

令和元年6月17日現在

機関番号：22701

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16411

研究課題名(和文) 口腔癌に対する磁気式カテーテルナビゲーションシステムの要求仕様と精度評価の研究

研究課題名(英文) Accuracy evaluation of magnetic catheter navigation system for oral cancer

研究代表者

大屋 貴志(Ohya, Takashi)

横浜市立大学・医学部・助教

研究者番号：40711263

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：逆行性超選択的動注化学放射線療法のためのカテーテル留置術は、進行した口腔癌に直接抗がん剤を流入できるように、目的の動脈へ安全、確実にカテーテルを挿入する必要がある。そこでカテーテル先端を3次元的に追跡できるようなカテーテルナビゲーションシステムの開発を行っている。本研究は、患者さんの顔をビデオカメラで撮影し、そのビデオ画像上に、動脈が撮影されたCT画像を正確に重ねあわせて表示するシステムの精度評価を模型上で行った。上顎の歯の形状を認識、自動的に画像を重ね合わせるシステムで、前歯や臼歯を基準にした位置合わせで1mm程度の誤差であることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

進行した口腔癌は、手術となると後遺症が著しくなることがある。手術を回避する方法として逆行性超選択的動注化学放射線療法という治療法がある。耳周りの動脈からカテーテルを挿入し、先端を目的とする動脈まで入れていく。このカテーテル留置術という手技は難しいが、簡単、確実にできるようにするため、カテーテルナビゲーションシステムの開発に取り組んでいる。本研究では、ビデオカメラで患者さんの顔を撮影するだけで自動的に、正確な位置に頸動脈を表示できるシステムの検証を行った。結果、1mm程度の誤差で表示できることが判明しナビゲーション表示に有用である可能性が高いことが示された。

研究成果の概要(英文)：Catheter placement for retrograde superselective intra-arterial chemoradiotherapy must safely and reliably insert a catheter into the target artery so that the anticancer agent can directly flow into advanced oral cancer. Therefore, we are developing a three-dimensional catheter navigation system that can track the tip of a catheter. In this study, the patient's face was taken with a video camera, and the accuracy evaluation of the system that correctly displayed the CT image of the artery on the video image was performed on patient's models. This system recognizes the shape of upper teeth and automatically superimposes images. It was found that the error was about 1 mm in registration based on the front teeth and molars.

研究分野：医用システム

キーワード：口腔癌 カテーテル ナビゲーションシステム 精度評価

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

進行した口腔癌は、手術となると大きく取り除かなければならず、食事や会話が困難になる。また顔貌変形があり見た目も大きく損なうことになる。したがって最も確実な治療法は手術であるが、手術拒否の患者もまれではない。そこで進行口腔癌に対して逆行性超選択的動注放射線化学療法という治療法がある。本手法は腫瘍栄養動脈にカテーテルを長期に留置できるため、抗癌剤の投与と放射線治療を連日にわたり同時に行うことで高い抗腫瘍効果が得られる。このカテーテル留置術というのは、耳の前や後ろの動脈にカテーテルを挿入し、術前に撮影した computed tomography angiography (CTA) を参考に、術中の X 線透視画像である digital subtraction angiography (DSA) を見ながら腫瘍栄養動脈にカテーテル先端を留置している。手術中の DSA は 2 次元画像でありカテーテル留置に難渋する症例では手術時間は延長し、患者・術者双方の被曝量の増加や造影剤の使用量も増加していた。このカテーテル留置術は経験者でないと難しいが、もっと簡単に確実にできるようにするため、カテーテル先端に 3 次元的位置検出ができるような磁気式カテーテルナビゲーションシステムの開発に取り組んでいる。

これまでの研究で磁気式カテーテルによって実際に 3 次元的位置検出が可能であることが分かっている。しかし、このカテーテルナビゲーションシステムでは患者の頭頸部と CT 画像の頭頸部をシステム上で一致させる画像の重ね合わせ（レジストレーション）が必要となるが、その基準点となるマーカーを顔貌皮膚上に装着するとレジストレーション時に皮膚のずれ（スキンシフト）による誤差が生じ、また再度のレジストレーションが行えないといった問題点が生じていた。そこで、目的の頸動脈との距離が近く体外からビデオカメラで撮影できる変形のない硬組織として上顎歯列に注目した。上顎歯列は頸動脈との距離が近いことから上顎歯列の位置変化を正確に検出することで、上記の問題点が解決できると考えた。

2. 研究の目的

本研究ではビデオカメラで撮影された上顎歯列画像に CT から抽出した上顎歯列の 3 次元画像を重ね合わせることで精確な位置関係で頸動脈を表示するシステムを構築し、そのシステム精度評価を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

口腔癌患者の CTA データから上顎歯列が残存し歯科金属によるアーチファクトが少ない画像データを 10 例選定した。撮影には 0.5 mm×64 列のコリメーションを実装するマルチスライス CT (Aquilion 64 ; Toshiba Medical Systems, Tokyo, Japan) を使用した。撮影条件は 120 kV、250 mA、Slice Interval:0.5 mm、Slice thickness:1.0 mm、512×512 pixel、pixel size 0.43 mm²とした。

CT の DICOM データより骨と血管のセグメンテーション（抽出）を行った。セグメンテーションとは必要な領域と必要ではない領域を分けし、対象と背景という 2 値化処理を行うことである。画像データから上顎歯列と目的動脈である外頸動脈のみをセグメンテーションし、両者を連結して位置関係を保持したモデルを光造形 3D プリンターで作製した。

精度評価を行うにあたり計測点（ターゲット）となる直径 1mm の孔を付与した正十二面体を設計し、カテーテル留置術での経路となる外頸動脈上に設置した。モデルのターゲッ

トと表示されたターゲットのそれぞれの位置座標を光学式位置計測装置で取得し、2点間の誤差を算出した。

4. 研究成果

逆行性超選択的動注化学放射線療法のためのカテーテル留置術では、目的の頸動脈へ安全、確実にカテーテルを挿入する必要がある。本研究では、ビデオカメラで口腔癌患者の模型を撮影しその画像上に、血管が撮影された CT 画像を精確に重ねあわせて表示するシステムの構築と精度評価を行った。

上顎の歯の形状を認識、自動的に画像を重ね合わせるシステムで、すべての計測結果の平均が 1.27 mm であった。すなわち、前歯や臼歯を基準にした位置合わせで 1 mm 程度の誤差であることがわかり、従来の重ね合わせの基準点を含めた器具を使用した煩雑な重ね合わせの方法よりも、簡便な操作で目的動脈の 3 次元画像表示を正確にできる可能性を示した。これまでは患者と画像（術前 CT や MRI, 術中透視画像）のレジストレーションとして、fiducial marker という基準点を患者に付けてそれを指標に位置合わせを行う point based registration、顔面皮膚の多数の点群をマッチングさせる surface-based registration、術中の 2 次元 X 線画像 を参考に 3 次元画像へ写像する 2D-3D registration などの手法があった。しかしながら、どの手法もレジストレーションにかかる作業時間は長く、また CT 撮影時の患者の顔貌と手術時の患者の顔貌に変化があった場合は誤差となり、精度への影響が避けられなかった。またこれまでに臨床的な工夫として、求める基準点が皮膚という軟組織であればスキンスリフトによる誤差が生じてしまうため、上顎骨にマウスピースを作製しこれを基準点に利用する手法もあった。しかしながらこの手法は確かに手術時間を短縮することにつながるが、一方で手術前の準備時間を延長することにつながっていた。

本研究で構築、検証されたシステムではこれらの問題点を解消し、手術中にビデオ撮影するだけで頸動脈を 1 mm 程度の誤差で自動的に表示することが可能となった。このシステムをカテーテルナビゲーションシステムに応用することで、手術時間や手術前の準備時間を減らし、患者と術者双方の負担を軽減することにつながると考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 0 件)

〔学会発表〕 (計 2 件)

1. 柳田 健, 大屋貴志, 王 君臣, 岩井俊憲, 泉 敏治, 光藤健司, 小林英津子, 佐久間一郎, 藤内 祝: 逆行性超選択的動注化学放射線療法のためのカメラを用いたマーカレスナビゲーションシステムの精度評価. 第 3 回日本顎顔面再建先進デジタルテクノロジー学会総会・学術大会, 東京, 2017, 11.

2. 鄭 在勝, 原 一晃, 岩橋 利英, 中川 桂一, 小林 英津子, 柳田 健, 大屋 貴志, 藤内 祝, 佐久間 一郎: 超選択的動注化学放射線療法のためのトンネル磁気抵抗センサを用いた磁気式トラッキングシステム. 第 57 回日本生体医工学大会, 札幌, 2018, 6

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]
ホームページ等