

## 항암화학요법 처방전산 시스템에 의한 처방 정확도에 관한 연구

김정태<sup>a</sup> · 이제환<sup>b</sup> · 신현택<sup>c</sup>

<sup>a</sup>경희대학교 동서신의학병원 약제부, <sup>b</sup>서울아산병원 혈액내과,

<sup>c</sup>숙명여자대학교 약학대학

### The Accuracy of Prescriptions Using a Computerized Chemotherapy Order System

Jung-tae Kim<sup>a</sup>, Jae-hwan Lee<sup>b</sup>, and Hyun-taek Shin<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Department of Pharmacy, East-West Neo Medical Center Kyung Hee University, Seoul, 134-090, Korea

<sup>b</sup>Department of Hematology, Asan Medical Center, 138-736, Korea College of Medicine Ulsan University, Seoul, 138-736, Korea

<sup>c</sup>College of Pharmacy, Sookmyung Women's University, Seoul, 140-742, Korea

A computerized chemotherapy order system (CCOS) was developed to improve the accuracy and efficiency of prescriptions for pharmacy medication scheduling at a teaching hospital, Asan Medical Center, Seoul, Korea. We evaluated the system by comparing prescriptions before and after the implementation of the system and by analyzing the effects of the system on dosing accuracy (only against 5-FU), prescription change, overdoses above maximum limit and medication disposal in non computerized program group (control group) and CCOS group. In terms of dosing accuracy, prescription error rate (%) was significantly decreased in CCOS groups compared with the control group. The rate of prescription changes was also significantly decreased in CCOS groups. Regarding overdoses above maximum limit, we found that there was no prescription order exceeding the dosage limit in CCOS groups in contrast to significant overdoses in control group. In terms of medication disposal, there was no significant difference between 2 groups. We suggest that the computerized chemotherapy order system for chemotherapy may be an important and useful tool for minimizing prescribing errors in the hospitals.

□ Key words – computerized order system, chemotherapy, prescriptions, dosing accuracy

병원정보회는 병원에서 합리적인 경영을 위해 컴퓨터를 이용한 정보와 통신시스템의 효율적인 운영이라 할 수 있는데, 특히 이중에서도 의료정보시스템은 원내 공유의 진료 프로토콜이나 개개의 환자정보의 공유화가 우선되어야 할 부분이다. 따라서 최종적인 병원정보시스템의 형태는 추진하려는 병원의 의료조직화 내용이 결정되면 이를 실행하기 위한 정보지원 환경의 구축을 가능케 하는 형태이어야 한다.<sup>1)</sup>

최근 국내에서도 여러 병원들이 의사의 전산입력에 의한 처방시스템 (Order Communication System, 이하 OCS)을 이용하여 환자진료의 효율을 높이고자 노력을 하고 있으며, 서

울아산병원에서는 1989년 개원과 동시에 OCS를 본격적으로 가동하였고 다기능 병원정보시스템 구축의 일환으로 항암제 처방을 위한 전산프로그램을 개발하게 되었다.

항암제는 다른 약물과 달리 독성이 강하면서도 처방용량 및 처방내용이 다양하여 항암제처방의 오류를 줄이기 위하여 많은 방법들을 기울이고 있고,<sup>2-5)</sup> 처방 오류에 의해 혼란된 항암제가 폐기되는 사례에 대한 연구도 보고되고 있다.<sup>6)</sup>

Altman 등의 보고에 의하면 1995년 3월 항암제의 과용량 투여에 의해 심장에 심한 손상을 입는 사고가 발생하였으며,<sup>7)</sup> 이로 인하여 1995년 4월 Yale-New Haven Hospital에서는 종양내과의사, 간호사, 약사로 이루어진 항암화학요법 처방 가이드라인을 위한 위원회가 구성되기도 하였다.<sup>8)</sup>

그러므로 항암화학요법 전산프로그램의 개발과 관리에 약사가 중추적으로 관여함으로써 병원약사의 주요업무 중 하나로 자리잡고 있는 혈액종양 전문약사로서의 위치를 확립하고

Correspondence to : 김정태  
경희대학교 동서신의학병원 약제부  
서울시 강동구 상일동 149  
Tel: 82-2-440-6976, Fax: 82-2-440-6984  
E-mail: jtkim@khnmc.or.kr

또한, 병원 전산시스템 개발업무에도 약사가 참여함으로써 병원경영에 기여할 수 있는 기회를 만들고자 하였다.

본 연구자는 항암화학요법 처방 전산시스템을 구축함으로써 환자의 기본정보를 이용하여 사용자는 진단명과 프로토콜을 선택하면 자동적으로 용량과 투여일자, 투여방법 등이 정해지므로 처방입력자의 계산과정이 없어서 처방이 정확하고, 처방입력시간이 단축되며, 원내 항암프로토콜을 표준화할 수 있었고 효율적인 투약 스케줄관리와 항암제 정보에 대한 교육 자료로서의 활용 및 통계자료를 이용한 연구와 정도관리(quality control)가 가능하게 되었다.

그리고 개발된 프로그램의 효과를 검토하기 위하여 처방용량의 정확성, 처방 변경, 한계 용량, 조제 후 폐기 등에 대해 항암요법 프로그램 적용 전후의 처방양상을 비교하여 항암전산 프로그램의 효율성을 알아보려고 하였다.

## 연구방법

### 항암전산 프로그램의 개발

종양혈액내과 전문의 2명, 항암화학요법 전문약사 2명, OCS전담 프로그래머 1명으로 구성된 항암제 전산연구팀을 구성하고 외국의 사례를 조사하기 위해 서울아산병원의 OCS와 환경이 가장 유사한 미국 Harvard대학의 Brigham & Women's Hospital을 방문하여 항암화학요법 전산화 실태를 참조하였으며, 인터넷과 국내 프로그램개발 관련 도서 등을 통해 전산 관련 자료를 수집 및 분석 하였다.<sup>9-13)</sup>

각종 암질환에 처방되는 항암제 처방 프로토콜을 수집한 후<sup>14,15)</sup> 암 질환별로 체계화하여 항암제 전산프로그램에 입력하였고 완성된 항암제 전산프로그램을 종양혈액내과의 일부 입원환자를 대상으로 시험 가동하여 사용자들의 의견을 수렴 후 수정, 보완하였다.

항암제를 처방하기 위해 의사의 처방 주화면에서 항암요법을 선택하면 환자의 신체정보를 입력해야 하는데 이는 입원 당시 담당간호사가 입력하는 신체정보를 가지고 올 수도 있다. 진단명과 국제질병코드인 ICD10코드를 연계시키기 위해 상병 코드를 의무적으로 결정하게 하였고, 진단명이 선택되면 ICD10코드도 따라서 결정될 수 있게 하였다.

진단명이 선택되면 다음으로 프로토콜을 선택하는데 이때 선택된 항암제가 임상병리검사결과 부적절할 경우 최근의 임상병리결과를 보여 주게 하였다.

항암요법에 필수적으로 투여되는 진토제는 사용자가 임의로 선택할 수 있으며 진토제가 선택되면 처방시작 전에 미리 보기 화면을 통해 전체 약물의 내용을 볼 수 있다. 항암제의 용량을 변경하고자 할 때는 체표면적 당 용량을 변경하거나, 계산된 용량을 변경할 수 있고 프로토콜 별로 계획된 용량의 30% 이상 증량(임상적으로 가능한 증량임) 시 경고 메시지가 나오고 100% 이상 증량(환자에게 치명적인 결과

초래하는 용량임) 시는 처방이 불가능하게 하여서 처방용량의 과다로 인한 오류를 방지할 수 있게 하였다. 또한 처방을 시작하면 실제 처방일자를 확인함으로써 항암요법 스케줄 오류를 방지 할 수 있게 하였다. 항암요법 스케줄표를 이용하여 환자의 약력 관리가 용이해졌는데, 이는 미래 처방까지도 결정 및 출력되므로 투약 스케줄 오류를 사전에 방지할 수 있게 하였다.

### 프로그램 적용 전후의 비교 방법

#### 1. 적용 대상의 선정

각 군의 종양혈액내과 환자의 모든 항암제 처방과 각 군의 종양혈액내과 환자 중 다빈도 용법이고, 연구 기간 중 요법이 변형이 안 되었으며, 진료 의사간에 차이가 없는 요법인 MVP요법, FP요법, CHOP요법으로 치료받은 환자(Table 1)로써 각 군의 기준은 다음과 같다.

1군(Control Group, 1997년 10월-1998년 2월): 항암전산 프로그램 적용 전

(본 연구자가 1군 기준에 맞는 환자 처방 리스트를 보관한 기간)

2군(CCOS Group, 1999년 5월-1999년 9월): 항암전산 프로그램 적용시기

(프로그램 사용 후 보편화된 2개월이 경과된 후부터 5개월간)

#### 2. 전산프로그램의 효과 분석

처방용량의 정확성을 비교하기 위해 각 군의 FP요법 중 5-fluorouracil을 투여 받은 환자 각 94명(1군), 72명(2군)을 무작위 추출(환자추출은 1차 항암요법을 받은 환자를 대상으로 하였음)하여 실제 처방 량과 신체정보에 의해 본 연구자가 계산한 양을 비교하여 그 오차(%)의 분포 양상을 각 군 별로 비교하였고, 통계처리는 이 표본 비율검정(two-sample proportion test)을 이용하였고 처방 변경을 비교하기 위해 각 군의 전체 환자를 대상으로 처방 변경의 종류, 건수, 내용을

Table 1. Chemotherapy regimens

Regimen	Drug	Dosage	Day	Comments
MVP	Mitomycin	6 mg/m <sup>2</sup>	D1	Max. dose: 10mg
	Vinblastine	6 mg/m <sup>2</sup>	D1	Max. dose: 8mg
	Cisplatin	60 mg/m <sup>2</sup>	D1	
FP	5-fluorouracil	1,000 mg/m <sup>2</sup>	D1-5	
	Cisplatin	60 mg/m <sup>2</sup>	D1	
CHOP	Cyclophosphamide	750 mg/m <sup>2</sup>	D1	
	Doxorubicin	50 mg/m <sup>2</sup>	D1	
	Vincristine	1.4 mg/m <sup>2</sup>	D1	Max. dose: 2mg
	Prednisolone	100 mg	D1	

분석하고 전체 처방 량 당 처방이 변경된 비율, 항암전산 프로그램을 사용한 처방 량 당 처방이 변경된 비율 등을 비교하여 항암전산 프로그램적용이 처방 변경에 미치는 영향을 분석하였으며 각 군의 한계 용량 초과 비율을 비교하기 위해 각 환자 군의 3가지 요법 중 항암제의 독성을 막기 위해 특정 regimen에서 특정 한계 용량이 적용되는 MVP요법과 CHOP요법으로 투여 받은 환자 중 mitomycin, vinblastine, vincristine의 처방 량이 한계 용량(mitomycin 10mg, vinblastine 8mg, vincristine 2 mg)을 초과한 경우를 조사하여 의사가 처방용량을 직접 계산할 경우 발생하는 처방 오류의 비율을 구하였다. 그리고 조제 후 폐기현황을 분석하기 위해 각 군의 전체 환자를 대상으로 조제 후 폐기될 때 폐기할 항암제와 같이 침부되는 폐기 사유서의 내용을 사유 별로 분류하여 항암전산 프로그램이 항암제 폐기에 미치는 영향을 분석하였다.

### 연구결과

#### 처방용량의 정확성

무작위 추출한 각 군의 대상 환자 중 항암전산 프로그램이 적용되지 않은 기간인 1군(94명)과 항암전산 프로그램이 적용된 기간인 2군(72명)사이에서 5-fluorouracil의 처방 량 오차의 분포를 보면 오차가  $\pm 3\%$ 이상의 처방과  $\pm 5\%$ 이상의 처방만을 조사했을 때  $\pm 3\%$ 이상의 처방건수가 항암전산 프로그램을 적용하지 않은 군에서는 13.83%인 13건, 항암전산 프로그램이 적용된 군에서는 8.33%인 6건으로 감소했으며,  $\pm 5\%$ 이상의 처방건수는 항암전산 프로그램을 적용하지 않은 군에서는 4.26%인 4건이 나타났고 항암전산 프로그램이 적용된 군에서는 한 건도 나타나지 않았지만 두 군간에 유의한 차이를 보이지는 않았다.(Table 2)

#### 처방 변경

전체 처방건수 20,051건 중 항암전산 프로그램이 적용되지 않은 기간인 1군이 10,535건, 항암전산 프로그램이 적용된 기간인 2군이 9,516건이었다. 항암전산 프로그램을 사용한 비율은 89.6%인 8,524건이었다. 처방 변경건수는 1군에서 0.48%인 50건 그리고 2군에서는 0.19%인 18건으로 항암전산 프로그램이 적용된 기간에는 처방 변경 건수가 감소하였다. 항암전산 프로그램을 사용한 처방에 국한해서 변경 건수

**Table 3. Frequency of prescription change before and after CCOS**

Contents	Control Group	CCOS Group
Using rate of computerized system		
Total prescription No.	10,535	10,535
Prescription No. by computer program	0	8,524
Using rate of program	0%	89.6%
Ratio of modify		
No. of modifying prescription	50	18
Ratio of modifying prescription	0.48%	0.19%
Modified No. by using program	0	14
Modified ratio by using program		
Each content by modified prescriptions	0%	0.16%
Dose	27(54%)	11(61.11%)
Frequency	14(28%)	4(22.22%)
Medication code	5(10%)	0(0%)
Order date	2(4%)	0(0%)
Administration date	0(0%)	1(5.56%)
Administration rates	1(2%)	0(0%)
Administration methods	1(2%)	1(5.56%)
Canceling discharge	0(0%)	0(0%)
Error of computer	0(0%)	0(0%)
Changing of discharge	0(0%)	1(5.56%)
Total	50(100%)	18(100%)

를 보면 0.16%인 14건으로 항암전산 프로그램을 사용한 처방에 국한했을 때는 처방변경 건수가 약간 감소하였다.(Table 3)

처방이 변경된 항목을 세부적으로 구분하면 처방용량, 투여횟수, 약품코드, 처방일자, 투여일자, 투여방법, 투여속도, 퇴원취소, 전산오류, 퇴원일정 변경 등으로 나누어지는데, 1군에서는 처방용량으로 인한 변경이 54%인 27건, 투여횟수로 인한 변경이 28%인 14건, 약품코드로 인한 변경이 10%인 5건, 처방일자로 인한 변경이 4%인 2건, 투여방법으로

**Table 2. Dosing errors of 5-FU before and after using computerized chemotherapy order system**

Contents	Control Group	CCOS Group <sup>1</sup>	Z	P
Related Patients' No.	94	72		
Number of errors over $\pm 3\%$	13(13.83%)	6(8.35%)	1.1024	0.2703(NS)
Number of errors over $\pm 5\%$	4(4.26%)	0(0%)	1.17719	0.0764(NS)

<sup>1</sup>: Computerized Chemotherapy Order System  
NS: Not Significant

인한 변경이 2%인 1건, 투여속도로 인한 변경이 2%인 1건 등으로 나타났으며, 2군에서는 처방용량으로 인한 변경이 61.11%인 11건, 투여횟수로 인한 변경이 22.22%인 4건, 투여일자로 인한 변경이 5.56%인 1건, 투여방법으로 인한 변경이 5.56%인 1건, 퇴원일정 변경으로 인한 변경이 5.56%인 1건 등이었다.

## 한계 용량

### 1. MVP 요법

MVP 요법으로 처방된 건수 347건 중 항암전산 프로그램이 적용되지 않은 기간인 1군이 108건이었고 그 중 5.56%인 6건에서 한계 용량을 초과해서 처방이 되었고, 항암전산 프로그램이 적용된 기간인 2군의 처방건수는 51건이었으나, 한계용량을 초과한 건수는 0건이었다.(Table 4)

### 2. CHOP 요법

CHOP 요법으로 처방된 건수 154건 중 항암전산 프로그램이 적용되지 않은 기간인 1군이 52건이었고 그 중 9.62%인 5건에서 한계 용량을 초과해서 처방이 되었고, 항암전산 프로그램이 적용된 기간인 2군의 처방건수는 36건이었으나, 한계용량을 초과한 건수는 0건으로 나타났으므로 항암전산 프로그램 적용 후 한계용량으로 인한 처방오류를 0%로 없앨 수 있었다.(Table 5)

## 조제 후 폐기

전체 처방건수 20,051건 중 1군에서 0.29%인 30건이었고, 2군에서는 0.33%인 31건으로 나타났으므로 항암전산 프로그램 적용 후 폐기 건수가 감소하지는 않았다.

조제된 항암제가 폐기된 항목을 세부적으로 구분하면, 전산입력 오류, 환자상태 변화, 약물 안정성(VP16은 회석 후 6시간 경과되면 침전 발생), schedule 및 용량 변경, 투여 실패(methotrexate, cytarabine등의 intrathecal administration실패),

**Table 4. Frequency of overdose above maximum limit in MVP regimen before and after CCOS**

Contents	Control Group	CCOS Group
No. of prescription	108	51
Overdose No.	6	0
Overdose ratio	5.56%	0%

**Table 5. Frequency of overdose above maximum limit in CHOP regimen before and after CCOS**

Contents	Control Group	CCOS Group
No. of prescription	52	36
Overdose No.	5	0
Overdose ratio	9.62%	0%

오진 의심, 기타 항목(환자 거부, 약물 부작용, regimen변경, 치료방법 변경 등) 등으로 나누어진다.

1군에서는 전산입력 오류로 인한 폐기가 10%인 3건, 환자상태 변화로 인한 폐기가 63%인 19건, 약물 안정성으로 인한 폐기가 6.67%인 2건, schedule 및 용량 변경으로 인한 폐기가 6.67%인 2건, 투여 실패로 인한 폐기가 3.33%인 1건, 오진 의심으로 인한 폐기가 3.33%인 1건, 기타 항목으로 인한 폐기가 6.67%인 2건이었다. 2군에서는 환자상태 변화로 인한 폐기가 43.39%인 15건, schedule 및 용량변경으로 인한 폐기가 29.03%인 9건, 투여 실패로 인한 폐기가 3.23%인 1건, 기타 항목으로 인한 폐기가 19.36%인 6건으로 나타났다.(Table 6)

## 고 찰

의료정보의 발달과 더불어 OCS를 이용한 다기능 병원정보시스템의 구축이 보편화되면서 병원마다 각 병원 실정에 맞는 처방전산화가 이루어지고 있다.

본 연구자는 다기능 병원정보시스템의 예로 종양혈액내과의 항암프로토콜을 전산화하여 처방을 신속, 정확하게 전달하는 프로그램을 제시하였다. 항암제 외에도 항균제 사용의 적절한 관리를 위한 항균제 처방의 전산화를 개발하여 시행 중에 있으며 향후 이와 유사한 처방 전달 체계의 전산화가 각 진료과별로 이루어질 것으로 예상된다.

항암제 처방의 전산화가 필요한 이유는 항암제는 다른 약물과 달리 독성이 강하면서도 처방용량 및 처방내용이 다양하여 처방의 정확도가 더욱 요구되므로 항암프로토콜을 표준화할 필요성을 갖게 되었다.

**Table 6. Frequency of medication disposal before and after CCOS**

Contents	Control Group	Modified CCOS Group
Total order case	10,535	9,516
Medication disposal case	30	31
Waste disposal rate	0.29%	0.33%
Each contents of waste disposal		
Order input error	3(10%)	0(0%)
Changing patient's status	19(63%)	15(43.39%)
Drug's stability	2(6.67%)	0(0%)
Changing schedule and dosage	2(6.67%)	9(29.03%)
Failing administration	1(3.33%)	1(3.23%)
Suspecting misdiagnosis	1(3.33%)	0(0%)
Others	2(6.67%)	6(19.36%)
Total	30(100%)	31(100%)

프로그램 개발에서 지적될 수 있는 점은 프로토콜을 표준화하는 과정에서 우리병원 실정에 맞게 프로토콜을 변형하게 되었고 이런 표준화된 프로토콜은 원내뿐만 아니라 향후 여러 병원 간에도 표준화가 이루어져야 하겠다. 앞으로 보완해야 할 부분은 약품정보기능 및 특정항암제의 과거 투약력 조회기능 등을 개발하여 사용자의 교육적 측면을 강화할 예정이다.

또한 입원환자를 대상으로 개발된 프로그램을 외래환자에게 적용할 때 많은 문제점들이 발견되어 외래환자 적용 시 외래 환경에 맞게 많은 부분을 수정, 보완하게 되었다.

연구 결과 중 처방 용량의 정확성과 처방 변경 그리고 한계 용량을 조사한 항목에서는 본 연구자가 기대한대로 항암전산 프로그램 적용 전후에 차이를 나타냈지만 조제 후 폐기 항목에서는 항암전산 프로그램 적용 전후에 차이를 나타내지 않았다.

이 연구가 전산 프로그램을 이용하여 항암제 처방의 오류를 예방하는데 목적이 있는데 반해 Deborah B. Cohen 등의 연구에서는 항암제의 과 용량 처방의 오류를 예방하기 위하여 항암제 처방을 위한 체크 리스트의 양식을 제시하기도 하였다.<sup>4)</sup>

또한 David S. Fischer 등의 연구에서는 항암제를 처방하는 의사(수련의, 전공의, 전임의, 스태프)에 따라 항암제 처방의 오류율이 다르고, 항암제 처방을 체크하는 사람(일반 간호사, 혈액종양 간호사, 일반약사, 혈액종양 약사)에 따라 항암제 처방의 오류를 체크하는 비율이 다르게 나타난다고 보고하고 있다.<sup>2)</sup>

프로그램의 효과를 분석하기 위한 항목에서 지적될 수 있는 점은 앞에서 기술한 처방용량의 정확성, 처방 변경, 한계 용량 그리고 조제 후 폐기 항목이 이 프로그램을 평가하기 위한 가장 적절한 항목은 아니지만 본 연구자가 비교할 수 있었던 최선의 항목이었다. 프로그램 적용 전후의 의사, 간호사의 업무변화와 약사의 업무변화를 비교 분석하고 싶었으나, 이 연구가 후향적 연구였으므로 불가능하였다.

향후 이와 유사한 연구가 이루어질 경우에는 전향적 연구 방법을 이용하여 처방의 정확도뿐만 아니라 업무에 관련된 사람들의 업무 소요시간의 변화나 업무 흐름의 변화, 그리고 그로 인한 경제적 측면까지 연구가 된다면 더욱 의미 있는

연구가 될 것이다.

### 참고문헌

1. 김성희. 컴퓨터와 의료정보. 하이테크정보, 1989
2. Fischer DS, Alfano S, Knobf MT *et al.* Improving the cancer chemotherapy use process. *Journal of Clinical Oncology*, 1996; 14: 3148-3155
3. Thorn DB, Sexton MG, Lemay AP *et al.* Effect of a cancer chemotherapy prescription form on prescription completeness. *American Journal of Hospital Pharmacy* 1989; 46: 1802-1806
4. Cohen MR, Anderson RW, Attilio RM *et al.* Preventing medication errors in cancer chemotherapy. *American Journal of Health-System Pharmacy* 1996; 53:737-746
5. Schulmeister L. Preventing chemotherapy dose and schedule errors. *Clinical Journal of Oncology Nurse* 1997; 1: 79-85.
6. 이상숙, 조영환, 노환성. 항암제 반납사유에 대한 고찰. 한국병원약사회 학술대회 1997
7. Altman LK. Big dose of experimental drug killed patient, *Hurt* 2d. *The New York Times*, March 24, 1995
8. Cancer patient in chicago dies after chemotherapy overdose. *The New York Times*, June 18, 1995
9. 최영근, 허계범. 객체지향 소프트웨어 공학. 도서출판 한국실리콘, 1995
10. 류성열, 김진수. 구조적 시스템분석. 이한출판사, 1995
11. 박남규. 프로젝트 수행방법론. 도서출판 한국실리콘, 1992
12. 김승기. 인공지능과 그 응용. 생능출판사, 1994
13. 양해술. 구조적 시스템분석과 설계. 상조사, 1987
14. Fischer DS, Knobf MT, Durivage HJ. *The Cancer Chemotherapy Handbook*. Mosby, 1997
15. 울산의대 서울아산병원 중앙혈액내과. *The Cancer Chemotherapy Handbook*. March, 1995
16. Mosteller RD. Simplified calculation of body surface area. *The New England Journal of Medicine* 1987; 317: 1098.