



뇌신경계 중환자실 전담 약사의 활동에 따른 약물 조정 효과 및 회피비용 분석

조의상¹ · 송영주¹ · 정영미¹ · 최경숙¹ · 이은숙¹ · 김은경² · 한문구³

¹분당서울대학교병원 약제부, ²서울대학교 약학대학, ³분당서울대학교병원 신경과

Effects of Medication Reconciliation and Cost Avoidance Analysis by Clinical Pharmacists in a Neurocritical Care Unit

Ui Sang Cho¹, Young Joo Song¹, Young Mi Jung¹, Kyung Suk Choi¹, Eunsook Lee¹, Euni Lee², Moon-Ku Han, MD³

¹Department of Pharmacy, Seoul National University Bundang Hospital, Seongnam; ²College of Pharmacy, Seoul National University, Seoul; ³Department of Neurology, Seoul National University Bundang Hospital, Seongnam, Korea

Background: The role of clinical pharmacists in medication therapy to improve clinical and economic outcomes has been reported in the literature. This study was conducted to analyze the changes in details of medication interventions before and after the introduction of clinical pharmacists into the care of neurocritical care unit (NCU) patients, and to evaluate the economic effects of clinical pharmacists by calculating the avoidance cost.

Methods: A retrospective study was conducted reviewing the electronic medical records from June 2013 to May 2014 (before), and from June 2016 to May 2017 (after). We calculated the number and rates of intervention, the acceptance rates of it, and also reviewed the list of interventions. We calculated avoidance cost if there was no intervention.

Results: The monthly mean number of interventions increased from 8.0 (± 5.7) to 31.7 (± 12.8) ($P < 0.001$) and the frequency of intervention also increased from 0.8% to 1.6% ($P = 0.003$). The most frequently provided pharmacist intervention was nutritional support before introduction of clinical pharmacists and discussions on the medication plan after. The number of classified interventions was 14 before introduction of clinical pharmacist services and 33 after. The calculated cost avoidance associated with a clinical pharmacists' integration was 77,990,615 won per year.

Conclusion: Introduction of clinical pharmacist into the NCU was associated with increased intervention rates and expanded types of clinical interventions. The cost avoidance achieved by the pharmacists' interventions can be further explored to evaluate if similar expansions of pharmacists' services achieve similar results in other settings.

J Neurocrit Care 2018;11(2):110-118

Key words: Intensive care units; Pharmacist; Medication reconciliation; Costs and cost analysis

Received October 30, 2018
Revised December 6, 2018
Accepted December 6, 2018

Corresponding Author:

Moon-Ku Han, MD
Department of Neurology, Seoul
National University Bundang Hospital,
82 Gumi-ro 173beon-gil, Bundang-gu,
Seongnam 13620, Korea
Tel: +82-31-787-7469
Fax: +82-31-719-7985
E-mail: mkhan@snu.ac.kr

Copyright © 2018 The Korean Neurocritical
Care Society

서론

중환자는 질병의 심각성, 다약제 사용, 신체 기능의 저하로 처방 오류 발생 시에 약물 이상 반응에 대한 위험과 빈도수가 높다.¹⁻³ 중환자실에서 팀 의료의 일원으로써 약사가 참여하는 것은 적절한 약물 정보 제공 및 조정에 기여할 수 있으며 약물 이상 반응 예방, 재원 기간 감소 및 경제적 이득을 가져온다고 보고되었다.⁴⁻⁷ 2008년 시행된 연구에서 국제적으로 74.4%의 중환자 전담 약사가 중환자 약물 치료에 기여하고 있으며,⁸ 국내의 경우 2014년 건강보험심사평가원에서 ‘중환자실 적정성 평가’ 실시를 결정하면서 중환자 약물 치료를 위하여 약사의 참여는 필수적인 요소가 되었다.⁹

중환자실 전담 약사의 조정 활동이 처방 관련 오류 및 약물 이상 반응 감소를 통하여 환자 안전 및 경제적인 측면에 긍정적인 효과를 나타낸다고 보고되었으나 뇌신경계 중환자실 (neurocritical care unit, NCU) 환경에서 연구된 바는 없다. 뇌신경계 중환자의 주된 입원 사유는 뇌동맥류, 뇌출혈, 뇌경색, 뇌종양, 발작 등이며 적절한 초기 치료에 이후에 큰 영향을 미치는 질환들이다. 이러한 신경과적 응급 상황에서 뇌신경계 질환에 대한 이해를 바탕으로 적절한 약물 치료학적 접근을 위해서는 NCU 전담 약사가 필요할 것으로 사료된다. NCU 전담 약사는 약물 처방 감사를 통하여 약물 용량, 부작용, 상호작용 등을 확인하여 올바른 약물 사용 및 대체 약물에 대한 추천을 하며, NCU 환자의 집중적인 모니터링을 통하여 시시각각 변하는 상황에 필요한 약물 요법 추천 및 임상 업무를 할 수 있다. 이에 본 연구는 NCU 전담 약사의 활동 전과 후의 약물 조정 변화를 분석하고, 전담 약사 활동 후 약물 조정 에 대한 회피비용을 산출함으로써 NCU 전담 약사의 약물 조정 효과를 평가하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 연구 대상

중환자실에서 약사의 역할에 대한 인식과 함께 분당서울대학교병원에서는 2013년 3월 NCU가 신설된 이후, 2014년 11월 1일부터 NCU 전담 약사가 배치되어 회진 참여, 환자 투약 이력 관리, 약물 검토 및 조정 등의 업무를 시작하였다. 본 연구는 분당서울대학교병원 NCU 입원환자 중 뇌신경센터, 신경과, 신경외과의 진료를 받은 20세 이상의 환자를 대상으로 연구를 진행하였다.¹⁰ 2013년 6월 1일부터 2014년 5월 31일까지를 전

담 약사 활동 전 분석 기간으로, 2016년 6월 1일부터 2017년 5월 31일까지를 전담 약사 활동 후 분석 기간으로 하였다. 그러나 NCU의 재실 기간이 1일 미만인 환자는 제외하였다.

2. 자료 수집 및 연구 방법

1) 조정 활동 분석

전담 약사 활동 전과 후의 약물 조정에 대한 분석은 분당서울대학교병원 약제부 약사에 의하여 이루어진 약물 조정 활동을 분석하였다. 약물 조정 방법은 원내 메신저, 전화, 문자 등에 의하여 이루어졌으며, 전담 약사 활동 전에는 NCU 환자에게 처방된 약을 조제하는 과정에서 비전담 약사에 의하여 이루어지는 처방 감사를 바탕으로 조정 활동을 분석하였다. 또한 처방 단위 오류, 제형 오류 등의 약물 조정 이외에 NCU 환자의 영양 자문, clinical pharmacokinetic consultation service (CPCS) 자문이 있을 때 회신을 하는 NCU 비전담 약사의 임상 업무 활동을 분석하였다. 전담 약사 활동 후에는 전담 약사의 처방 감사에 의한 약물 조정 활동, 영양 자문 및 CPCS 자문 등의 임상 업무, 회진 참여, 주치의 문의사항에 대한 답변 및 약물 추천 등의 활동과 전담 약사 근무 외 시간에 있었던 비전담 약사의 처방 감사를 바탕으로 약물 조정 활동을 분석하였다.

연구 대상의 전자 의무기록을 후향적으로 검토하였으며, 조정 활동은 조정 약물을 기준으로 분석하였다. 평가지표로 약물 조정 건수, 처방 대비 약물 조정률, 수용률, 약물 조정 유형, 조정 약물군에 대한 자료를 수집하였다.

약물 조정 건수는 분당서울대학교병원 전산시스템에 기록된 약물 조정 내역을 조회하여 분석하였다. 처방 대비 약물 조정률은 전체 약물 처방 건수에 대한 전체 조정 건수의 비율로 계산하였다. 수용률은 약물 조정 이후 3일 이내 처방이 변경된 경우로 정의하였다.¹¹ 약물 조정 유형은 약사가 작성한 문의내역 내용을 기준으로 총 8개의 카테고리 분류하였으며, 영양 지원, 용량 변경, 제형 변경, 약물 치료 계획 상의, 투여 계획 변경, 적응증 해당하지 않음, 약물 유해 반응 가능성, CPCS 자문 관련 문의가 해당하였다. 예를 들어, ‘약물 치료 계획 상의’ 항목에는 균 동정 결과에 따른 항생제 사용 기간 및 step up, step down 여부, 약물 상호작용 가능성에 의한 대체 약품 추천 등의 내용이 포함되었으며, ‘투여 계획 변경’ 항목에는 동일 효능의 경구 제형, 주사 제형 중복 처방시 단일 약물 사용 추천, 식전, 식후, 공복 복용 등 약효 및 약물 상호작용을 고려한 투여 스케줄 변경 추천, 약물 투여의 보험 인정 기준 안내를 통한 투여 일정 변경 등의 내용이 포함되었다.

조정 약물군 분류는 세계보건기구 Anatomical Therapeutic Chemical (ATC) code 분류 체계를 기준으로 하였다.

2) 회피비용 분석

연구 기간 중 전담 약사 활동 후 1년 동안의 약물 조정에 대한 회피비용을 계산하였다. 회피비용은 전담 약사의 조정 활동이 실제 수용되어 환자의 치료 결과에 긍정적인 영향을 미쳤다고 판단할 수 있는 경우 계산하였으며 회피비용 계산 방법은 다음과 같다.^{12,13} 회피비용=약물 조정의 심각성×약물 조정 없었을 경우 연장되었을 입원 일수×평균 1일 입원 비용.

약물 조정의 심각성은 세계보건기구 지침에 근거한 분당서울대학교병원의 환자안전보고 체계를 기준으로 1명의 전공 약사가 1차 분류하였다.^{4,14,15} 잠재적으로 치명적 결과 초래, 잠재적으로 심각한 결과 초래, 잠재적으로 중요한 결과 초래, 잠재적으로 미미한 결과 초래, 중요하지 않음으로 분류하였으며, 각각 1, 0.6, 0.4, 0.1, 0의 환산 지수를 반영하여 약물 조정의 심각성에 따라 차등 계산하였다. 예를 들어, 약물 조정이 없었을 경우 수술, 사망 등 생명에 치명적인 상태가 유발될 가능성이 높은 경우에 '잠재적으로 치명적 결과 초래'로 분류, 심각한 독성을 유발할 수 있는 경우는 '잠재적으로 심각한 결과 초래'로 분류, 약물 용량 오류, 처방 누락, 영양 자문 및 CPCS 자문과 같이 즉각적인 해가 발생하지 않으나 관찰이 필요한 경우 '잠재적으로 중요한 결과 초래'로 분류, 약품 정보 제공 등 환자에게 해가 발생하지 않는 경우는 '잠재적으로 미미한 결과 초래'로 분류, 약사의 약물 조정 활동이 환자의 임상 결과에 영향을 미치지 않는 경우는 '중요하지 않음'으로 분류하여 각각의 환산 지수를 대입하여 계산하였다.

조정이 없었을 경우 연장되었을 입원 일수의 경우 약사의 약물 조정 활동을 경제적 가치로 환산하는 방법의 일환으로 회피비용을 분석한 선행 연구의 계산 방법을 차용하였으며, 국내 객관적 기준이 없는 실정으로 본 연구에서도 1일로 가정하여 계산하였다.¹¹⁻¹³ 입원 비용은 분당서울대학교병원 NCU 평균 1일 입원 비용을 사용하여 계산하였으며, 여기에는 약제 비용, 검사 비용 등 환자 처치에 대하여 발생한 모든 수가가 포함되었다.

연구 기간 휴일 및 법정 공휴일을 제외한 전담 약사의 평균 근무일수는 약 250일이었다. 1일 8시간 근로 시간 중 병원 약사로서의 기본적인 조제 업무, 부서내 업무 등을 제외하고 전담 약사로서의 일일 평균 활동 시간은 약 3시간이었으며, 이를 통하여 전담 약사 활동 시간에 대한 회피비용을 분석하였다.

3. 통계 분석 방법

통계적 분석 방법으로 전체 처방 대비 중재율은 *t*-test, 약물 조정 건수, 수용률, 환자군 특성 분석은 chi-square test를 통하여 분석되었으며, IBM SPSS statistic ver. 21.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) 프로그램을 이용하였다. 모든 자료는 *P*<0.05일 때 통계적으로 유의한 것으로 간주하였다.

4. 피험자 보호

본 연구는 분당서울대학교병원 임상시험 윤리위원회의 승인 하에 시행되었다. 의무기록 검토를 통한 후향적 연구로서 연구 대상자의 동의 거부를 추정할 만한 사유가 없고, 동의를 면제하여도 연구 대상자에게 미치는 위험이 극히 낮아 동의서가 면제되었다(IRB No. B-1709/420-105).

결 과

1. 연구 대상의 특성

분당서울대학교병원 NCU 입원 환자 중 본 연구의 기준에 적합한 환자 수는 2013년 6월 1일부터 2014년 5월 31일까지 59명, 2016년 6월 1일부터 2017년 5월 31일까지 143명이었으며, 총 202명을 연구 대상으로 하였다. 대상 환자의 기본 특성은 Table 1과 같다.

전담 약사 활동 전 NCU 입원 환자의 평균 연령은 61.7세(±16.0)이고, 남자는 55.9% (n=33)였다. 전담 약사 활동 후 NCU 입원 환자의 평균 연령은 65.2세(±16.7)이고, 남자는 62.2% (n=89)였다. 입실 시 중환자의 질병 중증도와 사망률 예측을 할 수 있는 acute physiology and chronic health evaluation II Score의 평균은 활동 전 군에서 24.9점(±10.0), 활동 후 군에서 25.5점(±6.0)이었다.¹⁶ NCU 재실 기간의 중간값은 활동 전 군에서 13일(2-351), 활동 후 군에서 12일(2-365)이었다. 입원 당시 주 진단명은 두 군 모두 뇌경색, 뇌동맥류, 뇌종양, 뇌출혈 등이었다. 활동 전 군과 후 군의 특성은 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 1).

2. 전담 약사의 조정 활동

1) 약물 조정 건수 및 수용률 변화

전담 약사 활동 후 약물 조정 건수와 수용률 변화는 다음과 같다(Table 2). 월 평균 약물 조정 건수는 전담 약사 활동 전 8.0건(±5.7)에서 전담 약사 활동 후 31.7건(±12.8)으로 증가

Table 1. Basic characteristics of the study population

	Before group (n=59)	After group (n=143)	P value
Male	33 (55.9)	89 (62.2)	0.405
Age (years)	61.7 (16.0)	65.2 (16.7)	0.175
Weight (kg)	62.8 (11.4)	68.1 (39.6)	0.312
Height (cm)	163.9 (9.7)	163.8 (9.0)	0.906
Admission causes			
Infarction	12 (20.3)	39 (27.3)	0.302
Aneurysm	8 (13.6)	17 (11.9)	0.743
Brain tumor	7 (11.9)	11 (7.7)	0.344
Intracerebral hemorrhage	6 (10.2)	13 (9.1)	0.811
Subdural hemorrhage	4 (6.8)	11 (7.7)	0.822
Status epilepticus	3 (5.1)	5 (3.5)	0.599
Encephalitis	3 (5.1)	5 (3.5)	0.599
Subarachnoid hemorrhage	2 (3.4)	7 (4.9)	0.637
Hydrocephalus	2 (3.4)	2 (1.4)	0.356
Moyamoya disease	2 (3.4)	3 (2.1)	0.591
Other	10 (16.9)	30 (21.0)	0.513
APACHE II Score	24.9 (10.0)	25.5 (6.0)	0.695
Length of NCU stay in days	13 (2-351)	12 (2-365)	0.454

APACHE, acute physiology and chronic health evaluation; NCU, neurocritical care unit.

Values are presented as number (%), the mean (standard deviation) for normally distributed variables, or as the median (25th-75th percentile, interquartile range) for non-normally distributed variables.

Table 2. Changes in medication reconciliation

	Before group	After group	P value
Total number of medication reconciliations, N_{mr}	96	380	-
The monthly mean number of medication reconciliations	8.0 (5.7)	31.7 (12.8)	<0.001
The rates of medication reconciliation (%)	0.8	1.6	0.003
Acceptance rate (%)	78.1	85.0	0.104

mr, medication reconciliation.

Table 3. Types of medication intervention

Types of medication intervention	Before group ($N_{mr}=96$)	After group ($N_{mr}=380$)
Nutritional support	40 (41.7)	30 (7.9)
Change of dose	20 (20.8)	54 (14.2)
Change of dosage form	14 (14.6)	16 (4.2)
Discussion of medication plan	9 (9.4)	105 (27.6)
Change of medication plan	4 (4.2)	58 (15.3)
Indication error	4 (4.2)	32 (8.4)
Probability of adverse drug reaction	3 (3.1)	66 (17.4)
Clinical pharmacokinetic consultation	2 (2.1)	19 (5.0)

mr, medication reconciliation.

Values are presented as number (%).

Table 4. Changes in drug categories due to medication reconciliation

Drug categories*	Before group (N _{mr} =96)	After group (N _{mr} =380)
Agents acting on the renin-angiotensin system	-	3 (0.8)
All other therapeutic products	-	2 (0.5)
Analgesics	2 (2.1)	7 (1.8)
Anesthetics	-	3 (0.8)
Antianemic preparations	-	2 (0.5)
Antibacterials	13 (13.5)	137 (36.1)
Antidiarrheals, intestinal anti-inflammatory/antiinfective agents	1 (1.0)	3 (0.8)
Antiemetics and antinauseants	-	1 (0.3)
Antiepileptics	8 (8.3)	24 (6.3)
Antihistamines for systemic use	-	1 (0.3)
Anti-inflammatory and antirheumatic products	-	5 (1.3)
Antimycobacterials	1 (1.0)	5 (1.3)
Antimycotics for systemic use	-	8 (2.1)
Antithrombotic agents	1 (1.0)	19 (5.0)
Anxiolytics	5 (5.2)	-
Beta blocking agents	-	1 (0.3)
Bile and liver therapy	-	5 (1.3)
Calcium channel blockers	1 (1.0)	4 (1.1)
Cardiac therapy	5 (5.2)	2 (0.5)
Corticosteroids for systemic use	-	9 (2.4)
Cough and cold preparations	-	4 (1.1)
Digestives, including enzymes	-	2 (0.5)
Drugs for acid related disorders	4 (4.2)	45 (11.8)
Drugs for constipation	-	5 (1.3)
Drugs for functional gastrointestinal disorders	1 (1.0)	6 (1.6)
Drugs for obstructive airway diseases	1 (1.0)	-
Drugs used in diabetes	1 (1.0)	3 (0.8)
Immunosuppressants	-	2 (0.5)
Lipid modifying agents	-	1 (0.3)
Muscle relaxants	-	7 (1.8)
Ophthalmologicals	-	8 (2.1)
Pituitary and hypothalamic hormones and analogues	1 (1.0)	1 (0.3)
Psychoanaleptics	-	1 (0.3)
Psycholeptics	-	5 (1.3)
Thyroid therapy	-	1 (0.3)
Solutions and solution additives	51 (53.1)	48 (12.6)

mr, medication reconciliation.

*Based on the World Health Organization Anatomical Therapeutic Chemical code system's level 2 pharmacological effects.

하였다($P<0.001$). 처방 대비 약물 조정률은 전담 약사 활동 전 0.8%에서 전담 약사 활동 후 1.6%로 증가하였다($P=0.003$). 약물 조정에 대한 수용률은 전담 약사 활동 전 78.1%, 전담 약

사 활동 후 85.0%로 통계적으로 유의하지 않았지만 증가한 경향을 보였다($P=0.104$).

Table 5. Classification of severity of the clinical consequences without pharmacist intervention

Patient outcome	Conversion index	Definition
Death	1	On balance of probabilities, death was caused or hastened by the incident
Severe	0.6	Patient outcome is symptomatic, requiring life-saving intervention or major surgical/medical intervention, shortening life expectancy or causing major permanent or long term harm or loss of function
Moderate	0.4	Patient outcome is symptomatic, requiring intervention (e.g., additional operative procedure, additional therapeutic treatment), an increased length of stay, or causing permanent, or long term harm or loss of function
Mild	0.1	Patient outcome is symptomatic, symptoms are mild, loss of function or harm is minimal; or intermediate, but short term, and no or minimal intervention (e.g., extra observation, investigation, review or minor treatment) is required
None	0	Patient outcome is asymptomatic or no symptoms detected, and no treatment is required

Table 6. Cost avoidance by the medication reconciliation program

Severity of the clinical consequences	Conversion index	Value	Cost avoidance*
Death	1	0 (0.0)	-
Severe	0.6	12 (4.3)	6,143,681 won
Moderate	0.4	193 (68.9)	65,873,911 won
Mild	0.1	70 (25.0)	5,973,023 won
None	0	5 (1.8)	-
Total		280 [†] (100.0)	77,990,615 won/year 103,987 won/hour [‡]

NCU, neurocritical care unit; WHO, World Health Organization.

Values are presented as number (%).

*The mean hospitalization cost per 1 day in NCU is 853,289 won.

[†]Among 380 cases, 280 cases reconciliated by clinical pharmacist in NCU were accepted and could be judged by WHO guideline.

[‡]750 hour/year, the average of working time for NCU patient medication profile was about 3 hours a day during study period.

2) 약물 조정 유형 변화

전담 약사 활동 후 약물 조정 유형 변화는 다음과 같다 (Table 3). 전담 약사 활동 전 총 96건의 약물 조정이 있었으며, 상위 세 가지 항목은 영양 지원 40건, 용량 변경 20건, 제형 변경 14건으로 전체 약물 조정의 77.1%를 차지하였다. 전담 약사 활동 후 총 380건의 약물 조정이 있었으며, 상위 세 가지 항목은 약물 치료 계획 상의 105건, 약물 유해 반응 가능성 66건, 투여 계획 변경 58건으로 전체 약물 조정의 60.3%를 차지하였다. 전담 약사 활동 전과 후 약물 조정 유형이 차지하는 비율의 변화와 함께 약물 조정 유형의 분포도가 변화하였으며, 활동 후 더 다양한 분포를 나타냈다.

3) 조정 약물군 변화

전담 약사 활동 후 조정 약물군의 변화는 다음과 같다 (Table 4). 약물군 분류는 세계보건기구 ATC code 체계 2단

계 약효에 따른 세부 분류군을 기준으로 하였다. 조정 내용을 기반으로 약물 효능과 상관성이 부족하다고 판단되는 total parenteral nutrition 제제, 수액 제제, 단백질 제제, 지질 제제, 전해질은 약물군 분석 대상에서 제외하였으며, 용액 (solution)과 용액 첨가제(solution additives)로 개별 분류하였다.

조정 약물군은 전담 약사 활동 전 14군, 전담 약사 활동 후 33군이었다. 변화율이 가장 큰 약물군은 항생제였으며, 항생제 관련 약물 조정 건수가 전담 약사 활동 전 13건(13.5%)에서 전담 약사 활동 후 137건(36.1%)으로 증가하였다. 세부적으로 전담 약사 활동 전 조정 항생제는 8종, 활동 후 21종이었다. CPCS에 의하여 약물 농도 확인 후 적절한 용량/용법 추천, 균동정 결과에 따른 항생제 step up과 step down에 대한 약물 추천 등의 활동이 포함되었다.

3. 전담 약사의 조정 활동에 따른 회피비용

전담 약사 활동 후 기간의 조정 활동에 대하여 회피비용을 계산하였다. 2016년 6월 1일부터 2017년 5월 31일까지 1년 동안 약물 조정 건수는 총 380건이었고, 실제 수용되어 심각성 판단이 가능한 건수는 323건이었다. 이 중 전담 약사에 의한 280건에 대하여 세계보건기구 지침에 근거하여 심각성을 분류하였다(Table 5).¹⁵

연구 기간 분당서울대학교병원 NCU 입원 환자의 평균 1일 입원 비용은 약제 비용을 포함하여 환자 처치에 발생한 모든 수가를 포함하였을 때 853,289원이었다. 약물 조정의 심각성에 따른 회피비용은 잠재적으로 심각한 결과 초래 단계 6,143,681원, 중요한 결과 초래 단계 65,873,911원, 미미한 결과 초래 단계 5,973,023원으로 총 77,990,615원이었다. 연구 기간 전담 약사의 근무 일수(약 250일)와 일 평균 근무 시간(약 3시간)을 통하여 전담 약사의 활동 시간은 약 750시간으로 계산되었으며, 시간에 대하여 발생한 회피비용은 103,987원/시간으로 계산되었다(Table 6).

고 찰

본 연구는 NCU에 입실하여 뇌신경센터, 신경과, 신경외과의 진료를 받은 환자를 대상으로 하였으며, 전담 약사 활동 전과 후 약물 조정에 변화가 있었음을 분석한 국내 첫 번째 연구인 것에 의의가 있다. 중환자에게 최적의 약물 치료를 위하여 다학제 진료팀의 일원으로 약사가 참여하는 것은 임상 및 경제적 측면에서 긍정적인 효과가 있다는 논문들이 보고되었다.⁴⁻⁷ 1970년대부터 중환자 약료가 시작된 미국에서는 2000년에 중환자의학회와 임상약학회에서 중환자 약사의 업무를 기술한 보고서를 발표하였으며,¹⁷ 국내의 경우 2003년부터 한국병원약사회 주최로 중환자 약물 치료에 대한 교육을 하고 있다.¹⁸ 또한, 한국병원약사회에서는 의약품에 대한 기본 지식 외에도 심층적 약물 요법 및 약제 서비스를 제공할 수 있는 능력을 갖춘 약사를 양성하기 위하여 중환자 약료를 포함한 각 분야에 전문화된 병원 약사를 배출하고 있다.

중환자실 약사가 중점적으로 관심을 가져야 할 업무는 신기능 및 간기능 장애 환자에서의 약물 용량 조절, 복합적인 약물 요법에서 발생할 수 있는 약물 상호작용과 약물 부작용의 감시 및 예방, 경구 섭취가 어렵거나 영양 요구량을 변경해야 하는 환자에서의 영양 평가, 환자에게 투여되는 다수의 정맥투여 약물 간 배합금지 및 안정성 확인, 병원 감염의 예방

과 치료가 있다.¹⁷ 이를 바탕으로 약물 조정 유형을 분류하여 분석하였으며, 연구 결과에서 나타난 약물 조정 건수의 절대적 증가 및 처방 대비 약물 조정률의 증가를 통하여 전담 약사 활동 후 중환자실 약사의 업무가 적극적으로 수행되었음을 유추해 볼 수 있었다.

본 연구의 결과에 의하면 NCU 전담 약사 활동 후 약물 조정의 양적인 증가가 있었다. NCU 병상수 변화에 의한 단순한 양적 증가가 아님을 보완하기 위하여 병상수 차이가 가장 적었던 연구 기간 각 1년을 계획하였고, 전담 약사 활동 전 연구 기간에는 15병상, 전담 약사 활동 후 연구 기간에는 14병상이었다. 1병상이 줄었지만, 실제 본 연구의 기준에 적합하였던 환자는 전담 약사 활동 전 59명, 전담 약사 활동 후 143명이었다. 제외 환자수 또는 재원 일수에 따른 병상 회전을 차이를 배제할 수 없지만, 전담 약사 활동에 의하여 NCU 환자의 약물 요법이 좀 더 적극적으로 모니터링 되었음을 확인하였다. 이는 환자의 전자 의무기록을 바탕으로 환자의 투약 이력을 관리하고, 중환자의 임상상황 변화에 따른 긴급 처방에 대한 모니터링이 지속적으로 이루어지는 것과 연관이 있는 것으로 판단된다. 약물 조정에 대한 의료진의 수용률은 통계적으로 유의하지 않았지만 78.1%에서 85.0%로 증가하였으며, 국내 참고 문헌에서 발표한 수용률과 비교하였을 때 상대적으로 높은 편이었다.^{18,19}

전담 약사 활동 후 특징적으로 약물 조정 유형 및 약물 분류군의 변화가 있었다. 전담 약사 활동 전에는 기존에 영양 집중 지원팀 업무가 이루어지고 있었던 것을 고려하여 전제 약물 조정에서 영양 지원 관련 비율이 41.7%로 가장 높게 나타났다. 용량 변경, 제형 변경 순으로 약물 조정이 있었다. 원내 처방전을 통하여 약을 조제하고 감사하는 병원 약사의 일반적인 약물 조정 활동이 다수를 차지하였다. 전담 약사 활동 후에는 약물 치료 계획 상의, 투여 계획 변경이 42.9%로 높은 비율을 나타냈고, 약물 처방과 투약이 되는 과정에서 적극적인 약물 조정 활동이 있었다. 조정 세부 내용에는 균 동정 결과에 따른 항생제의 선택과 용량 및 용법 추천, 신기능 변화에 따른 용량 및 용법 변경, 대체 약물 추천, NCU 프로토콜 및 중환자실 약물 치료 지침에 근거한 약물 투여 추천 등이 있었다. 이외에도 치료적 저체온 요법을 고려한 적절한 영양 지원 자문, 예방적 항정련제 약물 사용에 대한 약품 정보 제공 등 NCU 환자에 대한 이해와 지식을 바탕으로 한 약물 조정 활동이 있었다. 중환자들에게 발생하는 다양한 긴급 상황에 대한 약물 조정 활동은 앞서 약물 조정 유형의 변화와 함께 분포의 변화에도 영향을 미쳤으며, 전담 약사 활동 전 일부 약

물 조정 활동에 편중되어 있었던 것과 비교하여 약물 조정 내용이 더 다양화된 것을 확인하였다. 이와 관련하여 전담 약사 활동 후 조정 약물군이 14군에서 33군으로 확대되었으며, 특히 항생제 사용에 대한 조정 비율이 13.5%에서 36.1%, 소화성 궤양 용제는 4.2%에서 11.8%로 크게 증가하였다. 조정 세부 내용에는 적응증에 해당하지 않는 용량 및 용법에 대한 조정, 신기능 저하에 따른 약물 조정, 제형 변경 및 투여 경로 변경에 따른 대체 약물 추천 등이 있었다. 중환자의 경우 감염의 증상 및 균 동정의 결과에 따라 항생제 긴급 처방이 발행되는 경우가 많다. 또한 호흡 보조를 위하여 기계적 환기를 하는 경우가 많아 스트레스 궤양 예방 약제의 처방이 빈번한 상황이다. 연구 결과는 이러한 중환자의 특성을 이해하고, 실시간으로 의무기록을 검토함으로써 시의 적절한 약물 조정을 하는 전담 약사의 역할이 반영된 것으로 사료된다.

전담 약사 활동 후 회피비용 분석 결과 전담 약사 활동 시간에 대하여 103,987원/시간의 회피비용이 발생하였다. 회피비용 계산 수식에 포함되어 있는 항목들의 객관적 지표가 부재한 상황에서 분석에 어려운 점이 있었으나, 선행 연구에서의 회피비용 분석 방법을 차용하여 본 연구에 맞는 기준을 세워 계산하였다.^{18,20} 선행 연구에서는 약물 조정한 건에 대하여 회피비용을 분석하였으나, 본 연구에서는 전담 약사의 활동 시간에 대한 회피비용을 계산하였다. 본 연구의 회피비용 분석만으로 전담 약사의 약물 조정 활동에 대한 종합적인 경제성을 평가하는 것은 한계가 있겠으나, 전담 약사의 활동과 경제적 이득의 상관성을 분석해 볼 수 있을 것으로 사료된다. 본 연구에서 전담 약사 활동 시간에 대하여 발생한 회피비용 이외에도 선행 연구와의 비교를 위하여 전담 약사에 의한 약물 조정한 건에 대한 회피비용을 계산하였을 때 278,538원/건의 회피비용이 발생하였다. 국내 참고문헌에서 외과계 중환자실 환자 90명을 대상으로 5개월간 약물 조정 159건에 대하여 회피비용을 분석한 결과 162,686원/건의 회피비용이 발생하였음이 보고되었다.¹⁸ 노인의료센터 89명을 대상으로 6개월간 약물 조정 336건에 대한 분석 결과 155,407원/건의 회피비용이 발생하였다는 연구 결과가 있다.²⁰ 국내 참고문헌과의 회피비용 차이는 심각성 판단에 대한 약사의 판단 기준과 회피비용 계산식에 포함되어 있는 평균 1일 입원 비용의 차이 등에 기인한 것으로 판단되며, 비교에 참고가 필요할 것으로 사료된다. 약물 조정 활동이 없었을 경우 연장되었을 입원 일수에 대한 객관적인 기준을 마련하고, 비용 계산시 급여, 비급여 등 항목 세부화와 기타 비용 관련 지표를 추가한다면 추후 경제적 효과에 대한 포괄적인 분석이 이루어질 것으로 사료된다.

다.¹³

본 연구는 전담 약사의 활동 전후 비교를 통하여 약물 조정 활동의 변화를 관찰하였다는 한계점이 있다. 2001년 발표된 Bond 등의 연구²¹에서 전담 약사의 활동이 사망률 감소에 기여한다는 결과가 있었으며, 2003년 Kane 등의 연구²²에서 중환자실 약사의 조정 활동이 약물 부작용 감소, 처방 오류 감소 등 환자 치료에 긍정적인 결과를 가져왔다는 결과가 있었다. 본 연구에서도 전담 약사의 약물 조정 활동이 임상 결과의 개선에 기여하였다는 객관적 평가 자료로 활용되기 위하여 사망률 및 재원 일수 감소 등에 대한 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다. 수용률 분석에서도 한계점을 나타냈다. 전담 약사 활동 후 약물 치료 계획 상의에 대한 조정 내용이 많았으며, 환자의 신체 기능 변화, 주치의의 임상적 판단에 따라 수용 여부가 결정되었다. 본 연구에서는 수용 여부에 대한 이분법적인 분석을 하였지만, 추후 약물 조정 내용과 임상적 상황 변화를 반영한 새로운 수용률 판단 기준 마련이 필요할 것으로 보여진다.

결론

본 연구를 통하여 NCU 전담 약사 활동 후 약물 조정 건수 및 처방 대비 조정률 증가, 수용률 변화, 약물 조정 유형의 다양화, 약물 조정군 확대와 회피비용 발생을 확인하였다. 전담 약사 활동은 중환자에게 최적의 약물 치료를 제공하는데 긍정적인 영향을 가져옴을 확인하였으며, 또한 회피비용 산출을 통하여 경제적 효과를 간접적으로 예상할 수 있었다. 향후 본 연구를 바탕으로 약사의 임상 업무 영역 확대를 위한 평가 자료가 될 수 있을 것으로 기대한다.

REFERENCE

1. Klopotoska JE, Kuiper R, van Kan HJ, de Pont AC, Dijkgraaf MG, Lie-A-Huen L, et al. On-ward participation of a hospital pharmacist in a Dutch intensive care unit reduces prescribing errors and related patient harm: an intervention study. *Crit Care* 2010;14:R174.
2. Cullen DJ, Sweitzer BJ, Bates DW, Burdick E, Edmondson A, Leape LL. Preventable adverse drug events in hospitalized patients: a comparative study of intensive care and general care units. *Crit Care Med* 1997;25:1289-97.

3. Kane-Gill S, Rea RS, Verrico MM, Weber RJ. Adverse-drug-event rates for high-cost and high-use drugs in the intensive care unit. *Am J Health Syst Pharm* 2006;63:1876-81.
4. Kopp BJ, Mrsan M, Erstad BL, Duby JJ. Cost implications of and potential adverse events prevented by interventions of a critical care pharmacist. *Am J Health Syst Pharm* 2007;64:2483-7.
5. MacLaren R, Bond CA, Martin SJ, Fike D. Clinical and economic outcomes of involving pharmacists in the direct care of critically ill patients with infections. *Crit Care Med* 2008;36:3184-9.
6. Mutnick AH, Sterba KJ, Peroutka JA, Sloan NE, Beltz EA, Sorenson MK. Cost savings and avoidance from clinical interventions. *Am J Health Syst Pharm* 1997;54:392-6.
7. Zaidi ST, Hassan Y, Postma MJ, Ng SH. Impact of pharmacist recommendations on the cost of drug therapy in ICU patients at a Malaysian hospital. *Pharm World Sci* 2003;25:299-302.
8. LeBlanc JM, Seoane-Vazquez EC, Arbo TC, Dasta JF. International critical care hospital pharmacist activities. *Intensive Care Med* 2008;34:538-42.
9. Choi JH, Choi KS, Lee KS, Rhie SJ. Initiation of pharmaceutical care service in medical intensive care unit with drug interaction monitoring program. *Korean J Clin Pharm* 2015;25:138-44.
10. Jeong JH, Bang JS, Jeong WJ, Yum KS, Chang JY, Hong JH, et al. A dedicated neurological intensive care unit offers improved outcomes for patients with brain and spine injuries. *J Intensive Care Med* 2017;20:1-5.
11. Shin S, Heo E, Kim Y, Choi K, Lee J, Lee E, et al. The effects of designated pharmacist on intervention and cost avoidance in the surgical intensive care unit. *J Kor Soc Health Syst Pharm* 2017;34:401-9.
12. Lee AJ, Boro MS, Knapp KK, Meier JL, Korman NE. Clinical and economic outcomes of pharmacist recommendations in a Veterans Affairs medical center. *Am J Health Syst Pharm* 2002;59:2070-7.
13. Chung J, Kang YJ, Moon MY, Moon SY, Park HM, Yang SM, et al. Preliminary study for economic evaluation of clinical pharmacist intervention. *J Kor Soc Health Syst Pharm* 2011;28:327-36.
14. Nesbit TW, Shermock KM, Bobek MB, Capozzi DL, Flores PA, Leonard MC, et al. Implementation and pharmacoeconomic analysis of a clinical staff pharmacist practice model. *Am J Health Syst Pharm* 2001;58:784-90.
15. World Health Organization. Conceptual framework for the international classification for patient safety, version 1.1: final technical report. Geneva: WHO 2009;1-149.
16. Kang CH, Kim YI, Lee EJ, Park K, Lee JS, Kim Y. The variation in risk adjusted mortality of intensive care units. *Korean J Anesthesiol* 2009;57:698-703.
17. Kim YS, Go YS. Role of the intensive care unit pharmacist. *J Kor Soc Health Syst Pharm* 2011;28:105-10.
18. Kang M, Kim A, Cho Y, Kim H, Lee H, Yu YJ, et al. Effect of clinical pharmacist interventions on prevention of adverse drug events in surgical intensive care unit. *Korean J Crit Care Med* 2013;28:17-24.
19. Park T, Kim Y, Jung Y, Lee J, Lee E. The comparison analysis of the prevention of adverse drug events through order interventions by designated-pharmacists. *J Kor Soc Health Syst Pharm* 2014;31:638-43.
20. Lee J, Roh J, Suh Y, Lee J, Lee E, Lee B, et al. Assessment of medications for geriatric inpatients based on revised inappropriate medication criteria and cost avoidance by intervention of pharmacists. *J Kor Soc Health Syst Pharm* 2014;31:629-37.
21. Bond CA, Raehl CL, Franke T. Interrelationships among mortality rates, drug costs, total cost of care, and length of stay in United States hospitals: summary and recommendations for clinical pharmacy services and staffing. *Pharmacotherapy* 2001;21:129-41.
22. Kane SL, Weber RJ, Dasta JF. The impact of critical care pharmacists on enhancing patient outcomes. *Intensive Care Med* 2003;29:691-8.