

学位授与番号：甲 973 号

氏 名：恩田 真二

学位の種類：博士（医学）

学位授与日付：平成 26 年 7 月 9 日

学位論文名：

Augmented reality 技術を用いた手術ナビゲーション法：

膵頭十二指腸切除術における下膵十二指腸動脈の同定に関する検討

主論文名：

**Identification of inferior pancreaticoduodenal artery during
pancreaticoduodenectomy using augmented reality-based navigation system.**

(**Augmented reality** 技術を用いた手術ナビゲーション法：膵頭十二指腸切除術
における下膵十二指腸動脈の同定に関する検討)

学位審査委員長：教授 小島博己

学位審査委員：教授 池上雅博 教授 村山雄一

論 文 要 旨

(2部提出)

論文提出者名	恩田 真二	指導教授名 矢永 勝彦
<p>主論文題名</p> <p>Identification of inferior pancreaticoduodenal artery during pancreaticoduodenectomy using augmented reality-based navigation system (Augmented reality 技術を用いた手術ナビゲーション法：膵頭十二指腸切除術における下膵十二指腸動脈の同定に関する検討)</p> <p>誌名：J Hepatobiliary Pancreat Sci. 2014;21:281-7. doi: 10.1002/jhbp.25</p> <p>要旨</p> <p>[背景] 膵頭十二指腸切除 (PD) において、膵頭部流入動脈である下膵十二指腸動脈 (IPDA) を静脈系より先行し結紮切離することで出血量の減少が期待できる。本研究では、augmented reality (AR) 技術を用いた手術ナビゲーションシステムを利用し、PD における IPDA 先行結紮処理を施行し、その有用性を検討した。</p> <p>[方法] 2012年1月から2013年2月までに手術ナビゲーションを利用して施行された PD の 7 名を対象とした。術前の造影 MDCT 画像から臓器の抽出操作 (segmentation) を行い、三次元再構築画像を作成した。IPDA は走行や分岐のバリエーションがあるため、術前に再構築画像を用いて血管走行を確認した。手術開始後、臓器の授動や剥離を行い重要血管が露出された後、三次元再構築画像上に設定した解剖学的特徴点とそれに対応する術野臓器上の点との位置合わせ操作 (registration) を行った。ナビゲーション画像は、開腹手術ナビゲーション専用の硬性鏡で撮影した術野の画像をモニター上に表示し、この画像に三次元再構築画像を重畳表示させたものであり、この重畳画像をガイドに手術操作を施行した。また、手術ナビゲーションを利用して IPDA 先行処理を行った群 (Group A) 6 例と手術ナビゲーションを利用せずに IPDA 先行処理を行った群 (Group B) 9 例と従来法群 (Group C) 18 例において、それぞれの手術時間および出血量を比較検討した。</p> <p>[結果] 全 7 例中、重畳表示通りに IPDA を同定し結紮処理し得たのは 6 例 (Group A) であった。最初の 1 例は、上腸間膜動脈周囲の炎症が高度であり IPDA を同定できなかった。Group A は手術時間 415 分、出血量 901ml、Group B は、手術時間 425 分、出血量 828ml、Group C は手術時間 402 分、出血量 922ml であった。Group A の手術時間、出血量はともに Group B および Group C と有意差を認めなかったが、出血量に関して減少傾向が見られた。</p> <p>[結語] AR 手術ナビゲーションを利用することで、PD において IPDA の正確な解剖学的構造を把握することができ、効率的に IPDA を先行処理することができた。</p>		

論文審査の結果の要旨

恩田真二氏の学位請求論文は主論文 1 編 1 冊よりなり、主論文は「Identification of inferior pancreaticoduodenal artery during pancreaticoduodenectomy using augmented reality-based navigation system (Augmented reality 技術を用いた手術ナビゲーション法：膵頭十二指腸切除術における下膵十二指腸動脈の同定に関する検討)」と題するもので、英文誌 J Hepatobiliary Pancreat Sci(2014)に発表されたものである。指導教授は外科学講座消化器外科分野の矢永勝彦教授である。以下にこの論文に基づく thesis の要旨と論文審査委員会の結果を報告する。

膵頭十二指腸切除 (PD) において、膵頭部流入動脈である下膵十二指腸動脈 (IPDA) を静脈系より先行し結紮切離することで出血量の減少が期待できる。本研究は augmented reality 技術を用いた手術ナビゲーションシステムを利用し、PD における IPDA 先行結紮処理を施行し、その有用性を検討したものである。

2012 年 1 月から 2013 年 2 月までに手術ナビゲーションを利用して施行された PD の 7 名を対象とした。術前の造影 MDCT 画像から臓器の抽出操作 (segmentation) を行い、三次元再構築画像を作成した。IPDA は走行や分岐のバリエーションがあるため、術前に再構築画像を用いて血管走行を確認した。手術開始後、臓器の授動や剥離を行い重要血管が露出された後、三次元再構築画像上に設定した解剖学的特徴点とそれに対応する術野臓器上の点との位置合わせ操作(registration) を行った。ナビゲーション画像は、開腹手術ナビゲーション専用の硬性鏡で撮影した術野の画像をモニター上に表示し、この画像に三次元再構築画像を重畳表示させたものであり、この重畳画像をガイドに手術操作を施行した。また、手術ナビゲーションを利用して IPDA 先行処理を行った群 (Group A) 6 例と手術ナビゲーションを利用せずに IPDA 先行処理を行った群 (Group B) 9 例と従来法群(Group C) 18 例において、それぞれの手術時間および出血量を比較検討した。

その結果、全 7 例中、重畳表示通りに IPDA を同定し結紮処理し得たのは 6 例 (Group A)であった。最初の 1 例は、上腸間膜動脈周囲の炎症が高度であり IPDA を同定できなかった。Group A は手術時間 415 分、出血量 901ml、Group B は、手術時間 425 分、出血量 828ml、Group C は手術時間 402 分、出血量 922ml であった。Group A の手術時間、出血量はともに Group B および Group C と有意差を認めなかったが、出血量に関して減少傾向が見られた。

これらの結果から、AR 手術ナビゲーションを利用することで、PD において IPDA の正確な解剖学的構造を把握することができ、効率的に IPDA を先行処理することができたと結論している。

口答試問による学位審査は平成 26 年 6 月 30 日、池上雅博教授、村山雄一教授出席のもと公開で行われた。席上以下のごとく多くの質問が出された。

- ・ このナビゲーション法は特にどのような症例に対して有効か
- ・ レジストレーションにおいて血管分岐部を基準点としているが、椎体など他の部位のほうが精度が向上するのではないか
- ・ 血管の剝離操作などにより誤差が拡大しないのか
- ・ 平均 6 mm の誤差をどのように解釈するのか
- ・ レジストレーションを行う回数、時間およびセッティングに要する時間はどのくらいか
- ・ 将来の手術にはこのような方法が欠かせなくなりそうか
- ・ この方法の最大の利点は何か
- ・ 測定誤差を補正する方法はないのか
- ・ 術者に対して深度はどのくらいフィードバックされるのか
- ・ 術前にコイルで血管をつめてからナビゲーションを行えばより正確になるのではないか
- ・ IPDA を同定するまでの時間はナビゲーションを用いない手術と比較してどうか

恩田氏からはこれらの質問に極めて明解かつ的確に回答を行った。

学位審査委員会は慎重審議の結果、本論文を学位申請論文として十分価値があるものと認めた次第である。