

백내장 수술건수 추이에측 분석

정지윤*, 정재연*, 이해종**†

*연세대학교 대학원 보건행정학과, **† 연세대학교 보건과학대학 보건행정학과

〈Abstract〉

Predictive analysis of the Number of Cataract Surgeries

HJi-Yun Jeong*, Jae-Yeon Jeong*, Hae-Jong Lee**†

* Department of Health Administration, Yonsei University Graduate School

**† Department of Health Administration, Yonsei University College of Health Sciences

Purposes: This study aims to investigate the number of cataract surgeries and predict future trends using 13-year data.

Methodology: Trends investigation and comparison of prediction methods was conducted to determine better prediction model using Major Surgery Statistics from Korean Statistical Information Service in 2006–2018. ARIMA(Auto Regressive Integrated Moving Average) was selected and prediction was conducted using R program.

Findings: As a results, the number of surgeries will continue to increase. The trends was predicted to increase during January–April, and it declined over time and was the lowest in August.

Practical Implications: Therefore, it is necessary that management will be needed by continuously investigating and predicting the demand and trend for surgery to prepare an alternative to the increase.

Key words: Prediction; Cataract; Holt-winters exponential smoothing; ARIMA;

I. 서 론

최근 우리나라를 포함한 세계의 여러 국가들에서 급격한 고령화의 진행으로 인해 나타나는 많은 노인성 질환들의 문제가 대두되고 있다. 이 중 노안은 나이가 들면서 자연스럽게 나타나는 인체의 노후화의 진행과정이며, 이 과정에서 백내장은 노년층에서 빈발하고 있는 대표적인 노인성 안질환이다. 백내장이란 투명한 수정체에 나타나는 혼탁현상을 말하며 백내장은 노인실명을 유발하는 원인

중 가장 큰 요인이지만 동시에 수술을 통해서 비교적 쉽고 간단하게 실명을 피할 수 있는 질병이다[1]. 건강보험 통계연보의 65세 이상 노인환자 다발생 질병 순위에 따르면 입원의 경우 노년성 백내장이 가장 높은 21만명으로 나타났으며, 진료비 또한 전체 65세 이상 노인환자 진료비 약 32조 중 2,927억 원으로 나타났다[2].

백내장으로 인한 의료비 증가는 우리나라만이 아닌 고령화가 진행되고 있는 대부분의 국가에서 나타나고 있는 현상이며, 미국에서는 약 10년 전부터 백내장 수술과 이

* 투고일자 : 2020년 04월 08일, 수정일자 : 2020년 05월 25일, 게재확정일자 : 2020년 05월 26일

‡ 교신저자: Hae-Jong Lee

주소: Dept. of Health Administration, 1 Yonseidae Gil, Wonju City, Gwangwon Do,
강원도 원주시 연세대길 1, 연세대학교 보건행정학과
전화번호: 033-760-2416 팩스번호: 033-760-2519
전자메일: haejongl@yonsei.ac.kr

에 관련된 진료비로 연간 25억불을 사용하고 있는 것으로 나타났다. 이처럼 해외에서는 노인연령층의 증가와 백내장 수술율의 증가로 인해 백내장 의료비가 급격히 상승함에 따라 이에 대한 적절성 연구가 활발히 이루어져 왔다 [3]. 하지만 국내에서는 질환의 발생건수에 비하여 백내장에 관한 연구가 미비한 편이며, 보건의료 정책 역시 포괄수가제 시행 외에는 추가적인 정책은 부족한 상황이다. 현재 백내장 수술과 관련된 수가에 대한 논의도 지속적으로 이루어지고 있는데, 백내장 수술에 관한 기법들은 지속적으로 개발되고 발전되고 있어 체계적인 분석과 이를 반영할 수 있는 적절한 정책이 필요한 시점이다[4]. 이처럼 급속히 증가하는 수술률을 반영하여 효과적인 정책을 마련하기 위해서는 객관적이고 체계적인 기초자료가 기반이 되어야 하며, 이에 따라 수술건수에 대한 객관적인 예측이 필요하다. 하지만 이와 같이 중요한 기초자료로 활용될 수 있는 추이를 활용한 분석은 이루어지지 않은 상황이며, 체계적으로 분석하기보다 증가하는 인구수와 비례하는 것이라고 판단한 자료들이 대부분이다. 또한, 이를 단순 현재지표가 아닌 예측지표로 활용하고 정책의 기초자료로 활용될 수 있도록 구성된 연구는 부족한 상황이다.

통계청에서는 현재 월별 백내장수술건수에 대해서는 보고하고 있으나, 자료를 활용하여 시계열적 자료가 가지고 있는 계절성이나 그 안에 가지고 있는 여러 속성들에 대해서는 구체적으로 분석하거나 연구된 자료는 없다. 최근 보건의료분야에서 시계열 분석에 대한 중요성이 높아지고 있는 추세이며[5], 객관적인 기초자료를 구성하기 위해서 시계열적 분석을 통해 통계적으로 확률현상에 대한 미래예측을 수행할 필요성이 있다.

따라서 백내장 관련 수술 의료비와 급성장하고 있는 의료기술에 따른 변화를 대비하기 위해서 국내의 백내장 수술의 변화 및 현 추세를 이해하여 차후 미래를 예측하고 대비할 수 있는 방안의 모색이 필요하다. 또한, 추세를 분석하고 예측하는 것은 추후 정책을 입안하는데 중요한 기초자료와 지표로 활용될 것이다. 따라서 이 연구는 백내장 수술건수의 현황을 파악하고, 2006년부터 2018년까지의 13개년도 데이터 추이분석을 통해 향후 발생할 백내장 수술건수를 예측하여 제시하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구자료

이 연구는 국민건강보험공단에서 제공하는 건강보험주요수술통계 내의 백내장 수술건수 2006년부터 2018년도까지 13개년도의 데이터를 이용하여 백내장 수술 건수 추이를 분석하였다. 해당 자료는 건강보험공단 정보공개에 따라 제공되는 데이터로 각각 연령별, 시도별, 수진월별, 의료기관 시도별, 다빈도 수술질환 별로 차원을 구분하여 제공한다[6]. 이에 이 연구는 자료의 계절성을 파악하기 위해 수진월별 수술현황차원에서 제공되는 백내장 수술건수를 사용하였다.

2. 분석방법

시계열 분석을 위해서는 데이터의 추세, 계절성, 불규칙성을 우선적으로 파악하여 예측에 맞는 분석방법을 선택하여야 한다[7]. 따라서 백내장 수술건수 추세그래프를 그려 추세를 확인하고, 요소분해법(decompose methods)을 활용하여 데이터의 계절성과 불규칙성을 확인하였다. Holt-Winters exponential smoothing(삼중지수평활법), ARIMA model을 사용하여, 2006년부터 2018년의 자료로 2019-2021년도의 추이를 예측하였으며, 각각의 예측 방법의 예측 오차를 통해 예측 평가지표를 산출하였다[8]. 평가지표를 이용하여 미래를 예측할 수 있는 최적의 모형을 결정하였다. 분석은 R studio를 활용하여 진행하였다.

III. 연구결과

1. 데이터 특성

2006-2018년 백내장 수술건수 추세는 다음과 같다 (Figure 1). 2006년부터 백내장 수술건수는 지속적으로 증가하고 있으며, 1월부터 4월동안 수술건수가 급격히 증가하였다가 8월부터 10월까지는 감소하는 추세를 보였다. 또한, 계절성분의 진폭이 시계열의 수준에 상관없이

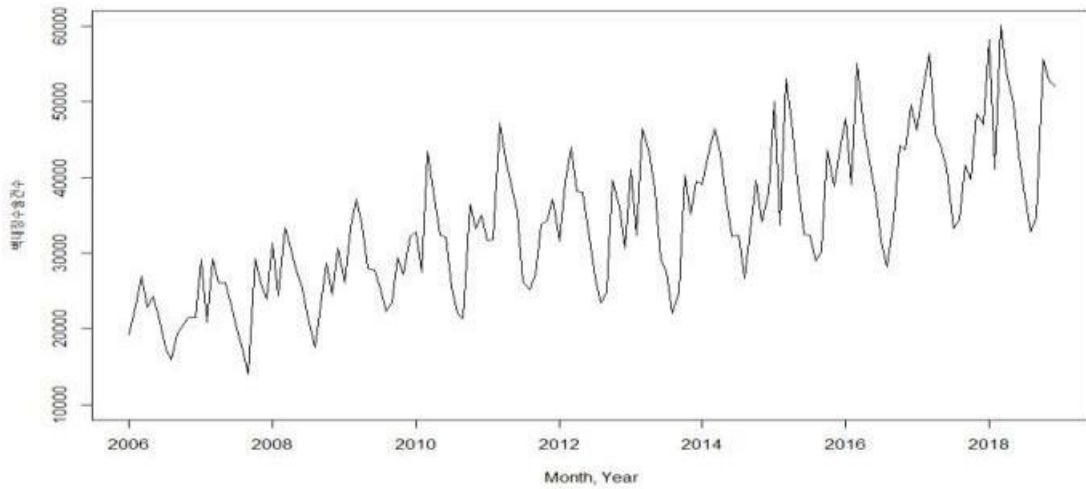


Figure 1. 백내장 수술건수 시계열 그래프(2006-2018)
(Time series plot diagram of number of cataract surgery(2006-2018))

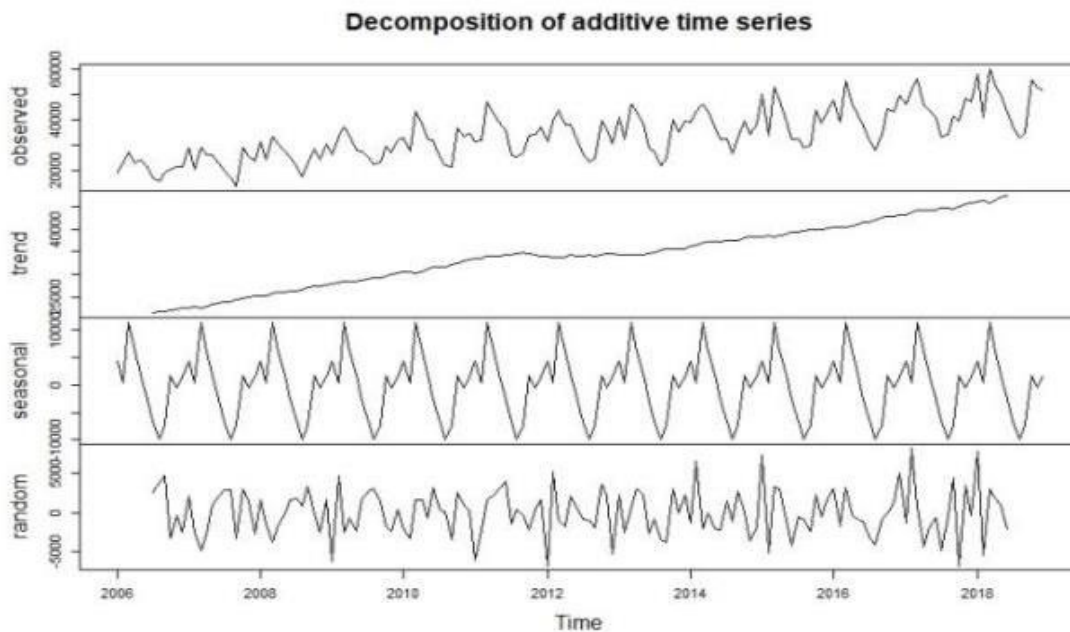


Figure 2. 시계열 자료의 요소분해 그래프
(Decompose time series data)

일정하였다.

또한, 데이터의 추세, 계절성, 불규칙성을 명확히 파악하기 위하여 요소분해를 실시하였다(Figure 2). 추세는 점차 증가하고 있으며, 계절성은 일정한 규칙을 가지고 있음을 알 수 있었다. 이에 따라 Holt-Winters exponential smoothing(삼중지수평활법)과 ARIMA model을 채택하였다.

2. 예측 모형의 평가지표 산출

Holt-Winters exponential smoothing(삼중지수평활법)과 ARIMA model로 2006-2018년 자료를 활용하여 2019-2021년 자료를 예측하였으며, 이를 통해 예측 오차를 산출하였다.

1) Holt-Winters exponential smoothing(삼중지수 평활법)

추세와 계절성을 고려하여 미래를 예측하는 삼중지수 평활법을 사용하여 분석한 결과 예측치는 데이터와 대체적으로 일치하였다. SEE(Sum of Squared Error)를 최소로 하는 모형으로 예측하였으며, α (level)=0.0429, β (trend)=0.1789, γ (seasonal)=0.3320이었다. 데이터를 예측하는 데 발생하는 예측오차는 RMSE= 3551.26, MAPE=8.1155, MASE=0.7205이었다.

2)ARIMA(Auto Regressive Integrated Moving Average) model

계절성과 추세를 안정적 과정으로 전환하여 분석하는 Box와 Jenkins(1976) 모델을 사용하여 분석한 결과 데이터의 정상성과 모형식별, 모수추정의 단계를 거쳐 최종적으로 ARIMA(2,1,1) 모형을 선택하였다. 모형을 선택할 때에는 자기상관 그래프와 편자기 상관 그래프를 고려하였으며, 여러 가지 ARIMA 모형 중 가장 낮은 AIC 값을 가지며[9, 10] 예측오차가 가장 낮은 모형을 선택하였

다(AIC=2754.36). 모수추정은 가우스-뉴턴(Gauss-Nweton algorithm) 방법을 이용한 연립방정식을 사용하여 최소자승법의 비선형문제를 보완하여 시행되었다[11]. 데이터를 예측하는 데 발생하는 예측오차는 RMSE= 2970.82, MAPE=6.7859, MASE=0.6069이었다.

Table 1. 예측모형 평가지표 비교 (Comparison performance measures)

	Holt-Winters model	ARIMA model
RMSE	3551.26	2970.82
MAPE	8.1155	6.7859
MASE	0.7205	0.6069

RMSE= Root Mean Squared Error
 MAPE= Mean Absolute Percentage
 MASE= Mean Absolute Scaled Error

두 모형의 예측오차를 비교한 결과 ARIMA 모델이 백내장 수술 건수를 예측하는 데 최적의 모델이므로, ARIMA 모델을 이용하여 예측을 하였다.

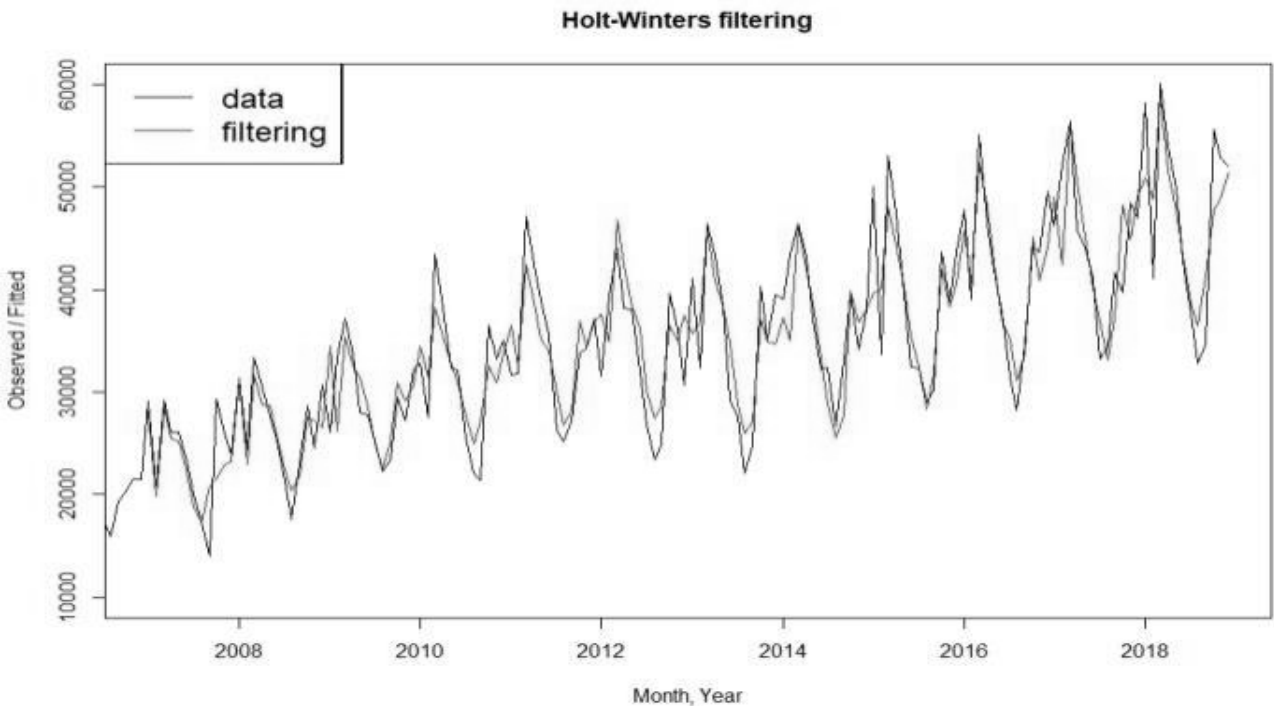


Figure 3. Holt-Winter 예측 적합도 (Holt-Winter filtering)

3. 예측

예측결과 백내장 수술은 2019년 평균 49,104.63건에서 2020년 51,399.6건, 2021년 53,872.87건으로, 추세가 지속적으로 증가할 것임을 알 수 있었다. 월별로 예측 결과를 확인하면, 3월에 가장 많은 수술건수를 보일 것으로 예측되며, 1~4월 동안 높은 수술건수를 유지할 것으로 예측되었고 시간이 흐름에 따라 수술건수가 감소하다

가 8월에는 가장 낮은 수술건수를 보일 것임을 알 수 있었다. 2020년 전체 수술건수는 전년도 534,101.8건보다 약 4.7% 증가하여 616,795.2건, 2021년은 전년도보다 약 4.8% 증가하여 646,474.4건이 될 것으로 보인다. 이처럼 백내장 수술건수는 지속적으로 증가하는 추세에 있으며, 주로 겨울철 건수가 증가하고 여름철에 건수가 감소하는 양상을 보였다.

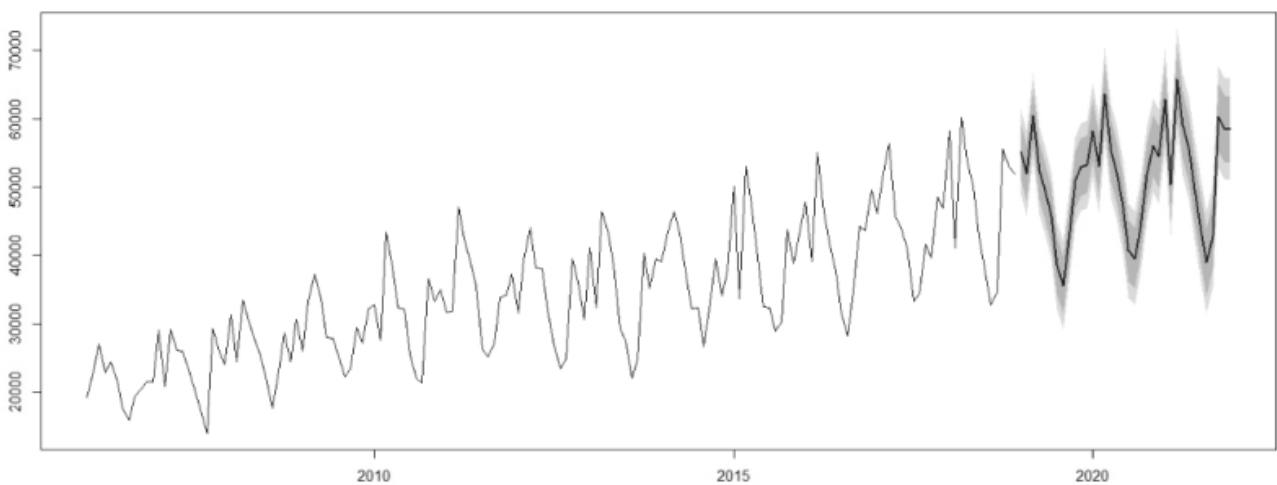


Figure 4. ARIMA model을 이용한 예측
(Prediction from ARIMA model)

Table 2. ARIMA model을 이용한 예측(2019-2021)
(Prediction using ARIMA model(2019-2021))

	2019	2020	2021
Jan	55,153.82	58,258.12	62,921.23
Feb	52,068.61	53,117.53	50,413.27
Mar	60,447.84	63,654.96	65,823.65
Apr	52,372.74	55,294.39	59,158.45
May	49,593.89	52,327.39	55,530.66
Jun	45,770.42	47,169.80	49,687.97
Jul	38,606.62	40,730.17	43,703.36
Aug	35,611.85	39,597.54	39,000.61
Sep	42,356.64	44,108.62	42,888.47
Oct	50,956.58	51,880.13	60,375.58
Nov	52,931.20	56,147.73	58,465.06
Dec	53,385.37	54,508.81	58,506.08
Mean	49,104.63	51,399.60	53,872.87
Total	589,255.58	616,795.20	646,474.40

IV. 고찰 및 결론

현재 급속화된 고령화로 인한 의료비 증가는 보건의료 분야에서 가장 큰 문제로 나타나고 있다. 또한, 백내장과 같은 노년성 질환의 경우 합병증 발병의 위험이 높아 노인의 삶의 질에 크게 영향을 미치기 때문에 이에 대한 예방 및 대처방안이 매우 중요하다. 특히 눈건강은 시력과 직결되는 것으로 삶의 질과 밀접한 관련이 있어, 반드시 관리가 되어야 하는 것으로 관리의 중요성이 높아지고 있다[12]. 이에 따라 국내에서도 국가차원에서 안질환을 관리하고 증가하고 있는 의료비를 효율적으로 활용하며 적정진료를 통해 건강과 이를 뒷받침 하고 있는 건강보험의 재정을 보호하고자 진단명 기준 환자군(Diagnosis Related Groups, DRGs)에 근거한 포괄수가제를 도입하였으며, 7개의 보장 수술 중 백내장 수술을 이에 포함시켜 보장하고 있다[13, 14].

이처럼 여러 방면에서 수행되고 있는 대책에 대한 기초 자료를 구축하기 위해 기존의 자료를 활용한 추세분석과 통계적으로 검증력 있는 예측을 수행하였다. 예측결과 기존의 백내장 수술건수가 가지고 있던 계절성이 명확하게 나타났다. 이와 같은 계절성은 백내장의 경우 안질환의 특성상 감염에 취약하고 환경상의 영향을 많이 받는 것의 원인으로 판단된다. 따라서 일반적으로 기온이 떨어져 상대적으로 감염의 가능성이 낮아지는 겨울계절에 해당 수술의 건수가 상승하는 것으로 보인다. 이와 같이 해외에서는 백내장의 위험요인과 환경에 대한 영향 등에 대한 역학연구가 지속적으로 이루어지고 있다[15]. 일반적으로 기온이 낮은 계절에 주로 환자들이 수술을 선택하는 것으로 나타나며, 백내장의 경우 응급의 수술을 요하기 보다 만성 질환으로 환자들이 수술의 일정을 조율할 수 있음이 반영된 결과라 볼 수 있다. 이러한 특성 외에 가장 수술건수가 높게 나타나는 3월의 경우 기온이 높아짐에 따라 실외활동이 증가하게 되고, 선행연구에서 나타난 것과 같이 백내장 발병에 위험요인으로 나타난 자외선에 노출되는 정도가 많아지기 때문으로 판단할 수 있다[16]. 또한, 특히 황사와 꽃가루는 안건강과 백내장 발생에 있어 위험요인으로 나타나기 때문에 이에 영향으로 백내장 수술 건에서 영향을 줄 확률이 높아짐을 알 수 있었다[16]. 따라서 이를 예방하기 위해서는 사전에 보건교육 등을 실시하여 백내장 질환 혹은 그에 따르는 합병증을 예방하는 방안을

모색하는 것이 필요하다. 이와는 반대로 평균적으로 가장 기온이 높은 8월은 1년 중 수술건수가 가장 낮은 수치를 기록하고 있다. 이처럼 각 계절별로 백내장 발병률이 명확한 차이를 보이고 있어, 이에 영향을 미치는 요인을 파악하고 시점별로 각각의 계절에 맞는 대책을 세우는 것이 발생률을 줄이는데 긍정적인 영향을 미칠 것으로 예상된다. 따라서 정책입안 시 분명한 계절성에 대해서 고려되어야 하는 부분을 시사하며, 그 차이에서 나타나는 상호보완적인 정책이 필요하다.

또한, 백내장에 대한 수술은 감소하지 않고 지속적으로 증가하고 있는 추세를 보이고 있는데, 이에 대한 대책 역시 필요한 시점이며 증가 추세가 더욱 가중되는 까닭은 현재 고령인구가 급증함과 동시에 노인의 삶의 질에 대한 욕구가 상승하고 있기 때문이다[17, 18]. 이와 같이 노인의 삶의 질에 대한 관심은 백내장 수술에서도 나타나, 삶의 질에 대한 관심이 증대되고 있기 때문에 삶의 질을 향상시킬 수 있는 고급화된 수술에 대한 욕구가 높아지고 있는 상황으로 지속적으로 수술 비율을 증가시키는 요인으로 작용한다[19, 20]. 기존에 단순히 질병의 치료를 목적으로 행해지던 수술이 시력향상, 외관적 이미지 변화 등의 치료 외적인 것들까지 그 욕구가 커짐으로 인해 그 문제가 가중되고 있다. 이에 따라 지속적으로 수술에 대한 수요와 추세를 파악하고 예측하여 증가에 대한 대안을 마련하여 관리가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] Kim JH, Encyclopedia of cataracts: Ilchokak: 2002
- [2] HIRA, NHIS .2018 National Health Insurance Statistical Yearbook, Health Insurance Review and Assessment Service & National Health Insurance Services: 2018
- [3] Tobacman JK, Lee P, Zimmerman B, Kolder H, Hilborne L, Brook R. Assessment of appropriateness of cataract surgery at ten academic medical centers in 1990. Ophthalmology 1996;103(2): 207-215.
- [4] Kosis, Korean Statistical Information Service [cited 2020 April 8]. Available from <http://kosis.kr/index/index.do>

- [5] Coghlan A. A little book of R for time series, Release 02:2017.
- [6] Odame O, Atinuke A, Labeodan O. Using Holt Winter's Multiplicative Model to Forecast Assisted Childbirths at the Teaching Hospital in Ashanti Region, Ghana:2014.
- [7] Kim HJ. Risk factors associated with cataract by in middle-aged and older Korean adults, Journal of Korean Ophthalmic Optics Society 2012;17(4): 449-455.
- [8] Ryu S, Kim J, Hong J, Chung E. Estimated Incidence and Cost Projections of Cataract Surgery in the Republic of Korea, Journal of the Korean Ophthalmological Society 2019;60(9): 829-834.
- [9] Akaike H. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In: Selected papers of hirotugu akaike, Springer, New York, NY 1998:199-213.
- [10] Akaike H. A new look at the statistical model identification, IEEE transactions on automatic control 1974;19(6):716-723.
- [11] Fletcher R. Practical methods of optimization, John Wiley & Sons, 2013.
- [12] Hong J, Mah K, Kim H, Doo H, Bae H. A study on quality of life by age and occupation in progressive addition lens user, The Korean journal of vision science 2007;9(1):65-77.
- [13] Lee S, Choi K, Jo H, Chae Y, Han E. A critical review of the application experiences of the DRG reimbursement system in the USA, Korean J Health Policy Adm 2000;10(4):20-56.
- [14] Lee M, Lee Y, Koh K. The change of medical care pattern and cost of cataract surgery by the DRG payment system in a general hospital, Korea Journal of Hospital Management 2005;10(1):48-70.
- [15] Hockwin O. Risk factors for cataract development, Dev Ophthalmol Karger Basel 1989; 17:1-217.
- [16] Woo K, Shin Y. A systematic review of studies using time series analysis of health and welfare in Korea, Journal of the Korean Data and Information Science Society 2014;25(3):579-599.
- [17] Ye K, Lee W. A Study on the Quality of Life in the Cataract Patients (By The EQ-5D (Euro Quality of Life-5Dimension Standard)), J Korean Ophthalmic Opt Soc 2017;22(1):89-96.
- [18] Kim O, Hwang J, Kim K, Kang J. The experiences of daily life among elderly women with cataracts, Qualitative Research 2008;9(2):129-141.
- [19] Park S, Cheong T, Shyn K. A Survey of Post-Operative Daily Life Behavior and Degree of Satisfaction in Patients Two or More Years after Cataract Surgery, Journal of the Korean Ophthalmological Society 2000;41(3):651-659.
- [20] Ryu S, Kim J, Hong J, Chung E. Estimated Incidence and Cost Projections of Cataract Surgery in the Republic of Korea, Journal of the Korean Ophthalmological Society 2019;60(9): 829-834.