




学位論文審査の結果の要旨

平成 28年 11月 18日

審 査 委 員	主 査	星 川 元 史		
	副 主 査	田 宮 隆		
	副 主 査	永 年 智 久		
願 出 者	専攻	分子情報制御医学	部門	分子腫瘍学
	学籍 番号	10D745	氏名	三木 武寛
論 文 題 目	Development of a virtual reality training system for endoscope-assisted submandibular gland removal			
学位論文の審査結果	<div><div><input checked="" type="radio"/> 合格</div><div>・</div><div><input type="radio"/> 不合格</div><div>(該当するものを○で囲むこと。)</div></div>			

〔 要 旨 〕

・背景

近年、臨床医学の様々な分野において内視鏡支援下手術は基本的な手技となっており、バーチャルリアリティ（以下VR）を用いたトレーニングシステムも広く開発されている。歯科・口腔外科の領域でも、顎下腺摘出術や歯根端切除術などに内視鏡支援下手術が考案されている。そこで、われわれは口腔外科領域での内視鏡支援下手術に関するVRトレーニングシステムを開発し、その有用性について評価を行った。

・材料と方法

実際の内視鏡支援下顎下腺摘出術の内視鏡画像をVRで再現した。VRシステムはコンピュータと触覚デバイスにより構成され、実際の手術に近い力覚を設定した。VRシステムの有効性は、手術練習模型を用いた仮想内視鏡手術にて評価した。14名の被験者をランダムに2群に分け、一方はVRトレーニングを行い、もう一方は行わず対照群とした。トレーニングは7回反復して行った。これは、パイロット試験で同システムを反復して操作した際に、7回目以降で有意に操作時間が短縮し、操作ミスが減少したことから、7回の訓練により技術が向上すると仮定して、トレーニング計画を立案した。

・結果

VR訓練群は対照群に比べ、操作時間と操作回数において大幅な短縮が見られ、その技術力が上達した。また、二群間に統計学的な有意差が確認された。

・考察

当システムを7回反復して訓練を行うことにより、画面を見ながら行う手術操作技術は向上した。市販されている内視鏡支援訓練システムに関して、10回以内の反復訓練で有用性が確認されたとの報告もあり、当システムは内視鏡支援下手術の技術向上に有用であると考えられた。またアンケート結果から、「ペアンの操作が実際の感覚に近い」との答えが多く得られた。これは、触覚デバイスを用い設定値を変化させ様々な硬さや圧力を表現す

ることができるため、実際の手術に近い操作感覚が実現できたと考えている。

このような訓練は、従来の模型や動物を用いた訓練より、環境的にも、経済的にも有用性が高いと考える。しかし手術難易度設定、また、術中のトラブル（出血や組織の破損）の再現性など、より現実に近いバーチャリティーが得られるようなシステム全体の向上がこれからの課題である。

本研究に関する学位論文審査委員会は平成28年11月14日に行われた。

本研究は顎顔面口腔外科領域における軟組織に対する内視鏡手術をバーチャルリアリティシミュレーションとして再現し、それを用いて独自の訓練システムとして構築し有用性について調査したもので、結果に対する十分な考察もなされていた。本研究で得られた成果は、今後の同領域における、訓練システム開発の第一歩として意義があり、また他の領域のシミュレーションにも応用できることから、学術的価値が高い。委員会の合議により、本論文は博士（医学）の学位論文に十分値するものと判定した。

審査においては

1. 7回という訓練回数は他のシミュレーションやロボット手術でも妥当な回数である。被験者の拘束時間や負担を考慮すると、一週間以内に集中的に訓練を行って、スムーズな技術向上が見られたことは評価に値する。今後は短期的な評価だけでなく、訓練後、長期的に技術力が安定するかを評価してはどうか。
2. Q:各段階のアンケート調査において被験者数が増加しているが、最終的な統計学的分析の際にどのような影響が出たのか。A:今後、被験者が増加したら、今回とは別の統計学的分析手法を用い、どのような対象者により有効なシステムであるかを評価することを考えている。
3. Q:操作エラーや血管の動きを、さらに高い再現性をもって表現することは可能か。A:今回のシミュレーションはVR球で構成した面を重ねて立体感を表現した。次のステップとして、x, y, z軸に球を当てはめた箱型構造でシミュレーションを作成すると、より再現性の高い動きや操作性が期待できる。しかしながら、球が増えるだけ、その計算処理量も増加するため、さらに高性能のコンピュータが必要となり、環境準備にかかる費用が増加することから、安価にシミュレーションを行うという観点とのバランスをとりながら、シミュレーション精度を高める必要がある。
4. Q:膜を破る操作の際に、被験者にフィードバックされた値はどの程度か。A:その値を他の領域のシミュレーションに応用させることもできるので、剥離や拳上だけでなく、今後は様々な手技の際に発生する力覚についても調査していきたい。

上記等、多数の質疑応答が行われた。申請者はシステムの構造と、その特徴を活かした今後の展開について具体的に応答し、また、今後被験者数が増加した場合の分析方法や被験者への配慮についても明確な計画性を持っていた。医学博士の学位授与に値する十分な見識と能力を有すると判断した。

掲 載 誌 名	Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery . (Published online)		
(公表予定)	2016年9月	出版社(等)名	Elsevier Ltd
掲 載 年 月	Published online		

(備考) 要旨は、1, 500字以内にまとめてください。