

A recommendation system for assisting devices in long-term care insurance

Eun-Jeong Han^a · Sanghee Park^{a,1} · JungSuk Lee^a · Dong-Geon Kim^b

^aHealth Insurance Policy Research Institute, National Health Insurance Services;

^bDepartment of data & Information Science, Dongduk Women's University

(Received July 23, 2018; Revised September 12, 2018; Accepted October 18, 2018)

Abstract

It is very important to support the elderly with disability ageing in place. Assisting devices can help them to live independently in their community; however, they have to be used appropriately to meet care needs. This study develops an assisting device recommendation system for the beneficiaries of long-term care insurance that include algorithms to decide the most appropriate type of assisting device for beneficiaries. We used long-term care (LTC) insurance data for grade assessment including 8,084 beneficiaries from July 2015 to June 2016. In addition, we collected standard care plans for assisting devices, that power-assessors made, considering their performance and ability that could subsequently be matched with grade assessment data. We used a decision-tree model in data-mining to develop the model. Finally, we developed 15 algorithms for recommending assisting devices. The findings might be useful in evidence-based care planning for assisting devices and can contribute to enhancing independence and safety in LTC.

Keywords: long-term care insurance, assisting devices, data mining, decision-tree analysis

1. 연구배경

노인장기요양보험 제가급여의 일종인 복지용구는 수급자의 일상생활과 신체활동 지원을 위해 필요하다(노인장기요양보험법 제23조). 노인은 고령, 만성적 질환, 사고 등에 의해 일상생활수행능력이 손상될 가능성이 있는데, 복지용구를 사용하게 되면 노인의 제한된 기능을 보완하고 향상시킬 수 있어, 노인이 시설생활에 의존하지 않고 건강하게 지역사회에서 살아갈 수 있다 (Lee와 Chang, 2010; Kang, 2014). 즉, 노인의 신체기능에 적합한 복지용구를 제공하는 것은 노인의 건강한 자립생활을 도울 수 있으므로 매우 중요하다.

노인이 자신에게 적합한 복지용구를 선택하고 사용하려면 복지용구 전문가의 도움이 필요하다. 노인의 개별적인 욕구나 신체상황, 복지용구 품목의 특성, 노인이 거주하는 환경 등을 종합적으로 파악해야하기 때문이다 (Martin, 1998; 新田淳子, 2009; Park과 Kim, 2009; Chang과 Jung, 2010; Yang 등, 2013; Kim 등, 2013). 이를 위해 노인장기요양보험은 이용지원상담(노인장기요양보험법 제48조)으로 수급자인 노인에게 복지용구 정보를 제공하고 있지만, 전문적인 안내와 정보의 제공에 있어서는 여러 가지 문

¹Corresponding author: Health Insurance Policy Research Institute, National Health Insurance Services, 32 Geongang-ro, Wonju-si, Gangwon-do, 26464, Korea. E-mail: shp0424@nhis.or.kr

제점이 발견된다. 현행 노인장기요양보험은 노인의 신체적인 장애나 장기요양등급을 고려하지 않고 모든 수급자들이 연간 160만원 한도액 내에서 복지용구를 이용하게 하고 있으며, 수급자에게 불필요한 복지용구와 사용가능한 복지용구의 종류가 무엇인지에 대한 정보만을 제공한다 (Yang 등, 2012; Kwon 등, 2015). 게다가 실제 복지용구를 대여·판매하는 복지용구사업소에서는 복지용구 전문 인력의 역할이 미미하여, 공급자의 이익에 따라 복지용구를 판매 및 대여하기도 한다. 그 결과 수급자의 개별적인 욕구나 신체상황은 반영되지 못하고, 노인 자신의 주관적인 판단에 따라 복지용구를 선택하여 불필요한 복지용구를 보유하게 되거나, 구입한 복지용구를 잘못된 용도로 사용할 위험도 보고되고 있다 (Kim, 2015).

장기요양제도를 운영하고 있는 OECD 국가들은 의료진, 케어매니저, 임상전문가 등 복지용구 전문 인력의 역할이 상당하다. 독일은 건강보험심사평가단이 수급자에게 적절한 복지용구 급여품목을 선정해 주고 있고, 일본은 신체기능, 가족과 요양보호사의 상황, 거주환경 등 수급자의 전반적인 상황을 파악하고 수급자에게 적절한 복지용구 품목을 선정해줄 수 있는 케어매니저와 복지용구상담원의 지원이 있다 (Kim, 2013; Jin과 Kim, 2013; Kwon 등, 2015; Park 등, 2016). 미국의 경우에도 수급자가 복지용구를 이용하기에 용이하도록 임상 기준과 단계별 알고리즘을 활용한다 (Chang 등, 2006; <http://www.cms.gov>). 그러나 현행 노인장기요양보험에서는 수급자에게 적절한 복지용구 선정에 의료진의 개입이 제한되어 있으며, 케어매니저나 복지용구상담원과 같은 복지용구 전문 인력 또한 충분치 않다. 따라서 복지용구 권고 알고리즘을 개발하여 과학적이고 객관적인 방식으로 수급자들에게 정한 복지용구 급여 품목을 권고할 수 있는 방안을 마련할 필요가 있다.

노인장기요양보험 도입 당시 불충분한 이용지원 인력, 수급자의 건강 및 기능 상태에 근거한 객관적인 장기요양 급여 종류 결정체계 부재 등의 문제를 해결하고자 Han 등 (2009, 2014)이 수급자의 건강 및 기능 상태를 고려하여 적정 급여를 제시하는 급여종류 알고리즘(표준급여모형)을 개발하였고, 현재 복지용구를 제외한 시설 및 재가급여(방문요양, 방문목욕, 방문간호, 주야간보호)에 대해서는 현장에서 표준장기요양이용계획서(이하, 표준이용계획서) 작성 시 활용하고 있다 (Han 등, 2009, 2014). 복지용구도 수급자의 건강 및 기능상태를 고려한 ‘복지용구 표준급여모형’을 개발하여 이용지원 상담에 활용된다면, 수급자가 적절한 복지용구를 이용할 수 있도록 안내하는데 중요한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

이에 본 연구는 수급자에게 적절한 복지용구 품목을 권고할 수 있는 과학적인 복지용구 표준급여모형 알고리즘을 개발하여, 수급자에게 복지용구 급여제공에 대한 적절한 정보를 제공하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구방법

2.1. 자료수집 원칙

본 연구는 복지용구 선택의 객관성과 과학성을 확보하여 수급자에게 복지용구 급여제공에 대한 적절한 정보를 제공하고자 수급자의 건강 및 기능상태만을 고려하여 수급자의 기능상태에 적절한 복지용구 구입 및 대여 품목을 권고해주는 통계모형 개발을 목적으로 한다. 2009년, 2011년 개발된 표준급여모형을 벤치마킹하여 그 모형을 복지용구 권고모형(표준급여모형)이라고 정의하였고 (Kwon 등, 2009, 2011), 복지용구 권고모형(표준급여모형)에서 도출되는 급여품목은 수급자의 희망, 수발환경 등을 고려하기 이전에 수급자의 기능 및 건강상태만을 고려했을 때의 최적의 급여품목으로 가정한다.

복지용구 표준급여모형 개발에 활용하기 위한 자료수집의 원칙은 2009년, 2011년도 표준급여모형 개발 시 사용한 자료수집 원칙을 기본으로 하였으며, 복지용구관련 문헌고찰, 전문가와 실무자회의를 통해 다음과 같이 정의하였다. 첫째, 수급자의 건강 및 기능상태를 고려하여, 해당 복지용구 품목을 작성하는 것이다. 수급자의 건강 및 기능상태는 장기요양 등급을 판정할 때 활용하는 장기요양인정조사표를 활용하였다. 기능 및 건강상태는 8개 영역으로 구분하였으며, ① 신체기능영역, ② 사회생활기능영역, ③ 인

지기능영역, ④ 행동변화영역, ⑤ 간호처치영역, ⑥ 재활영역, ⑦ 시력·청력상태, ⑧ 질병과 증상이 이에 해당한다. 둘째, 복지용구 품목을 권고할 때, 수급자의 잔존기능 유지를 원칙으로 한다. 복지용구는 수급자에게 부족한 신체기능 보완뿐만 아니라 예방을 목적으로 하나, 본 연구에서는 수급자의 잔존기능 유지와 보완 목적으로만 제한하였다. 셋째, 수급자 가족의 희망과 욕구, 주거환경, 희망급여종류, 장기요양기관과 지역사회자원 현황 등은 고려하지 않는다. 복지용구 표준급여 모형은 이용지원 담당직원이 수급자의 건강과 기능상태를 고려했을 때 적정 복지용구 품목을 파악하고 이를 안내하는 데에 목적이 있기 때문에 최종적으로 수급자에게 권고하는 복지용구 품목은 표준급여모형에서 도출된 품목을 바탕으로 수급자와 가족의 희망, 주거환경 등을 반영하여 안내하는 것을 원칙으로 하였다.

2.2. 연구대상 및 자료수집

복지용구 표준급여모형 개발을 위한 자료 수집은 두 단계로 수행하였다. 먼저, 복지용구 품목을 권고하기 위해 활용되는 수급자의 건강과 기능상태 자료수집이다. 수급자의 건강과 기능상태 자료는 장기요양 인정조사 모니터링요원 30명이 2015년 7월 1일부터 2016년 6월 30일까지 실시한 인정조사 자료를 활용하였다. 두 번째는 표준급여모형 알고리즘을 구축에 결과변수로 활용한 수급자의 건강과 기능상태를 고려하였을 때 적정한 복지용구 품목 자료이다. 이 자료를 수집하기 위해 훈련된 평가자(파워어세서)를 모집하였고, 수급자의 인정조사표를 보고 적정 복지용구 품목을 할당하기 위해 2박 3일 워크숍을 실시하였다. 파워어세서는 장기요양 인정조사, 표준이용계획서 작성, 이용지원 업무를 1년 이상 수행한 경력이 있고, 장기요양운영센터의 추천을 받은 자로, 작업치료사 또는 물리치료사 자격증을 소지한 자로 선정하였다. 워크숍을 통해 자료수집을 실시한 이유는 수급자의 건강과 기능상태만을 고려하여 절대기준(gold standard)에 대한 평가자 간의 편차를 줄일 수 있을 뿐 아니라 정확하고 신속하게 자료를 수집하여 복지용구 표준급여모형의 신뢰성과 타당성을 높이기 위함이었다. 본격적으로 절대기준을 작성하기 전에 워크숍에 참여한 평가자들은 복지용구 품목을 권고하면서 느낀 문제점 및 개선방안에 대해 토의하였다. 그리고 복지용구 표준급여모형 작성 원칙과 작성방법에 대한 교육을 실시하였다. 자료수집의 원칙을 바탕으로 평가자들은 17개 복지용구 급여품목의 기능과 용도를 다시 한 번 숙지하였다. 특히, 복지용구 품목별 신체기능 상태에 대한 기준 설정을 위해 평가자들의 의견을 교환하였다. 이처럼 충분한 교육과 토론과정을 거친 후에, 훈련된 평가자인 파워어세서는 수급자의 인정조사자료 결과를 분석하고, 그들의 전문적인 판단에 근거하여 최적의 복지용구 품목을 작성하였다. 이러한 과정을 거쳐 훈련된 평가자 30명이 작성한 자료는 총 8,084건(1인당 평균 270건)이었다.

2.3. 분석변수

2.3.1. 종속변수 본 연구의 종속변수는 파워어세서가 수급자의 건강과 기능상태를 고려했을 때 가장 적합하다고 생각하여 사용을 권고하는 복지용구 품목이다. 17개 복지용구 품목 중 함께 권고해야 하는 휠체어와 경사로를 하나의 품목으로 권고하도록 하였고, 전동침대와 수동침대 또한 하나의 품목으로 정의하였다. 따라서 종속변수는 복지용구 품목 15개로 구성되며, 복지용구 품목별로 권고 여부에 따라 권고하면 1, 미권고하면 0값을 갖도록 정의하였다. 15개 복지용구 품목을 살펴보면 Table 2.1과 같다.

2.3.2. 독립변수 복지용구 표준급여모형 개발을 위한 독립변수는 노인장기요양보험 등급판정을 위해 수집되는 ‘장기요양인정조사표’를 활용하였다. ‘장기요양인정조사표’는 노인장기요양보험 도입할 때 개발된 것으로 신체기능, 일상생활 자립도, 수단적일상생활기능, 인지기능, 행동변화, 간호처치, 재활, 지원형태, 환경평가, 시력·청력상태, 질병 및 증상 등의 항목으로 구성되어 있다. 표준급여모형 개발을 위해서 인정조사표 항목 중 신체기능 13개 항목, 장애인인 수단적일상생활기능 10개 항목, 인지기능

Table 2.1. The dependent variable in the algorithms

구분	복지용구	척도	구분	복지용구	척도
이동	① 지팡이	권고 = 1, 미권고 = 0	안전예방	⑨ 욕창매트리스	권고 = 1, 미권고 = 0
	② 보행기	권고 = 1, 미권고 = 0		⑩ 자세변환용구	권고 = 1, 미권고 = 0
	③ 수동휠체어(경사로)	권고 = 1, 미권고 = 0		⑪ 전동(수동)침대	권고 = 1, 미권고 = 0
위생	④ 간이변기	권고 = 1, 미권고 = 0		⑫ 안전손잡이	권고 = 1, 미권고 = 0
	⑤ 이동변기	권고 = 1, 미권고 = 0		⑬ 미끄럼방지용품	권고 = 1, 미권고 = 0
	⑥ 목욕의자	권고 = 1, 미권고 = 0		⑭ 욕창예방방석	권고 = 1, 미권고 = 0
	⑦ 이동욕조	권고 = 1, 미권고 = 0		⑮ 배회감지기	권고 = 1, 미권고 = 0
	⑧ 목욕리프트	권고 = 1, 미권고 = 0			

10개 항목, 행동변화 22개 항목, 간호처치 10개 항목, 재활 10개 항목, 시력·청력상태, 질병 및 증상 9개 항목인 86개 항목을 활용하였다. 신체기능과 수단적일상생활기능 항목은 타인의 도움 필요 정도에 대해 완전자립, 부분도움, 완전도움으로 측정하고, 인지기능, 행동변화, 간호처치 항목은 증상의 유무, 처치의 유무로 측정한다. 재활영역 항목의 경우, 운동장애 정도에 대해 운동장애없음, 불완전운동장애, 완전운동장애로 측정된다. 수급자의 시력과 청력상태는 5가지로 단계로 분류하여 측정되나 분석할 때에는 3개의 분류 형태로 재정의하여 사용하였다. 질병과 증상은 장기요양인정조사 당시 대상자가 3개월간 앓고 있는 만성질환이며, 치매, 중풍(뇌졸중), 혈압(고·저혈압), 당뇨, 관절염, 요통, 골다공증, 골절, 암이 해당된다. 자세한 변수 설명은 Table 2.2와 같다.

2.4. 분석방법

복지용구 표준급여모형을 개발하기 위하여 데이터마이닝 기법의 한 종류인 의사결정나무(decision trees)를 사용하였다. 의사결정나무는 의사결정규칙(decision rule)을 도표화 된 나무로 작성하는 분석방법이다. 연구대상 집단을 몇 개의 소집단으로 분류(classification)하거나 예측(prediction)하는데, 분류 또는 예측 과정이 나무구조에 의한 추론 규칙으로 표현되어 의사결정을 쉽게 설명할 수 있다는 장점이 있다 (Lee와 Park, 2009). 이 때문에 노인장기요양보험 서비스 제공 현장에서는 의사결정나무기법이 많이 활용되고 있다 (Han 등, 2009, 2014; Lee, 2016).

의사결정나무기법을 활용한 복지용구 표준급여모형 개발과정을 살펴보면 다음과 같다. 첫 번째 단계는 데이터 구축단계로, 대상자의 장기요양인정조사내역과 이를 근거로 파워어세서가 조사한 복지용구 표준급여계획 그리고 수급자 특성을 매칭하여 총 8,084명의 자료를 구축하였다. 두 번째 단계는 데이터 탐색 단계로 분석 대상자인 8,084명의 인구사회학적 특성과 기능 및 건강상태별 특성을 복지용구 품목별 권고 여부로 구분하여 살펴보았다. 세 번째 단계는 복지용구별 권고모형 개발단계로, 복지용구 품목별로 다음의 과정을 통해 표준급여모형을 개발하였다. 1) 데이터 분할: 8,084명의 최종 자료를 분석용 자료(training data), 평가용 자료(validation data), 검증용 자료(test data)로 60%:20%:20%로 분할하였다. 2) 의사결정나무의 형성: 분리기준은 카이제곱 통계량(Chi-square statistic)의 p -value 값으로 하여 나무를 형성하였으며, 이지분리를 실시하였다. 3) 정치규칙: 최대 분할수준(maximum tree depth)은 6으로 설정하였고 그 밖의 정치규칙은 SAS Enterprise Miner 7.1의 디폴트값을 사용하였다. 4) 가지치기: 오분류율(misclassification rate)을 높일 수 있는 위험(risk)이 있거나 설명불가능한 역전현상, 그리고 일반화하기 어려운 가지(branch)는 전문가 자문회의 등을 거쳐 제거하였다. 5) 모형평가: 모형의 성능을 평가하기 위하여 오분류율, receiver operating characteristic (ROC) 곡선의 면적인 area under curve (AUC)를 이용하였으며, 이 결과를 로지스틱 회귀모형 결과와 비교하였다. 마지막 단계는 구축한 모형에 대한 시범적용, 즉, 점수화(scoring) 단계이다. 2016년 4월 한 달 동안 재가급

Table 2.2. The 88 items included in the algorithms

영역	항목	척도	
신체기능 (13개 항목)	옷 벗고 입기, 세수하기, 양치질하기, 목욕하기, 식사하기, 체위변경하기, 일어나 앉기, 옮겨 앉기, 방 밖으로 나오기, 화장실 사용하기, 대변 조절하기, 소변 조절하기, 머리감기	1: 완전자립 2: 부분도움 3: 완전도움	
수단적 일상생활기능 (10개 항목)	집안일 하기, 식사 준비하기, 빨래하기, 금전관리, 물건사기, 전화 사용하기, 교통수단 이용하기, 근거리 외출하기, 몸 단장하기, 약 챙겨먹기	1: 완전자립 2: 부분도움 3: 완전도움	
인지기능 (10개 항목)	단기 기억장애, 날짜 불인지, 장소 불인지, 나이·생년월일 불인지, 지시 불인지, 상황 판단력 감퇴, 의사소통·전달 장애, 계산 장애, 하루 일과 불인지, 가족·친지 불인지	1: 예 0: 아니오	
행동변화 (22개 항목)	망상, 환각·환청, 슬픈 상태·울기도 함, 불규칙 수면·주야혼돈, 도움에 저항, 서성거림·안절부절못함, 길을 잃음, 폭언·위협행동, 밖으로 나가려함, 물건 망가트리기, 의미 없거나 부적절한 행동, 돈·물건 감추기, 부적절한 옷 입기, 대소변불결행위, 화기관리 불가, 분리불안, 포함침, 부적절한 성적행동, 물건 먹음, 간섭하거나 참견, 이유없이 식사거부, 따라다님	1: 예 0: 아니오	
간호처치 (10개 항목)	간호, 흡인, 산소요법, 욕창간호, 경관 영양, 압성통증간호, 도뇨관리, 장루간호, 투석간호, 당뇨 발간호	1: 있다 0: 없다	
재 활	상하지 (4개 항목)	우측상지, 우측하지, 좌측상지, 좌측하지	1: 운동장애 없음 2: 불완전운동장애 3: 완전운동장애
	관절 (6개 항목)	팔꿈치 관절, 손목 및 수지관절, 고관절, 무릎관절, 발목관절	1: 제한없음 2: 한쪽관절제한 3: 양쪽관절제한
시력상태	정상, 1M 떨어진 달력은 읽을 수 있으나 더 먼 거리는 보이지 않음, 근접한 글씨는 읽을 수 있으나 먼 거리는 보이지 않음, 거의 보이지 않음, 보이는지 판단 불능	1: 정상 2: 부분장애 3: 장애	
청력상태	정상, 보통의 소리를 듣기도 하고 못 듣기도 함, 큰 소리라면 들을 수 있음, 거의 들리지 않음, 들리는지 판단 불능	1: 정상 2: 부분장애 3: 장애	
질병 및 증상 (9개 질병)	치매, 중풍(뇌졸중), 혈압(고·저혈압), 당뇨, 관절염, 요통, 골다공증, 골절, 암	1: 있다 0: 없다	

여를 이용한 185,354명을 대상으로 실시하여, 향후 복지용구 품목별 권고율을 예측하였다. 이와 더불어 실제 복지용구를 이용한 대상자와 모형을 통한 복지용구 품목별 권고여부를 비교 분석하였다. 표준급여 모형은 15개의 복지용구 품목별로 모형을 구축하였으며, 각각의 모형에서 복지용구 품목의 권고여부를 산출하고 마지막에 권고내역을 조합하는 방식으로 복지용구 권고가 이루어진다. 이에 따른 복지용구 표준급여모형에 대한 상세도는 Figure 2.1과 같다.

3. 연구결과

3.1. 분석대상자의 인구사회학적 특성

분석대상자의 인구사회학적 특성을 살펴보면, 분석대상자 8,084명 가운데 남자는 28.2%, 여자는 71.8%이었고, 연령은 75-84세가 43.9%로 가장 많았다. 장기요양등급은 1등급 8.4%, 2등급 17.7%, 3등급 33.9%, 4등급 33.5%, 5등급 6.5%로 3등급이 가장 많았다. 자격은 일반건강보험 가입자가



*15개 각 권고모형에서 모두 권고를 받는 경우 15개 복지용구 품목을 모두 권고하게 됨

Figure 2.1. The standard model of assistive devices (detailed diagram).

Table 3.1. Recommendation status by item

구분	복지용구	권고		구분	복지용구	권고	
		N	%			N	%
이동	① 지팡이	3,713	45.9	안전예방	⑨ 욕창매트리스	1,954	24.2
	② 보행기	3,502	43.3		⑩ 자세변환용구	1,959	24.2
	③ 수동휠체어(경사로)	4,476	55.4		⑪ 전동(수동)침대	2,972	36.8
위생	④ 간이변기	2,141	26.5		⑫ 안전손잡이	3,719	46.0
	⑤ 이동변기	3,051	37.7		⑬ 미끄럼방지용품	3,811	47.1
	⑥ 목욕의자	4,276	52.9		⑭ 욕창예방방석	1,844	22.8
	⑦ 이동욕조	2,396	29.6	⑮ 배회감지기	583	7.2	
	⑧ 목욕리프트	1,284	15.9				

65.9%로 가장 많았다 (표로 제시하지 않음).

3.2. 복지용구 품목별 권고 분포

복지용구 표준급여모형에서는 수급자의 기능 및 건강상태만을 고려하였을 때 수급자에게 적합한 복지용구 급여 품목의 권고를 결정한다. 복지용구 품목별 권고현황은 Table 3.1과 같다. 전체 복지용구 품목 중에서 권고율이 가장 높은 품목은 수동휠체어로 그 비율은 55.4%이었고, 가장 낮은 품목은 배회감지기로 그 비율은 7.2%에 불과하였다.

3.3. 복지용구 표준급여모형

3.3.1. 이동관련 복지용구 이동관련 복지용구는 지팡이, 성인용보행기, 수동휠체어로, 해당 복지용구의 권고모형은 Figure 3.1과 같다. 이동관련 복지용구 권고를 결정하는 주요한 변수는 ‘방밖으로 나오기’와 ‘옮겨 앉기’이며, ‘방밖으로 나오기’의 완전자립인 경우에 지팡이를, ‘방밖으로 나오기’가 부분 도움 이상이고 ‘옮겨 앉기’가 완전도움인 경우에 보행기와 수동휠체어를 권고하는 것으로 나타났다.

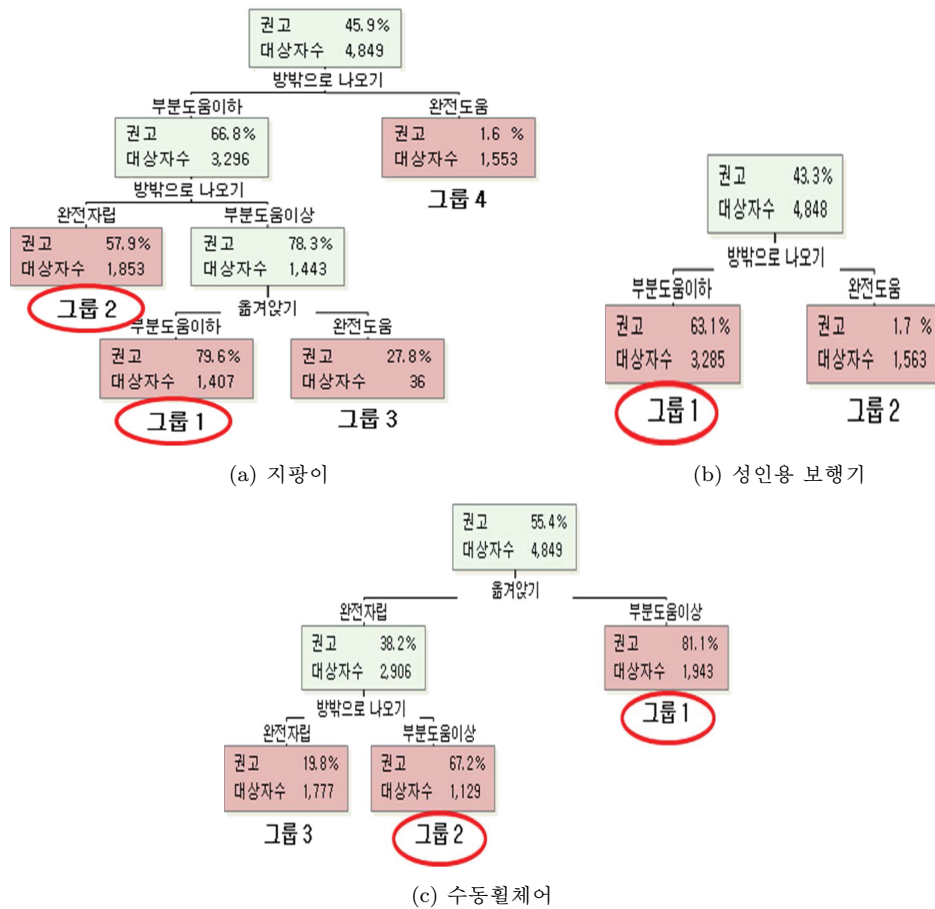


Figure 3.1. Mobile assistive devices algorithms.

3.3.2. 위생관련 복지용구 위생관련 복지용구는 간이변기, 이동변기, 목욕의자, 이동욕조, 목욕리프트로, 해당 복지용구의 권고모형은 Figure 3.2와 같다. 위생관련 복지용구의 권고 여부에 영향을 미치는 주요 변수는 ‘방밖으로 나오기’와 ‘ 옮겨 앉기’ 그리고 ‘화장실 사용하기’이다. ‘방밖으로 나오기’와 ‘ 옮겨 앉기’ 그리고 ‘화장실 사용하기’가 부분도움 이상의 도움이 필요한 경우에 해당 복지용구를 권고하는 것으로 나타났다.

3.3.3. 안전예방 복지용구 안전예방 복지용구는 욕창매트리스, 자세변환용구, 전동(수동)침대, 안전손잡이, 미끄럼방지용품, 욕창예방방석, 배회감지기로, 해당 복지용구의 권고모형은 Figure 3.3과 같다. 배회감지기를 제외한 안전예방 복지용구의 권고 여부에 영향을 미치는 주요 변수는 ‘방밖으로 나오기’와 ‘ 옮겨 앉기’, ‘ 일어나 앉기’, ‘체위변경하기’로 나타났다. 욕창매트리스, 자세변환용구, 전동침대, 욕창예방방석은 ‘방밖으로 나오기’와 ‘ 일어나 앉기’, ‘체위변경하기’가 부분도움 이상일 경우에 권고하는 것으로 나타났다. 안전손잡이와 미끄럼방지용품은 ‘방밖으로 나오기’와 ‘ 일어나 앉기’가 완전자립인 경우 권고하는 것으로 나타났다. 배회감지기의 경우 수급자가 길을 잃거나 밖으로 나가려 하는 등의 문제행동이 있는 경우 해당 복지용구를 권고하는 것으로 나타났다.

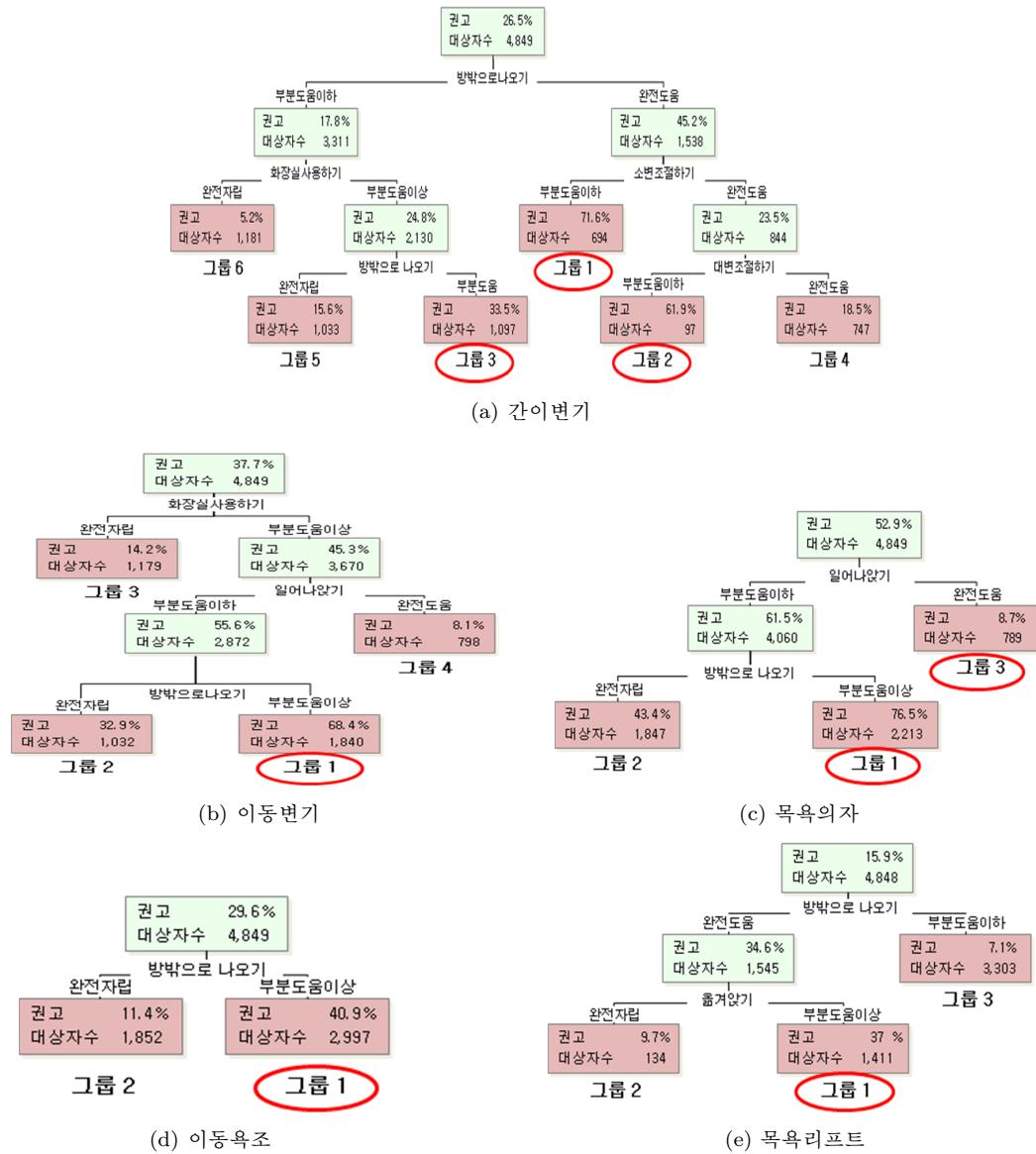


Figure 3.2. Sanitary assistive devices algorithms.

3.4. 표준급여모형의 타당성 평가

모형의 타당성을 평가하기 위해 다양한 통계량을 적용할 수 있다. 본 연구에서는 복지용구 표준급여모형의 성능을 평가하기 위해 분석용 자료와 검증용 자료의 정분류율(accuracy rate)과 ROC 곡선의 면적인 AUC를 이용하였다. 15개 복지용구 표준급여모형의 검증용 자료에서 정분류율과 AUC 값을 살펴보면 Table 3.2와 같다. 먼저 15개 모형의 정분류율을 살펴보면, 15개 모형의 정분류율 분포는 67.7%에서 96.9%로 평균 80.5%를 보여 높은 정확도를 보였다. 모형별로는 배회감지기 모형이 96.9%로 가장

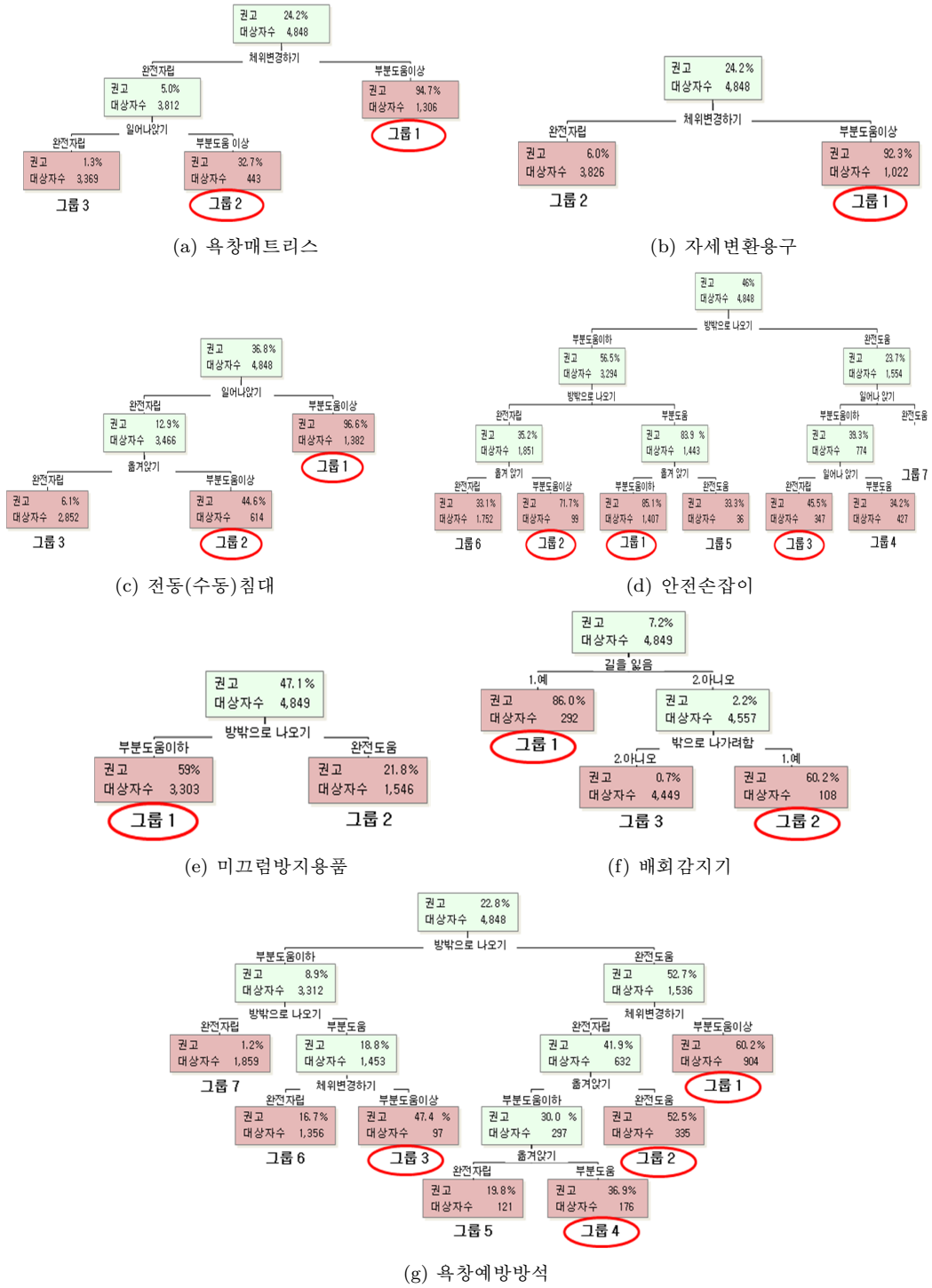


Figure 3.3. Safety and preventive assistive devices algorithms.

Table 3.2. Assessments of the algorithms

구분	복지용구 품목	의사결정나무				로지스틱회귀분석			
		정분류율(%)		AUC		정분류율(%)		AUC	
		분석용	검증용	분석용	검증용	분석용	검증용	분석용	검증용
이동	① 지팡이	77.8	77.1	84.7	83.5	79.2	75.9	87.6	84.0
	② 보행기	78.3	77.0	75.4	85.9	81.0	77.8	90.3	87.7
	③ 수동휠체어	78.1	77.1	77.9	77.4	78.2	76.5	84.6	81.8
위생	④ 간이변기	80.1	79.2	78.7	77.3	80.8	80.0	81.5	78.2
	⑤ 이동변기	79.6	77.4	85.1	82.3	80.2	77.7	87.1	83.6
	⑥ 목욕의자	72.8	71.0	79.0	78.8	73.4	70.8	81.5	79.1
	⑦ 이동욕조	71.3	70.4	69.4	69.7	72.4	69.8	73.2	69.6
	⑧ 목욕리프트	84.2	83.6	79.5	78.1	85.1	83.7	84.0	78.9
안전예방	⑨ 욕창매트리스	95.1	95.4	96.6	96.9	95.4	94.8	98.8	97.9
	⑩ 자세변환용구	93.6	93.5	89.1	89.3	93.7	92.6	97.8	96.5
	⑪ 전동(수동)침대	89.8	89.0	92.9	92.4	91.2	89.5	96.8	95.1
	⑫ 안전손잡이	75.8	73.6	78.7	77.4	76.0	73.3	83.7	80.4
	⑬ 미끄럼방지용품	69.5	67.7	73.7	71.6	69.7	66.5	76.3	71.6
	⑭ 욕창예방방석	81.5	79.2	84.8	82.8	81.7	81.3	87.1	84.0
	⑮ 배회감지기	97.1	96.9	85.5	86.1	98.0	96.7	99.0	95.9

AUC = area under curve.

높은 성능을 보였고, 욕창매트리스 모형(95.4%), 자세변환용구 모형(93.5%) 순으로 높게 나타났다. 반면, 미끄럼방지용품이 67.7%로 가장 낮았고, 이동욕조가(70.4%), 목욕의자(71.0%) 순으로 낮게 나타났다. 15개 모형의 AUC 값의 분포는 69.7-96.9%로 평균 82.0의 높은 성능을 보이는 것으로 나타났다. AUC 값이 가장 높은 모형은 욕창매트리스로 민감도와 특이도 모두 높은 것으로 나타났고, 전동침대 92.4, 자세변환용구 89.3 순으로 높게 나타났다. 반면, 이동욕조는 AUC 값 69.7로 가장 낮았고, 미끄럼방지용품 71.6, 간이변기 77.3 순으로 낮았다. 본 자료를 로지스틱회귀분석에 적용하고 검증용 AUC 값과 비교한 결과 배회감지기를 제외하고 큰 차이를 발견하지 못하였다.

3.5. 표준급여모형 시범 적용 결과

본 연구에서 개발한 복지용구 표준급여모형을 2016년 4월 기준 재가 급여를 이용한 185,354명을 대상으로 복지용구 권고모형에 적용하여 복지용구 별 권고 비율을 추정하였다 (Table 3.3). 복지용구 품목 별 권고 비율을 살펴보면, 지팡이의 권고비율이 88.8%로 가장 높았으며, 미끄럼 방지용품 81.9%, 성인용 보행기 81.8%, 수동 휠체어 61.9% 순으로 높게 나타났다. 반면, 배회감지기의 경우 6.7%로 가장 낮았고, 자세변환용구 13.5%, 목욕리프트 14.4% 순으로 권고비율이 낮게 나타났다. 복지용구 권고 모형을 통해 권고된 복지용구의 조합을 비율이 높은 10순위로 살펴보면, 권고 조합 중 미끄럼방지용품 + 지팡이 + 성인용 보행기가 30.9%로 가장 높았으며, 간이변기 + 이동변기 + 목욕의자 + 안전손잡이 + 이동욕조 + 미끄럼방지용품 + 수동휠체어(경사로) + 지팡이 + 보행기가 20.8%, 목욕의자 + 안전손잡이 + 이동욕조 + 미끄럼방지용품 + 수동휠체어(경사로) + 지팡이 + 보행기가 10.1% 순이었다.

4. 결론

본 연구는 수급자의 신체기능 상태를 고려한 개개인에게 적합하고 개별화된 복지용구 품목을 권고할 수 있는 과학적인 복지용구 표준급여모형 알고리즘을 개발하여 수급자에게 적합한 복지용구를 제공하고자

Table 3.3. Distribution of specific assistive devices after applying the model

영역	권고 품목	N	%
이동	지팡이	164,564	88.8
	보행기	151,618	81.8
	수동휠체어	114,775	61.9
위생	간이변기	84,802	45.8
	이동변기	78,798	42.5
	목욕의자	99,108	53.5
	이동욕조	113,137	61.0
	목욕리프트	26,674	14.4
안전예방	욕창매트리스	41,860	22.6
	자세변환용구	24,942	13.5
	전동 및 수동 침대	50,406	27.2
	안전손잡이	89,351	48.2
	미끄럼방지용품	151,746	81.9
	욕창예방방석	32,777	17.7
	배회감지기	12,482	6.7
	미끄럼방지용품 + 지팡이 + 보행기	57,231	30.9
복지용구 품목 조합	간이변기 + 이동변기 + 목욕의자 + 안전손잡이 + 이동욕조 + 미끄럼방지용품 + 수동휠체어(경사로) + 지팡이 + 보행기	38,480	20.8
	목욕의자 + 안전손잡이 + 이동욕조 + 미끄럼방지용품 + 수동휠체어(경사로) + 지팡이 + 보행기	18,683	10.1
	미끄럼방지용품 + 지팡이 + 보행기 + 배회감지기	11,219	6.1
	욕창매트리스 + 간이변기 + 전동 및 수동침대 + 이동변기 + 목욕의자 + 안전 손잡이 + 이동욕조 + 미끄럼방지용품 + 수동휠체어(경사로) + 지팡이 + 보행기	7,625	4.1
	간이변기 + 전동 및 수동침대 + 이동변기 + 목욕의자 + 안전손잡이 + 이동욕조 + 미끄럼방지용품 + 수동휠체어(경사로) + 지팡이 + 보행기	6,802	3.7
	욕창매트리스 + 간이변기 + 자세변환용구 + 전동 및 수동침대 + 이동욕조 + 목욕리프트 + 수동휠체어(경사로) + 욕창예방방석	5,979	3.2
	욕창매트리스 + 자세변환용구 + 전동 및 수동침대 + 이동욕조 + 목욕리프트 + 수동휠체어(경사로) + 욕창예방방석	5,394	2.9
	간이변기 + 이동변기 + 목욕의자 + 안전손잡이 + 이동욕조 + 수동휠체어(경사로) + 지팡이	5,031	2.7

수행되었다. 수급자에게 적절한 장기요양서비스의 종류와 양을 권고하기 위하여 2009년, 2011년 표준급여모형을 개발하여 시설과 재가업무의 이용지원에 활용해오고 있으나, 기타 재가급여인 복지용구는 공단의 적극적인 이용지원 대상이 아니었다. 수급자에게 적절한 복지용구를 제공하려면 수급자의 특성, 복지용구의 품목의 특성, 복지용구 이용 환경을 모두 고려해야 한다는 점에서 복지용구는 전문적인 안내가 필수적이다. 그럼에도 불구하고 현행 복지용구 급여체계는 수급자의 상태에 적합한 복지용구에 관한 정보를 제공해주지 못하여 수급자의 복지용구 이용지원 업무에 한계가 지적되어왔다. 본 연구는 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 물리치료사 또는 작업치료사 자격증을 보유한 복지용구 파워어세서 전문가 워크샵을 실시하고 수급자의 장기요양인정조사의 결과와 복지용구 품목을 연계한 자료를 취합하여 모형화하는 과학적인 방식으로 복지용구 표준급여모형(권고모형)을 개발하였다.

본 연구를 통해 15개의 복지용구 급여품목에 대한 복지용구 표준급여모형을 개발하였다. 이 과정에서, 15개의 복지용구 급여품목은 다시 유사한 기능을 하는 이동(지팡이, 보행기, 수동휠체어), 개인위

생(간이변기, 이동변기, 목욕의자, 이동욕조, 목욕리프트), 안전과 예방(욕창매트리스, 자세변환용구, 전동(수동)침대, 안전손잡이, 미끄럼방지용품, 욕창예방방석, 배회감지기) 품목군으로 분류하였고, 각각의 권고모형을 분석하여 권고기준을 제시하였다. 또한 복지용구 표준급여모형의 타당성을 평가하기 위해, 각각의 분석용 데이터와 평가용 데이터에 대해 정분류율과 ROC 곡선의 면적인 AUC 값을 구하여 모형의 성능을 파악하였다. 그 결과 모형의 정분류율의 분포는 67.7-96.9%로 평균 80.5%의 높은 정확도를 보였고, 모형의 AUC 값의 분포도 69.7-96.9%로 평균 82.0%의 높은 성능을 보이는 것으로 나타났다. 마지막으로 본 연구에서 개발한 복지용구 권고모형(표준급여모형)을 2016년 4월 기준으로 등급 판정을 완료한 등급내(1-5등급) 판정자 중 재가급여를 이용한 185,354명을 대상으로 복지용구 권고모형을 추정(점수화)하였다. 복지용구 권고모형을 통해 추정된 분석 대상자의 복지용구 품목 권고 비율을 살펴보면 지팡이 88.8%, 미끄럼 방지용품 81.9%, 성인용 보행기 81.8%, 수동 휠체어 61.9% 순으로 나타났다. 복지용구 권고모형을 통해 권고된 품목의 조합 중 비율이 가장 높은 조합은 미끄럼방지용품 + 지팡이 + 성인용 보행기를 권고 받은 경우로, 전체 권고 조합 중 약 30.9%를 차지함을 알 수 있다.

본 연구는 복지용구 전문가가 참여하여 수급자의 장기요양인정조사의 결과와 복지용구 품목을 고려한 복지용구 표준급여모형을 개발하여, 과학적인 방식으로 수급자에게 적절한 복지용구 권고에 기여하였다는데 의의가 있다. 또한 복지용구를 이동, 개인위생, 안전과 예방관련 품목으로 구분하고 복지용구별 추천 알고리즘을 개발하여 실제 업무에 활용성을 높이고자 하였으며, 복지용구의 이용현황과 개발된 모형의 결과를 비교하여 구축된 모형의 현실성을 검토하였다는 장점이 있다. 그럼에도 불구하고 본 연구는 몇 가지 한계점이 존재한다.

첫째, 현재 개발된 모형을 통한 비용 및 경제적 효과 분석을 시행하지 못하였다. 개발된 표준급여모형이 수급자의 필요에 적절한 품목을 결정해줌으로써 불필요한 복지용구 사용을 예방하고, 급여비용을 줄일 수 있다는 것을 증명할 수 있다면 향후 제도 운영에 크게 도움이 될 것으로 예상된다. 둘째, 표준급여모형 알고리즘은 수급자의 신체와 기능 상태에 근거하여 도출되었다. 그러나 수급자의 욕구, 가족과 요양보호사와 같은 수발자의 존재 여부, 주거환경 등 수급자를 둘러싼 다양한 측면 역시 복지용구 품목 선정에서 간과해서는 안 되는 부분이다. 이에 공단의 이용지원 상담 시, 본 모형의 결과가 전문가의 의견에 따른 권고품목이라는 것을 수급자와 가족에게 충분히 설명할 필요가 있으며, 실제 복지용구 품목을 권고 할 때 수급자나 가족의 욕구, 환경적인 측면 등을 반영할 수 있어야 할 것이다. 셋째, 15개의 복지용구 품목 중 미끄럼방지 모형과 이동욕조 모형이 70% 내외의 낮은 정확도를 보였다. 이는 다른 복지용구 품목에 비해 두 품목의 권고 필요 대상을 특성화하는 데에 어려움에 따른 결과로 판단된다. 실제 자료수집 당시에도 파워어세서가 가장 권고하기 어려워하는 품목 중에 하나였다. 이에 향후 정확도가 낮은 복지용구 모형에 대해서 전문가 자문을 통해 필요 대상자의 특성을 보다 명확히 하는 등의 정확도 향상을 위한 방안 마련이 필요하다. 넷째, 본 연구에서 개발한 복지용구 알고리즘은 현재까지 급여 품목으로 인정된 15개의 품목 각각에 대한 것이다. 그러므로 추가적인 복지용구 품목이 도입이 되는 경우, 도입된 품목에 대하여 알고리즘을 보완하는 방안에도 논의되어야 할 것이다. 다섯째, 권고 모형 개발에 있어서 모형과 현장 경험 사이의 불일치를 해소하는 과정이 중요함을 강조하고자 한다. 의사결정나무는 최근 기법에 비해 정확도가 상대적으로 낮고, 모형이 불안정한 점 등 여러 가지 한계점을 가지고 있지만 해석이 직관적이고 현장에서 구현하기 쉽다는 장점이 있다. 일반적으로 데이터마ining 기법은 설명보다는 예측력을 더 중시하지만 연구 목적이 파워어세서들의 현장 경험을 모형화하여 그들이 납득할 수 있고, 쉽게 적용할 수 있는 모형을 제시하는 것이므로 지지벡터모형, random forest, gradient boosting 등 성능은 좋지만 권고 이유를 설명하기 까다롭거나 파워어세서들의 경험을 반영하기 어려운 모형들은 배제하게 되었다.

References

- Chang, H. S. et al.(2006). Development of an Operation Model for the Elderly Friendly Goods and Equipment Rental Project : Access to aged friendly welfare tools. Korea Health Industry Development Institute.
- Chang, M. Y. and Jung, H. Y. (2010). A study on elderly people's level of satisfaction with assistive technology devices based on occupational therapy intervention, *The Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, **18**, 1–11.
- Han, E. J., Lee, J. S., Kim, D. G., and Kang, I. M. (2009). A recommending system for care plan (Res-CP) in long-term care insurance system, *The Korean Journal of Applied Statistics*, **22**, 1229–1237.
- Han, E. J., Lee, J. S., Kim, D. G., and Kwon, J. H. (2014). A decision-support system for care plan in long-term care insurance, *The Korean Journal of Applied Statistics*, **27**, 667–679.
- Jin, Y. R. and Kim, K. B. (2013). Comparing standards or guidelines of medical devices reimbursed by longterm-care insurance in Korea, Japan, and Germany, *Korean Review of Crisis & Emergency Management*, **9**, 201–224.
- Kang, J. H. (2014). Exploring community-dwelling elders' experiences on the use of assistive devices, *Journal of Welfare for the Aged Institute*, **64**, 345–369.
- Kim, D. J. (2013). Policy on long-term care assistive products, *Health and Welfare Policy Forum*, **203**, 77–88.
- Kim, H. J. (2015). The financial of long-term care insurance is leaking. Suspicions surrounding the purchase of assistive devices for the elderly. 2015/06/30, <http://docdocdoc.co.kr/176880>
- Kim, S. B., Nam, S. K., and Shin, O. S. (2013). Improvement measures for satisfaction of utilization and its' comparison of assistive products in long-term care elderly, *Journal of Rehabilitation Welfare Engineering & Assistive Technology*, **7**, 125–132.
- Kwon, J. H., Han, E. J., and Lee, J. S. (2009). A Study on the Improvement of Long-term Care Service Wage Management : Development of Standard Wage Models. Health Insurance Policy Institute.
- Kwon, J. H., Han, E. J., and Lee, J. S. (2011). Redesigning the Standard Wage Model for Long-term Care Services. Health Insurance Policy Institute.
- Kwon, J. H., Lee, J. S., Na, Y. K., and Moon, Y. P. (2015). A Study on the Optimal Operation of Welfare Equipment Rental System. Health Insurance Policy Institute.
- Lee, S. M. and Park, R. W. (2009). Basic concepts and principles of data mining in clinical practice, *Journal of Korean Society of Medical Informatics*, **15**, 175–189.
- Lee, T. B. and Chang, H. S. (2010). The effects of assistive products in Korean long-term care insurance system for the beneficiary older adults, *Health Policy and Management*, **20**, 126–138.
- Lee, Y. K. (2016). 등급판정도구 개편연구. KIHASA
- Martin, C. (1998). Assistive Technology: the old people's perspective, In I. Placencia, & E. Ballabio (Eds). Improving the quality of life for the European citizen, Technology for Inclusive Design and Equality, 113–117. Amsterdam: IOS Press
- Park, K. Y. and Kim, M. S. (2009). The satisfaction and need of assistive devices for the elderly, *The Journal of Korea Aging Friendly Industry Association*, **1**, 31–36.
- Park, S. H., Han, E. J., LEE, J. S., and Park, S. Y. (2016). A Study of the development of standard model to providing assistive devices in long-term care insurance system. Health Insurance Policy Institute.
- Yang, Y. A. et al. (2013). A Study on the Improvement of Benefit Payment System. Inje Industry Academic Cooperation Foundation.
- 新田淳子 (2009). 特別寄稿文 : 認知症高齢者における福祉用具の利用 -「尊厳」と「安全性」の視点からの提言- , *The Journal of Korea Aging Friendly Industry Association*, **1**, 1–10

의사결정나무기법을 활용한 장기요양 복지용구 권고모형 개발

한은정^a · 박상희^{a,1} · 이정석^a · 김동건^b

^a국민건강보험공단 건강보험정책연구원, ^b동덕여자대학교 정보통계학과

(2018년 7월 23일 접수, 2018년 9월 12일 수정, 2018년 10월 18일 채택)

요약

노인의 신체기능에 부합하는 복지용구를 제공하는 것은 노인이 가능한 한 오랫동안 자신의 집과 지역사회에서 자립하여 생활할 수 있도록 돕기 위해 매우 중요하다. 본 연구는 수급자의 신체 및 인지 기능 상태를 고려하여 개개인에게 적합한 복지용구 품목을 권고할 수 있는 과학적인 복지용구 표준급여모형 알고리즘을 개발하고자 수행되었다. 모형개발에는 데이터마이닝기법인 의사결정나무를 활용하였다. 수급자 8,084명의 장기요양인정조사자료와 파워어세서가 작성한 표준급여계획, 수급자 특성 자료를 이용하여 데이터를 구축하였고, 15개 복지용구 품목별로 표준급여모형을 개발하였다. 본 연구는 노인장기요양보험의 복지용구 급여계획의 객관성 및 과학성을 확보하고 수급자의 자립생활과 안전을 향상시키는 데에 기여할 것으로 기대된다.

주요용어: 노인장기요양보험, 복지용구, 데이터마이닝, 의사결정나무

¹교신저자: (26464) 강원도 원주시 건강로 32, 국민건강보험공단 건강보험정책연구원.
E-mail: shp0424@nhis.or.kr