

氏名(生年月日)	ナカ 仲	モト 本	ヒデ 秀	カズ 和
本籍				
学位の種類	博士(医学)			
学位授与の番号	甲第451号			
学位授与の日付	平成20年5月23日			
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当(医学研究科専攻, 博士課程修了者)			
学位論文題目	治療計画と複数ナビゲーションの統合によるMRI誘導下穿刺術の精度向上			
主論文公表誌	日本コンピュータ外科学会誌 第10巻 第1号 45-52頁 2008年			
論文審査委員	(主査) 教授 伊関 洋 (副査) 教授 亀岡 信悟, 江崎 太一			

## 論文内容の要旨

### 〔目的〕

低侵襲肝癌治療として、ラジオ波焼灼療法 (radio frequency ablation; RFA) やエタノール注入療法などの経皮的穿刺術による治療がある。しかし、腹部一般の経皮的穿刺術では腹部臓器が術中に変形・移動するため、直視不可能な部位では腫瘍の位置を常に把握することが難しく、術具を目標位置 (ターゲット) に誘導するのに多くの時間を要することがあった。

上記問題を解決するために、MRI装置を併用した手術ナビゲーションが利用されている。具体的には、①術前に手術経路をシミュレートする治療計画機能および術中に使用する3種類のナビゲーション機能 (②内視鏡映像上に予め抽出した領域情報を重畳表示する拡張現実感 (augmented reality; AR) ナビゲーション, ③ポリウム画像を三次元再構成表示する3 Dimension (3D) ナビゲーション, および④二次元リアルタイム画像を表示する interactive scan control (ISC) である。しかしながら、上記治療計画と術中ナビゲーション機能併用時の効果および臨床における精度評価の報告例は少ない。

本研究の目的は、腹部内視鏡下手術における治療精度向上を目指し、術前治療計画と術中ナビゲーションを併用した治療支援システムを構築し、その有用性を評価することである。

### 〔対象および方法〕

治療支援システムを実現するため、治療計画と術中ナビゲーション機能を組み合わせ、撮像プロトコルを最適化した。ブタ (約25kg) の肝臓内部に直径約15mmの模擬腫瘍を埋め込み、肝癌RFA治療を想定した穿刺実験を行った。穿刺実験は、本システムの使用経験がない医師4名が、治療計画無/有の2種類の術中ナビゲーションを用いて方法毎に異なる模擬腫瘍に対して穿刺を行い、ターゲットの穿刺に要した時間および穿刺精度を測定した。また、臨床的な有効性を評価するため、本手法で穿刺を行った4人の医師にアンケート調査を行った。

### 〔結果〕

in vivo 穿刺実験において合計8回の穿刺実験を行い、RF照射範囲内 (ターゲットから半径30mm以内) に穿刺することができた。穿刺時間の平均値±標準偏差 (治療計画無/有) を求めた結果  $172 \pm 130.3 / 94.2 \pm 60.5$  秒であり、約45%時間短縮した。穿刺精度の平均値を求めた結果  $9.1 \pm 5.4 / 6.8 \pm 1.7$  mm となり、約25%精度向上した。医師からは、本ナビゲーションはアクセス経路描出および術具位置を把握するのに有効だったとし、課題は二次元リアルタイム画像の時間分解能低下 (1.9s/frame) とした。

### 〔考察〕

治療計画を併用することで、手術経路および周辺組織構成を予めイメージさせることができ、手技が容易になったと考えられる。また、術中の手術経路の補正が容易となることから穿刺回数の減少につながり、術者・患者への負荷低減も期待できる。現在までにオープンMRIを用いた穿刺時間は2.5~26分といった値が報告されており、今回示した結果はこれらの値に比べて時間短縮を達成している。本システムの精度は、治療 (RF照射) 範囲

内に誘導できたことから、臨床的なニーズを満たしている。二次元リアルタイム画像の時間分解能は、撮像条件の最適化により向上が見込める。

〔結論〕

術前治療計画機能と術中ナビゲーション機能を統合した腹部内視鏡下穿刺術の治療支援システムを開発した。本システムを in vivo 穿刺実験に適用した結果、治療計画機能併用時に有意に穿刺精度向上と時間短縮が認められた。

## 論文審査の要旨

本研究では、低侵襲肝癌治療で外科医が術具を目標位置（ターゲット）に誘導するのに、症例によっては多くの時間を要する問題を解決するために、ナビゲーションの情報を術者により視覚的にかつ直感的に理解させるシステムの研究である。臨床的な有効性を評価するため、in vivo 穿刺実験を行い、RF 照射範囲内（ターゲットから半径 30mm 以内）に穿刺し、穿刺時間の平均値±標準偏差（治療計画無/有）は  $172 \pm 130.3/94.2 \pm 60.5$  秒で、約 45% 時間短縮を実現した。穿刺精度は約 25% 精度向上した。術前治療計画機能と術中ナビゲーション機能を統合した腹部内視鏡下穿刺術の治療支援システムを in vivo 穿刺実験に適用した結果、治療計画機能併用時に有意に穿刺精度向上と時間短縮が認められた。本システムは、低侵襲肝癌治療で術者に穿刺ターゲットを視覚的にかつ直感的に誘導するシステムとして有用であることを示した。

2

氏名(生年月日)	ミヤ 宮	モト 本	シン 真	カ 嘉
本籍				
学位の種類	博士(医学)			
学位授与の番号	甲第 452 号			
学位授与の日付	平成 20 年 6 月 20 日			
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当(医学研究科専攻, 博士課程修了者)			
学位論文題目	Characterization of cultured cardiac stem cell (CSCs) derived from adult rat hearts (心臓由来幹細胞の性質決定)			
主論文公表誌				
論文審査委員	(主査) 教授 黒澤 博身 (副査) 教授 萩原 誠久, 佐々木 宏			

## 論文内容の要旨

〔目的〕

心不全は、現代における主な死亡要因の一つとして挙げられる。急性心筋梗塞は、心筋細胞数の減少もしくは、心筋細胞の機能低下が原因とされている。このような重症虚血性心不全に対して、幹細胞を利用した治療法の確立が考えられている。近年、心臓にも幹細胞が存在することが報告され、この心臓由来幹細胞を用いることが、安全性、組織適合性などの点から、他の幹細胞を用いるより利点があるのではないかと我々は考えた。臨床応用を可能とするためには、安定した増殖能、形質の維持が必要とされる。そこで、成体ラットを用いて心臓幹細胞を採取し、in vitro における幹細胞の増殖性などの性質と心筋細胞への分化、心臓系以外の細胞への分化、既存の心筋細胞への影響について検討した。

〔対象および方法〕

GFP ラットあるいは野生型ラットの心臓を酵素処理により、心筋細胞とその他の細胞(小細胞)に分離し、小細胞から、c-kit 抗体を用いて、AutoMACS により幹細胞を単離した。単離した幹細胞を、少なくとも 40 回以上継代培養し、RT-PCR あるいはリアルタイム RT-PCR 法を用いて、幹細胞、心臓系の細胞(心筋細胞、内皮細胞、