

원저

전자의무기록 데이터의 이차활용을 위한 구조화된 데이터 질에 대한 탐색

조인숙

인하대학교 의과대학 간호학과

Assessing the Quality of Structured Data Entry for the Secondary Use of Electronic Medical Records

InSook Cho

Dept. of Nursing, School of Medicine, Inha Univ.

Abstract

Objective: The raw material of quality improvement is information, whose building block is data. Data in an electronic medical record system have many secondary uses beyond their primary role in patient care, including research and organizational management. This study investigates the data quality of clinical observations recorded using a structured data entry format and assesses the impact of erroneous data. **Methods:** A total of 4,580,846 input events from 3,348 inpatients, gathered over a three year period in a teaching hospital, were analyzed by using a 2-by-2 conceptual matrix framework for the appropriateness of data types and semantics. The data were classified into three categories: fully usable, partially usable, and not usable. **Results:** The fully usable data constituted 88.6% of the correctly entered data the remaining 11.4% were erroneous. Among the erroneous data, 0.8% were partially usable (n=3,929), and the remaining 99.2% (n= 510,437) were identified as needing further assessment to improve their quality. **Conclusion:** Clinical information systems have increasingly used structured data entry or record templates, but the low quality of collected data has severely limited their secondary use potential. (*Journal of Korean Society of Medical Informatics 15-4, 423-431, 2009*)

Key words: Computerized Medical Records, Data Quality, Structured Data Entry, Secondary Use of Data

Received for review: May 10, 2009; **Accepted for publication:** December 21, 2009

Corresponding Author: InSook Cho, Department of Nursing, School of Medicine, Inha University, 253, Yonghyeon-dong, Nam-gu, Incheon 402-751, Korea

Tel: +82-32-860-8201, **Fax:** +82-32-874-5880, **E-mail:** insook.cho@inha.ac.kr

* This work was supported by the Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF) grant funded by the Korea government (MOST) (No. 2008-0053032)

DOI:10.4258/jksmi.2009.15.4.423

I. 서론

전자의무기록 데이터는 직접적인 환자 진료와 간호에 사용될 뿐만 아니라 임상연구, 병원관리, 의료서비스 질관리, 청구, 위험관리, 보고서 작성 등에 사용된다. 그래서 이러한 데이터의 정확성은 중요한 문제이다. 부정확하거나 불완전한 데이터는 환자안전을 위협하고 잘못된 경고발생을 초래할 수 있기 때문에 그동안 종이기록, 질병등록, 임상시험 데이터베이스의 데이터 질과 정확성에 대해 많은 연구가 이루어져왔다¹⁾²⁾. 그러나 종이기반 의무기록에서 전자의무기록으로의 변화 이후, 전자의무기록이 데이터 입력에서 어떻게 다른지 그리고 데이터 활용과 질(quality)에는 어떠한 영향을 주었는지에 대해서는 알려진 것이 많지 않다³⁾. Brown (2004)뿐만 아니라 컴퓨터기반 환자기록(computer-based patient records)의 정확성에 대한 연구를 메타 분석한 Hogan & Wagner (1997)도 기록의 정확성이라는 중요성에 비해 관련 연구가 많이 부족하다고 지적했다.

전자의무기록시스템으로 바로 전송할 수 있는 검사결과나 ECG 그래프, 영상 데이터 등을 제외한 대부분의 임상 데이터는 텍스트 형태, 코드화된 형태, 또는 이 둘이 조합된 형태로 전자의무기록에 저장된다⁴⁾. 저장 형태는 입력 시 사용되는 템플릿 화면, OCR (광학식 문자판독장치), 음성인식, 문자인식 등 저장되는 데이터 입력 방법과는 별개이다. 입력화면이 구조화된 템플릿이라 하더라도 저장되는 데이터는 텍스트 형태인 경우가 많으며, 반대로 입력화면이 구조화되지 않았어도 코드화된 표준 통계용어를 이용한다면 저장된 데이터는 다양한 목적과 용도에 따라 요약, 분류가 가능해진다.

텍스트로 저장된 데이터는 입력이 상대적으로 빠르고 표현이 자유롭다는 장점이 있으나 컴퓨터가 이해할 수 없기 때문에 데이터 활용 측면에서는 상당히 취약하다. 그에 비해 코드화된 형태로 저장된 데이터는 컴퓨터가 이해할 수 있기 때문에 지능적인 데이터 처리가 용이하다는 장점이 있으나, 코딩 시간이 추가로 필요하고 코딩 에러가 발생했을 때 에러를 찾아내기 어렵다는 단점이 있다. 국내 전자의무기록에서는 코드화가 일부 적용되고 있으나 코드화와 무관하게

템플릿을 이용한 구조화된 입력이 전자의무기록의 많은 부분을 차지하고 있다. 물론 구조화된 입력이 표준화나 코드화를 자동적으로 지원하는 것은 아니지만, 데이터 입력의 완전성을 높이는 데는 기여한다는 보고가 있다⁵⁾.

데이터 질에 대한 기존 연구를 살펴보면 크게 전향적 코호트, 후향적 코호트, 횡단적 조사연구, 중재연구로 분류할 수 있고, 데이터 질은 정확성(accuracy, correctness), 완전성(completeness), 적절성(appropriateness), 일관성(consistency) 등의 용어로 평가되어 왔다¹⁾⁶⁾. 과거 종이기록에서는 동일한 임상 이벤트에 대해 의료진이 기록한 내용을 그 기록과 독립적으로 평가한 직접관찰 또는 인터뷰 결과와 비교하여 정확성을 측정했으며 이 방법이 가장 견고한 것으로 여겨져 왔다. 예를 들면, Dresselhaus 등⁷⁾의 연구에서와 같이 의무기록 내용을 환자의 자가보고 내용과 전향적으로 비교하여 정확성을 평가하는 것이다. 이후 전자의무기록에서는 해당 데이터가 전자의무기록 시스템에 입력되었는가를 완전성으로 평가했다. 예를 들어 Shin 등⁸⁾은 입원 시점에서 작성된 기록지의 기재율과 의료진간의 내용 일치도를 측정하여 수기기록과 전자기록을 비교하였다. 정확성은 연구자가 특정 기준을 선정하고, 그 기준과 비교하여 일치하는 데이터 비율을 평가하는 것으로 Vawdrey 등⁹⁾의 연구에서와 같이 의료진이 입력한 중환자실 인공호흡기 입력 값을 장비 인터페이스로부터 자동으로 입력되는 값과 비교하여 일치율을 비교하는 것이다. 그러나 기록의 질 연구에서 중요한 것은 연구목적과 연구 대상 데이터의 특성, 그리고 연구환경에서 가용한 자원에 따라 연구방법을 다르게 적용해야 한다는 것이다¹⁾. 예를 들면, 진단명 통계나 의료보험 청구 적합성을 목적으로 진단명의 정확성을 측정한다면 국제질병분류체계와 같은 특정 분류체계를 기준으로 비교할 수 있다. 하지만 의료진의 판단이나 해석을 통해 입력되는 임상관찰 데이터의 경우 정확성에 대한 객관적인 참조 기준을 설정하는 것이 사실상 불가능하다. 그래서 데이터의 정확성 문제를 후향적으로 보고한 연구는 흔하지 않다.

데이터의 이차활용(secondary use)이란 환자로부터 수집된 데이터를 분석하여, 연구, 질/안전 지표, 공공보건, 의료급여, 교육, 의료기관 인증, 마케팅이나 다

른 비즈니스 목적 등으로 활용하는 것으로 직접 환자 진료에 사용하는 일차활용(primary use)과 구분되는 개념이다¹⁰⁾. 이러한 이차활용은 대량의 데이터 처리와 요약 과정이 필수적이기 때문에 입력된 데이터 포맷과 의미적 유용성이 데이터 질의 중요한 요소가 된다. 전자의무기록이나 전자건강기록으로부터 축적된 대량의 전산화된 데이터는 이차활용을 통해 의료 현장에 대한 정보를 제공하고, 의료진의 의사결정을 지원하며, 환자 결과와 제공된 서비스에 대한 모니터, 임상 연구, 의료정책 수립, 공공보건 감시 등에 유용하게 활용될 수 있는 커다란 잠재력을 갖고 있다. 따라서 개별 환자 중심으로 구성된 전자의무기록의 데이터를 집단 중심으로 재구성하고 변환하는 작업이 필요하며 이는 데이터 웨어하우스나 데이터 마이닝의 분석계 데이터 준비과정(data preparation)과 동일하다¹¹⁾¹²⁾.

국내외 전자의무기록의 확산과 함께 데이터 활용이 점차 중요해지고 있다. 그러나 이차활용이라는 관점에서 전자의무기록의 데이터 질을 평가한 연구는 거의 없었다. 이에 본 연구는 전자의무기록의 구조화된 입력을 통해 저장되는 데이터를 대상으로 입력된 데이터가 얼마나 의미있게 재활용될 수 있는지를 이차활용 관점에서 탐색해보고자 하였다. 이를 위해 대량의 데이터 처리와 요약 과정에 필수적인 데이터 형태(type)의 적합성과 단일 데이터로서의 의미 전달 유무, 즉 데이터 값의 의미성(semantic)에 초점을 두었다. 이러한 탐색은 다양한 목적으로 이루어지는 전자의무기록 데이터의 이차활용시 데이터를 이해하는데 도움을 줄 뿐만 아니라 입력되는 데이터의 질 개선을 위한 시스템과 사용자 측면의 개선 방안을 도출하는 데도 도움을 줄 것이다.

II. 재료 및 방법

1. 설계 및 대상 환경

본 연구는 2003년부터 전자의무기록 시스템을 운영해오고 있는 경기도 일개 대학병원에서 사용하는 전사적 전자의무기록을 대상으로 한 후향적 조사연구이다. 해당 병원의 전자의무기록시스템은 템플릿 형

태의 사용자 인터페이스로 구성되어 있으며, 표준용어로 SNOMED-CT (Systematized Nomenclature of Medicine-Clinical Terms, 개발 당시 20020131 release 버전)와 국제간호실무분류체계(international classification for nursing practice, ICNP) 베타버전을 사용하고 있었다. 표준용어는 주호소, 진단명 등 일부 데이터와 ‘간호일지’에 사용하는 로컬 표준 간호진술문에 매핑하여 사용하고 있었다. 본 연구는 중환자실에서 사용하는 ‘중환자실간호기록’이라는 플로우시트 형태의 구조화된 템플릿을 통해 입력되는 데이터를 대상으로 하였다. ‘중환자실간호기록’ 템플릿은 혈액학상태, 의식 및 신경계, 호흡기, 섭취량 및 배설량, 간호사정이라는 5개의 데이터 섹션으로 구성되어 있으며, 각 섹션은 고정된 데이터 항목을 갖는다. 간호사정 섹션을 제외한 4개의 섹션에는 고정항목에 가변항목을 더 추가하거나 삭제할 수 있는 기능이 있다. 이는 환자에 따라 사용자가 필요한 항목을 선택적으로 사용할 수 있도록 만들어진 기능이다. 예를 들면, 수술환자의 경우 수술 후 각종 배액관을 가변항목 추가 기능을 이용하여 섭취량 및 배설량 섹션에 추가할 수 있다. 이들 데이터 항목은 숫자형태의 정수 또는 실수 값을 직접 입력하거나 로마숫자나 문자, 자유진술문을 자유롭게 입력할 수 있도록 되어 있다. 일부 항목은 드롭다운 메뉴를 제공하여 가능한 값을 통제용어(controlled term) 목록으로 제공하고 있지만 자유입력도 허용하는 부분이 많아 입력이 정형화되었다고 보기는 어려운 상황이었다.

2. 대상자 선정

중환자실 간호기록은 다른 간호단위에 비해 구조화된 데이터 항목을 많이 갖고 있다. 특히 외과계 중환자실은 수술환자가 많아 다른 중환자실에 비해 기록할 데이터 항목이 상대적으로 많은 것이 특징이다. 그에 따라 본 연구에서는 외과계 중환자실을 대상 범위로 선정하였으며, 대상 환자는 2004년 1월부터 2006년 12월까지 3년 동안 외과계 중환자실에 입실했던 환자 3,348명이었다.

3. 데이터 수집 및 분석

본 연구의 수집 대상 데이터는 중환자실간호기록 템플릿의 구조화된 전체 데이터항목에서 편의에 의해 선정된 30개 항목이었다. 이 30개 데이터 항목은 중환자실 욕창발생 예측모델 구축을 위해 선택된 데이터로서 욕창발생과 관련된 문헌고찰을 통해 추출한 개념을 전자의무기록의 간호실무 데이터 항목으로 구체화하고 임상적 의미 매핑을 통해 선정한 것이었다. 이러한 선정 과정과 항목에 대한 상세 설명은 관련 연구¹³⁾에서 자세히 다루어져 있으므로 여기에서는 생략하고자 한다. 선정된 30개 데이터 항목은 시간에 따라 반복 측정된 3,348명 환자의 전자의무기록 일부로서 임상데이터저장소로부터 구조화된 질의를 통해 수집하였다.

선정된 데이터 항목은 Table 1과 같다. 이들 항목 중 ‘입원경로’, ‘유치도노 여부’, ‘피부상태’, ‘식이유형’, ‘억제대 유무’, ‘영양상태 컨설팅 유무’, ‘투약’ 등의 11개 항목은 있음/없음, intact/not intact 또는 식이 목록 등의 통제용어만을 허용하는 데이터 입력을 지원하고 있어 최종 분석에서 제외하였다. 인공호흡기 모드, 의식수준, 간호사정의 7개 항목은 통제용어를 제시해주고 있으나 동시에 자유입력도 허용하고 있었으며, 나머지 12개 항목은 통제용어 없이 숫자나 문자를 자유롭게 입력 받는 자유입력 형태였다. 최종 분석에 사용된 데이터는 항목에 따라 27,056-889,000개의 입력값을 가지고 있었으며, 분석에 최종 활용된 데이터 건수는 4,580,846개였다.

본 연구에서 측정하고자 하는 데이터 형태(type)의 적합성은 데이터 항목별로 기대되는 값의 유형으로

해당 병원의 ‘중환자실간호기록 작성지침서’와 ‘전자간호기록 사용자 매뉴얼’에 명시된 내용을 기준으로 하였다. 예를 들어, 의식상태(GCS)의 경우 글라스고우 혼수척도(Glasgow coma scale)에 따라 눈을 뜨는 행위, 언어반응, 운동반응을 사정하여 점수로 기록하며, 치료적 진정상태일 경우는 ‘s’, 위장관 튜브나 기도관 삽입시는 ‘E’, ‘I’로 표시한다. 따라서 ‘4/E/5’ 또는 ‘3/4/4’와 같은 형태로 입력하도록 되어있다. 또 혈압이나 체온의 경우는 ‘압력과 섭씨단위로 측정하여 기록하며 단위는 생략한다’는 기준에 따라 실수 범위를 갖는 숫자 형태를 기준으로 하였다. 데이터 값의 의미성은 단일 데이터 조각으로서 사용자들 간의 의미전달 여부로 정의하였다. 예를 들어 GCS 항목에 ‘5/4/4’라는 값은 기민한 환자의 의식상태를 의미한다. 그러나 동일한 항목에 ‘I’라는 값은 어떤 의미도 전달하지 못 한다. 또한 혈청 알부민 수치가 0.5인 경우는 형식상 데이터 처리에 문제는 없으나 의미적으로 이상 값에 해당한다. 즉 혈청 샘플에 문제가 있어 제대로 결과 값이 나오지 않았거나 잘못 입력된 값으로 임상적 의미를 부여하기 힘든 자료이다. 이처럼 숫자 형태의 변수에서는 가능한 값의 범위를 설정했는데, 임상검사의 경우 2002년 한국건강관리협회 임상검사참고치 표준화에 관한 연구¹⁴⁾와 임상화학실험¹⁵⁾에서 사용하는 Tonks’ 허용한계(%)를 이용하여 산출하였다. 그 외 임상관찰의 경우는 중환자간호 교과서¹⁶⁾를 근거로 하되 해당 중환자실 수간호사와 본 연구에 참여한 5년 경력 이상의 실무 간호사 2명의 검토를 거쳐 판단기준을 설정하였다.

이상에서 정의한 데이터 형태적 적합성과 값의 의미성을 기준으로 본 연구에서는 Table 2와 같은 개념

Table 1. Target data items collected from electronic nursing records in the surgical intensive care unit

Item category in the EMR	Name of item	Number of item
Admission	Admission route*	1
Vital sign & Measurement	Blood pressure, heart rate, body temperature, pulse rate, height, weight, ventilation mode	7
Input & Output	Self voiding, catheterization, defecation, stomy, drain	5
Neurology	Consciousness level (GCS), motor power	2
Nursing assessment	Peripheral circulation (S.M.C)*, edema, skin condition*, patient severity classification	4
Nursing intervention	Position change, type of diet*, restraint*, nutritional consult*	4
Laboratory test	Hemoglobin, serum albumin	2
Medication	Sedatives*, anticoagulants*, analgesics*, inotropics*, TPN (total parenteral nutrition)*	5
Total		30

* Indicates the data item that is excluded in the final analysis due to the exclusion criteria. GCS: glosgow coma scale, S.M.C: sensory, motor, circulation

적 분석틀을 정의하였다. 이 분석틀에서 ‘Fully usable’에 해당하는 부분은 해당 데이터 유형도 적합하고 의미 전달에 문제가 없는 부분으로 이차활용에서 자동화된 데이터 처리가 가능한 부분이다. ‘Partially usable’ 영역은 데이터 유형은 적합하지 않아도 사람의 해석이 가능한 부분으로 데이터 처리를 위해서는 사람의 추가적인 해석과 코딩 작업이 필요한 부분에 해당한다. 그러나 ‘Not usable’ 영역은 데이터 유형 적합성에 상관없이 의미 전달에 문제가 있는 부분으로 단일 데이터만으로는 사람이 해석할 수 없는 부분에 해당한다.

Table 2의 분류 스키마에 따른 판단은 Figure 1과 같은 과정을 통해 이루어졌다. 우선 중환자실 간호경력이 있는 연구원 2명이 19개 항목의 데이터 적절성과 의미성을 각각 독립적으로 검토하였다. 이 과정에서 추출된 사례는 데이터 범주별로 목록화하도록 하였다. 본 연구자는 이들의 검토 결과를 받아 비교해본 후 불일치 결과가 있는 부분과 의미가 모호하여 판단이 보류된 부분을 추출하여 해당 의료기관 실무자 2

명에게 분류 판정을 의뢰하였다. 이들은 데이터가 수집된 간호부서에 근무하는 실무 경력 5년 이상의 간호사로서 데이터 수집 및 입력뿐만 아니라 문제점도 잘 파악하고 있었다. 연구자는 이들에게 연구 목적과 판단 및 분류 스키마, 그리고 사례 목록을 보여주고 설명한 후 그에 따라 독립적으로 분류하도록 하였다. 최종 결과에서 실무자 간 불일치가 발생하는 경우는 다른 실무 사용자의 추가 의견을 종합하여 공통된 의견을 도출하도록 하였다.

III. 결과

본 연구의 개념적 분석틀에 따라 개개의 데이터 항목과 값을 검토한 결과 Table 3과 같이 4백 만을 약간 넘는 88.6%의 데이터가 Fully usable 부분에 해당했으며, 11.4%가 Partial usable 또는 Not usable 부분에 해당하는 것으로 나타났다. Partially usable 부분은 3,929개(0.09%)로 가장 적은 수를 차지하고 있었다. 데이터 형식은 적합했으나 의미가 모호하거나, 데이터 형식도 적합하지 않고 의미도 없었던 범주는 각각 5.16%와 6.11%로 이 부분은 데이터 활용이 불가능한 Not usable 범주였다.

Partially usable과 Not usable에 해당하는 11.4%(514,317개) 내용을 데이터 범주와 입력 문제로 세분화하여 살펴보면 Table 4와 Table 5와 같다. 그 중 Partially usable로 분류된 3,929건을 살펴보면 활력징후와 측정 범주가 67%로 가장 많았고, 신경학적 및 임상의학진단 검사, 섭취량 및 배설량이 각각 15%, 17%였다. 입력 문제별로는 해당 데이터 값 이외에 관련 임상 정보를 함께 기술하는 사례가 가장 많았다. 예를 들면, 수축기혈압의 값으로 ‘100-150’이라는 범위를 넣거나 이완기혈압에 ‘RL 100/80’와 같이 측정

Table 2. Conceptual framework for evaluation of quality of nursing data

Data type Semantics	Appropriate	Inappropriate
Meaningful	Fully usable	Partially usable
Meaningless	Not usable	

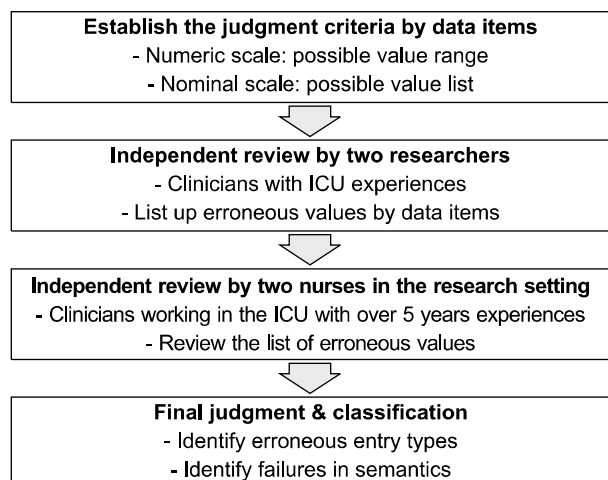


Figure 1. Judgment and classification process of data adequacy

Table 3. Data quality analysis based on data types and semantics

Data type Semantics	Frequency (%)		Total
	Appropriate	Inappropriate	
Meaningful	4,016,107 (88.6)	3,929 (0.09)	4,020,036 (88.7)
Meaningless	233,588 (5.2)	276,800 (6.1)	510,388 (11.3)
Total	4,249,695 (93.8)	280,729 (6.2)	4,530,424 (100.0)

Table 4. Distribution of erroneous data entry by data group in the partially usable category

Category	Data group	Frequency (%)				Total
		Vital sign & measurement	Input & output	Neurology & laboratory test	Nursing assessment & intervention	
Inclusion of relevant clinical Information		1,968 (62.7)	588 (18.7)	582 (18.5)	0 (0)	3,138 (100.0)
Format error		646 (88.9)	3 (0.4)	72 (9.9)	6 (0.8)	727 (100.0)
Typographic or spell error		17 (26.6)	5 (7.8)	0 (0)	42 (65.6)	64 (100.0)
Subtotal		2,631 (67.0)	596 (15.2)	654 (16.6)	48 (1.2)	3,929 (100.0)
Typical error example (presented in a format of <data item>-<value> couple)		<Ventilation mode>- <600>, <Diastolic BP>- <RL 100/80>	<Drain: JP tube>- <patent 20 cc>	<Consciousness level>- <2-3>	<Position change>- <massage>	

Table 5. Distribution of erroneous data entry by data group in the not usable category

Category	Data group	Frequency (%)				Total
		Vital sign & measurement	Input & output	Neurology & laboratory test	Nursing assessment & intervention	
Not interpretable		671 (0.2)	275,892 (99.7)	202 (0.0)	35 (0.0)	276,800 (100.0)
No useful meaning		601 (0.3)	0	231,953 (99.3)	985 (0.4)	233,588 (100.0)
Out of proper range		12 (24.5)	0	37 (75.5)	0	49 (100.0)
Subtotal		1,284 (0.3)	275,892 (54.1)	232,192 (45.5)	1,020 (0.2)	510,437 (100.0)
Typical error example (presented in a format of <data item>-<value> couple)		<Heart rate>- <unchecked>, <Temperature>-<63.2>	<JP Tube>-<[34]>, <Self voiding>-<+780>	<Motor power>- <irritable>, <Serum albumin>-<0.5>	<Position change>-<WC>, <Position change>-<S-G>	

부위와 값의 범위를 함께 기술하고 있었다. 다른 사례로는 체중에 'Kg'과 같이 데이터 단위를 추가로 입력하거나 인공호흡기 모드에 '600' 또는 '0.4'와 같이 숫자를 넣는 데이터 형태 오류였으며, 입력시 철자오류가 0.5%를 차지하고 있었다.

Not usable 범주는 섭취량 및 배설량, 신경계 관찰 및 진단검사, 활력징후 및 측정, 간호사정 및 중재 범주 순으로 빈도가 많았다(Table 5). 의미 추측이 어려울 뿐만 아니라 추가적인 정보도 없고, 데이터 형태도 맞지 않은 경우가 276,800건으로 가장 많았으며, 이러한 사례로는 사용자 간에 합의되지 않은 문자나 기호를 섞어 쓰는 경우였다. 예를 들면, 섭취량 기록 중 유치도뇨 항목에서 숫자를 중괄호나 각진 괄호, 둥근 괄호로 묶는 경우가 흔했다. 체위에도 'LA', 'Pacing', 'AF', 'S-G'와 같이 표준화되지 않은 약어를 사용하고 있었다. 이러한 사례는 연구원 검토와 실무자 판단에서도 대부분 판단 불일치 또는 오류 항목으로 분류되었다. 그러나 실무 간호사들과의 인터뷰를 통해 합의되지 않은 문자사용에 대한 원인과 의도를 추가적으로 수집할 수 있었다. 이외 'unchecked', 또는 'refused'와 같이 데이터 수집에 실패한 임상의 상황적 정보를 전달하고 있으나 데이터 형태나 의미성에서 불충분한

사례가 233,588건으로 많은 수를 차지하고 있었다. 적은 수의 사례로는 수축기혈압 값이 '121356'이나 체온이 '63.2'와 같이 유효한 데이터 범위를 넘는 경우로 49건 정도가 있었다.

IV. 논의

전자의무기록 데이터는 서비스의 질적 향상을 목적으로 활용될 잠재력이 크다. 특히 데이터 마이닝 기술의 발전과 그러한 기술의 보건의료분야 적용이 증가하면서 전자의무기록 데이터의 질적인 측면이 중요해지고 있다. 이에 본 연구에서는 전자의무기록 데이터의 이차활용이라는 측면에서 구조화된 입력을 통해 저장되는 데이터의 형태적 적합성과 의미적 유용성에 초점을 두었다.

연구 결과 입력된 데이터의 88.6%가 형태나 의미적 측면에서 적합성을 갖추고 있는 것으로 나타났다. 그에 비해 11.4%는 형태나 의미적 측면에서 적합성을 갖추고 있지 못했다. 부적합으로 판단된 데이터 514,317건(100%) 중 0.8%에 해당하는 데이터는 수작업에 의해 재코딩이 된다면 활용이 가능한 것으로 확인되었으나 99.2%에 해당하는 대부분은 의미적 제한

때문에 재활용이 불가능한 것으로 나타났다. 이러한 결과를 전자의무기록 데이터의 정확성(correctness)을 보고한 기존 연구와 비교해보면 Hogan 등¹⁾이 제시한 80%에 비해 높은 수준임을 알 수 있다. 그러나 Hogan 등의 메타분석에서 다루어진 데이터 범주는 대부분의 학진단, 문제목록, 투약처방, 투약수행, 수술/처치, 처치 합병증, 인구학적 자료(직업, 결혼상태, 출생일), 예방접종 상태(Hib, MMR), 검사결과가 다수를 차지하고 있어 본 연구의 데이터 범주와 차이가 있었다. 본 연구와 같이 임상관찰과 중재관련 데이터를 다룬 연구는 많지 않은데, Stange 등¹⁷⁾에 따르면 신체검진, 검사결과, 예방접종에 대한 정확성은 중간 수준인데 반해 건강관련 교육(예. 체중 조절)은 매우 낮다고 하였다. Dresselhaus 등⁷⁾은 의무기록에서 6.4%의 가양성 오류율을 보고했는데, 특히 신체검진에서 오류율이 가장 높다고 보고하였다. 또한 완전성(completeness)과 정확성(accuracy) 판단 절차와 기준도 차이가 있었는데, Hogan 등¹⁾이 조사한 26개 연구 논문 중 절반이 종이기록 검토에서 맹검법(blind)을 적용하지 않았으며, 8개 논문에서는 해당 항목의 값이 입력되었는지 여부만을 확인하고 있었다. 한편, 국제질병분류체계와 같은 특정 코드, 분류체계, 용어집을 사용하는 의학진단 범주의 정확도 67-100%와 비교하면 본 연구의 88.6%는 중간수준이라고 볼 수 있다.

이처럼 다루어진 데이터 범주가 다르고 정확성을 판단하는 기준이 본 연구와 다르다는 점에서 직접적 비교는 어려운 것으로 여겨진다. 그러나 본 연구에서 나타난 11.4%의 형식적, 의미적 부적합한 데이터가 이차활용에서 계속 제외되거나 또는 분석에 잘못 포함되어 다른 데이터에 영향을 줄 수 있으므로 부적합 데이터 입력을 최소화 할 수 있는 현실적인 접근이 필요하다.

수작업 재코딩을 통해 활용이 가능했던 0.09% (3,929개)의 데이터 값을 살펴보면 대부분이 활력징후와 키, 체중, 신경계 관찰과 같은 측정 항목이 가장 많았다. 활력징후의 경우 혈압 측정 부위를 함께 기록한다거나 심장박동수와 함께 flat 또는 asystole과 같은 양상을 함께 기록하고 있었으며, 의식상태를 사정하는 GCS의 경우 4-5와 같이 범위를 기록하거나 대변의 양, 회수 이외에 양상을 텍스트로 함께 입력하고

있었다. 본 연구에서는 이러한 사례를 ‘관련 임상정보를 함께 기술한 것’으로 분류하였으나 실무자 인터뷰 결과, 기존 전자의무기록의 데이터 모델 커버리지가 실무에서 의사소통해야 하는 콘텐츠 요구를 만족시키지 못해 발생하는 문제임을 알 수 있었다. 즉 전자의무기록의 데이터 모델은 중환자실 간호기록의 구조화된 템플릿으로 사용자에게 제공되지만, 사용자 측면에서는 해당 데이터 항목 이외 더 많은 정보를 커뮤니케이션해야 할 필요로 인해 관련 데이터 입력란에 부가적인 정보를 함께 기술하여 이용하고 있었다.

데이터 값의 의미적 제약으로 재활용이 어려웠던 11.3% (510,388개)의 데이터 값을 살펴보면, 양을 측정하는 항목에서 합의되지 않은 기호나 문자를 섞어 쓰는 경우가 가장 흔했다. 이는 특정 데이터의 속성을 추가할 수 있는 기능이 있음에도 불구하고 그 기능을 사용하지 않는 것이 가장 큰 원인이었다. 즉 각종 배설량을 기록하는 경우 4시간, 8시간 등 시간 단위별 소계를 추가할 수 있는 기능이 있음에도 불구하고 이를 사용하지 않고 임의의 기호를 서로 다르게 이용하고 있었다. 이러한 기호는 임상 실무자 확인 과정에서 사용자들 간에 전혀 합의되지 않은 것으로 나타나 의료진 간의 의사소통 문제를 내포하고 있었다. 이러한 문제의 원인은 사용자들이 데이터 속성을 추가할 수 있는 시스템 기능을 잘 모르고 있거나, 또는 알고 있음에도 별도 입력의 필요성을 잘 인식하지 못하여 활용성이 떨어지는 것으로 해석할 수 있다. 이러한 현상은 데이터 모델 설계뿐만 아니라 구현단계에서 데이터 모델에 대한 실무 사용자들의 이해와 그들의 활용행태에 대한 이해가 모두 필요함을 보여주는 사례라 할 수 있다.

이처럼 전자의무기록의 데이터 질과 관련해서는 실무의 데이터 요구와 데이터 흐름에 대한 분석, 분석결과를 반영한 데이터 모델의 정립, 그리고 그러한 모델 구현과 운영에 영향을 주는 사용자 요인을 복합적으로 고려해야 한다. 이에 본 연구에서는 사용자 요인과 관련한 문제를 최소화할 수 있는 방안으로 다음 3가지 고려사항을 제안하고자 한다. 첫째, 기술적 측면에서 사용자가 실수하지 않고 원하는 데이터를 용이하게 입력할 수 있도록 사용자 인터페이스를 설계하는 것이다. 이 과정에서 사용자가 입력한 데이터를 후

향적으로 살펴보는 작업은 매우 유용하다. 즉 작은 입력 오류가 있는 부분이나 다른 용도로 사용되고 있는 데이터 항목을 발견할 수 있기 때문이다. 둘째, 업무적 측면에서 사용자들이 ‘합의된 표기’나 통제 용어를 사용하도록 지속적으로 유도해나가는 접근이 필요하다. 개인이나 일부 소수 그룹이 합의한 표현을 사용하는 것은 의료진 간의 의사소통에 큰 장애가 될 뿐만 아니라 데이터의 이차활용에 영향을 줄 가능성이 크다. 셋째, 조직차원에서 정기적인 모니터링 과정이 필요하다. Dambro와 Weiss¹⁸⁾에 의하면 기록에 대한 반복적인 피드백이 데이터 입력 정확도를 높이는 데 크게 기여했다고 하며, Ricketts 등¹⁹⁾과 Porcheret 등²⁰⁾도 데이터 질 관리 코디네이터가 있는 기관의 의무기록 질이 그렇지 않은 기관보다 더 높았고 데이터 질 관리 프로그램 도입이 컨설팅 처방, 약물처방의 입력 정확성을 증가시켰다고 보고했다. 이처럼 의학지식의 변화와 복잡성이 빠르게 증가하고 의료인력 교체가 잦은 실무 상황을 고려하면 데이터 질 관리 문제가 데이터의 일차활용과 이차활용 모두를 위해 절실히 필요한 부분이라 할 수 있다.

끝으로 본 연구의 제한점으로는 일 개 교육병원의 전자의무기록시스템과 사용자를 대상으로 했으므로 의료기관 별, 사용자 별, 대상 간호단위의 특성 별 차이가 있을 수 있다. 또한 본 연구에서 다루어진 데이터 항목이 전자의무기록의 일부분에 해당하므로 그에 따른 차이도 고려해야 한다.

참고문헌

- Hogan WR, Wagner MM. Accuracy of data in computer-based patient records. *J Am Med Inform Assoc* 1997;4(5):342-355.
- De Lusignan S. An educational intervention to improve data recording in the management of ischaemic heart disease in primary care. *J Public Health* 2004;26(1):34-37.
- Brown C. Computer-based data collection boosts productivity, regulatory compliance. *Nurs Manag* 2004;35(2):40B-D.
- Tang PC, McDonald CJ. Electronic Health Record Systems. In: Shortliffe EH, Cimino JJ, editors. *Bio-medical Informatics: computer applications in health care and biomedicine*. 3rd ed. New York: Springer science and business media;2006. pp.447-475.
- Fortinsky R, Gutman J. A two-phase study of the reliability of computerized morbidity data. *J Fam Pract* 1981;13:229-235.
- Thiru K. Systematic review of scope and quality of electronic patient record data in primary care. *BMJ* 2003;326(7398):1070.
- Dresselhaus TR, Luck J, Peabody JW. The ethical problem of false positives: a prospective evaluation of physician reporting in the medical record. *J Med Ethics* 2002;28(5):291-294.
- Shin AM, Park HJ, Jung SJ, Noh MJ, Kim YN. The paper-based medical record compared to the electronic medical record: documentation and agreement of information. *J Korean Soc Med Inform* 2009;15(2):201-208.
- Vawdrey DK, Gardner RM, Evans RS, Orme JF Jr, Clemmer TP, Greenway L, et al. Assessing data quality in manual entry of ventilator settings. *J Am Med Inform Assoc* 2007;14(3):295-303.
- Bloomrosen M, Detmer D. Advancing the framework: use of health data-a report of a working conference of the American medical informatics association. *J Am Med Inform Assoc* 2008;15(6):715-722.
- Witten IH, Frank E. *Data Mining: practical machine learning tools and techniques with Java implementations*. San Francisco: Academic Press;2000. pp.48-56.
- Fayyad UM, Piatetsky-Shapiro G, Smyth P, Uthurusamy R. *Advances in knowledge discovery and data mining*. California: American Association for Artificial Intelligence and MIT Press;1996. pp.48-51.
- Cho I, Yoon HY, Park SI, Lee HS. Availability of nursing data in an electronic nursing record system for a development of a risk assessment. *J Korean Soc Med Inform* 2008;14(2):161-168.
- Lee KN, Yoon J, Choi Y, Cho H, Bae K, Yoon C, et al. Standardization of reference values among laboratories of Korean Association of Health Promotion. *J Lab Med Qual Assur* 2002;24:185-195.
- Kim J, Na Y, Yoon K, Lee H, Choo SK. *Clinical chemistry*. 3rd ed. Seoul: Korea Medicine Book Publisher;2001. pp.71-72.
- Lewis SM, Heitkemper MM, Dirksen SR, O'Brien PG, Giddens JF, Bucher L. *Medical and surgical nursing*. 6th ed. Missouri: Mosby;2004. pp.1758-1795.
- Stange K, Zyzanski S, Smith T, Kelly R, Langa D, Flocke S, et al. A comparison of US and Canadian family physician attitudes toward their respective health-care systems. *Med Care* 1996;34(8):837-844.

18. Dambro M, Weiss B. Assessing the quality of data entry in a computerized medical records system. *J Med Syst* 1988;12(3):181-187.
 19. Ricketts D, Newey M, Patterson M, Hitchin D, Fowler S. Markers of data quality in computer audit: the Manchester Orthopaedic Database. *Ann R Coll Surg Engl* 1993;75(6):393-396.
 20. Porcheret M, Hughes R, Evans MD, Kordan K, Whitehurst R, Ogden H, et al. Data quality of general practice electronic health records: the impact of a program of assessments, feedback, and training. *J Am Med Inform Assoc* 2004;11(1):78-86.
-