

시(時) 생물학과 교대근무 ; 최신의 쟁점과 경향*

황애란 역
(연세대학교 간호대학)

교대근무(특히 밤근무)를 하게 되는 경우 발생하는 문제들은 편의상 생물학적 영역, 의학적 영역 및 사회적 영역의 3개의 상호연관된 영역으로 분류할 수 있다[그림 1]. 물론 이러한 문제들이 교대근무자 모두에서 똑같이 발생하는 것은 아니다. 실제로 교대근무자 중 약 10%는 교대근무를 좋아하고 60%는 상당히 잘 적응하고 있으며 20~30%의 교대근무자들만이 교대근무에 적응을 잘 못하는 위험집단이다.

교대근무와 연관된 문제

1. 생물학적 영역

생물학적 영역의 문제는 circadian rhythm의 교란을 의미하는 것으로 보통 의학적 및 사회적 문제보다 먼저 발생하며 심지어는 의학적 및 사회적 문제의 원인이 되기도 한다.

Circadian rhythm은 25시간을 주기로 반복되는 리듬으로서 시상하부에 위치하는 생체시계에 의해 발생한다. 생체시계는 각 장기에서 발생하는 리듬들의 위상관계를 조정하여 내적으로 통합시키고 적절한 동조인자(synchronizing agent)를 받아들여서 생체리듬을 지구자전의 24시간 주기에 편승시켜 환경 주기와 일치성을 갖게한다. 교대근무에서와 같이 개인의 수면-각성 주기가 변화되는 경우에는 생체시계가 이를 받아들여서 circadian rhythm을 새로이 적응시켜야 하는데 편승시킬 수 있는 적응능력이 적기 때문에 circadian rhythm의 교란이 나타나게 된다.

1) 수면, 피로감 및 수면과 관계된 홀몬

교대근무자들의 일반적인 호소는 수면부족이며 뇌파검사결과 약 1~4시간/일의 수면이 부족한 것으로 나타났다. 이러한 수면부족현상은 밤근무가 지속되는 경우 축적된다. 밤근무를 하는 경우 여가시간에 낮잠을 많이 자지만 이러한 낮잠이 수면부족을 경감시킨다는 연구보고는 없다. 더우기 낮에 수면을 취할경우 수면의 질에 변화가 온다 ; 특히 속파수면(=REM sleep)의

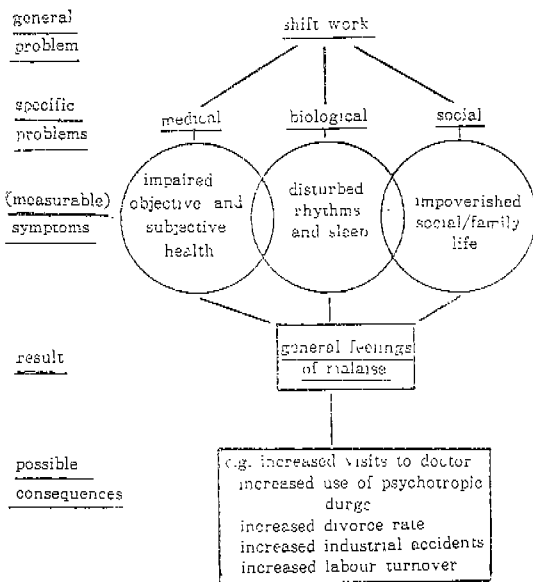


그림 1. 교대근무와 연관된 문제

* Folkard, S., D.S. Minors, and J.M. Waterhouse, "Chronobiology and Shift Work: Current Issues and Trends," *Chronobiologia*, 12, 1985, pp.31~54. 에서 발췌함.

양이 감소하며 새벽이 가까울수록 속파수면의 빈도가 적어지는 역전현상이 나타난다. 이와같은 수면의 양과 질의 변화는 피로감을 유발시키는 요인이 된다. 수면에 관계된 홀몬으로는 코티졸과 성장홀몬이 있는데 이중 코티졸의 분비 양상은 교대근무시에 적응을 잘하지 못하는 것으로 알려져 있다.

2) 체온과 기타 생리적 변수

체온리듬은 내인성이 강한 리듬이므로 생체시계의 적응과정을 가장 잘 반영해 준다. 수면—각성 주기의 변화시에 체온리듬은 느리게 적응하며 또한 부분적으로만 적응하게 되고 그 진폭도 감소된다. 체온리듬의 적응이 불완전한 이유의 하나는 밤번근무를 하는 교대근무자들의 수면—각성 주기가 낮에 근무를 하는 근무자의 활동→휴식→수면의 순서가 아니라 수면→휴식→활동의 순이기 때문이다. 또 다른 이유는 밤번근무자들이 수면시간, 식사시간 및 조영상태를 최대한 조절하여 circadian rhythm의 적응도를 높여야 한다 하더라도 그 이외의 여러 동조인자들이 현재의 환경주기 상태를 암시해 주게 되기 때문이다.

체온리듬 이외에 내인성이 강한 리듬으로는 노증 아드레날린, K^+ 및 혈중 코티졸리듬이 있으며 수면—각성주기의 변화시에 체온리듬과 마찬가지로 느리게 적응한다. 이때 내인성리듬의 적응속도에는 리듬간의 차이가 있게 되므로 각 장기에서 발생하는 리듬들의 위상관계가 해체되어 circadian rhythm의 교란을 유발하게 된다.

3) 수행능

밤번근무중에는 낮번근무에 비해 수행능이 감소되고 안전사고가 일어날 확률이 높은 것으로 나타나 있는데 그 이유는 circadian rhythm의 교란과 반복되는 밤번근무로 인한 수면 부족 때문이다. 그러나 밤번근무시에 circadian rhythm을 적응할 필요가 없고 수면부족이 없는 상태에서는 밤에도 수행능은 감소하지 않는다. 따라서 빠르게 교대하는 교대근무체제를 실시하게 되면 위와 같은 문제점을 해결할 수 있어 수행능을 높게 유지할 수 있는 것으로 추천되고

있다. 혹자는 영구적인 교대 근무체제를 추천하고 있으나 이러한 경우에는 계속 수면부족이 축적될 수 있는 단점이 있어 수행능을 감소시킬 수 있다.

2. 의학적 영역

빠른 시간내에 많은 time zone을 이동하게 되는 비행기 여행 후에 여행자들이 circadian rhythm의 교란으로 인한 Jet lag syndrome을 경험하는 것과 마찬가지로 교대근무자들도 circadian rhythm의 교란으로 인해 피로, 위장장애 등의 신체적 증상을 호소하게 된다. 그러나 교대 근무자와 낮 근무자간의 사망율에는 차이가 없으며, 심맥관계 질환, 폐질환, 신경계 질환 및 정신 질환에 관한 유병율에서도 뚜렷한 차이는 밝혀지지 않고 있다.

밤번 근무를 하는 교대 근무자가 낮 근무자보다 식욕부진의 호소율이 높는데 그 이유는 수면—각성 주기의 순서의 변화, 식사 시간 순서의 변화 및 수면장애에 기인한다. 밤번 근무자들에서 흔히 나타나는 이러한 불규칙한 식습관은 결국 소화기 질환의 발생빈도를 높히게 된다.

교대 근무가 건강에 미치는 영향이 만성적으로 나타나기 때문에 교대 근무에의 노출기간이 매우 중요한 영향을 미치게 된다. 실제로 교대 근무자와 낮 근무자간에 업무 긴장도, 직무 만족도, 수면의 질, 건강상태 등에 차이가 있으므로 교대근무에의 노출기간이 장기화됨에 따라 건강에 장애가 초래될 가능성은 높아질 것으로 예측된다. 그러나 어느 한 교대근무체제가 장기적으로 건강에 미치는 영향의 정도를 규명하는 연구는 적어도 30년에 걸친 prospective research design을 필요로 하며 또한 의학적인 문제를 야기시키는 circadian rhythm의 교란의 원인을 정확히 파악하기 어려운 해석상의 어려움이 수반되기 때문에 연구의 난점이 많다.

3. 사회적 영역

교대 근무자들은 낮 근무자들에 비해 정당활동, 사친회 등의 사회활동 참여에 제한을 받게

되며 친구와의 사귀에서도 다양한 친교생활이 어렵다. 그러나 친척과의 접촉이나 여가선용활동 등에서는 시간활용이 더 용이한 장점이 있다.

증재방법

교대근무에 관한 연구의 목적은 교대 근무로 인한 문제점을 최소화하는 증재방법을 고안하는 것이며 이는 시생물학적 원리를 적용하는 것으로서 다음 3 가지 영역으로 분류될 수 있다[그림 2].

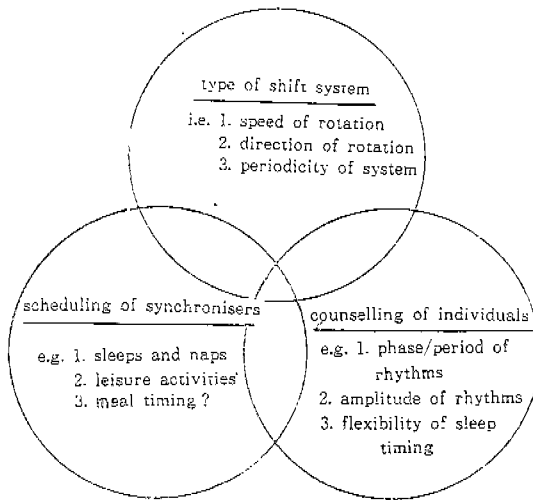


그림 2. 교대근무로 인한 문제점의 증재방법

1. 교대근무체제의 형태

1) 교대 근무의 기간

21일동안 계속적으로 밤번 근무를 한 경우에도 일부 circadian rhythm에서는 완전한 적응이 이루어지지 않는 것을 근거로 적응이 완전히 이루어질 수 있는 영구적인 밤번 근무체제가 추천되어 왔다. 그러나 이와같은 견해는 최근에 많은 연구자들에 의해 반박되고 있는데 그 이유는 수면부족이 계속 누적된다는 것과 비번시에는 이전의 리듬으로 빠르게 다시 재적응을 한다는 점이다.

빠른 교대근무(2~3일 단위)의 경우에는 circadian rhythm의 교란이 적고 수면부족의 축적이 상대적으로 적은 장점이 있으나 교대근무의 번교대가 빠르기 때문에 가족생활이나 사회생활에의 적응이 어렵고 1 주리듬인 circaseptan rhythm의 장애를 유발하게 된다.

따라서 이상적인 근무교대의 속도는 1 주단위인 것 같다. 이러한 경우에는 4~5일 밤번 근무를 하고 1~2일 쉬게 되므로 circaseptan rhythm을 유지할 수 있고 circadian rhythm의 교란이나 수면부족의 축적량을 최소화 할 수 있으리라 예측된다.

연속성이 없는 교대근무 체제의 경우에는 아무리 장기간을 지속해서 실시했다하더라도 circadian rhythm의 교란이 계속되기 때문에 적응이 불가능하므로 결국 내부장기간의 리듬의 위상관계의 해체(내적 불일치), circadian system과 외부환경사이의 위상관계의 해체(외적 불일치) 및 생체시계 자체의 변화가 나타나게 된다.

2) 교대근무의 방향

교대근무의 방향이 낮번→초번→밤번(위상지연)의 순으로 진행되는 것이 밤번→초번→낮번(위상진척)의 경우보다 circadian rhythm의 적응면에서 바람직 할 것이라고 예상되고 있다. 이러한 예측은 time zone 이동 연구의 결과에서 추론된 것으로 위상지연의 경우가 위상진척의 경우보다 circadian rhythm의 적응도가 빠르고 높으며, jet lag syndrome도 적은 것으로 보고 되어 있다.

3) circadian rhythm이 교대근무에 적응하기 위해 택하는 평균주기

Circadian rhythm이 교대근무에 적응하기 위해 택하는 평균주기는 교대근무의 기간과 방향에 따라 달라진다. 3부교대이며 1 주단위로써 1 주마다 6 시간씩 위상지연이 되는 경우에는 약 25시간의 평균주기가 필요하다. 반면에 같은 조건에서 8 시간씩 위상진척 되는 경우에는 약 23 시간의 평균주기가 필요하다. 그리고 근무교대의 속도가 빠르면 빠를수록 24시간 이상의 평균

주기가 적응에 요구되며, 근무교대의 속도가 느리면 느낄수록 적응에 요구되는 평균주기가 24시간에 가까게 된다. 따라서 교대근무체제에의 적응 정도는 생체시계의 편승범주에 의해 영향을 받게 된다고 할 수 있다. 편승범주는 23~27시간이므로 circadian rhythm의 평균주기가 이 범주를 이탈하게 되는 교대근무 체제에서는 circadian rhythm의 적응이 어렵게 된다. 반면에 25시간의 주기를 지닌 circadian rhythm의 주기와 유사한 기간으로 이루어지는 교대근무 체제에서는 circadian rhythm의 적응이 가장 용이하게 된다.

2. 동조인자의 조절

낮에는 일하고 밤에는 쉬고, 잠자는 생활패턴에서 낮·밤 주기, 시간에 대한 인식, 수면, 음식물섭취 및 사회활동등이 동조인자로서 작용하여 25시간을 주기로 하는 circadian rhythm을 지구자전리틀인 24시간으로 편승 시키듯이 교대근무시에도 위의 동조인자들이 circadian rhythm의 적응에 영향을 미치게 된다.

1) 수면

대부분의 교대근무자들은 밤번근무를 끝낸 직후에 수면을 취하기 때문에 정상적인 활동→휴식→수면의 순서가 수면→휴식→활동의 순으로 변화 되는데 이는 circadian rhythm의 적응에 저해요소가 된다. 더우기 점심 식사후에 취하는 anchor sleep도 circadian rhythm의 안정화에 기여한다는 보고가 있으므로 교대근무자들이 밤번근무직후에 수면을 취하지 말고 밤번근무 들어가기 전 늦은 오후와 저녁에 수면을 취하며, 비번시에도 밤에 수면을 적게 취하고 anchor sleep을 취하는 경우 circadian rhythm의 교란 정도를 낮추고 적응도를 높일 수 있다.

2) 식사시간

교대근무자가 교대근무시간과는 상관없이 12시경에 점심을 먹는 경우에는 circadian rhythm의 적응력이 감소되므로 교대근무시간의 중간 정도의 시간에 점심식사를 하도록 계획하는 것이 circadian rhythm의 적응력을 높이게 된다. 그

리나 현재까지 식사시간이 circadian rhythm의 강력한 동조인자라는 실험적 증거는 확실치 않다.

3) 여가활동

교대근무자들이 낮근무때와는 다르게 가족활동과 사회활동을 포함한 여가활동을 교대근무에 맞추어 조정하는 경우에는 circadian rhythm의 적응도를 높일 수 있다.

3. 개인 상담

개인상담은 개체에 따라 교대근무에 대한 반응도가 상당히 다양하다는 것에 근거한다. 극단적인 경우에는 교대근무에 반응하는 방식에 의하여 교대근무에 적합한 사람을 선정할 수 있다. 이와 같은 선정방법이 불가능한 경우에는 circadian rhythm의 개체차이에 근거하여 교대근무에 대해 상담을 함으로써 circadian rhythm의 적응도를 높일 수 있다.

1) 위상(phase)

Circadian유형은 내인성 주기의 차이인 위상의 차이를 근거로 아침형(morning type)과 저녁형(evening type)으로 분류된다. 아침형의 경우는 내인성 주기가 짧으므로 내인성주기가 긴 저녁형에 비해 밤번근무시 생체시계를 지연시키는데 어려움을 경험하게 된다. 따라서 아침형은 저녁형에 비해 밤번근무시 circadian rhythm의 적응도가 낮아서 이직율이 높고 의학적 및 사회적 문제를 호소하는 빈도수가 높아지게 된다.

그러므로 아침형의 경우에는 빠른 교대근무가 이상적이며, 동조인자의 신중한 조정을 통해 circadian rhythm의 교란을 최소화시키는 것이 바람직하다. 반면 저녁형의 경우에는 느린교대근무에 적합하며 동조인자의 조절을 통해 circadian rhythm의 적응도를 높이는 것이 추천된다.

2) 진폭

교대근무에 적응을 못하고 이직하는 사람들의 circadian rhythm의 진폭은 적응을 잘하는 사람들에 비해 낮은 것으로 보고되고 있으나 time zone 이동 실험에서 유추된 연구결과에 의하면

진폭이 큰 사람이 적응정도가 낮은 것으로 입증되고 있다. 따라서 circadian rhythm의 진폭이 낮은 사람들이 교대근무에 적응을 못하는 이유는 진폭이 낮은 자체가 어떤 측면에서는 적응에 불리하거나 혹은 circadian rhythm이 쉽게 적응한다는 자체가 교대근무에의 적응에 역효과를 낼 가능성을 시사한다고 볼 수 있다. 또한 일부 연구자들은 교대근무가 수일동안 지속될 때 내외적 위상관계가 해체되어 전체적으로 circadian rhythm의 진폭을 감소시키게 할 가능성도 제시하고 있다.

3) 변화 가능성

Circadian rhythm을 쉽게 변화시켜서 아무때나 수면을 취할 수 있는 사람들은 circadian rhythm의 적응도가 높으며 의학적, 사회적 문제로 불평을 호소하는 빈도수도 낮다. 또한 밤번근무에 동기유발이 잘 되어있는 사람들은 그렇

지 않은 사람들에 비해 circadian rhythm의 적응도가 높다.

결론 및 제언

교대근무자들의 교대근무로 인해 초래되는 문제들은 예방가능한 문제와 예방이 어려운 문제로 분류할 수 있다. 예방가능한 문제의 해결방안으로는 밤번근무시에 적합한 식사준비와 낮에 숙면할 수 있도록 안락한 환경을 조성하는 것 등을 들 수 있다. 예방이 어려운 문제의 원인은 교대근무체제의 운영으로 인한 생체리듬의 교란이므로 그 원인제거는 불가능하고 단지 효과적인 교대근무체제의 운영이나 교대근무에 대한 대처방안 강구 및 개인상담운영 등이 가능한 해결방안이라 할 수 있다.