

꿈의 신경생물학적 측면의 기초 Basic Neurobiological Aspect of Dream

김 석 주

Seog Ju Kim

■ ABSTRACT

This review aims to introduce the basic neurobiological aspects of dream. There have been long debates on whether the neurobiology of rapid eye movement (REM) sleep is identical to that of dream. However, many theories on dream are based on the findings of REM sleep. Bizarre cognition and intense emotion in dream have been suggested to derive from physiological (e.g. desynchronized gamma oscillation and postsynaptic inhibition), chemical (e.g. decreased noradrenalin and serotonin, increased acetylcholine and modulation of dopamine), anatomical (e.g. deactivation of dorsolateral prefrontal cortex and activation of limbic and paralimbic areas) change in REM sleep. In addition, dream has been suggested to play its neurobiological roles. Processing of negative emotion may be one of the functions of dream. Dream is also supposed to consolidate memory, especially semantic memory. Despite a number of hypotheses and debates, the neurobiological mechanism of dream generation has not been concluded. **Sleep Medicine and Psychophysiology 2009 ; 16(2) : 49-55**

Key words: Dream · Neurobiology.

서 론

정신분석학에서는 대부분 꿈의 내용이나 꿈의 숨겨진 의미가 주된 관심사이다. 즉, 꿈을 꿀 때 무엇을 보고 듣고, 무엇을 생각하며, 무슨 감정을 느끼는지가 중요하다. 그러나, 신경생물학적으로 꿈을 연구할 때는 개인마다 다른 꿈의 내용이나 의미보다는 누구에게나 공통적으로 보여지는 꿈의 특징이 주관심사가 된다. 따라서, 꿈에 대한 신경생물학적인 접근에서는 꿈의 형태를 주로 연구하게 된다. 즉, 꿈에서 어떻게 보고 듣고, 어떻게 생각하며, 어떻게 감정을 느끼는지 연구하게 된다. 그러나 많은 연구와 학설에도 불구하고 아직까지 꿈을 일으키는 원인이나 꿈의 기능에 대해서 신경생물학적으로 명확하게 밝혀지지 않았다.

본 글에서는 꿈의 신경생물학적 측면에 대해 살펴볼 것

가천의과대학교 정신과학교실

Department of Psychiatry, Gachon University of Medicine and Science, Incheon, Korea

Corresponding author: Seog Ju Kim, Department of Psychiatry, Gachon University of Medicine and Science, 1198 Guwol-dong, Namdong-gu, Incheon 405-760, Korea

Tel: 032) 460-8420, Fax: 032) 472-3396

E-mail: sjkim@gilhospital.com

이다. 꿈의 신경생물학 내용 전체를 다루기는 상당히 방대하므로, 본 글에서는 주로 현대까지 알려진 기초적인 지식과 주요 학설들을 간략히 소개할 것이다. 우선 꿈의 신경생물학적 정의를 살펴보고 꿈의 일반적인 특징을 살펴볼 것이다. 그리고, 어떤 신경생리학적, 신경화학적, 신경해부학적 기전이 꿈을 꾸게 하고 꿈의 특성을 만들어내는지 서술할 것이다. 또한, 감정과 인지 기능에 대해 꿈이 맡은 역할이나 기능이 무엇인지 살펴볼 것이다. 마지막으로 꿈의 발생에 대한 몇 가지 신경생물학적 가설을 소개하려고 한다.

본 론

1. 꿈의 정의

어떠한 것을 꿈이라고 정의할지 아직도 명확하게 정해지지 않았다. 국제 수면학회는 꿈에 대한 단일한 정의는 불가능하다고 선언했다(1). 주된 쟁점은 어디까지를 꿈으로 포함시켜야 할 지이다. 잠들거나 깨어날 무렵 드는 생각까지 꿈으로 포함시켜야 할 지, 전형적인 꿈의 형태를 나타내는 램수면(rapid eye movement 수면, REM 수면) 단계의 꿈만을 꿈이라고 할 지 명확하지 않은 것이다. 따라서 다음과

같이 서로 다른 꿈의 정의가 혼용되어 사용되고 있다. 꿈의 다양한 정의를 대략적으로 말하면, 1) 수면 중 일어나는 모든 정신현상, 2) 렘수면 중 일어나는 모든 정신현상, 3) 수면 중 일어나는 환각적인 정신현상, 4) 수면 중 일어나는 환각적, 서술적, 감정적 정신현상, 5) 수면과 각성을 불문하고 나타나는 모든 ‘꿈같은(dream-like)’ 정신현상을 열거할 수 있겠다.

이렇게 꿈의 정의가 다양한 이유는 비렘수면(non-rapid eye movement 수면, NREM 수면)의 꿈에 대한 논쟁과 관련이 깊다. 과거 꿈은 완전히 렘수면에서만 나타나는 것으로 치부되었다(2). 그러나, 비렘수면에서도 정신현상이 나타난다는 주장이 대두되며 꿈의 신경생물학적 정의는 혼선을 빚게 되었다. 현재 가장 호응을 받고 있는 주장은 비렘수면에서도 꿈을 꿀 수 있으나 비렘수면의 꿈은 렘수면의 꿈과 다르다는 것이다(3,4). 비렘수면의 꿈은 어떤 장면을 떠올리는 것보다는 어떤 생각을 하는 것과 비슷하다. 따라서, 비렘수면의 꿈은 단순히 수면을 취하기 전의 생각이나 기억이 수면 중으로 이어진 것에 불과하다고 보기도 한다(5,6). 그러나, 비렘수면의 꿈과 렘수면의 꿈이 서로 차이가 없다는 주장부터 렘수면의 꿈만이 꿈이라고 볼 수 있다는 주장까지 서로 극단적인 이론이 대립하고 있어 혼란은 계속되고 있다.

2. 일반적인 꿈의 형태와 내용

꿈은 지각적으로 선명하며, 감정적으로 강렬하나, 인지적으로는 기괴(bizarre)한 형태를 띤다. 이중 가장 중요하게 여겨지는 부분이 인지적으로 기괴한 형태라는 것이다. 지남력(시간, 공간, 인물)이 꿈에서는 일관되게 유지되지 않는다. 꿈에서는 시간적 배경이 10년 전이었다가 바로 10년 뒤가 되기도 하며, 공간적 배경이 순간적으로 변하기도 하며, 방금 꿈에 등장하던 사람이 다른 사람으로 변하기도 한다. 좀처럼 자신의 정체성(identity)을 잃지는 않으나 자신을 인지하는 능력(self-reflective awareness)이 줄어든다. 사고의 방향성이 소실되며, 논리적 사고능력도 감퇴된다. 사고능력의 저하는 사고의 단절(discontinuity)이나 부적절함의 형태로 자주 나타난다. 이에 따라 서로 관계가 적은 내용들을 쉽게 연결하고 연상한다(hyper-association). 현실적으로 불가능한 일이 벌어지며 이러한 내용을 아무런 의심이 없이 망상적으로 받아들인다. 단기 기억력이 감퇴되어 꿈에서 깨어났을 때 방금 꾸던 꿈 내용을 잘 기억하지 못하고, 꿈을 꾸고 있는 도중에도 직전의 내용을 기억하지 못한다. 반면 평소 오랜 동안 잊고 있었던 기억이 꿈에서 되살아 나기도 한다. 기괴한 인지적 특성에도 불구하고 지각

은 매우 다양하고 풍부하다. 이러한 지각은 내부에서 생성되므로 광의의 환각에 속한다고 볼 수도 있다. 감정도 강렬해서 공포, 즐거움 등이 현실보다 증폭되어 나타나기도 한다.

꿈의 형태와 달리 꿈의 내용은 의외로 개개인마다 큰 차이가 없다고 한다. 실제 문화, 경험이나 가치관 차이가 큰 미개사회 구성원과 문명사회 구성원의 꿈 내용도 아주 작은 차이만을 보여 주었다(7). 다만, 어린이와 노인은 긍정적인 감정을 가지는 꿈을 자주 꾸다고 하며(8,9), 남자의 꿈에 비해 여자의 꿈에 여자가 더 자주 등장한다고 한다(10).

3. 꿈의 신경생리학적 기전

인간의 의식 수준은 크게 각성, 비렘수면, 렘수면으로 나눌 수 있다. 대부분의 꿈은 렘수면에서 일어난다. 꿈은 질적으로 양적으로 렘수면과 관계가 깊다. 따라서, 렘수면의 신경생리학적 특징을 살펴보는 것이 꿈의 신경생리학적 특징을 살펴보는 것과 동일시되어 왔다. 물론 앞서 말했듯이 렘수면과 꿈을 동일하게 볼 수는 없다. 그러나, 렘수면 시 나타나는 신경생리학적 변화를 살펴보는 것이 곧 꿈의 신경생리학적 기전을 이해하는 것에 큰 도움이 될 것으로 추정하고 있다.

렘수면에서 뇌파는 주로 theta파를 이루는데, 이는 비렘수면의 1단계와 비슷한 양상이다. 이러한 뇌파는 delta파가 보이는 비렘수면의 3, 4단계와 달리 렘수면 시 뇌가 활성화되고 있음을 의미한다(11). 또한, 최근 연구에 의하면 각성이나 렘수면에서는 gamma파의 주기적 진동(gamma oscillation)이 강하게 보이며, 비렘수면 시에는 delta파의 주기적 진동이 강하게 보인다고 한다(12,13). 각성 시 gamma파 주기적 진동은 주의를 집중하거나 인지활동을 할 때 나타나는 현상이다. 렘수면의 gamma파 주기적 진동은 꿈에서 여러 가지 이미지를 한꺼번에 엮는데(temporal binding) 중요하다고 한다(14). 그러나, 각성 시와는 달리 렘수면에서는 전두피질의 gamma파 주기적 진동과 두정피질이나 후두피질의 gamma파 주기적 진동은 서로 동조화되지 않는다(desynchrony)(15). 이렇게 동조화가 되지 않는 것이 꿈에서 나타나는 비합리성이나 기괴함과 연관이 있을 수 있다.

동물의 렘수면에서는 뇌교(pons)에서 시작된 뇌교가 시상(thalamus)의 슬상체(geniculate body)를 지나 후두피질에 간헐적으로 전달된다. 이를 PGO파(ponto-geniculo-occipital wave)라고 부른다. 이는 각성 시 동물이 깜짝 놀랐을 때(startle response) 나타나는 현상이다. 인간에서도 PGO파에 상응하는 전기활동도가 정량화 뇌파 연구에서 보고되었다(16,17). 뇌 영상 연구에서는 PGO파와 관계 있

는 영역(뇌교, 시상, 슬상체, 후두피질)의 활성도가 급속 안구운동의 빈도와 상관관계가 있었다(18). 이러한 PGO 파는 꿈의 시각적 영상을 선명하게 하는 것과도 관련이 있는 것으로 본다.

렘수면 시 감각신경과 운동신경 시냅스의 시냅스전 억제 가 일어난다. 이는 꿈에서 보이는 감각과 운동 형태의 변화와 관련이 있는 것으로 추정된다. 외부자극에 대한 감각 입력이 차단되는 것도 시냅스전 억제에 의한 것이다. 이에 따라 꿈에서는 외부자극에 대한 지각이 매우 약해진다. 그러나, 외부자극에 대한 지각이 아예 없어지는 것은 아니다. 꿈을 꾸는 중 큰 소리를 들으면 꿈에 그 소리가 들리는 것은 외부자극이 완전히 차단되지 않는 것을 의미한다. 반면, 내부 자극에 의한 감각은 강렬해지는데, 이는 감각표상(sensory representation)을 저장하고 있던 신경망의 억제가 풀리면서 나타나는 현상으로 본다. 그리고, 렘수면의 특징인 근전도의 소실 역시 시냅스전 억제에 의한 것이다. 근전도의 소실이 있으므로, 렘수면에서는 어떠한 내부 혹은 외부 자극에 의해서도 실제로 근육이 움직이지 않는다.

4. 꿈의 신경화학적 기전

뇌의 활성을 조절하는 것은 주로 신경전달물질이다. 중추신경계에 가장 널리 분포하고 있는 신경전달물질은 억제성 신경전달물질인 GABA와 흥분성 신경전달물질인 글루타메이트(glutamate)다. 그러나, 각성, 렘수면, 비렘수면을 결정하는 것은 주로 아세틸콜린(acetylcholine), 노아드레날린(noradrenalin), 세로토닌(serotonin)과 같은 모노아민(monoamine)계 신경전달 물질이다(19,20).

각성 중에는 노아드레날린과 세로토닌의 활성도가 증가되어 있다. 이는 비렘수면에 들면서 점점 줄어들다가, 렘수면 시 최저치에 이른다. 노아드레날린의 뉴런은 청반(locus ceruleus, LC)에 위치하고 있으며 세로토닌의 뉴런은 배측 봉선핵(dorsal raphe nucleus, DRN)에 위치한다. 각성 시에는 의식을 유지시키는 상행성 활성화계(ascending reticular activation system, ARAS)가 활성화되는데, 이는 주로 노아드레날린과 세로토닌의 작용이다. 렘수면 시에는 노아드레날린과 세로토닌이 줄어들어 따라 단기 기억 저장이 잘 되지 않고 주의력이 사라진다.

렘수면 중에도 ARAS는 활성화된다. 노아드레날린과 세로토닌이 거의 활동하지 않는 상태에서 다른 신경전달물질인 아세틸콜린이 ARAS를 활성화시키는 역할을 맡게 된다. 아세틸콜린의 뉴런은 뇌교의 배외측피개(lateral dorsal tegmentum, LDT)와 피개 각곡핵(pedunculopontine tegmentum, PPT)에 위치하고 있다. 비렘수면과 비교할 때, 렘수

면 중에는 LDT와 PPT의 활성도가 증가하여 아세틸콜린이 ARAS를 활성화시킨다. 시상에서 아세틸콜린의 영향이 강해지면 시상과 대뇌피질을 잇는 신경회로의 연결성이 떨어져, 외부자극에 둔감해지는 동시에 내부자극으로 인한 환각이 생길 수 있다(21). 이로써 꿈에서 보이는 환각과 같은 성격을 설명할 수 있다. 꿈에서 감정이 수시로 강렬해지는 현상은 아세틸콜린과 노아드레날린, 세로토닌의 상호작용이 변연계에 미치는 영향으로 본다. 변연계, 특히 편도(amygdala)에 노아드레날린과 세로토닌의 조절이 상실되는 동시에 아세틸콜린의 자극이 강해지는 경우 감정이 강렬해진다. 또한, 아세틸콜린의 활성도가 증가하면 배외측 전전두피질(dorsolateral prefrontal cortex)의 활동이 저하된다. 이에 따라 각종 인지기능의 장애가 나타나게 되어 지남력이 일관되게 유지되지 않는다. 주의력과 지남력의 저하에 따라 사고가 비논리적이 되고 과연상(hyper-association) 현상이 일어나게 되며 주변과 자신에 대한 인식도 사라지게 된다. 언어 역시 논리적인 흐름에서 벗어나게 된다.

다른 모노아민계 신경전달물질과 달리 도파민(dopamine)은 수면-각성 주기에 따른 변화가 거의 없다(22). 도파민 활성도가 렘수면 시에도 계속 떨어지지 않는 것이 환각, 망상과 비슷한 양상이 꿈에서 나타나는 것과 관련이 있다는 주장도 있다.

5. 꿈의 신경해부학적 기전

꿈의 형태학적인 특징은 꿈을 꿀 때 뇌의 일부뿐만 활성화되며, 다른 일부는 억제되어 나타나는 현상 때문으로 여겨지고 있다. 비렘수면에 비하여 렘수면 시에는 뇌교, 중뇌(midbrain), 시상, 편도, 시상하부(hypothalamus), 기저핵(basal ganglia)이 활성화된다. 변연계와 변연계 주변 구조물은 렘수면 중에 각성 시보다도 활성도가 증가되어 있다. 그러나, 배외측 전전두피질은 비렘수면과 같이 활성화되지 않고 남아 있다.

렘수면에서는 비렘수면에 비해 뇌교나 중뇌가 활성화된다. 앞서 말한 ARAS는 뇌간에서 시작된 각성 신호를 전뇌(whole-brain)에 전달하는 체계이다(23). 비렘수면 시에는 ARAS의 활성도가 약해지고 따라서 의식(consciousness)이 사라진다. 그런데, 렘수면에서도 각성 시와 마찬가지로 ARAS가 활성화된다. 즉 다시 ARAS가 활성화되어 꿈이 의식화되는 것이다. 그러나, 앞서 말했듯이 꿈을 꿀 때 ARAS를 활성화시키는 뇌 영역은 LC나 DRN이 아니라 LDT나 PPT가 담당하게 되어 아세틸콜린의 영향이 강해지게 된다(24). LDT와 PPT가 뇌교에 위치하고 있으므로 꿈에서는 뇌교가 활성화 된다. 뇌교의 활성화는 PGO파를 일으키기도 한

다. 그러나, 최근 LDT나 PPT가 직접적으로 렘수면을 유도하는 것은 아니라는 보고가 주목을 받고 있다(25). 외배하핵(sublaterodorsal nucleus, SLD)과 청전부(precoeruleus, PC)가 렘수면을 유도하는 영역(REM-on area)이며, 복외측 수도관주위 회색질(ventrolateral periaqueductal grey matter, vPAG)과 외측교뇌피개(lateral pontine tegmentum, LPT)가 렘수면을 직접 억제하는 영역(REM-off area)이라는 것이다. 이러한 영역들은 서로 상호 억제하므로 동시에 활성화될 수는 없는 스위치(flip-flop switch)와 같은 기전을 가지고 있다고 하였다. 이에 따르면 LDT와 PPT는 vPAG와 LPT를 억제하고, LC와 DRN은 vPAG와 LPT를 흥분시켜 간접적으로 렘수면을 유발/억제하지만, 직접적인 렘수면 스위치는 아니라는 것이다. 하지만 어떤 이론에서든 LDT와 PPT의 아세틸콜린과 LC와 DRN의 노아드레날린과 세로토닌 분비가 렘수면에 중요한 영향을 미친다는 것은 크게 다르지 않다.

또한, 꿈을 꿀 때는 ARAS의 신호를 받는 시상하부와 기저전뇌(basal forebrain)도 활성화된다. 이 영역들은 본능이나 욕구를 담당하고 있다. 따라서 이 영역의 활성화는 꿈을 의식화 시킬 뿐 아니라, 꿈에서 본능적/충동적인 내용을 많이 나타나게 한다.

변연계와 변연계 주변 구조물은 렘수면 시에 활성화도가 증가되어 있다. 이는 편도, 전대상피질(anterior cingulate cortex), 변연계아래(infralimbic) 부위, 변연계 앞(prelimbic) 부위, 안와전두피질(orbitofrontal cortex), 복측 선조체(ventral striatum)를 포함한다. 이러한 영역을 'anterior paralimbic REM activation area'라고도 부른다. 변연계는 강렬한 감정을 느낄 때 활성화되는 것으로 알려져 있으며, 기억의 처리에도 관련이 있다. 꿈에서 강렬한 감정을 느끼는 것은 이 영역의 활성화도 증가와 관계가 깊다고 본다(26). 변연계와 변연계 주변 구조물의 활성화는 꿈에서 감정적 정보를 처리하는데 도움을 주기도 한다. 그러나, 변연계 중 해마(hippocampus)는 렘수면 시 대뇌와의 연결이 약화되는데, 이는 꿈에서 보이는 인지능력의 저하와 관련이 있다(27).

각성 시와 렘수면 시의 가장 큰 뇌 활성화 차이는 배외측 전전두피질에서 볼 수 있다. 렘수면 시 배외측 전전두피질의 활성화도는 떨어져 있다(28-30). 배외측 전전두피질은 행동의 계획, 선택, 감시, 해석, 자의적 조절을 담당한다. 배외측 전전두피질은 두정엽과의 회로를 조절해 주의력을 유지시키고, 측두엽과의 회로를 조절해 기억의 등록과 재생을 유지시킨다. 따라서, 꿈에서 주의력과 기억력이 유지되지 않으며 판단력이 손실되어 기괴한 내용이 나타나는 것은 배외측 전전두피질의 활성화도 저하 때문으로 본다(19). 반면 오

래된 기억들을 저장하고 있던 회로에 대한 배외측 전전두피질의 억제가 풀려서, 오래된 기억들은 꿈에서 더 잘 떠오르기도 한다. 꿈을 꿀 때 스스로 자신을 통제하려는 의지가 약해지는 것은 수행기능(executive function)을 담당하는 전전두피질 활성화는 약해지고, 본능과 감정을 담당하는 피질하 구조물은 억제가 풀리는 상호작용의 결과로 본다.

렘수면에서는 비렘수면에 비해 기저핵의 활성화도가 증가하며, 소뇌 충부(vermis)의 활성화도도 증가한다. 기저핵은 추체외로(extrapyramidal system)을 통해 운동기능을 조절한다. 소뇌 역시 다른 경로를 통해 미세운동기능을 조절한다. 꿈에서 볼 수 있는 상상 속의 움직임(fictive movement)의 시작과 조절은 기저핵이나 소뇌의 활성화와 관련이 있다(31).

시상은 꿈이나 렘수면 시 PGO파가 전달되는 곳이다. 시상은 후각을 제외한 모든 감각 정보를 대뇌피질에 전달해주는 곳이다. 그러나, 꿈에서나 렘수면 시에는 시상에 외부 자극으로 인한 감각 정보가 전달되지 않는다. 반면 내부적으로 발생하는 뇌활동으로 인한 정보가 전달된다. 이러한 거짓 감각 정보(pseudosensory information)는 시상을 통해 감각연합 피질(sensory association cortex)로 전달된다. 꿈에서 실제로 존재하지 않는 시각/청각/촉각적 자극을 느끼는 것은 시상을 통해 감각연합 피질이 활성화되기 때문으로 본다.

렘수면 시 일차감각 피질(primary sensory cortex)과 일차운동 피질(primary motor cortex), 특히 일차시각 피질(primary visual cortex)의 활성화도는 비렘수면과 마찬가지로 떨어져 있다. 반면, 감각연합 피질, 특히 시각연합 피질(visual association cortex)의 활성화도는 비렘수면에 비해 렘수면 시 증가한다(28,30). 감각연합 피질은 감각정보의 통합을 담당하는 곳이다. 일차감각 피질과 일차운동 피질의 활성화도 저하와 감각연합 피질의 활성화도 증가는 꿈에서 보이는 감각운동영역의 환각, 특히 꿈의 장면을 보는 듯한 환시의 기전으로 여겨진다.

하두정피질(inferior parietal cortex) 역시 비렘수면에 비해 렘수면에서 활성화도가 증가한다. 이 영역은 각기 다른 종류의 감각 정보를 통합하는 곳이다. 이 영역이 활성화되는 것이 꿈에서 각기 다른 감각 정보(시각, 청각, 촉각, 운동감각 등)를 통합하여 하나의 시나리오를 만들어내는 기전과 관계가 있다고 추측되고 있다(29).

6. 꿈의 기능

꿈을 가능하게 하는 생물학적 변화(특히 렘수면)는 기능이 있으나, 꿈은 이러한 생물학적 변화로부터 기인된 부수적 현상일 뿐 아무런 기능이 없다는 주장이 있다. 반면, 꿈

을 꾸지 않으면 이러한 생물학적인 변화는 아무런 의미를 가지지 못 한다는 주장도 있다. 근래 연구들은 꿈이 감정과 인지기능에 영향을 주는 것으로 보고하고 있다.

꿈은 일상생활에서 겪은 감정의 처리에 도움을 주는 것으로 보고 있다(32). 꿈에서 느끼는 감정은 잠들기 직전에 느끼는 감정의 종류나 정도와 관계가 깊다. 잠들기 직전에 느낀 좋지 않은 감정들은 수면 초반의 꿈에는 많이 나타나나, 수면 후반의 꿈에는 줄어든다. 수면 후반의 꿈에 좋지 않은 감정이 충분히 줄어들면 아침에 일어날 때 좋지 않은 감정을 덜 느끼게 된다. 실제로 새벽에 좋은 꿈을 꾸 우울증 환자들이 예후가 더 좋다고 한다. 이를 기반으로 꿈이 각성 시 느낀 부정적인 감정을 해소하는 기능이 있는 것이 아닌가 하는 가설이 제기되었다. 기전으로는 일상생활에서 느낀 부정적인 감정을 과거 무의식적인 기억 속의 감정 해소법과 꿈 속에서 연결시켜 감정을 해소하는 것이라는 주장이 있다. 반면 아직 감정해소의 기억을 가지지 못한 채 정신적 외상을 겪게 되면, 이러한 꿈의 기능이 제대로 발휘되지 못하며 악몽과 잦은 각성만이 반복될 수 있다는 것이다. 이는 외상후스트레스장애 환자, 특히 소아 환자에게 두드러진다(33).

정신치료에서의 꿈에 대한 치료자의 해석이 꿈의 내용을 바꿀 수 있다는 연구도 있다(34). 이에 따르면 꿈 자체의 신경회로에 꿈의 해석이 같이 녹아 들어가서(즉, 꿈에서 활성화된 신경회로와 꿈의 해석이 새롭게 연결되어) 이러한 작용이 일어난다고 본다. 또 꿈에 대해 회상을 많이 했던 정신치료 대기자가 정신치료에 잘 반응하고 적극적으로 참여하게 된다고 한다.

감정 처리뿐 아니라 인지기능에서도 꿈의 역할은 제시되어 왔다. 잠들기 전에 학습되었던 내용이 꿈에서 다시 반복된다는 주장은 정설로 굳어지고 있다. 자기 전에 학습할 때 활성화되었던 신경회로가 그날 밤의 렘수면 시에 똑같은 위치에서 똑같은 순서로 다시 활성화된다고 보고되었다(35). 이는 꿈이 기억 강화(memory consolidation) 기능을 한다는 증거로 제시되고 있다. 낮 시간의 정보 처리 시 활성화되었던 신경망을 꿈을 꾸면서 강화하고, 통합하며, 어떤 경우에는 다시 복구한다는 것이다. 실제로 수면을 취하면 감각 기능, 운동 기능, 단어 연상기능, 감정적 기억력, 수학적 통찰력 등이 증가된다는 많은 연구 결과가 있다(36-41). 특히 동물실험에서 낮에 다양한 환경에 노출된 경우에만 렘수면 중 해마에서 시냅스 가소성(neuronal plasticity) 관련 유전자 발현이 증가했으므로(42), 낮 시간에 학습할 내용이 많은 경우 렘수면의 기억 강화가 더욱 강력할 것으로도 추정되고 있다. 이러한 기억 강화는 학습 후 며칠 또는

몇 년 뒤까지 계속 되기도 한다.

그러나, 꿈이 낮에 경험했던 모든 기억을 강화하는 것은 아니다. 꿈에서 나타나는 낮 시간의 기억은 해마와 관련된 일화기억(episodic memory : 사건과 경험에 관한 기억)과는 관련이 적다. 반면 의미론적기억(semantic memory : 사실이나 지식에 대한 기억)이나 표상기억(representational memory : 장면에 대한 기억)은 꿈에 자주 등장한다. 이러한 기억은 신대뇌피질(neocortex)에서 저장되거나 처리되는 기억이다(43). 또한, 기억 중에서도 감정에 영향을 주는 기억이 렘수면 시 강화된다고 한다(40).

낮 시간에 학습을 시키고 난 후 잠을 자면 꿈에 학습한 내용이 다시 등장하게 된다. 측두엽 손상으로 기억 등록에 장애가 있는 환자에게도 학습한 내용이 꿈에 나온다. 어떤 환자는 어제 학습했다는 사실 자체를 망각했음에도 학습 내용을 꿈을 꾸다. 그러나, 학습하는 경험과 같은 일화기억은 꿈에 좀처럼 등장하지 않는다(44). 이러한 결과들은 꿈에서 맡는 기억의 강화가 해마와는 독립적임을 이야기한다. 이에 대해 꿈에서는 해마에서 대뇌피질까지 정보 전달이 잘 이루어지지 않고, 피질에서 해마로는 연결성이 약한 조각난 기억 정보만을 전달하기 때문이라는 학설이 있다(45). 해마와 대뇌피질 간 정보 전달이 변하는 기전으로는 렘수면 중의 theta파(46)나 코티졸(cortisol) 증가(47)가 제시되고 있다.

꿈에는 몇 년 전에 학습한 비슷한 내용까지 등장하게 된다. 이는 꿈이 새로 학습한 내용과 과거 기억과의 연결을 맡는다는 증거이다. 최근 연구에서는 충격적인 영화를 본 후 꿈에 영화의 내용이 얼마나 자주 등장하는 지를 조사하였다. 이에 따르면 영화 내용이 첫날밤 꿈에 많이 나오다가 다음날 밤부터는 점점 덜 나오지만, 3~4일 후부터는 다시 영화 내용이 꿈에 나오기 시작해 영화를 본 지 1주일 후에는 영화를 본 당일과 거의 비슷한 수준이 된다고 하였다(48). 이 역시 꿈에서 과거 기억을 다시 재생한다는 간접적인 증거로 볼 수 있다.

꿈에서의 연상능력도 각성과는 차이가 있다. 각성 시에는 주어진 단어와 관계가 깊은 단어만이 잘 떠오른다면, 꿈에서는 주어진 단어와 관련이 약한어들도 잘 떠오르게 된다. 이러한 꿈에서의 과연상은 연상의 이완을 일으키기도 하지만, 창조성에는 도움을 준다는 가설이 있다. 과거에 강하게 연결되어 있지 않던 새로운 신경 회로를 꿈을 꾸면서 구성하게 되고, 이는 새로운 통찰력을 가지게 한다는 것이다. 낮 시간의 정보는 완전히 같은 형태로 꿈에서 나타나기 보다는 약간 전환(transformation)된 형태로 꿈에 나타나는 경우가 많다. 이는 과거에는 관련이 약했던 정보와 낮

시간의 정보를 연결하는 새로운 회로가 꿈을 꾸면서 구성 되는 것이라고 볼 수 있다.

7. 꿈의 기전에 대한 대표적 가설

Hobson과 같은 학자는 ‘activation-synthesis’ 가설(20)과 이후 AIMS(activation-inputs-modulation) 가설(19)을 주장했다. 이 이론에 따르면 꿈은 뇌간이 무작위로 활성화(random-activation)되면서 생긴 이차적인 현상이라는 것이다. 꿈의 내용 중 서술적인 부분은 피질의 활동이나 꿈의 회상 중 이차적으로 합성된다는 것이다(synthesis). 꿈의 대부분의 특징은 세로토닌과 노아드레날린이 저하된 상태에서 아세틸콜린만 증가하여 ARAS를 활성화 시키는 것과 관련이 있다고 하였다.

Hobson은 자신의 이론과 정신분석학적 이론을 다음과 같이 비교하였다. 우선 꿈이 생기게 하는 원동력을 정신분석학에서는 억압된 무의식적인 욕구로 보는데 비해, 그는 수면 중 뇌간의 무작위적 활성화로 보았다. 꿈의 시각적 이미지를 정신분석학에서는 감각영역으로의 퇴행으로 생각하는데 비해 Hobson은 시각영역의 활성화로 보며, 내용의 기괴함을 욕구의 가장(disguise)로 Freud는 생각하였으나 Hobson은 과연상의 결과로 보았다. 또한, 꿈에서 드러나는 망상적 믿음을 정신분석학적인 입장에서는 일차사고과정의 영향으로 해석하나 Hobson은 배외측 전전두피질의 활성화 저하에 따른 작업기억력(working memory) 손상에 의한 것으로 해석하였다. 꿈에서 드러나는 감정을 정신분석학에서는 자아(ego)의 2차적 방어기제로 보나 Hobson은 변연계의 활성화에 의한 것으로 보았다. 기억의 저하 역시 정신분석학에서는 방어기제인 억압에 의한 것으로 보나 Hobson은 단순한 기질적인 기억상실(amanesia)로 보았다. Hobson은 결국 꿈의 의미는 정신분석학에서 생각하는 것처럼 감추어져 있지 않고 투명한 것이며, 별 다른 꿈의 해석이 필요치 않다고까지 하였다.

이러한 Hobson의 이론은 많은 신경생물학적인 근거를 가지고 있으나, 이에 반박하는 신경생물학적 이론도 있다. 대표적인 것이 Solms의 이론이다(49). Solms의 이론과 Hobson의 이론의 차이의 출발점은 렘수면과 꿈을 같은 것으로 볼 것인지, 아니면 별도로 볼 것인지에 있다. Solms는 뇌 손상 환자들의 관찰을 통해 렘수면은 꿈을 꿀 수 있는 유리한 환경을 제공할 수는 있으나, 꿈과는 독립적이라고 주장하였다. 따라서 렘수면에 대한 연구를 단순히 꿈에 대한 연구로 확장하는 것은 어렵다고 보았다. Solms는 충동과 보상이 관계된 도파민 회로의 활성이 꿈의 생성과 관계가 있으며, 따라서 꿈의 생성은 생물학적 욕구, 충동, 보상 등과 밀접한 관련이

있다고 하며 ‘activation-synthesis’ 가설을 반박하였다. 이는 무의식적인 욕구가 꿈을 일으킨다는 정통 정신분석학적 입장과 비슷하여 ‘neo-Freudian’ 가설로 불리기도 하였다. 한편, Gottesman(50)은 렘수면 중 세로토닌과 노아드레날린의 저하와 도파민 유지가 합쳐져 꿈의 환각, 망상, 정신병 유사 증상이 일어나게 된다는 통합 가설을 주장하였다.

결론

이상으로 꿈의 신경생물학적 측면을 간략히 살펴 보았다. 꿈과 렘수면이 밀접한 관련이 있다는 것은 공통된 의견이지만, 꿈과 렘수면이 동일한 신경생물학적 기전을 가지지에 대해서는 논란이 있다. 꿈에서 보이는 인지기능의 이상과 감정의 증폭은, 1) 생리학적으로는 뇌파의 변화와 비동조화, 시냅스전 억제, 2) 화학적으로는 노아드레날린과 세로토닌의 감소, 아세틸콜린의 증가, 도파민의 상대적 증가, 3) 해부학적으로는 배외측 전전두피질의 활성화도 감소와 변연계 및 주변의 활성화에 의한 것으로 추정되고 있다. 꿈은 부정적 감정을 처리하는 기능이 있다고 추정되고 있다. 또한, 꿈은 기억력(특히 의미론적 기억과 감정적 기억)을 강화하고, 과거 기억과 새로운 경험을 연결하는 기능을 하는 것으로 보고 있다. 꿈의 발생 기전에 대한 가설로는 ‘activation-synthesis’ 가설과 ‘neo-Freudian’ 가설이 서로 맞서고 있으나 아직 명확한 결론은 없는 실정이다.

중심 단어 : 꿈 · 신경생물학.

REFERENCES

1. Pagel JF, Blagrove M, Levin R, States B, Stickgold B, White S. Definitions of dream: A paradigm for comparing field descriptive specific studies of dream. *Dreaming* 2001;11:195-202
2. Dement W, Kleitman N. The relation of eye movements during sleep to dream activity: an objective method for the study of dreaming. *J Exp Psychol* 1957;53:339-346
3. Foulkes WD. Dream reports from different stages of sleep. *J Abnorm Soc Psychol* 1962;65:14-25
4. Antrobus J. REM and NREM sleep reports: comparison of word frequencies by cognitive classes. *Psychophysiology* 1983;20:562-568
5. Baylor GW, Cavallero C. Memory sources associated with REM and NREM dream reports throughout the night: a new look at the data. *Sleep* 2001;24:165-170
6. Fosse MJ, Fosse R, Hobson JA, Stickgold RJ. Dreaming and episodic memory: a functional dissociation? *J Cogn Neurosci* 2003;15:1-9
7. Gregor T. A content analysis of Mehinaku dreams. *Ethos* 1981;9:353-390
8. Stairs P, Blick K. A survey of emotional content of dreams recalled by college students. *Psychol Rep* 1979;45:839-842
9. Howe JB, Blick KA. Emotional content of dreams recalled by elderly

women. *Percept Mot Skills* 1983;56:31-34

10. Domhoff GW. *Finding Meaning in Dreams: A Quantitative Approach*. New York, Plenum Publishing;1996.
11. Tallon-Baudry C, Bertrand O. Oscillatory gamma activity in humans and its role in object representation. *Trends Cogn Sci* 1999;3:151-162
12. Gross DW, Gotman J. Correlation of high-frequency oscillations with the sleep-wake cycle and cognitive activity in humans. *Neuroscience* 1999;94:1005-1018
13. Llinas R, Ribary U. Coherent 40-Hz oscillation characterizes dream state in humans. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1993;90:2078-2081
14. Kahn D, Pace-Schott EF, Hobson JA. Consciousness in waking and dreaming: the roles of neuronal oscillation and neuromodulation in determining similarities and differences. *Neuroscience* 1997;78:13-38
15. Perez-Garcia E, del Rio-Portilla Y, Guevara MA, Arce C, Corsi-Cabrera M. Paradoxical sleep is characterized by uncoupled gamma activity between frontal and perceptual cortical regions Paradoxical sleep is characterized by uncoupled gamma activity between frontal and perceptual cortical regions. *Sleep* 2001;24:118-126
16. McCarley RW, Winkelman JW, Duffy FH. Human cerebral potentials associated with REM sleep rapid eye movements: links to PGO waves and waking potentials. *Brain Res* 1983;274:359-364
17. Ioannides AA, Corsi-Cabrera M, Fenwick PB, del Rio Portilla Y, Laskaris NA, Khurshudyan A, Theofilou D, Shibata T, Uchida S, Nakabayashi T, Kostopoulos GK. MEG tomography of human cortex and brainstem activity in waking and REM sleep saccades. *Cereb Cortex* 2004;14:56-72
18. Peigneux P, Laureys S, Fuchs S, Delbeuck X, Degueldre C, Aerts J, Delfiore G, Luxen A, Maquet P. Generation of rapid eye movements during paradoxical sleep in humans. *Neuroimage* 2001;14:701-708
19. Hobson JA, Pace-Schott EF, Stickgold R. Dreaming and the brain: toward a cognitive neuroscience of conscious states. *Behav Brain Sci* 2000;23:793-842
20. Hobson JA, McCarley RW. The brain as a dream state generator: an activation-synthesis hypothesis of the dream process. *Am J Psychiatry* 1977;134:1335-1348
21. Perry EK, Perry RH. Acetylcholine and hallucinations: disease-related compared to drug-induced alterations in human consciousness. *Brain Cogn* 1995;28:240-258
22. Miller JD, Farber J, Gatz P, Roffwarg H, German DC. Activity of mesencephalic dopamine and non-dopamine neurons across stages of sleep and waking in the rat. *Brain Res* 1983;273:133-141
23. Steriade M. Corticothalamic resonance, states of vigilance and mentation. *Neuroscience* 2000;101:243-276
24. Hobson JA, McCarley RW, Wyzinski PW. Sleep cycle oscillation: reciprocal discharge by two brainstem neuronal groups. *Science* 1975; 189:55-58
25. Lu J, Sherman D, Devor M, Saper CB. A putative flip-flop switch for control of REM sleep. *Nature* 2006;441:589-594
26. Kahn D, Stickgold R, Pace-Schott EF, Hobson JA. Dreaming and waking consciousness: a character recognition study. *J Sleep Res* 2000; 9:317-325
27. Nofzinger EA, Mintun MA, Wiseman M, Kupfer DJ, Moore RY. Forebrain activation in REM sleep: an FDG PET study. *Brain Res* 1997;770:192-201
28. Braun AR, Balkin TJ, Wesenten NJ, Carson RE, Varga M, Baldwin P, Selbie S, Belenky G, Herscovitch P. Regional cerebral blood flow throughout the sleep-wake cycle. An H₂ (15) O PET study. *Brain* 1997; 120:1173-1197
29. Maquet P, Peters J, Aerts J, Delfiore G, Degueldre C, Luxen A, Franck G. Functional neuroanatomy of human rapid-eye-movement sleep and dreaming. *Nature* 1996;383:163-166
30. Braun AR, Balkin TJ, Wesenten NJ, Gwady F, Carson RE, Varga M, Baldwin P, Belenky G, Herscovitch P. Dissociated pattern of activity in visual cortices and their projections during human rapid eye movement sleep. *Science* 1998;279:91-95
31. Porte HS, Hobson JA. Physical motion in dreams: one measure of three theories. *J Abnorm Psychol* 1996;105:329-335
32. Foulkes D. Data constraints on theorizing about dream function. In Moffitt A, Kramer M, Hoffman R. (eds) : *The Functions of Dreaming*. Albany, State University of New York Press;1993. p.11-20
33. Terr LC. Chowchilla revisited: the effects of psychic trauma four years after a school-bus kidnapping. *Am J Psychiatry* 1983;140:1543-1550
34. Palombo S. *Dreaming and Memory: A New Information Processing Model*. New York, Basic Books;1978.
35. Louie K, Wilson MA. Temporally structured replay of awake hippocampal ensemble activity during rapid eye movement sleep. *Neuron* 2001;29:145-156
36. Stickgold R, Whidbee D, Schirmer B, Patel V, Hobson JA. Visual discrimination task improvement: A multi-step process occurring during sleep. *J Cogn Neurosci* 2000;12:246-254
37. Walker MP, Brakefield T, Morgan A, Hobson JA, Stickgold R. Practice with sleep makes perfect: sleep-dependent motor skill learning. *Neuron* 2002;35:205-211
38. Plihal W, Born J. Effects of early and late nocturnal sleep on priming and spatial memory. *Psychophysiology* 1999;36:571-582
39. Plihal W, Pietrowsky R, Born J. Dexamethasone blocks sleep induced improvement of declarative memory. *Psychoneuroendocrinology* 1999;24:313-331
40. Wagner U, Gais S, Born J. Emotional memory formation is enhanced across sleep intervals with high amounts of rapid eye movement sleep. *Learn Mem* 2001;8:112-119
41. Wagner U, Gais S, Haider H, Verleger R, Born J. Sleep inspires insight. *Nature* 2004;427:352-355
42. Ribeiro S, Goyal V, Mello CV, Pavlides C. Brain gene expression during REM sleep depends on prior waking experience. *Learn Mem* 1999;6:500-508
43. Schacter DL, Tulving E. *Memory Systems* 1994. Cambridge, Mass, MIT Press;1994.
44. Buzsaki G. The hippocampo-neocortical dialogue. *Cereb Cortex* 1996; 6:81-92
45. Stickgold R, Hobson J A, Fosse R, Fosse M. Sleep, learning, and dreams: off-line memory reprocessing. *Science* 2001;294:1052-1057
46. Johnson JD. REM sleep and the development of context memory. *Med Hypotheses* 2005;64:499-504
47. Payne JD, Nadel L. Sleep, dreams, and memory consolidation: the role of the stress hormone cortisol. *Learn Mem* 2004;11:671-678
48. Nielsen TA, Kuiken D, Alain G, Stenstrom P, Powell R. Immediate and delayed incorporations of events into dreams: further replication and implications for dream function. *J Sleep Res* 2004;13:327-336
49. Solms M. Dreaming and REM sleep are controlled by different brain mechanisms. *Behav Brain Sci* 2000;23:904-1121
50. Gottschalk LA. The application of a computerized measurement of the content analysis of natural language to the assessment of the effects of psychoactive drugs. *Methods Find Exp Clin Pharmacol* 1999;21: 133-138