

ISSN 1882-0565

Medical Journal of Aizawa Hospital

第21巻

相澤病院医学雑誌



社会医療法人財団 慈泉会 相澤病院

Medical Journal of Aizawa Hospital

相澤病院医学雑誌

第21巻

相澤病院医学雑誌

Medical Journal of Aizawa Hospital

第21巻

目 次

卷頭言	相澤克之
総説	
臨床胎児心臓学	安河内 聰 1
原著	
転移性脳腫瘍の MRI 診断のための周波数選択的脂肪抑制法 (SPAIR) 併用可変再収束 フリップ角三次元高速スピニエコー (3D VRFA-TSE) 造影 T ₁ 強調像の有用性の検討	深澤大樹 他 19
訪問リハビリテーション利用者における栄養状態の調査と低栄養が ADL に与える影響	安藤道彦 27
当院におけるトモシンセシスガイド下吸引式組織生検の導入後の現状報告	村山大輔 他 33
血管撮影におけるスポット透視機能の有用性と経皮的バスキュラーアクセス拡張術における 被ばく線量への影響	小山亮祐 他 37
症例報告	
腹腔穿刺が診断および初療に有用であったアルコール性肝硬変による 腹部コンパートメント症候群の一例	山本祥寛 他 47
90歳台で発症し、敗血症を呈した尿膜管膿瘍の1例	山本祥寛 他 51
呼吸不全を呈した筋萎縮性側索硬化症に対し Lung insufflation capacity トレーニングを 実施した一例	鹿川彰文 他 57
プラスグレル不応が疑われた急性心筋梗塞の一例	田中俊志 他 61
外来看護師による手術を受ける認知症高齢者と家族への継続支援	高橋香代子 他 69
脳卒中後片麻痺患者1例に対する HONDA 歩行アシスト®の装着効果 ～Gait Judge System を用いた足関節運動への影響～	石川裕貴 他 75
活動報告	
社会医療法人財団慈泉会 脳画像研究所 2021年度活動報告	81
新型コロナウイルス感染症蔓延防止のための高齢者住宅入場制限による入所者への影響	
一職員への意識調査	近藤晃永 83
2022年度卒後臨床研修修了学術発表会プログラム	87
編集後記	小口智雅

卷頭言

COVID-19流行から3年が経過して

社会医療法人財団慈泉会相澤病院 副院長 相澤 克之

ついにCOVID-19感染症が流行してから3年が経過しています。未だに病院ではCOVID-19の陽性が出る度に対応に追われる日々が続いています。また、面会制限や患者の外出・外泊制限、入院時のCOVID-19感染のチェック、職員の行動制限等が続いており、当院も含めた各医療機関では「苦しい閉塞感のある日常」を送っています。一方では、世の中はCOVID-19感染症に対して、制限がある日常生活は解除する方向に向かっております。全国旅行支援が再開され、県外への旅行が徐々に盛んになってきており、外国人観光客の受け入れも再開しています。人の移動が活発となり、日常生活もCOVID-19感染症流行前に戻りつつあります。

そのような中、2023年5月には2類感染症から5類感染症への変更となる方針と報道されています。もちろんCOVID-19感染症はなくなったわけではなく、どのように付き合っていくか、付き合い方が変わらるのだと思います。ただ、2類感染症から5類感染症に変わった後の病院がどのような対応が必要になるのか、まだ具体的なことは決まっておりません。インフルエンザと同様になるのか。もしくは今までとかわりないのか。また、隔離はどうなるか、面会制限はどうなるか、患者の外出や外泊はどうなるのか、何より職員の行動制限等は解除されるのか。今後の推移に注目していきたい。少なくとも現在の閉塞感が少しでも改善してくれることを祈るのみです。

さて、我々医師はエビデンスに基づく医療を求められます。ガイドラインが最たる物でエビデンスに基づいてガイドラインが作成され、診察所見や検査、治療についても記載がされています。私達はガイドラインを元に治療を行っています。ただ、もちろんガイドライン通りに行かない事も多々あります。また、新しい検査や薬がどんどん出てくる日進月歩の状態です。そのため、新しい研究や論文が発表され、そのデータを元に新しいガイドラインの作成がされています。つまり、それぞれの研究結果や論文データの積み重なりが、ガイドラインへと繋がり、日々の医療の礎となっているだと思います。この論文集も一つの医療の礎となることを切望しています。そして、当院から多くの論文を投稿し今後の医療の発展に寄与していきたいものです。

総 説

臨床胎児心臓学

安河内 聰

抄 錄

胎児循環の基礎的研究から始まった臨床胎児心臓病学は、胎児心エコー検査法の発達により胎児の心疾患の出生前診断と前方視的周産期管理を中心に大きく発展してきた分野である。

臨床胎児心臓病学は、①胎児循環の特徴の理解、②胎児心エコー診断法の発展と確立、③胎児心エコースクリーニング法の教育と普及、④胎児診断に基づく前方視的周産期治療法、⑤胎児治療、⑥周産期カウンセリングと家族支援からなる。

日本においては、1994年に日本胎児心臓病学会が発足し、その後2006年に胎児心エコー検査ガイドラインが発行されてから普及が急速に進み発展した。さらに2010年に保険収載され、2016年には学会認定の認証医制度が始まって今では年間10,000人の胎児診断が行われている。

実臨床においては、いかに胎児心エコースクリーニングにより異常を持った胎児を検出し、正確な胎児診断に基づいて前方視的かつ計画的な治療管理による最善の治療を提供するかが重要である。このためには、多職種専門職によるチームアプローチが重要である。出生前診断により新生児搬送や周産期の循環ショックなどを回避することは、周産期医療における人的および医療資源の負担軽減と効率的活用という社会的側面でも有用であり、同時に胎児診断を受ける患者家族の視点からは、カウンセリングを含めた包括的な家族支援体制が提供されるという点で重要なとなる。

臨床胎児心臓病学が目指す目的は、病気を持つ胎児とその家族にとっての生涯を通じたwell-beingである。

Key words : 臨床胎児心臓病学、胎児心エコースクリーニング、先天性心疾患、出生前診断、周産期管理、胎児不整脈

はじめに

出生後の先天性心疾患（CHD）の発生頻度は、出生児100人に対して約1人といわれている。胎児での先天性心疾患の発生頻度はそれをやや上回り、重症先天性心疾患の頻度は1万あたり19.6（10.1から31）人と報告されている^{1,2)}。胎児で発見される先天性心疾患は重症例が多く、染色体異常の合併率も17～48%と高い³⁻⁵⁾。

胎児心エコースクリーニングが普及する前は、ほとんどの先天性心疾患は出生前に診断されずに出生

し、出生直後に動脈管閉鎖とともに生じるショックを生じて新生児緊急搬送となることも多かった。出生直後の循環破綻は、患者自身の生命予後に大きく影響する。さらに合併症管理を含めて、集中治療や治療の長期化など周産期医療の医療資源や人的資源などに大きな負荷を生じることが重大な問題であった⁴⁻⁹⁾。

この問題の解決策の一つとして、出生前診断の重要性が注目されるようになった。胎児心エコースクリーニングにより多くの先天性心疾患は出生前に診断されるようになれば、出生直後の循環破綻を回避することができる^{5,10)}。

現在では先天性心疾患の胎児診断率は新生児で発見される先天性心疾患の27~35%程度といわれている^{2,5,7,11-14)}。さらに、動脈管の閉鎖機序など出生前後の胎児循環の変化を含む胎児心臓病の理解に基づいて、疾病に応じた周産期治療や管理が行われるようになって周産期の治療成績は著しく向上した^{5,6,15,16)}。

このような歴史の中で発展してきたのが「臨床胎児心臓病学」という新たな分野である⁵⁻⁷⁾。この臨床胎児心臓病学は、①胎児循環の特徴の理解、②胎児心エコー診断法の発展と確立、③胎児心エコースクリーニング法の教育と普及、④胎児診断に基づく前方視的周産期治療法、⑤胎児治療、⑥周産期カウンセリングと家族支援から構成される^{5,6,17)}。

臨床胎児心臓病学の目的は、病気を持つ胎児の生命予後、社会的予後の改善と同時に、病気を持つ胎児とその家族にとっての生涯を通じたwell-beingである。この実現のためには、正確な胎児診断に基づいて前方視的な治療計画をたて、より最善と思われる周産期のチーム治療を提供することが重要で、周産期医療における医療資源の効率的活用という面でも大切となる^{18,19)}。

一方、胎児心エコースクリーニングが開発された初期から、診断による妊娠継続や中止の判断など、胎児診断の生命倫理について多くの議論を生むことになった。胎児診断により発見された病気を持つ胎児（こども）の両親への情報の提供のあり方や、治療方針に関する意思決定のあり方など重要な問題に加え、情報提供後の多職種専門職チームの支援のあり方についてなど、さまざまな観点から検討され整備されるようになってきた^{5,6,20,21)}。

本総説では、これらの臨床胎児心臓病学の変遷を含めて、臨床胎児心臓病学の現状と課題について概説する。

I. 胎児心臓病学の歴史

胎児心臓病学のはじまりは、1950年代にDowesらが行った胎児循環に関する基礎的実験研究に始まると考えられる²²⁾。その後1960年代にはRudolphらの^{15,23)}、1970年代にはWilliam FriedmanやCoceaniらの研究グループにより胎児循環の生理や胎児心機能の特徴、出生時の肺循環への移行と動脈管の閉鎖機転などについて詳細な基礎研究が行われた^{24,25)}。

一方、胎児心臓病学の臨床的研究は、超音波診断装置などの画像診断装置の発達とともに発展してきた^{26,27)}。1960年代にAモードによる胎児心機図、胎

児弁信号の検出が行われ、1970年代には、超音波ドプラ胎児心拍数計が報告され出産時の胎児心拍のモニタリングが始まった²⁶⁾。1980年代になると、Mモード法による胎児不整脈診断が報告された^{28,29)}。同時にセクタ式電子スキャンによるBモード法による胎児心臓の形態診断が報告され、胎児心臓病の画像診断方法が確立された^{10,26)}。1980年代半ばには、胎児心の形態診断に加え、パルスドプラ法や連続波ドプラ法を用いた血流速度の定量化などにより、胎児動脈静脈系の循環動態の研究が進んだ。さらに、カラードプラ法の導入により血行動態評価と機能診断を合わせた総合的な診断ができるようになった。これらの胎児心臓病の画像診断法の進歩は、胎児心疾患の重症度判定と治療の介入時期や治療選択など前方視的な治療計画を可能とし、周産期の治療管理が大きく進歩した^{5,6,27)}。

1990年代になると、胎児心エコースクリーニングのガイドラインによる系統的な胎児心臓病診断法が提案されて、胎児の先天性心疾患などの出生前スクリーニング検査が広く普及した¹⁰⁾。2000年代になると、Spatio-Temporal Image Correlation (STIC法)と呼ばれる新しい画像診断技術や3D/4Dエコーの利用が進んだ³⁰⁾。STIC法は、胎児の心臓を腹部から大動脈のレベルまでを装置が自動的にスキャンし、胎児の心臓の動きから心周期に合わせて得られた2Dスライス画像を並べ替えて、胎児の心臓を3次元的に再構築する画像診断法である。Bモードの形態診断に加え胎児血流の3D構築も可能で、遠隔診断を含めた胎児心臓スクリーニングへの応用や、心腔の3D容積測定などの診断を可能とした²⁷⁾。

現在では胎児心エコースクリーニングで発見された患者に対して、胎児診断に基づいた計画的な出産や分娩方法の選択や、出生後の治療などの前方視的、周産期医療が多くの施設で行われている。さらに、一部の施設では、胎児不整脈に対する経胎盤薬剤投与による薬物療法や、重症大動脈弁狭窄に対する胎児カテーテル治療なども行われるようになった。

II. 胎児循環の理解

臨床胎児心臓病学を理解するためには、正常の胎児循環の特徴について理解することが重要である。正常の胎児循環の特徴は、肺循環と体循環が並列循環をなし、胎盤で酸素化が行われるために肺循環の必要性が少ないとある。このために、胎児循環には一つの心内短絡（卵円孔）と2つの心外短絡（静

脈管と動脈管) が存在する(図1)。

胎盤で酸素化された血液は、臍静脈から一部は門脈に、多くは静脈管を通して下大静脈に流れ込む。左肝静脈と静脈管からの血液は、卵円孔を介して左心房、左心室、上行大動脈へと流れる。一方、右肝静脈と上大静脈の血液は、冠状静脈洞の血液とともに右心室、肺動脈から動脈管を介して下行大動脈へと流れる。胎児の左心室から駆出される血液は、頭部の血管抵抗と左室のポンプ機能に影響され、右室から駆出される血液は胎盤の血管抵抗と右室のポンプ機能に影響される。ヒトの正常胎児の左右の心室から駆出される血液量には違いがあり、右室の心拍出量と左室心拍出量の比は、1.2~1.5:1といわれている。肺血流量は、肺血管抵抗が高いため、全心拍出量の17~20%程度と言われている^{15,31)}。

右室と左室の心拍出量を合計した総心拍出量 combined cardiac output は妊娠18週では100mL/minであるが、妊娠38週では1,000mL/minまで増加する。ただし体重あたりの総心拍出量は、妊娠期間を通じて425mL/Kg/minである^{15,32,33)}。

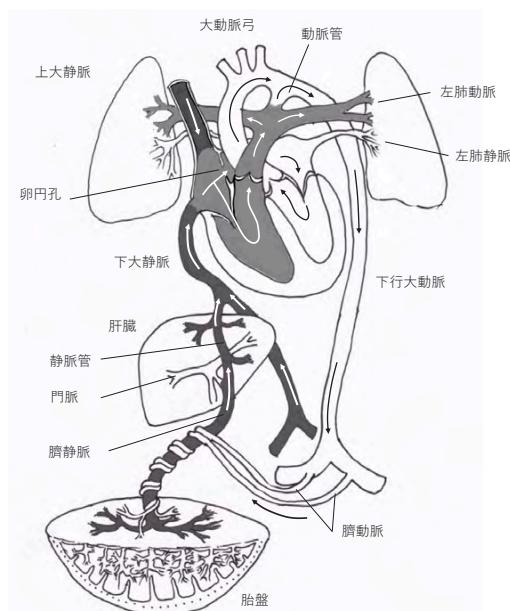


図1 胎児循環(著者作成)

2つの心外短絡(動脈管と静脈管)と1つの心内短絡(卵円孔)という短絡があり肺循環と体循環が並列循環であることが特徴である。酸素化された血液は臍静脈から下大静脈を介して売房に還流し、そこで上大静脈の血流と混合して肺循環と体循環に供給される。

III. 本邦における胎児心エクスクリーニング法の発達

胎児心疾患の画像診断は、超音波検査法を用いて行われる。海外では1982年に胎児心臓病診断の第1回の国際会議がStrasbourgで開かれ、スクリーニング方法を含めた国際的議論が始まった²⁶⁾。一方、本邦における胎児診断は、1984年の胎児不整脈に関する論文報告に始まる。その後1986年には完全型大血管転位の胎児診断が報告され、次第にいろいろな施設で行われるようになった。このような背景の中、1994年に日本胎児心臓病研究会(里見元義会長)が設立され、第一回の会議が長野県立こども病院で開かれた。

2004年から全国的な胎児心エコー検査の登録事業が開始された。2006年には、日本の胎児心エコー検査ガイドライン(第1版)が刊行され、共通のプロトコールによる系統的な胎児心エコー検査法の教育と普及が行われるようになった⁷⁾。このガイドラインでは、胎児心エコー検査をスクリーニング(レベルI)と精査診断(レベルII)に分類し、基本的な

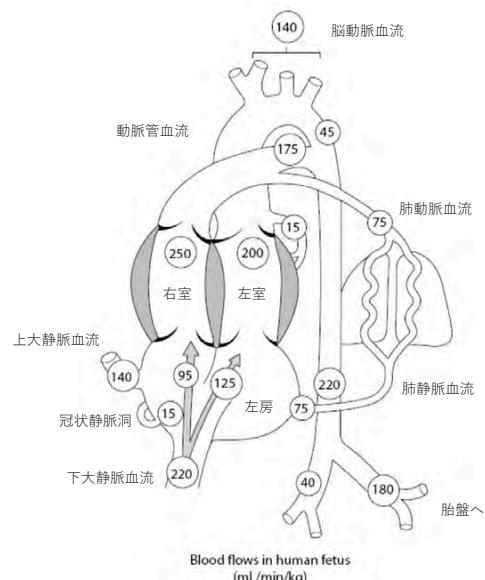


図2 胎児循環における血流量分布(文献31より引用)
臍静脈から酸素化された血液は下大静脈から右房に還流する。下大静脈からの血流は45%が右室に流入し、55%は卵円孔を介して左室に流入する。肺動脈へは、上大静脈からの血流も合わせて250mL/分/Kgの血流が流れ、大動脈には肺静脈からの血流を合わせて200mL/分/Kgの血流が流れる。両肺への肺血流量は、右室から駆出される血流の30%程度が流れ、残りの70%は動脈管を介して下行大動脈に流れる。脳循環への血流量は、大動脈の血流の70%が流入する。

検査手順と各レベルで行うべき検査範囲を明示したことにより効率的な胎児心エコースクリーニング検査が行われるようになった。当初は小児循環器医が中心に検査を実施していたが、次第に産科医、臨床検査技師、助産師なども検査を担当するようになり診断の裾野が広がった。

ガイドラインが発行された2006年には胎児心エコー検査が高度先進医療に認定され、2010年には健康保険収載が認められた。さらに、2016年には日本胎児心臓病学会が認定する胎児心エコー検査認証医制度が始まり、胎児心エコー検査の質の向上が図られるようになった。2021年、胎児治療などの進歩とカウンセリングなどの進歩を踏まえ、胎児心エコー検査ガイドラインの第2版が刊行された⁵⁾。

V. 胎児心エコー登録検査件数の推移

2004年から開始された胎児心エコー検査登録検査件数（レベルII）の年次変化のデータを示す³⁴⁾（図3）。登録を開始した2004年の登録数は386件であったが、胎児心エコー検査ガイドラインが発行された2006年からは漸増して年間2,000件程度となった。2010年に胎児心エコー検査が保険収載されると登録件数は急激に増加し、胎児心エコー検査認証医制度

が始まってからは年間10,000件を超える登録がされるようになった。登録開始から2021年までの総登録件数は96,634件で、先天性心疾患が41%、胎児不整脈が5%であった。さらに診断された先天性心疾患と不整脈の登録データの内訳を図4に示す。

最も登録が多い先天性心疾患は、心室中隔欠損で全体の17.5%を占め、両大血管右室起始11.5%，ファロー四徴症8.1%の順であった。次に登録数が多いのは、四腔断面で心内腔の数や大きさの異常を示す左心低形成症候群（7.7%）、単心室疾患（24.7%）であった。一方、出生後に重症化しやすく緊急手術やカテーテル治療を必要とすることが多い大血管転位（5.5%）や、単純型大動脈縮窄/離断（5.2%）、総肺静脈還流異常（1.1%）などの疾患は登録数が少ない。これらの疾患は、四腔断面では診断することが難しく、流出路断面やThree vessel view、Three vessel trachea viewなどを含めて診断する必要があり、これらの疾患の診断率を向上させることが今後の課題とされている⁵⁾。

この胎児心エコースクリーニングによる先天性心疾患の検出率については、海外から多くの報告と検討がされている。スクリーニングにおいては、四腔断面のみで行うものよりはThree vessel view（流

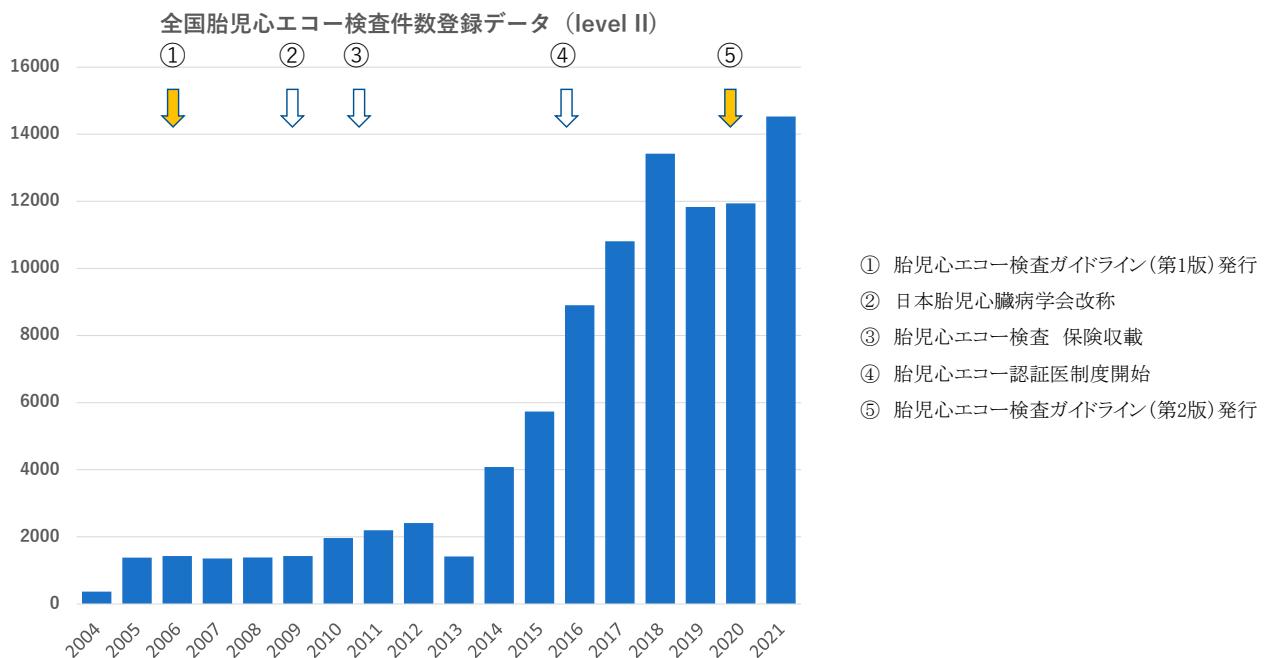


図3 日本胎児心臓病学会胎児心エコー登録件数の年次推移（文献34より作成）

日本胎児心臓病学会に所属する施設からの登録データの推移である。胎児心エコーガイドラインの発行と普及、胎児心エコー検査の保険収載、胎児心エコー認証医制度の開始などにより登録件数は急速に増加し、2021年現在では年に14,000件を超える登録がある。胎児心臓病学会に所属しない施設からの登録がないため解釈には注意を要する。

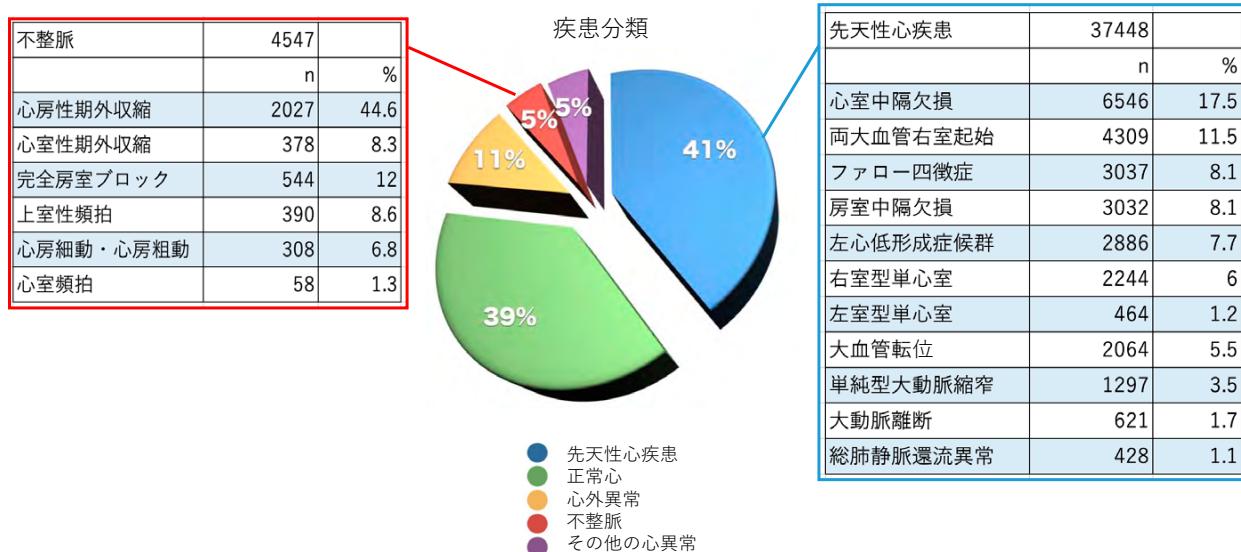


図4 Level II 胎児心エコー診断の内訳 一日本胎児心臓病学会胎児心エコー登録データより（文献34より）
疾患分類では、先天性心疾患は41%を占め不整脈は5%を占める。それぞれの内訳は表に示したとおりである。

出路断面を含む）を加えた方が検出率は高くなり、全体的な心疾患の検出率は41～70%と報告されている^{2,3,5,12-14,35}。四腔断面で異常が検出される左心低形成症候群や単心室疾患の検出率は70～95%と高いが、流出路断面までスキャンしないと診断が難しい大血管転位は40%，流出路断面の異常もない総肺静脈還流異常の検出率は12～20%と低い。

検出率向上のためには、胎児心エコースクリーニングに用いる超音波検査装置の画像の向上に加え、胎児心エコー検査ガイドラインの教育と普及や新たなスクリーニング法の開発が必要と思われる。ただ、全妊婦に対してガイドラインが推奨する5断面による基本的なスクリーニングを行うことは、診断精度を向上させる一方スキャンの労力と時間が必要となりcost-effectivenessが悪くなることが問題である。診断率改善の効率化のためには、胎児疾患のリスク層別化にもとづいて行うシステム構築が望ましい^{5,36}。

V. 胎児心エコー検査の実際

現在、胎児心エコー検査は胎児スクリーニングのガイドラインに基づいて行われている。欧米と日本ではやや異なる点もあるが、どちらのガイドラインでも、基本的には同じ手順や方法で系統的に診断していく診断システムを推奨している（図5）^{5,17,37-40}。

ガイドラインでは、診断精度向上のために、①胎

児心エコー用の超音波診断装置の使用、②胎児心エコー検査用のセッティングと画像調整、③明瞭な画像による診断、④正しい診断断面、⑤系統的な胎児心臓全体のスキャン、⑥カラードプラ法による血流診断の追加が重要とされている。さらに最近のガイドラインでは診断画像の保存について、静止画よりも動画保存の方が望ましいとしている⁴⁰。

ここでは2021年に発行された日本胎児心臓病学会の胎児心エコー検査ガイドライン（第2版）に沿って概説する。

1. 胎児心エコーの基本的断面の出し方

日本のガイドラインでは、胎児の胸部水平断面を頭側から足方向に見下ろす描出法（looking down法）を提唱している⁵。

胎児の子宮内の位置に関係なく胎児の頭をエコー画面の右側において脊柱が水平になるように胎児の頭—尾側の長軸断面を描出す。そこから反時計方向に90度プローブを回転させて左右の肋骨の影が最長になるように角度を調整後、肋骨の陰影を消えるようにプローブを操作して胎児の四腔断面を描出す。この四腔断面が基本断面となる。この四腔断面は、胎児の胸部水平断面を頭から足方向に見下ろすlooking down viewとなり、椎骨—臍帯を結ぶ体の中心線に対して右側が胎児の右側となる。胎児の左右の判断は、診断において非常に重要であるため、検査者がいつも同じ統一された方法で四腔断面を描

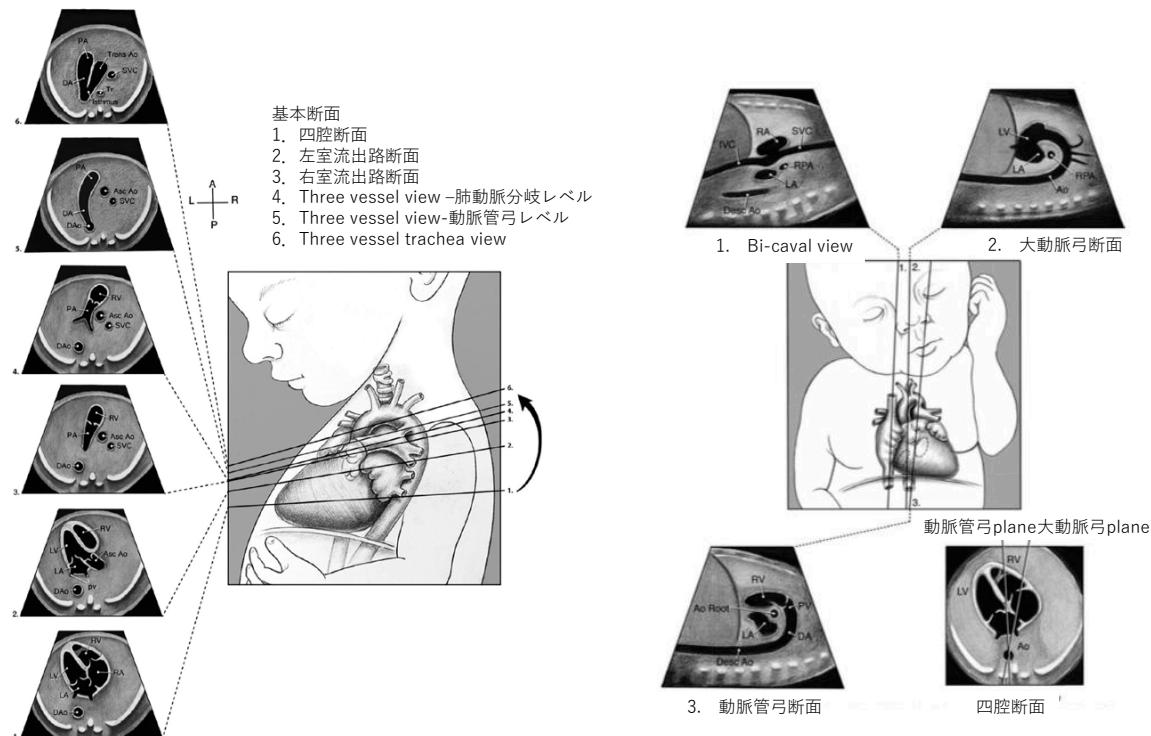


図5 胎児心エコー検査スクリーニングの基本断面（文献40より引用）

The American Institute of the Ultrasound in Medicine (AIUM) の胎児心エコースクリーニングガイドラインの基本断面を示す。胎児の体軸に直行する水平断面で腹部から大血管一気管レベルまで、連続的かつ系統的にスキャンしていくことが推奨されている。また補助的診断として胎児の矢状断面で、大動脈弓や動脈管弓、上下大静脈のbi-caval viewでの診断が提案されている。日本のガイドラインも含めて他の胎児心エコーガイドラインでは、同様の基本断面での診断が推奨されている。

出することは重要である。

この基本となる四腔断面を中心に、プローブを胎児の頭—尾側方向に傾けたり、平衡移動させて、腹部横断面、四腔断面、心室流出路断面、Three Vessel view、Three vessel trachea viewの各基本断面を順に描出して、各断面ごとに解剖学的診断を行い最終的に各断面の診断を組み合わせて最終的な診断を行う。大切なことは、それぞれの基本断面を連続的にsweepして心臓全体をスキャンし、先天性心疾患の区分診断にしたがって心内構造を総合的に診断することである。一部のガイドラインでは大動脈弓断面、動脈管断面の矢状断面の描出を基本断面に加えている^{5,40)}。

2. 先天性心疾患の区分診断法

先天性心疾患の区分診断は3つの部位診断と2つの関係診断の5段階診断法である。3つの部位診断はそれぞれ、心房位、心室位、大血管位の3つの部位診断であり、2つの関係診断は、心房一心室関係、

心室一大血管関係の2つの関係診断である。部位診断においては、各心内腔の解剖学的特徴から左右の心房、心室、大血管の同定を行う。その上で解剖学的心内構造物の接続の関係を一致concordance、不一致discordanceを診断する。ここで接続の一一致というのは、右房—右室、左房—左室、右室—肺動脈、左室—大動脈と接続するもので、それ以外の右房—左室、左房—右室、右室—大動脈、左室—肺動脈と接続するものは不一致と診断する。この3つの部位診断と2つの関係診断をstep-by-stepで診断していくことにより、先天性心疾患の形態診断を行うのが区分診断法である（図6）⁴¹⁾。

腹部断面から四腔断面、そして流出路断面から3 Vessel & trachea viewまで各断面における観察のチェックポイントを表1に示す。

(1) 腹部断面

この断面では、①胃泡の位置、②下大静脈と下行大動脈の位置、③下大静脈が還流する心房の位置の

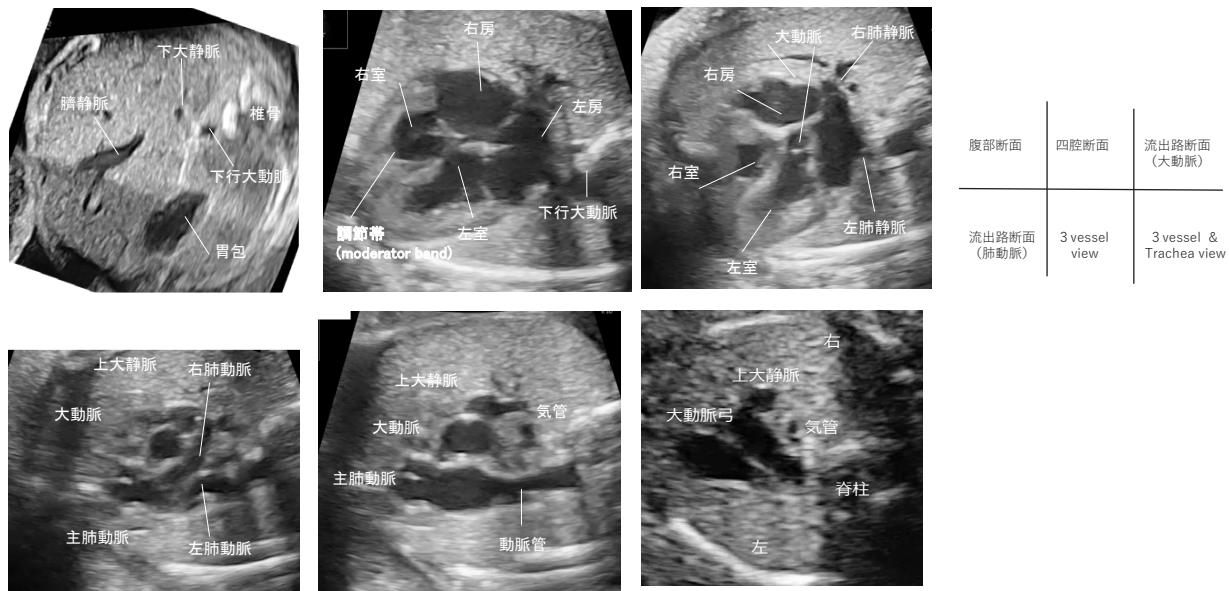


図6 腹部断面～四腔断面～流出路断面～3 vessel & trachea viewまでのscan
胎児の頭側からみて、looking down viewで描出した各基本断面の解剖学的構造を示す。

表1 胎児心エコー基本断面でのチェックポイント（文献4, 5より）
各ガイドラインで推奨されている断面ごとの解剖学的診断と、チェックポイントを示す。

腹部断面	四腔断面	流出路断面 (3 vessel view)	3Vessel & Trachea view
<ul style="list-style-type: none"> ・胃泡の位置 ・下行大動脈の位置 ・下大静脈の有無と位置 ・下大静脈の心房への還流 ・下行大動脈と下大静脈の併走 (juxta position) ・奇静脉連絡 ・臍静脈、細動脈の数と血流 	<ul style="list-style-type: none"> ・心臓の位置 ・心臓の軸 ・心腔の数と大きさのバランス (左右差) ・左右心室の解剖学的診断 ・右室と左室の診断 ・心房一心室の連結 ・肺静脈の還流 ・心室中隔の異常 ・心房中隔形態 ・房室弁の逆流の有無 ・心室の収縮様式 ・心房/心室の不整脈の有無 ・心筋内の異常エコー（心臓腫瘍） 	<ul style="list-style-type: none"> ・大血管の数 ・心室一大血管の連結 ・大動脈弁、肺動脈弁の位置と弁異常の有無 ・大動脈、肺動脈径の差 ・左右肺動脈分岐形態 ・肺動脈、大動脈、上大静脈の並び方とサイズ ・心室中隔欠損 	<ul style="list-style-type: none"> ・動脈管の狭窄、拡大 ・大動脈弓の形態 ・大動脈縮窄の有無 ・頸部動脈分岐形態 ・動脈管弓の形態 ・大動脈弓の走行と気管の位置関係 ・大動脈と動脈管の血流方向 ・無名静脈の異常血流の有無

確認を行う。正常心では、胃泡は左に位置し、心臓の位置と同じである。また下大静脈は通常椎骨の右側で下行大動脈は椎骨の左側を走行する。胃泡の位置と心臓の位置が不一致の場合や、下大静脈と下行大動脈の走行が同側の場合は、内臓錯位症候群（無脾症候群、多脾症候群）を疑う。また、下大静脈が還流する心房が、解剖学的右房である。

（2）四腔断面

この断面では、①心臓の位置、②心尖の方向、③

心臓の大きさ、④解剖学的左右心室の同定、⑤左右心室および左右房室弁のサイズ、⑥左右房室弁逆流の有無、⑦心房、心室中隔の異常（心室中隔欠損や房室中隔欠損など）、⑧肺静脈の左房への還流、⑨心室のリズム、心拍数、⑩左右心室の心機能、⑪心囊水、胸水貯留の有無などをチェックする。胎児の心臓の大きさは、通常心臓の面積を胸郭の面積で割った値である心胸郭断面積比：Cardiothoracic area ratio : CTAR を用いて評価される。正常心ではCTARは0.2~0.35で、0.35以上あれば心拡大である。

(3) 心室流出路断面 (Three vessel view)

四腔断面から、プローブを胎児の頭側に傾けていくと、正常心では左の左室から大動脈、次に右室から肺動脈が起始する様子が観察される。大動脈と肺動脈の走行は交叉する。

さらに頭側に傾けると前胸壁から順に、肺動脈—大動脈—上大静脈が順に並ぶいわゆる「Three vessel view」が観察される。この断面では、①左右心室流出路のサイズ、②心室一大血管の接続、③肺動脈、大動脈、上大静脈の位置とサイズ、④半月弁の異常について評価する。

(4) Three vessel view & trachea view

さらにプローブを頭側に傾けると、肺動脈から動脈管を通して大動脈弓部、気管が描出できる。正常では、大動脈弓と動脈管弓は「V字」型に交わり、血流の方向は同じ方向を示す。この断面では、①大動脈弓と動脈管弓の接続の形、②サイズ、③上行大動脈と気管の位置、④血流の方向を評価する。大動脈弓と動脈管弓が「U字」型を示す場合は、血管輪を疑い、「I字」型を示す場合は、大血管転位や総動脈幹を疑う。大動脈弓と動脈管弓の血流方向が異なる場合は、大動脈弓と動脈管弓の接続部に狭窄がある可能性がある。

る場合は、大動脈か肺動脈のどちらかの拍出障害を考える。

またSTIC法によりスクリーニングを行う方法も報告されているが、診断精度の課題もありまだ一般的ではない（図7）。

3. 不整脈の診断

胎児不整脈の胎児心エコー診断では、Mモード心エコー法とパルスドプラ法を用いる方法がある⁵⁾。本来不整脈の診断は、心臓の電気的活動を計測する心電図による診断が基本であるが、胎児では直接心電図をとることが難しいため、心房や心室の機械的収縮と電気的収縮がほぼ一致するという前提で心房と心室の収縮のタイミングを計測することにより診断する。

Mモード法では、心房と心室が同軸上になるように設定し、心房心室の機械的収縮を同時に記録して、心房収縮を心電図のP波、心室収縮をQRS波と相当させて不整脈を診断する（図8）。パルスドプラ法では、上大静脈と大動脈の波形を同時に記録できるようにサンプルポイントを設定し、上大静脈のa波を心房収縮（電気的なP波）、大動脈の駆出血流の開始を心室収縮の開始時間（電気的なQRS

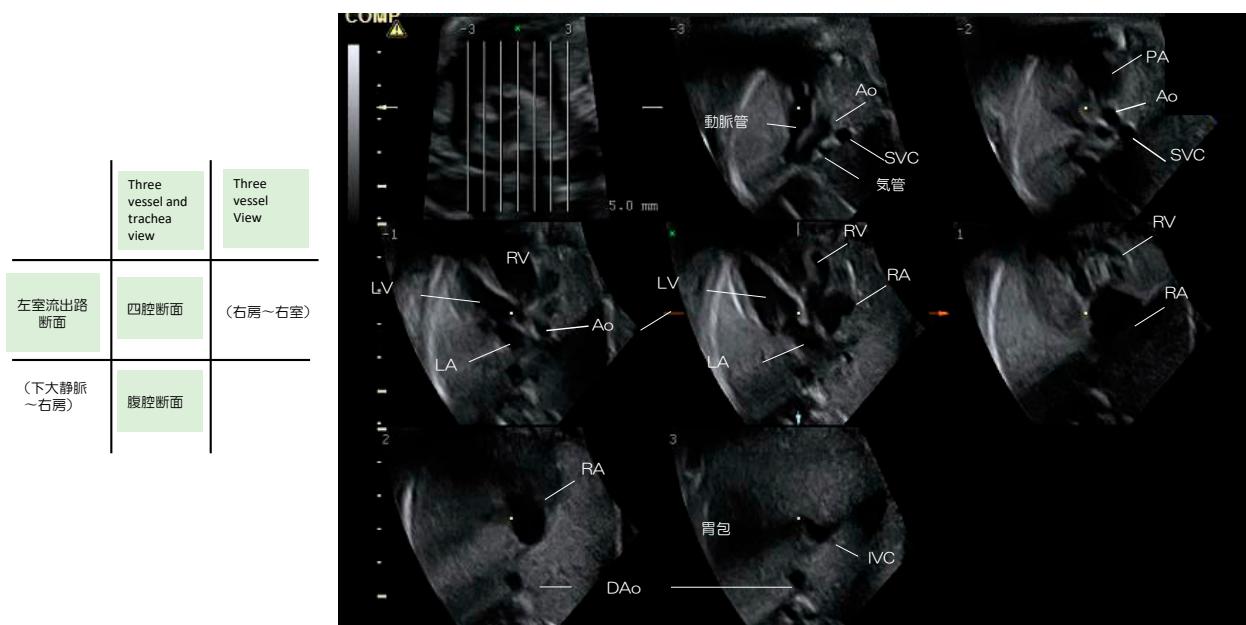


図7 STIC法による胎児心エコー検査

胎児心拍を胎児の心臓の壁運動から同定し3次元のvolume dataとして取りこみ、各心周期に再度割り振りして画像を構築する方法がSTIC法である。このSTIC法では、胎児の心臓データが3D/4Dデータとし保存されているため、3Dのvolume dataから任意の自由な2次元断面に展開して診断を行うことができる。この症例の場合は、画面の下部から上部に向けて胎児の体軸に対して直行する水平断面で腹部から頭側のThree vessel and trachea viewまで2次元断層画像として展開している。画像の左に各断面の位置を示す。

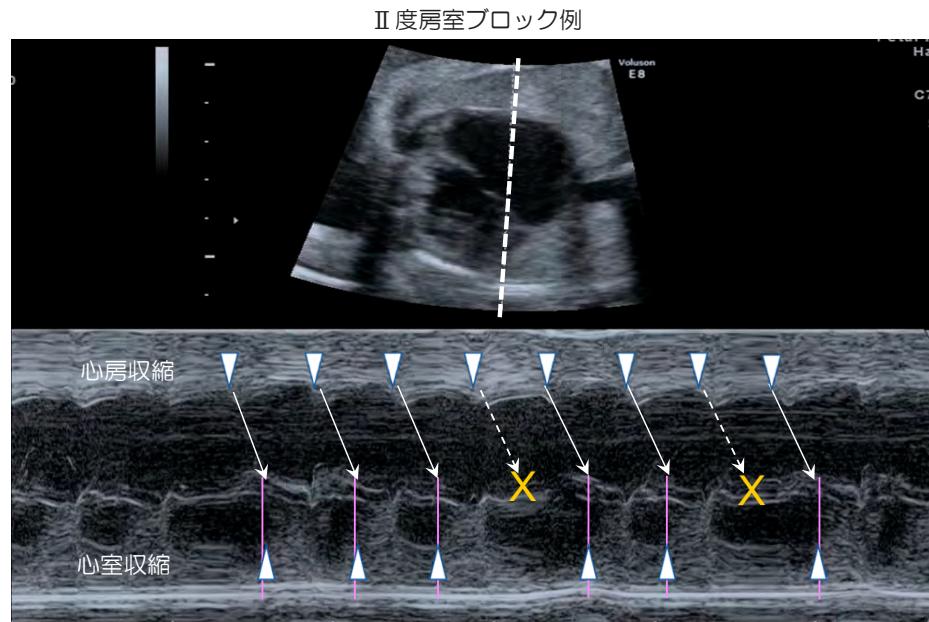


図8 胎児心エコー法（Mモード法）による不整脈診断

II度の房室ブロック例を示す。II度の房室ブロック例を示す。心房と心室の壁運動が同時に記録できるようにMモードを設定する。心房収縮の開始は▼、心室収縮の開始は▲で示されている。この心房収縮と心室収縮の関係および時間的タイミングで胎児の不整脈を診断する。この症例では、×のところで心房から心室への伝導がブロックされてMobitz II型の房室ブロックを生じている。

波）として診断する（図9）。組織ドプラを用いて同様に診断する方法も報告されている。

また、最近では超伝導量子干渉素子（SQUID）による磁束計を用いた胎児心磁図による胎児不整脈診断も一部の施設で行われるようになった。検査には特殊な機器が必要で汎用的ではないが、超音波法による胎児不整脈診断では困難なQT延長症候群や心室頻拍などに有用と報告されている（図10）⁴²⁾。

不整脈の診断時には、先天性心疾患や他の先天異常、さらに胎児水腫の合併の有無についても検索し、さらに母体の膠原病などの疾患や服薬などの既往も含めて統合的な診断を行うことが重要である。

VII. 胎児診断に基づく周産期管理

1. 周産期管理における胎児心エコー検査の有用性

胎児心エコー検査による出生前診断の一番のimpactは、周産期のさまざまな問題に対して前方視的に治療計画を立てて、必要な人材や物品を準備することができる点である。胎児心エコー診断に基づいた生後治療が可能な施設への母体搬送による新生児搬送とそのリスクの回避、適切な分娩様式と分娩時期の選択、安定した術前状態の確保、出生後のカテーテル治療や外科手術の事前準備（適切な手術や

治療予定日の設定、術式の検討など）が可能となる^{5,16,17,43)}。出生前診断は、重症心疾患において動脈管閉鎖などとともにショックや合併症の回避により術前死亡率を減らし、手術成績の向上とともに生命予後を改善する⁴⁴⁻⁴⁶⁾。出生前カウンセリングの導入と周産期医療チーム間の情報共有も重要で、周産期医療の人的資材的資源の効率化や医療経済的な負担削減にもつながる⁹⁾。

さらに、出生前診断により今まで知られていなかった特殊な周産期管理が必要な病態があることが明らかにされた。Maenoらは胎児期に動脈管や卵円孔が閉鎖した大血管転位では、生直後から非常に重篤となり通常の対応では救命できないため、出生時に心房中隔裂開術（BAS：Balloon atrioseptostomy）や膜型人工肺の準備が必須であると報告した⁴⁷⁾。同様に心房間交通が障害された左心低形成症候群では、生直後から重度の低酸素血症となることが予測されるため、生直後の心房中隔裂開術やステント拡大術などの準備が必要という報告もある^{48,49)}。

また胎児の病態評価とリスクおよび治療の可能性、予後などについて家族への十分な説明の時間を確保できることは、出生前診断によるメリットである。さらに、カウンセリングを含めた多職種専門職

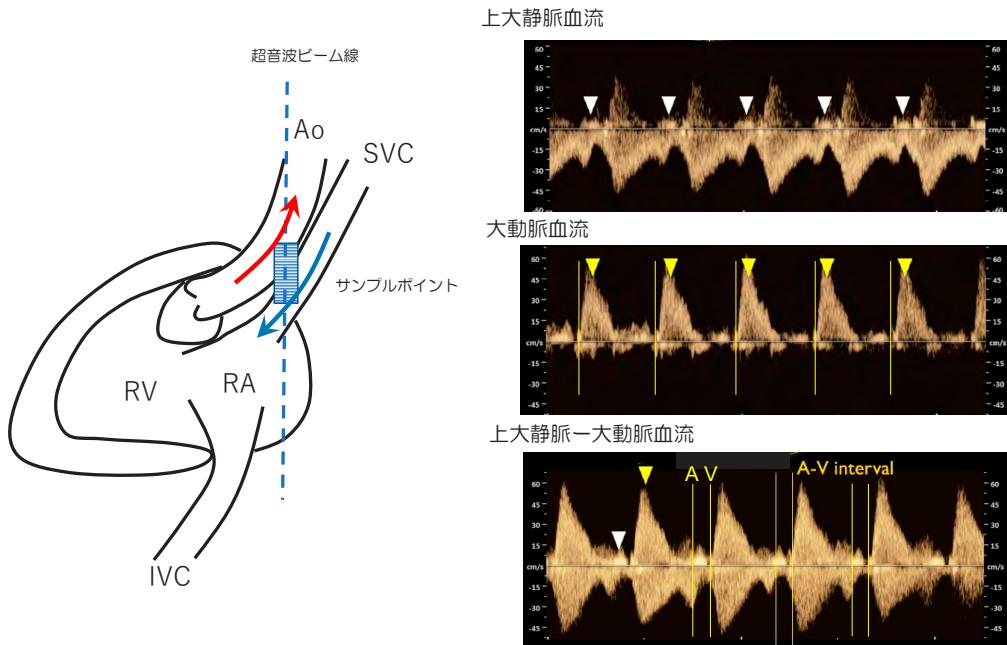


図9 胎児心エコーによる胎児不整脈診断：Doppler法（SVC-Ao法）

パルスドプラのSample volumeを上行大動脈と上大静脈の両方にまたがるように設定し両血管の血流シグナルの同時記録を行なう。上大静脈のA波（A）（心電図のP波に相当）（白▽）と上行大動脈の駆出血流の開始（V）（心電図のQRS波に相当）（黄色▽）を描出する。このA波とV波までの時間が心電図のPR時間にはほぼ一致すると考える。A波-A波、V波-V波時間およびA-V波の時間的タイミングから胎児の不整脈を診断する。

Ao：上行大動脈，IVC：下大静脈，RA：右房，RV：右室，SVC：上大静脈

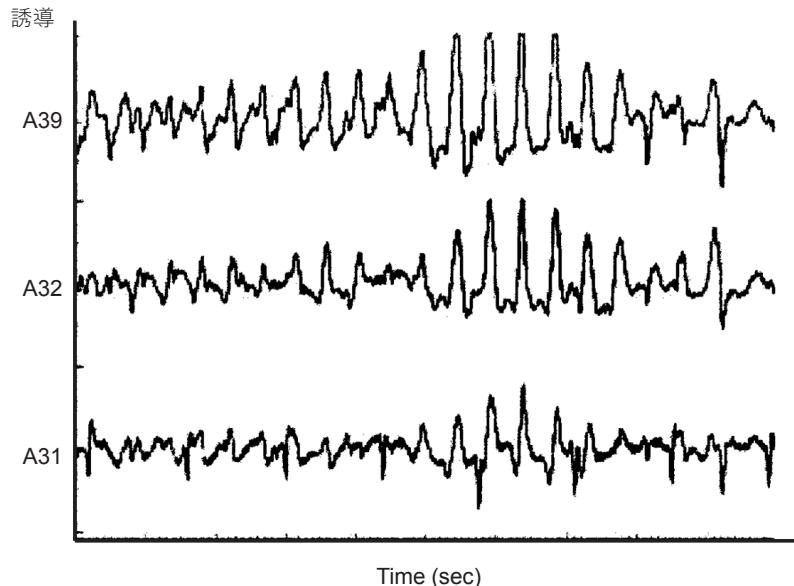


図10 胎児心磁図：先天性QT延長症候群の胎児で記録されたTorsade de Pointes（文献42より引用）

3誘導の記録で出生後の心電図と同様にTorsade de pointesが記録されている。

の周産期医療チームによる支援が可能となることは、ただでさえ不安を抱える両親家族にとって非常に大切な点である^{18,20,50)}。

出生前診断に基づいて帝王切開による計画的娩出

後直ちに治療を行って救命できた症例を示す（図11）。症例は、妊娠中に重度の後負荷不適合after-load mismatchを生じた重症大動脈弁狭窄例である⁵¹⁾。妊娠32週に胎児心エコー検査で著明な左室の

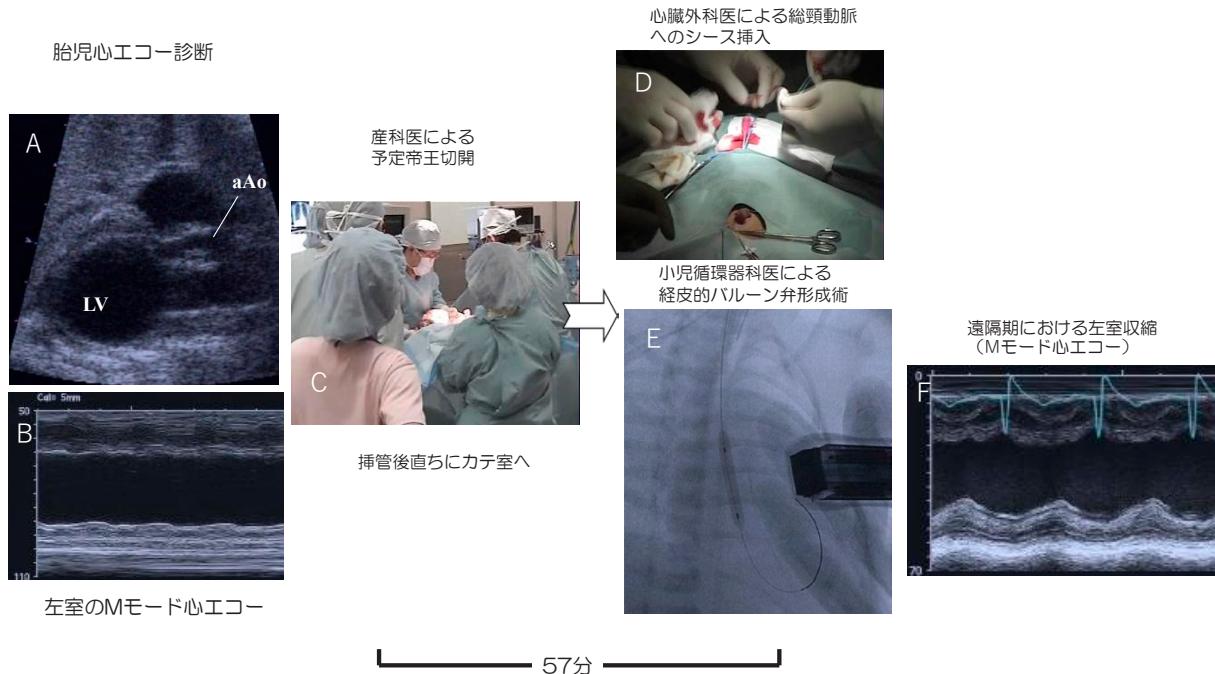


図11 胎児診断に基づいた重症大動脈弁狭窄に対する周産期バルーン弁形成術の実際（文献8より引用改変）
32週の胎児心エコー所見では、著明に拡大した左室と可動性が低下している大動脈弁と狭窄後拡張を示す上行大動脈（A）を認め、左室の収縮は著明に低下していた（B）。在胎34週、計画的帝王切開で娩出後（C）、直ちに挿管し保温しながらカテーテル室へ搬送。カットダウンで総頸動脈から4Fシースを挿入した（D）。ガイドワイヤーを大動脈弁に通過させて、ガイドワイヤーガイドで直径4mmの冠動脈拡張用のバルーンカテーテルを用いて経皮的大動脈弁形成術を施行（E）。ここまで経過時間は娩出後57分であった。経皮的大動脈弁バルーン形成術後大動脈弁は開放するようになり、その後遠隔期では左室収縮も正常範囲まで回復した（F）。

拡大と収縮不全および著明な左房拡大と重度の僧帽弁閉鎖不全を示した重症大動脈弁狭窄と診断された。胎児水腫もあり子宮内胎児死亡のリスクが高いと判断されたため、人工心肺を用いた開心術が可能となる妊娠34週まで待機して計画的帝王切開で娩出後直ちに経皮的大動脈弁形成術を施行して救命に成功した。この症例の成功の要因は、出生前診断に基づいて娩出の時期と方法が決定できたこと、娩出後の治療手順と必要物品の準備ができたこと、治療に関係する関係者で事前シミュレーションにより確認準備ができたことである。また治療に当たって、疾患の予後や治療の選択肢と成績など時間をかけて両親に情報提供し治療のインフォームドコンセントを得ることができたことも、その後の家族との円滑な信頼関係の構築を可能にした。本例のように、出生前診断に基づく周産期管理の有用性については多くの報告があり、現在では重症な先天性心疾患の周産期管理において胎児心エコー診断は必要不可欠なものとなっている^{17,19,43}。

2. 胎児心エコー検査に基づく胎児治療

最近では、出生前診断に基づいて胎児救命のために胎児治療が行われるようになった。

(1) 重症大動脈弁狭窄に対する胎児カテーテル治療

胎児心エコー診断に基づく胎児心臓疾患の治療は1991年のMaxwellらの重症大動脈弁狭窄症に対する大動脈弁バルーン形成術に始まる⁵²。後負荷不適合を生じて左室収縮が低下した重症大動脈弁狭窄症に対して、母体の腹壁から子宮内の胎児の左室を穿刺し、ガイドワイヤーを大動脈弁に通過させてバルーンカテーテルで狭窄した大動脈弁を拡大するという治療手技である（図12）⁵³。当初の治療成績は極めて不良で2000年までに世界で12例に対して行われたが、手技の成功率自体も58%と低く、治療の結果生存した症例は1例のみであった⁵⁴。

その後、限定された一部の施設で治療適応基準や手技の改善が進み、手技の成功率や生存率も向上し、二心室循環に到達症例も増加した^{55,56}。最近の報告

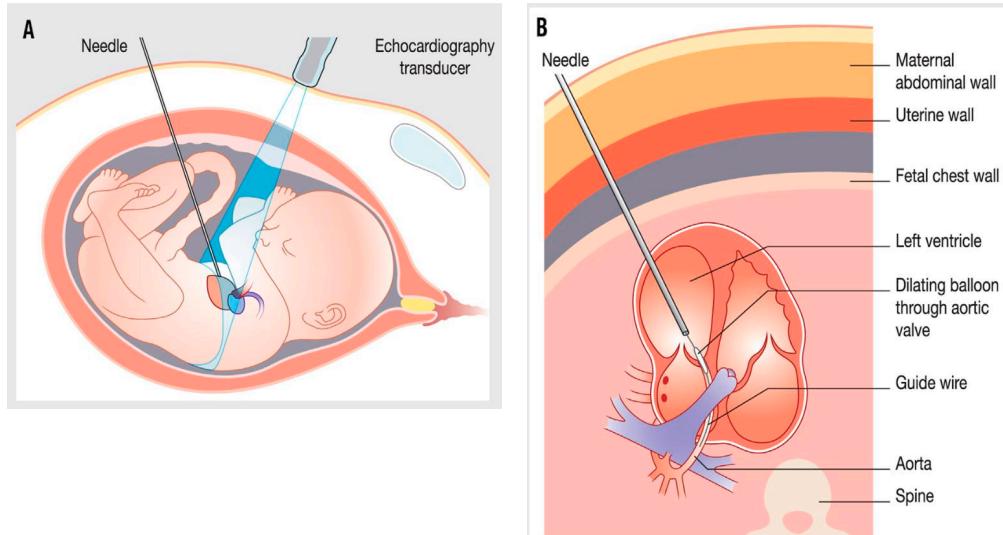


図12 重症大動脈弁狭窄に対する胎児カテーテル治療（文献59より引用）

A：胎盤を避け、胎児の前面が母体の腹壁に向かう胎位になるようする。B：四腔断面からプローブを胎児の頭側に傾け、左室流出路から大動脈弁がみえるような5腔断面を描出する。母体腹壁から胎児の左室心尖を目指して穿刺針で穿刺し、さらに大動脈弁の方向に針先を向ける。穿刺針を介して冠動脈用のガイドワイヤーを進め、大動脈弁を通過させる。大動脈弁を通過させたガイドワイヤーガイドで、冠動脈拡張用のバルーンカテーテルを大動脈弁位まで進めバルーン大動脈弁拡大術を行う。大動脈弁拡大後は、バルーンカテーテルを穿刺針内に回収し穿刺針を胎児の左室から抜いて手技を終了する。

では266例に対して胎児治療が行われ、手技の成功 rateは82.3%，生存率83%，最終的に二心室循環治療ができた症例が51.4%前後と報告されている^{57,58)}。日本では、2022年に第一例が行われた。胎児カテーテル治療の手技は成功し生存したが、生後二心室循環は得られなかつたと報告されている（日本胎児心臓病学会胎児治療委員会報告）。

最近では、胎児カテーテル治療は、重症大動脈弁狭窄以外にも心房中隔欠損が閉鎖した左心低形成症候群や心室中隔欠損を伴わない肺動脈閉鎖症例に対しても行われている⁵⁹⁾。これら胎児治療は、現時点ではあくまでも胎児の救命のための試験的治療という位置づけで、母体に有害事象を生じさせない大前提で実施するという厳しい適応があり、実施施設も限定されている^{17,56,58,60)}。

(2) 胎児不整脈治療

胎児不整脈には、頻脈性不整脈と徐脈性不整脈がある。日本胎児心臓病学会の登録データでは、全登録症例中4.7%が不整脈と診断され、その内頻脈性不整脈としては、上室性頻拍が0.4%，心房粗動0.32%，心室頻拍は0.06%であり、徐脈性不整脈の内完全房室ブロックは0.56%と報告されている（図

4）³⁴⁾。

(a) 頻脈性胎児不整脈

心房粗動や上室性頻拍など頻脈性不整脈が胎児で起こると、胎児心機能が低下し中心静脈圧が上昇して胎児水腫を生じ、子宮内胎児死亡に至る⁶¹⁻⁶³⁾。このような胎児の頻脈性不整脈に対しては、妊娠22~37週未満であれば母体に抗不整脈を投与し経胎盤的に治療が可能な場合がある（経胎盤薬物療法）^{61,62,64-66)}。

胎児頻脈性不整脈に対する経胎盤薬物療法については多くの報告があり、ジゴシン、ソタロール、フレカナイドなどの抗不整脈薬が主に使用されているが、胎児水腫や先天性心疾患の合併があると治療効果は低い^{64,66)}。ジゴシンは、心室頻拍を除く頻脈性不整脈には第一選択となるが、心房粗動には効果が少ない。心房粗動やlong VAなどの心房頻拍などに対しては、ソタロールが第一選択とされている^{64,67)}。どの頻脈性不整脈に対してどの薬が有効か検討するために、日本で胎児頻脈性不整脈治療に関する多施設共同研究が行われ2019年にその結果が報告された⁶¹⁾。この報告は、頻脈性不整脈を、Short VAとlong VAに分けて治療プロトコールを作成し、その治療成績を論じた最初の報告である。

頻脈性胎児不整脈症例50例（上室頻拍21例：

Short VA 17例, long VA 4例, 心房粗動29例)に對して, short VAならジゴシン, long VAや心房粗動ならソタロール, フレカニドを段階的に使用する治療プロトールにより加療した。母体投与として使用される抗不整脈薬の用量は, 胎児の薬物濃度を一定以上に保つ必要から通常よりもすこし多めに設定されている。治療の結果は, 89.8%で頻脈は停止し, 胎児水腫合併例でも3/4と75%で消失したと報告している。

一方, 有害事象としては経胎盤薬物療法が実施された症例中20.4%で早産となり, 何らかの母体合併症を生じた例は78%であったという⁶¹⁾。この意味で, 経胎盤薬物療法は決して母体にとっても安全な治療ではなく, 実施に当たっては投与される母体に重篤な健康障害を決して生じないようにしっかりモニタリングを行い管理することがこの治療の基本となる。

(b) 胎児の徐脈性不整脈

胎児の正常心拍は, 妊娠週数5～6週では110bpm, 9～10週では170bpm, 14週では150bpm, 20週では140bpm, 満期では130bpmである。胎児徐脈の定義は, 10分以上100bpm未満が持続する状態と定義される^{5,68)}。長期間持続する徐脈は, 胎児水腫や子宮内胎児死亡の原因となるため, 正確な診断と管理が重要である。

胎児徐脈性不整脈では, 洞性徐脈と完全房室ブロックが多くを占める。洞性徐脈の場合は遺伝性QT延長症候群の胎児期徵候として重要であるが, 胎児治療の対象となることは少ない。房室ブロックは, 先天性心疾患をともなって生じる場合と, 正常心構造で免疫原性(母体自己抗体)によって生じる場合の2つに大別される。房室ブロックを生じる先天性心疾患は, 多脾症候群や修正大血管転位などがあげられる^{69,70)}。

胎児徐脈の治療の必要性は, 原因により異なる。母体抗SSA/SSB抗体陽性などの免疫原性房室ブロックでは, 胎児心拍を上昇させるためにβ-刺激剤(テルブタリン, サルブタモール, L-塩酸イソプレナリン)が用いられる^{63,66,68)}。また心筋炎や心内膜線維弹性症など炎症機転の原因に対する治療としては, 胎盤移行がよいフッ化ステロイド(デキサメタゾン, ベタメゾン)が用いられる⁷¹⁻⁷³⁾。房室ブロックの胎児の生存率を改善したという報告もあるが, 効果がないという報告もありアメリカ心臓病学会の診療指針では推奨クラスIIb/エビデンスレベルBとされている¹⁷⁾。35週を超えた妊娠後期症例では, 帝

王切開による早期娩出後抗心不全治療に加えペーシング治療を行う場合も報告されている⁵⁾。

結語

臨床胎児心臓病学は, 胎児心エコー検査の発達とともに著しく進歩してきた学問である。胎児循環の理解から始まり, 新生児循環へ移行にともなう各先天性心疾患の病態把握と理解を踏まえて, 今や臨床的にも非常に重要な学問となった。正確な胎児心疾患の診断のために, 胎児心エコースクリーニング法の確立と教育普及が重要で, その結果としての症例登録制度も開始されている。さらに診断に基づいて計画的な胎児治療を含めた前方視的周産期医療が展開され, 従来救命できなかつた多くの症例が救命されるようになった。一方, 胎児診断により妊娠継続を中止する例も存在し, 胎児の人権をどう考えるかを含めて胎児診断の生命倫理についての議論も依然として存在するところである。

臨床胎児心臓病学の目的は, 胎児心疾患の解剖学的および血行動態的特徴と問題点, 自然歴を明らかにし, より正確な診断法と治療法の開発により胎児とその両親にとって少しでもよりよい生涯が送れるように医療的, 精神的支援を提供することである。このためには, 医師・看護師・臨床心理士などの多職種専門職によるチーム医療体制が必要不可欠であり, 両親への十分なカウンセリングを含めた情報提供と情報共有が重要である。

本論文に関して開示すべき利益相反状態は存在しない。

文献

- 1) Pinto NM, Nelson R, Puchalski M, et al: Cost-effectiveness of prenatal screening strategies for congenital heart disease. Ultrasound Obstet Gynecol 44 : 50-57, 2014
- 2) Bakker MK, Bergman JEH, Krikov S, et al: Prenatal diagnosis and prevalence of critical congenital heart defects: an international retrospective cohort study. BMJ Open 9 : e028139. doi:10.1136/bmjopen-2018-028139, 2019
- 3) Allan LD, Sharland GK, Chita SK, et al: Chromosomal anomalies in fetal congenital heart disease. Ultrasound Obstet Gynecol 1 : 8-11, 1991
- 4) 安河内聰: 胎児心エコーによる先天性心疾患の出

- 生前診断. 小児外科 38 : 140-146, 2006
- 5) 日本胎児心臓病学会, 日本小児循環器学会ガイドライン委員会: 胎児心エコー検査ガイドライン(第2版). Pediatric Cardiology and Cardiac Surgery 37 : 1-57, 2021
 - 6) 里見元義: 臨床胎児心臓病学. 臨床発達心臓病学, pp65-75, 中外医学社, 東京, 2001
 - 7) 胎児心エコー検査ガイドライン作成委員会: 胎児心エコー検査ガイドライン. Pediatric Cardiology and Cardiac Surgery 22 : 591-613, 2006
 - 8) 安河内聰: 胎児診断を先天性心疾患の予後改善にどう役立てるか?. 周産期医 42 : 1245-1248, 2012
 - 9) Satomi G, Yasukochi S, Shimizu T, et al: Has fetal echocardiography improved the prognosis of congenital heart disease?. Pediatr Int 41 : 728-732, 1999
 - 10) Allan LD: Fetal congenital heart disease: diagnosis and management. Curr Opin Obstet Gynecol 6 : 45-49, 1994
 - 11) Yagel S, Weissman A, Rotstein Z, et al: Congenital heart defects: Natural course and in utero development. Circulation 96 : 550-555, 1997
 - 12) Waern M, Mellander M, Berg A, et al: Prenatal detection of congenital heart disease - results of a Swedish screening program 2013-2017. BMC Pregnancy Childbirth 21 : 579. doi:10.1186/s12884-021-04028-5, 2021
 - 13) Matsui H, Hirata Y, Inuzuka R, et al: Initial national investigation of the prenatal diagnosis of congenital heart malformations in Japan-Regional Detection Rate and Emergency Transfer from 2013 to 2017. J Cardiol 78 : 480-486, 2021
 - 14) Meller CH, Grinenco S, Aiello H, et al: Congenital heart disease, prenatal diagnosis and management. Arch Argent Pediatr 118: e149-e161, 2020
 - 15) Abraham MR: Circulation in the normal fetus and cardiovascular adaptation to birth. In: Yagel S, Silverman NH, Gembruch U (ed), Fetal Cardiology Embryology, Genetics, Physiology, Echocardiographic Evaluation, Diagnosis, and Perinatal Management of Cardiac Disease, 3rd ed, pp690-704, CRC Press, Florida, 2019
 - 16) Lowenthal A, Herberg U, Birk E: The neonate with congenital heart disease: Medical and interventional management. In: Yagel S, Silverman NH, Gembruch U (ed), Fetal Cardiology Embryology, Genetics, Physiology, Echocardiographic Evaluation, Diagnosis, and Perinatal Management of Cardiac Disease, 3rd ed, pp63-72, CRC Press, Florida, 2019
 - Perinatal Management of Cardiac Disease, 3rd ed, pp729-752, CRC Press, Florida, 2019
 - 17) Donofrio MT, Moon-Grady AJ, Hornberger LK, et al: Diagnosis and treatment of fetal cardiac disease: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation 129 : 2183-2242, 2014
 - 18) 川瀧元良: 胎児心エコーのすべて スクリーニング法・精査・治療・そして家族支援. pp344-349, メジカルビュー社, 東京, 2017
 - 19) 武井黄太, 安河内聰, 瀧間淨宏, 他: 出生直後に医学的介入が必要となる先天性心疾患児に対する胎児診断の役割. Pediatric cardiology and cardiac surgery 26 : 106-112, 2010
 - 20) 河津由紀子: 胎児期または出生直後に心疾患を診断された家族へのカウンセリング. Pediatric Cardiology and Cardiac Surgery 38 : 15-20, 2022
 - 21) Kovacevic A, Elsässer M, Fluhr H, et al: Counseling for fetal heart disease-current standards and best practice. Transl Pediatr 10 : 2225-2234, 2021
 - 22) Dowes GS: Foetal and Neonatal Physiology. Year Book Medical Publishers, Chicago, 1968
 - 23) Rudolph AM: The changes in the circulation after birth. Their importance in congenital heart disease. Circulation 41 : 343-359, 1970
 - 24) Coceani F, Olley PM, Bishai I, et al: Prostaglandins and the control of muscle tone in the ductus arteriosus. Adv Exp Med Biol 78 : 135-142, 1977
 - 25) Friedman WF: The intrinsic physiologic properties of the developing heart. Prog Cardiovasc Dis 15 : 87-111, 1972
 - 26) Sahn DJ, Mack G: Fetal Cardiology/past and future. In: Allan L, Hornberger L, Sharalnd G (ed), pp 1-14, Greenwich Medical Media Limited, London, 2000
 - 27) Tutschek B, Sahn DJ: Technical advances in fetal echocardiography. In: Yagel S, Silverman NH, Gembruch U (ed), Fetal Cardiology Embryology, Genetics, Physiology, Echocardiographic Evaluation, Diagnosis, and Perinatal Management of Cardiac Disease, 3rd ed, pp63-72, CRC Press, Florida, 2019
 - 28) DeVore GR, Donnerstein RL, Kleinman CS, et al: Fetal echocardiography. I. Normal anatomy as determined by real-time--directed M-mode ultrasound. Am J Obstet Gynecol 144 : 249-260, 1982

- 29) Kleinman CS, Hobbins JC, Jaffee CG, et al: Echocardiographic studies of the human fetus: prenatal diagnosis of congenital heart disease and cardiac dysrhythmias. *Pediatrics* 65 : 1059-1067, 1980
- 30) DeVore GR, Falkensammer P, Sklansky MS, et al: Spatio-temporal image correlation (STIC): new technology for evaluation of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 22 : 380-387, 2003
- 31) Rudolph AM: Congenital disease of the Heart: clinical-physiological considerations. 2nd ed, pp 3-44, Futura Publishing, New York, 2001
- 32) Rychik J: Fetal cardiovascular physiology. *Pediatr Cardiol* 25 : 201-209, 2004
- 33) 稲村昇:胎児循環生理. *日小児循環器会誌* 32 : 451-461, 2016
- 34) 灘聞淨宏, 池田智明, 武井黄太, 他：“レベルⅡ胎児心臓超音波検査 オンライン多施設間全国登録について(年次報告)”.一般社団法人日本胎児心臓病学会. <https://www.jsfc.jp/wp-content/uploads/2022/05/d340441fe3694260e20b8189ffa9a01c.pdf>, (参照 2023-03-01)
- 35) Lee W, Allan L, Carvalho JS, et al: ISUOG consensus statement: what constitutes a fetal echocardiogram? *Ultrasound Obstet Gynecol* 32 : 239-242, 2008
- 36) Bak GS, Shaffer BL, Madriago E, et al: Detection of fetal cardiac anomalies: cost-effectiveness of increased number of cardiac views. *Ultrasound Obstet Gynecol* 55 : 758-767, 2020
- 37) Fetal Echocardiography Task Force, American Institute of Ultrasound in Medicine Clinical Standards Committee, American College of Obstetricians and Gynecologists, Society for Maternal-Fetal Medicine: AIUM practice guideline for the performance of fetal echocardiography. *J Ultrasound Med* 30 : 127-136, 2011
- 38) International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology, Carvalho JS, et al: ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic screening examination of the fetal heart. *Ultrasound Obstet Gynecol* 41 : 348-359, 2013
- 39) Sharland G: Fetal cardiac screening and variation in prenatal detection rates of congenital heart disease: why bother with screening at all? *Future Cardiol* 8 : 189-202, 2012
- 40) AIUM practice parameter for the performance of fetal echocardiography. *J Ultrasound Med* 39 : E 5 -E16, 2020
- 41) 安河内聰：“先天性心疾患並びに小児期心疾患の診断検査と薬物療法ガイドライン(2018年改訂版)”. 日本循環器学会 https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2020/02/JCS2018_Yasukochi.pdf, (参照 2023-03-01)
- 42) 堀米仁志, Wakai Ronald T: 胎児心磁図の基礎と臨床応用. *日小児循環器会誌* 19 : 468-475, 2003
- 43) Donofrio MT: Predicting the Future: Delivery Room Planning of Congenital Heart Disease Diagnosed by Fetal Echocardiography. *Am J Perinatol* 35 : 549-552, 2018
- 44) Holland BJ, Myers JA, Woods CR Jr: Prenatal diagnosis of critical congenital heart disease reduces risk of death from cardiovascular compromise prior to planned neonatal cardiac surgery: a meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol* 45 : 631-638, 2015
- 45) Colaco SM, Karande T, Bobhate PR, et al: Neonates with critical congenital heart defects: Impact of fetal diagnosis on immediate and short-term outcomes. *Ann Pediatr Cardiol* 10 : 126-130, 2017
- 46) Chung ML, Lee BS, Kim EA, et al: Impact of fetal echocardiography on trends in disease patterns and outcomes of congenital heart disease in a neonatal intensive care unit. *Neonatology* 98 : 41-46, 2010
- 47) Maeno YV, Kamenir SA, Sinclair B, et al: Prenatal features of ductus arteriosus constriction and restrictive foramen ovale in d-transposition of the great arteries. *Circulation* 99 : 1209-1214, 1999
- 48) 内藤幸恵, 里見元義, 安河内聰, 他:心房間交通障害を伴う左心低形成症候群の臨床・病理学的検討. *日小児循環器会誌* 24 : 697-704, 2008
- 49) Taketazu M, Barrea C, Smallhorn JF, et al: Intrauterine pulmonary venous flow and restrictive foramen ovale in fetal hypoplastic left heart syndrome. *J Am Coll Cardiol* 43 : 1902-1907, 2004
- 50) Rychik J, Tian Z: Counseling and support for the family carrying a fetus with cardiovascular disease. In: Rychik J, Tian Z (ed), *Fetal Cardiovascular Imaging*, pp73-82, Elsevier Saunders, Philadelphia, 2012
- 51) Yasukochi S, Satomi G, Harada Y: Successful neonatal balloon aortic valvoplasty following prenatal diagnosis of critical aortic stenosis.

- Cardiol Young 5 : 363-366, 1995
- 52) Maxwell D, Allan L, Tynan MJ: Balloon dilatation of the aortic valve in the fetus: a report of two cases. Br Heart J 65 : 256-258, 1991
- 53) Tworetzky W, Wilkins-Haug L, Jennings RW, et al: Balloon dilation of severe aortic stenosis in the fetus: potential for prevention of hypoplastic left heart syndrome: candidate selection, technique, and results of successful intervention. Circulation 110 : 2125-2131, 2004
- 54) Kohl T, Sharland G, Allan LD, et al: World experience of percutaneous ultrasound-guided balloon valvuloplasty in human fetuses with severe aortic valve obstruction. Am J Cardiol 85 : 1230-1233, 2000
- 55) Moon-Grady AJ, Morris SA, Belfort M, et al: International Fetal Cardiac Intervention Registry: A Worldwide Collaborative Description and Preliminary Outcomes. J Am Coll Cardiol 66 : 388-399, 2015
- 56) Tulzer G, Arzt W: Fetal cardiac interventions: rationale, risk and benefit. Semin Fetal Neonatal Med 18 : 298-301, 2013
- 57) Vorisek CN, Zurakowski D, Tamayo A, et al: Postnatal circulation in patients with aortic stenosis undergoing fetal aortic valvuloplasty: systematic review and meta-analysis. Ultrasound Obstet Gynecol 59 : 576-584, 2022
- 58) Pickard SS, Wong JB, Bucholz EM, et al: Fetal Aortic Valvuloplasty for Evolving Hypoplastic Left Heart Syndrome: A Decision Analysis. Circ Cardiovasc Qual Outcomes 13: e006127. doi:10.1161/circoutcomes.119.006127, 2020
- 59) Friedman KG, Tworetzky W: Fetal cardiac interventions: Where do we stand? Arch Cardiovasc Dis 113 : 121-128, 2020
- 60) Tulzer A, Arzt W, Tulzer G: Fetal aortic valvuloplasty may rescue fetuses with critical aortic stenosis and hydrops. Ultrasound Obstet Gynecol 57 : 119-125, 2021
- 61) Miyoshi T, Maeno Y, Hamasaki T, et al: Antenatal Therapy for Fetal Supraventricular Tachyarrhythmias: Multicenter Trial. J Am Coll Cardiol 74 : 874-885, 2019
- 62) Yuan SM, Xu ZY: Fetal arrhythmias: prenatal evaluation and intrauterine therapeutics. Ital J Pediatr 46 : 21.doi:10.1186/s13052-020-0785-9, 2020
- 63) Gembruch U: Fetal tachyarrhythmias. In: Yagel S, Silverman NH, Gembruch U (ed), Fetal Cardiology, Genetics, Physiology, Echocardiographic evaluation, Diagnosis, and Perinatal management of cardiac disease, 3rd ed, pp530-547, CRC Press, Florida, 2019
- 64) Alsaid T, Baskar S, Fares M, et al: First-Line Antiarrhythmic Transplacental Treatment for Fetal Tachyarrhythmia: A Systematic Review and Meta-Analysis. J Am Heart Assoc 6 : e007164.doi:10.1161/JAHA.117.007164., 2017
- 65) Hill GD, Kovach JR, Saudek DE, et al: Transplacental treatment of fetal tachycardia: A systematic review and meta-analysis. Prenat Diagn 37 : 1076-1083, 2017
- 66) Jaeggi ET, Fouron JC, Silverman ED, et al: Transplacental fetal treatment improves the outcome of prenatally diagnosed complete atrioventricular block without structural heart disease. Circulation 110 : 1542-1548, 2017
- 67) Jaeggi ET, Carvalho JS, De Groot E, et al: Comparison of transplacental treatment of fetal supraventricular tachyarrhythmias with digoxin, flecainide, and sotalol: results of a nonrandomized multicenter study. Circulation 124 : 1747-1754, 2011
- 68) Miyoshi T, Maeno Y, Sago H, et al: Evaluation of transplacental treatment for fetal congenital bradycardia: - nationwide survey in Japan-. Circ J 76 : 469-476, 2012
- 69) Cuneo BF: Fetal bradycardia. In: Yagel S, Silverman NH, Gembruch U (ed), Fetal Cardiology, Genetics, Physiology, Echocardiographic evaluation, Diagnosis, and Perinatal management of cardiac disease, 3rd ed, pp530-547, CRC Press, Florida, 2019
- 70) Simpson J: Fetal arrhythmias. In: Allan L, Hornberger L, Sharalnd G (ed), pp423-437, Greenwich Medical Media Limited, London, 2000
- 71) Jaeggi ET, Silverman ED, Yoo SJ, et al: Is immune-mediated complete fetal atrioventricular block reversible by transplacental dexamethasone therapy? Ultrasound Obstet Gynecol 23 : 602-605, 2004
- 72) Hutter D, Silverman ED, Jaeggi ET: The benefits of transplacental treatment of isolated congenital complete heart block associated with maternal anti-Ro/SSA antibodies: a review. Scand J

Immunol 72 : 235-241, 2010

- 73) Saito M, Silverman E, Golding F, et al: Effects of
Transplacental Dexamethasone Therapy on Fetal

Immune-Mediated Complete Heart Block. Fetal

Diagn Ther 48 : 183-188, 2021

Abstract

Fetal cardiology has been developed along with the advances of diagnostic tools and technology of fetal echocardiography since 1960s. On the basis of fundamental understandings of fetal circulation and transition to neonatal life, fetal cardiology contributes not only to make prenatal diagnosis of congenital heart disease in utero, but also to provide the prognostic perinatal managements, the fetal therapy, and the family support with appropriate counseling, by the comprehensive and systematic screening system using fetal echocardiography.

In Japan, the society of fetal cardiology was launched in 1994 and rapidly developed with publishing the guideline of systematic approaches of fetal echocardiography in 2006. The registered cases of fetal echocardiographic diagnosis significantly increased by the approval of national insurance system as a clinical diagnostic tool in 2010, and by starting academia-certification of fetal echocardiography in 2016.

The current practice in fetal cardiology are to make a prognostic strategy to provide an optimal perinatal managements and fetal treatment in utero in some cases by multidisciplinary team.

The goal of fetal cardiology is for a fetus and his/her family to enjoy life-long well-being.

原 著

転移性脳腫瘍のMRI診断のための周波数選択的脂肪抑制法 (SPAIR)併用可変再収束フリップ角三次元高速スピニエコー (3D VRFA-TSE)造影T₁強調像の有用性の検討

深澤大樹¹⁾, 四方聖二²⁾, 宮地利明³⁾

抄 錄

【目的】脳造影MRIにおいて撮像する可変再収束フリップ角三次元高速スピニエコー(3D VRFA-TSE)T₁強調像は、血管内の信号を抑制できることが報告されており、脳腫瘍の造影効果が高い。しかし通常使用するプロトン密度強調画像に最適化された可変フリップ角法(PDvar)は、T₁コントラストが低下して解剖学的構造の描出に問題がある。そこでより高いT₁コントラストを取得するために、T₁強調画像に最適化された可変フリップ角法(T₁var)に周波数選択的脂肪抑制法(SPAIR)を併用した3D VRFA-TSE T₁強調像(T₁var-SPAIR)を考案した。

【方法】T₁var-SPAIRとPDvarを使用した3D VRFA-TSE T₁強調像の信号雑音比(SNR)を比較した。次に白質と灰白質の画像コントラストとコントラスト雑音比(CNR)、脳腫瘍と白質、灰白質および脳浮腫との画像コントラストとCNRを両手法において比較した。

【結果】T₁var-SPAIRのSNRはPDvarと比較して有意に低下した。一方、T₁var-SPAIRの白質と灰白質における画像コントラストとCNRは、PDvarと比較して有意に大きくなった。また脳腫瘍と白質、灰白質および脳浮腫の画像コントラストとCNRは、すべてT₁var-SPAIRが有意に大きくなかった。

【結論】脳造影3D MRIにおいてT₁var-SPAIRを使用すれば、脳腫瘍を含めた脳組織のT₁コントラストがより向上するために、結果としてCNRの高い画像を取得可能になる。

Key words :転移性脳腫瘍、周波数選択的脂肪抑制法、三次元高速スピニエコー法、可変フリップ角

はじめに

転移性脳腫瘍に対してガンマナイフ定位放射線治療を行う際には、その照射計画のために脳造影三次元磁気共鳴イメージング(MRI)が必須とされている¹⁻³⁾。近年、再収束パルスのフリップ角を可変させて撮像する三次元高速スピニエコー法(three dimension variable refocusing flip angle-turbo spin echo; 3D VRFA-TSE)が臨床において使用され⁴⁾、従来主流であったグラジエントエコー法と比べて血

管内信号をflow void効果で低信号に描出可能となった。そのためこれまで困難であった血管内信号と脳腫瘍における小結節病変が判別できるようになった⁵⁾。3D VRFA-TSEは流れに対して非常に敏感であり、この強いflow void効果を応用したblack-blood imagingの検討が多数報告されているようになつ⁶⁻⁸⁾、脳造影撮像においても動脈信号を低信号にすることが可能であり、加えて静脈信号のflow artifactが少ない。さらに脳腫瘍の造影効果が高く、脳腫瘍の病変検出率が高いと報告されている^{9,10)}。

1) 社会医療法人財団慈泉会 相澤病院 放射線画像診断センター

2) 同 がん集学治療センターガンマナイフセンター

3) 金沢大学大学院医薬保健学総合研究科

しかし、通常使用しているプロトン密度強調画像に最適化された可変再収束フリップ角法 (PDvar) では、 T_1 コントラストが低下して解剖学的構造の描出に問題があった。そこでより高い T_1 コントラストおよびコントラスト雑音比 (CNR) の脳造影三次元MRIを取得するために、新しい手法である T_1 強調画像に最適化された可変再収束フリップ角法 (T_1 var) を使用した。しかしながらこれだけでは白質や灰白質などの脳組織の画像コントラストは改善されるが、脳腫瘍のような T_1 値の短いものと白質の画像コントラストはあまり変わらない。そこで白質（髓鞘）に脂質が多く含んでいることを着目し¹¹⁾、脂肪抑制を併用することで脳腫瘍と白質の画像コントラストを高め、さらにすべての組織の画像コントラストを高める目的で、 T_1 varに周波数選択的脂肪抑制法 (spectral attenuated inversion recovery; SPAIR) を併用した3D VRFA-TSE T_1 強調像を考案した。

方 法

1. 対 象

2015年9月から2016年6月の間に転移性脳腫瘍に対して、ガンマナイフ定位放射線治療計画のために脳造影撮像を施行した43症例（男性19名、女性24名、 60.0 ± 10.7 歳）を対象に検討を行った。また、その中で脳浮腫を伴う症例は、24症例（男性12名、女性12名、 67.5 ± 9.8 歳）であった。本研究は慈泉会の臨床研究倫理審査委員会で承認（承認番号：2016-004）されており、取得した画像を匿名化した後に解析を行った。

2. 使用機器および撮像条件

静磁場強度1.5TのMRI装置 (MAGNETOM Avanto, Siemens Healthcare) で Head Matrix coilを使用した。撮像シーケンスは3D VRFA-TSE T_1 強調像 (sampling perfection with application optimized contrasts using different flip angle evolutions; SPACE) 法を用いた。

可変再収束フリップ角法PDvarの基準撮像パラメータは、flip angle modeをPDvar、エコー時間を13ms、繰り返し時間を450ms、スライス厚を1mm、撮像マトリクスを 320×272 、スラブ厚を176mm、撮像視野を $240 \times 240\text{mm}^2$ 、信号加算回数を1、slice oversamplingを100%、turbo factorを37、echo train durationを161ms、parallel imaging

の時間短縮効率を2に設定し、撮像時間は6分57秒であった。

可変再収束フリップ角法 T_1 var-SPAIRの基準撮像パラメータは、flip angle modeを T_1 var、flip down pulseを使用し、エコー時間を13ms、繰り返し時間を450ms、スライス厚を1mm、撮像マトリクスを 320×272 、スラブ厚を176mm、撮像視野を $240 \times 240\text{mm}^2$ 、信号加算回数を1、slice oversamplingを100%、turbo factorを37、echo train durationを161ms、parallel imagingの時間短縮効率を2に設定し、撮像時間は6分57秒であった。また脂肪抑制法はSPAIRを使用した。

3. SNR測定

3D VRFA-TSE- T_1 強調像において通常使用する可変再収束フリップ角法 (PDvar) は脳組織の T_1 コントラストが低いとされているので、灰白質、脳浮腫などの T_1 コントラストを大きくするためにflip down pulse (+90°) を印加する可変フリップ角法 (T_1 var) を使用した。さらに脳腫瘍と白質の画像コントラストを大きくするためにSPAIRを併用した。本提案手法 (T_1 var-SPAIR) を評価するために、本手法とPDvarを使用した3D VRFA-TSE- T_1 強調像の信号雑音比 (SNR) を比較した。SNRは次式を用いて算出した。

$$SNR = \frac{SI_{WM}}{SD_{WM}} \quad (1)$$

ここで SI_{WM} は脳腫瘍近傍白質の信号強度、 SD_{WM} 脳腫瘍近傍白質の標準偏差である。

本撮像法は parallel imaging を使用しており、parallel imaging画像のSNRを測定するときには可能な限り信号変化が少ないエリアに関心領域 (region of interest: ROI) の設定を行う必要がある。さらにピクセル数が50程度の場合の標準偏差が安定した数値が得られると報告されており^{12,13)}、本研究においてもピクセル数は $7 \times 7 = 49$ とした。また図1にSNR測定におけるROI設定例を示す。

4. 画像コントラストとCNR測定

白質と灰白質における画像コントラストとCNR、さらに脳腫瘍と白質、灰白質および脳浮腫との画像コントラストとCNRを両手法において比較した。画像コントラストとCNRは次式を用いて算出した。なお (signal intensity: SI) である。

$$Contrast_{WM-GM} = \frac{SI_{WM}}{SI_{GM}} \quad (2)$$

$$Contrast_{Tumor-WM} = \frac{SI_{Tumor}}{SI_{WM}} \quad (3)$$

$$Contrast_{Tumor-GM} = \frac{SI_{Tumor}}{SI_{GM}} \quad (4)$$

$$Contrast_{Tumor-Edema} = \frac{SI_{Tumor}}{SI_{Edema}} \quad (5)$$

$$CNR = \frac{SI_{WM} - SI_{GM}}{SD_{WM}} \quad (6)$$

$$CNR = \frac{SI_{Tumor} - SI_{WM}}{SD_{WM}} \quad (7)$$

$$CNR = \frac{SI_{Tumor} - SI_{GM}}{SD_{WM}} \quad (8)$$

$$CNR = \frac{SI_{Tumor} - SI_{Edema}}{SD_{WM}} \quad (9)$$

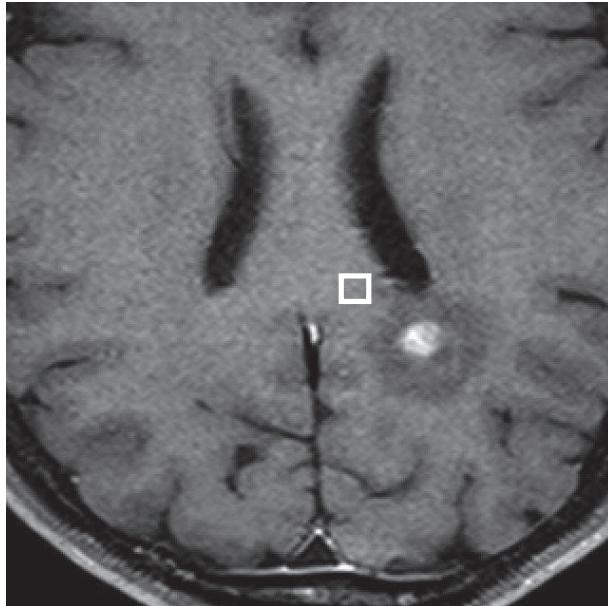


図1 信号雑音比(SNR)測定におけるregion of interest (ROI)設定例

ここで SI_{Tumor} は脳腫瘍の信号強度, SI_{GM} 脳腫瘍近傍灰白質の信号強度, SI_{Edema} は脳浮腫の信号強度である。SNR測定法と同様に標準偏差のROIはピクセル数49とした。また図2に画像コントラスト, CNR測定におけるROI設定例を示す。

5. 統計解析

統計解析にはEZR¹⁴⁾を使用した。SNR, 画像コントラスト, CNRのすべてにおいて、対応のある

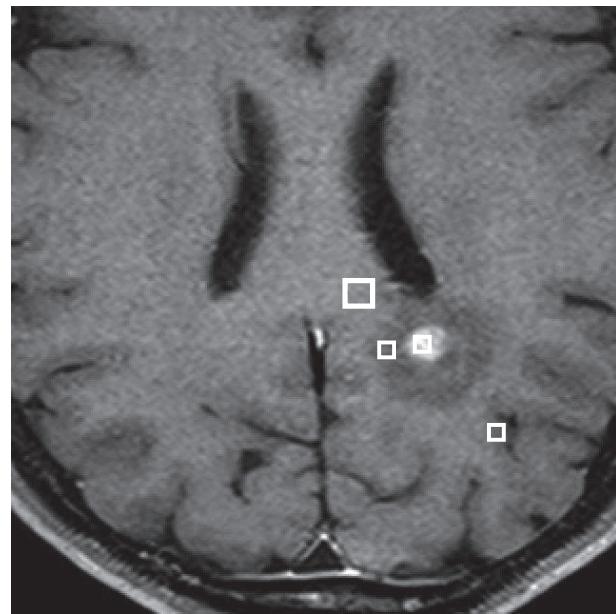


図2 画像コントラスト, コントラスト雑音比(CNR)測定におけるROI設定例

ノンパラメトリック検定であるWilcoxon signed-rank testを行った。この際、危険率5%未満を有意差ありとした。

結 果

1. SNR測定

可変再収束フリップ角法PDvarとT₁var-SPAIRのSNRおよび統計解析の結果を図3に示す。T₁var-SPAIRのSNRはPDvarと比較して有意に低下した($P<0.05$)。

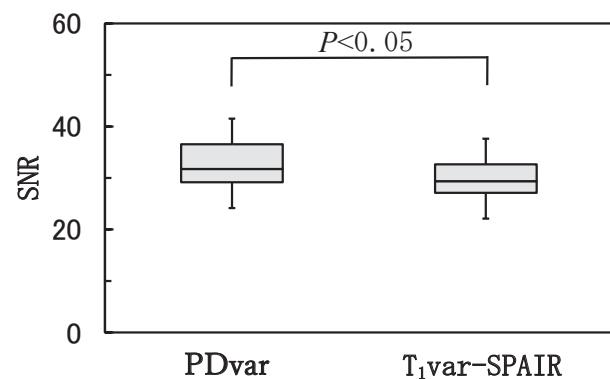


図3 2種類の可変再収束フリップ角法によって取得した腫瘍近傍白質画像のSNR

2. 画像コントラストとCNR測定

可変再収束フリップ角法PDvarとT₁var-SPAIRの画像コントラスト, CNRおよび統計解析の結果を図4~11に示す。T₁var-SPAIRの白質と灰白質に

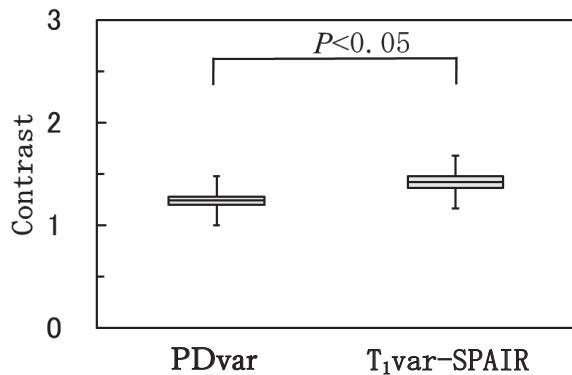


図4 2種類の可変再収束フリップ角法によって取得した腫瘍近傍白質と腫瘍近傍灰白質の画像コントラスト

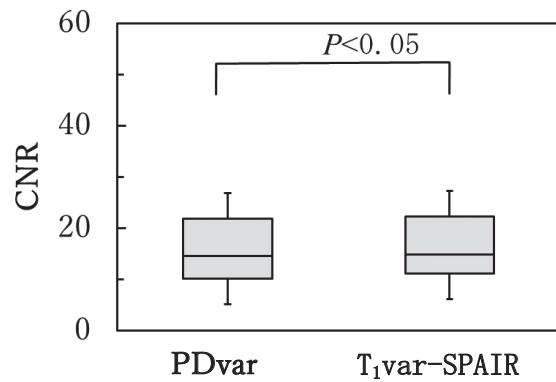


図7 2種類の可変再収束フリップ角法によって取得した脳腫瘍と腫瘍近傍白質のCNR

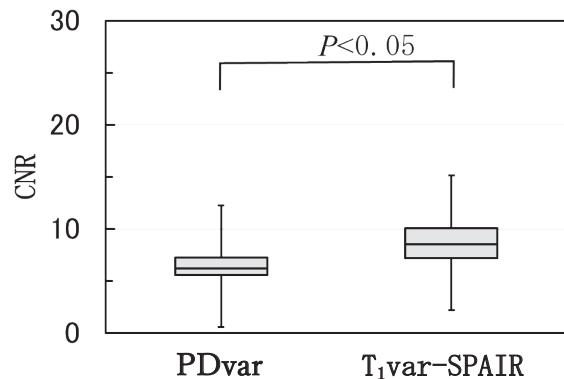


図5 2種類の可変再収束フリップ角法によって取得した腫瘍近傍白質と腫瘍近傍灰白質のCNR

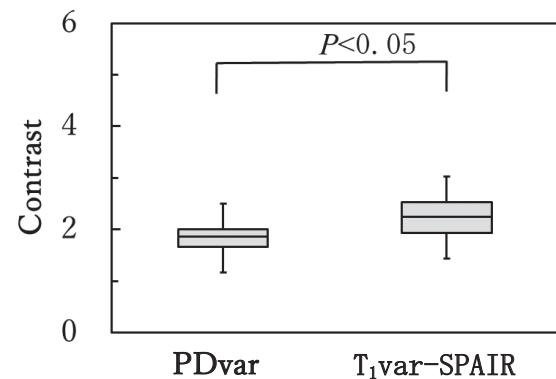


図8 2種類の可変再収束フリップ角法によって取得した脳腫瘍と腫瘍近傍灰白質の画像コントラスト

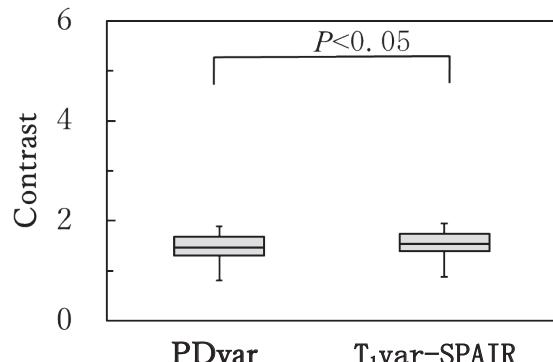


図6 2種類の可変再収束フリップ角法によって取得した脳腫瘍と腫瘍近傍白質の画像コントラスト

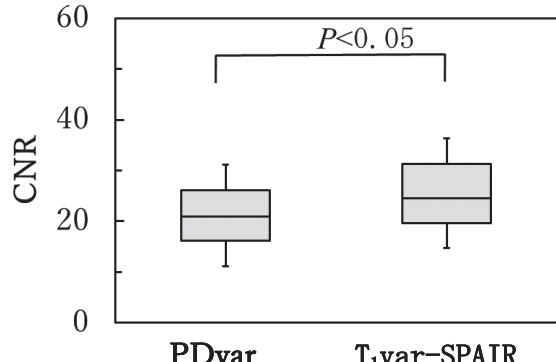


図9 2種類の可変再収束フリップ角法によって取得した脳腫瘍と腫瘍近傍灰白質のCNR

おける画像コントラストとCNRは、PDvarと比較して有意に大きくなった ($P<0.05$)。さらに脳腫瘍と白質、灰白質および脳浮腫の画像コントラストとCNRは、すべてにおいてT₁var-SPAIRが有意に大きくなつた ($P<0.05$)。図12に臨床画像の典型例を

示す。

考 察

SNRは、T₁var-SPAIRがPDvarと比較して有意に低下した。これはT₁var-SPAIRにおいて使用す

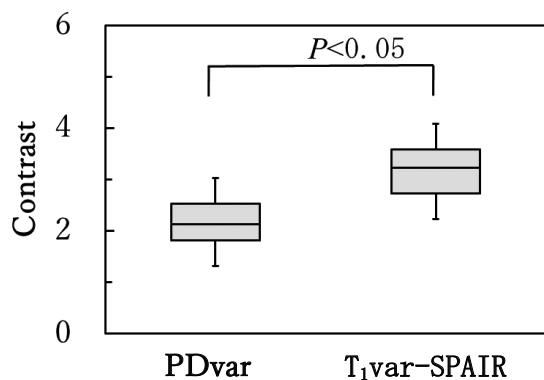


図10 2種類の可変再収束フリップ角法によって取得した脳腫瘍と脳浮腫の画像コントラスト

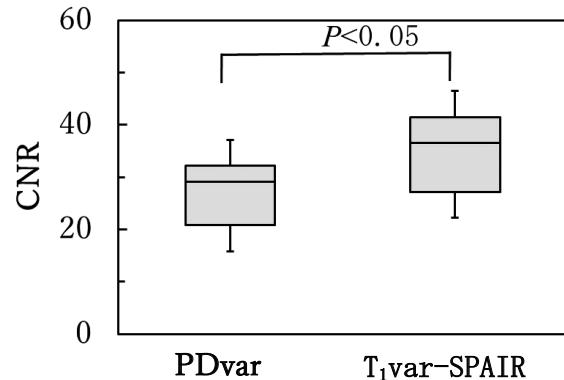


図11 2種類の可変再収束フリップ角法によって取得した脳腫瘍と脳浮腫のCNR

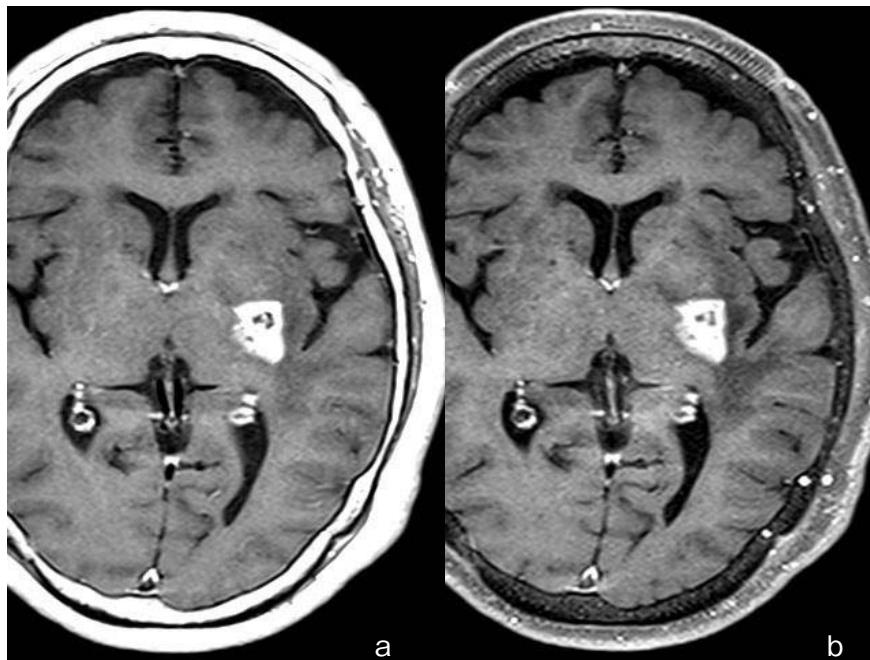


図12 2種類の可変再収束フリップ角法によって取得した臨床画像の典型例、
66歳女性の転移性脳腫瘍 (a) PDvar (b) T₁var-SPAIR

るflip down pulse (+90°)により、揃えられた横磁化がマイナス方向に90°倒される。その後、T₁回復曲線に従い磁化ベクトルは回復するためflip down pulseを使用しないPDvarと比較してSNRは低下したと考えられる¹²⁾。

次に画像コントラストとCNRにおいて、Jaeseok ParkらはPDvarを使用すると脳腫瘍の造影効果は高いが、白質と灰白質の画像コントラストが低下すると報告しているが^{9,12)}、本研究結果でも同様な結果が得られ、それを裏付けられていた。そのため本研究では、白質と灰白質の画像コントラストを高めるだけでなく、さらに脳腫瘍を含めたすべての脳組

織のT₁コントラストを高めるためにT₁var-SPAIRを考案した。はじめにT₁varを使用することによって、PDvarと比較してT₁値の短い脳腫瘍とT₁値の長い灰白質および脳浮腫において画像コントラストとCNRは、より有意に大きくなった。これはflip down pulseにより、残存横磁化がX軸に沿って90°倒されるため縦磁化に遷移する。そのため、T₂の影響を抑制したT₁強調像の取得が可能となつたためと考えられる¹⁶⁾。次に脳腫瘍と白質の画像コントラストを高めるために、脂肪抑制効果の高い断熱パルスを用いた周波数選択的脂肪抑制法であるSPAIRを併用した。白質の髓鞘には約70~85%の

脂質が含まれており¹¹⁾、これを抑制することによって白質信号を低下させ、脳腫瘍と白質の画像コントラストを高めることができたと考えた。しかし、これは同時に白質よりT₁の長い灰白質との画像コントラストは低下してしまう。それでもT₁varを使用することによって、白質と灰白質の画像コントラストが大きくなり、SPAIRを併用しても画像コントラストとCNRは、PDvarと比較して有意に大きくなつた。その上、脳腫瘍と白質の画像コントラストとCNRは、PDvarと比較して有意に大きくなつた。以上のことからT₁var-SPAIRを使用することによって脳腫瘍を含めたすべての脳組織のT₁コントラストがより向上した。

またSNRはT₁var-SPAIRがPDvarと比較して有意に低下したが、CNRの結果は、すべてにおいてT₁var-SPAIRが有意に大きいため、SNRの低下による脳腫瘍検出の低下はないといえる。

本研究において、脳浮腫を伴う症例数が24症例と統計量として十分とは言えない。しかし脳腫瘍と脳浮腫の画像コントラスト、CNRともに最も大きな差を示し、さらに有意差が得られたため、必要最低限の統計量は確保されており正当性はあると考える。

結 論

T₁var-SPAIRを使用するとSNRは、PDvarと比較して有意に低下した。画像コントラストとCNRは、T₁varを使用するとT₁値の短い脳腫瘍とT₁値の長い灰白質および脳浮腫においてより有意に大きくなつた。さらにSPAIRを併用することで白質の脂質信号が抑制され脳腫瘍と白質の画像コントラストとCNRは有意に大きくなつた。またSPAIRを併用してもT₁varを使用することで白質と灰白質の画像コントラストとCNRは有意に大きくなつた。

以上のことから、脳造影三次元MRIにおいてT₁var-SPAIRを使用すれば、SNRは低下するものの脳腫瘍を含めた脳組織のT₁コントラストがより向上するために、結果としてCNRの高い画像を取得可能になる。

本論文の要旨は、医用画像情報学会平成28年度次(第175回)大会で発表した。また、本論文に関して、開示すべき利益相反状態は存在しない。

文 献

- 1) Schad LR, Bluml S, Hawighorst H, et al: Radiosurgical treatment planning of brain metastases based on a fast, three-dimensional MR imaging technique. Magn Reson Imaging 12 : 811-819, 1994
- 2) Hawighorst H, Schad LR, Gademann G, et al: A 3D T1-weighted gradient-echo sequence for routine use in 3D radiosurgical treatment planning of brain metastases: first clinical results. Eur Radiol 5 : 19-25, 1995
- 3) Nagai A, Shibamoto Y, Mori Y, et al: Increases in the number of brain metastases detected at frame-fixed, thin-slice MRI for gamma knife surgery planning. Neuro Oncol 12 : 1187-1192, 2010
- 4) Busse RF, Brau AC, Vu A, et al: Effects of refocusing flip angle modulation and view ordering in 3 D fast spin echo. Magn Reson Med 60 : 640-649, 2008
- 5) Komada T, Naganawa S, Ogawa H, et al: Contrast-enhanced MR Imaging of Metastatic Brain Tumor at 3 Tesla: Utility of T₁-weighted SPACE Compared with 2 D Spin Echo and 3 D Gradient Echo Sequence. Magn Reson Med Sci 7 : 13-21, 2008
- 6) 浦田哲弥, 山本英孝, 生田尚明, 他: 頸動脈プラーグMRIにおける3D-TSE法(SPACE法)の有用性. 日放技学誌 68 : 871-879, 2012
- 7) 井上裕二, 米山正己, 中村理宣, 他: Inversion Recovery併用T₁強調-3D Variable Refocus Flip Angle Turbo Spin Echo (SPACE) Black Blood Imagingの頸動脈プラーグ検査への応用. 日放技学誌 68 : 3880-888, 2012
- 8) Cuvinciuc V, Viallon M, Momjian-Mayor I, et al: 3D fat-saturated T 1 SPACE sequence for the diagnosis of cervical artery dissection. Neuroradiology 55 : 595-602, 2013
- 9) Park J, Kim EY: Contrast-Enhanced, Three-Dimensional, Whole-Brain, Black-Blood Imaging: Application to Small Brain Metastases. Magn Reson Med 63 : 553-561, 2010
- 10) Majigsuren M, Abe T, Kagei T, et al: Comparison of Brain Tumor Contrast-enhancement on T₁-CUBE and 3 D-SPGR Images. Magn Reson Med Sci 15 : 34-40, 2016
- 11) Yoneshige A, Matsuda J: Glycosphingolipids containing 2-hydroxy fatty acid are indispensable

- for the long-term maintenance of axon and myelin in the nervous system. *Trends Glycosci Glycotechnol* 21 : 193-195, 2009
- 12) Park J, Mugler JP 3rd, Horger W, et al: Optimized T₁-Weighted Contrast for Single-Slab 3D Turbo Spin-Echo Imaging With Long Echo Trains: Application to Whole-Brain Imaging. *Magn Reson Med* 58 : 982-992, 2007
- 13) 小倉明夫, 宮地利明, 小林正人, 他: 臨床MR画像におけるSNR測定法に関する考察. *日放技学誌* 63 : 1099-1104, 2007
- 14) 今井広, 宮地利明, 小倉明夫, 他: 差分マップ法および連続撮像法によるParallel MRI画像のSNR測定. *日放技学誌* 64 : 930-936, 2008
- 15) Kanda Y: Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant* 48 : 452-458, 2013
- 16) Yoneyama M, Nakamura M, Takahara T, et al: Improvement of T₁ contrast in whole-brain black-blood imaging using motion-sensitized driven-equilibrium prepared 3D turbo spin echo (3D MSDE-TSE). *Magn Reson Med Sci* 13 : 61-65, 2014

原 著

訪問リハビリテーション利用者における栄養状態の調査と 低栄養が ADL に与える影響

安藤道彦

抄 錄

【目的】病院の高齢患者の多くは低栄養状態と言われており、低栄養はリハビリテーションの改善効果に負の影響を与えるとされている。本研究の目的は、訪問リハビリテーション利用者の栄養状態の調査から低栄養を呈した利用者の割合を把握し、日常生活動作（ADL）と栄養状態との関連を明らかにすることである。【対象と方法】対象者は訪問リハビリテーションセンターで訪問リハビリテーションを利用している357名。訪問リハビリテーション開始時に、簡易栄養状態評価法（MNA-SF）、ADL評価法の機能的自立度評価法（FIM）を実施し、その関連を調査した。【結果】MNA-SFの重症度分類では、低栄養群が27.7%、低栄養リスクあり群が55.2%、栄養状態良好群が17.1%であり、全体の82.9%が栄養状態に課題があることを認めた。また栄養状態と要介護度には相関があり、低栄養の出現率は要介護度が重くなるほど上昇した。MNA-SFとFIMに有意な相関関係を認め、栄養状態が悪化するにしたがってADLは有意に低い結果を示した。【考察】訪問リハビリテーション利用者には栄養状態に課題を有している者が多く、今後も増加することが予想される。生活機能低下を呈した要介護高齢者にとってADL低下と低栄養が関連していることが考えられた。本研究で、訪問リハビリテーションでの栄養評価の必要性が示唆された。

Key words :訪問リハビリテーション、栄養、ADL、摂食嚥下、要介護度

はじめに

入院中にリハビリテーション（以下、リハ）を実施している患者の多くが低栄養状態であるとの報告は多い。海外の施設別における低栄養状態の有病率を調査した報告では、リハ施設が50.5%と最も高かった¹⁾。日本の回復期リハ病棟における低栄養に関する報告では、全体の約55%に低栄養を認めた²⁾。さらにリハによる改善効果と栄養状態の関連の報告では、リハ入院した高齢者の低栄養は、機能回復や退院後の生活の質に対して負の効果を与えていた³⁾。

以上のような背景から、2018年に「リハビリテーション栄養診療ガイドライン2018年版」が公開され、リハを成功に導くために適切な栄養管理の必要性が強く示唆されるようになった⁴⁾。介護保険分野にお

いても、厚労省が発表した令和3年度介護報酬改定において、質の高いリハの提供を実施するうえで栄養管理の重要性が明確に示された⁵⁾。そのため在宅療養者の生活支援をおこなう訪問リハビリテーション（以下、訪問リハ）の領域においても、栄養状態の把握は重要と思われるが、先行研究での報告数は少ない。そこで当院の訪問リハビリテーションセンター（以下、当センター）では、訪問リハの介入効果と栄養状態との関連を明らかにすることを目的に、全利用者に対して初回から3カ月毎に日常生活動作（以下、ADL）と栄養状態を評価している⁶⁾。訪問リハ利用者の栄養状態とADLとの関連がわかることで、対象者の栄養状態に見合った訓練プログラムの立案や効果的なADL支援を実践する一助になると考えた。

目的

訪問リハ利用者の栄養状態の調査から低栄養を呈した利用者の割合を把握し、ADLと栄養状態との関連を明らかにすることを目的とした。なお、本研究は慈泉会臨床研究倫理審査委員会の承認（承認番号：2023-019）を得て実施した。

対象

対象者は、2015年から2016年までに当センターで介護保険を利用して訪問リハを実施した357名とした。対象者の平均年齢（標準偏差）は82.0（9.1）歳であった。性別（割合）は、男性が145名（40.6%）、女性212名（59.4%）であった。要介護度別の人数（割合）は、要支援1が27人（7.6%）、要支援2が69人（19.3%）、要介護1が48人（13.4%）、要介護2が101人（28.3%）、要介護3が55人（15.4%）、要介護4が38人（10.6%）、要介護5が19人（5.3%）であった。対象者には、紙面にて匿名化した条件下での研究参加に対して同意を得ている。

方法

1. 研究デザイン

本研究は、後ろ向き観察研究であり、横断的研究である。データの解析は、当センターの全利用者の評価結果から作成されたデータベースをもとに実施された。

2. 研究方法

訪問リハ開始時に対象者の栄養状態、ADLを評価した。他に栄養摂取に直結する摂食嚥下機能についても評価した。ADL評価は機能的自立度評価法（Functional Independence Measure；以下、FIM）⁷⁾、栄養状態の評価は簡易栄養状態評価法（Mini Nutritional Assessment-Short Form；以下、MNA-SF）⁸⁾、嚥下機能は藤島の摂食・嚥下能力グレード（以下、嚥下グレード）⁹⁾を採用した。

（1）栄養状態評価

MNA-SFは、問診を主体とする簡便な栄養評価のスクリーニング法であり、日本を含む12カ国語に翻訳され、65歳以上の高齢者における栄養状態の評価法として、妥当性や信頼性を有していると報告されている¹⁰⁾。体重が不明でも点数をつけることが可能のため、在宅でも使用しやすい。評価項目は6項目となっており、過去3カ月間の食事量減少、過去

3カ月間の体重減少、自力歩行、過去3カ月間の精神的ストレスと急性疾患、神経・精神的問題、BMI（BMIが測定できない場合のみ下腿周囲長）で評価する。得点の下限は0点で上限は14点である。0～7点が低栄養、8～11点が低栄養のリスクあり、12～14点が栄養状態良好と判定する⁸⁾。

（2）摂食嚥下機能評価

嚥下グレードは、評価者が対象者の摂食・嚥下機能を10段階にグレード化し、評価できるものである⁹⁾。Gr 1～3は経口不可の重症、Gr 4～6は経口と代替栄養を併用する中等症、Gr 7～9は経口のみの軽症、Gr 10は正常と判定される。

（3）ADL評価

FIMはADLの介護量の測定を目的として、妥当性、信頼性が検証された評価法であり、リハビリテーション分野では広く活用されている¹¹⁾。食事や排泄などの運動に関するADLとコミュニケーションや問題解決などの認知に関するADLで構成されており、全18項目を介護量に応じて7段階で評価する。合計点は18～126点であり、得点が高いほどADLの自立度が高いと評価される。

3. 分析方法

本研究対象者の訪問リハ開始時の栄養状態をMNA-SFの評価基準にしたがって、低栄養群（0～7点）、低栄養リスクあり群（8～11点）、栄養状態良好群（12～14点）の3群に分類し、FIM、嚥下グレードを比較した。3群間の比較はKruscal-Wallis検定を用い、有意差が得られた場合はpost-hoc検定としてScheffeにて多重比較した。ほかに栄養状態、摂食嚥下機能、要介護度、ADLとの関連を調査することを目的に、MNA-SF、嚥下グレード、要介護度、FIMの相関係数を算出した。相関はSpearmanの順位相関係数を使用し、相関係数が±0.2から±0.4を弱い相関がある、±0.4から±0.7を中等度の相関がある、±0.7から±1.0を強い相関があるとした¹²⁾。統計ソフトは、エクセル統計ver4.03を使用し、有意水準を5%未満とした。

結果

1. 訪問リハ開始時の栄養状態、摂食嚥下機能、ADLの結果

当センターで訪問リハを利用している357名の訪問リハ開始時のMNA-SF、嚥下グレード、FIMの結果を表1に示す。MNA-SFの平均（標準偏差）

表1 評価結果 (n=357)

項目	内訳	Mean (SD) or n (%)
MNA-SF	合計 (0~14点)	8.8 (2.8)
	栄養状態良好 (12~14点)	61 (17.1%)
	低栄養のリスクあり (8~11点)	197 (55.2%)
	低栄養 (0~7点)	99 (27.7%)
嚥下グレード	合計 (Gr 1~10)	9.5 (1.3)
	正常 (Gr10)	290 (81.2%)
	軽症 (Gr 7~9)	48 (16.2%)
	中等症 (Gr 4~6)	5 (1.4%)
	重症 (Gr 1~3)	4 (1.2%)
FIM	合計 (18~126点)	94.4 (23.4)
	運動項目 (13~91点)	65.8 (18.6)
	認知項目 (5~35点)	28.6 (6.8)

MNA-SF : Mini Nutritional Assessment-Short Form, FIM : Functional Independence Measure, 嚥下グレード : 藤島の摂食・嚥下能力グレード

は8.8 (2.8), 嚥下グレードは9.5 (1.3), FIMは94.4 (23.4) であった。MNA-SFの重症度分類では、低栄養群が27.7%, 低栄養リスクあり群が55.2%, 栄養状態良好群が17.1%となっており、全体の82.9%が栄養状態に課題があることを認めた。嚥下グレードの重症度分類では、重症が1.2%, 中等症が1.4%, 軽症が16.2%, 正常が81.2%となっており、全体の18.8%が摂食嚥下機能に問題があることを認めた。要介護度別の栄養状態および嚥下機能の関連を述べる。図1に要介護度と低栄養の出現との関係を、図2に要介護度と嚥下機能障害との関連を示した。低栄養の出現率は、要介護度が重くなるほど上昇し(図1)、摂食嚥下機能に問題があると評価された者の割合は、要介護度が重くなるほど高くなる傾向を示した(図2)。特に特別養護老人ホームの入所条件になる要介護3以上になると、低栄養が全体の43.8%となっており約5割が低栄養状態のもとで訪問リハを実施していることがわかった。また摂食嚥下機能においても、要介護3以上になると約3分の1 (36.6%) に何らかの問題を有していた。

2. 栄養状態の重症度別におけるADL, 摂食嚥下機能の比較

栄養状態をMNA-SFの評価基準にしたがって、低栄養群 (0~7点), 低栄養リスクあり群 (8~11点), 栄養状態良好群 (12~14点) の3群に分類した時のFIMの結果を示す(表2)。FIMの平均得

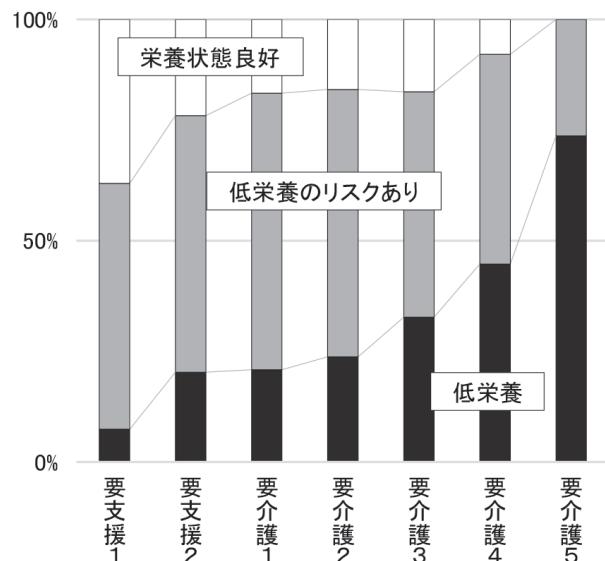


図1 要介護度別の低栄養の出現率

要介護度と低栄養の出現との関係を示した。低栄養の出現率は、要介護度が重くなるほど上昇した。

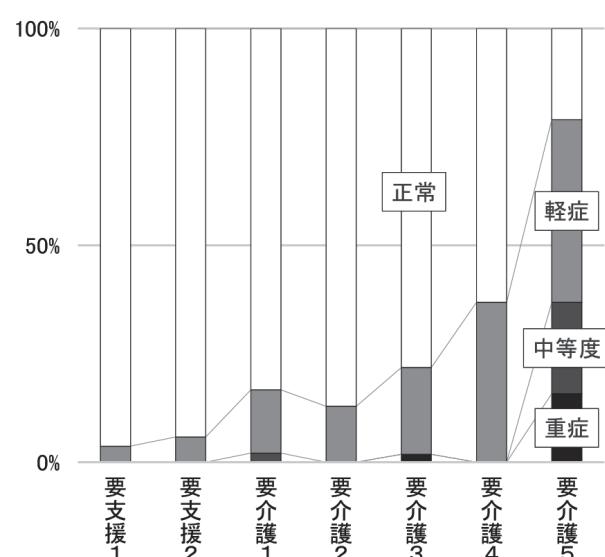


図2 要介護度別の嚥下機能障害の出現率

点(標準偏差)は、低栄養群が79.8 (27.6), 低栄養リスクあり群が97.6 (20.0), 栄養状態良好群が107.5 (12.4) であった。栄養状態が悪化するにしたがってFIMの得点は有意に低い結果を認めた。3群間の年齢、性別には有意差を認めなかった。摂食・嚥下機能を示す嚥下グレードは、低栄養群の9.0 (1.7)に対して低栄養リスクあり群9.7 (0.9), 栄養状態良好群9.7 (1.3) で高い傾向を示し、統計的に有意差を認めた。

表2 栄養状態 (MNA-SF) の重症度間におけるADLの比較 (n=357)

項目	①低栄養群 (n = 99)	②低栄養リスクあり群 (n = 197)	③栄養状態良好群 (n = 61)	① vs ②	② vs ③	① vs ③
FIM	79.8 (27.6)	97.6 (20.0)	107.5 (12.4)	**	**	**
嚥下グレード	9.0 (1.7)	9.7 (0.9)	9.7 (1.3)	**	n.s.	**
年齢(歳)	81.8 (9.1)	82.3 (8.8)	81.4 (10.2)	n.s.	n.s.	n.s.
性別、女性	59 (59.6%)	124 (62.9%)	29 (47.5%)	n.s.	n.s.	n.s.

Mean (SD) or n (%), **: p < 0.01, *: p < 0.05, n.s.: not significant, MNA-SF: Mini Nutritional Assessment-Short Form, FIM: Functional Independence Measure, 嚥下グレード: 藤島の摂食・嚥下能力グレード

3. 栄養状態、摂食嚥下機能、要介護度、ADLとの関連

栄養状態と摂食嚥下機能、要介護度、ADLの相関を表3に示した。栄養状態 (MNA-SF) は、摂食嚥下機能 (嚥下グレード) と弱い相関を、要介護度と負の弱い相関を認めた。そして栄養状態 (MNA-SF) と ADL (FIM) に中等度の相関を認めた。他に要介護度は、ADL (FIM) と負の中等度の相関を、摂食嚥下機能 (嚥下グレード) と負の弱い相関を認めた。

表3 栄養状態、摂食嚥下機能、ADL、要介護度の関連 (n=357)

	MNA-SF	嚥下グレード	FIM	要介護度
MNA-SF	-	0.25**	0.42**	-0.32**
嚥下グレード		-	0.51**	-0.34**
FIM			-	-0.62**

**: p < 0.01, *: p < 0.05, MNA-SF: Mini Nutritional Assessment-Short Form, FIM: Functional Independence Measure, 嚥下グレード: 藤島の摂食・嚥下能力グレード

考 察

1. 栄養障害の割合と訪問リハでの栄養評価の必要性

当センターでの訪問リハ利用者の27.7%に低栄養を、55.2%に低栄養のリスクありを認めた。そして要介護度が悪化するにしがたって、その割合は上昇することを本研究で認めた。特に要介護3以上の高齢者においては約50%が低栄養であることを考慮すると、今後も低栄養の在宅高齢者の数はますます増加することが予測される。居宅介護支援事業所の居宅サービス利用者1142名における栄養障害の研究では、MNA-SFの分類基準にしたがって低栄養が16.7%，低栄養のリスクありが55.4%と報告している¹³⁾。また通所介護施設を利用している218名を対

象にした研究では、低栄養が18.3%，低栄養のリスクありが46.8%と報告している¹⁴⁾。こうした先行研究の結果とわれわれのデータから、在宅要介護高齢者の20%前後に低栄養状態を、50%前後に低栄養のリスクありが存在しているのではないかと推測される。年齢とともに食事量や体重が減少していくことは年齢相応として違和感なく受け入れがちになるため、不十分な栄養状態の放置によって、低栄養、不活動による廃用症候群に陥り、入院に至るケースが少くない¹⁵⁾。また在宅で暮らす高齢者のリハを実践するに当たり、栄養状態の問題に誰がいつ気づくのかという課題がある¹⁶⁾。そのため訪問リハの依頼のあった高齢者に対しては、スクリーニングとして栄養状態の評価を実施し、低栄養または低栄養のリスクがあるかといった状態把握は必要と考えられる。

2. 栄養障害とADLとの関連

対象者のMNA-SFを低栄養群 (0~7点)、低栄養リスクあり群 (8~11点)、栄養状態良好群 (12~14点) の3群に分類した時のそれぞれのFIMには有意差を認めた。またMNA-SFとFIMに相関を認めた。栄養状態が悪化するとFIMが低くなる傾向は、急性期病院^{17,18)}、回復期病院^{19,20)}、高齢者施設^{21,22)}でも同様の報告があり、訪問リハにおいても栄養状態とADLとの関連が示唆された。訪問リハを利用している25人の栄養状態を調査した研究では、排泄動作の自立度と尿失禁の有無は栄養状態と有意に関連していたと報告²³⁾がある。こうした先行研究の結果や本研究のデータから、領域を問わず疾患や加齢に伴う生活機能低下を呈した高齢者にとってADL低下と低栄養が関連していることが共通の特徴として考えられた。

3. 本研究の限界

本研究は横断的研究であり、初回訪問時の栄養状態が訪問リハの介入によってどう変化したかといった経過は追っていない。さらに栄養状態の改善が、その後の身体機能やADL、そして社会参加に与える影響も不明となっている。また本研究の課題として栄養状態改善のための具体的なアプローチも検討できていない。今後は質の高い訪問リハを実施する上で、栄養状態が訪問リハの介入効果に与える影響や栄養状態改善に対する多職種との連携を含めた具体的なアプローチの検証が必要と考えられる。

結 語

当センターの357名の訪問リハ利用者を対象に、訪問リハ開始時の栄養状態とADLを評価し、栄養状態とADLとの関連を調査した。その結果、全体の82.9%が栄養状態に課題があることが示された。栄養状態とADLは相関関係にあり、栄養状態が不良な群のADLは有意に低い結果を認めた。本研究の結果から、訪問リハにおける栄養評価の必要性が示唆された。

本論文の要旨の一部は第51回日本作業療法学会で発表した。また、本論文に関して開示すべき利益相反状態は存在しない。

文 献

- 1) Kaiser MJ, Bauer JM, Rämsch C, et al: Frequency of malnutrition in older adults: a multinational perspective using the mini nutritional assessment. J Am Geriatr Soc 58 : 1734-1738, 2010
- 2) 吉村芳弘：回復期のリハビリテーション栄養管理。日静脈経腸栄会誌 31 : 959-966, 2016
- 3) Marshall S, Bauer J, Isenring E: The consequences of malnutrition following discharge from rehabilitation to the community: a systematic review of current evidence in older adults. J Hum Nutr Diet : 133-141, 2014
- 4) 一般社団法人日本リハビリテーション栄養学会：“リハビリテーション栄養診療ガイドライン2018年版”。リハビリテーション栄養学会. <https://minds.jcqhc.or.jp/n/med/4/med0369/G0001083>, (参照 2023-01-15)
- 5) 第199回社会保障審議会介護給付費分科会：“令和3年度介護報酬改定の主な事項について”。厚生労働省. <https://www.mhlw.go.jp/content/12300000/000727135.pdf> (参照 2023-01-15)
- 6) 安藤道彦, 鈴木修：訪問リハビリテーションの効果検証のための包括的な評価法の開発と初回評価結果からの分析. 長野作療士会学誌 34 : 115-124, 2016
- 7) 千野直一, 園田茂, 里宇明元, 他：脳卒中患者の機能評価-SIASとFIMの実際. シュプリンガー・フェアラーク東京, 東京, 1997
- 8) ネスレ科学振興会：“MNA (Mini Nutritional Assessment-Short Form)”. 簡易栄養状態評価表 - MNA Elderly. <https://www.mna-elderly.com/sites/default/files/2021-10/mna-mini-japanese.pdf> (参照 2023-01-15)
- 9) 藤島一郎, 大野友久, 高橋博達, 他：「摂食・嚥下状況のレベル評価」簡便な摂食・嚥下評価尺度の開発. リハ医学 43 : 5249-5249, 2006
- 10) 雨海照祥 (監修)：高齢者の栄養スクリーニングツール MNAガイドブック. pp123-126, 医歯薬出版, 東京, 2014
- 11) 道免和久：リハビリテーション評価データブック. pp466-467, 医学出版, 東京, 2010
- 12) 川端一光, 荘島宏二郎：心理学のための統計学入門. pp53-54, 誠信書房, 東京, 2014
- 13) 榎裕美, 杉山みち子, 井澤幸子, 他：在宅療養要介護高齢者における栄養障害の要因分析 the KANAGAWA-AICHI Disabled Elderly Cohort (KAIDEC) Study より. 日老医誌 51 : 547-553, 2014
- 14) 森崎直子, 三浦宏子, 原修一：在宅要介護高齢者の栄養状態と口腔機能の関連性. 日老医誌 52 : 233-242, 2015
- 15) 藤本篤士, 大塚佐季子, 阿部沙耶香：生活期リハビリテーションと栄養管理の考え方. J Clin Rehabil 31 : 38-47, 2022
- 16) 日本リハビリテーション栄養研究会監修 若林秀隆編著：実践リハビリテーション栄養. pp116-120, 医歯薬出版, 東京, 2014
- 17) 松尾浩一郎, 谷口裕重, 中川量晴, 他：急性期病院入院高齢者における口腔機能低下と低栄養との関連性. 老年歯医 31 : 123-133, 2016
- 18) 松尾晴代, 吉村芳弘, 石崎直樹, 他：急性期病院高齢患者における摂食嚥下障害スクリーニング質問紙EAT-10で評価した嚥下障害と低栄養の関連. 静脈経腸栄会誌 31 : 1141-1146, 2016
- 19) 西岡心大, 高山仁子, 渡邊美鈴, 他：本邦回復期リハビリテーション病棟入棟患者における栄養障害の実態と高齢脳卒中患者における転帰, ADL帰結との関連. 日静脈経腸栄会誌 30 : 1145-1151,

2015

- 20) 山本悠太, 高松泰行, 金子真理子, 他: 転倒による骨折後患者における回復期リハビリテーション病棟入棟時の栄養状態が日常生活動作能力及び自宅復帰率に及ぼす影響: 後ろ向きケース・コントロール研究. 日転倒予会誌 5 : 81-89, 2018
- 21) 百木和, 宮田早織, 喜多未耶子, 他: 介護老人保健施設におけるMNA (R) による栄養評価と骨密度,

食事量との関連. 栄評治 24 : 193-193, 2011

- 22) 河村恵利華, 河田紘智, 齊藤雅也: 老健施設における栄養ケアマネジメント, リハビリテーション効果の検討. 栄評治 31 : 50-52, 2014
- 23) 池田晋平: 訪問リハビリテーションを利用する高齢者における栄養状態と排泄動作および尿失禁の関連についての予備的研究. 作業療法 36 : 349-352, 2017

原 著

当院におけるトモシンセシスガイド下吸引式組織生検の導入後の現状報告

村山大輔¹⁾, 平野龍亮¹⁾, 中山 俊²⁾, 竹澤美香³⁾, 丸山美穂³⁾, 清水美帆³⁾, 小豆畠康児⁴⁾, 下条久志⁴⁾, 伊藤信夫⁴⁾, 小口和浩³⁾, 唐木芳昭⁵⁾, 橋都透子¹⁾

抄 錄

【はじめに】当院では2021年9月からトモシンセシスガイド下吸引式組織生検（Digital Breast Tomosynthesis guided Vacuum Assisted Biopsy, 以下DBT-VAB）を導入した。導入後からの現状について報告する。【目的】当院で施行したDBT-VAB症例の解析を行い、現状の報告を行うことを目的とする。【対象】2021年9月～2023年2月の間に当院でDBT-VABを施行した全症例。【方法】対象症例のうち、連続する前半の症例群、後半の症例群をそれぞれ導入期群（Induction phase group, 以下I群）、安定期群（Stable phase group, 以下S群）とした。これら2群について、患者背景（年齢、BMI、入院/日帰り、病変の検診MGカテゴリー分類、乳房の厚み）、検査成績（所要時間、悪性割合、有害事象（迷走神経反射/後出血）、初診時から検査までの日数）について後方視的に検討した。【結果】症例は52例であり、S群では有意に入院割合が少なく（I群92% vs S群58%, p=0.0087）、検査所要時間が短かった（I群37±19min vs S群25±6 min, p=0.0049）。迷走神経反射や後出血といった有害事象は、S群では見られなかった。その他の患者背景、検査成績には有意差は認めなかった。【考察】S群で検査所要時間が有意に短く、有害事象が生じなかつたのは、スタッフ全体の手技の向上や検査時の工夫によるものと思われた。【結語】今後もDBT-VABを継続し、手技の向上や検討を続けていきたい。

Key words : トモシンセシスガイド下吸引式組織生検、デジタル乳房トモシンセシス、Digital Breast Tomosynthesis, Vacuum Assisted Biopsy, マンモグラフィ

はじめに

従来の2D乳房マンモグラフィが一方向からのX線による平面的な画像であるのに比べ、デジタル乳房トモシンセシス（Digital Breast Tomosynthesis, 以下DBT）では多方向から撮影した複数のデータを組み合わせ、乳房を断層像として立として立体的かつ詳細に画像化することが可能である¹⁾。また、吸引式組織生検（Vacuum Assisted Biopsy, 以下

VAB）とは、組織を吸い込むように、針で細胞の塊を取って診断する検査で、針生検の10倍以上の量の組織採取が可能である。乳癌の診断に加え、免疫染色、コンパニオン診断や遺伝子パネル検査に必要な組織量を採取できる。細胞診や従来の針生検で診断に至らなかつた場合に行われる。

近年、DBTで得られた画像をもとにターゲッティングしVABを施行する、トモシンセシスガイド下吸引式組織生検（Digital Breast Tomosynthesis

1) 社会医療法人財団慈泉会 相澤病院 外科センター乳腺甲状腺外科

2) 中山外科内科

3) 社会医療法人財団慈泉会 相澤病院 放射線画像診断センター

4) 同 臨床検査センター病理診断科

5) 社会医療法人財団慈泉会 相澤健康センター

guided Vacuum Assisted Biopsy, 以下DBT-VAB)が登場し²⁾, 当院ではEnCor ENSPIRE™ 吸引式組織生検システム(日本BD)を採用し, 2021年9月より導入した。週1件, 1泊2日入院で開始し, 2022年4月からは日帰りも対応可能とした。検査の対象病変は, 乳房超音波で描出できない, マンモグラフィのみで描出される石灰化としている。

検査の流れであるが, 検査室にて座位でDBT画像を撮影し, 局所麻酔下に切開, 生検針の刺入を行った後に標的病変のターゲッティングを行い, 生検を行う。摘出された検体をその場でマンモグラフィ撮影を行い, 石灰化が採取されていることの確認をし, 金属マーカーを留置して終了する。用手圧迫での止血を10分間行い, 弹性包帯を巻いて終了としている³⁾。

DBT-VAB導入後から現在までの現状報告および今後の展望について報告する。

目的

当院で施行したDBT-VAB症例の解析を行い, 今後の改善点を抽出することを目的とする。なお, 本研究は慈泉会臨床研究倫理審査委員会の承認(承認番号: 2022-105)を得て実施した。

対象

2021年9月~2023年2月の間に当院でDBT-VABを施行した全症例。

方法

対象症例のうち, 連続する前半の症例群, 後半の症例群をそれぞれ導入期群(Induction phase group, 以下I群), 安定期群(Stable phase group, 以下S群)とした。これら2群について, 患者背景

(年齢, BMI, 入院/日帰り, 病変の検診マンモグラフィカテゴリー分類(以下, 検診MGカテゴリー), 乳房の厚み), 検査成績(所要時間, 悪性割合, 有害事象(迷走神経反射/後出血), 初診時から検査までの日数)について後方視的に検討した。検診MGカテゴリー分類については, マンモグラフィガイドライン第4版⁴⁾に従い, 検診MGカテゴリー1~5をそれぞれ, 「異常なし」, 「所見があるが精検不要」, 「良性, しかし悪性を否定できず」, 「悪性の疑い」, 「悪性」とした。なお, 統計手法については, 連続変数に対してはt検定, 名義変数に対してはFisherの正確検定で比較した。p値<0.05を統計学的有意と定義し, EZR software(自治医科大学附属さいたま医療センター, 日本)を用いた⁵⁾。

結果

症例は52例であり, 年齢 50 ± 9 歳, BMI 21.7 ± 3.1 , 入院例は32例(62%), 病変の検診MGカテゴリー2が2例(4%), 検診MGカテゴリー3が28例(54%), 検診MGカテゴリー4が21例(40%), 検診MGカテゴリー5は1例(2%)であった。乳房の厚みについては, 38 ± 12 mmであった(表1)。検査成績については, 所要時間は 34 ± 17 分, 悪性は12例(23%), 有害事象は迷走神経反射3例(6%), 後出血2例(4%), 初診時から検査までの日数については, 41 ± 26 日であった。S群では有意に入院割合が少なく(I群92% vs S群58%, p=0.0087), 検査所要時間が短かった(I群 37 ± 19 min vs S群 25 ± 6 min, p=0.0049)。迷走神経反射や後出血といった有害事象は, S群では見られなかった。その他の患者背景, 検査成績には有意差は認めなかった(表2)。

表1 患者背景

	total (n=52)	I群 (n=26)	S群 (n=26)	p値
年齢, 歳	50 ± 9	49 ± 8	50 ± 10	0.658
BMI, kg/m ²	21.7 ± 3.1	21.3 ± 3.3	22.1 ± 2.9	0.336
入院患者, n (%)	32 (62)	24 (92)	15 (58)	0.0087
乳房の厚み, mm	38 ± 12	36 ± 10	39 ± 14	0.419
検診MGカテゴリー				0.198
2/3, n, (%)	2(4) / 28(54)	2(8) / 15(58)	0(0) / 13(50)	
4/5, n, (%)	21(40) / 1(2)	8(31) / 1(4)	13(50) / 0(0)	

表2 検査成績

	計 (n=52)	I群 (n=26)	S群 (n=26)	p値
初診時からDBT-VABまでの日数, 日	41±26	41±31	41±22	0.930
DBT-VABから病理診断までの日数, 日	4±1	5±1	4±1	0.540
DBT-VABの所要時間, 分	34±17	37±19	25±6	0.0049
悪性の割合, n, (%)	12 (23)	6 (23)	6 (23)	1.000
有害事象				0.050
出血, n, (%)	2 (4)	2 (8)	0 (0)	
迷走神経反射, n, (%)	3 (6)	3 (12)	0 (0)	

考 察

当院では、DBT-VAB導入当初は全例入院で行っており、2022年4月から日帰り症例の導入（月に1例程度）を行い、2023年1月からは原則全例日帰りの対応とした。そのため、S群では有意に入院割合が少なかったものと思われる。昨今のコロナウイルス感染症関連の病床逼迫の影響を受けにくく、今後も日帰りでの対応を継続していきたいと考える。

また、S群で検査所要時間が有意に短く、安定化がみられた点は、スタッフ全体の手技の向上によるものと思われた。

S群で迷走神経反射が生じなかった理由としては、検査のスムーズ化、検査中にリラクゼーションミュージックを流したことや、必要に応じてアイマスクや耳栓を装着したことなどが考えられた。また、後出血の頻度が減ったのは、止血方法の工夫によるものと考えている。DBT-VAB導入当初は、10分間の用手圧迫止血の後に丸太ガーゼ（図）を当てて弾性包帯を巻いていた。ところが、丸太ガーゼがずれることで逆に穿刺ルート以外を圧迫して出血をきたす可能性を考慮し、ブロックガーゼ（図）による圧迫方法へ変更したところ、後出血は認めていない。さらに、時間短縮を目的として、10分間の用手圧迫止血を省略し、生検針抜去後に速やかにブロックガーゼをあて、弾性包帯を巻く方法へ変更したところ、後出血は認めておらず、検査時間の大きな短縮に寄与した。BohanらはDBT-VABの後出血率は1.2%であったと報告しており⁶⁾、本邦からは、IdoらがDBT-VAB86例中、後出血は1例も無かったと報告している⁷⁾。我々の施設では全体で4%，S群では

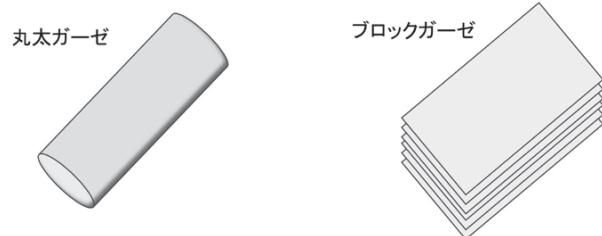


図 止血方法の工夫

左図) ガーゼを太く丸めて作成した丸太ガーゼ、右図) 8つ折りガーゼを20-30枚重ねて作成したブロックガーゼ

0%であるため、今後も安全な手技を継続していきたい。

石灰化のみならず、Bohanらはspiculaを伴うmassや、FAD、構築の乱れに対してもDBT-VABを施行しており⁶⁾、石灰化以外の病変については今後検討していきたい。

本研究での検討項目では、痛みの程度については評価していないが、ほとんどの症例が「痛みは無い」、もしくは「軽度」と表現していた。Bohanらは、DBT-VABによる強い痛みは0.6%のみであったと報告している⁶⁾。検査部位の十分な局所麻酔に加え、ポジショニングの圧迫による知覚神経の麻痺なども起因するのではないかと考えられた。

また、本研究での検討項目ではないが、DBT-VAB後の病理診断までの日数は平均4日と、非常に短期間での病理診断が得られている。DBT-VAB目的で近医からの紹介症例に対しては病理結果が出次第、迅速に結果報告を行うことで、悪性であった場合には次治療へ速やかにつなげていきたい。

結 語

我々の施設におけるDBT-VABの手技は安定化しつつあり、検査数も拡充できている。引き続きDBT-VABを行い、安全でスムーズな手技を継続し、検討を続けていきたい。

本論文に関して開示すべき利益相反状態は存在しない。

文 献

- 1) Horvat JV, Keating DM, Rodrigues-Duarte H, et al: Calcifications at Digital Breast Tomosynthesis: Imaging Features and Biopsy Techniques. *Radio-graphics* 39 : 307-318, 2019
- 2) 岡本聰:【Women's Imaging 2018 Breast Imaging Vol. 13 個別化医療（Precision Medicine）に向けた乳がん画像診断・治療の展望】先進的乳がん画像診断技術の臨床応用と可能性 トモシンセシスとトモバイオプシーの臨床応用の実際. *INNERVISION* 33 : 36-37, 2018
- 3) 橋本秀行. 吸引式組織生検手技の実際. 2014. 株式会社メディコン, 2014. (DVD)
- 4) 日本医学放射線学会, 日本放射線技術学会:マンモグラフィガイドライン. 第4版, p65, 医学書院, 東京, 2021
- 5) Kanda Y: Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplant* 48 : 452-458, 2013
- 6) Bohan S, Ramli Hamid MT, Chan WY, et al: Diagnostic accuracy of tomosynthesis-guided vacuum assisted breast biopsy of ultrasound occult lesions. *Sci Rep* 11 : 129. doi:10.1038/s41598-020-80124-4, 2021
- 7) Ido M, Saito M, Banno H, et al: Clinical performance of digital breast tomosynthesis-guided vacuum-assisted biopsy: a single-institution experience in Japan. *BMC Med Imaging* 23 : 2. doi: 10.1186/s12880-022-00896-1, 2023

原 著

血管撮影におけるスポット透視機能の有用性と経皮的 バスキュラーアクセス拡張術における被ばく線量への影響

小山亮祐¹⁾, 春日夏樹¹⁾, 小口智雅²⁾, 小林里紗³⁾

抄 錄

キヤノンメディカルシステムズ社製血管撮影装置のスポット透視機能（以下スポット透視）は、従来のX線可動絞り（通常絞り）と異なり、照射野を狭くしても被ばく線量は変わらず、中心以外にも任意に絞りの範囲を動かすことができる。今回スポット透視の有用性をみるため、当院の血管撮影室で実験的に被ばく線量を測定し、さらに経皮的バスキュラーアクセス拡張術（Vascular Access Interventional Therapy, 以下VAIPT）の症例を対象に臨床での被ばく線量を検討したので併せて報告する。

スポット透視の照射野内での線量は照射野が小さくなるほど線量が低くなり、1/4の照射野で約7割の線量になった。逆に通常絞りは照射野が小さくなると線量が高くなつた。照射野を中心で絞って照射野外の四隅で線量を測定すると、どの位置で計測しても通常絞りよりもスポット透視の方が低くなつた。散乱線測定でも、スポット透視の方が通常絞りよりも値が低くなつた。スポット透視でのスリットスケールの視認性は、通常絞りと同等であった。当院で施行したVAIPTの症例230例の集計では、スポット透視は通常絞りよりも被ばく線量が低下したが有意な差は得られなかつた。

基礎的な実験を行い、スポット透視は通常絞りよりも被ばく線量が抑えられることが確認できた。臨床で血管撮影時の被ばく線量を低減することも期待できると思われる。

Key words : スポット透視, X線可動絞り, VAIPT

はじめに

血管撮影・IVR（Interventional Radiology）において被ばく線量の低減は課題のひとつである。透視を長時間おこなつたり、高線量の撮影を何回もしたりすると患者の被ばく線量が増加する。また、散乱線の影響により術者や携わるスタッフへの被ばく線量も増加する。術者は被ばく線量を減らすため、透視時間を短くすることや、撮影回数を減らす努力をしているが、被ばく線量を低減する方法には他にもあり、そのひとつがX線可動絞り（以下通常絞り）である。通常絞りは、照射野を狭くすればその外へ

の直接線を減少させ、患者や術者の被ばく線量を低減させる有効な手段である。しかし、この通常絞りは、照射野を一定以上に狭くしすぎるとX線自動輝度制御の計算領域にX線絞りが入り、装置はX線不足と感知し照射線量が増加してしまうことがある¹⁾。また、通常絞りは上下左右対称にしか絞れず、関心領域を画像中心にしなければ有効に絞れない。そして通常絞りをかけた領域はX線遮蔽されるため画像が黒く表示され、X線照射野以外の様子をつかみにくくという問題があった。スポット透視機能（以下スポット透視）は、キヤノンメディカルシステムズ社製血管撮影装置に搭載された透視時の被ばくを低

1) 社会医療法人財団慈泉会 相澤病院 放射線画像診断センター

2) 同 腎臓病・透析センター

3) キヤノンメディカルシステムズ株式会社

減させる機能であり、透視モニタ上でX線照射したい関心領域を指定し、その領域のみにX線照射されるようX線絞りが設定される。関心領域は画面中心でなくても良く、X線照射においてはどのように絞られていても適切なX線自動輝度制御を行うことで、絞込みによるX線照射量の増加を防ぐことができる。また、絞りのかけられた領域には、直前の全面透視の静止画像を表示し、画面全体の様子を想像できるため、周囲構造を把握しながらガイドワイヤーやカテーテル操作ができる²⁾。

経皮的バスキュラーアクセス拡張術 (Vascular Access Interventional Therapy, 以下VAIVT) は、腎不全患者の人工透析に用いるバスキュラーアクセス (vascular access : VA) 機能を長期に維持するために、狭窄・閉塞の部位によるトラブルに対する経皮的治療全般を指す治療である。シャントPTAと呼ばれることがある³⁾。

目的

スポット透視の有用性をみるために、照射野内、照射野外、散乱線の被ばく線量を当院の血管撮影室において実験的に測定し、スポット透視と通常絞りの比較をしたので報告する。さらに当院で施行されたVAIVTを対象に、スポット透視を使った症例、通常絞りを使った症例、いずれも使わなかった症例

の3つに分けて、術中に被ばくした線量を後方視的に比較したので、併せて報告する。

なお、本研究は慈泉会臨床研究倫理審査委員会の承認（承認番号：2023-018）を得て実施した。

方法

血管撮影装置は、当院のキヤノンメディカルシステムズ社製 Alphenix Sky+ を用い、スポット透視と通常絞りにおいて、照射野内、照射野外、散乱線の線量測定と、スリットスケール視認性の評価をして、両者の比較をした。

照射野内の線量は、患者照射基準点（図1）⁴⁾に電離箱線量計（TOYO MEDIC 社製 Accu-Gold）を配置し、スポット透視と通常絞りの照射野サイズを中央で細かく変化させて、照射野内の線量を測定した。照射野は上下左右から1cmずつ狭くして（図2）、30秒間透視を3回し、平均値を算出した。照射野サイズはモニタ上で30cm×30cm（全域）から、4cm×4cmまで変化させた。次に同じく患者照射基準点に線量計を配置し、照射野は15cm×15cmに固定し、スポット透視においては四隅と中央の5カ所、通常絞りにおいては中央の1カ所で線量の測定をした（図3）。それぞれ30秒間透視を3回し、平均値を算出した。以上の2つの方法で、スポット透視と通常絞りの照射野内の線量を比較検討した。

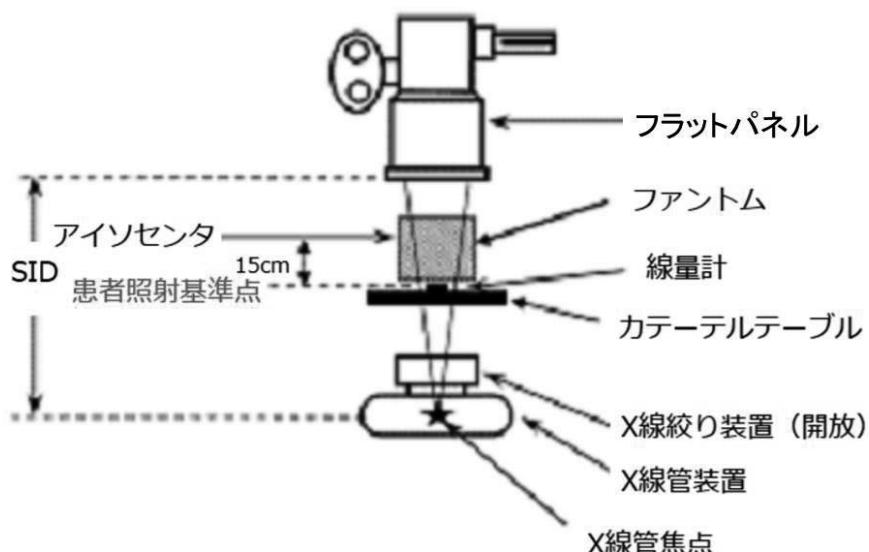


図1 機器の幾何学的配置における患者照射基準点

幾何学的配置における患者照射基準点は、IVRに伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドラインに掲載されているIVRにおける患者皮膚線量の測定マニュアルによるもの。SID (Source to image receptor distance) はX線管受像面間距離のこと。

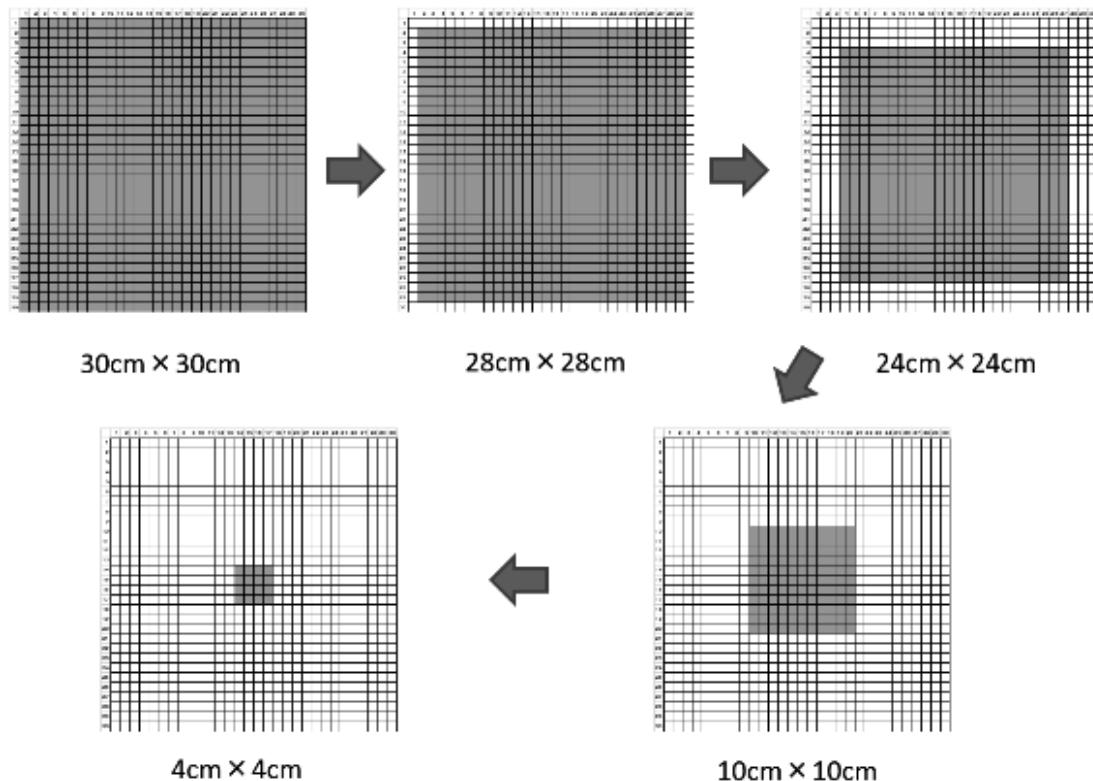


図2 照射野サイズの変化

照射野内の線量測定で照射野サイズは30cm×30cmから4cm×4cmまで上下左右から1cmずつ狭くして変化させた。

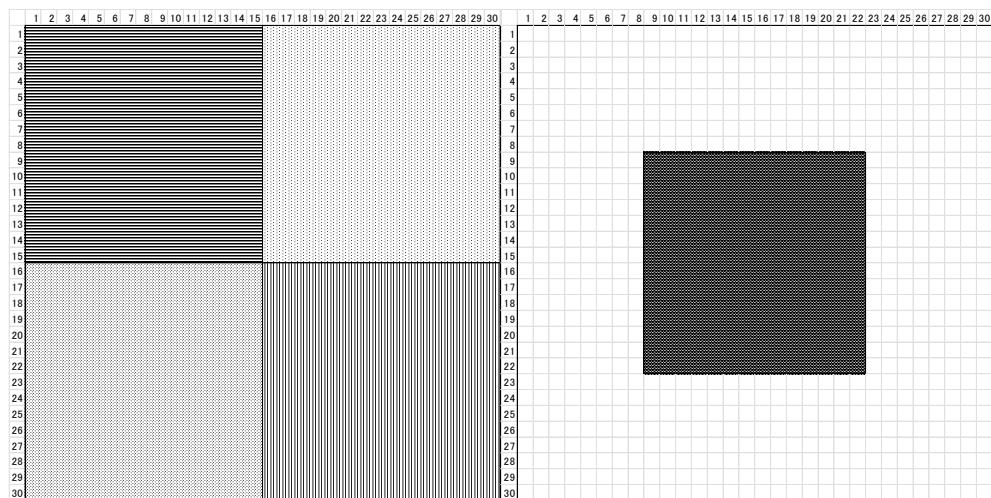


図3 四隅と中央の照射野15cm×15cm

四隅と中央の照射野の線量測定で照射野サイズは15cm×15cmにして、スポット透視では四隅と中央の5点、通常絞りでは中央の1点を測定した。

なお、FOV (Field of View) サイズは12インチの正方形、被写体は30cm×30cm×20cmアクリルファントムとした。

照射野外の線量は、スポット透視と通常絞りの照

射野を、6cm×6cm (Sサイズ), 14cm×14cm (Mサイズ), 縦6cm×横30cm (縦S×横全), 横6cm×縦30cm (横S×縦全), 縦14cm×横30cm (縦M×横全), 横14cm×縦30cm (横M×縦全) の6パ

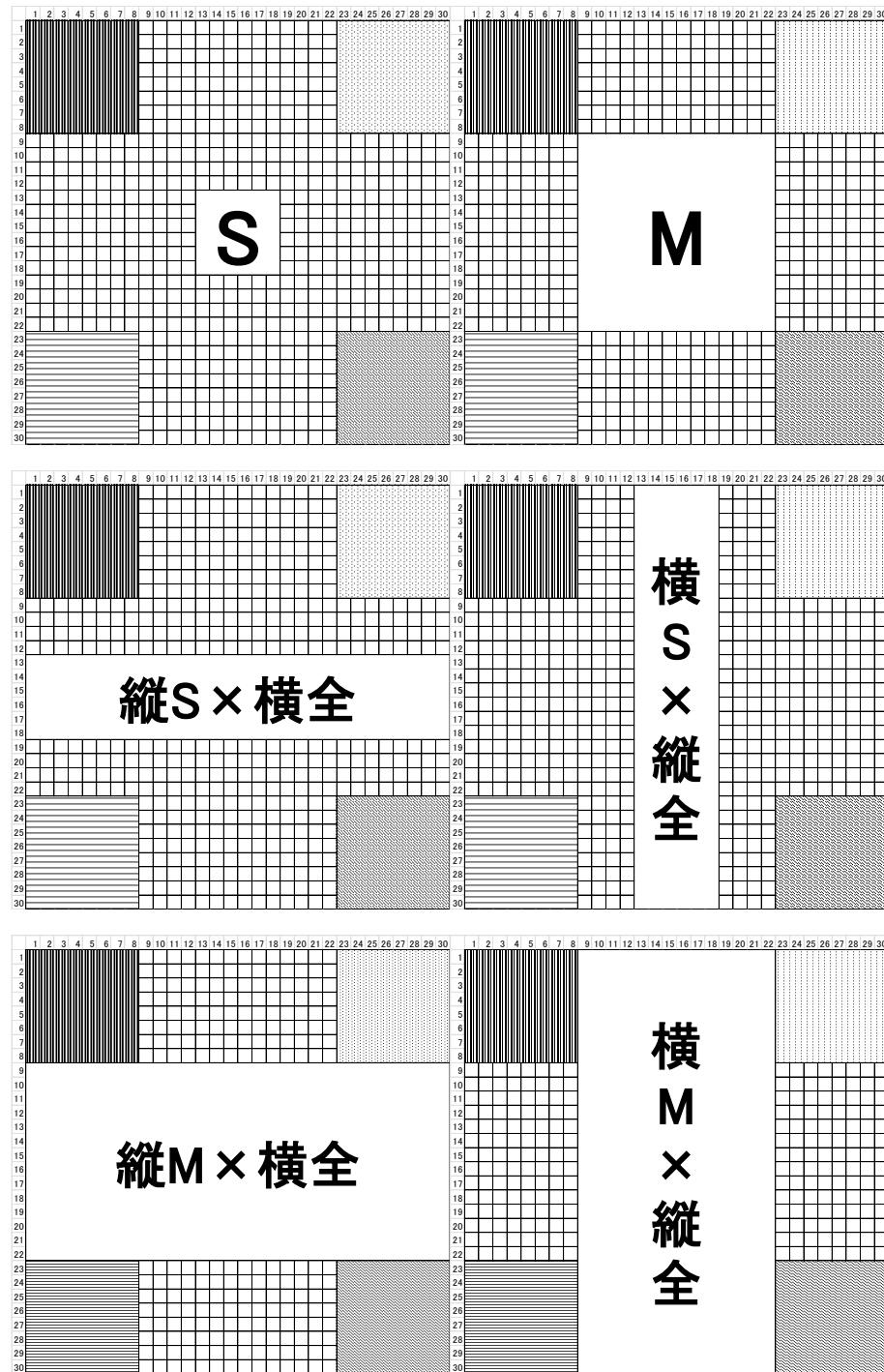


図4 四隅に置いた線量計の位置とその際の照射野

照射野外の線量測定における照射野は、6 cm × 6 cm (S サイズ), 14cm × 14cm (M サイズ), 縦 6 cm × 横30cm (縦 S × 横全), 横 6 cm × 縦30cm (横 S × 縦全), 縦 14cm × 横30cm (縦 M × 横全), 横14cm × 縦30cm (横 M × 縦全) の6パターンとした。

ターンとし、照射野外の四隅に線量計を置いて測定した（図4）。それぞれの照射野に3回30秒間透視し、照射外線量の平均値を算出し、スポット透視と通常絞りの照射野外線量を比較検討した。なお、FOVサイズは12インチの正方形、被写体は30cm ×

30cm × 20cm アクリルファントムとした。線量計は、EMF521A型（EMFジャパン）を使用した。

散乱線の線量は、VAIVTの血管撮影・IVR時に医師（D）、診療放射線技師（R）、看護師（N）が立つ想定の位置（図5）で測定を行った。D, R,

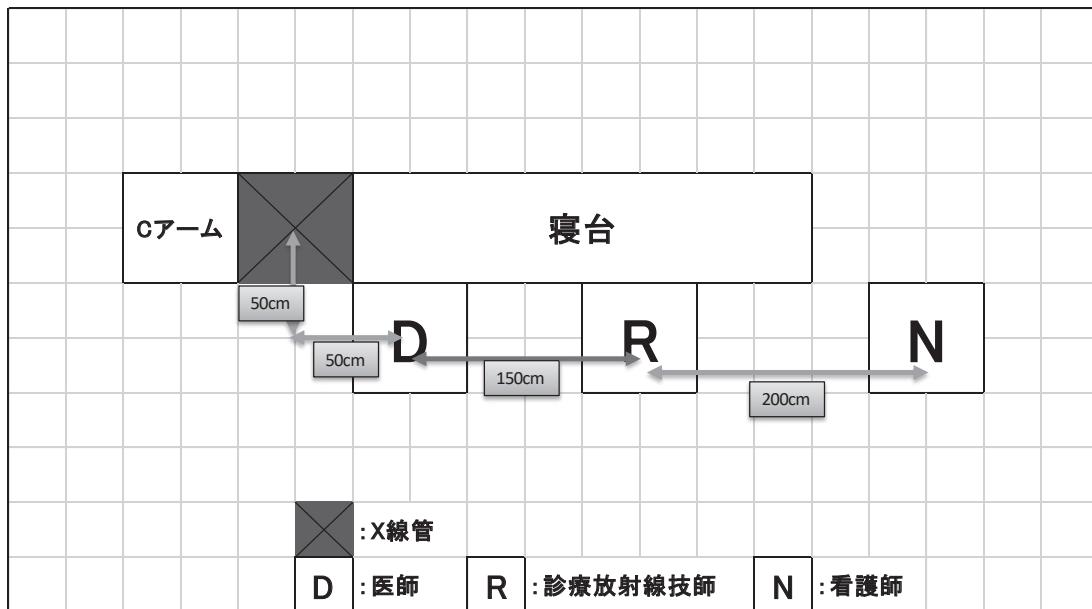


図5 散乱線測定の位置

散乱線測定はVAIVTで医師（D）、診療放射線技師（R）、看護師（N）が立つ想定の位置でおこなった。

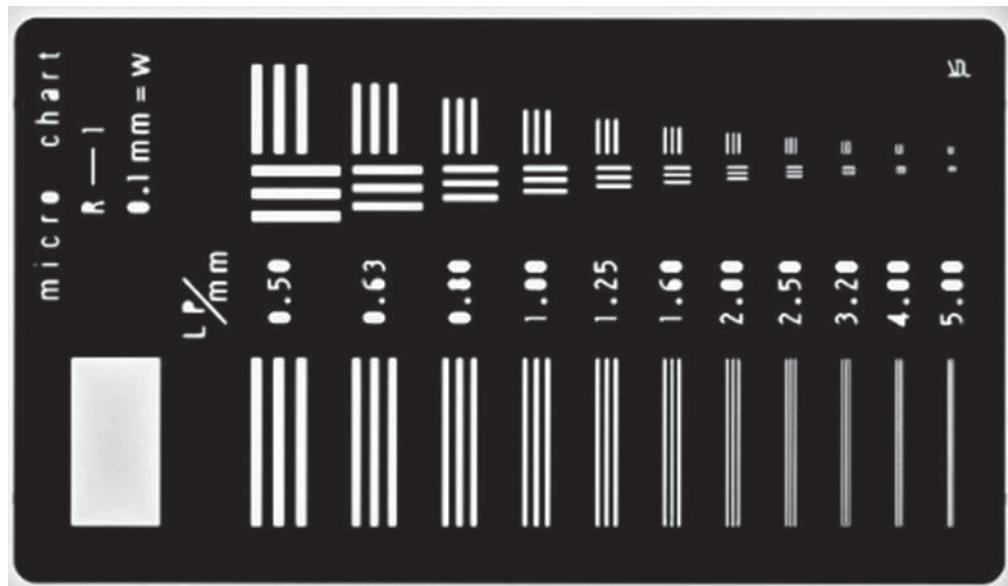


図6 スリットスケール

Nのそれぞれの立ち位置で水晶体位置を想定した床から1.5m、生殖腺位置を想定した床から1mの2点を3回ずつ測定し、平均値を算出した。照射野は、全域、Mサイズ、Sサイズの3パターンを実施し、照射時間は30秒とした。これにより、スポット透視と通常絞りの散乱線を比較検討した。なお、FOVサイズは12インチの正方形、被写体は30cm×30cm×20cmアクリルファントムとした。線量計は、ICS-323C（ALOKA）を使用した。

視認性の評価は、照射野15cm×15cm内にスリットスケールを置いて透視し、画像として保存したものを使っておこなった（図6）。スポット透視の四隅と中央、通常絞りの中央の全部で6画像を作成し、血管撮影・IVR業務に従事をして5年目以上の診療放射線技師12名が、スリットスケールが線としてしっかりと分離できているか目視で判定した。

臨床上で実際の線量は、2022年1月1日～2022年11月30日の当院の腎臓内科で同装置を用いて施行さ

れたVAIVT230例を対象に、術中にスポット透視を主に使った症例をスポット群 ($N=74$)、通常絞りを主に使った症例を通常絞り群 ($N=80$)、スポット透視も通常絞りも使わなかった症例を絞らない群 ($N=75$) に分けて、後方視的に比較検討した。線量管理ソフトFINO Xmanageから、症例ごとの空気カーマ (K) と総透視時間 (T) を抽出し、KをTで除した単位時間あたりの使用線量 (K/T) を3群間で比較した。さらに、それぞれの群から、造影剤は投与せずにエコーを用いてVAIVTを行い、ガイドワイヤーやバルーンの位置を確認するためにだけ透視を行ったエコーアウトでのVAVITに限定した3群間（エコーアウトスポット群 $N=49$ 、エコーアウト通常絞り群 $N=47$ 、エコーアウト絞らない群 $N=52$ ）における単位時間あたりの被ばく線量 (K/T) を比較した。統計解析はEZR⁵⁾を使用し、p値0.05未満を有意差ありとした。

結果

スポット透視の照射野内での線量は、照射野が小さくなるほど線量が低くなり、全域の照射野では0.95mGyであった線量が、1/4の照射野である15cm×15cmの照射野では0.68mGyになり約7割の線量になった（図7）。一方、通常絞りでは、全域の照射野では0.9mGyであった線量は16cm×16cmの照射野までは徐々に線量が高くなつたが、Mサイズ（14cm×14cm）の照射野で1.25mGyになり、

さらにSサイズ（6cm×6cm）の照射野では全域照射の6倍である4.83mGyまで高くなつた。また、15cm×15cmのスポット透視の照射野を四隅に配置した場合でも、中央に配置したスポット透視の照射野15cm×15cmの線量と同程度であり、いずれの透視場所でも、通常絞りより線量は低く抑えられていた（図8）。

照射野外の線量は、スポット透視と通常絞りを比較すると、Sサイズ、Mサイズ、縦S×横全、横S×縦全、縦M×横全、横M×縦全の6つすべての照射野パターンで、通常絞りよりスポット透視は低くなつていていた（図9）。とくにSサイズ、縦S×横全、横S×縦全のSを含む3パターンでは50%以上の大さな低減効果がみとめられた。

散乱線の線量は、D、R、Nの3地点ともスポット透視の方が通常絞りよりも値が低く、特にSサイズの場合では、スポット透視と通常絞りの差が大きくなつた（表1）。

スリットスケールの視認性は、スポット透視の画像より、通常絞りの中央の画像の方が良いという評価をしたのは12名中3名で、両者に差がないという評価が12名中9名だった。

VAIVTの症例において、空気カーマ (K) を総透視時間 (T) で除した単位時間あたりの被ばく線量 (K/T) の中央値とIQR (Interquartile Range) は、スポット透視群 ($N=74$) は1.446 (1.18-13.111) $\mu\text{Gy}/\text{秒}$ 、通常絞り群 ($N=80$) は1.596 (1.156-30.369)

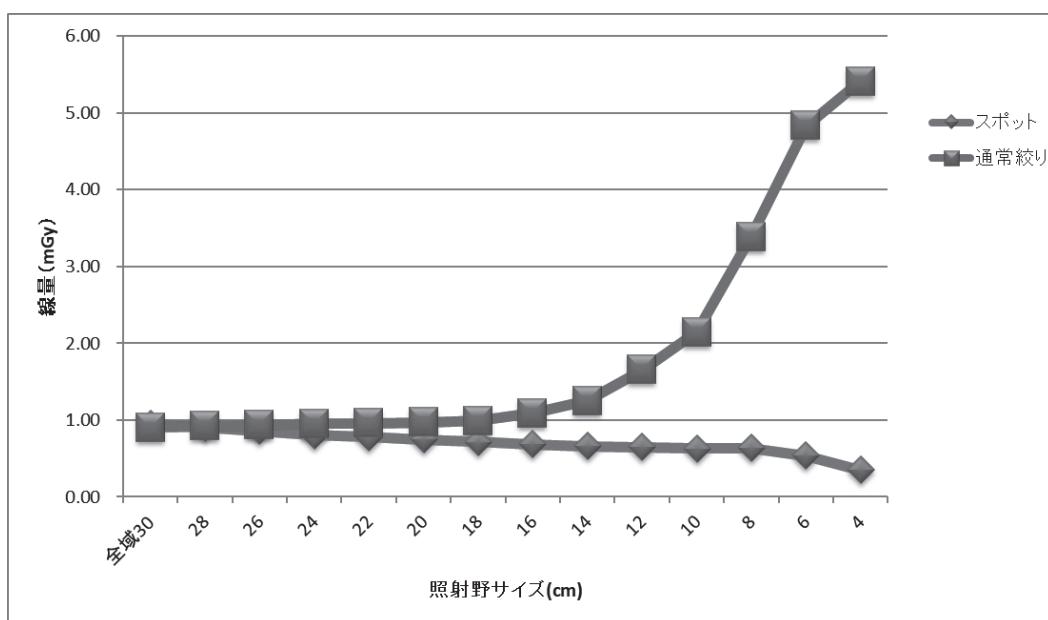


図7 スポット透視と通常絞りにおける照射野サイズによる線量の変化

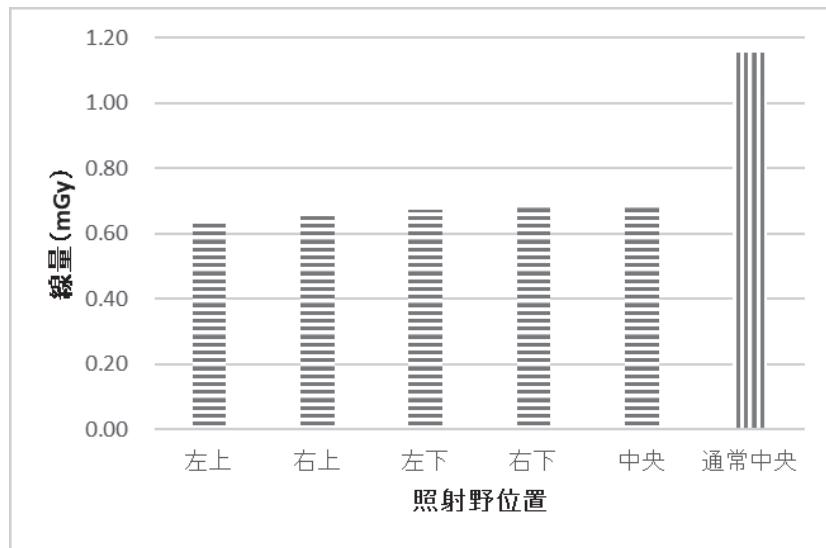


図8 スポット透視の四隅と中央と、通常絞り中央の線量
左から5つ（左上、右上、左下、右下、中央）はスポット透視、一番右は通常絞りの線量。照射野はいずれも15cm×15cm。

μ Gy/秒、絞らない群（N=75）は1.678（1.388-16.41） μ Gy/秒であり、スポット透視群のK/Tが一番低かったが、3群間に有意差はなかった（表2）。VAIVTで造影剤を使わないエコーやの症例に限定すると、エコーやスポット透視群（N=49）は1.264（1.094-1.447） μ Gy/秒、エコーや通常絞り群（N=47）は1.222（1.038-1.557） μ Gy/秒、エコーや絞らない群（N=52）は1.521（1.286-1.717） μ Gy/秒であり、エコーやスポット透視群とエコーや絞らない群（p<0.01）および、エコーや通常絞り群とエコーや絞らない群（p<0.01）の群間において有意差を認めた（表2）。

考 察

今回の実験により、スポット透視では、照射野内、照射野外、散乱線のすべての線量が低くなり、通常絞りより被ばく量を低減できることが確認された。また、通常絞りは中央でしか照射野を絞れないが、スポット透視は、中央に限らず、照射野の任意の位置で、範囲を狭くすることができる利点があるが、スポット透視が中央でも四隅でも、狭くした照射野の位置にかかわらず、通常絞りより線量は低くなり、被ばく量を低減できることも確認できた。特に、スポット透視においては、照射野をより狭くすると、通常絞りより被ばく量の低減効果がより大きくなることも確認できた。スリットスケールの視認性においても、スポット透視は、通常絞りと差がないとい

う技師の評価が多く、大きな問題ないと思われた。全体としてスポット透視は、血管撮影・IVRにおける被ばく線量の低減という課題に対し、有用であることが実証された。

臨床でVAIVTの際の被ばく線量をみてみたが、スポット透視群、通常絞り群、絞らない群の群間で有意差は認めなかった。症例により難易度や治療時間がさまざまなので、被ばく線量を総透視時間で除して単位時間当たりの線量（K/T）で比較してみたが、有意差は認めなかった。この理由としてまず、スポット透視は造影剤を使った動画の撮影に対応できないので、造影するときには、通常絞りが多くなることがあげられる。また、造影の必要性は、VAIVTの手技として血管の分岐が多くて難しい症例や、腋窩や鎖骨下など中枢の病変の症例で高まる。これらの難易度の高い症例では、必然的に治療時間が長くなり、スポット透視を使ったとしても全体の撮影時間に対して、スポット透視を使った時間は相対的に短くなってしまうことも影響したと思われる。そこで、これらのバイアスをできるだけ除くために、造影剤を使わずにそこなうエコーやVAIVTに症例を限定して、比較してみることにした。その結果、エコーやでのスポット透視群対絞らない群と、エコーやでの通常絞り群対絞らない群の群間では有意差が認められ、スポット透視と通常絞りには被ばく量の低減効果があることが確認できた。しかし、エコーやスポット透視群とエコーや通

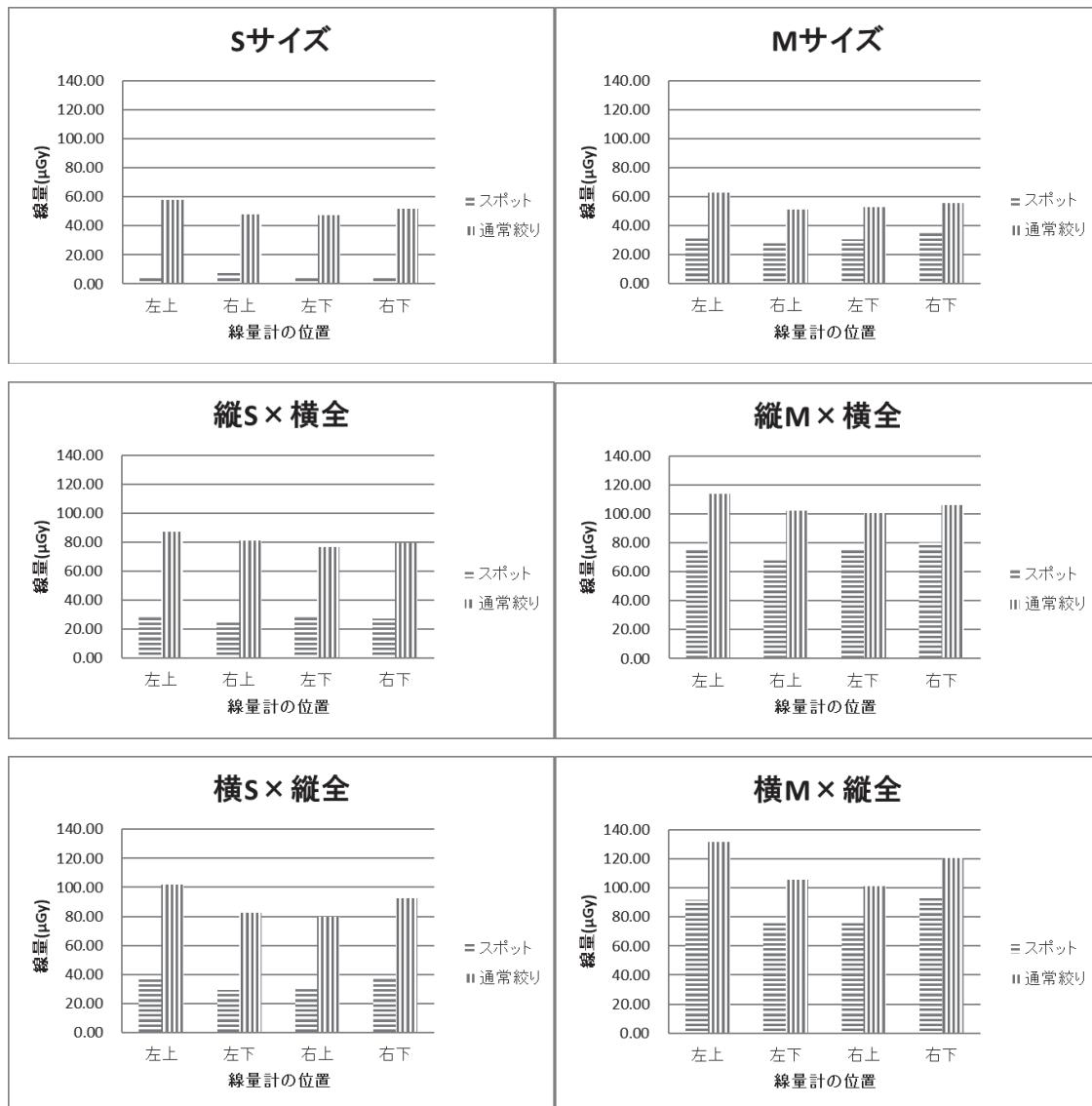


図9 スポット透視と通常絞りの照射野外の線量

表1 散乱線測定の結果 (単位は $\mu\text{Sv}/\text{h}$)

立ち位置	照射野サイズ	床から 1 m		床から 1.5 m	
		スポット	通常絞り	スポット	通常絞り
D	全域	260	264	149	151
	M	43.1	76	23.1	39.2
	S	12	68.4	4.4	38.1
R	全域	24	23.2	34	33
	M	4.5	7.3	4.5	9.4
	S	0.7	6.5	1.3	9.4
N	全域	55	58	7.2	7.1
	M	1	1.5	1.1	1.8
	S	0.3	1.7	0.4	2.2

表2 VAI VT 施行時の被ばく線量と透視時間

		総空気カーマ (K) [mGy]	総透視時間 (T) [秒]	K/T [μ Gy/秒]
全体	スポット群 (N=74)	0.203 (0.106-5.027)	144 (80-372)	1.446 (1.18-13.111)
	通常絞り群 (N=80)	0.215 (0.126-9.27)	157 (103-311)	1.596 (1.156-30.369)
	絞らない群 (N=75)	0.229 (0.094-7.517)	144 (59-335)	1.678 (1.388-16.41)
エコー下	スポット群 (N=49)	0.131 (0.089-0.226)	107 (67-186)	1.264 (1.094-1.447) *
	通常絞り群 (N=47)	0.152 (0.08-0.2)	124 (57-179)	1.222 (1.038-1.557) #
	絞らない群 (N=52)	0.153 (0.072-0.251)	92 (47-168)	1.521 (1.286-1.717)

値は中央値 (IQR)

IQR : Interquartile Range (四分位範囲=25%点~75%点)

K/T : KをTで除した単位時間当たりの被ばく線量

* p<0.01 : エコー下スポット透視群対エコー下絞らない群

p<0.01 : エコー下通常絞り群対エコー下絞らない群

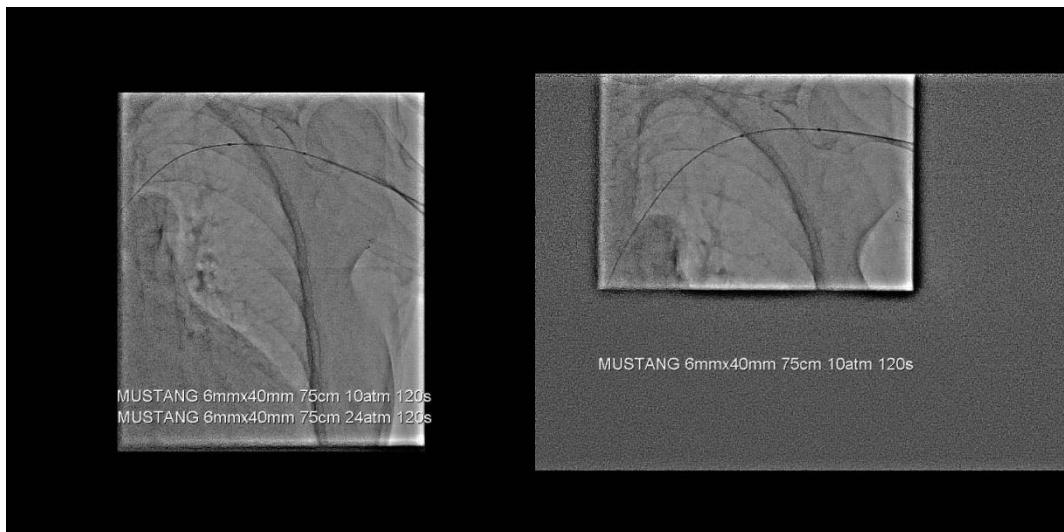


図10 左鎖骨下静脈狭窄に対するVAIVTの一例

通常絞り（左）では照射位置を中央から動かせないので照射野が広くなってしまうが、スポット透視（右）では照射位置を動かして照射野を狭くすることができる。

常絞り群の比較では有意差はなかった。

しかし、キヤノンメディカルシステムズ社製血管撮影装置にはROI ControlというX線ROI (Region of Interest) をコントロールするタグがあり、その数値を上げることでROI内の線量が線量不足となるないように調整することができる。VAIVTでは視野内における直接線の面積が大きい為、シャント部分の視認性を確保できるようROI Controlを3に設定している。（逆に冠動脈造影では視野内における直接線の面積が小さい為、ROI Controlを下げている。）VAIVTでは普段はROI Controlが3で設定してあるので、スポット透視群と通常絞り群では有意差が出なかつた可能性がある。なお、今回の基礎

的な実験ではスポット透視と通常絞りの純粋な差をみるためにROI Control 0に設定し実験した。また、手技の難易度、撮影部位の違いなどの要因に加え、絞りの大きさについても症例ごとに一定ではなかったことや、VAIVTでは被写体が体幹部よりは上肢の症例が多いので、体厚が薄く被ばく線量が低かったこともスポット透視群と通常絞り群では有意差を示さなかつた要因ではないかと考える。

今回の研究で、VAIVTの症例の被ばく線量からはスポット透視と通常絞りに有意差はでなかつたが、個々の症例においては、スポット透視による被ばく量の低減を筆者らは実感している。たとえば図10のように、通常絞りでは中央の位置から動かせないの

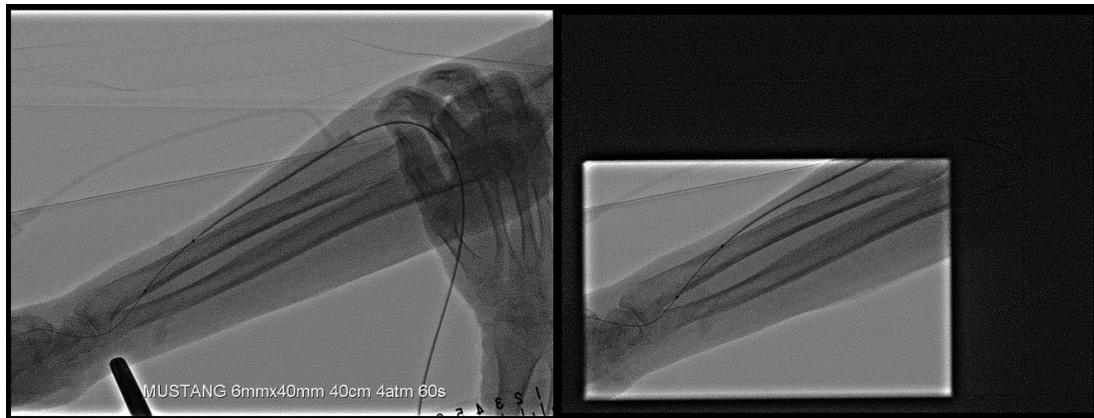


図11 右前腕橈側皮靜脈狭窄に対するVAIVTの一例
全域透視（左）では術者の手が直接被ばくするが、スポット透視（右）ではそれが避けられる。

で照射野が広がってしまう場合でも、スポット透視では、照射範囲を動かして、照射野を絞られるので、線量を低く抑えることができる。また、図11のようにカテーテル操作により術者の手が直接被ばくしてしまう場合も、スポット透視により、カテーテル先端の透視を続けながら、術者の被ばくを低減させることができる。

結 論

スポット透視機能は、通常絞りと比べて視認性に問題なく、被ばく線量を抑えることが確認できた。この機能を積極的かつ適切な使用することにより、患者や術者、その他スタッフの放射線被ばくの低減に有用であると思われる。

本論文の要旨は第52回日本IVR学会総会で発表した。また、本論文に関して開示すべき利益相反状態は存在しない。

文 献

- 1) 本田道隆：第3章「画質を左右する主な因子」。放射線医療技術学叢書(34) Interventional Radiologic Technology, pp17-24, 日本放射線技術学会出版, 京都, 2015
- 2) キヤノンメディカルシステムズ株式会社：“X線アンギオグラフィ”. https://jp.medical.canon/products/angiography/universal_angio/doserite_alphenix, (参照 2023-04-09)
- 3) 日本IVR学会：血液透析用バスキュラーアクセスのインターベンションによる修復（VAIVT：Vascular Access Intervention Therapy）の基本的技術に関するガイドライン. https://www.jsir.or.jp/docs/guideline/20200512_VAIVT.pdf, (参照 2023-04-09)
- 4) 日本IVR学会：IVRに伴う放射線皮膚障害の防止に関するガイドライン. https://www.jsir.or.jp/wp-content/uploads/2015/03/ivr_hifusyogai_GL.pdf, (参照 2023-04-09)
- 5) Kanda Y: Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. Bone Marrow Transplant 48 : 452-458, 2013

症例報告

腹腔穿刺が診断および初療に有用であったアルコール性肝硬変による腹部コンパートメント症候群の一例

山本祥寛, 山本基佳

抄録

腹部コンパートメント症候群 (Abdominal compartment syndrome: 以下, ACS) は致死的病態を来す疾患であり、肺炎や熱傷など急性疾患によるものが多い。しかし、頻度は低いが、肝硬変によるものもリスク要因として挙げられる。今回、肝硬変による腹水でACSを来し、Near cardiac pulmonary arrest (以下、Near CPA)となり、腹腔穿刺が診断及び治療に極めて有用であった症例を経験したので報告する。症例は60歳台男性。アルコール性肝硬変、大動脈解離、腹部大動脈瘤の既往があり、来院約2か月前より腹部膨満を認めていた。来院当日に前兆なく卒倒し、当院を受診。来院時バイタルサインは、体温34°C、血圧59/33 mmHg、脈拍72回/分、呼吸数35回/分、SpO₂ 92% (O₂ 6L/分)、意識レベルはGlasgow Coma Scale E 4 V 4 M 6で意識は混濁しており、詳細な問診は困難だった。Near CPAと判断し、直ちに緊急輸液や昇圧剤の投与を開始したが、循環不全から離脱できなかった。腹部超音波検査にて大量の腹水を認めた。ACSを疑い、緊急腹腔穿刺を実施し、2000mLの黄色透明な腹水が排出され、循環、呼吸動態が著明に改善した。腹部造影CT検査では大血管の破綻はなく、肝硬変によるACSと診断した。腹水によるACSが疑われた場合、緊急時は診断的治療としての緊急腹腔穿刺は有用である可能性が高い。

Key words : 肝硬変、腹部コンパートメント症候群、腹腔穿刺、ショック

緒言

腹部コンパートメント症候群 (Abdominal compartment syndrome: 以下、ACS) は腹腔内圧上昇により多臓器障害を引き起こす病態であり、致死的病態の一つである^{1,2)}。急性疾患によるものが多いが、頻度は下がるもの慢性疾患もリスク要因となる^{2,3)}。今回、慢性的経過ではあるが肝硬変に伴う肝不全でACSを呈し、腹腔穿刺が診断及び治療に有用であった一例を経験したので報告する。

症例

症例は60歳台男性。Stanford分類A型の大動脈解離、腹部大動脈瘤の人工血管置換術後、アルコール依存症、アルコール性肝硬変の既往があり、当院心

臓血管外科および消化器内科に通院中であった。来院当日、誘因なく卒倒し、その後の意識障害と体動困難を主訴に来院した。来院時バイタルサインは、体温34°C、血圧59/33mmHg、脈拍72回/分、呼吸数35回/分、SpO₂ 92% (O₂ 6L/分)、意識レベルはGlasgow Coma Scale E 4 V 4 M 6で応答は緩慢であり、詳細な問診は困難だった。橈骨動脈、大腿動脈触知は共に不良で、頸動脈のみ触知可能であった。身体所見では、眼球結膜および皮膚黄疸を認め、頻呼吸と呼吸困難を訴え、腹部は緊満していたが、圧痛の訴えは乏しかった。上肢に羽ばたき振戦を認めた。腹部超音波検査では大量の腹水を認めた(図1)。バイタルサインや動脈触知の様子から、Near cardiac pulmonary arrest (Near CPA)と判断し、直ちに急速輸液とフェニレフリン塩酸塩0.5mg静注

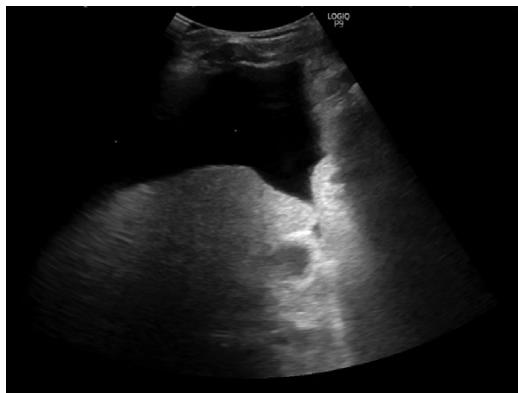


図1 来院時腹部超音波所見
肝周囲に大量の腹水を認めた。

2回施行し、ノルアドレナリン $0.1\mu\text{g}/\text{kg}/\text{分}$ の持続投与を開始した。しかしながら、急速輸液及び昇圧剤併用でも平均血圧65mmHg以上は達成できなかった。呼吸不全、循環不全の原因に関して、腹水貯留によるACSを疑った。急性の経過ならばACSをより考慮したもの、詳細な問診は困難であり、慢性経過での腹水貯留なのか急性の腹水貯留なのか断定できなかった。腹水の診断的治療として緊急腹腔穿刺及び排液を実施した。黄色透明の腹水が2000mLほど排液され、酸素飽和度は98~100% (O_2

5 L/分)で呼吸困難が改善したほか、収縮期血圧100mmHg前後で循環動態も改善した。また、血液ガス分析では血糖測定不能であった。ACSによる閉塞性ショック、高アンモニア血症なども鑑別であったが、20%ブドウ糖液40mLを静注したところ、意識状態が改善して意識清明となった。詳細な問診で来院2か月前より腹部膨満を認めていたことが明らかとなった。

来院時血液検査を表1に示す。乳酸が上昇し、pH 7.024と代謝性アシドーシスがあり、総ビリルビン 4.0mg/dL、AST 2091IU/L、LD 2725IU/L、血清クレアチニン1.96mg/dLと肝障害、腎障害を認めた。循環、呼吸動態の安定化の後にComputed tomography (以下、CT) を実施した。腹部CT所見では、肝全体に不整な低濃度が散在し、腹水貯留を認めたが、大動脈解離や大動脈瘤破裂の所見は認めなかつた(図2A-B)。腹水のCT値は約10程度であった。肝硬変に伴うACSと、臓器虚血ないし循環不全に伴う肝障害、腎障害の疑いにて当院消化器内科に入院となった。入院後、再度呼吸状態、循環動態が悪化し、第2病日に逝去された。剖検は実施されなかつた。

表1 来院時血液検査所見

血液ガス分析(動脈血、酸素 6 L/分)では乳酸上昇、代謝性アシドーシスを認めたほか、 O_2 6 L/分投与下においても PaO_2 低値を認めた。血液検査では、肝障害、腎障害を認めた。Serum-ascites albumin gradientは1.5と漏出性腹水を示唆する所見であった。

来院時血液検査					腹水検査	
血液ガス分析(動脈血、酸素 6 L/分)		生化学				
pH	7.024	TP	8.0	g/dL	比重	1.014
PaCO_2	22.5 mmHg	Alb	2.0	g/dL	細胞の種類(好中球:リンパ球:その他)	1:3:3
PaO_2	65 mmHg	総ビリルビン	4.0	mg/dL	細胞数	175 / μL
HCO_3^-	5.7 mmol/L	AST	2091	IU/L	蛋白定量	1.6 g/dL
BE	-23.5 mmol/L	ALT	362	IU/L	LD	79 IU/L/37°C
Lactate	20.31 mmol/L	LD	2725	IU/L	アルブミン	0.5 g/dL
AG	26.1	ALP	86	IU/L		
		γ -GTP	82	IU/L		
		CK	618	U/L		
血算		血糖	19	mg/dL		
WBC	8930/ μL	クレアチニン	1.96	mg/dL		
Neutrophils	84.7 %	BUN	16.4	mg/dL		
Lymphocytes	5.2 %	Na	139	mEq/L		
RBC	237 10 $_9/\mu\text{L}$	K	4.9	mEq/L		
Hb	8.5 g/dL	Cl	101	mEq/L		
Hct	29.8 %	NH ₃	191	$\mu\text{g}/\text{dL}$		
Plt	7.2 10 $_4/\mu\text{L}$	CRP	0.79	mg/dL		

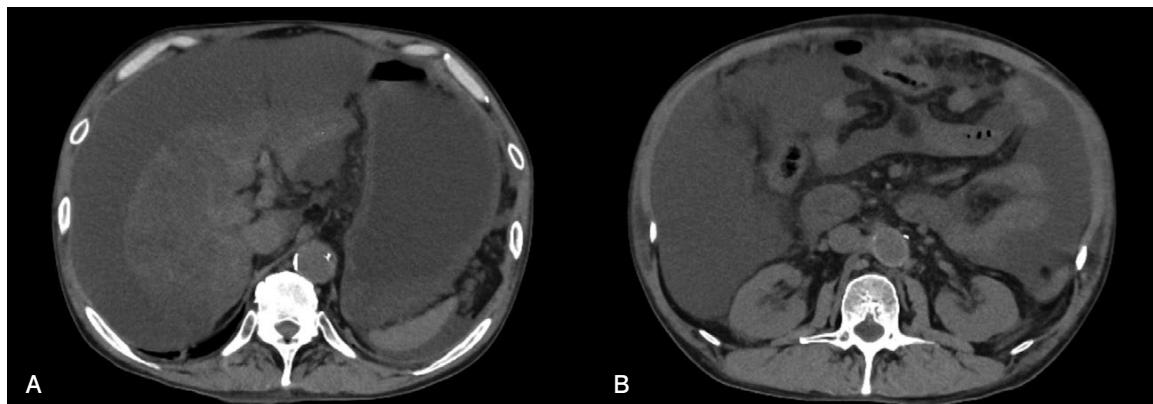


図2 A-B 腹腔穿刺後の腹部Computed tomography (CT)検査所見

腹腔穿刺後であるが、大量の腹水と、肝に不整な低吸収域が散在していた。大動脈解離や大動脈瘤破裂の所見は認めなかった。腹水のCT値は約10程度であった。

考 察

本症例で特筆すべきは、ACSの初療における緊急腹腔穿刺の診断においての有用性、治療においての有用性である。ACSの一般論と共に、これらについて述べる。

ACSは致命的な病態の一つで、腹腔内圧が20mmHgを超える、腹腔内圧上昇に伴う臓器障害を呈し、閉塞性ショックや多臓器不全を来しうる¹⁾。ACSの原因としては、敗血症が27%、腹部大動脈瘤破裂が18%、肺炎が15%、腹部外傷が15%など、急性疾患が多いとされる²⁾。肝硬変など慢性疾患もリスク因子として挙げられるが³⁾、医学中央雑誌において、「肝硬変」、「腹部コンパートメント症候群」をキーワードとして検索をしたところ、肝硬変によるACSの報告は見られなかった。致死的な病態である一方で、発症早期には非特異的な症状や軽微な症状のこと多く、臓器障害が進行してから発見されるものも多い⁵⁾。慢性経過であっても本症を鑑別疾患に挙げることが必要である。診断には腹腔内圧20mmHg以上で臓器障害を生じると診断される一方で、重症例では腹腔内圧測定の猶予がない場合もあり、腹腔内圧測定を行わず、臨床的な判断をもって治療介入を行う報告もある⁵⁾。本症例においても、初療時の全身状態から処置を優先していたため腹腔内圧測定は実施していなかった。肝硬変が背景にあり、肝腎症候群も鑑別疾患に挙がったが、腹部緊満と呼吸不全、循環不全を認めていたこと、腹腔穿刺後に呼吸、循環動態が改善したことよりACSの関与が大きいと考えられた。

続いて、ACSにおける腹腔穿刺の診断的有用性

について述べる。腹腔穿刺は一般に腹水の性状や培養検査などが実施できる。本症例のように大血管疾患による血性腹水である可能性、肝硬変などによる非血性腹水である可能性、いずれも可能性がある場合でかつACSが疑われる状況の場合、穿刺液の性状から治療方針の決定に役立つ場合がある。例えば本症例において、血性であったなら、腫瘍性及びその破裂や大血管疾患の可能性を考慮し、その部位によってはシースイントロデューサー留置、Intra-aortic balloon occlusionなども検討された。後腹膜腔や腹腔内の動脈性出血に対しては動脈塞栓術や緊急手術なども有用である⁶⁾。当然、腹腔穿刺自体が侵襲処置であり、猶予がある場合には非侵襲的検査・治療を優先する原則は忘れてはならない。しかし、腹水によるACSが疑われる症例において、非侵襲的検査・治療を施行する猶予がなく、安全に穿刺が出来る場合には、腹水性状を確認して根治的治療を早められる可能性がある。

最後に、ACSにおける腹腔穿刺の治療的有用性について述べる。開腹手術が必要なACSの死亡率は50%以上と非常に高いとの報告もある¹⁾。さらに、ACSが閉塞性ショックを生じる可能性についてはあまり知られていないほか、閉塞性ショックは迅速な診断と治療で救命出来る可能性があることが知られている⁷⁾。従って、ACSにおいては早期の腹腔内圧減圧が必要である。本症例では、初療開始時には橈骨動脈触知が出来ず、大腿動脈も触知微弱であり、Near CPAであったことから腹腔内圧測定の猶予はなく、治療の意味でも緊急腹腔穿刺を実施とした。本来は膀胱内圧測定を実施した上でACSと判断するのが望ましいが、ACSの危険因子を持つす

べてのICU患者では、膀胱内圧測定は時間がかかることから、多くのICU患者では必要ない場合があるとの意見もある⁸⁾。内科的治療の猶予がないACSを診療する際には、緊急腹腔穿刺や開腹術など腹腔内減圧を早期に考慮する必要がある。

結 語

アルコール性肝硬変による腹水でACSを呈し、緊急腹腔穿刺により循環不全・呼吸不全が改善した一例を経験した。

本論文は未発表のものであり、開示すべき利益相反状態は存在しない。

文 献

- 1) Malbrain ML, Cheatham ML, Kirkpatrick A, et al: Results from the international conference of experts on intra - abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome. I. Definitions. Intensive Care Med 32 : 1722-1732, 2006
- 2) De Waele JJ, Kimball E, Malbrain M, et al: Decompressive laparotomy for abdominal compartment syndrome. Br J Surg 103 : 709-715, 2016
- 3) Kirkpatrick AW, Roberts DJ, De Waele J, et al: Intra-abdominal hypertension and the abdominal compartment syndrome: updated consensus definitions and clinical practice guidelines from the World Society of the Abdominal Compartment Syndrome. Intensive Care Med 17 : 1190-1206, 2013
- 4) An G, West MA: Abdominal compartment syndrome: a concise clinical review. Crit Care Med 36 : 1304-1310, 2008
- 5) 大原泰宏, 宮田秀平, 守麻理子, 他: 腹部コンパートメント症候群を併発し広範囲腸管壞死をきたした大腸癌腸閉塞の1例. 日腹部救急医会誌 40 : 747-750, 2020
- 6) Chan YC, Morales JP, Reidy JF, et al: Management of spontaneous and iatrogenic retroperitoneal hemorrhage: conservative management, endovascular intervention or open surgery? Int J Clin Pract 62 : 1604-1613, 2008
- 7) Kumar A, Parrillo JE: Shock: classification, pathophysiology, and approach to management. In: Parrillo JE, Dellinger RP, editors. Critical care medicine. Principles of diagnosis and management in the adult. 3rd ed, pp379-388, Elsevier, Philadelphia Mosby, 2008
- 8) Holodinsky JK, Roberts DJ, Ball CG, et al: Risk factors for intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome among adult intensive care unit patients: a systematic review and meta-analysis. Crit Care 17 : R249, 2013

症例報告

90歳台で発症し、敗血症を呈した尿膜管膿瘍の1例

山本祥寛、白戸康介、中西仙太郎、菅沼和樹、吉池昭一

抄録

尿膜管遺残は稀ながら膿瘍形成し、尿膜管膿瘍となる場合がある。また、同疾患の高齢発症は稀である。今回、敗血症を呈した高齢者の尿膜管膿瘍一例を経験したので報告する。症例は90歳台男性。受診前日から立位困難となり、受診当日に近医受診し、立位困難の精査加療目的に当院へ紹介となった。開腹歴はなかった。来院時現症は、体温37.3℃、血圧148/106mmHg、呼吸数22回/分、軽度意識障害を認め、Quick Sequential Organ Failure Assessment (qSOFA) は2点であった。下腹部には硬い腫瘤を触れた。腹部CTでは下腹壁に気泡と液体からなる腫瘍形成を認め、臍と膀胱と連続性があり、尿膜管膿瘍が疑われた。第1病日、抗生剤投与および切開排膿処置を行い、第4病日から第26病日にかけて創部の開放管理を行った。第26病日、局所陰圧閉鎖療法を実施し、第31病日に終了し、第41病日に退院となった。検索した限り、90歳以上の報告はなく稀な症例であった。高齢であっても腹部膿瘍形成を認め、臍との連続性があれば本疾患を鑑別に入れることが重要である。

Key words :膜管遺残、高齢者、局所陰圧閉鎖療法

緒言

尿膜管遺残は稀ながら膿瘍形成し、尿膜管膿瘍となる場合がある¹⁾。好発年齢は若年者とされ、高齢発症の報告は稀である¹⁾。今回、90歳台と高齢発症の尿膜管膿瘍及びそれに伴う敗血症で相澤病院（以下、当院）に来院し、処置・治療の後に自宅退院した一例を経験したため、文献的考察を加えて報告する。

症例

症例は90歳台男性。自宅暮らしでほぼActivities of Daily Living (ADL) 自立て、糖尿病、認知症など基礎疾患があり、開腹歴はなかった。受診前日の昼頃から立位困難となり、受診当日に近医受診し、立位困難の精査加療目的に当院救急外来へ紹介となった。

来院時現症：体温37.3℃、血圧148/106mmHg、脈拍149/分、呼吸数22回/分、saturation of percutaneous oxygen (SpO₂) 98% (room air)。意識レベルはGlasgow Coma Scale (GCS) E3V4M6で傾眠であった。Quick Sequential Organ Failure Assessment (qSOFA) は2点だった。下腹部は膨隆しており、正中臍下に手拳大の緊満した膨隆を触れ、同部の発赤を認めた。圧痛は認めず、臍からの排膿や尿排泄は認めなかった。左右差のある脱力を認めなかった。

来院時経過：来院時の検査所見を表1に示す。炎症反応上昇、腎機能障害、高血糖、呼吸性アルカローシス、乳酸値上昇、尿糖(3+)、尿沈渣で膿尿を認めた。入院当日のSOFAスコアは5点であった。腹部Computed tomography (CT) 検査の結果を図1A-Bに示す。腹壁下部に気泡と液体からなる腫瘍形成を認め、臍と膀胱に連続性（以下、連続は非

表1 来院時血液・尿検査所見

入院時の血液検査と血液ガス分析、尿検査の所見。血液検査では、重度の腎機能障害、炎症反応の高度な上昇、高血糖を認めた。血液ガス分析では、呼吸性アルカローシスと乳酸の上昇がみられた。尿検査では、膿尿と細菌尿を認めた。
*Whole Field/全視野はWFと略記した。

動脈血血液ガス分析		生化学		尿定性	
pH	7.558	TP	5.5 g/dL	比重	1.022
PaCO ₂	26.1 mmHg	Alb	2.3 g/dL	pH	5
PaO ₂	96.4 mmHg	T-Bil	1.3 mg/dL	蛋白定性	±
HCO ₃ ⁻	22.7 mmol/L	AST	21 IU/L	糖定性	3+
BE	1.8 mmol/L	ALT	19 IU/L	ケトン体	±
Lactate	2.71 mmol/L	LDH	340 IU/L	潜血反応	1+
AG	10.8	ALP	310 IU/L	亜硝酸塩	-
		γ -GTP	53 IU/L		
		CK	97 U/L		
血算		Glu	328 mg/dL	尿沈渣	
白血球	164.8 $10^3/\mu\text{L}$	Cre	1.42 mg/dL	白血球	100 /WF*
好中球	91 %	BUN	65.8 mg/dL	赤血球	1~4 /WF*
リンパ球	5.5 %	Na	145 mEq/L	上皮円柱	(-)
赤血球	231 $10^3/\mu\text{L}$	K	4.1 mEq/L	顆粒円柱	(-)
Hb	14.5 g/dL	Cl	107 mEq/L		
Hct	43.3 %	NH ₃	20 $\mu\text{g}/\text{dL}$		
Plt	25.6 $10^3/\mu\text{L}$	CRP	27.7 mg/dL		

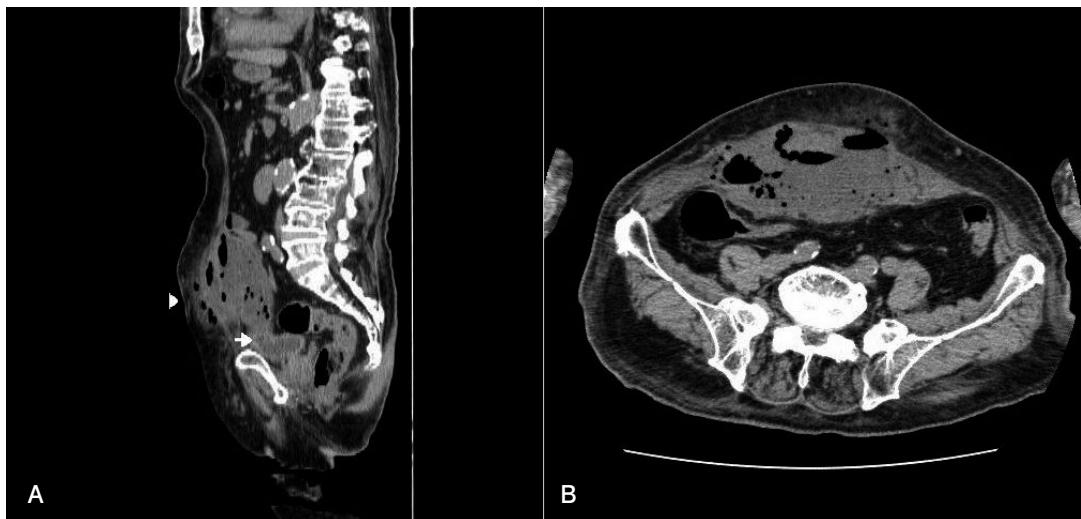


図1 A - B 来院時腹部 Computed tomography (CT) 所見

下腹壁に膿（図1 A, Arrowhead）と膀胱（図1 A, arrow）に連続性を持つ、気泡と液体からなる腫瘍形成がみられた。

開存の意味で、連続性は開存・非開存問わず解剖学的な繋がりがある意味で使用）があり、腫瘍周囲の脂肪織濃度上昇が見られ、尿膜管膿瘍が疑われた。qSOFA、SOFAの結果から尿膜管膿瘍による敗血症と考えられた。また、頭部CTでは占拠性病変は認めなかった。立位困難の原因としては、敗血症に

よるADL低下が原因として考えられた。救急外来にて切開排膿処置を実施した。腫瘍直上に1cm程度の皮膚切開を行い、筋膜上並びに筋膜下の膿瘍腔を鈍的に広げ、生理食塩水2000mLで洗浄した。膿瘍腔内の十分な排膿と洗浄が出来たと判断し、ストレートドレーンを留置し閉創した。尿培養、血液培

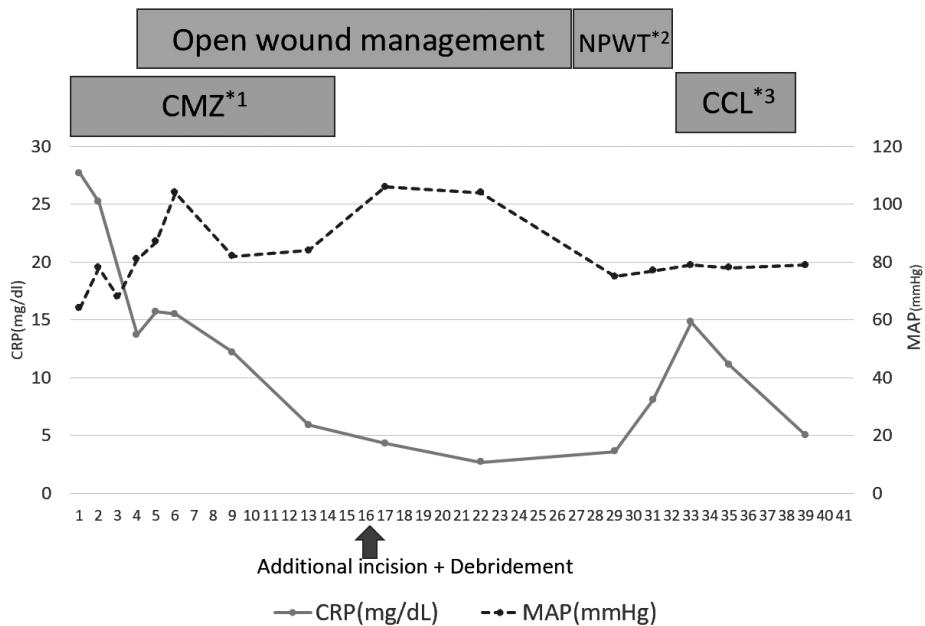


図2 入院後経過の要約

創傷処置と抗生素質の投与により、炎症反応と平均血圧が改善した。

*1 セフメタゾールナトリウムはCMZと略記した。

*2 局所陰圧閉鎖療法はNPWTと略記した。

*3 セファクロルはCCLと略記した。

養、膿汁の培養検査を施行し、セフメタゾールナトリウム（以下、CMZ）2 g q12hrで加療開始し、当院入院となった。

入院後経過：入院後経過の概略を図2に示す。入院後の創処置として、創部の洗浄を連日行った。第1病日のC反応性蛋白（以下、CRP）は前述の如く27.7 mg/dL、白血球数（以下、WBC）は $165 \times 10^9/\mu\text{L}$ であった。第2病日のCRPは25.2mg/dL、WBC $133 \times 10^9/\mu\text{L}$ と改善を認めた。尿培養、血液培養、膿汁培養いずれからもKlebsiella Pneumoniaeが検出され、CMZの感受性良好であった。入院後から第3病日未明にかけて、ドレナージは得られていたが、第3病日日中、ドレナージ不良となり、創内を確認すると、創内にベラーク（纖維素苔）が見られた。ベラークによるドレナージ不良も考慮し、さらなる感染巣制御および排膿を期待して第4病日に創部を開放管理に切り替えた。数日間解熱して経過し、炎症反応が改善傾向であったため、第14病日にCMZの投与を中止した。第16病日、全身状態良好で経過していたが、排膿持続しており、創拡大及びデブリドマン追加を行った。デブリドマン追加時、周囲の発赤や硬結は見られなかったが、白色壞死組織が残存していたほか、浸出液も見られ

た。第26病日の創部の様子を図3に示す。創部は汚染のない肉芽で覆われ、感染兆候も認めず、感染や瘻孔形成の不利益よりも創部の治癒促進の利益が勝ると判断し、同日RENASYS™創傷治療システムによる局所陰圧閉鎖療法（Negative pressure wound therapy、以下、NPWT）に切り替えた。第31病日、感染徵候なく、良質な肉芽も芽出しておりNPWTを終了した。同日、膿尿および炎症反応上昇を認め、尿路感染が疑われた。セファクロル（以下、CCL）750mg/日投与開始した。尿培養からは

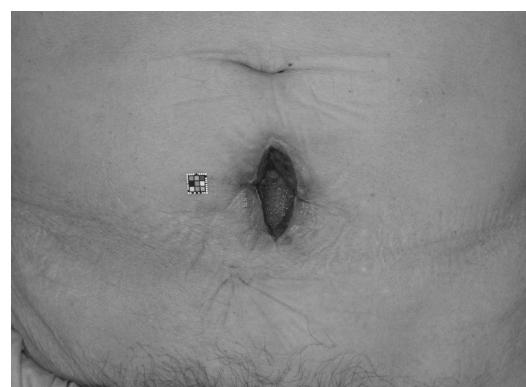


図3 局所陰圧閉鎖療法開始前の創部。臍の右側にトーンマークの配置あり。

*Klebsiella Pneumoniae*が検出された。尿路感染症の治療経過良好にて第37病日にCCL投与を終了した。第41病日、経過良好にて独歩にて退院となった。

考 察

尿膜管は胎生期に臍と膀胱を結ぶ上皮性の管腔構造物で、胎生期に退化して索状物となる。この退化が生じず生後も尿膜管内腔が開存しているものを尿膜管遺残という。尿膜管遺残は尿膜管開存、尿膜管臍瘻、尿膜管囊腫、膀胱憩室に分けられ、臍部から膀胱までの尿膜管の内腔が開存して新生兒期に臍部から尿の排泄がみられるものは尿膜管開存、臍部から途中までの開存がみられるものは尿膜管臍瘻、臍部と膀胱の中間に囊胞性病変がありいずれとも開存がないものは尿膜管囊腫、尿膜管が膀胱側に開存して残存したものは膀胱憩室とそれぞれ呼ぶ^{1,2)}。いずれも無症状で偶発的に発見される、あるいは臍周囲の炎症を契機として発見されることが多い^{1,2)}。感染を合併する際、膀胱と開存のある場合は上行性感染、臍と開存のある場合は臍からの感染、いずれとも開存がない場合は血行性感染、下腹部手術との関与などが機序として考えられている³⁾。本症例では開腹歴もないこと、臍からの排尿はないこと、腹部CT所見より臍と膀胱までの連続性があること、来院時身体所見、尿培養、血液培養、膿汁培養から同菌種が検出されたことから、臍と膀胱いずれとも開存のない尿膜管囊腫よりは、尿膜管臍瘻を背景として膀胱からの上行性感染を起こした可能性が高いと考えられた。また、経過中の尿路感染症に関して、来院時の各種培養検査と同菌種である *Klebsiella Pneumoniae*が尿培養より検出され、尿膜管遺残を背景としたものの可能性もあると考えられた。治療に関して、最適な管理法が確立されていないが、切開ドレナージ処置を行うほか、二期的に尿膜管遺残を切除する手法が行われることがある⁴⁾。切開ドレナージ処置のみの場合、感染制御が不十分である場合には膿瘻再燃となる可能性も考えられる。本症例において、切開ドレナージの後に創部開放管理やデブリドマン追加の方針となつたが、感染巣が大きい場合には初回の施術から創部開放管理や隨時デブリドマンを追加していくことも検討が必要と思われた。

本邦において尿膜管遺残の発生率は0.013~0.02%と比較的稀な疾患であり、尿膜管膿瘻はさらに少ない⁵⁾。菅野らは尿膜管膿瘻190例を検討し、好発年齢は20歳台と報告している⁶⁾。高齢発症の尿膜管膿

瘻は稀ではあるが、加藤らの報告と比較すると、下腹部正中の腫瘻形成を認めたこと、腹部排膿がなかったことは本症例と類似していると思われた¹⁾。同報告では尿膜管囊腫に感染を合併したとしており、本症例と同様に索状構造としての連続を認めていた¹⁾。無症状で経過すれば外観から発見されることは困難であると思われ、高齢で見つかる原因の一端を担っている可能性がある。2022年6月5日時点でのPUBMEDにて「Urachal Abscess」をキーワードとして、ヒトを対象とした英語文献を、また医学中央雑誌にて「尿膜管膿瘻」のキーワードで日本語文献を検索したところ、90歳以上での尿膜管膿瘻の報告は見られず、加藤らによる83歳の横行結腸狭窄を伴った尿膜管膿瘻の1例が最高齢であった¹⁾。本症例は検索した限りでは最高齢の尿膜管膿瘻の一例であり、出版バイアスの可能性は残るもの、前述の如く尿膜管遺残の疫学及び好発年齢からも、高齢者の尿膜管膿瘻はさらに低頻度であると考えられ、稀な症例であったと考える。救急外来における診療においては、一般に時間や人員、リソースの制限があり、必要十分な検査・治療には年齢や疫学を考慮する必要がある。一方で、小児における無症状の尿膜管の形態的異常は、多くが自然に消失するため、悪性腫瘻の重大なリスクにはならないことが示唆されているが、1951年から2005年にかけての成人130例の調査では尿膜標本の51%が悪性であったことが明らかにされており、成人に関しては悪性化のリスクがあるとされている^{7,8,9)}。このため、早期診断、早期加療が望ましいと考える^{10,11)}。したがって、高齢であっても身体所見や画像所見から臍と連続する構造物に感染を疑った場合には尿膜管膿瘻を考慮する必要がある。

本症例においては、治療経過が良好であったこと、尿膜管癌であっても年齢の懸念から手術加療や化学療法が困難であることが予想されたことなどから、腫瘻性病変の検索は行わなかった。しかしながら、尿膜管膿瘻を契機に発見された尿膜管癌も報告されており、尿膜管遺残の悪性化は40歳台以降で多く、尿膜管癌の予後は一般に不良とされる^{4,10,11)}。そのため、尿膜管膿瘻と尿膜管腫瘻との鑑別は念頭に入れるべきと思われる。鑑別の一助となるものとして、尿所見、画像所見などがある。尿所見としては、腫瘻合併時には肉眼的血尿を認めることがある¹²⁾。画像所見としては、尿膜管膿瘻と尿膜管癌を画像的に判別するのは困難であるとの報告もあるが、内部不

均一な構造に関しては尿膜管膿瘍、尿膜管癌いずれも認める可能性があり、尿膜管癌の場合には周囲浸潤、脂肪組織濃度上昇や膿瘍に石灰化を伴うことがあるとしている¹²⁻¹⁵⁾。本症例では血尿はなかったものの、高齢発症であったこと、内部不均一な構造の腫瘍形成を伴っていたこと、膿瘍周囲の脂肪織濃度上昇を伴っていたことなどから腫瘍性病変合併の可能性は否定できないように思われた。本症例においては上述の如く腫瘍性病変の検索は行わなかったが、根治手術や化学療法などの追加できる可能性があれば、高齢であっても腫瘍性病変の検索は検討される。

結 語

高齢発症の尿膜管膿瘍の一例を経験した。高齢者では尿膜管膿瘍は稀だが、悪性化の可能性もあることから早期診断が重要である。高齢者であっても腹部膿瘍形成を認め、臍との連続性がある構造物をみた場合には本疾患を鑑別に入れることが重要である。

本論文は未発表のものであり、開示すべき利益相反はない。

文 献

- 1) Yasuro K, Hikaru I, Tomio H: Urachal abscess in an elderly patient with transverse colon stenosis. Journal of Japan Surgical Association 71 : 1052-1055, 2010
- 2) Cliento BG Jr, Bauer SB, Retik AB, et al: Urachal anomalies: defining the best diagnostic modality. Urology 52 : 120-122, 1998
- 3) 西村理、柏原貞夫、松末智：化膿性尿膜管囊腫12例の検討。日臨外医会誌 45 : 494-498, 1984
- 4) Al Furaikh BF, Alzahrani NA, Alghamdi AA, et al: Urachal Abscess: A Rare Etiology of Acute Abdominal Pain in Adults. Cureus 22 : e18193, 2021
- 5) 佐野成一、野嶋公博、森克哉、他：尿膜管遺残症の検討。日形会誌 28 : 225-230, 2008
- 6) 菅野貴行、原田浩、竹内一郎、他：化膿性尿膜管囊胞の1例。釧路病医誌 2 : 110-114, 1990
- 7) Gleason JM, Bowlin PR, Bagli DJ: A comprehensive review of pediatric urachal anomalies and predictive analysis for adult urachal adenocarcinoma. J Urol 193 : 632-636, 2015
- 8) Ashley RA, Inman BA, Routh JC: Urachal anomalies: a longitudinal study of urachal remnants in children and adults. J Urol 178 : 1615-1618, 2007
- 9) Elkbuli A, Kinslow K, Ehrhardt JD Jr, et al: Surgical management for an infected urachal cyst in an adult: Case report and literature review. Int J Surg Case Rep 57 : 130-133, 2019
- 10) 宮戸俊英、三浦一郎、渡辺和吉、他：尿膜管疾患14例の臨床的検討。泌紀 51 : 731-735, 2005
- 11) 渡邊卓哉、石榑清、藤岡憲、他：尿膜管遺残膿瘍を契機に発見された尿膜管癌の1例。日臨外会誌 69 : 175-178, 2008
- 12) Chen YH, Tseng JS: Concurrent urachal abscess and florid cystitis glandularis masquerading as malignancy. a case report and literature review. BMC Surg 22 : 105, 2022
- 13) Ninitas P, Anselmo MP, Silva ACE, et al: Urachal abscess mimicking malignant tumor: can imaging tell them apart? Acta Radiol Open 8 : 1-4, 2019
- 14) Lam SW, Linsen PV, Elgersma OE: Infection of Previously Closed Urachus Mimicking Malignancy. A Case Report and Literature Review of Radiological Findings to the Diagnosis. Clin Med Insights Case Rep 12 : 1-3, 2019
- 15) Venkat B, Kale S, Reddy SK, et al: "Look Before You Leap" : Urachal Mass in Adults. World J Onco 8 : 20-24, 2017

症例報告

呼吸不全を呈した筋萎縮性側索硬化症に対し Lung insufflation capacity トレーニングを実施した一例

鹿川彰文¹⁾, 鶴飼正二¹⁾, 近藤清彦²⁾, 橋本隆男³⁾

抄録

【はじめに】筋萎縮性側索硬化症 (Amyotrophic Lateral Sclerosis : ALS) は上位・下位運動ニューロンが選択的かつ進行性に変性していく原因不明の疾患である。ALSの呼吸障害は拘束性換気障害であるため、肺の弾性維持や無気肺の予防・改善、咳嗽力の維持・増加が必要である。近年は最大強制換気を指標とした肺容量リクルートメントの実施が提唱されている。【症例】症例は呼吸不全にて入院し、気管切開を施行した肺疾患の合併のあるALS症例。入院中に通常の理学療法に加え、LIC (Lung insufflation capacity : LIC) トレーニングを実施した。肺活量は650ml→760ml、LICは1400ml→1600mlと改善した。【考察】LIC トレーニングにより肺胞が伸張され、肺および胸郭の柔軟性が一時的に向上したため、努力肺活量の改善が得られたと考えられる。LIC トレーニングは急性期管理、人工呼吸器管理下のALS症例に対して安全性に配慮し継続的に実施していく意義があると考える。

Key words :筋萎縮性側索硬化症、LIC トレーニング、呼吸理学療法

はじめに

筋萎縮性側索硬化症 (Amyotrophic Lateral Sclerosis : ALS) は上位運動ニューロンと下位運動ニューロンが選択的かつ進行性に変性・消失していく原因不明の疾患である¹⁾。中年以降に多く発症し、現在でも根本的な治療は確立されていない。症状の進行に伴い、球麻痺や呼吸筋の筋力低下を認めるため、肺炎を含む呼吸不全による死亡率が高いとされている^{2,3)}。

ALSの呼吸障害は呼吸筋の筋力低下に基づく拘束性換気障害であり、特に肋間筋、横隔膜が障害され、肺胞低換気を引き起こすとされている⁴⁾。そのため、肺の弾性、胸郭の柔軟性維持や無気肺の予防、改善、咳嗽時の最大呼気流量 (Cough peak flow : CPF) の増加を目的とした最大強制吸気量 (Maximum insufflation capacity : MIC) を指標と

した肺容量リクルートメントの実施が提唱されている。MICは蘇生バッグや人工呼吸器、排痰装置を用いて肺内に段階的かつ、持続的に加圧し、最大限に患者自身が息こらえを行い、呼気量を測定する⁵⁾。理学療法ガイドラインでは条件付き推奨とされており、早期ALS患者に対する呼吸トレーニングのアウトカムにはMICが用いられている⁶⁾。しかし、MIC トレーニングには息こらえが必要となり、症状の進行に伴う球麻痺症状の影響で息こらえが難しくなる。そのため、球麻痺が進行した場合や気管切開などの患者にも実施できる肺容量リクルートメントとして一方向弁付き最大強制吸気量 (Lung insufflation capacity : LIC) を指標とする方法がある。LICは患者自身が最大吸気位での息こらえを一方向弁で代償し、呼気量を測定する⁷⁾。近年ではこの手法を臨床で実施するための呼吸理学療法機器としてLIC TRANER[®] (図1) が理学療法士により開

1) 社会医療法人財団慈泉会 相澤病院 リハビリテーションセンター脳卒中・脳神経リハ科

2) 社会医療法人財団慈泉会 相澤東病院 診療部 脳神経内科

3) 社会医療法人財団慈泉会 相澤病院 脳卒中・脳神経センター脳神経内科



図1 当院で採用しているLIC TRANER®

発されている⁸⁾. また、神経筋疾患における気道管理のレビューでは、呼吸理学療法の中に蘇生バックを用いた肺容量リクルートメント手技の実施が推奨されている⁹⁾.

今回、症状の進行に伴う呼吸不全にて入院し、気管切開を施行した肺疾患の合併があるALS患者の理学療法を経験したので報告する.

症 例

70歳台、女性。X年 右手の動かしにくさを訴え、A病院にてALSと診断。X+1年 エダラボン治療開始。月に10日間通院にて治療を行っていた。X+5年4ヶ月 在宅にて間欠的使用を目的とした非侵襲的人工呼吸器(Non-invasive Positive Pressure Ventilation: NPPV)を導入。同月2型呼吸不全にて当院入院。既往歴は高血圧、糖尿病、肺非結核性抗酸菌症。身長149cm、体重38.3kg。病前活動範囲

は自室内程度。歩行は家族の手引きもしくは壁伝い歩き。移動範囲は労作時の息切れのため自室ベッドからトイレ、食卓までの6-7m以内。屋外は車椅子を利用。食事はセッティング、介助を要し、形態は刻みなどの工夫が必要。排泄はトイレにて実施。間に合わないこともあり、オムツを着用していた。

経 過

入院時の血液ガス分析はpH7.34, PCO₂ 63.6mmHg, PO₂ 51.2mmHg, HCO₃⁻ 35.0mmol/L, BE 7.5mmol/Lであった。そのため、呼吸不全の補正目的にNPPVを装着。設定はS/Tモード、IPAP 8cmH₂O, EPAP 4cmH₂O, FiO₂ 23%であった。

初期評価は徒手筋力検査(Manual muscle testing: MMT)右上下肢2, 左上下肢3, 右母指球の線維束性攣縮を認めた。呼吸機能は努力肺活量(Forced vital capacity: FVC) 650ml, CPF 134.4L/min。基本動作は起居軽介助、座位監視、起立中介助を要し、NPPV装着下でも動作時はSpO₂ 85%まで低下した。運動時は酸素需要が高くなるため、NPPV下での理学療法を実施した。気管切開までの期間は血液ガス分析やSpO₂を確認しながら呼吸筋リラクセーション、自己排痰法(Active Cycle of Breathing Technic: ACBT)、マスク着用下での廃用予防を目的とした離床、起立練習を慎重に実施した。

入院9日目に気管切開を実施。術後人工呼吸器管理をSIMV+PS、1回換気量(Tidal volume: TV) 320ml, PEEP 5cmH₂O, FiO₂ 21%, PS above PEEP 10cmH₂Oとした。入院11日目の胸部



図2 X線画像

胸部単純撮影正面像

入院1日目(左)と入院11日目(中央)と入院16日目(右:LICトレーニング実施後)

入院11日に右肺下側に陰影を認める。入院16日目には消失している。

X線画像で右下葉の無気肺を確認（図2）。入院12日目に気管切開部の皮下気腫が出現。皮下気腫の消退を確認し、入院14日目に通常の理学療法に加えカファシスト、LICトレーニングを開始。LICトレーニングの設定圧は医師と協議し、肺疾患の合併もあるため $30\text{cmH}_2\text{O}$ を上限とした。実施姿勢は座位保持に監視が必要であったため、30°頭高位での仰臥位とした（図3）。実施頻度は平均週4回、1回の介入で3～5回とした。LICトレーニング開始時はFVC 540ml, CPF 60L/min以下, LIC 1400mlであった（図4）。入院16日目の胸部X線画像で右下葉の無気肺は改善した（図2）。医師と協議し、TV 320ml→400mlへ変更。入院18日目から医師、看護

師、臨床工学技士と協働し、人工呼吸器装着下での歩行練習を開始（図5）。入院36日目にリハビリ時のみTV 400ml→450mlへ変更。入院46日目の身体機能評価ではMMT左右上下肢2，右母指球の線維束性痙攣は残存、基本動作、歩行は軽介助～中介助を維持。呼吸機能はFVC 760ml, CPF 117.0L/min, LIC 1600mlと改善した（図4）。入院52日目に施設退院。



図3 LICトレーニングの実施方法



図5 多職種協働での人工呼吸器装着下の歩行練習

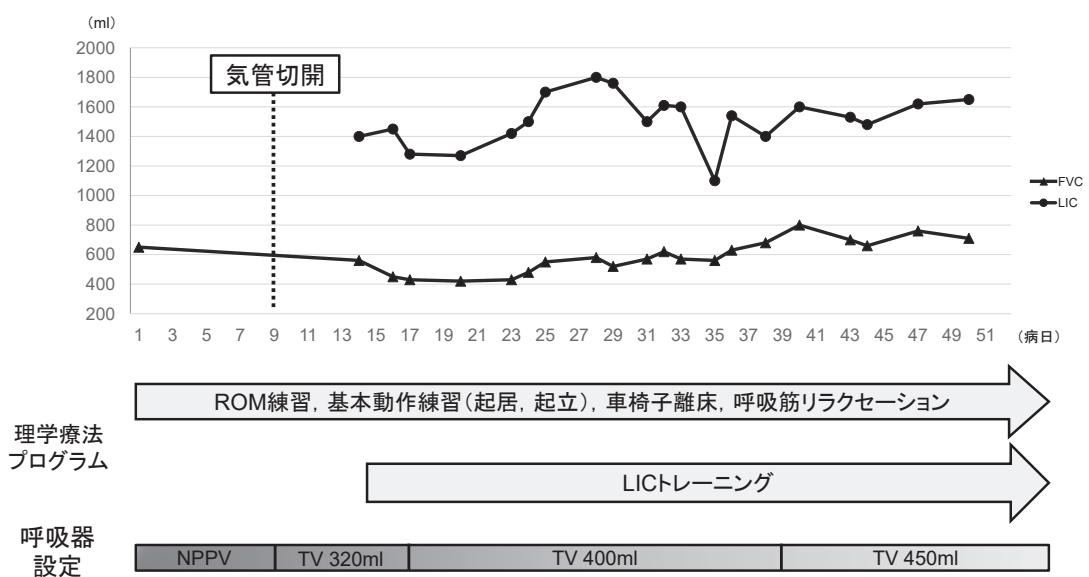


図4 呼吸機能の経過

考 察

本症例は2型呼吸不全により気管切開し、人工呼吸器管理となった症例である。入院時の血液ガス分析では代謝性に代償されており、長期の呼吸不全を呈していたと考えられた。そのため、NPPVで換気を担保した状態での運動療法を実施した。

気管切開後の無気肺の出現は換気量減少に伴うものと考え、LICトレーニングを実施した。Albertらは虚脱肺に30-40cmH₂Oの圧力を2秒間かけることで8割の肺胞が動員されると報告している¹⁰⁾。本症例における虚脱肺へのLICトレーニングの実施は本来の容量以上の吸気が送られ、一方方向弁での息ころえの代償により虚脱肺胞の開放と吸気ガスの不均等分布の改善につながったと考えられた。また、山本らはHigh volume ventilationを実施することで肺実質に疾患のないALS患者では肺炎・無気肺発症頻度を下げたと報告¹¹⁾しており、本症例も安静時のTV増量が必要であったと考えられた。

気管切開後よりFVCの低下を認めていたが、LIC実施により気管切開実施前の状態が維持された。芝崎らはLICトレーニングの実施は即時的な動的肺コンプライアンスを改善させると報告¹²⁾しており、本症例においてもLICトレーニングにより肺胞が伸張され、肺および胸郭の柔軟性が一時的に向上したため、FVCの改善が得られたと考えられる。

Bachらは肺胸郭の可動性を保っていれば呼吸筋力が低下しても痰の喀出ができる、人工呼吸器管理下であっても肺炎になりにくいとしている¹³⁾。以上からも、急性期管理、人工呼吸器管理中のALS患者でも、安全性に配慮した上で、継続的なLICトレーニングの実施は意義があると考えられる。本報告は入院中の経過に留まったが、今後の課題としてLICトレーニングの長期的な効果を検証することに加え、LICトレーニングを行える医療従事者の増加が望まれる。

結 語

症状の進行に伴う呼吸不全にて入院し、気管切開を施行した肺疾患の合併があるALS患者に対して、LICトレーニングを実施し、肺活量、LICが改善した事例を報告した。LICトレーニングの実施は急性期、人工呼吸器管理下でも安全に配慮することで実施可能であり、呼吸機能維持が可能となる方法であると考えられた。

最後に

本報告はヘルシンキ宣言に基づき、個人情報保護に配慮し、本人へ説明をおこない、同意を得た。

本報告の要旨は第20回日本神經理学療法学会学術大会で発表した。また、本報告に関して開示すべき利益相反状態は存在しない。

文 献

- 1) 日本神經学会：筋萎縮性側索硬化症診療ガイドライン 2013. pp10-11, 南江堂, 東京, 2013
- 2) Hayashi H, Oppenheimer EA: ALS patients on TPPV: totally locked-in state, neurologic findings and ethical implications. Neurology 61 : 135-137, 2003
- 3) Gil J, Funalot B, Verschueren A, et al: Causes of death amongst French patients with amyotrophic lateral sclerosis: a prospective study. Eur J Neurol 15 : 1245-1251, 2008
- 4) Kaplan LM, Hollander D: Respiratory dysfunction in amyotrophic lateral sclerosis. Clin Chest Med 15 : 675-681, 1994
- 5) Kang SW, Bach JR: Maximum Insufflation Capacity. Chest 118 : 61-65, 2000
- 6) 公益社団法人日本理学療法士協会：理学療法ガイドライン. 第2版, pp137-139, 医学書院, 東京, 2021
- 7) Bach JR, Mahajan K, Lipa B, et al: Lung insufflation capacity in neuromuscular disease. Am J Phys Med Rehabil 87 : 720-725, 2008
- 8) 寄本恵輔, 有明陽佑: ALSの呼吸障害に対するLIC TRANERの開発. 難病と在宅ケア 27 : 9-13, 2015
- 9) Chatwin M, Toussaint M, Goncalves MR, et al: Airway clearance techniques in neuromuscular disorders: A state of the art review. Respir Med 136 : 98-110, 2018
- 10) Albert SP, DiRocco J, Allen GB, et al: The role of time and pressure on alveolar recruitment. J Appl Physiol 106 : 757-765, 2009
- 11) 山本真: High volume ventilationによるALS患者の長期人工呼吸管理. 日呼吸管理会誌 10 : 417-421, 2001
- 12) 芝崎伸彦, 沼山貴也, 望月久: 筋萎縮性側索硬化症患者へのlung insufflation capacityトレーニングによる動的肺コンプライアンスの即時効果. 神經治療学 31 : 718-721, 2014
- 13) Bach JR, Kang SW: Disorders of ventilation: weakness, stiffness, and mobilization. Chest 117 : 301-303, 2000

症例報告

プラスグレル不応が疑われた急性心筋梗塞の一例

田中俊志¹⁾, 千田啓介²⁾, 永原直輝²⁾, 井上 航²⁾, 小口泰尚²⁾, 相澤克之²⁾, 鈴木智裕²⁾, 安河内 聰²⁾

抄録

【症例】50歳台男性【現病歴】1週間前から労作時呼吸困難、2時間前から安静時呼吸困難と胸部苦悶が出現し救急搬送された。ST上昇型急性心筋梗塞と診断、アスピリン200mgとプラスグレル20mgを内服し、緊急経皮的冠動脈インターベンション（PCI）を施行。左前下行枝#6 90%に対し大動脈内バルーンパンピング挿入下に薬剤溶出性ステント（DES）を留置したが、最終造影でステント血栓を認めた。血栓吸引やperfusion balloonでの拡張と待機を繰り返すも血栓が再燃しno flowとなるためDESを重ねて留置。それでもなお血栓の再燃が続き、ヘパリン起因性血小板減少症も鑑別にヘパリンからアルガトロバンに変更するも無効であった。やむなく更にDESをステント三重となる形で留置、造影遅延なく終了した。翌朝アスピリン100mgとプラスグレル3.75mgを内服の上、同日午後にVerifyNowTMで抗血小板活性を調べたが、P2Y12 reaction unit値（PRU）274と抑制されておらず、PCI手技中に充分な抗血小板活性が得られていなかったことがステント血栓の一因として疑われた。プラスグレルからチカグレロールに変更するとPRU 51と低下し、血小板活性の十分な抑制が得られた。【考察】プラスグレル不応は極めて稀だが、僅かながら報告がある。急性冠症候群の緊急PCIにおいて血栓管理に難渋する際には、既知の対策のほか、本症を疑いプラスグレル增量内服やチカグレロール追加内服を考慮することが重要である。

Key words :ステント血栓、抗血小板活性、プラスグレル不応、チカグレロール、緊急経皮的冠動脈インターベンション

はじめに

経皮的冠動脈インターベンション周術期における抗血栓療法は重要であり、アスピリンとP2Y12阻害薬の抗血小板薬二剤併用療法が標準となっている¹⁾。既存のP2Y12阻害薬であるクロピドグレルは、不応症例の頻度が日本人で16%と報告される²⁾一方、新規P2Y12阻害薬のプラスグレルは不応例が格段に少ないとされている³⁾。しかし今回、プラスグレル投与下の経皮的冠動脈インターベンション（percutaneous coronary intervention : PCI）で、

繰り返すステント血栓症を認め、プラスグレル不応を疑い、本邦では第二選択のP2Y12阻害薬とされているチカグレロールに変更したところ血小板活性の抑制を得られた一例を経験した。本症例を通して、プラスグレルに対しても不応例の存在を念頭に治療を行い、プラスグレル增量やチカグレロール追加投与といった対応策を考慮すべきとの知見を得たため報告する。

症例

患者：50歳台男性

1) 社会医療法人財団慈泉会 相澤病院 医学研修部門研修医グループ

2) 同 循環器内科

主訴：呼吸困難、労作時胸痛

生活歴：喫煙は20本×35年（1年前から禁煙）、飲酒は毎日ビール500mLと日本酒3合

既往歴：高血圧症

内服歴：常用薬なし

家族歴：心臓病なし

冠危険因子：高血圧症、過去の喫煙歴、肥満

現病歴：来院1週間前からの労作時呼吸困難が増悪し、安静時にも持続するようになったため、当院に救急搬送された。

来院時所見：意識清明、体温37.0°C、脈拍100/分・整、血圧203/136mmHg、SpO₂ 92%（室内気）、呼吸数40/分・苦悶様、心音に異常所見なし。呼吸音は両側に湿性ラ音あり。下腿浮腫なし。冷汗あり。来院時血液検査所見：心筋逸脱酵素の上昇を認めた（表1）。

来院時胸部X線写真（図1）：心胸郭比53%、肺うつ血所見を認めた。

来院時12誘導心電図（図2）：洞調律、心拍数104/分、I、aVL、V₁-V₄の異常Q波、V₁-V₄のST上昇を認めた。

来院時心臓超音波検査：前壁中隔から心尖部の壁運動低下を認め、一部に壁菲薄化を伴っていたが、輝度上昇は明らかでなかった。

以上より、ST上昇型急性心筋梗塞と診断した。発症は12時間以上前とも考えられたが、胸部症状とST上昇が遷延しており、緊急カテーテルの方針とした。初療室にて塩酸モルヒネ静注で除痛を図りつつ、アスピリン200mgとプラスグレル20mgを内服

し、ヘパリンを600単位/時間で持続静注下に血管造影室に入室とした。

緊急冠動脈造影検査（図3）：シース挿入後にヘパリン5000単位を追加静注し、冠動脈造影を行うと、左前下行枝（left anterior descending artery: LAD）近位部（#6）に90%狭窄を認めた。右冠動脈は低形成だったが、遠位部（#3）に99%狭窄を認めた。

緊急PCI（図4・5）：LAD病変に対してPCI方針とし、大動脈内バルーンパンピング（intra-aortic balloon pumping: IABP）を右大腿動脈から挿入し、

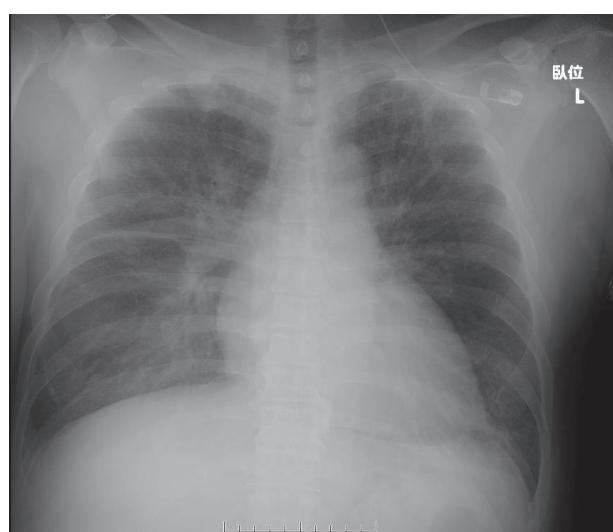


図1 来院時胸部X線写真
心胸郭比53%、著明な肺うつ血所見（butterfly shadow）を認めた。

表1 来院時血液検査と血液ガス所見

末梢血			凝固				
WBC	7000	/μL	T-Chol	225	mg/dL	D-dimer	1.69 μg/mL
HGB	14.5	g/dL	HDL-Chol	58	mg/dL	PT-INR	0.95
PLT	31.1X10 ⁴	/μL	LDL-Chol	138	mg/dL	APTT	28.2 sec
生化学			動脈血液ガス（室内気）				
TP	6.6	g/dL	BUN	14.6	mg/dL	pH	7.441
ALB	4.1	g/dL	Cre	0.82	mg/dL	pCO ₂	32.3 mmHg
AST	49	U/L	eGFR	75.92	mL/min/1.73m ²	pO ₂	56.3 mmHg
ALT	35	U/L	Na	141	mEq/L	HCO ₃	21.5 mmol/L
LDH	377	U/L	K	3.6	mEq/L	ABEc	-1.7 mmol/L
CK	392	U/L	Cl	108	mEq/L	Lac	2.20 mmol/L
TnT	0.488	ng/mL	Glu	136	mg/dL		
NTproBNP	1336	pg/mL	CRP	0.26	mg/dL		

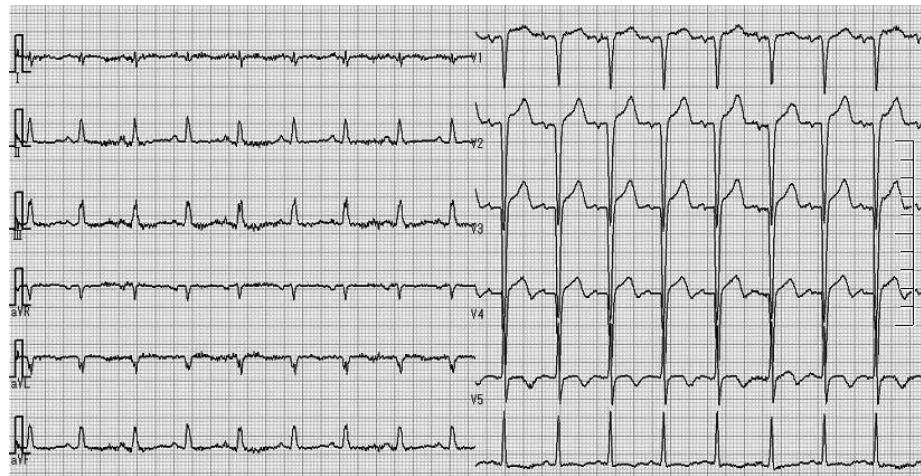


図2 来院時12誘導心電図

洞調律。心拍数104/分。I, aVL, V1-V4 の異常Q波, V1-V4 のST上昇を認めた。

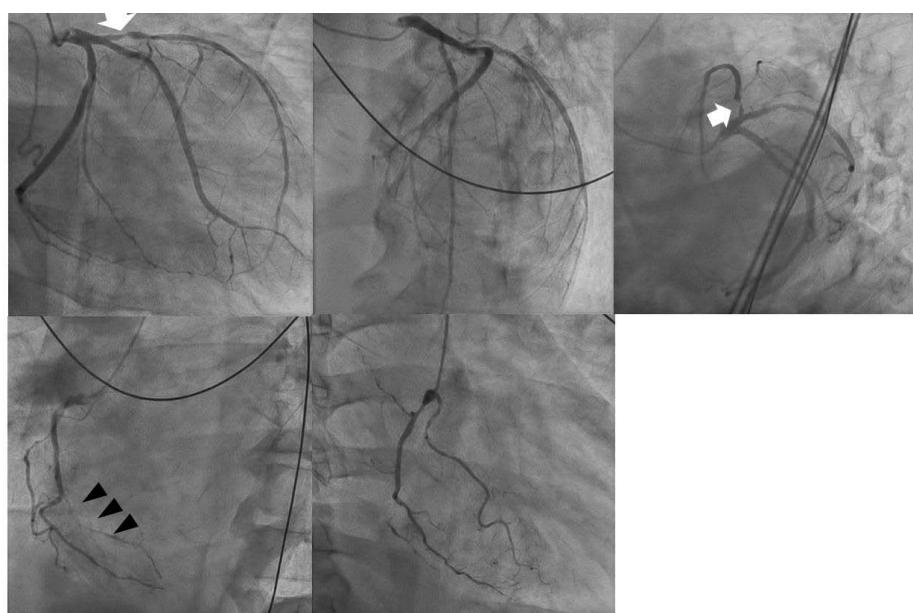


図3 緊急冠動脈造影検査

上段：左冠動脈造影（左：RAO-CAU, 中：LAO-CRA, 右：LAO-CAU）

下段：右冠動脈造影（左：LAO, 右：RAO）

左前下行枝#6 90%狭窄（白矢印）、右冠動脈（低形成）#3 99%（黒矢尻）を認めた。

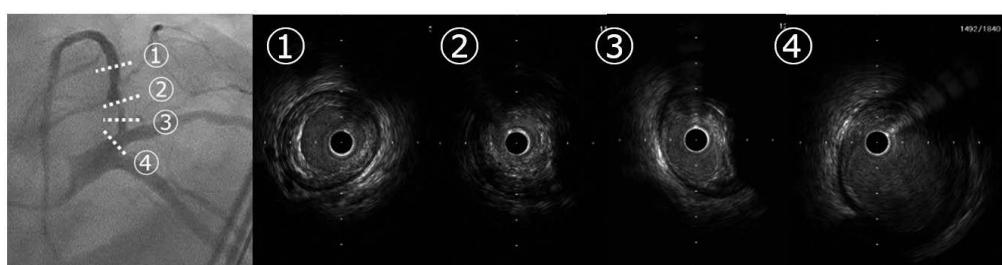


図4 血管内超音波画像

責任病変には全周性にエコー減衰を伴った低エコー像のプラークを認め、さらに病変前後に瀰漫性プラークが連続していた。

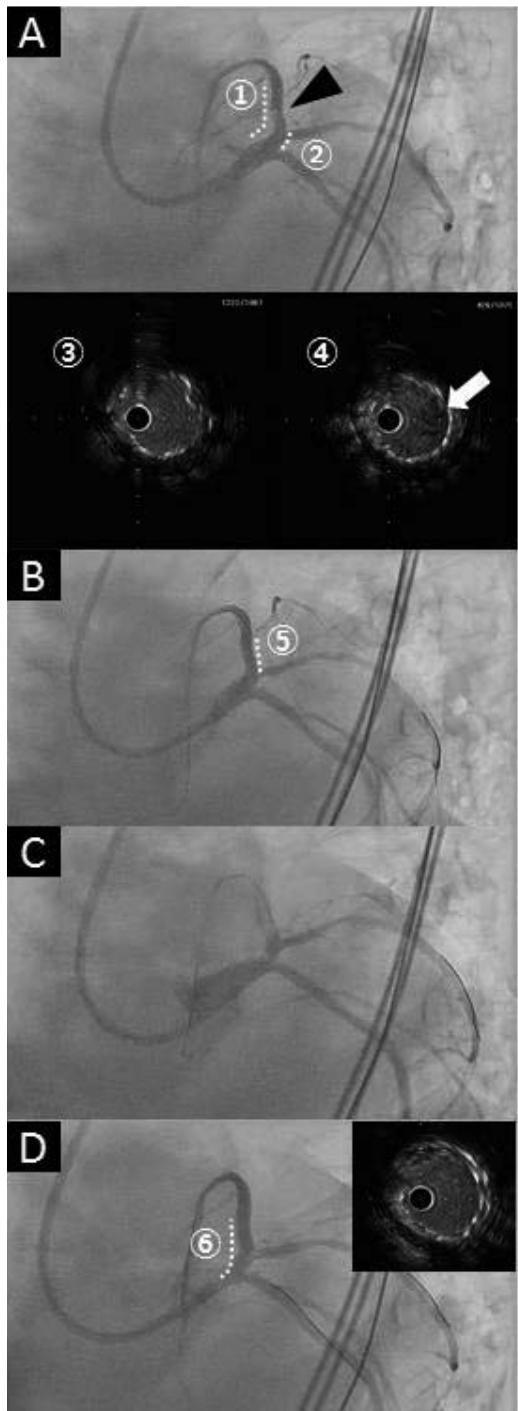


図5 経皮的冠動脈インターベンション治療経過
A. XIENCE Skypoint™ 3.5/33mm (①) を direct stenting し、4.0mm non-compliant balloon (②) で追加拡張。留置直後のIVUS (③) では血栓とプラークのprotrusionは許容範囲と判断したが、最終造影で血栓透亮像が増大しており（黒矢尻）、IVUS (④) で血栓像を確認（白矢印）。B. Perfusion balloonでの長時間拡張、血栓吸引と追加拡張を繰り返したが無効であり、XIENCE Skypoint™ 3.0/18mm (⑤) を二重に留置。C. 再び待機中に血栓閉塞し血栓が左冠動脈主幹部まで進展を呈した。D. Resolute Onyx™ 3.0/26mm (⑥) を三重に留置。

更にヘパリンを5000単位追加静注の上、LADに対するPCIに移行した。本邦のガイドラインではPCI施行時は活性化凝固時間（activated clotting time : ACT）を250秒以上に維持することが推奨されているが⁴⁾、この時点でのACTは293秒であった。LADを血管内超音波（intra vascular ultra sound : IVUS）で観察すると、責任病変は全周性に後方減衰を伴ったプラークを認め、さらに病変は前後にプラークが長く続いていた。非侵襲的陽圧換気療法下、IABP挿入中といった全身状態不安定な状態であり、短時間の手技が望ましいと考え、LAD起始部からdirect stentingを行う方針とした。XIENCE Skypoint™ 3.5/33mm（図5 A ①）をdirect stenting（11気圧50秒1回拡張）し、non-compliant balloon（Hiryu® 4.0/8 mm）（図5 A ②）でステント圧着不良のproximal edgeのみ拡張を行った。留置直後のIVUS（図5 A ③）では血栓とプラークのprotrusionは許容範囲と判断したが、最終造影で血栓透亮像が増大しており（黒矢尻）、IVUS（図5 A ④）で血栓像を確認（白矢印）、まもなくslow flowとなった。ヘパリン2000単位を追加静注し、perfusion balloon（Ryusei® 3.0/20mm）で3分間の長時間拡張を行った。この時点でのACTは329秒であった。15分間の待機で血栓が再燃し、亜閉塞となった。血栓陰圧吸引カテーテルでの血栓吸引とバルーンによる追加拡張を繰り返したが無効であり、やむなくXIENCE Skypoint™ 3.0/18mm（図5 B ⑤）を二重に留置した。再び待機中に血栓閉塞したため、血栓陰圧吸引カテーテルによる吸引の繰り返し、perfusion balloonでの長時間拡張、scoring balloonでの拡張、ヘパリンからアルガトロバンへの抗凝固薬の変更などを行ったが無効であり、逆に血栓が左冠動脈主幹部まで進展を呈した（図5 C）。この間ACTは300秒以上を維持できていた。Non-compliant balloonでこれまでのステントを充分に拡張し、Resolute Onyx™ 3.0/26mmを三重に留置した（図5 D ⑥）。30分間待機後もThrombolysis in Myocardial Infarction 血流分類grade 3を得られ、IVUS上少量の血栓ないしプラークのprotrusionがみられたが、終了可能と判断し手技を終了した。

入院後経過：入院2日目朝、アスピリン100mgとプラスグレル3.75mgを内服した。その後、制御困難な血栓の原因検索の一環として、血液検査（表2）で抗リン脂質抗体症候群やヘパリン起因性血小板減少症など血栓性素因のスクリーニングを血清学的に

検討したが、異常を認めなかった。一方で、VerifyNowTMで測定した抗血小板活性はP2Y12 reaction unit値 (PRU) 274と抑制不十分であり、入院3日目から抗血小板薬をプラスグレルからチカグレロールに変更した。入院6日目のIABP抜去前に、冠動脈造影を再検したところ(図6)、ステン



図6 入院6日目の冠動脈造影検査
ステント内に小血栓透亮像は残るもの造影遅延なく開存していた。

ト内に小さな血栓透亮像は残るもの、造影遅延はないことから、遠隔期に再評価する方針とした。また、入院12日目に再度抗血小板活性を測定するとPRUは51と著明に抑制されており(表2)、その後合併症も出現なく、入院19日目に独歩退院した。退院後もアスピリン100mg分1とチカグレロール180mg分2による抗血小板薬二剤併用療法を継続した。

考 察

本症例で特筆すべきは、PCI手技中に頻発するステント血栓を認め、精査の結果プラスグレルによる抗血小板活性の抑制が得られておらず、これまで稀とされていたプラスグレル不応が疑われた点である。

一般に、急性心筋梗塞に対するPCI手技中のステント血栓症の頻度は0.7%と報告される⁵⁾。ステント血栓症の原因として、手技的な要因のほかには、抗血小板薬への耐性(アスピリン耐性・クロピドグレル耐性・プラスグレル耐性)、ヘパリン起因性血小板減少症、金属アレルギー、悪性腫瘍、膠原病、糖尿病、慢性腎臓病などが挙げられる⁶⁾。本症例における制御困難な血栓の原因としては、手技による原因として、ステント内にprotrusionを残した影響は大きいと思われる。しかしながら、プラスグレル内

表2 入院後の追加検査所見

ARU: aspirin reaction unit, PRU: P2Y12 reaction unit, CL:カルジオリビン,
CL β 2 G protein 1:カルジオリビン β 2-Glycoprotein 1, HIT: heparin-induced
thrombocytopenia(ヘパリン起因性血小板減少症)

VerifyNow TM (入院2日目)		VerifyNow TM (入院12日目)	
Aspirin (ARU)	481	Aspirin (ARU)	485
P2Y12 (PRU)	274	P2Y12 (PRU)	51

血液検査(入院2日目)

総ホモシスティン	16.7	nmol/mL
プロテインS活性	147	%
プロテインC活性	151	%
抗CL抗体IgG	陰性	
抗CL β 2G protein1抗体	陰性	
HIT抗体	陰性	
抗核抗体	陰性	

服24時間以上経過後の抗血小板活性が抑制されておらず、チカグレロールへの変更後に抑制されたことから、抗血小板薬への耐性も疑われた。

この抗血小板活性の測定だが、本例では VerifyNowTMを使用し、PRUを測定した。このVerifyNowTMは、アデノシン二リン酸で活性化を試みた検体の血小板をフィブリノーゲンが被覆されたビーズに加えることで誘導される凝集を比濁法で測定する検査キットであり、PRUが低値であるほど抗血小板効果が強いことを示す。主要心血管イベントをエンドポイントとした際のPRUのカットオフ値は262とされ、プラスグレル20mgを投与後2～4時間後には、チトクロムP450(cytochrome P450; CYP) 2C19 extensive metabolizerで130、non-extensive metabolizerでも150程度まで抑制されるとの報告がある⁷⁾。本例では初期量としてプラスグレル20mgを内服し24時間が経過した後で、さらにその間に維持量として3.75mg内服してもなおPRU 274であったため、明らかに抑制されていないと判断した。なお、VerifyNowTMの使用は研究使用に限られており、臨床使用としては参考にとどめる。

クロピドグレルやプラスグレルは、体内でCYPによる活性化を受けた後、P2Y12受容体を阻害することにより抗血小板効果を発揮する。クロピドグレルの活性化に関わるCYP2C19のpoor metabolizerは白人で2%に認めることに比して、日本人では16%に認めると報告され、そのために日本人では耐性例が多い²⁾。一方で、プラスグレル耐性にはCYP2C19の関与が少ないため、日本人においても個人差なく効果を発揮するとされる³⁾。しかし、プラスグレルもCYP3A4やCYP2B6など他のCYPが活性化に関わっており、実際に稀ながら不応例の報告もある^{8, 9)}。その中では実際にCYPの遺伝子多型が確認された症例も報告されている。このようにプラスグレル不応の機序としては、CYPの多型性が報告される一方で、他にも、P2Y12受容体の多型性、薬剤用量不足、吸収障害、血小板のturn-overの亢進などが挙げられており、結論は一定していない。特に吸収障害に関しては、モルヒネ使用時に、消化管蠕動の抑制を介した吸収障害により、プラスグレルおよびチカグレロールの作用発現が遅延し得ることも報告されている¹⁰⁾。本例でもCYPの遺伝子多型の検査も検討したが、試薬の入手が困難であったため断念した。しかし、プラスグレル内服24時間以上経過後の抗血小板活性が抑制さ

れておらず、チカグレロールへの変更後に充分抑制されていることから、塩酸モルヒネによる吸収障害の影響のみならず、CYPやP2Y12受容体の多型性など、患者要因によるプラスグレル不応が複合した可能性が考えられる。

プラスグレル不応が疑われた際に、プラスグレルの增量またはチカグレロールの追加投与により抗血小板活性が抑制されたという報告がある⁹⁾。特にチカグレロールの作用機序はCYPによる活性化を介さないことから、超急性期の効果を期待しやすいと考えられるが、本邦の保険診療上は第二選択薬の位置づけであり、当院を含め常備されている施設が少ない。常備がない場合には、まずはプラスグレルの追加投与を考慮する。なお、チカグレロールに関しては出血リスクが高いという報告もあり¹¹⁾、注意は必要である。

結 語

急性心筋梗塞に対する緊急PCIにおいてステント血栓処理に難渋したプラスグレル不応が疑われる一例を経験した。このような際には、PCI中にプラスグレルの增量やチカグレロールの追加投与を検討すべきであると考えられた。

最後に

本論文の要旨は第60回日本心血管インターベンション治療学会関東甲信越地方会で発表した。また、本論文に関して開示すべき利益相反状態は存在しない。

文 献

- Ozaki Y, Hara H, Onuma Y, et al: CVIT expert consensus document on primary percutaneous coronary intervention (PCI) for acute myocardial infarction (AMI) update 2022. Cardiovasc Interv Ther 37: 1-34, 2022
- Kurose K, Sugiyama E, Saito Y: Population differences in major functional polymorphisms of pharmacokinetics/pharmacodynamics-related genes in Eastern Asians and Europeans: implications in the clinical trials for novel drug development. Drug Metab Pharmacokinet 27: 9-54, 2012
- Ogawa H, Hokimoto S, Kaikita K, et al: Current status and prospects of antiplatelet therapy in percutaneous coronary intervention in Japan:

- focus on adenosine diphosphate receptor inhibitors. *J Cardiol* 58 : 6-17, 2011
- 4) 日本循環器学会, 日本冠疾患学会, 日本胸部外科学会, 他：“急性冠症候群ガイドライン（2018年改訂版）”, 日本循環器学会. https://www.j-circ.or.jp/cms/wp-content/uploads/2018/11/JCS2018_kimura.pdf, (参照 2022-10-01)
- 5) Brener SJ, Cristea E, Kirtane AJ, et al: Intra-procedural stent thrombosis: a new risk factor for adverse outcomes in patients undergoing percutaneous coronary intervention for acute coronary syndromes. *JACC Cardiovasc Interv* 6 : 36-43, 2013
- 6) Holmes DR Jr, Kereiakes DJ, Serruys PW, et al: Stent thrombosis. *J Am Coll Cardiol* 56 : 1357-1365, 2010
- 7) Nakamura M, Isshiki T, Kimura T, et al: Optimal cutoff value of P2Y12 reaction units to prevent major adverse cardiovascular events in the acute periprocedural period: post-hoc analysis of the randomized PRASFIT-ACS study. *Int J Cardiol* 182 : 541-548, 2015
- 8) Fiore M, Horovitz A, Pons AC, et al: First report of a subacute stent thrombosis in a prasugrel resistant patient successfully managed with ticagrelor. *Platelets* 25 : 636-638, 2014
- 9) Alexopoulos D: Prasugrel resistance: fact or fiction. *Platelets* 23 : 83-90, 2012
- 10) Parodi G, Bellandi B, Xanthopoulou I, et al: Morphine is associated with a delayed activity of oral antiplatelet agents in patients with ST-elevation acute myocardial infarction undergoing primary percutaneous coronary intervention. *Circ Cardiovasc Interv* 8 : e001593. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.114.001593., 2014
- 11) Wallentin L, Becker RC, Budaj A, et al: Ticagrelor versus clopidogrel in patients with acute coronary syndromes. *N Engl J Med* 361 : 1045-1057, 2009

Prasugrel resistance and difficulty in treating stent thrombosis in a patient undergoing emergency percutaneous coronary intervention for acute myocardial infarction: a case report

Toshiyuki Tanaka, Keisuke Senda, Naoki Nagahara, Wataru Inoue,
Yasutaka Oguchi, Katsuyuki Aizawa, Chihiro Suzuki, Satoshi Yasukochi

A 56-year-old man was admitted to the emergency department of our hospital because of dyspnea on exertion for 1 week, dyspnea at rest, and chest agony for 2 hours. He was diagnosed with ST-segment elevation-type acute myocardial infarction and treated in the initial care room with 200 mg aspirin and 20 mg prasugrel. We inserted an intra-aortic balloon pump and performed revascularization by directly stenting with XIENCE Skypoint™ 3.5/33 mm, followed by postdilatation with Hiryu® 4.0/8 mm at the proximal edge. However, we observed stent thrombosis on final angiography. Despite repeated aspiration of the thrombus and dilatation with a perfusion balloon, the thrombus recurred, and there was no flow; therefore, we placed the XIENCE Skypoint™ 3.0/18 mm stent over the thrombus. The thrombus continued to recur, and we suspected heparin-induced thrombocytopenia. Therefore, we changed from heparin to argatroban; however, this change was ineffective. Because the thrombus was difficult to control despite repeated treatment, we placed a Resolute Onyx™ 3.0/26 mm stent as a triple stent, and it resulted in Thrombolysis in Myocardial Infarction grade 3 flow. The next morning, 100 mg aspirin and 3.75 mg prasugrel were administered orally, and antiplatelet activity was examined the same day in the afternoon with VerifyNow™. The P 2 Y12 reaction unit was 274, indicating that platelet aggregation was not suppressed. Therefore, the lack of sufficient antiplatelet activity during the percutaneous coronary intervention procedure was considered a contributing factor to stent thrombosis. After switching from prasugrel to ticagrelor, the P 2 Y12 reaction unit was 51 at 1-week follow-up. When thrombus management is difficult in emergency percutaneous coronary intervention for acute coronary syndrome, prasugrel resistance and prasugrel augmentation or additional ticagrelor should be considered.

Key words : stent thrombosis, platelet aggregation, prasugrel resistance, ticagrelor, emergency percutaneous coronary intervention

症例報告

外来看護師による手術を受ける認知症高齢者と家族への継続支援

高橋香代子¹⁾, 江原えみ子²⁾

抄録

手術適応となった認知症高齢者と家族に対する外来看護師による意思決定支援、および外来看護師による個別性に配慮した看護計画の立案と入院中の評価を経た症例から、外来と病棟、ケアマネジャーなど地域の支援者との協働と連携の重要性を再認識したため報告する。

外来看護師は認知症の親の手術に葛藤を抱く家族に対し、手術を受ける本人が状況を理解して意思決定しやすい環境を整え、本人の価値基準や思いを推測し、本人の日常生活をよく知るケアマネジャーと協働して意思決定できるよう支援した。また、本人の生活パターンや好みをアセスメントして看護計画を立案し、入院中も病棟看護師と共に状況を把握し評価した。その結果、術後の順調な回復と生活機能の維持につながり、退院後も入院前同様の生活を再開することができた。認知症高齢者の治療に関する意思決定や地域での生活を継続するための支援について、外来と病棟、ケアマネジャーなどの地域の支援者との協働と連携の重要性が示唆された。

Key words :意思決定支援、認知症、外来看護、家族看護、継続看護

はじめに

平成30年（2018年）より入院時加算が新設されたこともあり、入院が予定された患者に対し、外来からの支援が推進されるようになってきた。しかし、現実には外来のカルテ上で、予め決められた項目にチェックし、関連した標準看護計画を選択するという画一的なものになりがちである。外来看護師が立案した看護計画が入院中に実践されているのか、その看護計画は適切だったのかを、立案した外来看護師が評価する機会は乏しいと言わざるを得ない。内閣府令和3年版高齢者白書¹⁾によると、令和元年（2019年）の全世帯に占める65歳以上の者がいる世帯の割合は49.4%であり、うち、単独世帯は28.8%，夫婦のみ世帯は32.3%と6割に及んでいる。超高齢化社会では外来患者の多くが高齢者であり、

複数の疾患や障害を抱え、家族構成や介護状況などの生活環境も複雑で多様化している。そのような中で、外来受診する認知症高齢者が、手術を受けるか否かについて判断しなければならない場面がある。外来看護師は、本人の病状やリスクの理解、意思決定、家族の不安に対する支援が求められる。特にCOVID-19感染拡大による行動制限や面会制限下で、認知症高齢者が入院手術することに対する家族の不安は強まる傾向にある。個別性が高く、せん妄発症リスクの高い認知症高齢者の入院は、画一的な看護記録だけでは不十分なこともある。今回、手術適応となった認知症高齢者と家族に対する外来看護師による意思決定支援、および外来看護師による個別性に配慮した看護計画の立案と入院中の評価を経て、外来と病棟、ケアマネジャーなど地域の支援者との協働と連携の重要性を再認識したため報告する。

1) 社会医療法人財団慈泉会 相澤病院 看護部

2) 同 医療サービスセンター看護科

対 象

A氏は70歳台の女性で、経過観察中であった47mmの腹部大動脈瘤について循環器科医師より手術を提案された。要介護1で認知症高齢者の日常生活自立度Ⅱ、通所介護や訪問介護、在宅医の訪問診療を受けていた。認知症で要介護2の80歳台の夫と2人暮らしであり、A氏が夫を介護していた。子は遠方住の娘1人でCOVID-19感染拡大による行動制限のため、A氏夫婦宅を訪れて直接援助することはできなかった。A氏と夫が利用する介護サービス事業者は、遠方住者と接触があった利用者のサービス利用を原則中止としていた。認知症高齢者のみ世帯であるA氏と夫にとって、介護サービスの利用ができない生活は成り立たない。手術を提案された病院においても、遠方住者の受診付き添いや面会を原則中止としていた。記憶障害や時間と場所の見当識障害など認知機能低下がみられるA氏は単独での外来受診が困難なため、日常生活を最もよく知るケアマネジャーが付き添っていた。

本発表は主旨と匿名性確保について対象者に口頭で説明し同意を得た。なお、慈泉会臨床研究倫理審査委員会の承認（承認番号：2022-086）を得て実施した。

方 法

経過I 意思決定支援

X日 外来 A氏とケアマネジャーは循環器科医師よりA氏が腹部大動脈瘤の手術適応の状態であることを告げられた。手術に関する詳細説明は次回の外来で行われることになった。A氏が病状やリスクを理解し、手術を受けるか否か自分で判断することは困難だと考えたケアマネジャーは、娘へ状況を報告した。循環器科外来看護師は、キーパーソンとなる娘がCOVID-19感染拡大による行動制限で付き添い困難な状況で、認知症のA氏の手術説明や意思決定が予定されることに懸念を抱いた。そこで、老人看護専門看護師であるもの忘れ外来看護師に電話で相談し、協働してA氏を支援することとなつた。もの忘れ外来看護師は電話を受けてすぐに、挨拶と状況把握のためA氏とケアマネジャーのもとへ行った。挨拶も終わらぬうちに、自宅に1人でいるA氏の夫からA氏へ電話が入り、居場所の確認や早い帰宅を求めていた。A氏が落ち着かなくなつたため、顔合わせのみで別れた。数時間後、ケアマ

ネジャーからもの忘れ外来看護師に電話があり、A氏に関する情報提供があった。

X+15日 電話 娘から外来へ電話があった。A氏の在宅医に電話で状況を伝えたところ、手術は勧めないと言わされたため、術前検査や手術は中止して欲しいとのことだった。在宅医から、A氏が入院手術をすれば認知症が進み、夫婦での在宅生活継続は難しくなると言われたことが理由だった。循環器科外来看護師は、もの忘れ外来看護師と共に支援するので、循環器科医師の説明を直接聞いてから一緒に考えていく方法を娘に提案し、了承が得られた。循環器科外来看護師はすぐに上司に相談し、遠方住の娘の来院について許可を得た。娘の来院が決まったことで、A氏夫婦と娘が接触することになるが、ケアマネジャーは介護サービスを継続して利用できるよう事業者に交渉し、承諾が得られた。

X+28日 外来 A氏、娘、ケアマネジャーが手術説明を受けるために来院した。もの忘れ外来看護師は、母親が手術を受けるかもしれないという状況に立たされた娘の思いを直接聴取して不安軽減を図るために、診察室入室前に面談した。娘の思いは、①動脈瘤破裂を避けたいので手術を受けさせたいこと、②A氏の身体や人生に関わることなのでA氏自身の思いを尊重したいこと、③入院手術となつてもA氏夫婦の現状の在宅生活を継続させたいこと、④入院手術となつても手術を勧めないと言った在宅医との関係を維持したいこと、⑤A氏入院中も父親（A氏の夫）の生活を成り立たせたいこと、の5つだった。これを受けてもの忘れ外来看護師は2つの目標を設定した。

目標1 A氏が手術について意思決定できる。

目標2 A氏が手術をすると意思決定した場合、入院手術後もA氏夫婦が現状の生活を継続できる。

もの忘れ外来看護師は手術説明が開始される前、先に診察室へ入り循環器科医師へA氏の生活背景や娘の思いを伝えた。

循環器科医師からの説明は、A氏、娘、ケアマネジャー、循環器科外来看護師、もの忘れ外来看護師の5人で受けた。腹部大動脈瘤の大きさ、これまでの経過、今後の破裂リスク、破裂した場合の成り行き、治療方法、手術方法と手術に関わるリスク等について、エビデンスとなる数値データを用いた丁寧な説明がなされた。

5人は手術をするか否かの返事は保留として診察

室を出た後、そのまま別室に移った。A氏は集中力が途絶えたように疲れた表情を見せ、落ち着かない様子だった。循環器科外来看護師は気分転換のためA氏を室外へ誘った。その間、もの忘れ外来看護師は娘の理解と受けとめを確認し、A氏のような高齢で認知機能低下がみられる患者の入院手術から退院までの一般的な流れについて情報提供した。A氏の場合、入院期間が短いこともあり認知症の急激な進行は考えにくいが、せん妄という一時的な混乱のリスクは高いこと、しかし、同様の患者が多いこともあり、院内ではせん妄の回避・軽減の対策が積極的に講じられていること、生活機能を低下させないため術後早期からリハビリテーションが開始されることを伝えると、娘は理解して納得した。A氏入院中の夫の世話については、ケアマネジャーが責任をもってサービスを調整すること、在宅医へはA氏の生活機能が維持されていれば、継続して診てもらえるだろうということを共に確認した。A氏に手術を受けさせたいという娘の思いは変わらなかったが、最終的にはA氏が決めることであり、A氏にわかるように説明し判断してもらうことになった。

気分転換をしてきたA氏が笑顔になって戻り娘のそばに座った。労いの会話の後、娘が「お母さんのお腹に瘤があって、放っておくと破裂して死んじうこともあるらしいの。先生は手術して取った方がいいって言ってたけど、お母さんはどうしたい？」と聞いた。A氏は「え？ そうなの？ それなら手術するよ。ちゃんと治さないとね。ありがとう。」と言った。数分後に再びA氏の身体の話題になると、A氏は「私、どこも悪くないよ、元気だよ。」と答えるため、娘が改めて説明した。するとA氏は「え？ そうなの？ それなら手術するよ。ちゃんと治さないとね。」と答えた。このやり取りは娘とA氏の間で数回繰り返された。A氏自身の思いを大切にしたいと話していた娘に、焦りとも諦めともつかない表情がうかがえた。説明を受けたA氏の返答は毎回変わることがなかった。

もの忘れ外来看護師は、A氏には短期記憶障害はあるが、憶えている間は説明を理解して自ら考え判断したことを伝えているのではないかと考えた。だからこそ、何度もたずねても同じ回答になるのではないかと推測した。「ちゃんと治さないとね。」と言うのは手術で治せるものは治すべきというA氏の価値基準をもとに判断しているからではないか。だとすれば「手術するよ。」という返答は本人の意思と

とらえても良いのではないかと考えた。娘やケアマネジャー、循環器科外来看護師にその考え方を伝えると、皆の受けとめも一致していた。その場に居合わせた全員で手術を受けることを決めた。

循環器科外来看護師は循環器科医師に、A氏が手術を受けると決めたことを伝えた。娘が自分の勤務スケジュールを確認して来院可能日を挙げると、それに合わせて検査入院日と手術入院日が設定された。

経過Ⅱ 看護計画立案

X+50日 検査入院 循環器科外来看護師とともに忘れ外来看護師は、循環器科病棟に1泊2日の検査入院となったA氏を訪問した。ところが、いるはずの病室にA氏はいなかった。病棟看護師と一緒に探したところ、A氏が他科の看護師と歩いて来るのを発見した。外来フロアの売店前で迷っていたA氏に入院病棟をたずねたところ、存在しない階を答えたため病棟を調べて付き添ってくれていた。A氏が「おやつ（菓子パン）買ってきましたの。飲物はまだ買ってないのよ。」と言ったため、病棟デイルームの自動販売機へ案内した。A氏は350mlのペットボトル入りのお茶を買うと、その場で会話しながらも全部飲み切った。500ml入りを選ばなかった理由や、あとで喉が渴いた時に備え残しておかなくてもいいのかとたずねると、「一度に全部飲み切りたいから大きいの（500ml）は買わないの。飲みかけのお茶をあとで飲むのは嫌なのよ。」と答えた。おやつが菓子パンであることについては、「毎日10時と3時にお茶と何かつまむものをお父さんと食べるの。おやつはお菓子よりもお腹に溜まるパンがいいね。」と答えた。A氏の日常生活の様子をたずねると、何をするのも夫と一緒にすることがわかった。

もの忘れ外来看護師はA氏のこれらの言動から、記憶障害や場所の見当識障害があり自分のおかれた状況を認識し続けることができず、病室や病棟を離れると自力で戻れない可能性があること、10時と3時にはおやつの準備のための歩き出しが予測されること、ベッドサイドに口をつけた飲食物がある時には、処分のための歩き出しが予測されること、年齢や認知症の既往、入院や手術に加えて、夫への気がかりもせん妄の誘発因子となることをアセスメントした。離棟リスク、せん妄リスク、それに伴う転倒リスクに対し、行動パターンを意識した関わりをすることで、回避または軽減できるのではないかと考えた。これらをもとにした具体的な看護計画を立案

し、病棟看護師と共有してカルテに記載した。

計画1 10時と3時、飲み切っていない飲物がある時には、安全確認と声かけをする。

計画2 夫の気がかりについては、「娘とケアマネジャーがついているから大丈夫」とA氏が安心できる声かけをする。

計画3 短期記憶障害や見当識障害を補うために文字情報を活用する。

さらに、A氏が認知症の夫の主介護者でもあり、退院後もこれまで通りの在宅生活を継続するために、できることを奪わず見守りや声かけをして生活機能を維持することの重要性についても情報提供した。

経過Ⅲ ケアプラン進捗状況の確認と評価

X+84日～ 手術入院 手術前日に入院したA氏はその夜に軽度の夜間せん妄が見られたものの、翌日は予定通り手術を受けることができた。循環器科外来看護師とともに忘れ外来看護師は、手術を終えて集中ケア病棟に入ったA氏を訪問した。麻酔から完全には覚醒していないかったが、問い合わせには答えられる状態だった。集中ケア病棟看護師からA氏の手術が予定通り終わり経過も順調であることを聞いた後、看護計画の進捗状況をたずねた。A氏の目につく場所にカレンダーが掲示され、今日の日付部分には目立つよう丸くくり抜かれた色付きの紙が貼られていた。カレンダーの下には「ここは病院です。お腹の血管のこぶを治す手術をしました。」と大きく書かれた紙が掲示されていた。循環器科外来看護師とともに忘れ外来看護師は、A氏の記憶障害や見当識障害を補うために文字情報を活用し、せん妄対策がとられていることを確認し、集中ケア病棟看護師に感謝と労いの言葉を述べた。

手術の翌日、A氏は循環器科病棟へ移り看護計画も引き継がれた。循環器科外来看護師とともに忘れ外来看護師は、その後もカルテでA氏の経過を追った。身体的にも精神的にも大きな問題はなくリハビリテーションも順調に進んでいた。看護計画が継続して実践され、日常生活動作や生活機能が維持されていることを確認し、看護計画の見直しは不要と判断した。面会禁止のため、病棟から娘へ電話でA氏の状態が伝えられていた。

結果

X+90日 退院 A氏は手術をしたことは憶えていなかったが、自分でできることは自分で行い大き

な混乱なく過ごしていた。術後の経過も順調でリハビリテーションにも意欲的に取り組んでいた。その結果、予定より早い退院許可が出た。循環器科外来看護師とともに忘れ外来看護師は、退院に付き添う娘に会うため病棟を訪問したが、娘は、家に1人でいる父親（A氏の夫）の不安が強く落ち着かないからと急いで帰った後だった。その日の午後、娘から「母の退院を誰よりも喜んでいるのは父です。今、父と母は再会を喜び合っているところです。」と弾んだ声で電話があった。入院中、A氏は何度か娘に電話をかけていた。その時の様子について「話し方はすごくしっかりしているのに、話しの内容は変なのでびっくりしました。せん妄って頭ではわかっていましたが、実際はあんな感じですね。事前に教えてもらっていたので良かったです。」と言った。循環器科医師から在宅医へは、術後の経過等についての情報提供がなされていた。

X+104日 外来 A氏は娘と共に、術後の経過観察のために外来を受診した。循環器科外来看護師が声をかけると「私、元気、元気よ。」と笑顔で言っていた。娘からは「以前と変わらない生活ができます。手術して本当に良かったです。」という言葉が聞かれた。利用している介護サービスや在宅医の訪問診療も、入院前同様に利用できているとのことだった。

考察

手術適応となったA氏は認知症と共に生きる方であり、認知症の夫の主介護者でもあった。娘は遠方住でCOVID-19感染拡大による行動制限により、A氏夫婦の日常生活の状況把握や直接的な援助が困難だった。循環器科外来看護師とともに忘れ外来看護師は、外来でA氏の手術についての意思決定を支援し、A氏が退院後も元の生活を続けられるように、入院中も継続して病棟看護師を支援した。

A氏の手術に際し、娘には2つの葛藤があった。1つ目の葛藤はA氏に手術を受けて良くなって欲しい思いと、手術によってA氏夫婦のこれまでの生活ができなくなることや、在宅医との関係が悪化することを避けたい思いの対立だった。これについては、循環器科医師からの丁寧な病状や治療方針の説明と、もの忘れ外来看護師からの認知症とせん妄の違いや入院中のせん妄対策、リハビリテーションに関する説明により、不安の緩和が図られた。

2つ目の葛藤は、手術を受けるA氏本人の意向

を尊重したい思いと、認知症のA氏が自らの病状を認識して意思決定できるのかという思いの対立だった。これについては、循環器科外来看護師との忘れ外来看護師が、それぞれに役割を果たすことで解決が図られた。循環器科外来看護師は、感染拡大による行動制限の中、意思決定の場に娘が同席できるよう事前に調整し、循環器科医師からの説明当日には、A氏が落ち着いて意思決定できるよう別室を確保していた。また、循環器科医師の説明を受けた直後のA氏の様子から疲労を察し、気分転換を図る働きかけをして、意思決定に集中できる心身状態を整えた。もの忘れ外来看護師は、A氏が最も信頼する娘から、手術に関する説明と質問を直接受けて答えられるよう場を設定した。A氏の回答に対して娘1人に判断を委ねるのではなく、A氏の日常生活を最もよく知るケアマネジャーと共に意思決定できるようファシリテートした。

離れて暮らす認知症の親の手術に関する意思決定は、家族にとって極めて不安で負担の大きい出来事といえる。キーパーソンとされた家族は決断に悩み、決断した後もこれでよかったのかと後悔することも多い²⁾。成本は、意思決定支援の取り組みの達成度は、結果ではなくどのようなプロセスを経て決定したかを重視して評価すべきである²⁾と述べている。今回の意思決定支援のプロセスを振り返ると、娘が意思決定の場で直接A氏に意向を確認するための人的な環境調整、A氏が落ち着いて意思決定できるための場の確保という物的な環境調整、A氏のもつ記憶力や判断力が活かされ万全の状態で意思決定に臨むための心身のコンディションの調整、認知機能低下が見られるA氏の価値基準や意向を推測し、同席者と共に意思決定するための調整、というプロセスを踏んでいたと考えられる。

2018年に厚生労働省が発表した「認知症の人の日常生活・社会生活における意思決定支援ガイドライン」³⁾では、意思決定支援のプロセスとして、「意思決定支援の人的・物的環境の整備」と「適切な意思決定プロセスの確保」を挙げている。医師からの説明を受けた直後のA氏の疲労を察した循環器科外来看護師が、一旦A氏の気分転換を図ってから意思決定の場に誘導したことは、急がせずに疲れている時を避け³⁾、理解力、判断力を最もよい状態⁴⁾にするために、意思決定しやすいタイミングと心身状態つくりにつながったといえる。病院内での意思決定支援であったが医療者が前面に出るのではなく、

日常的にA氏宅を訪問し通院にも付き添っている馴染みのケアマネジャーが同席する場において、娘からA氏へ直接説明して意向を確認できるようにしたことは、意思決定支援者との信頼関係と立ち会う人との関係性が配慮され、本人が安心して自らの意思を表明しやすい³⁾状況であったといえる。A氏の反応をもとにA氏の価値基準や判断を推測できる手掛りを提供し、A氏と夫の日常生活を最もよく知るケアマネジャーと共に意思決定できるように支援したことは、娘の心理的負担の軽減につながったと考える。娘は短期記憶障害の見られるA氏に同じ説明と質問を繰り返していた。認知症の人は説明された内容を忘れてしまうこともあり、その都度、丁寧に説明することが必要である⁴⁾。また、娘のA氏へのたずね方は、「手術する？しない？」の二者択一ではなく、「お母さんはどうしたい？」であった。A氏の認知症の診断名は不明だったが、もの忘れ外来看護師は臨床症状からアルツハイマー型認知症と推測していた。アルツハイマー型認知症の患者では、よく理解していくなくても相手に調子を合わせて返答する、いわゆる同調性、迎合性がみられることが多く注意が必要である⁹⁾。本人が何を望むかを開かれた質問で聞くことが重要である³⁾。

近年、これまで入院時に行われていた手術などの説明が外来で実施されることが多くなり、患者・家族の意思決定支援を行うことが、外来看護師の大きな役割の一つとなっている⁵⁾。意思決定支援は決定して終わりではない。決定したことが円滑に進み、決定した当事者がその決定で良かったと思えるように、直接的、間接的に継続した支援が必要だと考える。循環器科外来看護師ともの忘れ外来看護師は、検査入院中のA氏に関わり、そこから得たことをもとに、A氏の生活パターンや好み、こだわりに配慮した看護計画を立案して病棟看護師と共有した。術後は病棟に出向き、病棟看護師と共に看護計画の進捗状況を確認、評価した。今回の循環器科外来看護師ともの忘れ外来看護師によるA氏の支援に対する最終評価は、退院2週間後の外来でのA氏の笑顔と、娘の「以前と変わらない生活ができるています。手術して本当に良かったです。」という言葉であったと考える。外来看護師が外来を離れて病棟の患者や看護師のもとへ行くのは容易なことではない。しかし、A氏のように外来で意思決定に特別な調整や支援を要した患者については、生活背景や意思決定時の状況に詳しい外来看護師が、入院中も直

接的・間接的に継続して関わりをもち、状況を把握し評価することが大切だと考える。入院患者は退院すれば再び外来患者となり得る。入院期間は限られているため、患者にとっては病棟看護師よりも外来看護師との関わりの方が永く深いともいえる。全ての外来患者に対してA氏同様の介入をすることは非現実的であり、実際には介入を要しない外来患者が多数派かもしれない。しかし、認知症高齢者のみ世帯や認知症独居高齢者など、日常生活や治療方針の意思決定に支援を要する高齢者について、外来と病棟、ケアマネジャーなどの地域の支援者が協働、連携し、継続して支援することは非常に意義があると考える。

結 語

外来看護師は認知症高齢者の手術に関する意思決定を支援し、個別性に配慮した看護計画を立案し、入院中も病棟看護師と共に状況把握や評価を継続した。その結果、術後の順調な回復と日常生活動作や生活機能の維持につながり、退院後も入院前同様の生活を再開することができた。認知症高齢者の治療に関する意思決定や、地域での生活を継続するための支援について、外来と病棟、ケアマネジャーなどの支援について、外来と病棟、ケアマネジャーなど

の地域の支援者による協働と連携の重要性が示唆された。

本論文の要旨は、第41回長野県看護研究学会で発表した。また、本論文に関して、開示すべき利益相反状態は存在しない。

文 献

- 1) 内閣府：令和3年版高齢者白書. https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2021/zenbun/03pdf_index.html, (参照 2023-02-26)
- 2) 成本迅：総論 認知症者の意思決定支援 そのプロセスと看護職の役割. 看護技術 65 : 1206-1212, 2019
- 3) 厚生労働省：認知症の人の日常生活・社会生活における意思決定支援ガイドライン. <https://www.city.tsuyama.lg.jp/common/photo/free/files/10931/gaidorain.pdf>, (参照 2023-02-26)
- 4) 成本迅：認知症高齢者の医療選択に関する意思決定支援とそれを支える看護師の役割. 老年看 25 : 12-16, 2020
- 5) 柚原尚子, 中野弓子, 椿原久美子, 他：外来におけるがん告知・意思決定に関するジレンマと共有のポイント. 継続看時代の外来看 26 : 17-26, 2021

症例報告

脳卒中後片麻痺患者1例に対するHONDA歩行アシスト[®]の装着効果 ～Gait Judge Systemを用いた足関節運動への影響～

石川裕貴，西村直樹，酒井雄介

抄録

【はじめに】脳卒中後片麻痺患者に対してHONDA歩行アシスト[®]（以下、HWA）を装着し、足関節運動に与える影響をGait Judge System（以下、GJS）を用いて検証した。【対象と方法】病前全自立の40歳台男性。対象はX年に左被殻出血を発症。回復期リハビリテーション病棟に入棟後99日目に杖なしGait Solution機能付き金属支柱短下肢装具（GSAFO）歩行が自立。入棟後101日目にHWAを開始し、入棟後114日の自宅退院日まで使用。HWAは1日60分、歩行距離は約3,000mで13日間使用。追従モード、アシストトルクは麻痺側屈曲3.0／伸展2.0、非麻痺側屈曲1.5／伸展2.0とし、左右対称性の高い設定で実施。評価項目は股関節可動角、可動角対称度、10m歩行（速度、歩幅、歩行率）、GJSを使用し麻痺側足関節の底背屈角度、筋電図（前脛骨筋、腓腹筋）、底屈モーメント（1st peak・2nd peak）とした。【結果】股関節可動角は麻痺側屈曲角が $18^\circ \rightarrow 28^\circ$ 、伸展角が $20^\circ \rightarrow 19^\circ$ 、非麻痺側屈曲角が $28^\circ \rightarrow 37^\circ$ 、伸展角が $21^\circ \rightarrow 21^\circ$ 、可動角対称度は $0.79 \rightarrow 0.83$ 、10m快適速度は $10.4\text{秒} \rightarrow 7.7\text{秒}$ 、最大速度は $8.8\text{秒} \rightarrow 7.5\text{秒}$ 、歩幅は $62\text{cm} \rightarrow 72\text{cm}$ 、歩行率は $1.5 \rightarrow 1.8$ と改善を認めた。また、麻痺側足関節の底屈角度は $-0.5^\circ \rightarrow 2.2^\circ$ 、背屈角度は $14.7^\circ \rightarrow 15.0^\circ$ 、1st peakは $10.3\text{Nm} \rightarrow 14.8\text{Nm}$ 、2nd peakは $6.8\text{Nm} \rightarrow 8.5\text{Nm}$ 、前脛骨筋・腓腹筋の筋収縮のタイミングが改善する等の足関節への波及効果を認めた。【結論】適切な歩行練習を反復することにより運動学習が促され、歩行パフォーマンス改善に寄与したと推察された。

Key words : 脳卒中後片麻痺、HONDA歩行アシスト[®]、Gait Judge System、足関節への波及効果

はじめに

脳卒中片麻痺患者におけるリハビリテーションの重要な目標の一つに歩行機能の再建が挙げられる。近年、脳卒中後片麻痺患者の歩行再建を目的とした様々な新たな介入方法が報告されており、なかでもロボット技術を利用したロボットリハは期待されている技術の一つである¹⁾。脳卒中治療ガイドライン2021において、「歩行ができない発症後3ヶ月以内の脳卒中患者に対して、歩行補助ロボットを用いた歩行訓練を行うことは妥当である」²⁾とされ、歩行再建に向けたロボット技術の有効性が示されている。

HONDA歩行アシスト[®]（以下、HWA）は、股関節角度センサーにより得られた情報に応じて股関節の屈曲運動・伸展運動をアシストする歩行支援ロボットであり、対象者の歩行対称性、速度、歩幅、歩行率などの歩行パフォーマンスをリアルタイムに計測できる特徴を持つ（図1）。

大畠は、HWAは股関節のみへの補助であるにもかかわらず、歩行全体に影響を与えており³⁾と他関節への波及効果を支持している。

そこで、脳卒中後片麻痺患者に対し、HWAを一定期間装着し、足関節運動に与える影響をGait Judge System（以下、GJS）を用いて検証したので



図1 HONDA歩行アシスト[®] (HWA)

HWAは股関節の屈曲運動・伸展運動をアシストする歩行支援ロボットである。

報告する。

対象と方法

40歳台男性。X年に左被殻出血を発症。入院6日目に回復期リハビリテーション病棟へ入棟。上田式12段階片麻痺機能評価（以下、12grade）は下肢6、感覚は重度鈍麻、関節可動域は足関節背屈5°、筋緊張は下腿三頭筋でModified Ashworth Scale（以下、MAS）2、歩行は長下肢装具を使用し杖なし後方重介助歩行であった。入棟99日目に杖なしGait Solution機能付き金属支柱短下肢装具（GSAFO）にて病棟歩行自立を獲得。病棟歩行自立時の身体機能は、12gradeが下肢8、感覚は軽度鈍麻、関節可動域は足関節背屈5°、筋緊張は下腿三頭筋でMAS 2であった。入棟101日目にHWAを開始し、入棟114日目の自宅退院日まで使用を継続した。

HWAは1日60分、歩行距離は約3,000mで13日間使用。追従モード、アシストトルクは麻痺側屈曲3.0／伸展2.0、非麻痺側屈曲1.5／伸展2.0と左右対称性の高い設定とした。

HWAの使用効果を装着前後で比較した結果、股

関節可動角は麻痺側屈曲角が18°→28°、伸展角が20°→19°、非麻痺側屈曲角が28°→37°、伸展角が21°→21°（図2）となり、可動角対称度は0.79→0.83、10m快適速度は10.4秒→7.7秒、最大速度は8.8秒→7.5秒、歩幅は62cm→72cm、歩行率は1.5→1.8と改善を認めた（図3）。また、GJSを用いて、麻痺側足関節の底背屈角度、筋電図（前脛骨筋、腓腹筋）、底屈モーメント（1st peak・2nd peak）を比較すると、底屈角度は-0.5°→2.2°、背屈角度は14.7°→15.0°、1st peakは10.3Nm→14.8Nm、2nd peakは6.8Nm→8.5Nmへ改善した。歩行時の筋活動のタイミングは、HWA実施前は全周期で下腿三頭筋の持続的な筋収縮を認め、遊脚終期で前脛骨筋の筋収縮を認めていたが、HWAの反復使用後は、遊脚期中の下腿三頭筋の筋収縮は減少し、前脛骨筋は踵接地のタイミングで筋収縮を認めた（図4）。

考 察

脳卒中後片麻痺患者の歩行は、非効率的な歩行形態⁴⁾となり、歩行速度が遅く、歩行周期が長く、かつ歩幅が短いことが特徴⁵⁾である。歩行速度につい

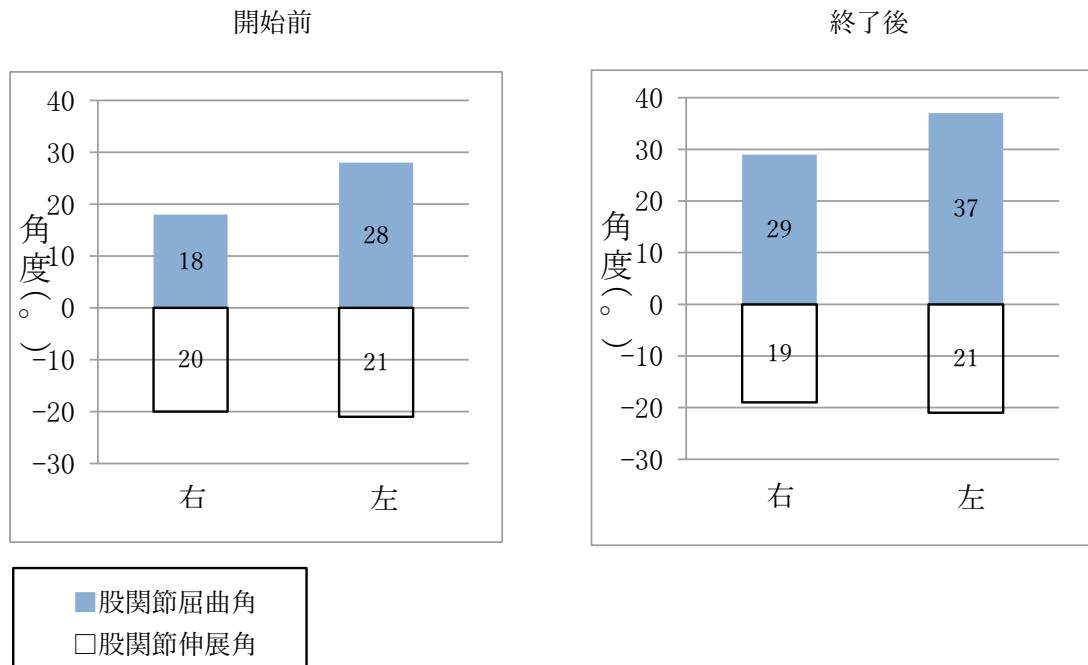


図 2 HWA 使用前後の股関節可動角の比較
股関節可動角は、屈曲角（非麻痺側・麻痺側）の増加が認められた。

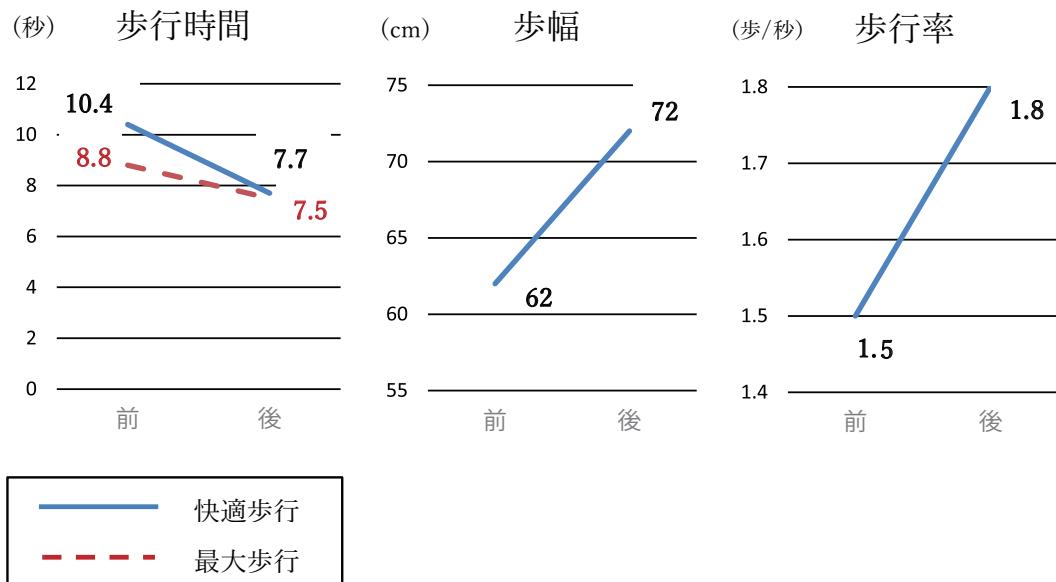


図 3 HWA 使用前後の歩行パフォーマンスの比較
可動角対称度、10m快適速度、10m最大速度、歩幅、歩行率などの歩行パフォーマンス改善が認められた。

ては、日常生活を遂行するための基準値も報告⁶⁾されており、より速く歩けることは患者の生活空間や活動範囲を拡大する可能性がある。

本症例はHWA 使用前後で可動角対称度、10m 快適速度、10m 最大速度、歩幅、歩行率などの歩行パ

フォーマンスにおいて改善を認めた。Reinkensmeyerらは、異常な運動と感覚の学習に対して、トレーナーによる補正が重要だ⁷⁾としている。HWAがトレーナーの役割を果たし、適切な歩行運動を反復することで運動学習が促され、対称性の高



図4 HWA使用前後の足関節評価（関節モーメント・筋電図・関節角度）

HWAの反復使用後は、遊脚期中の下腿三頭筋の筋収縮は減少し、前脛骨筋は踵接地のタイミングで筋収縮を認めた。

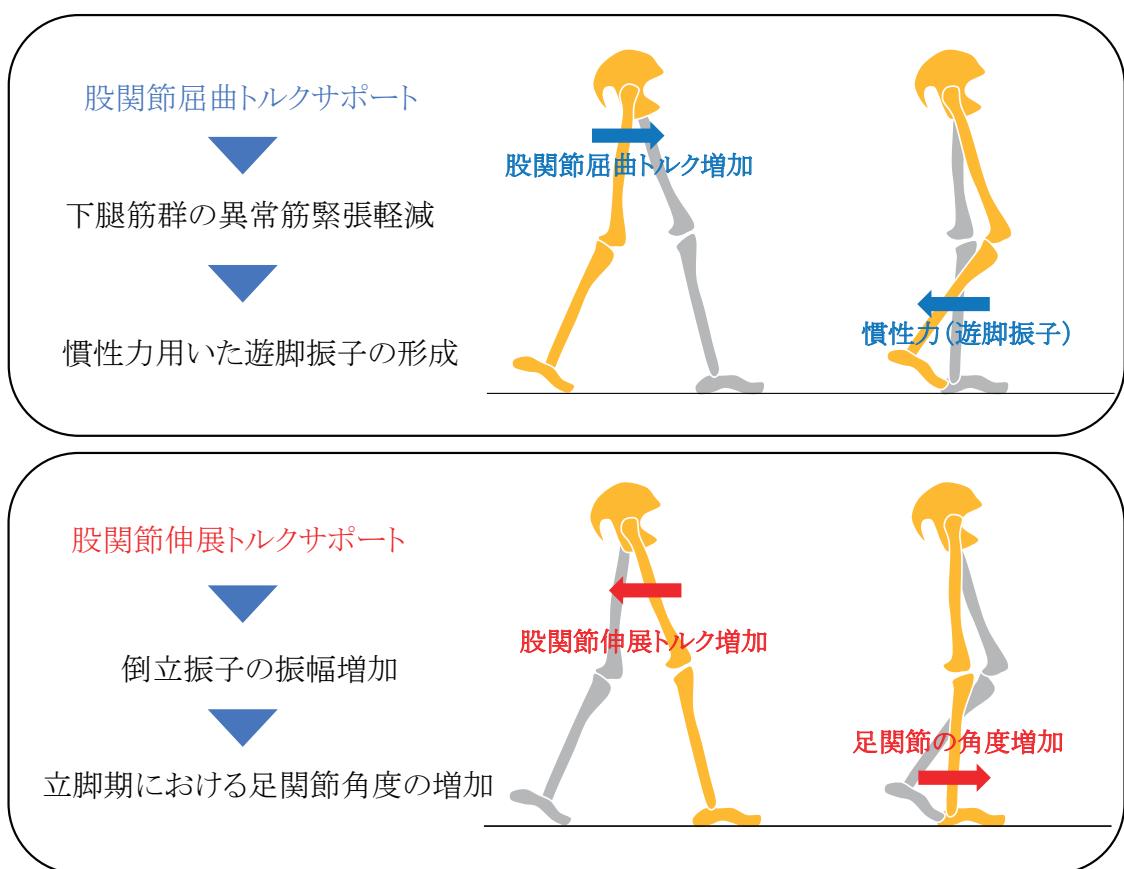


図5 股関節へのアシストトルク付加による足関節への波及効果

股関節屈曲トルクの付加により慣性力を用いた遊脚振子が形成され下腿筋群の異常筋緊張軽減が図れ、股関節伸展トルクの付加により倒立振子の振幅が増加し立脚期における足関節背屈角度が増加したものと推察される。

い歩行が定着したと考えられる。また、歩行パターンの改善により効率的な歩行が可能となり歩行パフォーマンス改善にも寄与したと推察された。

麻痺側足関節底背屈角度や前脛骨筋・腓腹筋の筋収縮のタイミング、底屈モーメントが改善する等の足関節への波及効果を認めたことの要因として2つ推察された。1つ目はHWAの装着による麻痺側股関節屈曲トルクの負荷により、抜重して慣性力を用いた遊脚振子の形成が可能となり、下腿筋群の異常筋緊張が軽減されたこと、2つ目は麻痺側股関節伸展トルクの負荷により倒立振子の振幅が増加し立脚期における足関節背屈角度が増加することで前方への推進力構築に繋がったことが推察された（図5）。

結 論

脳卒中後片麻痺患者に対して、HWAを13日間装着し、足関節運動に与える影響をGJSを用いて検証した。その結果、HWAは歩行パターンと歩行パフォーマンスの改善だけではなく、股関節運動のみのアシストであっても足関節運動への波及効果があり歩行全体に影響を与えることが示唆された。今後は、症例数を増やすことで効率的なHWAの使用期間・装着時間・歩行距離を検討する必要がある。また、歩行パフォーマンスや足関節運動に対する効果

判定を頻回に実施し回復過程を分析していくことが今後の課題である。

本論文の要旨は回復期リハビリテーション病棟協会 第33回研究大会で発表した。また、本論文に関して開示すべき利益相反状態は存在しない。

文 献

- 1) 大畠光司：脳卒中 生活期～Honda 歩行アシスト～. MB Med Reha 194 : 39-46, 2016
- 2) 松野悟之：脳卒中治療ガイドライン2021におけるリハビリテーション領域の動向. 理療科 37 : 129-141, 2022
- 3) 大畠光司：歩行再建 歩行の理解とトレーニング. p220, 三輪書店, 東京, 2017
- 4) Waters RL, Mulroy S: The energy expenditure of normal and pathologic gait. Gait Posture 9 : 207-231, 1999
- 5) 山本澄子：脳血管障害の歩行分析. 理療科 17 : 3-10, 2001
- 6) 佐直信彦：在宅脳卒中患者の生活活動と歩行機能の関連. リハ医 28 : 541-547, 1991
- 7) Reinkensmeyer DJ, Emken JL, Cramer SC: Robotics, motor learning, and neurologic recovery. Annu Rev Biomed Eng 6 : 497-525, 2004

社会医療法人財団慈泉会 脳画像研究所 2021年度活動報告

慈泉会は、相澤病院PETセンターの設備を活用し、保険診療として行われるPET検査のみならず、保険診療外の様々な薬剤を用いた脳全身の分子イメージングを用いて各種疾患の臨床研究を積極的に行うべく、平成25年度に慈泉会脳画像研究所を開設した。以下に2021年度（令和3年度）の主な活動を報告する。

毎年春に実施している活動報告会は、新型コロナウイルス感染症拡大防止のため中止した。

2021年度の活動

1. ホームページを更新した (<http://www.ai-hosp.or.jp/nougaou/index.html>)
2. 脳画像研究所入口横の寄付者名掲載プレートを更新した。
3. 脳アミロイドイメージング剤 C-11 Pittsburgh compound-B (PiB), アミノ酸代謝イメージング剤 C-11 Methionine を合成し、これらを用いたPET/CT検査を施行した。
4. 実施した研究

臨床研究	研究期間	予定総数	2021年度実施数	実施総数
PiB-PETを用いた認知症診断の確立	2019年4月1日～2024年3月31日	50	15	35
脳腫瘍診断における11C-メチオニンPETの有用性の検討	2017年6月20日～2021年12月31日終了	140	7	112
アミロイドPETを用いたアミロイドーシスの診断、重症度評価、治療介入効果判定に関する研究（信州大学と共同研究）	2020年9月8日～2025年8月31日	100	新規23例 30検査実施	39例 46検査実施
適時適切な医療・ケアを目指した、認知症の人等の全国的な情報登録・追跡を行う研究（ORANGE-MCI）（全国共同研究、まつもと医療センターと共同研究）	2019年4月1日～2025年3月31日	30	2	4
脳腫瘍診断における、メチオニンPETとMRI CESTイメージングとの比較と有用性の検討	2021年4月22日～2023年3月31日	40	11	11

5. 以下の学術発表を行った。

- ① 小口和浩：ALアミロイドーシス治療後の心臓PiB集積の変化。第61回日本核医学会学術総会、2021年11月4日・名古屋国際会議場
- ② 小口和浩：脳腫瘍におけるMRI CESTイメージングとメチオニンPETの比較 – 第1報 – 第51回日本神経放射線学会 2022年2月18日～19日・東京お茶の水ソラシティカンファレンスセンター、オンライン
- ③ 小口和浩：ミニレクチャー：アルツハイマー病以外の疾患に対するPiB-PET検査について。第569回NR懇話会 2021年4月10日・東京八重洲、オンライン
- ④ Sekijima Y: Central neurological manifestations. 3rd European ATTR Amyloidosis meeting for Patients and Doctors, 2021.9.6–8 · Web
- ⑤ 関島良樹：神経内科医が知っておくべきトランスサイレチン型アミロイドーシスの診断と治療 最前

線. 第62回日本神経学会学術大会, 2021年5月20日・京都市

- ⑥ 関島良樹：家族性アミロイドーシスに対するパティシランの臨床. 第62回日本神経学会学術大会, 2021年5月22日・京都市
- ⑦ 関島良樹：ATTRアミロイドーシスの病態解明と治療の最先端. 第62回日本神経病理学会総会学術研究会, 2021年5月27日～29日・オンライン
- ⑧ 関島良樹：ATTRvアミロイドーシスの治療ゴールを見据えた早期診断の重要性とsiRNA治療薬への期待. 第31回日本心臓核医学学会総会・学術大会, 2021年6月25日～26日・オンライン
- ⑨ 関島良樹：進化を遂げる遺伝性ATTRアミロイドーシス治療. 日本人類遺伝学会66回大会, 2021年10月13日～16日・横浜市
- ⑩ 関島良樹：ATTRアミロイドーシス治療の最前線. 第39回日本神経治療学会学術集会, 2021年10月30日・津市
- ⑪ 関島良樹：肝移植後長期生存例に多発する脳アミロイドアンギオパシー. 第8回日本アミロイドーシス学会学術集会, 2021年11月19日・東京都
- ⑫ 関島良樹：アルツハイマー病以外の疾患に対するPiB-PETの有用性. 第14回関東核医学研究会, 2022年3月12日・オンライン

新型コロナウイルス感染症蔓延防止のための 高齢者住宅入場制限による入所者への影響 —職員への意識調査—

社会医療法人財団慈泉会 相澤地域在宅医療支援センター新村 訪問リハビリテーション
近藤晃永

抄 錄

【目的】新型コロナウイルス感染症が蔓延したため、高齢者住宅への入場が制限され、高齢者住宅入所者は不要不急の外出が制限された。これに伴う入所者が抱えている困り事を調べ、対応を検討した。【方法】地域在宅医療支援センター新村とヘルパーステーショングリーンに在籍する職員54名にアンケートを行った。集計は1997年版KJ法で行った。【結果】回収率は52%、有効回答数28件、高齢者住宅入場制限によりとても困った9%、少し困った41%、困らなかった50%であった。困り事は大きく、身体機能の低下と認知機能の低下に大別された。高齢者住宅の職員が献身的な対応をし、コミュニケーション手段を提供するが家族、ケアマネジャーは不安を感じている。【考察】家族やケアマネジャーに情報提供する際は困り事として多く挙がった運動機能の変化、認知機能の変化、精神面、不安についてのポイントを押さえると良いと考える。高齢者住宅への入場制限に伴い入所者の外出も制限され生活スタイルが大きく変わったことから、リハビリの目標やプログラムも修正される必要がある。リハビリテーション会議を利用した他職種への働きかけも大切である。入場制限により困らなかったと言う意見もあり啓蒙活動は必要と考える。【結論】生活様式の変化に伴い、高齢者住宅入所者の困り事は沢山ありリハビリ職員による対応も大切と考えた。

Key words :高齢者住宅、新型コロナウイルス感染症、困り事

目 的

新型コロナウイルス感染症が蔓延したため、病原体を持ち込まないことを目的に高齢者住宅への入場が制限され、家族やケアマネジャー等の福祉事業者が高齢者住宅に入れなくなった¹⁾。

高齢者住宅入所者は不要不急の外出が制限され、国立長寿医療研究センターによると、新型コロナウイルス感染症の感染拡大により、高齢者の身体活動時間は1日当たり1時間（約3割）減少していることが分かっており、コロナ禍における介護予防が必要である²⁾。

高齢者住宅に訪問リハビリテーション（以下、リハビリ）を目的に訪問した際に入所者の些細な困り事を聞く機会が増えた印象を持った。例えば、使い方の練習や設定を直せば使えるにも関わらず携帯電話を使えないままになっている、窓やエアコンフィルターの清掃が介護保険でのヘルパーサービスでは行えないため、そのままになっている等である。

高齢者住宅への入場制限がかかる前は家族や他職種の方が対応されていたが、入場制限がかかることで入所者が新たな困り事を抱えている。どんな困り事を抱えているか、またそれに対しどのように対応できるか検討するためアンケート調査を行った。

方 法

地域在宅医療支援センター新村とヘルパーステーショングリーンに在籍するリハビリ職員、看護師、ケアマネジャー、ヘルパー54名を対象に以下の5項目について、自由記載のアンケートを実施した。

- ①高齢者住宅入場制限により困ったか。（とても困った、少し困った、困らなかったの3つより選択）またどのような点で困ったか。
- ②その困り事にどのように対処したか。
- ③高齢者住宅や多職種へ要望はあるか。
- ④入所者から聞いた困り事はあるか。
- ⑤入所者の家族から聞いた困り事はあるか。

集計は川喜田二郎³⁾による1997年版KJ法に従い、以下の手順で行った。

- 1) ラベル作り（図1）：アンケートの各回答の意味を汲み取り一言にまとめる。

生の回答	ラベル
各部屋での食事になっているので、手を貸さないと歩けないようになっている方がいます。	介助量の増加
外出制限のせいでお友達と話をできず気晴らしも出来ないのでつまらなそうにしている利用者さんがいます。	気晴らしできない
動かなくなったりせいか食欲が落ちてしまい食事の量がへっている気がします。	食欲低下
外出機会が減って部屋の中にじっとしていることが多くなったことを心配されています。	外出機会の減少
歩いていて転ぶことが増えた、よろよろ歩くようになった。	歩行不安定
定期的に訪問していた家族が来れなくなってしまい帰宅願望が強くなったり泣いてしまうことがあります。	家族と会えず不安
認知低下著しく、職員がお伝えした事柄を理解出来ない場面が多くなった。	認知機能の低下

図1 ラベル作り：アンケートの各回答の意味を汲み取り一言にまとめる

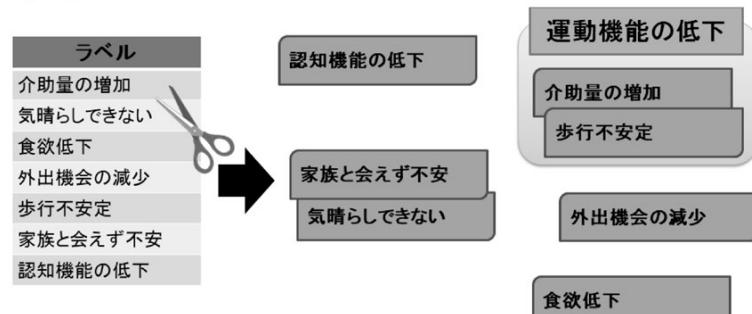


図2 グループ編成：内容の類似したラベルを集め、グループを作り名前を付ける

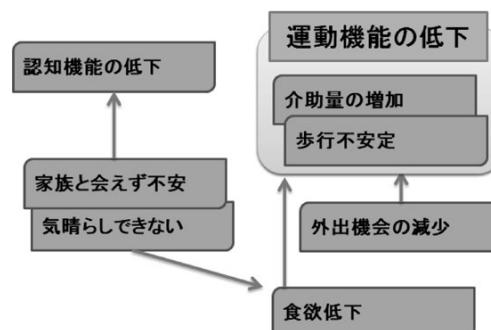


図3 図解化：各グループの因果関係などを書き入れる

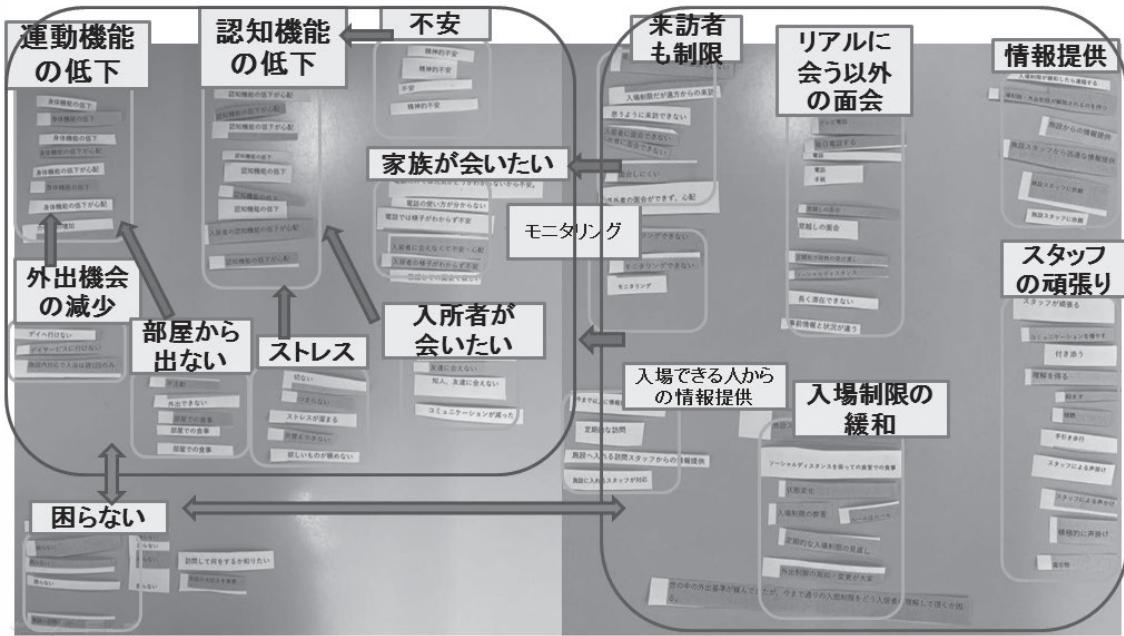


図4 実際の図解化の様子

- 2) グループ編成(図2)：内容の類似したラベルを集め、グループを作り名前を付ける。
- 3) 図解化(図3, 図4)：各グループの因果関係を書き入れる。
- 4) 叙述化：図解化の内容を文章化しまとめめる。

結果

回収率は52%，有効回答数28件，高齢者住宅入場制限によりとても困った9%，少し困った41%，困らなかった50%であった。

図解化したものを見ると、困り事は大きく、身体機能の低下と認知機能の低下に大別された。身体機能の低下は、活動量の低下、外出機会の減少、食欲低下がその原因として挙がった。認知機能の低下は、コミュニケーションの減少、不安、ストレス、外出機会の減少、これまで許されていた来訪者の制限がその原因として挙がった。それらに対し、高齢者住宅の職員による献身的な対応、オンライン面会、電話、窓越しの面会などのコミュニケーション手段の提供を行っているが、家族、ケアマネジャーから不安の声が出ている。

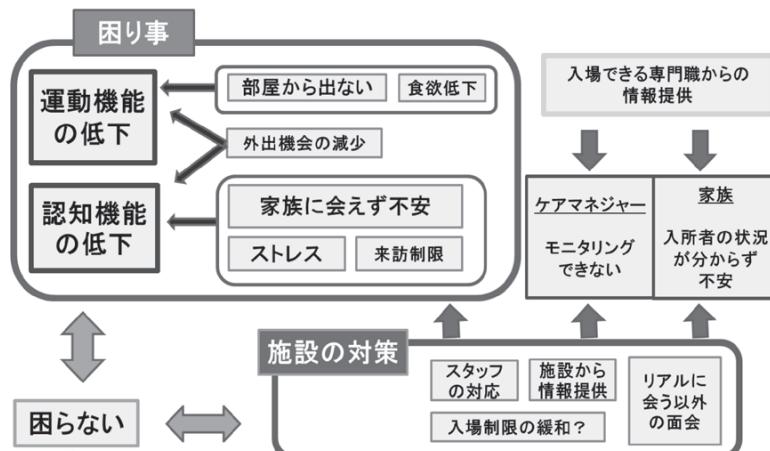


図5 図解化の清書

他にも、デイサービスに行けない、家族と買い物や外食できない等の外出機会・楽しみの機会の減少、家族に会えないことで精神的に不安定になる、入浴が週1回しかない、電話の使い方が分からず、衣替えできない、窓を拭いてもらえない、みんなでご飯を食べることができない等のストレス要因が生活の中にたくさん存在することがわかった。

考 察

家族やケアマネジャーは高齢者住宅に入れないと、入所者の状況がわからず困っている。高齢者住宅内に立ち入ることが可能な職員からの情報提供は家族の不安解消、ケアマネジャーのサービス調整において必要である。情報提供する際には、困り事として多く挙がった運動機能の変化、認知機能の変化、精神面、不安についてのポイントを押さえると良いと考える。

高齢者住宅への入場制限に伴い入所者の外出も制限され生活スタイルが大きく変わったことから、リハビリの目標やプログラムも修正される必要がある。

例えば、窓を拭いてもらえない、衣替えできないという困り事はそのままリハビリの目標、プログラムに取り入れ、実際にその動作を練習し安全に行えるようになることで役割の獲得、活動の拡大に繋がる。

また、家族に会えなくて精神的に不安定、入浴が週1回しかない、電話出来ない、みんなでご飯を食べることができない等、日々の生活で感じるストレスも増えている。そのため、リハビリの時にストレス発散の要素を取り入れることも望ましい。例えば、ボールの使用、屋外散歩、歩きながら頭の体操（計算、ことわざクイズ、記憶遊び等）である。

リハビリはリハビリテーション会議を利用し他職種に働きかけることができる介護保険の仕組みがあり、他職種と目標を共有しリハビリ的視点を持った関わりを依頼する事も出来る。

アンケート結果には、入場制限により困らなかったとの意見もあった。高齢者住宅に訪問する機会がない職員もいるためではあるが、啓蒙活動は必要と考えられる。

結 論

高齢者住宅への入場・外出の制限がかかることで高齢者住宅の入所者は多くの困り事を抱えていることが分かった。高齢者住宅への入場制限により家族、ケアマネジャーと情報共有する事はより大切なことは予想していたが、アンケート結果を受けて、情報共有すべきポイントが明確化された。またリハビリの目標やプログラムも生活様式の変化に伴い見直すべきであることが分かった。

本論文の要旨はリハビリテーション・ケア合同研究大会 苛小牧2022で発表した。また、本論文に関して、開示すべき利益相反状態は存在しない。

文 献

- 1) 厚生労働省老健局：介護現場における感染対策の手引き（第2版）。令和3年3月 <https://www.mhlw.go.jp/content/12300000/000814179.pdf> (参照2023-02-28)
- 2) Yamada M, Kimura Y, Ishiyama D, et al: Effect of the COVID-19 epidemic on physical activity in community-dwelling older adults in Japan: a cross-sectional online survey. J Nutr Health Aging 24 : 948-950, 2020
- 3) 川喜多二郎：発想法（改版）。Ⅲ発想をうながす KJ 法，中央公論新社，2019，(ebook- 楽天 kobo)

2022年度卒後臨床研修修了学術発表会プログラム

2023年3月15日

Session 1 座長：総合内科：百瀬 匠

- ①インスリン使用による医原性低血糖症への反応の多様性

演者：植木雅子 診療科：糖尿病内科

- ②巨大腹腔内腫瘍、全身リンパ節腫脹にて発症した原発不明神経内分泌癌の一例

演者：千村 純 診療科：総合内科

- ③PPI 長期内服により低 Mg 血症をきたし偽痛風を繰り返した一例

演者：松本菜月 診療科：総合内科

- ④引きこもりによる低 Ca 血症を併発したビタミン B12 欠乏症多発ニューロパチーの49歳男性例

演者：窪田 沢 診療科：脳神経内科

Session 2 外科センター：関 宣哉

- ⑤繰り返す十二指腸出血に対し十二指腸部分切除術を施行した神経線維腫症 1 型の 1 例

演者：宮本佳奈 診療科：外科

- ⑥上部消化管造影検査後にバリウム糞石による腸閉塞をきたし、内視鏡的に閉塞解除し得た一例

演者：荒井研人 診療科：消化器内科

- ⑦術前診断しえた虫垂捻転の一例

演者：郷津陽平 診療科：外科

Session 3 救急科：山本祥寛

- ⑧下部尿路機能異常が疑われた治療抵抗性急性巣状細菌性腎炎の一例

演者：小川奈緒美 診療科：小児科

- ⑨地域基幹病院における中枢性を含めた顔面神経麻痺の 5 年間374例の検討

演者：新井田侑佳 診療科：耳鼻いんこう科

- ⑩思春期男児におけるアルギニンカプセルによる薬剤誘発性食道炎の一例

演者：田中俊志 診療科：小児科

相澤病院医学雑誌 Medical Journal of Aizawa Hospital 投稿規程

(記載内容等)

- 第1条 相澤病院医学雑誌（以下「本誌」という）は医学・医療に関する総説、原著論文、症例報告、短報、業績記録、院内学会セミナー等の報告などを掲載する。
- 2 本雑誌は毎年1回7月に発行し、原稿締め切りは同年1月末とする。

(投稿資格)

- 第2条 本誌への投稿は社会医療法人財団慈泉会の職員であることを原則とし、編集委員会から投稿を依頼することができる。

(倫理的配慮)

- 第3条 患者情報の記載のある論文については、患者のプライバシーに十分配慮した上で執筆する。また、症例報告は原則として対象者の同意を得て執筆・投稿する。
- 2 投稿論文の内容に関し、共著者を含めた全著者の当該論文に関する利益相反に関する事項について利益相反記載様式を用いて開示し、投稿論文とともに提出しなければならない。開示内容は、掲載論文の末尾に記載し公表する。利益相反開示事項がない場合は、末尾に「本論文に関して、開示すべき利益相反状態は存在しない」の文言が記載される。
- 3 編集委員会は、論文が十分に倫理的配慮をされていることを確認して掲載すること。
- 4 編集委員会は必要に応じて、著者に慈泉会の臨床研究倫理審査委員会に諮問することを要請することができる。

(著作権等)

- 第4条 著者の論文への責任および著作権譲渡の確認のため、別紙の投稿承諾書に必要事項を記入し自筆による署名をして投稿論文に添付する。
- 2 本誌に掲載された論文の著作権は、社会医療法人財団慈泉会相澤病院に帰属する。また、本誌に掲載された論文はオンライン公開される。

(投稿内容)

- 第5条 社会医療法人財団慈泉会相澤病院において行われた医学研究・医療・看護・講演会ならびに病院運営等に関する研究を対象とする。
- 1) 総説
2) 原著論文（医学・医療上の諸テーマに関する論文）
3) 症例報告（臨床上興味ある症例や事例、研修医論文）
4) 短報（学会発表を論文様式で報告したもの等）
5) 研究紹介
6) 学会・講演・セミナー等の報告（イエローページ：話題トピック、書評、学会参加印象記等）
7) その他、CPC 報告、病院の運営、活動紹介など編集委員が掲載に値すると認める論文

(執筆様式)

- 第6条 原稿の形式は、表紙、抄録（英文400 words 以内または和文600字以内）、本文、引用文献、表、図の説明、図の順とする。表紙から図まで、全てを通じた通しの頁番号を、中央下に記入する。短報（組み上がり2頁）の場合、1600字程度で図表1つにつき400字換算とする。
- 2 原稿は、A4版用紙を用い、出力紙とともに電子媒体で提出する。電子メールによる投稿も可とする。
- 3 表紙の記載順序は、題名、著者名、所属名、責任著者とその連絡先（メールアドレス）、Key words（5個以内）。
- 4 原著論文の本文の構成は「目的」または「はじめに」、「対象」、「方法」、「結果」、「考察」、「結語」とする。「症例報告」においては、「対象」「方法」「結果」をまとめて「症例」とする。略語は本文初出時に、正式名称（略語）の形で記載する。
- 5 短報の本文の校正は、原著論文または症例報告に準ずる。
- 6 書体と用語は、口語体、当用漢字、現代かなづかい、ひらがな文、横書きとする。
・欧文、数字、小数点は半角を使用し、句読点はコンマ「,」とビリオド「.」を使用する。単位はCGS単位（例：m mm kg mg / dl ℃）を用いる。
・欧文で記載される原語は欧文フォントで記入する。
・外国人の人名、文献、薬品名は必ず原語、文字は活字体を用いる。
- 7 図・表は、各1枚につきA4用紙1枚とし、明瞭なものとする。番号（図1、図2、……表1、表2、……Fig. 1, Fig. 2, ……Table 1, Table 2, ……）をつけ、この番号に従って本文中で引用する。図の説明は別紙にまとめて記載する。

- 8 図として顔や身体の一部等の写真を使用する場合は、患部に焦点をあて、個人が特定できないものにすること。
- 9 引用文献は、主要なもののみとし、本文には引用箇所の文末に肩付きで通し番号をつける。記載は、引用順に一括し、下記形式に従う。
欧文雑誌の略称は“Index Medicus”に従い、和文雑誌は医中誌略誌名を用いる。
雑誌……………引用番号)著者名：題名、雑誌名、巻：頁-頁、発行年(西暦)
単行本……………引用番号)著者名：書名、第何版、引用頁(pp 頁-頁)、発行所、その所在地、発行年(西暦)
分担執筆……………引用番号)著者名：章の表題、編集者名、書名、第何版、章の頁-頁、発行所、その所在地、発行年(西暦)
ウェブページ……………引用番号)著者名：“Webページの題名”。Webサイトの名称、更新日付、入手先、(入手日付)
なお著者名は3名までは全員記載、4名以上は最初の3名を記載し4名以降は他とする。またウェブサイトの名称が著者名と同じ場合、略してもよい。

記載例：

- 1) 今泉均、金子光治、丹野克利：津波災害による負傷者の神経内分泌学的ストレス分析。日本救急医学会雑誌 6 : 689-694, 1995
- 2) 法化國陽一、山本真、徳永修一、他：自動吸引装置の研究開発とその応用—人口呼吸器を装着した患者、家族のQOL向上をめざして—。臨神經 49 : 877-880, 2009
- 3) 田中潔：医学論文の書き方。pp 1-20, 医学書院、東京, 1968
- 4) 鵜飼卓：阪神・淡路大震災。鵜飼卓（編）。事例から学ぶ災害医療, pp 35-48, 南江堂, 東京, 1995
- 5) Sheahan DG, Jervis HR: Comparative histochemistry of gastrointestinal mucosubstances. Am J Anat 146:130-132, 1976
- 6) Kunduk M, Appel K, Tunec M, et al: Preliminary report of laryngeal phonation during mechanical ventilation via a new cuffed tracheostomy tube. Respir Care 55:1661-1670, 2010
- 7) Bloom W, Fawcett DW: A Textbook of Histology. 10th ed, pp 179-227, Saunders Co, Philadelphia, 1975
- 8) Berl S, Nicklas WJ, Clarke DD: Coupling of catecholamines and amino acid metabolism in the nervous system. In: Santini M (ed), Golgi Centennial Symposium: Perspectives in Neurobiology, pp 465-471, Raven Press, New York, 1975
- 9) 農林水産省食料産業局新事業創出課：“農林水産省品種登録ホームページ”。農林水産省。http://www.hinsyu.maff.go.jp/。（参照 2014-03-05）
- 10) 慶應義塾大学日吉メディアセンター：“情報の生産と流通”。KITIE, http://project.lib.keio.ac.jp/kicie/classify/info-cycles/01.html, （参照 2014-03-05）

(採否と編集)

- 第7条 投稿原稿の査読は編集委員や編集委員会が指定した査読者がおこなう。採否の決定や本誌の編集は相澤病院医学雑誌編集委員会で行う。
- 2 原稿は編集委員会で一部変更することができる。

(事務局)

- 第8条 投稿原稿は以下の事務局へ郵送または電子メールで送付する。
〒390-8510松本市本庄2-5-1
社会医療法人財団慈泉会 図書情報センター
相澤病院医学雑誌事務局
電子メールによる投稿
e-mail : kensyuul@ai-hosp.or.jp

本規程は2006年12月1日より実施する
2021年10月改正

「相澤病院医学雑誌 Medical Journal of Aizawa Hospital」投稿承諾書

下記論文を「相澤病院医学雑誌 Medical Journal of Aizawa Hospital」へ投稿します。本論文は、他誌に掲載済みあるいは掲載予定のものではありません。また「相澤病院医学雑誌 Medical Journal of Aizawa Hospital」に掲載後の本論文の著作権は、社会医療法人財団慈泉会相澤病院に帰属し、電子媒体を問わず公開方法について、その権利を委譲することを了承いたします。

また、共著者がいる場合は、共著者として本論文内容に責任を持ち、同意していることを確認いたします。

論文タイトル：

筆頭著者名：

(所属)

(自筆署名)

年 月 日 提出

編集後記

ワールドベースボールクラシック（WBC）の準決勝。1点を追う侍ジャパンの最終回のチャンスに、この大会は調子が上がらず、この試合も4打数無安打と不振の三冠王、村上宗隆選手が打席に向かうところでした。期待と不安で視線が集まるテレビ画面に「岸田総理がウクライナを電撃訪問」とニュース速報のテロップが入って、はっとしました。息詰まる試合展開で観戦に夢中だったので、ロシアに侵略されたウクライナが1年たった今も戦争していることを、このとき私は申し訳なくも忘れていました。ウクライナでは民間人も多く犠牲となり、生活インフラが破壊されているだけでなく、虐殺や子供の拉致まであるという。本当だろうか。戦争は恐ろしい。侍ジャパンは村上選手の二塁打でサヨナラ逆転勝ちし、その後の決勝戦でもアメリカに勝ち、優勝しました。劇的な試合に感動し、選手や監督らの称賛はやまず、日本中が沸き立つさなか、ウクライナでは岸田首相とゼレンスキーダン統領が会談し、日本はウクライナを支援することを表明しました。おりしもロシアでは、プーチン大統領が中国の習近平国家主席と会談しているタイミングだったので、日本と中国の立ち位置がはっきりと分かれてしまう構図となりました。悲惨なウクライナ戦争はまだ続く様相です。WBCに夢中になっていられるように、日本は平和でほんとうにありがたいけれど、この先、台湾有事がおこり、日本も戦争に巻き込まれないかを心配します。どうしたらよいのでしょうか。人口減少の問題もまたなしです。それなのに、国会では小西文書やサル発言が注目されてしまい、安全保障や少子化対策の議論が薄かったように私は思います。国の将来に向けての対策を練るため、もっと建設的な議論をしてほしいものです。

いよいよ新型コロナウイルスの感染法上の位置づけが、2類相当から5類に引き下がります。Jリーグやプロ野球ではすでに声出し応援も解禁されて、入場者制限もなく、映像ではとても賑やかに見えます。松本市内でも、観光客と思われる外国人の姿が明らかに増えてきました。景気がよくなって、停滞していた経済が回りだし、気分も明るくなることを期待します。これからアフターコロナに移行して、相澤病院の感染病棟も対応が変わっていくでしょう。医療従事者という立場からこの3年間、出かけることをずっと控えていましたが、もう少ししたら、私も旅行したり、スポーツ観戦をしにスタジアムに行ったりできるかなと、ウイルスがなくなったわけではなく油断はできませんが、ワクワクしているところです。繰り返しになりますが、ほんとうに日本は平和でありがたい。

さて、査読や校正、倫理委員会への諮問に時間がかかってしまい、予定より遅くなってしまいましたが、今回もなんとか相澤病院医学雑誌を発行することができました。投稿していただいた職員の皆様、編集委員会や倫理委員会の皆様にお礼を申し上げます。次回以降も支援をよろしくお願ひします。

相澤病院医学雑誌 編集委員長
小口 智雅

相澤病院医学雑誌（敬称略・五十音順）

編集委員

相澤 徹 小口 和浩 小口 智雅 小林 茂昭 近藤 清彦 下条 久志
千田 啓介 高田 宗武 前山 健人 三澤 賢治 四方 聖二

事務局

伊沢 翔子

相澤病院医学雑誌 第21巻

2023年7月 発行

発行者 社会医療法人財団慈泉会相澤病院
〒390-8510 松本市本庄 2-5-1
TEL 0263-33-8600 FAX 0263-33-8716
URL <https://aizawahospital.jp>
E-mail kensyuul@ai-hosp.or.jp

編 集 相澤病院医学雑誌編集委員会
印 刷 電算印刷株式会社
〒390-0821 松本市筑摩 1-11-30
TEL 0263-25-4329 / FAX 0263-25-9849

無断転載・複製を禁じます

