

## 비행시차(jet lag)에 의한 여행객의 수면-각성 주기의 변화

이승환\* · 김 인\* · 서광윤\*

The Changes of Traveller's Sleep-Wake Cycles by Jet Lag

Seung-Hwan Lee, M.D.,\* Leen Kim, M.D.,\* Kwang-Yoon Suh, M.D.\*

---

### — ABSTRACT —

---

Jet lag can be defined as the cumulative physiological and psychological effects of rapid air travel across multiple time zone. The consequences of jet lag include fatigue, general malaise, sleep disturbances, and reductions of cognitive and psychomotor performance, all of which have been documented in experimental biological and air crew personnel studies. Thus authors tried to study the jet lag of natural travellers by modified self reporting sleep log. Total 61 healthy travellers was studied for 3 days before and 7 days after jet-flights across seven to ten time zone. The eastbound travelling group was 38 persons, aged 19-70 and westbound travelling group was 23 persons, aged 13-69. Sleep onset time, wake-up time, sleep latency, awakening frequency on night sleep, awakening duration on night sleep, sleepiness at wake-up and nap length were evaluated. Our results suggested that the 7 to 10 time zone shift gave significant influence to traveller's sleep-wake cycles. The date which subjective physical condition was recovered on was  $5.16 \pm 1.50$  day after arrivals for eastbound, while for westbound,  $4.91 \pm 1.62$  day. In eastbound travelling, sleep onset time became later than baselines and could not recover until 7th day. But in westbound, it became earlier than baseline and could recover until 6th day. The mean score of 24-hour sleepiness was greater in eastbound than westbound. Therefore the eastbound travelling caused more sleep-wake cycle disturbance and daytime dysfunction than westbound travelling. In other parameters, there was no definite difference between east and westbound. From our results, it was suggested that the symptom severity of jet lag was dependent on the travelling direction. To demonstrate more definite evidence, large sized data collections and comparison by age difference were needed.

KEY WORDS : Jet lag · Traveller · Sleep-wake cycles.

---

— *Sleep Medicine and Psychophysiology* 2(2) : 146-155, 1995 —

---

\*고려대학교 의과대학 신경정신과학교실

Department of Psychiatry, College of Medicine, Korea University, Seoul, Korea

## 서 론

비행시차(jet lag)는 짧은 시간동안에 여러 시간대(time zone)를 횡단함으로써 생기는 생리적, 심리적인 변화를 말한다. DSM-IV 진단분류에서 일주기 수면장애(circadian rhythm sleep disorder)의 아형 중에 하나인 비행시차형(jet lag type)이 이에 해당하며 진단기준은 하나 이상의 시간대를 통과하는 반복된 여행 후에 지역시간에 비해 부적절한 시간에 발생하는 졸음과 각성을 포함하고 있다(1). 부수적인 증상으로는 위장관 장애, 근육피로, 두통, 인지기능의 감소, 정신운동기능의 저하, 기분장애등이 있으며(2) 심한 경우 당뇨병성 케토산증(3), 수면마비(4), 반복적인 우울증(5) 등이 보고되었는데 특히 심폐질환이 있는 사람에게는 치명적인 후유증을 유발할 수도 있다(6). 이러한 증상은 개인마다 고유한 수면-각성주기(sleep-wake cycle)가 환경적인 시간인자(zeitgeber)와 맞지 않아 인간의 일주기(circadian rhythm)와 생리, 행동상의 장애를 초래하기 때문이며(7), 또한 여행시의 불가피하게 수반되는 수면박탈도 이러한 현상에 기여하는 것으로 생각된다(8).

비행시차 증상과 그 회복능력은 개인간의 차이와 비행 중 환경적인 요인 이외에도 여행의 방향 즉, 동쪽으로 향한 여행(eastbound travel)이나 서쪽으로 향한 여행(westbound travel)이나에 따라 차이가 있는 것으로 알려져 있는데(9,10,11), 지금까지의 연구결과들은 동쪽보다 서쪽으로 향한 여행이 여행객들에게 주는 피로가 적고, 비행시차에서의 회복속도도 빠른 것으로 보고하였다(12). 이러한 현상은 인간의 일주기가 24시간보다 길어 인체가 일주기를 앞당기는 것보다 일주기를 지연시키는 방향으로 적응하는 것이 더 쉽기 때문인 것으로 설명된다(13).

시차변화에 따른 수면생리적 변화를 보면 동쪽으로 향한 여행에서는 서파수면(slow wave sleep)의 양이 증가하고, 급속안구운동수면(REM sleep)의 양이 현저히 감소하고, 급속안구운동 수면잠재기(REM sleep latency)는 감소하는 반면, 서쪽으로 향한 여행에서는 급속안구운동수면이 증가하고 서파수면은 변하지 않고 수면잠재기(sleep latency)는 감소한다고 한다(14). 이러한 현상을 설명하는데는 체온의 변화를 고려하지 않을

수 없는데(15), 인간 체온의 일중변화는 수면단계의 변화와 밀접한 관계가 있어서 평균적으로 체온이 가장 높은 점을 지나 하강하기 시작하는 시점에서 잠이 들며 수면 초반부에 서파수면이 많이 나타나고, 체온이 가장 낮은 시간대에 급속안구운동수면이 나타난다. 이러한 이론은 동쪽으로 이동하여 일주기가 앞당겨진 군에서 서파수면이 증가하고 안구운동수면은 상대적으로 감소하며, 서쪽으로 이동하여 일주기가 뒤로 밀어진 군에서는 반대되는 현상이 관찰되는 점을 잘 설명해 주고 있는 바, 결국 수면생리의 균형을 위해서는 전체적인 수면의 양보다는 수면시각(timing)이 중요하다고 볼 수 있다(16,17).

비행시차현상의 회복과정에 대한 연구를 보면 수면양상이 목적지 도착후 첫번째 날보다 5번째 날에 오히려 더욱 손상되었다는 보고와(18) 3번째 날에 회복된다는 보고(19), 또 지그재그(zig-zag)방식으로 회복된다는 등(20,21) 보고자들마다 일정치 않지만 일반적으로 인정되고 있는 것은 '회복하는데 걸리는 시간은 한시간의 시간대를 횡단 할 때마다 하루 씩 증가한다'는 것이다(22).

현재 우리나라도 세계화와 여행자유화의 물결을 타고 수많은 사람들이 여행을 목적으로 또는 사업상의 일로 해외로 나가고 있는데 비행시차 현상이 우리의 수면양상 및 신체리듬에 영향을 미치며 따라서 업무수행능력에 장애를 준다는 것은 이미 경험적으로 잘 알려져 있으나 아직까지 비행시차로 인한 생체리듬의 변동으로 발생하는 수면-각성양상의 변화, 생리-행동상 변화와 그 대처방안에 대한 국내연구는 전무한 실정이다. 외국에서 시행된 비행시차에 대한 기존의 연구들은 지원자를 밀폐된 공간에서 생활하게 하면서 인위적으로 외적 시간인자(external zeitgeber)를 조절하거나(23,24), 미우주항공국과 대학의 수면연구실이 공동으로 해외로 여행하는 비행승무원들을 대상으로 약 2~3시간 간격으로 체온, 맥박을 체크하고 최소 3~4일간 수면다원검사와 낮동안 수면잠재기검사(MSLT)를 시행하는 막대한 비용과 노력이 필요한 연구들이었다(18,19,25). 그러나 인위적인 이러한 연구들의 결과와 실제 상황에서의 일반인에서도 같은 양상으로 보여지는지에 대해서는 의문의 여지가 있다.

이에 저자들은 주로 여행을 위해 해외로 나가면서 동쪽방향과 서쪽방향으로 7시간에서 10시간 정도의 갑작

스런 시차변화를 겪게되는 여행객들을 대상으로 실제상황에서 시간대 변동후 수면-각성주기와 24시간 졸리움의 변화를 조사하여 향후 그 대처방안을 연구하는데 필요한 자료를 제공하고자 본 논문을 시도하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

#### 1) 동쪽으로 이동하는 집단(Group of traveling eastbound)

서울에서 미주(미국, 캐나다등)로의 여행객들 즉, 시차가 서울의 표준시와 7시간에서 10시간 정도 전진(phase advance)된 곳으로 이동한 여행객들을 대상으로 하였다. 여행전 3일간의 수면일지와 시간대 이동 후 7일간의 수면일지를 작성하게 하였고 수면일지는 현지시간으로 매일 아침에 잠자리에서 일어나는 즉시 기록하도록 하였다.

#### 2) 서쪽으로 이동하는 집단(Group of traveling westbound)

서울에서 유럽(이탈리아, 독일, 이스라엘, 영국, 프랑스등)으로의 여행객들 즉, 시차가 서울의 표준시와 7시간에서 10시간 정도 지연(phase delay)된 곳으로 이동한 여행객들을 대상으로 하였다. 여행전 3일간의 수면일지와 시간대 이동 후 7일간의 수면일지를 작성하게 하였고 수면일지는 현지시간으로 매일 아침에 잠자리에서 일어나는 즉시 기록하도록 하였다.

1994년 10월부터 1995년 9월까지 해외여행을 계획하고 있는 사람들을 대상으로 여행사의 협조와 컴퓨터 통신 천리안 그리고 개별적으로 접촉을 시도하였다. 여행사를 통한 경우 본 연구의 저자가 직접 여행 가이드에게 사전에 설문지 작성법을 설명하였고, 여행도중 가이드가 설문지 작성법을 여행객들에게 설명하도록 하였다. 천리안 통신을 통해 설문지에 응답도록한 대상은 전화면접을 통해 설문지 작성법을 설명한 후 완성된 설문지는 우편으로 보내도록 하였다. 개별적인 접촉을 통한 설문지 배부시 설문지 작성법을 직접 만나거나 전화면접을 통하여 설명하였다. 설문지회수 후 연구결과에 영향을 줄 수 있는 요인으로 평소 수면장애를 가지고 있는 자, 여행기간

중 수면제나 알코올을 섭취한 자, 연구시작전 1개월이내에 해외여행의 기왕력이 있는 자, 그리고 시차변화후 7일동안 수면주기에 영향을 주는 활동(야간기차여행, 3시간이상 시차가 나는 다른 곳으로의 이동)을 한 자들은 연구대상에서 제외시켰다. 또한 위의 배제기준을 통과하더라도 설문지 질문에 똑같은 내용을 반복하여 답변한 경우, 질문지를 완수하지 못하고 일부질문에만 응답한 경우, 설문지 조사기간에 알코올이나 수면제를 복용한 경우 그리고 수면-각성주기에 영향을 주는 활동이 있거나 설문지 작성이 부실하여 유용한 정보를 얻을 수 없는 경우들은 제외되었다.

### 2. 설문지

고려대학교 안암병원 정신과 수면장애 클리닉에서 사용하고 있는 수면일지를 이해하기 쉽게 변형하여 사용하였다. 수면일지에 포함된 목록으로는 나이, 성별, 학력, 평소에 가지고 있는 수면장애 유무 및 내용, 비행시간, 비행중 취한 수면시간등이 있고, 시차변화 후 주관적으로 느끼기에 가장 상태가 나빴던 날과 정상적인 상태로 회복한 날을 기록하게 하였다. 수면-각성주기(sleep-wake cycle)의 변화를 보기 위해 여행전 3일간 그리고 시차변화 후 7일 동안의 수면시작시간, 기상시간, 수면잠재기, 수면제나 알코올 복용 유무, 수면중 각성빈도와 각성시간, 낮잠의 길이 그리고 아침에 각성시 졸리움의 정도를 숫자로 기록하도록 하였다. 졸리움의 정도는 Stanford Sleepiness Scale을 변안하여: 명료한 각성상태, 활기차다(1); 최고의 상태는 아니지만 좋은 컨디션이다(2); 깨어 있지만 완전히 명료하지는 않다(3); 머리가 약간 맑지 않고 나른하다(4); 머리가 맑지 않다. 눈꺼풀이 무겁다(5); 졸립다. 눕고 싶다. 멍하다(7); 잠이든 상태(8)로 구분하였다. 또한 시차변화 후 7일동안 2시간 간격으로 졸리움의 정도를 위의 여덟가지 숫자로 기록하게 하였다.

### 3. 통계방법

본 연구에서 주관적 신체상태, 수면시작시간, 기상시간, 수면잠재기, 수면중 각성빈도와 각성시간, 낮잠 그리고 아침에 각성시 졸리움등이 시차변화 전과 후에 양적인 변화가 있는지, 또 동·서간(between)의 양적인 차이가 존재하는지를 알아보고, 마지막으로 시간의 흐름에 따라 그 변화양상에 차이가 나타나는지 등을 살펴보았

## 비행시차(jet lag)에 의한 여행객의 수면-각성 주기의 변화

**Table 1.** Demographic date

	N	sex		ages	education (years)	flight time (hour)	sleep time during flight (hour)
		M	F				
Eastbound	38	18	20	39.08±14.26	15.97±1.78	13.46±3.59	4.29±2.29
Westbound	23	12	11	40.78±12.25	14.39±3.35	14.83±2.19	2.49±2.16

다. 여행시작 전 3일중에서 여행 바로 전날 것을 뺀 2일 동안을 기준(baseline)으로 설정하였고 시차변화 후 7일간의 수면-각성 척도를 비교하였다. 주관적 신체상태의 악화와 회복을 보고한 날의 비교는 변량분석(ANOVA)을, 수면-각성주기 각 변수의 비교와 24시간 졸리움의 비교에는 반복변량분석(repeated ANOVA)을 사용하였고, 사후 검정은 Fisher's test를 사용하였다. 이상의 모든 분석은 SPSS/PC<sup>+</sup> window version 6.0을 사용하였고 유의 수준은  $p < 0.05$ 로 하였다.

## 결 과

### 1. 인구통계학적 특성

회수된 설문지는 총 140부였고 배제기준을 통과하고 남은 대상은 총 61명으로 동쪽군 38명(남자: 18, 여자: 20), 서쪽군 23명(남자: 12, 여자: 11)이었다. 동쪽군의 평균 나이는 39.08±14.26세로 분포는 19세에서 70세 사이였고, 서쪽군의 평균 나이는 40.78±12.25세로 분포는 13세에서 69세 사이였다. 양군에서 비행시간은 동쪽군이 13.46±3.59시간이었고, 서쪽군은 14.83±2.19시간이었다(Table 1).

### 2. 주관적 신체상태(subjective physical condition)의 변화

가장 상태가 나쁘다고 보고한 날은 동쪽군에서 여행지 도착 후 2.34±1.4일, 서쪽군에서 3.09±1.47일로 동쪽군에서 서쪽군보다 컨디션 악화 시기가 빠른 경향을 보였다( $p=0.053$ ). 컨디션이 회복됐다고 보고한 날은 동쪽군에서 5.16±1.5일, 서쪽군은 4.91±1.62일이었는데 유의한 통계학적인 차이는 없었다( $p=0.551$ )(Table 2).

### 3. 수면-각성주기(sleep-wake cycle parameters)의 변화

#### 1) 수면시작시간(sleep onset time)의 변화

동쪽군은 수면시작시간이 여행전 평균 23.23±0.1시

에서 시차변화 후 7일간 평균 24.13±0.22시로 변하여 약 30분에서 1시간 늦어지며, 서쪽군은 23.40±0.0시에서 22.65±2.31시로 변하여 약 15분에서 30분 빨라지는 것으로 관찰되었다( $p < 0.001$ ). 동·서간을 비교했을 때 여행전에는 차이가 없었으나 시차변화후 1일에서 7일까지 약 40분에서 1시간 50분정도 차이가 있었다( $p < 0.001$ ). 시간에 따른 변화양상도 유의한 차이가 있어( $p < 0.001$ ) 동쪽군에서는 기준과 비교하여 시차변화 후 2일에서 7일째까지 수면시작시간이 유의하게 늦고( $p < 0.05$ ) 회복되지 않은 반면, 서쪽군에서는 여행 첫째날 수면시작시간이 급격히 빨라져 5일째까지 유지되다가( $p < 0.05$ ) 6일째부터 기준과 차이가 없이 회복되는 양상을 보였다(Fig. 1A).

#### 2) 기상시간(wake-up time)의 변화

동쪽군은 기상시간이 여행전 평균 7.12±0.0시에서 시차변화 후 7일간 평균 6.48±0.43시로 변하여 5분에서 1시간 15분정도 빨라졌으며, 서쪽군은 7.23±0.0시에서 6.30±0.22시로 변하여 10분에서 1시간 10분 정도 빨라졌다( $p < 0.001$ ). 동·서 간의 비교에서 기상시간의 의미있는 차이는 없었고 변화양상도 비슷하여 양군모두에서 시차 변화 후 1일에서 4일째까지 기상시간이 기준과 비교하여 평균 55분 빨라졌는데( $p < 0.05$ ) 여행 5일째 이후 기준과 차이가 없어졌다(Fig. 1B).

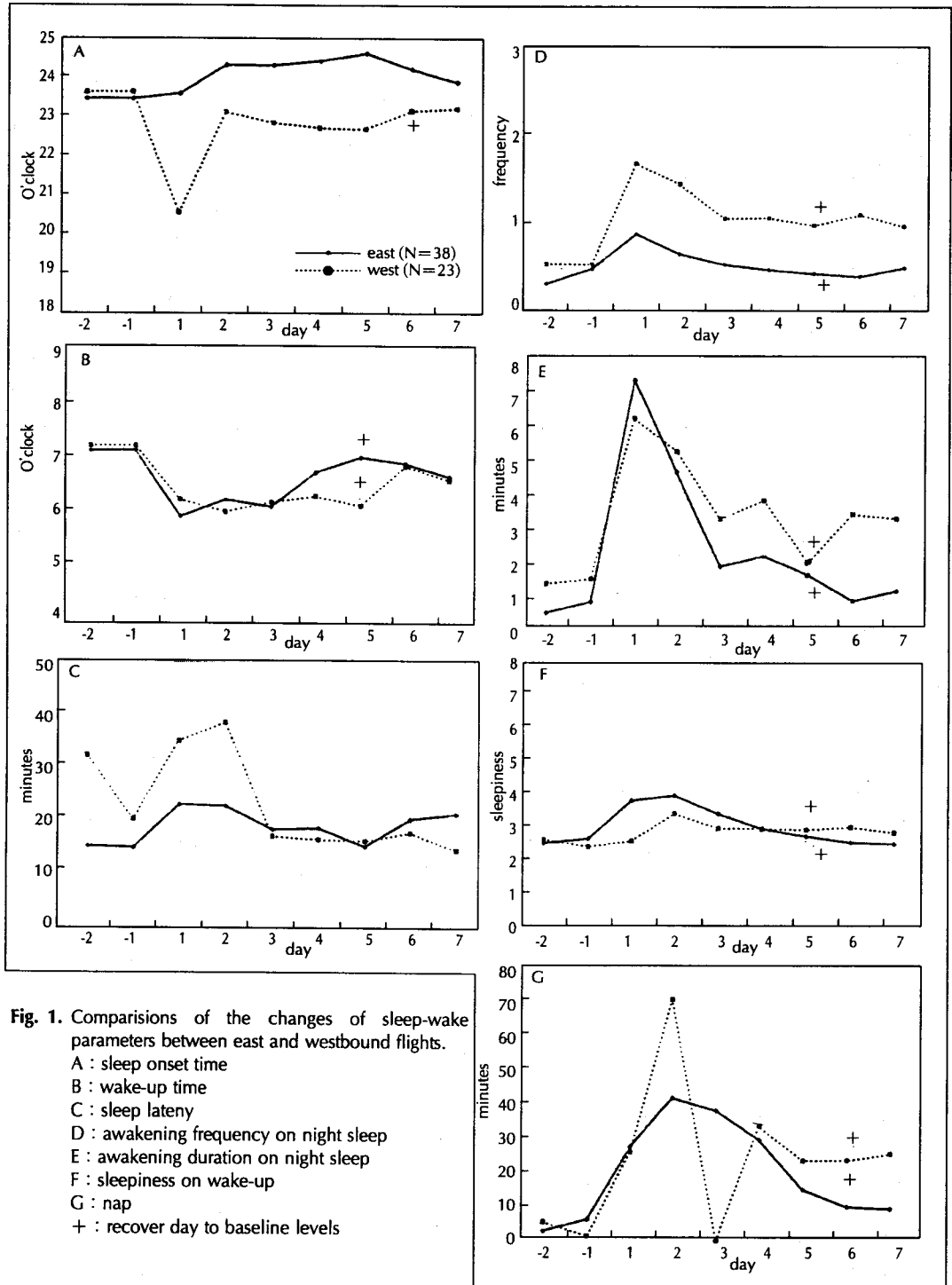
#### 3) 수면잠재기(sleep latency)의 변화

동·서 각군은 시차변화후에 기준에 비해 수면잠재기의 변화를 보이지 않았으며 동쪽은 평균 19.23±5.24분, 서쪽은 21.34±18.56분이었다. 동·서간의 비교에서 수면잠재기의 의미있는 차이는 없었고 변화양상도 비슷하

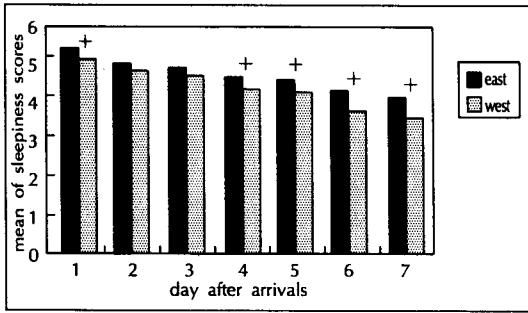
**Table 2.** Comparison of subjective physical conditions between east and westbound

	Eastbound	Westbound	P
worst day	2.34±1.40	3.09±1.47	0.053
recover day	5.16±1.50	4.91±1.62	N.S.

N.S. : not significant (by ANOVA)



## 비행시차(jet lag)에 의한 여행객의 수면-각성 주기의 변화



(by repeated ANOVA, paired t-test)

여 시차변화 후 1, 2일에 수면잠재기가 증가하다가 그 이후에는 감소하는 양상을 보였으나 이러한 변화에 대한 통계적인 유의성은 없었다(Fig. 1C).

### 4) 수면중 각성빈도(awakening frequency on night sleep)의 변화

동쪽군에서 수면중 각성빈도가 여행전 평균  $0.43 \pm 0.2$ 회에서 시차변화 후 7일간 평균  $0.65 \pm 0.23$ 회로 증가하였고, 서쪽군은  $0.5 \pm 0.00$ 회에서  $1.23 \pm 0.23$ 회로 증가하여 양군 모두에서 기준에 비해 의미있는 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 그러나 동·서간의 비교에서 의미있는 차이는 없었고 그 변화양상도 비슷하여 초기에 각성빈도의 증가를 보이다가 점차로 감소하여 5일째 회복되는 양상을 보였다(Fig. 1D).

### 5) 수면중 각성시간(awakening duration on night sleep)의 변화

동쪽군에서 수면중 각성시간이 여행전 평균  $0.67 \pm 0.13$ 분에서 시차변화 후 7일간 평균  $3.45 \pm 3.56$ 분으로 증가하였고, 서쪽에서  $1.65 \pm 0.1$ 분에서  $3.78 \pm 3.23$ 분으로 증가하여 양군 모두에서 기준과 비교하여 의미있는 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 그러나 동·서간의 비교에서 각성시간의 차이는 없었고 그 변화양상도 비슷하여 시차변화 후 1일 최고에 달하였고 4일째까지 증가되었다가( $p < 0.05$ ) 5일째부터는 기준정도로 회복되었다(Fig. 1E).

### 6) 아침에 각성시 졸리움(sleepiness on wake-up)의 변화

동쪽군에서 아침에 각성시 졸리움이 여행전 평균  $2.67 \pm 0.13$ 에서 시차변화 후 7일간 평균  $3.05 \pm 0.91$ 로 증가하였고, 서쪽에서  $2.65 \pm 0.1$ 에서  $3.01 \pm 0.63$ 로 증

가하여 양군 모두에서 기준과 비교하여 의미있는 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 그러나 동·서간의 비교에서 각성시 졸리움의 차이는 없었고 그 변화양상도 비슷하여 시차변화 후 1일에서 4일째까지 증가되었다가( $p < 0.05$ ) 여행 5일째부터는 기준정도로 회복되었다(Fig. 1F).

### 7) 낮잠(nap)의 변화

동쪽군에서 낮잠이 여행전 평균  $4.67 \pm 0.12$ 분에서 시차변화 후 평균  $21.45 \pm 20.56$ 분으로 증가하였고, 서쪽군에서  $4.46 \pm 0.1$ 분에서  $29.78 \pm 41.23$ 분으로 증가하여 양군 모두에서 기준과 비교하여 의미있는 차이를 보였다( $p < 0.001$ ). 그러나 동·서간의 비교에서 낮잠의 차이는 없었고 그 변화양상도 비슷하여 양쪽군 모두에서 여행 후 1일에서 5일째까지 증가했다가( $p < 0.05$ ) 여행 6일째부터는 기준정도로 회복되었다(Fig. 1G).

### 4. 24시간 졸리움(24 hour sleepiness)의 변화

동·서간의 비교에서 24시간 졸리움의 차이는 있었는데( $p < 0.05$ ) 동쪽군에서 여행지 도착 1일, 4일, 5일, 6일, 7일째 서쪽군에 비해 의미있게 높은 졸리움을 보였다. 하지만 그 변화양상은 비슷하여 양군 모두에서 시간이 갈수록 감소하는 것으로 관찰되었다(Fig 2).

## 고찰

Beljan등(26)이 비동기화 증후군(desynchronization syndrome)이라는 용어로 비행시차를 기술한 이후 이에 대한 많은 연구들이 있었다. 비행시차를 이해하는데에는 인간의 생체리듬(biological rhythm)에 대한 지식이 필요한데, 인간의 일주기(circadian rhythm)는 개인마다 차이가 있어 24시간에서 28시간의 범위에 걸쳐있고, 평균은 약 25시간이라고 알려져 있다(22). 이것의 의미는 인간이 스스로의 의지대로 외적인 자극없이 생활하게 놓여진다면 아마도 약 25시간 스케줄에 맞추어 생활하게 되리라는 것이다. 실제로 1974년 Webb과 Agnew(27)는 시간에 구애받지 않는 환경(time-free environments)에서 대상들은 체온이 최소가 되는 시점에 수면을 취하며, 수면과 각성 그리고 체온의 주기는 25시간 리듬을 따르게 된다는 사실을 보고하였다. 이렇게 인간은 개인마다 고유의 내적인 시계(body clock)를 가지고 있는데 이러한 내적인 시계에 영향받는 대표적인 것이

수면이다. 만약 급격한 시차가 발생하여 인체내부의 시계와 외적인 시간인자간의 부조화가 발생하면 인체는 이러한 부조화를 극복하기 위한 노력을 하게 된다. 인체가 빠르게 외적인 시간인자와 동기화 되지만 이러한 적응이 늦는 사람은 심각한 적응상의 곤란을 겪게되는데, 이러한 적응기간중에 나타나는 수면의 변화는 수면박탈(sleep deprivation), 수면 역전(sleep reversal), 낮잠(nap), 수면시작시간의 이동(shift in sleep onset time) 그리고 일주기리듬의 변화(changes in circadian rhythm)등에 의한 결과로 알려져있다(14). 또 Graeber(28)는 비행시차의 세가지 요소로 첫째, 급격한 시차변화로 외적 시간인자와 인체내부리듬간의 불일치로 인한 외적 비동기화(external desynchronization) 둘째, 인체의 여러가지 신체리듬이 새로운 시간대에 적응해 나가면서 발생하는 내적 비동기화(internal desynchronization) 마지막으로 수면의 박탈(sleep loss)이라고 언급한 바 있다.

동쪽으로 이동하면 하루주기를 짧게 단축시키는 영향이 있고 따라서 인체가 외적인 시간과 적응하기 위해서는 일주기를 24시간보다 짧게 생활하여야 하는데 반해, 서쪽으로 이동하면 하루를 길어지게 하여 일주기를 지연시키는 영향이 있다. 이러한 영향은 서쪽으로의 이동이 동쪽으로의 이동보다 비행시차로부터 회복이 빠른 이유를 설명해 준다. 즉 인체는 스스로 24시간 이상의 일주기를 가지므로 자연적으로 일주기를 지연시키는 경향성을 가지게되고 서쪽으로의 이동이 동쪽으로의 이동보다 그 회복속도가 빠른 것이다(9,10,11,29). 이러한 회복속도 차이의 또 다른 설명으로는 서쪽으로의 이동이 해가지지 않는 여행인데 반해 동쪽으로의 여행은 주로 밤동안의 여행이 된다는 점이다(30). 시차적응에 대한 기존의 많은 연구에서 서쪽으로의 여행의 경우 하루평균 1.5시간의 적응능력을, 동쪽의 경우에는 하루 1.0시간의 적응능력을 보고하여 서쪽으로의 이동이 비행시차에서 회복이 빠르다는 것을 보여주고 있다(11). 본 연구에서 주관적 신체상태의 변화에서 신체상태가 가장 악화됐다고 보고한 날은 동쪽이 서쪽군보다 약 1일 빨랐고 이는 통계적으로 의미있는 경향성을 보여주었다( $p=0.053$ ). 주관적인 신체상태의 회복은 서쪽군에서 동쪽군보다 먼저 회복되는 것으로 관찰되었으나 통계적인 유의성은 없었다.

Evan등(31)은 시간대 이동이 일주기에 주는 영향에 대한 결정적인 증거는 없다고 보고하였다. 하지만 본 연구에서 일주기리듬으로서 수면-각성주기는 시간대 이동에 따라 영향받는다라는 것을 보여준다. 수면-각성주기 척도의 변화에 있어서 우선 수면시작시간은 동쪽군에서 수면시작시간이 늦어지는 경향을 보였고 서쪽군에서는 오히려 빨라지는 경향을 보였다(Fig. 1A). 이는 인간이 수면주기를 지연시키기는 쉬우나 단축시키기는 어렵다는 것을 반영해 준다고 볼 수 있다. 또한 동쪽군에서는 현지시간 밤 12시가 한국시간 늦은오후에 해당되는데 이 시간대는 오후의 점심식사 후 수행능력의 저하를 의미하는 소위 post lunch dip을 지나 체온이 계속 상승 중에 있고 각성기에 해당하는 시간대로, 여행에서오는 수면박탈과 피로에도 불구하고 잠들기 힘들어서 수면시작시간이 늦어지는 것으로도 해석할 수 있겠다. 이러한 해석은 서쪽군에서도 가능한데 현지시간 밤 9~12시가 한국시간의 새벽에 해당되어 체온이 여전히 최저점에 가까운 시간대에 있기 때문에 여행에서 오는 수면박탈과 피로가 빠른 수면시작을 유도할 수 있었던 것으로 생각된다. 서쪽군은 시차변화 후 6일째 수면시작시간이 기준수준으로 회복되는데 비해 동쪽군에서는 7일까지 회복하고있지 못한 점과 서쪽군에서 비교적 이른시간에 잠을 이룰 수 있다는 사실은 서쪽으로의 이동이 동쪽으로의 이동보다 비행시차 극복이 쉽다는 것을 보여준다고 할 수 있다.

기상시간의 변화를 보면 동·서군 모두에서 비슷하게 기상시간이 빨라지는 경향을 보여주었는데(Fig. 1B) 이러한 현상은 본 연구의 대상들이 여행객이라는 사실을 감안해 보면 여행에 대한 기대감과 설렘 그리고 잠자리가 바뀌어서 오는 초야효과(first night effects)때문이라는 생각이 든다.

수면잠재기는 의미있는 동·서간의 차이가 없었으며(Fig. 1C), 또한 수면중 각성빈도와 각성시간은 동·서양군에서 여행초기에 증가했다가 5일째부터 회복되었고(Fig. 1D, 1E), 아침에 각성시 졸리움은 동·서 양군에서 여행초기에 증가하고 5일째부터 회복되었으며(Fig. 1F), 낮잠도 동·서 양군에서 여행초기에 현저히 증가하다가 5일째부터 회복되었다(Fig. 1G). 그러나 모두 동서간의 의미있는 차이는 없었다. 이는 시차변화가 수면시작시간과 기상시간에는 영향을 주어 수면양의 변화는 현저하지만 수면구조에 대한 영향은 보다 적을 수 있

음을 암시한다고 생각된다.

24시간 졸리움은 의미있는 동·서간의 차이가 있었는데 동쪽군에서 서쪽군보다 더 졸리운 것으로 관찰되었다. 이는 동쪽으로의 이동시 양질의 야간수면을 취하기 어렵고 일중주기 변화에 대한 적응이 더 어렵다는 것을 반영하는 것으로 낮동안 수행능력을 현저히 감소시킨다는 것을 의미한다. 따라서 동쪽으로의 여행시에는 주간 수행능력 향상을 위한 방안이 서쪽으로의 여행시 보다 더욱 강조되어야 할 것으로 보인다. 또한 동·서간의 24시간 졸리움이 시차변화후 2, 3일째는 차이가 없었으나 4, 5, 6, 7일째에 동서간의 차이가 난다는 사실은 동·서간 회복능력의 차이를 반영한 결과로 해석된다( $p < 0.05$ , Fig. 2). 특히 이 항목의 평가는 2시간 간격의 기록을 요구하여 피검자가 매 시간의 졸리움을 기억하고 기재하기 힘들어 하였기 때문에 자료탈락의 주원인이 되었다.

현재까지 연구된 비행시차 극복방안으로는 벤조다이아제핀 계통의 약물 사용(18,32,33), 광선치료(11), 멜라토닌제제의 사용(34) 등이 있다. 벤조다이아제핀을 쓸 경우 flurazepam 같은 반감기가 긴 약물보다는 triazolam이나 zolpidem 같은 반감기가 짧은 약물이 낮동안의 기면(daytime sleepiness)이나 수행능력의 감소(performance decrements)를 덜 일으키는 것으로 되었고(33,35), 광선치료로써 일주기를 단축하거나 지연시켜 비행시차 증상에 호전을 보였다는 보고도 있는데 체온이 최저점이 된 시기를 지난 이른 아침에 5,000 lux이상의 광선을 쬐이면 일주기를 앞당길 수 있고, 초저녁에 빛을 쬐이면 일주기를 지연시킬 수 있다고 한다(36). 멜라토닌을 투여한 비행기 승무원에서 낮동안의 각성정도의 증가와 빠른 회복능력을 보고한 연구결과도 있다(37,38).

본 연구의 결과들은 비행시차로 인해 수면시작시간, 기상시간, 수면잠재기, 수면중 각성빈도와 각성시간, 낮잠 그리고 아침에 각성시 졸리움등에서 기준에 비해 시차변화후 양적인 차이가 있고, 특히 수면시작시간과 24시간 졸리움에서 동·서간의 여행에서 차이가 있으며 동쪽군에서 그 손상정도가 더 심하고 회복이 늦는다는 것을 보여준다. 본 연구의 결과를 바탕으로 동쪽으로의 여행후 최소 3일 간, 서쪽으로의 여행후 2일 간은 중요한 모임을 계획하지 말고, 특히 동쪽으로 여행할 경우에

는 비행시차 극복을 위해 시차적응을 위한 전략 즉, 여행전 충분한 휴식을 취하고 시계를 미리 여행지의 시간대에 맞추어 놓고 적응하며 목적지의 취침시각까지 깨어 있거나, 야간수면전 triazolam이나 zolpidem같은 단기작용약물을 일시적으로 복용하는 것 등을 더 적극적으로 실행할 것을 제안한다.

본 연구의 제한점으로는 7시간에서 10시간까지의 시차를 보이는 다양한 지역을 여행한 사람들에게서 얻은 자료를 3시간의 시차를 무시하면서 단순히 동서간의 차이에만 관심을 두고 처리했다는 점이다. 그러나 한국시간에 비해 현저한 시차가 있는 지역을 대상으로 하였기 때문에 양쪽 방향 간의 수면-각성주기 변화의 경향성을 파악하는 데에는 큰 문제가 없을 것으로 사료된다. 본 논문을 수행하면서 실제상황에서 변화하는 수면자료를 구한다는 것이 대단히 어렵다는 것을 실감하였다. 그러나 향후 동·서간의 시차 비교연구에서는 현실적인 어려움이 있더라도 시차의 범위를 보다 좁게 설정하여야 좋은 자료를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 앞으로 나이 및 개개인의 수면패턴을 바탕으로한 시차변화 연구, 수면다원검사를 이용한 수면척도등의 분석, 그리고 약물의 복용에 따른 비행시차의 변화양상 등에 초점을 맞춘 보다 철저한 연구가 이루어지기를 기대하며 본 논문의 결과가 향후 비행시차 후 변화하는 수면-각성주기를 연구하는데 기초적 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

## 결 론

1994년 10월부터 1995년 9월까지 비행기로 7시간에서 10시간 시차가 있는 해외여행을 한 61명(동쪽군에서 38명, 서쪽군에서 23명)을 대상으로 설문지 조사를 실시하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 주관적인 신체상태가 가장 악화된 날은 동쪽군이 여행지 도착 후 2.3일, 서쪽군 3.1일로 동쪽군이 약 1일 빨랐고, 주관적인 신체상태의 회복은 동쪽군에서 5.2일, 서쪽군은 4.9일로 서쪽군이 먼저 회복되는 것으로 관찰되었으나 통계적인 유의성은 없었다.

2) 수면시작시간은 동쪽군에서 30분에서 1시간 늦어지는 경향을 보였고 서쪽군에서는 오히려 15분에서 30분 빨라지는 경향을 보였다. 동쪽군에서는 시차변화 후 7일째까지 수면시작시간이 유의하게 늦고 회복되지



않은 반면, 서쪽군에서는 6일째부터 회복되었다.

3) 기상시간, 수면중 각성빈도 및 각성시간, 아침에 기상시 졸리움은 동·서군 모두에서 여행초기에 기준치에 비해 의미있는 변화를 보이다 5일째 부터 회복되고 낮잠은 6일째 회복되었다. 그러나 동·서간의 차이는 없었다.

4) 시차변화 후 24시간 졸리움은 서쪽에 비해 동쪽군에서 의미있게 높았고 동·서군 모두에서 점차 감소하는 것으로 관찰되었다.

중심 단어 : 비행시차 · 여행객 · 수면-각성주기.

## REFERENCES

- 1) **American Psychiatric Association.** Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 4th ed Revised, Washington DC, American Psychiatric Association, 1994.
- 2) **Wright JE, Vogel JA, Sampson JB, Knapik JJ, Patton JF, Daniels WL.** Effects of travel across time zones(jet-lag) on exercise capacity and performance. *Aviat Space Environ Med* 1983 ; 54 : 132-137.
- 3) **Tashima CK, Fillhart M, Cunanan A.** Jet lag ketoacidosis. *JAMA* 1974 ; 227(3) : 328.
- 4) **Snyder S.** Isolated sleep paralysis after time-zone change('jet-lag') syndrome. *Chronobiologia* 1983 ; 10 : 377-379.
- 5) **Tec L.** Depression and jet lag. *Am J Psychiatry* 1981 ; 138 : 858.
- 6) **Wooldridge WE.** Medical complications of air travel. Who is at risk? *Postgraduate Medicine* 1990 ; 87 : 75-77.
- 7) **Winget CM, DeRoshia CW, Markley CL, Holley DC.** A review of human physiological and performance changes associated with desynchronization of biological rhythms. *Aviat Space Environ Med* 1984 ; 55 : 1085-1096.
- 8) **Dodge R.** Circadian rhythms and fatigue : a discrimination of their effects on performance. *Aviat Space Environ Med* 1982 ; 53 : 1131-1137.
- 9) **Aschoff J, Hoffman K, Pohl H, Wever R.** Re-entrainment of circadian rhythms after phase shifts of the zeitgeber. *Chronobiologia* 1975 ; 2 : 23-78.
- 10) **Graeber RC.** Alterations in performance following rapid transmeridian flight. In : *Rhythmic Aspects of Behavior.* ed by Brown FM, Graeber RC, Hillsdale NJ, Erlbaum, 1982 ; 173-212.
- 11) **Klein KE, Wegmann HM.** Significance of circadian rhythms in aerospace operation. *NATO AGARDograph Number 247,* Neuilly sur Seine, France, NATO AGARD, 1980.
- 12) **Akerstedt T, Gillberg M.** The circadian variation of experimentally displaced sleep. *Sleep* 1981 ; 4 : 159-169.
- 13) **Weitzman ED, Moline ML, Czeisler CA, Zimmerman JC.** Chronobiology of aging : temperature, sleep-wake rhythms and entrainment. *Neurobiol Aging* 1982 ; 3 : 299-309.
- 14) **Sasaki M, Endo S, Nakagawa S, Kitahara, Mori A.** A chronobiological study on the relation between time zone changes and sleep. *Jikeikai Med* 1984 ; 32 : 83-100.
- 15) **Horne JA, Shackell BS.** Slow wave sleep elevations after body heating : Proximity to sleep and effects of aspirin. *Sleep* 1987 ; 10 : 383-392.
- 16) **Czeisler CA, Weitzman ED, Moore-Ede MC.** Human sleep : It's duration and organization depend on its circadian phase. *Science* 1990 ; 210 : 1264-1267.
- 17) **Zulley J, Wever R, Aschoff J.** The dependence of onset and duration of sleep on the circadian rhythm of rectal temperature. *Pflugers arch* 1981 ; 391 : 314-318.
- 18) **Nicholson AN, Pascoe PA, Spencer MB, Stone BM, Green RL.** Nocturnal sleep and daytime alertness of aircrew after transmeridian flights. *Aviat Space Environ Med* 1986 ; 57(suppl 12) : B 43-B52.
- 19) **Sasaki M, Kurosaki Y, Mori A.** Patterns of sleep-wakefulness before and after transmeridian flight in commercial airline pilots. *Aviat Space Environ Med* 1986 ; 57(suppl 12) : B29-B42.
- 20) **Monk TH.** Shift work. In : *Principles and practice of sleep medicine,* ed by Kryger MH, Roth T, Dement WC, Philadelphia, PA, WB Saunders, 1989 ; 163-172.
- 21) **Seidel WF, Cohen SA, Blinise NG.** Jet lag after eastward and westward flights. *Sleep Research*

- 1987 ; 16 : 639.
- 22) **Catalano EM, Webb W, Walsh J, Morin C.** Circadian rhythms and sleep, In : *Getting to Sleep*, Oakland, New Harbinger Publication, 1990 : 121-131.
  - 23) **Moline ML, Pollak CP, Monk TH, Lester LS, Wagner DR, Zendell SM, Graeber RC, Salter CA, Hirsch E.** Age-related differences in recovery from simulated jet lag. *Sleep* 1992 ; 15 : 28-40.
  - 24) **Strogatz SH, Kronauer RE, Czeisler CA.** Circadian regulation dominates homeostatic control of sleep length and prior wake length in human. *Sleep* 1986 ; 9 : 353-364.
  - 25) **Dement WC, Seidel WF, Cohen SA, Bliwise NG, Carskadon MA.** Sleep and wakefulness in aircrew before and after transoceanic flights. *Aviat Space Environ Med* 1986 ; 57(suppl 12) : B14-B28.
  - 26) **Beljan JR, Wignnet CM, Rosenblatt LS.** The desynchronization syndrome. In : *Annual Science Meeting Aerospace Medical Association*, 1973 ; 223.
  - 27) **Webb WB, Agnew HW.** Sleep and waking in a time-free environment. *Aerospace Med* 1974 ; 45 : 617-622.
  - 28) **Graeber RC.** Jet lag and sleep disruption. In : *Principles and practice of sleep medicine*, ed by Kryger MH, Roth T, Dement WC, Philadelphia, PA, WB Saunders, 1989 ; 324-331.
  - 29) **Wever R.** *The circadian system of man*. New York, Springer-Verlag, 1979.
  - 30) **Klein KE, Wegmann HM, Hunt BI.** Desynchronization of body temperature and performance circadian rhythm as a result of outgoing and homegoing transmeridian flights. *Aerospace Med* 1972 ; 43 : 119-132.
  - 31) **Evans JI, Christie GA, Lewis SA, Daly J, Moore-Rebinson M.** Sleep and time zone changes. A study in acute sleep reversal. *Arch. Neurol* 1972 ; 26 : 36-48.
  - 32) **Baired JA, Coles PKL, Nicholson AN.** Human factors and air operations in the South atlantic campaign : Discussion paper. *J R Soc Med* 1983 ; 76 : 933-937.
  - 33) **Seidel WF, Roth T, Roehrs T, Zorick F, Dement WC.** Treatment of a 12-hour shift of sleep schedule with benzodiazepines. *Science* 1984 ; 224 : 1262-1264.
  - 34) **Arendt J, Aldhous M, Marks V.** Alleviation of jet-lag by melatonin : Preliminary results of controlled double blind trial. *Br Med J* 1986 ; 292 : 170.
  - 35) **Walsh JK, Sugerma JL, Muehlbach MJ, Schweitzer PK.** Physiological sleep tendency on a simulated night shift : Adaptation and effects of triazolam. *Sleep* 1988 ; 11(3) : 251-264.
  - 36) **Czeisler CA, Allan JS.** Acute circadian phase reversal in mania via bright light exposure : Application to jet-lag. *Sleep research* 1987 ; 16 : 605-609.
  - 37) **Petrie K, Dawson AG, Thompson L, Brook R.** A double-blind trial of melatonin as a treatment for jet-lag in international cabin crew. *Biological Psychiatry* 1993 ; 33(7) : 526-530.
  - 38) **Comperatore CA, Krueger GP.** Circadian rhythm desynchronization, jet lag, shift lag, coping strategies. *Occupational Medicine : State of the art review* 1990 ; 5(2) : 323-341.