

吉福 士郎（鹿児島大学大学院医歯学総合研究科 循環器・呼吸器・代謝内科学）

【留学先】Mayo clinic Echo Resarch Center

【テーマ】ストレインレート法を用いた心筋の局所的機能の評価

【経過報告書】

私は 2004 年 9 月より、米国ミネソタ州ロチェスターにありますメイヨークリニックに留学しています。その中でも著名な先生が沢山おられる心エコーラボの一部門である Translational Ultrasound Research Unit (TURU)に私は所属し、犬を使った動物実験をしています。私に与えられたテーマはコントラストエコーに関する事で、Boss である Marek Belohlavek 先生の提唱する新しい理論を使い心筋内の血流評価を行っています。実験のない日はデータをオリジナルのソフトウェアで解析しその結果を次の実験に生かすといった日々を送っています。基礎の領域と臨床の領域の間を埋める役割を持つ TURU には現在チェコ共和国やインドからの留学生がいてそれぞれ立派な仕事をしていてとても刺激になります。一方臨床部門である Echocardiography Research Center では一日約 300 件の心エコーを行っています。毎日のようにカンファがあり私も時間があるときにはカンファに参加しています。

メイヨークリニックのあるロチェスターは人口約 9 万人程度の小さな街です。冬は-20 度という南国育ちの私には考えられないような寒い日がありますが暖房設備や地下道がちゃんと整備してあり非常に快適です。街の人も優しく、車の運転もせかせかせかしておらず譲りあう光景をよく目にし、心が和みます。

貴学会から海外留学助成を受けましてこのようなすばらしい環境の中で勉強させていただけることを大変感謝しております。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

【帰国報告書】

2004 年 9 月から 2006 年 8 月末までアメリカのミネソタ州 Rochester にあります Mayo Clinic のエコーリサーチセンターに留学しました。私の研究は、Harmonic to fundamental ratio (HFR) というコントラストエコーの障害となる attenuation に対して補正を行う技術を用いてその有用性を検討するものでした。HFR は私のボスであった Belohlavek 先生が提唱された新しい技術で、超音波機器から照射されて戻ってきた超音波の RF 信号から得られる Fundamental と Harmonic 周波数のピーク値の比のことで、この技術を使うと、血流のある心筋では attenuation 下でもこの比が小さくなり血流の少ない心筋では比が大きくなります。

始めに行ったのが、心筋虚血モデルにおいて虚血の範囲を HFR から構築されたカラー画像から容易に予測できるかというテーマでした。開胸犬において Attenuation をシミュレートするためにゴム製の Pad を 2 種類 (7 dB および 14 dB 減衰するように調

整されています)用いて 0dB(attenuation 無し)、7dB、そして 14dB と 3 つの条件で行いました。使用したエコー機器は RF 出力を備えた Vivid 5 で、画像は左室短軸像で、収縮期の 1:4 トリガーにてデータを収集しました。コントラスト剤は Optison を Bolus で用いました。左前下行枝もしくは回旋枝を一時的に完全閉塞させ、コントラスト投与後 RF 信号を収集しました。比較として一般的な心筋コントラストエコーを施行し、虚血の範囲をトレースして計測しました。収集された RF 信号から左室全体の 1 pixel ごとの HFR 値をソフトウェア上で自動計測し、カラー画像で表示させました。HFR の値が大きい場合を赤で、小さい場合青で表示するように設定し、赤色の部位(HFR の値が大きいので心筋虚血の部位を反映すると考えられます)の面積を別の観測者によって計測しました。結果は attenuation が大きい状況下でも実際の虚血の範囲と高い相関を示しました(0 dB: R = 0.92、7 dB: R = 0.94、14 dB: R = 0.90)。この成果は 2006 年の ACC で発表し、the Journal of Ultrasound in Medicine に、“Parametric Detection and Measurement of Perfusion Defects in Attenuated Contrast Echocardiographic Images” というタイトルで accept され、現在出版中です。

次に行ったのが心内腔の面積を HFR の分布から半自動で求められないか、というものでした。実際には、短軸像において心腔を含めた左室全体の HFR をピクセル単位で算出させ、そのヒストグラム表示にて、容易に左室と左室腔の分布を分けることが可能でした。左室腔のピクセルを積算して面積を算出したものと実際の心腔の面積との間にも高い相関が認められました(収縮期 0dB: R = 0.95、7dB: R = 0.94、14dB: R = 0.91、拡張期 0dB、7dB、14dB: R = 0.95)。この成果は 2006 年の ASE にて発表し 2006 年 12 月、Ultrasonics に “Parametric harmonic-to-fundamental ratio contrast echocardiography: A novel approach to identification and accurate measurement of left ventricular area under variable levels of ultrasound signal attenuation” というタイトルで掲載されました。

これらの仕事は約 1 年半で終了して、最後に行いましたのが HFR の値の変化により局所の心筋血流速度を予測できないか、というテーマでした。冠動脈の血流をコントロールして局所の HFR を計測し、Microsphere により実際の血流を測定しました。この結果は現在解析中です。

Mayo Clinic の超音波医学部門は臨床だけではなく基礎系もしっかりしており、私の研究テーマ(HFR)もまさに超音波工学より生まれたコンセプトが元になっており、基礎的な実験、研究を経て、私の研究(動物実験)へと受け継がれました。解析するために必要なプログラムの開発にも少しかかわることができ非常にいい経験ができました。次はいよいよ臨床応用というところで、帰国いたしましたので、可能ならば是非日本でも研究を継続したいところです。心臓コントラスト剤は、現在日本では一剤しか使用できませんが、アメリカでは新しいコンセプトのコントラスト剤も続々と開発されており、今後とも発展する分野だと確信しております。

最後に、このような貴重な留学におきましてご支援いただきました心エコー図学会に厚くお礼申し上げます。