

일주기 유형의 평가와 이해

Assessment and Understanding of Chronotype

김 소 민 · 김 석 주
Somin Kim, Seog Ju Kim

■ ABSTRACT

Chronotype (CT) is defined as an inter-individual difference in sleep-wake cycles and daily activities. Previous studies have suggested that this individual difference can influence our biological and psychological functioning. Literature regarding the psychometric properties and validity of CT measures are reviewed. We provide an overview of biological indicators (sleep-wake cycle, body temperature, cortisol, and melatonin) that are used for distinguishing two chronotypes: morningness (MT) and eveningness (ET). We also review the differences between CT in relation to personality traits and the occurrence of psychopathology. In addition, the methodological limitations of studies on CT are discussed. Finally, future research directions in terms of CT are proposed. **Sleep Medicine and Psychophysiology 2019 ; 26(1) : 5-15**

Key words: Chronotype · Circadian typology · Eveningness · Morningness.

서 론

일주기 리듬(Circadian rhythmic expression)은 24시간을 주기로 나타나는 다양한 생리현상을 의미한다. 체온, 호르몬 수치, 신진대사와 같은 생리적 지표들이 일주기 리듬을 나타낸다(Smith 등 1989). 개인의 취침-기상 시간도 일주기 리듬에 의해 결정되며, 이를 '수면 일주기 리듬(sleep circadian rhythm)'이라 한다. 활동 및 취침 시각에 대한 선호가 양극단에 위치한 사람들을 아침형(morning type, MT)과 저녁형(evening type, ET)으로 분류하며, 두 유형 모두 해당하지 않는 유형을 중간형(neither type, NT)이라 일컫는다. 소위 종달새 유형이라고도 불리는 아침형은 취침 및 기상 시각이 이르고 하루 중 이른 시간대에 수행 효율이 좋은 반

면, 올빼미 유형이라고도 불리는 저녁형은 취침 및 기상 시각이 늦고 늦은 오후나 저녁 시간대에 수행 효율이 더 좋다(Vink 등 2001). 저녁형은 아침형보다 더 많은 수면 시간을 필요로 하며, 수면 효율이 더 낮고, 평일 수면 빛이 많으며, 더 높은 수준의 주간 졸림을 호소하고, 불규칙한 수면 패턴을 나타낸다(Taillard 등 1999). 아동 및 청소년의 경우 저녁형 유형이 수면에 대한 불평이 더 많고 주간 졸림 및 취침-각성 문제와도 관련이 있는 것으로 나타났다(Russo 등 2007).

본 연구에서는 일주기 유형 관련 연구들의 최신 동향을 소개하고 방법론적 한계를 극복하기 위한 제안을 하고자 한다. 이를 위해 일주기 유형에 영향을 미치는 개인적 및 환경적 요인들뿐만 아니라 일주기 유형을 측정하는 도구들의 심리측정적 속성과 타당성을 검토할 것이다. 또한, 본 연구에서는 일주기 유형 집단간 차이가 나타나는 생물학적 지표(취침-기상 주기, 체온, 코티솔, 멜라토닌)를 개관할 것이다. 마지막으로, 일주기 유형과 성격특성, 그리고 정신장애의 관계를 논의할 것이다.

Received: December 11, 2018 / **Revised:** May 30, 2019

Accepted: June 3, 2019

논문은 2016년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2016R1A2B4011561; No. 2016M3C7A1904338).

삼성서울병원 정신건강의학과, 성균관대학교 의과대학 정신건강의학교실
Department of Psychiatry, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea

Corresponding author: Seog Ju Kim, Department of Psychiatry, Samsung Medical Center, Sungkyunkwan University School of Medicine, 81 Irwon-ro, Gangnam-gu, Seoul 06351, Korea

Tel: 02) 3410-3583, Fax: 02) 3410-0050

E-mail: ksj7126@skku.edu

본 론

1. 일주기 유형의 평가

일주기 유형은 크게 생리적 도구와 자기보고식 도구로 평

가되며 생리적 도구로는 수면다원검사(poysomnography, PSG), 멜라토닌 시작 분비점 측정(dim-light melatonin onset, DLMO), 활동계측기(actigraphy) 등이 있고, 대표적인 자기보고식 도구로는 아침형-저녁형 질문지(morningness-eveningness questionnaire, MEQ), 아침/저녁 활동형 척도(composite scale of morningness and the morning affect scale, SCM), 뮌헨 일주기 유형 질문지(munich chronotype questionnaire, MCTQ) 등이 있다.

1) 일주기 유형의 생리적 측정 도구

수면다원검사(PSG)는 뇌파, 근전도, 호흡, 안전도, 심전도 등을 측정하는 장비들을 장착하고 수면검사실에서 수면을 취하며 실시하는 검사이다. 수면다원검사는 하룻밤 동안 수면단계와 수면시간을 정확하게 측정할 수 있지만, 검사비용이 높고 여러 센서들을 부착한 채 자기 때문에 자연스러운 수면 상태를 파악하기 어렵다는 한계가 있다(Pandi-Perumal 등 2009 ; Sack 등 2007).

일주기 리듬을 나타내는 호르몬 지표 중 하나인 멜라토닌이 분비되는 시점을 측정하는 DLMO를 통해서도 일주기 유형을 측정할 수 있다. 멜라토닌은 타액, 혈액, 소변 등을 통해 측정할 수 있는데 혈액을 추출하는 경우 침습적인 도구를 사용하며, 타액을 통해 측정하는 경우에도 수면 1-2시간 전부터 어두운 상태(50 lux 미만)를 유지하며 반복 측정을 해야 한다는 제한점이 있다(Pandi-Perumal 등 2007).

마지막으로 활동계측기는 팔목 시계와 유사하게 생긴 장치로서 이 장치 내의 가속계가 개인의 움직임을 측정한다. 며칠 동안 활동계측기를 착용한 상태로 각성 시에는 움직임이 증가하고 취침 시에는 움직임이 감소하는 패턴을 통해 개인의 수면-각성 주기를 파악할 수 있다. 활동계측기를 통한 일주기 유형의 평가는 수면다원검사에 비해 실시가 간편하고 연속적인 날들의 수면-각성 주기를 파악할 수 있다는 장점이 있다. 기존 연구에서 활동계측기는 수면-각성 주기를 측정하는 도구로서 신뢰도와 타당도가 입증되었다(Sadeh 2011 ; Tryson 2004).

2) 자기보고식 측정 도구

① 아침형-저녁형 질문지(morningness-eveningness questionnaire, MEQ)

Horne과 Östberg(1976)는 아침형-저녁형 질문지(MEQ)를 개발하여 일주기 유형 연구의 기반을 마련하였다. MEQ는 일주기 리듬의 개인차를 구분하기 위한 척도로서 현재까지 세계적으로 널리 사용되고 있으며 여러 나라에서 타당성

이 검증되었다. 총 19문항으로 구성된 MEQ의 총점은 최저 16점에서 최고 86점까지 가능하며, 점수가 높을수록 아침형일 가능성이 크다. 점수기준에 따라 저녁형(16~41점), 중간형(42~58점), 아침형(59~86점)의 세 가지 유형으로 분류한다. 여러 연구들에서 MEQ의 내적 일관도는 신뢰할만한 수준(0.78~0.86)으로 나타났으며(Adan과 Natale 2002 ; Chelminski 등 1997), 3개월의 검사-재검사 신뢰도도 0.88~0.89로 높게 나타났다(Larsen 1985 ; Neubauer 1992). 국내 연구에서 MEQ의 내적 일관도도 신뢰할만한 수준(0.77)으로 나타났다(Lee 등 2014).

그러나 MEQ의 문항수가 너무 많고, 일부 문항만으로도 분산의 대부분을 설명할 수 있다는 지적이 있었다. Adan과 Almirall(1991)은 19문항 중 네 문항의 변별력이 부족하다고 밝혔으며 또 다른 연구에서는 MEQ의 19문항들 중 아침형을 측정하는 문항들의 변별력이 가장 뛰어나다고 보고하였다(Zickar 등 2002). MEQ가 다차원적 개념을 측정하기 때문에 총점을 사용하는 것이 부적절하다는 의견도 있었다(Adan과 Almirall 1991). 이러한 지적들을 반영하여 단축형 아침형-저녁형 척도(reduced morningness-eveningness questionnaire, rMEQ)가 개발되었다(Adan과 Almirall 1991). rMEQ는 총 다섯 문항으로 이루어져있으며 순수하게 아침형을 측정한다. rMEQ와 MEQ의 상관은 0.69에서 0.90으로 나타났으며 우수한 수렴 타당도를 나타냈다(Adan과 Almirall 1991 ; Caci 등 2009). Natale 등(2006)은 rMEQ가 객관적으로 측정된 운동 활동(motor activity)에 기초하여 아침형과 저녁형을 변별한다고 보고하였다.

② 아침/저녁 활동형 척도(composite scale of morningness and the morning affect scale, SCM)

Smith 등(1989)은 기존의 수면 일주기 리듬을 측정하는 척도들의 문항을 요인 분석한 뒤 요인 부하가 높은 문항들을 선별하여 아침/저녁 활동형 척도(Composite Scale of Morningness and the Morning Affect Scale, SCM)를 구성하였다. CSM은 총 13문항으로 구성되어 있으며 9문항은 MEQ에서, 나머지 4문항은 MCTQ에서 선별하였다. Smith 등(1989)의 연구에서 척도의 내적 일관도는 0.87로 나타났다. Caci와 동료들(2005a)은 다섯 국가에서 CSM의 내적 일관도를 평정하였으며 내적 일관도 계수는 0.65에서 0.91로 나타났다. 국내 연구에서 CSM의 내적 일관도도 0.81로 우수하였다(Kim과 Song 2007).

③ 뮌헨 일주기 유형 질문지(Munich Chronotype Questionnaire, MCTQ)

뮌헨 일주기 유형 질문지(MCTQ)는 가장 최근 개발된 일주기 유형 측정 도구다. Roenneberg 등(2003)은 일주기 유형을 평가하는 기존 척도들의 단점을 보완하여 평일과 휴일의 실제 수면 및 기상 시간, 잠자리에 들어가는 시간(bed time, BT), 실제 잠을 자기 위해 불을 끄는 시간(lights off, LO), 잠들 때까지 걸리는 시간(sleep onset latency, SOL), 잠에서 깬 시간(wake time, WT), 침대에서 나온 시간(time out of bed, TOB), 알람 사용 여부를 척도에 포함시켰다(Roenneberg 등 2003). MCTQ는 수면-각성 시간에 대한 문항들로 교정된 수면 중양값(mid-point)을 계산하여 일주기 유형을 분류하며, 총점이 높을수록 저녁형을 의미한다. 국내 연구에서도 MCTQ가 일주기 유형을 측정하는 타당한 도구인 것으로 나타났다(Suh 등 2018 ; Ryu 등 2018).

3) 방법론적 한계

대부분의 일주기 유형 평가 도구는 전체 인구를 대표하는 표본집단(representative sample)을 기반으로 개발되지 않았다(Caci 등 2005). 많은 연구들에서 참여자들의 성별과 나이가 편향되어 있었으며, 특히 어린 학생들을 대상으로 한 연구가 많았다(Adan 등 2012). 이렇게 개발된 척도를 직장을 다니는 사람들에게 그대로 적용하기에는 한계가 있다. 또한 대부분의 일주기 유형 평가 도구들은 같은 시기에 자료를 수집한 횡단적 연구를 기반으로 하고 있다. 일주기 리듬 예상치를 미리 구하고 이를 장기간 추적한 연구는 드물다(Kaliterna 등 1995). 종속변수와 독립변수를 동시에 수집하면 동일 방법 변량(common method variance)의 위험이 증가하므로, 독립변수와 종속 변수를 다른 시간대에 측정하는 분할 설계 방법(split design methodology)이 필요하다(Willis 등 2008). 또한 과거 연구들은 대부분 주관적 자기 보고를 기반으로 이루어졌다. Di Milia 등(2008, 2012)은 주관적 자기 보고 외에 객관적 자료를 추가하는 것을 추천하기도 하였다. 기존 평가 도구들은 다양한 일주기 변수들 사이의 관계도 고려하지 않았다. 향후 다양한 일주기 변수들의 가중치를 분석하고 상호관계를 계산할 필요가 있다(Smith 등 1989). 마지막으로 아직 극단적 일주기 유형의 절단 기준(cut-off criteria)을 조작적으로 밖에 정의할 수 없어, 각 유형의 임상적, 생물학적 의미를 이야기하기 어렵다는 한계가 있다(Adan 등 2012).

2. 일주기 유형에 영향을 미치는 요인

1) 개인적 요인

일주기 유형은 나이와 성별 같은 개인적 요인과 출생 시 빛 주기(photoperiod at birth), 거주지의 위도와 고도, 그리고 빛 노출 등의 환경적 요인의 영향을 받는 것으로 알려져 있다.

① 연 령

청소년기가 끝난 직후부터 연령이 증가함에 따라 아침형 특성이 증가하는 경향이 있다(Kim 등 2010 ; Merikanto 등 2012 ; Monk와 Kupher 2000 ; Park 등 2002 ; Taillard 등 2004 ; Tonetti 등 2008). 이러한 경향은 인구학적 요인과 사회경제적 요인들을 통제한 뒤에도 유의미하였으며, 대부분의 생물학적 혹은 행동적 일주기 변인들과도 상관을 나타냈다(Klei 등 2005 ; Mongrain 등 2004 ; Monk 등 2004 ; Taillard 등 2011 ; Zimmermann 2011). 나이가 들수록 더 일찍 잠들고 더 일찍 일어나며 더 이른 시간대에 활성화 수준이 높는데, 50세 이후로 이러한 경향성은 더욱 강해진다(Adan 등 2012).

청소년기(만 12~17세)는 아침형에서 저녁형으로 변화하는 중요한 시기이다(Achar와 Pati 2007 ; Borisenkov 등 2010 ; Kim 등 2002 ; Randler 2008, 2011). 저녁형 특성은 12세부터 증가해서 15~20세까지 증가하고, 이후 다시 아침형 특성이 증가한다. 따라서 저녁형 특성을 청소년기를 마감하는 생물학적 지표로 간주하기도 한다(Randler 2011 ; Roenneberg 등 2004). 여자 청소년의 경우 더 이른 나이에 저녁형 특성이 정점을 이룬다(Randler 2011 ; Tonetti 등 2008). 이는 남녀의 생물학적 성장 발달의 차이에 기인할 수도 있지만(Hagenauer 등 2009), 학년이나 스케줄에 대한 부모님의 간섭과 같은 사회적 그리고 가족 요인들에 의해서도 영향을 받는다(Gau와 Soong 2003 ; Kim 등 2006 ; Randler 등 2009). 청소년기에 극단적인 저녁형 특성은 건강하지 못한 생활습관을 형성하거나 사회환경적 요구에 부응하는 활동을 해나가는데 방해가 될 수 있기 때문에 조치가 필요하다(Besoluk 등 2011 ; Taylor 등 2011 ; Tzischinsky와 Shochat 2011).

② 성 별

일주기 유형 측정 도구로 MEQ를 사용한 연구들에서 남성의 경우 저녁형이 더 흔하고, 여성은 아침형이 더 흔하다고 보고하였다(Adan과 Natale 2002 ; Borisenkov 등 2012 ; Natale과 Di Milia 2011 ; Randler 2011 ; Roenneberg 등 2004 ; Tonetti 등 2011). 그러나 어떤 연구에서는 성별 차

이가 나타나지 않았고, 또 다른 연구에서는 여성의 저녁형 비율이 더 높게 나타났다(Merikango 등 2012).

여성의 생체 일주기 주기(intrinsic circadian period)는 남성보다 더 짧았고, 24시간 이하의 일주기 주기를 가진 비율도 더 높았다(Duffy 등 2011). 이러한 차이는 여성의 월경 주기와 관련 30일 주기 리듬성(circamensual rhythmicity)과 관련이 있을 수 있다(Adan과 Natale 2002). 여성의 폐경 이후에 성별에 따른 일주기 유형의 차이가 사라진다는 연구 결과들은 이러한 관점을 뒷받침한다(Roenneberg 등 2004 ; Tonetti 등 2008). 청소년 표본에서도 저녁형과 수면 시간 지연은 여성보다 남성에서 더 많이 나타났다(Borisenkov 등 2010, 2012 ; Tonetti 등 2008).

③ 출생 빛주기, 고도, 위도

짧은 빛주기(가을-겨울)에 태어난 사람의 경우 아침형인 경향이 있는 반면, 긴 빛주기(봄-여름)에 태어난 사람의 경우 저녁형인 경향이 있다(Mongrain 등 2006 ; Natale과 Adan 1999 ; Natale과 Di Milia, 2011). 이는 청소년에서도 관찰되며(Borisenkov 등 2012 ; Tonetti 등 2011), 남성에게서 더 뚜렷하게 나타난다. 그러나 아시아인을 대상으로 한 연구에서는 출생 계절에 따른 일주기 유형의 차이가 나타나지 않았다(Achari과 Pati, 2007 ; Takao 등 2009). 이는 인종간의 유전성 및 안구 감광성(ocular photosensitivity)의 차이에 기인할 수 있다(Adan 등 2012). 이를 종합해볼 때 가을과 겨울에 태어난 아이들은 계절과 상관없이 빛(자연광 혹은 인공광)에 더 많이 노출되어야 하며, 봄과 여름에 태어난 아이들은 지나치게 빛에 노출되지 않도록 해야 한다.

거주지의 위도와 고도 또한 일주기 유형과 관련이 있다. 주로 동쪽과 북쪽, 그리고 농촌 지역에 아침형이 더 많다(Borisenkov 등 2010, 2012 ; Randler 2008). 거주지가 동일할지라도 저녁형은 낮 시간에는 빛에 덜 노출되고 야간에는 빛에 더 노출되기 때문에 아침형에 비해 실내생활을 더 많이 하고 더 불규칙한 생활양식을 지닌다(Gaina 등 2011 ; Harada 등 2011 ; Martin 등 2012).

2) 생물학적 요인

① 수면-각성주기(sleep wake cycle)

인간의 수면-각성 주기는 깨어있는 동안 증가하여 수면을 유도하고 수면 중에는 점차 소실되는 수면 압력(sleep pressure)에 의한 항상성 과정(homeostatic process)과 잠들기 전에 정점에 이르고 각성 직전 최저에 이르는 진동 각성 유도 신호(an oscillatory wake-promoting signal)의 상호작용에

의해 정해진다(Borbely 1982). 이 두 과정의 비동기화(de-synchronization)는 교대근무(Akerstedt 2003)와 시차(Jamieson 등 2001)에 적응하는 동안 나타나는 수면장애와도 관련이 있다. 일주기 선호도 설문으로 측정된 일주기 유형은 개인의 생체 일주기 리듬과 관련이 있다. Horne과 Ostberg(1976)는 아침형의 체온이 더 일찍 정점에 이른다고 보고하였으며, 후속 연구에서도 아침형이 심부 체온(core body temperature phase)과 각성 시간이 더 빠르며, 더 짧은 생체 일주기 주기와도 관련이 있다고 보았다(Duffy 등 2001 ; Hasan 등 2012).

기존 연구들에 따르면 아침형은 저녁형보다 더 빨리 잠들고 일어난다(Horne과 Ostberg 1976 ; Robilliard 등 2002). 그러나 일주기 유형과 수면-각성시간의 관계는 복잡하고 연령에 따라 변화한다. 어린 아침형의 경우 저녁형보다 멜라토닌과 심부 체온에 의해 측정된 일주기 위상이 더 빠르지만, 일주기 위상과 기상시간의 간격은 아침형이 저녁형보다 더 길다(Duffy 등 1999). 이는 아침형이 저녁형보다 시계 시각으로는 더 일찍 일어나지만, 일주기 위상의 관점에서는 저녁형보다 더 늦게 일어나는 것을 의미한다. 그러나 나이가 많은 아침형의 경우 어린 아침형보다 위상도 더 빠르고 일주기 위상과 기상 시간 사이의 간격도 더 짧다(Duffy 등 1999). 이러한 관점에서 나이가 많은 아침형과 어린 저녁형이 유사하다고 볼 수 있다. 주간 수면 선호도 감소 및 총수면 시간 단축과 같이 연령 변화에 따른 수면 능력(sleep capacity)의 변화는 아침형의 증가 및 앞당겨진 기상시간을 수반한다. 이러한 연구 결과들은 일주기 유형을 결정하는데 있어서 수면과 일주기 과정 사이의 상호작용이 중요하다는 것을 시사한다.

사회적 요인들이 일주기 유형에 미치는 영향 또한 간과되어서는 안 된다. 일주기 리듬과 수면 항상성의 비동기화는 대사 및 심혈관계 문제를 유발하고, 교대근무 장애나 수면 위상 지연 장애(delayed sleep phase disorder, DSPD) 같은 일주기 리듬 수면 장애로 이어질 수 있다(Luyster 등 2012 ; Sack 등 2007). 사회적 요인은 일상에서도 이러한 비동기화를 유발할 수 있다. 늦게 잠들지만 일을 하기 위해 일찍 기상해야 하는 저녁형의 경우 자신의 일주기 리듬과 일치하지 않는 시간에 기상하게 되어 주간 평일 수면 빚(sleep debt)을 축적하게 된다. 이러한 “사회적 시차(social jet lag)”는 현대 사회에서 흔하며 대사장애 및 우울증과도 관련이 있는 것으로 나타났다(Levandovski 등 2011 ; Wittmann 등 2006). 향후 일주기 유형과 근무 시간표의 상호작용이 건강에 어떤 영향을 미치는지에 대한 후속 연구가 필요하다.

② 체온(body temperature)

아침형의 일주기 온도 위상(circadian temperature phase)은 저녁형보다 약 2시간 정도 더 빠르다(Duffy 등 1999 ; Gupta와 Pati 1994 ; Baehr 등 1999 ; Kerkhof와 Van Dongen 1996). 이러한 일주기 위상 차이는 수면 스케줄이 아닌 내인성 요인들에 의해 설명된다. 체온에서 위상 각(phase angle)은 최저 심부체온(core body temperature minimum)과 평균 기상시간 사이의 간격으로 정의된다. 저녁형의 위상 각은 아침형보다 짧지만(Baehr 등 2000 ; Duffy 등 1999 ; Mongrain 등 2004), 이러한 차이는 자유롭게 기상을 할 수 있는 상황에서는 줄어들었다(Mongrain 등 2004). 즉, 사회적 요구는 개인이 자신의 일주기 리듬에 맞춰 기상하는 것에 영향을 미칠 수 있으며, 이는 저녁형에게 불리하게 작용할 수 있다.

보통 여성의 수면 시간이 더 길고(Natale 등 2009) 아침형 비율이 더 높기 때문에(Adan과 Natale 2002) 남성에 비하여 위상 각이 더 긴 경향이 있다(Mongrain 등 2004). 저녁형은 아침형에 비해 체온의 일주기 변화 폭(amplitude)이 더 크다(Baehr 등 2000). 이는 일주기 리듬 체온 위상이 지연될수록 일주기 변화의 폭이 더 커짐을 의미한다. 인간의 일주기 시스템의 강도(strength)는 이 폭과 관련이 있는 것으로 알려져 있으며, 이는 저녁형이 아침형보다 교대근무에 더 나은 적응을 보이는 이유 중 하나일 수 있다(Seo 등 2000).

③ 코티솔(cortisol)

Bailey와 Heitkemper(2001)는 아침형의 혈청내 코티솔 수준이 최대치를 이루는 시점이 저녁형보다 55분 더 이르고 보고한 반면, Griefahn과 Robens(2008)는 기상 직후에는 아침형의 코티솔 수준이 더 높게 나타났지만 나머지 시간대에는 일주기 유형에 따른 차이가 없다고 보고하였다. 이렇듯 일주기 유형과 코티솔의 관계에 대한 연구 결과들이 혼재되어 있기 때문에 후속 연구에서는 평일과 휴일의 자발적인 기상 및 강제적인 기상(알람시계)시 코티솔 각성 반응(cortisol awakening responses, CAR)을 살펴봐야 할 것이다(Adan 등 2012).

④ 멜라토닌(melatonin)

멜라토닌은 내인성 일주기 페이스메이커(endogenous circadian pacemaker)의 가장 좋은 지표로 여겨진다(Benloucif 등 2005). 아침형의 경우 멜라토닌 분비가 시작되어 정점에 이르고 상쇄되는 시점이 저녁형보다 약 3시간 정도 더 빠른 것으로 보고되었다(Gibertini 등 1999 ; Griefahn 등 2002 ; Mongrain 등 2004, 2006). MEQ 점수와 멜라토닌이 정점

(peak)에 이르는 시간 간에 역상관이 나타났다. 멜라토닌 일주기 리듬의 유지는 성공적인 노화와 관련된 생물학적 지표로 여겨지는 반면, 평탄한(flattening) 리듬은 신경 퇴화성 질병과 정신장애의 발생과 관련된 것으로 나타났다(Magri 등 2004 ; Wu와 Swaab 2005).

3. 일주기 유형과 기질 및 성격특성

일주기 유형은 성격특성과도 관련이 있는 것으로 나타난다. Cloninger(1994)의 심리생물학적 모델과 일주기 유형의 관련성을 살펴본 문헌들에서는 저녁형이 아침형보다 자극 추구(novelty seeking)는 높고, 위험회피(harm avoidance), 인내력(persistence), 자율성(self-directedness), 그리고 연대감(cooperation)은 더 낮다고 보고하였다(Adan 등 2010 ; Randler와 Saliger 2011). 국내 연구에서도 저녁형은 아침형보다 자극추구는 더 높고, 위험회피와 자율성은 더 낮은 것으로 나타났다(Lee 등 2014). 그러나 저녁형에서 위험회피(harm avoidance) 수준이 더 높다는 상반된 연구 결과(Park 등 2014)도 있기 때문에 인종 및 문화적 차이를 고려한 후속 연구가 요구된다.

Costa와 McCrae(1992)의 5요인 모델(big five personality model)을 사용한 연구에서는 아침형이 저녁형에 비해 더 외향적(extraverted)인 것으로 나타났다(Jackson과 Gerad 1996). 아침형과 우호성(agreeableness)간에도 정적 상관이 나타났으나(Hogben 등 2007 ; Randler 2008 ; DeYoung 등 2007), 우호성과 일주기 유형 사이에는 유의미한 상관을 나타내지 않았다(Gray와 Watson 2002 ; Tonetti 등 2009). 모든 연구에서 성실성(conscientiousness)은 아침형과 정적 상관이 있었고 아침형을 가장 잘 예측하였다. 몇몇 연구에서는 저녁형에서 신경증 성향(neuroticism)이 더 많이 나타났으나(Randler 2008 ; Tonetti 등 2009 ; de Young 2007), 다른 연구들에서는 유의미한 상관이 나타나지 않았다(Gray와 Watson 2002 ; Hogben 등 2007 ; Jackson과 Gerad 1996). 마찬가지로, 한 연구에서는 저녁형의 개방성(openness)이 아침형보다 더 높게 나타났으나(Hogben 등 2007), 다른 연구들에서는 유의미하지 않았다(Gray와 Watson 2002 ; Jackson과 Gerad 1996 ; Randler 2008 ; Tonetti 등 2009 ; de Young 등 2007).

이 외에 일주기 유형과 성격 특성의 관계를 살펴본 연구들에서 저녁형은 높은 충동성, 무절제, 그리고 반응 억제 손상과 관련이 있는 것으로 나타났으며(Kang 등 2015), 아침형의 역기능적 충동성 수준은 저녁형과 중간형보다 더 낮게 나타났다(Adan 등 2010). 또한 아침형은 사회적 가치의 수용(대화와 자기초월) 선호 수준이 더 높은 반면, 저녁형

은 개인적 가치(개방성과 자기발전) 선호 수준이 더 높게 나타났다(Vollmer와 Randler 2012). 스트레스와 관련해서 저녁형은 아침형보다 심리적 및 신체적 불편감을 더 자주 그리고 더 강하게 경험하였으며, 환경적 및 사회적 요구에 대처하는데 더 많은 어려움을 나타냈다(Mecacci와 Rocchetti 1998)

4. 일주기 유형과 정신장애

아침형과 저녁형 차원은 정신장애에서 나타나는 행동적 요소들을 공유한다. 일주기 유형과 정신장애에서 나타나는 식욕, 취침 및 기상 패턴, 인지 및 활동에서의 변화는 사회적 손상을 유발할 수 있다. 일주기 유형에 따른 수면 양상은 수면 문제뿐만 아니라 신체적 및 심리적 요인에도 영향을 미친다. 현재까지 대부분의 연구들은 저녁형이 여러 정신장애 증상들과 관련이 있다고 보고하였다(Adan 등 2012).

시계 유전자(clock genes)가 일주기 유형과 정신 장애의 관련성에 관여하는지 확인하기 위해 유전자 수준에서 여러 연구가 진행되었으나, 연구 결과는 혼재되어 있다(Lee 등 2010 ; Osland 등 2011 ; Seretti 등 2010). 유전자 연구 결과들은 다형성(polymorphism)이 정신장애와 일주기 유형의 관계에 영향을 미치는 유일한 요인은 아니며, 개인의 행동 습관에 따라 변화된 자이트게버(zeitgeber)가 생체 시계(internal clock)를 변화시켜 정신장애에 취약하게 만들 수 있음을 시사한다. 저녁형이 아침형과 중간형보다 업무 관련 만성 피로도가 높고, 불규칙한 사회적 리듬을 나타내며, 깨어있는 동안 빛에 더 적게 노출되었다고 보고한 연구결과가 이러한 가설을 뒷받침한다(Martin 등 2012).

1) 기분장애

저녁형은 아침형에 비해 자살사고를 더 빈번하게 나타내며, 불안 및 우울 수준이 높고, 더 심각한 우울증상을 보고하였으며(Gaspar-Barba 등 2009 ; Hidalgo 등 2009 ; Kim 등 2010) 긍정정서는 더 적게 보고하였다(Hasler 등 2012). 국내 연구에서도 저녁형일수록 우울 수준이 더 높은 것으로 나타났다(Kim과 Cho 2010). 최근 연구에서는 저녁형인 사람들의 행동 활성화 체계(behavior activation system, BAS) 민감성이 낮기 때문에 보상 반응성과 긍정정서 수준이 낮고, 그 결과 우울 증상으로 이어질 수 있다고 보았다(Hasler 등 2010). 우울증상이 저녁 시간에 악화된다는 연구 결과는 저녁형인 사람들이 우울한 기분 상태로 더 오랜 시간을 보낼 수 있음을 시사한다(Chan 등 2014). 그러나 저녁형인 사람들이 아침에 더 악화된 기분을 보고하는 것을 고려할 때, 저녁형인 사람들의 긍정정서가 감소하거나 기분이 악화되는 시

기에 대해서는 후속 연구가 요구된다(Kivelä 등 2018).

일주기 교란이 우울증과 관련이 있다는 연구는 우울증 치료에 새로운 접근을 제시하였다. 광선치료(photic treatment)는 빛이 멜라토닌 생성을 방해함으로써 우울 증상을 감소시킨다는 가정을 기초로 한다(Lewy 등 1987 ; Wirz-Justice 등 2005). Peiser(2009)는 신체 활동이 일주기 리듬에 영향을 주며 몇 주간의 오전 운동이 기분을 향상시켰다고 보고하였다. 그러나, 멜라토닌, 빛 노출, 그리고 사회적 리듬 조절과 같은 시간생물학적 개입의 효과와 효능을 검증하고 하루 중 최적의 식사, 수면, 그리고 운동 시간을 결정하기 위해서는 무작위 임상 연구(randomized clinical trials)가 필요하다.

양극성 장애 환자군에서도 일주기 리듬의 붕괴와 저녁형이 혼란 것으로 나타났다(Melo 등 2017). 제1형과 제2형 양극성 장애 환자의 일주기 선호도에는 차이가 없었지만, 우울증상이 더 심하거나 기분안정제를 사용하는 환자들은 저녁형인 경향이 있었다(Wood 등 2009). 저녁형은 양극성 장애의 취약성인 우울증과 관련이 있지만, 양극성 환자가 특정한 일주기 유형과 관련이 없다는 연구결과도 존재한다(Lemoine 등 2013). 이를 종합하면, 저녁형은 양극성 장애의 조증보다는 우울증과 더 직접적인 관련이 있다고 볼 수 있다(Kivelä 등 2018).

시간생물학(chronobiology)과 우울 증상의 관련성은 계절성 정동 장애(seasonal affective disorder, SAD)에서도 관찰된다. 빛주기(photoperiods)가 짧은 계절의 빛/어둠 주기와 인간 생체 시계 간의 비동기화가 일주기 리듬 장애를 유발할 수 있다(Benedetti 등 2007 ; Lewy 등 2006 ; Rosenthal 등 1984). 유사하게, 양극성 장애에서는 조증 삽화와 우울증 삽화가 규칙적인 주기로 나타날 수 있다(Adan 등 2012). 더 나아가, 수면 시기와 기간, 일주기 유형의 개인차는 일주기 과정(circadian process)과 수면 항상성 과정(sleep homeostatic processes)의 변화와 관련이 있다(Schmidt 등 2012).

몇몇 연구들은 양극성 장애(Giglio 등 2010 ; Soreca 등 2009), 계절성 정동 장애(Elmore 등 1993), 그리고 주요 우울 장애(Drennan 등 1991 ; Soria와 Urretavizcaya 2009)에서 일주기 시간(circadian timing)이 지연된다고 보고하였다. 기분장애 환자들의 일주기 불균형(circadian misalignment)과 수면 교란은 유전자 발현, 호르몬 분비, 체온, 그리고 인지적 및 행동적 기능의 비정상적 패턴과 관련이 있다(Wulff 등 2010). 저녁형인 사람들이 우울증상에 취약하다는 일관된 연구 결과들은 일주기 불균형이 우울증상에 기여한다는 주장을 뒷받침한다(Chelminski 등 1999 ; Giannotti 등 2002 ; Hidalgo 등 2009 ; Kitamura 등 2010 ; Selvi 등 2011).

저녁형은 나이와 성별에 의해 매개되는 더 심한 수준의 우울증과 관련이 있다(Kim 등 2010). 높은 테스토스테론(testosterone)은 저녁형과 관계가 있으며(Randler 등 2012), 월경 증상은 저녁형 여성에게서 더 흔히 나타난다(Negriff와 Dorn 2009). 이러한 연구 결과는 위상 지연(phase delay)이 정신장애 증상의 일부이거나 성적 발달(sexual development)과 관련된 위험 요인임을 시사한다(Adan 등 2012). 이러한 인과관계를 밝히기 위해서는 동일한 방법론을 사용하여 다문화적 종단연구를 실시할 필요가 있다.

2) 섭식장애

아침형이 저녁형보다 더 건강하고 규칙적인 식습관을 보이고, 섭식 조절 능력이 더 뛰어난 경향이 있다(Kanerva 등 2012 ; Schubert와 Randler 2008). 폭식행동은 저녁형과 상관성이 있는 것으로 나타났다(Harb 등 2012 ; Kasof 2001). 낮은 아침 각성 수준은 정서적 섭식(emotional eating)과 관련이 있었으며, 저녁형은 섭식 절제는 덜 하고 무절제한 섭식 행동은 더 많이 하는 것으로 나타났다. 건강한 대조군에 비해 섭식장애 환자에서 저녁형이 더 흔하게 나타났으며, 섭식장애 증상이 감소하면서 아침형으로 변하는 경향이 있었다(Natale 등 2008). 이는 성격 특성의 차이로도 설명될 수 있는데, 신경증적 성향을 지닌 사람이 저녁형과 무절제한 섭식 행동에 취약할 수 있다(Kivelä 등 2018).

3) 중독

저녁형은 중독의 위험요인으로 알려져 있다(Prat과 Adan 2011 ; Robinson 등 2013). 저녁형의 흡연 및 음주 비율이 아침형보다 더 높았으며, 흡연량과 음주량도 더 많은 것으로 나타났다. 저녁형은 알코올 의존으로 발전할 위험도 더 높았다(Patterson 등 2016). Prat과 Adan(2011)은 저녁형이 늦은 시간에 더 각성되기 때문에 진정 효과를 얻기 위해 알코올을 사용할 수 있다고 보았다. 저녁형은 대마초 중독, 비물질 중독(도박), 그리고 복합물질중독(poly-substance addiction)과도 관련이 있었다(Kervan 등 2015). 저녁형의 충동성, 무절제, 자극추구와 같은 성격 특성이 건강하지 못한 행동으로 이어질 수 있다(Stautz와 Cooper 2013).

4) 기타 정신장애

성인 남녀 모두에서 저녁형과 주의력 결핍 및 충동조절 장애(attention deficit and hyperactivity disorder, ADHD)의 부주의 양상이 정적 상관을 보였으며, 성인 남성의 경우 과잉행동 및 충동성 양상도 저녁형과 관련이 있는 것으로 나타났다(Bae 등 2010). 외상 후 스트레스 장애(post-traumatic

stress disorder, PTSD) 연구에서는 저녁형 소방관(Yun 등 2015)과 군인(Hasler 등 2013)이 더 많은 PTSD 증상을 보고하였다.

요 약

일주기 유형의 차이는 다양한 관점에서 이해되어야 한다. 기존 연구결과들에 따르면 일주기 유형 중 아침형이 몇몇 정신장애의 보호요인인 반면 저녁형은 위험 요인으로 나타났다. 일반적으로 아침형에서 나타나는 습관들은 저녁형보다 더 건강하다. 성인의 생활양식을 형성하는 과정에 있는 청소년 시기와 생활습관과 관련된 건강 문제가 찾아지는 노년기에 일주기 유형의 중요성이 더욱 크다고 볼 수 있다. 따라서 일주기 유형을 생물-심리-사회적 건강 모델에 포함시켜 보다 효율적인 예방 및 치료적 접근을 설계하는 것이 중요하겠다.

정신장애 치료에서도 일주기 리듬을 고려해야 한다. 일반적으로 취침-기상, 식사, 그리고 일상 활동을 규칙적인 아침형 패턴으로 변화시키는 것이 도움이 될 수 있다. 광치료(light therapy)와 멜라토닌 주입(melatonin administration)과 같은 전략들도 정신장애의 치료 및 재발 방지에 효과적일 수 있다. 일주기 유형 기저의 유전학을 이해하는 것 또한 어떤 사람이 특정한 생활 양식이나 정신장애에 취약한지 구별하는데 도움이 될 수 있다.

중심 단어 : 일주기 유형 · 일주기 선호도 · 일주기 리듬 · 아침형 · 저녁형.

REFERENCES

- Achari KV, Pati AK. Morningness-eveningness preference in Indian school students as function of gender, age and habitat. *Biol Rhythm Res* 2007;38:1-8.
- Adan A, Almirall H. Horne & Östberg morningness-eveningness questionnaire: A reduced scale. *Pers Individ Differ* 1991;12:241-253.
- Adan A, Natale V. Gender differences in morningness-eveningness preference. *Chronobiol Int* 2002;19:709-720.
- Adan A, Sánchez-Turet M. Smoking effects on diurnal variations of cardiovascular parameters. *Int J Psychophysiol* 1995;20:189-198.
- Adan A, Archer SN, Hidalgo MP, Di Milia L, Natale V, Randler C. Circadian typology: a comprehensive review. *Chronobiol Int* 2012;29:1153-1175.
- Adan A, Lachica J, Caci H, Natale V. Circadian typology and temperament and character personality dimensions. *Chronobiol Int* 2010;27:181-193.
- Åkerstedt T. Shift work and disturbed sleep/wakefulness. *Occup Med* 2003;53:89-94.
- Antúnez JM, Navarro JF, Adan A. Circadian typology is related to resilience and optimism in healthy adults. *Chronobiol Int* 2015;

32:524-530.

- Bae SM, Park, JE, Lee YJ, Cho IH, Kim JH, Koh SH, et al. Gender difference in the association between adult attention deficit hyperactivity disorder symptoms and morningness-eveningness. *Psychiatry Clin Neurosci* 2010;64:649-651.
- Baehr EK, Fogg LF, Eastman CI. Intermittent bright light and exercise to entrain human circadian rhythms to night work. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 1999;277:R1598-R1604.
- Bailey SL, Heitkemper MM. Circadian rhythmicity of cortisol and body temperature: morningness-eveningness effects. *Chronobiol Int* 2001;18:249-261.
- Benedetti F, Dallaspesza S, Fulgosi MC, Lorenzi C, Serretti A, Barbini B, et al. Actimetric evidence that CLOCK 3111 T/C SNP influences sleep and activity patterns in patients affected by bipolar depression. *Am J Med Genet B Neuropsychiatr Genet* 2007;144:631-635.
- Benloucif S, Guico MJ, Reid KJ, Wolfe LF, L'Hermite-Balériaux M, Zee PC. Stability of melatonin and temperature as circadian phase markers and their relation to sleep times in humans. *J Biol Rhythms* 2005;20:178-188.
- Beşoluk Ş, Önder İ, Deveci İ. Morningness-eveningness preferences and academic achievement of university students. *Chronobiol Int* 2011;28:118-125.
- Blak MJF. Time of day effects on performance in a range of tasks. *Psychon Sci* 1967;9:349-350.
- Borbély AA. A two process model of sleep regulation. *Hum Neurobiol* 1982;1:195-204.
- Borisenkov MF, Kosova AL, Kasyanova ON. Impact of perinatal photoperiod on the chronotype of 11- to 18-year-olds in northern European Russia. *Chronobiol Int* 2012;29:305-310.
- Borisenkov MF, Perminova EV, Kosova AL. Chronotype, sleep length, and school achievement of 11- to 23-year-old students in northern European Russia. *Chronobiol Int* 2010;27:1259-1270.
- Caci H, Adan A, Bohle P, Natale V, Pornpitakpan C, Tilley A. Trans-cultural properties of the composite scale of morningness: the relevance of the "morning affect" factor. *Chronobiol Int* 2005;22:523-540.
- Chan JWY, Lam SP, Li SX, Yu MW, Chan NY, Zhang J, et al. Eveningness and insomnia: independent risk factors of non remission in major depressive disorder. *Sleep* 2014;37:911-917.
- Chelminski I, Ferraro FR, Petros TV, Plaud JJ. An analysis of the "eveningness-morningness" dimension in "depressive" college students. *J Affect Disord* 1999;52:19-29.
- de Castro JM. The time of day of food intake influences overall intake in humans. *J Nutr* 2004;134:104-111.
- DeYoung CG, Hasher L, Djikic M, Criger B, Peterson JB. Morning people are stable people: Circadian rhythm and the higher-order factors of the Big Five. *Pers Individ Dif* 2007;43:267-276.
- Di Milia L, Muller H. Does impression management impact the relationship between morningness-eveningness and self-rated sleepiness? *Pers Individ Dif* 2012;52:702-706.
- Di Milia L, Wikman R, Smith P. Additional psychometric evidence and construct validity for a revised Preferences Scale of Morningness. *Chronobiol Int* 2008;25:776-787.
- Dibner C, Schibler U, Albrecht U. The mammalian circadian timing system: organization and coordination of central and peripheral clocks. *Ann Rev Physiol* 2010;72:517-549.
- Drennan MD, Klauber MR, Kripke DF, Goyette LM. The effects of depression and age on the Horne-Ostberg morningness-eveningness score. *J Affect Disord* 1991;23:93-98.
- Duffy JF, Cain SW, Chang AM, Phillips AJ, Münch MY, Gronfier C, et al. Sex difference in the near-24-hour intrinsic period of the human circadian timing system. *Proc Natl Acad Sci* 2011;108 (Supplement 3):15602-15608.
- Duffy JF, Dijk DJ, Hall EF, Czeisler CA. Relationship of endogenous circadian melatonin and temperature rhythms to self-reported preference for morning or evening activity in young and older people. *J Investig Med* 1999;47:141-150.
- Duffy JF, Rimmer DW, Czeisler CA. Association of intrinsic circadian period with morningness-eveningness, usual wake time, and circadian phase. *Behav Neurosci* 2001;115:895.
- Elmore SK, Dahl K, Avery DH, Savage MV, Brengelmann GL. Body temperature and diurnal type in women with seasonal affective disorder. *Health Care Women Int* 1993;14:17-26.
- Gaina A, Sekine M, Kanayama H, Takashi Y, Hu L, Sengoku K, et al. Morning-evening preference: sleep pattern spectrum and lifestyle habits among Japanese junior high school pupils. *Chronobiol Int* 2006;23:607-621.
- Gaspar-Barba E, Calati R, Cruz-Fuentes CS, Ontiveros-Urbe MP, Natale V, De Ronchi D, et al. Depressive symptomatology is influenced by chronotypes. *J Affect Disord* 2009;119:100-106.
- Gau SF, Soong WT. The transition of sleep-wake patterns in early adolescence. *Sleep* 2003;26:449-454.
- Giannotti F, Cortesi F, Sebastiani T, Ottaviano S. Circadian preference, sleep and daytime behaviour in adolescence. *J Sleep Res* 2002;11:191-199.
- Giglio LMF, Magalhães PV, Andersen ML, Walz JC, Jakobson L, Kapczinski F. Circadian preference in bipolar disorder. *Sleep Breath* 2010;14:153-155.
- Gómez-Abellán P, Madrid JA, Ordoñas JM, Garaulet M. Chronobiological aspects of obesity and metabolic syndrome. *Endocrinol Nutr* 2012;59:50-61.
- Gray EK, Watson D. General and specific traits of personality and their relation to sleep and academic performance. *J Pers* 2002;70:177-206.
- Griefahn B. The validity of the temporal parameters of the daily rhythm of melatonin levels as an indicator of morningness. *Chronobiol Int* 2002;19:561-577.
- Griefahn B, Robens S. The cortisol awakening response: a pilot study on the effects of shift work, morningness and sleep duration. *Psychoneuroendocrinology* 2008;33:981-988.
- Gupta S, Pati AK. Desynchronization of circadian rhythms in a group of shift working nurses: effects of pattern of shift rotation. *J Hum Ergol* 1994;23:121-131.
- Hagenauer MH, Perryman JI, Lee TM, Carskadon MA. Adolescent changes in the homeostatic and circadian regulation of sleep. *Dev Neurosci* 2009;31:276-284.
- Harada T, Kobayashi R, Wada K, Nishihara R, Kondo A, Akimitsu O, et al. Effect of birth season on circadian typology appearing in Japanese young children aged 2 to 12 years disappears in older students aged 18 to 25 years. *Chronobiol Int* 2011;28:638-642.
- Harb A, Levandovski R, Oliveira C, Caumo W, Allison KC, Stunkard A, et al. Night eating patterns and chronotypes: a correlation with binge eating behaviors. *Psychiatry Res* 2012;200:489-493.
- Hasan S, Santhi N, Lazar AS, Slak A, Lo J, von Schantz M, et al. Assessment of circadian rhythms in humans: comparison of real-time fibroblast reporter imaging with plasma melatonin. *FASEB J* 2012;26:2414-2423.
- Hasler BP, Allen JJ, Sbarra DA, Bootzin RR, Bernert RA. Morningness-eveningness and depression: Preliminary evidence for the role of the behavioral activation system and positive affect. *Psychiatry Res* 2010;176:166-173.
- Hasler BP, Insana SP, James JA, Germain A. Evening-type military veterans report worse lifetime posttraumatic stress symptoms and greater brainstem activity across wakefulness and REM sleep. *Biological Psychology* 2013;94:255-262.

- Hasler BP, Smith LJ, Cousins JC, Bootzin RR. Circadian rhythms, sleep, and substance abuse. *Sleep Med Rev* 2012;16:67-81.
- Hidalgo MP, Caumo W, Posser M, Coccaro SB, Camozzato, AL, Chaves MLF. Relationship between depressive mood and chronotype in healthy subjects. *J Neuropsychiatry Clin Neurosci* 2009;63:283-290.
- Hogben AL, Ellis J, Archer SN, von Schantz M. Conscientiousness is a predictor of diurnal preference. *Chronobiol Int* 2007;24:1249-1254.
- Horne JA, Östberg O.A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int J Chronobiol* 1976;4:97-100.
- Jackson LA, Gerard DA. Diurnal types, the "Big Five" personality factors, and other personal characteristics. *J Soc Behav Pers* 1996;11:273.
- Jamieson A O, Zammit GK, Rosenberg RS, Davis J R, Walsh JK. Zolpidem reduces the sleep disturbance of jet lag. *Sleep Med* 2001;2:423-430.
- Kaliterna L, Vidaček S, Prizmic Z, Radošević-Vidašek B. Is tolerance to shiftwork predictable from individual difference measures?. *Work Stress* 1995;9:140-147.
- Kanerva N, Kronholm E, Partonen T, Ovaskainen ML, Kaartinen NE, Kontinen H, et al. Tendency toward eveningness is associated with unhealthy dietary habits. *Chronobiol Int* 2012;29:920-927.
- Kang JI, Park CI, Sohn SY, Kim HW, Namkoong K, Kim SJ. Circadian preference and trait impulsivity, sensation-seeking and response inhibition in healthy young adults. *Chronobiol Int* 2015;32:235-241.
- Kasof J. Eveningness and bulimic behavior. *Pers Individ Dif* 2001;31:361-369.
- Kerkhof GA, Van Dongen HP. Morning-type and evening-type individuals differ in the phase position of their endogenous circadian oscillator. *Neurosci Lett* 1996;218:153-156.
- Kervran C, Fatséas M, Serre F, Taillard J, Beltran V, Leboucher J, et al. Association between morningness/eveningness, addiction severity and psychiatric disorders among individuals with addictions. *Psychiatry Res* 2015;229:1024-1030.
- Kim JK, Song HS. The relation of circadian sleep phase preference to sleep habits: psychological adjustment and academic performance in college students. *Korean J Health Psychol* 2007;12:631-648.
- Kim JK, Cho KJ. Sleep quality as a mediator variable between circadian typology and depression level. *Korean J Psychol General* 2010;29:355-370.
- Kim SJ, Lee YJ, Kim H, Cho IH, Lee JY, Cho SJ. Age as a moderator of the association between depressive symptoms and morningness-eveningness. *J Psychosom Res* 2010;68:159-164.
- Kitamura S, Hida A, Watanabe M, Enomoto M, Aritake-Okada S, Moriguchi Y, et al. Evening preference is related to the incidence of depressive states independent of sleep-wake conditions. *Chronobiol Int* 2010;27:1797-1812.
- Kivelä L, Papadopoulos MR, Antypa N. Chronotype and Psychiatric Disorders. *Curr Sleep Med Rep* 2018;4:94-103.
- Klei L, Reitz P, Miller M, Wood J, Maendel S, Gross D, et al. Heritability of morningness-eveningness and self-report sleep measures in a family-based sample of 521 hutterites. *Chronobiol Int* 2005;22:1041-1054.
- Larsen RJ. Individual differences in circadian activity rhythm and personality. *Pers Individ Dif* 1985;6:305-311.
- Lawson EA, Miller KK, Blum JI, Meenaghan E, Misra M, Eddy KT, et al. Leptin levels are associated with decreased depressive symptoms in women across the weight spectrum, independent of body fat. *Clin Endocrinol* 2012;76:520-525.
- Lee JH, Kim SJ, Lee SY, Jang KH, Kim IS, Duffy JF. Reliability and validity of the Korean version of Morningness-Eveningness Questionnaire in adults aged 20-39 years. *Chronobiol Int* 2014;31:479-486.
- Lee KY, Song JY, Kim SH, Kim SC, Joo EJ, Ahn YM, et al. Association between CLOCK 3111T/C and preferred circadian phase in Korean patients with bipolar disorder. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 2010;34:1196-1201.
- Lee S, Park JE, Cho SJ, Cho IH, Lee YJ, Kim SJ. Association between morningness-eveningness and temperament and character in community-dwelling Korean adults. *Asia Pac Psychiatry* 2014;6:77-82.
- Lemoine P, Zawieja P, Ohayon MM. Associations between morningness/eveningness and psychopathology: an epidemiological survey in three in-patient psychiatric clinics. *J Psychiatr Res* 2013;47:1095-1098.
- Levandovski R, Dantas G, Fernandes LC, Caumo W, Torres I, Roenneberg T, et al. Depression scores associate with chronotype and social jetlag in a rural population. *Chronobiol Int* 2011;28:771-778.
- Lewy AJ, Lefler BJ, Emens JS, Bauer VK. The circadian basis of winter depression. *Proc Natl Acad Sci* 2006;103:7414-7419.
- Lewy AJ, Sack RL, Miller LS, Hoban TM. Antidepressant and circadian phase-shifting effects of light. *Science* 1987;235:352-354.
- Lucassen EA, Zhao X, Rother KI, Mattingly MS, Courville AB, de Jonge L, et al. Evening chronotype is associated with changes in eating behavior, more sleep apnea, and increased stress hormones in short sleeping obese individuals. *PLoS one* 2013;8:e56519.
- Luyster FS, Strollo PJ, Zee PC, Walsh JK. Sleep: a health imperative. *Sleep* 2012;35:727-734.
- Magri F, Sarra S, Cinchetti W, Guazzoni V, Fioravanti M, Cravello L, et al. Qualitative and quantitative changes of melatonin levels in physiological and pathological aging and in centenarians. *J Pineal Res* 2004;36:256-261.
- Magri F, Sarra S, Cinchetti W, Guazzoni V, Fioravanti M, Cravello L, et al. Qualitative and quantitative changes of melatonin levels in physiological and pathological aging and in centenarians. *J Pineal Res* 2004;36:256-261.
- Martin JS, Hébert, M, Ledoux É, Gaudreault M, Laberge L. Relationship of chronotype to sleep, light exposure, and work-related fatigue in student workers. *Chronobiol Int* 2012;29:295-304.
- Mecacci L, Rocchetti G. Morning and evening types: stress-related personality aspects. *Pers Individ Dif* 1998;25:537-542.
- Melo MC, Abreu RL, Neto VBL, de Bruin PF, de Bruin VM. Chronotype and circadian rhythm in bipolar disorder: a systematic review. *Sleep Med Rev* 2017;34:46-58.
- Merikanto I, Kronholm E, Peltonen M, Laatikainen T, Lahti T, Partonen T. Relation of chronotype to sleep complaints in the general Finnish population. *Chronobiol Int* 2012;29:311-317.
- Merikanto I, Lahti T, Puolijoki H, Vanhala M, Peltonen M, Laatikainen T, et al. Associations of chronotype and sleep with cardiovascular diseases and type 2 diabetes. *Chronobiol Int* 2013;30:470-477.
- Mongrain V, Carrier J, Dumont M. Circadian and homeostatic sleep regulation in morningness-eveningness. *J Sleep Res* 2006;15:162-166.
- Mongrain V, Lavoie S, Selmaoui B, Paquet J, Dumont M. Phase relationships between sleep-wake cycle and underlying circadian rhythms in morningness-eveningness. *J Biol Rhythms* 2004;19:248-257.
- Mongrain V, Paquet J, Dumont M. Contribution of the photoperiod

- at birth to the association between season of birth and diurnal preference. *Neurosci Lett* 2006;406:113-116.
- Monk TH, Kupfer DJ. Circadian rhythms in healthy aging-effects downstream from the pacemaker. *Chronobiol Int* 2000;17:355-368.
- Natale V, Adan A, Fabbri M. Season of birth, gender, and social-cultural effects on sleep timing preferences in humans. *Sleep* 2009;32:423-426.
- Natale V, Ballardini D, Schumann R, Mencarelli C, Magelli V. Morningness-eveningness preference and eating disorders. *Pers Individ Dif* 2008;45:549-553.
- Neubauer AC. Psychometric comparison of two circadian rhythm questionnaires and their relationship with personality. *Pers Individ Dif* 1992;13:125-131.
- O'reardon JP, Ringel BL, Dinges DF, Allison KC, Rogers NL, Martino NS, et al. Circadian eating and sleeping patterns in the night eating syndrome. *Obesity Res* 2004;12:1789-1796.
- Osland TM, Bjorvatn B, Steen VM, Pallesen S. Association study of a variable-number tandem repeat polymorphism in the clock gene PERIOD 3 and chronotype in Norwegian university students. *Chronobiol Int* 2011;28:764-770.
- Pandi-Perumal SR, Moscovich A, Srinivasan V, Spence DW, Cardinali DP, Brown GM. Bidirectional communication between sleep and circadian rhythms and its implications for depression: lessons from agomelatine. *Prog Neurobiol* 2009;88:264-271.
- Pandi-Perumal SR, Smits M, Spence W, Srinivasan V, Cardinali DP, Lowe AD, et al. Dim light melatonin onset (DLMO): a tool for the analysis of circadian phase in human sleep and chronobiological disorders. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psych* 2007;31:1-11.
- Park CI, Kang JI, Namkoong K, Kim SJ. Relationships between chronotypes and temperament and character dimensions in healthy young adults. *Korean J Biol Psychiatry* 2014;21:93-98.
- Park YM, Matsumoto K, Seo YJ, Kang MJ, Nagashima H. Effects of age and gender on sleep habits and sleep trouble for aged people. *Biol Rhythm Res* 2002;33:39-51.
- Patterson F, Malone SK, Lozano A, Grandner MA, Hanlon AL. Smoking, screen-based sedentary behavior, and diet associated with habitual sleep duration and chronotype: data from the UK Biobank. *Ann Behav Med* 2016;50:715-726.
- Peiser B. Seasonal affective disorder and exercise treatment: a review. *Biol Rhythm Res* 2009;40:85-97.
- Prat G, Adan A. Influence of circadian typology on drug consumption, hazardous alcohol use, and hangover symptoms. *Chronobiol Int* 2011;28:248-257.
- Randle C. Morningness-eveningness comparison in adolescents from different countries around the world. *Chronobiol Int* 2008;25:1017-1028.
- Randler C. Morningness-eveningness, sleep-wake variables and big five personality factors. *Pers Individ Dif* 2008;45:191-196.
- Randler C. Proactive people are morning people I. *J Appl Soc Psychol* 2009;39:2787-2797.
- Randler C. Age and gender differences in morningness-eveningness during adolescence. *J Genet Psychol* 2011;172:302-308.
- Randler C, Ebenhöf N, Fischer A, Höchel S, Schroff C, Stoll JC, et al. Chronotype but not sleep length is related to salivary testosterone in young adult men. *Psychoneuroendocrinology* 2012;37:1740-1744.
- Robilliard DL, Archer SN, Arendt J, Lockley SW, Hack LM, English J, et al. The 3111 Clock gene polymorphism is not associated with sleep and circadian rhythmicity in phenotypically characterized human subjects. *J Sleep Res* 2002;11:305-312.
- Robinson D, Gelaye B, Tadesse MG, Williams MA, Lemma S, Berhane Y. Daytime sleepiness, circadian preference, caffeine consumption and Khat use among college students in Ethiopia. *J Sleep Disord Treat Care* 2013;3.
- Roenneberg T, Kuehnele T, Pramstaller PP, Ricken J, Havel M, Guth A, et al. A marker for the end of adolescence. *Curr Biol* 2004;14:R1038-R1039.
- Roenneberg T, Wirz-Justice A, Mrosovsky M. Life between clocks: daily temporal patterns of human chronotypes. *J Biol Rhythms* 2003;18:80-90.
- Rosenthal NE, Sack DA, Gillin JC, Lewy AJ, Goodwin FK, Davenport Y, et al. Seasonal affective disorder: a description of the syndrome and preliminary findings with light therapy. *Arch Gen Psychiatry* 1984;41:72-80.
- Russo PM, Bruni O, Lucidi F, Ferri R, Violani C. Sleep habits and circadian preference in Italian children and adolescents. *J Sleep Res* 2007;16:163-169.
- Rybak YE, McNeely HE, Mackenzie BE, Jain UR, Levitan RD. Seasonality and circadian preference in adult attention-deficit/hyperactivity disorder: clinical and neuropsychological correlates. *Compr Psychiatry* 2007;48:562-571.
- Ryu H, Joo EY, Choi SJ, Suh S. Validation of the Munich Chronotype Questionnaire in Korean older adults. *Psychiatry Investig* 2018;15:775.
- Sack RL, Auckley D, Auger RR, Carskadon MA, Wright Jr KP, Vitiello MV, et al. Circadian rhythm sleep disorders: part I, basic principles, shift work and jet lag disorders. *Sleep* 2007;30:1460-1483.
- Sadeh A. The role and validity of actigraphy in sleep medicine: an update. *Sleep Med Rev* 2011;15:259-267.
- Schmidt C, Collette F, Cajochen C, Peigneux P. A time to think: circadian rhythms in human cognition. *Cogn Neuropsychol* 2007;24:755-789.
- Schmidt C, Peigneux P, Leclercq Y, Sterpenich V, Vandewalle G, Phillips C, et al. Circadian preference modulates the neural substrate of conflict processing across the day. *PLoS one* 2012;7:e29658.
- Schubert E, Randler C. Association between chronotype and the constructs of the Three-Factor-Eating-Questionnaire. *Appetite* 2008;51:501-505.
- Selvi Y, Aydin A, Atli A, Boysan M, Selvi F, Besiroglu L. Chronotype differences in suicidal behavior and impulsivity among suicide attempters. *Chronobiol Int* 2011;28:170-175.
- Selvi Y, Aydin A, Boysan M, Atli A, Agargun MY, Besiroglu L. Associations between chronotype, sleep quality, suicidality, and depressive symptoms in patients with major depression and healthy controls. *Chronobiol Int* 2010;27:1813-1828.
- Seo YJ, Matsumoto K, Park YM, Shinkoda H, Noh TJ. The relationship between sleep and shift system, age and chronotype in shift workers. *Biol Rhythm Res* 2000;31:559-579.
- Serretti A, Gaspar-Barba E, Calati R, Cruz-Fuentes CS, Gomez-Sanchez A, Perez-Molina A, et al. 3111T/C clock gene polymorphism is not associated with sleep disturbances in untreated depressed patients. *Chronobiol Int* 2010;27:265-277.
- Smith CS, Reilly C, Midkiff K. Evaluation of three circadian rhythm questionnaires with suggestions for an improved measure of morningness. *J Appl Psychol* 1989;74:728.
- Soria V, Urretavizcaya M. Circadian rhythms and depression. *Actas Esp Psiquiatr* 2009;37:222-232.
- Stautz K, Cooper A. Impulsivity-related personality traits and adolescent alcohol use: a meta-analytic review. *Clin Psychol Rev* 2013;33:574-592.
- Suh S, Kim SH, Ryu H, Choi SJ, Joo EY. Validation of the Korean Munich Chronotype Questionnaire. *Sleep Breath* 2018;1-7.

- Taillard J, Philip P, Bioulac B. Morningness/eveningness and the need for sleep. *J Sleep Res* 1999;8:291-295.
- Taillard J, Philip P, Chastang JF, Bioulac B. Validation of Horne and Ostberg morningness-eveningness questionnaire in a middle-aged population of French workers. *J Biol Rhythms* 2004;19:76-86.
- Taillard J, Philip P, Claustrat B, Capelli A, Coste O, Chaumet G, et al. Time course of neurobehavioral alertness during extended wakefulness in morning-and evening-type healthy sleepers. *Chronobiol Int* 2011;28:520-527.
- Taylor DJ, Clay KC, Bramoweth AD, Sethi K, Roane BM. Circadian phase preference in college students: relationships with psychological functioning and academics. *Chronobiol Int* 2011;28:541-547.
- Tonetti L, Fabbri M, Natale V. Sex difference in sleep-time preference and sleep need: A cross-sectional survey among Italian pre-adolescents, adolescents, and adults. *Chronobiol Int* 2008;25:745-759.
- Tonetti L, Fabbri M, Natale V. Relationship between circadian typology and big five personality domains. *Chronobiol Int* 2009;26:337-347.
- Tonetti L, Pascalis VD, Fabbri M, Martoni M, Russo PM, Natale V. Circadian typology and the alternative five-factor model of personality. *Int J Psychol* 2016;51:332-339.
- Tryon WW. Issues of validity in actigraphic sleep assessment. *Sleep* 2004;27:158-165.
- Tzischinsky O, Shochat T. Eveningness, sleep patterns, daytime functioning, and quality of life in Israeli adolescents. *Chronobiol Int* 2011;28:338-343.
- Vink JM, Vink JM, Groot AS, Kerkhof GA, Boomsma DI. Genetic analysis of morningness and eveningness. *Chronobiol Int* 2001;18:809-822.
- Vollmer C, Randler C. Circadian preferences and personality values: Morning types prefer social values, evening types prefer individual values. *Pers Individ Dif* 2012;52:738-743.
- Willis TA, O'Connor DB, Smith L. Investigating effort-reward imbalance and work-family conflict in relation to morningness-eveningness and shift work. *Work Stress* 2008;22:125-137.
- Wirz-Justice A, Benedetti F, Berger M, Lam RW, Martiny K, Terman M, et al. Chronotherapeutics (light and wake therapy) in affective disorders. *Psychol Med* 2005;35:939-944.
- Wittmann M, Dinich J, Meroow M, Roenneberg T. Social jetlag: misalignment of biological and social time. *Chronobiol Int* 2006;23:497-509.
- Wood J, Birmaher B, Axelson D, Ehmann M, Kalas C, Monk K, et al. Replicable differences in preferred circadian phase between bipolar disorder patients and control individuals. *Psychiatry Res* 2009;166:201-209.
- Wu YH, Swaab DF. The human pineal gland and melatonin in aging and Alzheimer's disease. *J Pineal Res* 2005;38:145-152.
- Wulff K, Gatti S, Wettstein JG, Foster RG. Sleep and circadian rhythm disruption in psychiatric and neurodegenerative disease. *Nature Rev Neurosci* 2010;11:589.
- Yun JA, Ahn YS, Jeong KS, Joo EJ, Choi KS. The relationship between chronotype and sleep quality in Korean firefighters. *Clin Psychopharmacol Neurosci* 2015;13:201.
- Zimmermann LK. Chronotype and the transition to college life. *Chronobiol Int* 2011;28:904-910.