HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	デジタル/リアル ハイブリッドファントムの開発と標的同定におけるUS単独とUS-CT fusion imagingの比較 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	曽山, 武士
Citation	北海道大学. 博士(医学) 甲第12352号
Issue Date	2016-06-30
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/62544
Rights(URL)	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Note	配架番号：2250
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Takeshi_Soyama_abstract.pdf (論文内容の要旨)

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称　　博士（医　学）　　氏 名　曽山　武士

学 位 論 文 題 名

デジタル/リアル ハイブリッドファントムの開発と標的同定における US 単独と US-CT fusion imaging の比較

(Development of digital/real hybrid phantoms and comparison of conventional ultrasonography and ultrasonography-computed tomography fusion imaging for target identification)

要旨

【背景】Ultrasonography-computed tomography fusion imaging は、自由断像である超音波（Ultrasonography; US）のプローブの位置と方向に合わせて、横断像であるコンピュータ断層撮影（Computed Tomography; CT）の再構成画像をリアルタイムかつ同一モニター上に表示する装置である。US-CT fusion imaging は US を使用して標的の同定、生検や悪性腫瘍に対する radiofrequency ablation (RFA) を行う際に、CT 上の標的とその周囲の構造との位置情報を US に反映させることができ、いくつかの文献でその有用性が報告されている。しかし、US 単独と US-CT fusion imaging の間でのランダム化比較試験の報告はない。

US-CT fusion imaging は、US で標的らしき構造が複数描出され標的が同定困難な場合に使用が限られるため、臨床的にランダム化比較試験を行うには長期間を要する。基礎実験でこの状況を再現するには、CT で標的が 1 つ描出され、かつ US で標的らしき構造が複数描出されるファントムが必要となるが、標的同定実験の際に被験者が標的の位置を記憶してしまうと被験者が 2 回目以降の検討を行った際に記憶バイアスがかかってしまう。この問題を解決するには、US で同定すべき標的を CT 上で任意に変更できるファントムの開発が必要と思われた。

<u>パイロット実験</u>

CT で標的が 1 つ描出され、かつ US で 1 つの標的の他に複数の標的らしき構造（偽病変）が描出されるファントムが作成可能かどうかを検討した。プラスチック製容器を 2 倍濃縮した食用寒天で満たし、その中に同濃度の食用寒天で作成した球状構造 3 個（1 個はヨード造影剤を混入した標的）と L 字型のランドマークを留置した。ファントムの CT では高吸収の標的のみが描出され、偽病変は描出されなかった。US では球状構造が 3 つ描出され、3 つの球状構造は位置情報なしでは区別がつかなかった。標的同定実験では US 単独群での正診率は 80%、US-CT fusion imaging 併用群の正診率は 100%であった。問題点として、①同一被験者が 2 回目の検討を行うには標的の位置を実験毎に変更する（ファントムを複数作成する）必要があった。次に、②推定値を元にクロスオーバー試験を計画した場合、20 名を解析すれば、検出力 0.80 以上を得られると算出された。更に、③寒天を用いて作成したファントムは実験を繰り返すことで変形し約 1 週間で表面に真菌類の繁殖を認めた。これらの問題点を 1 つのファントムで全て解決するために、我々はデジタル/リアル ハイブリッドファントムを開発した。

<u>実験 1 デジタル/リアル ハイブリッドファントムの開発</u>

【目的】US で同定すべき標的を CT 上で任意に変更でき、かつ US では標的らしき構造が複数描出されるファントム（デジタル/リアル ハイブリッドファントム）を開発する。

【対象と方法】縦 30cm×横 30cm×深さ 20cm のアクリル製容器を US の B モードに適したジェルで満たし、その深さ 3.5cm と 8.5cm と 13.5cm の位置に US の B モードで低エコー結節として明瞭に描出される直径 2cm の球状構造を、中心間距離を 3cm 空けて各々9 個ずつ、計 27 個配置し、更にランドマークと US と CT の断面位置合わせ用の棒状構造を留置した（OST 社、リアルファントム）。リアルファントムの CT を撮像し、27 個の球状構造のうち 1 個を画像処理で高吸収に変化させて標的とした（デジタルファントム、27 パターン作成）。

【結果】デジタル/リアル ハイブリッドファントムは US 装置に取り込む CT のボリュームデータ（デジタルファントム）を変更するだけで、US で同定すべき標的を任意に変更できた。

【結論】デジタル/リアル ハイブリッドファントムは 1 体のリアルファントムで複数の標的のランダム化を可能にした。

<u>実験 2　デジタル/リアル ハイブリッドファントムを用いた標的同定における US 単独と US-CT fusion imaging の比較</u>

【目的】デジタル/リアル ハイブリッドファントムを用いて US-CT fusion imaging が US 単独と比し標的同定の精度を改善するかどうかを検討した。

【対象と方法】US 装置は EUB-7500（日立アロカメディカル社）とマイクロコンベックスプローブ、fusion imaging は Real-time Virtual Sonography を使用し、20 名の医師に標的を同定させた。被験者が US 単独と fusion imaging 併用のセッションを行う順番をランダム化し、10 名で US 単独を先行、10 名で fusion imaging 併用を先行させた。各々のセッションでは 3 回の検討を行い、深さ 3.5cm と 8.5cm と 13.5cm の標的同定を行う順番をランダム化し、各々の深さに配置された 9 個の球状構造の中から標的をランダム化した。US 単独群は被験者にファントムの CT（実際はデジタルファントム）を提示し、標的を US で同定するよう指示した。Fusion imaging 併用群はあらかじめ CT ボリュームデータ（デジタルファントム）と US の断面の位置合わせを行い、被験者に US-CT fusion imaging で標的を同定するよう指示した。両群でそれぞれ標的同定の正誤を記録し、標的の深さ毎に正診率をマクネマー検定で比較した。また標的同定に要した時間を記録し、t 検定で比較した。

【結果】標的同定の正診率の平均は、深さ 3.5cm、8.5cm、13.5cm の順に US 単独群で 44.4%、50.0%、27.8%、fusion imaging 併用群で 100%、88.9%、88.9%であり、3 種類の深さ全てで fusion imaging 併用群が有意に高かった（p=0.002、p=0.039、p=0.003）。標的同定に要する平均時間は、深さ 3.5cm、8.5cm、13.5cm の順に US 単独群で 143.7±63.7 秒、257.5±189.0 秒、244.2±117.4 秒、fusion imaging 併用群で 76.8±52.8 秒、126.3±116.2 秒、125.8±73.5 秒であり、3 種類の深さ全てで fusion imaging 併用群が有意に短かった（p=0.003、p=0.006、p<0.0001）。

【考察】US 単独では標的同定の正診率が深さ 3.5cm、8.5cm と比し深さ 13.5cm で低下したが、US-CT fusion imaging 群では 3 つの深さで同程度の正診率が得られた。その理由は深さ 13.5cm の標的はランドマークから遠く US 単独ではランドマークとの位置情報を得難いが、US-CT fusion imaging は被験者に CT の位置情報をモニター上で直接提示するので、標的同定のために標的とランドマークとの距離が影響しないためと考えられた。US-CT fusion imaging は US 単独と比し標的同定に要する平均時間を有意に短縮させたが、その理由は US-CT fusion imaging が標的同定の際の確信度を向上させるためと考えられた。

【結論】US-CT fusion imaging は US 単独と比し標的同定の正診率を向上させ、かつ標的同定に要する時間を短縮させることが客観的に明らかとなった。