

ダイナミック乳房 MRI におけるコンピュータ診断支援システムの構築

医療科学専攻 本多 絵美
(指導教員 : 中山 良平 客員教授)

【はじめに】

近年、ダイナミック乳房 MRI 検査は、術前の乳癌広がり診断だけでなく、乳がんの検出診断においても重要な検査となってきた。ダイナミック乳房 MRI 検査における早期乳がんの検出率はマンモグラフィよりも高いことが報告されており、スクリーニングへの応用が期待されている。特に、日本人女性に多い高濃度乳腺では、マンモグラフィの感度 33-59%が、ダイナミック乳房 MRI 検査を用いることにより、71-94%へ改善されることが報告されている。一方、ダイナミック乳房 MRI 検査の特異度は、マンモグラフィや超音波検査と同程度であり、その改善が望まれている。

このような課題を解決する手段の一つとして、コンピュータ支援診断 (CADx: Computer-aided Diagnosis) がある。CADx は、医用画像をコンピュータ (CADx システム) で解析し、その解析結果を“第2の意見”として医師が利用する画像診断である。これまで、様々な医用画像において、病変の悪性の可能性を解析する CADx システムが開発されてきた。そして、CADx システムの解析結果を医師に提示することにより、医師の診断能が 10%~30%向上する結果も報告されている。

【目的】

本研究の目的は、ダイナミック乳房 MRI における腫瘍病変のダイナミックな信号強度 (造影) の変化および画像特徴を解析することにより、良悪性の可能性を評価する CADx システムを開発することである。

【方法】

1. 実験試料

実験試料として、当施設の Achieva 3.0T MRI system (フィリップス社製) で得られたダイナミック乳房 MRI (悪性 62 症例, 良性 28 症例) を用いた。各データは腫瘍病変を伴うダイナミック造影 4 相 (単純, 1 分, 2 分, 5 分) で構成される。本研究では、腫瘍径が 5 mm 以上のものを実験試料として用いた。これらのデータ利用については、当施設の臨床研究倫理審査を申請済みである。

2. CADx システムの構築

2.1 腫瘍病変の分割

通常、ダイナミック乳房 MRI の早期相は、造影剤注入後 2 分以内と定義される。そこで、まず、経験豊富な診療放射線技師が、3 相目 (2 分) の画像上で、腫瘍全体を含む関心領域を手動で設定した。この関心領域は、腫瘍領域、乳腺組織、脂肪組織を含む。そこで、これらの 3 つのグループを分割するための 2 つの閾値を信号強度に基づく大津の方法により自動で決定した。そして、腫瘍領域を分割するための閾値として、2 つの閾値のうち、高い閾値を用いた。また、3 相目の画像上で分割した腫瘍領域と対応する 1 相目, 2 相目, 4 相目のダイナミック乳房 MRI の領域もそれぞれ腫瘍領域として定義した。

2.2 特徴量の抽出

医師が実際のダイナミック乳房 MRI 診断で着目しているダイナミックな信号強度の変化および画像特徴を考慮することにより、11 特徴量を抽出した。これらの特徴量は、1) 円形度、2) 不整形度、3) 境界のなめらかさ、4) 境界の複雑さ、5) 乳頭方向への広がり、6) 造影パターンの不均一性、7) リング状造影の度合い、8) 1 相目～2 相目の信号強度の変化、9) 2 相目～3 相目の信号強度の変化、10) 1 相目～3 相目の信号強度の変化、11) 3 相目～4 相目の信号強度の変化である。特徴量 1)-7)は、3 相目のダイナミック乳房 MRI から抽出した。

2.3 良悪性の識別

ダイナミック乳房 MRI における腫瘍病変の良悪性の可能性を評価するために二次判別分析 (QDA: Quadratic Discriminant Analysis) を用いた。QDA は、良性と悪性の 2 グループを分離する特徴量の二次判別関数で構成される。この QDA で用いる特徴量はウィルクスのラムダに基づく stepwise 法により、上述した 11 特徴量より選択した。そして、QDA の学習と評価には、Leave-one-out testing 法を用いた。この方法では、実験試料の 1 つのケースをテスト用ケースとして、残り全てを訓練用ケースとして用いる。これをすべてのケースが一回ずつテスト用ケースとなるようケースの選択を繰り返すことにより、良悪性の識別評価を実施した。

【結果】

ステップワイズ法により、11 特徴量から QDA で使用する 4 特徴量が選択された。これらは、i) 3 相目～4 相目の信号強度の変化、ii) 1 相目～3 相目の信号強度の変化、iii) 不整形度、そして、iv) 境界のなめらかさであった。これら 4 特徴量は、グループ平均の差の検定により、良性と悪性のグループ間に有意に差があることが示された ($P < .05$)。また、4 特徴量を用いた QDA を実験試料に適用した結果、正答率 85.6% (77/90)、感度 87.1% (54/62)、特異度 82.1% (23/28) が得られた。また、陽性予測度と陰性予測度は、91.5% (54/59) と 74.2% (23/31) であった。

【結語】

本研究では、ダイナミック乳房 MRI における腫瘍病変のダイナミックな信号強度の変化および画像特徴を解析することにより、良悪性の可能性を評価する CADx システムを開発した。本 CADx システムが高い分類精度を有することが示され、ダイナミック乳房 MRI における腫瘍病変の鑑別診断において、有用となる可能性が示唆された。