

PHILIPS

Healthcare

IntelliSpace Portal

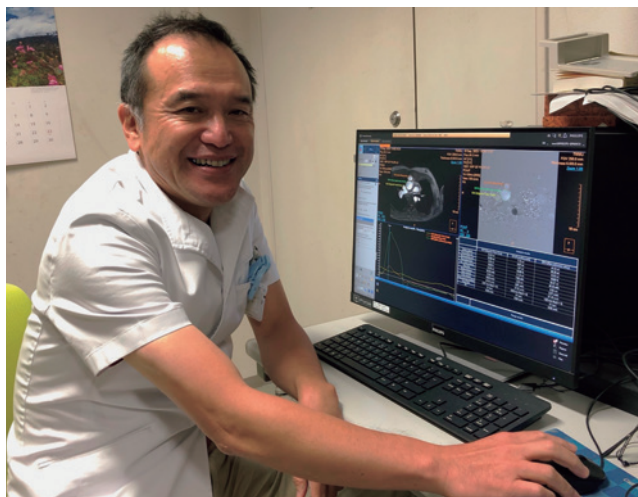


Philips IntelliSpace Portal

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ている。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。



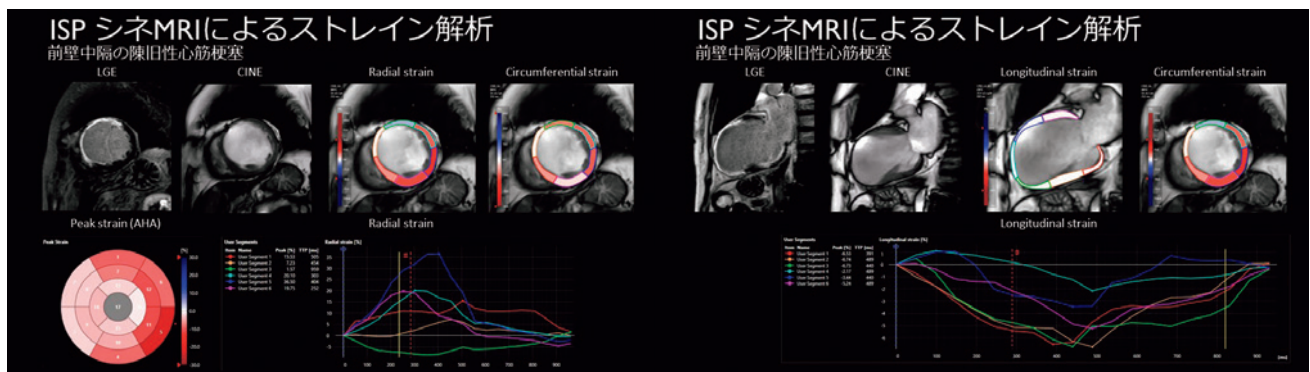
東京女子医科大学
画像診断学・核医学教室 准教授
長尾 充展 先生

Q : ご講演いただいた「ISPの心臓MRI解析 Cutting Edge:4D Flowを中心に」の中でMR Strainについてもご紹介いただきました。ISPに搭載されているMR Strainでの操作性と解析について先生の印象はいかがでしょう？

A : 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。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 Chuner(2CH)、4Chuner(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評価ができることも定量的ですし解析として評価しやすいと思います。

Q : ISPでの前壁中隔の陳旧性心筋梗塞の患者さんに対してのLGEとStrainの評価についても教えてください。

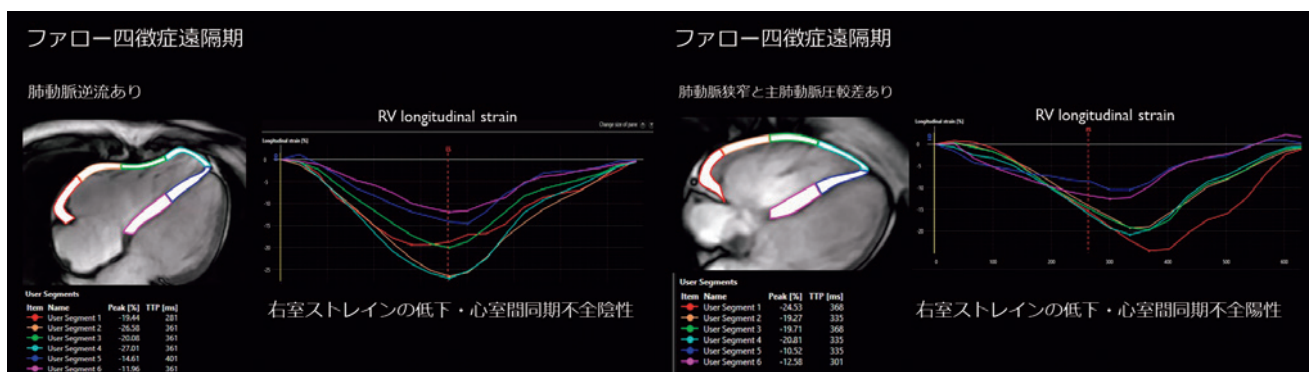
A : SA画像の LGEがあり、壁が薄くなっている領域とMR Strain解析でStrainが下がっているエリアを比較すると、いろいろなことが推測でき、新たな知見が得られると思います。まだまだエビデンスの蓄積はないですが、最近ではLGEとStrainの相関が指摘されています。ISPのMR Strain解析では、心筋を6分割から最大20分割にしてStrainの評価が可能で、セグメント毎に運動障害の動きを評価できますよね。また、長軸断の2CHでも同時に観察できるところが非常にいいですね。論文などでは、最も予後に関与すると言われているLongitudinal Strain(GLS)ですが、プルダウ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 によるの LGE と Strain (GRS と GLS) の評価

Q : 先生はさらに右室のStrain解析もISPでされているようですが、右室のStrainはどのような患者さんに対して有用なのでしょう？

A : 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。



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

Q：長尾先生はISPでQ Flowも使用されているとお聞きしていますが、Q Flowについてはいかがでしょうか？

A：はい。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一つです。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。一方では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。

Q：そんな臨床的背景があり、4D Flowも撮像しているかと思うのですが、2DのFlow解析と4D Flowの違いをあらためて教えてください。

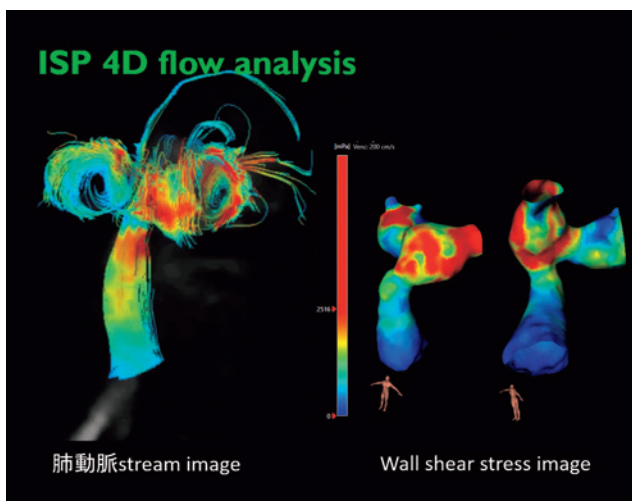
A：まず、4D Flowの特長としては、流れを定量化できることです。流れのベクトル(方向、流速)の可視化も可能で定量的であり視覚的にも評価がわかりやすいと思います。さらには、血管壁に対する力学的影響をとらえることがあげられると思います。いい事ばかりのように感じますが、トレードオフもあります。x、y、z方向に加えて時間軸の情報も必要なため撮像時間が長いこと。対象血管に対する最適なVENCの設定が難しいこと。専用のソフトウェアが必要であることなど、デメリットもあります。撮像時間が長いうえに、VENCの設定が最適ではなく、再撮像をすると患者さんにも多くの負担がかかります。撮像条件の最適化には知識と経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

Q：撮像条件が長いことは特に臨床では大きなデメリットかと思いますが、何か工夫はされていますか？

A：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良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。

Q：それでは、ISPでの4D Flowについてお伺いします。先生はISPの4D Flow Arteryで肺動脈の解析を行っていますが、解析についてはいかがでしょうか？

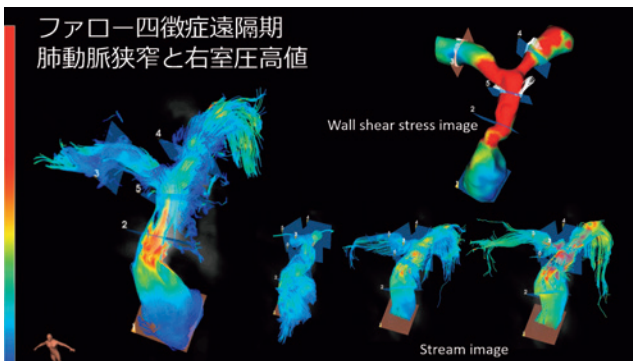
A：ISPの「4D Flow Artery」では、大動脈血管の解析アプリケーションで、解析の手技はわずか4ステップだけですし、非常に簡単に血管の中心線をトレースでき、path lineやstream line、wall shear stress imageも観察しやすいです。私は、肺動脈の4D Flow解析に着目し、「4D Flow Artery」で肺動脈の解析を行いましたので説明をさせていただきます。完全大血管転位という左室と右室が入れ替わっている患者さんに対してJateneという手術を行います。そうすると、通常の解剖の位置と少し異なるのですが、人工的に肺動脈を形成できます。しかしながら、狭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。



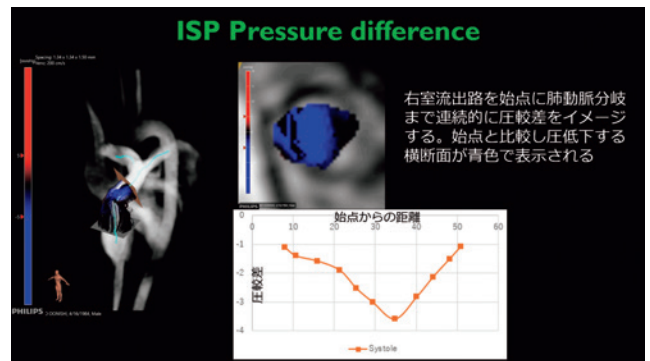
TGA、post Jatene の 4D Flow 解析

Q：それ以外にファロー四徴症の遠隔期の患者さんに対して圧較差の評価をISPでされていますが、そちらについても詳しく教えてください。

A：ファロー四徴症の右室流出路形態は非常にさまざまで個人差もあり、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 Gradient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 Gradient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



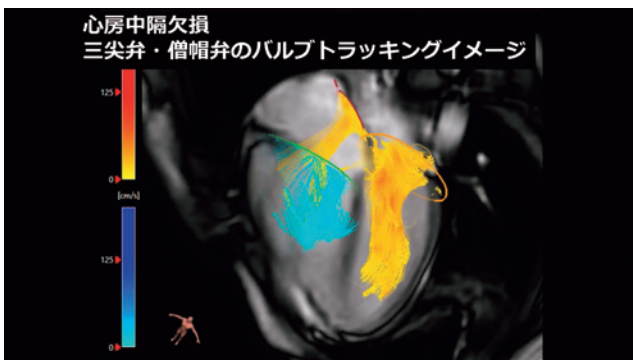
Pressure difference による圧較差解析

Q：もう一つ、4D Flow Heartも先生は利用されているかと思うのですが、の利用方法についても教えてください。

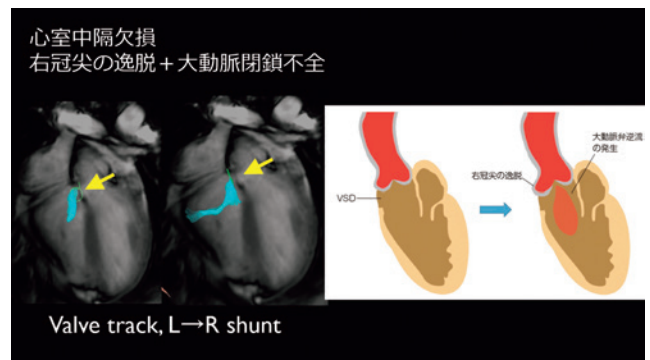
A：4CHなど通常のSSFPシネ画像上にて1つの位相で特定の弁(バルブ)を2クリックで認識させると、バルブトラッキング法によりすべての位相でバルブの位置をトラッキングされる精度が素晴らしいですね。解析が簡便で時間がかからないところがいいと思います。また、私の知っているワークステーション内での比較ですが、「4D Flow Heart」のようにバルブに特化したFlow解析を搭載したワークステーションはISPだけではないでしょうか。4つのバルブを認識させることで、動脈血や静脈血のFlowを総合的に可視化できるのは他の解析では得られないものだと思います。臨床ではエコーでは見えないFlowの可視化や弁膜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。

Q：バルブを認識させる応用で心房欠損部を認識させるなんて、まさにウルトラCの使用法ですね。今後もISPによる通常の解析から発展的な解析まで臨床で、先生の提案や発信を期待しています。

A：はい。たくさんの症例からISPの解析の良さを引き出したいと思います。



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

使用装置紹介

Hardware : IntelliSpace Portal

CT/MR/AMIの画像を使用した解析が可能なマルチベンダーに対応した、マルチモダリティ画像解析ワークステーションです。システムはネットワーク型とスタンドアロン型の2つのタイプがあり、使用目的に合わせて選択していただくことができます。スタンドアロン型の場合、将来的にネットワーク型への拡張も可能です。ネットワーク型の場合、ネットワークで接続されたWindows PC⁽¹⁾であればユーザ側でクライアントとなる端末を追加することができるため、使用状況に合わせて端末を追加することが可能になります。Cardiology、Neurology、Oncologyなどの診断領域を中心に約70のクリニカルアプリケーション(ソフトウェア)を保有しております。モダリティ単位だけでなく、診断領域ごとにアプリケーションを選択し搭載することが可能なため、診断からフォローアップまで一つのワークステーションで対応することができます。

また最新のバージョン(ISP 12)からは一部のアプリケーションやワークフローの改善にAI技術が搭載されています。この技術により解析を開始する時間を最小限に抑えることができるため、ワークステーションを使用する全ての医療従事者の作業時間を短縮し、読影時間の効率をより向上させることが期待されています。

(1) OS や容量などの使用条件が満たされた Windows PC

Software : MR 4D Flow Arterty & Heart

4D Flow Artertyは大動脈血管を対象にしたアプリケーションで、血流の視覚化と3DでFlowの計測を行えます。4D Flow Heartは4つの弁(大動脈弁、僧帽弁、三尖弁、肺動脈弁)のFlowの可視化が可能です。解析には通常ルーチンとして撮像されるSSFP法によるCine画像と、Phase contrast法による3方向の位相画像だけで解析できます。

4D Flow MRIの解析は煩雑で難しいイメージがありますが、このソフトウェアでは人工知能(AI)のサポートにより、ガイダンスに従って画像、血管、弁などを選択するのみで解析できるため、簡便でオペレータに依存しない解析結果が期待できます。

Software : MR Strain

心筋の収縮を3種類(radial、circumferential、longitudinal)の方向に分けてあらわしたものがストレインです。(図1)

Circumferential strainは円周方向の短縮を反映Radial strainは心筋の壁厚の増加を反映Longitudinal strainは長軸方向の動きを反映しています。LGEと相関があると言われており⁽²⁾、心筋障害を評価することができると考えられている。

(2) Oyama-Manabe,N., et al.

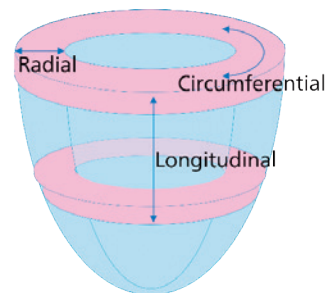


図1
3種類のストレイン

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：22008BZX00781000
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。