

血管塞栓術に用いるゼラチンスポンジの
ガイドライン 2022 [2024 年改訂]
第 3.04 版

日本 IVR 学会 編

目次

1. 作成委員会の組織構成

2. はじめに

3. 本書を利用するにあたって

4. 略語一覧

5. 診療アルゴリズム

6. 総説

総説 1: ゼラチンスポンジの概要（宮山 士朗、大内 泰文）

総説 2: ゼラチンスポンジの薬事承認・保険適用（宮山 士朗）

総説 3: 他の手技別ガイドラインにおける塞栓物質としてのゼラチンスポンジの扱い
（塩山 靖和、橋本 政幸、松本 知博、杉山 宗弘）

7. バックグラウンド・クエスチョン（BQ）

BQ1. ゼラチンスポンジの血管閉塞機序は？（宮山 士朗、山西 伴明）

BQ2. ゼラチンスポンジの血管閉塞効果は？（宮山 士朗、山西 伴明）

BQ3. 合併症（手技上、物質毒性）にはどのようなものがあるか？（穴井 洋、
西尾福 英之、森本 賢吾）

BQ4. 手技上のポイントは？（南 哲弥、中村 功一、宮山 士朗）

BQ5. 塞栓時の疼痛対策は？（南 哲弥、中村 功一、宮山 士朗）

BQ6. 血管破綻性出血への使用について（塩山 清和、小金丸 雅道）

8. クリニカル・クエスチョン（CQ）

CQ1. 肝腫瘍（悪性肝腫瘍、肝細胞腺腫）に対する動脈塞栓術にゼラチンスポンジは有用か？（駒田 智大、橋爪 卓也）

CQ2. 腎腫瘍（悪性腎腫瘍、腎血管筋脂肪腫）に対する動脈塞栓術にゼラチンスポンジは有用か？（藤榮 博史、桑鶴 良平、杉山 宗弘）

CQ3. 多血性悪性腫瘍（局所進行・転移性病変を含む）に対する動脈塞栓術にゼラチンスポンジは有用か？（菅原 俊祐、保本 卓）

CQ4. 術前動脈塞栓術にゼラチンスポンジは有用か？（我那覇 文清、山添 真治）

CQ5. 喀血に対する気管支動脈塞栓術にゼラチンスポンジは有用か？（東出 高至、三浦 剛史）

9. 参考文献

1. 血管塞栓術に用いるゼラチンスポンジのガイドライン 2022

作成委員会の組織構成（各位五十音別）

委員長

野口 智幸（国立病院機構 九州医療センター 放射線科）

副委員長

杉山 宗弘（順天堂大学医学部附属静岡病院 放射線科）

委員

ウッドハムス 玲子（北里大学医学部 放射線科学画像診断学）

大内 泰文（鳥取大学医学部附属病院 放射線部）

我那覇 文清（沖縄県立南部医療センター・こども医療センター 放射線科）

桑鶴 良平（順天堂大学医学部 放射線医学講座）

小金丸 雅道（久留米大学医学部 放射線科）

駒田 智大（名古屋大学医学部 放射線科）

作原 祐介（国家公務員共済組合連合会 斗南病院 放射線診断科）

塩山 靖和（獨協医科大学 放射線医学教室）

清水 勸一朗（東京慈恵会医科大学 放射線医学講座）

菅原 俊祐（国立がん研究センター 中央病院 放射線診断科）

土谷 飛鳥（東海大学医学部 救命救急医学）

藤榮 博史（順天堂大学医学部附属順天堂医院 放射線科）

西村 潤一（日本赤十字医療センター 放射線血管内治療科）

橋爪 卓也（名古屋市立大学医学部附属東部医療センター 放射線診断科）

橋本 政幸（鳥取市立病院 放射線科）

東浦 渉（沖縄県立中部病院 放射線科）

東出 高至（成田赤十字病院 放射線科）

保本 卓（都島放射線科クリニック IVR センター）

松井 洋（東京品川病院 放射線科）

松本 知博（高知大学医学部 放射線診断-IVR 学講座）

三浦 剛史（船橋市立医療センター 放射線科）

山添 真治（牛久愛和総合病院 放射線科・血管内治療科）

システマティックレビューメンバー

稲村 健介（獨協医科大学 放射線科）

魚谷 健祐（兵庫県立淡路医療センター 放射線科）

江頭 秀哲（佐賀大学医学部 放射線医学教室）

粕谷 秀輔（東邦大学医療センター佐倉病院 放射線科）

米虫 敦（関西医科大学総合医療センター 放射線科）

中井 資貴（東京医科大学病院 放射線医学分野）

村上 優（産業医科大学病院 放射線科）

矢田 晋作（鳥取大学医学部附属病院 放射線科）

バックグラウンド・クエスチョン（BQ）執筆者

穴井 洋（市立奈良病院 放射線科）

中村 功一（公立能登総合病院 放射線部）

西尾福 英之（奈良県立医科大学附属病院 放射線・核医学科）

南 哲弥（金沢医科大学病院 放射線科）
宮山 士朗（福井県済生会病院 放射線科）
森本 賢吾（市立東大阪医療センター 放射線科）
山西 伴明（高知大学 放射線科）

内部評価委員会

浅山 良樹（大分大学医学部放射線医学講座）
牛島 泰宏（九州大学大学院医学研究院 臨床放射線科）

外部評価委員会

井上 茂亮（神戸大学医学部附属病院救命救急科 特命教授）
杉浦 寿彦（千葉大学病院呼吸器内科 特任教授）

日本IVR学会 ガイドライン委員会

委員長

山上 卓士（高知大学医学部 放射線科／日本IVR学会 理事）

副委員長

掛田 伸吾（弘前大学 放射線診断科）

委員（前出を除く）

蘆田 浩一（東京慈恵会医科大学 放射線科）
石川 雅基（広島市立北部医療センター安佐市民病院 放射線診断科）
岩越 真一（奈良県立医科大学 放射線科）
牛島 泰宏（九州大学病院 放射線科）
扇 尚弘（金沢大学大学院医学系研究科 放射線科学）
大田 信一（長浜赤十字病院 放射線科）
岡本 大佑（九州大学病院 臨床放射線科）
梶原 賢司（呉医療センター中国がんセンター 放射線科）
木村 慎太郎（国立がん研究センター中央病院 放射線診断核医学）
小泉 淳（千葉大学医学部附属病院 画像診断センター）
佐藤 罌（静岡県立静岡がんセンター IVR 科）
澤田 裕介（名古屋市立大学医学部附属西部医療センター 放射線診断科）
末吉 英純（長崎みなとメディカルセンター 放射線科）
谷川 昇（関西医科大学 放射線科学講座）
塚田 実郎（慶應義塾大学病院 放射線診断科）
土屋 智史（がん研究会有明病院 超音波診断・IVR 部）
道津 剛明（大分大学医学部附属病院 放射線科）
徳江 浩之（群馬大学医学部附属病院 放射線診断核医学）
友澤 裕樹（滋賀医科大学附属病院 放射線科）
鳥飼 秀幸（慶應義塾大学医学部 放射線診断科）
中村 一彦（鳥取県立中央病院 放射線科 統括部長）
西巻 博（聖マリアンナ医科大学 心臓血管外科）
新田 哲久（京都岡本記念病院 放射線科）
則兼 敬志（香川大学医学部附属病院 放射線科）
藤原 寛康（川崎医科大学総合医療センター 放射線科）
ニッ矢 浩一郎（九州労災病院 門司メディカルセンター 放射線科）

古市 欣也（大阪府済生会吹田病院 ＩＶＲセンター・放射線科）
丸橋 孝昭（北里大学病院 救命救急災害医療センター 救命救急医学）
藪田 実（彩の国東大宮メディカルセンター 放射線科）
吉松 梨香（高知医療センター 放射線科）

2. はじめに

(1) 血管塞栓術に用いるゼラチンスポンジガイドライン 2013（初版）の発行にあたって

日本 IVR 学会はわが国の IVR 治療の発展と普及を主な活動目的としており、その一環として、適切な治療適応の決定と治療効果判定、適正な手技の啓蒙や指導も求められている。このような状況のもと、2009 年 5 月にガイドライン委員会を発足し、わが国で行われている IVR 治療の標準化を見据えて、実践的なガイドラインの作成に着手してきている。日常診療においては、血管塞栓術はきわめて需要の高い IVR 治療法の一つであるが、そこで使用される塞栓物質のうち、現状では金属コイルと一部のゼラチンスポンジ製品のみが血管塞栓物質として承認されているに過ぎず、他の塞栓物質では血管内投与自体が禁忌とされているため、その使用は医師の裁量に委ねられているのが現状である。そのような経緯から、日本 IVR 学会のガイドライン委員会では、血管内使用禁忌とされている塞栓物質の使用ガイドライン作成小委員会を 2010 年 10 月に組織し、血管塞栓物質の適正使用に関するガイドライン作成に着手した。その第一弾として 2012 年 12 月に血管塞栓術に用いる NBCA のガイドライン 2012 が完成し、現在、日本 IVR 学会ホームページ (<http://www.jsvir.jp>) 上に公開されている。今回、先の NBCA のガイドラインから約 1 年遅れて、ようやく血管塞栓術に用いるゼラチンスポンジのガイドライン 2013 が完成した。ゼラチンスポンジを用いた塞栓術の適応となる疾患は多岐にわたること、また多数の文献が存在するためエビデンスの抽出に長時間を要したため、完成が遅れたことをご容赦いただきたい。本ガイドラインにより IVR 施行医のゼラチンスポンジを用いた血管塞栓術に関する理解が深まることで、わが国における IVR 治療の標準化と安全性の向上の一助となれば幸いである。(宮山 士朗、中島 康雄)

(2) 今回のガイドライン改定；血管塞栓術に用いるゼラチンスポンジのガイドライン 2022 の発行にあたって

初版の「血管塞栓術に用いるゼラチンスポンジガイドライン 2013（2015 年発行日本 IVR 学会編）」が発行されてから約 10 年間の月日が流れた。本邦においては、この 10 年間にゼラチンスポンジ以外の血管塞栓物質として新たに球状塞栓物質やヒストアクリルが薬事承認され、血管塞栓用コイルの改良も進んできている。しかしながら、ゼラチンスポンジの血管塞栓術における多岐にわたる適応および位置づけに大きな変化はなく、その重要性が非常に高いことに変わりはない。このたび「血管塞栓術に用いるゼラチンスポンジガイドライン 2013（2015 年発行日本 IVR 学会編）」の改訂を行った。今回の改訂では、初版ガイドライン発行後に新たに報告された様々なエビデンスを追記するとともに、手技別ガイドラインにおける記載を反映した。また、ゼラチンスポンジの薬事未承認適応の一つである悪性多血性腫瘍に対する動脈塞栓術を扱う CQ を新たに設けた。依然として、止血術以外の多くの領域が薬事未承認適応として取り残されている中で、今回のガイドライン改定がゼラチンスポンジの未承認適応を網羅した薬事承認・保険収載を得るための重要なステップになることを期待している。今回改定された本ガイドラインにより、IVR 施行医のゼラチンスポンジを用いた血管塞栓術に対する理解がさらに深まり、我が国の IVR 治療の標準化と安全性向上に一層貢献することを期待している。最後に、本ガイドラインの改訂に尽力いただいた関係者の皆様に深く感謝申し上げます。(野口 智幸、杉山 宗弘)

3. 本書を利用するにあたって

(1) 本書の目的

血管塞栓術に使用されるゼラチンスポンジ製品について、血管塞栓術手技に携わる医師、血管塞栓術を依頼する臨床医、ならびに血管塞栓術に関わる医療従事者を対象とし、1) 血管塞栓術におけるゼラチンスポンジの適応外使用を含めた使用指針の明確化、2) ゼラチンスポンジの適正使用を促すための医療現場への情報提供、3) 医療者と患者の相互理解に役立てること、を目的とする。本ガイドラインは血管塞栓術に使用されるゼラチンスポンジ製品の適応についての目安を提供するものであり、ガイドラインに記載した適応と異なる治療法を施行することを規制するものではない。

(2) 経緯

ゼラチンは、動物のコラーゲンを多く含む結合組織から抽出される蛋白質であり、構成成分はコラーゲンと同じである。ゼラチンスポンジは、ゼラチンを多孔性の構造に加工したもので、外科手術における止血用材として開発された。球状塞栓物質・金属コイル・NBCA 等の永久塞栓物質とは対照的に、ゼラチンスポンジは数週間で吸収される一時的塞栓物質であり、現在では様々な適応病態・疾患の治療において、病変部への血流の一次的遮断を意図し、造影剤と混和して X 線透視下に観察しながら、経カテーテル的に血管内に投与して使用される。また球状塞栓物質の薬事承認が得られている多血性腫瘍の動脈塞栓術においても、ゼラチンスポンジを代替使用や併用することにより、医療費の節減につながり、使用条件の制約が少なく、X 線透視下に手技中の血流状態の観察がより容易であるため、術者が必要と考える場面で適応外使用されている。

血管内塞栓物質としてゼラチンスポンジを用いた血管塞栓術の適応とされる疾患は、薬事承認の得られている肝腫瘍と血管破綻性出血の他に、承認の得られていない多くの場面においてもゼラチンスポンジが血管内塞栓物質として広く適応外使用されている現状がある。具体的には、多血性悪性腫瘍（肝細胞癌、腎細胞癌、切除困難な局所進行癌や転移性腫瘍など）および多血性良性腫瘍（子宮筋腫、腎血管筋脂肪腫、肝細胞腺腫など）の治療、血管破綻性出血（外傷性出血、産科出血、消化管出血、喀血など）に対する止血、多血性腫瘍に対する外科治療の術前出血予防、肝切除術前に行う経皮経肝門脈塞栓術、脾機能亢進症や門脈圧亢進症性胃腸症に対する部分脾動脈塞栓術などがある。

ゼラチンスポンジを用いた血管塞栓術に関する論文は膨大な数が存在するが、かなり以前から日常的に使用されてきた身近な塞栓物質であるために、その有効性を示すエビデンスレベルの高い論文がほとんどない。しかしながら、その有効性と安全性は長年にわたる使用実績で示されており、その有効性は揺るぎないものといえる。

本ガイドライン改訂では、ゼラチンスポンジを血管内塞栓物質として使用する必要のある病態・疾患のうち薬事承認の得られていないものを重点的に取り上げ、血管内塞栓物質としてのゼラチンスポンジの適正使用を促進することを意図するものである。

(3) 本書の浸透により期待される効果

ゼラチンスポンジを用いた血管塞栓術が必要とされた際に適正かつ安全な治療が確保されること、医療従事者ならびに患者の相互理解が助長されることが挙げられる。

(4) 本書の対象

ゼラチンスポンジを用いた血管塞栓術について、血管塞栓術手技に携わる医師、血管塞栓術を依頼する臨床医、ならびに血管塞栓術に関わる医療従事者を本書の対象とした。

(5) 既存ガイドラインとの関係

「血管塞栓術に用いるゼラチンスポンジガイドライン 2013（2015 年発行 日本 IVR 学会編）」の改訂である。現行ガイドライン発行後に公表されたエビデンスに基づいた記載にアップデートするとともに、現行ガイドラインでは取り上げていなかった未承認適応に関する項目を追記する。また、日本 IVR 学会が発行している手技別ガイドライン（肝外傷ガイドライン、骨盤骨折ガイドライン、産科危機的出血ガイドライン、術前門脈塞栓術、部分脾動脈塞栓術、子宮筋腫に対する子宮動脈塞栓術）の内容を踏まえて、これらの項目の記載内容をアップデートする。

(6) 責任の帰属

本ガイドラインの記載内容に関する責任は日本 IVR 学会理事会ならびに日本 IVR 学会ガイドライン委員会に帰属する。ただし、臨床現場における手技の選択や保険適応外の医療機器・薬剤の使用などについては、必要に応じて施設の長、および倫理委員会の承認を経て、十分なインフォームド・コンセントの上、患者を担当する医師が責任を持つものとする。

本ガイドラインは、個々の医師の判断や手技を規制するわけではなく、現時点での一般的なコンセンサスを示すものであり、最終的な臨床判断は患者を直接担当する医師の裁量権に委ねられる。

(7) 本ガイドラインがカバーする範囲

血管塞栓術におけるゼラチンスポンジの使用に関する事項。

(8) 本ガイドラインがカバーしない範囲

薬事既承認の血管破綻性疾患（外傷性出血、腫瘍性出血、産科出血、消化管出血、医原性・特発性出血など）については、現行版ガイドラインの記載に基づいて、別に作成されている手技別ガイドラインも引用し、背景疑問（バックグラウンド・クエスチョン）に記載する。

別に作成されている手技別ガイドラインに記載されている経皮経肝門脈塞栓術、部分脾動脈塞栓術、子宮筋腫に対する子宮動脈塞栓術については手技別ガイドラインの推奨・解説文を引用して総論に記載する。

(9) エビデンス総体の強さと推奨

Minds 診療ガイドライン作成マニュアル 2017 に従い以下の通りに定めた。

推奨の強さ：強い、弱い、なし

エビデンス総体の総括 A；強い、B；中、C；弱い、D；とても弱い

なお、エビデンスレベルの高い論文が存在せず、客観的な評価が困難な Clinical Question に関しては本ガイドライン作成委員会による協議の上推奨を決定した。

(10) 改訂

ガイドラインは恒常的なものでなく、新しい研究結果に基づき定期的に内容を見直す必要がある。本ガイドラインも5年をめどに見直し、改訂作業を行う予定である。

(11) 公開

本ガイドラインは日本 IVR 学会のホームページにて公開する。

(12) 利益相反

本ガイドラインの作成委員、評価委員および、その配偶者、一親等内の親族、または収入・財産を共有する者と本ガイドラインおよび関連疾患に関与する企業との間の経済的関係につき、以下の基準について各委員より利益相反状況の申告を書面で得た。

1. 企業・法人組織や営利を目的とした団体の役員、顧問職、社員などについては、1つの企業・団体からの報酬額が年間100万円を超える場合。
2. エクイティの保有については、1つの企業についての1年間の株による利益（配当、売却益の総和）が100万円を超える場合、あるいは当該全エクイティの5%以上を所有する場合。
3. 企業・組織や営利を目的とした団体からの特許権使用料については、1つの特許権使用料が年間100万円を超える場合。
4. 企業・組織や営利を目的とした団体から、会議の出席（発表）に対し、研究者を拘束した時間・労力に対して支払われた日当（講演料など）や、パンフレットなどの執筆に対して支払われた原稿料については、1つの企業・団体からの年間のこれらの合計が100万円を超える場合。
5. 企業・組織や営利を目的とした団体が提供する臨床研究（治験）に代表者として参加し

ている場合。

6. 企業・組織や営利を目的とした団体が提供する研究費（受託研究、共同研究、寄付金など）については、1つの企業・団体から支払われた総額が年間200万円を超える場合。

7. 企業・組織や営利を目的とした団体が提供する奨学（奨励）寄付金については、1つの企業・団体から、申告者個人または申告者が所属する部局（講座・分野）あるいは研究室の代表者に支払われた総額が年間200万円を超える場合。

8. 企業・組織や営利を目的とした団体が提供する寄付講座に申告者らが所属している場合。

9. その他の報酬（研究とは直接無関係な旅行、贈答品など）については、1つの企業・組織や営利を目的とした団体から受けた報酬が年間100万円以上の場合。

委員は全て本ガイドラインの内容に関して、科学的および医学的公正さと妥当性を担保し、診療レベルの向上、対象患者の生活の質（Quality of life; QOL）の向上を旨として執筆・編集作業を行った。

ガイドライン作成委員より申告された企業名は下記の通りである（2018年4月1日-2024年3月31日まで）。企業名は2024年3月時点での名称とした。なお、中立の立場にある出版社や団体は含まない。

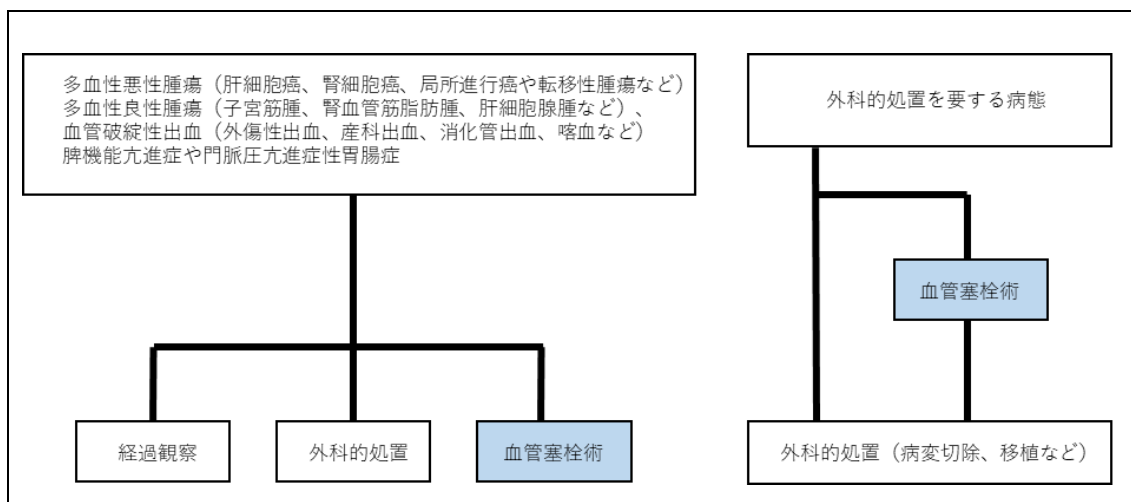
1. 報酬額：なし
2. 株式の利益：なし
3. 特許使用料：なし
4. 講演料・原稿料：なし
5. 治験代表者：なし
6. 研究費：なし
7. 奨学寄付金：なし
8. 寄付口座に所属：なし
9. 旅行・贈答品などの受領：なし

（野口 智幸、杉山 宗弘）

4. 略語一覧（アルファベット順）

略語	正式表記	和訳
ACT	Activated Clotting Time	活性化凝固時間
BAE	Bronchial Artery Embolization	気管支動脈塞栓術
DCS	Damage Control Surgery	ダメージコントロール手術
EOI	Ethanolamine Oleate with Iodinated Contrast Material	ヨード造影剤添加オレイン酸エタノールアミン
FLR	Future Liver Remnant	肝非切除葉
NBCA	N-butyl-2-cyanoacrylate、NBCA	N-ブチルシアノアクリレート
PSE	Partial Splenic Embolization	部分的脾塞栓術
PT-INR	Prothrombin Time - International Normalized Ratio	プロトロンビン時間 - 国際正規化比
PTPE	Percutaneous Transhepatic Portal Vein Embolization	経皮経肝ポータル塞栓術
PVA	Polyvinyl Alcohol	ポリビニルアルコール
RCT	Randomized Controlled Trial	ランダム化対照試験
SIR	Society of Interventional Radiology	米国インターベンションラジオロジー学会
TACE	Transarterial Chemoembolization	経動脈化学塞栓術
UAE	Uterine Arterial Embolization	子宮動脈塞栓術

5. 診療アルゴリズム



（杉山 宗弘）

6. 総説

総説 1: ゼラチンスポンジの概要

まとめ：

ゼラチンスポンジは外科手術での止血材として開発されたが、多血性腫瘍や血管破綻性病変に対する肝動脈塞栓で止血効果を発揮する。スポンゼル®、ゼルフォーム®、ジェルパート®、セレスキュー® が市販されているが、使用条件には注意が必要である。

ゼラチンスポンジはウシやブタの皮膚や靱帯などから抽出したゼラチンを多孔性の構造に加工したもので、医療への応用としては外科手術における止血用材として開発され、1945 年より使用が開始された¹。1967 年には頸動脈海綿静脈洞瘤に対する血管内塞栓物質としての最初の報告がなされ²、それ以降、肝細胞癌³や子宮筋腫⁴などの多血性腫瘍や、外傷性出血などの血管破綻性病変⁵に対する効果的な塞栓物質として広く使用されている。

現在、スポンゼル®（アステラス製薬）、ゼルフォーム®（ファイザー）、ジェルパート®（日本化薬）、セレスキュー®（日本化薬）が市販されている。スポンゼル®とゼルフォーム®は各種外科領域における止血、褥瘡潰瘍のみが適応となっており、血管内投与は禁忌とされている。ジェルパート®は「肝細胞癌患者に対する肝動脈塞栓療法（transcatheter arterial embolization: TAE）」で保険適応となっており、セレスキュー®は「外科手術ではリスクが高い、あるいは外科手術不可能と判断される出血に対する経カテーテル的止血術に用いる」「ただし、脳及び脊髄を栄養する動脈並びに冠動脈への適用を除く」といった条件で、動脈性出血に対する塞栓術での使用が認められている。スポンゼル®、ゼルフォーム®、セレスキュー®はシート状の構造で、ジェルパート®は粒状の形状であり、1mm 粒と 2mm 粒のサイズがあるが、実際のサイズにはかなりばらつきがある⁶。

（宮山 士朗、大内 泰文）

総説 2: ゼラチンスポンジの薬事承認・保険適用

まとめ：

ゼラチンスポンジは血管内治療に重要だが、現在は肝動脈塞栓術や動脈性出血に限定される。

本邦におけるゼラチンスポンジの塞栓物質としての薬事承認・保険適用については以下のとおりである。

項目	スポンゼル®	ゼルフォーム®	ジェルパート®	セレスキュー®
販売元	アステラス製薬	ファイザー	日本化薬	日本化薬
承認年月日	1951 年	1960 年	2005 年	2013 年
形状	シート状	シート状	粒状	シート状
サイズ	2.5 × 5 × 1cm	2 × 0.6 × 0.7cm	1mm 粒	2.5 × 2.5 × 約 1cm
	7 × 10 × 1cm	8 × 12.5 × 1cm	2mm 粒	
適応	外科領域における止血	外科領域における止血	肝細胞癌に対する肝動脈塞栓術	脳、脊髄を栄養する動脈、冠動脈以外の動脈性出血に対する塞栓術

欧米ではウシ海綿状脳症の存在が明らかとなって以降、ブタから作られるゼルフォーム®が主に使用されており⁷、2～4mm 角に裁断された Gelitaspon®や、小綿球状の形態でイントロデューサー内に装填されている Gel-BlockTM など販売されている。

ゼラチンスポンジは長年にわたって血管塞栓物質として日常診療で使用された実績をもち、血管内治療には欠くことのできないデバイスであるが、現在ゼラチンスポンジの血管内投与は、上述のように肝動脈塞栓術で使用されるジェルパート®と動脈性出血が適応となっているセレスキュー®以外は禁止されており、他のゼラチンスポンジ製剤や適応外疾患での使用は、医師の裁量のもとで行われているに過ぎない。日本 IVR 学会は、2008 年に日本では血管内投与禁忌とされている塞栓物質についての提言をホームページで公表しており、この中でゼラチンスポンジの重要性についても言及している⁸。

(宮山 士朗)

総説 3: 他の手技別ガイドラインにおける塞栓物質としてのゼラチンスポンジの扱い

まとめ:

産科危機的出血、骨盤骨折、肝外傷、経皮経肝門脈塞栓術、部分脾動脈塞栓術、症候性子宮筋腫においては、ゼラチンスポンジの安全性や有効性が一定程度示されており、様々な臨床状況において塞栓物質として使用することが推奨・許容されている。

(1) 危機的産科出血

産科危機的出血に関する IVR 施行医のためのガイドライン⁹は、2012 年に曾根美雪らを中心に初版が刊行された。このガイドラインは、産科危機的出血への対応において重要な位置を占める IVR 治療に関する実践的な指針を提供することを目的として作成されたが、産科婦人科医らの「我が国の妊婦死亡をゼロにする」という信念のもと、多大な支援をいただいたことに感謝したい。ガイドライン総説では、産科危機的出血への対応指針の概要、IVR 治療の種類、必要な装置や器具について詳細に解説され、全国的な IVR 施行状況のアンケート調査結果も含まれ、まさに教書と言える内容となっている。また、11 の CQ に関し、緊急 IVR と予防的 IVR に分けて、適応、手技内容、臨床成績、合併症などが解説され、最後に説明文書と同意書のひな形、骨盤部の動脈解剖についても述べられている。

緊急 IVR の項では、ほとんどの論文が臨床試験ではなく症例シリーズであり、IVR 治療の推奨グレードは C1 にとどまっている。しかしながら、臨床成功率は 90%前後であり、子宮摘出が必要となる症例は約 8%、救命できない症例は 0-2%であり、また子宮壊死などの重篤な合併症は 1.6%未満であると報告されている。月経は 91-100%で再開し、妊孕性がほぼ保持される結果からは、IVR 治療の推奨はグレード A に匹敵すると考えられる。2017 年改訂版では、注意すべき点として 500 μ m 以下のサイズ、特に slurry（懸濁液）状態でのゼラチンスポンジ使用に関して、子宮癒着や壊死の合併症との関連に警告がなされている¹⁰。2017-2020 年でのガイドラインと同じ検索式「postpartum hemorrhage * embolization」では 36 編が抽出されたが、妊孕性が保持されること^{11, 12}、塞栓術をおこなった患者ではその後の妊娠で胎盤異常が多い¹³といった従来の見解を裏付けるにとどまり、新規の知見は乏しなかった。

予防的 IVR の項では、児娩出後の動脈塞栓術や帝王切開時の総あるいは内腸骨動脈へのバルーンカテーテル留置が提案されている。動脈塞栓術は緊急 IVR に準じた評価が可能であり、バルーンカテーテル留置に関しても、77-100%と臨床的成功率が高いことが報告されている。ただし、症例の背景や施設による手技の違いなどから、一定の評価は困難である。合併症の頻度は低く、胎児の被曝問題も発育遅延や悪性新生物の発生頻度上昇の危険性が低いことが報告されている。一方、2020 年には胎盤位置異常に対する IVR に関するシステマティックレビューが行われ、その結果、予防的 IVR は適切ではなく、出血が発生した場合に動脈塞栓術を行うべきであるとされた¹⁴。胎盤位置異常があっても、分娩後出血をきたす頻度は 50%程度で、胎児に対する被曝も無視できない量であり、全例にバルーンカテーテルあるいは通常のカテーテルの内腸骨動脈への留置は子宮摘出に至らないことを目的とした場合に限定的である。ただし、多くの症例でバルーンカテーテル留置での出血量減少は得られていた。しかしな

がら、各 20 例ずつ計 40 例での前向き比較臨床試験¹⁴では、分娩後出血量減少について有用性がなかったと報告されている¹⁵。さらなる検討の余地はあるものの、今後予防的 IVR がどんどん拡大するとは言えない状況である。

(塩山 靖和)

(2) 骨盤骨折

骨盤骨折に関しても、前回のガイドライン作成時では、臨床試験を行った論文はほとんどなく、症例シリーズが主で、IVR 治療施行の推奨グレードは C1 に留まった。ガイドラインの内容は expert opinion の域をでることができなかった。その後の論文をガイドラインと同じ検索式「pelvic trauma * embolization」で検索すると 2017-2020 年で 29 編が抽出された。2019 年に CVIR 誌から出血性骨盤外傷についての総説¹⁶、ヨーロッパの外傷ガイドライン¹⁷が発行されているが、新規の知見はなかった。

2019 年に Maruhashi ら¹⁸は、殿筋壊死を予防する方法を提唱している。1997 年から 2004 年までの 82 例と、2005 年以降の 70 例において、前者の殿筋壊死が 9 例であったのに対し、後者では 0 であった。提唱された方法は以下の通りである：①非選択的に両側の内腸骨動脈を塞栓する、②塞栓前に血管収縮剤（カテコラミン）を使用しない、③裁断法で作成した 2mm 角のゼラチンスポンジを使用し、ポンピング法で作成したゼラチンスポンジや金属コイルは使用しない。殿筋壊死に関する議論は多岐にわたるが、出血血管を選択的に塞栓するような高度な方法ではなく、手技的に簡便な方法でも良好な結果が得られたことは注目に値する。

(塩山 靖和)

(3) 肝外傷

「肝外傷に対する IVR のガイドライン 2016」に「CQ14. TAE に使用する塞栓物質は？」が設定され、推奨グレード C1 で以下のように述べられている。

- ① ゼラチンスポンジを原則とする
- ② 大きさは 1-2 mm 細片を使用する
- ③ ゼラチン・パウダーは使用しない
- ④ 作成方法は鋏法でもポンピング法でもよい
- ⑤ 適宜金属コイル・マイクロコイルを使用してもよいが、安全面ではマイクロコイルが推奨される
- ⑥ シアノアクリレート系薬剤（n-butyl-2-cyanoacrylate、NBCA）は、高度凝固障害例や、ダメージコントロール手術（damage control surgery; DCS）実施後の重症例において考慮する

その後、2015 年から 2020 年までの論文で、上記ガイドラインに記載されていた検索式「(Liver injury or hepatic injury) AND (Transarterial embolization or arterial embolization or Transcatheter arterial embolization) AND (Trauma)」を用いて検索したところ、15 件の論文が抽出された。2 つの Systematic Review¹⁹。

²⁰ では、肝外傷に対する動脈塞栓術の有用性が述べられているが、塞栓物質についてはゼラチンスポンジ、ポリビニルアルコール（PVA）、またはマイクロコイルという記載があり、特定の使用方法や優劣については言及されていなかった。一方で、凝固能が破綻している症例に対しNBCAを推奨する報告がみられた²¹。

（塩山 靖和）

（4）腎外傷

医原性を含めた腎外傷での塞栓物質に関しては、第一選択としてコイルが用いられる。欠点として複数のコイルが必要となり、処置のコストと時間が増加することが挙げられる。その他、NBCAやOnyx®などの液体塞栓物質、バスキュラープラグがあげられる²²。ゼラチンスポンジの使用については言及されていないが、前述の塞栓物質を用いてもやや不十分な塞栓効果の際に、補完する塞栓材料として用いられるケースが想定される。

（塩山 靖和）

（5）経皮経肝門脈塞栓術（percutaneous transhepatic portal vein embolization；PTPE）におけるゼラチンスポンジの役割

① 経皮経肝門脈塞栓術（PTPE）について

術前門脈塞栓術は、肝門部領域胆管癌、肝細胞癌、大腸癌肝転移などに対する肝切除にあたり、切除予定領域が肝右葉以上あるいは肝容積の50～60%以上となる場合、手術に先立って非切除葉（future liver remnant；FLR）をあらかじめ肥大させておくことで術後の肝不全リスクを低減することを目的として行われる。その臨床応用は1970年代に開腹下の門脈結紮術²³として始まったが、1980年代にはカテーテルを用いた経皮経肝的門脈塞栓術（PTPE）が開発され²⁴⁻²⁷、今日では世界中で広く行われている。塞栓物質に関しては、初期にはフィブリン糊を用いた報告が多くみられたが²⁶⁻²⁸、現在では無水エタノール²⁹⁻³²、ヨード造影剤添加オルダミン®（EOI）³³、NBCA³⁴⁻³⁷をはじめ、多種多様の塞栓物質が単独あるいは複合して使用されている³⁸。しかし、術前門脈塞栓術における塞栓物質の優劣に関して大規模な前向き試験は行われておらず、術者の考え方や施設の環境などに応じて、様々なものが使用されているのが現状である³⁹。

② PTPEの塞栓物質としてのゼラチンスポンジ

ゼラチンスポンジは可溶性の塞栓物質で、ヨード造影剤やリピオドール®と混和して使用した報告^{38, 39}もあるが単独では再開通率が高く、金属コイルとの併用や³⁶、トロンビン、EOIなどといった他の塞栓物質と混合して使用した報告が多い^{38, 40, 41}。その他、EOIやそのfoamなどの注入に先立って、やや大きめに細片したゼラチンスポンジを用いて末梢門脈枝をあらかじめ塞栓しておき、塞栓物質が流れ去るのを防止するといった補助的な使い方も報告されている^{33, 42}。しかし、このような特殊な用途を除くと、懸濁液やパウダーなどといった比較的粒子サイズの小さなものが使用される傾向がある^{40, 41, 43}。

なお、永久塞栓物質と異なり、ゼラチンスポンジやフィブリン糊などの可溶性塞栓物質は塞栓後数週間で門脈血流が再開することが多いため、PTPE を行っても十分な非切除葉の肥大が得られなかった場合、門脈血流が再開した時点で肝動脈塞栓術が選択可能となり、肝細胞癌や一部の転移性肝癌などではこの性質は利点となり得る^{39, 44}。

③ PTPE における穿刺経路の塞栓

PTPE では塞栓終了後直ちにカテーテルを抜去することが多く、カテーテル抜去直後の門脈性出血を予防するため、穿刺経路を塞栓することが推奨されている³⁹。ゼラチンスポンジはこの経路塞栓にも使用され^{42, 45}、魚雷状 (torpedo) に成型して充填する報告もある³²。しかし、ゼラチンスポンジで経路塞栓を行っても出血が持続する症例もあり⁴⁶ 過信は禁物である。

PTPE における穿刺門脈枝に関しては、穿刺合併症による非切除葉のダメージを回避するため、近年では切除予定葉からの穿刺 (ipsilateral approach) が好まれる傾向にあるが、切除予定葉の門脈枝の穿刺が困難な場合は非切除葉を経由した穿刺 (contralateral approach) が選択される場合もある³⁹。contralateral approach における経路塞栓では、使用した塞栓物質により非切除葉の門脈枝が閉塞してしまう恐れがあるため、あえて経路塞栓を行わないという考え方もあるが^{36, 47}、ゼラチンスポンジなどの可溶性塞栓物質であれば、万一非切除葉の門脈枝に流入してしまった場合でも、塞栓物質が溶解することで最悪の事態は回避されるかもしれない。

(橋本 政幸)

(6) 部分脾動脈塞栓術 (PSE) におけるゼラチンスポンジの使用について

PSE ガイドラインにおいて PSE を実施する際に使用する塞栓物質として、ゼラチンスポンジと金属コイルを弱く推奨している⁴⁸。抽出された 5 論文でシステマティック・レビューを行った結果、ゼラチンスポンジは PSE で用いられる塞栓物質の中で最も使用頻度が高く、ゼラチンスポンジとそれ以外の塞栓物質 (コイル、PVA など) と比較しても、効果や重篤な有害事象の頻度に有意な差は見られなかった⁴⁹⁻⁵³。また、ガイドラインパネル会議では医療コストの問題があるものの、金属コイルを使用することも考慮してもよいのではないかという意見があったこと、を理由として挙げている。

(松本 知博、野口 智幸)

(7) 症候性子宮筋腫に対する子宮動脈塞栓術におけるゼラチンスポンジの位置づけ

欧州 IVR 学会 (CIRSE) ガイドライン⁵⁴ では、子宮動脈塞栓術 (UAE) には PVA、Embosphere、Beadblock またはゼラチンスポンジを用いるとされているが推奨するものではなく、術者はそれぞれの塞栓物質の特性について精通すべきであるとの記載に止まっている。また米国 IVR 学会 (SIR) のガイドライン⁵⁵ においても UAE に用いる塞栓物質について特定のものを推奨する記載は見られない。本邦においては、症候性子宮筋腫に対する UAE で使用する塞栓物質としては球状塞栓物質のみ (2024 年 6 月の時点で Embosphere のみ) が保険収載されており、ゼラチンスポンジは 2024 年 6 月の時点において保険収載されていない。しかしながら、産科出血を

じめとする子宮出血に対する止血目的の UAE においては、保険収載された塞栓物質であるセレスキューが広く使用されており、その使用法に多くの術者が習熟している。このような本邦の医療環境に加え、保険収載されている球状塞栓物質とは特性の異なるゼラチンスポンジが必要とされる場面（筋腫内動静脈シャントが疑われる症例に対し、安全に治療を完遂しようとする場合⁵⁶等）も想定されることから、最近公表された日本 IVR 学会の「症候性子宮筋腫に対する UAE のガイドライン 2022」⁵⁷においては、症候性の子宮筋腫に対する UAE に球状塞栓物質を使用することを提案する。（球状塞栓物質のみで塞栓することが適切ではないと判断された場合、ゼラチンスポンジを使用することとも考慮する。）とされ、保険収載された球状塞栓物質を使用することが提案されたなかで、状況に応じてゼラチンスポンジを追加使用もしくは代替使用することも許容する旨の注記がなされている。なお、ゼラチンスポンジは子宮出血に対する止血目的の UAE では保険収載されているが、症候性子宮筋腫に対する UAE においては保険収載されていないため、これを用いる場合は、必要に応じて施設の長、および倫理委員会の承認を経て、十分なインフォームド・コンセントの上、患者を担当する医師が責任を持つものとする注記されている。

症候性子宮筋腫に対する UAE におけるゼラチンスポンジの治療成績に関するこれまでの報告の多くは本邦から発信されたものである。ゼラチンスポンジの中長期にわたる有効性・安全性は Katsumori らによって最初に示された⁵⁸⁻⁶⁰。その後、Sone ら⁶¹による多施設第 I / II 相前向き単群試験の成績が報告された。さらに、多孔性ゼラチンスポンジ粒（ジェルパート®）と従来のカッティング法で細片化したゼラチンスポンジを比較する前向き単群試験⁶²と後方視研究^{63, 64}が報告され、多孔性ゼラチンスポンジ粒についても、カッティング法で細片化したゼラチンスポンジと同等の成績が示された。

なお、症候性子宮筋腫に対する UAE に用いる塞栓物質に関してこれまでに報告された比較試験の成績は以下のとおりである。2 編のランダム化比較試験の成績を含めた systematic review⁶⁵において Embosphere が spherical-PVA に比して優れた塞栓物質であることが示されている。1 編のランダム化比較試験⁶⁶によりゼラチンスポンジは nonspherical-PVA に比して優れていることが示されている。

Embosphere とゼラチンスポンジとの比較については、1 編の単施設前向き非ランダム化比較試験⁶⁷において有意差は認められなかったが、1 編のランダム化比較試験⁶⁸において Embosphere はゼラチンスポンジに比して子宮容積縮小効果が優れていると報告された。また、1 編の非ランダム化後方視研究⁶⁹において Embosphere はゼラチンスポンジに比して術後疼痛が軽度であった。Embosphere で塞栓後にゼラチンスポンジで追加塞栓した群と Embosphere のみで塞栓した群を比較した 1 編の非ランダム化後方視研究⁷⁰によると、治療効果に有意差はみられなかったが、ゼラチンスポンジで追加塞栓した群は医療経済効果において優れていた。

（杉山 宗弘）

7. バックグラウンド・クエスチョン (BQ)

BQ1: ゼラチンスポンジの血管閉塞機序は？

回答：

ゼラチンスポンジを血管内に充填することで物理的に血流の停滞が生じ、次第に血栓が形成され血管が塞栓される。またゼラチンスポンジ自体にも血栓形成を促進する効果がある。

解説)

カテーテルから注入されたゼラチンスポンジ細片は形状を変化させながら血流によって末梢に進み、粒子径より小さな血管の内腔を物理的に塞ぐことで血流を停滞させ、その周囲に血栓が形成されることで血管が閉塞される^{71, 72}。ゼラチンスポンジ自体にも止血作用があり、創傷の表面に強く密着させるとフィブリンとほぼ同等の止血効果が得られる⁷³。またウサギの血液を用いた実験では、ゼラチンスポンジを加えることにより凝固時間が平均 9.5 分から 6.2 分に短縮し、ゼラチンスポンジ自体にも凝固時間を短縮させ、血栓形成を促進する効果がある⁷⁴。

(宮山 士朗、山西 伴明)

BQ2: ゼラチンスポンジの血管閉塞効果は？

回答：

ゼラチンスポンジは 2～6 週程度で吸収され、閉塞した血管は再開通することが多いために一時的塞栓物質に分類されるが、ゼラチンスポンジに対する異物反応に起因する血管炎により塞栓された血管内腔が狭小化し、完全に閉塞する場合もある。

解説)

ゼラチンスポンジは 2～6 週程度で吸収され、閉塞した血管は再開通することが多いために一時的塞栓物質に分類されるが、ゼラチンスポンジに対する異物反応に起因する血管炎により塞栓された血管内腔が狭小化し、完全に閉塞する場合もある。解説：ゼラチンスポンジは水に溶解されず、生体内では貪食作用により通常 2～6 週程度で吸収されるが⁷⁴、7 ヶ月後にも組織学的に残存が確認されたとの報告もある⁷⁵。血管内に停滞したゼラチンスポンジの周囲には異物反応が生じ、塞栓直後～20 日間は好中球や好酸球を中心とした炎症細胞浸潤と肉芽巨細胞形成が認められ、肉芽腫性血管炎の像を呈する^{71, 76}。1 週間後には形成された血栓内に内皮細胞が侵入し、線維芽細胞が増殖する。2 週間後にはゼラチンスポンジは増殖した内膜内に埋没した状態で認められ、次第に減少していく⁷¹。この頃には閉塞した血管は再開通するが、血管炎や線維性肥厚のために内腔が狭小化し⁷¹、完全に閉塞する場合もある⁷⁶⁻⁷⁸。塞栓される血管径はゼラチンスポンジ粒子の大きさに左右されるが、粒子自体が軟らかく血管内で変形することとサイズのばらつきのため、メスとはさみで裁断した 1mm 角程度のゼラチンスポンジ細片や 1mm 粒や 2mm 粒のジェルパート®での最小閉塞血管径はいずれも 500 μ m 程度であり、この程度のサイズのものであれば粒子径と最小閉塞血管径はあまり相関しないとの報告もある(7、8)。このサイズの粒子では肝や子宮では壊死は生じないが、500 μ m 以下の小さなものではより細い血管が塞栓され、臓器壊死を生じる⁷⁹。ポンピング法で作成したゼラチンスポンジでのブタの子宮動脈の塞栓実験では、100 μ m 以下(最小 37 μ m)の細動脈が塞栓されているのか確認されている⁸⁰。肝細胞癌に対する肝動脈化学塞栓療法(transcatheter arterial chemoembolization; TACE)ではリピオドール®を併用することが多いが、この場合は動脈枝だけでなく門脈枝も障害され、肝実質壊死が生じる⁸¹。ゼラチンスポンジは吸収されるため一時的塞栓物質に分類されるが、塞栓された血管が再開通するかどうかは、注入されたゼラチンスポンジの量・緻密度・炎症反応の程度に左右され、多量のゼラチンスポンジが密に充填された場合には再開通しないことが多い⁷⁸。ゼラチンスポンジ周囲の炎症の程度は粒子の表面積の大きさと相関し、1mm 粒と 2mm 粒のジェルパート®では 2mm 粒のほうが強い炎症反応を生じる⁸²。Geschwind らは⁸³ゼラチンスポンジによる TACE を施行した 33 例中 81%の症例で塞栓血管の再開通が認められたと報告しているが、リピオドール®や抗癌剤も同時に使用されているため、この結果はゼラチンスポンジのみの再開通率を示すものではない。

(宮山 士朗、山西 伴明)

BQ3: 合併症（手技上、物質毒性）にはどのようなものがあるか？

回答：

ゼラチンスポンジではごくまれにアナフィラキシーショックが生じることがある。ゼラチンスポンジを用いた塞栓術では、虚血性および感染性合併症が生じ得る。ゼラチンスポンジを用いた塞栓術では、溢流による合併症が生じる。

解説)

スポンゼル® はウシ、ゼルフォーム® はブタの低アレルギー化処理が施されていないゼラチンから作られるため⁷²、いずれもヒトにとっては異種蛋白であり、塞栓物質として使用した際には異物反応による肉芽腫性血管炎を生じる⁷⁶。手術中に使用したトロンピンを浸したゼルフォームに対するアナフィラキシーショックが若年者の2例で報告されているが^{84, 85}、血管内投与での報告はない。

ゼラチンスポンジを用いた塞栓術による各臓器・組織での虚血性および感染性合併症が多数報告されており^{77, 86-95}、肝などの二重血流支配を持つ臓器を除き、虚血性変化の惹起は必然である。肝細胞癌に対するTACEでは、抗癌剤やリピオドール®との併用で肝梗塞(0.17%)や肝膿瘍(0.22-10%)の発生が報告されている。同様に胆管障害が1.2-2%で発現し、胆管炎や胆嚢炎に加えて、胆汁嚢胞の形成も報告されている^{86, 87, 89}。これらの合併症はリピオドール®や抗癌剤の関与も示唆されるが、リピオドール®を用いないTACEでもゼラチンスポンジにより胆嚢動脈が塞栓された症例の90%で壊死性潰瘍性胆嚢炎を認めたとする報告や⁹⁰、固有肝動脈からのゼラチンスポンジパウダーによるTACEで胆嚢・胆管壊死を生じた報告がある⁹⁵。また経皮経肝的門脈塞栓術ではゼラチンスポンジと金属コイルの併用で肝膿瘍発生の報告がある⁹⁴。転移性肝腫瘍に対するゼラチンスポンジを用いた胃十二指腸動脈塞栓術では、急性膵炎、胃十二指腸潰瘍、腸管壊死、脾梗塞や膿瘍、肺塞栓や梗塞が報告されている⁹³、他にも肝動脈塞栓や腹部外傷性出血に対する塞栓術に起因する、急性膵炎、胃・小腸梗塞、脾梗塞が報告されている^{77, 91, 92}。PSEでは塞栓後症候群に加え、脾膿瘍の形成、静脈瘤破裂、腹水・胸水の貯留が報告されている^{50, 96-98}。UAEでは筋腫脱落(分娩)や性的機能不全の報告がある^{59, 99}。虚血性合併症の頻度や程度は、塞栓範囲の大きさ、ゼラチンスポンジの粒子径、塞栓強度などに左右されるが^{50, 82, 95, 97, 100}、その詳細を検討した報告は少ない。

ゼラチンスポンジはX線不透過であり、透視上視認できないため造影剤と混和して注入するが、溢流に伴う非標的組織・臓器の塞栓による合併症の危険があり^{59, 77, 92}、内腸骨動脈塞栓時の大腿動脈への溢流による下肢動脈血栓の発生や、肝細胞癌に対するTACE時の脾への分枝への溢流による膵炎の発生などが報告されている。

(穴井 洋、西尾福 英之、森本 賢吾)

BQ4: 手技上のポイントは？

回答)

用手的に作成したゼラチンスポンジ細片は不整形で径にはばらつきがあるが、対象となる疾患や血管径に応じて術者がサイズを調節できる利点がある。塞栓術を行うにあたってはカテーテルを可能な限り病変部まで進め、必要 最小限の範囲を塞栓するように努める。

解説)

カッティング法で作成したゼラチンスポンジ細片は、ポンピング法で作成したものとは比べて粒子サイズが比較的均一になるものの¹⁰¹、作成にはある程度の熟練と時間を要する。ポンピング法は簡便であるが粒子径のばらつきが大きく、30回のポンピングでは800 μ m～1.6mmの粒子の割合が最も多くなるが500 μ m以下の微細な粒子も混在し¹⁰²、ゼルフォーム®よりもスポンゼル®を使用した場合にその割合が高くなる($p=0.0012$)¹⁰¹。50回のポンピングでは200～400 μ mのサイズが最も多くなり、すべての粒子が1.6mm以下となる¹⁰²。ジェルパート®もポンピング法で破砕することでさらに細片化される¹⁰³。至適な粒子径については、肝細胞癌に対するTACEでは500～1000 μ mのものが推奨されている⁷⁹。しかし、太い胆管のない肝の末梢レベルでの塞栓では200～500 μ mのものでも比較的安全に使用可能である¹⁰⁴。UAEでは用手的に作成した500～1000 μ m程度のものが主に用いられるが⁵⁸、ジェルパート®を使用する場合は1mm粒の使用が推奨される⁸²。PSEに用いるゼラチンスポンジのサイズは他の部位と比べて概して大きめであり、脾臓瘍形成の予防のため、習慣的に抗生物質を溶解した造影剤に浸して使用する⁹⁸。BAEでは500～1000 μ mのものが主に使用される^{105, 106}。用手的に作成されたゼラチンスポンジ粒子は不整形であるため、粒子径より太い血管内に集簇して血流が一時的に停滞し、しばらくすると集簇したスポンジ粒子が末梢側に移動し再開通を生じることがある¹⁰⁷。また血管内で形状が変化することと小さな断片の混在により粒子径より細い血管も塞栓され、球状塞栓物質などと比べて塞栓レベルや塞栓効果の予測が困難である。ジェルパート®も粒子径にはばらつきがあり¹⁰⁸、規格の粒子径より細い径の血管が塞栓される⁸²。塞栓術に際しては、カテーテルを可能な限り病変部まで進め、必要最小限の領域を塞栓するよう努める。注入時には造影剤で十分に希釈したものを逆流しないようにゆっくりと注入し、造影剤の流れを注意深く観察する。また注入量はカテーテル内腔の容量も考慮して調節し、血流が停滞し逆流が危惧される場合には注入をやめ、カテーテル内のゼラチンスポンジを吸引し回収する。

(南 哲弥、中村 功一、宮山 士朗)

BQ5: 塞栓時の疼痛対策は？

回答：

塞栓時の疼痛に対してはオピオイドを使用してもよいが、十分な科学的根拠がない*¹。
オキシコドンの術前 1 時間前、12 時間後、24 時間後の内服は、肝細胞癌に対する
TACE での疼痛軽減に有効であり、行うよう奨められる*²。
TACE 開始直前のカテーテルからの 2%リドカイン 5ml の動注は疼痛軽減に有用であり、
行うよう奨められる*³。

解説)

ゼラチンスポンジ細片による塞栓時の疼痛に対しては、オピオイド剤が使用されることが多い。その投与タイミングについての臨床研究の報告は見られないが、各医療機関から公開されている肝細胞癌に対する TACE のクリニカルパスでは施術時に使用との記載が多く、多くの施設では TACE 開始時に予防的に使用されていると推察される。しかしながら、その有効性についての科学的根拠は示されていない*¹。以前には TACE 時の疼痛対策として硬膜外麻酔を使用した報告もあるが¹⁰⁹、現在のマイクロカテーテルを用いた超選択的 TACE ではそこまでの管理はほとんど必要とならない。

Zhou らは¹¹⁰TACE 患者 210 例を、オキシコドン 20mg を術前 1 時間、12 時間後、24 時間後に内服(20mg 群)、同様の間隔で 10mg 内服(10mg 群)、同様の間隔でビタミン C を内服(プラセボ群)の 3 群にランダム化し(各群 70 例)術後のペインスケールの程度を比較し、20mg 群と 10mg 群の術後 48 時間までのペインスケールはプラセボ群より有意に低く($p<0.001$)、20mg 群と 10mg 群では 12 時間までのペインスケールに差があったが($p<0.001$)、12~24 時間、24~48 時間では有意差がなかったと報告している(各 $p=0.68$ 、 $p=0.10$)。

また、塞栓術時のカテーテルからの局所浸潤麻酔剤の動注も疼痛軽減に効果がある。Lee ら¹¹¹は TACE 直前の 2%リドカイン 5ml 動注群($n=30$)、TACE 後のリドカイン動注群($n=46$)、非動注群($n=37$)でランダム化試験を行い、TACE 直前の動注群では術後の疼痛レベルが直後動注群より有意に低く($p=0.005$)、疼痛時のペチジン使用量も術後動注群や非使用群よりも有意に少なかったと報告している($p=0.002$)。本邦でも TACE 直前に 2%リドカイン動注が行われているが¹¹²、量的には 0.5-1ml と少なく、血管攣縮予防の意味合いが強い。PSE の際の塩酸プロカイン動注の有用性も報告されているが¹¹³、症例報告レベルでありエビデンスレベルは低い。塞栓時の疼痛には個人差があり、また対象となる標的組織や臓器と塞栓範囲や塞栓強度によって程度が異なるため標準化が難しく、対症療法が中心となる。

*1: ゼラチンスポンジガイドライン 2013 では推奨グレード C1

*2: ゼラチンスポンジガイドライン 2013 では推奨グレード A

*3: ゼラチンスポンジガイドライン 2013 では推奨グレード A

(南 哲弥、中村 功一、宮山 士朗)

BQ6: 血管破綻性出血への使用について
回答) 分娩後、消化管出血、外傷、腫瘍破裂、喀血などの血管破綻性出血に対し、止血目的でゼラチンスポンジを用いた塞栓術を行ってもよい^{*1}。 ただし、他の塞栓物質との併用や使い分けに関しては十分な科学的根拠がない^{*2}

解説)

分娩後出血に対するゼラチンスポンジを用いた塞栓術での止血効果はいずれの報告でも非常に高く¹⁻⁴、子宮摘出を回避できることにより妊孕性が保持できる点でも利点が多い。また塞栓術後の月経再開率についても93%~100%^{1,3}と報告されている。

消化管出血症例に対するゼラチンスポンジを用いた塞栓術は、一時止血が有効と考えられる症例に選択される場合がある⁵。しかし目標血管の選択的塞栓が困難な場合や、再出血例が比較的高く、臨床的成功率は62%程度である^{5,6}。

下部消化管出血ではコイルを留置できないような破綻動脈にゼラチンスポンジを注入することで、塞栓後の腸管虚血の発症なく止血可能であったと報告されている⁷。

消化管出血や外傷性出血を含む急性動脈性出血に対するゼラチンスポンジ、マイクロコイル、n-butyl-2-cyanoacrylate (NBCA)での治療成績を解析したYonemitsuらの報告によると⁸、1次止血率、再出血率、平均治療時間はゼラチンスポンジ群が67%、23%、25±10分、マイクロコイル使用群80%、0%、37±19分、NBCA使用群100%、0%、9±4分であり、1次止血率はNBCA群がゼラチンスポンジ群よりも有意に高く(p=0.009)、再出血率はゼラチンスポンジ群がマイクロコイルやNBCA群よりも有意に高かった(p=0.048)。また治療時間はNBCA群がマイクロコイル群やゼラチンスポンジ群よりも有意に短く(p<0.001)、1次止血率、再出血率、治療時間ともにゼラチンスポンジよりNBCAの方が優れていた。特に血小板数5万以下あるいはプロトロンビン時間国際標準比(prothrombin time-international normalized ratio; PT-INR)が1.5以上の症例では、ゼラチンスポンジ群では再出血の頻度が高く、NBCAの使用が望ましい⁸。また同じくYonemitsuらは¹¹⁴、ブタ動脈の医原性外傷モデルを用いた検討を行い、活性凝固時間(activated coagulation time: ACT)が200秒未満であればNBCA、ゼラチンスポンジともに再出血は認めなかったが、400秒以上に延長している場合、NBCAで5箇所中1箇所のみが再出血したのに対し、ゼラチンスポンジ細片では5箇所中4箇所が再出血したと報告しており、凝固能不良状態では、ゼラチンスポンジ単独での治療では塞栓が不十分に終わる可能性を指摘している。同様な内容の結果は、上部および下部消化管出血例においてもシステマティックレビューとメタ解析で報告されている¹¹⁵。

骨盤骨折^{91, 116, 117}、や鋭的・鈍的あるいは医原性外傷¹¹⁸⁻¹²⁵での塞栓術では、症例によってコイル、PVA、NBCAが単独、あるいはゼラチンスポンジと併用して使用される。塞栓物質の選択や併用の基準が明示されていないものが多いが、出血点がびまん性の場合にはゼラチンスポンジ、限局性であればコイルを用いるとの報告¹²¹や、細い動脈に対してはゼラチンスポンジ、中等度の径ではゼラチンスポンジ+コイル、太径の動脈にはコイルによる塞栓を推奨している報告もある¹²⁴。しかし、総じて塞栓物質の使い分けに関するエビデンスレベルの高い論文はない。

腫瘍からの動脈性出血の原因は、抗凝固薬や一部の分子標的治療薬などの薬物関連、医

原性を含めた外科的出血、放射線治療後、腫瘍の動脈浸潤などが挙げられる¹²⁶。これら腫瘍出血例は、肝細胞癌^{127, 128}、舌癌¹²⁹、頭頸部癌¹³⁰からの血管外漏出が認められた例で、ゼラチンスポンジによる塞栓術により速やかに止血が得られたと報告されている。特に肝細胞癌では、破裂した症例に対し塞栓術を行った場合の平均生存期間は98.5日で、保存的治療群の13.0日より有意な延長が得られており¹²⁷、また別の報告では、治療後1、3、6か月の生存率は、それぞれ76.9%、61.5%、53.8%であり、全例に即時の止血効果が得られ、患者の生存率を向上すると記載されている¹²⁸。これらは後ろ向きの成績であるが積極的な適応と考えてよいかもしれない。

*1: ゼラチンスポンジガイドライン 2013 では推奨グレード C1

*2: ゼラチンスポンジガイドライン 2013 では推奨グレード C2

（塩山清和、小金丸雅道）

8. クリニカル・クエスチョン (CQ)

CQ1: 肝腫瘍（悪性肝腫瘍、肝細胞腺腫）に対する動脈塞栓術にゼラチンスポンジは有用か？

回答)

肝細胞癌に対しゼラチンスポンジ使用してもよい。

肝細胞癌以外の腫瘍に対しゼラチンスポンジ使用してもよい。

推奨度：弱い推奨 エビデンスの強さ：低い

解説)

本 CQ で評価対象となった文献のうち、HCC に対する TACE 治療を対象とした研究で、ゼラチンスポンジを追加する効果に関して、RCT が4件あった。これら4件のRCT¹³¹⁻¹³⁴において、生存期間のみで、定量的システマティック・レビュー（メタアナリシス）を行うことができたが、それ以下の項目では、エビデンスの低いと判定される研究のみであり、定性的システマティック・レビューのみを行った。生存期間に関して、ゼラチンスポンジを追加することによる有意差は認められなかった。今回評価対象となった4つのRCTが対象としているHCCが進行したHCCが多かったことや、使用した抗がん剤が3剤併用など、抗がん剤に効果に重点を置いた研究だったために、ゼラチンスポンジを追加する効果が現れにくかった可能性がある。腫瘍縮小効果に関しては、3件のRCTで検討されており、1件¹³¹において有意差が認められたが、2件^{132, 134}において有意差は認められなかった。合併症に関しては、2件のRCTで検討されており、1件¹³¹では有意差が認められなかったが、1件¹³⁴ではゼラチンスポンジを使用した群で有意に多かった。

今回のCQで評価対象となった文献で、ゼラチンスポンジを用いたTACEと、ゼラチンスポンジを用いていない肝動注化学療法やゼラチンスポンジ以外の塞栓物質を用いたTACEを比較したケースコントロール研究が8件¹³⁵⁻¹⁴²あり、腫瘍縮小効果が有意に認められ、合併症は増加しなかったという結果が多かった。

HCC以外の腫瘍を対象としたRCT研究では、胃癌の肝転移を対象とした1件¹⁴³のみであり、その他症例集積研究もしくは症例報告のみであった。肝転移（メラノーマ^{144, 145}、消化管癌^{143, 146-150}、神経内分泌腫瘍（カルチノイド）¹⁵¹⁻¹⁵⁴、胆管癌¹⁵⁵、混合型肝癌¹⁵⁶、肝腺腫¹⁵⁷、肝血管腫¹⁵⁸、肝芽腫^{159, 160}などの報告があり、一定の腫瘍縮小効果が得られていた。特に神経内分泌腫瘍により引き起こされるカルチノイド症候群を緩和する効果が報告されている。

（駒田 智大、橋爪 卓也）

文献検索式)

(1.1.) Pubmed (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	((("Liver Neoplasms"[MH] OR (liver[TIAB] AND cancer[TIAB]) OR "Adenoma, Liver Cell"[MH] OR hepatocellular[TIAB] OR hepatoma[TIAB] OR hepatic[TIAB]) AND ("Surgical Sponges"[MAJR] OR "Gelatin Sponge, Absorbable"[MH] OR "Gelatin/therapeutic use"[MH] OR "gelatin sponge"[TIAB] OR "gelatin sponges"[TIAB] OR gelaspon[TIAB] OR gelitaspon[TIAB])	531

	OR "Gel Block"[TIAB])) NOT (Animals[MH] NOT Humans[MH])) AND 1980:2020[PDAT]	
--	---	--

(1.2.) 医中誌 (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	(肝臓腫瘍/TH or 肝腫瘍/TA or 肝癌/TA or 肝細胞/TA) and (吸収性ゼラチンスポンジ/TH or ゼラチンスポンジ/TA or ゼラチンフォーム/TA or ゼルフィルム/TA or セレスキュー/TA or ジェルパート/TA or スポンゼル/TA or ゼルフォーム/TA or "gelatin sponges"/TA or "gelatin sponge"/TA or "gelaspon"/TA) and (PT=原著論文, 会議録除く and DT=1980:2020) and CK=ヒト	181

(1.3.) cochrane (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	MeSH descriptor: [Surgical Sponges] explode all trees (gelatin sponge):ti, ab, kw OR (gelatin sponges):ti, ab, kw OR (gelfoam):ti, ab, kw OR (spongel):ti, ab, kw OR (gelaspon):ti, ab, kw (Word variations have been searched) MeSH descriptor: [Liver Neoplasms] explode all trees (liver):ti, ab, kw OR (hepatocellular):ti, ab, kw OR (hepatic):ti, ab, kw (#1 OR #2) AND (#3 OR #4)	123

文献のスクリーニング)

検索された文献数は、Pubmed が 531 件、コクランが 123 件、医中誌 181 件であり、さらに 2 件追加して、合計 835 件であった。1 次スクリーニングにより採用され 2 次スクリーニングの対象となった文献は、70 件であった。これらの中で、2 次スクリーニングにより採用された文献は 30 件で、肝細胞癌に関するものが 13 件、肝細胞癌以外の肝腫瘍に関するものが 18 件あった。

追加・参考文献)

上記検索施行後に発表された臨床研究についてハンド・サーチを行い、文献 2 件^{139, 140}を追加した。

■関連する他の診療ガイドラインにおける記載

肝臓臨床ガイドライン 2021 年度版¹⁶¹を参考にした。

CQ2: 腎腫瘍（悪性腎腫瘍、腎血管筋脂肪腫）に対する動脈塞栓術にゼラチンスポンジは有用か？

回答)

- 1) 腎細胞癌やその他の腎腫瘍に対する術前処置・症状緩和として、ゼラチンスポンジを用いた塞栓術を行ってもよい。
- 2) 腎血管筋脂肪腫に対し腫瘍縮小効果や腫瘍破裂予防効果を目的として、ゼラチンスポンジを用いた動脈塞栓術を行ってもよい。

推奨の強さ：弱い推奨 エビデンスの強さ：低

解説)

腎細胞癌に対してゼラチンスポンジを用いた塞栓術が行われることがあり、術前塞栓術や切除不能腎癌の血尿などに対する症状緩和、止血の目的に有効との報告がある¹⁶²⁻¹⁶⁸が、エビデンスレベルの高い論文は乏しい。また腎細胞癌に対する塞栓術は、エタノール、金属コイル、acrylic microsphere、PVA 等の他の塞栓物質により行われる場合もある^{164, 166, 167, 169}。「血管塞栓術に用いる無水エタノールのガイドライン 2016」¹⁷⁰では腎細胞癌への使用として、エタノールの合併症率が低いことや、ゼラチンスポンジと比較して塞栓後症候群が軽微であること、短時間で良好に塞栓できることが述べられている。現在、それぞれの優位性は証明するエビデンスレベルの高い論文は存在せず、これらの塞栓物質に対するゼラチンスポンジの優位性は証明されていないため、実際の手技では術者の判断により状況に応じて使い分けられている。

腎細胞癌に対するゼラチンスポンジを用いた塞栓術の評価として、抗腫瘍効果については塞栓後に腫瘍縮小などについて直接評価した文献はみられなかった。症状緩和効果については血尿の改善に関して複数の高い改善率の報告があり^{164, 166}、腫瘍に伴う血尿に対しては効果が得られていると思われる。合併症については、多くの研究で塞栓後症候群の報告が高い割合でみられているものの¹⁶³⁻¹⁶⁸、アウトカムとして設定した重篤な合併症についての報告はなく、一定の安全性は得られている。

また腎細胞癌以外の悪性腎腫瘍に対しても症状緩和目的にゼラチンスポンジで塞栓を行なった報告があるが、大部分は症例報告レベルにとどまる。検索の限りで SFT (solitary fibrous tumor)、Wilms 腫瘍、ユーイング肉腫に関する報告は確認された^{169, 171-175}。また Wilms 腫瘍に関しては症状緩和目的に塞栓を行なった報告に加え、ゼラチンスポンジを用いた TACE の有用性について検討した報告がある^{172, 173}。

腎血管筋脂肪腫に関しては、圧迫症状などを有する病変や破裂例に対する塞栓術が行われる¹⁷⁶⁻¹⁸²。腫瘍縮小効果については一定の縮小効果が得られており、また止血効果や腫瘍破裂予防効果についても得られている。重篤な合併症については、一つの研究で重篤な高血圧症、腎膿瘍形成、十二指腸との瘻孔形成の報告があったが¹⁷⁹、ゼラチンスポンジを用いた症例はごく一部であり、直接的なゼラチンスポンジとの関連性を評価することは困難であった。このほかの研究では重篤な合併症はなく、一定の安全性は得られている。

腎血管筋脂肪腫に用いられる塞栓物質は報告により様々である。ゼラチンスポンジを一部の症例に併用し、エタノールやリピオドール®、金属コイルが併用されている症例が多く^{176, 178-182}、塞栓物質間での治療効果を直接比較した研究はないことから、ゼラチンス

ポンジ単独での塞栓に関する有効性は不明である。

(藤榮 博史、桑鶴 良平、杉山 宗弘)

文献検索式)

(1.1.) Pubmed (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	((("Kidney Neoplasms"[MH] OR ((kidney[TIAB] OR renal[TIAB]) AND (cancer[TIAB] OR "Angiomyolipoma"[MH] OR angiomyolipoma[TIAB])) AND ("Embolization, Therapeutic/methods"[MAJR] OR "Surgical Sponges"[MAJR] OR "Gelatin Sponge, Absorbable"[MH] OR "Gelatin/therapeutic use"[MH] OR "gelatin sponge"[TIAB] OR "gelatin sponges"[TIAB] OR gelaspon[TIAB] OR gelitaspon[TIAB] OR "Gel Block"[TIAB])) NOT (Animals[MH] NOT Humans[MH])) AND 1980:2020[PDAT]	378

(1.2.) 医中誌 (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	(腎臓腫瘍/TH or 腎腫瘍/TA or 腎臓癌/TA or 腎癌/TA or 腎血管筋脂肪腫/TA or (腎/AL and (血管筋脂肪腫/TH or 血管筋脂肪腫/TA))) and (吸収性ゼラチンスポンジ/TH or ゼラチンスポンジ/TA or ゼラチンフォーム/TA or ゼルフィルム/TA or セレスキュー/TA or ジェルパート/TA or スポンゼル/TA or ゼルフォーム/TA or "gelatin sponges"/TA or "gelatin sponge"/TA or "gelaspon"/TA) and PT=原著論文, 会議録除く and DT=1980:2020 and CK=ヒト	28

(1.3.) cochrane (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	#1 MeSH descriptor: [Surgical Sponges] explode all trees #2 (gelatin sponge):ti, ab, kw OR (gelatin sponges):ti, ab, kw OR (gelfoam):ti, ab, kw OR (spongel):ti, ab, kw OR (gelaspon):ti, ab, kw (Word variations have been searched) #3 MeSH descriptor: [Kidney Neoplasms] explode all trees #4 (kidney):ti, ab, kw OR (renal):ti, ab, kw OR (renal angiomyolipoma):ti, ab, kw	123

#5 (#1 OR #2) AND (#3 OR #4)	
Record #1 of 27	

文献のスクリーニング)

スクリーニングは、本ガイドラインの基本方針に則って行った。

検索された文献数は、pubmed が 378 件、コクランが 123 件、医中誌 28 件であり、これにハンドサーチによる 14 件の文献を加えた 543 件でスクリーニングを行った。

CQ3-1)では 1 次スクリーニングにより採用され 2 次スクリーニングの対象となった文献は、pubmed が 13 件、cochrane が 0 件、医中誌が 1 件、ハンドサーチの文献が 5 件であった。これらの中で、full text について 2 次スクリーニングを行い採用された文献は pubmed が 7 件、医中誌が 1 件、ハンドサーチの文献が 3 件であった。

CQ3-2)では 1 次スクリーニングにより採用され 2 次スクリーニングの対象となった文献は、pubmed が 9 件、cochrane が 0 件、医中誌が 1 件、ハンドサーチの文献が 1 件であった。これらの中で、2 次スクリーニングにより採用された文献は pubmed が 6 件、ハンドサーチの文献が 1 件であった。

追加・参考文献)

本解説を執筆する際に、関連する他の診療ガイドライン 1 件を参考文献として追加した。

CQ3: 多血性悪性腫瘍（局所進行・転移性病変を含む）に対する動脈塞栓術にゼラチンスポンジは有用か？

回答)

ゼラチンスポンジ血管内投与は一定の腫瘍縮小効果や症状緩和効果が報告されており、有用である。

推奨度：弱い推奨 エビデンスの強さ：低い

解説)

本 CQ では、「他の CQ で扱われた肝腫瘍および腎腫瘍」、「総論および BQ で扱われた出血性病変」、「総論で扱われた子宮筋腫」、「本ガイドラインでは取り扱わないこととした前立腺腫大」を除いた全ての多血性腫瘍（主に悪性）を対象として、動脈塞栓術の有効性（抗腫瘍効果、疼痛緩和効果、安全性）が評価された。文献検索により、pubmed が 599 件、コクランが 13 件、医中誌 117 件が候補となり、このうちシステマティック・レビューにより最終的に pubmed 11 件、医中誌 4 件が評価対象となった。対象臓器のほとんどは骨もしくは軟部組織であり、一部に膀胱、縦隔が含まれていた。

今回の CQ で評価対象となった文献はいずれも症例数の少ない症例集積研究（最多で 41 例）もしくは症例報告であり、RCT やメタアナリシスの報告はなかった¹⁸³⁻¹⁹⁷。対象文献の総症例数は 175 例であり、原疾患は骨巨細胞癌や腎癌、肝癌、膀胱癌など多様であった。さらに、治療介入としてゼラチンスポンジを用いた動脈塞栓術のほかに、コイルや PVA (polyvinyl alcohol) など他の塞栓物質の併用や、抗がん剤の動注、放射線の外照射、Iodine-125 を用いた局所小線源治療、温熱療法など他治療との組み合わせがなされた報告も混在していることから、全体としてエビデンスの強さは低いと判定した。また、同様の理由から、定量的システマティック・レビュー（メタアナリシス）の対象にはならず、定性的システマティック・レビューのみを行った。

上記多血性悪性腫瘍に対する動脈塞栓術は、主に抗腫瘍効果もしくは疼痛緩和を目的として施行される。抗腫瘍効果については、ほとんどの報告で縮小効果が得られたと報告されているが、その効果判定方法と程度は一定ではなく、定量的な評価は困難である^{184-190, 192, 195-197}。症状の緩和効果については、その結果が抽出可能な対象文献では、80～90%の症例における疼痛緩和効果があったと報告されている^{183, 186, 188-190, 192, 194, 196}。その他、合併症については、重篤な合併症の頻度は文献全体で 1%程度と低いものの、下肢麻痺や組織壊死などの動脈塞栓術との関連が疑われる重大な合併症も報告されている^{184, 190}。

以上から、多血性悪性腫瘍（局所進行・転移性病変を含む）に対するゼラチンスポンジを用いた動脈塞栓術は、抗腫瘍縮小効果や症状緩和に有用である可能性があるため施行することを弱く推奨する。しかし、低い頻度ながらも重大な合併症が報告されていることから、塞栓術を施行する対象臓器・血管の適応判断は慎重におこなう必要がある。

（菅原 俊祐、保本 卓）

文献検索式)

(1.1.) Pubmed (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	((("Neoplasm Metastasis"[MH] OR hypervascular[TIAB] OR metastatic[TIAB] OR "giant cell tumor"[TW]) AND ("Embolization, Therapeutic/methods"[MAJR] OR "Surgical Sponges"[MAJR] OR "Gelatin Sponge, Absorbable"[MH] OR "Gelatin/therapeutic use"[MH] OR "gelatin sponge"[TIAB] OR "gelatin sponges"[TIAB] OR gelaspon[TIAB] OR gelitaspon[TIAB] OR "Gel Block"[TIAB])) NOT (Animals[MH] NOT Humans[MH]) AND 1980:2020[PDAT])	599

(1.2.) 医中誌 (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	((多血性/TA or 局所/TA or 進行/TA or 腫瘍転移/TH or 転移/TA or SH=転移性 or 軟部/TA or hypervascular/TA) and (腫瘍/TH or 腫瘍/TA or 肉腫/TA or 癌/TA)) and (吸収性ゼラチンスポンジ/TH or ゼラチンスポンジ/TA or ゼラチンフォーム/TA or ゼルフィルム/TA or セレスキュー/TA or ジェルパート/TA or スポンゼル/TA or ゼルフォーム/TA or "gelatin sponges"/TA or "gelatin sponge"/TA or "gelaspon"/TA) and PT=原著論文, 会議録除く and DT=1980:2020 and CK=ヒト)	117

(1.3.) cochrane (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	#1 MeSH descriptor: [Surgical Sponges] explode all trees #2 (gelatin sponge):ti, ab, kw OR (gelatin sponges):ti, ab, kw OR (gelfoam):ti, ab, kw OR (sponge):ti, ab, kw OR (gelaspon):ti, ab, kw (Word variations have been searched) #3 MeSH descriptor: [Neoplasm Metastasis] explode all trees #4 (hypervascular):ti, ab, kw OR (metastatic):ti, ab, kw #5 (#1 OR #2) AND (#3 OR #4)	13

文献のスクリーニング)

検索された文献数は、pubmedが599件、コクランが13件、医中誌117件であり、1次スクリーニングにより採用され2次スクリーニングの対象となった文献は、pubmedが30件、コクランが0件、医中誌が8件であった。これらの中で、2次スクリーニングにより採用された文献はpubmedが11件、医中誌が4件であった。

追加・参考文献)

参考文献追加はない。

[illegible]

[illegible]

観察研究：症状緩和効果

【SR-6 評価シート 観察研究】																		
診療ガイドライン		血管塞栓術に用いるゼラチンスポンジガイドライオン																
対象		悪性多血症腫瘍（肝腫瘍、腎腫瘍、子宮筋腫、前立腺肥大、吐血コントロール目的の術介入、ゼラチンスポンジを使用する動脈塞栓術																
介入		他の塞栓物質を用いた動脈塞栓術																
対照																		
アウトカム		症状緩和効果																
個別研究	バイアスリスク*	バイアスリスク*					上昇要因**	非直接性*				リスク人数（アウトカム率）				（効果指標）	（効果指標）	信頼区間
		選択バイアス	実行バイアス	検出バイアス	症例減少バイアス	その他		対照介入	対照介入	アウトカム	対照群（%）	介入群（%）	介入群（%）					
研究コト	子研究	差背景医の	ケアの差	トカ過切な電ア	口不完全なア	交不十分アの	まとめ	量効果の大きさ	対象	介入	対照	アウトカム	まとめ	対照群（%）	介入群（%）	（効果指標）	（効果指標）	信頼区間
Yang 2019	症例集積	-1	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	-1	-2	-1	-1	14	100	VAS		NA
Ji 2017	症例集積	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-2	-1	-1	3	100	疼痛		NA
Vaishya R 2015	症例報告	-1	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-2	-1	-1	1	100	疼痛、腫脹		NA
Chen 2013	症例集積	-1	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-2	-1	-1	10	100	疼痛		NA
Koike 2011	症例集積	-1	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-2	-1	-1	18	100	疼痛		VAS
Lackman 2002	症例集積	-1	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-2	-1	-1	5	100	疼痛、機能		NA
Nagata 1998	症例集積	-1	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-2	-1	-1	41	100	NA		NA
江東2014	症例報告	-1	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-2	-1	-1	1	100	疼痛		NA
石口1991	症例集積	-1	-2	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-2	-1	-1	15	100	疼痛		NA
コメント（該当するセルに記入）																		

*バイアスリスク、非直接性
各ドメインの評価は「高（+2）」、「中／低い（-1）」、「低（0）」の3段階。
まともは「高（+2）」、「中（+1）」、「低（0）」の3段階でエビデンス総体に反映させる。
**上昇要因
各項目の評価は「高（+2）」、「中（+1）」、「低（0）」の3段階。
まともは「高（+2）」、「中（+1）」、「低（0）」の3段階でエビデンス総体に反映させる。
アウトカムごとに別表にまとめる。

連続変数の場合には以下を使用。不要分は削除。

リスク人数（平均値、標準偏差）					平均値、標準偏差・標準化平均値		標準偏差	
対照群	平均値	標準偏差	介入群	平均値	標準偏差	標準化平均値	標準偏差	

【SR-6 評価シート 観察研究】

研究タイトル

対象

介入

対照

血管塞栓症に用いるゼラチンスポンジがイベント

ライオン

悪性多血性腫瘍（肝腫瘍、腎腫瘍、子宮筋腫、前立腺肥大、出血コントロール目的の術後）、ゼラチンスポンジを使用する動脈塞栓症

他の塞栓物質を用いた動脈塞栓症

アウトカム

合併症（種類、頻度、重症度）

個別研究

選択バイアス

実行バイアス

検出バイアス

症例減少バイアス

その他

バイアスリスク*

その他の

上乗要因*

非直接性*

リスク人数（アウトカム率）

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

研究デザイン

対象

介入

対照

合併症

効果指標

効果指標

信頼性

<

CQ4: 術前動脈塞栓術にゼラチンスポンジは有用か？

回答)

多血性腫瘍の切除術に際し、ゼラチンスポンジを用いた術前動脈塞栓術（以下、術前塞栓術）は術中出血を抑える効果が期待でき、有用である。

推奨度：強い推奨 エビデンスの強さ：低い

解説)

出血量軽減や輸血回避、手術時間短縮など術前塞栓術の有効性は様々な腫瘍性病変において比較の数多く報告されている。しかしほとんどが症例報告ないし症例集積研究で、よくデザインされた RCT は認めなかった。従ってエビデンスレベルの高い報告は限られるが、メタ解析により有意な出血軽減効果が示されたものとしては、腎細胞癌などの多血性腫瘍からの脊椎^{198, 199}や長管骨²⁰⁰転移、頸動脈小体腫瘍²⁰¹、鼻腔血管線維腫²⁰²、侵襲性脊椎血管腫²⁰³、腎癌（腎部分切除術前）²⁰⁴がある。ただし、これらの解析では塞栓方法や塞栓物質に多様性のある報告も少なからず含まれている。

上記以外の病変で比較的まとまった数での症例集積研究としては、子宮筋腫核出術前²⁰⁵、神経線維腫²⁰⁶、髄膜腫²⁰⁷、軟部腫瘍²⁰⁸などが挙げられ、エビデンスレベルは低いものの術中出血量を抑える目的での術前塞栓術は有効と考える。

その他、症例報告レベルではあるが、骨肉腫²⁰⁸、脊索腫²⁰⁹、骨巨細胞腫^{209, 210}、動脈瘤様骨嚢腫²¹¹などの骨病変、鼓室型グロームス腫瘍²¹²や血瘤腫²¹³などの頭頸部病変、カルチノイド²¹⁴や孤立性線維性腫瘍²¹⁵などの縦隔腫瘍、キャッスルマン病²¹⁶などの後腹膜腫瘍等において術前塞栓術の報告がみられる。

なお術前塞栓を行うタイミングについてであるが、記載のある報告では塞栓術から3日後までに手術を施行したものが多かった^{198, 199, 201, 217, 218}。一方、脊椎転移切除において術中出血量を24時間以内とそれ以上の群で比較したKatoらの報告²¹⁷では、両者に有意差は認めておらず、術前塞栓を行うタイミングへのガイドラインとしての推奨は言及困難である。しかしゼラチンスポンジを用いた塞栓においては、早期再開通の可能性があることを考慮すれば、塞栓後は可及的速やかに切除を行う方が効果的であることは自明と思われる。

合併症については、発熱・疼痛以外の有害事象の中で重篤なものとしては、脊椎病変での脊髄虚血²¹⁹、頭頸部腫瘍での脳梗塞²²⁰や脳神経虚血（顔面神経²²¹や視神経²²²など）、骨盤領域での坐骨神経麻痺や殿筋膿瘍²⁰⁰、などの報告がある。合併症の発生率を検討した報告は少ないが、Griessenauerらの脊椎腫瘍のメタ解析で3.1%¹⁹⁸、Geraetsらの長管骨転移のメタ解析で0～9%²⁰⁰などがある。ただし、これら合併症の発生率や内容は過去報告の集積研究からのデータであり過小評価されている可能性は十分あり、今後の前向き試験での検討が待たれる。

（我那覇文清、山添真治）

文献検索式)

(1.1.) Pubmed (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	((("Preoperative Care"[MH] OR "Blood Loss, Surgical/prevention and control"[MH] OR "preoperative"[TIAB]) AND ("Surgical Sponges"[MAJR] OR "Gelatin Sponge, Absorbable"[MH] OR "Gelatin/therapeutic use"[MH] OR "gelatin sponge"[TIAB] OR "gelatin sponges"[TIAB] OR gelaspon[TIAB] OR gelitaspon[TIAB] OR "Gel Block"[TIAB])) NOT (Animals[MH] NOT Humans[MH]) AND 1980:2020[PDAT])	294

(1.2.) 医中誌 (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	((術前/TA or 術前管理/TH or 失血-外科/TH) and (動脈塞栓/TA or 塞栓術/TH)) and (吸収性ゼラチンスポンジ/TH or ゼラチンスポンジ/TA or ゼラチンフォーム/TA or ゼルフィルム/TA or セレスキュー/TA or ジェルパート/TA or スポンゼル/TA or ゼルフォーム/TA or "gelatin sponges"/TA or "gelatin sponge"/TA or "gelaspon"/TA) and PT=原著論文, 会議録除く and DT=1980:2020 and CK=ヒト)	47

(1.3.) cochrane (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	#1 MeSH descriptor: [Surgical Sponges] explode all trees #2 (gelatin sponge):ti, ab, kw OR (gelatin sponges):ti, ab, kw OR (gelfoam):ti, ab, kw OR (sponge):ti, ab, kw OR (gelaspon):ti, ab, kw (Word variations have been searched) #3 MeSH descriptor: [Preoperative Care] explode all trees #4 (preoperative):ti, ab, kw #5 (#1 OR #2) AND (#3 OR #4)	50

文献のスクリーニング)

スクリーニングは、本ガイドラインの基本方針に則って行った。付記 2 の検索式で拾い上げた文献数は、PubMed 294、医中誌 47、Cochrane 50 であった (2020 年 9 月 1 日検索施行)。そこから 1 次スクリーニングにて 50 文献 (PubMed 33、医中誌 16、Cochrane 1) を抽出し、これらの full text について 2 次スクリーニングを施行し、13 文献 (PubMed 11、医中誌 2) を採用とした。

追加・参考文献)

本解説を執筆する際に、上記検索施行後に発表された臨床研究および取り上げた疾患ごとの術前塞栓術の報告についてハンド・サーチを行い、文献 8 件^{201-206, 209, 216}を追加した。また合併症の詳細についても同様に文献 4 件²¹⁹⁻²²²を追加した。

CQ5: 咯血に対する気管支動脈塞栓術にゼラチンスポンジは有用か？
回答) 咯血に対しゼラチンスポンジによる気管支動脈塞栓術を行ってもよい。 推奨度：弱い推奨 エビデンスの強さ：低い

解説)

大量咯血や繰り返す咯血に対する気管支動脈塞栓術の塞栓物質として、初期からゼラチンスポンジが用いられてきた^{105, 223}。直後の止血成功率は73%~99%、再発率は10~55.3%と報告されており、Hahnらはゼラチンスポンジを用いた場合、PVA粒子と比較して中期成績では劣っていたが、技術的成功率と直後の臨床的成功率には差を認めなかったと報告している¹⁰⁶。近年の文献では他の塞栓物質と併用されている文献が多いがゼラチンスポンジを単独で用いた報告もあり同様の制御率である^{224, 225}。

BAEにはいくつかの合併症が文献で報告されている。最も深刻な合併症は、脊髄動脈閉塞による脊髄虚血で、発生率は1.4%と報告されている。また胸痛(24%)、嚥下障害(0.7%~18.2%)が発生するが、通常自然に回復する。BAE中の大動脈または気管支動脈内膜損傷(1%~6.3%)についても、通常無症状で経過する。他のまれな合併症には、大動脈および気管支壊死、気管支食道瘻、非標的臓器塞栓(例えば虚血性大腸炎)、肺梗塞、同側顔および眼窩への関連痛なども報告されている²²⁶。また重篤な症例報告として脳梗塞に伴う失明があり十分な注意を要する^{227, 228}。

ゼラチンスポンジ以外の塞栓物質としてpolyvinyl alcohol (PVA)、金属コイル、NBCA等の塞栓物質についての報告がある。複数の塞栓物質が併用されている報告が多い。それぞれの塞栓物質を比較したまとまった文献は少ないがゼラチンスポンジとPVAを比較した報告がある¹⁰⁶。再開通までの期間はゼラチンスポンジで短い傾向があった。またいずれも重篤な合併症はなかった。

金属コイルの使用は他の塞栓物質と比較して近位塞栓になることや再咯血時の治療困難から避けられてきた。近年、コイルを単独で用いた気管支動脈塞栓術の報告があるが、治療対象に軽症例を含んでおり直接の比較は困難であった²²⁹。また再咯血時の治療困難に関しては不明であった。ゼラチンスポンジとコイルを直接比較した報告はなかった。

腫瘍による咯血に対してゼラチンスポンジを用いたまとまった文献はなかった。

(東出 高至、三浦 剛史、野口 智幸)

文献検索式)

(1.1.) Pubmed (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	((“Hemoptysis”[MH] OR “Bronchiectasis”[MH] OR “Bronchial	368

	Arteries"[MH] OR hemoptysis[TIAB] OR bronchial[TIAB]) AND ("Embolization, Therapeutic/methods"[MAJR] OR "Surgical Sponges"[MAJR] OR "Gelatin Sponge, Absorbable"[MH] OR "Gelatin/therapeutic use"[MH] OR "gelatin sponge"[TIAB] OR "gelatin sponges"[TIAB] OR gelaspon[TIAB] OR gelitaspon[TIAB] OR "Gel Block"[TIAB])) NOT (Animals[MH] NOT Humans[MH]) AND 1980:2020[PDAT]	
--	--	--

(1.2.) 医中誌 (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	(咯血/TH or 咯血/TA or 気管支拡張症/TH or 気管支拡張/TA or 非結核性抗酸菌症/TH or 非結核性抗酸菌/TA or 非定型マイコバクテリウム/TA or 非定型ミコバクテリア/TA) and (吸収性ゼラチンスポンジ/TH or ゼラチンスポンジ/TA or ゼラチンフォーム/TA or ゼルフィルム/TA or セレスキュー/TA or ジェルパート/TA or スポンゼル/TA or ゼルフフォーム/TA or "gelatin sponges"/TA or "gelatin sponge"/TA or "gelaspon"/TA) and PT=原著論文, 会議録除く and DT=1980:2020 and CK=ヒト	65

(1.3.) cochrane (検索日 2020/9/1)

#	検索式	文献数
1	#1 MeSH descriptor: [Surgical Sponges] explode all trees #2 (gelatin sponge):ti, ab, kw OR (gelatin sponges):ti, ab, kw OR (gelfoam):ti, ab, kw OR (sponge):ti, ab, kw OR (gelaspon):ti, ab, kw (Word variations have been searched) #3 MeSH descriptor: [Hemoptysis] explode all trees #4 MeSH descriptor: [Bronchiectasis] explode all trees #5 MeSH descriptor: [Bronchial Arteries] explode all trees #6 (hemoptysis):ti, ab, kw OR (bronchial):ti, ab, kw #7 (#1 OR #2) AND (#3 OR #4 OR #5 OR #6)	2

文献のスクリーニング)

検索された文献数は、Pubmed が 368 件、コクランが 2 件、医中誌 65 件であり、さらに 2 件追加して、合計 835 件であった。1 次・2 次スクリーニングを経て採用された文献は 8 件であった。

追加・参考文献)

本解説を執筆する際に、1 件を参考文献として追加した。

9. 参考文献

1. Boulleret C, Chahid T, Gallot D, et al. Hypogastric arterial selective and superselective embolization for severe postpartum hemorrhage: a retrospective review of 36 cases. *Cardiovasc Intervent Radiol*;27:344-348, 2004
2. Maassen MS, Lambers MD, Tutein Nolthenius RP, et al. Complications and failure of uterine artery embolisation for intractable postpartum haemorrhage. *BJOG : an international journal of obstetrics and gynaecology*;116:55-61, 2009
3. Yamashita Y, Takahashi M, Ito M, et al. Transcatheter arterial embolization in the management of postpartum hemorrhage due to genital tract injury. *Obstetrics and gynecology*;160-163, 1991
4. Fargeaudou Y, Soyer P, Morel O, et al. Severe primary postpartum hemorrhage due to genital tract laceration after operative vaginal delivery: successful treatment with transcatheter arterial embolization. *Eur Radiol*;19:2197-2203, 2009
5. Zurkiya O, Walker TG. Angiographic Evaluation and Management of Nonvariceal Gastrointestinal Hemorrhage. *AJR Am J Roentgenol*;205:753-763, 2015
6. Loffroy R, Rao P, Ota S, et al. Embolization of acute nonvariceal upper gastrointestinal hemorrhage resistant to endoscopic treatment: results and predictors of recurrent bleeding. *Cardiovasc Intervent Radiol*;33:1088-1100, 2010
7. Horiguchi J, Naito A, Fukuda H, et al. Morphologic and histopathologic changes in the bowel after super-selective transcatheter embolization for focal lower gastrointestinal hemorrhage. *Acta Radiol*;44:334-339, 2003
8. Yonemitsu T, Kawai N, Sato M, et al. Evaluation of transcatheter arterial embolization with gelatin sponge particles, microcoils, and n-butyl cyanoacrylate for acute arterial bleeding in a coagulopathic condition. *J Vasc Interv Radiol*;20:1176-1187, 2009
9. 日本 IVR 学会. 産科危機的出血に対する IVR 施行医のためのガイドライン 2017: 2012 の部分改訂. 2017
10. Saiga A, Yokota H, Higashide T, et al. The Relationship Between Gelatin Sponge Preparation Methods and the Incidence of Intrauterine Synechia Following Uterine Artery Embolization for Postpartum Hemorrhage. *Cardiovasc Intervent Radiol*;42:195-204, 2019
11. Toguchi M, Iraha Y, Ito J, et al. Uterine artery embolization for postpartum and postabortion hemorrhage: a retrospective analysis of complications, subsequent fertility and pregnancy outcomes. *Jpn J Radiol*;38:240-247, 2020
12. Kimura Y, Osuga K, Nagai K, et al. The efficacy of uterine artery embolization with gelatin sponge for retained products of conception with bleeding and future pregnancy outcomes. *CVIR endovascular*;3:13, 2020
13. Jitsumori M, Matsuzaki S, Endo M, et al. Obstetric Outcomes of Pregnancy After Uterine Artery Embolization. *Int J Womens Health*;12:151-158, 2020
14. Soyer P, Barat M, Loffroy R, et al. The role of interventional radiology in the management of abnormally invasive placenta: a systematic review of current evidences. *Quantitative imaging in medicine and surgery*;10:1370-1391, 2020
15. Yu SCH, Cheng YKY, Tse WT, et al. Perioperative prophylactic internal iliac artery balloon occlusion in the prevention of postpartum hemorrhage in placenta previa: a randomized controlled trial. *American journal of obstetrics and gynecology*;223:117 e111-117 e113, 2020
16. Wijffels DJ, Verbeek DO, Ponsen KJ, et al. Imaging and Endovascular Treatment of Bleeding Pelvic Fractures: Review Article. *Cardiovasc Intervent Radiol*;42:10-18, 2019
17. Spahn DR, Bouillon B, Cerny V, et al. The European guideline on management of major bleeding and coagulopathy following trauma: fifth edition. *Critical care (London, England)*;23:98, 2019
18. Maruhashi T, Kashimi F, Kotoh R, et al. Novel transcatheter arterial embolization method for hemodynamically unstable pelvic fractures to prevent complications of gluteal necrosis. *European journal of trauma and emergency surgery : official publication of the*

European Trauma Society;46:1129-1136, 2020

19. Ierardi AM, Duka E, Lucchina N, et al. The role of interventional radiology in abdominopelvic trauma. *Br J Radiol*;89:20150866, 2016
20. Melloul E, Denys A, Demartines N. Management of severe blunt hepatic injury in the era of computed tomography and transarterial embolization: A systematic review and critical appraisal of the literature. *J Trauma Acute Care Surg*;79:468-474, 2015
21. Tsurukiri J, Ohta S, Hoshiai A, et al. High-grade traumatic torso visceral injury with hemodynamic instability: effectiveness of transarterial embolization using n-butyl cyanoacrylate. *Acute medicine & surgery*;4:145-151, 2017
22. Loffroy R, Chevallier O, Gehin S, et al. Endovascular management of arterial injuries after blunt or iatrogenic renal trauma. *Quantitative imaging in medicine and surgery*;7:434-442, 2017
23. Honjo I, Suzuki T, Ozawa K, et al. Ligation of a branch of the portal vein for carcinoma of the liver. *Am J Surg*;130:296-302, 1975
24. 松岡利幸, 中塚春樹, 小林伸行, et al. 肝細胞癌に対する門脈塞栓術の試み : Lipiodol 混入糊の有用性. *日本医放会誌*44:1411-1413, 1984
25. 幕内雅敏, 高安賢一, 宅間哲雄, et al. 胆管癌に対する肝切除前肝内門脈枝塞栓術. *日臨外医学会誌*45:1558-1564, 1984
26. Kinoshita H, Sakai K, Hirohashi K, et al. Preoperative portal vein embolization for hepatocellular carcinoma. *World J Surg*;10:803-808, 1986
27. Makuuchi M, Thai BL, Takayasu K, et al. Preoperative portal embolization to increase safety of major hepatectomy for hilar bile duct carcinoma: a preliminary report. *Surgery*;107:521-527, 1990
28. Nagino M, Nimura Y, Kamiya J, et al. Changes in hepatic lobe volume in biliary tract cancer patients after right portal vein embolization. *Hepatology (Baltimore, Md)*;21:434-439, 1995
29. Ebata T. Portal vein embolization before extended hepatectomy for biliary cancer: current technique and review of 494 consecutive embolizations. *Digestive surgery*;29:23-29, 2012
30. Shimamura T, Nakajima Y, Une Y, et al. Efficacy and safety of preoperative percutaneous transhepatic portal embolization with absolute ethanol: a clinical study. *Surgery*;121:135-141, 1997
31. Sakuhara Y, Abo D, Hasegawa Y, et al. Preoperative percutaneous transhepatic portal vein embolization with ethanol injection. *AJR Am J Roentgenol*;198:914-922, 2012
32. Hasegawa Y, Abo D, Sakuhara Y, et al. Usefulness of portography and contrast-enhanced computed tomography to predict the embolized area in percutaneous transhepatic portal vein embolization with absolute ethanol under temporary balloon occlusion. *Jpn J Radiol*;30:53-61, 2012
33. Beppu T, Iwatsuki M, Okabe H, et al. A new approach to percutaneous transhepatic portal embolization using ethanolamine oleate iopamidol. *Journal of gastroenterology*;45:211-217, 2010
34. Iida H, Aihara T, Ikuta S, et al. Comparison of percutaneous transhepatic portal vein embolization and unilateral portal vein ligation. *World journal of gastroenterology : WJG*;18:2371-2376, 2012
35. Farges O, Di Stefano DR, Sirichindakul B, et al. Portal vein embolization before right hepatectomy: prospective clinical trial. *Ann Surg*;237:208-217, 2003
36. Di Stefano DR, de Baere T, Denys A, et al. Preoperative percutaneous portal vein embolization: evaluation of adverse events in 188 patients. *Radiology*;234:625-630, 2005
37. Sirichindakul B, Nonthasoot B, Taesombat W, et al. Role of portal vein embolization in hepatobiliary malignancy. *Hepato-gastroenterology*;54:2297-2300, 2007
38. van Lienden KP, van den Esschert JW, de Graaf W, et al. Portal vein embolization before liver resection: a systematic review. *Cardiovasc Intervent Radiol*;36:25-34, 2013

39. 日本 IVR 学会. 経皮経肝門脈塞栓術 (PTPE) ガイドライン. *JSIR website*(http://www.jsir.or.jp/wp-content/uploads/2015/05/PTPE_guidlinepdf), 2015
40. Nanashima A, Sumida Y, Shibasaki S, et al. Parameters associated with changes in liver volume in patients undergoing portal vein embolization. *The Journal of surgical research*;133:95-101, 2006
41. 鈴木修司, 吉川達也, 新井田達雄, et al. 経皮経肝的門脈塞栓術 (PTPE) 後の非塞栓葉の機能的変化に関する検討. *日消外会誌*;32:1173-1178, 1999
42. Inoue S, Ikeda O, Nakasone Y, et al. Percutaneous transhepatic portal embolization using foam ethanolamine oleate and carbon dioxide (CO₂): a pilot study. *Acta Radiol*;56:1361-1367, 2015
43. Seyama Y, Kubota K, Sano K, et al. Long-term outcome of extended hemihepatectomy for hilar bile duct cancer with no mortality and high survival rate. *Ann Surg*;238:73-83, 2003
44. 松岡利幸. 肝内門脈枝塞栓術 (PTPE). In: 栗林幸夫, 村健治, 廣田省三, et al., eds. *IVR マニュアル第2版*. 東京, 2011
45. Kodama Y, Shimizu T, Endo H, et al. Complications of percutaneous transhepatic portal vein embolization. *J Vasc Interv Radiol*;13:1233-1237, 2002
46. 則兼敬志, 佐野村隆行, 三田村克哉, et al. 経皮経肝的門脈の IVR 後, 穿刺経路から出血を来した 3 例. *第 29 回中国四国 IVR 研究会 (会議録)*, 2015
47. Avritscher R, de Baere T, Murthy R, et al. Percutaneous transhepatic portal vein embolization: rationale, technique, and outcomes. *Semin Intervent Radiol*;25:132-145, 2008
48. 松本 知博, 石川 雅基, ウッドハムス 玲子, et al. 門脈圧亢進症診療における部分脾動脈塞栓術 (PSE) の手技に関するガイドライン 2021 年度版. *日本インターベンショナルラジオロジー学会 JSIR Website*(https://www.jsir.or.jp/about/guide_line/pse2022/), 2022
49. Yoshioka H, Kuroda C, Marukawa T, et al. [Splenic embolization in hypersplenism--comparison of steel coil and Gelfoam]. *Rinsho Hoshasen*;30:1549-1556, 1985
50. Zhu K, Meng X, Li Z, et al. Partial splenic embolization using polyvinyl alcohol particles for hypersplenism in cirrhosis: a prospective randomized study. *Eur J Radiol*;66:100-106, 2008
51. Albadry A, Elbatea HE, Elfert AA. Long-term outcome of angiographic partial splenectomy in patients with decompensated liver cirrhosis and hypersplenism. *Arab Journal of Gastroenterology*;11:202-205, 2010
52. Liu R, Teng XJ, He JF, et al. Partial splenic embolization using Bletilla striata particles for hypersplenism in cirrhosis: a prospective study. *The American journal of Chinese medicine*;39:261-269, 2011
53. Masada T, Tanaka T, Sakaguchi H, et al. Coils versus gelatin particles with or without intraarterial antibiotics for partial splenic embolization: a comparative evaluation. *J Vasc Interv Radiol*;25:852-858, 2014
54. van Overhagen H, Reekers JA. Uterine artery embolization for symptomatic leiomyomata. *Cardiovasc Intervent Radiol*;38:536-542, 2015
55. Dariushnia SR, Nikolic B, Stokes LS, et al. Quality improvement guidelines for uterine artery embolization for symptomatic leiomyomata. *J Vasc Interv Radiol*;25:1737-1747, 2014
56. 康紀 瀧, 大須賀慶悟. エンボスフィア適正使用情報「子宮筋腫塞栓術における AV シャント、動静脈瘻を介した肺塞栓について」. *日本化薬*, 2022
57. 日本 IVR 学会. 症候性子宮筋腫に対する UAE のガイドライン 2022. 2022
58. Katsumori T, Nakajima K, Mihara T, et al. Uterine artery embolization using gelatin sponge particles alone for symptomatic uterine fibroids: midterm results. *AJR Am J Roentgenol*;178:135-139, 2002
59. Katsumori T, Kasahara T, Akazawa K. Long-term outcomes of uterine artery

- embolization using gelatin sponge particles alone for symptomatic fibroids. *AJR Am J Roentgenol*;186:848-854, 2006
60. Katsumori T, Kasahara T, Kin Y. Infarction of uterine fibroids after embolization: relationship between postprocedural enhanced MRI findings and long-term clinical outcomes. *Cardiovasc Interv Radiol*;31:66-72, 2008
 61. Sone M, Arai Y, Shimizu T. Phase I/II multiinstitutional study of uterine artery embolization with gelatin sponge for symptomatic uterine leiomyoma: Japan Interventional Radiology in Oncology Study group of Japan. *J Vasc Interv Radiol*;21:1665-1671, 2010
 62. Katsumori T, Kasahara T, Oda M. Initial experience of uterine fibroid embolization using porous gelatin sponge particles. *Cardiovasc Interv Radiol*;34:513-521, 2011
 63. Izumi Y, Ikeda S, Kitagawa A, et al. Uterine artery embolization by use of porous gelatin particles for symptomatic uterine leiomyomas: comparison with hand-cut gelatin sponge particles. *Jpn J Radiol*;33:461-470, 2015
 64. Toda A, Sawada K, Osuga K, et al. Efficacies of uterine artery embolization for symptomatic uterine fibroids using gelatin sponge: a single-center experience and literature review. *Int J Womens Health*;8:397-404, 2016
 65. Das R, Champaneria R, Daniels JP, et al. Comparison of embolic agents used in uterine artery embolisation: a systematic review and meta-analysis. *Cardiovasc Interv Radiol*;37:1179-1190, 2014
 66. Song Y, Jang H, Park K. Non spherical polyvinyl alcohol versus gelatin sponge particles for uterine artery embolization for symptomatic fibroids. *Minimally invasive therapy & allied technologies : MITAT : official journal of the Society for Minimally Invasive Therapy*;22:364-371, 2013
 67. Katsumori T, Miura H, Arima H. Trisacryl gelatin microspheres versus gelatin sponge particles in uterine artery embolization for leiomyoma. *Acta Radiol*;58:834-841, 2017
 68. Yadavali R, Ananthakrishnan G, Sim M, et al. Randomised trial of two embolic agents for uterine artery embolisation for fibroids: Gelfoam versus Embospheres (RAGE trial). *CVIR endovascular*;2:4, 2019
 69. Katsumori T, Arima H, Asai S. Comparison of pain within 24 h after uterine artery embolization with trisacryl gelatin microspheres versus gelatin sponge particles for leiomyoma. *Cardiovasc Interv Radiol*;40:1687-1693, 2017
 70. Farrell TP, Garvey C, Adams NC, et al. Comparison of outcomes and cost-effectiveness of trisacryl gelatin microspheres alone versus combined trisacryl gelatin microspheres and gelatin sponge embolization in uterine fibroid embolization. *Acta Radiol*;61:1287-1296, 2020
 71. 佐藤守男, 山田龍作. 肝細胞癌に対する肝動脈塞栓療法の基礎的臨床的検討. *日医放会誌*;43:977-1005, 1983
 72. Loffroy R, Guiu B, Cercueil JP, et al. Endovascular therapeutic embolization: an overview of occluding agents and their effects on embolic tissues. *Curr Vasc Pharmacol*;7:250-263, 2009
 73. Jenkins HP, Janda R, Clarke J. Clinical and experimental observation on the use of gelatin sponge or foam. *Surgery*;20:124-132, 1946
 74. Blaine G. Absorbable gelatin sponge in experimental surgery. *Lancet*;2:427-429, 1951
 75. Kawano H, Asakawa S, Satoh O, et al. Foreign body granulomatous change from absorbable gelatin sponge and microcoil embolization after a guidewire-induced perforation in the distal coronal artery. *Internal medicine (Tokyo, Japan)*;49:1871-1874, 2010
 76. Ishikura H, Sotozaki Y, Adachi H, et al. Granulomatous arteritis with massive eosinophilic leukocyte infiltration and transient peripheral eosinophilia subsequent to transarterial embolization therapy with a gelatin sponge. *Acta Pathol Jpn*;41:618-622, 1991
 77. Jander HP, Russinovich NA. Transcatheter gelfoam embolization in abdominal, retroperitoneal, and pelvic hemorrhage. *Radiology*;136:337-344, 1980
 78. Abada HT, Golzarian J. Gelatin sponge particles: handling characteristics for endovascular use. *Tech Vasc Interv Radiol*;10:257-260, 2007

79. Sonomura T, Yamada R, Kishi K, et al. Dependency of tissue necrosis on gelatin sponge particle size after canine hepatic artery embolization. *Cardiovasc Intervent Radiol*;20:50-53, 1997
80. 宮本信一. Gelatin sponge によるブタ子宮動脈の塞栓術: 血管径と塞栓物質の分布の検討. *日医放会誌*65:452-454, 2005
81. Koda Y, Kan Z, Wallace S, et al. Hepatic microcirculatory changes induced by hepatic artery embolization in rats: original investigation. *Invest Radiol*;34:160-166, 1999
82. Sone M, Osuga K, Shimazu K, et al. Porous gelatin particles for uterine artery embolization: an experimental study of intra-arterial distribution, uterine necrosis, and inflammation in a porcine model. *Cardiovasc Intervent Radiol*;33:1001-1008, 2010
83. Geschwind JF, Ramsey DE, Cleffken B, et al. Transcatheter arterial chemoembolization of liver tumors: effects of embolization protocol on injectable volume of chemotherapy and subsequent arterial patency. *Cardiovasc Intervent Radiol*;26:111-117, 2003
84. Spencer HT, Hsu JT, McDonald DR, et al. Intraoperative anaphylaxis to gelatin in topical hemostatic agents during anterior spinal fusion: a case report. *Spine J*;12:e1-6, 2012
85. Khoriaty E, McClain CD, Permaul P, et al. Intraoperative anaphylaxis induced by the gelatin component of thrombin-soaked gelfoam in a pediatric patient. *Annals of allergy, asthma & immunology : official publication of the American College of Allergy, Asthma, & Immunology*;108:209-210, 2012
86. Sakamoto I, Aso N, Nagaoki K, et al. Complications associated with transcatheter arterial embolization for hepatic tumors. *Radiographics*;18:605-619, 1998
87. Tarazov PG, Polysalov VN, Prozorovskij KV, et al. Ischemic complications of transcatheter arterial chemoembolization in liver malignancies. *Acta Radiol*;41:156-160, 2000
88. Miyayama S, Yamashiro M, Okuda M, et al. Chemoembolization for the treatment of large hepatocellular carcinoma. *J Vasc Interv Radiol*;21:1226-1234, 2010
89. Kim HK, Chung YH, Song BC, et al. Ischemic bile duct injury as a serious complication after transarterial chemoembolization in patients with hepatocellular carcinoma. *J Clin Gastroenterol*;32:423-427, 2001
90. Takayasu K, Moriyama N, Muramatsu Y, et al. Gallbladder infarction after hepatic artery embolization. *AJR Am J Roentgenol*;144:135-138, 1985
91. Velmahos GC, Demetriades D, Chahwan S, et al. Angiographic embolization for arrest of bleeding after penetrating trauma to the abdomen. *Am J Surg*;178:367-373, 1999
92. Kishimoto W, Nakao A, Takagi H, et al. Acute pancreatitis after transcatheter arterial embolization (TAE) for hepatocellular carcinoma. *Am J Gastroenterol*;84:1396-1399, 1989
93. Kuribayashi S, Phillips DA, Harrington DP, et al. Therapeutic embolization of the gastroduodenal artery in hepatic artery infusion chemotherapy. *AJR Am J Roentgenol*;137:1169-1172, 1981
94. Tsuda M, Kurihara N, Saito H, et al. Ipsilateral percutaneous transhepatic portal vein embolization with gelatin sponge particles and coils in preparation for extended right hepatectomy for hilar cholangiocarcinoma. *J Vasc Interv Radiol*;17:989-994, 2006
95. Makuuchi M, Sukigara M, Mori T, et al. Bile duct necrosis: complication of transcatheter hepatic arterial embolization. *Radiology*;156:331-334, 1985
96. Bilbao JI, Sangro B, Longo JM, et al. Splenic embolization prior to myelosuppressive treatment in hepatocarcinoma and active chronic hepatitis. *Eur J Radiol*;15:211-214, 1992
97. Owman T, Lunderquist A, Alwmark A, et al. Embolization of the spleen for treatment of splenomegaly and hypersplenism in patients with portal hypertension. *Invest Radiol*;14:457-464, 1979
98. Sangro B, Bilbao I, Herrero I, et al. Partial splenic embolization for the treatment of hypersplenism in cirrhosis. *Hepatology (Baltimore, Md)*;18:309-314, 1993
99. McLucas B, Chespak L, Kaminsky D. Myoma necrosis following Gelfoam

- embolization of uterine myomata. *Minimally invasive therapy & allied technologies : MITAT : official journal of the Society for Minimally Invasive Therapy*;17:200-204, 2008
100. Morino M, Miglietta C, Grosso M, et al. Preoperative chemoembolization for hepatocellular carcinoma. *J Surg Oncol Suppl*;3:91-93, 1993
101. Katsumori T, Kasahara T. The size of gelatin sponge particles: differences with preparation method. *Cardiovasc Intervent Radiol*;29:1077-1083, 2006
102. 森壘, 齋田幸久, 渡邊祐子, et al. セラチンスポンジ細片の簡易作成法—ボンピング法—. *日本医放会誌*;60:702-704, 2000
103. Irie T, Kuramochi M, Takahashi N. Dense accumulation of lipiodol emulsion in hepatocellular carcinoma nodule during selective balloon-occluded transarterial chemoembolization: measurement of balloon-occluded arterial stump pressure. *Cardiovasc Intervent Radiol*;36:706-713, 2013
104. Miyayama S, Matsui O, Yamashiro M, et al. Ultraslective transcatheter arterial chemoembolization with a 2-F tip microcatheter for small hepatocellular carcinomas: relationship between local tumor recurrence and visualization of the portal vein with iodized oil. *J Vasc Interv Radiol*;18:365-376, 2007
105. Hayakawa K, Tanaka F, Torizuka T, et al. Bronchial artery embolization for hemoptysis: immediate and long-term results. *Cardiovasc Intervent Radiol*;15:154-158; discussion 158-159, 1992
106. Hahn S, Kim YJ, Kwon W, et al. Comparison of the effectiveness of embolic agents for bronchial artery embolization: gelfoam versus polyvinyl alcohol. *Korean J Radiol*;11:542-546, 2010
107. 西田宏人. 小腸出血に対する経カテーテル的動脈塞栓術の開発—各種塞栓物質の動脈内動態と塞栓効果の実験的研究—. *金沢大学十全医学会雑誌*;111:82-97, 2002
108. 勝盛哲也. 多孔性ゼラチンスポンジ粒子 (ジェルパート R) の径の分布. *IVR 会誌*;22:469-471, 2007
109. 斎藤陽子, 斉川裕子, 緑川宏, et al. 肝動脈塞栓療法における疼痛対策としての硬膜外麻酔. *臨放*;33:977-980, 1988
110. Zhou B, Wang J, Yan Z, et al. Liver cancer: effects, safety, and cost-effectiveness of controlled-release oxycodone for pain control after TACE. *Radiology*;262:1014-1021, 2012
111. Lee SH, Hahn ST, Park SH. Intraarterial lidocaine administration for relief of pain resulting from transarterial chemoembolization of hepatocellular carcinoma: its effectiveness and optimal timing of administration. *Cardiovasc Intervent Radiol*;24:368-371, 2001
112. Matsui O, Kadoya M, Yoshikawa J, et al. Small hepatocellular carcinoma: treatment with subsegmental transcatheter arterial embolization. *Radiology*;188:79-83, 1993
113. Parris WC, Gerlock AJ, Jr., MacDonell RC, Jr. Intra-arterial chlorprocaine for the control of pain associated with partial splenic embolization. *Anesthesia and analgesia*;60:112-115, 1981
114. Yonemitsu T, Kawai N, Sato M, et al. Comparison of hemostatic durability between N-butyl cyanoacrylate and gelatin sponge particles in transcatheter arterial embolization for acute arterial hemorrhage in a coagulopathic condition in a swine model. *Cardiovasc Intervent Radiol*;1192, 2010
115. Kim PH, Tsauo J, Shin JH, et al. Transcatheter arterial embolization of gastrointestinal bleeding with N-butyl cyanoacrylate: A systematic review and meta-analysis of safety and efficacy. *J Vasc Interv Radiol*;522, 2017
116. Takahira N, Shindo M, Tanaka K, et al. Gluteal muscle necrosis following transcatheter angiographic embolisation for retroperitoneal haemorrhage associated with pelvic fracture. *Injury*;32:27-32, 2001
117. Suzuki T, Shindo M, Kataoka Y, et al. Clinical characteristics of pelvic fracture patients with gluteal necrosis resulting from transcatheter arterial embolization. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*;125:448-452, 2005

118. Borsa JJ, Fontaine AB, Eskridge JM, et al. Transcatheter arterial embolization for intractable epistaxis secondary to gunshot wounds. *J Vasc Interv Radiol*;10:297-302, 1999
119. Schwartz RA, Teitelbaum GP, Katz MD, et al. Effectiveness of transcatheter embolization in the control of hepatic vascular injuries. *J Vasc Interv Radiol*;4:359-365, 1993
120. Hagiwara A, Yukioka T, Ohta S, et al. Nonsurgical management of patients with blunt hepatic injury: efficacy of transcatheter arterial embolization. *AJR Am J Roentgenol*;169:1151-1156, 1997
121. Velmahos GC, Chahwan S, Hanks SE, et al. Angiographic embolization of bilateral internal iliac arteries to control life-threatening hemorrhage after blunt trauma to the pelvis. *The American surgeon*;66:858-862, 2000
122. Panetta T, Sclafani SJ, Goldstein AS, et al. Percutaneous transcatheter embolization for arterial trauma. *J Vasc Surg*;2:54-64, 1985
123. Aksoy M, Taviloglu K, Yanar H, et al. Percutaneous transcatheter embolization in arterial injuries of the lower limbs. *Acta Radiol*;46:471-475, 2005
124. Phadke RV, Sawlani V, Rastogi H, et al. Iatrogenic renal vascular injuries and their radiological management. *Clin Radiol*;119, 1997
125. Fisher RG, Ben-Menachem Y, Whigham C. Stab wounds of the renal artery branches: angiographic diagnosis and treatment by embolization. *AJR Am J Roentgenol*;152:1231-1235, 1989
126. Chen Y, Yang Y, Xu WJ, et al. Clinical application of interventional embolization in tumor-associated hemorrhage. *Annals of translational medicine*;8:394, 2020
127. Hirai K, Kawazoe Y, Yamashita K, et al. Transcatheter arterial embolization for spontaneous rupture of hepatocellular carcinoma. *Am J Gastroenterol*;81:275-279, 1986
128. Wu PZ, Zhou J, Zhang YW. Gelatin sponge microparticles for the treatment of the spontaneous rupture of hepatocellular carcinoma hemorrhage. *Experimental and therapeutic medicine*;12:2201-2207, 2016
129. Zimmerman RA, McLean G, Freiman D, et al. The diagnostic and therapeutic role of angiography in lingual arterial bleeding. *Radiology*;133:639-643, 1979
130. Kakizawa H, Toyota N, Naito A, et al. Endovascular therapy for management of oral hemorrhage in malignant head and neck tumors. *Cardiovasc Intervent Radiol*;28:722-729, 2005
131. Shi M, Lu LG, Fang WQ, et al. Roles played by chemolipiodolization and embolization in chemoembolization for hepatocellular carcinoma: single-blind, randomized trial. *J Natl Cancer Inst*;105:59-68, 2013
132. Okusaka T, Kasugai H, Shioyama Y, et al. Transarterial chemotherapy alone versus transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma: a randomized phase III trial. *J Hepatol*;51:1030-1036, 2009
133. Hatanaka Y, Yamashita Y, Takahashi M, et al. Unresectable hepatocellular carcinoma: analysis of prognostic factors in transcatheter management. *Radiology*;195:747-752, 1995
134. Lu CD, Qi YG, Peng SY. Lipiodolization with or without gelatin sponge in hepatic arterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma. *Chin Med J (Engl)*;107:209-215, 1994
135. Chen S, Yu W, Zhang K, et al. Transarterial chemoembolization for unresectable hepatocellular carcinoma: A comparison of the efficacy and safety of 2 embolic agents. *Medicine*;97:e10832, 2018
136. Xie LL, Sun CJ, Li XD, et al. Arterial embolization of massive hepatocellular carcinoma with lipiodol and gelatin sponge. *Indian journal of cancer*;51 Suppl 2:e49-51, 2015
137. Imai N, Ikeda K, Kawamura Y, et al. Transcatheter arterial chemotherapy using miriplatin-lipiodol suspension with or without embolization for unresectable hepatocellular carcinoma. *Jpn J Clin Oncol*;42:175-182, 2012
138. Takayasu K, Arii S, Ikai I, et al. Overall survival after transarterial lipiodol infusion chemotherapy with or without embolization for unresectable hepatocellular carcinoma: propensity score analysis. *AJR Am J Roentgenol*;194:830-837, 2010

139. Ikeda M, Maeda S, Shibata J, et al. Transcatheter arterial chemotherapy with and without embolization in patients with hepatocellular carcinoma. *Oncology*;66:24-31, 2004
140. Maeda S, Fujiyama S, Tanaka M, et al. Survival and local recurrence rates of hepatocellular carcinoma patients treated by transarterial chemolipiodolization with and without embolization. *Hepatology research : the official journal of the Japan Society of Hepatology*;23:202-210, 2002
141. Suzuki M, Suzuki H, Yamamoto T, et al. Indication of chemoembolization therapy without gelatin sponge for hepatocellular carcinoma. *Semin Oncol*;24:S6-110-s116-115, 1997
142. Yamashita Y, Takahashi M, Fujimura N, et al. Clinical evaluation of hepatic artery embolization: comparison between Gelfoam and Lipiodol with anticancer agent. *Radiat Med*;5:61-67, 1987
143. Tarazov PG. Transcatheter therapy of gastric cancer metastatic to the liver: preliminary results. *Journal of gastroenterology*;35:907-911, 2000
144. Shibayama Y, Namikawa K, Sone M, et al. Efficacy and toxicity of transarterial chemoembolization therapy using cisplatin and gelatin sponge in patients with liver metastases from uveal melanoma in an Asian population. *International journal of clinical oncology*;22:577-584, 2017
145. Patel K, Sullivan K, Berd D, et al. Chemoembolization of the hepatic artery with BCNU for metastatic uveal melanoma: results of a phase II study. *Melanoma research*;15:297-304, 2005
146. 前田 耕, 橋本 光, 片井 均, et al. 大腸癌肝転移に対する TAE 療法. *癌と化学療法*;20:1542-1545, 1993
147. Sanz-Altamira PM, Spence LD, Huberman MS, et al. Selective chemoembolization in the management of hepatic metastases in refractory colorectal carcinoma: a phase II trial. *Diseases of the colon and rectum*;40:770-775, 1997
148. 棚田 稔, 横山 伸, 栗田 啓, et al. 大腸癌肝転移に対する塞栓療法の効果－塞栓療法施行後切除例の検討より－. *癌と化学療法*;24:1745-1748, 1997
149. Li C, Zhang Y, Zhou J, et al. Therapeutic effect and tolerability of gelatin sponge particle-mediated chemoembolization for colorectal liver metastases: a retrospective study. *World journal of surgical oncology*;11:222, 2013
150. Li C, Liu Y, Zhou J, et al. A retrospective analysis of the efficacy of microparticle-mediated chemoembolization in liver metastases arising from gastrointestinal tumors. *Journal of cancer research and therapeutics*;13:642-646, 2017
151. Schell SR, Camp ER, Caridi JG, et al. Hepatic artery embolization for control of symptoms, octreotide requirements, and tumor progression in metastatic carcinoid tumors. *J Gastrointest Surg*;6:664-670, 2002
152. Dominguez S, Denys A, Madeira I, et al. Hepatic arterial chemoembolization with streptozotocin in patients with metastatic digestive endocrine tumours. *European journal of gastroenterology & hepatology*;12:151-157, 2000
153. Ruszniewski P, Rougier P, Roche A, et al. Hepatic arterial chemoembolization in patients with liver metastases of endocrine tumors. A prospective phase II study in 24 patients. *Cancer*;71:2624-2630, 1993
154. Lunderquist A, Ericsson M, Nobin A, et al. Gelfoam powder embolization of the hepatic artery in liver metastases of carcinoid tumors. *Radiologe*;22:65-70, 1982
155. Luo J, Guo RP, Lai EC, et al. Transarterial chemoembolization for unresectable hepatocellular carcinoma with portal vein tumor thrombosis: a prospective comparative study. *Ann Surg Oncol*;18:413-420, 2011
156. Kim JH, Yoon HK, Ko GY, et al. Nonresectable combined hepatocellular carcinoma and cholangiocarcinoma: analysis of the response and prognostic factors after transcatheter arterial chemoembolization. *Radiology*;255:270-277, 2010
157. Kim YI, Chung JW, Park JH. Feasibility of transcatheter arterial chemoembolization for hepatic adenoma. *J Vasc Interv Radiol*;18:862-867, 2007
158. Cao X, He N, Sun J, et al. Interventional treatment of huge hepatic cavernous

- hemangioma. *Chin Med J (Engl)*;113:927-929, 2000
159. Han YM, Park HH, Lee JM, et al. Effectiveness of preoperative transarterial chemoembolization in presumed inoperable hepatoblastoma. *J Vasc Interv Radiol*;10:1275-1280, 1999
160. Oue T, Fukuzawa M, Kusafuka T, et al. Transcatheter arterial chemoembolization in the treatment of hepatoblastoma. *Journal of pediatric surgery*;33:1771-1775, 1998
161. 日本肝臓学会. 肝臓診療ガイドライン 2021 年版 第 5 版. 定 価 4,180 円 (3,800 円+税) ; 2021
162. Tang G, Chen X, Wang J, et al. Adjuvant instant preoperative renal artery embolization facilitates the radical nephrectomy and thrombectomy in locally advanced renal cancer with venous thrombus: a retrospective study of 54 cases. *World journal of surgical oncology*;18:206, 2020
163. Cochetti G, Zingaro MD, Boni A, et al. Renal Artery Embolization Before Radical Nephrectomy for Complex Renal Tumour: Which are the True Advantages? *Open medicine (Warsaw, Poland)*;14:797-804, 2019
164. Guziński M, Kurcz J, Tupikowski K, et al. The Role of Transarterial Embolization in the Treatment of Renal Tumors. *Advances in clinical and experimental medicine : official organ Wroclaw Medical University*;24:837-843, 2015
165. May M, Brookman-Amisshah S, Pflanz S, et al. Pre-operative renal arterial embolisation does not provide survival benefit in patients with radical nephrectomy for renal cell carcinoma. *Br J Radiol*;82:724-731, 2009
166. Guy L, Alfidja AT, Chabrot P, et al. Palliative transarterial embolization of renal tumors in 20 patients. *International urology and nephrology*;39:47-50, 2007
167. Schwartz MJ, Smith EB, Trost DW, et al. Renal artery embolization: clinical indications and experience from over 100 cases. *BJU Int*;99:881-886, 2007
168. Zielinski H, Szmigielski S, Petrovich Z. Comparison of preoperative embolization followed by radical nephrectomy with radical nephrectomy alone for renal cell carcinoma. *American journal of clinical oncology*;23:6-12, 2000
169. Cochetti G, Paladini A, de Vermandois JAR, et al. Metastatic renal Ewing's sarcoma in adult woman: Case report and review of the literature. *Open medicine (Warsaw, Poland)*;16:397-409, 2021
170. 佐口徹 (委員長), 荒井保典, 亀井誠二, et al. 血管塞栓術に用いる無水エタノールのガイドライン 2016. *JSIR website*(https://www.jsir.or.jp/about/guide_line/etanoru/), 2016
171. Smith NP, Jesudason EC, McDowell HP, et al. Emergent embolisation to control severe haematuria in Wilms' tumour. *Pediatric surgery international*;21:313-315, 2005
172. Liu WG, Gu WZ, Zhou YB, et al. The prognostic relevance of preoperative transcatheter arterial chemoembolization (TACE) and PCNA/VEGF expression in patients with Wilms' tumour. *European journal of clinical investigation*;38:931-938, 2008
173. Li JP, Chu JP, Oh P, et al. Characterizing clinicopathological findings of transarterial chemoembolization for Wilms tumor. *J Urol*;183:1138-1144, 2010
174. 小林完, 平林健, 木村俊郎, et al. 腫瘍自然破裂による持続性出血に対し経カテーテル的動脈塞栓術施行後に摘出術を行った腎芽腫の 1 例. *日本小児外科学会雑誌*;54:1112-1116, 2018
175. Mearini E, Cochetti G, Barillaro F, et al. Renal malignant solitary fibrous tumor with single lymph node involvement: report of unusual metastasis and review of the literature. *OncoTargets and therapy*;7:679-685, 2014
176. Restrepo J, Millan DAC, Sabogal CAR, et al. New Trends and Evidence for the Management of Renal Angiomyolipoma: A Comprehensive Narrative Review of the Literature. *Journal of kidney cancer and VHL*;9:33-41, 2022
177. Sun P, Liu J, Charles H, et al. Outcomes of angioembolization and nephrectomy for renal angiomyolipoma associated with tuberous sclerosis complex: a real-world US national study. *Current medical research and opinion*;33:821-827, 2017
178. Murray TE, Doyle F, Lee M. Transarterial Embolization of Angiomyolipoma: A

Systematic Review. *J Urol*;194:635-639, 2015

179. Sheth RA, Feldman AS, Paul E, et al. Sporadic versus Tuberous Sclerosis Complex-Associated Angiomyolipomas: Predictors for Long-Term Outcomes following Transcatheter Embolization. *J Vasc Interv Radiol*;27:1542-1549, 2016

180. Han YM, Kim JK, Roh BS, et al. Renal angiomyolipoma: selective arterial embolization--effectiveness and changes in angiomyogenic components in long-term follow-up. *Radiology*;204:65-70, 1997

181. Igarashi A, Masuyama T, Watanabe K, et al. [Long-term result of the transcatheter arterial embolization for ruptured renal angiomyolipoma]. *Nihon Hinyokika Gakkai zasshi The japanese journal of urology*;93:702-706, 2002

182. Kato H, Kuwatsuru R, Inoue T, et al. Superselective Transcatheter Arterial Embolization for Large Unruptured Renal Angiomyolipoma in Lymphangiomyomatosis. *J Vasc Interv Radiol*;29:958-965, 2018

183. Chen Y, Yan Z, Wang J, et al. Transarterial chemoembolization for pain relief in patients with hypervascular painful metastatic spinal tumors refractory to percutaneous vertebroplasty. *Journal of cancer research and clinical oncology*;139:1343-1348, 2013

184. Forauer AR, Kent E, Cwikiel W, et al. Selective palliative transcatheter embolization of bony metastases from renal cell carcinoma. *Acta Oncol*;46:1012-1018, 2007

185. Ishibashi A, Koyama Y, Taketomi A, et al. Utility of CT during arteriography in superselective transarterial chemoembolization for invasive bladder cancer. *The KITAKANTO Medical Journal*;54:81-86, 2004

186. Ji T, Yang Y, Wang Y, et al. Combining of serial embolization and denosumab for large sacropelvic giant cell tumor: Case report of 3 cases. *Medicine*;96:e7799, 2017

187. Koike Y, Takizawa K, Ogawa Y, et al. Transcatheter arterial chemoembolization (TACE) or embolization (TAE) for symptomatic bone metastases as a palliative treatment. *Cardiovasc Intervent Radiol*;34:793-801, 2011

188. Lackman RD, Khoury LD, Esmail A, et al. The treatment of sacral giant-cell tumours by serial arterial embolisation. *J Bone Joint Surg Br*;84:873-877, 2002

189. Lin PP, Guzel VB, Moura MF, et al. Long-term follow-up of patients with giant cell tumor of the sacrum treated with selective arterial embolization. *Cancer*;95:1317-1325, 2002

190. Nagata Y, Mitsumori M, Okajima K, et al. Transcatheter arterial embolization for malignant osseous and soft tissue sarcomas. II. Clinical results. *Cardiovasc Intervent Radiol*;21:208-213, 1998

191. Vaishya R, Agarwal AK, Vijay V, et al. Metachronous multicentric giant cell tumour in a young woman. *BMJ case reports*;2015, 2015

192. Yang Z, Chen G, Cui Y, et al. Iodine-125 seed implantation combined with arterial chemoembolization therapy for pain palliation in metastatic bone cancer: a retrospective study. *Cancer biology & therapy*;20:212-218, 2019

193. Owen RJ. Embolization of musculoskeletal bone tumors. *Semin Intervent Radiol*;27:111-123, 2010

194. Krauel L, Albert A, Mora J, et al. Use of angioembolization as an effective technique for the management of pediatric solid tumors. *Journal of pediatric surgery*;44:1848-1855, 2009

195. 琴岡憲彦, 水田敏彦, 加藤明, et al. 抗癌剤動注塞栓療法により著効を示し, 2 年間無再発の肝細胞癌縦隔転移の 1 例. *癌の臨床*;43:889-893, 1997

196. 江東邦夫, 中澤龍斗, 佐々木秀郎, et al. 症例 腎摘除術後 11 年目の腎癌大臀筋転移. *臨床泌尿器科*68:339-342, 2014

197. 石口 恒, 伊藤 茂, 深津 博, et al. 転移性骨軟部悪性腫瘍に対する Microcatheter と Microcoil を用いた動脈塞栓療法. *日本医学放射線学会雑誌*51:260-269, 1991

198. Griessenauer CJ, Salem M, Hendrix P, et al. Preoperative Embolization of Spinal Tumors: A Systematic Review and Meta-Analysis. *World Neurosurg*;87:362-371, 2016

199. Luksanaprukpa P, Buchowski JM, Tongsaï S, et al. Systematic review and meta-

- analysis of effectiveness of preoperative embolization in surgery for metastatic spine disease. *Journal of neurointerventional surgery*;10:596-601, 2018
200. Geraets SEW, Bos PK, van der Stok J. Preoperative embolization in surgical treatment of long bone metastasis: a systematic literature review. *EFORT open reviews*;5:17-25, 2020
201. Texakalidis P, Charisis N, Giannopoulos S, et al. Role of preoperative embolization in carotid body tumor surgery: a systemic review and meta-analysis. *World Neurosurg*;129:503-513, 2019
202. Diaz A, Wang E, Bujnowski D, et al. Embolization in juvenile nasopharyngeal angiofibroma surgery: a systemic review and meta-analysis. *Laryngoscope*;00:11, 2023
203. Robinson Y, Sheta R, Salci K, et al. Blood loss in surgery for aggressive vertebral haemangioma with and without embolization. *Asian Spine J*;9:483-491, 2015
204. Shanmugasundaram S, Cieslak JA, Sare A. Preoperative embolization of renal cell carcinoma prior to partial nephrectomy: a systemic review and meta-analysis. *Clin Imaging*;76:205-212, 2021
205. Schnapauuff D, Russ M, Kröncke T, et al. Analysis of presurgical uterine artery embolization (PUAE) for very large uterus myomatosis; patient's desire to preserve the uterus; case series and literature review. *Rofa*;190:616-622, 2018
206. 田中 淳, 西 直, 湯浅 昌. びまん性神経線維腫外科的削減術における術前塞栓術の有用性—4例の初期経験—. *Jpn J Intervent Radiol*;20:411-413, 2005
207. Chen L, Li DH, Lu YH, et al. Preoperative Embolization Versus Direct Surgery of Meningiomas: A Meta-Analysis. *World Neurosurg*;128:62-68, 2019
208. Shimohira M, Nagai K, Hashizume T, et al. Preoperative transarterial embolization using gelatin sponge for hypervascular bone and soft tissue tumors in the pelvis or extremities. *Acta Radiol*;57:457-462, 2016
209. Yang HL, Chen KW, Wang GL, et al. Pre-operative transarterial embolization for treatment of primary sacral tumors. *J Clin Neurosci*;17:1280-1285, 2010
210. Emori M, Kaya M, Sasaki M, et al. Pre-operative selective arterial embolization as a neoadjuvant therapy for proximal humerus giant cell tumor of bone: radiological and histological evaluation. *Jpn J Clin Oncol*;42:851-855, 2012
211. Kónya A, Szendrői M. Aneurysmal bone cysts treated by superselective embolization *Skeletal Radiol*.21:167-172, 1992
212. 我那覇 章, 鈴木 幹, 又吉 宣. 超選択的血管塞栓術が有効であった鼓室型グロームス腫瘍の2例. *頭頸部外科*;18:33-38, 2008
213. Hashizume T, Shimohira M, Ohta K, et al. Preoperative transcatheter arterial embolization using a gelatin sponge for head and neck tumors. *Minimally invasive therapy & allied technologies : MITAT : official journal of the Society for Minimally Invasive Therapy*;28:206-212, 2019
214. Hughes CF. Mediastinal carcinoid tumor: pre-operative arterial embolization. *Aust NZ J Med*;16:808-810, 1986
215. Liu FY, Wang MQ, Fan QS. Interventional embolization of giant thoracic tumors before surgical resection. *Acta Radiol*;54:61, 2013
216. Kitakaze M, Miyoshi N, Fujino S, et al. Surgical resection for pelvic retroperitoneal Castleman's disease: A case report and review literature. *Biomedical reports*;14:29, 2021
217. Kato S, Murakami H, Minami T. Preoperative embolization significantly decreases intraoperative blood loss during palliative surgery for spinal metastasis. *Orthopedics*;35:1389, 2015
218. Clausen C, Dahl B, Frevert SC, et al. Preoperative embolization in surgical treatment of spinal metastases: single-blind, randomized controlled clinical trial of efficacy in decreasing intraoperative blood loss. *J Vasc Interv Radiol*;26:402-412 e401, 2015
219. Houten JK, Swiggett SJ, Hadid B, et al. Neurologic Complications of Preoperative Embolization of Spinal Metastasis: A Systemic Review of the Literature Identifying Distinct Mechanisms of Injury. *World Neurosurg*;143:374-388, 2020

220. Raper DM, Starke RM, Henderson F, Jr., et al. Preoperative embolization of intracranial meningiomas: efficacy, technical considerations, and complications. *AJNR Am J Neuroradiol*;35:1798-1804, 2014
221. Kadakia S, Koss S, Isseroff TF. Facial nerve paralysis after pre-operative embolization of a paraganglioma. *Am J Otolaryngol*;36:90-92, 2015
222. Önerci M, Gumus K, Cil B. A rare complication of embolization in juvenile nasopharyngeal angiofibroma. *International journal of pediatric otorhinolaryngology*;69:423-428, 2005
223. Remy J, Arnaud A, Fardou H, et al. Treatment of hemoptysis by embolization of bronchial arteries. *Radiology*;122:33-37, 1977
224. Pei R, Zhou Y, Wang G, et al. Outcomes of bronchial artery embolization for life-threatening hemoptysis secondary to tuberculosis. *PLoS One*;9:e115956, 2014
225. Shimohira M, Ohta K, Nagai K, et al. Bronchial arterial embolization using a gelatin sponge for hemoptysis from pulmonary aspergilloma: comparison with other pulmonary diseases. *Emergency radiology*;26:501-506, 2019
226. Yoon W, Kim JK, Kim YH, et al. Bronchial and nonbronchial systemic artery embolization for life-threatening hemoptysis: a comprehensive review. *Radiographics*;22:1395-1409, 2002
227. Peng G, Liang H, Ruan L, et al. Cortical blindness and ataxia complicating bronchial artery embolization for severe hemoptysis. *Internal medicine (Tokyo, Japan)*;49:1445-1447, 2010
228. van Doorn CS, De Boo DW, Weersink EJM, et al. Permanent cortical blindness after bronchial artery embolization. *Cardiovasc Intervent Radiol*;36:1686-1689, 2013
229. Ishikawa H, Hara M, Ryuge M, et al. Efficacy and safety of super selective bronchial artery coil embolisation for haemoptysis: a single-centre retrospective observational study. *BMJ open*;7:e014805, 2017