

学内グラント 報告書

平成27年度 学内グラント終了時報告書

3次元気流解析による頭頸部手術の術後機能予測

研究代表者 野村 務 (総合医療センター 耳鼻咽喉科)

緒言

鼻腔, 咽頭等の上気道の疾患は, 気道に及ぼす影響が強く, 気道狭窄, 無呼吸等の障害を及ぼす可能性がある。これらの疾患で, 治療前後の気流の状態を解析し, 機能を評価することは重要なことであり, 術前の資料から術後機能を予測することが理想である。

今回, 睡眠時無呼吸症候群(OSAS)にて口蓋垂軟口蓋咽頭形成術(UPPP)を行った症例, 中咽頭癌にて化学放射線治療を行った症例について, 治療前後のCTからcomputational fluid dynamics(CFD)を行い, その効果を検討した。

対象と方法

患者は簡易睡眠検査にてOSASと診断された2例および中咽頭癌(軟口蓋 T4aN2cM0)の1例である。OSAS患者は2例とも男性で, 副鼻腔炎を認めず, 扁桃肥大は2度にてUPPPを施行し, 術後3月にアプノモニターによる再評価, CT撮影を行った。中咽頭癌患者は, 導入化学療法後に化学放射線治療を施行し, 治療前後にCT撮影を行った。

CFDの方法は, CT画像をDICOMデータで出力し, 3次元ボリュームデータ処理ソフトであるMimics(マテリアライズジャパン)にて, 鼻副鼻腔, 口腔, 咽頭, 喉頭を再構築し, ボリュームデータを作成し, STL

フォーマットで出力する。出力されたデータをANSYS ICEM CFD(アンシスジャパン)を用いて, ボリュームデータを修正し, さらにメッシュ化を行い, ANSYS CFX(アンシスジャパン)にて気流解析を行った¹⁾。

設定条件は, 入口部は大気圧とし, 声門下部にて2 m/sの流速を与えた。壁条件はno slipとした。解析モデルは乱流を考慮し, shear stress transport(Menterのk- ω モデル)を用いた。気流解析において, 気流の速度, 咽頭壁の圧力の解析を行った。

結果

①OSAS症例

- 1) 症例1では, 術前に中咽頭部, 声門上部に高流速, 高度の陰圧を認めた(図1)。術後は中咽頭部の流速, 陰圧は著明に改善した。声門上部では, 流速, 圧の上昇を認めた(図2)。
- 2) 症例2では, 中咽頭部に著明な流速, 陰圧を認めた。術後は声門上部に陰圧の上昇を認めた。

②中咽頭癌

CTでは右中咽頭全体に腫瘍の浸潤を認め, 咽頭腔はほぼ消失していた。

中咽頭から声門上部にかけて, 著明な狭窄を認め, 流量はほぼ消失していた。治療後は狭窄は消失し, 声門上部の陰圧も軽度であった(表1)。

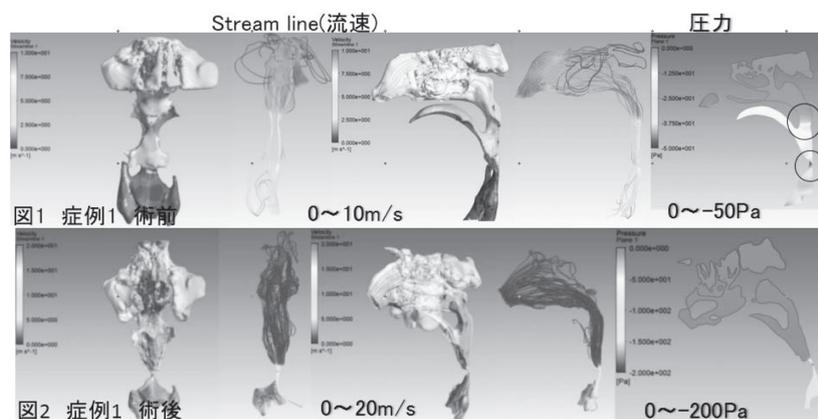


図 1, 2.

表 1.

		集積部位(流速, 圧力)				AHI
		中咽頭		声門上部		
症例1	術前	6m/s,	-20Pa	10m/s,	-50Pa	53
	術後	0.5m/s,	-0.2Pa	20m/s,	-200Pa	12
症例2	術前	20m/s,	-200Pa	10m/s,	-120Pa	13
	術後	6m/s,	-30Pa	17m/s,	-200Pa	1.2
		中咽頭から声門上部				
症例3	前	150m/s,	-20000Pa			
	治療後	10m/s,	-20Pa			

考 察

- ・中咽頭疾患患者の術前後の気流の状態をCFDにて解析した。
- ・手術前後の画像から気流解析を行った報告は、小児に対するアデノイド口蓋扁桃摘出術の2報告のみであり^{2,3)}、成人のUPPP前後の比較検討は初めてである。
- ・OSAS患者では、術前に中咽頭、声門上部の2カ所に流速、陰圧の上昇を認める部位があった。術後には中咽頭部では流速、陰圧の低下を認めたが、声門上部では逆に増加を認めた。
- ・OSAS患者では声門上部に流速の増加を認めたが、AHIは低下しており、OSASは改善していた。この部位については、無呼吸への影響は少ないものと思われた。
- ・中咽頭癌患者では、治療により腫瘍は著明に縮小し、気流は正常化していた。
- ・今回の結果は実際の臨床効果と一致しており、術前に術後の機能を評価する上で3次元気流解析が非常に有効な方法であると思われた。

参考文献

- 1) Nomura T, Ushio M, Kondo K, Yamasoba T. Effects of nasal septum perforation repair surgery on three-dimensional airflow: an evaluation using computational fluid dynamics. *Eur Arch Otorhinolaryngol* 2015; 272: 3327-33.
- 2) Luo H, Sin S, McDonough JM, Isasi CR, Arens R, Wootton DM. Computational fluid dynamics endpoints for assessment of adenotonsillectomy outcome in obese children with obstructive sleep apnea syndrome. *J Biomech* 2014; 47: 2498-503.
- 3) Mihaescu M, Murugappan S, Gutmark E, Donnelly LF, Kalra M. Computational modeling of upper airway before and after adenotonsillectomy for obstructive sleep apnea. *Laryngoscope* 2008; 118: 360-2.

研究成果リスト

学会発表

- 1) 野村 務, 西郷大宣, 近藤健二, 越智 篤, 菊地 茂. 3次元気流解析による上気道疾患に対する術後機能予測, 第117回日本耳鼻咽喉科学会総会, 2016年5月21日, 名古屋国際会議場