The Association between History of Body Injury during Sleep and Obstructive Sleep Apnea in REM Sleep Behavior Disorder

Ki-Hwan Ji, Mi-Ri Kang

Department of Neurology, Busan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Busan, Korea

렘수면행동장애에서 수면 중 신체손상병력과 수면무호흡과의 연관성

지기환, 강미리

인제대학교 의과대학 부산백병원 신경과학교실

Received November 4, 2020
Revised November 23, 2020
Accepted November 24, 2020

Address for correspondence

Ki-Hwan Ji, MD
Department of Neurology,
Busan Paik Hospital,
Inje University
College of Medicine,
75 Bokji-ro, Busanjin-gu,
Busan 47392, Korea
Tel: +82-51-890-8613
Fax: +82-51-890-6367
E-mail: kihwanji@gmail.com

Objectives: To investigate whether a history of body injury is associated with obstructive sleep apnea (OSA) in patients with rapid eye movement (REM) sleep behavior disorder (RBD). **Methods:** We enrolled 56 consecutive patients with RBD, a history of dream-enacting behaviors, and polysomnographic evidence of REM sleep without atonia. Participants were asked whether they had any history of body injuries such as self-injury or bed-partner injury during sleep. The demographic characteristics and polysomnographic parameters of the groups with a history of injury (n=34, 60.7%) and without (n=22, 39.3%) were compared. The association between the history of injury and OSA was assessed. **Results:** OSA [apnea-hypopnea index (AHI) $\geq 5/h$] was associated with a history of body injury [odds ratio (OR)=6.25, 95% confidence interval (CI)=1.64–23.84]. Additionally, the logistic regression analysis showed that insomnia severity index (OR=0.87, 95% CI=0.80–0.98) and AHI (OR=1.10, 95% CI=1.02–1.18) were associated with history of body injury. **Conclusions:** Therefore, we can conclude that history of body injury is related to obstructive sleep apnea in patients with RBD.

J Sleep Med 2020;17(2):154-158

Key Words: REM sleep behavior disorder, Obstructive sleep apnea, Injuries.

서 론

렘수면행동장애[rapid eye movement(REM) sleep behavior disorder, RBD]는 렘수면 동안 간헐적인 근 긴장의 소실(REM sleep without atonia, RSWA)이 발생하여 꿈의 내용이 행동으로 나타나(발차기, 주먹치기, 소리치기, 침대에서 떨어지기 등) 본인이나 같이 자는 사람이 다칠 수 있는 질환으로,¹⁻³ 렘수면을 조절하는 뇌간의 기능장애를 반영한다.⁴ 국제수면질환분류 3판(International Classification of Sleep Disorders-3, ICSD-3)에 의하면 RBD의 진단을 위해서는 병력에서 뚜렷한 꿈의 행동화로 폭력적이거나, 위험한 행동이 관찰되거나, 수면다원검사(polysomnography, PSG)

중 렘수면에서 이상행동이 확인되고, 근전도에서 RSWA가 기록되어야 한다.⁵ 폐쇄수면무호흡(obstructive sleep apnea, OSA)은 성인에게 주로 발생하며, 수면 중 상기도의 완전 또는 부분적인 폐쇄에 의해 발생한다. OSA는 당뇨병, 고혈압, 부정맥, 심혈관 및 뇌혈관질환의 위험인자로,⁶ 문헌에 따라서는 RBD 환자의 약 61~89%까지도 OSA를 동반한다고 보고된 바 있는데, 노화(aging)와 남성이라는 공통된 위험요인을 공유하기 때문에 사료된다.^{7,8} OSA 환자에서 수면 중 무호흡에 의한 잦은 각성으로 RBD와 비슷한 행동을 보일 수 있어 감별진단이 필요함은 보고된 바 있다.⁹ 따라서 OSA 환자에서 수면 중 호흡 사건에 의한 각성을 통해 RBD 증상과 비슷한 행동이 나타나면, OSA를 동반하지 않은 경우에 비해, RBD 환자 자신 또는 배우자에게 신체 손상의 병력이 있을 가능성이 더 크다. 본 연구는 PSG를 통해 RBD로 진단받은 환자들을 대상으로 수면 중 신체손상병력과 폐쇄수면무호

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

흡과의 연관성에 대해 규명하고자 하였다.

방 법

대 상

2012년 1월~2017년 7월까지 사건수면을 주소로 내원하여 뚜렷한 꿈의 행동화 병력이 있어 수면다원검사를 시행한 환자 중 RBD로 진단받은 환자를 대상으로 하였다. RBD의 진단은 ICSD-3를 따랐다.⁵ 모든 대상은 한 대학병원에서 진료, 진단 및 검사를 시행하였다. 제외기준은 1) 뇌전증을 진단 받았거나 치료 중인 자, 2) 정신과 질환이 의심되거나 정신질환의 과거력이 있는 자, 또는 치료 중인 자, 3) 두부 외상이나 뇌졸중의 과거력이 있는 경우로 하였다. 또한 사건수면 발생 전후로 수면이나 각성상태 등에 영향을 줄 수 있는 약물을 복용한 경우도 제외하였다. 본 연구는 부산백병원 윤리심의위원회의 승인을 받았다(IRB No. 17-0108).

설문지

설문지는 수면 클리닉에 처음 방문한 날 작성되었다. 모든 환자에게 ‘수면 중 꿈꾸는 행동으로 자신의 신체를 다쳤거나 잠자리를 같이 하는 배우자를 다치게 한 적이 있는지’ 여부를 조사하였다. 환자나 배우자가 통증을 느끼고 깨어난 후, 그 사실을 명확히 기억하고 있는 경우로 한정하였고, 가벼운 신체접촉 등의 사건은 제외하였다. 엠피워스졸음척도(Epworth Sleepiness Scale, ESS)는 주간 졸림증(daytime sleepiness)의 척도로, 일상에서 접할 수 있는 8가지 상황에서 잠이 들 수 있는 가능성을 0(절대 졸지 않음)에서 3(졸 것 같음)으로 평가하며 0~24점의 범위를 가진다. 점수가 클수록 졸림증이 심하고, 10점 이상이면 과도한 주간졸림이 있음을 의미한다.¹⁰ 벡울울척도(Beck Depression Inventory, BDI)는 지난 2주간의 우울함 정도를 측정하는 21가지 항목으로 구성되며 0~63점의 범위를 가진다. 점수가 클수록 우울함을 뜻한다.¹¹ 불면증심각성척도(Insomnia Severity Index, ISI)는 지난 2주간 불면증의 심각도를 보여주는 7가지 항목으로 구성되며, 점수가 높을수록 심한 불면증상을 의미한다.¹²

수면다원검사

수면다원검사는 RemLogic(Embla System, Denver, CO, USA)으로 시행하였다. 수면의 단계 및 각성의 판정은 뇌파(C3-A2, C4-A1, O1-A2, O2-A1), 안전도, 턱근전도(chin EMG)로 하였고, 호흡량은 열전대(oral-nasal thermistor)와 비압력감지기(nasal pressure transducer)로 측정하였다. 흉곽 및 복부에 장착한 호흡 유도계수 체적 기록계(respiratory

inductance plethysmography)를 이용하여 호흡운동을 측정하였고, 그 외 산소포화도(finger pulse oximetry) 및 체위 센서, 심전도(modified V2 lead)를 측정하였다. 근전도는 턱과 양쪽 앞정강근(tibialis anterior muscle)에서 측정하였다. 수면과 호흡 상태 평가는 이전의 보고를 따랐다. 무호흡(apnea)은 10초 이상 호흡이 멈추며, 비강의 온도, 압력센서를 통해 공기흐름이 90% 이상 감소하는 상태를, 저호흡(hypopnea)은 압력센서에 공기흐름이 10초 이상, 30% 이상 감소를 보 이면서 산소포화도가 4% 이상 떨어지거나 각성을 보일 때 이다. OSA는 무호흡-저호흡지수(apnea-hypopnea index, AHI)가 시간당 5회 이상인 경우로 정의했다. 근전도에서 RSWA의 진단은 2007년 미국 수면학회 수면판독기준을 따랐다.¹³ 총 RSWA시간을 총 REM 수면 시간 중 비율로 계산하였고, RSWA를 긴장성(tonic)과 위상성(phasic)으로 구분하였다. 한 에포크를 30초로 하고, 3초씩의 미니에포크(mini epoch)를 지정하였다. 기존 수면시 근전도 소견보다 4배 이상 진폭이 증가한 근전도의 근긴장이 한 에포크에서 50% 이상 연속적으로 증가한 경우 긴장성으로 정의하였다. 5개 이상의 미니에포크에서 비연속적으로 0.1~5초간 지속하는 4배 이상의 진폭이 증가한 근전도상의 근긴장이 관찰된 경우 위상성으로 정의하였다.

통계 분석

두 군간의 비교를 위하여 연속형 변수는 정규성을 확인한 후, 정규성을 따르는 경우는 독립표본 t-검정(independent t-test)을, 정규성을 따르지 않는 경우는 맨-휘트니 U 검정(Mann-Whitney U test)을 실시하였다. 비연속형 변수의 경우 카이제곱검정(chi-square test)을 실시하였다. RBD군을 신체손상의 기왕력 여부에 따라 나누어 일반적 특성과 수면다원검사 결과를 비교하였다. 신체손상 병력과 OSA(AHI $\geq$ 5/h)와의 연관성을 확인하기 위해 카이제곱검정을 시행하였고, 병력에 따른 무호흡의 교차비를 구하였다. 군간 비교 시 유의미한 결과를 보인 변수들을 이용하여, 신체손상과 관련된 요인을 확인하기 위하여 로지스틱 회귀분석을 실시하였다. 변수들을 보정하여 유의미한 변수를 찾고자 다변량 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 분석은 STATA 14.0(Stata Corp, College Station, TX, USA)를 이용하였고, 양측검정으로 유의수준은 p 값이 0.05 미만으로 하였다.

결 과

총 56명의 연구대상자 평균 연령은 66.1 ± 10.1 세이고, 남성은 34명(60.7%)였다. 특발성 RBD는 48명, 이차성 RBD는

Table 1. Baseline demographic features in subjects with RBD according to injury history

Variable	Absence of injury history (n=22)	Presence of injury history (n=34)	p
Age (years)	62.4±11.1	68.5±8.8	0.027
Female (%)	11 (50)	11 (32.4)	0.298
BMI	23.7±2.7	23.4±2.4	0.571
ESS*	7.5±6.0	7.1±5.7	0.713
BDI	19.0±10.6	13.2±9.1	0.043
ISI	14.9±7.7	9.9±6.6	0.017
Time to diagnosis (years)*	2.4±0.6	3.8±0.8	0.236

Values are presented as mean±standard deviation, n (%). *Mann-Whitney U test. REM: rapid eyeball movement, RBD: REM sleep behavior disorder, BMI: body mass index, ESS: Epworth Sleepiness Scale, BDI: Beck Depression Inventory, ISI: Insomnia Severity Index

8명(다계통위축증 3명, 파킨슨병 5명)이었다. 평균 체질량지수는 23.5 ± 2.5 , 애플워치졸음척도는 7.3 ± 5.8 , 백우울척도는 15.5 ± 10.0 , 불면증심각성척도는 11.9 ± 7.4 였다. 평균 AHI는 18.9 ± 17.4 였고, 호흡불편지수(respiratory disturbance index)는 20.2 ± 17.6 였다. 42명(75.0%)이 OSA(AHI ≥ 5)였다. 신체손상의 과거력은 34명(60.7%)에서 있었고, 이중 23명(67.6%)가 남성이었다.

신체손상의 과거력에 따라 두 군으로 나누어 비교하였고, 결과는 표로 제시하였다(Table 1, 2). 신체손상의 과거력이 있는 군의 연령이 높았으며, 백우울척도와 불면증심각성척도는 낮았다. 신체손상의 과거력이 있는 군에서 OSA를 동반한 경우가 30명(71.4%)인 반면, 과거력이 없는 군에서는 12명(28.6%)이었다. 신체손상의 과거력이 있을 때 OSA를 동반할 교차비(odds ratio, OR)는 6.25[95% confidence interval (CI), 1.64~23.84]였다.

신체손상의 과거력에 따른 OSA와의 관련 요인을 확인하기 위하여 로지스틱 회귀 분석을 실시하였다. 신체손상의 과거력 유무에 따른 군간 비교에서 통계적 유의성을 보인 연령, 백우울척도, 불면증심각성척도, AHI와 유의한 차이를 보이지는 않았지만 성별, 체질량지수, 애플워치졸음척도를 공변량으로 하여 분석하였다. AHI(OR=1.10, 95% CI=1.02~1.18)와 불면증심각성척도(OR=0.87, 95% CI=0.80~0.98)가 신체손상의 과거력에 유의한 영향을 주는 요인이었다(Table 3).

고 찰

본 연구는 RBD 환자에서 신체손상의 병력과 수면무호

Table 2. Polysomnographic parameters in subjects with RBD according to injury history

Variable	Absence of injury history (n=22)	Presence of injury history (n=34)	p
TIB (min)*	475.9 (465.0–517.0)	452.4 (441.0–494.2)	0.036
TST (min)*	404.8 (358.0–423.0)	387.2 (340.5–423.4)	0.169
SL (min)*	10.5 (3.5–18.0)	11.5 (3.0–23.5)	0.860
REML (min)*	87.5 (61.5–109.0)	71.0 (46.5–101.8)	0.235
N1 (%)*	22.2±13.2	37.89±24.9	0.002
N2 (%)	57.8±12.8	44.9±16.0	0.002
N3 (%)*	0.3±1.0	0.1±0.3	0.436
REM (%)*	19.7 (14.8–25.7)	19.6 (17.1–25.4)	0.633
SE (%)*	79.8 (71.8–88.7)	81.1 (74.9–87.7)	0.880
WASO (min)*	75.7 (50.0–115.0)	67.3 (49.6–103.2)	0.621
AHI (/hr)*	10.2 (2.3–14.0)	16.9 (10.6–39.9)	0.002
RDI (/hr)*	10.9 (3.3–16.8)	18.5 (11.6–42.8)	0.006
AI (/hr)*	19.4 (11.2–22.1)	21.2 (15.9–29.0)	0.151
PLMI (/hr)*	5.8 (0.0–33.6)	5.8 (0.0–34.0)	0.752
Phasic REM*	11.0 (7.7–45.5)	17.0 (7.3–33.3)	0.840
Tonic REM*	6.6 (2.8–11.0)	9.9 (3.9–25.2)	0.185
Sleep apnea			0.005
AHI ≤ 5 /h	10 (45.5)	4 (11.8)	
AHI ≥ 5 /h	12 (54.5)	30 (88.2)	
Mild	7 (58.3)	11 (36.7)	
Moderate	4 (33.3)	7 (23.3)	
Severe	1 (8.3)	12 (40)	

Values are presented as mean±standard deviation, n (%), or median (interquartile range). Mild: $5 \leq \text{AHI} < 15$, moderate: $15 \leq \text{AHI} < 30$, severe: $\text{AHI} \geq 30$. *Mann-Whitney U test. REM: rapid eyeball movement, RBD: REM sleep behavior disorder, TIB: time in bed, TST: total sleep time, SL: sleep latency, REML: REM latency, SE: sleep efficiency, WASO: waking after sleep onset, AHI: apnea-hypopnea index, RDI: respiratory disturbance index, AI: arousal index, PLMI: periodic limb movement index

흡의 연관성을 탐색하고자 하였다. 신체손상의 병력이 있는 경우 폐쇄수면무호흡을 동반할 교차비는 6.25였고, 신체손상의 병력과 관련된 요소는 낮은 불면증심각성척도(OR=0.87)와 무호흡-저호흡지수(OR=1.10)였다.

RBD 환자의 수면 중 행동은 매우 복잡하고 다양하다. 팔 다리를 뻗거나, 잡거나, 후려치거나, 손이나 다리로 치거나, 일어나 앉거나, 침대에서 뛰기도 한다.¹⁴ 복잡하고 다양한 임상양상 중에 폭력적인 꿈의 행동화는 특히 신체손상의 위험을 높인다. Olson 등은 93명의 RBD 환자를 신체손상 병력에 따라 분류했을 때 본인이 다친 경우가 30명(32%), 배우자를 공격한 경우가 53명(64%)으로, 그중 13명의 배우자가 다쳤다고 보고했다.⁸ Iranzo 등은 불쾌한 꿈과 수면 중 이상행동을 호소하나 PSG를 통해 RBD가 배제된 16명의 OSA 환자가

Table 3. Multivariable logistic regression for contributing factors of having history of injury during sleep in subjects with RBD

Variable	β	Unadjusted OR (95% CI)	<i>p</i>	β	Adjusted OR (95% CI)	<i>p</i>
ISI	-0.100	0.90 (0.83–0.99)	0.023	-0.1210	0.87 (0.80–0.98)	0.023
AHI	0.070	1.07 (1.02–1.13)	0.008	0.0930	1.10 (1.02–1.18)	0.013
Age	0.066	1.07 (1.01–1.14)	0.025			

Adjusted with age, sex, Beck Depression Index, Epworth Sleepiness Scale, body mass index. RBD: rapid eye movement sleep behavior disorder, OR: odds ratio, CI: confidence interval, ISI: Insomnia Severity Index, AHI: apnea-hypopnea index

수면 중 68%에서 주먹질, 25%에서 침대에서 떨어짐, 25%에서 발길질, 12.5%에서 잠자리 배우자를 공격하는 행동을 보였다고 보고했다.⁹ 즉 상당수의 수면 중 이상행동을 보이는 OSA 환자가 신체손상의 위험에 노출되어 있음을 의미한다. 중증 OSA 환자가 RBD와 비슷한 행동을 보일 수 있고, 이러한 행동은 모두 호흡장애와 연관된 각성과 더불어 발생하였다.⁹ RBD 환자가 OSA를 동반질환으로 가지고 있는 경우, 렘수면 중에는 RSWA로 인한 꿈의 행동화가 나타나고, 비렘수면 또는 렘수면시에도 호흡장애에 의한 각성에 의해 이상행동이 나타날 수 있다. 따라서 RBD에 OSA가 동반되면 신체 손상의 위험이 더 높다. 우리의 연구 결과는 이러한 가설을 지지한다. 하지만 수면다원검사서 렘수면 중 뚜렷한 꿈의 행동화를 나타냈던 경우는 총 17명(30.3%)이었고, 호흡장애에 의한 각성으로 꿈의 행동화가 확인된 경우는 없었다. 이는 RBD 환자에게 OSA가 동반된 경우 호흡장애와 연관된 각성 이외 다른 기전이 꿈의 행동화나 이상행동에 작용했을 가능성을 시사한다. 신체손상병력은 중증의 OSA에만 국한되지 않고, 경증부터 중증의 OSA에 걸쳐서 분포하였다. 최근 OSA 환자의 악몽에 대한 연구는 중증의 OSA 환자에서 보다는 오히려 경증의 OSA에서 꿈의 회상이 많고, 감정적, 주로 적대적이거나 폭력적인 악몽의 경험의 많다고 한다.¹⁵ 이는 중증 OSA의 렘수면 억제 효과에 의한 것으로 보인다.¹⁶ RBD와 OSA에서 보이는 뇌의 기능적 변화에 의한 영향도 잠재적 요인으로 고려해 볼 수 있다.^{17,18} RBD와 OSA를 동시에 이환한 경우 RBD에 의한 꿈의 행동화와 OSA에 의한 호흡관련 잦은 각성, 그 외 여러 요인이 작용하여 신체손상의 발생위험이 높다고 추정할 수 있다.

RBD와 OSA가 다른 병태생리학적 기전을 가졌고, 그 임상적인 결과가 다르기 때문에 그 둘을 구별하는 것도 중요하지만, 역으로 RBD와 OSA가 동시에 이환된 상태에서는 각각의 질병의 이해에 기반하는 통합적인 치료가 필요하다. 양압치료없이 RBD의 일차 치료 약제로 선택되는 클로나제팜(clonazepam)을 복용하면 OSA를 악화시킬 수 있다.¹⁹ 양압치료만 사용하면 무호흡에 의한 이상행동을 줄이고, 일부 RBD 증상을 완화시킬 수도 있지만, 이 역시 제한적인 치료이다.⁹ 따라서 RBD와 OSA의 동시 이환 여부를 최대한 빨리 진단하고

함께 치료하는 것이 중요하다. 하지만 OSA 환자에게 보이는 전형적인 특징과는 다르게 RBD와 OSA를 동반질환으로 가진 경우, 전형적인 OSA 환자에 비해 체중이 덜 나가고, 코골이가 덜한 경향이 있다.²⁰ 따라서 RBD 증상을 보이는 환자에서 OSA의 동반 이환 여부를 임상적으로만 구분하기는 어려우며, RBD의 진단 뿐만 아니라, 동반되어 있을 수 있는 OSA의 확인을 위해서도 수면다원검사를 시행해야 할 것이다.

RBD 환자는 삶의 질 저하를 보이며, 이러한 저하는 우울증과 그와 관련된 불면증상에 기인하는 것으로 보인다.²¹ 본 연구에서는 신체 손상의 병력은 불면증심각성척도와 음의 관계를 보였다. 또한 신체 손상의 병력이 있는 군에서 백우울척도 점수가 유의하게 낮았다. Seong 등은 RBD 환자의 긍정적수면상태오인(positive sleep state misperception)에 의한 가능성을 제시한 바 있다.²² RBD 환자는 꿈을 자주 꾸다고 호소하며, 수면다원검사서 각성지수 증가, N3 수면 감소 및 수면무호흡지수 증가 등 객관적인 수면의 질 저하가 뚜렷하게 관찰되지만, 불면증이나 수면 자체에 대한 호소는 적다는 것이다.²² OSA 환자에서도 호흡사건의 중증도와 주관적 수면의 질 사이 뚜렷한 연관성을 보이지 않는다.²³ 이 주제에 관한 후속연구가 필요하다.

본 연구의 제한점은 후향적 연구이며, 표본의 수가 적고, 일개 대학병원에서 진료 및 진단을 내렸기 때문에 선택치우침의 문제가 있을 수 있다는 것이다. 또한 단순한 질문을 통해 신체손상의 병력 여부를 확인하였을 뿐, 신체손상의 정도나 빈도에 대한 고려는 하지 않았다. RBD의 중증도는 폭력의 정도와 빈도 및 신체손상의 위험으로 구분할 수 있다. 그러나 빈도는 환자나 배우자가 수면 중 발생하는 움직임을 인지하는 능력에 따라 좌우된다.¹⁴ 따라서 개개인의 차이에 따른 영향이 적은 신체 손상의 여부만을 고려하였으나, 여전히 회상치우침의 가능성을 배제할 수 없다.

결론적으로 RBD 환자의 수면 중 신체손상은 OSA와 연관이 있다. 따라서 RBD가 의심되는 환자에서 신체손상의 병력이 있다면, OSA 환자가 보이는 일반적인 특징인 비만과 코골이가 RBD에게서는 뚜렷하지 않다는 점을 고려하여, OSA의 동반 가능성을 고려하고, 그 진단을 위해 수면다원검사를 계획하는 것이 필요하다. 임상에서 RBD로 의심되는

환자를 대할 때 신체손상의 병력을 확인하는 것이 중요하다.

Acknowledgments

None.

Conflicts of Interest

The authors have no potential conflicts of interest to disclose.

ORCID iDs

Ki-Hwan Ji <https://orcid.org/0000-0002-5371-5398>
Mi-Ri Kang <https://orcid.org/0000-0002-9833-023X>

Author Contributions

Conceptualization : Ki-Hwan Ji. Data curation: Ki-Hwan Ji. Formal analysis: Ki-Hwan Ji. Investigation: Mi-Ri Kang, Ki-Hwan Ji. Methodology: Ki-Hwan Ji. Visualization: Ki-Hwan Ji. Writing—original draft: Ki-Hwan Ji. Writing—review & editing: Mi-Ri Kang, Ki-Hwan Ji.

REFERENCES

- Schenck CH, Bundlie SR, Ettinger MG, Mahowald MW. Chronic behavioral disorders of human REM sleep: a new category of parasomnia. *Sleep* 1986;9:293-308. <https://doi.org/10.1093/sleep/9.2.293>.
- Schenck CH, Bundlie SR, Patterson AL, Mahowald MW. Rapid eye movement sleep behavior disorder. A treatable parasomnia affecting older adults. *JAMA* 1987;257:1786-1789. <https://doi.org/10.1001/jama.1987.03390130104038>.
- Iranzo A, Molinuevo JL, Santamaría J, et al. Rapid-eye-movement sleep behaviour disorder as an early marker for a neurodegenerative disorder: a descriptive study. *Lancet Neurol* 2006;5:572-577. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(06\)70476-8](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(06)70476-8).
- Schenck CH, Mahowald MW. REM sleep behavior disorder: clinical, developmental, and neuroscience perspectives 16 years after its formal identification in SLEEP. *Sleep* 2002;25:120-138. <https://doi.org/10.1093/sleep/25.2.120>.
- American Academy of Sleep Medicine. International classification of sleep disorders: diagnostic and coding manual. 3rd ed. Darien: American Academy of Sleep Medicine, 2014.
- Shahar E, Whitney CW, Redline S, et al. Sleep-disordered breathing and cardiovascular disease: cross-sectional results of the Sleep Heart Health Study. *Am J Respir Crit Care Med* 2001;163:19-25. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.163.1.2001008>.
- Gabryelska A, Roguski A, Simpson G, Maschauer EL, Morrison I, Riha RL. Prevalence of obstructive sleep apnoea in REM behaviour disorder: response to continuous positive airway pressure therapy. *Sleep Breath* 2018;22:825-830. <https://doi.org/10.1007/s11325-017-1563-9>.
- Olson EJ, Boeve BF, Silber MH. Rapid eye movement sleep behaviour disorder: demographic, clinical and laboratory findings in 93 cases. *Brain* 2000;123:331-339. <https://doi.org/10.1093/brain/123.2.331>.
- Iranzo A, Santamaría J. Severe obstructive sleep apnea/hypopnea mimicking REM sleep behavior disorder. *Sleep* 2005;28:203-206. <https://doi.org/10.1093/sleep/28.2.203>.
- Johns MW. A new method for measuring daytime sleepiness: the Epworth sleepiness scale. *Sleep* 1991;14:540-545. <https://doi.org/10.1093/sleep/14.6.540>.
- Beck AT, Ward CH, Mendelson M, Mock J, Erbaugh J. An inventory for measuring depression. *Arch Gen Psychiatry* 1961;4:561-571. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1961.01710120031004>.
- Bastien CH, Vallières A, Morin CM. Validation of the Insomnia Severity Index as an outcome measure for insomnia research. *Sleep Med* 2001;2:297-307. [https://doi.org/10.1016/s1389-9457\(00\)00065-4](https://doi.org/10.1016/s1389-9457(00)00065-4).
- Iber C, Ancoli-Israel S, Chesson A, Quan SF. The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: rules, terminology and technical specifications. Westchester: American Academy of Sleep Medicine, 2007.
- Arnulf I. REM sleep behavior disorder: motor manifestations and pathophysiology. *Mov Disord* 2012;27:677-689. <https://doi.org/10.1002/mds.24957>.
- BaHammam AS, Almeneessier AS. Dreams and nightmares in patients with obstructive sleep apnea: a review. *Front Neurol* 2019;10:1127. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.01127>.
- Pagel JF, Kwiatkowski C. The nightmares of sleep apnea: nightmare frequency declines with increasing apnea hypopnea index. *J Clin Sleep Med* 2010;6:69-73. <https://doi.org/10.5664/jcsm.27713>.
- Hackius M, Werth E, Sürücü O, Baumann CR, Imbach LL. Electrophysiological evidence for alternative motor networks in REM sleep behavior disorder. *J Neurosci* 2016;36:11795-11800. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2546-16.2016>.
- Tahmasian M, Rosenzweig I, Eickhoff SB, et al. Structural and functional neural adaptations in obstructive sleep apnea: an activation likelihood estimation meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev* 2016;65:142-156. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.03.026>.
- Schuld A, Kraus T, Haack M, Hinze-Selch D, Pollmächer T. Obstructive sleep apnea syndrome induced by clonazepam in a narcoleptic patient with REM-sleep-behavior disorder. *J Sleep Res* 1999;8:321-322. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2869.1999.00162.x>.
- Bugalho P, Mendonça M, Barbosa R, Salavisa M. The influence of sleep disordered breathing in REM sleep behavior disorder. *Sleep Med* 2017;37:210-215. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2017.05.012>.
- Kim KT, Motamedi GK, Cho YW. Quality of life in patients with an idiopathic rapid eye movement sleep behaviour disorder in Korea. *J Sleep Res* 2017;26:422-427. <https://doi.org/10.1111/jsr.12486>.
- Seong MJ, Jung AR, Park HR, Choi SJ, Joo EY. Dream recall frequency and sleep in patients with rapid eye movement sleep behavior disorder. *J Sleep Med* 2017;14:55-60. <https://doi.org/10.13078/jsm.17008>.
- Wu MN, Lai CL, Liu CK, et al. More severe hypoxemia is associated with better subjective sleep quality in obstructive sleep apnea. *BMC Pulm Med* 2015;15:117. <https://doi.org/10.1186/s12890-015-0112-1>.