

# 비강 내 유동에 대한 PIV해석과 압력강하 측정

김 성 균\*

코 내부의 공기 유동을 이해하는 것은 코의 호흡에서의 생리학적이고 병리학적인 면들을 설명하는데 있어 기초가 된다. 그러므로, 많은 생체공학 및 의 공학 분야의 연구자들에 의해 연구되어져 왔다. 공기 역학적인 실질적 연구는 20세기 초에 시작되었으며, 최근에 몇몇 연구자들은 코 내부 공동(비강)을 모델화하여 정성적 가시화 실험을 수행하거나 열선 유속계 등으로 직접 속도를 측정하여 유용한 결과들을 얻었으나, 복잡한 기하학적 형상과 적절한 실험장치구성에 어려움을 겪어왔다.<sup>(1,2)</sup> 이러한 연구들은 대부분 단순화시킨 반쪽의 코 모델을 통해 이루어져 왔으며, 단순화 정도와 측정 방법에 따라 평균유동장의 결과들은 차이를 나타내며, 난류 혹은 비정상 와동 등 열 전달 및 물질 전달을 활성화 시킬 수 있는 유동의 증거들을 보여주지 못하고 있다.

최근의 Hopkins등<sup>(3)</sup>에 의해 개발된 CT 촬영결과를 이용한 모델형성(Rapid Prototyping)과 액체 투명 실리콘의 응고에 의한 모델 캐스팅 방법에 의해, 복잡한 해부학적 코 내부 공동현상을 내포한 투명한 직육면체 유로를 만들 수 있게 됨으로써, PIV에 의한 유동해석이 가능하게 되었다.

본 연구에서는 이 방법에 의해 한국인의 코의 반쪽에 대한 모델을 형성하여, 들숨 및 날숨 때의 비중격 부근 단면의 순간, 평균, 그리고 RMS 유속을 측정하여 이전의 결과들과 비교하였다. 또한, 기존의 결과들이 비중격 주위의 유동에만 국한되었으므로, 상하 비중격 부근 단면들에서의 속도장들을 구하였다. PIV 해석 알고리즘으로는 전처리 과정을 거친 영상데이터에 대해 Hart<sup>(4)</sup>의 CBC 알고리즘을 적용하였고, 윈도우오프셋(Window Offset)을 수행하였다. 결과 벡터들은 이전의 결과들에 비해 신뢰 할 수 있었고, 이로부터 비후성 비염, 아데노이드 흡착증 등 질환에 의해 유로가 손상 혹은 변형되었을 경우에도 이 방법을 하는데 확신을

갖게 되었다. CT사진들과 이를 이용한 비강 형상은 서양인의 그것과 차이를 나타내었고, 그 결과 유동과 유량분포에서도 차이를 보였다. 주어진 레이놀즈수에 비해 큰 RMS값을 갖음으로써, 인체의 코의 유로 형상이 열 및 습도전달에 있어서 뛰어난을 말해주고 효율적인 열 교환기 디자인에 응용될 수 있다고 보여진다.

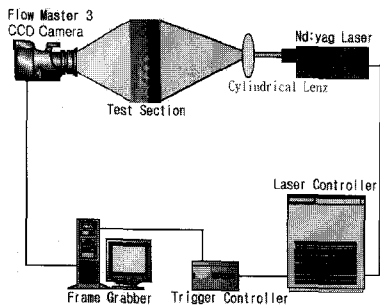
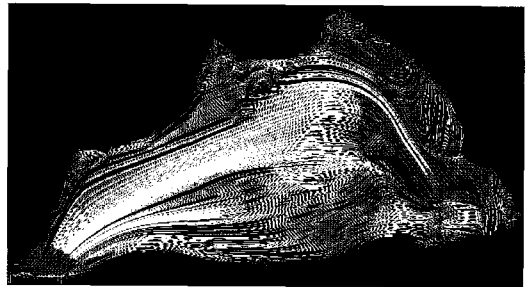
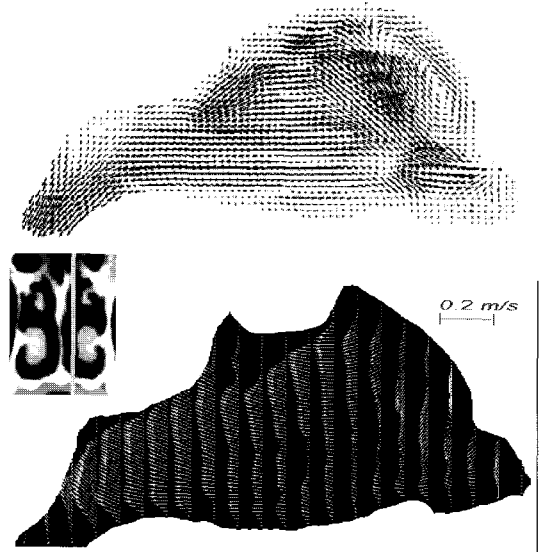
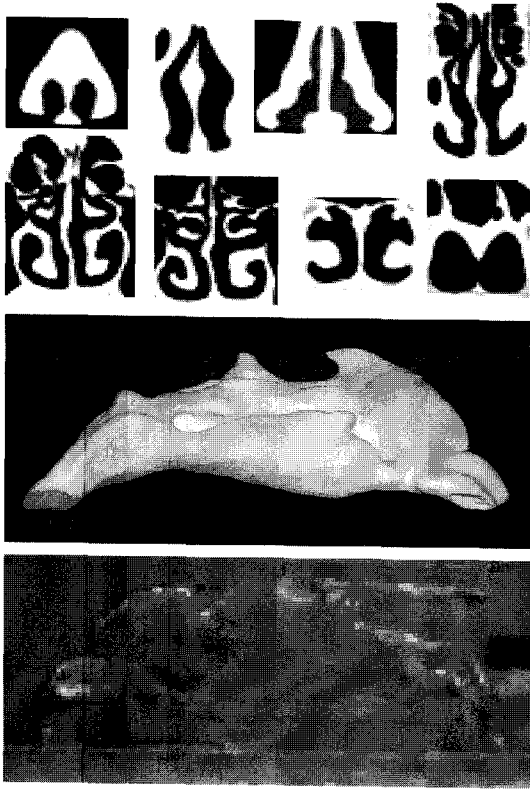
또한 1:1 모델에 대한 압력강하 실험을 수행하였다. 휴지기 시 호흡유량(7리터/분)을 중심으로 하여 4-20 리터/분 증가시켜 가며 목과 코 구멍사이의 압력강하를 측정하였다.

한국인의 비강내의 유동에 대한 이 결과들은 향후 이비인후과 진료와 수술등에 기본자료 및 임상 데이터로 활용될 수 있으며, 현재 이 분야 전문의와 공동으로 유아 아데노이드 흡착증 환자의 비강 내의 공기 흐름과 압력강화에 대한 연구가 진행중이다.

## 참고 문헌

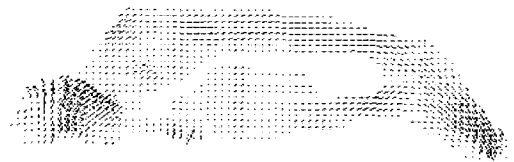
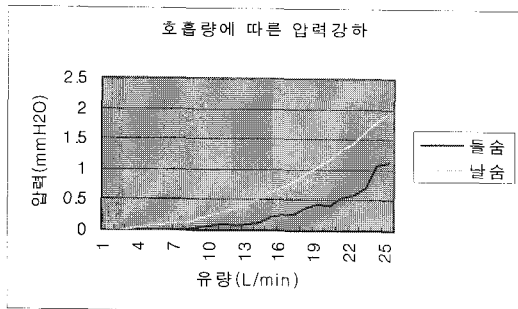
- (1) Scherer, P.,W., Hahn, II., Mozell ,M.M. 1989, "The Biophysics of Nasal Airflow", Otol. Clinics N. Ame. Vol. 22, No. 2, April, 265-278
- (2) Hess, M.M., Lampercht, J., Horlitz, S. 1992, "Experimentelle Untersuchung der Strombahnen in der Nasenhauptohhle des Menschen am Nasen-Modell" Laryngo-Rhino-Otol. 71, 468-471
- (3) Hopkins, L.M., Kelly, J.T., Wexler, A.S., Prasad, A.K. 2000, "Particle image velocimetry measurements in complex geometries", Exp. Fluids 29, 91-95
- (4) Hart, D.P. 2000, "PIV error correction", Exp. Fluids 29, 13-22

\* 건국대학교 기계공학과



한국성인(정상인)의 CT Data중 일부, RP에 의한 negative, 완성된 유로, PIV실험장치

흡기시 비중격 부근 유로상의 속도벡터, 유선 및 RMS분포 (유량 7 ℓ/min.)



흡기시 비중격 부근 유로상의 속도벡터