

PHILIPS

Healthcare

IntelliSpace Portal



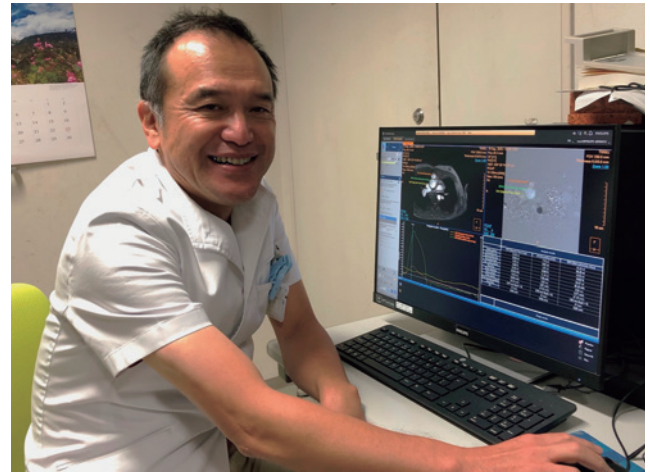
ISPの心臓MRI解析Cutting Edge : 4D Flowを中心に

日本ではCT装置の普及から造影剤を使用した冠動脈解析や心臓解析が古くから行われ、心臓の画像イメージングのスタンダードとして広く行われている。一方ではMR 4D Flow解析やMR Strain解析などMRIでの循環器領域の画像解析は、撮像に時間がかかることや、解析するために専用のワークステーションが必要であることから、特定の医療機関でのみで行われてきた。近年、高速撮像法の普及や、心臓解析が搭載されたワークステーションが一般的になったことで、より多くの施設で実施され、関心が高い領域となってきた。フィリップスのワークステーションIntelliSpace Portal (ISP) では、AI (人工知能) で心筋の拡張期・収縮期を認識し、心筋の内膜・外膜を自動トレースするアプリケーション「MR Cardiac」をはじめ、MR Cardiovascular Imaging解析アプリケーションを豊富なラインナップで施設のニーズに合わせて幅広く提供できる。

本稿は、2023年10月12日に開催された「第16回 Philips画像診断Webセミナー」において、東京女子医科大学の長尾充展先生よりご講演頂いた、「ISPの心臓MRI解析Cutting Edge」の内容をもとにISPでのご使用方法をお伺いした。

ISPに搭載されているMR Strainの操作性や印象について

MR Strainの解析方法はさまざまな方法が提案され解析されてきた過去があると思います。私も他社のワークステーションを使用してTagging法によるStrain解析を行ってきました。Tagging法では追加撮像が必要で、解析にも比較的時間をかけて行う必要がありました。その点がエコー検査でStrainが普及する一方で、これまでMRIでなかなか普及してこなかった理由かもしれません。

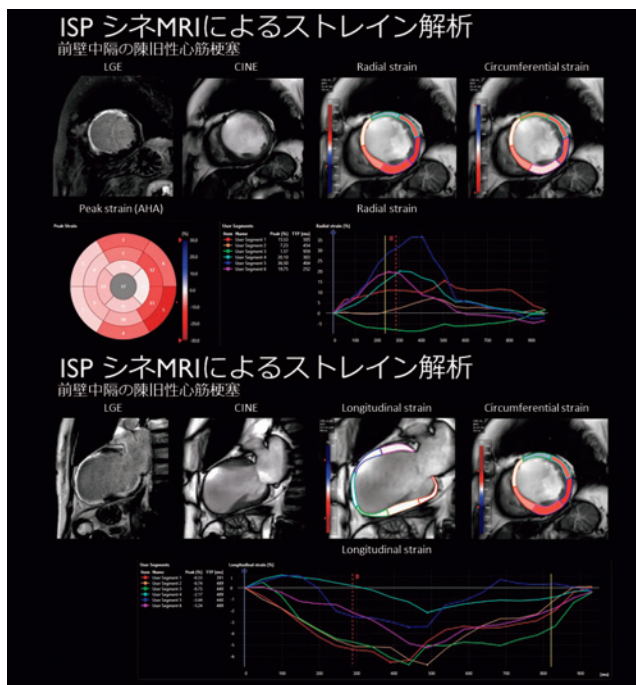


東京女子医科大学 画像診断学・核医学教室 准教授
長尾 充展 先生

ISPではFeature tracking法によりStrain解析を行うことができ、追加撮像は必要ないですし、ルーチン撮像のshort axis (SA) や2 Chamber (2CH)、4 Chamber (4CH) からわずか3ステップで行えるところがいいですね。また、AHA分類による表示と評価も可能で、セグメント毎にStrain評価ができるところも定量的ですし解析として評価しやすいと思います。

前壁中隔の陳旧性心筋梗塞の患者さんに対するLGEとStrainの評価について

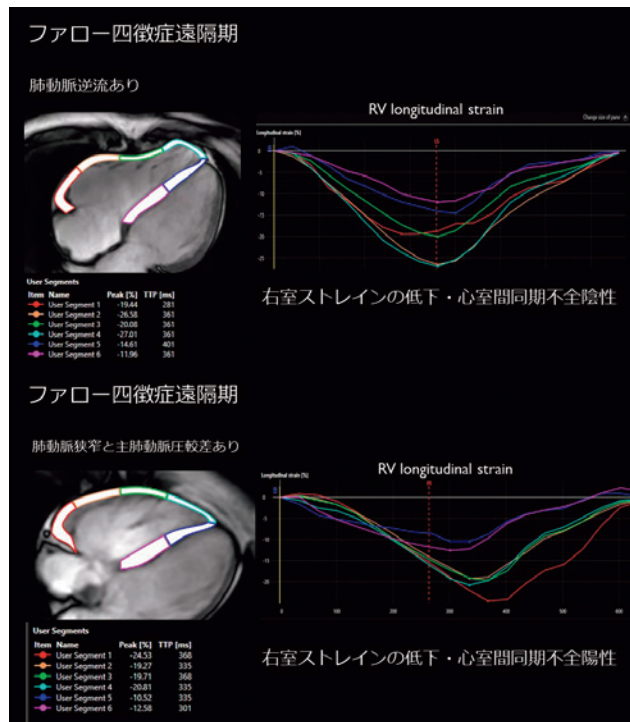
SA画像のLGEがあり、壁が薄くなっている領域とMR Strain解析でStrainが下がっているエリアを比較すると、いろいろなことが推測でき、新たな知見が得られると思います。まだまだエビデンスの蓄積はないですが、最近ではLGEとStrainの相関が指摘されています。ISPのMR Strain解析では、心筋を6分割から最大20分割にしてStrainの評価が可能で、セグメント毎に運動障害の動きを評価できますよね。また、長軸断の2CHでも同時に観察できるところが非常にいいですね。論文などでは、最も予後に関与すると言われているLongitudinal Strain(GLS)ですが、プルダウンから簡単に切り替えて表示することが可能なので使い易いと思います。さらにはCircumferential Strain(GCS)、Radial Strain(GRS)、Longitudinal Strain(GLS)の3種類のストレイン解析が行えるので、動態の評価はもちろんのこと、予後の予測にも今後期待できるのではないのでしょうか。



前壁中隔の陳旧性心筋梗塞のSAと2CHによるLGEとStrain (GRSとGLS)の評価

右室のStrain解析の有用性とは

右室のStrainは1つの位相さえトレースしてしまえば残る位相はFeature tracking法により自動的にトレースされますよね。やはり時間をかけずに後ろ向きに解析が行えるのはFeature tracking法の良さだと思います。東京女子医科大学病院ではファロー四徴症の遠隔期の患者さんに対して、肺動脈弁置換術を行うことがあります。そのような患者さんは、右室の収縮が遅延したり、心室間同期性障害の陽性がみられることがあります。Strain解析では右室内の収縮期のズレやStrainの低下がセグメント毎に定量的に評価できます。右心機能低下が予後を左右する遠隔機の先天性心疾患や肺動脈弁置換術の前後の右室評価についてもMR Strainの利用が期待できると考えています。



ファロー四徴症遠隔期に対する右室 Strain の心室間同期不全の有無

Q Flow を使用した印象について

弁膜症の患者さんに対して、逆流率を計測するには一般的な解析ですので、Q Flowはよく使用するアプリケーションの1つです。2D phase contrast法でVelocity encodingを100-200cm/sec、30 phase/beatと比較的高分解能で撮像し、正確に測定できていると思っています。一方で複雑な解剖的構造の患者さんも多いため、任意のスライス断面が必ずしも肺動脈の横断面像とは限らない場合もあり、解析結果が症状と一致しないケースもこれまで経験してきました。2DでのFlowの評価はスタンダードであり、解析も比較的短時間でしやすい一方、解析の限界もあるように思います。

2DのFlow解析と4D Flowの違い

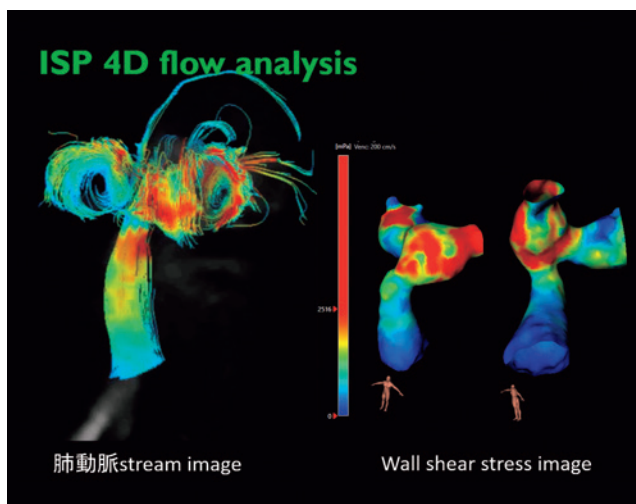
まず、4D Flowの特長としては、流れを定量化できることです。流れのベクトル(方向、流速)の可視化も可能で定量的であり視覚的にも評価がわかりやすいと思います。さらには、血管壁に対する力学的影響をとらえることがあげられると思います。いい事ばかりのように感じますが、トレードオフもあります。x、y、z方向に加えて時間軸の情報も必要なため撮像時間が長いこと。対象血管に対する最適なVENCの設定が難しいこと。専用のソフトウェアが必要であることなど、デメリットもあります。撮像時間が長いうえに、VENCの設定が最適ではなく、再撮像をすると患者さんにも多くの負担がかかります。撮像条件の最適化には知識と経験が必要不可欠であり、東京女子医科大学ではあらかじめVENCの違う撮像プロトコルを2つ設定しどちらも撮像することで対策をしています。

撮像条件を短縮する工夫

フィリップスにはTFEPI法というEPIベースの高速撮像法があり、使用させていただいています。ファントム実験にてTFE法とTFEPI法の比較を行った結果、TFE法に比べてTFEPI法では半分近い時間で4D Flowを撮像でき、ノイズが少ない高画質が得られます。これにより解析時間も短縮し非常によい結果が得られています。最新の情報では、フィリップスには新しいSmartSpeedという高速撮像技術もあるようですので、今後も撮像時間の短縮は期待しています。撮像時間が短くなれば、4D Flowの普及も加速するのではないのでしょうか。

ISP 4D Flow Arteryでの肺動脈の解析について

ISPの「4D Flow Artery」では、大動脈血管の解析アプリケーションで、解析の手技はわずか4ステップだけです。非常に簡単に血管の中心線をトレースでき、path lineやstream line、wall shear stress imageも観察しやすいです。私は、肺動脈の4D Flow解析に着目し、「4D Flow Artery」で肺動脈の解析を行いましたので説明をさせていただきます。完全大血管転位という左室と右室が入れ替わっている患者さんに対してJateneという手術を行います。そうすると、通常の解剖の位置と少し異なるのですが、人工的に肺動脈を形成できます。しかしながら、狭窄や瘤を形成することがあり、stream lineによる渦流やらせん流の評価、そのらせん流により壁に異常な圧がかかっているかをwall shear stressで評価することができます。

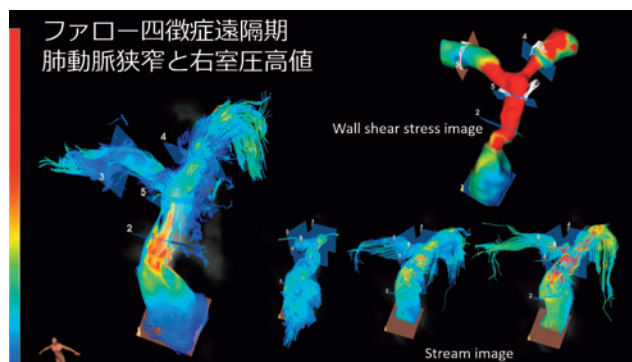


TGA、post Jatene の 4D Flow 解析

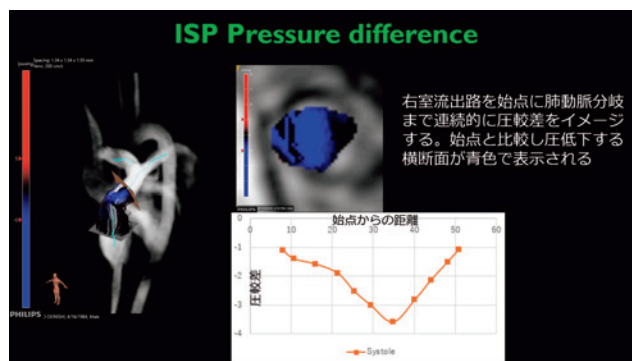
ファロー四徴症の遠隔期の患者さんに対する圧較差の評価

ファロー四徴症の右室流出路形態は非常にさまざま個人差もあり、血流の評価を2D phase contrast法のみで解決するのは困難であるとされています。肺高血圧や右室圧負荷はカテーテルで測定しないとわかりません。圧較差の有無によって、ステントや人工弁置換のいずれが適しているか、考慮する必要があります。またバルーン形成術では、圧較差を是正する最適な位置を事前に把握できれば理想的です。参考としてwall shear stress では圧がかかっていることは予想できますが、位置や定量的な評価ま

ではできません。ISPの4D Flow Artery解析の中にはPressure differenceという解析があります。この解析を利用すると圧較差部位を同定することができます。方法といたしましては、Pressure differenceで得られたデータから、解析始点をリファレンスとして、始点から測定部位までの距離と圧較差(圧低下)をグラフ化すると非常にわかりやすく、圧較差部位が特定できます。時間がかかるように思われるかもしれませんが、慣れると5分程度で解析結果が得られます。今後はこの解析結果を利用し、治療の標的はどこか判定ができるのではないかと期待しています。また、このような右室圧の上昇や肺高血圧の患者さんでは、右心の収縮が遅れる心室間同期不全が陽性であることもあります。4Dフローによる圧較差とシネMRIのStrain解析のどちらも解析ができるという意味では、ISPは患者さんにとっても多くの情報を提供できることができるワークステーションと言えますね。



ファロー四徴症での肺動脈狭窄に対する pathline と WSS

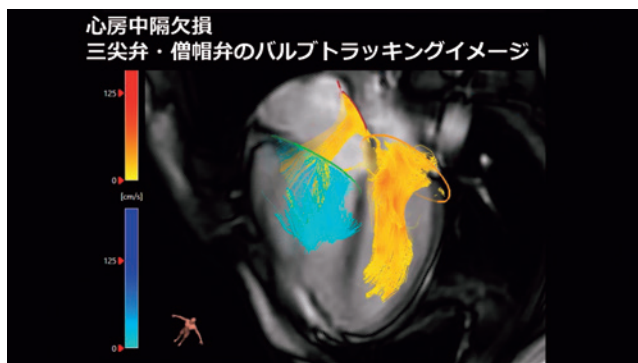


Pressure difference による圧較差解析

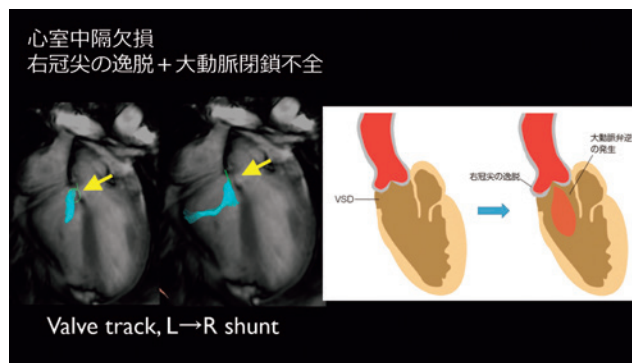
4D Flow Heartを使用した印象

4CHなど通常のSSFPシネ画像上にて1つの位相で特定の弁(バルブ)を2クリックで認識させると、バルブトラッキング法によりすべての位相でバルブの位置をトラッキングされる精度が素晴らしいですね。解析が簡便で時間がかからないところがいいと思います。また、私の知っているワークステーション内での比較ですが、「4D Flow Heart」のようにバルブに特化したFlow解析を搭載したワークステーションはISPだけではないでしょうか。4つのバル

ブを認識させることで、動脈血や静脈血のFlowを総合的に可視化できるのは他の解析では得られないものだと思います。臨床ではエコーでは見えないFlowの可視化や弁膜症の評価に期待されていると思うのですが、私は心房中隔欠損症や心室中隔欠損のシャント評価にも期待できると思います。実際、膜様部の小さな心房中隔欠損部をバルブとして認識させることで左右シャントを視覚化できた症例がありました。



心房中隔欠損
三尖弁・僧帽弁のバルブトラッキングイメージ



心室中隔欠損
右冠尖の逸脱+大動脈閉鎖不全に対するISP Valve trackによるshunt部の4D Flow解析

バルブを認識させることを応用して心房欠損部を認識させる、まさにウルトラCの他にはない使用方法をご教示いただきました。今後もISPによる通常の解析から発展的な解析まで、長尾先生の提案や発信を期待しております。ありがとうございました。

製造販売業者

株式会社フィリップス・ジャパン

〒108-8507 東京都港区港南 2-13-37 フィリップスビル

お客様窓口 0120-556-494

03-3740-3213

受付時間 9:00～18:00

(土・日・祝祭日・年末年始を除く)

www.philips.co.jp/healthcare



販売名：フィリップス画像診断用ワークステーション
医療機器認証番号：22000BZX00781000
特定保守管理医療機器
管理医療機器

改良などの理由により予告なしに意匠、仕様の一部を変更することがあります。あらかじめご了承ください。詳しくは担当営業、もしくは「お客様窓口」までお問い合わせください。記載されている製品名などの固有名称は、Koninklijke Philips N.V. またはその他の会社の商標または登録商標です。