Comparisons of Temporal Characteristics of Respiration and Swallowing Coordination between Young and Elderly

Haeni Seo^{a,b}, Seong Hee Choi^{a,c}, Kyoungjae Lee^{a,c}, Chul-Hee Choi^{a,c}

^aGraduate Program in Audiology & Speech-Language Pathology of Daegu Catholic University, Gyeongsan, Korea

^bDepartment of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, Soonchunhyang University College of Medicine, Bucheon Hospital, Bucheon, Korea

^cDepartment of Audiology & Speech-Language Pathology, Institute of Biomimetic Sensory Control, Catholic Hearing Voice Speech Center, Daegu Catholic University, Gyeongsan, Korea

Correspondence: Seong Hee Choi, PhD
Department of Audiology and Speech-Language Pathology, Institute of Biomimetic Sensory Control, and Catholic Hearing Voice Speech Center, Daegu Catholic University, 13-13 Hayang-ro, Hayang-eup, Gyeongsan 38430, Korea
Tel: +82-53-850-2542
Fax: +82-53-359-6780
E-mail: shgrace@cu.ac.kr

Received: April 8, 2021
Revised: August 20, 2021
Accepted: August 26, 2021

This work is based on a partial data from the first author's master thesis.

Objectives: The relationship between breathing and swallowing is very dynamic during swallowing and these are highly temporally coordinated to protect the airway. The ability to protect airways during swallowing deteriorates with aging. In this study, we attempted to compare the breathing-swallowing pattern and temporal change in the respiration and swallowing coordination between young and elderly adults in Korea. **Methods:** A total of 80 normal people, including 40 young and 40 elderly people participated in this study. For measurement of breathing and swallowing coordination, Digital Swallowing Workstation™ was used during a 5 mL water swallowing task. Temporal parameters related to breathing-swallowing including AS (acoustic start), AP (acoustic peak), AD (acoustic duration), SAS (swallowing apnea or respiration pause start), SAD (swallowing apnea duration), sES (submental sEMG start), sEP (submental sEMG peak), sED (submental sEMG duration). Additionally, DHI (Dysphagia Handicap Index) was evaluated for self-assessment of the degree of difficulty swallowing. **Results:** Older adults displayed delayed swallowing-related acoustic signal measurements, swallowing apnea measurements, surface EMG measurements, and delayed sequential coordination time of swallowing-related structures during swallowing. There were no significant differences according to gender. Furthermore, a significant positive correlation was observed between the total K-DHI scores and as well as swallowing apnea duration in the elderly. **Conclusion:** In the older population, the different breathing-swallowing pattern from that of young adults may increase the risk of dysphagia. In addition, swallowing delays due to aging can be an indicator of elderly swallowing disorders. Moreover, an increase in apnea time during swallowing may be a phenomenon that appears as a mechanism for airway protection in the elderly. However, the high correlation between apnea time and K-DHI score in the elderly may make it difficult to maintain respiration for a long time during swallowing as the respiratory function decreases due to aging, which may increase the risk of experiencing symptoms such as choking and affect the degree of subjective swallowing disorder. This suggests that even if classified as a normal elderly person without a pathological swallowing disorder, swallowing training is needed to prevent swallowing disorders and to enhance swallowing ability for older people with degraded swallowing-related abilities.

Keywords: Korean-Dysphagia Handicap Index (DHI), Breathing and swallowing coordination, 5 mL water swallowing, Normal elderly people

삼킴장애는 신생아부터 노인에 이르기까지 모든 연령대에서 발생할 수 있으며 특정 질환이 없더라도 노화 과정에서 삼킴 기능 저하로 인해 삼킴 문제가 발생할 수 있다(Choi, Kim, Choi, Seo, & Park, 2018). 노인에서 삼킴장애를 진단하고 치료를 제공하기 위해서는 정상 삼킴을 먼저 이해하고 노화 과정에 따른 삼킴 기능의 변화와 정상 삼킴의 차이를 이해해야 한다(Kim & Chung, 2016).

삼킴은 물과 음식을 삼킴 반사를 통해 인두를 지나 식도를 거쳐 소화기까지 이동하는 전 과정을 말하며(Song et al., 2014), 구강준비단계, 구강단계, 인두단계, 식도단계의 네 과정으로 나누어진다. 정상 삼킴은 하부 호흡기를 보호하면서 연속적으로 일어나는 과정이며 삼킴에는 중추신경계, 말초 감각신경 그리고 근육들의 협응(coordination) 운동이 필수적이다(Michou, Mistry, Jefferso, Tyrrell, Hamdy, 2014). 구강단계는 본인의 의지에 따라 유일하게 조절할 수 있는 수의적 단계로 혀의 저작 동안 음식덩이(bolus) 형성에 도움을 주며 음식덩이를 구인두로 이동시킬 때 압력 형성을 통해 인두단계로 진행한다(Kim & Park, 2007). 혀의 거상에 관한 연구와 혀의 근력을 평가하는 연구는 많지만(Choi et al., 2018; Jung & Kim, 2015; Park et al., 2010), 전반적인 구인두 삼킴 평가를 위해서는 단순히 혀의 거상이나 혀의 근력을 평가하는 것뿐만 아니라 삼킴 시 설골상근 및 설골하근을 포함한 삼킴 관련 근육의 협응 능력도 고려되어야 한다.

음식덩이가 구강에서 인두강으로 밀려나가면 인두 삼킴이 촉발된 후 구강인두 삼킴 단계의 과정은 수초 내에 일어난다(Kim & Park, 2007; Rofes et al., 2011). 이 과정에서 중추 신경계의 복잡한 신경 전달에 의해 조절되며 근육들의 조화로운 운동에 의해 진행된다(Rofes et al., 2011). 특히, 호흡과 삼킴은 생리학적으로 서로 연결되어 삼킴 전 기류의 교환을 원활하게 하고 삼키는 과정에서 흡기를 방지해(Radish & Bhat, 2012) 기도를 보호하며 음식덩이의 침습 및 흡인을 예방한다.

노화 과정에서 삼킴 기능의 저하는 탈수(dehydration), 영양결핍(malnutrition) 혹은 흡인성 폐렴(aspiration pneumonia) 등의 합병증 없이 단순히 삼킴 기능만 저하되어 있는 경우가 많은데 이는 당장 치료나 중재가 필요한 병적 상태가 아니기 때문에 이를 노인 삼킴장애(presbyphagia)로 정의하고 삼킴장애와 구분하는 것이 필요하다(Wirth et al., 2016; Kim & Chung, 2016).

노화로 인해 근육의 약화로 설골의 움직임이 감소하고, 상부 식도 조임근의 개방이 저하되어 음식물이 기도 내로 흘러 들어가는 침습이나, 흡인이 발생할 수 있다. Kim, McCullough와 Asp (2005)의 연구에서 음식덩이가 아래턱 가장자리 후방 모서리를 지날 때부터 설골을 기준으로 최대 상승(excursion)이 시작될 때까지 기간

인 구강인두단계전환시간(stage transition duration, STD)이 청년층보다 노년층에서 길게 나타났으며, 갑상연골(thyroid cartilage)을 기준으로 최대 상승이 시작될 때까지 기간인 인두 지연시간(pharyngeal delay time, PDT)이 청년층보다 노년층에서 길게 나타났다(Kim et al., 2005). 이처럼 노화로 인한 삼킴 기능의 저하는 삼킴 시 구강운동 움직임이 저하되어 삼킴의 지연을 보일 수 있고 호흡적인 측면에서 삼킴 동안 적절한 호흡의 유지가 힘들 수 있다. 노인의 경우 삼킴 지연으로 인해 삼킴 동안 요구되는 증가된 호흡량에 도달하지 못하는 불충분한 호흡 패턴(pattern)이 삼킴-호흡 간 호흡 패턴에 변화를 가져올 수 있으며, 이는 결과적으로 흡인의 위험을 증가시킨다. Wang 등(2015)의 연구에 따르면 연령이 증가할수록 삼킴의 개시대기시간(onset latency)과 전체적인 삼킴 시간이 지연되었다(Radish & Bhat, 2012; Yagi et al., 2017). 따라서, 정상 노년층의 경우 노화로 인한 삼킴 시 호흡-삼킴 협응(Breathing and swallowing coordination) 능력의 저하로 근육 이동이나 반응 시간이 청년층에 비해 달라질 수 있고, 이러한 현상은 손상을 의미하는 것인지 보상적인 보호 메커니즘인지 파악할 필요가 있다. 또한 노년층의 경우 여러 가지 복합적인 요소에 의해 삼킴장애로 진행될 가능성이 충분하기 때문에 호흡-삼킴의 시간적 노년층의 삼킴 패턴을 분석하는 것은 노년층의 삼킴 메커니즘을 이해하는 데 중요한 정보를 제공할 것이다. 기존 연구들을 살펴보면 삼킴장애 환자 발생에 대한 호흡과 삼킴의 기여도는 기술의 한계로 거의 연구된 바가 거의 없으며, 호흡과 삼킴을 연관 지어 살펴본 연구 대부분은 삼킴 시 무호흡 기간 또는 호흡-삼킴 협응 중 호흡 패턴을 분석한 것이다(Martin-Harris et al., 2005; Leslie, Drinnan, Ford, & Wilson, 2005; Radish & Bhat, 2012; Susan, Kathleen, & Andrew, 2001).

Radish와 Bhat (2012)은 8세부터 75세 이상의 참여자 800명을 대상으로 한 호흡 패턴 관련 연구 결과, 삼킴 시 호흡 패턴은 삼킴에 문제가 없는 정상 성인에서도 다양한 결과를 보였으나 음식덩이의 종류에 따라 삼킴 무호흡 기간이 길어졌으며 나이가 증가함에 따라 삼킴 시 다양한 호흡 패턴의 비율이 증가했다. 또한 Leslie 등(2005)의 연구에서도 비강 캐놀라와 마이크로폰을 사용해 연령 및 음식덩이의 종류에 따라 삼킴 시 무호흡 기간과 여러 번 삼킴(multiple swallow)의 변화를 알 수 있었으며, Wang 등(2015)의 연구에서 표면 근전도와 음향 분석, 호흡의 기류를 이용해 연령과 음식덩이 종류에 따른 호흡-삼킴 협응 패턴과 삼킴 무호흡 시간의 변화를 알 수 있었다. 이처럼 선행연구들에서는 삼킴 시 호흡 패턴과 삼킴 무호흡 기간을 보기 위한 호흡-삼킴 협응 연구들을 살펴 보았으나, 삼키는 동안 삼킴과 관련된 구조들의 순차적인 협응 시간을 보기에는 제한적이었다. Martin 등(2003)의 연구에서 76명을 대상으로

삼키는 동안 비디오투시검사(video-fluoroscopy)와 Digital swallowing workstation을 이용해 삼키는 과정이 녹화된 영상을 분석하여 시간에 따른 호흡과 인두 및 후두 움직임의 협응을 보았으며 여기에는 삼킴 무호흡 시작 혹은 호흡정지, 후두 닫힘, 설골 이동, 인두 식도 열림, 최대 후두 닫힘, 최대 설골 이동, 후두 열림, 마지막 인두 식도 열림, 삼킴 무호흡 종료, 이동했던 설골이 제자리로 돌아올 때까지의 시간을 포함하였으나, 삼킴 시 후두의 상승과 관련된 근육의 활동은 살펴보지 못하였다.

일반적으로 노화에 따라 노년층의 삼킴 기능이 저하되지만(Yamaya, Yanai, Ohru, Arai, & Sasaki, 2001), 국내 정상 노인을 대상으로 한 삼킴 기능 연구는 매우 미흡한 편이며, 아직까지 국내 노년층의 삼킴 시 호흡과 삼킴 관련 구조들의 협응의 시간적 특성에 대한 연구는 매우 부족한 실정이다. 또한, 삼킴장애와 폐렴의 발병률은 고령에 따라 급격히 증가한다(Marik & Kaplan, 2003). 삼킴 시에는 호흡과 삼킴의 협응이 매우 중요한데, 이러한 일련의 사건들이 시간적 순서와 타이밍에 따라 흡인이나 침투의 위험이 줄어들기 때문이다. 또한, 이러한 시간적 순서는 구강 삼킴 시작과도 관련이 있음이 알려져 있다(Martin-Harris et al., 2005). 따라서 본 연구에서는 Digital Swallowing Workstation의 Swallowing coordination 측정계를 사용하여 5 mL 물 삼킴 과제 시 국내 청년층과 노년층의 삼킴 시 호흡 패턴과 호흡과 삼킴 관련 구조들의 협응 능력을 살펴봄으로써 노화에 따른 호흡과 삼킴 관련 구조들 간 협응 능력의 시간적 변화를 확인하고, 주관적 삼킴 장애 정도와 비교하여 삼킴 관련 사건 중 삼킴의 어려움에 미치는 시간적 변수가 무엇인지 살펴보고자 한다.

연구방법

연구대상

본 연구는 생명윤리심의위원회(CUIRB-2018-0030)의 승인을 거쳤으며 모든 대상자들에게 연구 내용을 구두로 설명한 후 서면 동의를 받아 진행되었다. 본 연구의 대상자는 경북 소재의 65세 이상의 노인 40명(평균 연령 71.23세 $\pm$ 4.72, 남성 20명, 여성 20명), 청년 40명(평균 연령 22.6세 $\pm$ 1.61, 남성 20명, 여성 20명)으로 총 80명을 대상으로 하였다. 본 연구에 포함된 대상자 선정 기준은 해부학적 및 신경학적 이상 소견이 없는 자, 청력에 이상이 없는 자, 이전에 삼킴 장애로 진단받은 적이 없는 자로 하였으며 또한 검사 방법을 이해하고 지시에 따를 수 있는 인지에 이상이 없는 자로서 노년층 집단에 한하여 한국판 정신상태 간이검사(Korean Version of Mini-Mental State Exam, K-MMSE; Kang, 2006)를 실시 후, K-MMSE

점수가 24점 이상으로 주관적 평가 시 설문의 내용을 이해할 정도의 인지 수준을 가지고 있는 참여자를 대상으로 하였다(Park, Park, & Ko, 1991).

검사도구 및 실험절차

본 연구에서는 호흡-삼킴 협응을 측정하기 위해 Kay Digital Swallowing Workstation (Model 7120, Kay PENTAX)을 사용했다. 디지털 삼킴 검사(Digital Swallowing Workstation, DSW)는 삼킴 문제가 있는 성인과 아동의 삼킴장애 진단에 사용되며 경부 청진(Laryngeal microphone), 표면 근전도 검사(Surface Electromyography, sEMG), 비강 기류 모니터링(Nasal airflow monitoring) 등을 삼키는 동안 컴퓨터로 측정하는 통합 시스템이다.

경부 청진은 Laryngeal microphone을 사용해 삼킴 시 나타나는 음향학적 변화를 관찰한다. 경부 청진은 삼킴 반응이 지연되는지 확인하는 검사 중 하나로 Submental sEMG 정점과 함께 삼킴 반응을 식별하는데 도움이 되며 두 가지 장비 모두를 사용하는 것은 특히 소아의 삼킴 평가에서 유용하다. 본 연구에서 음향 모니터링은 20 μ V, sampling rate는 4,000 Hz로 설정하였다.

Submental sEMG는 턱 아래 근육에 Submental sEMG 전극을 부착했다. Submental에서 얻어지는 파형은 삼킴의 시작과 관련되기 때문에 전극 부착 위치를 Submental area로 선정하였다. 모니터에서 생성된 파형을 관찰하여 대상자에게 삼킴 시 생체학적 피드백을 줄 수 있다. 본 연구에서는 기기의 프로토콜에 따라 triode patch of electrodes EMG 전극을 사용했으며 Submental sEMG 모니터는 이전의 연구와 같이 100 μ V, sampling rate는 250 Hz를 기준으로 설정하였다(Kelly, Huckabee, & Jones, 2006; Yeates, Steele, Pelletier, 2010).

DSW의 비강기류 모니터링은 삼킴 준비 시 무호흡 지속시간을 측정한다. Swallow Signal Lab 하드웨어와 소프트웨어를 사용해 호흡 단계와 무호흡 단계를 비강 캐놀라를 사용하여 측정 후 디지털 디스플레이로 전환한다. 비강 캐놀라는 정확한 측정을 위해 개인마다 보정 작업(calibration)을 실시하였다. 호흡 디스플레이에는 호기 시 초록색으로 흡기 시 빨간색으로 표시되며 본 연구에서 full scale display는 20, sampling rate는 250 Hz로 설정하였다(Radish & Bhat, 2012) (Figure 1).

또한 참여자들은 주관적인 평가를 위해 대상자가 스스로 느끼는 주관적인 삼킴장애 정도를 측정하기 위해 한국판-삼킴장애지수(Korea-Dysphagia Handicap Index, K-DHI)를 사용하였다(Choi, 2014). K-DHI는 세 영역으로 구성되어 있으며 신체(P: Physical)와 기능(F: Functional) 9문항, 감정(E: Emotional) 7문항으로

Figure 1. A breathing-swallowing coordination graph of the digital swallowing workstation of young men in their 20s.

총 25문항으로 이루어져 있으며 점수가 높을수록 삼킴장애 정도가 심한 것으로 평가된다. 삼킴장애 중증도(severity)는 7점 척도로 표시되었고, 대상자 스스로 느끼는 자신의 삼킴장애 중증도가 어느 정도 인지를 표시한다. 점수가 높으면 삼킴으로 인한 장애의 정도가 심한 것으로 평가되며 1 (정상)부터 7 (매우 심각)까지 평가된다(Kim, Choi, Lee, & Choi, 2014; Kim et al., 2021; Silbergleit, Schultz, Jacobson, Beardsley, & Johnson, 2012).

검사 전 모든 대상자들에게 검사 기기와 검사 방법과 절차에 대해 충분히 설명을 한 다음 검사를 실시했다. 대상자들은 삼킴장애 지수 설문지를 작성한 후 Digital Swallowing Workstation™ (Model 7120, KayPentex, USA)의 Submental sEMG와 Laryngeal microphone, 비강 캐놀라를 사용하여 호흡-삼킴 협응 측정치를 측정하였다. 노년층 집단의 경우 질문에 응할 수 있으나 혼자 작성하기 힘든 경우 설문지 내용을 읽어주고 이에 대한 답변을 일일이 받아 적는 방식으로 진행하였다.

청년층과 노년층 모두 편안한 상태로 삼킴 시 호흡-삼킴 협응을 측정하였다. 삼킴 시 Laryngeal microphone을 이용해 삼킴 시 음향 신호를 측정해야 하기 때문에 최대한 조용한 검사실에서 측정했다. 검사 전 2회의 선행 연습을 실시하였으며 이후 주사기를 이용해 5 mL의 묽은 액체를 제공해 구강 내 불필요한 움직임을 제한하

였고 임상가의 지시에 따라 최대한 자연스러운 상황에서 삼키도록 하였다. 구강 내에 액체가 있는 동안은 말을 하거나 기침을 하지 않도록 했다. 5 mL의 묽은 액체(Thin Liquid)로 선택한 이유는 대상자들의 안전을 고려하였기 때문이며(Clave et al., 2006; Song et al., 2007) 대상자의 피로도를 고려하여 삼킴 간 1분의 휴식 시간을 제공하였고 총 3회의 삼킴 시 호흡-삼킴 협응 측정치를 구하였다. 본 연구에서 검사는 2급 언어재활사 2명이 함께 실시하였으며, 검사 시 대상자의 자세와 Submental sEMG와 Laryngeal microphone의 부착 위치, 비강 캐놀라 삽입 위치를 함께 확인하였다.

본 연구에서는 Submental sEMG와 Laryngeal microphone, 비강 캐놀라를 사용하여 삼킴 시 호흡-삼킴 협응을 측정하였다. 기기의 프로토콜에 따라 먼저 편안한 상태를 유지하며 Laryngeal microphone을 감상연골의 옆쪽에 부착시켰으며 Submental sEMG 전극을 턱 아래 근육인 이설골근(geniohyoideus)에 부착시켰고, 비강 캐놀라는 코에 삽입하였다(Figure 2).

분석방법

호흡-삼킴 협응 측정치 선정

첫 번째, 이전의 연구(Hårdemark Cedborg et al., 2010; Martin-Harris, Brodsky, Price, Michel, & Walters, 2003; Selley, Flack, Ellis,

Figure 2. Nasal cannula, laryngeal microphone, submental sEMG attachment form.

Figure 3. Analytical method of acoustic signal, submental sEMG signal, and nasal air flow in an exhalation-exhalation pattern during the swallowing cycle.

AS=acoustic start; AP=acoustic peak; AE=acoustic end; AD=acoustic duration; SAS=swallowing apnea start; SAE=swallowing apnea end; SAD=swallowing apnea duration; sES=submental sEMG start; sEP=submental sEMG peak; sEE= submental sEMG end; sED= submental sEMG duration.

Figure 4. The temporal characteristics of acoustic signal, submental sEMG signal, and nasal air flow in an exhalation-exhalation pattern.

*Swallowing apnea (or respiration pause).

& Blooks, 1989)에 따르면 ‘호기-삼킴 무호흡-호기’ 패턴이 연령과 성별에 관계없이 보편적인 호흡-삼킴 협응 패턴이기 때문에 본 연구에서는 측정치의 기준 지점(reference point)을 삼킴 전 호기 시작 지점으로 선정하였으며, 음향 신호, Submental sEMG 신호, 비강 기류를 각각 분석 후 시간에 따른 시간적 특성을 살펴보았다

(Figures 3, 4). 호흡-삼킴 협응 측정치는 총 11개로 Table 1과 같다.

sEMG 시작은 설골 움직임 시작을 의미하고 sEMG peak은 설골 최대 상승, Acoustic start는 삼킴반사로 인한 음향 신호 시작, Acoustic peak은 인두 삼킴 시 음향 신호 최대, sEMG end는 설골 제자리로 이동을 의미한다. 또한 음향 신호, Submental sEMG 신호, 비강

Figure 5. Analytical method of the temporal characteristics of acoustic signal, submental sEMG signal, nasal air flow measurement.

Table 1. Respiratory-swallowing coordination measurement

Measures	
Acoustic signal	
Acoustic start	(AS)
Acoustic peak	(AP)
Acoustic end	(AE)
Acoustic duration	(AD)
Nasal air flow	
Swallowing apnea (or respiration pause) start	(SAS)
Swallowing apnea (or respiration pause) end	(SAE)
Swallowing apnea (or respiration pause) duration	(SAD)
Submental sEMG of geniohyoideus	
Submental sEMG start	(sES)
Submental sEMG peak	(sEP)
Submental sEMG end	(sEE)
Submental sEMG duration	(sED)

기류의 각 측정치마다 끝나는 지점(End)에서 시작 지점(Start)을 뺀 구간을 Duration이라고 정의하였다.

두 번째, Radish와 Bhat (2012)의 연구에 따르면나이가 증가함에 따라 ‘호기-삼킴 무호흡-호기’ 패턴을 보이는 비율이 감소하고 ‘호기-삼킴 무호흡-흡기’, ‘흡기-삼킴 무호흡-흡기’, ‘흡기-삼킴 무호흡-호기’와 같은 다른 패턴이 나타난다. 본 연구에서는 호흡-삼킴의 시간적 타이밍을 분석하기 위해 ‘호기-삼킴 무호흡-호기’ 패턴이 아닌 ‘흡기-삼킴 무호흡-흡기’ 또는 ‘흡기-삼킴 무호흡-호기’ 패턴을 보일 경우, 기준 지점을 삼킴 전 호기의 시작으로 하지 않고 Submental sEMG signal 또는 비강기류 중 제일 먼저 시작된 지점으로 선정 후 분석하였다.

세 번째, 삼킴 주기 동안 음향 신호, Submental sEMG 신호, 비강 기류의 시간적 특성을 동시에 살펴보기 위하여 음향 신호, Submental sEMG 신호, 비강 기류를 시간에 따라 구간을 나누어 시간적 차이를 분석하였다(Figure 5). 호흡-삼킴 협응 측정치의 시간적 특성은 아래와 같다(Table 2).

마지막으로 Wang 등(2015)의 선행 연구에 따르면 5 mL 물 삼킴

Table 2. Temporal characteristics of respiratory-swallowing coordination measurement

No	Measures	
①	From submental EMG start) to swallowing apnea start	sES-SAS
②	From swallowing apnea start to acoustic start	SAS-AS
③	From submental sEMG peak to acoustic peak	sEP-AP
④	From acoustic end to swallowing apnea end	AE-SAE
⑤	From submental sEMG end to swallowing apnea end	sEE-SAE

시 여러 번 삼킴이 나타날 수 있는데 시간적 타이밍을 분석할 경우, 본 연구에서 여러 번 삼킴 중 음향 신호 시작이나 표면 근전도 시작은 첫 번째 삼킴으로 측정하였으며 두 번째 삼킴은 분석에서 제외하였다. 또한, 표면 근전도 정점은 첫 번째 삼킴의 표면 근전도와 두 번째 삼킴의 표면 근전도 값의 평균치를 사용하였다. 삼킴 무호흡 기간은 여러 번 삼킴이 끝날 때까지 시간으로 측정하였다.

통계분석

SPSS (Statistical Package for Social Science, version 22.0, USA)를 이용해 통계처리 하였다. 집단(청년층 vs. 노년층)과 성별에 따른 호흡-삼킴 협응 측정치에 유의한 차이가 있는지 검증하기 위해 이원분산분석(two-way ANOVA)을 실시하였다. 또한 청년층과 노년층의 5 mL 물 삼킴 시 삼킴 주기(cycle)에서 성별에 따른 호흡-삼킴 협응 측정치의 시간적 특성에 유의한 차이가 있는지 검증하기 위해 이원분산분석(two-way ANOVA)을 실시하였다. 마지막으로 노년층의 삼킴장애지수와 5 mL 물 삼킴 시 호흡-삼킴 협응 간 상관관계를 알아보기 위하여 스피어만 상관관계 분석을 실시하였다. 통계적 유의수준은 .05 수준이었다.

연구결과

청년층과 노년층의 성별에 따른 호흡-삼킴 협응 측정치 비교

5 mL 물 삼킴 시 청년층과 노년층의 성별에 따른 음향 신호 시작

Table 3. Measurement of breathing and swallowing coordination by gender between young and elderly people

Type	Young (N=40)		Old (N=40)		Source	F	p-value
	M (N=20)	F (N=20)	M (N=20)	F (N=20)			
AS	.893 (.219)	.957 (.556)	1.312 (.584)	1.203 (.516)	Age	9.185	.003**
					Gender	0.042	.838
					Age*Gender	0.621	.433
AP	.960 (.251)	1.029 (.579)	1.355 (.591)	1.276 (.518)	Age	8.145	.006**
					Gender	0.002	.963
					Age*Gender	0.436	.511
AD	.128 (.151)	.192 (.206)	.112 (.085)	.162 (.173)	Age	0.417	.520
					Gender	2.575	.113
					Age*Gender	0.043	.836
SAS	.606 (.270)	.443 (.344)	.739 (.403)	.637 (.531)	Age	3.352	.071
					Gender	2.208	.141
					Age*Gender	0.117	.773
SAD	.684 (.211)	1.192 (.632)	1.987 (1.614)	1.448 (.671)	Age	-3.630	.001**
					Gender	0.070	.945
					Age*Gender	6.260	.000***
sES	.534 (.282)	.672 (.416)	.844 (.589)	.731 (.394)	Age	3.609	.061
					Gender	0.016	.899
					Age*Gender	1.672	.200
sEP	.832 (.233)	.872 (.447)	1.194 (.594)	1.219 (.535)	Age	11.232	.001**
					Gender	0.091	.763
					Age*Gender	0.005	.944
sED	.698 (.216)	.502 (.460)	.870 (.413)	1.212 (.883)	Age	-3.525	.001**
					Gender	-0.540	.592
					Age*Gender	4.780	<.05*

Unit: sec. Values are presented as mean (SD).

AS=acoustic start; AP=acoustic peak; AD=acoustic duration; SAS=swallowing apnea start; SAD=swallowing apnea duration; sES=submental sEMG start; sEP=submental sEMG peak; sED=submental sEMG duration.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

(acoustic start, AS), 음향 신호 정점(acoustic peak, AP), 음향 신호 지속시간(acoustic duration, AD), 삼킴 무호흡 시작(swallowing apnea start, SAS), 삼킴 무호흡 지속시간(swallowing apnea duration, SAD), 표면 근전도 시작(Submental sEMG start, sES), 표면 근전도 정점(Submental sEMG peak, sEP), 표면 근전도 지속시간(Submental sEMG duration, sED)의 평균과 표준 편차는 Table 3과 같다.

음향 신호 시작(AS)의 경우, 이원분산분석 결과, 청년층과 노년층의 성별에 따른 음향 신호 시작(AS)의 상호작용 효과는 없었다. 성별 간 음향 신호 시작(AS)은 통계적으로 유의하지 않았으나 연령에 따른 음향 신호 시작(AS)은 통계적으로 유의한 차이를 보였다($F_{(1,76)} = 9.185, p < .01$). 즉, 노년층이 청년층에 비해 5 mL 물 삼킴 시 음향 신호 시작(AS)이 통계적으로 유의하게 늦게 나타났다(Figure 6).

음향 신호 정점(AP)의 경우, 이원분산분석 결과, 청년층과 노년층의 성별에 따른 음향 신호 정점(AP) 시간의 상호작용 효과는 없

었다. 성별 간 음향 신호 정점(AP)은 통계적으로 유의하지 않았으나 연령에 따른 음향 신호 정점(AP)이 통계적으로 유의한 차이를 보였다($F_{(1,76)} = 8.145, p < .01$). 즉, 노년층이 청년층에 비해 5 mL 물 삼킴 시 음향 신호 정점(AP) 시간이 통계적으로 유의하게 늦게 나타났다(Figure 7).

음향 신호 지속시간(AD)의 경우, 이원분산분석 결과, 청년층과 노년층의 성별에 따른 음향 신호 지속시간(AD)의 상호작용 효과는 없었다. 성별 간 음향 신호 지속시간(AD)은 통계적으로 유의하지 않았으며 연령에 따른 음향 신호 지속시간(AD)도 통계적으로 유의하지 않았다.

삼킴 무호흡 시작(SAS 혹은 호흡 정지)의 경우, 이원분산분석 결과, 청년층과 노년층의 성별에 따른 삼킴 무호흡 시작(SAS)의 상호작용 효과는 없었다. 성별 간 삼킴 무호흡 시작(SAS)은 통계적으로 유의하지 않았으며 연령에 따른 삼킴 무호흡 시작(SAS)도 통계적으로 유의하지 않았다.

Figure 6. Comparison of acoustic start (AS) according to gender of young and elderly people when swallowing 5 mL of water.

Figure 7. Comparison of acoustic peak (AP) according to gender of young and elderly people when swallowing 5 mL of water.

Figure 8. 5 mL Comparison of swallowing apnea duration (SAD) according to gender of young and elderly people when swallowing 5 mL of water.

삼킴 무호흡 지속시간(SAD)의 경우, 이원분산분석 결과, 청년층과 노년층의 성별에 따른 삼킴 무호흡 지속시간(SAD)의 상호작용 효과가 있었다($F_{(1,76)} = 6.260, p < .001$). 따라서, 청년층의 경우, 성별에 따른 무호흡 지속시간(SAD)의 차이를 살펴보기 위해 독립표본 t -검정을 실시한 결과, 통계적으로 유의한 차이가 있었으나($t(23.199) = -3.402, p < .05$) 노년층의 경우, 성별에 따른 무호흡 지속시간(SAD)

의 차이를 찾아보기 위해 독립표본 t -검정을 실시한 결과, 통계적으로 유의한 차이는 없었다($t(25.368) = 1.380, p > .05$) (Figure 8).

표면 근전도 시작(sES)의 경우, 이원분산분석 결과, 청년층과 노년층의 성별에 따른 표면 근전도 시작(sES) 시간의 상호작용 효과는 없었다. 성별 간 표면 근전도 시작(sES)은 통계적으로 유의하지 않았으며 연령에 따른 표면 근전도 시작(sES)도 통계적으로 유의하

Figure 9. Comparison of submental sEMG peak (sEP) according to gender of young and elderly people when swallowing 5 mL of water.

Figure 10. Comparison of Submental sEMG duration (sED) according to Gender of young and elderly people when swallowing 5 mL of water.

지 않았다.

표면 근전도 정점(sEP)의 경우, 이원분산분석 결과, 청년층과 노년층의 성별에 따른 표면 근전도 정점(sEP) 시간의 상호작용 효과는 없었다. 성별 간 표면 근전도 정점(sEP)은 통계적으로 유의하지 않았으나 연령에 따른 표면 근전도 정점(sEP)은 통계적으로 유의하였다($F_{(1,76)} = 11.231, p = .001$). 즉, 노년층은 청년층에 비해 표면 근전도 정점(sEP)에 도달하는 데 걸린 시간이 통계적으로 유의하게 길게 나타났다(Figure 9).

표면 근전도 지속시간(sED)의 경우, 이원분산분석 결과, 청년층과 노년층의 성별에 따른 표면 근전도 지속시간(sED)의 상호작용 효과가 있었다($F_{(1,76)} = 4.780, p < .05$). 따라서, 청년층의 경우 성별에 따른 sED의 차이를 살펴보기 위해 독립표본 t -검정을 실시한 결과, 통계적으로 유의한 차이가 있었으나($t(26.963) = 1.725, p < .05$) 노년층의 경우, 성별에 따른 무호흡 지속시간(sAD)의 차이를 찾아보기 위해 독립표본 t -검정을 실시한 결과, 통계적으로 유의한 차이는 없었다($t(38) = -1.566, p > .05$) (Figure 10).

청년층과 노년층의 5 mL 물 삼킴 시 삼킴 주기에서 성별에 따른 호흡-삼킴 협응 측정치의 시간적 특성 차이

5 mL 물 삼킴 시 청년층과 노년층의 성별에 따른 표면 근전도 시작(sES)부터 삼킴 무호흡 시작(SAS)까지의 시간, 삼킴 무호흡 시작(SAS)부터 음향 신호 시작(AS)까지의 시간, 표면 근전도 정점(sEP)부터 음향 신호 정점(AP)까지 시간의 차이, 음향 신호 종료(AE)부터 삼킴 무호흡 종료(SAE)까지 시간의 차이, 표면 근전도 종료(sEE)부터 삼킴 무호흡 종료(SAE)까지 시간의 평균과 표준 편차는 Table 4와 같다(Figures 11, 12).

표면 근전도 시작(sES)부터 삼킴 무호흡 시작(SAS)까지의 시간의 경우, 이원분산분석 결과, 청년층과 노년층의 성별에 따른 표면 근전도 시작(sES)부터 삼킴 무호흡 시작(SAS)까지 시간의 상호작용 효과는 없었으며 성별에 따른 표면 근전도 시작(sES)부터 삼킴 무호흡 시작(SAS)까지 시간 차이와 연령에 따른 표면 근전도 시작(sES)부터 삼킴 무호흡 시작(SAS)까지 시간 차이도 통계적으로 유의하지 않았다.

Table 4. Temporal characteristics of respiratory-swallowing coordination measurement by gender of young and elderly people

Type	Young (N=40)		Older (N=40)		Source	F	p-value
	M (N=20)	F(N=20)	M (N=20)	F(N=20)			
sES-SAS	.072 (.153)	-.229 (.338)	-.105 (.689)	-.094 (.511)	Age	0.041	.840
					Gender	1.925	.169
					Age*Gender	2.231	.139
SAS-AS	.286 (.147)	.514 (.424)	.573 (.631)	.566 (.472)	Age	2.937	.091
					Gender	1.24	.269
					Age*Gender	1.401	.240
sEP-AP	.127 (.100)	.157 (.438)	.162 (.296)	.057 (.412)	Age	0.186	.668
					Gender	0.241	.625
					Age*Gender	0.782	.379
AE-SAE	.270 (.238)	.485 (.473)	1.302 (1.357)	.720 (.347)	Age	-3.669	.001**
					Gender	0.989	.327
					Age*Gender	5.674	.000**
sEE-SAE	.059 (.194)	.461 (.474)	1.011 (1.429)	.142 (1.012)	Age	1.078	.284
					Gender	0.989	.327
					Age*Gender	9.718	<.01**

sES=submental sEMG start; SAS=swallowing apnea start; AS=acoustic start; sEP=submental sEMG peak; AP=acoustic peak; AE=acoustic end; SAE=swallowing apnea end; sEE=submental sEMG end.

* $p < .01$, *** $p < .001$.

Figure 11. Comparison of temporal characteristics of respiratory-swallowing coordination measurement according to age when swallowing 5 mL of water. sES=submental sEMG start; SAS=swallowing apnea start; AS=acoustic start; sEP=submental sEMG peak; AP=acoustic peak; AE=acoustic end; SAE=swallowing apnea end; sEE=submental sEMG end.

삼킴 무호흡 시작(SAS)부터 음향 신호 시작(AS)까지 시간의 경우, 이원분산분석 결과, 청년층과 노년층의 성별에 따른 삼킴 무호흡 시작(SAS)부터 음향 신호 시작(AS)까지 시간의 상호작용 효과는 없었으며 성별에 따른 삼킴 무호흡 시작(SAS)부터 음향 신호 시작(AS)까지 시간 차이와 연령에 따른 삼킴 무호흡 시작(SAS)부터 음향 신호 시작(AS)까지의 시간 차이도 통계적으로 유의하지 않았다.

표면 근전도 정점(sEP)부터 음향 신호 정점(AP)까지 시간의 경

Figure 12. Comparison of temporal characteristics of respiratory-swallowing coordination measurement according to age when swallowing 5 mL of water. sES=submental sEMG start; SAS=swallowing apnea start; AS=acoustic start; sEP=submental sEMG peak; AP=acoustic peak; AE=acoustic end; SAE=swallowing apnea end; sEE=submental sEMG end.

우, 이원분산분석 결과, 청년층과 노년층의 성별에 따른 표면 근전도 정점(sEP)부터 음향 신호 정점(AP)까지 시간의 상호작용 효과는 없었으며 성별에 따른 표면 근전도 정점(sEP)부터 음향 신호 정점(AP)까지 시간 차이와 연령에 따른 표면 근전도 정점(sEP)부터 음향 신호 정점(AP)까지 시간 통계적으로 유의하지 않았다.

음향 신호 종료(AE)부터 삼킴 무호흡 종료(SAE)까지 시간의 경우, 이원분산분석 결과, 청년층과 노년층의 성별에 따른 음향 신호

Table 5. Correlation analysis between the swallowing disorder index in elderly people and the respiratory-swallowing coordination measurement of swallowing 5 ml of water

	K-DHI	AD	SAD	sED
K-DHI	1.000	.087	.304**	.195
AD	.087	1.000	.421**	.110
SAD	.304**	.421**	1.000	.205
sED	.195	.110	.205	1.000

K-DHI=Korea-Dysphagia Handicap Index; AD=acoustic duration; SAD=swallowing apena duration; sED=submental sEMG duration.

** $p < .01$.

종료(AE)부터 삼킴 무호흡 종료(SAE)까지 시간의 상호작용 효과가 있었다($F_{(1,76)} = 5.674, p < .001$). 따라서 연령 간 시간의 차이를 살펴보기 위해 독립표본 t -검정을 실시하였으며 통계적으로 유의하였으나($t_{(49.897)} = -3.669, p = .001$) 성별 간 시간 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($t_{(50.593)} = .989, p > .05$). 즉, 노년층이 청년층에 비해 음향 신호 종료(AE)부터 삼킴 무호흡 종료(SAE)까지 시간이 통계적으로 유의하게 길게 나타났다.

표면 근전도 종료(sEE)부터 삼킴 무호흡 종료(SAE)까지 시간의 경우, 이원분산분석 결과, 청년층과 노년층의 성별에 따른 표면 근전도 종료(sEE)부터 삼킴 무호흡 종료(SAE)까지 시간의 상호작용 효과가 있었다($F_{(1,76)} = 9.718, p < .01$). 따라서 연령 간 시간의 차이를 살펴보기 위해 독립표본 t -검정을 실시하였으나 통계적으로 유의하지 않았으며($t_{(46.734)} = -1.471, p > .05$) 성별에 따른 차이도 독립표본 t -검정을 실시하였을 때 통계적으로 유의하지 않았다($t_{(78)} = 1.078, p > .05$).

청년층과 노년층의 5 mL 물 삼킴 시 삼킴 주기에서 성별에 따른 호흡-삼킴 협응 측정치의 시간적 특성 차이

노년층의 K-DHI 총점과 5 mL 물 삼킴 시 음향 신호 지속시간(AD), 삼킴 무호흡 지속시간(SAD), 표면 근전도 지속시간(sED) 간 상관관계를 알아보기 위하여 스피어만 상관관계 분석(Spearman correlation analysis)을 실시하였다(Table 5). 삼킴장애지수(K-DHI)는 무호흡 지속시간(SAD)과 유의한 정적 상관관계를 보였다($r = .304, p < .01$). 또한 삼킴장애지수(K-DHI)는 음향 신호 지속시간(AD), 표면 근전도 지속시간(sED)과 정적 상관관계를 보였으나 통계적으로 유의하지 않았다.

논의 및 결론

호흡-삼킴 구조들의 시간적 협응은 무작위(random)로 움직이

는 것이 아니라 신경 간 네트워크(interneuronal networks)에 의해 뇌간 및 중추 신경계의 여러 영역과 연결되어 삼킴 및 기도보호 반사 작용을 조정하게 된다(Broussard & Altschuler, 2000). 이는 나이가 증가하거나 질병이 있는 경우 변화되어질 수 있는데 다른 질병이 없는 경우 연령에 따른 호흡과 삼킴 관련 구조의 협응 변화는 삼킴 기능의 병리학적 악화라고 보기 보다는 생리학적 보호를 위한 보상 작용으로 볼 수 있다(Leslie et al., 2005). 따라서, 본 연구는 5 mL 물 삼킴 시 삼킴의 과정에서 나타나는 호흡-삼킴 협응에 관련된 8개의 측정치(음향 신호 시작(AS), 음향 신호 정점(AP), 음향 신호 지속시간(AD), 삼킴 무호흡 시작(SAS), 삼킴 무호흡 지속시간(SAD), 표면 근전도 시작(sES), 표면 근전도 정점(sEP), 표면 근전도 지속시간(sED))을 살펴보았으며, 성별 및 청년층과 노년층에 차이가 있는지 살펴보았다.

먼저, 본 연구에서는 5 mL 물 삼킴 시 청년층과 노년층의 성별에 따른 음향 신호와 관련된 측정치들을 비교한 결과, 삼킴 후 음향 신호 시작(AS) 시간의 평균과 음향 신호 정점(AP) 시간의 평균이 노년층에서 더 길었고 이 차이는 통계적으로 유의했다($p < .01$). 마지막으로 음향 신호 지속시간(AD)의 평균은 청년층에서 더 길었으나 이 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$). 삼킴 후에 나타나는 일정한 패턴의 파열음은 정상 삼킴과 삼킴장애를 변별할 수 있고 특정 소리와 신체의 움직임과 연결 지었으며 인두 삼킴 시 음향 분석을 통해 정상적인 삼킴의 호흡 단계를 볼 수도 있다(Leslie et al., 2004; Wilcox, Liss, & Siegel, 1996). 삼킴 시 연령이 증가할수록 음향 신호 시작의 지연과 지속시간 측정치가 짧아지는 것은 청년층에 비해 노년층에서 삼킴 시 기도보호 기능이 약화되었다는 것을 나타낸다. 성대 폐쇄는 주요 기도보호 매커니즘 중 하나로 음식덩이가 통과하는 동안 기도로 이물질이 흡인되지 않도록 기도보호가 유지되어야 한다. 즉, 음식덩이 통과 시간은 성대 내전 시간보다 짧아야 하지만(Ren J. et al., 1993) 연령이 증가함에 따라 음향 신호 관련 측정치가 지연된다는 것은 삼킴 시 기도보호 기능이 적절히 작용하고 있지 않을 가능성을 보여준다. 이러한 결과는 국외 연구에서 연령이 증가할수록 삼킴 시작부터 음향학적 측정치의 시작까지의 기간이 증가한다는 Wang 등(2015)의 연구와 일치하였다.

한편, 성별에 따른 음향 신호 관련 측정치를 비교하였을 때 남성과 여성의 음향 신호 시작(AS), 음향 신호 정점(AP), 음향 신호 지속시간(AD)의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$). 즉, 삼킴 시 연령이 증가할수록 음향 신호 측정치가 지연되었지만 성별에 따른 음향 신호 측정치의 차이는 크게 나타나지 않았다. 기존의 선행 연구에서는 성별에 따른 삼킴 시 음향 신호 측정치를 비교하지 않았으나, 본 연구에서는 삼킴 시 연령과 성별에 따른 음향 신호 측정

치에 대한 평균을 제시함으로써 청년층과 노년층의 삼킴 평가 및 중재에 기초 자료를 제공하는데 의의가 있다.

또한 5 mL 물 삼킴 시 청년층과 노년층의 성별에 따른 삼킴 무호흡 관련 측정치를 비교하였다. 연구결과, 연령에 따라 청년층과 노년층의 삼킴 무호흡 측정치를 비교하였을 때 삼킴 무호흡 시작(SAS) 시간은 노년층의 삼킴 무호흡 시작(SAS) 시간이 더 길었으나 이 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$). 삼킴 무호흡 지속 시간(SAD)은 노년층의 삼킴 무호흡 지속시간(SAD)이 더 길었으며 이 차이는 통계적으로 유의했다($p < .01$). 이 결과는 노년층이 청년층에 비해 삼킴 시 무호흡이 더 오래 지속됨을 알 수 있다. 또한, 이러한 결과는 국외 연구에서 연령이 증가할수록 삼킴 무호흡 기간이 증가한다는 Radish와 Bhat (2012)의 연구와 Wang 등(2015)의 연구, Yagi 등(2017)의 연구와 일치한다. 특히, 호흡의 경우 삼킴 시 호기는 인두단계 직전에 시작하여 인두단계 동안 무호흡이 나타나고 삼킴 전 후 호흡 패턴을 포함한 호흡-삼킴 협응 능력은 안전하게 삼킴을 하는데 필수적인 요소이다. 청년층에 비해 노년층에서 삼킴 무호흡 시간의 증가는 전반적으로 삼킴의 기간이 길어졌다는 것을 의미한다. 결국 노년층에서 삼킴 무호흡 시작(SAS)의 지연은 기도 폐쇄 시작 타이밍이 늦게 되므로 흡인 확률이 높다는 것을 의미하고 전반적으로 지연된 삼킴 기간으로 인해 청년층보다 긴 무호흡이 필요하다는 것을 알 수 있다. 이는 호흡 능력이 저하된 노인의 경우 삼킴 시 문제가 생길 가능성이 높음을 시사한다.

한편, 성별에 따른 삼킴 무호흡 관련 측정치를 비교하였을 때 남성과 여성의 삼킴 무호흡 시작(SAS), 삼킴 무호흡 지속시간(SAD)의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$). 이는 삼킴 무호흡 지속시간(SAD)이 성별에 따른 차이가 없다는 Martin-Harris 등(2005)의 연구와 일치하지만 18세부터 75세 이상까지 800명을 대상으로 4개의 그룹(그룹 1: 18세부터 40세, 그룹 2: 41세부터 59세, 그룹 3: 60세부터 75세, 그룹 4: 76세 이상)으로 나누어 연령과 성별에 따른 삼킴 무호흡 지속시간을 보았던 Radish와 Bhat (2012)의 연구와는 상반된 결과를 보였다.

5 mL 물 삼킴 시 청년층과 노년층의 성별에 따른 표면 근전도 관련 측정치를 비교하였다. 연령에 따른 청년층과 노년층의 표면 근전도 측정치를 비교하였을 때 표면 근전도 시작(sES)은 노년층의 표면 근전도 시작(sES)이 더 길었으나 이 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$). 표면 근전도 정점(sEP)과 표면 근전도 지속시간(sED)은 노년층이 더 길었고 이 차이는 통계적으로 유의했다($p = .001$). 노화가 진행됨에 따라 혀 기저부(tongue base) 근육의 위축(atrophy) 및 약화는 적절한 압력으로 음식덩이를 인후로 이동시킬 수 없는 원인이 된다(Groher & Crary, 2011; Rofes et al., 2011). 노

년층에서 노화에 따른 근력 감소, 이차적인 근육의 부피와 신축성 감소는 청년층에 비해 삼킴 시 음식덩이의 이동 소요 시간을 늘리는 원인이 될 수 있고 저하된 근력으로 인해 삼킴 시 순간적으로 근육을 사용하기 어려워 상대적으로 삼킴 관련 근육들의 움직임이 오래 유지해 안전한 삼킴을 유도할 수 있다. 본 연구결과에서 삼킴 시 연령이 증가할수록 표면 근전도 시작(sES)의 차이는 통계적으로 유의하지 않았지만 표면 근전도 정점(sEP)과 표면 근전도 지속시간(sED), 표면 근전도 종료 지점(sEE)이 지연되는 것이 이를 지지한다고 볼 수 있다. 표면 근전도 관련 측정치 역시 음향 신호 관련 측정치와 마찬가지로 청년층에 비해 노년층의 삼킴이 지연되었다는 것을 의미하는 지표 중 하나이다.

한편, 성별에 따른 표면 근전도 관련 측정치를 비교하였을 때 남성과 여성의 표면 근전도 시작(sES), 표면 근전도 정점(sEP), 표면 근전도 지속시간(sED)의 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$).

삼킴 시 연령이 증가할수록 표면 근전도 관련 측정치가 지연되었지만 성별에 따른 표면 근전도 관련 측정치의 차이는 크게 나타나지 않았다. 본 연구에서는 연령과 성별에 따른 삼킴 시 표면 근전도 관련 시간적 측정치를 최초로 제시하였으며 삼킴 시 연령과 성별에 따른 표면 근전도 관련 시간적 측정치는 정상과 삼킴장애를 구별하고 노인연하장애와 삼킴장애를 감별하는 데 기초 자료로 사용될 수 있을 것이다.

5 mL 물 삼킴 시 청년층과 노년층의 성별에 따른 호흡-삼킴 협응 측정치의 시간적 특성을 비교하였다. 연령에 따라 청년층과 노년층의 측정치의 시간적 특성을 비교하였을 때, 표면 근전도 시작(sES)부터 삼킴 무호흡 시작(SAS)까지 시간은 노년층에서 더 길었으나 이 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$). 또한 삼킴 무호흡 시작(SAS)부터 음향 신호 시작(AS)까지 시간은 노년층에서 더 길었으며 표면 근전도 정점(sEP)부터 음향 신호 정점(AP)까지 시간은 청년층에서 시간이 더 길었으나 이 차이도 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$). 음향 신호 종료(AE)부터 삼킴 무호흡 종료(SAE)까지 시간은 노년층에서 더 길었고 이 차이는 통계적으로 유의했다($p = .001$). 마지막으로 표면 근전도 종료(sEE)부터 삼킴 무호흡 종료(SAE)까지 시간은 노년층에서 더 길었으나 이 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$). 한편, 성별에 따라 남성과 여성의 측정치의 시간적 특성을 비교하였을 때 남성과 여성의 시간 차이는 통계적으로 유의하지 않았다($p > .05$).

결과적으로 연령에 따른 측정치의 시간적 특성 중 음향 신호 종료(AE)부터 삼킴 무호흡 종료(SAE)까지 차이를 제외하고 통계적으로 유의하지 않았다. 그러나 앞서 측정된 측정치들과 함께 비교

했을 때 초기에 기준으로 제시한 그래프와는 달리 삼킴의 첫 시작이 음식덩이의 이동을 나타내는 턱 아래 근육의 움직임이 아닌 삼킴 무호흡의 시작이라는 것을 알 수 있다. 이 결과는 첫째, 호흡-삼킴 협응 패턴의 변화와 둘째, 기도보호 기능으로 인해 턱 아래 근육이 움직이기 전 삼킴 무호흡이 먼저 시작된 것이라 볼 수 있다. 삼킴 무호흡 시작(SAS)부터 표면 근전도 시작(sES)까지의 시간과 음향 신호 시작(AS)의 시간이 노년층에서 지연된 것은 노년층의 호흡-삼킴 협응 능력의 저하로 인해 삼킴 무호흡 시작 후 호흡 기능이 충분히 지지된 다음 턱 아래 근육의 움직임이 시작되고 음식덩이가 이동하는 기도보호 기능의 역할을 하는 것으로 사료되며 삼킴과 관련된 구조들의 협응 능력이 지연되었다는 것을 알 수 있다. 삼킴 무호흡 종료(RPE)부터 음향 신호 종료(AE)까지의 시간, 삼킴 무호흡 종료(RPE)부터 표면 근전도 종료(sEE)까지의 시간이 청년층에 비해 노년층이 길었다는 것도 노년층에서 삼킴 무호흡이 길었기 때문으로 보이며 이 역시 노년층이 청년층에 비해 삼킴 지연이 된다는 것을 의미한다(Figure 13).

Martin-Harris 등(2005)의 연구에서는 무호흡의 시작이 연령과 관계없이 건강한 성인 대상자 간에 큰 변이가 관찰되었다. 이러한 변동성은 삼키기 전 숨을 참는 시간이 개인의 특유의 학습된 특성 혹은 습관화된 음주 반응일 수 있다고 하였다. 한편, 무호흡의 시작과는 반대로, 무호흡의 종료는 청년층일수록 상대적으로 안정적이었으나, 노년층은 상당히 늦게 발생했다고 하였다. 따라서, 장시간의 무호흡은 삼킴장애가 없는 건강한 노년층에서 나타난 전체적인 삼킴 지속시간의 증가와 관련이 있을 수 있다.

또한, Martin-Harris 등(2005)의 연구에서는 76명의 건강한 성인을 대상으로 호흡-삼킴의 협응을 보기 위해 MBS와 digital workstation을 동시에 사용하여 11개의 삼킴 사건(무호흡, 구강 음식덩

이 이동, 후두 폐쇄, 설골 이동, PES 개방, 최대 후두 폐쇄, 최대 설골 이동, 후두 개방, PES 개방, 무호흡 종료, 설골 제위치로 이동)의 시작 시간을 측정하였다. 이 연구에서는 정상 성인의 호흡 및 삼킴과 관련된 생리학적 사건에서 호흡 단계 패턴과 시간적 조절 특성을 살펴봄으로써 정상 호흡과 삼킴의 관계를 파악하고 궁극적으로는 이상 패턴과 흡인과의 관계를 파악하고자 하였다.

노년층의 K-DHI 총점과 5 mL 물 삼킴 시 호흡-삼킴 협응 측정치 간 상관성을 알아보기 위해 상관관계를 분석한 결과 K-DHI 총점과 삼킴 무호흡 지속시간은 유의한 정적 상관관계를 보였고($p<.001$), 음향 신호 지속시간과 표면 근전도 지속시간은 정적 상관관계를 보였지만 통계적으로 유의하지 않았다($p>.05$). 결과적으로, 5 mL 물 삼킴 시 호흡-삼킴 협응 측정치인 음향 신호 지속시간, 삼킴 무호흡 지속시간, 표면 근전도 지속시간 중 특히 삼킴 무호흡 지속시간이 길어질수록 점수가 높아지는 것을 의미하며 이는 삼킴 기간이 증가할수록 삼킴 시 스스로 느끼는 어려움의 정도에 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 노년층의 경우 삼킴장애 진단을 받은 적이 없는 참여자를 대상으로 하였음에도 불구하고 삼킴과 관련된 음향 시간 지표 및 삼킴 무호흡 지표, 표면 근전도 지표의 증가에 따라 스스로 느끼는 삼킴 시 어려움의 정도가 커졌다. 따라서 65세 이상 지역사회 노인의 60% 이상이 삼킴장애 위험성이 있다는 Yim, Kim과 Son (2014)의 연구결과와 구강인두삼킴장애의 유병률(prevalence)이 나이가 증가함에 따라 증가한다는 Wirth 등(2016)의 연구결과를 함께 비교했을 때 연령이 증가함에 따른 노화로 인한 삼킴 지연은 노년층을 노인삼킴장애로 분류하기 위한 적합한 지표가 될 수 있다. 결론적으로 삼킴 시 무호흡 시간이 증가하는 것은 노년층의 기도보호를 위한 기제로 나타나는 현상일 수 있으나 본 연구에서 무호흡이 증가할수록 DHI가 높게 나타난 것은 호흡

Figure 13. Comparison of acoustic signal, submental sEMG signal, nasal air flow measurement in young and elderly people.

AS=acoustic start; AP=acoustic peak; AE=acoustic end; AD=acoustic duration; SAS=swallowing apnea start; SAE=swallowing apnea end; SAD=swallowing apnea duration; sES=submental sEMG start; sEP=submental sEMG peak; sEE= submental sEMG end; sED= submental sEMG duration.

의 기능이 나이가 들수록 저하되므로 삼킴동안 호흡의 지지를 많이 받지 못하는 노인의 경우 사레걸림과 같은 증상을 경험할 가능성이 높기 때문에 개인이 느끼는 삼킴곤란 정도가 높아질 수 있을 것이라 여겨진다.

본 연구에서는 MBS를 실시하지 못하였으나, 노년층의 삼킴과 관련된 호흡의 협응 능력을 좀 더 자세히 살펴보았다는 점에서 의의가 있다. 아울러 호흡-삼킴 협응 능력과 주관적 삼킴장애와 상관성이 높은 변수를 찾아보았다는 점에서 큰 의의가 있다.

따라서, 노년층의 경우 삼킴장애로 진단받은 적이 없더라도 신체의 노화 과정에 따른 삼킴 기제의 변화가 나타나는데, 노화에 따른 근감소(sarcopenia), 호흡 능력의 감소나 삼킴 시작의 어려움, 코로 역류, 음식 잔여물 삼킴 지연, 삼킴 후 목의 이물감이나 잔여물 증가 등의 증상이 나타나므로(Namasivayam-MacDonald & Riquelme, 2019), 병리적 삼킴장애가 없는 정상 노인으로 분류된다 할지라도 삼킴장애 예방과 삼킴 능력 증진을 위한 중재가 필요할 것으로 사료된다.

Table 6. Analysis of the pattern of breathing-swallowing coordination between young and elderly people

	Exhalation-exhalation	Exhalation-inhalation	Inhalation-exhalation	Inhalation-inhalation	Total
Young	38 (47.5)	0 (0)	2 (2.5)	0 (0)	40 (50)
Old	32 (40)	3 (3.8)	5 (12.5)	0 (0)	40 (50)
Total	70 (87.5)	3 (3.8)	7 (8.8)	0 (0)	80 (100)

Values are presented as frequency (%).

또한 본 연구에 참여한 청년층과 노년층의 5 mL 물 삼킴 시 호흡-삼킴 협응 패턴은 다음 Table 6과 같다. 청년층의 호흡-삼킴 협응 패턴은 ‘호기-삼킴-호기’ 패턴이 대부분이었으나, ‘흡기-삼킴-호기’ 패턴이 일부 관찰되었다(2.5%, 2/80, 평균 연령: 21.5세). 노년층의 호흡-삼킴 협응 패턴은 청년층과 마찬가지로 ‘호기-삼킴-호기’가 대부분이었으나, ‘흡기-삼킴-호기’ 패턴이 12.5% (5/80, 평균 연령: 70.8세)와 ‘호기-삼킴-흡기’ 패턴이 3.8% (3/80, 평균 연령: 71.4세)로 관찰되었다.

본 연구에서 연령에 따른 호흡-삼킴 협응 패턴의 차이를 알아보기 위해 Fisher의 정확 검정 결과, 통계적으로 유의하지 않았다($\chi^2(2) = 4.8, p = .103$). 통계적으로 유의하지 않았지만 연령이 증가할수록 다양한 호흡-삼킴 패턴이 나타났고 이는 Radish와 Bhat (2012)의 연구를 지지하며, 노화가 진행됨에 따라 호흡-삼킴 협응 패턴이 변화했다는 것을 의미한다. 연령이 증가할수록 호흡-삼킴 패턴에서 흡기가 먼저 나타난다는 것은 음식당이 또는 침 등이 외전된 상태로 침습 또는 흡인되는 것을 촉진시키며 기도보호 기능이 저하되어 삼킴장애의 위험성이 높아질 것으로 사료된다.

Martin-Harris 등(2005)의 연구에서도 건강한 성인의 주요 호흡 패턴은 호기-호기였으며, 이 연구에서는 성대 폐쇄는 관찰하지 못하였으나 인두 삼킴의 초기와 후기 단계에서 성대가 부정중위(paramedian) 위치에 있는 것과 호흡의 호기 단계가 관련이 있음을 시사하였다. 진성대가 부정중위(paramedian) 위치에 있다는 것은 삼킴 전이나 삼킴 후 흡기 시 성대 위치가 외전된 상태와 비교했을 때보다 기도를 보호하기 위한 것으로 보여진다. 인두단계의 끝

Figure 14. Multiple swallowing patterns in the elderly.

부분동안 성대가 외전된 상태의 흡기는 후두 입구로 타액이나 음식물이 들어가기 용이하므로 기침이 억제되어 있거나 상기도 감각이 저하되어 있는 경우와 같이 폐의 방어 기제가 손상된 환자에게는 특히 위험할 수 있다. 특히, 이 연구에서는 65세 이상의 건강한 노인에게서 삼킴 동안 흡기 패턴이 더 많이 관찰되었는데, 이는 건강한 노인에게서 이러한 패턴이 발견되더라도 흡인이 나타나지 않을 수 있지만, 변경된 연령 관련 호흡 패턴은 뇌졸중이나 진행성 신경질환과 같은 질환을 가진 노인 환자에게 더욱 심각한 삼킴 장애를 가질 수 있다는 것을 시사한다. 특히, 삼킴 장애와 폐렴과 관련된 연령 관련 질병의 증가에 대한 예측을 고려할 때, 추후에는 비정상적인 삼킴 생리와 호흡기 삼킴장애, 그리고 증가하는 노인 인구를 위협하는 병적인 건강 결과 사이의 관계를 결정하기 위한 종적 연구가 요구된다.

또한 노년층 삼킴 패턴을 분석한 결과 노년층의 10%(4/40, 평균 연령: 70.75세) 여러 번 삼킴이 나타났다. Leslie 등(2005)의 연구에 의하면 5 mL 물 삼킴 시에도 여러 번 삼킴이 발생하지만 연령이 증가함에 따른 여러 번 삼킴의 상관성은 없었다. 그러나 삼킴 능력의 저하로 구강 내 잔여물이 청년층에 비해 더 많이 남는 노년층의 경우 여러 번 삼킴이 나타날 가능성이 높기 때문에 노년층의 경우 청년층에 보다 더 큰 호흡의 지지가 필요할 것으로 사료된다(Figure 14).

Leslie 등(2005)의 연구에 의하면 5 mL 물 삼킴 시에도 여러 번 삼킴이 발생하지만 연령이 증가함에 따른 여러 번 삼킴의 상관성은 없었다. 그러나 삼킴 능력의 저하로 구강 내 잔여물이 청년층에 비해 더 많이 남는 노년층의 경우 여러 번 삼킴이 나타날 가능성이 높기 때문에 노년층의 경우 청년층에 보다 더 큰 호흡의 지지가 필요할 것으로 사료된다(Figure 14).

본 연구에서는 청년층과 노년층의 5 mL 물 삼킴 시 성별에 따른 호흡-삼킴 협응 측정치의 특성에 차이가 있는지, 노년층의 경우 호흡-삼킴 협응 측정치와 한국판 삼킴장애지수(K-DHI) 간 상관관계가 있는지 살펴보았다. 본 연구의 결과를 통해 연령이 증가할수록 삼킴과 관련된 음향 신호 측정치와 삼킴 무호흡 측정치, 표면 근전도 측정치가 지연되었지만 성별에 따른 큰 차이는 없었다. 삼킴 주기(cycle)에서 호흡-삼킴 협응 측정치들의 시간적(timing) 특성을 봤을 때 연령이 증가할수록 청년층에 비해 노년층에서 지연되었으나 이 차이는 통계적으로 유의미하지 않았으며 성별에 따른 큰 차이는 없었다. 또한 노년층에서 5 mL 물을 삼키는 동안 삼킴 무호흡 지속시간이 길어질수록 본인이 느끼는 삼킴 어려움의 정도가 심하다는 것을 알 수 있었으며 질적 분석을 통해 청년층과 다른 노년층의 호흡-삼킴 패턴을 관찰할 수 있었다.

본 연구의 제한점은 첫째, 적은 수의 대상자를 대상으로 시행되었기 때문에 추후에는 많은 수의 청년층과 노년층의 모집단을 대상으로 연구를 진행하여 청년층과 노년층의 삼킴장애 특성을 알아보고 기준치를 마련할 필요가 있겠다. 둘째, 본 연구에 참여한 청년층과 노년층의 삼킴 패턴(pattern)이 일반적인 '호기-삼킴-호기' 패턴과 다르게 나타났으며 이러한 결과는 삼킴의 시간적(timing) 특성에 영향을 주었을 수 있다. 따라서 추후에는 의식적 삼킴이 아닌 최대한 자연스러운 상황에서 연구를 진행할 필요가 있겠으며 노인군의 경우 삼킴 패턴(pattern)에 따른 호흡-삼킴 협응 측정치 사이의 관계를 알아보는 연구가 필요할 것이다. 셋째, 본 연구에는 5 mL 물 삼킴 시 호흡-삼킴 협응 측정치만을 측정하였다. 따라서 추후에는 푸레, 고체 음식 등 다양한 삼킴 재료에 따른 청년층과 노년층의 호흡-삼킴 협응 측정치를 비교 분석하는 것이 필요할 것이다. 마지막으로, 본 연구에서는 정상 청년층과 노년층을 대상으로 연구하였다. 따라서 추후에는 신경학적 장애로 인한 삼킴 기능이 저하된 환자를 대상으로 한국판 삼킴장애지수 및 호흡-삼킴 협응 특성을 살펴보는 것이 필요할 것이다.

REFERENCES

- Broussard, D. L., & Altschuler, S. M. (2000). Central integration of swallow and airway-protective reflexes. *The American Journal of Medicine*, 108(4), 62-67.
- Choi, S. H., Kim, H., Choi, C. H., Seo, H. N., & Park, C. R. (2018). Characteristics of tongue pressures based on swallowing tasks in Korean healthy older adults. *Audiology and Speech Research*, 14(3), 194-203.
- Clave, P., Dekraa, M., Arreola, V., Girvent, M., Farre, R., Palomera, E., & Serra-Prat, M. (2006). The effect of bolus viscosity on swallowing function in neurogenic dysphagia. *Alimentary Pharmacology Therapeutics*, 24(9), 1385-1394.
- Hårdemark Cedborg, A. I., Bodén, K., Witt Hedström, H., Kuylenstierna, R., Ekberg, O., Eriksson, L. I., & Sundman, E. (2010). Breathing and swallowing in normal man--effects of changes in body position, bolus types, and respiratory drive. *Neurogastroenterology & Motility*, 22(11), 1201-1208.
- Groher, M. E., & Crary, M. A. (2011). *Dysphagia: clinical management in adults and children* (3rd ed.). Elsevier.
- Jung, S. H., & Kim, Y. H. (2015). The change of tongue pressure according to the viscosity of the three food. *Journal Korean Society of Neurocognitive Rehabilitation*, 7(1), 47-53.
- Kelly, B. N., Huckabee, M. L., & Jones, R. D. (2007). The early impact of feed-

- ing on infant breathing–swallowing coordination. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 156(2), 147–153.
- Kang, Y. W. (2006). A normative study of the Korean-Mini Mental State Examination (K-MMSE) in the elderly. *Korean Journal of Psychology*, 25(2), 1–12.
- Kim, B. H., & Chung, E. J. (2016). Oropharyngeal dysphagia in the elderly. *Journal of the Korean Dysphagic Society*, 7(2), 49–53.
- Kim, G. H., Choi, S. H., Lee, K., Choi, C. H. (2014). Dysphagia Handicap Index and swallowing characteristics based on laryngeal functions in Korean elderly. *Speech Sciences*, 6(3), 3–12.
- Kim, T. Y., Park, D., Lee, S. E., Kim, B. H., Son, S. I., & Choi, S. H. (2021). Clinical usefulness of the Korean version of the Dysphagia Handicap Index: reliability, validity, and role as a screening test. *Dysphagia*, 1–9.
- Kim, Y., McCullough, G. H., & Asp, C. W. (2005). Temporal measurements of pharyngeal swallowing in normal populations. *Dysphagia*, 20(4), 290–296.
- Kim, Y., & Park, T. (2007). Age and gender differences of laryngeal closure duration during normal swallowing. *Korean Journal of Communication & Disorders*, 12(3), 521–531.
- Leslie, P., Drinnan, M. J., Finn, P., Ford, G. A., & Wilson, J. A. (2004). Reliability and validity of cervical auscultation: a controlled comparison using videofluoroscopy. *Dysphagia*, 19(4), 231–240.
- Leslie, P., Drinnan, M. J., Ford, G. A., & Wilson, J. A. (2005). Swallow respiratory patterns and aging: presbyphagia or dysphagia?. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(3), 391–395.
- Marik, P. E., & Kaplan, D. (2003). Aspiration pneumonia and dysphagia in the elderly. *Chest*, 124(1), 328–336.
- Martin-Harris, B., Brodsky, M. B., Price, C. C., Michel, Y., & Walters, B. (2003). Temporal coordination of pharyngeal and laryngeal dynamics with breathing during swallowing: single liquid swallows. *Journal of Applied Physiology*, 94(5), 1735–1743.
- Martin-Harris, B., Brodsky, M. B., Michel, Y., Ford, C. L., Walters, B., & Heffner, J. (2005). Breathing and swallowing dynamics across the adult lifespan. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 131(9), 762–770.
- Michou, E., Mistry, S., Jefferso, S., Tyrrell, P., Hamdy, S. (2014). Characterizing the mechanisms of central and peripheral forms of neurostimulation in chronic dysphagic stroke patients. *Brain Stimulation*, 7(1), 66–73
- Namasivayam-MacDonald, A. M. & Riquelme, L. F. (2019). Presbyphagia to dysphagia: multiple perspectives and strategies for quality care of older adults. *Seminars in Speech and Language*, 40(3), 227–242.
- Park, J. H., Choi, K. H., Kim, Y. M., Song, Y. J., Park, E. J., & Shing, D. I. (2010). Sequential tongue pressure and laryngeal movement during swallowing. *Journal Korean Academy of Rehabilitation Medicine*, 34(2), 134–140.
- Park, J. H., Park, Y. N., & Ko, H. J. (1991). Modification of the Mini-Mental State Examination for use in the elderly in a non-western society: Part II. Cutoff points and their diagnostic validities. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 6(12), 875–882.
- Radish, K. B., & Bhat, J. S. (2012). Respiratory swallow coordination in healthy individuals. *International Journal of Advanced Speech and Hearing Research*, 1(1), 1–9.
- Ren, J., Shaker, R., Zamir, Z., Dodds, W. J., Hogan, W. J., & Hoffmann, R. G. (1993). Effect of age and bolus variables on the coordination of the glottis and upper esophageal sphincter during swallowing. *American Journal of Gastroenterology (Springer Nature)*, 88(5), 665–669.
- Rofes, L., Arreola, V., Almirall, J., Cabré, M., Campins, L., García-Peris, P., Speyer, R., & Clave, P. (2011). Diagnosis and management of oropharyngeal dysphagia and its nutritional and respiratory complications in the elderly. *Gastroenterology Research and Practice*, 1–13.
- Selley, W. G., Flack, F. C., Ellis, R. E., & Blooks, W. A. (1989). Respiratory patterns associated with swallowing: Part 1. The normal adult pattern and changes with age. *Age and Ageing*, 18(3), 168–172.
- Silbergleit, A. K., Schultz, L., Jacobson, B. H., Beardsley, T., & Johnson, A. F. (2012). The dysphagia handicap index: development and validation. *Dysphagia*, 27(1), 46–52.
- Song, Y. J., Woo, H. S., Park, I. J., Oh, J. C., Kim, E. J., & Min, K. C. (2014). *Swallowing disorder* (2nd ed). Seoul: Gyeckuck.
- Susan, G. H., Kathleen, T., & Andrew, S. (2001). Effects of age, gender, bolus volume, and trial on swallowing apnea duration and swallow/respiratory phase relationships of normal adults. *Dysphagia*, 16(2), 128–135.
- Wang, C. M., Chen, J. Y., Chuang, C. C., Tseng, W. C., Wong, A. M., & Pei, Y. C. (2015). Aging-related changes in swallowing, and in the coordination of swallowing and respiration determined by novel non-invasive measurement techniques. *Geriatrics & Gerontology International*, 15(6), 736–744.
- Wilcox, F., Liss, J. M., & Siegel, G. M. (1996). Interjudge agreement in videofluoroscopic studies of swallowing. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 39(1), 144–152.
- Wirth, R., Dziewas, R., Beck, A. M., Clavé, P., Hamdy, S., Heppner, H. J., ... & Volkert, D. (2016). Oropharyngeal dysphagia in older persons—from pathophysiology to adequate intervention: a review and summary of an interna-

- tional expert meeting. *Clinical Interventions in Aging*, 11, 189-208.
- Yagi, N., Oku, Y., Nagami, S., Yamagata, Y., Kayashita, J., Ishikawa, A., ... & Takahashi, R. (2017). Inappropriate timing of swallow in the respiratory cycle causes breathing-swallowing discoordination. *Frontiers in Physiology*, 8, 676.
- Yamaya, M., Yanai, M., Ohrai, T., Arai, H., & Sasaki, H. (2001). Interventions to prevent pneumonia among older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49(1), 85-90.
- Yeates, E. M., Steele, C. M., Pelletier, C. A. (2010). Yeates, E. M., Steele, C. M., & Pelletier, C. A. (2010). Tongue pressure and submental surface electromyography measures during noneffortful and effortful saliva swallows in healthy women. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 274(19), 274-281.
- Yim, S. W., Kim, Y. H., & Son, H. M. (2014). Risk for dysphagia and nutritional status in community-dwelling elders. *Journal of Korean Gerontological Nursing Society*, 16(3), 288-298.

국문초록

한국 노년층과 청년층의 호흡-삼킴 협응의 시간적 특성 비교

서해니^{1,2} · 최성희^{1,3} · 이경재^{1,3} · 최철희^{1,3}¹대구가톨릭대학교 일반대학원 언어청각치료학과, ²순천향대학교 의과대학 부천병원 이비인후-두경부외과학교실, ³대구가톨릭대학교 언어청각치료학과

배경 및 목적: 삼키는 동안 호흡-삼킴의 관계는 매우 역동적이며 기도를 보호하기 위해 매우 시간적 타이밍과 협응이 요구된다. 특히 삼킬 때 기도를 보호하는 능력은 노화에 따라 저하된다. 본 연구에서는 한국의 청년층과 노년층의 호흡-삼킴 패턴과 호흡-삼킴의 협응에 따른 시간적 변화를 비교하고자 하였다. **방법:** 청년 40명, 노인 40명 총 80명의 정상인이 본 연구에 참여하였다. 호흡 및 삼킴의 협응 능력을 측정하기 위해 5 mL 물 삼키기 검사 중 digital workstation™을 사용하였다. 호흡-삼킴 협응과 관계된 시간적 변수를 측정하기 위하여 음향 신호 시작(AS), 음향 신호 정점(AP), 음향 신호 지속시간(AD), 삼킴 무호흡 시작 혹은 호흡정지 시작(SAS), 삼킴 무호흡 지속시간 혹은 호흡정지 지속시간(SAD), sEMG 지속시간(sED), sEMG 시작(sES), 표면 근전도 정점(sEP), 표면 근전도 지속시간(sED)을 측정하였으며, 삼킴 곤란 정도에 대한 자가평가를 위해 삼킴장애지수(DHI)를 측정하였다. **결과:** 연령이 증가할수록 삼킴과 관련된 음향 신호 측정치와 삼킴 무호흡 측정치, 표면 근전도 측정치가 지연되었고 삼키는 동안 삼킴과 관련된 구조들의 순차적인 협응 시간의 지연을 보였지만 성별에 따른 큰 차이는 없었다. 또한 K-DHI 총점과 호흡-삼킴 협응 측정치를 비교한 결과를 통해 노년층의 K-DHI 총점과 삼킴 무호흡 지속시간은 유의한 정적 상관관계를 보였다. **논의 및 결론:** 본 연구에서 노년층의 경우 청년층과 비교 하였을 때 호흡-삼킴 협응의 시간적 타이밍 지연 및 삼킴 패턴의 변화는 삼킴장애의 위험을 증가시킬 수 있다. 또한 노화로 인한 삼킴 지연은 노인삼킴 장애를 분류하는 지표가 될 수 있다. 아울러, 삼킴 시 무호흡 시간이 증가하는 것은 노년층의 기도보호를 위한 기제로 나타나는 현상일 수 있다. 하지만, 노인층의 무호흡 시간과 K-DHI 점수의 높은 상관성은 노화로 인한 호흡기능의 저하가 나타날수록 삼킴동안 호흡 정지를 오래 유지하기 힘들 수 있으므로 사례결과와 같은 증상을 경험할 위험성이 높아지고 주관적 삼킴장애 정도에 영향을 미칠 수 있을 것이다. 이는 병리적 삼킴장애가 없는 정상 노인으로 분류된다 할지라도 삼킴과 관련된 능력이 저하된 노년층을 대상으로 삼킴장애 예방과 삼킴 능력 증진을 위한 중재가 필요하다는 것을 시사한다.

핵심어: 한국판 삼킴장애지수, 호흡과 삼킴의 협응, 5 mL 물 삼킴, 정상 노년층

본 논문은 제1저자의 석사학위논문을 발췌 및 수정한 것임.

참고문헌

- 강연옥 (2006). K-MMSE (Korean-Mini Mental State Examination)의 노인 규준 연구. *한국 심리학회지: 일반*, 25(2), 1-12.
- 김근희, 최성희, 이경재, 최철희 (2014). 한국 정상 노인층의 삼킴장애지수와 후두 기능에 따른 삼킴 특성. *말소리와 음성과학*, 6(3), 3-12.
- 김보혜, 정은재 (2016). 노인에서의 구강인두 연하장애. *대한연하장애학회지*, 6(2), 49-53.
- 김영선, 박태옥 (2007). 정상인에서 연령과 성별에 따른 삼킴 시 후두단합 지속시간 비교. *언어청각장애연구*, 12(3), 521-531.
- 박진홍, 최경효, 김용미, 송영진, 박은정, 신동익 (2010). 삼킴시 순차별 혀의 압력 및 후두거상 반응시간. *대한재활의학회지*, 34(2), 134-140.
- 송영진, 우희순, 박은정, 윤인진, 오종치, 김은정, 민경철 (2014). *삼킴장애*. 서울: 계축문화사
- 임선우, 김영혜, 손현미 (2014). 지역사회 노인의 삼킴장애 위험성과 영양상태. *노인간호학회지*, 16(3), 288-298.
- 정승희, 김윤희 (2015). 구강기에 문제가 없는 20대 성인에서 점도가 다른 음식을 삼킬 시 혀 압력의 변화. *한국신경인지재활치료학회지*, 7(1), 47-53.
- 최성희, 김향희, 최철희, 서해니, 박재림 (2018). 삼킴 과제에 따른 한국 노년층의 혀압력 특성. *Audiology and Speech Research*, 14(3), 194-203.

ORCID

서해니(제1저자, 대학원생, 언어치료사 <https://orcid.org/0000-0002-5836-9957>); 최성희(교신저자, 교수 <https://orcid.org/0000-0003-2365-6187>); 이경재(공동저자, 교수 <https://orcid.org/0000-0002-6811-1212>); 최철희(공동저자, 교수 <https://orcid.org/0000-0003-1844-3072>)