

코골이의 임상적 의의

한양대학교 의과대학 이비인후과학교실

조 석 현

Clinical Implications of Snoring

Seok Hyun Cho, MD, PhD

Department of Otorhinolaryngology, College of Medicine, Hanyang University, Seoul, Korea

Snoring is the most common symptom, along with increased daytime sleepiness, in patients with obstructive sleep apnea (OSA). However, doctors often neglect snoring in clinical practice, and snoring is not addressed in the treatment guidelines of OSA. Therefore, study about snoring and its clinical implications in sleep medicine are needed. The natural history of snoring shows that snoring can evolve into OSA, and the most important risk factors for this continuum are obesity and male sex. Snoring can be a social problem causing annoyance and family difficulties. Animal and human studies have shown that snoring involves the four injury mechanisms of upper airway inflammation, peripheral neuropathy, parasympathetic hypofunction, and endothelial injury. Previous studies have reported that systemic diseases such as atherosclerosis, metabolic syndrome, hypertension, and cardiac diseases were comorbid with snoring. However, most of these studies enrolled patients characterized by survey or questionnaire; therefore, data were biased with effects of OSA. Thus, consensus on the definition and detection of snoring is lacking. Additional studies are required to determine the exact clinical implications of snoring.

KEY WORDS: Snoring · Pathogenesis · Injury · Clinical · Comorbidity.

서 론

코골이는 수면 중 상기도의 부분적 폐쇄로 인하여 기도 점막이 떨리면서 발생하는 이상음으로 주로 연구개 부위에서 발생하는 것으로 생각되어 “palatal flutter”로 불리기도 한다. 코골이의 정확한 정의는 아직 명확하지 않으나, 대개 코골이가 있으면서 수면다원검사에서 무호흡-저호흡 지수 (apnea-hypopnea index, AHI)가 수면시간 당 5 미만인 경우에 해당한다.¹⁾ 수면 시 발생하는 코골이의 원인은 해부학적으로 좁아진 기도를 통하여 빠른 유속의 기류가 형성이 되고, 여기에 기도근육의 긴장도가 저하되면서 떨림(vibration)이 생기는 것으로 이해된다.^{2,3)}

코골이는 주간졸림증(daytime sleepiness)과 함께 폐쇄성 수면무호흡증을 의심하게 하는 대표적인면서 뚜렷한 증상인데 반하여, 수면무호흡증의 중증도 판정, 향후 치료방침의 결정 및 예후평가 등에 전혀 기여를 하지 못한다.⁴⁾ 그것은 아직까지 코골이의 영향을 잘 모르거나, 아니면 실제로 호흡 노력성 각성(respiratory event-related arousals), 저호흡(hypopnea), 무호흡(apnea)과 비교하여 낮은 위험성 때문일 것인데, 이에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 여기에서는 문헌고찰을 통하여 코골이의 정의, 유형, 자연경과, 가족에게 미치는 영향, 진단법, 코골이가 미치는 병태생리, 동반된 질환, 사망률 등 다각적인 분야에서 조명해 보고, 또한 코골이가 갖는 임상적 의의에 대하여 정리해 보고자 하였다.

논문접수일: 2015년 9월 7일 / 수정완료일: 2015년 11월 25일 / 심사완료일: 2015년 12월 28일

교신저자: 조석현, 04763 서울 성동구 왕십리로 222-1 한양대학교 의과대학 이비인후-두경부외과학교실

Tel: +82-2-2290-8580, Fax: +82-2-2293-3335, E-mail: shcho@hanyang.ac.kr

코골이의 정의와 유형

“단순 코골이(simple snoring)”는 폐쇄성 수면무호흡증에 해당하지 않는 그야말로 단순한 코골이를 의미한다. 코골이의 발생빈도에 따른 분류로서 “일과성 코골이(occasional snoring)”와 “습관성 코골이(habitual snoring)”로 구분할 수 있는데, 주 4회의 기준을 사용한 보고가 많지만 아직까지 명확하게 정의되지 못하고 있다.⁵⁾ 코골이의 소리크기에 따른 분류로서 “loud snoring”과 “heavy snoring”이 있는데, 대개 40 dB를 기준으로 사용한 보고가 많지만 역시 통일된 기준은 없다.⁶⁾ 코골이에 대한 임상연구의 약 62%에서는 코골이에 대한 명확한 기준을 제시하지 못하고 있어, 향후 연구를 계획할 때 코골이의 정의를 명확하게 기술할 필요가 있다.

코골이 유병률과 남녀비교

그 동안 코골이 유병률을 알아보려는 많은 연구가 있었으나, 대부분 수면다원검사를 배제한 설문조사에 근거하고 있다. 유럽에서는 30.7~50%, 라틴 아메리카에서는 60%, 일본에서는 34%의 유병률을 보고하고 있다.¹⁾ 코골이는 여성에 비하여 남성에서 호발하는 것으로 잘 알려져 있는데, 최근 보고된 메타분석에 의하면 여성에 비하여 남성의 OR는 1.89로 보고되었다.⁷⁾

코골이의 자연경과

코골이는 폐쇄성 수면무호흡증의 대표적인 증상인 동시에 조기증상일 것이라는 가설이 있으며, 코골이가 점차 심해지면 폐쇄성 수면무호흡증으로 발전하는 것으로 이해된다. 홍콩에서 10개 초등학교를 무작위로 선정하여 6~12세 사이의 소아 3,047명에게 전화설문을 한 결과 습관성 코골이의 유병률은 12.7%였으며, 4~6년 후 다시 설문조사를 했을 때 지속적으로 습관성 코골이를 가진 소아는 4.5%로 조사되었다.⁸⁾ 따라서 60%의 소아 코골이는 4~6년이 경과했을 때 사라진 반면, 40%의 소아에서는 코골이가 지속되었고, 남자와 비만이 주요 위험인자로 보고되었다. 그러나 본 연구에서는 소아 코골이의 주요 인자인 편도와 아데노이드가 고려되지 않았다는 단점이 있다.

중국에서 13개 초등학교를 무작위로 선정하여 6~13세 사이의 소아 619명에서 수면다원검사를 시행한 결과 161명의 단순 코골이가 있었고, 이 중 70명에서 4년 후 수면다원검사를 재검하였다.⁹⁾ 26명(1/3)에서 4년 후 폐쇄성 수면무호흡증

으로 발전하였고, 과체중과 비만이 위험인자로 보고되었다. 이것은 반대로 비만을 동반하지 않는 경우 단순 코골이는 폐쇄성 수면무호흡증으로 발전하지 않는다는 사실을 의미하는 것으로, 비만이 폐쇄성 수면무호흡증의 주요인자임을 알 수 있다.

이스라엘에서 수면다원검사로 진단된 단순 코골이와 폐쇄성 수면무호흡증 환자 중 치료하지 않았던 161명(평균 51세)을 대상으로 6년 후 수면다원검사를 재검하였다.¹⁰⁾ 단순 코골이 28명에서 그 동안 체질량지수의 차이는 1.2, 무호흡-저호흡 지수의 차이는 11.7로 증가함을 보고하였다. 단순 코골이가 폐쇄성 수면무호흡증으로 발전하는데 있어서 연령이 증가하는 것은 연관이 없었으나, 비만은 강한 상관성이 있음을 보고하였다.

코골이가 배우자에게 미치는 영향

코골이는 조용한 야간에 매우 시끄러운 소리로 인하여 배우자의 수면을 방해한다. 따라서 배우자는 매우 심각한 신체적, 정서적인 문제로 고생을 하게 되고, 여러 가지로 행동변화를 유발하게 된다. 아래는 코골이 환자의 배우자들이 흔히 얘기하는 불편감으로 참고해 볼 만하다.¹¹⁾

“당신 때문에 밤에 한 숨도 못 잤어요!”

“내 수면을 방해한 당신이 정말 밉다.”

“나는 코골이로 수면장애가 생겼고, 이로 인해 밤에 야식을 많이 먹게 되어 체중이 늘었어요.”

“남편이 일부러 코를 고는 것이 아니라는 것을 알긴 하지만, 코골이로 인해 우리 사이에 갈등이 생기기 시작했어요.”

배우자를 포함한 가족들은 코골이를 피하기 위한 여러 가지 전략을 세우는 것으로 보고되었다. 소리를 작게 하기 위해 문을 닫거나, 귀마개를 하거나, 헤드폰으로 음악을 듣는 경우도 있다. 같은 방에서 잠을 잘 때 코골이가 생기면 밀거나, 남편을 깨워서 옆으로 자라고 말하거나, 그래도 듣지 않는 경우에는 베개를 탁 치는 등 물리적인 방법을 사용하기도 한다. 이러한 방법들이 통하지 않으면 결국 각 방을 쓰거나, 취침시간을 조절하여 남편보다 먼저 잠드는 전략을 세우기도 한다.¹²⁾

코골이의 진단

코골이의 진단에는 주관적 측정법과 객관적 측정법으로 구분할 수 있다. 주관적 측정법은 주로 배우자에게 문진하여 환자의 코골이나 이로 인한 배우자의 불편감의 유무 혹은 정도를 물어보는 것이다. 수면장애에서 사용하는 많은 설문지에는 반드시 한 가지 이상의 코골이 항목이 있다.

STOP-Bang 설문지는 8개의 항목 중 1가지 항목을 코골이에 할당하여 “loud snoring”의 유무를 묻고 있으며, 대화보다 크거나 문을 닫아도 들리는 정도로 정의하고 있다.¹³⁾ 총 점수가 3점 이상인 경우를 폐쇄성 수면무호흡증의 고위험군으로 분류하는데, “loud snoring”이 있으면 고위험군의 1/3을 충족하는 것으로 평가한다.

Berlin 설문지에는 3개의 카테고리(총 10문항)가 있는데, 5개의 문항으로 구성된 첫 번째 카테고리에서 4개 문항을 코골이에 할당하고 있다. 1) 코골이의 유무, 2) 코골이의 크기(숨소리/대화소리/옆방), 3) 코골이의 빈도(매일/주 3~4회/주 1~2회/월 1~2회)와 4) 배우자의 불편감 유무에 대한 문진으로 코골이에 대하여 자세하게 매우 자세하게 평가하고 있다.¹⁴⁾ 최종 평가에서 2개 이상의 카테고리를 만족하는 경

우 폐쇄성 수면무호흡증의 고위험군으로 분류하는데, 코골이로 첫 번째 카테고리를 만족하는 경우 고위험군의 1/2을 충족하게 된다.

미국수면학회(AASM 2014)에서는 4개의 수면관련 증상 중에서 1개 이상이 있으면서 호흡장애지수(respiratory distress index, RDI)가 5 이상인 경우를 폐쇄성 수면무호흡증으로 정의한다.¹⁵⁾ 4개의 수면관련 증상 중 코골이가 해당하는데, “습관성 코골이”의 유무만을 평가하고 있다.

코골이의 객관적 측정으로 수면다원검사서 다양한 코골이 관련 지수를 볼 수 있다. Allis 5에서는 1) 코골이 총 횟수(total number), 2) 코골이의 평균 지속시간(mean duration), 3) 수면 중 코골이가 있었던 총 시간과 분률(total duration, time %), 4) 각성을 유발한 코골이 횟수, 5) 각성을 유발하지 않은 코골이 횟수 등의 정보를 얻을 수 있다(Fig. 1). 간이수면검사인 Watch-PAT에서는 코골이 수준을 40 dB에서 80 dB 이상까지 구분하여 각 데시벨 군에서 수면시간을 보고하고 있으며, 또한 역치(45 dB) 이상의 수면시간 및 평균 데시벨을 평가한다.¹⁶⁾

수면다원검사서 제시하는 코골이 지수는 1) 코골이 지수(event/hr), 2) 코골이 시간(time %), 3) 코골이 크기(dB)로 정

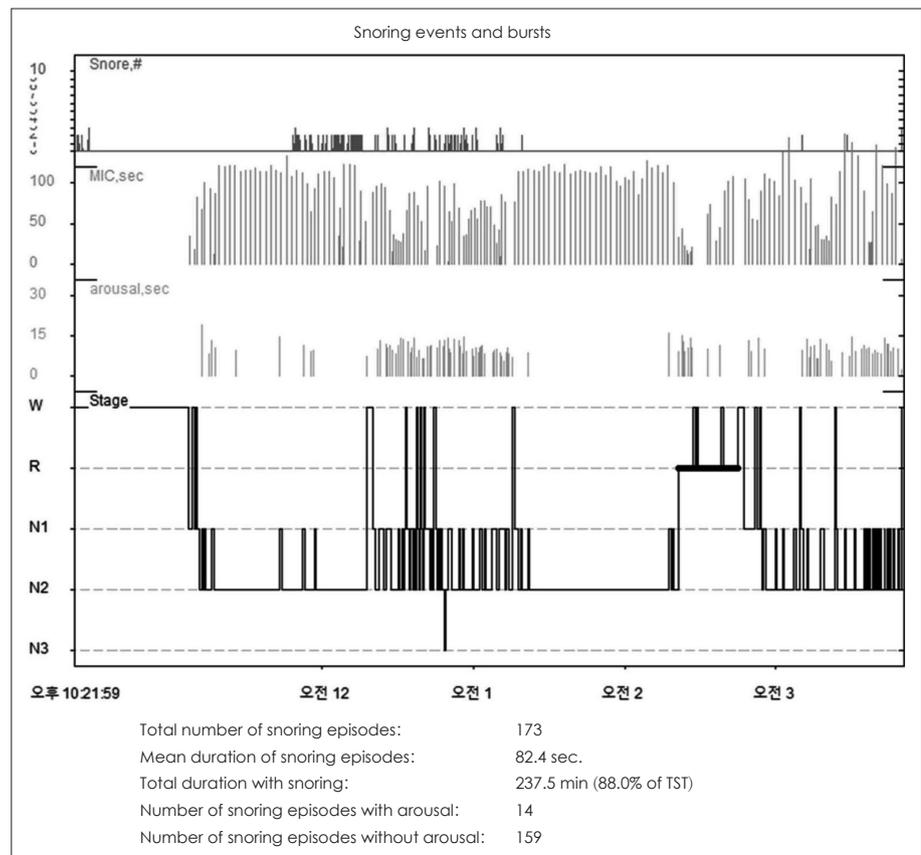


Fig. 1. Snoring events and index in nocturnal polysomnography (Allis 5).

리해 볼 수 있는데, 아직까지 폐쇄성 수면무호흡증과 연관하여 각 변수의 임상적 의의는 명확하게 밝혀져 있지 못한 상태이다.

코골이가 조직손상을 일으키는 기전

코골이가 신체에 미치는 손상기전을 알기 위하여 많은 연구가 있었고, 정리하면 코골이는 1) 상기도 염증을 유발하고, 2) 상기도의 말초신경변성을 유발하여 기도반사(reflex)가 감소시키고, 3) 부교감신경의 기능저하를 초래하여 자율신경계의 불균형을 조장하며, 4)혈관내피를 손상시킨다(Fig. 2).

상기도 염증에 대한 연구로 rat에서 기관을 절개한 후 60 Hz의 소리를 발생시키는 음원과 기관을 캐놀라를 통해 연결하여 코골이 모델을 제작 및 실험한 결과, 상기도 조직에서 TNF- α 와 MIP-2가 증가함을 보고하였다.¹⁷⁾ 따라서 코골이는 진동손상(vibration injury)을 통해 상기도 조직에 염증 매개물질이 증가하게 함을 알 수 있다.

정상인, 단순 코골이와 폐쇄성 수면무호흡증 환자를 대상으로 진동과 냉감각(cold)을 측정할 수 있는 장비를 이용하여 상기도 점막에서 말초신경기능을 평가한 결과, 진동감각에 대한 역치는 세 군에서 차이를 보이지 않았으나, 냉감각 역치는 정상인에 비하여 단순 코골이와 폐쇄성 수면무호흡증에서 의미 있게 상승하였다.¹⁸⁾ 그러나 단순 코골이와 폐쇄성 수면무호흡증 사이에 냉감각 역치는 차이가 없었고, 이러한 냉감각 역치의 상승은 구개궁(tonsil pillar)에서 가장 심하였다. 이러한 결과는 코골이가 말초신경기능장애를 유발하여 상기도의 반사작용(reflex)을 저해시킴으로써 수면무호흡증을 유발한다는 가설과 또한 많은 경우에 코골이가 폐쇄성 수면무호흡증에 선행하여 나타난다는 사실에 부합한

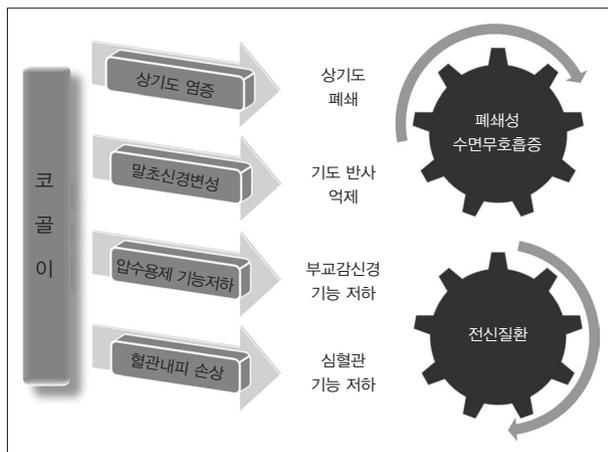


Fig. 2. Snoring-related injury mechanisms, pathogenesis, and disease manifestations.

다. 만약 상기도 수술 후 AHI는 개선되었지만 코골이가 지속하는 경우 위 경로를 통하여 무호흡증이 재발하는데 기여할 것이라는 가설도 가능하다. 진동을 회피하면 대개 4주 후에 말초신경변성이 회복될 수 있는 것으로 알려져 있다.

코골이 환자에서 심전도(EKG)와 혈압을 모니터링하여 심박수 변동성(heart rate variability)과 혈압변동성(blood pressure variability)을 수학적으로 계산하여 α -index를 얻을 수 있는데, 정상인과 비교하여 코골이에서 α -index가 의미 있게 감소하는 것으로 보고되었다.¹⁹⁾ α -index는 압수용체 민감도(baroreceptor sensitivity)를 반영하는데, 이것의 감소는 곧 부교감신경기능의 감소를 의미한다. 따라서 코골이에서는 부교감신경기능의 저하를 초래할 수 있고, 또한 저호흡-무호흡이 교감신경을 항진시킨다는 사실과 맞물려 결국 자율신경기능의 불균형을 더욱 조장하는데 기여하는 것으로 볼 수 있다.

토끼의 경동맥을 노출시켜 진동을 유발시키면, 대조군 및 진동자극을 주지 않는 경동맥에 비하여 아세틸콜린에 대한 혈관의 cGMP 반응이 저하되는 것으로 보고되었다.²⁰⁾ 또한 진동자극을 준 경동맥은 아세틸콜린에 대한 혈관이완반응이 투여량 의존적으로 저하되는 것으로 밝혀졌다. 따라서 코골이는 경동맥의 내피손상을 유발하고, 이것은 결국 경동맥경화증(carotid atherosclerosis)을 일으키는 기전으로 이해할 수 있다.

코골이와 전신질환

폐쇄성 수면무호흡증에서 동맥경화증, 대사증후군, 고혈압, 심장질환, 뇌졸중 등 전신질환과의 연관성에 대한 많은 연구들이 있었으며, 코골이도 이와 유사한 연구결과들이 보고되고 있다. 그러나 대부분의 연구에서 수면다원검사를 시행하지 않았고, 설문지를 통한 코골이를 정의하고 있어 많은 대상자를 포함시켜서 연구했다는 장점은 있으나, 폐쇄성 수면무호흡증의 영향을 배제하지 못했다는 단점을 보여준다. 한 연구에서 코골이 대상자 중에서 무작위 추출하여 수면다원검사를 해 본 결과 55%에서 AHI 5 이상의 폐쇄성 수면무호흡증이었다는 보고를 볼 때, 단순히 설문조사를 통한 코골이의 영향평가는 많은 혼란변수가 포함된 결과라는 것을 알아야 한다.²¹⁾

고해상도 경동맥초음파를 시행 받은 7,330명에서 설문조사를 통하여 정상군과 코골이 군으로 분류하여 결과를 비교했을 때, 정상인과 비교하여 코골이에서 경동맥의 내막(intima)과 중막(media)의 두께가 의미 있게 증가하였다.²¹⁾ 연령

과 성별을 보정했을 때, 코골이의 OR는 1.25로 통계적으로 의미가 있었다고 보고하여, 코골이는 경동맥 내피손상을 일으켜 동맥경화증에 기여하는 것으로 판단된다.

대사증후군 검사를 시행 받은 300명의 건강한 여성에서 설문지를 통하여 정상군과 코골이 군으로 분류하여 결과를 비교했을 때, 정상인과 비교하여 코골이에서 대사증후군에 대한 OR는 4.5로 통계적으로 의미가 있었다.²²⁾ 또한 고혈압과 비만을 동반하지 않은 건강한 남성 2,719명에서 금식, 식후 1시간, 식후 2시간의 혈당과 인슐린 농도를 측정된 결과, 정상인과 비교하여 코골이에서 식후 1시간과 2시간에 혈중 혈당이 높았고, 식후 2시간에 혈중 인슐린 농도가 높게 측정되었음이 보고되었다. 따라서 코골이는 당대사와 인슐린 저항성에 관여하는 것으로 볼 수 있다.²³⁾

비만과 고혈압이 없는 2,730명의 남자와 2,723명의 여자에서 혈압변동에 대하여 2년간 추적조사를 한 결과, 대조군과 비교하여 코골이에서 2년 후 혈압이 증가하며, 고혈압 발생에 대한 OR는 남자 1.49, 여자 1.56으로 보고되었다.²⁴⁾ 따라서 코골이는 고혈압의 발생에 관여하는 것으로 볼 수 있다.

심장질환이 없는 2,320명을 10년간 추적관찰한 연구에서 습관성 코골이와 주간졸림증에 대한 문진을 동시에 시행하였다.²⁵⁾ 습관성 코골이와 주간졸림증 단독은 각각 심장질환의 발병에 영향이 없었으나, 두 가지 증상을 모두 가지고 있던 경우 10년 후에 심장질환의 발병에 대한 OR가 1.46으로 보고되었다.

관상동맥질환에 대한 메타분석결과, 코골이는 관상동맥의 발병에 미치는 hazard ratio가 1.15(1.05~1.27)로 보고되었고, 성별분석에서 남자에서는 의미가 없었으나, 여성에서 hazard ratio가 1.16(1.04~1.30)으로 보고되었다.²⁶⁾ 또한 뇌졸중에 대한 메타분석결과, 코골이는 뇌졸중의 발병에 미치는 상대위험도가 남자에서 1.28(1.05~2.04), 여자에서 1.21(1.05~1.40)으로 의미 있는 결과를 보였다.²⁷⁾

코골이와 사망률

심혈관 질환이 없는 8,814명(15~84세)을 대상으로 7년 이상 추적조사를 한 연구에서 코골이와 수면무호흡증의 유무에 대한 설문조사를 동시에 시행하였다.²⁸⁾ 대조군에 비하여 수면무호흡증이 있다고 설문한 군에서 사망률의 hazard ratio가 2.13으로 보고되었으나, 단순 코골이 군에서는 대조군과 차이를 보이지 않았다. 또한 심혈관 질환과 뇌졸중 병력이 없는 400명(18세 이상)에서 간이수면다원검사를 시행한 후 15년 이상 추적관찰을 했을 때, 폐쇄성 수면무호흡증

을 동반하지 않는 단순 코골이에서는 사망률의 위험이 없음을 보고하였다.²⁹⁾ 코골이와 연관된 사망률에 대한 메타분석에서도 습관성 코골이는 모든 원인에 의한 사망률(all-cause mortality)에 대한 hazard ratio가 0.98(0.78~1.23)으로 조사되어, 단순 코골이는 사망률에 영향이 없음을 알 수 있다.²⁶⁾

결론

코골이는 폐쇄성 수면무호흡증을 대변하는 대표적인 증상이지만, 그 임상적 의의에 대해서 잘 알려져 있지 못한 상태이다. 코골이가 심해져서 폐쇄성 수면무호흡증으로 발전할 수 있는데, 비만과 남성이 위험인자임을 알 수 있다. 대부분의 자연경과에 대한 연구에서 상기도의 해부학적 인자가 고려되지 못하였다는 제한점이 있지만, 비만이 매우 중요한 인자로 작용함을 볼 때 코골이 증상이 있는 환자에서 비만 치료가 매우 중요함을 알 수 있다. 코골이는 배우자를 비롯한 가족에게도 신체적, 정신행동학적으로 악영향을 미치기 때문에 사회적으로 회피 및 퇴치의 대상이 된다.

코골이는 상기도 염증, 말초신경기능장애, 부교감신경의 기능저하 및 혈관내피손상이라는 매우 다면적인 손상기전을 가짐을 알 수 있고, 코골이를 제거했을 때 이러한 손상기전을 멈추게 할 수 있어 코골이 치료가 중요함을 알 수 있다. 또한 이러한 손상기전을 통하여 동맥경화증, 대사증후군, 고혈압, 심장질환 등 전신질환을 유발하거나 악화시킬 수 있음을 알아야 한다. 그러나 대부분의 코골이 연구는 수면다원검사를 시행하지 않고, 설문조사를 통한 결과여서 결과의 해석에 주의를 요한다.

현재 코골이에 대한 정의와 측정방법이 표준화되어 있지 못한 상태이며, 전신질환에 대한 영향평가에서 수면다원검사를 시행하지 않아 코골이 단독의 효과를 알지 못한다는 한계를 가지고 있다. 따라서 향후 이러한 단점을 극복하여 코골이가 인체에 미치는 영향에 대한 보다 정확한 연구가 필요하다.

중심 단어 : 코골이 · 병태생리 · 진단 · 전신질환 · 사망률.

REFERENCES

- 1) Deary V, Ellis JG, Wilson JA, Coulter C, Barclay NL. Simple snoring: not quite so simple after all? *Sleep Med Rev* 2014;18:453-62.
- 2) Koren A, Grosej LD, Fajdiga I. CT comparison of primary snoring and obstructive sleep apnea syndrome: role of pharyngeal narrowing ratio and soft palate-tongue contact in awake patient. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2009;266:727-34.

- 3) Lee JG. Pathophysiology of snoring. *Korean J Rhinol* 1995;2:3-7.
- 4) Berry RB, Budhiraja R, Gottlieb DJ, Gozal D, Iber C, Kapur VK, et al. Rules for scoring respiratory events in sleep: update of the 2007 AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events. *J Clin Sleep Med* 2012;8(5):597-619.
- 5) Cathcart RA, Hamilton DW, Drinnan MJ, Gibson GJ, Wilson JA. Night-to-night variation in snoring sound severity: one night studies are not reliable. *Clin Otolaryngol* 2010;35:198-203.
- 6) Blumen MB, Quera Salva MA, Vaugier I, Leroux K, d'Ortho MP, Barbot F, et al. Is snoring intensity responsible for the sleep partner's poor quality of sleep? *Sleep Breath* 2012 Sep;16(3):903-7.
- 7) Chan CH, Wong BM, Tang JL, Ng DK. Gender difference in snoring and how it changes with age: systematic review and meta-regression. *Sleep Breath* 2012;16:977-86.
- 8) Ng DK, Chan CH, Ng EP. Natural history of snoring in Hong Kong adolescents. *J Paediatr Child Health* 2014;50:596-604.
- 9) Li AM, Zhu Y, Au CT, Lee DL, Ho C, Wing YK. Natural history of primary snoring in school-aged children: a 4-year follow-up study. *Chest* 2013;143:729-35.
- 10) Berger G, Berger R, Oksenberg A. Progression of snoring and obstructive sleep apnoea: the role of increasing weight and time. *Eur Respir J* 2009;33:338-45.
- 11) Dreher A, Rader T, Patscheider M, Klemens C, Schmidt M, Baker F, et al. The annoyance of snoring. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2009; 266(2):293-6.
- 12) Zarhin D. Sleep as a Gendered Family Affair: Snoring and the "Dark Side" of Relationships. *Qual Health Res*. In press.
- 13) Boynton G, Vahabzadeh A, Hammoud S, Ruzicka DL, Chervin RD. Validation of the STOP-BANG Questionnaire among Patients Referred for Suspected Obstructive Sleep Apnea. *J Sleep Disord Treat Care* 2013;23;2:1-20.
- 14) Kang K, Park KS, Kim JE, Kim SW, Kim YT, Kim JS, et al. Usefulness of the Berlin Questionnaire to identify patients at high risk for obstructive sleep apnea: a population-based door-to-door study. *Sleep Breath* 2013;17:803-10.
- 15) Thornton AT, Singh P, Ruehland WR, Rochford PD. AASM criteria for scoring respiratory events: interaction between apnea sensor and hypopnea definition. *Sleep* 2012;35:425-32.
- 16) Park CY, Hong JH, Lee JH, Lee KE, Cho HS, Lim SJ, et al. Clinical usefulness of watch-PAT for assessing the surgical results of obstructive sleep apnea syndrome. *J Clin Sleep Med* 2014;10(1):43-7.
- 17) Almendros I, Acerbi I, Puig F, Montserrat JM, Navajas D, Farré R. Upper-airway inflammation triggered by vibration in a rat model of snoring. *Sleep* 2007;30:225-7.
- 18) Hagander L, Harlid R, Svanborg E. Quantitative sensory testing in the oropharynx: a means of showing nervous lesions in patients with obstructive sleep apnea and snoring. *Chest* 2009;136:481-9.
- 19) Schöbel C, Fietze I, Glos M, Schary I, Blau A, Baumann G, et al. Nocturnal snoring decreases daytime baroreceptor sensitivity. *Respir Med* 2014;108:1049-55.
- 20) Cho JG, Witting PK, Verma M, Wu BJ, Shanu A, Kairaitis K, Amis TC, Wheatley JR. Tissue vibration induces carotid arterial endothelial dysfunction: a mechanism linking snoring and carotid atherosclerosis? *Sleep* 2011;34:751-7.
- 21) Lee YH, Kweon SS, Choi BY, Kim MK, Chun BY, Shin DH, et al. Self-reported snoring and carotid atherosclerosis in middle-aged and older adults: the Korean Multi-Rural Communities Cohort Study. *J Epidemiol* 2014;24:281-6.
- 22) Leineweber C, Kecklund G, Akerstedt T, Janszky I, Orth-Gomér K. Snoring and the metabolic syndrome in women. *Sleep Med* 2003; 4:531-6.
- 23) Shin C, Kim J, Kim J, Lee S, Shim J, In K, et al. Association of habitual snoring with glucose and insulin metabolism in nonobese Korean adult men. *Am J Respir Crit Care Med* 2005;171:287-91.
- 24) Kim J, Yi H, Shin KR, Kim JH, Jung KH, Shin C. Snoring as an independent risk factor for hypertension in the nonobese population: the Korean Health and Genome Study. *Am J Hypertens*. 2007;20: 819-24.
- 25) Endeshaw Y, Rice TB, Schwartz AV, Stone KL, Manini TM, Satterfield S, et al. Snoring, daytime sleepiness, and incident cardiovascular disease in the health, aging, and body composition study. *Sleep* 2013;36:1737-45.
- 26) Li D, Liu D, Wang X, He D. Self-reported habitual snoring and risk of cardiovascular disease and all-cause mortality. *Atherosclerosis* 2014;235:189-95.
- 27) Li M, Li K, Zhang XW, Hou WS, Tang ZY. Habitual snoring and risk of stroke: A meta-analysis of prospective studies. *Int J Cardiol* 2015;185:46-9.
- 28) Yeboah J, Redline S, Johnson C, Tracy R, Ouyang P, Blumenthal RS, et al. Association between sleep apnea, snoring, incident cardiovascular events and all-cause mortality in an adult population: MESA. *Atherosclerosis* 2011;219:963-8.
- 29) Marshall NS, Wong KK, Cullen SR, Knuiman MW, Grunstein RR. Snoring is not associated with all-cause mortality, incident cardiovascular disease, or stroke in the Busselton Health Study. *Sleep* 2012; 35:1235-40.