

SNOMED CT 국내 도입에 따른 적용 및 확산

박현애 (서울대학교 간호대학/교수), 유승중 (인포클리닉/대표), 정혜실 (서울대학교 간호대학/연구원)

I. 서론

- 우리나라가 2020년 8월 SNOMED International (SI)의 39번째 회원국이 되면서 국내 의료기관, 보건 의료 IT 시스템 개발업체, 연구자들이 SNOMED CT 용어 및 용어관련 자원을 무료로 사용하고, SNOMED CT 콘텐츠 개발에 참여할 수 있게 되었다.
- 이 정책 브리프에서는 이러한 변화 상황에서 국내 SNOMED CT의 적용 및 확산을 돕기 위해 의미론적 상호운용성을 확보하는 데 있어서 표준 참조용어체계로서의 SNOMED CT의 역할, SNOMED CT에 대한 간단한 소개, SNOMED CT의 활용 사례, SNOMED CT를 적용하는 데 있어서 장애 요인, 이러한 장애 요인의 해결책에 대해 소개하고, 국내에서 적용 및 확산 전략을 제시하고자 한다.

II. 본론

1. 상호운용성과 용어표준

- 보건 의료 정보 기술 도입의 궁극적인 목표는 보건 의료 분야에서 생성되는 데이터를 잘 수집하여, 공유하고 활용하는 데 있다. 데이터의 수집 전략으로는 EMR과 같은 보건 의료 정보 기술의 적극적 수용, 공유 전략으로는 데이터의 상호운용성 확보와 보안 유지, 활용 전략으로는 보건 의료 서비스 전달 강화, 개인과 지역 사회의 건강 향상, 연구 개발, 학문 발전 및 보건 의료의 혁신 등을 들 수 있다. 보건 의료 분야에서 EHR 데이터, 의료 보험 청구 데이터, 모바일/웨어러블 기기 생성 데이터 등 다양한 자료원으로부터 많은 양의 데이터가 생산되고 있으나 상호운용성 확보와 같은 공유 전략 부재로 제대로 활용되지 못하고 있다.
- 상호운용성은 서로 다른 정보 시스템, 장치 및 응용 프로그램이 기관, 지역, 국가 간 미리 정해진 방식으로 데이터에 접근하고 교환, 통합 및 활용하는 능력을 말한다[1]. 상호운용성을 확보하려면 먼저 교환하는 데이터의 형식, 구문, 구성을 정의하는 구조 수준의 상호운용성이 확보되어야 한다. HL7의 CDA, FHIR가 이런 목적으로 사용된다. 다음으로 교환하는 데이터의 의미를 보존하는 의미론적 상호운용성이 보장되어야 한다. ICD-10,

SNOMED CT, LOINC, RxNorm과 같은 표준 용어가 이런 목적으로 사용된다. 다음으로 데이터 교환과 관련된 프로세스, 워크플로우 등이 정의되어야 한다. 상호운용성을 확보하기 위해 다양한 표준이 사용되는데 그 중 보건의료에서 주고받는 데이터, 정보, 지식을 애매모호하지 않게 표현하는 데 사용되는 용어표준이 가장 핵심이 되는 표준이다.

- 의료 용어는 진단, 처치, 검사, 의약품 등 임상 아이디어를 표현하는 영역별 용어로 구분할 수 있다. 진단 영역의 표준 용어로 ICD, 처치 영역의 표준 용어로 ICD-10-PCS, 검사 영역의 표준 용어로 LOINC, 의약품 영역의 표준 용어로 ATC를 들 수 있다. 의료 용어는 기능에 따라 주로 사람이 시스템과 상호작용할 때 사용하는 인터페이스 용어, 입력 용어, 침상 옆 용어; 개념, 개념간 관계 및 체계적이고 형식적인(formal) 정의를 갖춘 인간과 컴퓨터 둘 다 사용 가능한 참조 용어; 미리 정해진 세분화 수준에서 데이터를 집계할 때 사용하는 상호 배타적인 범주의 집합인 분류체계로 구분할 수 있다. 인터페이스 용어의 예로 Read codes를 들 수 있고, 참조 용어로 SNOMED CT, LOINC를 들 수 있으며, 분류체계로 ICD-10을 들 수 있다.
- 임상에서 가장 이상적인 의료용어의 활용은 의료진이 환자 진료 접점에서 인터페이스 용어 혹은 자연어로 임상 아이디어를 의무기록에 기록하고, 인터페이스 용어로 의무기록에 기록된 내용이 참조용어체계로 저장되고, 참조용어체계로 저장된 내용을 통계 집계, 의료보험 청구 등 목적으로 사용하는 것이다. 이처럼 환자 진료 접점에서 인터페이스 용어로 기록한 내용을 여러 목적으로 활용하려면 인터페이스 용어가 참조용어체계에 매핑이 되어 있어야 하고, 또한 참조용어체계가 분류체계 혹은 다른 목적의 코딩 체계와 매핑되어 있어야 한다.
- 인터페이스와 분류체계를 연결하는 참조용어체계는 단순 개념과 조합 개념의 표현을 지원할 수 있게 구성된 일련의 원자 단위 용어의 집합이다[2]. 참조용어체계에 포함된 개별 개념은 컴퓨터 처리가 가능한 형식적(formal) 정의를 가지고 있다[3]. 이러한 특징을 가진 참조용어체계는 데이터의 의미기반 검색 및 취합을 지원해준다. 참조용어체계의 핵심 구성요소는 개념, 용어, 코드, 관계로 개념은 하나의 애매모호하지 않은 의미를 가진 임상 아이디어의 표현을 말한다. 용어는 개념의 명칭, 언어학적 부호를 말한다. 코드는 개념을 표현하기 위해 사용되는 알파벳/숫자를 말한다. 관계는 한 개념을 관련된 다른 개념과 연결하는 것으로 해당 개념을 좀 더 일반적인 개념과 관계 짓는 IS-A 관계와 해당 개념의 의미를 상세하게 표현하는 데 사용되는 속성 관계가 있다. 참조용어체계는 Cimino [4]가 제안한 개념 지향, 개념 영구성, 개념 식별자의 무의미, 다축 구조, 형식적 정의, 기타 분류의 사용 금지, 다양한 상세성 수준 허용, 개념의 후조합, 맥락 정보의 표현, 용어체계의 우아한 진화 등 용어체계 개발 혹은 평가 기준을 만족해야 한다.
- 이러한 기준을 만족하는 참조용어체계의 역할은 데이터의 표준화와 데이터의 집계이다. 데이터의 표준화는 다양하게 표현된 데이터를 참조용어체계에 포함된 개념을 참조하여 연계하는 것을 말한다. 따라서 참조용어체계는 의료현장에서 동등하거나 유사한 의미의 개념을 식별하는 데 사용된다. 참조용어는 의무기록에 기록된 임상 개념을 일관성 있게 코딩하는 데 도움을 준다. 예를 들어 로컬용어를 참조용어로 매핑하고, 이를 분류체계로

매핑하면 일관성 있는 코딩이 가능해진다. 참조용어체계의 두 번째 역할인 집계는 개념 간 관계로 가능하다. 참조용어체계의 IS-A 계층적 관계는 더 넓은 의미의 개념에 포함되는 개념을 찾는 데 활용할 수 있다. 예를 들어 협심증은 심장 질환의 한 종류로 심장 질환으로 질의를 하면 하위 개념인 협심증이 포함된다. 참조용어체계의 속성 관계는 해당 개념이 관련된 다른 개념과의 관계를 규명하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어 박테리아성 폐렴의 원인균은 박테리아로 원인균이 박테리아인 질병을 질의하면 박테리아성 폐렴이 포함된다.

- 보건의료분야에서 개념지향, 형식적 정의, 다축 구조, 후조합 등의 참조용어체계의 기준을 만족하는 보건의료 용어체계 중 규모나 활용도에서 SNOMED CT를 대체할 만한 다른 대안은 없다.

2. 국내외 용어표준 활용 현황

1) 국내 표준용어 활용 현황

- 국내 표준코드 및 용어 활용 현황을 살펴보면 진단 분야에 KCD, 검사와 처치 및 시술 분야에 건강보험심사평가원의 건강보험 행위 급여·비급여 목록표, 의약품 분야에 의약품 표준코드가 모든 의료기관에서 공통으로 사용되고 있다. 이외 의료기관에서 사용하고 있는 의료용어로는 영역별로 진단과 처치 및 시술 분야에 ICD-9-CM, 임상검사 분야에 LOINC, 영상의학 분야에 DICOM, 의약품 분야에 ATC코드가 사용되고 있으며, 범용으로는 UMLS, KOSTOM, SNOMED CT가 사용되고 있는 것으로 나타났다[5].

2) 국외 표준용어 활용 현황

- 국외 의료용어 활용 현황을 28개 OECD 가입국들 대상으로 살펴본 결과 표 1과 같다[6]. 영역별로 진단 분야에 ICD, 임상검사 분야에 LOINC, 영상의학 분야에 DICOM, 처치 및 시술 분야에 ICD-10-PCS, 의약품 분야에 ATC코드가 가장 널리 사용되고 있으며, SNOMED CT는 모든 분야에서 사용되고 있다.

표 1. OECD 가입 국가의 분야별 보건의료 용어체계 활용현황

용어체계	진단	검사	치료 및 수술	의약품
ICD*	24	2	8	-
SNOMED CT	6	7	5	3
ICPC	4	-	-	-
LOINC	-	16 (임상 검사)	-	-
DICOM	-	13 (영상 검사)	-	-
NCSP	-	-	6	-
ATC	-	-	-	13

주: *ICD-9, ICD-9-CM, ICD-10, ICD-10-CM, ICD-10-AM, ICD-10-CA 포함.

3. SNOMED CT

1) SNOMED CT 개요

- SNOMED CT는 미국 병리학회(CAP)에서 개발한 SNOMED RT® (참조 용어)와 영국 NHS (National Health Service)에서 개발한 Clinical Terms (Read Codes라고도 함)를 합병하여 만든 임상 용어체계이다. SNOMED CT는 전 세계에서 가장 포괄적인 다국어 임상 용어체계로 2020년 7월 31일 국제 배포판 기준으로 354,383개 임상 개념과 이들 개념에 대한 1,493,062개 동의어, 개념 간의 관계인 형식적 정의를 포함하고 있다. SNOMED CT는 개념 지향적이고 기계 판독이 가능한 용어체계로 임상 정보의 전자 교환을 지원하며 의미론적 상호운용성을 촉진하기 위해 ICD-10과 같은 다른 코딩 시스템에 매핑하여 사용하고 있다. 현재 50개 이상의 국가에서 SNOMED CT를 국가 표준으로 채택하여 사용하고 있으며 WHO ICD-11의 온톨로지 기반으로 사용되었다.

2) SNOMED CT 역사

- SNOMED CT는 1965년 미국 병리학회에서 형태와 해부학을 설명하기 위해 개발한 체계화된 병리학 명명법(SNOP)에서 유래되었다. 미국 병리학회는 1975년 SNOP을 의료분야의 전 영역을 포괄하는 체계화된 의학 명명법(SNOMED)으로 확장하였다. 한편 1980년대 영국의 NHS에서 별도로 개발한 Read Codes가 나중에 CTV3 (Clinical Terms Version 3)로 발전하였다. 2000년 미국 병리학회와 Kaiser Permanente가 협력하여 SNOMED RT라는 논리기반 용어체계를 개발하여 발표하였다. 2002년 미국의 병리학회와 영국의 NHS가 SNOMED RT와 CTV3를 합병하여 SNOMED CT (Clinical Terms)를 발표하였다. 2007년 9개 국가가 설립한 비영리 기관인 IHTSDO (International Health Terminology Standards Development Organization)가 SNOMED CT 모든 버전에 대한 지적 재산을 양도받았다. 2017년 기관의 명칭을 IHTSDO에서 SNOMED International (SI)로 변경하였다. 현재 SI에서 SNOMED CT관련 콘텐츠와 라이선스를 유지 관리하고 있다.

3) SNOMED CT 구성요소

- SNOMED CT는 개념(concept), 용어(description), 관계(relationship)의 세 가지 핵심 구성요소와 참조 세트(refsets)로 구성된다. SNOMED CT 개념(concept)은 고유한 임상 아이디어를 나타낸다. 개념은 숫자로 구성된 고유한 개념 식별자를 가진다. 개념은 일반적인 개념에서 더 상세한 개념으로 계층적 구조로 정렬되어 있다.
- SNOMED CT 용어(descriptions)는 사람이 읽을 수 있는 표현으로 개념에 연결되어 있다. 개념에는 여러 개의 동의어가 있을 수 있다.
- SNOMED CT 관계(relationship)는 한 개념을 관련된 다른 개념에 연결한다. 관계에는 한

영역에 포함된 개념 간의 계층 구조를 표현하는 하위 유형(IS-A) 관계와 다른 영역에 포함된 개념과의 연관성을 표현하는 속성(attribute) 관계가 있다. SNOMED CT에서 이러한 관계 세트는 개념의 형식적 정의를 제공한다.

- SNOMED CT 참조 세트는 사용자들의 다양한 요구 사항을 지원하기 위한 개념, 용어 혹은 관계의 일부를 제공하는 사용자 맞춤형 용어 서비스이다. 참조 세트에는 일반적으로 많이 사용되는 코드 및 용어를 추출한 서브세트, 언어별 선호 용어, ICD-10, LOINC 등 다른 코드 체계와의 매핑 등이 포함된다.

4) SNOMED CT 계층적 구조

- SNOMED CT 개념은 계층적 구조로 여러 수준의 세분화 단계로 표현된다. SNOMED CT 개념은 'SNOMED CT Concept'이라는 루트 개념 아래 19개의 최상위 개념으로 구성되어 있고, 19개 최상위 개념 아래 다중계층구조로 임상 개념이 포함되어 있다. 최상위 개념에는 임상소견, 처치, 신체구조, 의약품/생물학적 제제, 물질, 관찰 가능한 개체, 명시적 문맥을 가진 상황, 사회적 문맥, 단계와 척도, 이벤트, 환경 또는 지리적 위치, 유기체, 물리적 힘, 한정자 값, 기록 산출물, SNOMED CT 모델 컴포넌트, 특별 개념이 포함된다.

5) SNOMED CT 활용

- SNOMED CT는 전자의무기록 시스템에서 진단, 처치, 환자 문제 목록 및 가족력, 과거력, 사회력과 같은 임상 데이터를 기록하고 공유하는 데 사용된다. 전자의무기록 시스템에서 사용되는 다양한 용어를 SNOMED CT로 표준화하면 임상 콘텐츠를 일관되게 표현하고 재현할 수 있다. 이렇게 되면 데이터웨어하우스 및 고급 분석 기술을 사용하여 전자의무기록 시스템에 기록된 내용에 대한 집계, 분석, 연구 및 통계를 지원하는 추가 애플리케이션을 통합할 수 있다. 또한 임상 의사 결정 지원과 같은 지침 및 지식 전달을 지원하는 애플리케이션도 전자의무기록 시스템에 통합될 수 있다.

6) SNOMED CT 활용 이점

- 전자의무기록 시스템에 SNOMED CT를 사용하면
 - 임상 정보를 의료기관 내에서 그리고 기관 간 일관되게 공유할 수 있다.
 - 데이터를 개인 및 기관의 목적에 맞게 구성하고, 질의 및 분석할 수 있다.
 - 의료기관 간 기록 내용을 다르게 해석할 위험을 줄일 수 있다.
 - 다국어 사용이 가능하므로 언어 장벽을 제거할 수 있다.
- SNOMED CT는 전자의무기록 시스템처럼 응용 프로그램에서 구현될 때 동일한 의미를 갖는 다양한 용어를 사용할 수 있는 기능을 제공해준다. 예를 들어, 의료인은 심장 마비, 심근 경색, MI라는 용어를 같은 의미로 인식할 수 있지만 컴퓨터는 모두 다르게 인식한다.

SNOMED CT를 시스템에 구현하면 의료서비스 제공자 간, 기관 간, 연구자 간 데이터 교환시 의미론적 상호운용성을 지원해준다. SNOMED CT를 ICD-10, LOINC와 같은 국제 용어 표준에 매핑하여 의미론적 상호운용성을 향상시킬 수 있다.

4. SNOMED CT 해외 도입 사례 분석

- SNOMED CT 해외 도입 사례를 전자의무기록 시스템, 문제목록, 다른 용어 체계와의 매핑, 진료기록요약, 의약품 목록, 알레르기 목록, 의약품/알레르기 관리, 진료정보교류, 공공의료, 처방전달 및 결과 보고, meaningful use로 구분하여 살펴보면 아래와 같다.

1) 전자의무기록 시스템

(1) 영국 Rotherham NHS Foundation Trust의 전자의무기록 시스템

- Rotherham Trust에서는 2012년부터 전자의무기록시스템에 SNOMED CT를 적용한 MediTech EPR (electronic patient record)을 개발하여 사용하고 있다. 이 시스템에서 환자의 재원기간 내 종단적 기록을 실시간으로 분석하는 임상 대시 보드로 의료진이 환자의 상태를 빠르게 파악할 수 있게 되었다. 의료진은 향상된 품질의 데이터를 진료 및 연구에 효과적으로 사용하고 있으며, 병원관리자는 병원 내 관리 및 재무에 활용하고 있다[7].

(2) 아르헨티나 Hospital Italiano의 전자의무기록 시스템

- 아르헨티나 Hospital Italiano는 2003년부터 전자의무기록시스템에 SNOMED CT를 활용하고 있으며 자체적으로 150만 개의 SNOMED CT 개념과 700만 개의 description을 개발하여 사용하고 있다. 의료진이 입력한 텍스트를 자동으로 코딩하여 참조용어인 SNOMED CT에 연계하는 용어 서버를 갖추고 있으며 사용자가 새로운 용어의 추가를 요청하면 용어전문가가 이를 심의하여 용어 서버에 반영한다. Hospital Italiano가 개발한 전자의무기록시스템은 아르헨티나를 비롯해 우루과이, 칠레 등 남아메리카 내 250개 이상의 의료기관에서 도입하여 사용 중이다.

(3) 노르웨이 치과용 전자의무기록시스템

- 노르웨이 개발업체인 Opus Dental은 노르웨이 e-헬스 및 중부 구강건강센터와 협력하여 치과 관련 진단, 시술, 검사 등 임상 정보의 90%를 표현하는 SNOMED CT를 사용한 치과용 전자의무기록시스템을 개발하였다[8].

2) 문제 목록

(1) 미국 NLM 문제목록 서브세트

- 미국 NLM이 제공하는 Clinical Observations Recording and Encoding (CORE) 문제 목록 서브세트는 임상 정보를 문서화하고 코딩하는 데 유용한 서브세트로 문제 목록, 퇴원시 진단, 방문 이유를 기록하는 데 SNOMED CT 개념 및 코드를 사용하고 있다[9].

(2) 미국 Kaiser Permanente 문제목록 서브세트

- 미국의 Kaiser Permanente는 75,000개의 개념을 포함하는 CMT (Convergent Medical Terminology)를 바탕으로 심혈관계, 신경정신계, 근골격계, 눈 및 부속기, 혈액종양, 내분비계, 비뇨기계, 귀 및 부속기, 소화기계, 감염, 피부 및 피하조직, 호흡기계질환 관련 문제 목록 SNOMED CT 서브세트를 개발하여 사용하고 있다[9].

(3) 영국 아동장애학회 장애 관련 서브세트

- 영국 아동장애학회는 장애 아동과 가족의 다양한 요구를 파악하고 수용하기 위해 장애관련 SNOMED CT 서브세트를 개발하였다. SNOMED CT 서브세트를 활용하여 상담 기록을 작성하고 이 정보가 관련 기관으로 발송되어 장애 아동과 가족을 지원하는 데 사용되고 있다. SNOMED CT를 사용함으로써 치료 단계에 따라 다양한 수준의 정보가 수집되고 수집된 정보를 바탕으로 문제가 식별되면 대상자에게 신속하고 적극적인 중재를 제공할 수 있게 되었다. 또한 의료, 교육 및 사회복지분야를 포함한 다학제 및 다기관 간 의사소통을 원활하게 할 수 있었다[10].

(4) 영국 Leeds Teaching Hospital 응급의학과 참조 세트

- 영국 Leeds Teaching Hospital 응급의학과는 기록의 중복을 줄이고 기록의 일관성을 높이기 위해 응급의료 참조세트(refset)를 개발하여 정보를 입력하고 있다. SNOMED CT 참조세트는 Commissioning Data Set 코드와 매핑이 되어 있어서 의료진이 작성한 진료기록으로 중앙기관에 보고하는 서식을 자동으로 생성할 수 있다[11].

(5) 캐나다 알버타 주 진료의뢰 문제 세트

- 캐나다 알버타 주에서는 1차의료기관과 2차의료기관 간 진료의뢰 및 컨설팅 시 환자의 임상 정보를 SNOMED CT의 문제 개념으로 목록화하여 사용하고 있다[12].

3) 다른 용어체계와의 매핑

(1) ICD-10 매핑

- SI에서는 2013년부터 SNOMED CT를 ICD-10에 매핑한 참조 맵을 개발하여 제공하고

있다[9]. 맵에 사용된 SNOMED CT 도메인은 clinical finding, event, situation with explicit context로 제한되어 있다.

(2) ICD-9-CM 매핑

- 미국 NML에서는 ICD-9-CM과 SNOMED CT간 참조 맵을 개발하여 EHR에서 ICD-9-CM으로 코딩된 임상 정보를 SNOMED CT로 변경하는 데 사용할 수 있게 제공하고 있다[9]. 또한 SNOMED CT로 코딩된 임상 정보로부터 ICD-10-CM코드를 반자동으로 생성하는 ‘SNOMED CT to ICD-10-CM Map’을 제공하고 있다.

(3) LOINC 매핑

- 2013년 Regenstrief Institute와 SI가 LOINC와 SNOMED CT 간 연계를 위해 협약을 체결하고 2017년 3월 베타 버전의 LOINC-SNOMED CT Expression Association과 Map Sets를 발표하였다[9].

(4) CPT 매핑

- 2016년 미국의학협회와 SI는 CPT와 SNOMED CT 간 데이터 통합을 위한 협약을 체결하고, SNOMED CT를 CPT로 매핑한 교차 맵을 제공하고 있다[9].

(5) ICNP 매핑

- 2014년에 국제간호협의회(ICN)와 IHTSDO 간 협약을 체결하여 ICN이 ICNP (International Classification for Nursing Practice)를 SNOMED CT에 매핑한 참조 맵을 제공하고 있다[9].

(6) 로컬 코드 매핑

- 캐나다 온타리오 주는 진단 영상[13] 및 미생물 검사[14] 기록에서 사용되는 로컬 코드를 SNOMED CT에 매핑하여 관련 기록이 주 전역에서 교류되도록 제공하고 있다.

4) 진료기록요약

(1) 영국의 Summary Care Records

- 영국에서는 Summary Care Records (SCRs)에 SNOMED CT를 사용하여 환자의 상세 정보를 기록하도록 하여 의료진이 환자의 1차진료기록 내 주요 정보를 조회할 수 있게 하였다. 현재, SCRs은 NHS 응급진료 시스템에서 활발히 사용되고 있으며 감각장애를 비롯해 의사소통 장애가 있는 환자의 응급진료 상황에서 환자의 임상 정보에 빠르게 접근하여 문제를 식별하고 공유할 수 있도록 하였다[15].

(2) 캐나다 개인건강기록

- 캐나다에서는 국민의 개인건강기록인 Medforyou에 SNOMED CT를 핵심용어체계로 사용하여 건강상태, 예방접종, 검사, 시술 및 처치와 관련된 정보를 기록하도록 하였다. 이 시스템에서는 캐나다 내 로컬코드 및 RxNorm, ICD 등 다른 국제표준과도 통합하여 활용하고 있다[16].

(3) 말레이시아 퇴원요약지

- 말레이시아의 MyHarmony는 자연어처리 기술을 기반으로 퇴원요약지 내 비정형 데이터를 SNOMED CT 개념으로 변환하는 애플리케이션으로, 최근 말레이시아 건강데이터 저장소인 MyHDW에 통합되면서 심장내과 관련 주요 성과 지표를 모니터링하고 이를 시각적으로 한눈에 파악할 수 있도록 하였다[17].

5) 의약품 목록

(1) 영국 NHS Digital의 약물 서브세트

- 영국 NHS Digital에서는 약물 서브세트를 개발하여 Data Dictionary for Care (DD4C)로 제공하고 있다. ‘medication’을 검색하면 관련 약물 서브세트 메타데이터를 볼 수 있고, ‘투여 경로에 따른 약물 투약(행위)’ 관련 서브세트를 SNOMED CT-UK 브라우저에서 확인할 수 있다.

(2) 스웨덴 약품 용어체계

- 스웨덴에서는 국가 의약품 전략(Swedish National Pharmaceutical Strategy)에 따라 처방된 의약품의 종류, 투여 경로, 투여 방법, 해부학적 위치 등의 정보를 표준 용어체계인 European Directorate for the Quality of Medicines (EDQM)으로 표현하도록 하고 있다. 그러나 규제 및 관리를 목적으로 개발된 EDQM은 의료현장에서 필요한 정보를 상세히 표현하는 데 한계가 있어 ‘투여 단위’, ‘투여 방법’, ‘처방 목적’을 표현하는 SNOMED CT 서브세트를 개발하여 함께 사용하고 있다[18].

6) 알레르기 목록

(1) 영국 NHS Digital의 알레르기 서브세트

- 영국 NHS에서는 ‘알레르기 및 부작용 유발 요인’, ‘요인에 따른 알레르기 반응’ 관련 SNOMED CT 서브 세트를 개발하여 제공하고 있다. ‘알레르기 및 부작용 유발 요인’ 서브세트는 substance 축과 Pharmaceutical/biologic product 축 내 219,961개 하위개념을 포함하고 있다. ‘요인에 따른 알레르기 반응’ 서브세트는 clinical finding 축

내 ‘Allergic reaction caused by drug’, ‘Allergic reaction caused by food’, ‘Allergic reaction caused by substance’, ‘Anaphylaxis caused by substance’, ‘Drug-induced anaphylactic reaction’, ‘Drug-induced anaphylaxis’, ‘Food anaphylaxis’ 개념의 하위개념으로 구성된다.

(2) 스페인 카탈루냐 정부의 알레르기 서브세트

- 스페인 카탈루냐 자치 정부의 보건부에서는 공공의료 네트워크 내 보건의료시스템에서 알레르기 기록을 표준화할 목적으로 2,139개 개념을 포함하는 알레르기 SNOMED CT 서브세트를 개발하여 발표하였다[19].

7) 의약품/알레르기 관리

(1) 미국 네브라스카 의과대학 항생제 감수성 평가 시스템

- 미국의 Nebraska 의과대학은 미생물 배양검사 결과를 사용하여 의료진이 최적의 항생제를 선택할 수 있도록 지원하는 항생제 감수성 평가 시스템을 SNOMED CT, LOINC, RxNorm 등 국제 용어표준을 사용하여 개발하였다[20].

(2) 캐나다의 MedicAlert 시스템

- 캐나다의 MedicAlert foundation에서는 환자의 건강상태, 알레르기, 보조기구 사용, 복용 약물 등의 정보를 SNOMED CT로 표준화하여, 응급상황 발생 시 캐나다 전역에 환자의 정보를 공유/교류하고 있다[21].

(3) 포르투갈 알레르기 약물 부작용 카탈로그

- 포르투갈에서는 약물 부작용, 식품 알레르기 및 기타 알레르기 관련 임상정보를 SNOMED CT를 사용하여 기록할 수 있게 구조화된 레지스트리인 CPARA (The Portuguese Catalog for Allergies and Adverse Reaction)를 개발하였다. 이 시스템은 의사가 약물을 처방할 때 예상되는 알레르기 및 약물 부작용에 대해 알람을 제공하는데, 2019년 월 평균 1,760건의 알람이 제공된 것으로 나타났다[22].

8) 진료정보교류

(1) 영국 NHS e-Referral 시스템

- 영국에서는 NHS 전자의뢰시스템(e-Referral System)을 사용하여 일반의(GP)가 환자를 타 의료기관으로 전원시킬 때, SNOMED CT 용어를 조회하여 환자의 임상 문제를 입력하도록 하고 있다[23].

(2) 미국 의료기관 간 진료정보 교류

- 미국의 Kaiser Permanente (KP), Veterans Health Administration (VHA), 국방부 (Department of Defense, DoD)는 SNOMED CT를 사용하여 전자의무기록 시스템 간 진료정보를 교류하고 있다. 앞으로 KP, Mayo clinic, Intermountain Health Care, Geisinger Health System 등으로 구성된 컨소시엄에서 KP, VHA, DoD가 확립한 기술 및 SNOMED CT를 사용하여 진료정보를 교류할 계획이다[24].

(3) 미국의 임상데이터 교류

- 미국 ONC가 2020년 발표한 21st Century Cures Act의 시행 규칙에 따르면 미국 내에서 사용되는 모든 전자의무기록 시스템은 USCDI (US Core Data for Interoperability) 표준을 채택하여 상호운용 및 교류가 가능한 임상데이터를 제공해야 한다. USCDI 표준에는 NLM이 개발 혹은 지원하는 용어표준인 SNOMED CT, RxNorm, LOINC의 사용이 포함된다. 특히 알레르기 및 약물과민반응, 문제 목록, 시술 및 처치, 흡연 상태 관련 정보 입력 시 SNOMED CT를 사용하도록 권장하고 있다.

(4) 홍콩의 진료정보 교류

- 홍콩 내 공공병원 및 의료서비스체계를 관리하는 홍콩병원당국(Hong Kong Hospital Authority)에서는 SNOMED CT를 홍콩병원당국이 관리하는 모든 임상정보시스템 내 진단, 시술 및 처치, 약물, 검사 관련 정보를 통합하는 표준용어체계로 채택하여 진료정보의 교류, 2차적 활용과 분석을 가능하게 하였다.

9) 공중보건

(1) 호주 지역 내 감염질환 발생 보고 시스템

- 호주에서는 공공 수영장의 대장균 감염, 아동 보호센터의 로타바이러스 감염, 레지오넬라 감염, 살모넬라 식중독, 메티실린 내성 황색포도상구균 감염 등 지역사회 내 감염질환의 발생을 추적하고 대처하는 감염질환 보고 시스템에 SNOMED CT를 적극 활용하고 있다[9].

(2) 캐나다 예방접종관리 시스템

- 캐나다에서는 예방접종 정보를 통합적으로 감시/관리하기 위해 Canada Health Infoway에서 SNOMED CT 참조 세트를 개발하여 예방접종 기록의 국가 표준을 발표하였다. 예방접종 참조 세트를 활용하여 캐나다 국민의 예방접종 이력을 추적하고 예방접종 일정을 확인하는 앱을 개발하였으며, 전염병의 조기 발견과 봉쇄를 위한 공중보건 감시시스템에 SNOMED CT를 사용하여 임상 정보(질병, 항원, 항체, 증상, 원인 등)를 기록하고 있다[25].

(3) 스위스 예방접종 통합 시스템

- 스위스에서는 백신 접종, 면역 질환, 과거력, 알레르기 관련 SNOMED CT 서브세트를 개발하여 국가 전자 예방접종 통합 시스템에 사용하도록 하였다[9].

(4) 포르투갈 전자 예방접종시스템

- 포르투갈에서는 SNOMED CT를 전자 예방접종시스템에서 사용하도록 하여 의료기관 정보시스템에서 예방접종 관련 정보를 교류할 수 있게 하였다. 일반 국민은 웹사이트 혹은 애플리케이션을 사용하여 실시간으로 업데이트되는 예방접종 관련 정보를 확인할 수 있다[26].

10) 처방전달 및 결과보고

(1) 미국 Vanderbilt 대학병원의 Physician order entry system

- 미국 Vanderbilt 대학병원에서는 411개의 오더세트를 SNOMED CT로 구조화하여 입원환자에게 발행할 오더를 효율적으로 검색하고 유지, 관리할 수 있게 하였다. 오더세트에서 추출된 824개의 개념 중 73%가 SNOMED CT의 disorder 및 procedure 축 내 개념으로 매핑되어 있다[27].

(2) 영국 전자 약처방 서비스

- 영국에서는 일반의가 환자의 약물을 처방하고, 처방전을 환자가 지정한 약국으로 전송하고, 제공한 의료서비스에 대해 환급을 신청할 때 전자 처방시스템을 사용한다. 이 과정에 의약품 및 의료기기 관련 정보를 SNOMED CT를 사용하여 입력하고 있다[28].

11) Meaningful use

- 미국에서는 현재는 Promoting Interoperability로 변경된 Meaningful use 2단계에서 문제 목록, 진단, 검사결과 및 가족력, 흡연상태 등과 같은 정보를 SNOMED CT로 입력하도록 권장하고 있다. Mayo clinic에서는 Meaningful use를 목적으로 문제 목록에 해당하는 개념을 SNOMED CT에 매핑하여 사용하고 있다[9]. Nebraska 의과대학에서는 알츠하이머 환자의 임상기록 자료를 SNOMED CT와 LOINC로 코딩하여 알츠하이머 질환을 식별하는 통계 모델을 개발하였다[29]. Vanderbilt 대학병원에서는 SNOMED CT 개념간의 계층 및 속성관계를 활용한 자연어 처리 기술을 도입하여, 이식형 심장 보조 장치를 보유한 환자의 임상 문서로부터 보조 장치와 관련된 부작용 및 합병증을 조기에 진단하는 의사결정 지원시스템을 개발하였다[30].

5. SNOMED CT 도입 및 적용 장애요인

- SNOMED CT 도입 및 적용 장애요인을 SNOMED CT를 이미 활용하고 있는 국가를 대상으로 한 조사, SNOMED CT의 도입을 고려하고 있는 국가를 대상으로 한 조사, 국내 의료기관과 의료인을 대상으로 한 조사 내용 순으로 구분하여 제시하였다.

1) SNOMED International 회원국이 경험한 구현 장애요인

- SI가 2010년 SNOMED CT를 활용한 경험이 있는 국가를 대상으로 SNOMED CT 구현 장애요인을 설문조사하였다. 이 설문에 참여한 국가가 경험한 장애요인은 표 2와 같다[31].

표 2. SNOMED International 회원국이 경험한 SNOMED CT 구현 장애요인

국가	장애 요인
싱가폴	개발업체의 SNOMED CT 구현, 검색 및 디스플레이 능력 부족 SNOMED CT 코드 세트 또는 참조 세트 관리를 지원하는 도구 및 프로세스 부족 시스템 구현과정에서 변경 관리 프로세스 부족
호주	SNOMED CT 국가 구현과정에 해결해야 하는 문제에 대한 기술적 이해 부족 기술적인 구현과 이익 실현을 위한 SNOMED CT 수용 과정에 대한 정보 부족 SNOMED CT를 단계적으로 구현하고 사용하는 데 도움을 주는 권고안 부재
캐나다	SNOMED CT 구현과 관련된 문제 해결에 도움이 되는 구현 전문 지식 및 문서 부족 SNOMED CT 응용 프로그램에서 사용자 인터페이스를 지원하는 용어 표준 부재 참조세트를 만들고 유지 관리하는 가이드라인 및 도구 부재
영국	구현 유형 또는 범주의 사례 부족, SNOMED CT 유형 또는 범주 사례를 지원하는 방법에 대한 정보 부족 구현 유형 또는 범주에 수반되는 기능 구현 방법 부족
네덜란드	SNOMED CT 콘텐츠 규모로 인한 구현의 어려움 의료 청구 시스템에 SNOMED CT 활용 방안 부재 EHR에서 SNOMED CT 활용 방안 부재

2) EU SI 회원국과 비회원국의 SNOMED CT 도입 및 활용 장애요인

- EU에서 SI 회원국과 비회원국(벨기에, 덴마크, 스웨덴, 노르웨이, 포르투갈, 크로아티아, 핀란드, 프랑스, 독일 등 9개국)의 의료용어 전문가로 구성된 포커스 그룹을 만들어 SNOMED CT 도입 및 활용의 장애 요인 및 기여요인 등에 대해 조사하였다[32].
- 포커스 그룹은 SNOMED CT 사용을 확장하는 데 장애 요인으로 다음을 제시하였다.
 - 근거, 모범 사례, 유스 케이스의 부족
 - 개인과 기관의 실제 투자수익률에 대한 낮은 인식
 - 의미론적 상호운용성을 지원하는 거버넌스 전략 부재
 - 높은 변화 관리 비용
 - 사용자 친화적인 구현 사례 부족
 - 오버 코딩 또는 언더 코딩의 두려움, 정보 손실 또는 불필요한 정보에 대한 두려움

- 부족한 용어전문가와 용어전문가의 역량을 키우는 교육 및 훈련 프로그램 부족
- 번역 및 매핑 개발 및 관리에 대한 투자 부재 및 제한적 투자
- 이 포커스 그룹에서는 앞에서 언급한 장애요인과 관련된 SNOMED CT의 채택 및 사용의 확장 요인으로 다음을 제시하였다.
 - 교육, 파일럿/개념 증명, 모범 사례 개발을 통한 개인 및 조직의 SNOMED CT 사용 이점에 대한 인식 및 지식 제고
 - 명확한 정책, 거버넌스, 인적 및 재정 자원 배정, 인센티브 제공으로 표준 용어 사용에 대한 명확한 방향성 제시 및 업체들의 투자 유도
 - 가이드라인 개발 및 의료보험 청구코드와의 매핑 등을 통한 용어 구현에 사용할 수 있는 지원 리소스 개발
 - SNOMED CT를 연계하는 지원 도구 및 소프트웨어의 이용가능성 제고
 - SNOMED CT의 점진적이고 단계적인 도입
 - SNOMED CT 용어 및 지원 도구에 대한 접근성 제고
 - SNOMED CT 사용에 대한 전문 교육 및 훈련
 - SNOMED CT의 특정 활용 사례에 초점을 맞춘 파일럿 제시
 - SNOMED CT의 '전부 또는 전무(all-or-none)' 수용 비즈니스 모델의 지양

3) 국내 의료기관과 사용자들이 느끼는 장애요인

- SI에서 제공한 SNOMED CT 관련 교육과 한국보건복지인력개발원에서 제공한 SNOMED CT 관련 교육 이수자 60명을 대상으로 SNOMED CT 도입의 장애요인을 조사하였다. 조사 결과를 분류하여 소개하면 다음과 같다.
 - SNOMED CT 도입 필요성 및 장점에 대한 이해 부족: SNOMED CT의 도입의 장점이 무엇인가? 왜 도입해야 하는가? 참조용어체계가 왜 필요한가? 유스 케이스가 부족하다.
 - SNOMED CT의 복잡성: SNOMED CT에서 사용되는 기본 용어가 이해하기 어렵다. SNOMED CT가 너무 복잡하다. 임상 현장에서 사용하는 의료용어와 SNOMED CT의 형태와 상세성 수준에서 차이가 있어서 사용에 어려움이 있다.
 - 매핑의 어려움: 로컬코드와 같은 의미를 찾는 것이 어렵다. 임상 현장에 매핑 전문가가 부족하다. 매핑에 참고할 자료 및 가이드라인이 없다. 매핑이 안 될 때 넓은 개념으로 매핑해야 하는 것인지 후조합을 해야 하는 지 결정하기 어렵다. 매핑의 품질을 확인할 방법이 없다.
 - 후조합의 어려움: 개념을 후조합하는 게 어렵다. 후조합 표현에 대한 안내가 부족하다.
 - 번역의 어려움: SNOMED CT를 번역하는 게 어렵다.
 - 교육 기회 부족: SNOMED CT 교육 자료 및 교육 프로그램이 부족하다. SNOMED CT 전문가가 부족하다. SNOMED CT 교육 시간이 부족하다.
 - 구현의 어려움: 레가시 시스템의 마이그레이션이 어렵다. 전자의무기록 시스템에 SNOMED CT 구현이 어렵다. 시스템 개발업체의 구현 능력이 부족하다. 구현시 기존 시스템의 구조를 변경하여야 한다. SNOMED CT와 정보모델 간 관계에 대한

- 정보가 부족하다. 구현에 대한 안내 및 가이드라인이 부족하다. 후조합 표현은 어떻게 구현하는가? 임상 현장에서 청구코드와 참조용어체계를 동시에 사용하는 것이 어렵다.
- 참조세트 개발 및 관리 어려움: SNOMED CT의 규모가 커서 현장에 적용하는 게 어렵다. 참조 세트 개발 및 관리 가이드라인이 부족하다.
 - 콘텐츠 추가 방법 안내 부족: 로컬코드를 SNOMED CT에 추가하는 방법이 궁금하다. 매핑이 안 되는 용어의 처리 방법에 대한 가이드라인이 없다.
 - 사용자 커뮤니티 부재: SNOMED CT 관련 질문이 있을 때 도움을 받을 곳이 없다. 매핑 결과에 대한 건의사항을 제출할 곳이 없다. 매핑 정보를 공유하고 의견을 나눌 공간 및 방법이 없다.
 - 라이선스 신청 안내 부족: 라이선스를 어떻게 신청할 수 있는지 정보가 부족하다.

6. 국내 SNOMED CT 적용 및 확산 전략

- 이 절에서는 SNOMED CT 해외 도입 사례 분석결과와 SNOMED CT 도입 및 적용 장애요인을 기반으로 국내 SNOMED CT 적용 및 확산 전략을 거버넌스, 전문가 양성, SNOMED CT 활용 증진 방안, SNOMED CT 구현 전략으로 구분하여 기술하였다.

1) 거버넌스

(1) 국가 배포 센터 역할 정립

- 우리나라 SNOMED CT National Release Center 역할을 맡고 있는 한국보건 의료정보원 데이터표준화센터에서 다음과 같은 Infrastructure와 관리위원회를 갖추어야 한다.

① 용어관리 인프라

- SNOMED CT 배포 및 라이선스 서비스(MLDS): SI에서 제공하는 MLDS (Member Licensing and Distribution Service)를 활용하여 국내 사용자 라이선스 배포 및 사용자 관리
- 용어관리 툴
 - 용어 브라우저: SNOMED CT의 내용과 구조를 탐색하고 검토할 수 있는 SNOMED CT 브라우저 제공. 개념 식별자 혹은 용어로 검색이 가능하며, 검색 결과를 개념, 관련 용어, 계층적 관계 및 속성관계 등 다양한 형태로 제시.
 - 용어 개발 툴: SNOMED CT 개발 및 유지 관리를 위해 SNOMED CT 콘텐츠를 만들고 업데이트 할 수 있는 도구로 범용 혹은 특정 요구 사항(예: 언어를 지원하는 참조 세트, 매핑 또는 벨류 세트 개발)에 맞게 개발 및 관리 가능.
- SNOMED CT 콘텐츠 요청 서비스
 - 사용자들이 SNOMED CT에 포함된 콘텐츠를 추가, 수정, 폐기 요청을 할 수 있는 콘텐츠 요청 서비스 제공. 예를 들어 새로운 개념, 새로운 동의어, 새로운 부모 개념,

새로운 속성 추가 요청; 동의어, 부모개념, 관계 수정 요청; 개념, 동의어, 관계, 기존의 속성 폐기 요청; 기존의 참조 세트 수정 요청.

- SNOMED CT Help Desk 운용: SNOMED CT 다운로드, 검색, 질의, 벨류 세트, 맵 등 지원
- SNOMED CT 사용자 커뮤니티 운영

② SNOMED CT 관리위원회

자문위원회로 SNOMED CT 관리위원회를 구성 및 운영한다. 구성방안은 표 3과 같다.

표 3. SNOMED CT 관리위원회 구성방안

구분		구성인원 (총 20인 내외)
보건복지부	의료정보정책과 담당 사무관	1명 (당연직)
보건의료정보원	보건의료정보원 SNOMED NRC 센터장	1명 (당연직)
의료기관 추천	의료진, 의무기록사, 의료정보 관련 종사자 등	10명 내외
의료정보 관련 학계·협회 추천	SNOMED CT 관련 전문가(구현·개발·교육 담당자 등 포함) * 의약학 및 의료정보 관련 학회장 추천	6명

- SNOMED CT 관리위원회의 역할은 다음과 같다.
 - 국내 라이선스 배포 및 관리 체계에 필요한 사항
 - SNOMED CT 유스 케이스 발굴 및 적용에 관한 사항
 - SNOMED CT 교육 프로그램 기획 및 운영에 관한 사항
 - * 의료진, 의무기록사, 의료정보 관련 종사자, 구현 담당자 등
 - 한글 확장판 개발 및 관리에 관한 사항
 - * 한글 확장판에 추가하길 원하는 용어 심사
 - 매핑 개발 및 관리에 관한 사항
 - 참조세트 개발 및 관리에 관한 사항
 - 번역 및 관리에 관한 사항
 - SI와의 국제 협력 및 조화 방안 논의
 - SNOMED CT 사용 기관들과의 정보 공유 방안

2) SNOMED CT 전문가 양성

(1) 의료용어 표준 전문가 교육

- SNOMED CT를 적용하고 확산하려면 이해 당사자들이 먼저 상호운용성, 표준, 용어표준의 중요성을 인식하고 SNOMED CT로 대표되는 참조용어체계의 역할에 대해 이해할 필요가 있다. 이러한 배경하에 2019년부터 한국보건복지인력개발원에서 의료용어 표준 전문가를 대상으로 연 2회에 걸쳐 진행한 워크숍을 앞으로 지속적으로 운영할 필요가 있다.

(2) SNOMED CT 매핑 전문가 교육

- 의료기관에서 다양한 목적으로 로컬코드를 SNOMED CT에 매핑하여 사용하고 있다. SNOMED CT 매핑의 품질을 유지하기 위해 의료기관에서 매핑에 참여하고 있는 전문가들을 대상으로 SNOMED CT 매핑 교육이 필요하다. 따라서, 2019년부터 한국보건복지인력개발원에서 의료진과 매핑전문가를 대상으로 진행한 의료용어 표준 기본과정과 심화과정을 지속적으로 운영할 필요가 있다.

(3) 대상자 수준 및 역할별 맞춤 교육

- SNOMED CT 도입 후 교육 대상자의 수준 및 역할에 맞는 다양한 교육 및 훈련 프로그램을 개발하여 운영할 필요가 있다. 우리나라가 SI 회원국이 되면서 SI에서 제공하는 다양한 교육 프로그램과 교육 과정을 활용할 수 있다.
- SI는 SNOMED CT의 초보 사용자부터 상급 사용자까지 수준에 맞는 체계적인 학습 프로그램을 개발하여 온라인으로 제공하고 있다. 현재 이용 가능한 온라인 과정은 기초과정, 구현과정, 저작 레벨 1과정 세 종류이다. 또한 SI는 SNOMED CT 기술 세트를 유연한 방식으로 가르치도록 설계된 E-Learning 리소스 모음인 학습과정을 제공하고 있다. 현재 이용 가능한 학습 과정은 개발자를 위한 학습과정과 데이터 분석가를 위한 학습과정 두 종류가 있다.

① SNOMED CT 기초 과정

- 이 과정은 SNOMED CT의 why, what, how 등 광범위한 SNOMED CT 관련 주제에 대해 소개하고 있다. 이 과정은 4개월 과정으로 SI 회원국 내 사용자들은 무료로 수강할 수 있다.

② SNOMED CT 구현 과정

- 이 과정은 SNOMED CT의 도입 결정부터 설계, 구매, 개발 및 사용에 이르기까지 SNOMED CT 기반 시스템을 구현하는 단계에 대한 내용을 포함한다. 이 과정은 6-7개월이 소요되는 과정으로 6개의 학습 모듈로 구성되어 있으며, 각 모듈에서 주어진 구현 주제를 지원하는 SNOMED CT 관련 지식과 기술을 다루고 있다.

- 구현 준비
- SNOMED CT 콘텐츠 이해 및 활용
- 쿼리 콘텐츠
- 확장 및 제한
- 분류, 배포, 유지관리
- 저장, 매핑, 디스플레이

③ SNOMED CT 저작 레벨 1 과정

- 이 과정은 기본적인 SNOMED CT 개념 모델링과 관련된 저작 작업을 수행하는 데 필요한 지식과 기술을 가르치고 있다. 아래와 같이 5개의 모듈로 구성되어 있으며 총 교육시간은 90시간에 달한다. 한글 확장판을 개발하려면 이 과정의 이수가 필요하다.

- 콘텐츠 개요, 콘텐츠 요청
- 처치 및 해부학 영역, 저작물 사용법
- 임상소견, 콘텐츠 생성
- 제품 & 물질, 콘텐츠 갱신
- 관측치 & 유기체, 저작 및 비활성화

④ 개발자를 위한 SNOMED CT 과정

• 이 학습 과정의 목표는 가능한 한 짧은 시간에 SNOMED CT에 대해 충분히 교육하여 해당 기능을 활용하는 소프트웨어 애플리케이션을 개발할 수 있도록 하는 데 있다. 이 교육과정에는 아래와 같이 5개의 주제가 포함되어 있으며 총 교육시간은 20시간에 달한다.

- 소개: 개요, 배경, 시작하기
- SNOMED CT 핵심요소: 논리 설계 및 임상 콘텐츠
- SNOMED CT 사양: 릴리스 파일, 참조 세트, 계산 가능한 언어
- 용어 서비스: 기능, 관계형 데이터베이스, REST API 및 그래프 데이터베이스
- 전자 의무기록 서비스: 사용자 인터페이스, 저장, 의사결정 지원시스템, 데이터 분석, 마이그레이션, 유지 보수

⑤ 데이터 분석가를 위한 SNOMED CT 과정

• 이 학습 과정의 목표는 SNOMED CT를 사용하여 임상 데이터를 분석할 수 있도록 요구 사항을 지원하는 데 있다. 이 교육과정은 아래와 같이 4개의 주제를 포함하고 있으며 교육 시간은 총 16시간에 달한다.

- 소개: 개요, 배경, SNOMED CT와 ICD
- SNOMED CT 기능: 설계, 참조 세트, 계산 가능한 언어
- SNOMED CT 콘텐츠: 개요, 계층, 용어 바인딩
- 분석: 개요, 사례 연구, 매핑, 설명 논리 데이터 분석, 마이그레이션 및 유지 관리

3) SNOMED CT 활용 증진 전략

(1) 번역

• SNOMED CT에 대한 국내 사용자들의 접근 및 수용성을 높이기 위해 한글 번역이 필요하다. 번역의 1단계로 KOSTOM에 포함된 한글 용어를 활용할 수 있을 것이다. 다음 단계로 의료기관에서 사용하고 있는 로컬코드에 포함된 한글 용어를 활용할 수 있을 것이다. 이 과정에 KOSTOM 용어, 로컬 용어와 동일한 의미를 가진 단일 SNOMED CT 개념이 없을 경우, SI의 콘텐츠 요청 서비스를 통해 국제 배포판에 새로운 개념의 추가를 요청할 수 있다. 국제 배포판에 개념 추가 요청이 채택되지 않는 경우 한글 확장판에서 그 개념을 추가할 수 있다.

(2) 매핑

• 국가에서 전자의무기록에 기록된 내용을 다양한 목적으로 활용하는 ‘1회 입력-다중 사용’ 정책을 지원하려면 참조용어체계의 도입이 매우 중요하다. 이 경우 SNOMED CT가 교차 매핑 참조용어로 사용될 수 있다. 매핑의 우선순위는 많은 사용자들이 관련되어 있어서 SNOMED CT의 성공적인 도입에 큰 영향을 미칠 수 있는 모든 의료기관에서 공통으로 사용되는 질병분류체계, 의료보험 청구코드, 진료정보 교류 표준 서식 및 질병 등록에 포함된 개념, 레거시 시스템에 포함된 로컬 코드 순으로 진행하는 것이 바람직하다.

① 기 매핑된 질병분류체계와 의료보험 청구코드의 맵 수정 보완

• 2019년 ‘전자의무기록시스템 인증기준 표준화 개발 및 확산 지원 사업’의 일환으로 수행되어 발표된 KCD 코드와 SNOMED CT 매핑(진단), 의료보험 청구코드와 SNOMED CT 매핑(처치, 검사, 약) 결과를 지속적으로 수정 보완할 예정이다(표 4 참조).

② 새로운 의료보험 청구코드와 SNOMED CT 매핑 결과 제공

• 2020년 ‘EMR시스템 인증기준 표준개발 및 확산지원 사업’의 일환으로 수행 중인 의료보험 청구코드와 SNOMED CT 매핑 결과를 한국보건 의료정보원 데이터표준화센터를 통해 제공할 예정이다(표 4 참조).

③ 진료정보 교류 표준 메시지 및 질병 등록에 포함된 개념의 매핑

• 과거력, 가족력, 사회력 등의 매핑 결과를 한국보건 의료정보원 데이터표준화센터를 통해 제공할 예정이다.

④ 로컬 코드와 SNOMED CT 매핑 지원 및 검증

• 의료기관에서 사용하고 있는 로컬 용어(진단, 처치, 약, 검사 등)의 매핑을 지원하기 위해 매핑 가이드라인을 개발하여 제공하고 매핑 결과를 SNOMED CT 관리위원회를 통해 검증할 예정이다. 검증한 로컬 코드 매핑 결과는 한국보건 의료정보원 데이터표준화센터를 통해 공유할 예정이다.

표 4. 진단명 및 의료보험 청구코드(약, 검사, 처치 및 시술) 매핑 현황 및 계획

매핑 대상		2019년 매핑 현황	2020년 매핑 예정	2021년 매핑 예정
KCD-7		14,581개	14,402개(98.8%)*	-
EDI 코드	급여의약품	22,610개	22,610개(100%)	-
	비급여의약품	15,154개	-	-
	검사	4,111개	3,951개(96.1%)	160개
	처치 및 수술	2,625개	2,500개(98.9%)	125개
	기타 의료보험 청구코드	3,753개	-	3,753개
계		62,834개	43,463개	4,038개

*주: 179개 한의 진단 제외.

(3) 한글 확장판 개발

- 국내에서 사용하고 있는 용어와 같은 의미의 SNOMED CT 개념이 있는 경우 국내 용어를 SNOMED CT 동의어로 추가 하고, 국내에서 사용하고 있는 용어와 같은 의미의 SNOMED CT 개념이 없는 경우 새로운 개념을 추가하여 한글 확장판을 개발할 필요가 있다. 한글 확장판 개발을 위해 저작 플랫폼, 새로운 개념 요청을 위한 콘텐츠 요청 서비스, 한글 브라우저의 개발이 필요하다.

(4) 참조 세트 개발

- SNOMED CT의 콘텐츠의 규모로 인한 구현의 어려움을 해결하기 위해 특정 진료과 혹은 특정 목적에 맞는 콘텐츠로 구성된 작은 규모의 참조 세트를 개발할 수 있다. 참조 세트 개발에 SI의 Refset tool을 활용할 수 있다. 다음은 우리나라에 개발 가능한 참조 세트의 목록이다.

- 진료기록요약지에 기록되는 데이트 세트 개발
- 암 등록에 사용되는 데이트 세트 개발
- 약물 이상반응 보고에 사용되는 데이터 세트 개발
- 질병관리본부의 예방접종관리에 사용되는 데이터 세트 개발
- 감염질환 보고에 사용되는 데이터 세트 개발
- 병리 보고에 사용되는 데이터 세트 개발
- EHR에 사용되는 주호소, 수술명 데이터 세트 개발

(5) 개념의 후조합

- 후조합은 두 개 이상의 SNOMED CT을 조합하여 새로운 개념을 표현하는 방법으로 개념의 의미를 상세화하는 데 사용된다. SNOMED CT 후조합으로 개념의 의미를 상세화하는 데는 두 가지 방법이 있다. 첫 번째 방법은 기존의 개념을 정의하는 데 사용되는 속성의 값을 좀 더 상세한 값으로 대체하는 것이다. 예를 들어, ‘Open fracture of tibia’를 표현하기 위해 ‘fracture of tibia’를 표현하는 데 사용된 속성 associated morphology의 값으로 ‘fracture’ 대신 ‘open fracture’를 사용한다. 두 번째 방법은 기존의 개념에 새로운 속성-속성값 세트를 추가하는 것이다. 예를 들어 ‘얼음에 넘어져서 생긴 fracture of tibia’를 표현하려면 ‘fracture of tibia’에 새로운 속성 ‘due to’와 속성값 ‘fall on ice’를 추가하면 된다.
- 후조합으로 잠재적으로 기록할 수 있는 수많은 임상 아이디어에 대한 모든 개념을 용어에 포함하지 않더라도 후조합으로 기록할 수 있다. 임상에서 사용되는 가장 전형적인 후조합 사례가 ‘...이 없음’, ‘...의 가족력’과 같은 수식어를 더하는 것이다. 질병 유발 인자(생물학적, 화학적, 물리적)를 포함한 개념의 코딩에서도 후조합이 사용될 수 있다. 후조합한 상세한 임상 정보를 기록, 검색, 분석하려면 SNOMED CT 표현의 사용을 지원하는 애플리케이션을 사용하여야 한다. 따라서 단기적으로는 필요한 개념을 선조합하여 사용하고

후조합은 중기 전략으로 고려하는 것이 바람직하다.

4) SNOMED CT 구현 및 적용

(1) 전자의무기록에 SNOMED CT 구현

- SNOMED CT를 전자의무기록에 구현하는 데는 SNOMED CT를 간단한 코드 시스템으로 사용하는 것부터 강력한 용어 자원으로 사용하는 것까지 다양한 접근 방식이 있다[33]. SNOMED CT를 간단한 코드 시스템으로 사용하여도 얻을 수 있는 이점이 많으나 구현의 완성도가 높을수록 더 많은 이점을 얻을 수 있다. SNOMED CT 구현시 ‘전부 또는 전무’가 아닌 단계별 접근 방식을 사용할 수 있다. 이들 접근방법을 자세히 살펴보면 다음과 같다.

① 데이터 교류를 위한 공통 용어체계

- SNOMED CT를 외부 시스템과 데이터 교류를 위한 공통 참조용어로 사용하는 것이다. 이 방식은 메시지가 생성될 때 로컬 코드를 SNOMED CT에 매핑하는 방식으로 로컬 시스템에 SNOMED CT를 구현하지 않아도 사용할 수 있다. SNOMED CT를 데이터 교류를 위한 공통 용어체계로 사용하면 핵심 임상시스템을 변경할 필요가 없다. 이 방식은 SNOMED CT 개념과 내부적으로 사용되는 로컬 코드 시스템과 외부 메시지에 사용되는 SNOMED CT 간 맵을 이용한다. 교류하는 데이터의 임상적 의미를 공유할 수 있어 다양한 출처에서 수집되는 데이터의 분석이 가능하다. 비교적 빠르게 구현할 수 있지만 SNOMED CT를 완벽하게 구현할 때 얻을 수 있는 이점을 놓칠 수 있다.

② 데이터 통합을 위한 공통 용어체계

- 데이터 통합에 SNOMED CT를 사용하는 것이다. 이 방식은 데이터 교류를 위한 공통 용어체계와 매우 비슷하나 여러 외부 시스템(모바일 장치, EMR 시스템 또는 로컬 의료서비스 제공자 기록)에서 데이터를 수집하는 데 초점을 두고 데이터를 수집하는 시점에서 다양한 코드와 프리 텍스트를 SNOMED CT로 변환하여 데이터를 통합한다. 이 방식의 이점은 이기종 코딩 및 코딩되지 않은 데이터의 의미 있는 사용을 지원하고 통합된 데이터를 연구 및 분석에 활용할 수 있다는 것이다. 데이터 교류를 위한 용어체계 접근 방식과 마찬가지로 코드 시스템과 SNOMED CT 간 양질의 맵을 유지하여 필요한 수준의 상호운용성을 보장해야 한다.

③ 검색을 위한 색인 시스템

- SNOMED CT를 검색을 위한 색인 시스템으로 사용하는 것이다. 환자의 의무기록은 텍스트 혹은 다른 코드 시스템으로 저장하고, 저장된 내용을 SNOMED CT로 색인하여 SNOMED CT에 포함된 계층구조와 형식적 정의를 사용하여 검색 및 분석을 할 수 있다. 이 접근 방식의 주요 이점은 로컬 시스템에서 기존 런타임 프로세스에 별로 영향을 미치지 않으면서 SNOMED CT 기반 데이터로 연구, 역학, 감사 및 기획을 할 수 있다는 것이다. 이 접근

방식은 사용자 인터페이스의 보고 및 분석 기능에서만 SNOMED CT를 사용한다.

④ 임상 데이터 저장을 위한 코드 시스템

- SNOMED CT를 애플리케이션 내에서 코드 시스템으로 사용하는 것이다. SNOMED CT를 사용하여 용어의 임상적 의미를 전자 의무기록에 남기려면, 기록자가 선택한 용어와 함께 개념 식별자가 저장되어야 한다. 이 방식을 사용하면 임상 데이터를 공유된 의미로 기록하여 로컬 코드 시스템과 SNOMED CT 간 맵에 대한 의존도를 줄이고 다양한 분석과 의사결정 지원이 가능하다. 이 방식을 사용하면 의무기록에 SNOMED CT 코드가 포함된다. SNOMED CT가 사용자 인터페이스에서 사용되지 않는 경우 인터페이스 용어와 SNOMED CT 코드 간 맵이 필요할 수 있다. 이 경우 인터페이스 용어가 매핑된 SNOMED CT 코드와 동일한 의미를 가져야 한다. 그렇지 않으면 다른 시스템과 데이터를 교류할 때 정보 손실이 발생할 수 있다. 따라서 사용자 인터페이스 용어와 의무기록에 저장된 코드 간 맵의 품질이 매우 중요하다.

⑤ 데이터 수집을 위한 인터페이스 용어

- SNOMED CT가 인터페이스 용어로 사용될 수 있다. 사용자에게 디스플레이 되는 용어를 SNOMED CT descriptions에서 가져올 수 있다. 전문 분야 또는 치료 환경에 맞는 선호 용어, 수용되는 동의어를 정의하는 데 SNOMED CT 참조 세트를 사용할 수 있다. 이 방식을 사용하면 사용자 인터페이스에서 의무기록에 저장된 관련 개념에 연계된 표준화된 용어의 사용이 가능하고, 동일한 개념을 여러 개의 동의어로 검색하는 것처럼 효과적인 데이터 입력, 검색이 가능하다. 이 접근법을 사용하려면 로컬 인터페이스 용어를 지원하기 위해 SNOMED CT 용어 파일의 확장이 필요하다. SNOMED CT를 데이터 수집할 때 인터페이스 용어로 사용하려면 의무기록 및 용어 서비스뿐 아니라 사용자 인터페이스에도 구현이 되어야 한다. 인터페이스에 사용된 SNOMED CT 용어는 이미 개념에 연결되어 있기 때문에 더 이상 인터페이스 용어와 의무기록에 저장된 SNOMED CT 개념 간 매핑은 필요 없다.

⑥ 분석용 데이터 사전

- SNOMED CT를 분석용 데이터 사전으로 사용할 수 있다. 이 방식에서 SNOMED CT의 계층 구조와 각 임상 의미의 형식적 논리 기반 정의가 의무기록에 대한 쿼리 및 집계를 지원하는 데 활용된다. 좀 더 정교한 구현에서는 기술 논리(description logic) 추론기를 사용할 수도 있다. SNOMED CT의 계층 구조 및 논리 기반 개념 정의를 사용하면 집계, 계층 구조 탐색 및 데이터 필터링과 같은 고급 데이터 처리 기술을 사용할 수 있고, 다양한 연구, 분석, 보고에 활용할 수 있다.
- SNOMED CT를 분석을 위한 데이터 사전으로 사용할 때 두 가지 접근 방식이 있다. 한 가지 방법은 의무 기록 데이터를 보고 및 분석에 바로 활용하는 것이다. 이 방식은 사용된 데이터가 가능한 한 최신 데이터이어야 하며, 진료 접점에서 진료 요약과 같이 데이터의 최신성에 의존하는 분석 기능에 적합하다. 또 다른 방법은 환자 의무기록에서 데이터 웨어하우스로 데이터를 추출하고 2차 저장소 데이터를 보고 및 분석에 활용하는 것이다.

데이터 추출 프로세스를 사용하여 데이터를 정리하고 일반적인 쿼리 유형에 더 효율적인 데이터 구조로 변환할 수 있다. 이 방식은 임상 연구와 같이 데이터의 최신성에 덜 의존하는 분석에 적합하다.

⑦ 지식 연계용 데이터 사전

- 전자의무기록을 의사결정 지원, 임상실무 가이드라인 및 기타 지식기반 규칙과 통합하는 데 SNOMED CT를 사용할 수 있다. 이 방식에서 SNOMED CT는 의무기록에 코드를 저장하는 데 사용된다. 그리고 규칙 및 지침을 정의하는 데 SNOMED CT를 사용한 지식 자원을 추가한다. 그러면 시스템이 의무 기록에 저장된 SNOMED CT 코드를 SNOMED CT 기반 규칙 및 지침과 비교하여 어떤 규칙이나 지침을 트리거하거나 사용자에게 제시해야 할지 결정하게 된다.

⑧ 임상 데이터의 확장 기반으로 SNOMED CT

- SNOMED CT의 기 정의된 의미가 후조합을 이용하여 좀 더 구체적인 새로운 임상 의미를 정의하는 빌딩 블록으로 사용될 수 있다. 환자에 대한 정보를 기록할 때 필요한 의미가 SNOMED CT에 미리 정의되어 있지 않으면 후조합을 이용하여 기록한다. 이 방식에서 표현식 작성 및 유효성 검사를 위해 SNOMED CT 개념, 개념 모델 및 SNOMED CT 구성 문법을 사용한다. 후조합 표현을 지원하면 용어체계의 크기를 기하급수적으로 늘리지 않고도 용어의 표현력을 높일 수 있는 이점이 있다. 후조합을 사용하면 자동으로 지원 및 해석될 수 있는 임상적 의미의 범위가 크게 증가한다. 그러나 후조합된 표현을 저장, 질의 및 교환하는 것이 쉽지 않아 기술적 지원이 필요하다.

(2) 국가 의료정보 프로젝트에서 SNOMED CT 구현 및 활용

- 이 절에서는 국내 의료정보 프로젝트에서 SNOMED CT를 활용하는 방안에 대해 기술하고자 한다.

① 진료정보 교류

- 진료정보 교류사업에 참여하는 거점 의료기관은 진료정보 교류시 국가보건의료표준용어를 적용하여야 하고, 협력기관 및 전자의무기록 개발 업체는 진료정보 교류 표준고시의 표준용어를 준수해야 한다. 진료정보 교류사업에서 HL7 CDA를 사용하여 진료의뢰/회송 등 교류문서를 생성하여 교환하고 있는 교류서식의 항목 코드로 SNOMED CT와 LOINC를 사용하고 있으나 벨류 세트는 표준용어를 거의 사용하지 않고 있다. 앞으로 진료정보 교류 기술 표준으로 HL7 FHIR를 사용하면 용어표준인 SNOMED CT 활용이 증가할 것이다. 용어와 진료정보 교류 모델의 세계적인 표준인 SNOMED CT와 HL7 FHIR를 함께 사용하면 전 세계에서 자동으로 이해할 수 있는 표준 방식으로 명확하고 모호하지 않게 임상의미를 전달할 수 있다.

② EMR 인증제

- 현재 EMR 인증 기준에 표준용어의 활용을 권장하고 있으나 필수는 아니다. EMR 인증 기준 중 가족력, 과거력, 사회력을 먼저 SNOMED CT에 매핑하여 FHIR로 진료정보 교류를 할 때 구현할 예정이다. 앞으로 환자정보, 진단내역, 약물처방내역, 병리검사결과, 영상검사결과, 기능검사결과, 수술내역, 알레르기 및 부작용, 예방접종 내역, 생체신호 및 상태, 흡연상태, 음주상태, 법정전염성 감염병 등을 순차적으로 SNOMED CT에 매핑할 필요가 있다.

③ 데이터 중심 병원

- 데이터 중심 병원 사업은 대형 병원에 이미 집적된 의료데이터를 활용, 데이터 기반 의료기술 연구 및 신약·의료기기·인공지능(AI) 등 개발을 지원하는 사업으로 의료기관 자체 연구역량 및 데이터 활용기반을 지원함으로써, 자생력을 갖춘 의료데이터 연구 기반 구축을 추진하고 있다. 이 사업에 참여하는 의료기관은 데이터 표준화의 일환으로 HL7 (기술표준), SNOMED CT (용어표준) 등 국제적인 표준 준수, EMR 인증 및 진료정보 교류 사업 참여를 권장하고 있다. 이 사업에서는 개인정보보호법 개정에 따라 의료기관 데이터 또한 가명조치 후 과학적 연구목적으로 활용이 허용되면서 국립암센터에 구축 예정인 ‘K-Cancer DW’에 암 데이터 제공 및 표준화를 위한 EMR 개선 협조(상위 5개암 대상: 갑상선, 위, 대장, 폐, 유방), 복지부가 지원하는 의료데이터 활용 R&D 및 표준화 과제 수행 시 필요한 임상정보, 표준화 기준정보 등 제공(협력연구)을 권장하고 있다. 앞으로 데이터 중심 병원 사업에서 갑상선, 위, 대장, 폐, 유방암 데이터 세트와 같이 다양한 종류의 SNOMED CT 참조 세트 개발이 가능할 것이다.

④ 국가 등록사업

- 현재 우리나라에는 다음과 같은 국가 질병 등록 사업이 있다. 이들 질병 등록사업에 축적된 데이터의 분석을 위해 데이터 항목을 SNOMED CT로 매핑할 수 있다.
 - 암 등록: 질병관리, 데이터 분석을 위해 SNOMED CT 매핑
 - 결핵 등록: 감염질환 Reference Set 개발
 - 임상연구 등록
 - 희귀난치성질환 등록
 - 한국심근경색 레지스트리
 - 임신부 등록관리사업 등

⑤ 공중 보건

- 현재 우리나라에는 다음과 같은 공중보건 시스템이 있다. 이들 보고 시스템에 포함된 데이터 항목을 SNOMED CT로 매핑하여 활용하면 양질의 데이터를 축적할 수 있을 것이다.
 - 질병관리청 감염병 보고 시스템
 - * COVID-19 reporting: COVID-19 Reference set 개발
 - 질병관리청 예방접종보고시스템(KCDC)

- 식품의약품안전처 약물 이상반응 보고
- 국민건강보험공단 건강검진데이터

⑥ OMOP CDM

- CDM은 원칙적으로 SNOMED CT, LOINC 등의 국제표준용어체계 및 CPT, HCPCS, RxNorm 등의 미국표준코드체계를 사용하여 데이터를 표현해야 한다. 현재 CDM 22개 domain 중 Condition, Procedure, Specimen, Observation, Device, Measurement Value 등에 SNOMED CT를 사용하고 있다. 그러나 Device domain에 속하는 치료재료대의 경우 코드의 업데이트 문제, 약어 사용문제, 청구 코드의 세분화, 최신 재료의 빠른 등장 등 문제로 SNOMED CT를 사용하지 않고 있다. Measurement는 주로 LOINC를 사용하여 매핑하고, 매핑이 되지 않을 경우 SNOMED CT를 사용하여 매핑할 수 있다.
- SNOMED CT를 사용하는 데 있어서의 문제점은 KCD-7 및 의료보험 청구코드(행위, 재료대), 로컬코드 중 SNOMED CT와 매핑되지 않는 개념이 많다는 점이다. 이러한 문제의 해결방안으로는 국내에서만 사용되는 개념을 SNOMED CT 한글 확장판에 추가하는 것을 고려할 수 있다. 또한 KCD-7 및 의료보험 청구코드(행위, 재료대), 로컬코드와 매핑되지 않는 개념들의 매핑지원이 필요하다.

III. 결론

- SNOMED CT는 세계적으로 가장 널리 사용되고 있는 참조용어체계로 우리나라가 SNOMED International 회원국이 되면서 국내에서는 개별 라이선스를 구매하지 않아도 사용할 수 있게 되었다. 또한 국제 배포판뿐만 아니라 국내에서 필요한 용어를 추가하고 한글을 사용할 수 있는 한글 배포판을 만들 수 있게 되어 SNOMED CT의 활용의 폭이 더욱 넓어지게 되었다.
- SNOMED CT를 참조용어체계로 활용하면 건강 정보를 의료기관 내에서 그리고 기관 간 일관되게 공유할 수 있고, 데이터를 개인 및 기관의 목적에 맞게 구성하고, 질의 및 분석할 수 있고, 의료기관 간 기록 내용을 다르게 해석할 위험을 줄일 수 있으며, 다국어 사용이 가능하므로 언어 장벽을 제거할 수 있는 이점이 있다.
- 이러한 이점에도 불구하고 온톨로지 기반의 참조용어체계인 SNOMED CT를 실제 현장에서 구현하여 활용하기 위해서 많은 장애 요소들이 있다. 대표적인 장애요인으로 의미론적 상호운용성 지원 거버넌스 부족, 사용자들의 SNOMED CT 활용 이점에 대한 인식 부족, 개발업체들의 구현 능력 부족, SNOMED CT 전문가 부족, 번역, 매핑, 후조합, 참조세트 개발과 관련된 가이드라인 부족, SNOMED CT 활용 및 구현 유스 케이스 부족을 들 수 있다.
- 본 정책 브리프에서는 SNOMED CT를 성공적으로 구현한 해외 사례 및 SNOMED 도입의 장애요인을 참고하여 다음과 같은 ‘전부 또는 전무’가 아닌 SNOMED CT 국내 적용 및 확산을 위한 단계적인 전략을 조직, 인력, 유스 케이스 측면에서 제시하였다.

- SNOMED CT 국내 활용의 가장 기본이 되는 National Release Center의 인프라 및 거버넌스 확립
- 의료정보 전문가, 매핑 전문가, 시스템 개발자, 데이터 분석가를 위한 맞춤형 교육 과정 개발 및 운용. SI에서 제공하는 SNOMED CT 전문가 교육에 활용할 수 있는 수준별 온라인 코스와 역할별 교육과정 활용
- SNOMED CT 활용 증진 전략으로 번역, 매핑, 참조 세트 개발, 후조합, 국내 배포판 개발
- 전자 의무기록에 SNOMED CT 구현, 국가 보건 의료정보 정책 과제에 SNOMED CT 구현 전략

IV. 참고문헌

1. HIMSS. Interoperability in Healthcare [Internet]. 2019 [cited 2020 Oct 05]. Available from: <https://www.himss.org/resources/interoperability-healthcare>
2. ISO. ISO 17115:2007(en) Health informatics — Vocabulary for terminological systems [Internet]. 2007[cited 2020 Oct 05]. Available from: <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:17115:ed-1:v1:en:term:2.6.2>
3. SNOMED International. SNOMED International Glossary [Internet]. 2020 [cited 2020 Oct 05]. Available from: https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCGLOSS?preview=/82880165/113416086/doc_snomedGlossary_Current-en-US_INT_20200825.pdf
4. Cimino JJ. Desiderata for controlled medical vocabularies in the twenty-first century. *Methods Inf Med.* 1998 Nov;37(4-5):394-403.
5. Park YT. Current status and development direction of the electronic medical record system in domestic hospitals. *Health Insurance Review & Assessment Service.* 2017;11(2):52-61.
6. Oderkirk J. Readiness of electronic health record systems to contribute to national health information and research. *OECD Health Working Papers.* 2017; 99.
7. NHS Digital. SNOMED CT Case Study-5 years on: Reflection from implementing an Electronic Patient Record with SNOMED CT [Internet]. 2018 Nov [cited 2020 Oct 05]. Available from <https://future.nhs.uk/SNOMEDCT%20/view?objectId=52585157>
8. Jorgensen JA, Jurkovich M. SNOMED CT in a dental EHR. Paper presented at: SNOMED CT Expo 2019; 2019 Oct 31-Nov1; Kuala Lumpur, Malaysia.
9. Ministry of Health and Welfare & Korea Social Security Information Service. Development of standardized term value set and Establishment of strategies for health information exchange. Government document. Seoul: Korea Social Security Information Service; 2019 Mar [unpublished].
10. NHS Digital. Good practice case studies [Internet]. 2018 Jul[cited 2020 Oct 05]. Available from: <https://future.nhs.uk/SNOMEDCT/view?objectId=52585093>
11. SNOMED International. SNOMED CT CASE STUDY-Leeds A&E [Internet][cited 2020 Oct 05]. Available from: <http://www.snomed.org/snomed-ct/case-studies/leeds-a-e>

12. SNOMED International. SNOMED CT CASE STUDY–Joint Up Integrated Consultation Excellence (JUICE) [Internet][cited 2020 Oct 05]. Available from: <http://www.snomed.org/snomed-ct/case-studies/joined-up-integrated-consultation-excellence>
13. SNOMED International. SNOMED CT CASE STUDY–ON DI SNOMED CT Terminology Project [Internet][cited 2020 Oct 05]. Available from: <http://www.snomed.org/snomed-ct/case-studies/on-di-snomed-ct-terminology-project>
14. SNOMED International. SNOMED CT CASE STUDY– Ontario Microbiology Results Reporting using SNOMED CT Terminology [Internet][cited 2020 Oct 05]. Available from: <http://www.snomed.org/snomed-ct/case-studies/ontario-microbiology-results-reporting>
15. NHS Digital. Notes about the Standard and Summary Care Records [Internet][cited 2020 Oct 05]. Available from: <https://www.england.nhs.uk/ourwork/accessibleinfo/resources/scr/>
16. SNOMED International. SNOMED CT CASE STUDY– Medforyou [Internet][cited 2020 Oct 05]. Available from: <http://www.snomed.org/snomed-ct/case-studies/medforyou>
17. Sheikh Ahmad MK, Sulaiman IM, Mohd Sakri MS, Mazlan MS, Latip AA, Ismail O. Integrating MyHarmony (Harmonization & Codification of Unstructured Data using SNOMED CT) and Malaysian Health Data Warehouse. Paper presented at: SNOMED CT Expo 2019; 2019 Oct 31–Nov 1; Kuala Lumpur, Malaysia.
18. Karlsson D, Löfvström R. Use of SNOMED CT in the Swedish National Medication List. Paper presented at: SNOMED CT Expo 2019; 2019 Oct 31–Nov 1; Kuala Lumpur, Malaysia.
19. SNOMED International. SNOMED CT CASE STUDY–Definition of the allergies subset of SNOMED CT and incorporation into our electronic health record [Internet][cited 2020 Oct 05]. Available from: <http://www.snomed.org/snomed-ct/case-studies/definition-of-the-allergies-subset-of-snomed-ct>
20. Campbell WS, Campbell J. SNOMED CT and Antimicrobial Stewardship. Paper presented at: SNOMED CT Expo 2019; 2019 Oct 31–Nov 1; Kuala Lumpur, Malaysia.
21. SNOMED International. SNOMED CT CASE STUDY–Canadian MedicAlert Foundation [Internet][cited 2020 Oct 05]. Available from: <http://www.snomed.org/snomed-ct/case-studies/canadian-medicalert-foundation>
22. Mealha F. The use of SNOMED CT in the registry and standardization of allergies and adverse reactions in Portugal. Paper presented at: SNOMED CT Expo 2019; 2019 Oct 31–Nov 1; Kuala Lumpur, Malaysia.
23. NHS Digital. Referring a patient–NHS e–Referral Service [Internet][cited 2020 Oct 05]. Available from: <https://digital.nhs.uk/services/e-referral-service/document-library/referring-a-patient>
24. SNOMED International. SNOMED CT Starter Guide [Internet][cited 2020 Oct 05]. Available from: <https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCSTART/8.+SNOMED+CT+Implementation>
25. Bell C. Powering Canada’s National Immunization App with SNOMED CT. Paper presented at: SNOMED CT Expo 2017; 2017 Oct 19–20; Bratislava, Slovakia. Available from: <https://>

- confluence.ihtsdotools.org/pages/viewpage.action?pageId=45525411
26. Marques C, Pereira R. The use of SNOMED CT for Immunization in Portugal and for Cross-Border Care. Paper presented at: SNOMED CT Expo 2019; 2019 Oct 31–Nov1; Kuala Lumpur, Malaysia.
 27. Madani S, Just S, Nelson S, Weitkamp A. Enhancing Inpatient Order Set Discovery Process by Encoding Orderable Components with SNOMED CT Term. Paper presented at: SNOMED CT Expo 2018; 2018 Oct 18–19; Vancouver, Canada. Available from: <https://confluence.ihtsdotools.org/display/FT/SNOMED+CT+Expo+2018>
 28. NHS Digital. Electronic Prescription Service–Phase4 information for GP practices [Internet][cited 2020 Oct 05]. Available from: <https://digital.nhs.uk/services/electronic-prescription-service/phase-4/prescriber-information>
 29. Cambell JR, Geary CR, Campbell WC, Murman D, Punsoni M. SNOMED CT and LOINC for computable phenotypes in Alzheimer’s Disease. Paper presented at: SNOMED CT Expo 2019; 2019 Oct 31–Nov1; Kuala Lumpur, Malaysia.
 30. Madani S, Giuse D, Weitkamp A, McLemore M. Augmenting NLP Results by leveraging SNOMED CT Relationships for Identification of Implantable Cardiac Devices from Patient Notes. Paper presented at: SNOMED CT Expo 2019; 2019 Oct 31–Nov1; Kuala Lumpur, Malaysia.
 31. Lam S. Barrier to Implementing SNOMED CT [Internet] [cited 2020 Oct 05]. Available from: <https://slideplayer.com/slide/12722890/>
 32. Cangioi G, Chronaki C, Goegg KR, et al. Current and Future Use of SNOMED CT. Brussel, Belgium: European Commission; 2016. Grant No.: 643818. Supported by European Commission.
 33. SNOMED International. Vendor Introduction to SNOMED CT [Internet]. 2016 [cited 2020 Oct 13]. Available from: <https://confluence.ihtsdotools.org/display/DOCVENDOR/4+Choosing+an+Approach+to+Implementation>