

委員会報告：日本腹部救急医学会プロジェクト委員会 NOMI ワーキンググループ

非閉塞性腸管虚血 (non-occlusive mesenteric ischemia : NOMI) の診断と治療

東京医科大学茨城医療センター消化器外科¹⁾, 岐阜大学放射線科²⁾, 首都大学東京放射線学科³⁾,
 東京医科大学救急・災害医学分野⁴⁾, 東京女子医科大学消化器外科⁵⁾, 札幌医科大学腫瘍外科・消化器外科⁶⁾
 鈴木修司¹⁾, 近藤浩史²⁾, 古川 顕³⁾, 河井健太郎⁴⁾, 山本雅一⁵⁾, 平田公一⁶⁾
 日本腹部救急医学会プロジェクト委員会 NOMI ワーキンググループ

要旨：非閉塞性腸管虚血 (NOMI) は、腸間膜血管に器質的閉塞が存在しないにもかかわらず、腸間膜虚血や腸管壊死を呈する疾患である。1974年 Siegelman らによる血管造影を用いた診断基準が gold standard であったが、最近の multidetector-row computed tomography の普及や超音波検査の進歩により腸管虚血を客観的に評価しうる検査法の精度が向上してきたため、新診断基準の確立が望まれている。NOMI は早期に特異的な症候はなく、重症化して診断されるため、一般に予後不良である。NOMI と診断されれば、腹膜刺激症状がない場合は血管拡張薬血管内投与の適応となるが、腹膜刺激症状をきたし、腸管壊死が疑われる場合には外科手術が必要であり、NOMI の診断の標準化と治療の新たなアルゴリズムの構築が望まれる。

【索引用語】 非閉塞性腸管虚血, NOMI, 血管造影検査, CT 検査

はじめに

非閉塞性腸管虚血 (non-occlusive mesenteric ischemia : 以下, NOMI) は 1958 年 Ende¹⁾ が初めて心不全患者に発症した小腸壊死として報告された疾患概念で、腸間膜血管主幹部に器質的な閉塞を伴わないにもかかわらず、分節状、非連続性に腸管の血流障害をきたす病態である。腸管虚血症の中で、欧米では 20 ~ 30%, 本邦では 15 ~ 27% の頻度と報告され^{2) 3)}, 致死率も 56 ~ 79% と高く、予後不良な疾患である^{2) 4)}。これは疾患自体の重篤性に加えて、特徴的な症状に乏しいことなどによる診断の困難性と治療開始の遅れによるところが大きい^{5) 6)}。

本稿は本学会プロジェクトとして現状での NOMI の疾患概念と診断・治療法の検証を行った。

I. 定 義

NOMI は全身性の血圧低下や循環血漿量減少などの状況下で、脳や心臓などの重要臓器への血流を維持するために分泌される内因性のバゾプレッシン、アンギオテンシンや、治療薬として投与される血管収縮薬などにより惹起される腸間膜収縮、腸間膜血管攣縮^{7) 8)}や、それに続発する末梢腸間膜動脈枝の攣縮の結果としてもたらされる腸管虚血の病態とされる⁵⁾。また NOMI は上腸間膜動脈領域に好発し、壊死腸管が非連続的かつ分節状に広範囲に分布する特徴を有する⁹⁾。

一方、虚血性腸炎も分節的な虚血性病変で、主幹動脈の明らかな閉塞のない腸管粘膜血流障害による可逆

性病変とされ、一過性型、狭窄型、壊死型に分類される¹⁰⁾。虚血性腸炎は一般に下腸間膜動脈領域に好発し、可逆性の一過性型を取ることが多く、予後は比較的良好である¹¹⁾。NOMI と虚血性腸炎はともに非閉塞性腸間膜虚血性病変であるものの同一病変か、異なる病態かはいまだ一定の見解がなく、今後の検討が必要とされる^{9) 12) ~ 14)}。

Heer ら¹⁵⁾ は、NOMI の定義として①腸管壊死領域の腸間膜動静脈に閉塞がみられない、②腸管の壊死、虚血性変化が非連続的である、③病理組織所見で出血および壊死性変化を認めるが、小静脈にフィブリン血栓を欠くと報告している。しかし、NOMI には粘膜のみの一過性の虚血状態のものから腸管全層壊死に至るもの、穿孔を合併するものなど虚血の重症度には大きな幅がある¹⁶⁾。

そこで、われわれは NOMI の定義については、“腸間膜血管に器質的な閉塞を認めないにもかかわらず、その支配領域の腸管に虚血性病変を発症する疾患” というように、やや広義にとらえるのが妥当ではないかと考える。

II. 症 候

NOMI の発症早期には特異的な臨床徴候が認められないことが多く¹⁷⁾, 20 ~ 30% の症例では腹痛の訴えもなく^{9) 18) 19)}, また腹痛を生じて腹痛の場所、症状も一定ではない^{9) 20) ~ 22)}。継時的変化により虚血の進展を示唆する持続性腹痛、下血、鼓腸、さらに進行すると筋性防御や Blumberg 徴候などの腹膜刺激症状を認めるようになる^{9) 16) 18)}。

採血では炎症反応の上昇以外にAST, ALT, CPK, LDH, lactateの上昇や代謝性アシドーシスなどを認めるが、これらは腸管虚血の病態のみならず、全身状態を反映した検査成績である^{23)~25)}。したがって、NOMIの診断において、血液検査は特異性に乏しく、その他の臨床所見や画像診断の補助的な役割であると考えられる。

Ⅲ. リスク因子

NOMIの主要な病態生理は解明されていないが、主要なメカニズムは腸管血流量の極端な低下や不均衡にある。心拍量低下や循環血漿量の減少に伴い交感神経やバソプレッシン、アンギオテンシンなど液性因子の過剰な反応による末梢血管攣縮も一因と考えられている²⁶⁾。NOMIのリスク因子は高齢、透析、心疾患、長時間の体外循環、薬剤（カテコラミン、ジギタリス、利尿剤）、不整脈、熱傷、糖尿病、肺炎、脱水、出血と報告されている^{18) 27) 28)}。中でも維持透析患者や心臓手術後患者におけるNOMIの報告は多く、維持透析患者の心臓手術後院内死亡原因は、NOMIが心イベントに続く高頻度と報告されている^{29)~32)}。後ろ向き研究ではあるがQuirogaら²⁹⁾は57人のNOMIを発症した透析患者を検討し、透析導入期間の長さ、糖尿病の合併、Erythropoietin resistance index高値が有意なNOMI発症のリスク因子であると報告している。また心臓手術患者を対象として、NOMIのリスク因子を同定する大規模なコホート研究がGroesdonkら³³⁾によって行われ、このなかで術前因子としては腎障害、利尿剤の使用、70歳以上が高いオッズ比を示し、術後ではintra-aortic balloon pumpの使用、血清乳酸値 $>5\text{mmol/L}$ が特に重要なリスク因子であると報告している。

Ⅳ. 画像診断

1. 腹部単純X線検査

腸間膜虚血の診断における腹部単純X線検査の有用性は限定的で、その役割は、主に結石症や腸管穿孔、異物、腸閉塞などの除外診断にある。腸間膜虚血に認められる異常所見としては、①非特異的所見として腸管壁肥厚を伴わない貯留、可能性を示す所見として腸管壁肥厚を伴う腸管拡張、二ボー像、②特徴的所見として腸管壁内ガス、腸間膜静脈・門脈内ガスなどがあげられるが^{19) 34)}、③診断に寄与する所見の出現率は低く、特徴的所見が認められるのは腸管壊死を発症した進行した症例に限られる。したがって、腹部単純X線検査でNOMIを診断あるいは否定することは困難であるといえる。

2. 超音波検査

超音波検査は、非侵襲的で簡便な検査であるため急性腹症への適応は広い。腸間膜虚血では、腸管拡張、浮腫による腸管拡張、腸管壁内ガス、腹水などの非特異的所見が観察されるが、痛みによる患者の検査に対する許容度の低下や麻痺性イレウスに伴う腸管ガスで観察可能域が制限されるなどのため十分な検査が行えない場合が多い³⁵⁾。B-mode検査に加えて、ドプラーエコーを用いて腸間膜血流を評価しようとする試みもみられるが、小血管や粘膜血流の評価における精度は十分とはいえない^{36)~38)}。また、主幹部以外の腸間膜動脈枝の閉塞の有無の評価が困難であるため、超音波検査による閉塞性腸間膜虚血と非閉塞性腸間膜虚血の鑑別は極めて困難であるといえる³⁵⁾。

3. MRI検査

CTと同様に低侵襲な検査方法としてMRIがある。空間分解能はCTや血管造影には劣るが組織分解能に優れ、腸管および腸間膜の浮腫性変化や出血性壊死の判定ができることがある、CTアンギオ同様に造影剤を用いたMRアンギオでも血管評価をすることは可能であり、腹腔動脈や上腸間膜動脈の狭窄および閉塞の診断能は感度95%、特異度100%という報告がある³⁹⁾。

造影MRアンギオの一般的な撮像方法は、3Dグラディエント法を用いて、 0.2mmol/kg のガドリニウム造影剤を投与し、造影剤が大動脈に到達したタイミングを見計らって撮像を開始する。一般的には2mm程度の厚みで冠状断像を撮像し、その画像をMIP処理している。近年MRI装置の進歩により、時間分解能および空間分解能が向上しているが、小腸枝やアーケードといった末梢の血管評価には限界がありCTアンギオと同等の所見が得られないのが現状である⁴⁰⁾。特にNOMIを診断する上で重要な所見を造影MRアンギオで拾い上げることは困難と思われ、早急な診断から治療へ進まなければならないNOMIにおいては、現時点では診断ツールの第1選択とは成りがたいと考えられる。

4. 血管造影検査

NOMIの診断には、従来から選択的血管造影検査がゴールドスタンダードとされ、その血管造影所見は古くから研究され、上腸間膜動脈起始部の狭小化、不製像、アーケードの攣縮、腸管壁内血管の造影不良、上腸間膜動脈造影における造影剤の大動脈への逆流などが有用な異常所見として報告されている（図1）。1974年に、Siegelmanら⁴¹⁾により、腸間膜血管攣縮における血管造影診断基準が示されている。動物で血管攣縮モデルを作成し、血管攣縮を認めない65例の

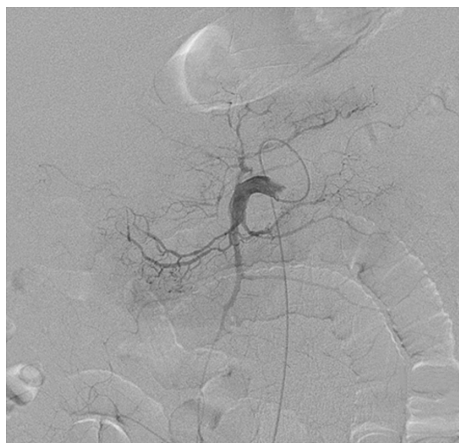


図1 血管造影検査
上腸間膜動脈の閉塞は認めず、末梢血管の攣縮と腸管壁の造影不良が認められる。

コントロール群の血管造影所見と対比し、以下の所見が腸間膜血管攣縮の診断基準とした：

- ①上腸間膜動脈および主要分枝起始部の狭窄
- ②腸管分枝の不整像
- ③腸間膜動脈アーケードの攣縮
- ④腸管壁内血管の造影不良

また、2014年にはMinkoら⁴²⁾は63例のNOMI疑い患者の血管造影所見からスコアリングシステムとして報告している。評価したのは以下の5項目である。

- ①血管の形態
- ②大動脈内への造影剤逆流
- ③腸管濃染の程度
- ④腸管拡張の程度
- ⑤門脈描出までの時間

この中で、血管の形態は0から3点、それ以外は0から2点で点数化している。周術期死亡率と有意差があった所見は血管の形態、大動脈内への造影剤逆流および全項目を合計したNOMIスコアであった。ROC解析では、カットオフ値を3.5とすると感度85.7%、特異度49%であった。さらに評価項目を血管の形態、大動脈内への造影剤逆流、門脈描出までの時間だけでスコア化すると感度は変わらないが、特異度が71.4%へ上昇すると報告した⁴²⁾。

総じて、NOMIの血管造影の所見としては上腸間膜動脈の狭小化や不整像、アーケードの攣縮、腸管壁内血管の造影不良、上腸間膜動脈造影における造影剤の大動脈への逆流といった所見が異常として報告されている。異常所見が出現する血管は限局している場合もあるが複数の血管に認められる場合もある。NOMIと診断するためにはこれらの所見を正確に捉える必要があるが、個々の所見だけをみるとNOMIに特異的

ではない。例えば、血管の不整像といった所見は動脈硬化性変化でもみられることもあるし、造影剤の大動脈への逆流は、カテーテルの位置、造影剤の注入速度、注入量によっても所見が異なってくると思われる。そのため、他の検査所見、理学所見などと合わせて総合的に判断する必要があると思われる。

5. CT 検査

CTによるNOMIの診断は困難とされてきたが、MDCTの登場により、腸管・腸間膜や腸間膜動脈・静脈の描出能が向上し、その診断能は著しく向上した。CTを用いたNOMIの診断では、①特異的所見である血管に認められる異常所見と、②結果としてもたらされる腸管・腸間膜の虚血性変化、を正しく評価することが重要である。

1) 検査法

造影CTを施行することが必須であり、単純CTと造影CT（動脈相、門脈相）を横隔膜レベルから骨盤底会陰部レベルにかけて撮像することが望ましい⁸⁾。また、血管径の評価のためには、thin sliceの水平断像に加え、任意断面像やMIP法やVolume rendering法を用いた再構成血管画像の作成が重要である。

2) 画像所見

i) 血管に認められる異常所見

本所見によりすべての閉塞性腸間膜虚血を否定することはできないが、NOMIでは、腸間膜動脈・静脈の本幹、分枝に血管閉塞を認めない。水平断像に加えて、MIP法やVolume rendering法を用いた再構成血管画像を用いることにより、従来の血管造影の診断基準である：①上腸間膜動脈主要分枝の分岐部狭窄、②上腸間膜動脈分枝の広狭不整（beading sign, string-of-sausage sign）、③腸間膜動脈アーケードの攣縮、④腸管壁内枝の描出不全、の所見が血管造影と同等に評価可能であったとする報告がみられる（図2）^{43) 44)}。また、Woodhamsら⁴³⁾の、“下脛十二指腸動脈分枝部の上腸間膜動脈径がNOMI症例では3.4mm前後と健常例の6.0mm前後と比較して有意に減少していた”とする報告や、Nakamuraら⁴⁵⁾による“上腸間膜動静脈径がNOMI症例では健常例と比較して減少する”とする報告がみられ、NOMIのCT診断における客観的指標として期待される。

ii) 腸管、腸間膜所見

NOMIによりもたらされる腸管虚血は動脈血流低下あるいは途絶によるため、造影CTで腸管壁は増強効果の低下あるいは欠如の所見を呈する（図3、4）。一方、発症初期には、shock bowelにみられるように異常濃染を呈する場合もある³⁵⁾。腸管は、発症初期には攣縮傾向にあるが、虚血性障害の進行に伴い、麻

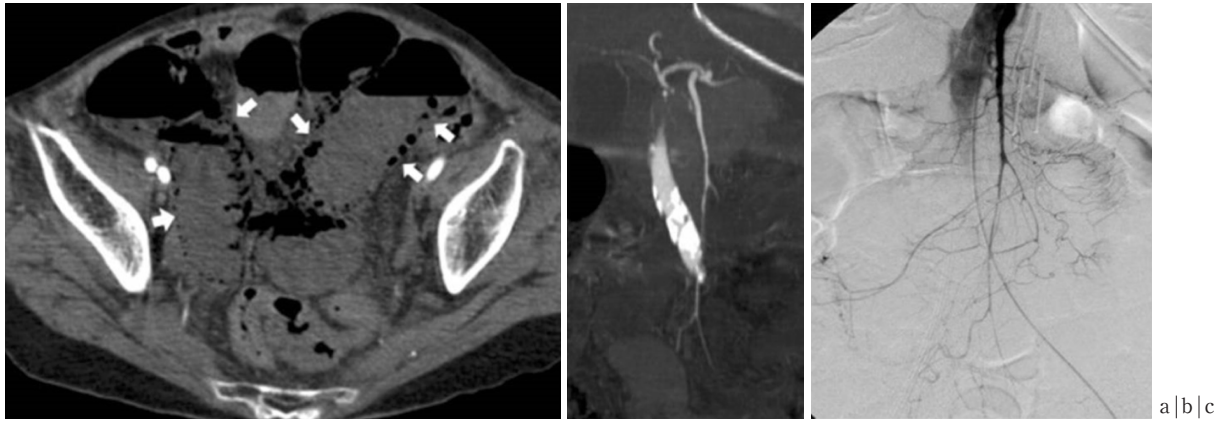


図2 a. 腹部造影 CT

b. CT-angiography

c. 血管造影

腹部造影 CT (a) では、腸管壁の増強効果が確認できず、壁内にガス (pneumatosis intestinalis) が認められる (矢印)。腸管壁肥厚は認められない。

CT-angiography (b)、および血管造影 (c) では、同様に、上腸間膜本幹および分枝に広範な狭窄がみられる。

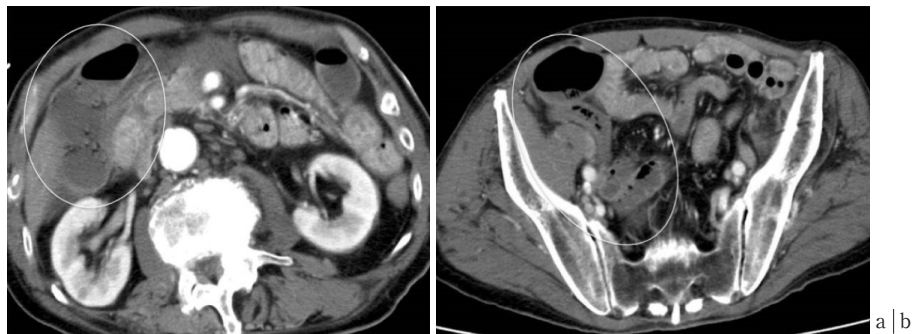


図3 再還流を認めない NOMI：腹部造影 CT

a：上行結腸は、壁の増強効果が欠如し軽度拡張する (a. サークル)。壁肥厚は認められない。

b：a より尾側のスライスで、遠位回腸壁の増強効果が欠如している (b. サークル)。壁の肥厚や腸間膜の濃度上昇は確認できない。より腹側に位置する小腸壁には良好な増強効果が確認される。

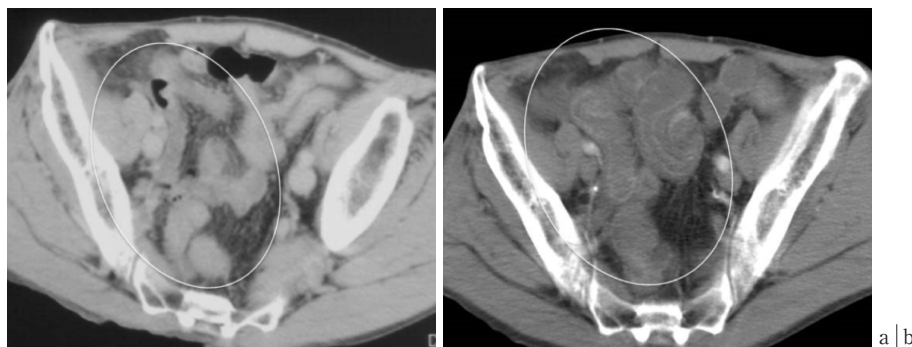


図4 腹部造影 CT

a：再還流を認めない時期の CT では、遠位回腸壁の増強効果欠如が確認される (a. サークル)。壁の肥厚や腸間膜の濃度上昇は確認できない。

b：再還流後の時期の CT では、回腸に顕著な壁肥厚がみられ、層状の濃染効果 (Target appearance) が認められる (b. サークル)。

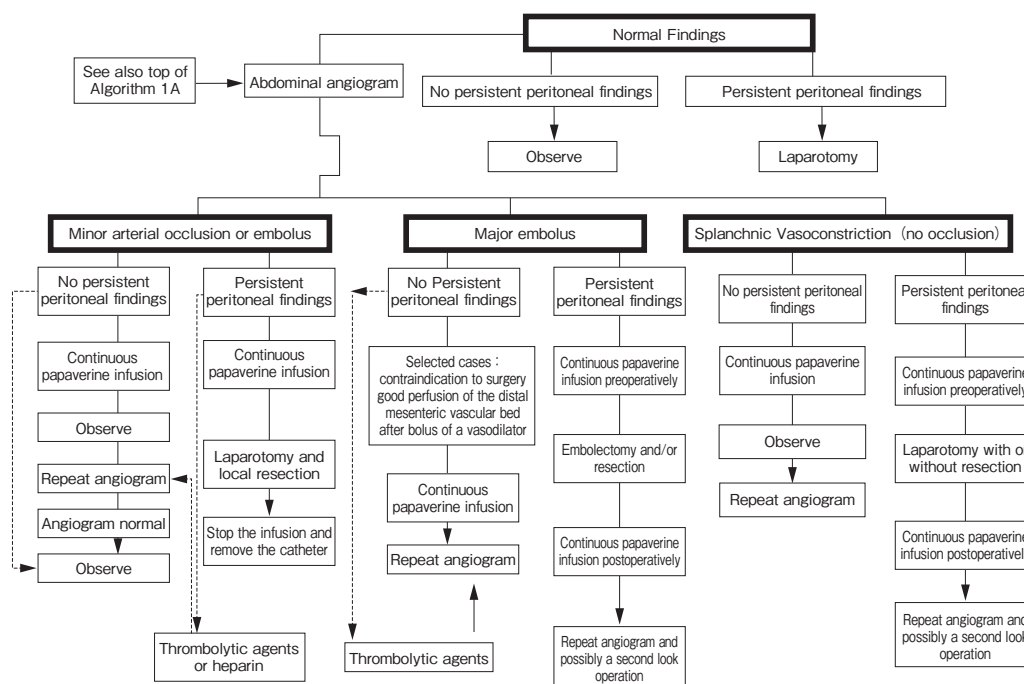


図5 NOMI 診断アルゴリズム (文献46より引用改変)

痺性イレウスを呈して二ボーを伴い拡張する。再還流がない場合は、腸管壁は肥厚することなく、進行例では菲薄化して paper-thin wall と表現される所見を呈する。壁の菲薄化は、血管の虚脱や神経、平滑筋の障害による腸管壁の収縮緊張喪失に起因するものと考えられ、腸管壊死を示唆する^{7) 8)}。再還流がみられると、虚血障害を受けた血管からの浸出・漏出により腸管壁は肥厚し、層状濃染 (halo-, target sign) をしばしば呈する^{7) 8) 19) 35)}。腸間膜には濃度上昇や索状像がみられ、腸間膜液貯留や腹水が出現する。腸管壊死を発症した進行例では、腸管壁内ガス、腸間膜静脈・門脈内ガス、腹腔内遊離ガス、後腹膜気腫などの所見を認める場合がある^{7) 8) 19) 35)}。腸管虚血・壊死の分布は小腸から結腸に及ぶが区域性で不均一に分布するのが特徴とされる。

以上のように、MDCT を用いた NOMI の診断には大きな期待がもたれ、今後の研究が待望される。

V. 治療

1. Algorithm

Boley ら³⁾ がパパペリンの動注療法を 1997 年に報告してから NOMI に対する血管拡張薬の有用性が広く知られるようになった。2000 年の American Gastroenterological Association の Guidelines on Intestinal Ischemia⁴⁶⁾ で NOMI の治療アルゴリズム (図5) が掲載され腹部血管造影検査と動注療法施行が診断および治療の gold standard であることがうかがえる。

これは SMA occlusion や embolus が否定され NOMI を疑った場合、血管拡張薬の動注療法を行い、peritoneal sign の有無で手術適応を決めるものである。しかし NOMI 患者は全身状態が不安定であることや血管造影検査の侵襲や複雑さによって施行率が低いこと⁹⁾、近年の MDCT を用いた治療戦略や血管拡張薬の全身投与の有用性の報告^{44) 47) 48)} などから、AGA guideline の NOMI の診断・治療アルゴリズムを踏まえ再評価・検討する時期かもしれない。

2. 非手術療法：血管拡張薬

腹部血管造影による診断とその留置カテーテルからの塩酸パパペリン、PGE1、ニトログリセリンなどの血管拡張薬の持続動注療法の有用性^{4) 49) ~ 51)} は、Boley ら³⁾ に報告されて以来、NOMI の治療戦略の重要な位置づけであることは前述した。投与量は報告によりばらつきがあるが、パパペリン 30 ~ 60mg/h^{3) 52) 53)}、あるいは PGE1 5 ~ 10 μg の bolus 後、パパペリン 30 ~ 60mg/hr⁴⁹⁾ が使用されている。それに対し、Mitsuyoshi ら⁴⁴⁾ は MDCT による NOMI の早期診断と PGE1 の持続静脈投与 (0.01 ~ 0.03 μg/kg/min) により 9 例のうち 8 例を救命したと報告している。これは MDCT が腹部血管造影検査に、経静脈投与が動注療法に取って代わる新しい治療戦略の可能性を示唆した^{44) 48) 54)}。最後にオクトレオチドの投与が有用であった症例報告⁴⁷⁾ がある。これはオクトレオチドの投与がヘムオキシダーゼ 1 発現の誘導を介する抗酸化作用と血流保持作用によって生存率改善を示した基礎

実験結果によるものである⁵⁵⁾。

3. 手術療法

NOMI に対する腸切除の絶対適応は腸管が不可逆的な虚血状態に陥っている場合である。腸管壊死へ陥った場合の指標としてはCPK、乳酸値、BE、WBC、CRP、D-ダイマーが有用と言う報告⁵⁶⁾があるが、発症初期のコンセンサスを得られた有用な指標はいまだ無い。AGAのガイドラインのアルゴリズムではperitoneal signの有無を手術の指標としており簡便である。しかし高齢で開心術後、維持透析、糖尿病など併存疾患の存在するケース、鎮痛剤、鎮静剤、筋弛緩剤の投与により理学的所見に乏しいケースが存在し、外科的介入の判断は一概に容易とは言えない。また中尾ら⁵⁶⁾は循環動態が不安定でショックを呈するNOMIを重症型と位置づけ、血管造影検査を経ない積極的手術療法により17例中14例で腸切除が必要であったと報告し開腹手術優先の治療方針の有用性を報告している。

術中・術後の血管拡張薬投与の是非も報告されている。血管拡張薬の動注あるいは静脈投与により腸管切除の回避や切除範囲の縮小化の有用性の報告^{3) 47) 49) 54)}がある一方でPGE1による血小板凝集抑制による出血のリスクを指摘する声もある⁴⁴⁾。

4. 診断的腹腔鏡検査と2nd look operation

治療方針決定の遅れは予後不良の腸管壊死⁵⁷⁾へと発展するため、早期外科的介入を計画する場合もある。しかし開腹の時点では腸切除を必要としない「不必要な開腹術」となる側面を含んでいる。竹谷ら⁵²⁾は確定診断が困難な場合は診断的腹腔鏡検査が有用となる可能性を報告している。しかし腸管漿膜側からの観察だけでは、腸管虚血の程度や壊死領域の判定をするのは困難^{52) 56) 58)}で、短い間隔での腹腔鏡検査の必要性和NOMIの病態の複雑性を示唆した。このようにNOMIの診断は腸管を直視下においても困難であり2nd look operationが必要だという主張も多い。Wardら⁵⁹⁾はNOMI患者の76%に2nd look operationを行いそのうちの50%で腸切除が必要であったと報告している。また2nd look operationを前提とした血管拡張薬の併用によって切除腸管範囲の縮小に繋がると言う報告もある^{3) 47) 49)}。以上よりNOMIは初回手術で腸管切除の有無にかかわらず時系列的に非連続的に虚血範囲が進行する可能性があること、血管拡張薬の投与により切除範囲が縮小できる可能性があることから診断的腹腔鏡検査を含め複数回にわたり腸管を直視下に観察することが有用な治療戦略になり得ることが示唆された。

5. Damage Control Surgery

重症外傷患者の術中、術後の死亡原因は生理学的恒常性の破綻によるものと言われ、死の三徴と呼ばれる代謝性アシドーシス、低体温、凝固異常という病態によって現れる⁶⁰⁾。Damage Control Surgery（以下、DCS）とは初回手術では生理学的恒常性の破綻をきたす前に主要損傷部の出血や汚染コントロールのみを行い、手術時間を短縮し、手術侵襲を含めた身体に対するトータルのダメージを分散させる概念である。Person⁶¹⁾らは外傷手術におけるDCSの概念を非外傷手術にも応用できると報告している。①循環動態不安定 ②凝固異常（臨床的 or 検査データ）③severeな代謝性アシドーシス（pH<7.2 or base deficit>8）④35℃>の低体温⑤修復再建に90分以上を要するなどを指標としDCSの適応を判断する⁶²⁾。循環動態が破綻した腸管壊死を伴うNOMIにおいてもそれは戦略上重要となり得る。DCSを選択した場合、初回手術では壊死腸管の切除だけを行い腸管の再建は行わず一時的閉腹を行う。ICUでの集中治療および全身管理後に再開腹し、残存腸管の評価および追加切除・再建の後に閉腹する。この戦略は重症NOMIの予後を改善する一助になるかもしれない。

以上これまでのNOMIの疾患概念と診断・治療の検証を文献的に行った。今後NOMIの診断の標準化と治療のアルゴリズムの構築にむけて、全国調査を実施し、NOMI治療の進歩につなげたい。

参考文献

- 1) Ende N: Infarction of the bowel in cardiac failure. N Engl J Med 1958; 258: 879-881.
- 2) Mishima Y: Acute mesenteric ischemia. Jpn J Surg 1988; 18: 615-619.
- 3) Boley SJ, Sprayregen S, Siegelman SS, et al: Initial results from an aggressive roentgenological and surgical approach to acute mesenteric ischemia. Surgery 1977; 82: 848-855.
- 4) 田畑峯雄, 矢野武志, 門野 潤, ほか: 非閉塞性腸管虚血症17例の臨床的検討. 日臨外会誌 2003; 64: 557-564.
- 5) Bassiouny HS: Nonocclusive mesenteric ischemia. Surg Clin North Am 1997; 77: 319-326.
- 6) 光吉 明, 財間正純, 矢内勢司, ほか: 【虚血性腸病変】非閉塞性腸管虚血症 (NOMI) の診断と治療 (解説 / 特集). 胃と腸 2013; 48: 1762-1768.
- 7) Wiesner W, Khurana B, Ji H, et al: CT of acute bowel ischemia. Radiology 2003; 226: 635-650. Epub 2003 Jan 15.
- 8) Furukawa A, Kanasaki S, Kono N, et al: CT diagnosis of acute mesenteric ischemia from various causes. AJR Am J Roentgenol 2009; 192: 408-416.

- 9) Howard TJ, Plaskon LA, Wiebke EA, et al: Nonocclusive mesenteric ischemia remains a diagnostic dilemma. *Am J Surg* 1996; 171: 405-458.
- 10) 笹井保孝, 松田高明, 坂谷彰彦, ほか: 内視鏡で経時変化を観察しえた非閉塞性腸間膜虚血症の1例. *Gastroenterol Endosc* 2014; 56: 1550-1555.
- 11) 由芽隆文, 梶山 潔, 古賀睦人, ほか: 非閉塞性腸管虚血症 (NOMI) の予後因子の検討—POSSUM scoreの有用性について—. *日腹部救急医学会誌* 2011; 31: 1009-1014.
- 12) Sakai L, Keltner R, Kaminski D: Spontaneous and shock-associated ischemic colitis. *Am J Surg* 1980; 140: 755-760.
- 13) Williams LF Jr, Wittenberg J: Ischemic colitis: an useful clinical diagnosis, but is it ischemic? *Ann Surg* 1975; 182: 439-448.
- 14) 茂木克彦, 石飛幸三, 高村寿雄, ほか: 急性上腸間膜動脈閉塞症. *日腹部救急医学会誌* 1996; 6: 427-432.
- 15) Heer FE, Silen W, French SW: Intestinal gangrene without apparent vascular occlusion. *Am J Surg* 1965; 110: 231-238.
- 16) 藤田文彦, 井上悠介, 江口 晋, ほか: Non-occlusive mesenteric ischemia (NOMI). *消外* 2011; 34: 1621-1627.
- 17) Britt LG, Cheek RC: Nonocclusive mesenteric vascular disease: clinical and experimental observations. *Ann Surg* 1969; 169: 704-711.
- 18) Klotz S, Vestring T, Rotker J, et al: Diagnosis and treatment of nonocclusive mesenteric ischemia after open heart surgery. *Ann Thorac Surg* 2001; 72: 1583-1586.
- 19) Trompeter M, Brazda T, Remy CT, et al: Non-occlusive mesenteric ischemia: etiology, diagnosis, and interventional therapy. *Eur Radiol* 2002; 12: 1179-1187. Epub 2001 Dec 21.
- 20) Schutz A, Eichinger W, Breuer M, et al: Acute mesenteric ischemia after open heart surgery. *Angiology* 1998; 49: 267-273.
- 21) Huwer H, Winning J, Straub U, et al: Clinically diagnosed nonocclusive mesenteric ischemia after cardiopulmonary bypass: retrospective study. *Vascular* 2004; 12: 114-120.
- 22) Park WM, Glociczki P, Cherry KJ Jr, et al: Contemporary management of acute mesenteric ischemia: Factors associated with survival. *J Vasc Surg* 2002; 35: 445-452. Review
- 23) 菅原 元, 山口晃弘, 磯谷正敏, ほか: 非閉塞性腸管梗塞症19手術例の臨床病理学的検討. *日消外会誌* 2001; 34: 1713-1717.
- 24) 磯谷正敏, 山口 弘: 壊死型虚血性腸炎の診断と治療: 虚血性腸炎の壊死型とNOMIとの関連を中心に. *消外* 2005; 28: 61-66.
- 25) Lock G: Acute intestinal ischaemia. *Best Pract Res Clin Gastroenterol* 2001; 15: 83-98. Review.
- 26) 山口敏朗: 門脈ガス血症の発生機序に関する実験的研究. *日消外会誌* 1980; 13: 1260-1270.
- 27) 渡邊 卓, 柳沼巖弥, 濱崎安純, ほか: 開心術後, 非閉塞性腸管虚血の早期診断及び治療戦略. *日心外学会誌* 2008; 37: 69-73.
- 28) Stockmann H, Roblick UJ, Kluge N, et al: Diagnosis and therapy of non-occlusive mesenteric ischemia. *Zentralbl Chir* 2000; 125: 144-151.
- 29) Quiroga B, Verde E, Abad E, et al: Detection of patients at high risk for non-occlusive mesenteric ischemia in hemodialysis. *Journal of Surgical Research* 2013; 180: 51-55.
- 30) John AS, Tuerff SD, Kerstein MD: Nonocclusive mesenteric infarction in hemodialysis patients. *Journal of the American College of Surgeons* 2000; 190: 84-88.
- 31) Flobert C, Cellier C, Berger A, et al: Right colonic involvement is associated with severe forms of ischemic colitis and occurs frequently in patients with chronic renal failure requiring hemodialysis. *The American Journal of Gastroenterology* 2000; 95: 195-198.
- 32) Nakayama Y, Sakata R, Ura R: Early results and characteristic problems associated with cardiac surgery in long-term dialysis patients. *The Japanese Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2001; 49: 420-423.
- 33) Groesdonk HV, Klingele M, Schlempp S, et al: Risk factors for nonocclusive mesenteric ischemia after elective cardiac surgery. *The Journal of thoracic and cardiovascular surgery* 2013; 145: 1603-1610.
- 34) Probst P, Hirschmann DM, Haertel M, et al: Die Röntgendiagnostik der akuten intestinalen Ischämie. *Fortschr Röntgenstr* 1980; 132: 527-534.
- 35) Reginelli A, Genovese EA, Cappabianca S, et al: Intestinal Ischemia: US-CT findings correlations. *Critical Ultrasound Journal* 2013; 5 (Suppl 1): S7.
- 36) Bowersox JC, Zwolak RM, Walsh DB, et al: Duplex ultrasonography in the diagnosis of celiac and mesenteric artery occlusive disease. *J Vasc Surg* 1991; 14: 780-882.
- 37) Moneta GL, Lee RW, Yeager RA, et al: Mesenteric duplex scanning: a blinded prospective study. *J Vasc Surg* 1993; 17: 79-86.
- 38) Roobottom CA, Dubbins PA: Significant disease of the celiac and mesenteric arteries in asymptomatic patients: predictive value of Doppler sonography. *Am J Roentgenol* 1993; 161: 985-988.
- 39) Meaney JF, Prince MR, Nostrant TT, et al: Gadolinium-enhanced MR angiography of visceral arteries in patients with suspected chronic mesenteric ischemia. *J Magn Reson Imaging* 1997; 7: 171-176.
- 40) Schoots IG, Levi MM, Reekers JA, et al: Thrombolytic therapy for acute superior mesenteric artery occlusion. *J Vasc Interv Radiol* 2005; 16: 317-329.
- 41) Siegelman SS, Sprayregen S, Boley SJ: Angiographic diagnosis of mesenteric arterial vasoconstriction. *Radiology* 1974; 112: 533-542.
- 42) Minko P, Stroeder J, Groesdonk HV, et al: A scoring-system for angiographic findings in nonocclusive mesenteric ischemia (NOMI): correlation with clinical risk factors and its predictive value. *Cardio-*

- 43) Woodhams R, Nishimaki H, Fujii K, et al: Usefulness of multidetector-row CT (MDCT) for the diagnosis of non-occlusive mesenteric ischemia (NOMI): assessment of morphology and diameter of the superior mesenteric artery (SMA) on multi-planar reconstructed (MPR) images. *Eur J Radiol* 2010; 76: 96-102.
- 44) Mitsuyoshi A, Obama K, Shinkura N, et al: Survival in nonocclusive mesenteric ischemia: Early diagnosis by multidetector row computed tomography and early treatment with continuous intravenous high-dose prostaglandin E1. *Annals of Surgery* 2007; 246: 229-235.
- 45) Nakamura Y, Urashima M, Toyota N, et al: Non-occlusive mesenteric ischemia (NOMI): utility of measuring the diameters of the superior mesenteric artery and superior mesenteric vein at multidetector CT. *Japanese Journal of Radiology* 2013; 31: 737-743.
- 46) American Gastroenterological Association Medical Position Statement: guidelines on intestinal ischemia. *Gastroenterology* 2000; 118: 951-953.
- 47) 由茅隆文, 佐伯浩司, 安藤幸滋, ほか: 手術と内科的追加治療で救命し得た非閉塞性腸管虚血 (NOMI) の2症例. *臨と研* 2010; 90: 1883-1886.
- 48) Kamimura K, Oosaki A, Sugahara S. et al: Survival of three nonocclusive mesenteric ischemia patients following early diagnosis by multidetector row computed tomography and prostaglandin E1 treatment. *Intern Med* 2008; 47: 2001-2006.
- 49) 片岡祐一, 島田 謙, 榎見文枝, ほか: NOMI (non-occlusive mesenteric ischemia) の診断と治療法に関する検討: 特に動注療法の有用性について. *日腹部救急医学会誌* 2011; 31: 1015-1019.
- 50) Tyler G, Clark RA, Jacobson ED, et al: Nonocclusive intestinal ischemia treated with intraarterial infusion of prostaglandin E1. *Cardiovascular and interventional radiology* 1982; 5: 16-19.
- 51) 渡辺 卓, 柳沼巖弥, 濱崎安純, ほか: 開心術後, 非閉塞性腸管虚血 (NOMI: non-occlusive mesenteric ischemia) の早期診断および治療戦略. *日心臓血管外会誌* 2008; 37: 69-73.
- 52) 竹谷園生, 秦史壮, 北川真吾: 非閉塞性上腸管虚血症を疑い診断的腹腔鏡検査を行った2症例. *臨と研* 2011; 88: 1023-1026.
- 53) Yilmaz AT, Arslan M, Demirkilic U, et al: Gastrointestinal complications after cardiac surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 1996; 10: 763-767.
- 54) 三城弥範, 高橋 毅, 豊田昌夫: 非閉塞性腸間膜虚血症に対し開腹手術と prostaglandin E1 の持続静脈内投与を施行した一例. *関西医大誌* 2010; 62: 1-5.
- 55) Takano T, Yonemitsu Y, Saito S, et al: A Somatostatin Analogue, Octreotide, Ameliorates Intestinal Ischemia-Reperfusion Injury Through the Early Induction of Heme Oxygenase-1. *J Surg Res* 2012; 175: 350-358.
- 56) 中尾彰太, 渡部広明, 高橋善明, ほか: 重症型 NOMI (non-occlusive mesenteric ischemia) に対する積極的な開腹手術を中心とした治療戦略の有用性. *日腹部救急医学会誌* 2011; 31: 1021-1027.
- 57) Acosta-Merida MA, Marchena-Gomez J, Hemmersbach-Miller M, et al: Identification of risk factors for perioperative mortality in acute mesenteric ischemia. *World J Surg* 2006; 30: 1579-1585.
- 58) 木所昭男, 射場敏明: 非閉塞性腸管虚血症 (nonocclusive mesenteric ischemia, NOMI) の病態と治療. *日集中医誌* 2007; 14: 10-13.
- 59) WARD D, Vemava AM, Kaminski DL, et al: Improved outcome by identification of high-risk nonocclusive mesenteric ischemia, aggressive reexploration, and delayed anastomosis. *Am J Surg* 1995; 170: 577-581.
- 60) Shapiro MB, Jenkins DH, Schwab CW, et al: Damage control: collective review. *J Trauma* 2000; 49: 969-978.
- 61) Person B, Dorfman T, Bahouth H, et al: Abbreviated emergency laparotomy in the nontrauma setting. *World J Emerg Surg* 2009; 4: 41.
- 62) Waibel BH, Rotondo MF: Damage control in trauma and abdominal sepsis. *Crit Care Med* 2010; 38: S421-430.

論文受付 平成 26 年 12 月 19 日
同 受理 平成 26 年 12 月 26 日

The Treatment and Diagnosis of Non-occlusive Mesenteric Ischemia (NOMI)

Shuji Suzuki¹⁾, Hiroshi Kondo²⁾, Akira Furukawa³⁾, Kentaro Kawai⁴⁾, Masakazu Yamamoto⁵⁾, Koichi Hirata⁶⁾

Working Group for NOMI, Committee of Project, Japan Society for Abdominal Emergency Medicine

Department of Gastroenterological Surgery, Ibaraki Medical Center, Tokyo Medical University¹⁾

Department of Radiology, Gifu University Hospital²⁾

Department of Radiology, Tokyo Metropolitan University³⁾

Emergency and Critical Care Medicine, Tokyo Medical University⁴⁾

Department of Gastroenterological Surgery, Tokyo Women's Medical University⁵⁾

Department of Surgical Oncology and Gastroenterological Surgery, Sapporo Medical University⁶⁾

Non-occlusive mesenteric ischemia (NOMI) is an acute mesenteric circulatory disorder that does not involve the organic occlusion of blood vessels and is associated with extremely high mortality. In 1974, Siegelman addressed angiographic criteria for the diagnosis of mesenteric vasospasm, which was gold standard for NOMI diagnosis. But the bowel ischemia diagnosis of objective examinations was improved for recent progress of multidetector-row computed tomography and ultrasonography. Therefore the new standard establishment of diagnosis of NOMI is expected. NOMI had no particular symptom, so this diagnosis was so late at severe conditions. If the patient was diagnosed for NOMI, the indication of intravenous vasodilative medication was performed for no symptom of peritonitis, and for peritonitis, surgery should be performed. Therefore construction of standardization and treatment new algorithm of the diagnosis of NOMI is desired.