

## 야간 근무시의 혈장 멜라토닌의 농도 변화 : 시계 방향과 반시계 방향의 교대근무 비교\*\*\*

민 순,\* 김미승,\*\* 임옥빈\*\*

-Abstract-

### The Nocturnal Changes of Plasma Melatonin Concentrations in Night Shift Workers : Comparison of the Clockwise and Counterclockwise Rotational Shift.

Min, Soon,\* Kim, Mi Seung,\*\* Im, Wook-Bin\*\*

To determine the optimal rotational shift system, the effect of the direction of the rotational work shifting on the nocturnal rhythm of plasma melatonin were investigated in nursing students. Two groups of nine volunteers participated as experimental subjects, and two nursing students participated as a control group. The directions of the rotational work shift were as follows : CW(clockwise)-shift were rotated in the direction of day shift(3 days), evening shift(3 days), off duty(1 day) and night shift(5 days), and CCW(counterclockwise)-shift were done in the reverse direction. Plasma melatonin concentrations was measured by radioimmunoassay.

The results were as follows :

The plasma melatonin levels were kept low at night and in the following morning in the CW night shift workers, whereas the level started to increase at 05 : 00 hr in two workers of four CCW shift workers. These result suggests that the shift rotation in the CW direction is more acceptable in terms of the adaptation of hormonal rhythms.

These results indicate that the CCW rotation of shift work is somewhat better than CW rotation for the adaptation to shift work on hormonal aspects in nurses.

\* Professor, Chosun College of Nursing

\*\* Department of Biology, Chun Nam University

\*\*\*이 논문은 과학재단의 호르몬연구센터 연구비(HRC-98-K4-0408-00-1) 지원에 의하여 연구되었음.

## 1. 서 론

### 1. 연구의 필요성

사람들은 낮에 활동하고 밤에 잠을 자는 것이 일반적이지만, 산업화된 나라에서는 약 인구의 7~15%가 3교대근무를 하거나 밤에 일을 한다. 교대근무에서는 근무자의 일주기 리듬의 교란과 생리적 적응의 어려움을 가져오는데, 일반적인 낮번 근무보다 주로 소화기계 이상이 높은 것으로 알려져 있으며, 심혈관 질환, 신경과 심인성 신체 증상도 높은 것으로 알려져 있다. 교대근무자의 주된 호소는 수면 장애, 수행 능력의 손상, 지속적인 피로, 행동 변화, 소화불량, 위염, 기분 변화 등이다(Akerstedt, 1990).

교대근무에서 오는 불편감을 해결하기 위한 대안으로 일부 병원에서는 고정근무 형태를 택하기도 하고, 시계 방향의 교대근무를 임상에서 주로 활용하고 있으나 병원의 인력관리상 근무 빈표 중간에 반시계 방향 교대근무가 불가피한 실정이다. 교대근무 형태에 따른 수면, 주관적 만족도, 적응도, 피로도, 신체 증상이나 건강 수준에 관한 연구와 객관적 척도가 되는 체온, 근력, 요중 전해질, 호르몬에 미치는 영향 등의 많은 선행 연구가 이루어져 왔다(민순, 문대수, 임옥빈, 1998). 혈장 멜라토닌은 일주기 리듬의 지표가 되며, 다른 많은 일주기 리듬의 상위 조절자로 알려져 있음에도(Lewy & Sack, 1989; Rieter, 1991) 교대근무 방향에 따른 혈장 멜라토닌의 농도나 일주기 리듬에 미치는 효과에 관한 연구는 적은 실정이다.

본 연구는 근무 교대 방향을 달리한 교대근무자에서 인체 시계의 표식자가 되는 혈장 멜라토닌 리듬을 측정하여 근무 교대 방향이 근무자의 생체 리듬에 미치는 영향을 비교 분석하고, 신체와 호르몬 리듬에 영향을 덜 미치는 교대근무 방향을 제시하는데 필요한 기초자료를 제공하는 것이다.

### 2. 연구 목적

본 연구의 목적은 시계 방향과 반시계 방향으로 근무 교대를 수행하는 교대근무자의 혈장 멜라토닌의 일주기 리듬을 비교하여 더 나은 근무 교대 형태를 규명하는 것이다.

### 3. 용어 정의

#### 1) 교대근무 방향

시계 방향 근무 교대는 낮번-저녁번-밤번의 순환 교대근무를 말하고 반시계 방향 근무 교대는 역순의 순환 교대근무를 말한다. 본 실험에서는 3일간의 낮번, 3일간의 저녁번, 1일간의 휴일, 5일간의 밤번 순의 근무 형태를 취하였으며, 반시계 방향 근무 교대는 낮의 일상생활에서 바로 밤번 근무를 시작하였다.

#### 2) 일주기 리듬

대략 24시간을 주기로 반복되는 리듬을 말한다. 본 연구에서는 혈장 멜라토닌이 최고치를 나타내는 시간을 중심으로 하여 밤 10시부터 다음 날 오전 9시까지 2~5시간 간격으로 채혈하여 측정하였다.

## II. 문헌고찰

일주기 리듬은 생체시계에 의해서 생성되는 것이지만 환경과의 상호작용을 통해 조절되어진다. 인체의 송과선에서 분비하는 호르몬인 멜라토닌은 circadian clock을 측정하는 수단으로, circadian 단계의 표식자로 이용되고 있다(Rosenthal, 1991).

생체가 나타내는 리듬들은 다양한 파형을 보이고 있지만 규칙성을 띄고 리듬간에 서로 일정한 위상관계(phase relationship)를 유지하고 있으며, 외부적으로 환경과도 특정한 위상관계를 보이면서 안정화되고 있다(Moor-Ede, Czeisler & Richardson, 1983). 또한 환경의 영향력을 완전히 배제시킨 상황하에서도 리듬이 독립적으로 지속되는데, 그

리듬이 매우 안정되어 있다(Turek, 1985). 내인성이 강한 리듬은 외부 환경의 변화에 의해 영향을 적게 받는 반면 내인성이 약한 리듬은 외부 환경의 변화와 개인의 활동에 의해 많은 영향을 받게 된다. 콜티솔 리듬은 내인성이 강한 리듬으로 혈중 콜티솔은 오전 0시경에 최저치를 보인 후 증가해서 오전 6시경 최고치를 보인 다음 다시 감소하는 호르몬인데 스트레스에 의하여 영향을 받는다(Rosenthal, 1991).

교대근무자들은 생체 리듬의 불일치로 신체적 정신적 문제가 발생하고 제대로 적응하지 못하며, 주된 불편감은 수면 장애로 알려져 있다(Akerstedt, 1990). 밤번 근무는 수면시간을 바꾸게 하고 밤 동안의 활동과 인공조명은 멜라토닌 분비 억제를 유도해 인체의 일주기 리듬을 교란시킨다.

일주기 리듬을 지배하는 것으로 알려진 송과선 호르몬인 멜라토닌은 24시간 주기성을 보여주며, 포유동물에 있어서 멜라토닌 조절은 뇌의 시상하부의 상교차핵 내에 존재하는 24시간 주기시계에 의해 생긴다. 송과선에서 tryptophan이 hydroxylase에 의해 serotonin으로 전환되고 serotonin은 어둠 상태에서 N-acetyltransferase에 의해 다시 멜라토닌으로 전환된다(Reiter, 1991). 멜라토닌은 신체에서 낮과 밤의 길이에 대한 빛의 신호를 보내는 역할을 맡는다(Brahim, Lambrozo & Touitou, 1996). 송과선은 스트레스 증후군을 방어하고 적응하는 생리 조절기관(Reiter, 1982)이며, 일주기 리듬 변동을 중재하는 기관으로(Khan, Daya & Potgieter, 1989) 작용한다. 빛은 밤 동안에 멜라토닌 분비를 억제하고(Minors & Waterhouse, 1993), 인체의 일주기 리듬을 변경시킨다(Minors & Waterhouse, 1993). 급성 스트레스나 밤 동안에 신체적 운동이 멜라토닌의 분비를 억제한다(Palmier, Antonio, Giovanni & Mario, 1992).

교대근무가 신체 증상, 수면, 만족도, 피로도, 적응도, 건강 수준 등에 미치는 영향에 관한 많은 연구가 이루어졌다(Dawson & Campbell, 1991; Minors et al., 1993; 정윤남, 1988; 김중임, 1992; 김매자, 이선자, 박형자, 1975), 교대근무 방법과

관련된 연구에는 교대근무 간격이 호르몬과 전해질 등의 일주기 리듬에 미치는 영향에 관한 연구가 있으며(황애란, 정현숙, 임영신, 이혜원, 김조자, 1991; 민순, 임옥빈, 백윤웅, 1997; 민순 등, 1998), 교대근무 방향이 호르몬 등의 일주기 리듬과 신장 기능에 미치는 영향 등에 관한 연구가 있다(황애란, 정현숙, 강규숙, 이규정, 1992; 김명애, 1995; 1996; 민순, 1999).

멜라토닌은 생체 일주기 리듬의 가장 기본적인 표식자이면서, 체온, 수면 등 생체 리듬의 주요 조절 인자로 알려져 있고, Cortisol, 17-OHCS 등의 리듬과 일정한 위상관계를 유지하고 있으므로 환경 변화에 대한 생체 리듬의 일주기 리듬 적응의 척도로 삼을 수 있으므로 교대근무 방향에 따라 혈중 멜라토닌 리듬의 적응 과정에 차이가 있는지 확인하여 좀더 나은 교대근무 방향을 결정하는데 필요한 객관적인 자료를 제시하고자 한다.

### III. 연구대상 및 방법

#### 1. 연구대상

본 연구의 피실험자는 다음 선정기준에 적합한 자로서 연구에 자발적으로 참여를 허락한 광주광역시 소재하는 C 간호대학생으로 9명의 실험군과 2명의 대조군을 유의 표출(purposive sampling) 하였다. 피실험자는 20~22세의 여성으로 평균 체중은  $51 \pm 3\text{kg}$ 이다. 일주기 리듬 도구(Horne & Ostberg, 1976)로 측정하여 일주기 리듬형이 중간형인 자, 연구 중 커피와 차를 참을 수 있고 규칙적인 운동을 하지 않는 자, 실험결과에 영향을 줄 만한 약물을 복용하지 않는 자 중에서 선발하였다.

#### 2. 연구 방법

##### 1) 교대근무 방법

교대근무 방법은 시계방향은 낮번 3일, 저녁번 3일, 휴일 1일, 밤번 5일 순으로 근무를 교대시켰

으며, 반시계방향은 낮 활동 - 밤 수면의 일상의 생활에서 바로 밤번 근무를 시켰다. 연구대상 자원자들 중 시계방향 교대근무에 4명, 반시계방향 교대근무에 4명이 참여하였으며, 일상 생활을 영위하는 2명을 대조군으로 선정하였다. 근무 시간을 낮번은 오전 8시~오후 4시, 저녁번은 오후 4시~밤 12시, 밤번은 밤 12시~다음날 오전 8시까지이다.

## 2) 혈장 멜라토닌 측정

혈액 표본은 전박정맥(forearm vein)에서 채혈하였다. 시계방향과 반시계방향 모두 밤번 근무하는 셋째날 멜라토닌 분비가 절정에 이르는 시간을 중심으로 20시, 24시, 3시, 5시, 9시에 각각 5ml의 혈액을 시험관(vacurette, Greiner, U.S.A.)에 수집하여 -20℃에 보관하였다. 혈장 멜라토닌의 농도는 녹십자(주)에 의뢰하여 측정하였으며, 방법은 아래와 같다. Diagnos Tech International사의 멜라토닌 direct <sup>125</sup>I-RIA kit을 사용하여 멜라토닌 농도를 정량하였다. 먼저 standard, control, 혈장을 200μl씩 처리하여 37°에서 2시간 동안 반응시켰다. 완충용액 5(water 57.6%, Trometanol 42.4%) 50μl을 넣고 <sup>125</sup>I 멜라토닌 tracer(activity : 0.004mCi)를 50μl 첨가하여 실온(20~24°)에서 36~48시간 동안 incubation 한 후 Rabbit anti-melatonin antiserum 50μl을 넣고 잘 섞고 다시 실온에서 30분 동안 반응시킨 다음, 3,000 RPM에서 15~30분 원심분리하여 결합된 항체를 침전시키고, 이를 scintillation counter로 측정하여 검량곡선에서 농도를 계산했다. Crossreactivity는 N-Acetylserotonin이 0.80%, 5-Methoxytryptophol이 0.70%, 5-Methoxyindol-3-acetic acid가 0.01이하, Serotonin이 0.01이었고, Sensitivity는 혈장이 1.5pg/ml였다.

## 3) 일주기 리듬 유형 측정

일주기 리듬 유형은 Home & Osberg(1976)가 개발하고 임난영(1985)이 번역하여 교대근무자를 대상으로 사용한 도구를 사용하여 측정하였다.

실험 전에 개인의 유형을 측정하였으며, 본 연구에 참여한 피실험자는 리듬형이 중간형이었다. 본 연구에서의 신뢰도는 Chronbach's  $\alpha = .80$ 이었다.

## 4) 자료 분석 방법

분석이 완료된 자료는 SPSS PC+ program을 이용하여 평균값을 계산하여 처리하였다.

# IV. 결 과

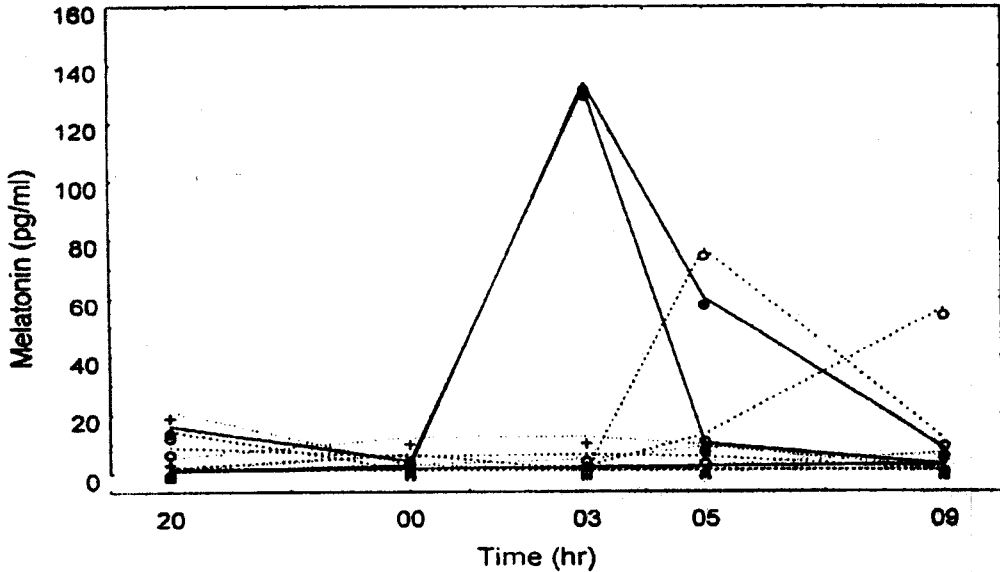
## 1. 대조군에서 혈장 멜라토닌 리듬

낮에 활동하고 밤에 수면을 취하는 일상의 생활을 하는 학생(대조군, 비교대근무자, n=2)에서 혈장 멜라토닌은 밤 24시까지 낮은 상태(20pg/ml 이하)를 유지하다가 밤 3시에 130pg/ml 정도로 최대치를 나타낸 다음 5시에는 1명은 기본 수준(10pg/ml)으로 회복되었으며, 1명은 새벽 5시에 60pg/ml로 감소하고 오전 9시에 평상의 낮은 상태로 회복되어 이전에 보고된 실험 결과들(Brahim et al., 1996)과 일치한다.

## 2. 밤번 근무자의 혈장 멜라토닌 리듬

야간근무가 혈장 멜라토닌의 리듬을 교란시키는가를 조사하고, 교대근무 방향에 따라 혈장 멜라토닌 리듬의 적응 과정에 차이가 있는가를 조사하기 위하여 밤번 교대근무 후 어느 정도 밤번 근무에 적응되었을 것으로 생각되는 3일째 20시부터 다음날 오전 9시까지 혈장 멜라토닌의 양을 측정하였다.

일상의 생활에서 밤번 근무를 시작한 피실험자(n=4)에서 혈장 멜라토닌은 대조군에서 멜라토닌의 양이 최대치를 보이는 새벽 3시까지 낮은 상태를 유지하였다. 이는 야간근무 활동이나 인공 조명에 의하여 멜라토닌의 분비가 억제되었음을 의미한다. 피실험자 4명 중 2명은 아침 9시까지



<Fig. 1> Plasma melatonin levels in night shift nursing students. ●—●; control students (n=2). +—+; night shift from evening shift (n=4) ○—○; night shift from their usual sleep-activity life (n=4). Note that the melatonin concentrations was measured from 20:00 to 9:00 of the following day because it is known that melatonin increased during the night and restored to the basal level in the morning.

혈장 멜라토닌의 농도가 낮게 유지되었으나, 1명은 2시간 지연된 새벽 5시에 멜라토닌이 76.4pg/ml로 증가된 다음 9시에는 기본 수치로 감소하였고, 1명은 6시간 지연되어 아침 9시에 56.8pg/ml로 증가되었다. 이와 같이 반시계 방향의 근무자에서는 개인에 따라 멜라토닌 변화에 차이가 크게 나타났다.

3일 낮 근무, 3일 저녁 근무를 거쳐 밤 근무를 시작한 시계방향 교대근무자 모두(n=4)는 일상생활에서 바로 밤 근무를 시작한 교대근무자와는 다르게 멜라토닌의 혈중 양이 한밤에도 증가되지 않고 밤 근무 다음날 오전 9시까지 일상의 활동 시간인 낮과 같은 20pg/ml 이하의 낮은 수준을 유지하였다. 이는 밤 교대근무 사흘째에 멜라토닌 일주기 리듬이 이미 밤근무에 완전하게 적응되어 변화되었음을 시사한다.

## V. 논의

혈중 멜라토닌은 활동시간대에는 낮게 유지되고 취침 시간인 한밤중에 높게 증가한다(그림 1 대조군, Brahim et al., 1996). 야간근무는 정상시의 멜라토닌의 일주기 리듬을 변화시킨다(그림 1). <그림 1>과 같이 일상생활에서 밤 근무를 시작한 근무자 4명 중 2명에서는 3일째에도 혈중 멜라토닌의 리듬이 활동주기에 맞추어 2~6시간 늦어지긴 하였지만 근무가 지속되는 아침 시간대에 멜라토닌의 혈중 양이 증가하기 시작하여 활동주기 중 멜라토닌이 낮게 유지되는 상관관계에 교란이 일어난다. 반면에 낮 근무, 저녁 근무를 거쳐 밤 근무를 시작한 교대근무자는 모두가 밤 근무 3일째에 혈중 멜라토닌의 수준이 지속적으로 낮게 유지됨을 보여준다. 시계 방향의 순환

밤 근무 교대근무자에서는 멜라토닌의 일주기 리듬이 수면-활동주기에 맞추어 서서히 변화되어 밤 근무에 적용된 결과라 생각된다. 이 결과는 시계 방향의 교대근무가 반시계 방향의 교대근무에 비하여 멜라토닌의 일주기 리듬 적용 측면에서 유리하다는 것을 보여준다.

야간 근무에 의한 멜라토닌 리듬의 지연 현상은 뒤바뀐 수면-활동 주기에 의한 멜라토닌 리듬의 변화와 함께 야간의 근무 활동 또는 밤번에 조사된 인공조명이 일주기 리듬의 위상을 변화시킨 것으로 생각된다(Goichot, Weibel, Chapotot, Piquard & Brandenberger, 1988; Lewy et al., 1989). 성장호르몬, 알도스테론, 갑상선 호르몬의 분비 등 생체의 많은 일주기 리듬은 수면-활동주기에 의하여 크게 영향을 받는 것으로 알려져 있다(Linda & Charmane, 1993, Charloux, Gronfier, Lonsdorfer-Wolf, Piquard & Brandenberger, 1999; Gary et al., 1996). 체온, 혈압, 맥박 등과 요중 17-hydroxycorticosteroid의 리듬도 수면-활동주기가 일주기 리듬의 주요한 시간 조절 인자(zeitgeber)가 된다(Sack, Blood & Lewy, 1992; Eastman, 1991). 쥐를 강제로 수영을 시키면(오후 11:40~11:30) 멜라토닌 분비의 최고치를 나타내는 시간이 지연됨은(Monteleone, 1990) 활동주기가 멜라토닌의 리듬의 시계조절 인자임을 시사한다. 급성 스트레스나 밤 동안의 신체 운동이 멜라토닌의 분비를 억제하고 콜티솔의 분비를 촉진한다는 Palmiero 등(1992)의 결과는 위 가정을 뒷받침한다.

인공조명도 멜라토닌의 분비를 억제하는 것으로 알려져 있고(Lewy, Wehr, Goodwin, Newsome & Markey, 1980), 빛은 멜라토닌과 생체의 일주기 리듬의 강력한 시계조절 인자이므로 야간근무자의 조명이 일주기 리듬을 변화시킨 주요인인 하나일 것이다. 조명의 이러한 특성으로 인공조명은 밤번 근무자들의 일주기 리듬이 빨리 적응하도록 도와주는 데 이용되기도 한다(Eastman, 1991; Dawson & Campbell, 1991; Linda et al., 1993).

멜라토닌을 분비하는 송과선은 스트레스 증후군을 방어하고 적용시키는 생리조절기관으로(Reiter, Carneiro & Oh, 1997; Khan et al., 1990) 멜라토닌 리듬이 환경 변화에 적용되지 않으면 스트레스에 민감해질 것이다. 혈중 멜라토닌의 농도와 체온은 서로 역상관관계를 나타내므로(Minor et al., 1993) 수면-활동주기와 멜라토닌 리듬의 괴리는 수면-활동주기와 체온 리듬의 불일치를 초래하게 될 것이고, 이는 활동 능력을 감퇴시키는 요인으로 작용할 것이다(Reinberg, 1989; Reinberg et al., 1984). 멜라토닌 리듬은 cortisol, 17-OHCS 등 여러 생리 리듬과 일정한 위상관계를 유지하고 있으므로(Palmier et al., 1992) 교대근무와 같은 환경 변화에 대하여 멜라토닌 리듬과 이들 리듬의 적용 과정에 괴리가 생기면 리듬 간의 위상관계가 교란되어 심신의 여러 기능과 능력을 저하시키게 될 것이다(유수웅, 김열자, 김종설, 1996). 멜라토닌 리듬은 체온, 수면 등 일주기 리듬의 조절자로 알려져 있으므로(Cagnacci, Elliott & Yen, 1992; Reiter, 1982) 교대근무에 따른 멜라토닌 리듬의 교란은 종속된 여러 가지 생체 리듬의 교란을 초래하게 될 것이다.

멜라토닌의 리듬 적용을 살핀 본 실험 결과는 시계 방향의 교대근무가 반시계 방향의 교대근무에 비하여 생체 일주기 리듬 적용 측면에서 유리할 것임을 시사한다. 교대근무를 하는 경찰관을 대상으로 한 Orth-Gome(1990)의 결과도 시계 방향의 교대근무자들이 반시계 방향 교대근무자에 비하여 직무 만족도와 수면의 질이 높음을 보여준다. Knauth, Emde, Rutenfranz, Kiesswetter & Smith(1987)과 Linda 등(1993)도 동일한 결과를 보여준다. 본 실험과 함께 이루어진 간호 업무 지시의 청취력 조사에서도 반시계 방향 교대근무자에서는 실수가 높게 나타나(민순, 1998) 시계 방향 교대근무가 업무 처리에도 유리함을 보여준다. 시계 방향과 반시계 방향으로 근무 교대를 하면서 요중 유리 콜티솔과 17-hydroxycorticosteroid의 일주기 리듬의 변화를 분석한 결과에서도 시계 방향의 근무 교대 때에 이들 호르몬의 일주기 리

듬이 활동-수면 주기에 보다 쉽게 적응되어 변화되는 것으로 나타났다(민순 등, 1999).

이와 같이 교대근무 방향은 근무자의 건강과 업무 처리 능력에도 영향을 미치므로 적당한 근무 교대 방법을 찾는 노력이 필요하다. 근무 교대 방향에 따른 멜라토닌 리듬의 변화에 대한 본 실험 결과와 연관된 실험 결과로 보면 시계 방향의 근무 교대를 할 때에 여타의 생체 리듬도 반시계 방향의 근무 교대 때보다 쉽게 변화된 수면-활동 주기에 적응할 것으로 판단된다.

## V. 결론 및 제언

### 1. 결론

교대근무 방향에 따라 교대근무자의 일주기 리듬의 교란이나 적응 정도를 파악하여 더 나은 교대근무 방향을 제시하고자 시계 방향과 반시계 방향으로 근무를 교대시키면서 혈중 멜라토닌 리듬의 변화를 측정하였다. 시계 방향은 낮번(3일), 저녁번(3일), 휴일(1일), 밤번(5일) 순으로, 반시계 방향은 밤번(5일), 휴일(1일), 저녁번(3일), 낮번(3일) 순으로 근무를 배정하였으며, 밤번 3일째 되는 날 정상에서 멜라토닌 분비가 증가되는 야간

시간대(밤 10시부터 다음날 오전 9시까지)에 혈중 멜라토닌 농도를 측정하였다.

본 연구결과는 다음과 같다.

혈장 멜라토닌은 시계 방향 근무자에서는 측정 시간 동안 기본 수치를 나타내어 밤근무에 적용한 양상을 나타냈으나, 반시계 방향 근무자에서는 4명 중 2명에서 새벽 시간에 증가하는 경향이 있었다. 이러한 결과는 시계 방향의 교대 근무가 호르몬의 일중 변동 적용에 보다 유리함을 보여준다.

이러한 결과를 보면 반시계 방향의 근무 교대가 시계 방향 교대보다 생리적으로 적응을 어렵게 하고, 교대근무자의 멜라토닌 호르몬 분비를 교란하는 것으로 사료되므로 간호사의 건강과 업무 증진을 위해서 근무 교대는 시계 방향으로 이루어지는 것이 바람직하다.

### 2. 제언

- 1) 간호사의 교대근무 방향에 따른 호르몬의 영향뿐 아니라 다른 변수에 관한 연구가 필요하다.
- 2) 교대근무가 간호사의 건강에 영향을 미치는 요인으로 확인된 바 간호관리자는 이에 대한 보상과 근무표 관리가 필요하다.

## 참고문헌

- 김명애(1995). 빠른 교대근무가 요중 Cortisol, ADH 배설 및 신장 기능에 미치는 영향. 성인간호학회지, 7(1), 71-84.
- 김명애(1996). 일일 3교대 간호활동시 호르몬 분비 및 신장 기능의 변화에 관한 연구. 대한간호학회지, 16(3), 78-96.
- 김매자, 이선자, 박형자(1975). 서울시내 종합병원에 근무하는 간호사들의 질병 및 증상에 관한 조사. 대한간호학회지, 5(1), 70-77.
- 김중임(1992). 교대근무 간호사의 circadian 유형에 따른 밤근무 전후의 피로도에 관한 연구. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 민순(1999). 교대근무 방향이 요중 Na, K, Cl의 Circadian Rhythm과 실수발생 빈도에 미치는 영향. 성인간호학회지, 11(1), 158-168.
- 민순, 임옥빈, 백윤웅(1997). 2일간의 교대근무가 요중 Free Cortisol, 17-OHCS 농도에 미치는 효과. 성인간호학회지, 9(3), 390-397.

- 민순, 문대수, 임옥빈(1998), 빠른 교대근무가 요증 Na, K, Cl의 배설에 미치는 효과. 대한간호학회지, 28(4), 869-880.
- 유수용, 김열자, 김종실(1996), 멜라토닌에 관한 최근지견, 내분비학회지, 11(3), 257-261.
- 임난영(1985). 근무형태에 따른 Circadian Rhythm 변화에 관한 연구. 연세대학교 대학원 박사학위논문.
- 정윤남(1988), 간호사의 교대근무로 인해 초래되는 신체적 증상에 관한 조사연구. 연세대학교 대학원 석사학위논문.
- 황애란, 정현숙, 임영신, 이해원, 김조자(1991). 임상간호사의 교대근무 기간이 Circadian Rhythm변화에 미치는 영향. 대한간호학회지, 21(2), 129-149.
- 황애란, 정현숙, 강규숙, 이규정(1992). 임상 간호사의 교대근무 방향이 Circadian Rhythm 변화에 미치는 영향. 기본간호학회지, 1(1), 77-97.
- Akerstedt, T.(1990). Psychophysiological effects of shiftwork. Scand. Journal Work Environment Health, 16(1), 67-73.
- Brahim S., Lambrozo, J. & Touitou Y.(1996). Magnetic fields and pineal function humans : Evaluation of nocturnal acute exposure to extremely low frequency magnetic fields on serum melatonin and urinary 6-sulfatoxymelatonin circadian rhythms. Life Sciences, 58(18), 1543-1549.
- Cagnacci A., Elliott JA & Yen SS. (1992), Melatonin : a major regulator of the circadian rhythm of core temperature in humans. J. Clin. Endocrinol. Metab. 75, 447-452.
- Charloux A., Gronfier C., Lonsdorfer-Wolf E., Piquard F & Brandenberger G.(1999). Aldosterone release during the sleep-wake cycle in humans. Am. J. Physiol. 276, E43-E49.
- Dawson, D., & Campbell, S.S.(1991). Timed exposure to bright light improves sleep and alertness during simulated night shifts. Sleep, 14, 511-516.
- Eastman, C.I.(1991). Squashing versus nudging circadian rhythms with artificial bright light : Solutions for shift work? Perspect. Biol. Med. 34, 181-195.
- Gary KA., Winokur A., douglas SD., Kapoor S., Zaugg L & Dinges DF.(1996). Total sleep deprivation and the thyroid axis : effects of sleep and waking activity. Aviat Space Environ. Med. 67(6), 513-519
- Goichot B, Weibel L, Chapotot F, Piquard F, & Brandenberger G.(1988). Effect of the shift of the sleep-wake cycle on three endocrine marker of the circadian clock. Am. J. Physiol. 275, E243-E248.
- Horne, J.A., & Ostberg, O.(1976). A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. Int. J. of Chronobiology, 4, 97-110.
- Khan, R., Daya S. & Potgieter B.(1989). Evidence for a modulation of the stress response by the pineal gland. Experientia, September, 860-862.
- Knauth. P., Emde E., Rutenfranz J., Kiesswetter E., & Smith P.(1981). Reentrainment of body temperature in field studies of shiftwork. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 49, 137-149.
- Lewy, A.J., & Sack, R.L.(1989). The dim light melatonin onset as a marker for circadian phase position. Chronobiol. Int. 6, 93-102.
- Lewy AJ, Wehr TA, Goodwin FK, Newsome DA, & Markey SP.(1980). Light suppresses melatonin secretion in humans. Science, 210, 1267-1269.
- Linda, C.G., & Charmane, I.E.(1993). Circadian rhythms during gradually delaying and advancing



- sleep and light-schedules. Physiology and Behavior, 53, 119-126.
- Minors D.S., & Waterhouse J.M.(1993). Separating the endogenous and exogenous components of the circadian rhythm of body temperature during night work using some purification : Models. Ergonomics, 36, 497-507.
- Monteleone, P., Maj M., Fusci M., Orazzo C., & Kemali D.(1990). Physical exercise at night blunts the nocturnal increase of plasma melatonin levels in healthy humans. Life Sciences, 47, 1989-1995.
- Moor-Ede, M.C., Czeisler, C.A., & Richardson, G.S.(1983). Circadian timekeeping in health and disease. The New Eng. J. Med., 309(8), 469-476.
- Palmier M., Antonio, F., Giovanni, N., & Mario, M.(1992). Temporal relationship between melatonin cortisol responses to nighttime physical stress in humans. 17(1), 81-86.
- Reinberg A.(1989). Internal desynchronization of circadian rhythms and tolerance of shiftwork. Chronobiologia, 16(1), 21-34.
- Reinberg A., Andlauer P., De Prins J., Malbecq W., Vieux N., & Bouredeleau P.(1984) Desynchronization of the oral temperature circadian rhythm and intolerance to shift work. Nature, 308(15), 272-274.
- Reiter R.J., Carneiro R.C., & Oh C.S.(1997) Melatonin in relation to cellular antioxidative defence mechanism. Hormone Metab. Res. 29(8), 363-372.
- Reiter, R.J.(1982). The pineal gland, Extra reproductive effects. CRC Press : Florida 111, 90-96.
- Reiter, R.J.(1991). Melatonin synthesis : Multiplicity of regulation. Plenum press : New York.
- Rosenthal, N.E.(1991). Plasma melatonin as a measure of the human clock(Editorial). J. Clin. Endocrin. Metab., 73, 225-256.
- Sack R.L., Blood M.L., & Lewy A.J.(1992). Melatonin : A major regulator of the circadian rhythm of core temperature in humans. J. Clin. Endocrinol. 75(20), 447-452.
- Turek, F.W.(1985). Circadian neural rhythms in mammals. Ann. Rev. Physiol., 47, 49-64.