

삼킴 시 목뿔뼈 상승운동의 생체역학적 측정: 예비연구

김영선*.§ · 박영학**

(*오하이오대학교,

**가톨릭대학교 의과대학 이비인후과학교실)

김영선 · 박영학. 삼킴 시 목뿔뼈 상승운동의 생체역학적 측정: 예비연구. 『언어청각장애연구』, 2008, 제13권, 제3호, 503-512. **배경 및 목적:** 삼킴장애의 효과적인 치료를 위해 삼킴장애 증상의 원인을 찾는 것은 중요하다. 그러나 현재 삼킴검사는 주로 침습과 흡인 등의 삼킴장애 증상 발견에 집중되어 있다. 특히 삼킴장애의 주원인인 목뿔뼈 상승운동의 장애는 삼킴 시 목뿔뼈와 음식덩이가 서로 빠르게 움직이기 때문에 정확한 판단이 쉽지 않다. 본 연구의 목적은 목뿔뼈 상승운동궤도의 관찰을 위한 단순화한 생체역학적 측정방법을 제안하고, 삼킴치료에 따른 목뿔뼈 상승운동궤도 변화의 생체역학적 측정이 가능한지 알아보는 것이다. **방법:** 혀기저암환자의 방사선치료 후 3개월과 1년 경과 후 비디오투시조영검사의 결과 자료 중에 묶은액체 삼킴(1, 3, 5 그리고 10ml)을 디지털화하여 목뿔뼈 상승운동의 생체역학적 측정을 하였다. 목뿔뼈 상승운동의 두 가지 요소인 앞쪽운동과 위쪽운동거리에 대해 ImageJ 프로그램을 이용한 측정방법을 소개하였다. 목뿔뼈 상승운동궤도의 측정을 위하여 4곳의 목뿔뼈 위치 측정지점을 제시하였다. **결과:** 두 추적검사 모두에서 환자는 지속적인 침습과 흡인을 보였다. 그러나 생체역학적 검사결과, 3개월보다 1년 추적검사에서 환자의 목뿔뼈 위쪽운동은 0.14cm정도의 향상을 보였다. 이러한 목뿔뼈의 위쪽운동 향상을 통해 후두의 단힘을 도와 기도보호의 기능이 향상되고 있음을 확인할 수 있었다. **논의 및 결론:** 본 연구를 통해 목뿔뼈 상승운동궤도의 측정이 가능함을 알았고, 이 측정을 통해서 환자의 목뿔뼈 앞쪽-위쪽이동 과정을 볼 수 있었다. 삼킴의 생체역학적 측정은 삼킴장애를 겪는 환자를 대상으로 치료방법의 효과를 측정하는데 사용되며 삼킴장애의 올바른 이해를 도울 것이다.

핵심어: 삼킴, 삼킴장애, 비디오투시조영검사, 생체역학적 측정, 목뿔뼈 상승운동

I. 서론

뇌졸중 환자 중 30%에서 50%, 두경부암 환자 중 50%이상이 삼킴장애를 겪은 경우가 많다고 한다(Kidd et al., 1993; Mann, Hankey & Cameron, 1999). 이외에도 파킨슨씨 병, 루게릭 병, 외상성 뇌손상(traumatic brain injury: TBI), 뇌성마비 등 각종 질환의 환자들이 삼킴문제를 보이고 있다. 또

게재 신청일: 2008년 4월 15일; 최종 수정일: 2008년 7월 5일; 게재 확정일: 2008년 7월 10일

§ 교신저자: 김영선, 오하이오대학교 언어병리학과 교수, School of Hearing, Speech and Language Sciences, Ohio University, Grover Center W218, Athens, Ohio, USA, e-mail: kimy2@ohio.edu, tel.: 01-740-597-1286

© 2008 한국언어청각임상학회 <http://www.kasa1986.or.kr>

한 삼킴문제는 어린아이에서 성인에 이르기까지 다양한 연령대에서 장애로 나타나고 있다. 삼킴장애는 영양과 수분공급의 결핍으로 삶의 질에 영향을 줄 뿐만 아니라 죽음에까지 이르게 하는 질환이다.

삼킴장애가 의심되는 환자에게 주로 사용되는 검사로 엑스선을 이용한 비디오투시조영검사(videofluoroscopy)가 있다. 비디오투시조영검사는 음식덩이의 움직임, 삼킴 후 잔여물, 침습과 흡인 등을 비교적 쉽게 관찰할 수 있어 유용하다(Logemann et al., 2000, 2002). 특히 음식물이 기도로 들어가며 발생하는 침습과 흡인은 삼킴장애 중 가장 위험한 증상으로 이로 인해서 흡인성 폐렴(aspiration pneumonia)으로 발전할 수 있다(Fingold, 1995).

지난 10여년 간 삼킴에 대한 진단 기술이 발전되어 오면서 비디오 투시조영검사를 통해 침습과 흡인을 찾고, 그 원인인 각 근육의 움직임, 삼킴반응 등의 생리적 현상 등에 대한 이해를 높이려는 노력이 진행되었다. 이는 침습과 흡인의 정확한 생리적 원인을 찾음으로써 환자에게 효과적인 치료 방법을 제시하고 적용할 수 있기 때문이다. 또한 흡인의 정확한 원인을 진단하여 흡인 위험군 환자를 예측하고 흡인을 예방하는 효과도 있을 수 있다(Robbins et al., 1992).

삼킴생리의 측정방법으로 비디오투시조영검사의 생체역학적 측정이 사용된다. 생체역학적 측정은 비디오 투시조영검사를 비디오 테이프 또는 디지털 이미지로 녹화하여 각각의 비디오 프레임을 분석함으로써 빠르고 역동적으로 일어나는 순간적인 삼킴과정 중 각 기관의 움직임을 자세히 관찰할 수 있다. 삼킴의 생체역학적 측정을 통해 정상과 비정상적인 삼킴의 생리현상을 이해하고 삼킴장애를 가진 환자를 위한 진단, 치료 그리고 예후에 대한 자세한 정보를 환자와 보호자, 주치의, 삼킴치료 전문가에게 제공해 줄 수 있다.

삼킴의 인두단계에서 목뿔뼈는 구강바닥 근육, 즉 앞배쪽 두힘살근(anterior belly of digastric), 턱목뿔근(mylohyoid), 턱끝목뿔근(genioyoid)의 당김에 의해 앞-위쪽으로 움직인다. 이를 목뿔뼈 상승운동(hyoid excursion)이라 한다(Robbins et al., 1992). 이러한 목뿔뼈의 위쪽운동은 후두덮개가 후두를 덮어 기도입구가 닫히도록 도와주며 앞쪽운동은 상식도조임근(upper esophageal sphincter: UES)이 열리도록 도와준다(Dodd et al., 1988). 이러한 메커니즘 중 목뿔뼈의 위쪽운동은 기도폐쇄가 이루어져 음식물이 기도로 들어가는 것을 막고 음식덩이가 식도로 이동하도록 돕는다. 인두삼킴이 유발된 이후 적절한 목뿔뼈 상승운동이 이루어지지 않으면 기도로 음식물이 들어가 침습이나 흡인이 발생할 수 있다. 따라서 음식덩이가 인두로 들어간 후 목뿔뼈의 상승운동의 정도가 침습과 흡인의 위험요인이 될 수 있는 것이다. Perlman, Booth & Grayhack (1994)에 의하면 감소된 목뿔뼈의 상승운동은 환자를 흡인의 위험에 노출시키는 중요한 요인으로 보고하고 있다. 그러나 많은 임상보고에서 목뿔뼈 상승운동은 실질적인 생체역학적 측정 없이 각 평가자의 주관적인 판단에 의해 이루어지고 있다. 임상에서 사용할 수 있는 객관적인 생체역학적 측정방법이 필요하며 이를 통해 삼킴장애의 올바른 이해와 생체역학적 측정에 기초한 치료방법의 개발과 처방이 필요하다. 이러한 측정방법은 삼킴치료의 증거기반방법(evidence-based method)을 향상시키고 새로운 치료방법 개발에 기여하게 될 것이다.

삼킴 시 목뿔뼈의 상승운동은 목뿔뼈의 앞쪽운동과 위쪽운동 두 가지로 나눌 수 있다. 선행연구(Kim & McCullough, 2008)에서는 정상인들을 대상으로 노인층이 청장년층에 비해 목뿔뼈의 최대 앞쪽이동거리는 짧게 나타났지만 최대위쪽이동거리는 차이가 없다고 보고하였다. 연령이 증가해도 기도보호를 위한 목뿔뼈 위쪽운동은 변하지 않음을 보고하고 있다.

Kim & Fugerson (2007)은 뇌졸중 환자의 목뿔뼈 최대이동거리를 측정된 보고를 통해 최대 이동거리 한 곳만을 측정하는데 대한 임상에서의 유용성에 의문을 제기하였다. 그들은 흡인을 보인 뇌졸중 환자와 흡인을 보이지 않은 뇌졸중 환자를 대상으로 한 연구에서 목뿔뼈 최대앞쪽이동거리와 최대위쪽이동거리에서 두 집단 간 유의미한 차이를 발견하지 못하였다. 또한 묽은액체를 같은 환자가 첫 번째 삼킬 때와 두 번째 삼킬 때를 비교했을 때 목뿔뼈의 최대이동거리가 서로 다를 것을 보고하였다. 비록 흡인을 보인 환자라 할지라도 삼킴 시 목뿔뼈 최대앞쪽이동거리와 최대위쪽이동거리 모두 같은 연령의 정상 노인층과 비슷하였다. 따라서 목뿔뼈의 앞-위쪽 최대이동거리 보다 앞-위쪽운동의 궤도 측정이 필요하다고 하겠다. 그러나 한번 삼킴의 궤도 측정에도 많은 시간이 소요되어 현실적으로 임상에서 사용하기 힘들다.

본 연구의 목적은 목뿔뼈 상승운동궤도의 관찰을 위한 단순화한 생체역학적 측정방법을 제안하고, 삼킴치료에 따른 목뿔뼈 상승운동궤도 변화의 생체역학적 측정이 가능한지 알아보는 것이다. 또한 생체역학적 측정결과에 기초한 치료계획의 설정과, 생체역학적 측정이 치료효과의 측정에 사용될 수 있음을 논의할 것이다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상과 엑스선 삼킴 검사

본 연구는 여의도 성모병원 이비인후과 삼킴검사실에 의뢰된 69세 여자환자로, 혀기저(tongue base)암으로 진단된 환자를 대상으로 진행하였다. 암 발생 부위를 제거하는 수술 후에 방사선치료를 마쳤고 방사선치료 3개월 후에 삼킴문제를 호소해 비디오투시조영검사를 실시하였다. 방사선치료 1년 후 재평가를 실시하였다. 최초 삼킴검사 후 환자는 1년 추적검사시까지 외래를 통해 삼킴치료에 지속적으로 참여하였다. 삼킴치료는 턱내리기 등 보상치료와 노력삼킴 등 재활치료를 사용하였다. 비디오투시조영검사 과정은 먼저 엑스선 튜브를 환자의 두경부 중심에 맞추고 환자의 구강이 비디오 화면 앞쪽에, 비강이 위쪽에, 인두강(pharyngeal cavity)이 아래쪽에 위치되도록 하였다. 환자는 주사기를 통해 주입된 묽은액체, 1, 3, 5 그리고 10ml를 각각 2번씩 입에 물고 있다가 검사자의 지시와 함께 삼켰다. 이 음식덩이는 물과 조영제(barium) 파우더를 50대 50의 비율로 혼합한 것이다. 페이스트(paste)도 검사하였으나 환자가 주로 묽은액체를 삼킬 때 가장 많은 흡인을 보이기 때문에 본 연구에서는 묽은액체만을 분석하였다. 생체역학적으로 측정된 삼킴의 수는 총 16회이다.

2. 단순화한 목뿔뼈 상승운동 측정방법

목뿔뼈 상승운동의 생체역학적 측정방법으로 Northwestern University의 Swallowing Physiology Laboratory에서 미국국립보건원(National Institute of Health)의 공유 프로그램인 Image J 프로그램을 이용해 개발한 측정방법이 있다. 본 연구에서는 이 측정방법을 이용하여 Ohio University의 Swallowing Biomechanics Laboratory에서 새롭게 개발한 단순화한 목뿔뼈 상승운동의 궤도측정방법을 사용하였다.

Swallowing Biomechanics Laboratory에서는 삼킴 시 목뿔뼈 상승운동의 궤도를 알 수 있는 다음의 4곳에서 앞쪽운동과 위쪽운동에서 각각 측정하였다: 목뿔뼈의 처음 휴식위치(first resting position), 처음 최대이동거리(first maximum displacement position), 마지막 최대이동거리(last maximum displacement position) 그리고 마지막 휴식위치(last resting position). 최대이동거리를 처음과 마지막으로 구분한 이유는 삼킴 시 목뿔뼈가 최대이동하여 일정기간 머물면서, 그 동안 기도가 닫히고 음식덩이가 식도로 이동하기 때문이다(Robbins et al., 1992). 이와 같은 네 지점의 측정을 통해 목뿔뼈의 전체적인 앞쪽운동과 위쪽운동의 이동궤도를 알 수 있게 되었다.

3. 생체역학적 측정과정

다음은 생체역학적 측정을 위한 방법이다. 먼저 Adobe Premier Pro 1.5를 이용하여 엑스선 삼킴검사시 디지털 이미지로 녹화하여 컴퓨터에 저장하고 환자가 각 음식덩이를 삼킬 때 침습과 흡인 여부를 확인하였다.

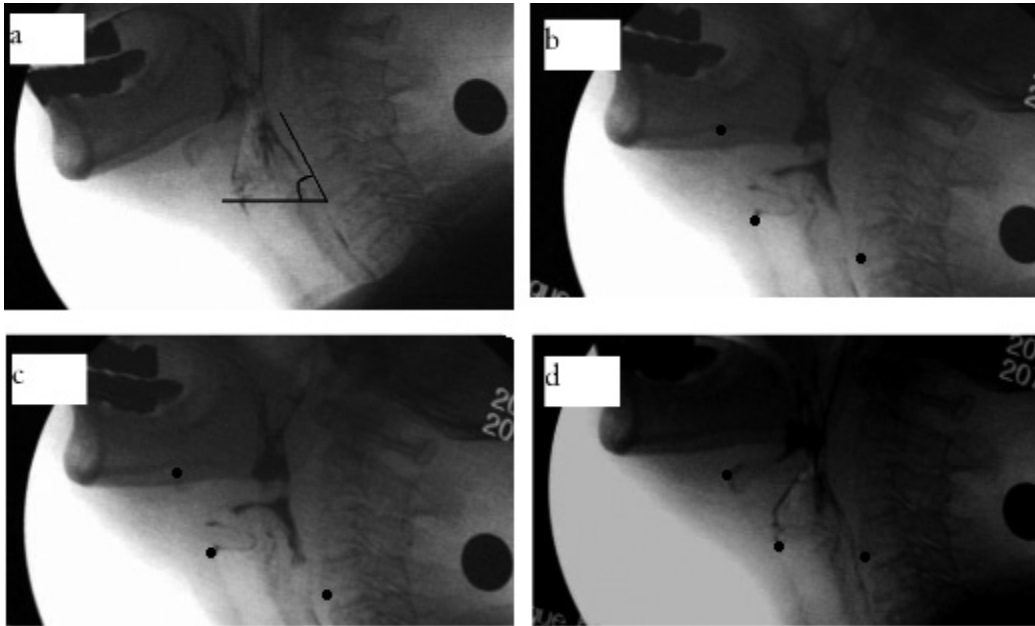
정확한 생체역학적 측정을 위해 비디오투시조영검사의 삼킴 비디오 클립에서 목뿔뼈 상승운동 중 각각 다음의 4가지 프레임을 얻었다: 목뿔뼈의 처음 휴식위치, 처음 최대이동위치, 마지막 최대이동위치, 그리고 마지막 휴식위치(<그림 - 1> 참조). ImageJ 1.32 프로그램(Rasband, 2004)을 이용하여 각각의 연구대상의 프레임을 90도 수직으로 회전하였다. 90도 수직회전을 위해 각 프레임의 경추 4번의 앞-아래쪽 코너와 경추 2번의 앞-위쪽 코너를 이은 직선의 각도를 측정하여 이 각도가 90도가 되도록 프레임을 회전시켰다. <그림 - 1>의 a에서 경추 4번의 앞-아래쪽 코너와 경추 2번의 앞-위쪽 코너를 이은 직선과 선을 각도로 표시하였다. <그림 - 1>의 b, c, d는 이 직선의 각도를 이용해 프레임을 회전시킨 것이다. 이 직선의 각도를 이용하는 이유는 삼킴 시 이 경추들의 움직임이 적고 목뿔뼈와 상식도조임근까지의 인두영역을 포함하기 때문이다. 또한 이를 통해 경추의 위치에 관계하여 목뿔뼈의 이동거리를 측정할 수 있다. 거리측정기준으로 비디오투시조영검사 시 환자의 귀밑에 붙인 길이 1.8mm 동전(penny)을 이용하였다. 동전은 각 그림에서 검은 원형으로 나타나있다. 동전을 사용하는 이유는 엑스선 튜브와 환자의 거리의 차이, 화면의 확대정도에 따른 각 구조의 크기 차이에 따른 이미지 변화에 따른 거리측정기준으로 사용하기 위함이다. 목뿔뼈의 최대이동거리의 측정을 위해 디지털화된 프레임에서 경추 4번의 앞-아래쪽 코너, 휴식 시 목뿔뼈의 위치, 목뿔뼈가 최대로 이동한

앞-위쪽 위치를 점으로 표시한다(<그림 - 1>의 b, c, d에서는 목뿔뼈와 후두에도 표시되어 있다). ImageJ 프로그램으로 (X, Y)의 값을 계산할 수 있다. 다음의 공식에 따라 목뿔뼈의 움직임이 어느 정도 이루어졌는지 측정할 수 있다.

$$\text{앞쪽이동거리}(x_2 - x_1) - (C_4x_2 - C_4x_1)$$

$$\text{위쪽이동거리}(y_2 - y_1) - (C_4y_2 - C_4y_1)$$

x_1 과 y_1 일 때는 휴식 시 상태이며 x_2 와 y_2 는 목뿔뼈가 최대 앞-위쪽운동을 한 때이다. C_4x_1 과 C_4y_1 은 휴식 시 프레임에서 표시한 좌표이며, C_4x_2 와 C_4y_2 는 목뿔뼈가 최대 앞-위쪽운동을 한 프레임에 표시한 좌표이다.



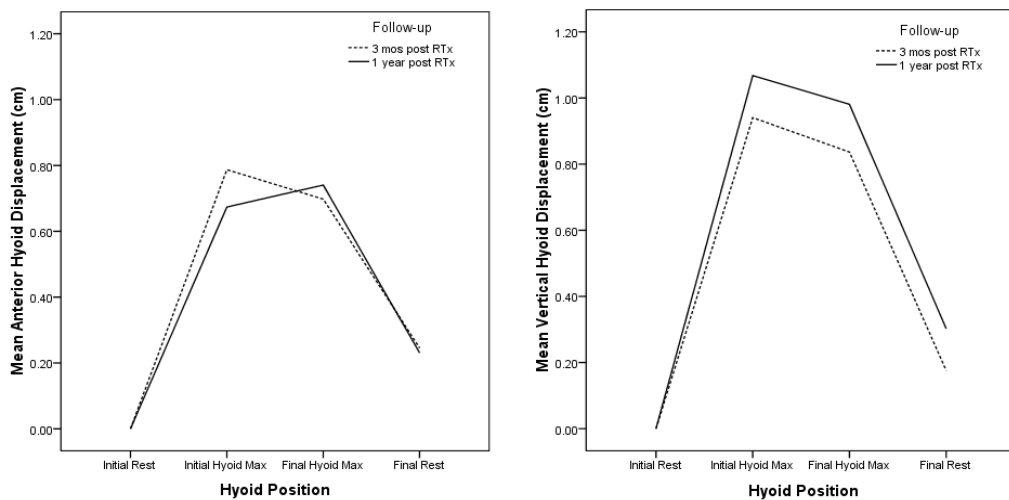
<그림 - 1> 생체역학적 목뿔뼈 이동궤도 측정을 위한 묶은액체 1ml를 삼킬 때 목뿔뼈 상승운동을 표시한 네 장의 프레임. a. 처음 휴식위치(first resting position), b. 처음 최대이동거리(first maximum displacement position), c. 마지막 최대이동거리(last maximum displacement position), d. 마지막 휴식위치(last resting position)

Ⅲ. 연구 결과

1. 엑스선 삼킴 검사와 생체역학적 측정결과

환자는 3개월과 1년 추적검사 시 모든 묽은액체에서 침습을 보였다. 또한 3개월과 1년 삼킴 검사에서 묽은액체 10ml를 삼켰을 때만 소량의 흡인을 보였다. 결국 3개월과 1년 삼킴검사에서 침습과 흡인의 증상은 차이를 보이지 않은 것이다.

생체역학적 측정결과 목뿔뼈의 앞쪽운동은 변화를 보이지 않았다. 그러나 목뿔뼈의 위쪽운동은 3개월 삼킴검사에서는 위쪽 처음 최대이동거리가 평균 0.94cm였고, 위쪽 마지막 최대이동거리는 0.83cm였다. 1년 삼킴검사 시 위쪽 처음 최대이동거리가 평균 1.06cm였고, 위쪽 마지막 최대이동거리는 0.98cm였다. 방사선치료 3개월 후와 비교했을 때 1년 후 삼킴검사에서 목뿔뼈의 위쪽운동은 처음최대이동거리와 마지막 최대이동거리에서 각각 0.13cm, 0.15cm 증가하여 평균 0.14cm 증가했다. 환자는 비록 느리지만 지속적인 목뿔뼈 위쪽운동의 향상을 보였으며 이는 기도보호가 향상되고 있음을 보여주는 것이다. 이 환자는 앞으로 지속적인 재활훈련을 통해 목뿔뼈 상승을 촉진하는 운동을 한다면 좋은 치료효과를 볼 수 있을 것으로 기대한다. 목뿔뼈 상승을 촉진시키는 운동으로 멘델슨 운동법과 노력삼킴을 제안할 수 있겠다. <그림 -2>는 환자의 3개월과 1년 추적검사 시 목뿔뼈의 앞쪽운동과 위쪽운동 궤도를 나타낸 것이다.



<그림 -2> 혀기저암 환자의 방사선 치료 후 3개월과 1년 추적검사 시 실시한 삼킴검사의 목뿔뼈 앞쪽운동(anterior hyoid displacement)과 위쪽운동거리(vertical hyoid displacement)의 궤도 측정결과. (Hyoid position: 목뿔뼈 위치, Initial Rest (first resting position): 처음 휴식위치, Initial Hyoid Max(first maximum displacement position): 처음 최대이동거리, Final Hyoid Max (last maximum displacement position): 마지막 최대이동거리, Final Rest (last resting position): 마지막 휴식위치)

IV. 논의 및 결론

본 예비연구를 통해 삼킴 시 목뿔뼈 앞-위쪽운동의 생체역학적 측정이 가능하며 새롭게 제안한 목뿔뼈의 상승운동궤도측정도 가능하다는 것을 알게 되었다. 목뿔뼈의 상승운동궤도측정을 통해서 환자의 전체적인 목뿔뼈 이동거리와 궤도를 알게 되었고 이동과정을 볼 수 있었다. 또한 본 연구에서 환자는 두 번의 추적검사 시 모두 약간의 흡인을 보여 삼킴치료의 효과를 의심할 수 있었다. 그러나 생체역학적 측정 결과를 통해 목뿔뼈의 위쪽운동이 조금씩 향상되고 있는 것을 관찰함으로써 환자의 삼킴기능이 회복되고 있고 재활훈련이 생리적 변화를 이끌고 있음을 확인할 수 있었다.

생체역학적 측정방법은 빠르게 움직이는 삼킴을 효과적으로 이해하기 위한 방법으로, 정상삼킴과 삼킴장애시 나타나는 운동생리적인 변화에 대한 과학적인 이해를 가능하게 하는 방법이다 (Logemann et al., 2000). 그러나 삼킴의 생체역학적 측정은 그 유용성에도 불구하고 측정 시 많은 시간이 소요되고 습득하기 어렵다는 인식으로 인해 임상에서 많이 사용되고 있지 못했다. 본 연구에서 제시된 단순화한 방법은 삼킴 시 일어나는 목뿔뼈 상승운동 중 4곳에 대한 측정을 통해 운동 궤도를 알 수 있고 임상에서 이 측정방법이 유용하게 사용될 수 있음을 보고하였다.

삼킴의 생체역학적 측정은 삼킴장애를 겪는 환자를 대상으로 행해지는 여러가지 치료방법의 효과를 측정하는데 사용되고 있다. 이는 삼킴치료의 증거기반방법(evidence-based method) 향상과 개발에 기여하게 될 것이다. 현재 삼킴의 치료방법 중 만성 삼킴장애 환자의 신경전기자극(neuromuscular electrical stimulation)치료와 뇌졸중 환자를 대상으로 한 멘델슨 치료방법(Mendelsohn maneuver)의 치료효과를 생체역학적 방법을 통해 측정하는 연구가 진행되고 있다. 주관적인 관찰에 의존하던 삼킴기관의 이동거리와 과정을 생체역학적 측정을 통해 체계적으로 연구하는 계기가 될 것이다. 생체역학적 측정을 통해 치료 시 환자가 보이는 작은 생리적인 변화도 관찰할 수 있으며 치료효과를 직접 환자와 보호자에게 보여줌으로써 동기부여 기회를 제공하게 될 것이다.

삼킴의 생체역학적 연구는 목뿔뼈 뿐만 아니라 삼킴 시 후두의 이동과 상식도조임근이 열리는 넓이, 혀의 움직임 등을 측정할 수 있다. 앞으로의 연구를 통해서 각 삼킴에 관여하는 기관들이 어느 정도의 이동거리를 통해 정상삼킴이 가능한지에 대한 연구가 필요하다. 또한 각각의 기관들의 움직임에 대한 보다 나은 이해를 통해 삼킴장애를 겪고있는 환자들에게 올바른 치료처방을 내리는데 기여할 수 있길 바란다. 삼킴장애 환자를 진단하고 치료하는 전문가들에 대한 교육도 함께 병행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- Dodds, W. J., Man, K. M., Cook, I. J., Kahrilas, P. J., Stewart, E. T., & Kern, M. K. (1988). Influence of bolus volume on swallow-induced hyoid movement in normal subjects. *American Journal of Roentgenology*, *150*(6), 1307-1309.
- Fingold, S. (1995). Aspiration pneumonia. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*, *16*, 475-483.
- Kidd, D., Lawson, J., Nesbitt, R., & MacMahon, J. (1993). Aspiration in acute stroke: A clinical study with videofluoroscopy. *The Quarterly Journal of Medicine*, *86*, 825-829.
- Kim, Y., & Furguson, S. (2007). Maximal hyoid excursion in patients post-stroke. *Proceedings of the Dysphagia Research Society annual conference. Vancouver, Canada*.
- Kim, Y., & McCullough, G. (2008). Maximum hyoid displacement in normal swallowing. *Dysphagia*, *23*, 274-279.
- Logemann, J. A., Pauloski, B. R., Rademaker, A. W., Colangelo, L. A., Kahrilas, P. J., & Smith, C. H. (2000). Temporal and biomechanical characteristics of oropharyngeal swallow in younger and older men. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *43*, 1264-1274.
- Logemann, J. A., Pauloski, B. R., Rademaker, A. W., & Kahrilas, P. J. (2002). Oropharyngeal swallow in younger and older women: Videofluoroscopic analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *45*, 434-445.
- Mann, G., Hankey, G. J., & Cameron, D. (1999). Swallowing function after stroke: Prognosis and prognostic factors at 6 months. *Stroke*, *10*, 744-748.
- Perlman, A. L., Booth, B. M., & Grayhack, J. P. (1994). Videofluoroscopic predictors of aspiration in patients with oropharyngeal dysphagia. *Dysphagia*, *9*, 90-95.
- Robbins, J. A., Hamilton, J. W., Lof, G. L., & Kempster, G. B. (1992). Oropharyngeal swallowing in normal adults of different ages. *Gastroenterology*, *103*, 823 - 829.

ABSTRACT

Biomechanical Measurement of Hyoid Excursion during the Swallow: A Pilot Study

Youngsun Kim^{a,§}, Younghak Park^b

^a*School of Hearing, Speech and Language Sciences, Ohio University, Athens, Ohio, USA*

^b*Department of Otolaryngology-Head and Neck Surgery,
The Catholic University of Korea, St. Mary Hospital, Seoul, Korea*

Background & Objectives: Identification of swallowing impairments can help determine valid treatment strategies. The videofluoroscopic swallowing examination is useful to judge misdirection of the bolus flow such as aspiration. However, it is important to develop an objective measurement of physiological impairments which may put the patients into the risk of aspiration. The purpose of this study was to introduce the biomechanical measurement of hyoid excursion in order to measure the physiological impairment during the swallow. A case study was presented to introduce the measurement of hyoid excursion. **Methods:** Vertical and anterior displacements of the hyoid bone were analyzed on 1, 3, 5 and 10ml thin liquids using an ImageJ program. Four points of hyoid excursion were selected to represent the trajectory of hyoid displacement. A patient with tongue-base cancer was examined at 3-month and 1-year follow-ups during post-radiation treatment. **Results:** The biomechanical measurements of hyoid excursion indicated a 0.14 cm improvement for vertical displacement in 1-year follow-up compared to 3-month. No improvement was observed for anterior displacement of the hyoid. This result indicated that patient's hyoid excursion got improved to protect the airway despite slow progress. **Discussion & Conclusion:** This study demonstrated the usefulness of the biomechanical measurement of the radiographic swallowing examination to evaluate hyoid excursion during the rehabilitation exercises of swallowing. This measurement will be used to evaluate the effectiveness of dysphagia treatments. (*Korean Journal of Communication Disorders* 2008;13;503-512)

Key Words: swallowing, dysphagia, videofluoroscopic swallowing examination, biomechanical measurement, hyoid excursion

Received April 15, 2008; final revision received July 5, 2008; accepted July 10, 2008.

§ Correspondence to Prof. Youngsun Kim, PhD, School of Hearing, Speech and Language Sciences, Ohio University, Grover Center W218, Athens, Ohio, USA, e-mail: kimy2@ohio.edu, tel.: + 1 740 597 1286

© 2008 The Korean Academy of Speech-Language Pathology and Audiology
<http://www.kasa1986.or.kr>

References

- Dodds, W. J., Man, K. M., Cook, I. J., Kahrilas, P. J., Stewart, E. T., & Kern, M. K. (1988). Influence of bolus volume on swallow-induced hyoid movement in normal subjects. *American Journal of Roentgenology*, *150*(6), 1307-1309.
- Fingold, S. (1995). Aspiration pneumonia. *Seminars in Respiratory and Critical Care Medicine*, *16*, 475-483.
- Kidd, D., Lawson, J., Nesbitt, R., & MacMahon, J. (1993). Aspiration in acute stroke: A clinical study with videofluoroscopy. *The Quarterly Journal of Medicine*, *86*, 825-829.
- Kim, Y., & Furguson, S. (2007). Maximal hyoid excursion in patients post-stroke. *Proceedings of the Dysphagia Research Society annual conference. Vancouver, Canada*.
- Kim, Y., & McCullough, G. (2008). Maximum hyoid displacement in normal swallowing. *Dysphagia*, *23*, 274-279.
- Logemann, J. A., Pauloski, B. R., Rademaker, A. W., Colangelo, L. A., Kahrilas, P. J., & Smith, C. H. (2000). Temporal and biomechanical characteristics of oropharyngeal swallow in younger and older men. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *43*, 1264-1274.
- Logemann, J. A., Pauloski, B. R., Rademaker, A. W., & Kahrilas, P. J. (2002). Oropharyngeal swallow in younger and older women: Videofluoroscopic analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, *45*, 434-445.
- Mann, G., Hankey, G. J., & Cameron, D. (1999). Swallowing function after stroke: Prognosis and prognostic factors at 6 months. *Stroke*, *10*, 744-748.
- Perlman, A. L., Booth, B. M., & Grayhack, J. P. (1994). Videofluoroscopic predictors of aspiration in patients with oropharyngeal dysphagia. *Dysphagia*, *9*, 90-95.
- Robbins, J. A., Hamilton, J. W., Lof, G. L., & Kempster, G. B. (1992). Oropharyngeal swallowing in normal adults of different ages. *Gastroenterology*, *103*, 823 - 829.