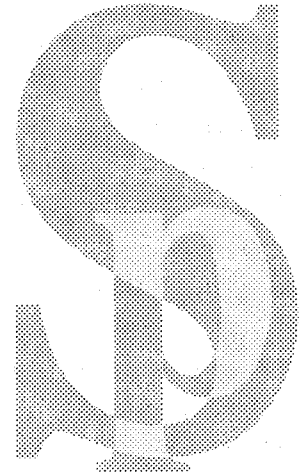


연령에 따른 비행시차 후의 수면-각성주기 변화

The Changes of Sleep-Wake Cycle from Jet-Lag by Age

김인*, 이승환*, 서광윤*

Leen Kim, M.D.*, Seung-Hwan Lee, 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 zones. Many reports have suggested that age-related changes in sleep reflect fundamental changes in the circadian system and in significant declines in slow wave sleep. Jet lag is a dramatic situation in which the changes of the phase of circadian process and homeostatic process of sleep occur. Thus the authors evaluate the changes of sleep-wake cycle from jet lag by age.

Thirty-eight healthy travellers were studied for 3 days before and 7 days after jet-flights across seven to ten time zone. They were aged 19-70. They traveled eastbound, Seoul to North America (USA, Canada). 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 suggest that by the 7 to 10 time zone shift, the old age group was significantly influenced in sleep-wake cycles. The date on which subjective physical condition was recovered was 6.23 ± 0.83 day after arrivals for old age group, while for young and middle age group, 4.46 ± 1.50 day and 4.83 ± 1.52 day, respectively. In old age group, sleep onset time was later than baselines and could not recover until 7th day. But in other groups, the recovery was within 5th day. Nap duration was longer in old age group through jet lag than younger age group. In other parameters, there was no definite difference among three age groups.

Our results suggested that the old age was significantly influenced by the disharmony between internal body clock and sleep-wake cycle needed at the travel site. Thus we proved that recovery ability from jet lag was age-dependent as well as travelling direction-dependent. To demonstrate

* 고려대학교 의과대학 신경정신과학교실

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

more definite evidence, EEG monitoring and staging of sleep were funthun encouraged.

Key words: Jet lag · Aging · Sleep-wake cycle.

Sleep Medicine and Psychophysiology 3(II) : 18-31, 1996

서론

비행시차(Jet lag)는 제트기와 같은 빠른 이동수단을 이용하여 짧은 시간동안에 여러 시간대(time zone)를 횡단하는 여행으로 인해 생기는 생리적, 심리적인 현상이다. 이러한 현상이 생기는 정도는 이동한 시간대의 수, 여행의 방향, 개인이 비행시차의 비동조화(desynchronisation)로부터 회복하는 능력에 따라 다른 것으로 알려져있다(1). 각 개인의 차이를 반영하는 요인으로써 여행객들이 비행시차로부터 재동조화(resynchronisation)하는 속도는 나이, 신체리듬의 진폭, 그리고 새로운 시간대에서 외적 시간인자(zeitgeber)에 노출되는 양에 의존한다고 한다(2).

연령이 증가함에 따라 겪게되는 신체적, 정신적인 변화는 다양한데 특히 수면양상의 변화는 매우 독특하여 노인의 수면에 대한 많은 관심이 있었지만 우리나라에서는 아직까지 이에 대한 체계적인 연구가 없었다. 실제로 연령이 증가함에 따라 수면장애의 유병율은 높아진다고 알려져 있는데, 65세 이상 노인의 30-50%는 만성적인 수면 장애로 고통받고 있다고한다(3, 4, 5). 일반적으로 노인의 수면-각성주기는 젊은 사람에 비하여 잠자리에 있는 시간은 증가하고, 전체 수면시간은 감소하거나 변화하지 않으며, 수면 효율성은 감소하고, 수면잠복기는 정상이거나 증가하고, 수면중 깨어나는 시간은 증가하는 특징이 있는 것으로 알려져있다. 수면의 구조에 있어서 서파수면, 특히 4단계 수면은 의미있게 감소하고, REM 수면은 감소하는 경향이 있으며, 1 과 2단계 수면은 증가하고, 또 낮잠이 증가하며,

일찍 잠자리에 들고 일찍 일어나는 것으로 알려져 있다(6, 7). 이와 같은 연령의 증가에 따른 수면-각성의 변화는 현재 광범위하게 받아들여지는 수면조절 모델가설의 두가지 생리적인 과정(8)인 일중주기 과정(circadian process ;process C)과 항상성 과정(homeostatic process ;process J)이 나이가 들어감에 따라 변화하기 때문으로 생각되고 있다(9, 10, 11).

비행시차는 일중주기변화와 수면박탈이 가장 극적으로 경험되는 상태이며 이로 인한 일중주기 과정과 항상성 과정의 변화가 필연적이다. 따라서, 노년층의 경우 비행시차로 인한 수면-각성주기의 변화가 심하고 또 회복이 늦게 일어날 것이라는 것을 예상할 수 있다. 외국에서 시행된 비행시차에 대한 기존의 연구들은 지원자를 밀폐된 공간에서 생활하게 하면서 인위적으로 외적 시간인자를 조절하거나(12, 13), 해외로 여행하는 비행 승무원들을 대상으로 약 2-3시간 간격으로 체온, 맥박을 체크하고 최소 3-4일 간 수면다원검사와 낮동안 수면잠복기 검사를 시행하는 막대한 비용과 노력이 필요한 연구들이었다(8, 9, 14). 국내에서는 여행객을 대상으로 한 실제상황에서, 비행방향과 시차변화 후에 일어나는 수면-각성주기와 회복속도와의 관계에 대해서 이승환 등(15)이 상관성을 보고하였고 향후 비행시차 연구에서 나이 및 개인의 수면양상을 바탕으로한 연구가 필요함을 제시한 바 있다.

이에 본 연구는 우선, 비행시차 후의 수면-각성주기의 양상이 연령에 따라 어떻게 변화하는지를 비교해 봄으로써, 연령이 증가하면서 보여지는 수면의 변화가 실제의 비행시차 상황에서 어떻게 표현되는지 알아보고자 하였고 또 연령에 따라 시차변

화 후의 회복속도에 어떠한 차이가 있는지를 파악함으로써 향후 그에 따른 효과적인 대처방안을 연구하는데 있어 자료로 활용하고자 시도하였다.

대상 및 방법

1. 연구대상

1994년 10월부터 1995년 12월까지 서울에서 미주(미국, 캐나다등)로의 여행객들 즉, 시차가 서울의 표준시와 7시간에서 10시간 사이로 전진(phase advance)된 거리를 이동한 여행객들을 대상으로 하였다. 이들을 대상으로 여행사의 협조와 컴퓨터 통신 천리안 그리고 개별적으로 접촉을 시도하였다. 여행을 통한 경우 본 연구의 저자가 직접 여행 가이드에게 사전에 수면일지 작성법을 설명하였고, 여행도중 가이드가 수면일지 작성법을 여행객들에게 설명하도록 하였다. 천리안 통신을 통해 응답토록 한 대상은 전화면접을 통해 수면일지 작성법을 설명한 후 완성된 수면일지를 우편으로 보내도록 하였다. 개별적인 접촉을 통한 배부시에는 수면일지 작성법을 직접 만나거나 전화면접을 통하여 설명하였다. 여행 전 3일간의 수면일지와 시간대 이동 후 7일간의 수면일지를 작성하게 하였고 수면일지는 현지시간으로 매일 아침에 잠자리에서 일어나는 즉시 기록하도록 하였다.

200부의 수면일지를 배부하였고 연구결과에 영향을 줄 수 있는 요인으로 평소 수면장애를 가지고 있는 자, 여행기간 중 수면제나 알코올을 섭취한 자, 연구시작 전 1개월 이내에 해외여행의 기왕력이 있는 자, 그리고 시차변화 후 7일동안 수면주기에 영향을 주는 활동(야간기차여행, 3시간이상 시차가 나는 다른 곳으로의 이동)을 한 자들은 연구대상에서 제외시켰다. 또한 위의 배제기준을 통과하더라도 수면일지에 부착된 설문지 질문에 똑같은 내용

을 반복하여 답한 경우, 질문지를 완수하지 못하고 일부 질문에만 응답한 경우, 그리고 설문지 작성이 부실하여 유용한 정보를 얻을 수 없는 경우들도 제외되었다.

이러한 과정을 거쳐 얻어진 설문지는 다시 나이에 따라 3군으로 분류되었는데 젊은군을 A군(나이가 30세 이하 군), 중년군을 B군(31세에서 50세 사이인 군), 노년군을 C군(51세 이상인 군)이라고 명칭하였다.

2. 수면일지와 설문지

고려대학교 안암병원 정신과 수면장애 클리닉에서 사용하고 있는 수면일지를 이해하기 쉽게 변형하여 사용하였다. 포함된 항목으로는 나이, 성별, 학력, 평소에 가지고있는 수면장애 유무 및 내용, 비행시간, 비행중 취한 수면시간등이 있고, 시차변화후 주관적으로 느끼기에 가장 상태가 나빴던 날과 정상적인 상태로 회복한 날을 기록하게 하였다.

수면-각성주기의 변화를 보기위해 여행 전 3일 동안과 시차변화 후 7일 동안의 수면시작시간, 기상시간, 수면잠재기, 수면제나 알코올 복용유무, 수면중 각성빈도와 각성시간, 낮잠의 길이 그리고 아침에 각성시 졸리움의 정도를 숫자로 기록하도록 하였다. 졸리움의 정도는 Stanford Sleepiness Scale을 번안하여: 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.

Table 1. Demographic data

	A group	B group	C group	D.F	F	post hoc
age(years)	24.07±3.96	36.66±2.87	56.30±5.67	2	180.01***	A<B<C
education (years)	15.38±2.14	16.91±1.67	15.69±1.10	2	2.81	
flight time (hours)	13.93±3.18	15.54±2.90	10.51±1.71	2	11.66***	A>C, B>C
sleep time during flight (hours)	3.93±2.46	4.94±1.54	4.03±2.70	2	0.71	

***P < .001

3. 통계방법

여행시작전 3일 중에서 여행 바로 전날 것을 뺀 2일 동안을 기준(baseline)으로 설정하였고 시차변화 후 7일간의 수면-각성 척도를 비교하였다. 주관적 신체상태, 비행시간, 비행중 취침시간등의 차이와 시간의 흐름에 따라 주관적 신체상태의 악화와 회복을 보고한 날의 비교는 일원변량분석(one way-ANOVA)를 사용하였고 사후 검정은 Scheffe test를 사용하였다. 각 연령별로 기준과 시차변화 후의 수면시작시간, 기상시간, 수면잠재기, 수면중 각성빈도와 각성시간, 낮잠 그리고 아침에 각성시 졸리움 등이 차이가 있는지와 여행전과 비교한 시차변화 후 수면양상의 회복은 t-test를 사용하였다. 통계프로그램은 SPSS PC window version 6.0을 사용하였고 유의 수준은 p<0.05로 하였다.

결론

1. 인구통계학적 특성

회수된 설문지는 총 62부였고 배제기준을 통과하고 남은 대상은 남자 15명, 여자 23명으로 총 38명이었다. 이들의 나이 분포는 19세에서 70세였고 평균 나이는 39.08±14.26였다. 나이가 30세이하인 A군은 13명으로 평균나이는 24.07±3.96, 31세에서 50세인 B군은 12명으로 평균나이는 36.66±2.87, 51세 이상인 C군은 13명으로 평균나이는 56.30±5.67이었다(표 1).

2. 주관적 신체상태의 변화

가장 상태가 나쁘다고 보고한 날은 A군에서 여행지 도착 후 2.53±1.56일, B군은 1.91±1.24일, C군에

Table 2. Comparison of subjective physical conditions among three group

	A	B	C	df	F	post hoc
worst day	2.53±1.56	1.91±1.24	2.53±1.39	2	0.800	
recovery day	4.46±1.50	4.83±1.52	6.23±0.83	2	6.43**	A<C, B<C

**P < .01

연령에 따른 비행시차 후의 수면-각성주기 변화

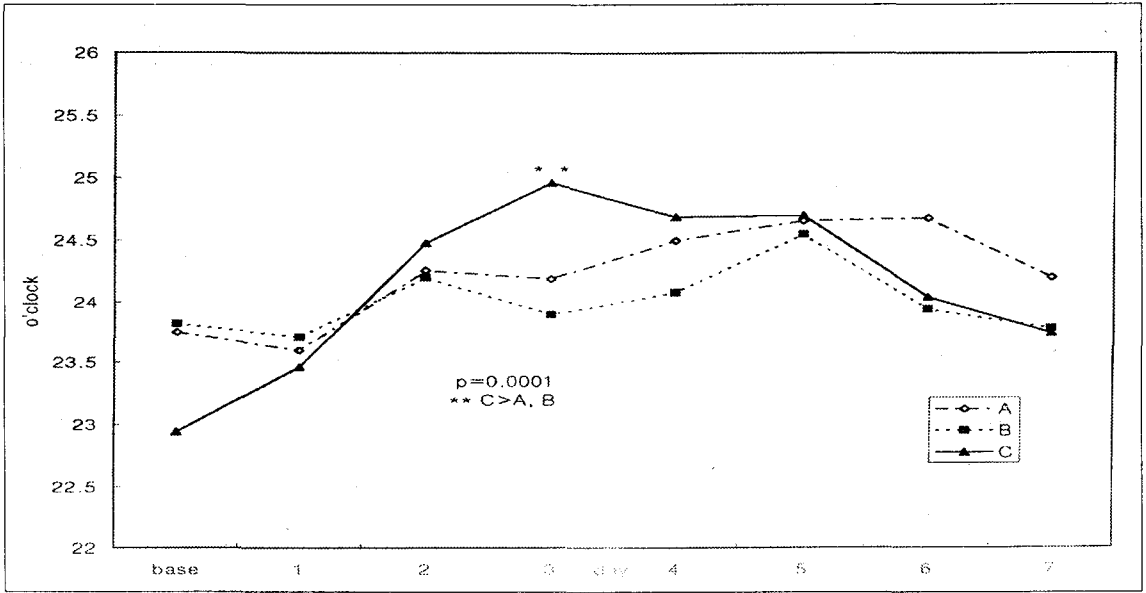


Fig 1. Changes of sleep onset

서 2.53 ± 1.39 일로 세군에서 통계적 차이는 없었다. 조건이 회복되었다고 보고한 날은 A군에서 여행지 도착 후 4.46 ± 1.50 일, B군은 4.83 ± 1.52 일, C군에

서 6.23 ± 0.83 일로 통계적으로 유의미하게 지연되어 있었다($p < .05$), (표 2).

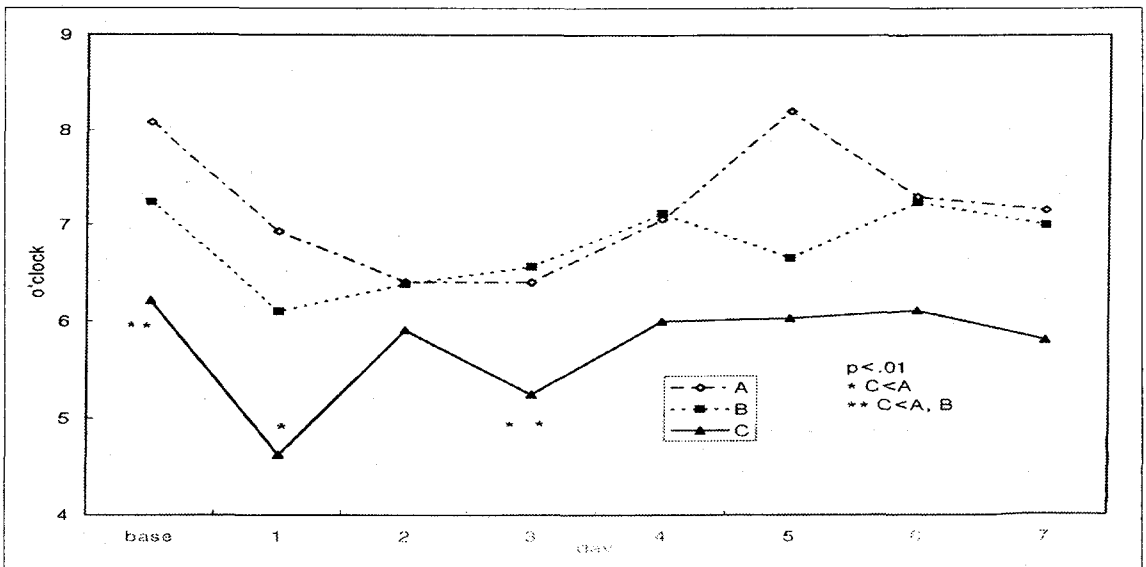


Fig 2. Changes of wake up times

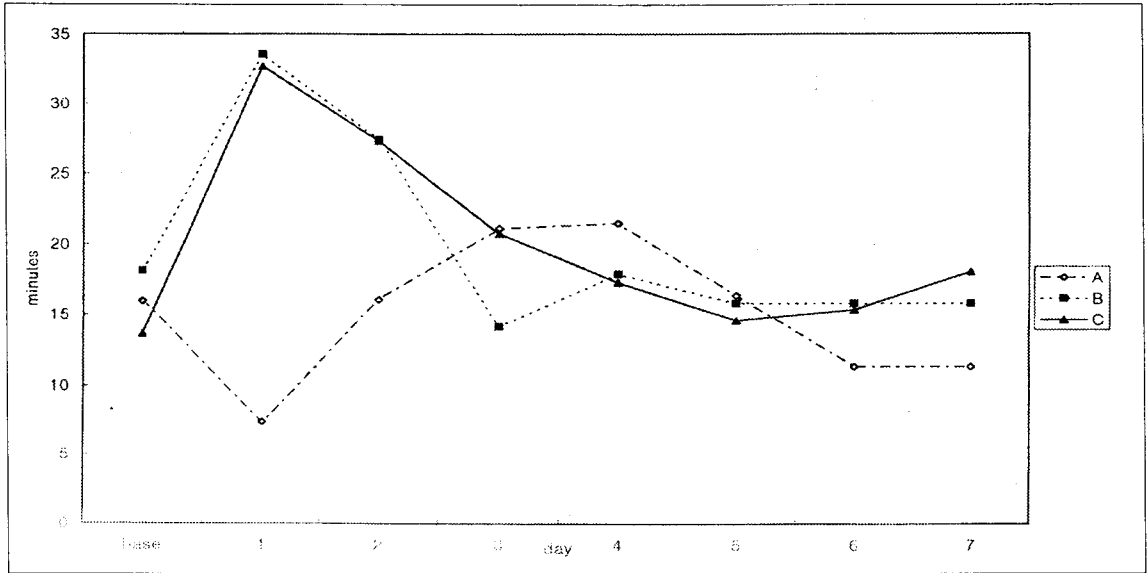


Fig 3. Changes of sleep latency

3. 수면-각성주기의 변화

1) 수면시작시간(sleep onset time)의 변화

A군은 수면시작시간이 여행전 평균 23.75 ± 1.02 시였으며 시차변화후 4일에 24.50 ± 1.05 시($p < .05$), 5일에 23.75 ± 1.02 시($p < .05$)로 의미있게 약 50분정도 늦은 수면시작시간을 보여주었다. B군은 수면시작시간이 여행전 평균 23.82 ± 1.14 시였으며 시차변화후 7일간 차이가 없었다. C군은 수면시작시간이 여행전 평균 22.94 ± 0.51 시였으며 시차변화후 2일에 24.48 ± 1.22 시($p < .001$), 3일에 24.96 ± 0.45 시($p < .001$), 4일에 24.69 ± 0.88 시($p < .001$), 5일에 24.70 ± 0.91 시($p < .001$), 6일에 24.04 ± 1.02 시($p < .01$)시, 그리고 7일에는 23.74 ± 1.02 시($p < .01$)로 의미있게 약 1시간 30분정도 늦은 수면시작시간을 보여주었다(그림 1).

날짜별로 세군을 비교해보면 시차변화후 3일째($p < .001$)에 의미있는 변화가 관찰되었고, A군 24.19

± 0.73 시, B군은 23.90 ± 0.49 시 그리고 C군은 24.96 ± 0.45 시로써 C군은 A보다 약 0.77시간(46분)늦게, B군 보다는 약1시간 늦게 잠드는 것으로 관찰되었다.

2) 기상시간(wake-up time)의 변화

A군은 기상시간이 여행전 평균 8.08 ± 0.84 시였으며 시차변화후 2일에 6.40 ± 1.13 시($p < .001$), 3일에 6.48 ± 1.23 시($p < .001$), 4일에 7.06 ± 1.09 시($p < .05$)로 의미있게 약 1시간 30분 빠른 기상시간을 보여주었다. B군은 기상시간이 여행전 평균 7.24 ± 0.72 시였으며 시차변화후 7일간 차이가 없었다. C군은 기상시간이 여행전 평균 6.21 ± 0.91 시였으며 시차변화후 1일에 4.63 ± 1.66 시($p < .01$), 3일에 5.25 ± 1.02 시($p < .05$)로 의미있게 약 1시간 빠른 기상시간을 보여주었다(그림 2).

날짜별로 세군을 비교해보면 여행전($p < .001$)과 시차변화후 1일($p < .01$) 그리고 3일째($p < .01$)에 의미있는 변화가 관찰되었다. 여행전 기상시간은 C군이

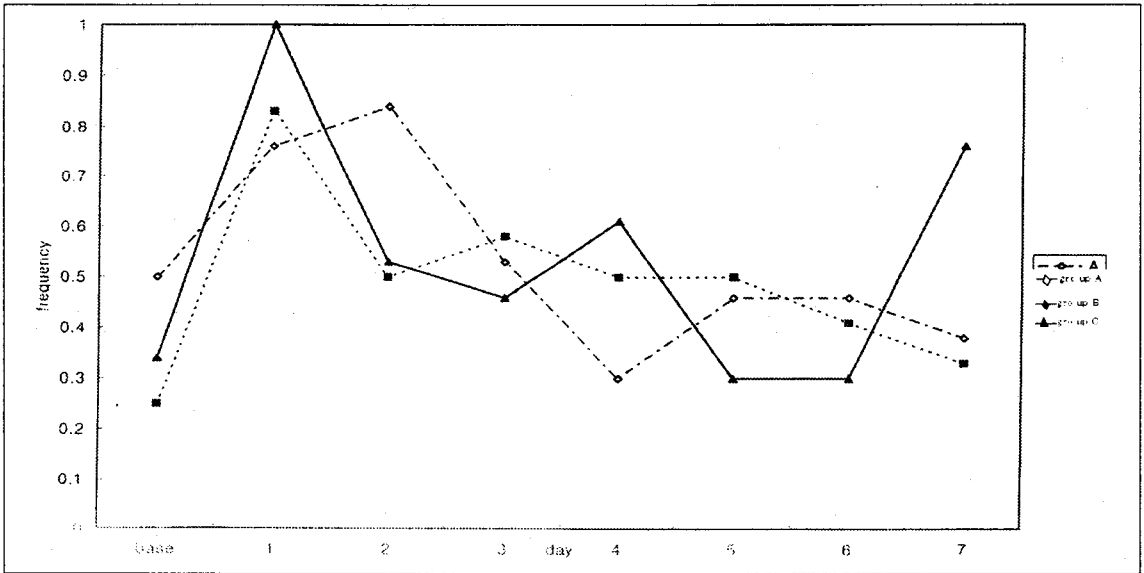


Fig 4. Changes of Waking Frequency During Night Sleep

A군보다 약 1.87시간(1시간 52분) 빨랐으며, B군보다 약 1시간 빨랐다. 또 시차변화후 1일에 A군 6.93 ± 1.87 시, C군 4.63 ± 1.66 시로 C군이 A군보다 약 2.30시(2시간 18분)빠른 기상시간을 보여주었다. 시차변화후 3일에 A군 6.48 ± 1.23 시, B군 6.56 ± 1.05 시, C군 5.25 ± 1.02 시로 C군은 A군보다 약 1.25시간(1시간 14분)빨랐고, B군보다 약 1.31시간(약 1시간 18분)빠른 기상시간을 보여주었다.

3) 수면잠복기(sleep latency)의 변화

A군은 수면잠복기가 여행전 평균 15.96 ± 11.25 분이었으며 시차변화후 7일간 차이가 없었다. B군은 수면잠복기가 여행전 평균 18.12 ± 24.07 분이었으며 시차변화후 7일간 차이가 없었다. C군은 수면잠복기가 여행전 평균 13.65 ± 4.74 분이었으며 시차변화후 1일에 32.53 ± 31.53 분($p < .05$), 2일에 27.30 ± 12.51 분($p < .001$)으로 의미있게 약 15분 증가된 수면잠복기를 보여주었다(그림 3). 날짜별로 세군을 비교해보면 통계적으로 의미있는 변화는 관찰되지않았다.

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

A군은 수면중 각성빈도가 여행전 평균 0.50 ± 0.57 번이었으며 시차변화후 7일까지 차이가 없었다. B군은 수면중 각성빈도가 여행전 평균 0.25 ± 0.39 번이었으며 시차변화후 7일간 차이가 없었다. C군은 수면중 각성빈도가 여행전 평균 0.34 ± 0.51 시였으며 시차변화후 1일에 1.00 ± 0.81 번($p < .05$)으로 의미있게 약 0.6회 증가된 수면중 각성빈도를 보여주었다(그림 4). 날짜별로 세군을 비교해보면 통계적으로 의미있는 변화는 관찰되지않았다.

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

A군은 수면중 각성시간이 여행전 평균 0.65 ± 0.82 분이었으며 시차변화후 7일까지 차이가 없었다. B군은 수면중 각성시간이 여행전 평균 0.37 ± 0.74 분이었으며 시차변화후 7일간 차이가 없었다. C군은

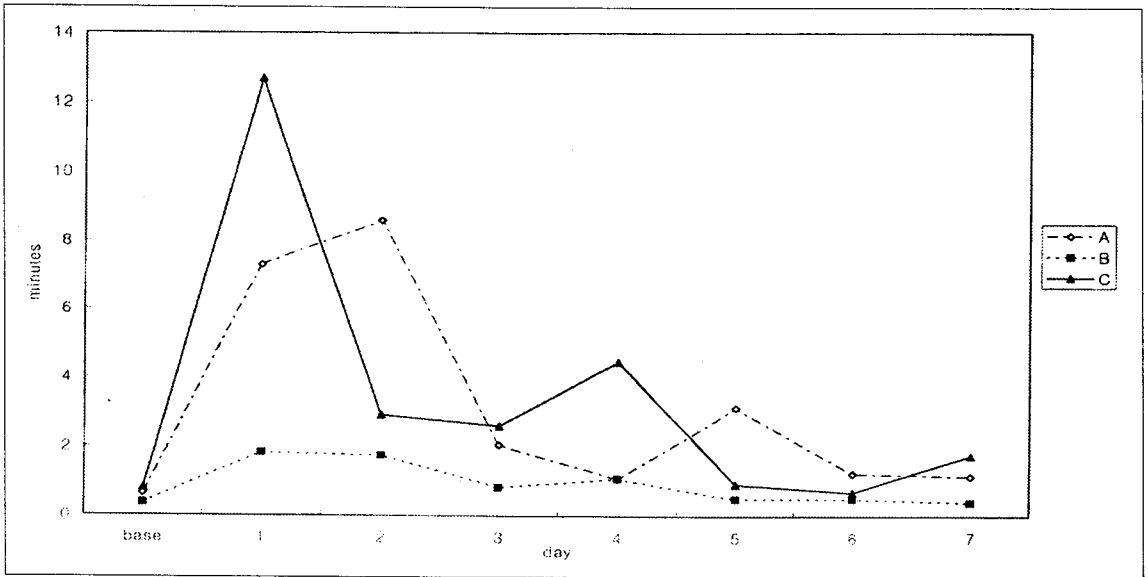


Fig 5. Changes of waking duration

수면중 각성시간이 여행전 평균 0.80 ± 1.52 분이었으며 시차변화후 1일에 12.69 ± 13.16 분($p < .01$)으로 의미있는 약 12분의 증가를 보여주었다(그림 5). 날짜별로 세군을 비교해보면 통계적으로 의미있는 변화는 관찰되지않았다.

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

A군은 아침에 각성시 졸리움이 여행전 평균 2.53 ± 1.39 점이었으며 시차변화후 1일에 3.84 ± 1.72 점

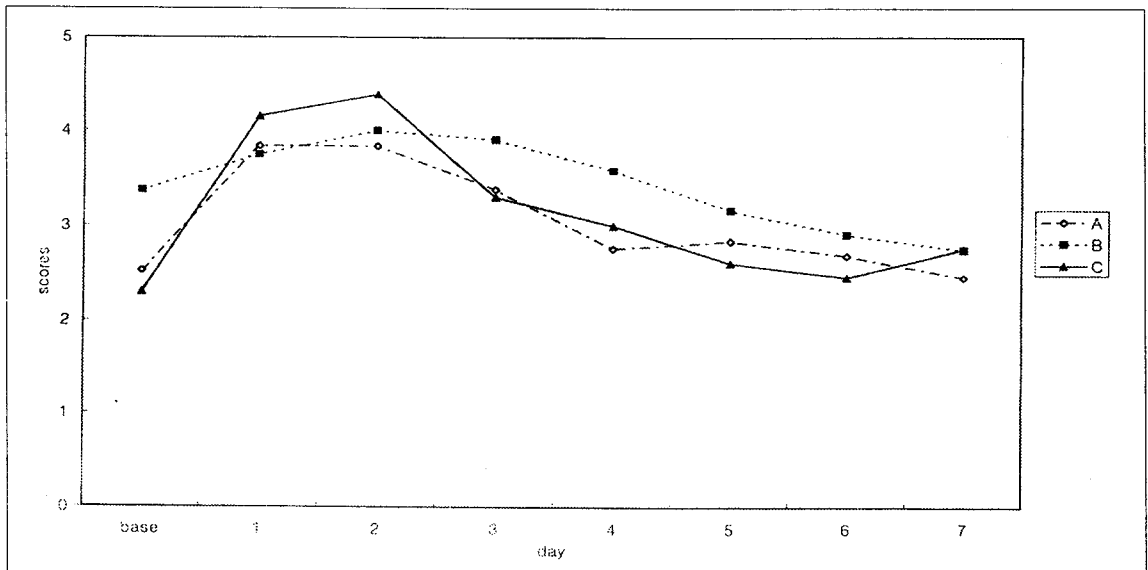


Fig 6. Changes of sleepiness at wake up

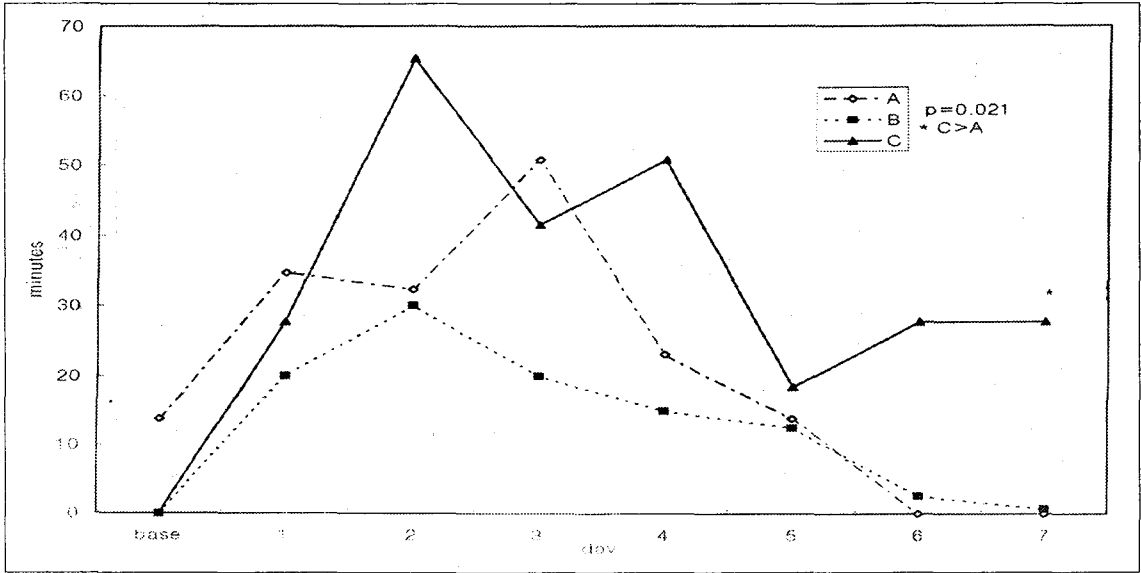


Fig 7. Changes of Nap

($p < .01$), 2일에 3.84 ± 1.51 점($p < .01$)로 의미있게 약 1.2점정도의 증가된 졸리움을 보여주었다. B군은 아침에 각성시 졸리움이 여행전 평균 3.37 ± 1.43 점이었으며 시차변화후 7일간 차이가 없었다. C군은 아침에 각성시 졸리움이 여행전 평균 2.30 ± 0.75 점이었으며 시차변화후 1일에 4.15 ± 1.21 점($p < .001$), 2일에 4.38 ± 1.32 점($p < .001$), 3일에 3.30 ± 1.03 점($p < .05$)으로 의미있게 약 2점정도의 증가를 보여주었다(그림 6). 날짜별로 세군을 비교해보면 통계적으로 의미있는 변화는 관찰되지않았다.

7) 낮잠(nap)의 변화

A군은 낮잠시간이 여행전 평균 13.84 ± 29.02 분이었으며 시차변화후 7일간 차이가 없었다. B군은 여행전 낮잠을 보고하지 않았고 시차변화 후 7일간 차이가 없었다. C군 역시 여행전 낮잠을 보고하지 않았으나 시차변화 후 2일에 65.38 ± 85.88 분($p < .05$), 3일에 41.53 ± 56.84 분($p < .05$), 4일에 50.76 ± 59.22 분($p < .01$)으로 의미있게 약 50분정도의 증가를 보여

주었다(그림 7).

날짜 별로 세군을 비교해보면 시차변화후 7일째 ($p < .01$)에 의미있는 변화가 관찰되었는데, 이때 A군은 낮수면이 없었고, C군은 27.69 ± 46.57 분으로 C군은 A군보다 약 27분 낮수면이 증가하였다.

고 찰

일시적인 불면증은 비행시차의 가장 흔한 증상중 하나이다. 그밖에 비행시차로 유발되는 증상으로는 위장관 장애, 근육피로, 두통, 인지기능의 감소, 정신운동기능의 저하, 그리고 기분장애등이 있으며(16) 심한 경우 당뇨병성 케토산증(17), 수면마비(18), 반복적인 우울증(19)등이 보고되었는데 특히 심폐질환이 있는 사람에게는 치명적인 후유증을 유발할 수도 있다(20). 비행시차 증상이 생기는 원인으로서는 장기간의 비행에서 부터 오는 수면박탈과 건조한 공기 또는 낮은 공기압과 같은 영향을 반영하는 "비행요인"(jet factor)과 시간대 이동으로부

터 오는 변화된 수면각성주기의 영향을 반영하는 "시차요인"(lag factor)들로 인한 것이다(21). 수면박탈은 시간대 이동여행에서 흔히 경험되는데 이는 여행 전의 준비와 비행기 안에서 적절한 수면조건이 이루어지지 않는데 기인하는 것이다. 이러한 수면 박탈의 정도는 비행시간과 어느 시간대에 비행을 했는가에 따라 달라지는데, 수면각성주기상 각성시간에 비행이 이루어질 경우 수면시간에 비행이 이루어질 때보다 수면박탈이 적다(2).

비행시차로부터 자신의 신체능력을 정상적으로 회복하기까지 시간이 필요하게 되며 일중주기과정과 항상성과정은 노인에서는 더욱 많은 시간이 소요될 것으로 예상된다. 본 연구에서도 나이가 많아 질수록 비행시차의 영향을 많이 받으며 그 회복속도가 느리다는 증거를 발견할 수 있었다. 주관적 신체상태의 회복일은 A군 4.4일, B군 4.8일, C군 6.2일로 나이가 많을수록 회복일이 늦어짐을 보여 주었다.

수면시작시간은 동쪽으로의 여행시 수면주기를 전진(advance)시키기 어렵기 때문에 늦어진다. 더욱이 미국 동부의 시간으로 밤 12시는 한국시간의 늦은 오후로써 체온이 계속 상승중인 각성기임에 비추어 취침시간이 더욱 늦어질 것이다. 본 연구에서 노년군의 경우 시차변화 후 2일째부터 6일째까지 약 1시간 30분정도의 의미있게 지연된 수면시작시간을 보여줌으로써 젊은군(A군과 B군)에 비해 지속적인 수면시작시간의 지연을 보여주었다.

이는 나이가 많을수록 시차극복이 어렵다는 것을 보여준다고 해석할 수 있겠다. 시차변화 첫날의 경우에는 A군, B군, 그리고 C군 모두에서 기준에 비해 의미있는 차이를 보이지 않았는데 이는 비행중의 수면박탈로 인한 수면항상성의 보상적 기전으로 인한 것으로 판단되며 노년층에서 항상성 기전이 약화되어 있다고 하더라도 충분히 수면이 박탈되면 젊은 층과 마찬가지로 보상적 기전이 적절히 작동된다는 것을 의미한다고 볼 수 있겠다.

Monline 등(22)은 중년과 젊은 군을 비교한 연구에서 중년에서 더욱 많은 비행시차 증상을 호소한다고 보고한 바 있으며 특히 수면박탈현상이 두드러지며 아침에 일찍 깨는 현상을 특징적으로 보인다고 하였다. 본 연구에서는 C군에서 시차변화후 1일과 3일에 약 1시간정도 유의하게 빨라진 기상시간을 보였는데, A군에서는 2, 3, 4일에 약 1시간 30분정도 의미있게 빨라졌으며, B군에서는 차이가 없었다. 본 연구결과는 이전의 보고와 일치하지 않는 결과이며 C군에서 특징적으로 빨라진 기상시간을 보인다고 말할 수 없었다. A군에서 기상시간이 빨라진 이유는 아마도 젊은이들이 여행의 설레임과 초야효과의 영향때문에 다른 군과 비교하여 상대적으로 이른 기상시간을 보인 것이 아닌가 생각된다. 그러나 C군의 기상시간이 지그재그의 회복양상을 보인다는 것을 확인할 수 있었다(그림 2). 이러한 관찰은 시차변화 후의 수면-각성주기는 지그재그방식으로 회복된다고 보고한 Monk(23)와 Seidel 등(24)의 연구와 부합되는 것이다.

수면잠재기는 C군에서 시차변화 후 2일과 3일째에 약 15분정도 의미있게 증가하였다. 이러한 현상은 나이가 들어감에 따라 서파 수면이 감소하고 수면중 각성시간이 증가하며 수면의 깊이가 얕아지는 수면의 항상성기전의 약화현상과 일맥상통하며 급격한 수면주기의 변화를 극복하는데 노년군의 대처능력이 취약하다는 것을 반영하는 결과라 하겠다.

일중주기과정은 수면의 시각조절(timing)을 담당하며 체온의 변동과 그 주기를 같이 하고 있다. 항상성기전은 낮동안은 서서히 증가하는 양상을 보이다가 일주기과정이 규정하는 상위 한계점에 도달하면 수면을 유도하게 된다. 항상성과정은 수면중 급격히 감소하게 되어 일주기과정이 규정하는 하위 한계점에 이르기까지 항상성과정의 방출은 뇌파상 서파수면(0.25-3Hz)으로 나타나게 된다(8). 노화에 따른 일주기과정의 변화와 항상성과정의 약화는 분절수면, 증가된 낮잠 등으로 나타나는데 이

러한 현상은 일주기의 진폭의 감소 뿐 아니라 수면-각성주기가 전진되는 것(phase advance), 그리고 수면의 보상능력의 저하 등을 반영하는 것이다. 이를 지지하는 증거로써 노인에서 체온주기의 전진은 일반적인 현상으로 인정받고 있다(25, 12, 13, 14). 본 연구에서도 수면중 각성빈도와 각성시간은 C군에서만 시차변화 후 첫째날에 유의하게 증가하는 소견을 보였다. 이러한 소견은 노인에서 일중주기가 전진되어 있는데에 부가하여 동쪽으로의 여행 역시 수면-각성주기를 앞당기기 때문이며 나이가 들어감에 따라 이러한 변화된 생물학적 주기들을 보상하는 수면의 보상적 과정이 약화된 것을 반영하는 것이라고 할 수 있다.

노인에서 낮잠이 증가한다는 증거는 많은 연구에서 밝혀진 바 있는데(26, 27, 28) 본 연구에서도 낮잠 시간이 C군에서만 시차변화 후 2, 3, 4일까지 약 50분 정도 의미있게 증가하는 양상을 보였다. 또한 기상시 느끼는 졸리움의 정도에서도 C군의 경우 시차변화 3일 후 까지 지속적인 양상을 보였다. 노인의 낮잠에 대한 해석은 다양한데 아직까지 나이가 증가함에 따라 process C 진폭의 감소가 정말로 수면-각성 주기에 영향을 미치는 지에는 의문의 여지가 있다. 그 예로 고령의 여자들이 남자들보다 체온주기의 진폭이 더 감소하지만 여자에서 더 수면장애가 나타난다는 증거는 없다(13,14). 더 나아가 젊은 연령에서도 사회적, 행동적 통제(control)가 되지 않은 상태를 연구한 결과는 낮잠이 증가한다는 것을 보여준다(29, 30). 이렇듯 일관되지 않은 기존의 결과들로서는 고령군에서 낮잠의 증가가 생리적인 수면양상의 변화 때문인지 행동상의 구조화를 통제하지 못한 때문인지 구분하기 힘들다.

비록 노인에서 서파수면(0.5-3 Hz)의 활동성과 힘이 감소한다고 알려져있지만 process S의 나이에 따른 변화는 아직 명확히 규명해야 할 점들이 많다. Reynold등(31)은 노인에서 서파수면의 정도와 수면장애와의 아무런 관계를 발견할 수 없었고 sigma 영

역(13-17Hz)의 수면 뇌파가 중요한 역할을 하는 것으로 보았다. 이것은 흔히 수면방추파(sleep spindle)로 알려져 있으며 수면을 유지시키는 역할을 하는 것으로 알려져있다(32). 또 수면방추파를 유발하는 벤조디아제핀 계열의 약물이 수면을 유지하는데 도움이 된다는 현상도 입증된 바있다(33, 34). 노인에서는 spindle power, 구조, 기간등에서 상당한 변화가 동반된다(35). 그러나 젊은 층에서 관찰된 sigma power와 수면연속성(sleep continuity)과의 정상관계를 노인에서는 관찰할 수 없었다. 아직은 노화에 따른 수면-각성주기의 변화를 과학적으로 설명하는데는 많은 제한점이 있다. 그러나 현상학적으로 관찰되는 소견들을 보면, 노인에서 수면구조의 변화로 인해 수면-각성주기의 급격한 변화에 적응하는 능력이 떨어진다는 사실을 지지하고 있으며 본 연구에서도 그러한 경향이 있음을 입증할 수 있었다.

Monk(36)가 제안한 비행시차 대처방안 아홉가지를 제시해보면 다음과 같다. 첫째, 비행전 충분한 휴식을 취한다. 둘째, 비행기에 탑승하기 전에 손목시계의 시간을 목적지 시간으로 바꾼다. 셋째, 카페인, 알코올 그리고 흡연을 피한다. 넷째, 많은 양의 물을 마신다. 다섯째, 밖으로 나가서 햇빛을 쬐는다. 여섯째, 목적지의 정상적인 취침시간까지 깨어있다. 일곱째, 간단한 야식과 귀마개를 준비한다. 여덟째, 귀국하자마자 비행시차로부터 회복할 충분한 시간을 가져라. 아홉째, 외적인 시간대와 상관없이 원래의 시간대로 생활하는 것도 고려한다. 이러한 제안은 일반적으로 시차여행을 하는 사람들에게 권고되는 것인데 본 연구의 결과를 고려해 볼 때 노년층에서도 충분한 수면박탈 후 항상성 기전의 보상적 기능이 충분히 작동되는 것으로 보여지는 바 목적지의 정상적인 취침시간까지 깨어있음으로 해서 항상성 기전에 의한 수면의 보상적 기능을 최대화하여 시차변화 1일을 보내고 2일째 부터는 현지의 외부 시간적 단서에 최대한 노출이 되거나 필요하다면 단기적으로 작용하는 수면제를 일시적으로

사용하는 것이 시차적응을 위한 특별한 대처방안이 아닌가 고려된다.

결론

수면-각성주기가 시차비행후 연령에 따라 어떻게 변화하는지를 비교해 봄으로써 연령의 증가에 따라 변화하는 수면양상이 시차비행의 실제상황에서 어떻게 표현되는지 또 연령에 따라 시차변화 후의 회복속도에 어떠한 차이가 있는지를 알아보고자 본 논문을 시도하였다.

1994년 10월부터 1995년 12월까지 서울에서 미주(미국, 캐나다등)로의 여행객들 즉, 시차가 서울의 표준시와 7시간에서 10시간 정도 전진된 시간대를 이동한 여행객들을 대상으로 나이에 따라 젊은 군(31세이하)을 A군, 중년군(31-50세)을 B군, 그리고 노년군(51세이상)을 C군으로 나누어 시차변화 전과 후의 수면각성주기를 비교한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 주관적인 신체상태가 가장 악화된 날은 A군이 여행지 도착 후 2.53 ± 1.56 일, B군 1.91 ± 1.24 일 그리고 C군은 2.53 ± 1.39 일로 세군에서 차이가 없었다. 주관적인 신체상태의 회복은 A군이 여행지 도착 후 4.46 ± 1.50 일, B군 4.83 ± 1.52 일 그리고 C군은 6.23 ± 0.83 일로 C군에서 A군과 B를 비교해 볼 때 회복이 유의하게 늦었다.
2. 수면시작시간은 A군은 시차변화후 4, 5일에 약 50분정도 의미있게 늦어졌으며 B군에서는 차이가 없었고 C군에서만 시차변화 후 2, 3, 4, 5, 6일에 평균 수면시작시간이 약 1시간 30분정도 유의하게 늦었다.
3. 기상시간은 A군에서 시차변화 후 2, 3, 4일에 약 1시간 30분 의미있게 빨라졌고 B군에서는 차이가

없었고 C군에서는 시차변화 후 1, 3일에 평균 기상시간이 약 1시간정도 유의하게 빨라졌다.

4. 수면잠재기, 수면중 각성빈도, 수면중 각성시간 등은 A군과 B군에서는 차이가 없었고 C군에서 시차변화 후 1일에서만 유의하게 증가하는 것으로 관찰되었다.
5. 아침에 각성시 졸리움은 A군에서 시차변화후 1, 2일에 의미있게 증가하였고 B군에서는 차이가 없었고 C군에서는 시차변화 후 1, 2, 3일에 의미있게 증가하였다.
6. 낮잠은 A군과 B군에서는 차이가 없었고 C군에서만 시차변화 후 2, 3, 4일에 약 50분정도 의미있게 증가하였다.

이상은 비행시차로부터 신체능력을 정상적으로 회복시키기 까지는 시간이 필요하며 특히 일주기 과정과 항상성 과정이 약화되는 노인에서는 수면박탈과 수면-각성주기가 극적으로 변화되는 비행시차로부터 회복되는데 더욱 많은 시간이 소요될 것이라는 예상과 일치된 소견이다. 더욱 명확한 증거를 얻기 위하여 수면다원 검사에 의한 수면단계 분석이 필요할 것으로 사료된다.

중심단어 : 비행시차 · 노화 · 수면-각성주기

REFERENCES

1. Aschoff J, Hoffman K, Pohl H, Wever R. Re-entrainment of circadian rhythms after phase shifts of the zeitgeber. *Chronobiologia* 1975 ; 2 : 23-78.
2. Bearpark HM. *Insomnia: cause, effects and treatment.* In : *Sleep.* Ed by Cooper R, London, Chapman & Hall, 1994 ; 593-610.
3. Bixler E, Kales A, Soldato C, Kales D, Healey S. Prevalence of sleep disorders in the Los Angeles

- metropolitan area. *Am J Psychiatry* 1979 ; 136(10) : 1262-75.
4. Dement W, Mills L, Carskadon M. White paper on sleep and aging. *J Am Geriatr Soc* 1982 ; 30(1) : 25-50.
 5. Reynolds CF, Kupfer DJ, Taska LS. EEG sleep in elderly depressed, demented, and healthy subjects. *Biol Psychiatry* 1985 ; 20(4) : 431-42.
 6. Prinz P. Sleep patterns in the healthy aged : relationship with intellectual function. *J Gerontol* 1977, 32 : 179-186.
 7. Miles LE, Dement WC. Sleep and aging. *Sleep* 1980 ; 3 : 119-220.
 8. Borbely AA. A two process model of sleep regulation. *Hum Neurobiol* 1982 ; 1(3) : 195-204.
 9. Borbely AA, Achermann P. Concepts and models of sleep regulation: an overview. *J Sleep Research* 1992 ; 1 : 63-79.
 10. Achermann P, Dijk D, Brunner D, Borbely A. A model of human sleep homeostasis based on EEG slow-wave activity: comparison of data and simulations. *Brain Res Bull* 1993 ; 31(1-2) : 97-113.
 11. Campbell SS, Dawson D, Anderson MW. Alleviation of sleep maintenance insomnia with timed exposure to bright light. *J Am Geriatr Soc* 1993 ; 41(8) : 829-36
 12. Campbell SS, Gillin JC, Kripke DF, Erickson P, Clopton P. Gender differences in the circadian temperature rhythms of healthy elderly subjects: relationships to sleep quality. *Sleep* 1989 ; 39(4) : 383-7.
 13. Moe KE, Prinz PN, Vitiello MV, Mark AL, Larsen LH. Healthy elderly women and men have different entrained circadian temperature rhythms. *J Am Geriatr Soc* 1991 ; 39(4) : 383-7.
 14. Czeisler CA, Dumont M, Duffy JF. Association of sleep-wake habits in older people with changes in output of circadian pacemaker. *Lancet* 1992 ; 340(8825) : 933-6.
 15. 이승환, 김인, 서광윤. 비행시차(jet lag)로 인한 여행객의 수면각성주기의 변화. *수면-정신생리학* 1995 ; 2(2) : 146-55.
 16. Wright JE, Vogel JA, Sampson JB, Knapp 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.
 17. Tashima CK, Fillhart M, Cunanan A. Jet lag ketoacidosis. *JAMA* 1974 ; 227(3) : 328.
 18. Snyder S. Isolated sleep paralysis after time-zone change('jet-lag') syndrome. *Chronobiologia* 1983 ; 10 : 377-379.
 19. Tec L. Depression and jet lag. *Am J Psychiatry* 1981 ; 138 : 858.
 20. Wooldridge WE. Medical complications of air travel. Who is at risk? *Postgraduate Medicine* 1990 ; 87 : 75-77.
 21. 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.
 22. Monline 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.
 23. 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.
 24. Seidel WF, Cohen SA, Blinise NG. Jet lag after eastward and westward flights. *Sleep Research* 1987 ; 16 : 639.
 25. Weitzman ED. Chronobiology of man. Sleep, temperature and neuroendocrine rhythms. *Hum Neurobiol* 1982 ; 1(3) : 173-83.
 26. Buysse DJ, Browman KE, Monk TH, Reynolds C3,

- Fasiczka AL, Kupfer DJ. Napping and 24-hour sleep/wake patterns in healthy elderly and young adults. *J Am Geriatr Soc* 1992; 40(8): 779-86.
27. Tune G. Sleep and wakefulness in 509 normal human adults. *Brit Med J* 1969; 42: 75-70.
28. Zepelin H. A survey of age difference in sleep patterns and dream and recall among well educated men and woman. *Sleep Research* 1973; 2: 81.
29. Nakagawa Y. Continuous observation of EEG patterns at night and daytime of normal subject under restrained conditions. I. Quiescent state when lying down. *EEG Clin Neurophysiol* 1980; 49: 524.
30. Campbell SS. Duration and placement of sleep in a "disentrained" environment. *Psychophysiology* 1984; 21(1): 106-13.
31. Reynolds CF, Monk TH, Hoch CC. Electroencephalographic sleep in the healthy "old old": a comparison with the "young old" in visually scored and automated measures. *J Gerontol* 1991; 46(2): M39-46.
32. Naitoh P, Antony BV, Muzet A, Ehrhart J. Dynamic relation of sleep spindles and K-complexes to spontaneous phasic arousal in sleeping human subjects. *Sleep* 1982; 5(1): 58-72.
33. Hirshkowitz M, Thornby JI, Karacan I. Sleep spindles: pharmacological effects in humans. *Sleep* 1982; 5(1): 85-94.
34. Johnson LC, Spinweber CL, Seidel WF, Dement WC. Sleep spindle and delta changes during chronic use of a short-acting and a long-acting benzodiazepine hypnotic. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1983; 55(6): 662-7.
35. Principe JC, Smith JR. Sleep spindle characteristics as a function of aging. *Sleep* 1982; 5(1): 73-84.
36. Monk TH. Disorder relating to shift work and jet lag. In: *Review of Psychiatry*, vol 13, ed by Oldham JM, Riba MB Washington DC, American Psychiatric Press, 1994; 753-754.