

## 병원군별 전공의 총정원제에서의 인턴 순환근무 수련일정계획 Intern rotational schedule in integrated residency training program for medical staff

강 성민

가톨릭대학교 경영학과  
경기도 부천시 역곡동 산 43-1

### Abstract

다수의 수련병원이 단일 병원군을 형성하여 전공의를 공동으로 모집선발하고, 또한 공동 책임하에 수련시키는 전공의 통합수련프로그램인 “병원군별 전공의 총정원제”에서 인턴 순환근무 수련일정계획은 순환교육과 임상경험을 위한 인턴의 일년간 수련일정을 수립하는 의사결정문제이다. 전공의의 순환배치와 관련하여 병원간의 갈등 또는 인턴의 불만 등이 발생할 수 있기에 병원군별 전공의 총정원제는 질적으로 우수하며 객관적인 인턴수련일정을 필요로 한다. 본 논문은 인턴일정계획의 수리모형을 제시하고, 현실의 데이터를 사용해 산출된 순환일정을 다각도로 분석한 결과를 제시한다. 작성된 수련일정은 9개병원이 참여한 CMC병원군에서 2003년 현재 263명 인턴의 일년간 순환배치에 사용되고 있다.

“본 연구는 보건복지부 보건의료기술진흥사업의 지원에 의하여 이루어진 것임. (과제번호: 02-PJi-PG 5-P30-0002)”

### I. 도입

인력일정계획은 작업자를 다수의 계획기간동안 다수의 작업에 배정하는 인력배치문제로 구성원들의 다양한 요구와 시간적 공간적 자원적 제약에 따라 복잡한 제약조건을 갖는다. 의료기관의 인력일정계획문제는 크게 단기와 장기계획문제로 구별할 수 있다. 수술실이나 응급실의 일정계획과 같은 단기계획은 일주일에서 한 달 정도의 일정으로 주요 디자인 요소는 연속 의료 여부, 환자의 대기시간 및 그 외의 의료 서비스 품질 요소, 제반 비용, 전공의 교육시간 등이다. 이러한 단기계획은 환자의 동적인 진입, 퇴출 모형이 전제되어야 하고, 한 작업이 다른 돌발된 상황발생으로 언제든지 중단될 수 있는 점등에서 수리계획보다는 대기행렬모형을 기반으로 하는 시뮬레이션 기법이 우선적으로 고려된다 [4].

인턴의 일년간 수련일정(Rotational Schedule)을 수립하는 장기 의사결정문제인 인턴의 훈련계획문제는 연간 일정한 수의 인턴을 병원의 각 분야에서 훈련시킬 때 있어 모든 인턴이 가능한 한 광범위

한 분야에서 균등하게 훈련받을 수 있도록 하는 데 그 목적이 있다. 즉, 인턴의 훈련을 계획함에 있어 불균등한 상황을 방지하기 위해서는 정해진 훈련기간과 제한된 훈련분야라는 제약을 고려하면서 훈련받는 분야가 가장 적은 인턴의 훈련분야 수를 극대화하는 방식으로 해결해야 한다 [1].

### II. 병원군별 전공의 총정원제

“꼭배로 대양을 건널 수는 없다. 크고 튼튼한 배로 옮겨 타야 한다.” 병원군별 전공의 총정원제를 상징적으로 나타내는 문구다.

병원군별 전공의 총정원제는 (이하 총정원제) 기존의 병원별로 전공의를 채용하는 방식을 개선하여, 전공의 인력 공유의 이해관계가 성립된 병원들이 하나의 병원군(Hospital Network)을 이루어 전공의를 공동으로 모집선발하고 공동 책임하에 수련시켜, 전공의 확보가 어려운 중소병원의 전공의 인력수급난을 완화시키고 양질의 교육을 가능토록 하기 위해 보건복지부와 대한병원협회 및 대한의학회의 후원으로 2003년부터 가톨릭대학교 중앙의료원(CMC)과 전국 9개병원이 참여하여 추진하고 있는 전공의 통합수련 프로그램 시범사업으로 정부, 협회, 학회의 지원으로 시행되므로 제도의 안정성이 높다.

현재 정부는 일차의료 중심의 의료전달체계 달성을 위해서 점진적인 전문의 정원감축정책을 펴고 있으며, 2005에는 WTO협정에 의하여 의료시장을 개방해야 하기에 전공의 교육개선과 의료서비스의 질적인 향상이 매우 요구된다. 총정원제에서는 모병원격인 대형병원에서는 이론 및 고난이도 기술중심의 수련을, 자병원 군에서는 술기중심의 수련을 실시함으로써 수련병원의 기능을 분화·발전시키고 각 병원별로 고유의 특성화 교육을 할 수 있는 효과를 기대하며, 양질의 전공의 수련을 가능케 하여 병원으로서의 양질의 의료서비스를 제공할 수 있는 기대효과가 있다. 또한 수련병원의 전공의 수급 어려움을 감소시키고, 병원간 전공의 확보의 심한 불균형을 해소하며, 병원간 교육여건의 불균형을 완화하고, 전문과목별 전공의 수급의 불균형을 해소하는데 일조를 할 것으로 기대된다. 전공의 처우에 관하여는, 전문의 취득후 자병원 임상스텝 임용 등

진료확보에도 도움이 될 수 있으며, 또한 전공의 처우개선을 상향 조정함으로써 낙후된 전공의의 근무여건을 개선시키는 데에 기여한다. 총정원제 시범사업에 참여하는 9개 병원은 성모병원, 강남성모병원, 의정부성모병원, 성바오로병원, 성모자애병원, 성가병원, 성민센트병원, 대전성모병원, 청주성모병원 등이다.

본 사업의 시행에 앞서 실시된 설문조사에 의하면 전공의 지방자들은 총정원제 시범사업에서 병원간 전공의 순환수련 방식에 많은 관심을 가지고 있는 것으로 밝혀졌으며, 또한 순환근무의 중요한 고려점으로 참여병원들의 특화된 진료과목을 지적하였다. 따라서 총정원제의 성공적인 정착을 위해서는 이러한 기대를 충족시킬수 있는 교육프로그램과 순환수련일정이 매우 중요하다.

총정원제 이전의 단일병원 전공의 순환일정은 숙련된 담당자의 수작업에 의해서 구해질 수 있었으며, 그러한 방식으로 작성되어 왔다. 그러나 총정원제에서의 전공의 순환일정은 참여하는 9개 병원 이 관련된 이해당사자이며, 각 병원별 전문과목 임상교실별 표준화와 특성화를 고려한 교육프로그램과 향상된 수련제도가 요구하는 매우 복잡한 제약 조건을 만족시키는 순환수련일정이 요구되며, 참여 전공의들의 객관적이고 우수한 수련일정에 대한 기대가 높기 때문에 효과적이고 체계적인 일정계획 프로세스의 도입이 절실하였다.

수리계획모형에 의한 일정계획은 다음과 같은 장점이 있다. 첫째, 이해당사자의 다양한 요구를 최대한 만족시킬 수 있으며, 최소자원으로 인력수요를 만족시키는 질적으로 우수한 일정의 수립이 가능하다. 둘째, 담당자의 노력을 최소화하며 빠른 시간에 일정을 산출할 수 있다. 셋째, 투명하고 공정하며 객관적인 순환근무 배정이 된다. 이는 전공의 지방자가 가장 희망하는 부분이다. 넷째, 선호 임상과를 최대한 반영하므로 전공의의 만족도를 높인다.

### III. 문헌조사

본 조사에서는 보건의료분야의 인력일정계획에 관한 연구에 국한하여 살펴본다.

신영수와 김지대[1]는 인턴의 수련분야를 계열별로 분류하고 각 계열을 다시 과로 세분한 후 각 인턴이 보다 많은 과와 계열에서 훈련받을 수 있도록 하며 한 두 계열에 편중되는 것을 방지하고 선호하는 계열과 그렇지 못한 계열사이의 균형있는 배분을 하였다. 일정계획의 단계를 두단계로 나누어 첫 단계에서는 수련받는 최소 과목수를 최대화하고 두 번째 단계에서는 각 과의 인턴 요구를 지키면서 수련받는 과목의 시기를 결정하였다. 즉 수련과목의 배정과 수련일정의 배정의 두 단계로 구성했는데, 이는 본 논문이 채택한 두단계와 같다. 일단계모형은 최대최소(maxmin) 모형으로 설정되었으며, 이단계모형은 인턴수 만큼의 수송문제를 차례로 풀어나가는 과정으로 설계되었다. 적용한 사례자료는 인턴수 123명, 33개 수련분야, 5개 계열로 구성되어 있으며, 17기동안 순환배정된다. 본 논

문의의 주요 차이점은 인턴의 개별적 특성 (성별, 제대예정자여부, 선호 임상과 등)을 고려하지 않았고, 휴리스틱해법을 사용하였다.

Franz와 Miller[6]는 다기간 레지던트 순환일정 계획에서 최적 일정의 수립에서 발생하는 두가지 본질적인 난점을 처리하는 프로세스를 소개한다. 복잡한 제약조건의 구조하에서 곁으로 쉽게 드러나지는 않지만 일정계획문제에서 배놓을 수 없는 실행불가능성과 복잡한 구조에 따른 규모의 대형화에서 발생하는 불가해성(不可解性)의 해결을 위한 의사지원시스템(DSS)형식의 절차를 제시하며, 최종적으로 정수실행가능해를 반올림방법에 의해 탐색한다(Rounding Heuristic). 이 휴리스틱은 실행가능성을 유지하며 반복적으로 일정수의 변수를 반올림해 가되, 정수해 확보 전에 프로세스가 정지할 때는 정수 LP 코드를 사용한다. 대상 레지던트 수 24명, 12개 수련분야, 12개월의 사례를 다룬다.

Franz et al.[5]은 다수의 진료소가 분포한 지역에서 순환근무하는 의료인력을 각 진료소에 배정하는 일정계획을 수립하는 다목적 정수계획모형을 제시하고 분석한다. 특히, 의사, 간호사, 간호보조원 등 여러 종류의 의료인력을 각 진료소의 다양한 작업요구와 필요시기에 따라 배치하는 최적 배정모형을 고려하고 있다. 입력 자료는 진료소간 거리, 배정가능한 의료인력, 필요의료인력과 필요시기, 의료의 질을 확보하기 위한 의사, 간호사, 간호보조원 등의 바람직한 조합 등이 있고, 이동거리를 최소화하며, 의료인력의 진료소작업에 대한 선호도를 최대화하는 복수의 목적을 갖는다. 교외지역의 가족계획 문제에 모형이 사용되었는데, 이와 같은 의료인력의 순환 근무는 중양의 의료소로 이동이 쉽지 않은 지역의 환자들에게 의료서비스를 제공하는데 매우 적합한 시스템이다. 늘어나는 의료서비스 수요에 한정된 자원과 예산으로 질 높은 서비스를 제공해야하기에 효과적인 순환근무 일정은 매우 중요하다.

### IV. 인턴수련 일정계획 모형

“인턴”이라 함은 의사 또는 치과의사의 면허를 받은 자로서 일정한 수련병원에 전속되어 임상 과목의 실기를 수련하는 자를 말하며, 의과대학에서 배운 지식을 실제 환자 진료를 할 수 있는 체험으로 향상시키는 과정으로 앞으로 독자적으로 치료를 할 수 있는 실력을 양성시키는 것을 교육목표로 하고 있다.

각 인턴은 9개 병원 중 두 병원에 전기와 후기 각각 6개월동안 배치되는데, 병원의 선정은 개인의 희망, 성적, 거주지 등의 객관적 기준에 의한다. 인턴은 배정된 병원에서 매월 각 임상과를 순환한다. 모형의 입력자료는 각 병원별 임상과별 월별 인턴소요인원, 인턴 개인정보(성별, 전기배정병원, 후기배정병원, 선호과 3순위까지)이다.

인턴 순환근무 수련일정계획 모형은 병원군별 총정원제 전공의 수련규정(안)에 따라 다음과 같은 제약조건을 갖는다.

1. “필수과목” 5개과는 반드시 1개월이상 수련한다.

2. "택일과목" 3개과 중 한 과목만 수련한다.
3. 필수과목은 최대 2개월 배정한다.
4. 필수과목 이외의 과목은 최대 1개월 배정한다.

인턴 순환근무 수련일정계획 모형은 다음과 같은 목표를 갖는다.

1. 인턴의 최소 수련과 수의 최대화
2. 각 인턴의 선호순위(1-3순위)를 최대한 반영
3. 매월 각 과에 배정된 남녀수를 가능한 일치시킨다.
4. 연속해서 세 달 계속 "힘든과목"군에 배정될 수 없다.
5. 한 期(6개월)에 배정되는 최대 힘든과목 수의 최소화

힘든과목은 수련이 (육체적으로) 힘든 과로 7개 과목이 있다.

일정계획 수립은 먼저 계획의 과정을 두단계로 나누어 첫 단계에서는 각 인턴으로 하여금 가능한 광범위하게 수련받는 기회를 주기 위해 수련받을 분야를 우선 배정하며, 다음 단계에서 첫 단계의 결과를 토대로 수련받을 분야에 시기를 배정하는 방식을 사용하는데 즉, 수련분야의 배정과 수련일정의 배정의 두 단계로 구성된다 [1].

인턴이 전·후기에 배정되는 학교는 수리모형에 변수로 포함시켜 期별 수련과목 배정과 동시에 결정할 수도 있고 모형의 前단계에서 성적을 고려해서 결정할 수도 있는데, 본 연구에서는 후자를 선택하였다. 그 이유는 성적이 우수한 학생들에게 우선권을 주는 것이 옳다고 판단했기 때문이다. 또한 이렇게 병원을 먼저 배정하면, 선호과목을 결정할 때 배정되는 병원에 있는 임상과목에 한해서 인턴 각자의 선호과목을 선택하도록 할 수 있는 부수적 장점이 있다. 각 병원이(특히 자병원의 경우) 모든 임상과목을 보유하고 있는 것은 아니기 때문에 병원이 결정되지 않은 상태에서 인턴이 선호과목을 선택한다면, 선택한 과목이 실제 배정되는 병원에 없을 수도 있다.

#### 4.1 실행가능성 조사

각 병원의 각 과에서 6개월동안 필요한 "인턴달"수( $d_{jkt}$ )를 계산한다. 인턴달은 延人員의 개념으로서 6개월동안 각 달의 인턴수요를 합쳐야 한다. 설명을 위해 한 임상과목의 일년의 인턴달 수요를  $d$ 라고 하자. 만약  $d$ 가  $N_i$ (인턴수)와 일치하면 각 인턴이 모두 한달씩 수련받아야 하는 것을 의미하며,  $d$ 가  $N_i$ 보다 크면  $d - N_i$ 의 인턴이 이 임상과목을 한달 이상 수련받아야 한다. 예를 들어, 한 필수과목에서 각 달에 8명의 인턴이 필요하다면 6개월에  $6 \times 8 = 48$ 명의 인턴달이 필요하다. 만약 한 期에 병원에 배정된 인턴수가 41명이라면 각 인턴이 한달씩 근무를 하면 41개월이 충족되며 7명은 두달씩 배정되어야 한다.  $d$ 가  $N_i$ 보다 작은 경우  $N_i - d$ 의 인턴은 이 임상과목을 수련받지 못한다. 따라서 이 과목이 필수과목인 경우 인턴이 반드시 일개월이상 수련받아야 하기 때문에  $d$ 를  $N_i - d$ 만큼 증가해야 한다. 즉, 실행가능한 수련일정계획을 확보하기 위

해서는 모든 필수과목의  $d$ 를  $N_i$ 이상으로 조절해야 한다.

#### 4.2 1단계: 期별 수련과 배정모형

일정계획에서 목표로 하는 우수한 수련일정의 조건은 다음과 같다.

- a. 분기에 수련받는 최대 힘든과목 수의 최소화
- b. 최소 수련과 수의 최대화
- c. 남녀의 비율을 최대한 같게 함
- d. 인턴의 개별 선호과목을 (1-3 순위) 최대한 배정함

위 조건을 가능한 한 최적화하기 위해 본 논문에서 적용한 방법은 조건의 (주관적인) 우선순위에 따라 순서대로 최적의 값을 결정하는 것이다. 즉, 모형의 제약조건을 만족시키는 위 조건의 최적수치를 순서대로 구하며, 구해진 값은 다음 조건의 최적 수치를 구하는 단계에서는 모형의 파라미터가 된다. 위의 a.b.c.에 해당하는 파라미터를 구한 다음에는 최종적으로 d.를 목적함수로 하는 모형을 실행한다. 다음의 두 단계의 모형에서 항상 0인 변수는 모형에서 배제된다 [6].

$T$  - {  $t$ : 분기(前期,後期 각 6개월),  $t=1, 2$  }

$I$  = {  $i$ : 인턴,  $i=1, \dots, N_i$  }

$K$  = {  $k$ : 병원,  $k=1, \dots, N_k$  } (분기  $t$ 가 결정되면 각  $i$ 의  $k$ 가 결정된다.)

$K(i,t)$  -  $i$ 가  $t$ 기에 배정된 병원  $k$

$J$  = {  $j$ : 임상과목,  $j=1, \dots, N_j$  }

$d_{jkt}$  -  $t$ 기의  $k$ 병원  $j$ 과의 "인턴달" 수요 (인턴달은 延人員)

$I_s$  - {  $i$ :  $i$ 의 성별이  $s$  }

$I_A$  - {  $j$ :  $j$ 는 필수과목 }

$I_B$  - {  $j$ :  $j$ 는 힘든과목 }

$I_C$  - {  $j$ :  $j$ 는 택일과목 }

모형의 변수는 다음과 같다.

$X_{ikt}$  -  $i$ 가  $t$ 기에  $k-K(i,t)$ 에서  $j$ 에 수련근무하면 1, 아니면 0

( $X_{ikt}$ 는  $i$ 가  $t$ 기에  $k$ 에서  $j$ 에 배정되는 것이 가능할때에 한해 정의된다. 즉  $k-K(i,t)$ 여야 하며,  $d_{jkt} > 0$  여야 한다.)

$Y_{ikt}$  -  $i$ 가  $t$ 기에  $k-K(i,t)$ 에서  $j$ 에 두달이상 수련 근무하면 1, 아니면 0 (0인 경우 이 변수들은 모형에 나타나지 않는다)

$M_{jkt}^s$  -  $t$ 기에 병원  $k$ 에서  $j$ 과에 배정된  $s$ 성별의 인턴수

모형의 파라미터는 다음과 같다.

$M_s$  -  $s$ 가 수련하는 한 期 최대 힘든 과목수 (for  $s=1, 2$ )

$D$  - 각 과의 남·녀차의 총합

$Q$  - 각 과의 남·녀의 최대차이

$Z$  - 한 인턴이 일년에 수련하는 최소한의 비필수 과목수

$$\text{MAX } \sum_i \sum_j \sum_k \sum_t d_{ijk} X_{ijkt}$$

s.t.

- (1)  $\sum_{t=1}^6 (Y_{ijkt} + X_{ijkt}) - M_{jkt}^3, \quad \forall j, k, t, s$
- (2)  $M_{jkt}^1 \geq M_{jkt}^2, \quad \forall j, k, t$
- (3)  $Q \geq M_{jkt}^1 - M_{jkt}^2, \quad \forall j, k, t$
- (4)  $\sum_i \sum_j \sum_k (M_{jkt}^1 - M_{jkt}^2) - D$
- (5)  $M_{jkt}^1 + M_{jkt}^2 = d_{jkt}, \quad \forall j, k, t$
- (6)  $\sum_j (Y_{ijkt} + X_{ijkt}) - 6, \quad \forall i, t$
- (7)  $\sum_j (Y_{ijkt} + X_{ijkt}) \geq 1, \quad \forall i, j \in J_A$
- (8)  $\sum_{j \in J_B} (Y_{ijkt} + X_{ijkt}) \leq M, \quad \forall t, i \in I,$
- (9)  $\sum_{j \in U} \sum_{k \in K} \sum_{t \in T} X_{ijkt} \geq Z, \quad \forall i$
- (10)  $\sum_{j \in J_C} (Y_{ijkt} + X_{ijkt}) \leq 1, \quad \forall i, t$

계약조건 (1)번은 (5)번과 연계되어 각 期에 각 병원 각 과에서 각 성별의 인턴 필요인원요구를 만족시키는 계약조건이다. (2)번, (3)번과 (4)번은 각 기에 각 병원 각 과에서 남녀 비율을 가능한 한 동일하게 맞춘다. 그러나 전체 남녀의 비율이 58% : 42%이므로 동일하게 될 수는 없다. Q와 D는 앞에서 설명한 바와 같이 순차적으로 결정되어 이 단계에서는 파라미터이다. (6)번은 각 기에 인턴이 6개월씩 근무하도록 계약하며, (7)번은 필수과목을 1개월 이상 배정하도록 한다. (8)번은 힘든과목을 각 期에 각 성별 s에서 M<sub>s</sub>개월 이내로 수련하도록 계약한다. 마지막으로 (9)번은 비필수과목을 일년에 Z이상 수련하도록 계약함으로써 인턴들이 다양한 임상과를 거치도록 한다. 목적함수의 P<sub>ij</sub>는 인턴 i의 j과에 대한 선호도로서 선호 정도에 따라 {250, 50, 10, 2}의 값을 갖는다 [6].

### 4.3 2단계: 인턴수련일정 모형

각 기에서 인턴의 수련과목 시행시기를 위한 모형으로 1단계 모형의 결과로 각 기에서 각 병원에 배정되는 인턴 및 각 인턴의 수련과목이 입력자료이다. 목적함수의 목표는 인턴이 3개월 연속으로 힘든과목을 수련하는 경우를 최소화하는 것이다. 다음은 특정 k와 특정 t의 모형이다.

- $X_{ijm} \in \{0,1\}$ : i가 m에서 j에 배정되면 1 아니면 0  
 $d_{jkm}$  - m달에 k의 j과의 인턴달 수요  
 $B_{ijk}$  - i가 k에서 j과에 수련배정된 개월수  
 $O_{im} \in \{0,1\}$ : i가 m달부터 3개월 계속 힘든과목에 배정되면 1, 아니면 0  
 $J_i - \{j: i가 t에 k에서 수련하는 과\}$   
 $I_j - \{i: i가 t에 k에서 j에 1개월이상 배정된 인턴\}$

$$\text{MIN } \sum_{m=1}^4 O_{im}$$

s.t.

- (10)  $\sum_{i \in I} (Y_{ijm} + X_{ijm}) - d_{jkm}, \quad \forall j \in J, m=1, \dots, 6$

$$(11) \sum_{j \in J_i} (Y_{ijm} + X_{ijm}) - 1, \quad \forall i \in I, m=1, \dots, 6$$

$$(12) \sum_{m=1}^6 (Y_{ijm} + X_{ijm}) - B_{ijk}, \quad \forall i, j \in J$$

$$(13) \sum_{j \in J_B} (X_{ijm} + X_{i, m+1} + X_{i, m+2}) \leq 2 + O_{im}, \quad \forall i, m=1, \dots, 4$$

계약조건 (10)에서 m달에서 j과에 배정된 인턴달수는  $d_{jkm}$ 과 같다. (11)에 의해 각 i는 매월 한 j에 배정된다. (12)에 의해 분기 6개월동안 i의 j과에서의 수련 개월수는  $B_{ijk}$ 이다. 계약조건 (13)은  $O_{im}$ 을 정의한다.

분기별로 6개월간 수련하는 힘든과목 수가 5개인 경우에는 3연속으로 힘든 과목에 배정하지 않을 수가 없다. 이때에는 4연속으로 배정하는 것을 금지해야 한다. 위 모형에서는 설명의 편의를 위해서 힘든과목의 4연속 배정을 금지하는 부분을 생략하였다.

## V. 인턴수련 일정계획 산출

### 5.1 실행가능성 확보

입력자료수집 단계에서 수집된 각 참여병원의 각 임상과의 일년간의 인턴수요는 인턴일정계획의 실행가능성을 고려한 자료가 아니기 때문에 일정의 실행가능성을 검토하고 또 확보하기 위하여 다음과 같은 표를 사용하였다. 설명을 위해, 예를 들어, 1번에서 9번까지 9개의 임상과가 있다고 하자. 1번에서 3번까지의 과는 학생들의 방학기간인 7,8월과 1,2월에 각각 1명씩의 인턴배정을 요구한다. 4번에서 7번까지의 과는 1명의 인턴을 5개월간 원한다. 8번의 과는 前期(3월-8월)에 1명의 인턴을 6개월간 요구하며, 후기에는 1,2월에 1명의 인턴배정을 원한다. 9번의 과는 1명의 인턴을 일년에 8개월 원한다. 이 자료에 따라 작성된 표는 다음과 같다. 이와 같은 일정은 12월을 보면 9번과에 3명의 인턴을 배정한 실행가능하지 않은 일정이라는 것을 알 수 있다.

잘못된 예

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
5	5	5	4	1	1	5	5	4	4	1	1
6	6	6	9	2	2	6	6	4	9	2	2
7	7	4	9	3	3	7	7	7	9	3	3
8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	8	8

위의 일정표에서 8번과의 요구가 실행가능성에 문제가 된다는 것을 알 수 있기 때문에 다음과 같이 8번과의 일년 인턴수요를 7,8월 포함 전기 4개월 1,3월 포함 후기 4개월로 수정조정된 다음 실행가능해를 얻을 수 있었다.

교정된 예

3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
5	5	5	4	1	1	5	5	6	4	1	1
6	6	4	7	2	2	6	6	7	7	2	2
7	7	9	9	3	3	4	4	9	9	3	3
9	9	8	8	8	8	9	9	8	8	8	8

## 5.2 결과 분석

본 논문에서는 인턴 263명을 대상으로 9개 병원에 내과, 소아과, 외과 포함 24개 임상과목의 12개월 인턴배치계획을 정수계획으로 모형화하고 CPLEX V6.1을 사용하여 최적화한 결과를 제시한다. 모형에서 사용된 파라미터는 다음과 같다. 분기에 수련받는 최대 힘든과 수는 남자의 경우( $M_1$ ) 5개, 여자의 경우( $M_2$ ) 4개가 사용되었다. ( $M_1, M_2$ ) - (4,4)와 (5,3)의 조합은 모두 실행불가능하였다.

수련받는 최소 임상과 수( $Z$ )는 5개가 사용되었다.  $Z$ 가 5라는 것은 필수과목이 5개이므로 모든 인턴이 최소한 10개과 이상의 수련을 받는다는 것이다. 이것은 주어진 여건에서는 최적의 파라미터라는 것을 알 수 있다. 인턴 263명중 248명이 내과를 2개월씩 수련받아야 하며 210명이 응급의학과를 2개월 수련받아야 하기 때문에 반드시 내과와 응급의학과를 각각 2개월씩 수련받는 인턴이 있게 된다. 그러므로 수련받는 최소 임상과는 10개과를 초과할 수 없다 [1].

각 과의 남녀차의 총합( $D$ )은 468이고, 각 과의 남녀의 최대차이( $Q$ )는 8이 사용되었다.

제대예정자의 처리에 대해서는 설명의 편이를 위하여 본 논문의 모형에 포함시키지 않았으나, 다음과 같은 점이 모형에서 고려되었다. 제대예정자들은 제대하는 5월까지 3월, 4월에는 배정이 되지 만 실제로 근무하지는 못하므로 제대예정자들이 3월, 4월에 배정되는 과목들은 필수과목이 아닌 과목이 되어야 할 것이다. 일부 병원에서는 이들이 배정될 과목을 정해 통보하기도 하였다. 아마도 그 병원에서 가장 여유가 있는 임상과일 것이다. 제대예정자를 제대전 필수과목에 배정하면 다음과 같은 문제점이 발생한다: 첫째, 필수과목은 반드시 수련받아야 하기 때문에 5월이후 다시 필수과목에 배정되어야 한다. 따라서 두 번 배정되어야 하는 것이다. 이는 수련할 수 있는 선택과목의 수를 제한한다. 둘째, 필수과목의 인턴달 수요를  $N_i$ 와 일치시킨 경우에는 (인턴달수요가  $N_i$ 보다 작은 경우 실행가능성의 확보를 위해서) 모든 인턴들이 정확히 1개월 수련받기 때문에 제대예정자들이 필수를 수련하지 못하게 된다. 한편, 유사한 이유로 제대예정자들은 3, 4월에 선호하는 과목에도(선호 3순위내) 배정해서는 안된다.

산출된 인턴 순환근무 수련일정의 특성은 다음과 같다.

- 모든 인턴이 5개의 필수과목을 반드시 1개월 이상 수련한다.
- 필수과목 한과목의 수련은 최대 2개월이다.
- 비필수과목 한과목 수련은 1년에 1개월이하

- 택일과목은 3개과 중 한 과목만 수련한다.
- 모든 인턴이 필수과목을 포함해서 10개과목 이상을 수련한다.
- 한 인턴이 일년간 수련하는 최대 힘든과목 수는 9개였고 (여자의 경우는 8개), 평균은 7.5였다.

인턴이 원하는 1순위과의 배정 성공률은 100%, 2순위과의 배정 성공률은 95%, 3순위과의 배정 성공률은 85%로서 전체 평균 성공률은 94%이다. 특히 선호과목이 2개월 이상 수련할 수 있는 필수과목인 경우에는 해당 인턴의 96%가 2개월간 배정되었다.

1기에 3번이상 힘든과목을 수련하는 인턴을 대상으로 힘든과목에 3연속으로 배정되는 것을 최대한 금지하였으며, 5번 힘든과목을 수련하는 인턴에 있어서는 3연속 배정을 금할 수가 없기 때문에 4연속 배정을 금지하였다. 이같은 조건을 만족시키지 못한 경우는 5명의 인턴의 수련일정에서 나왔다. 그 중 4명은 전기에 4연속 힘든과목을 들어야 했고 한명은 후기에 3연속 힘든과목을 들어야 한다. 전후기에 모두 3연속 이상 힘든과목에 배정된 인턴은 없다.

각 期에서 각 과에 배정된 남녀 인턴수의 차는 8까지 분포되어 있으나 대부분은(86%) 2 이하로 평균 1.19였다. 전체 남녀 인턴비율이 각각 58%와 42%이므로 배정되는 남녀비율을 동일하게 할 수는 없다.

## VI. 맺음말

대형의료기관에서의 일정계획은 효율적 의로서 비스 구축, 구성원들의 효과적 업무 수행과 만족도 개선에 기여할 수 있는 잠재력에 비하여 비교적 연구가 활발치 않은 분야의 하나이다. 본 논문은 병원군별 전공의 총정원제 사업의 오피레이션 부문에서 중요한 문제 중 하나인 인턴의 순환근무 수련일정계획을 소개하며, 수리모형을 제시하고, 현실의 데이터를 사용해 산출된 순환일정을 다각도로 분석한 결과를 제시한다. 작성된 수련일정은 9개병원이 참여한 CMC 병원군에서 2003년 현재 263명 인턴의 일년수련 순환배치에 사용되고 있다.

본 연구의 결과로 산출된 순환근무 수련일정에 따라 시행된 인턴 배정후 가장 눈에 띄는 피드백은 연말의 종합시험을 앞두고 근무부하가 많은 힘든과에 배정된 인턴의 불만이였다. 이는 연구초기에 파악되지 않은 우수한 순환일정의 조건이었다. 힘든과는 필수 4과목 포함 총 7개과목이다. 반드시 1개월이상 수련해야하는 필수과목을 4과목이나 포함하고 있으며, 또한 2달이상 반드시 들어야 하는 필수과목이 있기에 6개월에 힘든과 수련을 3과목 이하로 제한하고자 했던 최초의 목표는 불가능한 것으로 밝혀졌고, 5과목까지 배정되는 인턴도 있었다. 총정원제 시스템의 한 축을 형성하는 인턴의 불만을 줄이는 것은 중요한 목표이므로, 연말에 힘든과를 수련하는 인턴에게는 이후 수련일정에서 다른 이점을 주거나, 개별 인턴의 부담을 최대한 줄여주기 위해 연말에는 1개월 단위의 배정대신 반개월 단위의 배정도 고려될 수 있을 것이다. 한편, 힘든과의 배치에서 여자와 남자를 구분한 것은 불필요한 차별이

라는 의견이 수렴되었으며 이후 폐지하기로 하였다.

실행가능성을 확보하는 단계에서는 개별 병원 내에서 임상과간에 인턴달 수요를 주고받아야 할 필요가 있다. 이때 인턴달을 요구한 것보다 더 받는 과에서는 불만이 없겠지만, 자신의 몫을 포기하고 주는 과에서는 당연히 불만이 있을 것이라는 가정을 했다. 가장 공평하고 적절한 방법으로, 인턴달을 보내는 과들과 받는 과들을 필요수만큼 무작위로 선택해서 상호간 일년에 인턴달을 한달만을 보내고 받는 방식을 고안하였다. 최대 피해가 일년에 인턴달 한달이며 무작위이므로 감수할 수 있으리라는 것이다. 그러나 실제로는 단 한달도 포기할 수 없다는 과들이 있어 이 방식은 시행되지 못했다. 이는 과의 업무 특성때문 이외에도, 과의 (책임자의) 위상 및 총정원제에 대한 인식으로부터도 기인한 것으로 보인다. 특히, 총정원제 시행전에 비해 더 악화되는 듯한 상황을 받아들이기 힘든 것으로 보인다. 결국 협조적인 임상과들을 대상으로 인턴달을 스왑하였다. 이것은 최적화 모형이 미치지 않는 영역에 관한 흥미로운 관찰이었다.

순환제 근무의 문제점을 개선하기 위한 방법으로 계열별 근무를 고려해 볼 수 있다. 인턴 근무 스케줄을 내과계와 외과계로 분리하는 것으로 이외에 비계열계도 포함할 수 있을 것이다. 인턴 모집시 내과계와 외과계를 분리할 수도 있고 일단 채용후 본인의 희망과목을 분석하여 분리하는 방법을 사용할 수도 있을 것이다. 계열별 근무를 하게 되면 일단 자신이 관심이 있는 분야에서 일을 하게 될 것이므로 인턴들의 근무의욕을 높일 수 있을 것이고 이에 따라 업무의 숙련도가 향상될 것이므로 각 진료과에서는 인턴들에게 좀 더 고급 업무를 맡길 수 있어 레지던트의 과중한 부담을 덜어줄 수 있을 것이고 인턴들도 자신들이 의사로서의 역할을 수행한다는 자긍심을 높여줄 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

- [1] 신영수, 김지대, "인턴 훈련 일정계획에 대한 연구", 「산업과 경영」, 제8권, 제1호 (1988). pp. 81-89
- [2] 병원군별 총정원제 전공의 수련규정(안) 2003년
- [3] CPLEX Optimization, Inc. *Using the CPLEX™ Callable Library and CPLEX™ Mixed Integer Library*. Incline Village, Nevada. 1994
- [4] Dittus, R.S., R.W. Klein, D.J. DeBrot, M.A. Dame and J.F. Fitzgerald. "Medical Resident Work Schedules: Design and Evaluation by Simulation Modeling," *Management Science*, 42, 6 (1996), pp. 891-906.
- [5] Franz, L.S., H.M. Baker, G.K. Leong and T.R. Rakes, "A Mathematical Model for Scheduling and Staffing Multiclinic Health Regions", *Eur. J. Opnl. Res.* 41 (1989), pp. 277-289

- [6] Franz, L.S. and J.L. Miller, "Scheduling medical residents to rotations: solving the large-scale multiperiod staff assignment problem", *Operations Research*, 41, 2 (1993), pp. 269-279