

영상의학과 전산화단층촬영 검사 대기일 단축을 위한 6-시그마 적용사례 연구

성 열 훈*

*대원대학 방사선과

A Case Study on the Six Sigma Application to Reduce Waiting Day for Computed Tomography in the Radiology Department

Youl-Hun Seoung*

*Department of Radiological Science, The Daewon University College

Abstract

The purpose of the study was to apply and to expand the six sigma to reduce waiting times for computed tomography (CT) examination which manipulated by the department of radiology. It was preceded by DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control). In the stage of definition, it wereselected for total 5 critical to quality (CTQ), which were the kindness, the waiting time, the examination explanation, the waiting day and the waiting stand environment, that increased the reserved time of CT examination. In the stage of measurement, the number of examinations and of reservation waiting days performed and resulted in final CTQ(Y) which measured each 1.68 and 1.85 sigma. In the stage of analysis, the examination concentrated on morning time, non-scheduled examination of the day, the delayed time of booking, frequent telephone contacting and equipment malfunction were determined as variable key causes. In the stage of improvement, it were performed with expansion of the examination in the morning time, integration of laboratories that used to in each steps, developing the ability of simultaneous booking schedule for the multiple examinations, developing program of examination request, and the customer management team operations. For the control, the number of examinations and reserved waiting days were measured each 3.14 and 1.13 sigma.

Keywords : Six Sigma, DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control), Computed Tomography, Reduce Waiting Day

1. 서 론

6-시그마 기법은 기업의 경영성과를 나타내는 모든 요소를 시그마란 통계적 의미의 수준으로 변환하여 현재 경영상태의 분석과 차후의 목표설정 등에 있어서 경영관리의 지표로 삼은 후 문제 해결 프로세스를 통하여 개선안을 제시하고 무결점에 가까운 성과를 내기 위한 경영혁신 법 중 하나이다[10]. 6-시그마 활동은 Motorola에 근무하던 Mikerl J. Harry에 의해 1987년 창안된 이후 기업체 중심으로 발전되어 왔다.

국내에는 90년대 중반부터 도입되어 문제해결 기법으로 활발히 도입되었으며, 2000년 초반부터는 대형병원을 중심으로 의료서비스 개선을 위한 기법으로 의료분야에서도 적용되었다. 고객욕구의 변화, 의료 환경의 변화, 의료기관간의 생존경쟁 심화 등으로 인해 의료기관 경영의 어려움이 가중됨에 따라 의료기관의 생존과 차별화된 경쟁력 확보를 위한 새로운 경영 패러다임의 필요성이 요구되고 있다[1]. 이런 시대적인 혁신과 고객들의 요구들의 요구에 충족하기 위하여 대기업들이 병원사업에 진출하면서 모기업의 경영기법을 병원 경

† 교신저자: 성열훈, 충북 제천시 대학로 274 대원대학 방사선과

M · P: 010-2909-7974, E-mail: radimage@naver.com

2010년 2월 10일 접수; 2010년 5월 24일 수정본 접수; 2010년 6월 7일 게재확정

영에도 적용하기 시작하면서 많은 병원들이 품질경영 기법을 사용하고 있다[2]. 그 과정에서 최근 6-시그마가 의료기관의 경영 혁신 대안으로 급격히 부상했다[3].

이러한 6-시그마는 전사적인 차원에서 조직구성원의 문제해결 능력 및 문화적인 기반에 대한 근원적인 혁신을 바탕으로 조직의 전사적인 경영 프로세스 혁신을 통해 무결점을 의미하는 통계적인 수준으로 효과적인 혁신 기법으로 인식되고 있다[11]. 의료분야에서의 6-시그마 도입과 관련된 연구 동향을 살펴보면 George (2003)은 미국 인디애나주 Fort Wayne시의 6-시그마 기법을 도입하여 각 부서별 어려운 문제, 목표달성의 중요도, 시민불만, 경비절감요소, 미래 경비절감요소 등을 기준으로 프로젝트를 선정하고 3년 동안 70개의 프로젝트를 시행하여 3백만 달러의 경비를 절감한 사례를 제시하면서 공공의료분야의 식스시그마 도입의 긍정적 효과를 입증하였다[12]. Frings와 Grant (2005)은 6-시그마를 개인건강 보험회사 요구사항에 대한 순응, 관절치환술 프로그램, 수술취소와 재스케줄링 과정에 접목시켜 6-시그마 실행과 병원 의료서비스의 효율성과 개선가능성 사이의 연관성을 제시하였다[13].

Frankel 등 (2005)은 병원 내 중환자실 카테터 사용으로 인한 혈류감염환자관리에 6-시그마 기법을 도입하였다. 2001년부터 36개월 동안 Yale New Hospital에서 외과계중환자실 직원을 대상으로 6-시그마 기법을 도입한 후 카테터와 혈류감염정도를 과거 9년간의 자료와 비교 분석한 결과 카테터 사용 환자의 혈류감염 정도가 6~7배 감소되었음을 보고하였고, 이에 따른 의료 인력관리의 중요성을 연구를 통해 제시하였다[14].

국내에서 6-시그마를 적용하여 의료와 관련한 선행연구 사례를 살펴보면 임상 약동학 서비스의 효율적인 관리 (김민영 등, 2001), PACS 운영체계 품질관리 (김명호, 2003), 병원미수금 관리 효율화 방안 (신정희, 2004), 의료서비스 품질관리를 위한 관리항목 도출 (서은경, 2004), 6-시그마 품질수준과 의료서비스 품질경영에 관한 연구 (한정수, 2006) 등으로 제한적일뿐만 아니라 방사선을 이용하는 영상의학과, 핵의학과, 방사선종양학과 등과 같은 진단 및 치료분야와 관련된 연구는 미미하다[4-8]. 그 동안 의료서비스업은 전적으로 의사와 전문가에 의해서만 통제될 수 있다고 생각해 왔다. 그러나 병원도 환자라는 고객을 다루는 서비스업이므로, 고객만족 및 내부 효율성을 위해서 6-시그마가 효과적으로 적용될 수 있을 것이다. 그 중 환자들이 치료에 앞서 선행되는 진단방법으로 전산화단층촬영 (computed tomography, CT) 등과 같은 영상의학적 검사는 가급적 빨리 이루어져야 의학적이 치료에 신속히 진행될 수 있으며, 이것은 환자들이 병원을 찾는 기본 요구 (needs)이다.

일반적으로 사용되고 있는 6-시그마의 문제 해결 프로세스는 GE사에서 완성시킨 DMAIC (Define, Measure,

Analyze, Improve, Control)이다. DMAIC 문제해결 프로세스는 현재의 문제를 정의 (Define)하고, 발생된 문제의 수준을 측정 (Measure)하여, 현실의 문제를 통계적 의미로 변환시키고, 문제에 대한 핵심인자를 도출하여 문제의 원인을 분석 (Analyze)하여, 문제의 통계적 해결안을 찾아서 현실의 문제를 개선 (Improve)하고, 개선된 문제가 다시 발생하지 않도록 핵심인자를 표준화하고 관리 (Control)하는 프로세스로 구성되어 있다[9].

따라서 본 논문에서도 영상의학과에서 행하는 CT 검사의 대기일을 단축함에 있어 DMAIC 문제해결 프로세스에 맞추어 정의단계에서부터 개선단계까지를 대상 및 방법으로 선정하였으며, 관리단계를 결과부분으로 구성하여 6-시그마 기법을 적용하고 확대하고자 하는 것이 본 연구의 목적이다.

2. 대상 및 방법

2.1 정의 (Define)

정의 단계는 현상을 파악하고 문제를 정의하는 단계로 대상 고객을 선정하고 고객들의 불만 사항을 파악해서 문제를 해결할 수 있는 CTQ (critical to quality)를 정의하고 대상 프로세스를 정의한다. 대상은 수도권 소재 S대학병원의 내원하는 고객들로 하였다. 고객감동 적정관리 전담부서의 조사 분석 자료를 근거로 제기된 민원을 Pareto 분석한 결과 영상의학과와 관련된 대기시간이 상위를 차지하고 있었다. 특히, 영상의학과에서 시행하는 CT 검사를 받는 고객들을 무차기로 선별하여 총 89명에게 VOC (voice of customer) 설문조사를 한 결과 그림과 같이 검사예약 대기일에 대해 불만족이 가장 큰 것으로 나타났으며 현재 대기일은 27.7일로 측정되었다(그림 1).



<그림 1> 영상의학과 예약검사에 대한 불만족도 순위



<그림 2> 영상의학과 프로세스에 대한 SIPOC 분석

대기일 증가에 따른 VOC를 체계화한 결과, 친절도, 검사대기시간, 검사설명, 검사예약대기일수, 검사대기 환경 총 5가지의 CTQ가 선정되었다. 그리고 SIPOC (supplier, input, process, output, customer)분석을 하여 개선 프로세스의 범위를 그림 2와 같이 검사처방, 예약입력, 검사접수, 검사까지의 범위를 결정하였다.

팀원의 구성은 Champion 1명 (교수), PO (process owner) 1명 (팀장), MBB (master black belt) 1명 (6-시그마 전문가), BB (black belt) 1명 (방사선사), GB (green belt) 5명 (교수 1명, 방사선사 2명, 간호사 2명)으로 구성하였다.

2.2 측정 (Measure)

측정단계에서는 선정된 CTQ를 가장 잘 대변할 수 있고 측정이 가능한 과제에 핵심 성과 지표 CTQ(Y)를 정의하여 현재 수준을 파악하고 CTQ(Y)의 변동에 영향을 미치는 잠재원인 변수 (X's)를 발굴하는 단계이다. 이를 위해 SIPOC분석에서 도출된 output indicator (검사시행건수, 예약대기일수, 장비가동률, 인적가용률, 예약부도율, 검사소요시간, 당일검사대기시간, 재검사건수)와 선정된 CTQ들을 우선순위 matrix를 이용하여 가장 많은 점수를 얻은 검사시행건수와 예약대기일수를 최종 CTQ(Y)로 결정하였다(표 1).

검사시행건수에 대한 운용 정의는 영상의학과에서 시행한 CT에 대한 장비 별 평균 총 검사시행건수로 하였다. 측정 단위는 장비 당 시행한 일일 건수로 하였으며, 측정 산식은 아래 식과 같다.

$$CT\text{검사시행건수} = \frac{CT(1) + CT(2) + \dots + CT(n)}{n}$$

* n : 장비 수

예약대기일수에 대한 운용 정의는 실제 고객이 대기한 일수로 정의하였다. 측정산식은 검사 시행일에서 검

<표 1> 핵심 성과 지표 CTQ(Y)를 도출하기 위한 우선 순위 matrix

Indicator \ CTQ'S	친절도 (중요도X10)	검사 대기 시간 (중요도X 20)	검사 설명 (중요도X 20)	검사예약 대기일수 (중요도X 40)	검사대기 환경 (중요도X10)	계 (100)	순위
검사시행건수	10	140	20	280	30	480	1
예약대기일수	30	60	60	280	30	460	2
장비가동률	10	60	10	280	20	380	3
인적가용률	70	20	30	120	20	260	7
예약부도율	10	20	10	280	20	340	4
검사소요시간	10	140	30	120	20	320	5
당일검사대기시간	10	140	30	40	60	280	6
재검사건수	10	20	10	40	20	100	8

사 의뢰일을 뺀 날짜를 계산하였다. 이때 당일 검사와 질병을 관찰하기 위해 일정기간을 요구하는 follow up 환자 중 60일 이상의 환자들은 제외하였다. 이들을 토대로 현 수준을 파악하기 위해 6개월 동안의 시행한 데이터들의 안정성과 정규성을 검정을 한 결과 검사시행건수의 P-Value가 0.528로 유의수준인 0.05보다 크게 나와 정규성을 나타냈다. 그러나 예약대기일의 P-Value는 0.005로 유의수준인 0.05보다 작게 나와 정규성을 확보하지 못하였다. 그리고 6-시그마에서 사용하는 수준 척도인 DPMO (defect per million opportunities), 시그마 수준 등을 알기 위해 MiniTab을 이용하여 검사시행건수의 공정능력을 파악하였다. 그 결과 장비당 일 평균 건수는 60.7건이었으며 현재 DPMO 값은 430,205 이었으며, 시그마 수준은 1.68 시그마였다 (그림 3).

한편, 예약대기일에 대한 공정능력 분석은 데이터가 정규성을 갖지 못한 관계로 기대 성능 (군내)에서 도출된 PPM (parts per million)값을 역 누적분포 함수 분포를 이용하여 시그마 수준을 파악했다. 그 결과, 현재 예약대기일은 15.3일이었으며, DPMO 값은 362,053 (관측성능)이었으며, 시그마 수준은 1.85 시그마였다 (그림 4). 다음은 잠재원변수(X's)를 발굴하기 위해 process 이해, 팀원들의 Brainstorming,

관련 자료들의 분석, 현상의 관찰 등을 시행했다.

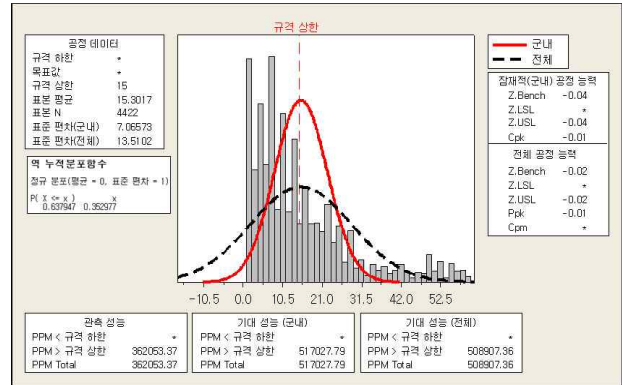
이러한 과정을 통해 Fish bone으로 분석한 결과 인적 요소, 시간적 요소, 검사방법적 요소, 장비요소, 고객요소, 환경적인 요소 등으로 구분하여 잠재원인들을 발굴했다(그림 5). 그 결과, 총 15가지의 잠재원인이 발굴되었다.

우선 순위 별로 오전 예약 검사 집중, 당일 비 예약 검사, 예약시간의미 준수, 장비 부족, 잦은 장비 고장, 오더 수의 증가, 고객의 증가, 재진 고객의 증가, 건강증진센터 고객 수의 예측불가, 응급 검사로 인한 지연, 응급실 고객, 잦은 전화문의, 건강증진센터 고객, 검사 별 소요시간의 차이 순으로 나타났다. 그 중 당일 검사 요구, 장비부족, 오더 수의 증가, 고객의 증가, 재진 고객의 증가가 제어하기 어려운 잠음인자로 판단되었고, 건강증진센터 고객의 수를 예측하지 못하는 항목은 Quick-fix 처리 하였다.

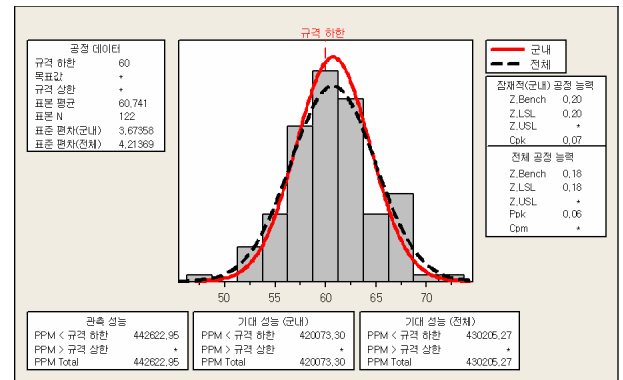
2.3 분석 (Analyze)

분석단계에서는 측정단계를 통해 도출된 잠재적인 원인변수 (X's) 가운데 CTQ(Y)의 변동에 영향을 미치는 변수 중 제어하기 어려운 입력변수인 장비 부족, 오더 수의 증가, 고객의 증가, 재진 고객의 증가를 제외하고 우선순위별로 핵심 원인변수 (vital few X's)를 선정하였다. 그 결과 오전 예약 검사 집중, 당일 비 예약 검사, 예약시간의 미 준수, 잦은 전화 문의, 잦은 장비 고장을 핵심 원인변수로 결정하였다. 선정된 핵심 원인변수들의 데이터들은 의료정보시스템과 checklist, 설문조사, 그리고 예약현황 보고문서 등을 통하여 최근 2개월 동안 수집하였다. 수집된 데이터들은 그래프 분석과 상관분석을 통하여 가설검증을 시행하였다. 그 검증 결과, 오전 예약 검사 집중은 시간대별 검사자 예약

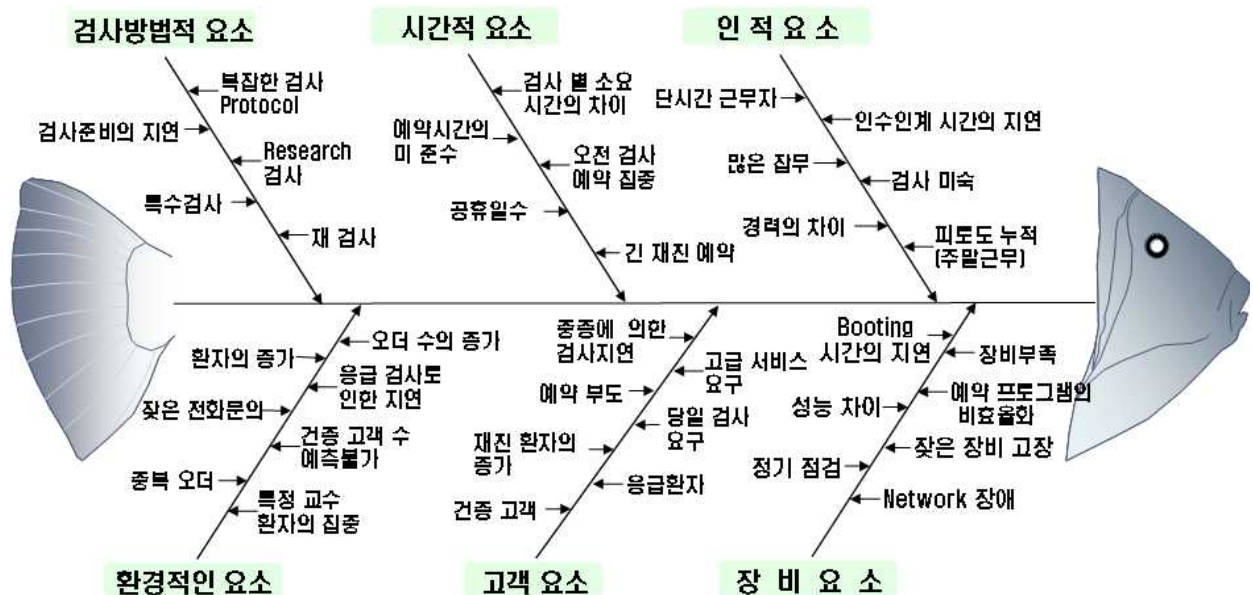
건수에 대한 트렌드 분석 결과 증가 폭의 차이가 오전 이 상대적으로 크고 오후, 저녁 시간대 모두 증가추세를 보이고 있었다. 따라서 오전검사 예약대기 일을 분산시킬 수 있는 방안이 강구 되어야 하므로 채택되었고, 당일 비 예약 검사는 P 값이 0.001, 상관계수가 0.921로 나타나 채택되었다. 그리고 잦은 전화 문의는



<그림 3> 개선 전 검사시행건수에 대한 공정능력 분석



<그림 4> 개선 전 예약대기일에 대한 공정능력 분석



<그림 5> CT 검사에 대한 Fish bone 분석

검사실 직원 26명을 상대로 설문조사를 실시하여 분석한 결과 58%가 잦은 전화문의로 인하여 검사시행건수에 지장을 준다고 응답하였다. 따라서 검사 중 전화로 인한 검사수행에 피해를 줄일 수 있는 방안이 마련되어야 하므로 채택되었다. 그러나 예약시간의 미 준수는 P 값이 0.058, 상관관계수가 0.469로 나타나 기각되었으며, 잦은 장비 고장은 일별, 장비 별 발생한 장비고장건수와 검사시행건수를 비교 분석한 결과 유의하지 않아 기각이 되었다.

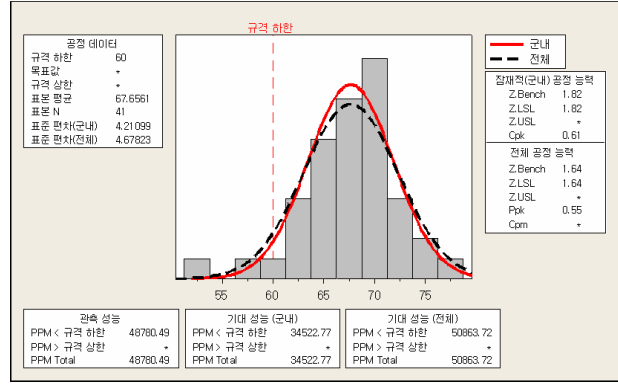
2.4 개선 (Improve)

개선단계에서는 선정된 핵심 원인변수들에 대한 개선 아이디어를 도출하고 개선안을 개발, 평가, 선정, 최적화하고 선정된 최적안을 시험 적용하여 개선가능성을 확인한다. 이를 위해 핵심 원인변수들 별로 개선아이디어 도출 위해 Brain Writing 실시했다. 그 결과 총 60개의 대안안자가 도출되었으며, CDMA(combine delete modify add)기법을 이용하여 최종 개선안을 도출하였다. 그 결과, 첫째, 오전 예약 검사 집중에 대한 개선안으로 기존의 교대근무시간을 변경하여 오전 7시부터 시행하여 오전 검사시간을 확대하였다. 두 번째, 당일 비 예약 검사에 대한 개선안으로 각각의 검사실을 하나로 통합 예약, 여러 검사를 동시 예약할 수 있는 기능 개발, 건강증진센터 고객의 예약 상황 통계 프로그램 등의 예약 프로그램의 개선을 위주로 하였다. 마지막으로 잦은 전화문의에 대한 개선안으로 검사의뢰 프로그램의 개발과 고객 관리 팀 운영을 실시하였다. 그 외 조영제 부작용을 사전에 방지하여 검사의 효율성을 높이고 검사소요 시간을 최소화하고 고객의 만족도 증대를 시킬 수 있는 조영제 부작용 병력 프로그램을 개발하였다.

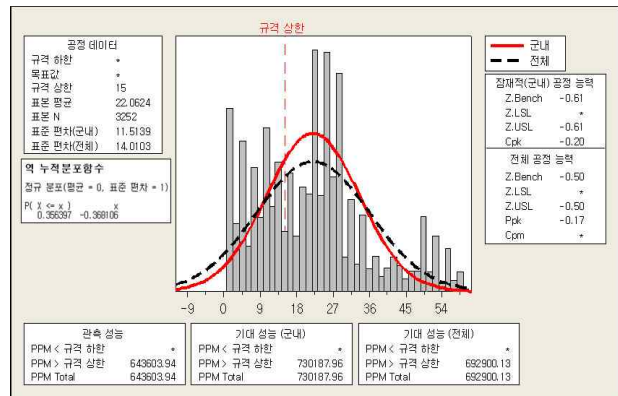
3. 결 과

6-시그마의 문제 해결 프로세스 중에서 정의, 측정, 분석, 개선단계를 거쳐 목표 달성여부를 확인하는 단계인 관리 (control)단계에서 6-시그마의 결과를 확인하였다. 개선안 이 적용된 이후 2개월간의 성과를 분석하였다. 데이터들 의 안정성과 정규성을 검정을 한 결과 검사시행건수의 P-Value가 0.296로 유의수준인 0.05보다 크게 나와 정규성을 확보했으나, 예약대기일의 P-Value는 0.005로 유의수준인 0.005보다 작게 나와 정규성이 확보되지 못하였다. 개선 후 검사시행건수는 장비당 일 평균 건수는 67.7건이었으며 DPMO 값은 50,863이었으며, 시그마 수준은 3.14 시그마였다 (그림 6).

한편, 예약대기일에 대한 공정능력 분석은 데이터가 정규성을 갖지 못한 관계로 기대 성능 (군내)에서 도출된 PPM값을 역 누적함수 분포를 이용하여 시그마 수



<그림 6> 개선 후 검사시행건수에 대한 공정능력 분석



<그림 7> 개선 후 예약대기일에 대한 공정능력 분석

준을 파악했다. 그 결과, 개선 후 예약대기일은 22일이었으며, DPMO 값은 643,603 (관측성능)이었으며, 시그마 수준은 1.13 시그마였다 (그림 7).

4. 결론 및 토의

본 연구는 영상의학과 CT검사에 대한 사례연구로 정성적으로 경험하고 알고 있는 문제점과 원인에 대해서 정량적으로 해석하고 체계적으로 접근하여 문제해결을 하기 위한 방법들을 제시하였다. 특히, 본 프로젝트는 총 6개월 동안 진행되었는데 각 단계로 진입하기 전에 BB와 GB들에 대한 교육이 선행되었으며, 주 1~2회의 MBB 멘토링이 있었다. 또한 최고경영진들의 강한 리더십으로 전사적으로 이루어졌다. 의료라는 매우 특화된 전문분야라는 특성상 임상(의사)교수의 참여를 최대한 유도하였으며, 공간적인 회의가 어려울 때는 전산망을 통하여 정보를 공유하였다. 매 단계 후에는 Risk 관리를 시행하여 의료서비스의 질 저하를 최소화하였다. 그리고 예약대기일 단축을 위해 선정된 두 가지의 CTQ(Y)인 검사시행건수와 예약대기일수는 상호 보완적으로 추진하고자 했다. 즉 검사시행건수는 증가시켜서 예약대기일수를 감소시키는 것이었다. 그 결과 검사시행건수는 일평균 건수가 60.7건에서 67.7건으로

7건 증가하는 효과로 DPMO 개선율이 88.18%이었고, 시그마 수준도 3.14로 1.46 시그마만큼 향상이 되었다.

그러나, 예약대기일수는 15.3일에서 22일로 6.7일 증가하였고 DPMO 개선율은 69%로 감소하였다. 따라서 시그마 수준도 1.85에서 1.22 시그마로 0.63 시그마만큼 감소하였다. 원인으로서는 제어하기 어려운 잡음인자로 판단된 검사처방물의 급속한 증가, 검사 performance의 한계 도달 등이었다. 따라서 새로운 장비의 추가 설치가 요망되었다. 이처럼 6-시그마 기법으로 원인과 결과를 정량적으로 접근한 결과 장비의 도입 시점을 도출해 내는 효과도 있었다. 앞으로 의료기관에서 성공적인 6-시그마 효과를 얻기 위해서는 고객들의 요구들을 능동적으로 항상 모니터링할 수 있는 객관적인 지표를 개발해야 할 것이며, 전직원들이 참여할 수 있도록 인센티브 등과 같은 보상제도로 유도하여야 하며 특히 임상사들의 적극적인 참여가 매우 필요하다. 그러기 위해서는 대퇴동맥 천자부위 폐쇄기 사용에 대한 연구; 6시그마의 도입 (이주용, 2007)과 같이 6-시그마가 의료서비스뿐 만아니라 의료기술의 개선과 발전에도 도움이 된다는 의식의 전환이 필요하다고 본다.

5. 참고 문헌

- [1] 강두식, “의료기관의 서비스지향성이 경영성과에 미치는 영향에 관한 연구”, 박사학위논문, 인천대학교, 인천, 2005.
- [2] 한정수, “6 시그마 품질수준과 의료산업에서의 서비스 품질경영 연구”, 석사학위논문, 충북대학교, 청주, 2006.
- [3] 노재범, 이팔훈, 이승현, “서비스 이노베이션 엔진, 6시그마, 삼성경제연구소, 서울, 2005.
- [4] 김민영, 박효정, 박향미, 손기호, 최경업, 박영하 “6 시그마 기법을 이용한 임상약동학 자문 업무의 효율성 개선”, 병원약사회지, 18 (2001): 251-264.
- [5] 김명호, “6 시그마 기법을 적용한 PACS운영체제 품질 관리모형 연구”, 석사학위논문, 경희대학교, 서울, 2003.
- [6] 신정희, “6 시그마 기법을 이용한 병원미수금 관리의 효율화방안 연구”, 석사학위논문, 연세대학교, 서울, 2005.
- [7] 서은경, “6 시그마를 적용한 의료서비스 품질관리를 위한 관리항목 도출 연구”, 석사학위논문, 전남대학교, 광주, 2004
- [8] 이주용, 홍기동, 성열훈, 고중석, “대퇴동맥 천자부위 폐쇄기 사용에 대한 연구 ; 6시그마의 도입”, 대한심맥관중재기술학회지, 10 (2007): 104-117.
- [9] 김종안, “식스시그마 품질개선모형의 효과성에 관한 연구” 박사학위논문, 홍익대학교, 서울, 2001.
- [10] Harry, M. J. “Six Sigma: A Breakthrough Strategy for Profitability”, Quality Progress, 31 (1998) :60-64.
- [11] Watson, G. H. “Peter F. Drucker: Delivering Value to Customers”, Quality Progress, 35 (2002) :55-61.
- [12] George. M. L. “Lean Six Sigma for Service: How to Use Lean Speed and Six Sigma Quality to Improve Service and Transactions”, McGraw-Hill, 2003.
- [13] Frings, G. W. Grant, L. “Who moved my six sigma. Effective implementation of the six sigma methodology to hospitals”, Quality and Reliability Engineering International. 21 (2005): 311-328.
- [14] Frankel, H. L. Crede, W. B. Topal, J. E. Roumanis, S. A. Devlin, M. W. Foley, A. B. “Use of corporate six sigma performance-improvement strategies to reduce incident of catheter-related bloodstream infection in a surgical ICU”, J Am Coll Surg, 201 (2005): 349-358.

저 자 소개

성 열 훈



분당서울대학교병원 6-시그마 BB (black belt), 가톨릭대학교 공학사 및 공학석사 그리고 의학물리공학 박사취득, 관심분야는 의학물리 및 의료 6-시그마이코 현재 대원대학 방사선과 교수로 재직 중이다.

주소: 충북 제천시 대학로 274 대원대학 방사선과