

자살 고위험군 노인: 원인 파악 및 예측 모델 개발

High Suicidal Risk Group of Elderly: Identification of Causal Factors and Development of Predictive Model

박 가 연 (Gayeon Park) 신한카드 매니저
신 우 식 (Woosik Shin) 연세대학교 정보대학원 박사과정
김 희 웅 (Hee-Woong Kim) 연세대학교 정보대학원 교수, 교신저자

요 약

한국의 노인(65세 이상) 자살 문제는 점차 심각해지고 있는 추세이다. 급격한 인구 고령화 흐름에 따라 이러한 고령층의 자살 추세가 더욱 가속화될 것으로 추정되고 있어, 노인 자살을 예방하고 감소시키는 것이 개인 뿐만 아니라 중요한 사회적 과제로 대두되고 있다. 따라서 본 연구는 한국 노인들을 대상으로 자살 생각의 원인 요인을 파악하고 예측 모델을 개발하는 것을 목적 한다. 본 연구는 한국복지패널조사에서 제공하는 7개년의 패널 데이터를 활용하였으며 자살의 대인 관계 이론(interpersonal theory of suicide)과 사회 해체 이론(social disorganization theory)을 바탕으로 노인 자살의 잠재 원인 요인들을 선정한다. 다음으로 노인의 자살 생각에 대한 원인 요인 파악을 위해 패널 로짓 모형 분석을 진행하고 노인 자살 생각의 예측 모델 개발을 위해 딥 러닝과 머신 러닝 알고리즘을 활용한다. 본 연구는 계량 모형 분석을 통해 검증한 주요 원인 요인들을 활용하여 노인 자살을 예방할 수 있는 구체적인 노인 복지 정책 수립에 기여하고자 한다. 본 연구에서 제시된 예측 모델은 자살 고위험군 노인을 선별하고 관리할 수 있는 방안 마련의 기반을 제공한다. 또한 본 연구는 혼합방법론의 시너지를 보였다는 점에서 학술적 시사점을 가진다.

키워드 : 노인 자살, 자살 생각, 계량 모형 분석, 예측모델 개발, 패널 회귀 분석, 혼합 방법론

I. 서 론

한국의 노인(65세 이상) 자살 문제는 점차 심각해지고 있는 추세이다. 보건복지부의 조사에 따르

면 65세 이상 노인의 자살률은 한국이 10만 명당 46.6명(2019년 기준)으로 OECD 회원국(평균 17.2명) 중 가장 높은 것으로 나타났다(보건복지부, 2021). 2019년 기준 80세 이상 자살률이 10만 명당 67.4명으로 가장 높고, 70대 자살률이 46.2명, 60대는 33.7명으로 연령대가 높아질수록 인구 당 자살률이 증가하는 모습을 보이고 있다. 또한 주민등

† 이 논문은 2022년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2022S1A5A2A01043762).

록 인구통계에 따르면, 2019년 말 기준 65세 이상 노인 인구는 800만 명을 돌파하였고 전체 인구 대비 노인 인구의 비율은 15.5%를 기록하였다(행정안전부, 2020). 이처럼 급격한 인구 고령화 흐름에 따라 노인 자살 추세도 더욱 가속화될 것으로 추정되고 있다.

코로나19 사태가 장기화 되면서 사회적으로 고립되는 노인들이 증가하고 있다. 이러한 노인층의 사회적 고립은 우울증을 비롯한 다양한 심리적 문제를 유발하고 나아가 자살 위험의 증가로 이어지고 있다(Zalsman *et al.*, 2020). 이에 더해 코로나19에 취약한 노인 계층에 대한 대면 접촉을 최소화하기 위해 대면 교육 등 지방자치단체별 자살예방 지원사업이 급격히 감소하였다. 자살예방 활동이 위축되면서 인구가 적은 소도시를 중심으로 자살률이 증가하는 양상을 보였고, 특히 인구수 5만 명 미만인 소규모 시/군/구는 자살률이 늘어 인구 10만 명당 자살률 2017~2019년 평균 대비 0.96명이 증가하였다(문가영, 2021). 따라서 코로나19로 인한 사회적 고립과 인구 고령화로 인해 악화되고 있는 노인 자살 문제를 예방하고 감소시키는 것이 현재 중요한 사회적 과제이다.

자살 생각은 실제 자살 계획 및 시도로 이어지는 직접적인 선행 요인으로 활용되고 있다(Klonsky and May, 2015). 미국 질병예방통제센터(Centers for Disease Control and Prevention)가 2020년 6월 말 시행한 조사에서 11%에 달하는 조사대상자가 자살 생각이 있다고 응답하였다(Czeisler *et al.*, 2020). 우리나라의 경우 2021년 1분기 자살 생각이 있다고 응답한 비율이 16.3%를 기록하였으며, 이는 2018년 4.7%에 비해 약 3.5배 높은 것으로 조사되었다(보건복지부, 2021). 따라서 예방적 차원에서 보았을 때 자살 생각을 가지게 되는 다양한 요인을 파악하고 자살 생각이 있는 고위험군 노인들을 시스템적으로 판별하는 종합적인 접근이 필요하다.

노인 자살 관련 초기 연구들은 주로 심리적 부검이나 인터뷰 방식을 활용하였다(Conwell *et al.*,

2002; Conwell and Thompson, 2008). 이러한 연구들은 적은 수의 표본을 대상으로 자살을 선택하게 된 맥락이나 잠재적 원인들에 대해 단순히 탐색하는 것에 그친다(Juurlink *et al.*, 2004; Wiktorsson *et al.*, 2010). 이후 고령층의 자살 행동에 영향을 미치는 원인 요인들을 파악하기 위한 다양한 연구들이 시도되었다. 하지만 노인의 자살 요인과 관련된 기존 연구들도 자살 및 자살 생각에 영향을 미치는 사회적, 심리적 요인을 단편적으로 파악하고 있으며(오창석, 2012; 이소정, 2010), 단일 관점에서 진행된 연구들이 대부분이다(남일성, 2018; 한종민, 유성은, 2019). 반면 다양한 관점에서 노인 자살에 영향을 미치는 요인들을 종합적으로 파악하고자하는 연구는 드물다. 게다가 노인 자살 고위험군을 판별 및 집중 관리를 통한 예방적 접근의 중요성에도 불구하고, 고령층의 자살 생각을 탐지 및 예측하는 연구는 매우 부족한 실정이다. 고령층의 자살 문제를 효과적으로 대응하기 위해서는 포괄적인 관점에서 잠재적 원인 요인들을 탐색하고 더불어 자살 고위험군 노인을 선제적으로 판별하는 연구가 필요하다고 볼 수 있다.

본 연구의 목적은 자살 행동을 설명하는 배경이론들을 활용하여 다양한 관점에서 고령층의 자살 원인 요인을 파악하고 나아가 개별 노인들의 자살 생각 확률을 예측하여 노인 자살 예방에 기여하는 것이다. 이를 위해 본 연구는 혼합연구 방법론을 채택하였다. 본 연구에서는 한국복지패널조사에서 제공하는 7개년의 패널 데이터를 사용하였으며, 자살의 대인 관계 이론(*interpersonal theory of suicide*; Joiner, 2005)과 사회 해체 이론(*social disorganization theory*; Durkheim, 2005)을 활용하여 잠재 원인 변수들을 추출하였다. 추출한 변수들을 바탕으로 계량모형 분석을 진행하여 유의한 요인들을 파악하고 노인 별 자살위험 여부를 판별할 수 있는 예측모델을 개발 한다. 다양한 딥러닝과 머신러닝 알고리즘을 활용하였다. 이를 통해 원인 요인에 대한 이론적 고려가 없는 기존의 예측 연구와 차별화하였으며 계량모형 테스트와 예측모

델 개발을 연계하여 설명가능한 예측모델의 시너지를 제시하고자 한다. 본 연구는 노인의 자살 생각에 영향을 미치는 원인 요인들을 파악하여 노인 자살을 예방할 수 있는 구체적인 노인 복지 정책 수립에 기여한다. 또한 본 연구에서 제시된 예측 모델로 자살 고위험군 노인을 선별하는 시스템을 구축할 수 있다. 이를 통해 정부나 지방자치단체가 자살 고위험군 노인을 선별하고 관리할 수 있는 방안 마련의 기반을 제공한다. 점차 고령화되는 국가 상황을 고려할 때, 본 연구는 국내 노인 자살 문제를 포괄적으로 관리하는 해결안을 제시한다는 점에서 실무적 시사점을 제공한다.

II. 기존 문헌

2.1 배경이론

자살은 자발적이고 의도적으로 자신의 생명을 끊는 행위를 가리키며 자살 생각, 자살 계획, 자살 시도에 이르는 연속적인 개념이다(Harwood and Jacoby, 2000). 특히, 자살 계획과 시도에 대한 실질적 조사와 접근이 어려운 점을 감안하였을 때, 자살생각에 대한 연구는 자살 문제를 예방하는데 중요하다(이철민, 염동문, 2021). 자살생각은 개인적 수준에서의 심리적 요인 뿐만 아니라 사회구조적 수준에서의 요인들에 의해 유발될 수 있다는 점에서(Kyung et al., 2021), 노인 자살 문제 예방과 노인 자살에 대한 이해와 지식을 확장시키기 위해서는 자살생각에 영향을 미치는 요인들을 종합적으로 파악할 필요가 있다. 본 연구는 다양한 관점에서 노인 자살의 잠재적 원인 요인을 파악하기 위해 자살의 대인 관계 이론(Joiner, 2005)과 사회 해체 이론(Durkheim, 2005)을 활용한다.

2.1.1 자살의 대인 관계 이론

자살의 대인 관계 이론은 개인적 차원에서 대인 관계-심리학적 요인들을 기반으로 자살생각과 행동을 설명한다(Joiner, 2005). 이 이론은 대인 관계

에서 비롯한 부정적인 심리적 요소들과 자살에 대한 잠재적 능력이 자살 생각과 행동에 직접적인 영향을 미친다고 주장한다. 자살의 대인관계 이론은 청소년, 노인 및 죄수와 같은 다양한 인구 집단에서 자살 행동을 이해하기 위해 적용되었다(Barzilay et al., 2015; Mandracchia and Smith, 2015; Wilson et al., 2013). 또한 최근 문헌에서 이 이론을 확장 적용하여 전염병(Sheffler et al., 2021)과 장애(Triece et al., 2020)를 포함한 개인 간 관계를 변화시키는 요인들이 어떻게 자살생각에 대한 위험도를 높이는지에 대한 메커니즘을 제시하였다. 예를 들어, Sheffler et al.(2021)은 COVID-19로 인한 사회적 거리두기 정책이 노인들 사이의 외로움과 대인 관계의 만족감을 악화시켜 자살 위험을 높였다는 것을 보였다.

이 이론은 자살 행동에 영향을 미치는 네 가지 요소를 다음과 같이 제시한다(Joiner, 2005). 인지된 부담감(perceived burdensomeness), 좌절된 소속감(thwarted belongingness), 절망감(hopelessness), 확보된 자살 능력(acquired capability for suicide). 인지된 부담감은 개인의 존재가 가족과 친구 등 주변 사람들에게 부담 또는 불편함을 주는 존재로 여겨지는 심리적 상태를 의미한다(Joiner, 2005). 인지된 부담감은 무력감, 가치 없는 느낌, 또는 자신의 존재가 다른 사람들에게 부정적인 영향을 미친다는 인식과 같은 요인들로부터 발생할 수 있다(Van Orden et al., 2010). 인지된 부담감은 자기혐오 또는 자기 자신에 대해 쓸모없다고 느끼는 사람들에게 나타나며, 이러한 부정적인 심리 상태에서 벗어날 수 있는 방법으로 자해(self-harm)를 고려하게 되고 나아가 자살생각과 행동으로 이어지게 된다(Triece et al., 2020).

좌절된 소속감은 사회적으로 가치가 있다고 여겨지는 집단에 포함되어 있지 못한 느낌 또는 사회적으로 고립되어 있다고 느끼는 심리 상태를 의미한다(Joiner et al., 2006). 좌절된 소속감은 외로움, 사회적 고립(social isolation), 사회적 관계의 불만족, 온전하지 않은 가족, 가족 갈등과 같은 요인들

로부터 발생할 수 있다(Van Orden *et al.*, 2010). 즉, 집단에 속하지 못하여 외로움이 높거나 집단에 속하더라도 갈등이 있고 대인 또는 집단 관계에 대한 만족도가 낮은 경우 개인은 사회적 유대감이 낮아지고 이로 인해 자살생각이 높아지게 된다. 특히 기존 문헌들을 통해 사회적 고립과 외로움은 노인의 자살생각과 행동의 주요 원인 요인으로 나타났다(Calati *et al.*, 2019; Heuser and Howe, 2019). 절망감은 자신의 삶의 환경에 긍정적인 변화나 개선의 가능성이 없다는 느낌을 의미한다(Van Orden *et al.*, 2010). 절망감은 인지된 부담감과 좌절된 소속감과 합쳐져서 죽음에 대한 욕구를 강화시킨다(Christensen *et al.*, 2013). 마지막으로 확보된 자살 능력은 개인이 죽음에 대한 두려움이 감소하고 육체적 고통에 대한 높은 참을성이 있는 정도를 의미한다(Van Orden *et al.*, 2010). 앞선 세 가지 대인관계 기반의 심리적 요소들과 더불어, 자살의 대인 관계 이론은 확보된 자살 능력을 통해 개인들이 자살 행동을 적극적으로 고려하게 된다고 설명한다. 따라서 본 연구에서는 자살의 대인 관계 이론의 네 가지 개념들을 기반으로 노인 자살 생각의 잠재요인을 탐색하고 검증하고자 한다.

2.1.2 사회 해체 이론

사회 해체 이론은 사회 구조적 측면에서 범죄 및 사회적 문제들이 지역사회의 특성과 연관되어 있음을 설명한다(Kornhauser, 1978; Shaw and McKay, 1942). 이 이론에 따르면, 개인이 거주하고 있는 지역 환경은 다양한 개인의 일탈 행동 또는 범죄 행동에 영향을 미친다. 주로 범죄학 관련 문헌들은 사회 해체 이론을 기반으로 빈곤, 실업, 주거불안정과 같은 지역의 부정적인 사회 및 경제적 요인들이 범죄에 영향을 미치는 것을 설명하는데 중점을 두었다(Kubrin and Weitzer, 2003; Pereira *et al.*, 2017). 예를 들면, Blum and Jaworski(2017)는 빈곤과 인구 밀도가 높고 경제적 기회가 낮은 지역에 총기 난사 범죄가 더 많이 발생하는 것을 보였다.

반면 사회학 관련 문헌에서는 사회 해체 이론을

확장 적용하여 지역의 구조적 요인들이 자살 행동과 같은 사회적 문제에도 연관이 있음을 주장하였다(Durkheim, 2005). 즉, 이 이론은 개인의 심리적 상태보다 개인이 거주하고 있는 지역의 상황에 더 집중하여, 불안정한 지역적 요인들로 인해 개인의 자살 생각 가능성이 높아진다고 본다. 기존 연구들은 사회 해체 이론에서 활용되었던 주거 이동성(residential mobility), 사회 복지, 인종 이질성, 빈곤 수준, 가족 분열, 인구 밀도와 같은 요소들과 자살 간의 관계를 통계적으로 검증하였다(Haynie *et al.*, 2006; Kleiman and Liu, 2013; Moore, 2019). 주거 이동성은 지역 거주민의 변동성을 나타내며, 주거 이동성이 높은 경우 해당 지역사회의 규범에 대한 이해가 낮고 주민들과의 융화가 제대로 이루어지지 않아 자살 행동이 더 자주 발생하는 것을 밝혔다(Bursik and Webb, 1982; Haynie *et al.*, 2006). 반면 사회 복지 또는 사회적 지원(social support)은 지역 커뮤니티로부터 받는 감정적, 정보적, 실질적 지원을 나타내며, 사회적 지원을 받는 거주민은 자살 시도의 가능성이 낮은 것을 보였다(Durkheim, 2005; Kleiman and Liu, 2013). 인종 이질성은 주거 이동성과 마찬가지로 지역 내 다른 집단과의 융화에 방해 요소로 작용하여 자살 발생의 가능성을 높일 것으로 보았으나, 기존 문헌들은 상충된 결과들을 보이고 있다(Haynie *et al.*, 2006; Moore, 2019). 또한 사회 해체 이론 관점에서 빈곤 수준, 가족 분열이 비행 행동의 가능성을 높이는 것과 같이 자살 행동의 가능성을 높일 것으로 보았으나, 기존 문헌은 서로 다른 결과들을 보였다(Moore, 2019; Rehkopf and Buka, 2006; Stack, 1990).

종합해보면, 본 연구는 개인적 차원에서 자살 행동을 설명하는 자살의 대인 관계 이론과 사회 구조적 차원에서 자살 행동을 설명하는 사회 해체 이론을 바탕으로 노인 자살 생각에 관련된 잠재요인들을 탐색한다. 잠재 변수들을 기반으로 계량 모델 분석을 진행하여 노인 자살 생각의 유의한 원인 요인을 파악하고 나아가 노인 자살 생각의 예측 모델 개발을 수행한다. 이를 통해 노인 자살

에 대한 포괄적 이해와 지식을 창출하고 노인 자살 문제의 예방책 수립에 기여하고자 한다.

2.2 노인 자살 관련 선행연구

기존의 노인 자살 관련 선행연구를 살펴보면, 노인 자살의 행태에 대해 탐색하거나 노인 자살의 원인을 탐색하고 검증하는 연구들 대부분이었다. 관련 주요 선행연구와 해당 연구들의 이론적 배경 및 연구 방법과 주요결과를 다음 <표 1>과 같이 정리하였다. 초기 노인 자살 관련 연구들을 살펴보면, 인터뷰나 심리적 부검방식을 사용한 연구가 대부분 이었다(Cheng *et al.*, 2000; Conwell *et al.*,

2002; Conwell and Thompson, 2008). 하지만 이러한 접근은 연구자의 주관이 개입될 수 있으며 자살 행동이 장기간에 걸쳐 형성된다는 점을 반영하지 못하고 응답자가 주로 인터뷰 당시 기억나는 것만 답한다는 점에서 한계가 있다. 또한 인터뷰나 심리적 부검 방식은 확증적 연구보다는 탐색적 연구에 가깝다는 점에서, 노인 자살에 통계적으로 유의한 원인 요인을 찾아내는 데에는 어려움이 있다(Juurink *et al.*, 2004; Wiktorsson *et al.*, 2010).

이후 노년층 맥락에서 자살 관련 행동의 유의한 원인 요인을 식별하기 위한 연구들이 있었다(이종형, 이준배, 2020; 이철민, 염동문, 2021; 한종민, 유성은, 2019). 관련 선행 연구들은 주로 이론적

<표 1> 자살 행동 관련 주요 선행 연구

연구 접근	선행연구	이론적 배경		연구 방법론	연구 목적	주요 결과
		자살의 대인 관계 이론	사회 해체 이론			
탐색적 연구	Conwell <i>et al.</i> (2002)	X	X	심리 부검	노년층의 자살 위험 요인 탐색	정서적 질병, 신체적 기능 저하, 사회적 유대감 감소를 노년층 자살의 위험 요소로 제시함
	Wiktorsson <i>et al.</i> (2010)	X	X	인터뷰	노인의 자살 시도와 관련된 요인 탐색	사회 인구 통계학적 특성(독거, 결혼, 교육 상태)과 정서적 질병(우울, 조울증)이 노인 자살 시도의 예측 변수로 제시함
확증적 연구	남일성(2018)	O (좌절된 소속감)	X	회귀분석	노인의 독거 상태에 따른 자살 생각 영향 파악	노인의 독거 상태는 좌절된 소속감을 통해 자살 생각에 영향주는 것을 보임
	한종민, 유성은 (2019)	O (좌절된 소속감, 인지된 부담감)	X	위계적 다중 회귀분석	인지된 부담감과 좌절된 소속감이 자살 생각에 미치는 영향 파악	인지된 부담감은 노인 자살에 높이지만 좌절된 소속감은 생존에 대한 가치에 따라 다르게 나타남
	이철민, 염동문 (2021)	X	X	회귀분석	노인 자살 생각에 원인 요인 파악	우울 수준이 높고 자아존중감과 삶의 만족도 낮은 노인들이 자살 생각이 높은 것을 보임
	이종형, 이준배 (2020)	X	X	패널로짓 선행 혼합모형	노인 자살 생각의 원인 요인 파악	우울과 낮은 자아존중감이 노인의 자살생각을 높이며, 독거 상태는 남자 노인에게서만 자살 생각에 유의한 영향을 미치는 것을 보임
예측 연구	김덕현 등 (2019)	X	X	의사결정 나무	노인 자살 생각의 예측모델 개발	인구통계학 특성, 우울 관련 특성 등 98개 변수 활용하여 노인 자살 생각을 예측함

배경 없이 진행되었거나 자살의 대인 관계 이론(Joiner, 2005)을 활용하여 단일 관점에서 노인 자살의 원인 요인에 대한 분석을 하였다. 남일성(2018)은 자살의 대인 관계 이론 중 좌절된 소속감 개념을 활용하여 노인의 독거 상태가 좌절된 소속감을 통해 자살 생각에 유의한 영향을 미친다는 것을 보였다. 반면 한종민, 유성은(2019)은 인지된 부담감이 노인 자살 생각의 주요인으로 파악하였고 좌절된 소속감은 생존이나 대처신념이 낮은 노인에게만 유의한 영향을 미친다는 것을 보였다. 배경이론 없이 진행된 기존 연구에서도 우울과 자아존중감과 같은 심리적 요인들이 노인 자살 생각에 유의하게 영향을 미친다는 것을 보였다(이종형, 이준배, 2020; 이철민, 염동문, 2021). 또한 이종형, 이준배(2020)는 사회적 요인으로 사회 복지 경험이 노인 자살 생각을 완화시키는 주요 요인임을 보였다. 이처럼 선행연구에서는 노인 자살 생각의 원인 요인을 다양한 관점에서 탐색하고 검증한 연구는 드물었다. 게다가 노인 자살 행동에 대한 예측 모델링을 수행한 선행 연구는 매우 부족한 실정이다. 예측 분석을 진행한 기존 문헌은 의사결정나무 기법을 활용하여 노인 자살 생각의 시계열적 특성을 반영하지 못하였다는 점에서 한계가 있다(김덕현 등, 2019).

종합해보면, 노인 자살 행동과 관련된 선행연구들은 이론적 기반을 두지 않거나 단일 관점에서 자살의 원인 요인을 파악하는 것에 초점을 두었고 노년층 맥락에서 사회 해체 이론을 적용한 기존 연구는 전무하였다. 또한 노인의 자살 생각 예측 모델 개발을 수행한 연구도 매우 미비하였다. 이에 본 연구는 자살의 대인 관계 이론(Joiner, 2005)과 사회 해체 이론(Durkheim, 2005)을 활용하여 다양한 관점에서 노인의 자살 생각에 관련된 잠재적 요인을 탐색한다. 다음 계량 모형 분석을 진행하여 노인 자살 생각에 유의한 영향을 미치는 요인들을 검증하고 시계열적 특성을 반영할 수 있는 딥러닝 알고리즘을 기반으로 노인 자살 의도에 대한 예측 모델링을 진행하여 노인 자살 예방을 위

한 통합적 분석을 수행한다.

Ⅲ. 데이터 수집과 변수 선정

본 연구는 한국복지패널조사에서 제공하는 패널데이터를 활용하였다. 해당 패널데이터는 가구 형태, 소득수준을 비롯한 다양한 인구집단별 생활 실태와 복지 관련 상황을 파악하는 것을 목적으로 수집되었다. 본 패널 조사는 2006년 7,072가구로 시작하여 2018년 6,474가구의 데이터를 포함하고 있다. 이 중에서 본 연구는 자살 생각과 관련된 조사가 시작된 2012년(7차)부터 2018년(13차)까지 총 7개년의 데이터를 분석 대상으로 하였다. 또한 2018년도 기준으로 65세 이상 노인들을 연구대상으로 추출하였다. 이를 통해 7개년 총 표본 수 24,745개를 수집하였다. 종속변수는 자살하는 것에 대해 진지하게 생각한 적이 있는지 여부(예/아니오)이고 이분형이며, 총 샘플의 3.8%가 자살 생각이 있다고 응답하였다. 성별, 태어난 연도와 종속 변수인 자살 생각 여부와 관련된 기초 통계량은 <표 2>와 같다.

<표 2> 표본 관련 기초통계량

구분	세부항목	비율
성별	남: 1, 여: 0	0.388
태어난 연도	1950년대	0.207
	1940년대	0.432
	1930년대	0.323
	1920년대 이전	0.038
자살 생각 여부	예: 1, 아니오: 0	0.038
총 표본수		24,745

본 연구에서 활용된 독립변수와 척도는 <표 3>과 같으며, 자살의 대인 관계 이론(Joiner, 2005)과 사회 해체 이론(Durkheim, 2005)의 주요 개념을 바탕으로 변수를 선정하였다. 자살의 대인 관계 이론에 따르면, 인지된 부담감은 개인이 다른 사람들에게 부담이 된다고 느끼는 정도를 나타낸다

(Joiner, 2005). 기존 문헌은 자기 혐오감과 자기 자신에 대한 결함을 인지하는 것을 인지된 부담감의 주요 지표임을 보였다(Van Orden et al., 2010). 따라서 본 연구에서는 직접적인 자기 혐오감의 정도(실패한 사람이라는 느낌, 쓸모없는 사람이라는 느낌)를 독립변수 PB1과 PB2로 선택하였다. 다음으로 좌절된 소속감과 관련된 독립변수는 표 3과 같이 TB1-TB9로 총 9개로 구성하였다. 좌절된 소속감은 개인이 사회적으로 고립되어 있다고 느끼는 정도를 의미하며(Joiner et al., 2006), 외로움, 관계의 불만족, 가족 갈등을 통해 나타난다(Van Orden et al., 2010; Van Orden et al., 2012). 이에

본 연구는 다양한 대인관계로부터 개인이 느끼는 만족도를 반영하기 위해 여러 측면에서의 관계 만족도(배우자와의 관계 만족도, 자녀와의 관계 만족도, 형제자매 관계 만족도, 사회적 친분관계 만족도)를 독립변수 TB1-TB4로 선택하였다. 또한 외로움, 사람들이 나를 싫어하는 것 같은 느낌을 독립변수 TB5, TB6로 하였다(Calati et al., 2019; Heuser and Howe, 2019). 가족 갈등 또한 좌절된 소속감과 연관되므로 가족원간 의견충돌을 독립변수 TB7로, 가정생활의 스트레스를 독립변수 TB8로, 배우자로부터 폭력 경험을 독립변수 TB9을 선정하였다.

〈표 3〉 배경이론을 활용한 독립변수와 통제변수 및 척도

이론	주요개념	독립변수	변수 설명	변수 척도
자살의 대인 관계 이론 (Joiner, 2005)	인지된 부담감	PB1	실패한 사람이라는 느낌	4점 척도
		PB2	쓸모 없는 사람이라는 느낌	4점 척도
	좌절된 소속감	TB1	배우자와의 관계 만족도	7점 척도
		TB2	자녀와의 관계 만족도	7점 척도
		TB3	형제자매 관계 만족도	7점 척도
		TB4	사회적 친분관계 만족도	5점 척도
		TB5	외로움	4점 척도
		TB6	사람들이 나를 싫어하는 것 같은 느낌	4점 척도
		TB7	가족원간 의견충돌	5점 척도
		TB8	가정생활의 스트레스	5점 척도
		TB9	배우자로부터 폭력 경험	5점 척도
	절망감	HL1	상당히 우울	4점 척도
		HL2	무엇을 할 엄두가 나지 않음	4점 척도
		확보된 자살능력	AC1	건강상태
	AC2		만성질환	4점 척도
AC3	돈이 없어 본인이나 가족이 병원에 못간 경험		있다/없다	
사회 해체 이론 (Durkheim, 2005)	사회 복지 (사회적 지원)	SW1	생계비 지원 경험여부	있다/없다
		SW2	의료비 지원 경험여부	있다/없다
		SW3	물품 지원 경험여부	있다/없다
		SW4	가정봉사서비스 경험여부	있다/없다
		SW5	식사배달서비스 경험여부	있다/없다
통제변수		CTR1	가구원 수	수치형
		CTR2	가처분소득	수치형
		CTR3	건강 만족도	5점 척도
		CTR4	가족의 수입 만족도	5점 척도
		CTR5	주거 환경 만족도	5점 척도
		CTR6	직업 만족도	5점 척도
		CTR7	여가생활 만족도	5점 척도

자살의 대인관계 이론의 개념인 절망감과 관련된 독립변수는 <표 3>과 같이 HL1과 HL2로 총 2개로 구성하였다. 절망감은 개인이 자신의 삶의 환경에 개선의 가능성이 없다는 느끼는 정도를 의미하며, 우울감과 무기력함을 통해 나타난다 (Christensen *et al.*, 2013; McLaren *et al.*, 2007). 따라서 본 연구에서는 우울함과 무기력함과 관련된 무엇을 할 엄두가 나지 않음을 절망감과 관련된 독립변수로 선정하였다. 확보된 자살 능력과 관련된 독립변수는 AC1-AC3으로 총 3개로 구성하였다. 확보된 자살 능력은 죽음에 대한 두려움 감소와 육체적 고통에 대한 강한 내성을 의미한다. 이는 죽음에

취약한 정도를 나타내므로, 건강상태를 독립변수 AC1으로, 만성질환을 AC2로, 돈이 없어 본인이나 가족이 병원에 못간 경험을 AC3로 하였다.

한국복지패널조사의 데이터에는 사회 해체 이론의 요소들 중 사회 복지와 관련된 변수들만 조사되어 본 연구의 독립변수는 <표 3>과 같이 SW1-SW5로 총 5개로 구성하였다. 구체적으로 생계비 지원, 의료비 지원, 물품 지원, 가정봉사서비스, 식사배달서비스와 같은 사회적 지원 형태의 복지서비스를 이용한 적이 있는지 여부를 독립변수로 고려하였다(Durkheim, 2005; Kleiman and Liu, 2013). 통제 변수로는 가구 특성을 보여주는 가구

<표 4> 각 변수에 대한 기술통계량

독립변수	변수 설명	평균	표준화 편차
PB1	실패한 사람이라는 느낌	1.470	0.720
PB2	쓸모 없는 사람이라는 느낌	1.412	0.729
TB1	배우자와의 관계 만족도	3.237	2.635
TB2	자녀와의 관계 만족도	5.247	1.405
TB3	형제자매 관계 만족도	4.947	1.837
TB4	사회적 친분관계 만족도	3.685	0.641
TB5	외로움	1.405	0.660
TB6	사람들이 나를 싫어하는 것 같은 느낌	1.061	0.285
TB7	가족원간 의견충돌	1.634	0.779
TB8	가정생활의 스트레스	2.264	0.954
TB9	배우자로부터 폭력 경험	0.831	0.824
HL1	상당히 우울	1.443	0.682
HL2	무엇을 할 엄두가 나지 않음	1.518	0.787
AC1	건강상태	3.075	0.884
AC2	만성질환	2.552	1.054
AC3	돈이 없어 본인이나 가족이 병원에 못간 경험	0.021	0.112
SW1	생계비 지원 경험여부	0.538	0.483
SW2	의료비 지원 경험여부	0.645	0.439
SW3	물품 지원 경험여부	0.139	0.346
SW4	가정봉사서비스 경험여부	0.043	0.203
SW5	식사배달서비스 경험여부	0.026	0.142
CTR1	가구원 수	2.072	1.013
CTR2	가처분소득	2,564.249	3,939.391
CTR3	건강 만족도	2.794	0.927
CTR4	가족의 수입 만족도	2.830	0.876
CTR5	주거 환경 만족도	3.637	0.713
CTR6	직업 만족도	3.345	0.748
CTR7	여가생활 만족도	3.286	0.769

원 수(CTR1)를 포함 했으며, 경제적인 상태를 반영할 수 있는 가처분소득(CTR2)도 고려하였다. 또한 기존 문헌에서 삶의 만족도가 노인 자살생각에 유의한 영향을 미친다는 결과를 토대로 다양한 관점의 생활 만족도를 통제변수로 고려하였다(이철민, 염동문, 2021). 구체적으로 자신의 건강만족도, 가족의 수입 만족도, 주거 환경 만족도, 직업 만족도, 여가생활 만족도를 통제변수 CTR3-CTR7로 선정하였다. 본 연구에서 활용된 독립변수들에 대한 기술통계량은 <표 4>와 같다.

IV. 노인 자살 요인 파악

4.1 계량 모형 분석

본 연구의 종속변수는 자살 생각 여부로 이항분포를 보이기 때문에 이항 로짓 모형(logit model)을 선택하였다. 선형 모형이 갖는 오차항의 비정규성 문제, 오차항의 이분산 문제, 잠재적으로 비현실적인 예측결과가 나올 가능성의 문제를 해결하기 위해 로짓 모형을 활용하였다. 또한 본 연구의 경우 패널 데이터를 활용하여 개별 특성과 시간에 따른 변화를 통제해 주었다(Hsiao, 2007). 본 연구의 추정식은 아래 식 (1)과 같다.

$$Y_{it} = f(\beta_0 + \beta X_{it} + \mu_i + \tau_t + \epsilon_{it}) \quad (1)$$

i 와 t 는 각각 응답자와 연도를 나타낸다. 종속변수(Y_{it})는 응답자 노인 i 의 t 시점에서의 자살 생각 여부를 가리키며, X_{it} 는 두 가지 배경이론을 활용하여 추출한 변수 벡터를 나타낸다. 또한 μ_i 는 개별 응답자 노인의 특성을 고려하기 위한 개별 고정효과이고 τ_t 는 시간에 따른 특성을 반영하기 위한 시간 고정 효과이며, ϵ_{it} 는 오차항을 의미한다. 본 연구는 반복측정 시계열 자료를 다룰 수 있는 분석기법으로 패널 간 또는 전체 패널자료의 인과모형을 추정하는데 사용되는 일반화 추정 방식식(generalized estimating equations, GEE) 모형을

활용하여 추정된다(Liang and Zeger, 1986). 이분형 반응변수가 수차례 측정되는 연구에서는 측정값들 간의 상관관계가 존재하기 때문에 일반화 추정 방식 접근이 타당하다(김동욱, 김재직, 2002; 박진욱, 정민수, 2008). 위와 같은 계량 경제 모형을 활용한 분석을 통하여 노인 자살의 잠재적 원인 요인들의 유의성을 검증한다.

4.2 계량 모형 분석 결과

자살의 대인 관계 이론과 사회 해체 이론을 이론적 체계로 하여 파악된 노인 자살의 잠재적 원인 변수에 대해 계량모형 테스트한 결과는 다음 <표 5>와 같다. 인지된 부담감과 관련된 변수들(실패한 사람이라는 느낌(PB1), 쓸모없는 사람이라는 느낌(PB2)) 모두 노인의 자살 생각에 통계적으로 유의한 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 구체적으로 자기 혐오감을 느끼는 노인들이 그렇지 않은 노인들 보다 자살에 대해 더 많이 생각하는 것으로 확인되었다. 좌절된 소속감 관련 독립 변수의 추정 결과로는 형제자매 관계 만족도(TB3), 외로움(TB5), 가족원간 의견충돌(TB7), 가정생활의 스트레스(TB8), 배우자로부터 폭력 경험(TB9)이 노인의 자살 생각에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 유의한 변수들을 살펴보면, 형제자매 관계에 대한 만족도가 높을수록 자살 생각이 줄어들은 반면 외로움을 느낄수록 그리고 가족원간 의견충돌이 잦을수록 노인의 자살 생각이 늘어나는 것으로 확인되었다. 가정생활에서의 스트레스와 배우자로부터 폭력 경험도 노인의 자살 생각을 유의하게 높이는 것으로 나타났다. 이와 달리 배우자와의 관계 만족도(TB1), 자녀와의 관계 만족도(TB2), 사회적 친분관계 만족도(TB4), 사람들이 나를 싫어하는 것 같은 느낌(TB6)은 노인의 자살 생각에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다.

절망감 관련 독립변수 중 상당히 우울(HL1)만이 노인의 자살 생각에 유의한 영향을 끼치는 것

으로 나타났다. 즉, 우울함을 느끼는 노인이 자살에 대한 생각이 더 강할 것임을 시사한다. 반면 무엇을 할 엄두가 나지 않음(HL2)은 노인의 자살 생각에 통계적으로 유의한 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다. 마지막으로 자살의 대인 관계 이론의 확보된 자살 능력관련 독립변수의 추정 결과로는 돈이 없어 본인이나 가족이 병원에 못간 경험(AC3)이 노인의 자살 생각을 높이는 방향으로

유의한 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 반면 건강상태(AC1), 만성질환(AC2)은 노인의 자살 생각에 유의한 요인으로 나타나지 않았다.

사회 해체 이론의 사회 복지 관련 독립변수 추정 결과는 의료비 지원 경험여부(SW2), 물품 지원 경험여부(SW3)가 노인의 자살 생각에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 의료비를 지원받은 경험은 노인 자살을 줄이는 영향을

〈표 5〉 자살 생각 원인 요인 추정 결과

이론	주요개념	독립변수	B (표준화 오차)
자살의 대인 관계 이론 (Joiner, 2005)	인지된 부담감	PB1	0.366 ^{***} (0.054)
		PB2	0.297 ^{***} (0.049)
	좌절된 소속감	TB1	-0.033 (0.022)
		TB2	-0.054 (0.034)
		TB3	-0.058 [*] (0.027)
		TB4	0.033 (0.063)
		TB5	0.239 ^{***} (0.059)
		TB6	-0.112 (0.094)
		TB7	0.155 ^{**} (0.047)
		TB8	0.210 ^{***} (0.040)
		TB9	0.262 ^{***} (0.047)
	절망감	HL1	0.766 ^{***} (0.055)
		HL2	-0.029 (0.049)
	확보된 자살능력	AC1	0.041 (0.063)
AC2		0.054 (0.051)	
AC3		0.708 ^{***} (0.186)	
사회 해체 이론 (Durkheim, 2005)	사회 복지(사회적 지원)	SW1	-0.158 (0.110)
		SW2	-0.254 [*] (0.103)
		SW3	0.256 [*] (0.111)
		SW4	0.184 (0.1497)
		SW5	0.118 (0.1925)
통제변수	CTR1	-0.191 ^{**} (0.059)	
	CTR2	6.013E-6 (5.932E-6)	
	CTR3	-0.244 ^{***} (0.062)	
	CTR4	-0.085 (0.057)	
	CTR5	-0.015 (0.055)	
	CTR6	-0.072 (0.058)	
	CTR7	0.030 (0.054)	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

미쳤으나 물품을 지원받은 경험은 노인의 자살 생각을 늘리는 방향으로 영향을 미쳤다. 반면 생계비 지원 경험여부(SW1), 가정봉사서비스 경험여부(SW4), 식사배달서비스 경험여부(SW5)는 노인의 자살 생각에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

마지막으로 통계 변수들의 경우, 가구원수(CTR1), 건강만족도(CTR3)가 노인의 자살 생각에

유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 구체적으로 가구원수가 많을수록, 건강에 대한 만족도가 높을수록 노인의 자살 생각이 줄어들어드는 것을 확인하였다. 이는 혼자 살거나, 건강에 대한 만족도가 낮은 노인들이 그렇지 않은 노인들에 비해 자신의 삶을 경시 여길 가능성이 높고 자살에 대한 생각을 할 가능성이 높아지는 것으로 볼 수 있다(한종민, 유성은, 2019). 반면 가처분소득(CTR2), 가족의 수

〈표 6〉 프로빗 모형을 적용한 결과

이론	주요개념	독립변수	B (표준화 오차)
자살의 대인 관계 이론 (Joiner, 2005)	인지된 부담감	PB1	0.178 ^{***} (0.026)
		PB2	0.152 ^{***} (0.024)
	좌절된 소속감	TB1	-0.017 (0.011)
		TB2	-0.028 (0.017)
		TB3	-0.027* (0.013)
		TB4	0.025 (0.031)
		TB5	0.133 ^{***} (0.029)
		TB6	-0.037 (0.048)
		TB7	0.075 ^{**} (0.023)
		TB8	0.097 ^{***} (0.019)
		TB9	0.130 ^{***} (0.023)
	절망감	HL1	0.388 ^{***} (0.027)
		HL2	-0.010 (0.024)
	확보된 자살능력	AC1	0.010 (0.030)
		AC2	0.021 (0.023)
AC3		0.395 ^{***} (0.099)	
사회 해체 이론 (Durkheim, 2005)	사회 복지(사회적 지원)	SW1	-0.083 (0.050)
		SW2	-0.123* (0.047)
		SW3	-0.117* (0.053)
		SW4	0.102 (0.075)
		SW5	0.085 (0.098)
통계변수	CTR1	-0.080 ^{**} (0.027)	
	CTR2	3.392E-6 (2.196E-6)	
	CTR3	-0.127 ^{***} (0.029)	
	CTR4	-0.039 (0.027)	
	CTR5	-0.008 (0.027)	
	CTR6	-0.039 (0.028)	
	CTR7	0.018 (0.028)	

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

입 만족도(CTR4), 주거 환경 만족도(CTR5), 직업 만족도(CTR6), 여가생활 만족도(CTR7)는 노인의 자살 생각에 통계적으로 유의한 영향을 끼치지 않는 것으로 나타났다.

본 연구 주 모델의 강건성 확인을 위해, 본 연구는 종속 변수가 이항변수인 경우 주로 활용되는 프로빗 모형(probit model)을 사용하여 분석을 진행하였다. 프로빗 모형도 마찬가지로 선형 모형이 갖는 오차항의 비정규성 문제, 오차항의 이분산 문제, 잠재적으로 비현실적인 예측결과가 나올 가능성의 문제를 줄여줄 수 있다는 장점이 있다. 프로빗 모형을 사용한 분석 결과는 <표 6>과 같다. 분석 결과, 변수 추정치의 부호와 유의성 수준이 주 모형의 결과와 일관된 것을 확인하였다. 이를 통해 본 연구는 주 모형의 추정 결과에 강건성을 확보하였다.

V. 노인 자살 생각 예측 모델

5.1 예측 모델 방법

노인의 자살 여부를 예측하기 위해, 본 연구는 딥러닝 알고리즘인 LSTM(Long short-term memory)을 주 모델로 선정하였고 성능을 비교 평가하기 위해 다양한 머신러닝 알고리즘들을 활용하였다. 본 연구에서 LSTM을 주 예측 방법으로 선택한 이유는 다음과 같다. LSTM의 경우 시계열 특성을 잘 반영할 수 있으므로(De Bruyn *et al.*, 2020), 노인의 자살 생각 여부가 지난 해의 해당 노인의 자살 여부에 영향을 받을 수 있다는 시계열적 관계를 반영하기 용이하며 따라서 높은 예측 성능을 기대할 수 있다. LSTM은 또한 기존 시계열 데이터에 활용되던 RNN(recurrent neural network)이 가지고 있는 경사 소실 및 폭주 문제에 덜 취약하다는 장점이 있다. LSTM은 세 개의 게이트 input gate, forget gate, output gate와 memory cell로 구성되어 있으며, 다음 타임스텝으로 반영될 정보의 비율을 세 개의 게이트를 통해 결정하는 방식으로

모델 학습이 진행된다. 비교 모델로 활용한 전통적인 머신 러닝 모델로는 의사 결정 나무(decision tree), 서포트 벡터 머신(support vector machine, SVM), 에이다 부스트(adaboost), 그래디언트 부스팅(gradient boosting)을 선정하여 비교 평가하였다.

5.2 예측 모델링 및 평가

본 연구는 계량 모형 분석과 마찬가지로 예측 모델 개발에서도 대인 관계 이론과 사회 해체 이론을 통해 추출된 변수를 사용하였다. LSTM 기반 딥러닝 모델을 구축하는 과정은 정규화(normalization), 오버샘플링(oversampling), 하이퍼파라미터 최적화(hyperparameter optimization)을 포함한다. 예측 모델 개발에 사용되는 데이터는 수치형 변수와 4점 척도, 5점 척도, 7점 척도, 0 또는 1인 범주형 변수를 함께 가지고 있다(<표 3> 참고). 예를 들면 PBI(가치분소득)의 경우 수치형으로 최소값 -28,685, 최대값 451,181을 가진다. 이처럼 변수 간 규모(scale)의 차이가 크기 때문에 본 연구에서는 Min-Max 방식으로 모든 독립 변수들을 0과 1 사이의 값으로 정규화하였다. 다음으로 종속변수인 자살 생각 여부가 1인 경우가 전체의 3.8%밖에 되지 않아 데이터 불균형 문제가 존재한다. 본 연구는 샘플링 방법을 적용하여 데이터 불균형을 줄이고자 한다. 이에 오버샘플링 방법으로 주로 활용되는 SMOTE(synthetic minority oversampling technique)를 본 연구의 데이터에 적용하였다(김량형 등, 2016). 이를 통해 훈련 데이터의 자살 생각 경험이 있는 노인의 비율과 자살 생각 경험이 없는 노인의 비율을 1:1로 맞추었다.

오버샘플링과 정규화를 통해 정제된 데이터는 무작위 샘플을 통해 70%는 훈련 데이터로, 나머지 30%는 테스트 데이터로 나누었다. 마지막으로 훈련 데이터를 활용하여 주 모델인 LSTM 네트워크의 하이퍼 파라미터를 조절하여 예측 성능을 높이는 과정을 진행하였다. 하이퍼 파라미터는 이론적으로 결정되는 것이 아니라 경험에 기반하여 설정

되어야 하는 값이다. 설명력이 높은 예측 모델을 구축하기 위해서는 최적의 파라미터를 찾는 과정이 수반되어야 한다. 하이퍼 파라미터 조절 과정은 다음과 같다. 우선 LSTM의 히든 레이어의 개수를 1개에서 3개까지 조절하였다. 또한 각 히든 레이어 이후에 배치 정규화(batch normalization)를 적용할 것인지 여부와 각 히든 레이어에 드랍아웃(dropout) 적용 여부 및 드랍아웃의 비율을 조절하였다. 또한 배치 크기(batch size)는 32에서 512 사이에서 조절하여 탐색을 진행하였다. 하이퍼 파라미터 최적화 과정을 거쳐 2개의 히든 레이어를 가지고 각 레이어 이후에 배치 정규화를 적용한 LSTM 네트워크를 선정하였다. 드랍아웃의 경우, 첫 번째 히든 레이어에는 0.1 비율의 드랍아웃이 적용되었고 활성화 함수(activation function)로는 시그모이드(sigmoid)를 사용하였다. 최적화 결과 배치 크기는 32로 도출되었고 에포크(epoch)는 40으로 학습을 진행하였다.

성능 평가를 위해 본 연구는 정확도(accuracy), 정밀도(precision), 재현율(recall), F1-score를 활용하였다. 특히 F1-score 경우, 정밀도와 재현율을 종합적으로 고려한다는 점에서 성능 비교에 주 평가 지표로 고려하였다.

우선 하이퍼 파라미터 최적화를 거쳐 개발한 LSTM 기반의 예측 모델 결과는 다음 <표 7>과 같다. 테스트 데이터에 대해 LSTM 기반 모델의 성능은 96.4%의 정확도를 보여주고 있으며 정밀도는 0.996, 재현율은 0.968, F1 Score는 0.981을 보여주었다. 또한 성능 비교를 위해 전통적인 머신러닝 모델인 decision tree, SVM, adaboost, gradient boosting을 활용하여 노인 자살 예측모델을 개발하였다. 머신러닝 모델들의 성능도 <표 7>에서 확인할 수 있다. 의사결정나무는 지니 지수(Gini index)와 엔트로피 지수(entropy index)의 불순도 측도(impurity measures)를 이용하여 두 모델 결과를 도출하였다. 본 연구에서 지니 지수를 적용한 의사결정나무는 0.959의 F1-score를 보였고, 엔트로피를 적용한 의사결정나무는 0.962의 F1-score

를 보였다. SVM은 다양한 커널 함수(kernel function)를 이용하여 선형 분리를 수행한다. 커널 함수로는 방사형 기저 함수(RBF), 선형 함수(linear function), 다항 함수(polynomial function), 시그모이드 함수(sigmoid function) 등이 존재한다. 본 연구에서 SVM은 방사형 기저 함수(RBF)의 경우 0.922, 선형 함수의 경우 0.796, 다항 함수의 경우 0.818, 시그모이드함수의 경우 0.774의 F1-score를 보였다.

<표 7> 각 모델별 성능 지표 비교

모델	정확도	정밀도	재현율	F1 Score
LSTM	0.964	0.996	0.968	0.981
Decision tree	0.921	0.945	0.972	0.959
	0.927	0.953	0.971	0.962
SVM	0.858	0.870	0.981	0.922
	0.672	0.663	0.996	0.796
	0.701	0.698	0.989	0.818
	0.639	0.641	0.978	0.774
AdaBoost	0.936	0.955	0.979	0.967
Gradient Boosting	0.958	0.984	0.972	0.978
	0.953	0.977	0.974	0.975

에이다 부스팅은 여러 학습 알고리즘의 결과물에 가중치를 주어 더하는 학습 방법으로 이전 모델의 오류를 고려하여 편향을 줄인다. 부스팅 방법 중의 하나이며 간단하면서도 효과적이다. 본 연구에서 에이다 부스팅은 0.967의 F1-score를 보였다. 그래디언트 부스팅은 부스팅 방법 중 하나로 여러 분류기의 예측을 종합하여 분류의 정확성을 높인다. 오분류된 관측값에는 높은 가중치를 주고 정확하게 분류된 관측값에는 낮은 가중치를 주는 과정을 반복하면서 분류기를 형성한다. 그래디언트 부스팅의 손실 함수에는 로지스틱 회귀(deviance)와 에이다 부스팅 알고리즘(exponential)이 있다. 본 연구에서 그래디언트 부스팅은 로지스틱 회귀의 경우 0.978의 F1-score를 보였고, 에이다 부스팅 알고리즘의 경우 0.975의 F1-score를 보

였다. 머신 러닝 모델 중에서는 그래디언트 부스팅의 성능이 가장 우수하였으나, 본 연구의 주 모델이자 시계열 특성을 반영한 LSTM 기반 모델이 최종적으로 더 우수한 성능을 보이는 것을 확인하였다.

VI. 연구 토의 및 시사점

6.1 연구 결과 토의

본 연구는 자살의 대인 관계 이론(Joiner, 2005)과 사회 해체 이론(Durkheim, 2005)에 기반하여 노인의 자살 생각 원인 요인을 파악하고 자살 고위험군 노인을 예측하는 모델을 개발하였다. 우선 계량 모형 분석을 통해 노인의 자살 생각에 영향을 미치는 유의한 변수들을 확인하였다. 본 연구는 자살의 대인 관계 이론의 네 가지 개념과 관련된 변수들이 노인 자살 생각에 유의한 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 인지된 부담감 측면에서 스스로 실패한 사람 또는 쓸모 없는 사람이라는 느낌이 들수록 노인의 자살 생각이 강해진다고 나타났다. 이는 노인 맥락에서 뿐만 아니라 다양한 집단에서의 결과와 일관된 것임을 확인할 수 있다(Christensen *et al.*, 2013). 좌절된 소속감 측면에서 배우자의 폭력 또는 가족 구성원들과의 의견충돌을 겪는 노인들이 높은 자살 생각 가능성을 보였다(Van Orden *et al.*, 2010). 충돌로 인해 가족과의 단절은 노인의 주요한 불행 요인 중 하나이며 이는 가족 내 소속감 악화로 이어질 수 있다(문동지 등, 2018). 또한 상당한 외로움을 느끼는 노인들은 사회적으로 고립감을 느끼기 쉽고 이는 자살 생각으로 이어질 가능성이 매우 높다(남일성, 2018).

자살의 대인 관계 이론의 절망감 측면에서도 우울함이 유의한 영향을 미치는 변수를 확인하였다. 우울함을 느끼는 노인들은 자신들의 미래나 희망에 대해 부정적으로 여기고 이러한 절망감이 자살 생각으로 이어진다고 볼 수 있다(Christensen *et al.*, 2013). 확보된 자살 능력 측면에서는 독립번

수의 추정 결과로는 본인이나 가족이 병원에 못간 경험이 노인의 자살 생각과 양의 상관관계를 보였다. 금전적 문제로 인해 병원 치료를 적절히 받지 못한 노인들은 건강 문제가 발생할 가능성이 높고 특히 고령층은 적절한 치료시기를 놓칠 경우 건강 악화가 빠르게 진행된다. 건강 악화가 심해질수록 노인들은 자살에 대한 두려움이 낮아지고 오히려 자살에 대한 욕구가 높아질 수 있다(Van Orden *et al.*, 2010). 마지막으로 사회 해체 이론의 사회 복지 측면에서 본 연구의 결과는 의료비 지원 경험여부와 물품 지원 경험여부가 노인의 자살 생각에 유의한 상관관계를 갖는 것으로 확인되었다. 기존 문헌과 달리 본 연구 결과에서는 의료비를 지원받은 경험만이 노인의 자살 생각을 낮추는 방향으로 영향을 미쳤으며, 물품을 지원받은 경험은 오히려 노인의 자살 생각을 높이는 것으로 나타났다. 노인의 경우 의료 및 건강에 대한 사회적 지원이 가장 효과적으로 생활의 안정감을 높인다고 볼 수 있다. 이는 노인의 자살 예방 정책 수립을 위해 물품 지원 보다는 의료비 지원을 확충하는 것이 효과적임을 시사한다.

다음으로 본 연구의 혼합방법론 접근을 활용하여 예측모델 개발에서 나타나는 블랙박스(black box) 문제를 보완하고자 한다. 본 연구에서는 SHAP(SHapley Additive exPlanations) value를 통해 자살 고위험군 노인을 예측하는데 미치는 각 변수의 중요도(feature importance)를 측정하였다. SHAP value는 특정 변수가 모델로부터 제거될 때 변화되는 예측 성능을 비교하여 각 변수가 예측에 미치는 중요도를 측정한다. 따라서 SHAP value가 클수록 예측에 있어서 해당 변수의 중요도가 크고 예측 성능 향상에 큰 영향을 끼쳤다는 것을 의미한다. 계량 모형의 분석 결과로 파악한 유의한 원인 요인들을 예측모델의 SHAP value와 비교하여 인과 관계를 설명하는 요인들이 예측 모델의 성능에 어떻게 영향을 미치는 확인하였다. 아래의 <표 8>은 계량 모형 분석의 결과와 LSTM 기반 예측 모델의 SHAP value를 비교한 표이다.

계량 모형 분석 결과와 예측모델의 변수 중요도를 비교하였을 때, 계량 모형에서 유의한 원인 변수들이 SHAP value도 전반적으로 높은 경향을 보이고 있다(PB1, PB2, TB5, TB7, TB8 HL1, SW3). 하지만 계량 모형에서 유의한 변수로 파악되었으나 SHAP value가 낮은 변수들도 존재한다. 예를 들면, 가구원수(CTR1), 형제자매 관계 만족도(TB3), 돈이 없어 본인이나 가족이 병원에 못간

경험(AC3) 통계적으로 유의한 원인 요인이지만 SHAP value는 매우 낮게 도출되었다. 반대로 계량 모형 분석에서는 유의한 변수가 아니었으나 예측 모델에서는 변수 중요도가 높은 변수도 존재하였다. 가처분소득(CTR2)과 생계비 지원 경험여부(SW1)이 그 예이다. 가처분소득과 생계비 지원 경험여부는 노인의 자살 생각에 유의한 원인 변수는 아니지만 높은 SHAP value를 기록하였으며 특히

<표 8> 계량 모형 분석 결과와 LSTM 기반 예측 모델의 SHAP value 비교

주요개념	독립변수	변수 설명	계량 모형 결과 B (표준화 오차)	예측 모델 SHAP value
인지된 부담감	PB1	실패한 사람이라는 느낌	0.366 ^{***} (0.054)	0.071
	PB2	쓸모 없는 사람이라는 느낌	0.297 ^{***} (0.049)	0.059
좌절된 소속감	TB1	배우자와의 관계 만족도	-0.033 (0.022)	0.002
	TB2	자녀와의 관계 만족도	-0.054 (0.034)	0.002
	TB3	형제자매 관계 만족도	-0.058 [*] (0.027)	0.002
	TB4	사회적 친분관계 만족도	0.033 (0.063)	0.014
	TB5	외로움	0.239 ^{***} (0.059)	0.030
	TB6	사람들이 나를 싫어하는 것 같은 느낌	-0.112 (0.094)	0.000
	TB7	가족원간 의견충돌	0.155 ^{**} (0.047)	0.014
	TB8	가정생활의 스트레스	0.210 ^{***} (0.040)	0.016
	TB9	배우자로부터 폭력 경험	0.262 ^{***} (0.047)	0.002
절망감	HL1	상당히 우울	0.766 ^{***} (0.055)	0.096
	HL2	무엇을 할 엄두가 나지 않음	-0.029 (0.049)	0.011
확보된 자살능력	AC1	건강상태	0.041 (0.063)	0.012
	AC2	만성질환	0.054 (0.051)	0.005
	AC3	돈이 없어 본인이나 가족이 병원에 못간 경험	0.708 ^{***} (0.186)	0.000
사회 복지 (사회적 지원)	SW1	생계비 지원 경험여부	-0.158 (0.110)	0.053
	SW2	의료비 지원 경험여부	-0.254 [*] (0.103)	0.007
	SW3	물품 지원 경험여부	0.256 [*] (0.111)	0.017
	SW4	가정봉사서비스 경험여부	0.184 (0.1497)	0.001
	SW5	식사배달서비스 경험여부	0.118 (0.1925)	0.001
통제변수	CTR1	가구원 수	-0.191 ^{**} (0.059)	0.002
	CTR2	가처분소득	6.013E-6 (5.932E-6)	0.176
	CTR3	건강 만족도	-0.244 ^{***} (0.062)	0.021
	CTR4	가족의 수입 만족도	-0.085 (0.057)	0.017
	CTR5	주거 환경 만족도	-0.015 (0.055)	0.012
	CTR6	직업 만족도	-0.072 (0.058)	0.012
	CTR7	여가생활 만족도	0.030 (0.054)	0.006

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

가처분 소득의 경우는 예측 성능 향상에 가장 큰 기여를 하는 것으로 나타났다.

이처럼 계량 분석 모형의 결과와 예측모델 개발에는 차이가 발생한다. 이는 독립 변수와 종속 변수 간 인과 관계를 밝히기 위한 계량 분석 모형은 선형 관계를 활용하여 통계적으로 유의한 원인 요인을 찾아내는 것에 중점을 두는 반면 LSTM 기반 예측 모델은 활성화 함수를 활용하여 비선형 관계를 고려하기 때문이라고 볼 수 있다(Friston *et al.*, 1994; Wong *et al.*, 2020). 이러한 가능성으로 인해 계량 모형에서 유의하지 않은 변수가 예측 모델에서는 성능 향상에 상대적으로 중요한 역할을 할 수 있다. 또한 자살 고위험군을 판별하는 데 미비한 성능 향상을 가져오지만 유의한 원인 변수로 파악된 경우 자살 방지를 위한 방안 마련에 활용될 수 있다. 본 연구는 두 연구 방법을 혼합하여 단일 연구 방법에서 파악할 수 없는 이러한 차이를 파악하고 노인 자살 예방 및 관리를 위한 시너지 효과를 낼 수 있다. 즉, 혼합 방법론을 활용한 본 연구 결과에서 통계적으로 유의하게 나오고 예측모델에서 변수 중요도가 높은 변수는 노인 자살 방지를 위한 방안 제시와 자살 고위험군 노인을 선별하는 시스템을 구축할 경우에 모두 활용될 수 있다. 반면 계량 모형 분석에서 통계적으로 유의하였으나 예측모델에서는 변수 중요도가 낮은 변수는 노인 자살 방지를 위한 방안을 제시할 경우에는 활용될 수 있으나 자살 고위험군 노인을 선별하는 시스템을 구축할 경우에는 활용되기 어렵다. 반대로 계량모형에서 통계적으로 유의하지 않았으나 예측모델에서는 변수 중요도가 높은 변수는 노인 자살 방지를 위한 방안을 제시할 경우에는 활용되기 어려우나 자살 고위험군 노인을 선별하는 시스템을 구축할 경우에 활용될 수 있다.

6.2 한계점 및 향후 연구 방향

본 연구는 다음과 같은 점에서 한계를 가진다. 먼저 본 연구는 대인 관계 이론과 사회 해체 이론

을 종합하여 노인 자살 생각 원인에 해당하는 독립변수를 선별하였다. 그러나 사회 해체 이론에서 자살과 관련되어 활용된 변수들을 중심으로 활용하였고 범죄를 설명하는데 활용되었던 변수들은 사용하지 못하였다(Moore, 2019). 본 연구에서 사용한 한국복지패널조사의 데이터에는 주거 이동성, 인종 이질성, 인구 밀도와 같은 항목이 조사되지 않았기 때문이다. 따라서 향후 연구에서는 사회 해체 이론의 변수들을 추가로 고려하여 데이터 수집 및 분석이 필요하다. 이를 통해 보다 통합적 관점에서 노인 자살 생각을 설명할 수 있을 것이다. 다음으로 본 연구에서는 7개년에 대한 패널 데이터를 활용하였다. 그러나 7개년은 계량 모형 분석을 진행하는 데에 있어서 충분하지 않을 수 있다. 패널 회귀 분석은 조사된 연도의 수가 많이 축적될수록 연도에 따른 효과를 적게 받는 모형을 추정할 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 연도가 보다 축적된 데이터를 바탕으로 패널 회귀 분석을 진행하는 것이 필요하다. 다음으로 본 연구에서는 총 24,745개의 패널 데이터를 활용하였다. 그러나 이 데이터의 양이 딥러닝 예측모델 개발하는 데에 있어서 충분하지 않을 수 있다. 일반적으로 딥러닝 알고리즘은 데이터의 양이 많을수록 예측 성능이 향상된다. 충분한 데이터를 통해 밝혀지지 않은 특징을 신경망이 스스로 학습할 수 있기 때문이다. 따라서 향후 연구에서는 더 많은 조사 대상자를 모집하여 데이터를 수집하는 것이 필요하다. 이를 통해 보다 성능이 우수한 예측모델을 개발할 수 있을 것으로 기대된다. 마지막으로 본 연구에서는 예측 모델 개발에 있어 시계열적 특성을 반영하기 위해 LSTM을 주 모델로 활용하였다. 그러나 최근 어텐션 메커니즘(attention mechanism)을 적용한 다양한 응용 모델들(BiLSTM with attention mechanism, Transformer)이 시계열 데이터 분석에 있어 더 좋은 예측 성능을 보이고 있다. 따라서 향후 연구에서는 예측 모델 개발에 있어 어텐션 메커니즘을 적용한 모델들을 고려할 필요가 있다.

6.3 시사점

본 연구의 학술적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 대인 관계 이론(Joiner, 2005)과 사회 해체 이론(Durkheim, 2005)을 기반으로 기존 노인 자살 연구에서 고려되지 않았던 변수를 포괄적으로 고려하여 연구를 진행하였다. 노인 자살 행동과 관련된 선행 연구들은 주로 이론적 배경을 활용하지 않고 진행된 경우가 많았다(김덕현 등, 2019; 이종형 등, 2020). 또한 이론을 활용한 연구들도 주로 단일 이론을 바탕으로 진행되었고 그마저도 대부분이 자살의 대인 관계 이론(Joiner, 2005)만을 적용하였다(남일성, 2018; 한종민, 유성은, 2019). 이로 인해 통합적 관점에서 노인 자살의 잠재 원인 요인을 탐색하고 분석하지 못했다는 한계점이 존재하였다. 하지만 본 연구는 자살의 대인 관계이론에 추가로 사회 해체 이론을 함께 적용하여 사회 복지 서비스 관련 변수들을 도출하였다. 나아가 이 변수들이 노인의 자살 생각에 유의한 영향을 미치는 것을 밝혀낸다는 점에서 학술적 기여가 있다. 나아가 예측 모델 개발 측면에서도 이론적 배경을 바탕으로 변수 추출을 통해 기존 예측 모델 개발 연구와 차별화된 시사점을 제공한다.

둘째, 본 연구는 계량 모형 분석과 예측모델 개발을 함께 활용하여 혼합 방법론 연구로 시너지를 보였다. 기존의 노인 자살 관련 연구는 주로 원인 요인 파악에 집중되어 있었고(Christensen *et al.*, 2013; Chu *et al.*, 2017), 예측모델 개발을 함께 진행한 선행 연구는 없었다. 마찬가지로 노인 자살 생각에 대한 예측 모델 연구에서 원인 요인을 파악하고자 하는 접근도 드물다(김덕현 등, 2019). 따라서 본 연구는 해당 주제의 연구에서 새로운 접근법이라고 볼 수 있으며, 혼합 방법론을 통해 각 연구 방법의 단점을 보완해준다는 점에서 가치가 있다. 기존 문헌들이 주로 원인 파악에 집중하다 보니 집중 관리가 필요한 자살 고위험군을 판별하는 문제에는 여전히 어려움 및 한계점을 보였다. 본 연구는 예측모델 개발을 통해 이러한 한계점을

해결하였고 계량 모형 분석 결과를 활용하여 예측 모델 개발 연구에서 주로 발생했던 블랙 박스 문제에 대한 새로운 시사점을 밝혔다. 따라서 본 연구는 단순히 두 가지 방법론을 적용한 것을 넘어서 혼합 방법론을 통해 방법론 간 상호 보완점을 제시한다는 점에서 학술적 시사점을 가진다.

마지막으로, 횡단면 데이터가 아닌 7개년의 종단면 데이터를 사용하여 패널 회귀 분석을 진행하였다는 점이다. 횡단적 연구와 달리 종단적 연구는 시간의 흐름에 따른 노인 자살 생각 원인 요인의 변화를 반영할 수 있다(Chu *et al.*, 2017). 그리고 노인 개인의 특성을 통제함으로써 내생성 가능성을 낮추고 노인 자살 원인 요인을 파악할 수 있다. 본 연구는 시차를 두고 여러 번 조사한 패널 데이터를 활용하였기 때문에 개체들 동적 연관성을 살펴볼 수 있고 개체들 간의 이질성을 통제할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구의 실무적 시사점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구 결과를 통해 노인 복지 정책 수립에 기여할 수 있다. 본 연구의 계량모형 분석 결과는 노인이 자살을 고민하게 되는 사회 구조적 원인 요인을 파악하는 데에 도움을 준다. 노인 자살의 사회 구조적 원인들은 노인 자살 예방 방안을 위한 캠페인과 복지 정책의 구체적인 활동 수립에 활용할 수 있다. 예를 들어 의료비를 지원받은 경험이 있을수록 노인의 자살 생각이 줄어들었다. 이를 반영하여 노인을 위한 사회 복지 시설 설계 및 개발하는데 있어 의료 시설을 확충하고 건강 관리와 관련된 프로그램을 신설하여 노인들의 의료비 지출에 대한 부담을 줄일 수 있다면, 효과적으로 노인 자살 문제에 대응할 수 있을 것이다.

둘째, 각 노인의 자살 생각 확률을 기반으로 자살 고위험군 노인을 선별하는 시스템을 구축하는데 기여할 수 있다. 현재 국내 65세 이상 인구가 전체 인구의 15.5%를 차지하고 있으며 최근에는 고령화가 급속하게 진행되면서 노인층 인구 비율이 지속적으로 증가될 전망이다. 이에 고령층 자살 문제를 효율적으로 해결하기 위해서는 자살 고

위험군 노인을 정확히 선별할 필요성이 증대되었다. 본 연구에서 개발한 노인의 자살 생각 예측 모델은 데이터를 입력하면 자동적으로 각 노인이 자살 생각을 할 확률을 추출해준다. 따라서 정부와 지방자치단체 등은 본 연구에서 개발한 모델을 활용하여 자살 생각 확률이 높은 노인을 판별하고 이들을 효율적으로 관리할 수 있다. 자살 가능성이 높은 고위험군 고령층을 정확히 판별하여 효율적으로 관리함으로써 정부와 지방자치단체는 지역 자살율을 낮추는 것에 기여할 수 있다.

마지막으로 본 연구의 계량 모형 분석과 예측 모델링을 연동할 경우 노인 자살 문제를 효과적으로 관리할 수 있는 방안을 제시할 수 있다. 즉, 노인 자살 예측모델과 계량 모형 분석으로부터 검증된 개인 수준의 심리적 요인들을 연동하여 하나의 관리 프로세스를 생성할 수 있다. 이 프로세스를 통해 각 노인의 자살생각 확률을 계산하여 자살 위험군 분류를 진행하고 개인 수준의 심리적 원인 요인들 중 어떠한 요인이 주요하게 작용하였는지 확인하여 맞춤형 심리 상담 프로그램을 제공할 수 있다. 구체적으로, 예측 모델을 활용하여 자살 고위험군으로 판별된 노인들에 대해 계량 모형 분석 결과에서 검증된 유의한 심리적 원인 요인들의 수준에 따라 추가 분류 프로세스를 진행한다. 다음으로 개별 고위험군 노인에게 비중이 높게 나타난 원인 요인에 따라 맞춤형 상담 프로그램을 제시할 수 있다. 예를 들면 가족과의 갈등과 충돌 요인들의 비중이 높은 자살 고위험군 노인의 경우, 가족 상담 솔루션 프로그램 또는 가정폭력 예방 프로그램을 운영하는 것이 가능하다. 이를 통해 본 연구는 단순히 자살 고위험군 노인을 판별하는 것을 넘어서 맞춤형 예방책을 제시한다는 점에서 실무적 활용성을 지닌다고 볼 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 김덕현, 유동희, 정대율, “의사결정나무 기법을 이용한 노인들의 자살생각 예측모형 및 의사결정 규칙 개발”, *정보시스템연구*, 제28권, 제3호, 2019, pp. 249-276.
- [2] 김동욱, 김재직, “범주형 반복측정자료를 위한 일반화 추정방정식의 소표본 특성”, *응용통계연구*, 제15권, 제2호, 2002, pp. 297-310.
- [3] 김량형, 유동희, 김건우, “데이터마이닝 기법을 이용한 기업부실화 예측 모델 개발과 예측 성능 향상에 관한 연구”, *Information Systems Review*, 제18권, 제2호, 2016, pp. 173-198.
- [4] 남일성, “노인 독거와 자살생각 경로분석: 사회참여와 좌절된 소속감의 간접효과 설명”, *사회과학연구*, 제29권, 제2호, 2018, pp. 211-226.
- [5] 문가영, “노인 자살 예방활동 코로나에 사실상 중단”, *매일경제*, 2021. 12. 02., Available at <https://www.mk.co.kr/news/society/view/2021/12/1112328/>.
- [6] 문동지, 연다인, 김희웅, “토픽 모델링 기반 한국 노인의 행복과 불행 이슈 분석”, *Information Systems Review*, 제20권, 제2호, 2018, pp. 139-161.
- [7] 박진욱, 정민수, “일반화추정방정식(GEE) 모형을 적용한 비정규직 노동자의 고용형태 변동과 건강수준 차이 연구”, *사회연구*, 제9권, 제2호, 2008, pp. 77-103.
- [8] 보건복지부, 2021년 자살예방백서, 2021.
- [9] 오창석, “노인의 주관적 건강 인식과 삶의 질이 우울과 자살 생각에 미치는 영향”, *보건의료산업학회지*, 제6권, 제2호, 2012, pp. 179-191.
- [10] 이소정, “노인 자살의 사회경제적 원인 분석”, *사회보장연구*, 제26권, 제4호, 2010, pp. 1-19.
- [11] 이종형, 이준배, “한국 노인의 자살생각 위험 요인 통계분석: 패널 로짓 GLMM의 적용”, *보건사회연구*, 제40권, 제4호, 2020, pp. 263-293.
- [12] 이철민, 염동문, “노인의 자살생각에 미치는 영향에 관한 연구”, *인문사회*, 제12권, 제3호, 2021, pp. 873-887.
- [13] 한중민, 유성은, “와해된 대인관계 욕구와 노

- 인 자살생각의 관계에서 자살하지 않는 이유의 조절효과”, *인지행동치료*, 제19권, 제4호, 2019, pp. 445-465.
- [14] 행정안전부, 2020년 주민등록 인구통계, 2020.
- [15] Barzilay, S., D. Feldman, A. Snir, A. Apter, V. Carli, C. W. Hoven, C. Wasserman, M. Sarchiapone, and D. Wasserman, “The interpersonal theory of suicide and adolescent suicidal behavior”, *Journal of Affective Disorders*, Vol.183, 2015, pp. 68-74.
- [16] Blum, D. and C. G. Jaworski, “Spatial Patterns of Mass Shootings in the United States, 2013-2014”, *Environmental Criminology(Advances in Sustainability and Environmental Justice*, Vol. 20), *Emerald Publishing Limited, Bingley*, Vol.20, 2017, pp. 57-68.
- [17] Bursik Jr, R. J. and J. Webb, “Community change and patterns of delinquency”, *American Journal of Sociology*, Vol.88, No.1, 1982, pp. 24-42.
- [18] Calati, R., C. Ferrari, M. Brittner, O. Oasi, E. Olié, A. F. Carvalho, and P. Courtet, “Suicidal thoughts and behaviors and social isolation: A narrative review of the literature”, *Journal of Affective Disorders*, Vol.245, 2019, pp. 653-667.
- [19] Cheng, A. T., T. H. Chen, C. C. Chen, and R. Jenkins, “Psychosocial and psychiatric risk factors for suicide: Case-control psychological autopsy study”, *The British Journal of Psychiatry*, Vol.177, No.4, 2000, pp. 360-365.
- [20] Christensen, H., P. J. Batterham, A. Soubelet, and A. J. Mackinnon, “A test of the interpersonal theory of suicide in a large community-based cohort”, *Journal of Affective Disorders*, Vol.144, No.3, 2013, pp. 225-234.
- [21] Chu, C., J. M. Buchman-Schmitt, I. H. Stanley, M. A. Hom, R. P. Tucker, C. R. Hagan, ... and T. E. Joiner Jr, “The interpersonal theory of suicide: A systematic review and meta-analysis of a decade of cross-national research”, *Psychological Bulletin*, Vol.143, No.12, 2017, p. 1313.
- [22] Conwell, Y. and C. Thompson, “Suicidal behavior in elders”, *Psychiatric Clinics of North America*, Vol.31, No.2, 2008, pp. 333-356.
- [23] Conwell, Y., P. R. Duberstein, and E. D. Caine, “Risk factors for suicide in later life”, *Biological Psychiatry*, Vol.52, No.3, 2002, pp. 193-204.
- [24] Czeisler, M. É., R. I. Lane, E. Petrosky, J. F. Wiley, A. Christensen, R. Njai, ... and S. M. Rajaratnam, “Mental health, substance use, and suicidal ideation during the COVID-19 pandemic – United States, June 24-30, 2020”, *Morbidity and Mortality Weekly Report*, Vol.69, No.32, 2020, p. 1049.
- [25] De Bruyn, A., V. Viswanathan, Y. S. Beh, J. K. U. Brock, and F. Von Wangenheim, “Artificial intelligence and marketing: Pitfalls and opportunities”, *Journal of Interactive Marketing*, Vol.51, No.1, 2020, pp.91-105.
- [26] Durkheim, E., *Suicide: A Study in Sociology*, Routledge, 2005.
- [27] Friston, K. J., A. P. Holmes, K. J. Worsley, J. P. Poline, C. D. Frith, and R. S. Frackowiak, “Statistical parametric maps in functional imaging: A general linear approach”, *Human Brain Mapping*, Vol.2, No.4, 1994, pp. 189-210.
- [28] Harwood, D. and R. Jacoby, “Suicidal behaviour among the elderly”, *The International Handbook of Suicide and Attempted Suicide*, 2000, pp. 275-291.
- [29] Haynie, D. L., S. J. South, and S. Bose, “Residential mobility and attempted suicide among adolescents: An individual-level analysis”, *The Sociological Quarterly*, Vol.47, No.4, 2006, pp. 693-721.
- [30] Heuser, C. and J. Howe, “The relation between social isolation and increasing suicide rates in

- the elderly”, *Quality in Ageing and Older Adults*, Vol.20, No.1, 2019, pp. 2-9.
- [31] Hsiao, C., “Panel data analysis—advantages and challenges”, *Test*, Vol.16, No.1, 2007, pp. 1-22.
- [32] Joiner Jr, T. E., D. Hollar, and K. V. Orden, “On Buckeyes, Gators, Super Bowl Sunday, and the Miracle on Ice: “Pulling together” is associated with lower suicide rates”, *Journal of Social and Clinical Psychology*, Vol.25, No.2, 2006, pp. 179-195.
- [33] Joiner, T. E., *Why people die by suicide*, Harvard University Press, 2005.
- [34] Juurlink, D. N., N. Herrmann, J. P. Szalai, A. Kopp, and D. A. Redelmeier, “Medical illness and the risk of suicide in the elderly”, *Archives of Internal Medicine*, Vol.164, No.11, 2004, pp. 1179-1184.
- [35] Kleiman, E. M. and R. T. Liu, “Social support as a protective factor in suicide: Findings from two nationally representative samples”, *Journal of Affective Disorders*, Vol.150, No.2, 2013, pp. 540-545.
- [36] Klonsky, E. D. and A. M. May, “The three-step theory(3ST): A new theory of suicide rooted in the “ideation-to-action” framework”, *International Journal of Cognitive Therapy*, Vol.8, No.2, 2015, pp. 114-129.
- [37] Kornhauser, R. R., *Social Sources of Delinquency*, Chicago, IL: University of Chicago Press, 1978.
- [38] Kubrin, C. E. and R. Weitzer, “New directions in social disorganization theory”, *Journal of Research in Crime and Delinquency*, Vol.40, No.4, 2003, pp. 374-402.
- [39] Kyung, N., S. Lim, and B. Lee, “Digital self-harm: an empirical analysis of the effects of broadband adoption on suicide”, *Internet Research*, Vol.31, No.4, 2021, pp. 1444-1462.
- [40] Liang, K. Y. and S. L. Zeger, “Longitudinal data analysis using generalized linear models”, *Biometrika*, Vol.73, No.1, 1986, pp. 13-22.
- [41] Mandracchia, J. T. and P. N. Smith, “The Interpersonal Theory of Suicide Applied to Male Prisoners”, *Suicide and Life-Threatening Behavior*, Vol.45, No.3, 2015, pp. 293-301.
- [42] McLaren, S., R. Gomez, M. Bailey, and R. K. Van Der Horst, “The association of depression and sense of belonging with suicidal ideation among older adults: Applicability of resiliency models”, *Suicide and Life-Threatening Behavior*, Vol.37, No.1, 2007, pp. 89-102.
- [43] Moore, M. D., “Social disorganisation theory and suicide”, *International Social Science Journal*, Vol.69, No.231, 2019, pp. 5-14.
- [44] Pereira, D. V., C. M. Mota, and M. A. Andresen, “Social disorganization and homicide in Recife, Brazil”, *International Journal of Offender Therapy and Comparative Criminology*, Vol.61, No.14, 2017, pp. 1570-1592.
- [45] Rehkopf, D. H. and S. L. Buka, “The association between suicide and the socio-economic characteristics of geographical areas: A systematic review”, *Psychological Medicine*, Vol.36, No.2, 2006, pp. 145-157.
- [46] Shaw, C. R. and H. D. McKay, *Juvenile delinquency and urban areas*, Chicago: Univ. Chicago Press, 1942.
- [47] Sheffler, J. L., T. E. Joiner, and N. J. Sachs-Ericsson, “The Interpersonal and Psychological Impacts of COVID-19 on Risk for Late-Life Suicide”, *The Gerontologist*, Vol.61, No.1, 2021, pp. 23-29.
- [48] Stack, S., “The effect of divorce on suicide in Denmark, 1951-1980”, *Sociological Quarterly*, Vol.31, No.3, 1990, pp. 359-370.
- [49] Triage, P. A., L. E. Oddo, R. M. Hill, J. W. Pettit, and M. C. Meinzer, “Investigation of the

- interpersonal theory of suicide in the context of attention-deficit/hyperactivity disorder symptomatology and suicide ideation”, *Suicide and Life-Threatening Behavior*, Vol.50, No.6, 2020, pp. 1198-1204.
- [50] Van Orden, K. A., K. C. Cukrowicz, T. K. Witte, and T. E. Joiner Jr, “Thwarted belongingness and perceived burdensomeness: construct validity and psychometric properties of the Interpersonal Needs Questionnaire”, *Psychological Assessment*, Vol.24, No.1, 2012, 197.
- [51] Van Orden, K. A., T. K. Witte, K. C. Cukrowicz, S. R. Braithwaite, E. A. Selby, and T. E. Joiner Jr, “The interpersonal theory of suicide”, *Psychological Review*, Vol.117, No.2, 2010, 575.
- [52] Wiktorsson, S., B. Runeson, I. Skoog, S. Östling, and M. Waern, “Attempted suicide in the elderly: Characteristics of suicide attempters 70 years and older and a general population comparison group”, *The American Journal of Geriatric Psychiatry*, Vol.18, No.1, 2010, pp. 57-67.
- [53] Wilson, K. G., J. Kowal, P. R. Henderson, L. A. McWilliams, and K. Péloquin, “Chronic pain and the interpersonal theory of suicide”, *Rehabilitation Psychology*, Vol.58, No.1, 2013, pp. 111-115.
- [54] Wong, L. W., L. Y. Leong, J. J. Hew, G. W. H. Tan, and K. B. Ooi, “Time to seize the digital evolution: Adoption of blockchain in operations and supply chain management among Malaysian SMEs”, *International Journal of Information Management*, Vol.52, 2020, 101997.
- [55] Zalsman, G., B. Stanley, K. Szanto, D. E. Clarke, V. Carli, and L. Mehlum, “Suicide in the Time of COVID-19: Review and Recommendations”, *Archives of Suicide Research*, Vol.24, No.4, 2020, pp. 477-482.

High Suicidal Risk Group of Elderly: Identification of Causal Factors and Development of Predictive Model

Gayeon Park* · Woosik Shin** · Hee-Woong Kim

Abstract

Elderly suicide problem has become worse in South Korea. With a rapid aging of the population, the trend of suicide among the elderly is expected to accelerate, preventing elderly suicide has been considered an important societal problem. Thus, we aim to investigate various factors that explain suicidal ideation and to develop a predictive model for suicidal ideation in the context of elderly people in South Korea. To this end, this study contributes to addressing the elderly suicide problem. By using seven-year panel data from the Korea Welfare Panel Survey, we extract various potential causal factors for elderly suicidal ideation based on interpersonal theory of suicide and social disorganization theory. Then a panel logit model was employed to assess the impacts of potential factors on suicidal ideation and deep learning and machine learning algorithms were used to develop a predictive model for suicidal ideation of elderly people. The results of our study provide practical implications for preventing elderly suicide by identifying causal factors of suicidal ideation and a high suicidal risk group of the elderly. This study sheds light on synergy of mixed methodology and provides various academic implications.

Keywords: *Elderly Suicide, Suicidal Ideation, Econometric Analysis, Predictive Model, Panel Regression Analysis, Mixed Method*

* Manager, Shinhan Card

** Ph.D. Candidate, Graduate School of Information, Yonsei University

*** Corresponding Author, Professor, Graduate School of Information, Yonsei University

● 저 자 소 개 ●



박 가 연 (sallypark816@naver.com)

연세대학교 정보대학원에서 정보시스템학 석사 학위를 취득하였으며, 현재 신한카드에 재직 중이다. 디지털 서비스 연구실에서 데이터분석 관련 연구를 진행하였으며, 주요 연구 분야는 빅데이터 분석, 딥러닝, 텍스트 마이닝 등이다.



신 우 식 (woosik.shin@yonsei.ac.kr)

연세대학교 정보대학원에서 비즈니스 빅데이터 분석 트랙 박사과정이다. 현재 디지털 서비스 연구실에서 빅데이터 분석 관련 연구를 진행 중이다. 주요 연구분야는 Digital Marketing, Cyberbullying, Business Analytics 등이다.



김 희 웅 (kimhw@yonsei.ac.kr)

National University of Singapore 정보시스템학과에서 근무한 후, 현재 연세대학교 정보대학원 교수로 재직 중이다. 주요 연구분야는 디지털 비즈니스, 정보시스템 관리 및 활용 등이다. 관련 연구들은 MIS Quarterly, Information Systems Research, Journal of Management Information Systems 등에 60여 편의 논문이 게재되었다. MIS Quarterly, JAIS, IEEE TEM의 편집위원으로 활동했고, KrAIS 회장을 역임했다.

논문접수일 : 2023년 04월 03일

게재확정일 : 2023년 06월 21일

1차 수정일 : 2023년 06월 02일