

우리나라 당뇨병의 역학적 규모와 당뇨병 관리현황 과약을 위한 표본설계의 평가

이지성, 김재용¹⁾, 백세현²⁾, 박이병³⁾, 이준영⁴⁾

고려대학교 대학원 보건학협동과정 보건통계학, 한림대학교 의과대학 사회의학교실¹⁾, 고려대학교 의과대학 내과학교실²⁾,
가천의과대학교 길병원 내분비대사내과³⁾, 고려대학교 의과대학 의학통계학교실⁴⁾

An Evaluation of Sampling Design for Estimating an Epidemiologic Volume of Diabetes and for Assessing Present Status of Its Control in Korea

Ji-Sung Lee, Jaiyong Kim¹⁾, Sei-Hyun Baik²⁾, Ie-Byung Park³⁾, Juneyoung Lee⁴⁾

Department of Public Health, Korea University Graduate School, Department of Social and Preventive Medicine, College of Medicine, Hallym University¹⁾, Department of Internal Medicine, College of Medicine, Korea University²⁾, Department of Endocrinology of Metabolism, Gachon University of Science and Medicine³⁾, Department of Biostatistics, College of Medicine, Korea University⁴⁾

Objectives : An appropriate sampling strategy for estimating an epidemiologic volume of diabetes has been evaluated through a simulation.

Methods : We analyzed about 250 million medical insurance claims data submitted to the Health Insurance Review & Assessment Service with diabetes as principal or subsequent diagnoses, more than or equal to once per year, in 2003. The database was re-constructed to a 'patient-hospital profile' that had 3,676,164 cases, and then to a 'patient profile' that consisted of 2,412,082 observations. The patient profile data was then used to test the validity of a proposed sampling frame and methods of sampling to develop diabetic-related epidemiologic indices.

Results : Simulation study showed that a use of a stratified two-stage cluster sampling design with a total sample size of 4,000 will provide an estimate of 57.04% (95% prediction range, 49.83 - 64.24%) for a treatment prescription rate of diabetes. The proposed sampling design consists, at first, stratifying the area of the nation

into "metropolitan/city/county" and the types of hospital into "tertiary/secondary/primary/clinic" with a proportion of 5:10:10:75. Hospitals were then randomly selected within the strata as a primary sampling unit, followed by a random selection of patients within the hospitals as a secondly sampling unit. The difference between the estimate and the parameter value was projected to be less than 0.3%.

Conclusions : The sampling scheme proposed will be applied to a subsequent nationwide field survey not only for estimating the epidemiologic volume of diabetes but also for assessing the present status of nationwide diabetes control.

J Prev Med Public Health 2009;42(2):135-142

Key words : Simulation, Diabetes mellitus, Epidemiologic indices, Insurance claim review data, Stratified two-stage cluster sampling

서론

당뇨병에 관한 국내 역학 자료들은 대부분 한정된 지역에서 얻어진 자료로 전국적인 조사에 기초한 당뇨병 자료는 아직 부족한 실정이다. 전국적인 당뇨병 자료로는 1990년 제6차 전국 결핵 유병률 실태 조사를 위하여 추출된 우리나라 인구의 대표적인 표본인구 중 30세 이상 성인을 대상으로 우리나라 당뇨병 유병률을 추정하고 그 역학적 특성을 파악한 연구와

[1] 최근 연구결과로 2005년 국민건강영양조사 중 이환조사에서의 당뇨병 자료 등이다 [2]. 이렇게 국내에서 진행된 많은 역학연구 결과에 따르면 당뇨병이 증가되고 있는 것이 사실이지만, 이 연구들에서 사용된 연구대상, 연구방법, 그리고 당뇨병 진단방법 및 선별기준에 관한 특성 등은 각기 상이하여 우리나라 당뇨병의 특성을 이해하기는 아직도 미약한 상태이다 [3]. 이에 반해 미국, 영국, 캐나다, 일본 등은 이미 국가적인 당뇨병 데이터를

확보하고 있으며, 유럽 대다수 국가들에서도 당뇨병 역학자료의 필요성을 절감하여 수년전부터 당뇨병 국가관리 프로그램(National Diabetes Program)을 진행해 오고 있다.

따라서 대한당뇨병학회에서는 건강보험심사평가원(심평원)과 국내 당뇨병 역학조사의 필요성에 대한 인식을 공유하고, 대한당뇨병학회 산하 역학소위원회를 발족한 뒤, 심평원과 당뇨병 관련 질병통계에 대한 지문 및 검토, 통계자료 제공 및 공동연구 등을 위한 협약서를 2004년 11월에

체결하였다. 역학소위원회는 심평원과 첫 공동 작업으로 한국 당뇨병 환자의 현실 태를 파악하고자 “한국인 당뇨병 환자 규모와 특성에 대한 기초연구”를 기획하였다[4,5]. 이 연구의 주된 목표는 첫째, 한국인 당뇨병 환자의 발생 규모를 파악하고 둘째, 전국단위의 표본의무기록조사 실시에 관한 타당성을 검증한 뒤, 셋째, 표본의무기록조사를 통해 우리나라 당뇨병 현황 및 관리실태를 파악하고자 하는 것이다.

이에 따라 대한당뇨병학회는 역학소위원회를 2005년도에 대한당뇨병학회 당뇨병 기초통계연구 Task Force Team(당기연 TFT)으로 개편하였다(당기연 TFT명단은 감사의글 참고). 당기연 TFT는 1996년부터 2003년까지 9년간 심평원에 축적되어 있는 자료를 활용하여, 전국 의료기관을 대상으로 무작위 표본추출을 통해 당뇨병 환자를 추출하고, 추출된 당뇨병 환자들을 대상으로 조사자가 각 의료기관을 직접 방문하여 이들의 관리현황을 파악하고자 하는 표본의무기록조사를 실시하기로 하였다. 이 표본의무기록조사는 연구에 적절한 표본추출방법에 의해 표본추출된 환자들의 의무기록지를 조사함으로써, 일차적으로는 당뇨병 환자들의 관리 실태를 파악하고 궁극적으로 우리나라 당뇨병 유병율을 예측하고자 하는 연구이다.

이를 위해 본 연구에서는 당뇨병과 관련된 의료기관 이용내역을 반영하는 심평원의 의료보험심사청구자료, 즉, 우리나라 당뇨병 환자 모집단(즉, 심평원에 당뇨병으로 의료보험 심사가 청구된 의료이용 환자)에 관한 자료를 사용해 모집단을 가장 정확하게 대표할 수 있는 표본추출틀을 구축하고, 이에 근거해 효율적인 표본추출방법을 찾고자 하였다. 본 연구에서는 표본추출 방법으로 ‘무작위 계층화 설계를 통한 이단계 집락표본 추출방법’에 대한 평가로 한정하였다. 따라서 본 연구의 목적은 모집단 전수 자료를 이용하여 층화 2단 집락추출법 중 모수를 예측하는데 보다 정확하고 효율적이며 연구 가능한 표본추출 방식을 찾고자 하는 것이다. 이를 위해 본 연구결과를 근거로 실시될 표본의무기록조사에 적절한 표본틀 및 표본추출방법의 타당성, 그리고 적정 표본

수 등을 평가하기 위한 모의실험을 실시하였다. 본 연구에서 사용된 모수로, 차후의 표본의무기록조사가 당뇨병 환자들의 관리 실태를 파악하기 위해 당뇨병 치료제 처방률을 방문 평가할 것이기 때문에, 모집단 자료 내의 당뇨병 치료제 처방률을 선택하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

본 연구는 차후에 실시될 표본의무기록조사, 즉, 당뇨병 환자들에 대한 의무기록지 조사를 실시해 당뇨병 환자들의 기본적인 특성 및 관리 실태, 그리고 궁극적으로 표본의무기록 조사를 통한 당뇨병 유병율을 예측하고자 하는 표본조사를 위한 표본설계의 타당성을 파악하고자 하는 것이다. 이를 위해 2003년에 당뇨병 치료제가 처방되었거나 당뇨병을 주상병이나 부상병 또는 기타상병으로 하여 심평원에 의료보험이 1회 이상 청구된 데이터베이스를 활용해 총 3,676,164건의 ‘환자 의료기관(patient-hospital profile) 프로파일’ 자료를 구축하였다. 이 자료는 각 의료기관 내에서 여러 번 청구된 환자 자료들을 정리해 각 환자를 해당 의료기관에 매칭시킨 자료로, 해당 연도에 심평원에 의료보험심사가 청구되었던 자료 중 검사, 시술 및 약제를 포함, 당뇨병명이 붙은 모든 의료기관의 청구내역과 외래를 통해 청구된 정보를 결합한 자료이며, 이 자료에 있는 환자 수는 총 2,503,754명이다. 그러나 ‘환자 의료기관 프로파일’ 자료에는 동일한 환자에 대해 각기 다른 의료기관에서 청구된 경우들이 포함되어 있기 때문에 이 자료를 표본의무기록조사의 표본추출 대상 자료로 활용하기는 부적절하다. 따라서 연구의 목적 상 각기 다른 의료기관에 의료보험 청구된 환자들에 대해서는 하나의 주이용 의료기관을 선택해야 할 필요가 있으며, 이에 따라 본 연구에서는 연구기간 내에 두 곳 이상의 의료기관을 방문한 환자들에 대해 일정 기준에 근거해, 이에 대한 기준은 2.2.1절에 상세히 기술되어 있음 - 주이용 의료기관을 선택한 총 2,412,082명의 ‘환자 프로파일(patient profile)’ 자료를

구축하였다. 따라서 이 환자 프로파일 자료는 각 환자를 하나의 의료기관에 매칭시킨 환자 자료이다.

2. 연구 방법

1) 층화 2단 집락추출

본 연구에서는 다음과 같이 두 단계로 이루어진 층화 2단 집락추출(stratified two-stage cluster sampling)법을 고려하였다. 즉, 첫 번째 단계로 의료기관을 추출하였으며, 두 번째 단계로 추출된 의료기관 내에서 환자를 추출하였다. 의료기관 추출 시 사회경제적 수준과 환자 규모에 따른 의료기관의 정보를 반영하기 위해 지역 및 의료기관 종별에 따라 층을 나눈 층화추출법(stratified sampling)을 사용하기로 하였다. 한편 추출된 의료기관 내에서 환자를 추출하는 방법으로는 전수조사 대신 단순확률추출법(simple random sampling)을 선택하였다. 일차 표본추출단위(primary sampling unit; psu, 즉, 의료기관) 내 모든 이차 표본추출단위(secondary sampling unit; ssu, 즉, 환자)를 전수조사하는 1단 집락추출법(one-stage cluster sampling)은 모집단 내에 있는 모든 ssu 조사단위들을 나열하는 틀(list)이 없거나, 아니면 이러한 틀을 얻는 데에는 많은 비용이 들지만 모든 psu 조사단위들의 틀을 얻기는 상대적으로 쉬운 경우, 또는 추출된 psu 조사단위들이 상대적으로 넓은 지역에 흩어져 있어 자료를 얻는 비용이 증가하는 경우 등에 있어서 단순확률추출법에 비해 상대적으로 효과적으로 사용될 수 있는 방법이다. 하지만 ssu 조사단위의 크기가 방대해 해당 ssu 조사단위들을 전수조사하는 것이 사실상 불가능하거나 아니면 적어도 비효율적일 때에는 ssu 조사단위의 일부도 확률 추출하는 2단 집락추출법(two-stage cluster sampling)의 사용이 더 효과적이다 [6]. 따라서 본 연구에서는 먼저 지역과 의료기관 종별을 일정 기준에 따라 동질적인 층으로 층화한 뒤, 각 층 내에서 의료기관을 선택하고, 선택된 의료기관 내에서 환자들을 단순확률추출하는 층화 2단 집락추출 표본설계를 사용하였다 (Figure 1).

일반적으로 집락추출법의 가장 큰 장점

은 비용절감에 있다. 그러나 그 대가는 단순확률추출법보다 효율이 떨어지게 된다는 점이다. 즉 일반적으로 동일 집락 내 구성원들의 성향은 비슷하기 때문에 집락표본 내의 관찰값들이 줄 수 있는 정보는 단순확률추출법으로 추출된 관찰값들이 제공하는 정보에 비해 제한적일 수 밖에 없다. 그러므로 집락추출법을 사용하는 경우에는 집락 내 표본추출 단위들 간에 상관성이 존재하기 때문에 단순확률추출법에 비해 표본오차가 커져서 정확도와 효율은 낮아지는 단점이 발생하게 된다 [7]. 따라서 효율을 최대화하기 위해서는 집락 내 표본단위들은 가능한 한 이질적인 반면 집락 간 표본단위들은 가능한 한 동질적이 되도록 집락을 구성해야 할 뿐만 아니라, 추정량의 분산을 줄이기 위해 가능한 한 집락을 많이 선택해야만 한다. 하지만 이 경우에는 다시 조사비용이 늘어나게 되는 문제가 발생하게 될 것이다. 즉, 집락추출법은 비용의 절감과 효율의 감소라는 상반된 특성을 가지고 있으므로 구체적인 추출법을 결정할 때에는 이들 두 측면이 함께 고려되어야만 한다. 이와 같이 집락추출의 경우에는 집락이 이질적인 단위들로 구성되는 것이 좋지만 층화추출법의 경우에는 각 층들이 동질적인 단위들로 구성되어야만 효과적이다. 이는 직관적으로도 쉽게 이해할 수 있다. 층화추출법은 확률표본을 각 층 내에서 추출하기 때문에 층 내의 표본추출단위들이 동질적일수록 적은 표본으로도 정밀도를 높일 수 있지만, 집락추출법에서는 모든 집락에서 표본을 뽑는 것이 아니고 일부 집락들만을 조사하기 때문에 해당 집락 들 내 표본추출단위들이 모집단 전체 구조와 같을수록 적은 수의 집락을 조사해도 정밀도가 높아질 수 있기 때문이다 [7]. 따라서 이러한 층화추출법과 집락추출법을 결합한 층화 집락추출법에서는 먼저 모집단을 동질적인 층으로 층화한 다음, 각 층 내에서 독립적인 집락을 추출하는 방식을 사용하게 된다.

본 연구의 ‘환자 프로파일’ 자료는 전국을 대상으로 한 데이터베이스이며, 추후의 표본의무기록조사는 선택된 환자의 의료기관을 방문 조사하는 방식으로 진행될 것이기 때문에 표본을 단순확률추출방법으로

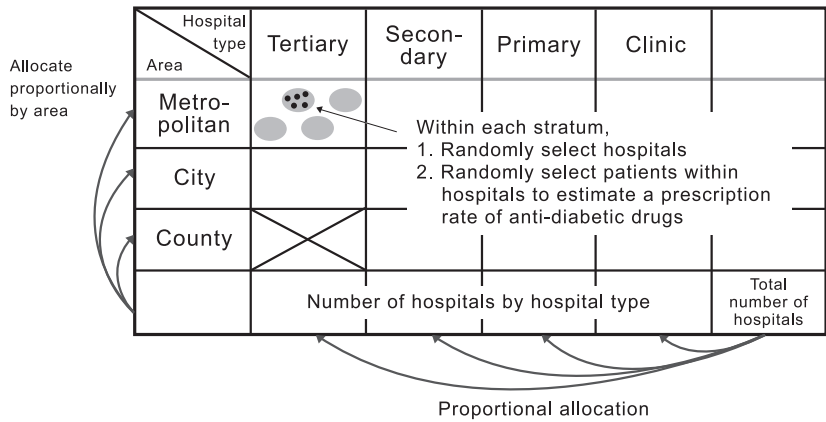


Figure 1. Conceptual framework of the stratified two-stage cluster sampling used in this study.

로 선택하는 것은 방문 의료기관의 수가 증가하게 되어 매우 비현실적이다. 또한 4개 의료기관 중별, 즉, 종합전문병원, 종합병원, 병원, 의원은 매우 이질적이지만, 각 중별 내 의료기관은 상대적으로 보다 동질적이라고 가정할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 각 중별 층화와 더불어 연구의 정밀도를 높이기 위해 지역적인 층화를 함께 고려하는 층화추출법과 위에서 서술한 2단 집락추출법을 결합한 층화 2단 집락추출법을 활용해 당뇨병 치료제 처방률을 예측하는 표본추출방법을 평가하였다 [8].

2) 표본설계의 타당성 및 적정 표본수를 평가하기 위한 모의실험

(1) 모의실험 대상

모의실험을 위해 먼저 2003년에 당뇨병 치료제가 처방되었거나 당뇨병을 주상병이나 부상병 또는 기타상병으로 하여 심평원에 의료보험이 1회 이상 청구된 경험이 있는 총 2,503,754명(100%)의 환자들에 관한 ‘환자-의료기관 프로파일’을 구축하였다. 이 프로파일은 당뇨병으로 1년간 한 곳의 의료기관만을 이용한 환자 1,768,600명(70.6%)과 2개 이상의 의료기관을 이용한 환자 735,154명(29.4%, 1,907,564건)으로 구성되어 있다. 두 곳 이상의 의료기관을 이용한 환자들은 아래와 같은 순서의 일정 기준에 따라 각 환자에게 한 곳의 주이용 의료기관을 배정하였다: 첫째, 혈당강하제 또는 인슐린의 처방일수가 가장 긴 기관(735,154명의 88.8%), 둘째, 외래내원일수가 가장 긴 기관(8.8%), 셋째, 외래 HbA1c 검사실적이 있는 기관(0.5%), 넷째, 진료과목별 당뇨병 진단율이 높은 내과계

기관(0.6%), 다섯째, 상급의료기관(종합전문병원>종합병원>병원>의원)(0.7%), 여섯째, 의료기관 소재지가 도시지역인 기관(구>시>군)(0.1%). 이상의 배정기준을 적용한 후에도 하나의 주이용 의료기관이 정해지지 않는 3,383명(0.5%)에 대해서는 해당 청구대상자가 속한 의료기관 중 한 곳을 무작위로 선택하여 배정하였다. 이러한 원칙에 따라 주이용 의료기관이 배정된 2,503,754명에 대한 환자 자료 중 해당 주이용 의료기관의 연간 당뇨병 진단 외래내원일수 분율이 1% 미만이거나 연간 당뇨병 환자 실인원수가 40명 미만(병원급 이상) 또는 30명 미만(의원급)인 경우에 해당하는 의료기관의 자료는 신뢰도가 낮을 것으로 판단하여 이들 의료기관에 속한 91,672명(3.66%)을 제외하였다. 이상의 기준에 따라 총 2,412,082명의 ‘환자 프로파일’을 구축한 뒤, 이를 최종 연구대상 모집단으로 결정하였다.

모의실험 시 평가할 당뇨병 치료제 처방률에 관한 모수로는 심평원 조사연구실 및 당기연TFT의 협의에 따라 전체 환자들 중 당뇨병이 한번이라도 청구된 적이 있으면서 당뇨병제(인슐린 그리고/또는 혈당강하제)를 1일 이상 처방받은 환자들의 비율인 ‘당뇨병 치료제 처방률’로 정의하였다. ‘환자의료기관 프로파일’ 자료를 대상으로 계산된 당뇨병 치료제 처방률(이하 모수, 실질적으로는 모수의 근사치일 것임)은 56.66%였고 ‘환자 프로파일’ 자료의 당뇨병 치료제 처방률(이하 대리모수, surrogate parameter)은 56.74%였다.

(2) 모의실험 방법

우리나라의 의료기관 종별 조사대상 기관수는 2006년 현재 종합전문병원 42개소(0.2%), 종합병원 248개소(1.1%), 병원 944개소(4.4%), 그리고 의원 20,409개소(94.3%)이다. 한편 '환자-의료기관 프로파일' 자료에 있는 종별 전체 외래일수는 각각 종합전문병원 399,964일(7.1%), 종합병원 562,655일(10.2%), 병원 305,261일(5.8%), 그리고 의원 2,408,284일(76.4%)이었다. 본 모의실험에서는 이상의 정보들에 근거해 의료기관 종별 표본추출 기관수의 비례배분(종합전문병원:종합병원:병원:의원)을 ① 10:10:10:70 ② 5:10:10:75 ③ 5:5:5:85 등으로 추출하는 방법에 대해 평가하였다. 여기서 종별 기관수 추출비율 ①번은 의료기관 종별 외래일수의 분포가 기관수의 분포에 비해 상대적으로 대형 병원 쪽에 많이 치우쳐 있음을 반영한 것이고, 추출비율 ③번은 의원이 기관수 분포의 대부분을 차지하고 있는 상황을 반영한 것이다. 이에 반해 ②번은 종별 간 외래일수 및 기관수의 분포차이를 동시에 고려하여 종별 간의 규모를 좀 더 효과적으로 반영해 보고자 한 것이다. 한편 본 연구결과를 근거로 추후에 실시될 표본의무기록조사의 연구가능성(시간 및 경비 등의 여건)을 고려해 의료기관 당 조사 환자 수를 종합전문병원, 종합병원 및 병원급은 각각 40명, 그리고 의원급은 30명으로 한정하기로 하고, 모의실험에서도 이에 맞춰 표본 수를 추출하기로 하였다. 전국의 지역별 층화 방법으로는 전국은 ① 7/시군 단위로 구분하는 방법 ② 16개 광역시도로 구분하는 방법 ③ 9개도(내륙 8도 및 제주도)로 구분하는 방법 등을 평가하였다.

표본추출 대상 환자수에 대한 모의실험 평가 범위는 일단 보수적인 기준에 근거해 설정하기로 하였다. 이를 위해 적정 표본수에 대한 정밀도분석(precision analysis)을 실시하였다 [9,10]: 즉, 환자-의료기관 프로파일 모집단 자료로부터 얻어진 당뇨병 치료제 처방율(모수)이 56.7%이므로, 단순확률추출법을 사용하는 경우, 신뢰수준 95% 하에서 이 모수를 $\pm 1.2\%$ 이내로 예측하기 위해서는 2,000-9,500명의 표본수가 필요하다. 한편, 적정 표본수를 결정

할 때에는 이러한 통계적인 고려 외에도 연구 가능성에 대한 고려 또한 매우 중요하다. 본 연구의 경우, 후속적으로 실시될 표본의무기록조사 시에 일정 수 이상의 환자 표본에 대한 의무기록을 방문 조사하는 것은 해당 연구의 여건 상 비현실적이라는 점, 그리고 표본추출단위(환자)의 층(지역 및 의료기관 종별) 간 이질성 및 층 내 집락(의료기관) 간 동질성을 고려할 때 층화 2단 집락추출법에 근거한 적정 표본 수는 이보다 낮아질 것이라는 판단 하에, 모의실험 시의 표본추출 평가 대상 환자 수로 ① 2,000명 ② 4,000명 ③ 6,000명 ④ 8,000명 등을 추출하는 방법들에 대해 평가하였다.

본 연구의 모의실험은 위에 언급한 각 조건들의 조합에 따라 층화 2단 집락추출된 표본들을 대상으로 당뇨병 치료제 처방률을 추정하는 방식으로 진행되었다. 당뇨병 치료제 처방률에 관한 정의는 전술한 바와 같으며, 이미 의료보험 청구자료 데이터베이스를 통해 모집단의 당뇨병 치료제 처방률이 파악된 상태이므로 (즉, 모수=56.66%, 대리모수=56.74%), 이를 기준으로 삼아, 각각의 표본추출 전략에 따라 추정된 당뇨병 치료제 처방률이 모집단의 처방률을 얼마나 가깝게 추정할 수 있는지 확인하는 모의실험을 1,000회 반복하였다. 모든 모의실험은 통계 프로그램 SAS ver. 9.1 (SAS Inc., Cary, USA)을 사용하였고, 각 모의실험 내에서 층화 2단 집락추출 표본 설계에 기초한 통계량의 계산은 SUDAAN ver. 9.0 (Research Triangle Institute, Research Triangle Park, USA)을 사용하였다.

결 과

앞 절의 모의실험 방법에서 언급한 각 조건들의 조합에 따른 모의실험 결과는 Table 1과 같다. 각 칸의 맨윗줄은 환자 프로파일 데이터베이스로부터 층화 2단 집락추출법에 따라 해당 표본 수 만큼의 표본을 추출해 당뇨병 치료제 처방률을 계산하는 모의실험을 1,000회 반복해서 얻어진 당뇨병 치료제 처방률 추정치들의 평균이다. 두번째 줄은 이 당뇨병 치료제 평균 처

방률 추정치에 대한 95% 예측구간(predicted interval)으로 - 모의실험을 통해 얻어진 평균 당뇨병 치료제 처방률 추정치는 통계량이 아닌 모의실험 결과이므로 신뢰구간이라는 용어를 사용하지 않았음 - 1,000개 모의실험 추정치들의 평균 $\pm 1.96 \times$ 표준편차로 계산되었다. 이 예측구간은 평균 당뇨병 처방률 추정치에 대한 모의실험 결과의 신뢰도를 평가하는데 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 본 연구의 모집단 자료가 우리나라의 실제 당뇨병 치료제 처방 현황을 정확히 반영해준다는 조건 하에서 표본의무기록조사를 통해 얻어질 당뇨병 치료제 처방율에 관한 신뢰구간으로도 사용될 수 있다. 세번째 줄은 모의실험 결과 얻어진 1,000개의 처방률 추정치들에 대한 양측 5% 절삭범위(trimmed range)로 모의실험 결과의 안정성을 평가하는데 사용될 수 있다. 네번째 줄은 모의실험을 통해 얻어진 평균 당뇨병 치료제 처방률 추정값과 환자 프로파일 자료의 당뇨병 치료제 처방률인 대리모수 간의 차이값으로, 양수는 모의실험 결과가 과대추정(overestimate)되었음을, 그리고 음수는 과소추정(underestimate)되었음을 나타내 준다. 마지막 줄은 모의실험 결과와 환자-의료기관 프로파일 자료의 당뇨병 치료제 처방률인 모수 간의 차이값이다. Figure 2는 모의실험 결과를 그림으로 요약한 것이다.

모의실험 결과, 모든 추정치들이 모수 또는 대리모수를 적게는 0.01%로부터 많게는 2.59%까지 과대추정하는 것으로 나타났다. 지역별 층화 방법에서는 '구시군' 단위로 평가하는 경우가 '10개 광역시도' 또는 '9개도'로 평가하는 경우보다 훨씬 더 모수에 근접하였다. 각 의료기관 종별 표본추출 기관수의 비례배분 방법은 의원의 비율을 상대적으로 높게 배분한 '5:5:5:85' 배분이 모수와 제일 가까운 추정치를 제공해주었지만, '10:10:10:70' 배분이나 '5:10:10:75' 배분도 '5:5:5:85' 배분의 경우와 별 차이 없이 안정적인 추정치를 제공해주는 것으로 나타났다 (Table 1) (Figure 2). 따라서 추후에 수행될 표본의무기록 조사에서는 전국적으로 의료기관 종별 조사대상 기관의 분포 - 즉, 종합전문병원 42개소(0.2%), 종합병원 248개소(1.1%),

Table 1. Simulation results of comparing sampling strategies for estimating a prescription rate of anti-diabetic drugs using stratified two-stage cluster sampling (unit: %)

Allocation proportion of hospital types / types of defining area			Sample size evaluated				
			N=2,000	N=4,000	N=6,000	N=8,000	
10 : 10 : 10 : 70 (tertiary : secondary : primary : clinic)	3 areas (metropolitan, city, county)	Simulation results	57.48* [48.25-66.71]† (48.48-66.63)‡	57.17 [50.20-64.13] (50.12-63.86)	56.93 [50.91-62.95] (51.01-62.93)	57.04 [51.87-62.21] (51.78-61.91)	
		Diffi§	0.74	0.43	0.19	0.30	
		Diffi¶	0.82	0.51	0.27	0.38	
		16 metropolitan-province combination	Simulation results	59.22 [51.82-66.61] (51.47-66.20)	58.46 [53.30-63.61] (53.25-63.57)	58.00 [53.49-62.51] (53.23-62.32)	57.90 [53.62-62.17] (53.65-62.13)
			Diffi	2.48	1.72	1.26	1.16
			Diffi	2.56	1.80	1.34	1.24
	9 provinces (9-Do' s)	Simulation results	58.23 [49.87-66.60] (49.51-66.08)	57.86 [51.52-64.19] (51.20-64.20)	57.50 [52.14-62.86] (52.21-62.66)	57.29 [52.70-61.88] (52.70-61.72)	
		Diffi	1.49	1.12	0.76	0.55	
		Diffi	1.57	1.20	0.84	0.63	
	5:10:10:75 (tertiary : secondary : primary : clinic)	3 areas (metropolitan, city, county)	Simulation results	57.61* [48.16-67.07]† (47.65-66.68)‡	57.04 [49.83-64.25] (49.45-63.96)	56.75 [50.73-62.76] (50.76-62.45)	56.90 [51.47-62.33] (51.56-62.50)
			Diffi§	0.87	0.30	0.01	0.16
			Diffi¶	0.95	0.38	0.09	0.24
16 metropolitan-province combination			Simulation results	59.25 [51.74-66.76] (51.65-66.49)	58.03 [52.06-64.01] (52.13-64.32)	57.66 [52.58-62.75] (52.53-62.57)	57.57 [53.23-61.92] (52.98-61.96)
			Diffi	2.51	1.29	0.92	0.83
			Diffi	2.59	1.37	1.00	0.91
9 provinces (9-Do' s)		Simulation results	58.45 [50.07-66.83] (49.97-66.54)	57.56 [51.08-64.05] (50.91-63.79)	57.56 [52.04-63.08] (52.08-63.27)	57.45 [52.58-62.33] (52.56-62.47)	
		Diffi	1.71	0.82	0.82	0.71	
		Diffi	1.79	0.90	0.90	0.79	
5:5:5:85 (tertiary : secondary : primary : clinic)		3 areas (metropolitan, city, county)	Simulation results	57.68* [47.94-67.41]† (47.27-67.26)‡	57.10 [49.55-64.64] (49.46-64.36)	56.85 [50.51-63.20] (50.12-63.29)	56.64 [51.15-62.12] (51.32-62.10)
			Diffi§	0.94	0.36	0.11	-0.10
			Diffi¶	1.02	0.44	0.19	-0.02
	16 metropolitan-province combination		Simulation results	59.07 [51.50-66.64] (51.37-66.05)	58.11 [51.72-64.51] (51.75-64.18)	57.74 [52.47-63.01] (52.43-63.00)	57.60 [53.09-62.11] (52.99-61.89)
			Diffi	2.33	1.37	1.00	0.86
			Diffi	2.41	1.45	1.08	0.94
	9 provinces (9-Do' s)	Simulation results	57.92 [49.18-66.67] (49.76-66.69)	57.66 [51.03-64.30] (50.85-63.92)	57.35 [51.47-63.23] (51.62-63.24)	57.31 [52.69-61.94] (52.51-61.92)	
		Diffi	1.18	0.92	0.61	0.57	
		Diffi	1.26	1.00	0.69	0.65	

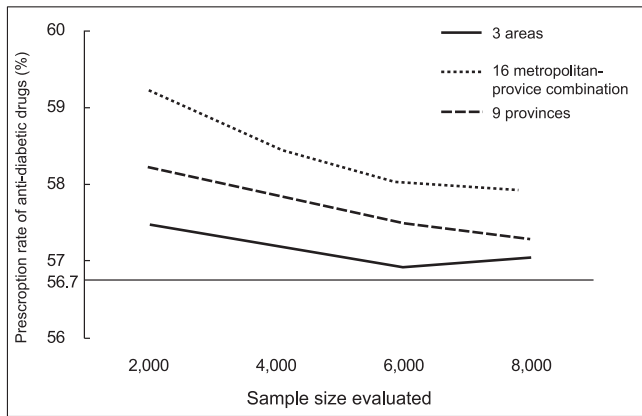
* An estimated prescription rate of anti-diabetic drugs (calculated by an average of 1,000 simulated estimates)
 † 95% prediction interval (mean ±1.96 ×SD of 1,000 simulated values) for the estimated prescription rate of anti-diabetic drugs
 ‡ Two-sided 5% trimmed range of 1,000 simulated estimates of a prescription rate of anti-diabetic drugs
 § Diffi: Difference between the average of simulated estimates of a prescription rate of anti-diabetic drugs and the value of surrogate parameter (56.74%)
 ¶ Diffi: Difference between the average of simulated estimates of a prescription rate of anti-diabetic drugs and the value of parameter (56.66%)
 Note: A negative value implies an under-estimation of the parameters, while a positive value implies an over-estimation.

병원 944개소(4.4%), 그리고 의원 20,409개소(94.3%) - 를 좀더 가깝게 대표해야 한다는 점과 일정 수의 대형병원들이 조사에 포함되어야 한다는 점 등의 현실적인 측면을 고려해, 표본의무기록조사에서의 의료기관 중별 표본추출 기관수 비례배분으로 '5:10:10:75'의 배분을 사용하는 방안이 추천되었다.

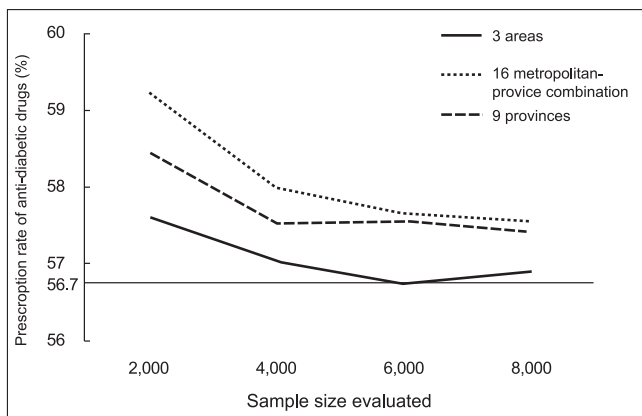
한편 예상대로 표본크기를 2,000명으로 하는 경우가 모수들과 가장 큰 차이를 보였다. 또한 전반적으로 볼 때 고려된 표본크

기들 중 가장 큰 경우인 8,000명으로 하는 경우가 모수에 가장 가까운 추정치를 제공해 주긴 했지만, 의료기관 중별 비례배분으로 '10:10:10:70' 배분이나 '5:10:10:75' 배분을 사용하면서 지역별 층화를 '구/시/군' 단위도 실시하는 경우에는 표본 수 6,000이 표본 수 8,000을 사용하는 경우보다 오히려 더 편향(bias)이 적어지는 것으로 나타났다 (Figure 2). 그러나 이 현상이 모의실험과 관련된 오차변동 때문인지, 아니면 해당 조건들 하에서의 층화 2단 집락추출법의 특

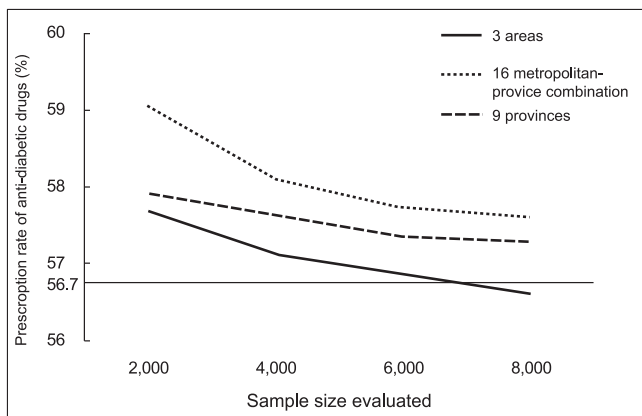
성 때문인지는 파악하기 힘들었으며, 따라서 이에 대한 추가적인 조사가 필요할 것으로 사료된다. 결론적으로 통계적인 관점에서서는 표본크기를 6,000 또는 8,000을 사용하는 것이 편향을 좀 더 줄여주긴 하겠지만, 표본크기를 4,000명 선까지 낮춰도 모수와 추정치 간의 차이가 심각하게 커지지 않는 것으로 (이들 간의 편향 차이는 0-0.5% 정도), 오히려 표본 수 4,000 대신 표본 수 6,000명을 선택함으로써 얻어지는 편향이 작아지는 장점(즉, 모수에 보다 근사하



(a) Allocation proportion of hospital types (tertiary:secondary:primary:clinic) = 10:10:10:70



(b) Allocation proportion of hospital types (tertiary:secondary:primary:clinic) = 5:10:10:75



(c) Allocation proportion of hospital types (tertiary:secondary:primary:clinic) = 5:5:5:85

Figure 2. An average of 1,000 simulation estimates of a prescription rate of anti-diabetic drugs according to stratification types of area and allocation proportions of hospital types for a given number of sample size. The horizontal bar represents the value of either the parameter (56.66%) or the surrogate parameter (56.74%).

는 장점)보다는 그로 인해 발생하는 연구 비용의 증가 문제에 관한 고려가 더 우선시 되어야 할 것으로 판단되었다.

이상의 모의실험 결과를 근거로, 우리나라 당뇨병 실태조사를 위한 표본의무기록 조사의 표본추출틀을 다음과 같이 최종결정하였다[4].

첫째, 당뇨병 실태조사를 위한 표본의무기록조사는 층화2단 집락추출법을 사용해 실시한다.

둘째, 이를 위해 전국을 ‘구/시/군’ 단위로 층화한다.

셋째, 의료기관 중별 표본추출기관수에 관한 비례배분으로 ‘종합전문병원:종합병

원:병원:의원’의 비율을 5:10:10:75로 한다.

넷째, 전체 표본크기는 4,000명으로 한다.

결론적으로 이상의 기준에 따라 실시되는 표본의무기록조사를 통해 추정될 우리나라의 당뇨병 치료제 처방률은 57.04% (95% 예측구간, 49.83-64.25%) 정도가 될 것이며, 이는 대리모수를 0.3% 정도 과대 추정하는 수치가 될 것이다. 본 연구결과에 근거해 대한당뇨병학회와 심평원은 공동으로 2005년 10월부터 12월 사이에 전국 114개 의료기관들(종합전문병원 7개, 종합병원 12개, 병원 12개, 의원 83개)을 대상으로 당뇨병 전국표본의무기록조사를 실시하였으며, 조사완료 수는 총 3,902명(목표치 4,000명의 97.55%)이었다 [5].

고찰

실제 연구모집단에 관한 자료가 존재하는 경우에도 추가적인 연구를 위한 심층 자료를 수집하기 위한 목적으로 표본조사를 실시할 필요가 있는 경우가 있다. 이때의 관심사항은 알고 있는 모수를 가장 가깝게 추정해주는 표본 수 및 표본추출방법을 평가하는 것이다. 물론 이 경우에 시간이나 비용 등의 연구여건도 함께 고려되어야 할 것이다. 만일 모집단에 관한 자료가 없다면, 제1종 오류 검정력, 유효 크기 등에 근거한 검정통계량의 분포나 신뢰구간 등을 사용해 적정 표본 수를 산출하게 되겠지만, 모집단 자료의 활용이 가능한 경우에는 표본추출틀의 평가 및 적정 표본수의 계산 등에 있어서, 표본의 분포이론에 따른 공식을 적용하는 대신 해당 모집단 자료에 근거한 모의실험을 활용하는 것이 더 효과적일 것이다.

당기연 TFT는 우리나라 당뇨병에 관한 기초통계의 생성, 당뇨병 관리 실태의 파악, 그리고 당뇨병 유병률 예측을 위해 2005년에 각 의료기관을 대상으로 전국 단위의 표본의무기록조사를 실시하기로 하였다. 심평원 청구자료는 당뇨병에 관해 정확한 진단이 이루어진 자료가 아니기 때문에 실제 당뇨병 환자 및 당뇨병이 아닌 환자가 혼재되어 있을 것이고, 따라서 해당 청구자료를 사용해 우리나라의 당뇨병 관련 기초통계를 생성하는 것은 편향

된 결과가 얻어지게 될 것이 자명하다. 여기에 더불어 각 의료기관 종별로도 당뇨병 진단 정확도가 다를 것이기 때문에 당뇨병 관련 기초통계 및 당뇨병 유병률 예측시 이러한 차이 또한 감안되어야만 할 것이다. 이러한 측면에서 당기연 TFT에서는 표본의무기록조사를 통해 먼저 진단명의 타당도를 검증하고, 이후 검증된 의무기록조사를 실시하여 우리나라의 당뇨병과 관련된 기초통계를 생성하고자 하는 연구를 기획하였다[4,5].

본 연구는 이 표본의무기록조사연구에서 추정될 당뇨병 관련 지표들의 정확성을 향상시키기 위한 표본추출틀을 구축하고 그 효율성을 평가하기 위한 연구이다. 이를 위해 2003년도에 전국의 각 의료기관에서 당뇨병을 환자의 주상병이나 부상병 혹은 기타 추가상병으로 진단해 심평원에 1회 이상 보험청구한 약 368만여 건의 데이터베이스(환자수 약 250만 명)를 모집단 자료로 활용하여 적절한 표본추출틀에 대한 평가를 실시하였다. 연구의 주된 목적은 청구자료의 정확성 여부에 관한 평가- 예를 들어 당뇨병 진단 정확도에 대한 평가-를 실시하게 될 표본의무기록조사연구에 적절한 표본추출틀을 구축하는데 있다. 즉, 본 연구의 목적은 당뇨병과 관련해서 우리나라의 현황을 반영해 줄 뿐만 아니라 전 세계적으로도 찾아보기 힘든 대규모 데이터베이스인 심평원 보험심사 청구자료(모집단 자료)의 특성을 잘 대표할 수 있는- 보다 구체적으로는 당뇨병 치료제 처방율과 관련해서 가능한 한 모집단 자료와 동일한 특성을 지닌 표본이 추출될 수 있도록 해주는- 표본추출틀을 구축함으로써, 추후에 실시될 당기연 TFT 표본의무기록조사 연구결과의 정확도를 향상시키고자 하는 것이다. 따라서 본 연구의 목적이 우리나라의 실제 당뇨병 치료제 처방률을 예측하고자 하는 데 있는 것이 아니므로, 본 연구에서 제시된 수치가 현재 우리나라의 실제 당뇨병 치료제 처방 현황을 반영하는 것은 아니다. 그러므로 본 연구결과의 해석 시 이에 관한 주의가 필요하다.

본 연구의 상황은 모집단 자료가 존재하는 경우이다. 전술한 바와 같이, 이와 같은

경우에는 적정 표본추출틀의 평가를 위해 (모집단 자료가 활용가능하지 않다는 가정 하에 표본의 분포이론에 기초해 개발된) 표본추출법의 이론을 단순 적용하는 것보다는 모집단 자료에 기초한 모의실험 연구가 더 효과적이다. 따라서 본 연구에서는 모의실험을 통해 의료기관 종별 및 지역별 층화 후 2단 집락추출법을 적용하는 표본추출틀의 효율성을 평가하였다. 층화추출을 고려한 이유는 향후에 실시될 표본의무기록조사 연구결과의 정확도를 향상시키기 위한 것이다. 즉, 지역별 층화는 당뇨병 기초통계의 질을 확보하고 관리실태 분석을 용이하게 하기 위해, 그리고 의료기관 종별 층화는 당뇨병 진단 정확도가 종별로 다를 것이라는 점을 감안해 선택하였다. 2단 집락추출은 조사자가 직접 의료기관을 방문해 환자들의 의무기록지를 조사해야 하는 표본의무기록조사의 실현 가능성을 배가시키기 위해, 즉, 표본추출 단위에 대한 접근성을 확보하기 위해 고려된 추출 방법이다.

의료기관 종별 층화 시 종별 간 표본추출 기관수의 비례배분을 위해 종별 기관수의 분포와 종별 전체 외래일수의 분포를 동시에 감안하였다. 즉, 첫째, 종별 기관수의 분포에 비해 전체 외래일수의 분포는 종합전문병원이나 종합병원이 의원보다 상대적으로 높은 빈도를 차지하고 있는 점을 반영해 이들 대규모 병원 쪽에서 추출되는 의료기관의 수를 늘리는 경우, 둘째, 종별 기관수의 분포는 의원이 거의 대부분을 차지하고 있는 점을 반영하기 위해 상대적으로 많은 기관을 의원에서 추출하는 경우, 그리고 셋째, 종별 간 외래일수 및 기관수의 분포차이를 함께 고려해서 종별 간 규모에 대한 균형을 맞추어 표본추출하는 경우 등에 대해 평가하였다. 사실 의료기관 종별 추출률에 대한 고려 시 외래일수를 반영하는 것은, 만일 연구의 목적이 특정 모수(예를 들면 당뇨병 치료제 처방률)를 예측하고자 하는 것이라면, 종별 간 규모를 반영해 줄 수 있는 중요한 지표가 될 것이다. 그러나 본 연구는 이러한 모수를 예측하고자 하는 것이 아니라 이 모수를 예측하고자 하는 표본의무기록조사를 위한 표본추출틀을 구축하는 것을 목

표로 하고 있다. 그리고 심평원 청구자료가 본 연구의 대상모집단이기 때문에 표본추출틀 역시 당뇨병 환자 청구자료의 현황을 가장 잘 대표해야만 한다. 모의실험에서는 청구자료를 ‘환자 프로파일’ 자료로 변환한 자료, 즉, 환자 단위의 자료를 사용했으며, 이 ‘환자 프로파일’ 자료에는 실제로 당뇨병을 가진 환자뿐만 아니라 당뇨병이 아닌 환자들 또한 포함되어 있다. 의료기관 종별 추출률에 대한 고려 시 종별 전체 외래일수를 사용하게 되면 실제 당뇨병 환자는 당뇨병이 아닌 환자들보다 더 많은 외래일수를 가지고 있을 것이고, 이는 곧 실제 당뇨병 환자가 더 많았던 의료기관 종별에 더 높은 가중치를 주면서 환자를 추출하는 표본추출틀이 평가되게 될 것이다. 이렇게 되면 종별 전체 외래일수의 사용이 우리나라의 실제 당뇨병 환자의 현황을 더 정확히 반영해 주긴 하겠지만, 청구자료를 대표하는 표본추출틀을 구축하고자 하는 본 연구의 목적에는 어긋난 결과가 얻어지게 될 것이다. 모의실험 결과 역시 이러한 점이 반영되어서, 종별 외래일수의 분포에 치중한 의료기관 수 추출비율(종합전문병원:종합병원:병원:의원)로 10:10:10:70의 비율을 사용하는 것 보다는 이에 더불어 종별 기관수의 분포를 함께 반영한 추출비율인 5:5:10:75를 사용하는 것이 모집단 자료의 현황을 더 가깝게 반영하는 것으로 나타났다. 결과적으로 종별 간의 규모를 반영하고자 하는 경우에는, 각 연구의 목적에 따라, 환자 단위 개념의 외래일수 분포와 의료기관 단위 개념의 기관수 분포에 대한 균형을 이론 고려가 필요할 것으로 사료된다.

연구결과 당뇨병 치료제 처방률 예측을 위한 표본조사 시, 전국을 “구시/군” 단위를 층화하고, 의료기관 종별 비례배분(종합전문병원: 종합병원: 병원: 의원)을 5:10:10:75의 비율로 배정한 뒤, 각 층 내에서 확률추출된 의료기관내에서 40명씩(의원은 30명) 전체 4,000명을 확률추출하는 경우 2단 집락추출법을 사용하는 경우에 표본의 당뇨병 치료제 처방률은 57.04% (95% 예측구간: 49.83%-64.25%)로 예측되고, 이는 곧 대리모수인 모집단 “환자 프로파일” 자료의 당뇨병 치료제 처방률

56.74%를 약 0.3% 정도 과대추정 해 주는 값에 해당한다. 참고로 이 표본설계 방법 중 각 의료기관 내에서 40명씩의원은 30명의 환자를 추출하는 방안은 모의실험을 통한 표본추출전략 평가항목이 아니라 향후에 실시될 표본의무기록조사의 연구 가능성을 고려해 결정된 사항이다.

본 연구의 모의실험은 제한된 범위 내에서 실시되었기 때문에 본 연구결과를 일반화하기에는 한계가 있다. 첫째, 층화 2단 집락추출법 이외의 다른 형태의 표본추출 방법에 대한 평가를 실시하지 않았으므로 만일 우리나라의 당뇨병 관리 현황을 보다 정확히 반영해 주면서, 모집단의 특성을 더 대표할 수 있고, 좀 더 실용적인 표본추출방법이 제안된다면 이 방법과 층화 2단 집락추출법 간의 비교가 필요할 것이다. 둘째, 의료기관 종별 추출률에 대한 비례배분 역시 일정한 크기의 비율만이 평가되었기 때문에 연구결과의 적용범위는 제한되어 있다. 그러나 이들 추출률들은 의료기관 종별 기관수 및 전체 외래일수의 분포를 감안해서 선택한 것이기 때문에 현실적인 면은 충분히 고려되었다고 판단된다.

이러한 연구의 제한점에도 불구하고 본 연구는 다음과 같은 장점을 지니고 있다. 첫째, 우리나라 질병통계관련 사업과 관련된 대부분의 기존 연구들은 모집단 자료의 부재로 인해 해당 표본설계의 타당성, 즉, 표본이 모집단을 얼마나 가깝게 예측할 수 있는가에 대한 검증이 실시되지 못했다. 물론 이 경우 통계이론에 근거한 적정 표본수 산출이 그에 대한 대안으로 사용될 수 있다. 하지만 특정 연구가 적정 연구대상자 수에 대한 통계적 고려 없이 표본이 크면 클수록 모집단을 더 잘 대표할 수 있을 것이라는 가정 하에 진행되었다면 해당 조사연구의 질은 낮아질 수밖에 없을 것이다. 본 연구에서는 표본조사를 위한 표본추출틀을 구축하고자 하는 경우 만일 활용 가능한 모집단 자료가 있다면 모의실험을 통해 해당 연구의 틀을 효율적으로 평가할 수 있음을 보여주었다. 따라서 주어진 자원 하에서 효율적인 표본조사를 진행할 수 있는 새로운 사례를

제시했다고 할 수 있겠다. 둘째, 본 연구에서 사용된 모집단 자료는 전국 단위의 당뇨병 청구자료로, 이러한 국가적 자료는 전 세계적으로도 찾아보기 힘든 방대한 건강보험자료이다. 본 연구에서는 이와 같은 자료가 표본조사의 정확성을 높일 수 있는 연구방법론에 효과적으로 활용될 수 있음을 보여준 연구이다. 셋째, 일반적인 의료서비스 관련 연구들은 내원환자들을 대상으로 진행되는 경우가 많다. 이러한 경우에는 질병상태가 심한 환자들이 상대적으로 더 많이 의료서비스를 이용할 것이기 때문에 환자들의 의료이용 양에 따라 연구결과가 왜곡될 수 있다. 하지만 본 연구에서는 환자를 단위로 하는 환자 프로파일 자료를 사용해 표본의 대표성 여부를 평가했기 때문에 이러한 편향이 원칙적으로 배제되었다고 할 수 있다. 넷째, 본 연구 및 본 연구와 연계되어 진행된 표본의무기록조사는 ‘의료이용 진짜 환자수’를 산출하기 위해 우리나라 의료체계가 가진 장점 중의 하나인 건강보험자료를 효율적으로 사용하는 새로운 접근방법을 시도한 연구이다. 일례로 뇌졸중이나 심근경색처럼 입원율이나 사망률이 높은 질병의 경우, 해당 질병에 대한 환자수를 추정하기 위해 가구방문조사를 실시하는 것은 편향된 율이 추정될 가능성이 높은 데에도 불구하고 그동안 이러한 측면에 대한 문제제기가 구체적으로 이루어지는 못했었다. 우리는 전 세계적으로도 그 유래를 찾아보기 힘든 방대한 건강보험자료를 가지고 있다. 따라서 이 자료를 질병과 관련된 기초 통계량 및 역학적 지표의 생성, 관리 실태의 파악 등 공익적 목적을 위한 공적 정보의 구축에 적극 활용하는 방안에 대한 검토가 이루어져야만 할 것이다. 결론적으로 본 연구는 이러한 국가적 건강보험자료를 이용해 우리나라 당뇨병에 대한 역학적 규모 및 현황 파악을 위한 표본설계의 틀을 새로운 방법으로 평가했다는 측면에서 연구의 의의가 있다고 할 수 있겠다.

감사의 글

본 연구를 위해 수고해 주신 대한당뇨병학회 당뇨병 기초통계연구 TFT에 감사드립니다. 김대중(아주의대), 민경원(을지의대), 박석원(포천중문의대), 박이병(가천의대), 박정현(인제의대), 백세현(고려의대), 손현식(가톨릭의대), 안철우(연세의대), 오지영(이화의대), 이준영(고려의대), 정춘희(연세원주의대), 최경목(고려의대)

참고문헌

1. Kim JS, Kim YJ, Park SI, Hong YP. Mean fasting blood glucose level and an estimated prevalence of diabetes mellitus among a representative adult Korean population. *Korean J Prev Med* 1993; 26(3): 311-320. (Korean)
2. Korea Institute for Health and Social Affairs. *The Third Korea National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES III) 2005*. Seoul: Korea Institute for Health and Social Affairs; 2006. (Korean)
3. Korea Institute for Health and Social Affairs. *In-depth Analyses of the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2001*. Seoul: Korea Institute for Health and Social Affairs; 2003. (Korean)
4. Task Force Team for constructing basic statistics of diabetes mellitus in Korea. An assessment of the present status of Korean diabetes mellitus using the 2004-2006 nationwide database of the Health Insurance Review & Assessment Service. In: *Proceedings of 32nd Korean Diabetes Association Annual Meeting*. Seoul: Korean Diabetes Association; 2006. p. 227-228.
5. Park SW, Kim DJ, Min KW, Baik SH, Choi KM, Park IB, et al. Current status of diabetes management in Korea using National Health Insurance Database. *J Korean Diabetes Assoc* 2007; 31(4): 362-367. (Korean)
6. Scheaffer, RL, Mendenhall W, Ott RL. *Elementary Survey Sampling*. North Scituate: Duxbury Advanced Press; 1996.
7. Sung NK. *Methods of Survey Sampling*. Seoul: Freedom Academy; 2000. (Korean)
8. Kish L. *Survey Sampling*. New York: Wiley-Interscience; 1995.
9. Chow SH, Liu JP. *Design and Analysis of Clinical Trials: Concepts and Methodologies*. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.; 2004.
10. Machin D, Campbell M, Fayers P, Pinol A. *Sample Size Tables for Clinical Studies*. 2nd ed. Malden; Blackwell Science; 1997.