

당일 감마나이프수술 환자의 표준진료지침 개발을 통한 질 향상 효과 측정

김무성*, 하소영**, 배윤혁*, 정용태*, 김성태*, 이원희*, 고연주***

인제대학교 부산백병원 *신경외과, **간호부, ***QI실

Measuring Effects of Quality Improvement through the Development of Critical Pathway for Gamma Knife Radiosurgery

Moo Seong Kim*, So Young Ha**, Yoon Hyuk Bae*, Yong Tae Jung*,
Sung Tae Kim*, Won Hee Lee*, Yeon Joo Go***

*Department of Neurosurgery, **Department of Nursing,

***Department of QI, Busan Paik Hospital, Inje University, Busan, Korea

교신저자 김무성

인제대학교 부산백병원 신경외과

■ gknr@paik.ac.kr

Abstract

Objectives : A protocol called “critical pathway” was developed to standardize the management of hospital patients the day after they underwent gamma knife radiosurgery. The quality of improvement in patient outcomes was evaluated.

Methods : Critical pathway was developed, according to the regulations of the I hospital, by analyzing the medical records of 22 inpatients who underwent gamma knife surgery within the period from January to April 2011 on the day of the surgery. The study included a group of 22 patients admitted to the hospital the day after they underwent gamma knife radiosurgery, between July and September 2011. The control group included 22 patients who had surgery employing the same method within the period from May to June 2011. To measure the effects on quality improvement, the average length of stay, the execution rate of the hospital discharge notice system, daily hospital revenue, and the satisfaction of the patients and the medical team were assessed. The patient questionnaire employed a four-point Likert scale while the medical-staff questionnaire employed a five-point Likert scale.

Result : The average length of stay was significantly shorter in the study group compared to the control group (2.3 days vs. 3.8 days, $P<0.05$). The execution rate of the hospital discharge notice system was higher in the study group (100% vs. 72%) than in the control group. Daily hospital revenues were higher by 264,178 Korean won in the study group when compared to the control group. The study group showed greater satisfaction of patients compared to the control group based on a four-point Likert scale ($P<0.05$). The study group showed greater satisfaction in medical team compared to the control group based on a five-point Likert scale ($P<0.05$).

Conclusion : The development and implementation of a critical pathway protocol for hospital admission the day after gamma knife radiosurgery is an effective care process that improves the clinical quality.

Key words : Critical pathway, Gamma knife radiosurgery, Quality improvement

I. 서론

오늘날 의료계에는 병원의 보험 상환 방식의 변화와 의료사고에 따른 비용의 증가, 그리고 환자 치료관리를 위한 의사결정 과정에 다수의 전문적인 참여가 증가하는 등의 변화 추세와 관련하여 건강관리 분야에 Critical Pathway(CP)의 개념이 도입되었다(1). CP란 특정질환 혹은 동종질환을 가진 환자에 대하여 환자 본인, 가족 및 의료진의 예상되는 진료 행위를 제시한 시간 틀(2)으로써 점차 의료의 질과 의료수익 향상의 방법으로 인식되기 시작하였다(3). 따라서 다양한 질환이나 수술방법에 CP를 개발하여 그 효과성을 측정하고 병원경영의 효율성 향상에 기여하였음이 보고되고 있다. 특히 병원비용 절감(4), 재원일수 감소(5-7), 의료서비스 질 및 만족도 향상 등의 연구가 있었고(8), Bueno는 수술 전 입원기간을 최대한 줄이면 병원감염의 위험도를 줄이며(9), Collier은 당일입원을 활용하여 재원일수 감소와 비용절감의 효과가 있음을 증명하였다(10).

감마나이프수술은 뇌종양이나 뇌동정맥 기형의 환자에게 국소마취 하에 시행하는 방사선수술로서 현재 엘렉타 코리아의 통계에 의하면 전국에 17곳의 센터가 있고, 지금까지 국내에서만 36,000명 이상의 환자가 수술을 받았다. 고가의 수술 장비인 감마나이프의 특성상 2000년도 이전에 전국에 5군데뿐이던 감마나이프 센터가 2004년 의료보험 적용이 되면서 수술환자가 빠르게 증가함에 따라(11), 고객측면에서는 병원 선택의 폭이 넓어짐으로써 보다 높은 의료서비스의 향상을 기대하게 되었고, 병원 측면에서는 의료의 질 향상과 진료수익을 동시에 높이기를 기대하고 있다. 또한 국소마취 하에 이루어지는 감마나이프수술은 뇌종양환자의 경우에는 수술 전 특별한 처치나 검사준비가 필요치 않다. 따라서 I 대학병원 신경외과 감마나이프센터에서는 2004년 Day surgery room (DSR) 시스템 도입 시부터 재원일수 감소를 통한 병원 경영의 효율성 향상을 위해 뇌종양 환자에게 수술일과 입원일이 같은 '당일 감마나이프수술 후 입원'을 시행하고 있는데, 그 건수가 늘고 있다. 그러나 이처럼 당일 수술 후 입원의 경우 신경외과 전문 병동뿐만 아니라 타과 병동으로도 입원할 수 있다. 이러한 타과 병동 입원 시 신경외과 전문 간호사가 아닌 타과 병동의 간호사는 감마나이프수술에 대한 이해도가 낮고 또한 표준 진료지침의 부재로 인하여 의료서비스 제공자간의 의사소통에도 어려움이 많다(11). 또한 감마나이프수술은 고가의 장비로 환자 측면에서는 고비용의 본인부담금을 지불하므로 안정적이고 편안한 시술과정뿐만 아니라 높은 수준의 의료서비스가 이루어지길 기대하게 되는데(12), 표준 진료지침의 부재로 인한 의료진간의 의사소통 장애는 의료서비스의 지연을 초래하게 되고 이는 환자나 보호자에게 신뢰도를 떨어뜨릴 수 있으며 결국 환자의 수술 후 만족도 저하로 연결된다.

따라서 본 연구는 당일 감마나이프수술 후 입원환자를 대상으로 CP를 개발하고 그 효과를 측정하고자 하였다.

II. 방법

1. 연구대상

이 연구는 부산소재의 I 대학병원 신경외과에서 당일 감마나이프수술 후 입원환자에게 적용한 CP의

효과를 평가하기 위한 사례연구이며, 2011년 7월부터 9월 사이에 뇌종양으로 감마나이프수술을 받은 성인 환자 중 수술일과 입원일이 같은 '당일 감마나이프 수술 후 입원' 환자는 22명이었고, 22명 모두를 CP 적용 대상으로 선정하였다. CP 비적용군은 짧은 기간 동안 일개병원에서 많은 대상자수의 확보에 어려움이 있어 연구기간을 달리하여 선정하였다. 2011년 5월~6월 사이에 동일 수술을 시행한 20세 이상의 성인 환자는 24명이었고, 이 중 진료수익비교에 영향을 줄 수 있는 직원직계 2명을 제외한 22명을 비교군으로 선정하였다.

2. 자료수집 및 연구방법

1) CP개발 및 적용

본 연구의 CP 개발은 방법론에 입각하여 Pearson(13)이 제안한 CP개발과정에 따랐다. 먼저 대상자 선정은 DSR을 이용하여 입원일과 수술일이 같은

'당일 감마나이프수술 후 입원 환자'로 선정하였고, 개발팀을 구성하였다. 타 병원 벤치마킹과 진료기록부를 분석하여 진료 과정을 조사하여 환자 사정, 평가, 활동, 식이, 검사, 환자의 교육, 처치, 약물의 영역에서 공통점을 발견하여 의료진용 Time-Task matrix와 환자용 입원 계획표를 개발하였고, 변이 분석, 예비 CP 개발 및 EMR 등록, 의료진 교육, 시범 적용을 통한 수정 보완 후 최종 적용의 순으로 진행하였다(Figure 1, 2).

2) CP적용 효과 측정

본 연구 대상자의 일반적 특성은 I대학병원 감마나이프센터의 당일 감마나이프수술 후 입원 환자를 인구통계학적 특성에 따라 분석하였고, CP효과 측정 지표는 평균재원일수, 퇴원 예고제 실시율, 특진비 및 비급여 항목을 제외한 일일 진료수익, 고객만족도, 의료진만족도로 설정하였다. CP 적용율은 CP적용 건수를 CP 해당 수술건수로 나눈 백분율로 계산

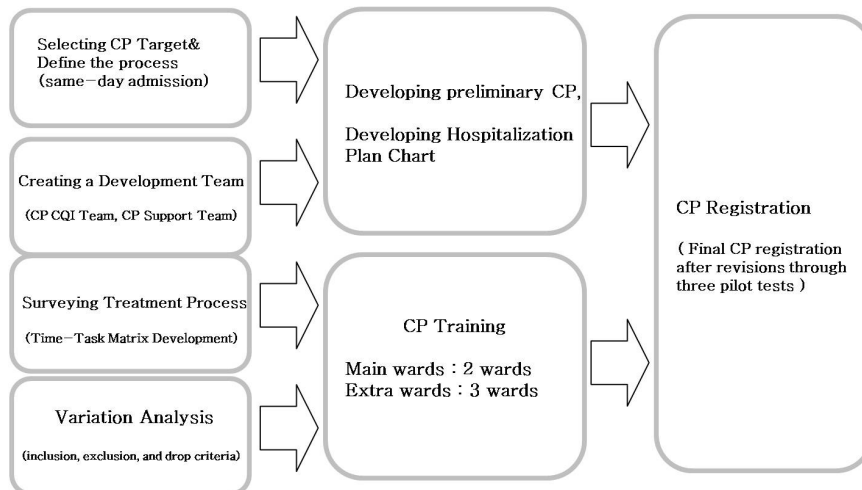


Figure 1. Develop of critical pathway.

감마나이프수술 입원계획표				인제대학교부산백병원
	수술일 (입원일)			수술 후 1일 (퇴원일)
	수술 전	수술 중	수술 후 (병실에서)	
식사	일반식			
활동	일상생활		수술 후 1시간 안정 후 일상생활 가능함	일상생활
투약	현재 복용중인 혈압약, 당뇨약 등은 먹고 오세요 (다병원 처방전만 가지고 오세요). 링거 국소마취주사 (4곳 - 이마와 머리 뒷부분) 후 두부에 핀으로 감마나이프를 고정 수술직후: 스테로이드 주사, 진통제 정맥 주사	항생제, 스테로이드 제제, 진통제 등 정맥 주사 복용 약 (진통제, 위장제)		
검사	MRI 촬영			
치료	감마나이프 치료계획 감마나이프 방사선 수술	 1회용 밴드 오전에 두부에 붕대 제거 후 수술 부위에 항상연고 바르기 (1회/1일)		
교육	내원 전날 집에서 삼푸로 머리 감고 오세요	감마플랜에 따른 수술 소요 시간 설명	• 수술부위 통증 시 진통제 주사를 투여 가능. • 수술상처 부위 출혈 관찰.	항생연고 바르기-연고는 상처부위에 직접 살짝 짜시고, 은으로 문지르지 마세요.

Figure 2. Hospitalization Plan Chart for patients.

하였다.

CP적용 전 고객만족도 조사는 의료 행위에 대한 사전 정보 제공 및 이해도, 입원 후의 치료 과정에 대한 정보 제공, 당일 수술에 대한 만족도, 퇴원 교육에 대한 정보 제공 및 만족도, 전체적인 의료 서비스에 대한 만족도를 알 수 있는 자체 개발 4점 척도 고객만족도 설문지 22부로 본 연구에서 신뢰도는 $\alpha = 0.84$ 였다. 의료진 만족도 조사는 CP 적용 처방과 기존 의사 처방지 사용과의 차이점을 묻는 김정숙(14)이 개발한 5점 척도 실무자용 설문지 38부(신뢰도 $\alpha = 0.98$, 부록2)를 5개병동 간호사 30명, 신경외과 전공의 8명에게 조사하였고 본 연구에서의 신뢰도는 $\alpha = 0.98$ 이었다.

3. 자료처리 및 통계분석

본 연구의 자료 분석을 위해 SPSS 18.0 WIN 프로그램을 이용하였다.

- CP 대상자의 일반적인 특성과 CP적용율, 평균 재원일수, 퇴원 예고제 실시율, 일일진료수익은 실수, 백분율, 평균, 표준편차로 분석하였다.
- CP 적용군과 비적용군 간의 동질성 검증은 Chi-square test로 분석하였다.
- 의료진 및 고객 만족도 조사는 Mann-Whitney U-test로 분석하였다.
- 만족도 조사 도구의 신뢰도는 Cronbach's alpha로 분석하였으며 $P < .05$ 에서 유의수준으로 처리하였다.

III. 결 과

1. 대상자의 일반적 특성

CP 적용 전, 후 대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다.

두 그룹의 성별, 연령, 진단명, 감마나이프수술 횟수, 학력은 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

2. CP 적용 효과 분석

2011년 7월~9월까지 수술일과 입원일이 같은 감마나이프수술 환자 중 20세 이상의 성인 22명에게 CP를 적용하였다. 적용율은 92%, 완결율은 82%, 탈락율은 18%였다. 평균 재원 일수는 CP 적용 전 평균 3.8일에서 적용 후 2.3일로 감소하여 통계적으로 유의한 차이를 보였고($P < 0.05$) (Table 2), 퇴원 예고제 실시율 비교는 CP 적용 전 72%에서 적용 후 100%(탈락률 제외)로 증가하였다. 특진비 및 비급여 항목을

Table 1. General characteristics and homogeneity test

Characteristics	Classification	CP group	non-CP group	χ^2	P-value
		n=22(%)	n=22(%)		
Gender	Male	7(31,8)	8(36,4)	0,101	0,750*
	Female	15(68,2)	14(63,6)		
Age(year)	≤40	5(22,7)	3(13,6)	0,611	0,698†
	≥41	17(77,3)	19(86,4)		
Diagnosis	Benign	16(72,7)	20(90,9)	4,957	0,240†
	Malignancy	5(22,7)	2(9,1)		
	Vascular lesion	1(4,5)	0(0)		
Number of GKRS	First	14(63,6)	18(81,8)	1,833	0,310†
	≥Second	8(27,3)	4(18,2)		
Education	≤Graduated junior high school	9(40,9)	12(54,5)	0,820	0,547†
	≥Graduated senior high school	13(59,1)	10(45,4)		

* $P < ,05$ by χ^2 -test; † $P < ,05$ by Fisher's Exact Test.

Table 2. Comparison of the average length of stay, execution rate of the hospital discharge notice system, daily hospital revenue

Variable	CP group(n=22)			non-CP group(n=22)			P-value		
	M±SD	Quartiles			M±SD	Quartiles			
Average length of stay(day)	2,3±4,6	25 th	50 th	75 th	3,8±4,96	25 th	50 th	75 th	0,033*
		2,0	2,0	2,0		2,0	2,0	3,25	
Execution rate of the hospital discharge notice system, mean(%)		100				72			
Daily hospital revenue, M±SD (Korean won)	2,628,931±4,61				2,364,753±8,11				

* $P < ,05$ by Mann-Whitney U-test; M: Mean; SD: Standard deviation.

Table 3. Comparison of satisfaction, regarding CP application by patients (four-point Likert Scale)

Composition	CP group(n=22)				non-CP group(n=22)				U	P
	M±SD	Quartiles			M±SD	Quartiles				
		25 th	50 th	75 th		25 th	50 th	75 th		
Pre-medical practice information	4.0±0	4.0	4.0	4.0	4.0±0	4.0	4.0	4.0	264,5	1,000
Understanding of pre-medical practice information provided	4.0±0	4.0	4.0	4.0	3,3±0,9	3,0	4,0	4,0	149,5	,000*
Treatment procedure information after hospitalization	3,7±0,5	3,0	4,0	4,0	2,9±0,7	2,8	3,0	3,3	117,0	,000*
Understanding of treatment procedure after hospitalization	3,5±0,5	3,0	3,5	4,0	2,7±0,8	2,0	3,0	3,3	129,5	,002*
Satisfaction for day surgery	3,6±0,5	3,0	4,0	4,0	3,4±0,5	3,0	3,0	4,0	218,5	,243
Discharge education information	3,4±0,5	3,0	3,0	4,0	2,3±0,5	2,0	2,0	2,0	44,0	,000*
Satisfaction for discharge education	3,5±0,5	3,0	3,0	4,0	2,1±0,5	2,0	2,0	2,0	30,0	,000*
Satisfaction for entire medical service	4,0±0,2	4,0	4,0	4,0	3,5±0,5	3,0	3,0	4,0	138	,000*
Total	3,7±1,6	3,5	3,8	3,9	3,0±3,2	2,7	2,9	3,4	45,5	,000*

*P<,05 by Mann-Whitney U-test.

제외한 일일 진료 수익 비교는 통계적 유의성은 없었으나 CP 적용 전보다 진료비 수익이 CP 적용 후 264,178 원 더 높은 것으로 조사되었다(Table 2). CP 적용 전 고객 만족도는 8항목에 대한 응답평균치가 4점 Likert척도 3.0점으로 비교적 만족도가 높은 편이었으나 CP 적용 후 3.7점으로 더욱 상승하였고 (P<0.05) (Table 3), CP 적용 처방과 기존 의사처방지 사용과의 차이점을 묻는 의료진 만족도인 21항목에 대한 응답평균치는 CP 적용 전에는 5점 Likert 척도점수 3.2점으로 보통 수준의 만족도였으나 CP 적용 후에는 4.6점으로 높은 만족도를 보였다 (P<0.05) (Table 4).

IV. 고찰

오늘날 CP는 재원일수나 의료비용 같은 임상적 효과평가의 지표로 사용되고 있으며(15), 개발과정은

일개 병원대상자를 위주로 각 병원의 실정에 맞게 진행되어 왔다. 현재 감마나이프수술환자를 대상으로 CP를 개발하여 CP 적용 전·후를 비교 분석한 보고는 김순영의 석사논문이 유일한데, 재원일수에는 변화가 없었고, 추가처방건수는 현저히 낮았으며, 환자 만족도는 높게 나타났으며, 입원은 모두 수술 전날 하였다(11). 그러나 감마나이프수술은 뇌종양환자의 경우에는 수술 중 뇌 자기공명영상만 촬영하면 되지만, 뇌동정맥기형의 경우에는 뇌혈관 조영술이라는 침습적 시술이 같이 시행되므로 수술 전날 입원처치가 필요하다. 따라서 본 연구는 감마나이프수술 환자 중 수술 전 입원처치가 불필요한 뇌종양환자를 대상으로 재원일수를 감소시키기 위해서 DSR 시스템을 활용한 당일 감마나이프수술 후 입원 환자의 CP를 개발하여 적용함으로써 질 향상 활동의 효과를 측정하는 것을 목적으로 수행하였다. 그 결과 CP 적용 후의 재원일수는 평균 2.3일로 감소하였고, 퇴원 예고

Table 4. Comparison of satisfaction, regarding CP application by medical team (five-point Likert Scale)

Composition	CP group(n=38)	non-CP group(n=38)	U	P
	Median(Q1-Q3)	Median(Q1-Q3)		
1. Treatment plan can be anticipated in advance	5,0(4,0~5,0)	3,0(2,0~4,0)	162	.000*
2. Test is timely	4,0(4,0~5,0)	3,0(3,0~4,0)	239	.000*
3. Treatment can be provided methodically	5,0(4,0~5,0)	3,0(2,0~4,0)	135,5	.000*
4. There's no drug misuse or abuse	5,0(4,0~5,0)	3,0(3,0~4,0)	84	.000*
5. Test frequency is proper	5,0(4,0~5,0)	3,0(3,0~4,0)	175	.000*
6. There's less task to be omitted	5,0(4,0~5,0)	3,0(2,0~4,0)	112,5	.000*
7. Ward management is effective	5,0(4,0~5,0)	3,0(3,0~4,0)	152,5	.000*
8. The number of confirmation for treatment plan is reduced	5,0(4,0~5,0)	3,0(3,0~4,0)	166	.000*
9. The number of treatment modification is reduced compared to doctor's prescription	5,0(4,0~5,0)	3,0(2,0~4,0)	116	.000*
10. Confidence increases in seeing patients/family	5,0(4,0~5,0)	3,0(2,0~4,0)	145	.000*
11. Prescription is not overlapped	5,0(4,0~5,0)	3,0(2,0~4,0)	99	.000*
12. The number of prescription confirmation is reduced	5,0(4,0~5,0)	3,0(2,8~4,0)	179	.000*
13. Treatment can be done timely	5,0(4,0~5,0)	4,0(3,0~4,0)	155	.000*
14. Information can be provided effectively to patients/family	5,0(4,8~5,0)	3,0(2,0~4,0)	64	.000*
15. Medical staff can concentrate on treatment since general task is slashed	4,0(4,0~5,0)	3,0(3,0~4,0)	196,5	.000*
16. Medical history can be written effectively	4,5(4,0~5,0)	3,0(3,0~4,0)	210,5	.000*
17. Conversation can be made freely between medical teams	5,0(4,0~5,0)	3,0(2,8~4,0)	146	.000*
18. Relations between medical teams improve	4,5(4,0~5,0)	3,0(3,0~4,0)	195,5	.000*
19. Relations between patients/family and medical staff improves	5,0(4,0~5,0)	3,0(3,0~4,0)	132	.000*
20. Credibility for medical staff is strengthened	5,0(4,0~5,0)	3,0(2,8~4,0)	145	.000*
21. CP development seems to be effective for other diseases as well	5,0(4,0~5,0)	3,5(3,0~4,0)	180,5	.000*
Total	4,6(4,2~4,9)	3,2(2,7~3,6)	27,5	.000*

*P < .05 by Mann-Whitney U-test; Q: Interquartile range.

제 실시율은 CP 적용 후에는 100%(탈락률 제외)로서 이는 CP 전산처방 퇴원 order에 퇴원 예고제 등록 화면이 자동 팝업 되게 하는 시스템을 적용한 것이 주요한 원인으로 분석되었다. 일일 진료수익 평가 비교는 대상자 선정에서 직원 직계의 경우 직원 복지 혜택으로 인한 진료수익비교에 영향을 줄 수 있으

로 제외하였으며, 특진비 및 비급여 항목에도 각 개인차가 있으므로 총 진료비 중에서 건강보험적용부분만의 일일 진료수익을 비교하였으며 CP 적용 전보다 264,178 원의 상승효과를 확인하였다. 이는 재원일수 대비 진료수익이 CP 적용군이 더 높은 것으로 분석되었다. 고객만족도 조사(4점 척도)에서는 CP 적용 전

평균 만족도는 3.0점으로 비교적 만족도가 높은 편이었으며, 특히 의료행위에 대한 사전정보 제공이나 전체적인 의료서비스에 대한 만족도는 4.0점이었다. 이는 이미 P병원의 감마나이프센터에는 숙련된 전문 수술 팀이 있기 때문으로 생각된다. 한편 CP 적용 후 사전정보제공에 대한 이해도나 퇴원교육에 대한 만족도가 CP 적용 후 크게 상승하였는데, 이는 CP 개발 전에는 없었던 입원에서부터 퇴원 후까지의 진료 흐름 및 환자 교육내용을 시간순서로 만든 환자교육용 입원계획표의 활용도 때문인 것으로 분석되었다. CP 적용 처방과 기존 의사처방지 사용과의 차이점을 묻는 의료진 만족도에서는 전체적인 만족도가 4.6점으로 3.2점에서 크게 상승하였고, 특히 '치료계획을 미리 파악할 수 있다', '업무누락이 적다', '일반 의사처방지보다 처치변경이 줄어들었다', '처방이 중복되지 않는다', '처방확인 횟수가 감소되었다'의 만족도가 4.5 점 이상인 것으로 신경외과 전문 간호사가 없는 타과 병동으로 입원을 하더라도 개발된 의료진용 CP 매트릭스를 활용함으로써 감마나이프수술에 대한 이해도를 높여 의료서비스 제공자간에 의사소통을 원활하게 하였다. 또한 CP의 적용 효과 평가에서 과소 서비스 제공을 하여 부적절한 진료 위험을 초래할 수 있는 의료의 질 평가를 위해서 퇴원 후 일주일 이내의 재 입원율을 조사한 결과 한건도 없었다. 따라서 뇌종양 환자를 대상으로 한 당일 감마나이프수술 후 입원 환자를 위한 CP 개발은 재원일수 감소, 높은 퇴원 예고율로 인한 효율적인 병동운영, 입원일수 대비 진료수익의 상승 및 고객과 의료진의 업무만족도도 향상시켰다. 이는 앞으로 전공의나 신규 간호사들의 교육자료 활용에도 기여할 수 있으리라 본다. 그러나 성공된 CP의 평가는 최소 6개월에서 1년

이상 시행되어진 후에 평가되어야(3) 하므로 좀더 긴 기간의 적용 효과 평가와, 나아가서는 전국 감마나이프센터에 동일 수술환자에게 적용한 효과 평가 분석이 뒷받침된다면 좀 더 향상된 CP가 될 수 있을 것이다.

Acknowledgements

이 논문은 2011년 인제대학교 부산 백병원 QI활동 지원금에 의해 수행됨.

참고문헌

1. 유연엽. 응급실에 내원한 허혈성 뇌졸중 환자에게 적용한 Critical Pathway의 효과. 강원대학교 석사학위 논문, 2010.
2. Tsurugi Y, Yamamoto M, Okouchi J, Matsuda S, Kashimura M, Osato K. Critical path; overview and its development process in the UOEH Hospital. J UOEH 2000;22(4):371-381.
3. 신현수. CP개발 및 적용을 위한 접근방법. 한국 의료QA연수교육, 2011.
4. Markey DW, McGowan J, Hanks JB. The effect of clinical pathway implementation on total hospital costs for thyroidectomy and parathyroidectomy patients. Am Surg 2000; 66(6):533-539.
5. Pearson SD, Kleefield SF, Soukop JR, Cook EF, Lee TH. Critical pathways intervention to reduce length of hospital stay. The Ameri-

- can Journal of Medicine 2001;110(15):175-180.
6. 장원모, 은상준, 사공필용, 이채은, 오무경, 오주환 등. The changer in readmission rate, length of stay and hospital charge after performance reporting of hip hemiarthroplasty. J Prev Med Public Health 2010;43(6):523-534.
 7. Dy SM, Pushkal G, Dorothy N, Patricia DB, Peter PJ, Laura M, et al. Critical Pathway Effectiveness: Assessing the Impact of Patient, Hospital Care, and Pathway Characteristics Using Qualitative Comparative Analysis. Health Services Research 2005; 40(2):499-516.
 8. Leibman BD, Dilliogluligil O, Abbas F, Tanli S, Kattan MW, Scardino PT. Impact of a clinical pathway for radical retropubic prostatectomy. Urology 1998;52(1):94-99.
 9. Bueno CA, Rodriguez CR, Delgado RM, Moreno AO, López GR, Guillen SJ, et al.. Preoperative stay as a risk factor for nosocomial infection. Eur J Epidemiol 1991;7(6): 670-676.
 10. Collier PE. Do clinical pathways for major vascular surgery improve outcomes and reduce cost? Journal of Vascular Surgery 1997; 26(2):179-185.
 11. 김순영. 감마나이프수술 환자를 위한 표준진료 지침(critical pathway)개발. 한양대학교 석사학위 논문, 2005.
 12. 조경기, 김세혁. 감마나이프 CP 개발과 적용. 한국의료QA가을학술대회. 2009:328.
 13. Pearson SD, Goulart-Fisher D, Lee TH. Critical pathways as a strategy for improving care: problems and potential. Annals of International Medicine 1995;123(12):941-948.
 14. 김정숙. 뇌지주막하출혈 환자의 사례관리를 위한 Critical Pathway 개발 및 적용 효과. 중앙대학교 석사학위 논문, 2001.
 15. Chern JJ, Macias CG, Jea A, Curry DJ, Luerssen TG, Whitehead WE. Effectiveness of a clinical pathway for patients with cerebrospinal fluid shunt malfunction. Journal of Neurosurgery: Pediatrics 2010;6(4):318-324.