

高度頭低位による喉頭浮腫の発生は、
Tissue dielectric constant法により、簡便、
迅速、非侵襲的に予測できるか？
-前向き観察研究から-

豊岡憲太郎¹⁾ 丹羽英智²⁾ 堀 実怜¹⁾ 廣田和美²⁾

1) 弘前大学医学部附属病院 麻酔科

2) 弘前大学大学院医学研究科 麻酔科学講座

COI開示

演者 ◎ 豊岡憲太郎、丹羽英智、堀実怜、廣田和美

事項	条件	状況	企業・団体名
1. 役員・顧問職	年間100万以上	有 <input type="radio"/> 無 <input checked="" type="radio"/>	
2. 株式	年間 100 万円以上の利益、当該発行済株式数の 5%以上保有	有 <input type="radio"/> 無 <input checked="" type="radio"/>	
3. 特許権使用料	年間 100 万円以上	有 <input type="radio"/> 無 <input checked="" type="radio"/>	
4. 日当・出席料・講演料等	年間 50 万円以上/1企業	有 <input type="radio"/> 無 <input checked="" type="radio"/>	
5. 寄附講座	所属の有無および給与の有無	有 <input type="radio"/> 無 <input checked="" type="radio"/>	
6. 原稿料	年間 50 万円/1企業	有 <input type="radio"/> 無 <input checked="" type="radio"/>	
7. 研究費	年間 100 万円以上/1臨床研究	有 <input type="radio"/> 無 <input checked="" type="radio"/>	
8. 奨学寄付金	年間 100 万円以上	有 <input type="radio"/> 無 <input checked="" type="radio"/>	
9. その他1	年間 5 万円以上の贈答他	有 <input type="radio"/> 無 <input checked="" type="radio"/>	
10. その他2	企業からの物品・施設・役務の受領および、 <u>現あるいは前</u> 企業研究者の研究へ参画の有無。参画がある場合はその企業名。	有 <input type="radio"/> 無 <input checked="" type="radio"/>	

略歴

- 2011年3月 弘前大学医学部医学科卒業
- 2022年4月 弘前大学医学部附属病院麻醉科 助教

はじめに

• Tissue dielectric constant (TDC) 法とは

1. 比誘電率(TDC)を利用して組織水分含量を測定する方法。
2. プローブから発せられた信号は角質、真皮で吸収され、残った信号がプローブに戻る。この信号を解析し、比誘電率を算出する。
3. 比誘電率は、水分量に正比例する。
4. 皮膚表面から最大5mmまでの水分量を評価できる。角質での水分変化にほとんど影響されることなく正確な測定が可能。

MOISTURE METER D[®]



TDC値の臨床応用

- TDC値の変化は、局所組織の水分量（組織浮腫）の変化を鋭敏に検出することができる。

Toyooka KT, et al. Clin Physiol Funct Imaging. 2018;38:497-501.

- 乳癌術後の患者において上肢リンパ浮腫の程度を評価することが可能であり、リンパマッサージによる浮腫の改善率の評価も可能。Mayrovitz, et al. Lymphology (2014); 47: 142-150.

- 糖尿病性下腿浮腫の程度を評価することができる。

Mayrovitz, et al. Diabetes Technol Ther (2013); 15: 60-65.

本研究の目的

- ロボット支援手術における高度頭低位は、重度の**喉頭浮腫**を引き起こすことがある。
- 高度頭低位により生じる**頭頸部の浮腫**をTDC法（TDC値の増加）で評価し、そのTDC値の変化から**喉頭浮腫**の発生を検出することができるかどうかを明らかにする。

方法(対象)

- デザイン
 - 前向き観察研究(非比較研究)
- 対象
 - 18歳以上のロボット支援手術を受けた患者
 - 書面による同意を得られた患者
 - 弘前大学医学研究科倫理委員会承認(2019-1120)

方法(TDC測定)



- 麻酔法、輸液管理はすべて担当麻酔科医に一任。
- 「全身麻酔導入後」と「高度頭低位から仰臥位に戻した時」にTDC値を測定。
- 測定
- 測定プローブは、S(深度1.5mm)とM(2.5mm)を使用。
- 頸部の測定部位にシールを貼って、同一部位で測定。
- 3回の測定値の平均値を採用。

方法（喉頭浮腫の評価）

- 手術が終了し、抜管後、ファイバースコープで喉頭を観察し、喉頭浮腫の程度をスケールで評価。

0度	I 度（軽）	II 度（中）	III 度（重）
浮腫なし	披裂部にのみ浮腫あり	声門裂に浮腫が及ぶが、各構造は分かれている。	挿管チューブの通り道のみが空いている。

評価項目と統計解析

• 主要評価項目

- TDC値の変化と喉頭浮腫イベントのROCを描き、TDC値の変化が喉頭浮腫の発生の変化を検出できるかを検討

• 副次評価項目

- 頭低位前後のTDC値の平均値の差(対応ありt検定)
- TDC値の変化と頭低位時間などの手術データとの相関(スピアマン順位相関係数)
- 喉頭浮腫の独立危険因子(ロジスティック回帰分析)
- 検定ソフト: IBM SPSS[®] statistics ver. 22.0 software (IBM, Tokyo)

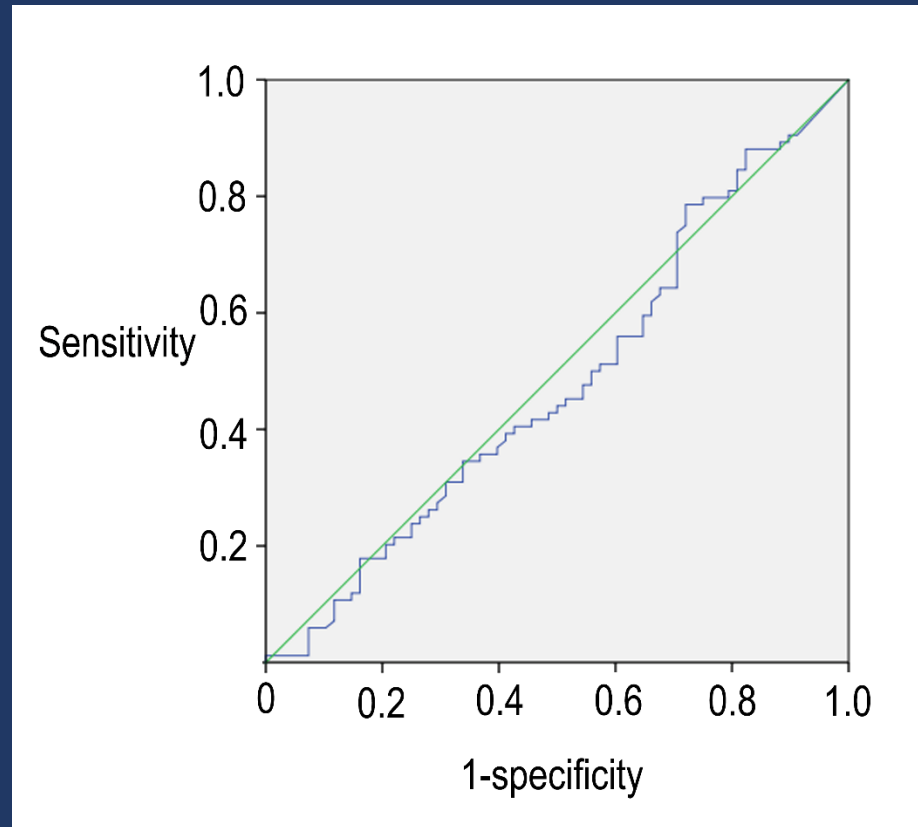
結果：患者背景

	All N=152	Probe S	Probe M	P value
Age(y.o)	66[58,71]	65[58,70]	67[58,71]	0.25
Gender N(%)	117/35(77/35)	55/17(76.4/23.6)	62/18(77.5/22.5)	0.87
Height(cm)	164.3±7.5	163.8±7.3	164.8±7.7	0.42
Weight(kg)	65.7±11.2	65.6±11.2	65.7±11.3	0.93
BMI	24[21.8,26.1]	24.4[21.9,26.1]	23.6[21.5,26.1]	0.52
Anesthesia(min)	281[250,373]	278[247,386]	284[255,372]	0.53
Head-down(min)	157[134,216]	153[125,194]	162[136,273]	0.12
Surgery(min)	204[174,293]	201[170,283]	209[177,298]	0.69
Remifentanil(mg)	2.9[2.4,4.0]	2.8[2.3,3.9]	3.0[2.5,4.0]	0.27
Ketamine(mg)	60[50,80]	50[30,70]	60[50,88]	0.01
Fentanyl(mg)	0.25[0,0.4]	0.3[0,0.4]	0.2[,0.4]	1.0
Morphine(mg)	0[0,10]	0[0,10]	7.5[0,10]	0.43
Fluid(ml)	2100[1600,2600]	2000[1600,2600]	2100[1800,2600]	0.12
Fluid Balance(ml)	1605[1320,2075]	1460[990,2090]	1715[1365,2073]	0.14
Pre-TDC	40.6±6.7	41.1±7.3	40.1±6.1	0.32
Post-TDC	45.8±7.2	45.2±7.7	46.3±6.7	0.38
Delta TDC value	4.9[2.2,7.8]	4.1[1.6,6.9]	5.9[3.3,8.9]	0.01

喉頭浮腫の発生

喉頭浮腫スケール (0/1/2/3)	68/83/1/0 (44.7/54.6/0.7)
喉頭浮腫あり/なし N(%)	84/68 (55.3/44.7)

結果：TDC値とReceiver Operating Characteristic (ROC) curve



- Delta TDC value vs edema; ROC : AUC 0.483 p=0.715

結果：副次評估項目

- TDC值：
 - 高度頭低位前 (40.6 ± 6.7) vs 後 (45.8 ± 7.2) $P=0.000$
Mean diff: 5.2 [4.6, 5.9, 95%CI] (paired t test)
100% vs 113.5 ± 10.8 %
 - 感度解析 (Wilcoxon analysis)
 - 前 40.5 [36.2, 45.1] vs 後 46.4 [41.6, 40.6] $z=-10.0$, $p=0.000$

 - **Probe S**: 前 41.1 ± 7.3 vs 後 45.2 ± 7.7 $p=0.000$
Mean diff=4.1 [3.2, 5.0] (paired t)
 - **Probe M**: 前 40.1 ± 6.1 vs 後 46.3 ± 6.7 $p=0.000$
Mean diff=6.2 [5.4, 7.1](paired t)
-

TDC値との相関

	Spearman ρ	P value
Age	0.03	0.68
BMI	0.11	0.18
Anesthesia	0.22	0.006
Head-down	0.33	0.000
Surgery	0.21	0.01
Fluid	0.20	0.02
Balance	0.14	0.08

ロジスティック回帰分析

	OR(単変量)	P value	OR(多変量)	P value
Age	0.98 [0.9,1.0]	0.12	1.0 [0.96, 1.04]	0.93
Gender	4.4 [1.8,10.8]	0.001	4.9 [1.6, 14.7]	0.005
25_Degree	1.6 [0.74,3.5]	0.24	NA	
BMI	1.0 [0.9,1.1]	0.94	NA	
Delta-value	1.0 [0.9,1.1]	0.58	NA	
Anesthesia	1.0 [1.0, 1.01]	<u>0.08</u>	NA	
Head-down	1.0 [1.0,1.01]	0.07	1.0 [1.0 1.01]	0.60
Surgery	1.0 [1.0,1.01]	<u>0.10</u>	NA	
Fluids	1.0 [1.0,1.0]	0.02	1.0 [1.0, 1.001]	0.03
Balance	1.0 [1.0,1.0]	0.13		

考察

• 本研究の結果(要約)

1. 高度頭低位により頸部TDC値は有意に増加した。
2. 頭低位時間とTDC増加値(Δ TDC)は弱い正の相関を示した。

→高度頭低位により頸部浮腫が生じたことを示している。

3. Δ TDCと喉頭浮腫発生イベントのAUCから、TDC増加値により、喉頭浮腫の発生は予測できない。
4. Δ TDCは、喉頭浮腫発生の独立危険因子ではなかった。

→TDC法における頸部TDC値の増加から、喉頭浮腫を簡便、迅速、非侵襲的に予測することはできない。

考察

- TDC法は、組織浮腫の評価で臨床応用されている。
- ロボット支援手術における高度頭低位による喉頭浮腫は、上半身へのうっ血により、喉頭組織への水分貯留が生じて起こる。
→理論的にはTDC法で検出できると思われた。
- では、なぜ、検出できなかったか？
- 今回の研究では、喉頭浮腫は、53.3%で生じたが、軽度浮腫が99.3%、中等度浮腫1例(0.7%)であったこと。
- MOISTURE METER Dのプローブと測定深度
- プローブL:5mm vs M:2.5mm、S:1.5mm
- 深部組織の水分量を検出するプローブLを用いた検討が必要。

結語

- TDC法を用いて、高度頭低位により生じた頸部浮腫を非侵襲的に、簡便、迅速に検出、評価できた。
- しかしながら、頸部TDC値の増加から、喉頭浮腫を予測することはできなかった。