

主 論 文 要 旨

論文提出者氏名：吉川 昂成

専攻分野：麻酔学

指導教授：井上 莊一郎

主論文の題目：

Comparison of Head Movements and Gaze Distribution During Tracheal Intubation between Experts and Novices at Tracheal Intubation

(熟練者と非熟練者の気管挿管時における頭部の動態と視線分布の比較)

共著者：

Soichiro Inoue, Shoichiro Takehara, Toru Shimizu, Kousuke Hamabe, Yoshisuke Naito, Miyuna Kimura, Hirokiyo Nomura

緒言

Motion capture や eye-tracking によって医療処置の動作や視線を解析した研究は少なく、気管挿管の操作を分析した研究はほとんどない。我々はシミュレーション環境での気管挿管において動作と視線を初めて同時に記録し、熟練者と非熟練者で喉頭鏡操作、操作中の頭部の軌跡、視線の分布に違いがあることを以前に報告した。気管挿管は「開口」、「喉頭展開」、「視野確保及び気管挿管」の phase に大別できる。各 phase における頭部の動き、視線の分布を熟練者と非熟練者で比較したものはまだない。今回、「気管挿管の各 phase での頭の動きと視線の分布は熟練者と非熟練者で異なる」という仮説を、motion capture と eye-tracking で気管挿管訓練用マネキンへの気管挿管操作を記録し、検証するとともに、熟練者、非熟練者のそれぞれの各 phase での頭の動きと視線分布の違いを検証した。

方法・対象

気管挿管の経験がある医師を対象とし、Macintosh 喉頭鏡による気管

挿管の経験が 30 回未満の者を非熟練者 (Novice 群 : N 群)、100 回以上の者を熟練者 (Expert 群 : E 群) とした。被験者は、27 点の動作解析用センサー付きスーツと視線解析用のゴーグルを着用し、センサーのついた Macintosh 喉頭鏡を用い、気管挿管訓練用マネキンに気管挿管を 10 回行った。挿管操作中のセンサーの動きを motion capture システムで記録し、被験者の体軸を Y 軸、マネキンの体軸と平行な地面上の軸を Z 軸とした YZ 面での頭部の動きを解析した。視点は eye-tracking システムで記録し、被験者の耳と外眼角を通る Z' 軸と、それに垂直で被験者の頭頂部から首を通る Y' 軸による Y' Z' 平面での視点の分布を解析した。気管挿管を、Phase A : 開口から喉頭鏡を手にするまで、Phase B : 喉頭鏡を口腔に挿入し、声門の視野を得るまで、Phase C : 声門の視野を得て気管挿管するまで、とし、各相での頭部の動きと視点の分布を Kolmogorov-Smirnov 検定、t 検定、Friedman 検定、Bonferroni 検定、Mann-Whitney 検定を用いて統計学的に分析した。

結果

E 群 4 名の 14 回、N 群 5 名の 19 回のデータが解析可能であった。頭の高さ (cm) は、挿管前 (キャリブレーション) の時点では、N 群が有意に高く (169.7 vs 159.4, $p < 0.01$)、Phase A では差がなく、Phase B、C では N 群が有意に低かった (A: 159.1 vs 154.1, $p = 0.602$, B: 141.3 vs 150.6, $p < 0.001$, C: 135.6 vs 151.2, $p < 0.001$)。各相での頭の高さの群内比較では、両群ともに有意な変化がみられ、N 群では Phase A-C に進むにつれて頭が有意に低下し、E 群では Phase A-B 間で有意に低下したが、キャリブレーション-Phase A、Phase B-C 間では差がなかった。

側頭部と後頭部のマーカの高さの差 (cm、正の値が前傾) は、全 Phase で N 群が有意に大きく (A: 6.4 vs 2.9, $p < 0.001$, B: 9.3 vs 6.5, $p < 0.001$, C: 8.4 vs 6.2, $p < 0.001$)、群内比較では N 群、E 群ともに有意な変化がみられ、N 群では Phase が進むにつれて有意に高値となるのに対し、E 群は Phase B が A より有意に高値となるのみであった。

視点の分布では、E 群は全 Phase で Z' 値 (cm) が N 群に対して有意に大きく (A: 55.2 vs 40.3, $p < 0.001$, B: 45.3 vs. 38.9, $p < 0.001$, C: 46.0 vs. 44.3, $p < 0.001$)、Y' 値 (cm) が負、即ち、有意に遠い下方に視点があるのに対し、N 群では Phase B、C で Y' 値が正となる (A: -13.0 vs. -6.0, $p < 0.001$, B: -12.0 vs. 2.2, $p < 0.01$, C: -12.9 vs. 7.5, $p < 0.01$)、即ち、視点が耳眼平面よりも上を向くという異なる分布となった。

考察

本研究は、気管挿管の各相での頭部の動きと視線の分布を同時に解析した最初の研究である。本研究の結果、熟練者は頭を大きく動かさず、視線は深く、下に向けて気管挿管するのに対し、非熟練者は頭部を下げ前傾を続け、それつれて上方を見ながら挿管することがわかった。この結果は、写真や動画の分析による過去の研究結果と類似している。この違いは、熟練者は自身の喉頭展開で声門を視認できる空間を理解しており、頭部をその空間に移動させて視点をほぼ一定にして挿管するのに対し、非熟練者は喉頭展開操作が未熟で声門の視野を確保し続けることが難しいため、頭を下げるとともに前傾し、対象に目を近付け、口腔内を覗き込むことで不十分な視野を補おうとし、視線を上方に向けていることを示していると考えられる。解析数は少ないが、この違いが上達の指標と考えられ、臨床において指導者が頭の動きや視線の向きを教え、また、初心者自身もそれらを意識することが、気管挿管技術の上達に役立つと考えられる。

結論

Motion capture および eye-tracking で気管挿管中の頭の動きと視線の分布を解析した結果、熟練者は頭の動きが少なく遠方・下方視しているのに対し、非熟練者は頭を下げて前傾させ、上方視するという違いがあった。動作や姿勢、視線の解析は、医療処置の上達度を評価する方法として、将来、医療処置の教育・処置において重要な役割を果たすと考えられる。