아니다. 검사 그래프에 따라 포함여부가 결정되며, 기계적 판단이므로 가장 큰 값의 노력성 폐활량과 다음으로 큰 검사치가 5% 또는 200 ml 이상의 차이가 있는 경우 부적합으로 판단되므로 200 ml와 큰 차이가 없는 경우에는 분석에 포함시킬 수 있다.

표 14. 일초간 노력성 폐활량의 재현성

구분	대상자수	%
적합	4,944	91.0
부적합	490	9.0
합	5,434	100.0

마. 최고호기속도의 재현성 검사 분포

폐기능검사를 실시한 총 5,522명중 최고호기속도를 판단할 수 있는 경우는 5,436명이었으며, 이중에서 최고호기속도의 재현성이 적합한 경우는 4,301명으로 79.1%이었다. 부적합한 경우는 1,135명으로 20.9%이었다. 최고호기속도는 재현성이 중요한 요인은 아니며, 검사시 얼마나 호기를 잘했는가에 대한 평가이다. 또한 노력성 폐활량과 마찬가지로 부적합하다고 하여 분석에 포함시킬 수 없는 것은 아니다. 검사 그래프에 따라 포함여부가 결정되며, 기계적 판단이므로 가장 큰 값의 최고호기속도와 다음으로 큰 검사치가 10% 이상의 차이가 있는 경우 부적합으로 판단되므로 10%와 큰 차이가 없는 경우에는 분석에 포함시킬 수 있다.

표 15. 최고호기속도의 재현성

	총계	%
적합	4,301	79.1
부적합	1,135	20.9
합	5,436	100.0

4. 검사결과의 활용

5,522명중에서 폐기능예측식을 개발하기 위한 분석대상은 정상인이어야 한다. 정상인의 기준은 비흡연자로서 흉부방사선사진에서 정상소견을 보인 자를 선택하고, 설문지조사에서 과거의 병력상 호흡기질환을 보인 천식과 만성기관

지염, 감기, 늑막질환, 폐렴, 백일해, 암, 결핵 등에 이환된 기왕력이 있는 경우는 제외하여야 한다. 흉부방사선사진에서 정상판정은 방사선과 전문의 2인의 복수 판정으로 판단하여야 한다. 폐기능검사 대상자의 신체조건도 중요한 요인으로 작용할 수 있으며, 호흡기 질환으로 인하여 기관지 확장제 등의 약을 복용하고 있는 경우도 제외된다. 또한 호흡기 질환이 아니더라도 폐기능에 영향을 미칠 수 있는 질환인 암이나 근육질환, 심장질환, 선천성 이상자도 제외하여야 한다.

기타 임신 등 흉부방사선촬영을 할 수 없는 경우는 제외하고 폐기능검사를 교육한대로 따라하지 못하는 대상자는 제외하여야 한다.

또한 호흡기 질환을 유발할 수 있는 화학공장 근로자, 용접근로자, 주철 및 주물사업장에서 용접이나 사상을 하는 자, 페인트 칠을 하는 근로자 등 분진과 기관지를 수축시킬 수 있는 물질에 노출되거나 과거에 노출된 경력이 있으면 제외시켜야 한다.

표 16. 정상인의 판정기준

-
1. 비흡연자
 2. 호흡기 질환의 기왕력이 없는 자
 - 가. 과거 병력상 호흡기질환이 없는 자
 - 천식, 급만성 기관지염, 폐렴, 늑막질환, 백일해, 암, 결핵 등
 - 나. 호흡기질환과 흉부질환으로 입원경력이 없는 자
 3. 흉부방사선사진상 정상자
 4. 폐기능검사 당시 기침, 객담, 감기, 발열, 피로, 호흡곤란, 기타 질환이 없는 자
 5. 호흡기관련 기관지 확장제 등의 약제를 복용하고 있는 자
 6. 심장질환(협심증, 심부전, 심근경색)이 없는 자
 7. 경부와 흉부수술을 받지 않은 자
 8. 기타 질환과 선천성 이상이 없는 자
 9. 암과 근육질환이 없는 자
 10. 폐기능이 감소하는 직업력이나 환경적 노출이 없는 자
-

한국보건사회연구원의 2001년 국민건강영양조사와 동시에 진행되는 관계로 2001년 11월 1일부터 2002년 1월 19일까지 진행되었으므로 흉부방사선 판독이 아직 끝나지 않은 시점이며, 설문지도 보사연에서 실시하여 아직 정리가 되지 않은 상태이다. 따라서 분석에 정확히 포함되어야 할 대상자수는 결정되지 않은 상태이다. 이러한 결정은 2002년에 계속되어 진행할 과제이다.

IV. 고찰

폐기능 예측식의 개발은 사용하고자 하는 집단의 대표성이 가장 큰 문제이다. 인구분포의 비례와 지리적 분포와 경제적 분포, 교육수준, 직업적 분포 등이 고려되어야 한다. 또한 연령을 대표하기 위하여 연령별, 남·여별 분포가 대표성을 갖아야 한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 2000년 인구주택총조사를 근거하여 통계청에서 선정하였으므로 대표성에 대하여 문제는 없다고 판단된다.

다음으로는 연령별 대표성이며, 본 연구에서는 18세 이상의 남·여별 분포가 전체적 연령분포와 동일하고, 정규분포를 하여 통계적 처리에 합당하여야 한다. 1991년 미국흉부학회의 지침서에서는 폐기능 검사실을 이용하는 인구집단에서 20~40명의 정상인을 대상으로 폐활량 검사를 시행하여 여러 예측식 중 이 측정값들을 가장 잘 설명하는 예측식을 선택하도록 권장하고 있다. 이는 현재까지 발표된 어느 하나의 예측식이 모든 지역, 모든 집단에 일률적으로 적용될 수 없다는 입장을 반영하는 것이다. 그 외의 기관들은 폐기능 검사의 해석에 특정한 예측식을 선택하도록 권장하고 있는 곳도 많다. 미국에서는 주로 Crapo 예측식(1981)이나 Knudson 예측식(1976, 1983)을, 그리고 유럽에서는 ECSC 예측식(1983)을 선택하도록 하고 있다. 우리나라의 병원이나 임상과에서 주로 사용하고 있는 Morris 예측식의 선택을 권장한 곳은 1983년 미국의 ACCP(American Academy of Chest Physicians) 밖에 없는 실정이다. 하지만 우리나라 성인의 정상 폐활량을 예측하는데 Morris 예측식보다 Crapo나 Knudson 또는 ECSC의 예측식을 선택하는 것이 더 나은 것인가를 생각하면 이것도 현재까지는 크게 근거가 없는 실정이므로 우리나라의 예측식은 독자적으로 구해져야 하는 이유가 여기에 있다.

또한 미국에서 최근에도 폐기능 예측식(Hankinson 등, 1999)을 개발하고 있다. 이러한 이유는 신장과 체중의 변화 및 생활환경의 변화가 지속적 진행되기

때문에 지속적이고 주기적으로 개발하고 있다. 백인 성인을 대상으로 구한 정상 폐활량 예측식은 여러 가지가 있는데 이중에서 노력성 폐활량과 일초간 노력성 폐활량, 일초율에 대하여 일반적으로 사용하고 있는 예측식은 Kory 예측식(1961), Morris 예측식(1971), Crapo 예측식(1981), Knudson 예측식(1976, 1983), ECSC 예측식(1983), Hankinson 예측식(1999)이다.

백인들을 대상으로 한 예측식 중 미국과 유럽에서 가장 많이 사용되고 있고 우리나라에서도 현재까지 가장 많이 사용되고 있는 예측식으로는 Morris 예측식(1971), Crapo 예측식(1981), Knudson 예측식(1976 & 1983), ECSC 예측식(1983) 등이다.

여러 예측식중 어떤 예측식을 선택할 지 판단하기 위해서 각각의 예측식이 구해진 내용을 잘 살펴보아야 한다. 연구방법상 표준화된 폐활량검사기기와 검사방법을 사용하였는지, 연구대상의 특성 즉, 연령범위와 신장범위를 알아야 하며, 표본추출을 누구를 대상으로 어떻게 시행하였는지 또 통계학적 처리를 적절히 시행했는지 살펴보아야 한다. Morris 예측식(1971)은 988명의 성인으로 남성 517명, 여성 471명이었으며, 20-84세 범위이었다. 이 연구의 제한점은 고연령층의 검사수가 작았다.

표 17. Morris 예측식 개발의 대상자수

나이(년)	대상자수	
	남자	여자
20-24	102	53
25-29	67	73
30-34	77	53
35-39	68	54
40-44	52	47
45-49	42	42
50-54	41	44
55-59	26	27
60-64	16	25
65-69	11	16
70-74	9	19
75-79	2	10
80-84	4	8
Total	517	471

1981년 Crapo 등이 개발한 예측식은 251명의 성인으로 남성 125명, 여성 126명이었으며, 15-91세 이었다. 단, 85세 이상은 남성에서만 2명이었다.

1990년 Crapo의 예측식은 유타와 캘리포니아에 거주하는 건강한 비흡연자들로 이루어진 히스페닉계 미국인 259명(남자 116명, 여자 143명)에 대한 노력성 폐활량, 일초간 노력성 폐활량, 일초율, 노력성 호기중간유량의 측정이 이루어졌다. 독립변수로 키, 연령 그리고 체중과 종속변수로 폐기능 검사지표를 이용하여 20세이상의 여자와 25세 이상의 남자에 대한 선형회귀공식이 만들어졌다.

표 18. Crapo 예측식을 구한 대상자수

Age (yr)	Men	Women
15-24	17	18
25-34	18	18
35-44	19	19
45-54	19	18
55-64	18	19
65-74	17	17
75-84	15	17
85-91	2	
Total	125	126

1976년 Knudson의 예측식은 7세 이상 3115명을 검사하여 제외기준에 따라 6세 이상의 746명의 건강한 정상인을 선별하였고 (남성 291명, 여성 455명), 성인은 25세 이상의 남성 128명과 20세 이상의 여성 321명이 포함되었다. 노력성 폐활량과 일초간 노력성 폐활량은 남성에서는 27세까지, 여성에서는 20세까지 연령이 증가함에 따라 증가하고 그 이후 연령이 증가함에 따라 감소한다. 따라서 노력성 폐활량과 일초간 노력성 폐활량은 남성에서는 25세를 기준으로, 여성에서는 20세를 기준으로 구분하여 선형회귀방정식을 따로 구하였다. 이와 달리 일초율은 연령이 증가함에 따라 계속 감소하므로 전 연령에 대해 하나의 선형회귀방정식을 구하였다.

1983년 Knudson 식은 Epidemiology Standardization Project (Ferris, 1978)와 미국흉부학회의 Snowbird report (American Thoracic Society, 1979)가 발표됨에 따라 이 권장사항에 맞추어 연구자들은 Tucson epidemiologic study

of obstructive lung disease에서 구한 자료를 재분석하였다. 697명의 건강한 정상인 (남성 322명, 여성 375명)으로 이중 성인은 25-84세의 남성 86명과 20-87세의 여성 204명이 포함되었다.

표 19. Knudson 예측식을 구하기 위한 대상자수

	나이(년)	대상자수
남자		
FVC, FEV1	6 - 12	105
	12 - 25	131
	25 - 40	39
	40 - 85	47
FEV ₁ /FVC%	6 - 25	229
	25 - 85	86
여자		
FVC	6 - 11	75
	11 - 20	96
	20 - 40	85
	40 - 70	91
	40 - 88	119
FEV ₁ /FVC%	6 - 20	169
	20 - 88	204

ECSC(European Coal and Steel Company)에서 개발한 이 예측식은 18-70세의 성인을 대상으로 구한 선형회귀방정식이다. 유럽호흡기학회는 18-25세의 연령기간동안에는 환기기능의 변화가 거의 없다는 것이 여러 단면연구에서 밝혀져, 18-25세 사이의 연령에서는 연령변화에 따른 폐활량의 변화가 매우 적으므로 25세를 대표값으로 사용하도록 하였다.

Hankinson의 예측식은 The third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III)에서 증상이 없고 장기간 비흡연자인 8세에서 80세까지의 백인(caucasian), 아프리카계, 멕시코계 미국인 7,429명에 대하여 폐기능검사 참고치에 대한 조사를 실시했다.

다음으로는 폐기능검사법이다. 최근에 개발된 예측식들은 미국흉부학회에서 제시하고 있는 폐기능검사법을 따르고 있다. 본 연구에서도 미국흉부학회에서 제시하고 있는 검사방법을 충실히 따르고자 하였다. 즉, 보정의 실시와 정확성과 재현성의 기준 및 검사횟수 등이다.

또한 폐기능검사기의 기종이다. 미국흉부학회에서는 매년 미국흉부학회의 기준에 맞은 폐기능검사기를 발표하고 있다. 본 연구에서는 미국 SensorMedics사의 Vmax series SensorMedics 2130 Rolling dry-seal spirometry를 사용하였다. 이는 미국흉부학회의 기준을 만족하고 있는 기종이다. Crapo 등의 예측식에서 검사방법으로는 water-seal metal bell spirometer (Collins 13.5 L)를 이용하여 앉은 자세에서 1979년 미국흉부학회 지침에 따른 검사기와 방법을 사용하였다. 3회의 적합성 있는 측정값이 얻어질 때까지 검사를 시행하였다. 1976년 Knuson의 예측식에서 폐기능검사기는 pneumotachygraph이었고, 앉은 자세에서 최소한 5회의 적합한 검사결과가 나올 때까지 시행하였다. 노력성 폐활량과 일초간 노력성 폐활량은 이중 가장 큰 2개의 측정값의 평균을 선택하였다. 1999년 Hankinson 등의 예측식에서는 본 연구에서 사용한 기종과 비슷한 기종을 사용하였다. 즉, 직접유량을 측정하는 방식이 Ohio series를 사용하였다.

다음으로는 정도관리이다. 본 연구에서는 폐기능검사에 미치는 외적요인과 내적요인에 대하여 통제하고자 노력하였다. 폐활량측정치는 많은 외부 요인에 의하여 영향을 미치고 있다. 많은 요인에 의하여 영향을 받을 수 있으므로 이러한 요인들을 적절히 규제하여 신뢰성 있는 검사치를 얻는다는 것은 쉬운 일이 아니다. 정확성과 신뢰성이 없는 폐활량측정은 시행할 필요가 없다. 폐활량

측정자의 폐기능 상태를 과소 평가하거나 과대 평가하여 진단 등에 오류가 발생할 수 있고, 치료의 방향이나 예후의 판정에 혼란을 가중시킬 수 있다. 특히 역학조사에서는 정확성과 정밀성이 있는 검사치를 요구하며, 미미한 변화의 원인을 찾고자 할 때는 더욱 정확성과 정밀성 있는 검사치가 필요하다. 정도관리를 해야 할 요인들은 크게 2가지로 구분된다. 외적 요인인 기술적 요인과 검사 대상자의 내적 요인인 생물학적 요인이다. 생물학적 요인이란 검사대상자의 키와 나이, 성별 등 임의적으로 변화시키거나 바꿀 수 없는 요인들이 대부분이다. 그러나 이러한 생물학적 요인인 성, 나이, 신장, 체중 등은 폐활량측정치에 가장 큰 영향을 미치나 이미 고정적이어서 일부를 제외하고는 변화시킬 수 없는 요인이므로 정도관리에 포함되지 않는다.

외적 기술적 요인은 폐활량측정의 방법과 폐활량측정자의 능력에 따른 차이, 폐활량측정기의 성능에 따른 차이, 검사방법의 차이, 측정의 환경조건에 따른 차이 등으로 정도관리를 해야 할 요인들이 많다. 대상자 자체의 차이점에서 검사의 자세는 모두 앉아서 시행하였으며, 하루중의 검사시간은 새벽과 저녁으로 통일하여 시작하였으나 새벽에 시작한 폐기능검사치는 다소 낮과 저녁보다 낮은 것으로 알려져 있어 분석시 주의를 요한다. 노력의 정도와 협조정도는 폐기능검사자의 교육과 실습을 통하여 통제되었다. 대상자간의 차이점에서 직업 및 환경 폭로는 설문지를 통하여 통제될 수 있고, 사회경제적 상태는 대상자의 선정에서 통제되었다.

외적 기술적 요인에서 검사기의 성능은 이미 검증된 기기를 사용하였으므로 통제되었다고 볼 수 있으며, 검사의 방법에서 설명방법은 폐기능검사자들을 교육 및 실습을 통하여 통제되었다. 검사자세는 앉은 자세로 모두 통일하였으므로 이 또한 통제되었다고 볼 수 있다. 검사횟수는 최소한 정확한 검사가 3회 이상이 되도록 노력하였으나 다소 미진한 부분이 있었다. 5,522명중 폐기능검사를 할 수 없는 경우가 88명이었으며, 이들은 주로 대상에 포함되었으나 설명을 알아들을 수 없거나, 검사에 불응하는 경우, 도저히 따라 시행할 수 없는

경우이다. 이경우는 분석에서 제외되어야 한다. 폐기능검사를 1회 실시한 경우가 146명으로 2.6%이었다. 1회 실시한 경우도 대부분 부정확하게 검사가 실시된 경우가 대부분으로 검사에 불응하거나 실시가 불가능한 경우이었다. 2회 검사가 실시된 경우는 524명으로 9.5%이었으며, 3회 검사가 실시된 경우가 2,600명으로 47.1%, 4회 검사가 실시된 경우는 1,310명으로 23.7%, 5회 검사가 실시된 경우는 540명으로 9.8%이었으며, 6회 검사가 실시된 경우가 198명으로 3.6%, 7회 이상 검사가 실시된 경우는 116명으로 2.1%이었다. 3-4회를 실시한 경우가 3,910명으로 70.8%이었다.

그러나 이러한 검사가 모두 활용될 수 없는 것은 아니므로 그래프를 면밀히 관찰하여 분석에 포함시킬지 여부를 전문가적 판단에 따라야 한다. 검사자의 지식에서 설명하는 방법과 예를 보이는 방법, 독려하는 방법은 폐기능검사자들의 교육과 실습을 통하여 통제되었다고 볼 수 있다. 기타 검사의 환경에서 온도와 고도, 습도 등은 보정을 통하여 통제되었다고 볼 수 있다. 온도와 습도계는 건습구 온도계를 모두 치참하도록 하여 정확히 측정되었으며, 고도는 기상청을 통하여 확인하여 입력하는 방법을 사용하였으므로 이 또한 통제되었다고 볼 수 있다.

표 20. 정도관리를 해야할 요인들

외적 기술적 요인	내적 생물학적 요인
검사기의 성능 용량(volume) 측정의 정확성 유량(flow) 측정의 정확성 software의 종류 검사의 방법 부적절한 설명 부적절한 검사 방법 검사횟수 검사자세 검사자의 지식 설명하는 방법 예를 보이는 방법 독려 방법 검사의 환경 온도 고도 습도	대상자 자체의 차이점 검사의 자세 하루중의 검사시간 노력의 정도 생체리듬, 호르몬등의 변화 비협조 대상자간의 차이점 거주지역-고도, 대기오염등 직업 및 환경 폭로 사회경제적 상태

분석에 포함시키기 위한 대상자의 선정은 정상인에 한하여 포함시켜야 하며 정상인의 기준은 표 16에 표시하였다. Morris의 예측식은 정상인의 선정기준은 최소한 6개월 이내 비흡연자, 천식, 만성기관지염, 폐렴이 없던 자, 지속적인 기침이나 최근 호흡기질환으로 치료받지 않은 자, 흉부청진상 청명이 없는 자, 흉부 부상이나 수술을 받지 않은자, 오염지역에서 근무하지 않은 자이었다. 검사방법으로 검사기기는 Stead-Wells spirometers 이었으며, 선 자세에서 각

Crapo등의 예측식에서 선정기준은 비흡연자로 0.5 갑-년 이하이고 최근 최소한 6개월 이내 비흡연자, 폐, 심장, 흉벽의 질환 증상이 없는 자, 흉부방사선사진 소견에서 정상자, 심장, 폐, 흉벽의 임상진단에서 정상 소견자이다. 1976년 Knuson의 예측식에서 제외기준으로 규칙적 흡연자, 호흡기 증상과 질환이 있는 자, 심장이상이 있는 자, 어릴 때 호흡기 질환의 소견이 있는 자를 제외하였다. 1983년 Knudson의 예측식에서 제외기준은 규칙적 흡연과 천식, 만성기관지염, 폐기종, 기관지확장증과 어릴 때 호흡기 질환, 심각한 흉부질환, 흉부수술, 만성 기침, 최근의 천명, 숨참, 고혈압과 심장질환, 의사에 의해 진단된 비강의 질환 등이었다. 이러한 판단은 2002년 분석시에 판단하여 평가해야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 2001년 한국인 근로자들의 폐기능 예측식 개발(Ⅰ)의 연속과제로 이 결과를 토대로 2001년은 전국 연구대상자에게 폐기능검사를 실시하였다.

통계청에서 전국의 인구비례와 경제적 수준, 교육수준, 주거수준 등을 고려하여 196개 조사구가 선정되었다. 2001년 국민건강·영양조사의 건강진단 대상자와 동일하게 선정하였다. 폐기능검사자는 총 14명이 동일한 교육과 실습을 통하여 선별하였으며, 폐기능검사기는 모두 직접측정방식인 미국 Sensor Medics사의 Vmax seires 2130으로 실시하였다. 폐기능검사방법은 미국 흉부학회의 폐기능검사방법 권고안에 준하여 protocol을 만들어 시행하였으며, 정도관리를 위하여 폐기능검사를 실시하는 지역의 조사구당 내과전문의가 배석한 상태에서 실시하였으며, 중앙에 review center를 설치하고 일주일 단위로 폐기능검사자에 대한 정도관리를 실시하였다. 설문조사와 신체계측은 2001년 국민건강·영양조사에서 조사한 결과를 활용하고자 본 연구에서는 직접 측정하지는 않았다. 폐기능검사와 동시에 흉부방사선촬영이 실시되었는데 일부 직접촬영과 간접촬영이 실시되었다. 정상 성인의 폐기능예측식을 구하고자 하였으므로 18세 이상의 남·여에 대하여 폐기능검사와 흉부방사선사진을 촬영하였다.

조사구는 총 196개로 7개 특별시와 광역시가 95개의 조사구이었으며, 시·도 및 군단위 조사구는 101개이었다. 폐기능검사자는 총 5,522명이었으며, 이중에 적합성이 없는 824명(14.9%)을 제외한 4,698명은 남자가 2,132명으로 45.5%, 여자가 2,566명으로 54.5%이었다. 전체적으로 65세 이상의 연령군에서 검사대상자수가 적었다. 폐기능검사를 1회 실시한 경우가 146명으로 2.6%이으며, 2회 검사가 실시된 경우는 524명으로 9.5%이었다. 이외에 모든 대상자는 최소한 3

회 이상의 폐기능검사가 실시되었다. 노력성 폐활량의 재현성이 있는가에 따른 분포에서 적합한 경우가 4,872명으로 89.7%에 해당되었다. 일초간 노력성 폐활량의 재현성 분석이 가능한 검사수는 5,434명이었으며, 이중에서 재현성이 적합한 경우는 4,944명으로 91.0%이었다. 또한 최고호기속도의 재현성이 적합한 경우는 4,301명으로 79.1%이었다.

2002년에는 폐기능검사를 실시한 결과를 분석하고 부족분에 대하여 추가검사를 실시할 예정이고 최종적인 폐기능 예측식을 개발할 예정이다.

참고문헌

- 노동부. 근로자특수건강진단 방법 및 직업병관리기준. 1989
- 노동부. 진폐증의 판정기준 노동부 예규 183호. 1990
- 최정근, 손미아, 김현경, 백도명, 최병순. 근로자 폐기능검사 현황과 정도관리 요인에 대한 연구 대한산업의학회지 1994;6(2):187-200
- 최정근, 백도명 폐기능검사시 예측치 공식의 중요성. 국민보건연구소 연구논총 1995; 5(1) 31-37
- 최정근, 백도명. 1997-1998 진폐정도관리 교재. 폐기능검사의 방법(폐활량측정 방법)
- ATS. *Snowbird workshop on standardization of spirometry.* Am Rev Resp Dis. 1979;119:831-838
- ATS. *Standardization of spirometry-1987 update.* Am Rev Resp Dis. 1987; 136:1285-1298
- ATS. *Lung function testing: selection of reference values and interpretive strategies.* Am Rev Resp Dis. 1991; 144(5):1202-1218
- ATS. *Standardization of Spirometry 1994 Update* Am Rev Resp Dis 1995;52:1107-1136
- Castellsaue J. Respir Med 92:401
- Enright PL, Lebowitz MD, Cockcroft DW. Physiologic measures: pulmonary function tests. Am J Resp Crit Care Med 1994;149:s9-18
- Enright PL, Johnson LR, Connett JE, Voelker Helen, Sonia Buist A. Spirometry in the lung health study. Am Rev Respir Dis 1991;143:1215-1223
- European Coal and Steel Community. Ed Quanjer PhH. Standardized lung function testing report working party "Standardization of Lung Function

Tests." *Bul European Physiopathologie Respiratoire* 1983; 19(Suppl 5)

Ferris B.G. JR., Anderson D.O., and Zickmantel R. Prediction Values for Screening Tests of Pulmonary Function

Hankinson JL, Robert O. Crapo. Standard flow-time waveforms for testing of PEF Meters. *Am J Resp Crit Care Med* 1995;152:696-701

Hankinson J.L., Odencrantz J.R., and Fedan K.B. Spirometric Reference Values from a Sample of the General U.S. population. *Am J Respir Crit Care Med* 1999;159:179-187

Kory RC, Callahan R, Boren HG, Syner JC : The Veterans Administration-Army cooperative study of pulmonary function: I. Clinical spirometry in normal men. *Am J Med* 30:243-258,1961

ILO. Report of the experts on respiratory function tests in pneumoconiosis. In *respiratory function tests in pneumoconiosis*. 1966, Geneva, p 1-26

ILO. Guidelines for the use of ILO international classification of radiographs of pneumoconiosis. Revised ED 1980 Occupational Safety and Health Series No 22

Prince TS, Frank AL. Causation, impairment, disability: an analysis of coal workers' pneumoconiosis evaluations. *J Occup Environ Med* 1996;38(1):77-82

Quanjer Ph.H, Tammeling GJ, Cotes JE, Perdersen OF, Peslin R, Yernault J-C. Lung volumes and forced ventilatory flows-Report working party standadization of lung function tests European Community for Steel and Coal. 1993;6(s16):5-40

Robert O. Crapo R.O., Robert L. Jensen R.L., Lockey J.E. et al. Normal Spirometric values in healthy Hispanic Americans. *Chest* 1990;98:1435-1439

부록

지역명 : 서울특별시

구분
송파구 가락2동
노원구 중계본동
서초구 서초2동
강북구 번2동
강남구 논현1동
도봉구 창3동
송파구 풍납2동
서초구 반포1동
강남구 청담1동
도봉구 방학3동
송파구 풍납2동
송파구 잠실7동
성북구 석관1동
동대문 장안1동
광진구 구의2동
성북구 정릉2동
영등포구 여의도동
영등포구 신길5동
강동구 천호2동
동대문구 청량리1동
양천구 신월6동
종로구 종로5,6가동
동작구 본동
서대문구 창천동
양천구 신정1동
중구 중림동
관악구 신림2동

구분
구로구 오류1동
은평구 불광1동
성동구 용답동
서대문구 북가좌2동
은평구 불광1동
성동구 사근동
관악구 봉천6동
은평구 응암2동
강서구 가양3동
마포구 망원1동
금천구 시흥본동
중랑구 묵2동
구로구 구로3동
중랑구 면목2동
강서구 화곡2동
용산구 이촌2동

지역명: 부산광역시

구 분
영도구 동삼1동
남구 용호2동
해운대 반여1동
중구 부평동
북구 화명동
서구 서대신3동
동구 범일4동
수영구 광안4동
사하구 다대1동
수영구 광안4동
사하구 괴정2동
연제구 거제동
동래구 복산동
동래구 수민동
금정구 부곡2동
진구 전포3동

지역명: 인천광역시

구 분
계양구 계산2동
부평구 산곡3동
남동구 구월4동
계양구 계양2동
부평구 삼산동
남동구 논현고잔동
남구 도화2동
연수구 청학동
동구 송현3동
중구 북성동

지역명: 대구광역시

구 분
동구 신암3동
동구 지저동
서구 평리3동
중구 성내3동
달서구 이곡동
달서구 성당1동
수성구 파동
북구 복현2동
북구 고성동
북구 관음동

지역명: 광주광역시

구 분
광주동구 지원동
남구 월산5동
남구 봉선2동
북구 두암2동
광주북구 서산동
서구 농성1동

지역명: 대전광역시

구 분
대전동구 용운동
대전동구 판암2동
유성구 전민동
서구 갈마2동
서구 둔산1동
중구 유천1동

지역명: 울산광역시

구 분
남구 야음2동
남구 선암동
중구 우정동
중구 우정동
울주군 온산읍

지역명: 경기도

구 분
고양덕양구 고양동
고양일산구 백석동
수원팔달구 매탄3동
수원장안구 파장동
시흥시 신천동
시흥시 정왕2동
성남수정구 신흥1동
성남중원구 금광1동
수원장안구 율전동
수원권선구 구운동
수원장안구 연무동
고양덕양구 화정1동
안양만안구 안양5동
안양동안구 달안동
용인시 구성면
용인시 포곡면
성남분당구 달안동
양주군 광적면
부천소사구 심곡본동
동두천시 중앙동
부천원미구 심곡3동
부천원미구 중1동
포천군 포천읍
이천시 장호원읍
안산시 본오2동

구 분
화성군 동탄면
안산시 월피동
의정부시 호원동
의정부 의정부2동
광명시 광명3동
광명시 철산3동
평택시 진위면
하남시 신장2동
하남시 춘궁동
남양주시 와부읍
구리시 인창동

지역명 : 충청북도

구분
청주 흥덕구 운천신봉동
청주 흥덕구 복대1동
청주 상당구 을량 사천동
충북 단양군 단양읍
충주시 교현2동
충북 청원군 내수읍
충북 영동 용산읍
충주시 양성면

지역명 : 충청남도

구 분
충남 금산군 군북면
천안시 쌍용2동
천안시 쌍용2동
아산시 송악면
아산시 음봉면
태안군 태안읍
서천군 서천읍

지역명: 전라북도

구 분
덕진구 호성동
군산시 신평동
전주시 팔복동
익산시 망성면
완산구 중화산2동
익산시 평화동
완주군 삼례읍
김제시 공덕면
정읍시 장명동
순창군 금과면

지역명: 전라남도

구 분
목포시 원산동
여수시 쌍봉동
여수시 율촌면
여수시 중앙동
전남곡성군 곡성읍
화순군 춘양면
해남군 송지면
영광군 홍능읍

지역명: 경상북도

구 분
포항시남구 오천읍
포항시남구 오천읍
포항남구 해피동
포항남구 효곡동
청도군 화양읍
김천시 대신동
봉화군 봉화읍
경주시 천북면
영천시 동부동
의성군 의성읍
김천시 대신동
영천시 화산면

지역명: 경상남도

구 분
마산합포구 교방동
마산합포구 산호동
마산회원구 내서읍
창녕군 영산면
김해시 내외동
하동군 청암면
진주시 일반성면
진주시 상대2동
창원시 상남동
창원시 명곡동
통영시 미수2동
거제시 신현읍
마산시회원구합성1동

지역명: 강원도

구 분
강릉시 포남2동
강릉시 초당동
횡성군 횡성읍
춘천시 서면
춘천시 후평3동
춘천시 소양동
철원군 서면

지역명 : 제주도

구분
제주시 오라동
제주시 일도2동
북제주군 한림읍

한국인 근로자의 폐기능 예측식 개발(II)

[연구원 00-00-00]

발 행 일 : 2002. 2

발 행 인 : 원장 정 호 근

연구수행자 : 수석연구원 최 정 근

발 행 처 : 한국산업안전공단
산업안전보건연구원

주 소 : 경남 창원시 용호동 7-3

전 화 : (055)269-0571

F A X : (055)269-0596

비매품