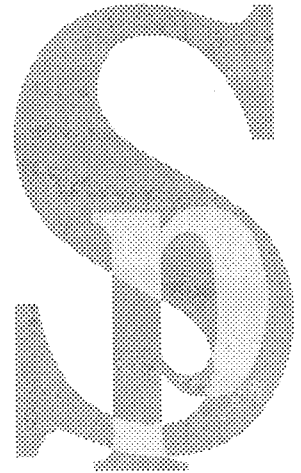


비행시차와 일중리듬

Jet Lag and Circadian Rhythms

김 인*
Leen Kim, M.D.*



Abstract

As jet lag of modern travel continues to spread, there has been an exponential growth in popular explanations of jet lag and recommendations for curing it. Some of this attention are misdirected, and many of those suggested solutions are misinformed. The author reviewed the basic science of jet lag and its practical outcome.

The jet lag symptoms stemmed from several factors, including high-altitude flying, lag effect, and sleep loss before departure and on the aircraft, especially during night flight.

Jet lag has three major components; including external desynchronization, internal desynchronization, and sleep loss. Although external desynchronization is the major culprit, it is not at all uncommon for travelers to experience difficulty falling asleep or remaining asleep because of gastrointestinal distress, uncooperative bladders, or nagging headaches. Such unwanted intrusions most likely to reflect the general influence of internal desynchronization.

From the free-running subjects, the data has revealed that sleep tendency, sleepiness, the spontaneous duration of sleep, and REM sleep propensity, each varied markedly with the endogenous circadian phase of the temperature cycle, despite the facts that the average period of the sleep-wake cycle is different from that of the temperature cycle under these conditions. However, whereas the first occurrence of slow wave sleep is usually associated with a fall in temperature, the amount of SWS is determined primarily by the length of prior wakefulness and not by circadian phase. Another factor to be considered for flight in either direction is the amount of prior sleep loss or time awake. An increase in sleep loss or time awake would be expected to reduce initial sleep latency and enhance the amount of SWS. By combining what we now know about the circadian characteristics of sleep and homeostatic process, many of the diverse findings about sleep after transmeridian flight can be

* 고려대학교 의과대학 신경정신과학교실

* Korea University Medical College, Department of Psychiatry

explained.

The severity of jet lag is directly related to two major variables that determine the reaction of the circadian system to any transmeridian flight, eg., the direction of flight, and the number of time zones crossed. Remaining factor is individual differences in resynchnization.

After a long flight, the circadian timing system and homeostatic process can combine with each other to produce a considerable reduction in well-being. The author suggested that by being exposed to local zeit-gebers and by being awake sufficient to get sleep until the night, sleep improves rapidly with resynchronization following time zone change.

Key words: Jet Lag · Circadian timig system · Homeostatic process

Sleep Medicine and Psychophysiology 4 (1) : 57-65 1997

서 론

누구나 시차가 큰 여행을 할 때 몇일 간은 소위 비행시차증(jet lag)라고 불리우는 증상을 경험하게 된다. 점차 국제적인 교류가 많아지면서 필연적으로 겪어야 하는 이 현상에 대해, 그기전을 설명하고 치료법을 소개하는 안내서도 심심치 않게 볼 수 있게 되었다. 그러나 부정확한 개념들도 있고 치료법에 대해서도 잘못 알려진 것도 있는 것처럼 보인다. 비행시차증의 과학적 기전을 소개하고 이에 따른 적절한 치료적 접근을 고찰해 보고자 한다.

본 론

증 상(Symptoms)

비행시차증은 오랜 비행 여행을 한후에 자주 일어나는 증상군에 적용되는 개념이다. 일시적인 불면증은 비행시차의 가장 흔한 양상이다. 불면증뿐만 아니라 일과중의 졸리움, 소화기 증상, 흥분성, 집중력 저하, 두통, 기분변화가 이에 포함된다. 이

장애의 이름이 암시하는 것처럼 비행시차 증상의 일부는 빠른 비행속도로 시간대를 통과함으로써 야기되는 변화에 적응하는 신체 능력이 지연되어 생기는 것이다. 하지만, 비행 여행시 느끼는 불편감 중의 일부는 비행 그 자체 때문이다(1). 이는 비행 요인(flight factor)으로 생각할 수 있다. 급격한 시간대 변화와 관련되는 요소는 지연 요인(lag factor)이다. 따라서, 비행시차증의 증상은 수면박탈, 비행요인, 지연요인의 복합적인 원인으로 인한 하나의 증상군이라고 말할 수 있다.

수면 박탈은 비행기 여행과 자주 관련된다. 많은 승객들은 여행전 준비와 스트레스로 비행기를 타기 전에 이미 수면을 박탈당한다. 또 비행시간 동안, 대부분의 사람들은 열악한 비행기내의 수면 조건에서 잠들기가 힘이 들고 이로인해 수면 박탈, 수면 중단을 경험한다. 대부분의 사람들이 2-3시간 이상 깨지 않고 수면을 유지하기 힘들어한다. 수면 박탈이 문제가 되는 정도는 비행 기간과 비행을 한 시각에 달려있다. 정상적으로 깨어있는 기간보다는 밤에 여행하는 것이 더 단절되는 효과를 준다. 비행 요소와는 달리 부분적인 수면박탈과 단절은 얼마간 지속되는 경향이 있고 비행시차의 지연 요소에

의해 악화된다.

비행요인으로 인한 증상은 비행의 방향이나 얼마나 많은 시차를 건너뛰었는지에 관계없이 같은 증상을 보인다. 따라서, 비행기를 타고 가는 시간이 증상의 정도를 결정하는 일차적인 변인으로 알려져 있다. 관련되는 요인으로는 비행기안의 낮은 습도(약 5%), 저산소 상태, 대기압 감소, 진동, 소음, 움직임이 제한된 좌석 상태, 그리고 비행불안 등이다. 주로 호소하는 증상으로는 복부 팽창감, 부종, 눈마름, 비강내의 자극감, 두통, 그리고 어지러움이 있다. 이러한 증상은 통과하는 시간대 수, 여행 방향과는 관계없이 비행자체로 일어나며 그 강도는 대개 비행시간과 관계된다. 증상은 대개 비행이 끝난 후 24시간 이상 지속되지는 않는다.

비행시차의 지연요소는 생리적인 변화가 환경 변화보다 지연될 때 일어난다(2). 사람에서 수면과 각성상태, 그리고 체온과 같은 많은 생리학적 변인은 주기적 변동에 영향을 받는 것으로 알려져있다. 또한 기억, 정신운동수행 같은 많은 인지 변인에도 주기적 리듬이 있다. Graeber(3)는 주기적 시간 체계를 정교하게 행해진 조화 즉, 각 리듬은 동시가 아닌 다른 것과 조화를 이루어 지정된 시간에 올랐다가 떨어졌다하는 것으로 묘사하였다. Graeber의 비유는 비행시차를 지휘자와 오케스트라의 모든 구성원이 같은 부분을 연주하는 것과 비슷하다고 할 수 있다. 일주기리듬은 내재적인 것으로써 두 개의 주요하고 여러개의 부수적인 진동자로 이루어진 복잡한 체계에 의해 조절되어진다. 이런 진동자들은 외부의 시간적 단서(zeitgeber; 인간의 가장 중요한 zeitgeber는 빛/어둠 주기이다)에 의해 동시에 발생한다. 내부 시간체계보다 더 빠르게 zeitgeber가 변할 때 조화가 깨져서 불면, 일과중 수면같은 것이 자주 일어나는 비행시차의 지연증상이 나타난다.

비행요인으로 인한 증상은 오래 지속되지 않으며 수면박탈 역시 수면의 항상성 기전에 의해 하루이틀 정도의 충분한 수면으로 회복된다. 그러나 비행

시차의 지연요인으로 인한 증상은 생리적 변인이 환경 변화에 적응될 때까지 지속된다. 이제 지연요인에 대한 보다 구체적인 기전을 살펴보고자 한다. 편의상 지연요인에 대해 Jet Lag의 용어를 그대로 사용하기로 한다.

기 전(Origins of Jet Lag)

빠른 시차변화에 의한 생리적 지연효과(Jet lag)는 다음의 3가지 결과를 나타내게 된다: 1) 외적 비동조화(external desynchronization), 2) 내적 비동조화(internal desynchronization), 그리고 3) 수면상실(sleep loss).

1. 외적 비동조화는 여행객의 내부의 일중리듬이 외부환경의 시간적 단서와 더 이상 동조상태(synchrony)에 있지 않다는 의미이다.

2. 내적 비동조화는 인간의 일중체계를 구성하는 수많은 매일매일의 리듬사이의 내부적 관계가 시차비행 후 더 이상 유지되지 않는다는 의미이다. 이것은 인간의 일중체계 내에 있는 모든 리듬들이 변화된 외부의 시간적 단서에 재동조화되는 정도가 다르기 때문에 생긴다. 각기 다른 리듬들은 각각의 고유한 속도로 새로운 시간대에 적응한다. 따라서 외적 비동조화는 도착지에 닿는 순간 최대가 되지만 내적 비동조화는 신체가 새로운 시간대에 맞추어 적응(adjust)을 시작하기 전에는 일어나지 않는다. 비록 Jet Lag에 있어서 외적 비동조화가 주요인 이기는 하지만 위장관 증상, 방광기능의 이상, 두통 등의 증상으로 수면에 많은 장애를 초래하는 여행객들이 적지 않다. 이러한 증상들은 내적 비동조화의 영향을 반영하는 것이다.

3. 수면의 상실은 상기한 두가지 형태의 일중 비동조화의 영향에 의해 생긴다.

인간의 일중시계(human circadian clock) : 인간의 일중시계체계를 연구하는데 있어 가장 강력한 수단은 소위 자유질주(free run study)를 통한 것

것이다. Aschoff 이후 이제까지 500 여 이상의 자유질주 연구가 행하여 졌는데, 피험자는 바깥세상의 빛과 어둠의 주기와 시간적 인지를 하지 못하고, 수면을 취하고 활동하는 시간과 식사시간을 자신이 알아서 선택하게 되는 조건에 놓이게 된다. 이러한 조건 안에서 피험자가 선택한 시간과 피험자의 생리적, 행동적 관찰을 하게 된다. 이들 실험을 통해 인간의 많은 일중리듬에 관한 정보가 얻어졌는데 이 조건에서 수면, 활동, 중심체온, 호르몬분비의 일중리듬들은 지속되지만 더 이상 24시간의 주기를 보이지 않는다. 즉, 인간의 일중리듬이 더 이상 24시간의 외부조건에 동승(entrain)되지 않는 상태에 놓이면 그 개체 고유의 자연적 주기(natural periodicity)로 진동된다. 현재까지, 대개의 경우 인간의 내적 시계는 25시간의 자연적 주기를 갖는 것으로 알려져 있다(4). 자유질주 연구에서 중심체온의 주기는 수면각성 주기와 일치하지 않는다(internal desynchrony). 이 위상변화는 두 과정의 기본적인 시간체계가 다른 기전에 의해 조절되고 있음을 알리는 것이다. 대부분의 사람들이 25시간의 자연적 일중주기를 가지고 있으나 24시간 주기의 하루에 쉽게 동승한다(5). 그러나 불면증 환자나 다른 수면장애환자들은 동승이나 내적 진동기전이 잘못되어 있어 쉽게 환경에 동조화되지 않는다고 한다. 우리의 내적 시계가 25시간이라는 사실을 현대 생활에서 누구나 쉽게 인식할 수 있는 2가지 중요한 현상이 바로 Jet lag와 월요일병(monday morning blue)이다.

자유질주 연구를 통해 얻어진 자료가 많이 있지만 그중에서도 인간의 수면을 조절하는 기전에 일중체계가 중요하다 점은 획기적인 것이다. 즉, 평균적인 수면-각성주기는 중심체온의 주기와 내적 비동조화가 일어나지만 수면경향(sleep tendency), 졸리움(sleepiness), 수면의 자발적 기간(the spontaneous duration of sleep), 그리고 렘수면 경향(REM sleep propensity)은 중심체온의 내인성 일중주기에 따라 변화된다는 것이다(6). 방해되지 않고 취하는 자발적 수면

의 양은 잠자리에 든 시각의 중심체온주기에 달려있고 렘수면 경향의 절정은 중심체온의 최저바닥 직후에 나타난다. 또, 깨어날 가능성이 증가하는 것은 중심체온의 상승과 관계가 있다. 따라서 총 수면양은 중심체온이 상승하는 시기에 잠자리를 취하면 짧아질 수밖에 없다. 졸리움 역시 반복 수면잠재기 검사(MSLT)를 통해 하루에 두 번(1530-1630, 0400-0500)의 일관성 있는 주기가 확인되어 내적 시간체계의 영향을 받는다는 증거가 제시되었다. 이들 자료는 수면의 기간과 질이 중심체온의 어느 주기에서 수면을 취하였느냐에 따라 달라진다는 사실을 보여준다(7). 따라서 급격한 비행시차로 인해 외부의 시간대가 변화되면 수면의 양과 질에서 변화가 온다는 사실은 명확한 것이다.

수면의 항상성 과정(homeostatic process) : 일상생활이나 자유질주 연구에서 항상 수면의 조절이 일중리듬체계에 의해서만 유지되는 것은 아니다. 동물실험에서 시상교차상부핵(SCN)이 파괴되면 규칙적인 수면각성의 주기는 보여지지 않는다. 그러나 이러한 상태에서도 충분히 깨어있는 시간을 연장시키면 기준선 이상으로 회복수면이 증가하게 된다. 즉, 졸리움은 깨어있는 시간에 비례하여 증가하며 결과적으로 수면이 시작된다. 역으로 충분히 수면을 취하면 각성은 증가한다. 수면의 구성요소 중에서 서파수면은 중심체온의 주기보다는 수면시작 시간에 따라 나타나며 이전에 깨어있었던 기간이 길수록 강력하게 나타난다. 따라서 수면은 일중체계와 항상성 기전의 상호작용으로 조절된다고 할 수 있다(8). 비행시차 후에 변화되는 수면양상을 이해하는데 있어 일중체계 이외에 고려해야 할 중요한 변인이 바로 이 항상성 기전이다. 도착지에 도착하기 이전에 박탈당한 수면양이 많고 이전에 깨어있었던 시간이 길면 길수록 도착지에서의 첫 수면 잠재기는 짧고 서파수면양은 많아질 것이다.

이상 설명한 수면에 대한 일중리듬체계의 영향과 수면의 항상성 과정이 비행시차 후의 수면양상을 설

명할 수 있을 것이다.

비행 후 수면(Postflight Sleep)

서쪽(7-9시간 차) : 비행 후 첫 4일간은 렘 잠재기의 감소, 수면의 전반부에서의 렘수면의 증가, 그리고 수면시작 렘수면기(sleep onset REM sleep periods; SOREMPs)가 나타난다. 렘 수면의 증가는 특히 수면 첫 2시간내에 뚜렷하다. 이론적으로 서파수면의 비율이 저하되지만 적어도 도착 첫날은 기준선 이상으로 증가하는데 이는 여행으로 인한 이전의 수면 박탈을 보상하는 항상성 과정 때문이다. 점차로 정상수면의 형태로 돌아오는데 4-7일 정도 걸린다.

동쪽(7-9시간 차) : 동쪽으로의 시차비행 후 서파수면의 양과 비율이 증가하고 렘수면의 양과 비율이 감소한다. 그러나 렘잠재기는 변화가 없다. 이러한 변화는 점차 적어지지만 7일 이상 지속된다.

동쪽으로의 여행과 같은 효과를 나타내는 6시간의 전진(6 hr advanced) 모의실험에서도 역시 서파수면의 증가를 볼 수 있다(9). 또한 이 실험에서 총수면시간의 매일매일의 변화에 있어, 마치 톱니(sawtooth)와 같은 모양을 보였는데 이는 매일의 수면양이 교대로 길었다 짧았다 하는 경향을 보이기 때문이다. 처음에는 피곤하고 또 이전의 수면박탈이 많아서 비교적 충분한 잠과 낮잠을 자지만 이렇게 수면을 취하게 하는 잇점이 사라지면 시차변화에 의한 수면의 방해가 뚜렷해진다. 이승환 등(10)이 국내에서 여행객을 대상으로 실시한 시차비행 후 수면양상의 변화에 관한 연구에서도 현저하지는 않지만 그러한 경향을 보여준 바 있다. 이로 보아 시차비행으로 인해 생김 위상이 변화된 수면을 조절하는 기전은 일중체계의 위상적응과 축적된 수면상실이라는 두가지 기전에 의한다는 것을 알 수 있다.

정도와 기간에 영향을 주는 요인들 (Modifying Factors of Jet Lag)

단순히 시간대를 통과하는 것으로 일주기 체계의 부조화가 일어나지는 않는다. Aschoff(11)는 일주기 시간체계로 하루당 60에서 90분의 자연시간 변동에 적응할 수 있다고 하였다. 예를들면, 배를 타고 하는 여행같이 느리게 경선을 통과하는 경우에는 일주기 리듬의 손상이 일어나지 않지만 시간대를 빠르게 통과하면 부조화가 일어난다. 3가지 요인이 일주기체계의 부조화와 관련된 증상의 강도를 결정하는데 중요하다; 1)통과한 시간대 수, 2)여행 방향, 3)일주기 리듬의 부조화에 적응할 수 있는 개인 별 능력

통과한 시간대 수(number of zones crossed) : 지구는 경선으로 24개의 시간대로 나누어진다. 하루에 더 많은 시간대를 여행할수록 내재적 리듬과 외부 시간 단서간의 부조화가 더 커진다. 예를들면 시드니는 런던보다 8시간 앞선다. 런던으로부터 오전 11시에 시드니에 도착한 여행자는 적어도 낮 8-9시간이 있으므로 시끄러운 도시에서 바쁘게 일한다. 하지만 여행자의 내부시간체계는 마치 자정인 것처럼 수면과 다음 8시간동안 어두운 환경적 단서와 조용한 것을 기대하는 것처럼 수행된다(12).

여행방향(direction of travel) : 한 시간대에서 다른 시간대로 이동하는 것은 여행으로 인한 일주기 방해의 필요조건이다. 결론적으로 남/북, 북/남 여행은 비행요소에 의한 증상으로만 고통받는다. 반면에 동쪽으로 또는 서쪽으로의 여행은 시간대 통과를 하므로 일주기 부조화를 일으킨다. 많은 조사에서 동쪽으로 여행을 하는 것이 서쪽으로 같은 양을 여행하는 것보다 오랜 기간 동안 일주기 리듬의 손상이 일어나게 한다고 보고되었다. 많은 조사에서 보면 다시 조화를 이루게 되는 것이 서쪽으로 여행 후에는 하루에 거의 1시간 반정도의 비율로 일어난다고 한다. 하지만 동쪽으로 여행시에는 하

루에 약 1시간 정도밖에 일어나지 않는다. 하지만 수면/각성 주기, 수면 양상, 체온, 멜라토닌, 코티솔 같은 개인 생리적인 리듬의 회복은 다른 비율로 일어난다. 경도로 비행후의 수면은 대개 증가된 각성을 보이며 정상보다 짧다. 대개, 동쪽으로 여행을 한 후 첫 밤의 수면은 3기, 4기 수면이 증가하고 REM 수면은 감소한다. 반면에 서쪽으로의 여행후에는 밤의 후기에 각성 상태가 증가하는 경향이 있다. 동쪽, 서쪽 여행에서 재동조화를 이루는 것의 차이는 대개 동쪽으로 여행하는 것이 여행을 시작하는 시간대에 상대적으로 낮시간을 짧게하여 여행자들은 리듬을 위상전진(phase advance; 즉, 잠자리에 일찍 들어야함)하여 지역 시간에 적응해야하기 때문으로 설명되어진다(13). 역으로, 서쪽으로 여행을 한 후에 적응하기 위해서 사람들은 대개 낮을 길게하여 즉 위상지연(phase delay)시킴으로서 새로운 환경 시간에 적응한다. 대부분의 사람에서 지연하는 것이 전진하는 것보다는 쉽다. 아마도 이는 생체 시계가 정상 24시간 보다 길은 고유 경향이 있어서 서쪽으로 여행을 하는 것이 재동조화시키기에 더 쉽기 때문일 것이다.

재동조화의 개인차(Individual difference in resynchronisation) : 최근에 3가지 주요한 개인적 요소가 시간대 변화후 여행자의 재동조화 비율에 영향을 주는 것처럼 보인다: 개인의 나이, 신체 리듬의 진폭, 새로운 시간대에서 자연시계에 노출된 강도.

나이가 증가함에 따라 재동조화를 이루는데 더 어려운 것으로 생각되어 왔다. 최근 조사에서 Moline(14)은 중년 남자는 6시간의 비행시차에 적응하는데 젊은 남자보다 더 어려움이 있다고 보고 하였다. 특히 노인은 젊은이보다 더 수면 단절이 되고 일찍 깨는 경향이 있다.

시간대 변화후 재적응하는 것에서 다른 사람보다 어떤 사람이 더 쉽고 이 변수는 개인의 체온 리듬 진폭과 관련된다는 강한 증거가 있다. 체온이 변동이

적은 사람들은 신체 시계를 재조절하는 것이 어렵다. 이를 Aschoff(15)는 일주기 리듬의 강도는 진동자의 힘의 지표이고 약한 일주기 진동자를 가진 사람은 주기 변화에 적응하는 것이 더 쉽다라고 하였다.

내부 진동자가 외부의 자연시계에 의해서 영향을 받는 것처럼 도착장소에서 빛, 식사 시간, 사회적 단서같은 자연시계에 계획적으로 접하게 함으로서 재동조화 과정이 속도내는 것을 도와줄 수 있다. 빛은 특정하게 강한 자연시계이고 특정 시간에 밝은 빛에 노출을 시킴으로서 일주기 리듬을 바꿀수 있다고 알려졌다. 인간의 일중체계 박동자(pacemaker)에 대한 빛의 영향은 소위 위상반응곡선(phase response curve; PRC)을 측정함으로써 많이 알려지게 되었다.

비행시차와 승무원(jet lag and flight crew) : 국제선 승무원들은 분명하게 비행시차가 특정 문제가 될 수 있는 직업적인 군이다. 긴 기간동안 반복적으로 시간대 변화에 적응해야 할 뿐만 아니라 승무원은 정상 일주기 리듬에 일치하지 않는 작업 계획을 가진 교대 작업자이다. 반면에 승무원은 아마도 가끔 여행하는 사람들보다 더 비행 조건에 적응하고 하차를 한 기간동안에 적절한 수면을 취하는 기법이 개발되어진 경향이 있다.

영국, 독일, 일본, 미국의 연구진과 항공사가 합작한 연구에서, 동쪽과 서쪽으로의 비행 후에 많은 시간대 변화가 국제선 승무원의 수면과 각성에 주는 영향에 대해 조사하였다(16). 야간수면다원 검사와 반복잠재기 검사(MSLTs)가 여행 전과 하차 기간 동안에도 시행되었다. 승무원의 수면 기간은 서쪽보다 동쪽으로 비행할 때 더 단절된다고 확정되었다. 하지만 경도를 통하는 비행한 후에 수면의 질적인 면에서는 상당한 개인간의 차이가 있었다. 흥미롭게도 일과중 수면 측정과 MSLT 결과 사이에는 관련이 없었다. 하지만, MSLTs로 측정된 일과중 수면 양상에서 개인간 차이가 있었다. 이는 부분적으로 그 개인이 갖는 종달새 형 또는 올빼미 형에 기인한다.

치 료

(Treatment of Insomnia Related to Jet Lag)

Monk(9)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 쬐다. 여섯째, 목적지의 정상적인 취침시간까지 깨어있는다. 일곱째, 간단한 야식과 귀마개를 준비한다. 여덟째, 귀국하자마자 비행시차로부터 회복할 충분한 시간을 가져라. 아홉째, 외적인 시간대와 상관없이 원래의 시간대로 생활하는 것도 고려한다.

이 제안은 시차여행을 하는 사람들에게 일반적으로 권고되는데 시간대 변화 후 수면은 항상성 과정과 일중체계의 재동화로 빠르게 향상된다. 그러므로 대부분의 경우에서 특히 그 지방의 자연적인 시계에 쉽게 접한다면, 비행시차로 인한 일시적인 불면을 치료할 필요는 없다. 하지만 몇몇 경우에서 단기작용 수면제가 여행후 첫 번째 또는 두 번째 밤에 유용할 수 있다(17). 송과체(pineal gland)에서 분비되는 물질인 멜라토닌은 일주기를 재동화시키는 특성이 있는 것으로 생각되어진다. 시간대 변화 후 재동조화의 속도를 가속시키기위해 멜라토닌을 사용하는 것이 현재 연구되고 있고 또 전망도 있어 보인다(18). 멜라토닌으로 국제선 승무원과 많은 시간대를 자주 여행하여 일주기 리듬의 반복된 분열을 경험한 다른 사람들에게 특히 도움을 줄 수 있을 것으로 기대하고 있다.

노년층에서도 충분한 수면박탈 후 항상성 기전의 보상적 기능이 충분히 작동되는 것으로 보여지는 바 목적지의 정상적인 취침시간까지 깨어있음으로써 항상성 기전에 의한 수면의 보상적 기능을 최대화하여 시차변화 1일을 보내고 2일째 부터는 현재의 외부 시간적 단서에 최대한 노출이 되거나 필

요하다면 단기적으로 작용하는 수면제를 일시적으로 사용하는 것이 시차적응을 위한 특별한 대처방안이 아닌가 고려된다. 여행 전 도착지 시간에 미리 시계를 맞추고 생활하는 것도 의미는 있다. 그러나 실제에서는 그렇게 여유있게 생활할 수는 없을 것이다. 앞에서 고찰한 바와 같이 도착지의 시간적 단서에 빨리 노출되어 일중체계의 위상반응곡선에 의한 재동조화를 촉진시키고 지장이 없는 범위 내에서 도착지의 밤 이전까지 충분히 깨어 있는 것이 Jet Lag로 인한 수면장애를 극복하고 적응하는 효율적인 방법일 것이다.

요 약

누구나 시차가 큰 여행을 할 때 몇일 간 비행시차 증이라고 불리우는 증상을 경험하게 된다. 비행시차증은 수면박탈, 비행요인, 지면요인의 복합적인 원인으로 인해 생기는 하나의 증상군이라고 말할 수 있다. 특히 빠른 시차변화로 인한 생리적 지연효과(Jet lag)는 외적 비동조화, 내적 비동조화, 그리고 수면상실의 결과를 낳는다. 인간의 수면을 조절하는 기전에 있어 일중체계가 중요하다. 즉, 평균적인 수면-각성주기는 중심체온의 주기와 내적 비동조화가 일어나더라도 수면경향, 졸리움, 자발적 수면기간, 그리고 렘수면 경향은 중심체온의 내인성 일중주기에 따라 통제된다. 수면의 구성요소 중에서 서파수면은 중심체온의 주기보다는 수면시작 시간에 따라 나타나며 이전에 깨어있었던 기간이 길수록 강력하게 나타난다. 따라서 수면은 일중체계와 항상성 기전의 상호작용으로 조절된다. 비행시차 후에 변화되는 수면양상을 이해하는데 있어 일중체계 이외에도 항상성 기전을 고려하여야 한다. 수면에 대한 일중리듬체계의 영향과 수면의 항상성 과정이 비행시차 후 도착지에서의 수면양상을 설명할 수 있을 것이다. 도착지에서의 적응은 통과한

시간대 수, 여행 방향, 일주기 리듬의 부조화에 적응할 수 있는 개인별 능력에 따라 다르다. 도착지의 시간적 단서에 빨리 노출되어 일중체계의 위상반응곡선에 의한 재동조화를 촉진시키고 수면의 항상성 과정을 고려하여 도착지의 밤 이전까지 충분히 깨어 있는 것이 Jet Lag를 극복하고 적응하는 지름길일 것이다.

중심단어 : 비행시차 · 일중체계 · 항상성 과정

REFERENCES

1. Graeber RC. Alterations in performance following rapid transmeridian flight. In Brown FM, Graeber RC (eds): *Rhythmic Aspects of Behavior*. Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1982, 173-212.
2. Moore-Ede M, Sulzman F, Fuller C. *The Clocks That Time Us*. Cambridge, MA, Harvard University Press, 1982.
3. Graeber RC. Jet Lag and sleep disruption. In *Principles and Practice of Sleep Medicine*. eds by MH Kryger, T Roth, and WC Dement. WB Saunders Philadelphia, 1989, 324-331.
4. Aschoff J. Circadian rhythms in man: a self-sustained oscillator with an inherent frequency underlies human 24-hr periodicity. *Science*, 1965, 148: 1427-1432.
5. Weitzman ED, Czeisler CA, Moore-Ede MC. In: Suda M, Hayashi O, Nakagawa H(eds). *Biological rhythms and their central mechanisms*, Amsterdam, Elsevier, 1979
6. Czeisler CA, Weitzman ED, Zimmerman JC, Moore-Ede MC, Knauer RS. Human sleep: Its duration and organization depend on its circadian phase. *Science*, 1980, 210:1264-1267.
7. Akerstedt T, Gillberg M. The circadian variation of experimentally displaced sleep. *Sleep*. 1981, 4 : 159-169.
8. Daan S, Beersma DG, Borbely AA. Timing of human sleep : recover process gated by a circadian pacemaker. *Am J Physiol*. 1984 ; 2(1) : R161-R183.
9. Monk TH, Moline ML, Graeber RC. The effects of a brief postlunch nap on circadian adjustment to a 6th phase advance in routine. *Sleep Res*. 1986, 15 : 278.
10. 이승환, 김인, 서광윤. 비행시차에 의한 여행객의 수면-각성주기의 변화. *수면정신생리*, 1996, 2(2); 146-155
11. Aschoff J, Hoffman K, Pohl H, Wever R. Re-entrainment of circadian rhythms after phase shifts of the Zeitgeber. *Chronobiologia*. 1975, 2:23-78.
12. Gander PH, Myhre G, Graeber RC, et al: *Crew Factors in Flight Operations, I: Effects of 9-Hour Time-Zone Changes on Fatigue and the Circadian Rhythms of Sleep/Wake and Core Temperature*. NASA Technical Memorandum 88197. Moffett Field, CA, NASA Ames Research Center, 1985.
13. Sasaki M, Endo S, Nakagawa S, et al: A chronobiological study on the relation between time zone changes and sleep. *Jikeikai Med J*. 1985, 32:83-100.
14. Moline ML, Pollak CP, Monk TH. Age-related differences in recovery from simulated Jet Lag. *Sleep*. 1992, 15:28-40
15. Aschoff J. Features of circadian rhythms relevant for the design of shift work schedules. *Ergonomics*. 1978, 30:739-754
16. Graeber RC, Dement WC, Nicholson AN, et al: *International cooperative study of aircrew layover sleep: Operational summary*. *Aviat Space Environ Med*. 1986, 57(Suppl 12):B10-B13.

17. Nicholson AN, Pascoe PA, Spencer MB, et al :
Nocturnal sleep and daytime alertness of aircrew
after transmeridian flights. *Aviat Space Environ
Med.* 1986, 57 (Suppl 12):B43-B52.
18. Arendt J, Aldhous M, English J, et al. Some effects of
Jet-Lag and their alleviation by melatonin. *Ergon-
omics.* 1987, 30;1379-1393