

血管塞栓術に用いるNBCAのガイドライン2012

日本IVR学会 編

草稿第一版 2012年1月28日
草稿第二版 2012年2月21日
草稿第三版 2012年5月31日
草稿第四版 2012年10月11日
草稿第五版 2012年12月12日
第一版 2012年12月23日

目次

1. はじめに (竹内 義人、中島 康雄)
2. 本書を利用するにあたって (竹内 義人、滝澤 謙治)
 - (1) 本書の目的
 - (2) 本書の対象
 - (3) 責任の帰属
 - (4) 作成の基本方針と手順
 - (5) 本書の構成と記載内容解釈上の留意点
 - (6) 改訂
 - (7) 公開
3. 総論 (竹内 義人)
 - (1) シアノアクリレート系薬剤について
 - (2) 医療への使用
 - (3) 血管内治療の歴史的な背景と現状
 - (4) 薬事上、法律上の取り扱い
 - (5) 海外事情
4. Clinical question (CQ)と推奨
 - CQ1. 血管塞栓の機序ならびに効果は？ (森下 博之)
 - CQ2. どのような状況が適応か？ (佐藤 洋造)
 - CQ3. 合併症にはどのようなものがあるか？ (濱口 真吾)
 - CQ4. 安全な使用方法は？ (坂本 憲昭)
 - CQ5. 塞栓術における疼痛対策は？ (徳江 浩之)
 - CQ6. 凝固能低下例に有効か？ (米満 尚史)
 - CQ7. 混合する造影物質にはどのようなものがあるか？ (村上 健司)
 - CQ8. 状況に応じてリピオドール[®]混合比を変えることは必要か？ (藤原 寛康)
 - CQ9. 他の塞栓物質との併用は有用か？ (祖父江 慶太郎)
5. 参考文献

(付録) 構造化抄録フォーム

血管塞栓術に用いるNBCAのガイドライン 2012
 ガイドライン作成委員会(所属は2012年12月現在)

血管塞栓術に用いるNBCAのガイドライン作成委員会(五十音順)

委員長	竹内 義人	国立がん研究センター中央病院 放射線診断科
委員	坂本 憲昭	神戸大学病院 放射線科
	佐藤 洋造	愛知県がんセンター中央病院 放射線診断・IVR 部
	祖父江 慶太郎	神戸大学病院 放射線科
	徳江 浩之	群馬大学病院 放射線診断核医学
	濱口 真吾	聖マリアンナ医科大学 救急医学講座
	藤原 寛康	岡山大学病院 放射線科
	村上 健司	聖マリアンナ医科大学 放射線医学講座
	森下 博之	京都第一赤十字病院 放射線診断科
	米満 尚史	和歌山県立医科大学 救急集中治療医学講座
協力委員	池田 裕隆	聖マリアンナ医科大学 放射線医学講座
	生駒 顕	和歌山県立医科大学 放射線医学講座
	井戸口 孝二	神戸大学病院 放射線科
	井上 大作	愛知県がんセンター中央病院 放射線診断・IVR 部
	井原 弘貴	岡山大学病院 放射線科
	宇賀 麻由	岡山大学病院 放射線科
	岡田 卓也	神戸大学病院 放射線科
	小川 普久	聖マリアンナ医科大学 放射線医学講座
	奥野 晃章	神戸大学病院 放射線科
	加藤 洋	富山大学附属病院 放射線科
	加藤 弥菜	愛知県がんセンター中央病院 放射線診断・IVR 部
	栗延 孝至	愛知県がんセンター中央病院 放射線診断・IVR 部
	粉川 怜子	岡山大学病院 放射線科
	米虫 敦	関西医科大学 放射線科
	佐藤 健司	愛知県がんセンター中央病院 放射線診断・IVR 部
	柴田 尚明	聖マリアンナ医科大学 放射線医学講座
	芝 奈津子	兵庫県立加古川医療センター 放射線科
	芝本 健太郎	国立がん研究センター中央病院 放射線診断科
	菅原 俊祐	国立がん研究センター中央病院 放射線診断科
	田村 全	慶応義塾大学医学部 放射線科
	田村 泰治	高知大学医学部 放射線科部
	富田 晃司	岡山大学病院 放射線科
	正岡 佳久	岡山大学病院 放射線科
	八木 理恵	関西医科大学 放射線科
	吉松 美佐子	聖マリアンナ医科大学 放射線医学講座

血管内使用禁忌とされる塞栓物質の使用ガイドライン作成小委員会(五十音順)

委員長	滝澤 謙治	聖マリアンナ医科大学 放射線医学教室
委員	佐口 徹	東京医科大学病院 放射線科
	竹内 義人	国立がん研究センター中央病院 放射線診断科
	宮山 士朗	福井済生会病院 放射線科

血管塞栓術に用いるNBCAのガイドライン2012

ガイドライン評価委員会(所属は2012年12月現在 五十音順)

安陪 等思	久留米大学病院 放射線科
東原 秀行	福岡大学筑紫病院 放射線科

日本IVR学会ガイドライン委員会

委員長	佐藤 守男	和歌山県立医科大学 放射線医学講座
副委員長	中島 康雄	聖マリアンナ大医科大学 放射線医学講座
委員	大須賀慶悟	大阪大学大学院医学系研究科 放射線医学講座
	金澤 右	岡山大学医学部歯学部附属病院 放射線医学
	加山 英夫	国際親善総合病院 放射線科
	興梠 征典	産業医科大学 放射線科学教室
	後藤 靖雄	仙台社会保険病院 放射線科
	塩山 靖和	獨協医科大学 放射線医学教室
	曾根 美雪	国立がん研究センター中央病院 放射線診断科
	滝澤 謙治	聖マリアンナ医科大学 放射線医学教室
	鶴崎 正勝	近畿大学医学部附属病院 放射線医学教室放射線診断学部門
	成松 芳明	川崎市立川崎病院 放射線科
	西巻 博	聖マリアンナ医科大学 心臓血管外科
	三村 秀文	川崎医科大学 放射線医学

1. はじめに

日本 IVR 学会においては、わが国の IVR 治療の発展と普及を目的として、その治療効果の評価を行うとともに、治療の適応や実施に際して適正な管理体制が求められている。このような背景の下、日本 IVR 学会では 2009 年 5 月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作成に着手した。

血管塞栓術は IVR 治療の中で最も多く実施され、きわめて需要の高い治療法の一つであり、わが国においても肝がんなど腫瘍制御目的、あるいは救急医療における緊急止血目的の治療等々、適用される病態や疾患は多岐にわたる。

一方、塞栓物質としては、金属コイル、ゼラチンスポンジ、シアノアクリレート系薬剤 (N-butyl-2-cyanoacrylate, NBCA)、無水エタノールなどが、各病態や疾患に応じて使用されてきたが、わが国において血管塞栓物質として承認されているものは金属コイルと一部のゼラチンスポンジ製品のみである。NBCA をはじめとするその他の物質においては血管内投与が承認されていないため、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(2012 年 12 月現在)。しかしながら、NBCA を含むこれらの物質が IVR 治療には不可欠であることは厳然たる事実であり、日本 IVR 学会ではその適応・使用法・合併症などに関して、血管内投与禁忌とされている塞栓物質についてのステートメント(2008 年 4 月)を表明している(1)。

このような経緯により、当学会ガイドライン委員会では、2010 年 10 月に医療ニーズの高い血管内投与禁忌物質として NBCA、エタノール、ゼラチンスポンジを取り上げ、血管内使用禁忌とされる塞栓物質の使用ガイドライン作成小委員会が組織された。本書では、過去に報告されている多くの実験的または臨床的知見を批判的に評価し、血管塞栓術に用いられる NBCA に関する現時点でのコンセンサスを記述した。

本ガイドラインが IVR 施行医にとって、NBCA を用いた血管塞栓術に関する理解が深まり、さらなる発展や普及の礎として、IVR 治療の標準化の一助になれば幸いである。

(竹内 義人、中島 康雄)

2. 本書を利用するにあたって

(1) 本書の目的

NBCAを用いる経カテーテル的血管塞栓術において、現時点でコンセンサスが得られた適正な診療を示すこと。

① 経緯

日本IVR学会では、2009年にガイドライン委員会が組織され、活動を開始した。IVR学会で作成するガイドラインの方向性は、‘実地臨床において、IVR医が手技を実施する上での指針を提供すること’とした。各疾患ないしは臓器の基幹学会で作成するガイドラインの内容を、IVR治療の実際を示すことで補完する‘実践的ガイドライン’ないしは‘手技のガイドライン’と位置づけられる。IVR学会会員のベネフィットとなることを主眼とするとともに、医師がIVRの施行を視野に入れる際、または実際に手技を行う場合にも参考にできることを目的としている。

② 本書の浸透により期待される効果

NBCAを用いる経カテーテル的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。

(2) 本書の対象

NBCAを用いる経カテーテル的血管塞栓術を、実際に行う医師を本書の対象とした。

(3) 責任の帰属

本ガイドラインの記載内容については、日本IVR学会理事会ならびにガイドライン委員会が責任を持つが、個々の患者の病態や施設の状況に応じた臨床現場での適用については、患者を直接担当する医師が責任を持つ。

(4) 作成の基本方針と手順

ガイドラインの作成は、evidence based medicine (EBM) に基づき、可及的に最良のエビデンスを入手して作成する方針とした。適切なエビデンスがない場合には、現時点で明確とされているか否かを示したうえで、推奨グレードを決定した。

経カテーテル的血管塞栓術に用いられる塞栓材には種々のものが知られているが、その病態や臨床的状況を指標として、最も適正と判断される塞栓材を選択すべきである。NBCAも血管塞栓術に使用可能な物質として知られてきたが、実際の使用方法については不定である。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。

① 小委員会によるclinical question (CQ)の選択

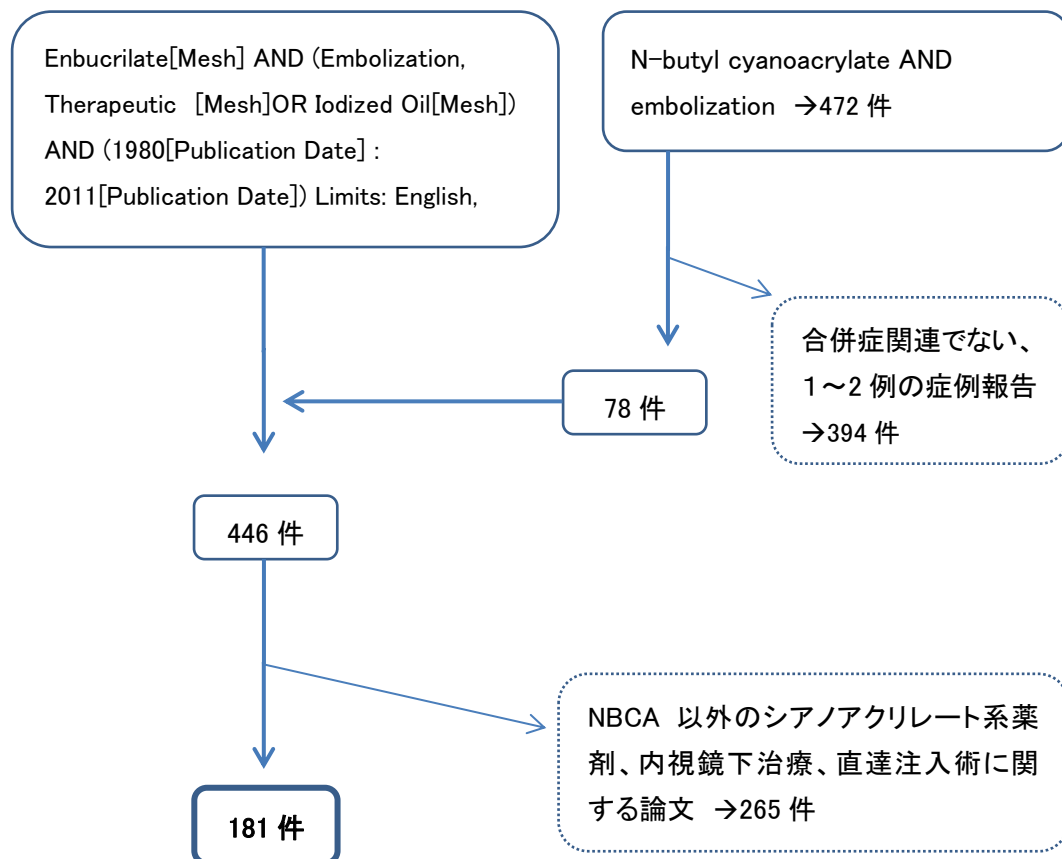
臨床現場でNBCAを用いる血管塞栓術の適応を検討し、実際に施行する際に疑問になりえる項目について、血管内使用禁忌とされる塞栓物質の使用ガイドライン作成小委員会でCQを選択した。また、エビデンスとなる文献は、症例報告や症例シリーズが中心であ

り、個々の治療法や病態については臨床試験やメタ解析があるとは考えにくいいため、回答を得やすい程度に大きな括りでのCQを設定した。

② 文献検索

CQを元にして、可能な限りPECO (patient, exposure, comparison, outcome)に基づくキーワードを設定し、PubMedにより文献検索を行った。すなわち、「Enbucrilate[Mesh] AND (Embolization, Therapeutic [Mesh]OR Iodized Oil[Mesh]) AND (1980[Publication Date] : 2011[Publication Date]) Limits: English, Japanese」により368件を検索した。次に、「N-butyl cyanoacrylate AND embolization」によるハンドサーチにて網羅的に検索した472件のうち、合併症関連でない2例以下の症例報告を排除した78件を加えた。これら446件より、N-butyl cyanoacrylate以外のCA系薬剤、内視鏡下治療または直達注入術に関する論文を除外し、最終的に181件を採用した(流れ図)。

<流れ図>



③ 文献の批判的吟味と構造化抄録の作成

各 CQ を担当する委員は、回答を作成するのに必要と思われる全ての文献について構造化抄録を作成し、文献の批判的吟味を行った。

④ 構造化抄録の査読とエビデンスレベル付け

構造化抄録は、単純な読み違いや解釈の偏りを避けるため、委員による査読を行った。参照論文に関して、「Minds医学文献評価選定部会編構造化抄録フォームにおける分類法」に準拠してエビデンスレベルを分類した(1)。

表. エビデンスレベル(Minds)

I	:ランダム化比較試験 (Randomized Controlled Trial:RCT)のメタアナリシス
II	:1つ以上のRCTによる
III	:非RCTによる
IVa	:分析疫学的研究(コホート研究)
IVb	:分析疫学的研究(症例対照研究、横断研究)
V	:記述研究(症例報告やケースシリーズ)
VI	:患者データに基づかない専門委員会や専門家個人の意見

⑤ ガイドライン作成と推奨グレード

血管塞栓術に用いるNBCAのガイドライン作成委員会委員によりCQ回答および解説文を作成した。その内容を委員会で検討し、コンセンサスを得た上で、上記推奨グレードに沿って推奨グレードを決定した。推奨グレード分類としては、脳卒中治療ガイドライン(2009版)推奨グレードを用いた(2)。特に、十分な科学的根拠がないがやや肯定的な推奨を示したい時に、NBCAの血管内投与が原則禁忌とされている現状を踏まえて、「行うよう勧められる」とするMinds推奨グレードよりも、「行うことを考慮してもよい」とする脳卒中治療ガイドライン推奨グレードが妥当と考え、後者を採用した。

また、機序や効果、合併症に関するCQ回答においては、その性格上、推奨グレードを示せないが、本材を用いた血管塞栓術に臨み、予め理解しておくべき薬剤の特殊な性状に関する不可欠な記述としてご承知されたい。

表. 推奨グレード

推奨グレード	内容
A	強い科学的根拠があり、行うよう強く勧められる。
B	科学的根拠があり、行うよう勧められる。
C1	行うことを考慮してもよいが、十分な科学的根拠がない
C2	科学的根拠がなく、行わないよう勧められる。
D	無効性あるいは害を示す科学的根拠があり、行わないよう勧められる。

(脳卒中治療ガイドライン2009版に準拠)

⑥ 評価委員会でのレビューとそれに基づく修正

(5) 本書の構成と記載内容解釈上の留意点

① Clinical question (CQ)の選定

血管塞栓術におけるNBCAの使用は実際に施術する医師(IVR医)の判断を起点とする。このため、IVR医がNBCAを用いた血管塞栓術を検討する際に必要とされる治療成

績や合併症についての情報、IVR 医が本治療を行う際に必要かつ安全な手技についての情報が得られるように、CQ を選定した。

② 推奨グレードの解釈について

NBCA の使用する血管塞栓術においては、対象疾患が不均一、かつ緊急性の高い状況下で実施される場合が多いため、現在まで十分なエビデンス構築はされていない。したがって本ガイドラインでは、実地医療において優先すべき事項を検討し、委員会のコンセンサスを得て推奨グレードを決定した。このような経緯により、本書においてエビデンスレベルと推奨グレードは必ずしも一致しないことをお断りしておく。

③ 患者が回答内容の施行を望まない場合

推奨されている方法であっても、患者や家族がそれらを望まない場合には、相談の上、適切な代替治療にを受けるよう説明する。

④ 自施設で IVR が実施困難な場合

NBCA を用いた血管塞栓術の適応と判断されるが、自施設でその実施が不可な場合、原則として対応可能な IVR 医や施設に相談や紹介、または搬送することが望まれるが、適切な代替治療法があれば、その施行は妨げられない。

⑤ 解説の留意点

解説は CQ に関連した問題について理解が容易になるように総論的な記載を含めている。それらについては CQ と関連する問題についての参考として解釈する。

(5) 改訂

ガイドラインは恒常的なものではなく、新たなエビデンスや新規治療の出現、あるいは社会情勢の変化に伴って、内容を見直す必要がある。本ガイドラインもこれに準拠して改訂作業を行う予定である。IVR 学会員やガイドラインの使用者の意見を反映するため、必要と思われる CQ 案やガイドラインに資すべきと考えられる論文執筆あるいは通読された場合には学会事務局までご連絡いただきたい。

(6) 公開

本ガイドラインは日本 IVR 学会ホームページにて公開する。

(7) 利害相反

本ガイドライン作成にかかわる費用は、日本 IVR 学会より拠出された。作成過程において、ガイドラインで扱われる薬剤や医療機器の製造・販売企業など利害関係を生じ得るいかなる団体からも資金提供は受けていない。また、ガイドライン作成に参画した委員は、利害関係を生じ得るいかなる団体とも関係をもたない。

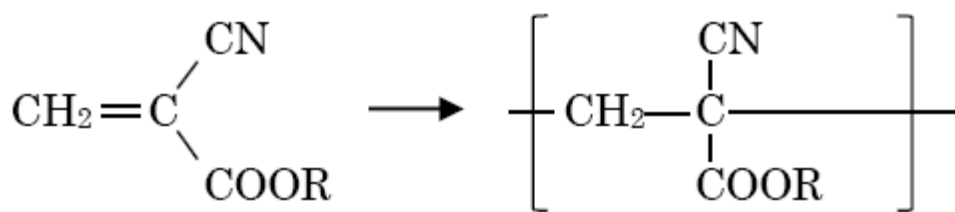
(竹内 義人、滝澤 謙治)

3. 総論

(1) シアノアクリレート系薬剤について

シアノアクリレート(CA)は 1957 年以来、世界的に用いられている瞬間接着剤であり、その用途は工業用、一般家庭用、そして医療用と多岐にわたる。液性で常温でほとんどの材料を瞬間的に強固に接着することが本材の特長であり、この利便性ゆえに使用分野が拡大してきた。主成分である CA は、モノマーの状態では水のような粘性の低い液体であるが、微量の水分あるいは陰イオンと接触すると重合を起こしてポリマーを形成し硬化接着する(図 1) (1, 2)。ポリマーは硬くて脆く、ズレ方向に対するせん断強度は高いが、はく離や衝撃といった応力には弱い。そこでアルキル化により硬化強度を補強したいくつかの薬剤が開発された(表 1)。家庭用や工業用の瞬間接着剤として最もよく使用されているメチル CA やエチル CA は強くて硬いため金属用の接着剤に用いられる。一方、プラスチックやゴムの接着には柔軟性に富むメキシエチル CA やブチル CA が使われる。

図1. シアノアクリレート系薬剤の化学組成



モノマー(左)は陰イオンと接触して重合する(右)。Rはアルキル基(NBCAではn-butyl基)を示す。

表1. CA系薬剤の種類(文献2より一部改変)

CAの種類	性質	用途
メチルCA	硬くて強い	金属の接着剤
エチルCA	硬くて強い	金属の接着剤
メキシエチルCA	無臭	金属、プラスチック、ゴムの接着剤、化粧品
ブチルCA (isobutyl: IBCA, n-butyl: NBCA)	柔軟性、無臭	金属、プラスチック、ゴムの接着剤、化粧品、医療用
オクチルCA	柔軟性、無臭	金属、プラスチック、ゴムの接着剤、化粧品、医療用

(2) 医療への使用

CA系薬剤は創傷の接着効果による止血を目的として外科領域に使用される。生体への使用には、その硬化物が柔軟で無臭無毒という特性により、ブチルCAやオクチルCAが適合する。これらは大きなアルキル基により化学的に安定している。NBCA(n-butyl CA)はIBCA(iso-butyl CA)とともにブチルCAに属し、医療用瞬間接着剤として世界的に使用

されている。一方、メチルCAやエチルCAは過去に使用報告が知られているものの、本材ではアルキル基が小さいため有毒なホルムアルデヒドとシアノ酢酸アルキルに分解されやすく、現在では使用されない。CA系薬剤のシアン基は化学的に安定しており、有毒物質である青酸(HCN)は発生しない。またオクチルCAは止血効果とともに抗菌性もあり、角膜の補修や歯茎の接着にも用いられる。IBCAやNBCAの変異原性は細菌を用いたゲノム実験により証明されているが、発がん性はない(3)。NBCAは皮膚創傷の止血に適用される。わが国では、色素(D&CバイオレットNo.2)含有の有無により青色タイプ(ヒストアクリルブルー®)と無色タイプが市販されている。

(3) 血管内治療の歴史的な背景と現状

NBCAは食道胃静脈瘤に対する内視鏡的硬化療法に対して使用されていたが、リピオドール®と混和した液体を血管内に注入することにより、出血性疾患あるいは動静脈奇形への治療にも用いられるようになった。脳血管領域においても多数の臨床試験により肯定的なエビデンスが打ち出されている。診療ガイドラインとしても、食道胃静脈瘤に対して米国やEU諸国等で肯定的な指針が記載されており、わが国ではレベルⅡのエビデンスにより強く推奨されている(4)。また脳血管領域では、米国で外科的切除または定位術前放射線治療の術前処置、あるいは局所神経症状や治療抵抗性の梗塞例に対する対処療法として塞栓術が推奨されており、わが国でもSpetzler-Martin分類grade 3の脳動静脈奇形の治療として、外科手術又は塞栓後外科手術の併用が推奨されている(5)。その他、胸腹部等の多領域における血管塞栓術に関しても国内外で日常的に臨床使用されており、多数の研究報告が知られている。

(4) 薬事上、法律上の取り扱い

NBCAは薬事法上、皮膚欠損用創傷被覆材の一種として「医療用品(4)整形用品」に類別される(註1)。すなわち皮膚損傷のみへの適用が承認されているに過ぎず、血管内投与については禁忌・禁止項目に列挙されており、現状ではNBCAの血管内投与は適応外使用として医師の裁量の下で使用されているに過ぎない。医薬品の適応外使用に関しては現在、適否についての明確な法的判断基準はないが、臨床的需要度の増加を受けて、日本IVR学会からの提言が公表されている(6)。ただし添付文書に記載されている注意事項について、使用方法及び副作用の予見につき厳格な順守を求めた最高裁判例(平成8年1月23日判決)が周知されており、その使用に際しては充分留意すべきである(7)。また添付文書に記載されていない使用法により健康被害が起こった場合、本邦の副作用被害救済制度が適用されないという問題を踏まえるべきであり、このような場合には充分なインフォームドコンセントのもとにIVRを施行する。

(5) 海外事情

本材と造影物質(ヨード化ケシ油脂肪酸エチルエステルおよびタンタルム粉末)によるパッケージ製品は、2000年に米国で切除術前処置として血行遮断術が必要な場合の脳動静脈奇形に対する塞栓術を適応としてFDAにより承認され、1万例を超える使用実績が存在する。また胃食道静脈瘤の内視鏡下硬化療法における血管塞栓材としてEU諸国、オーストラリア、韓国、メキシコ、ウルグアイ、モロッコ、トルコで認可されている。国内でも広

く使用されているが保険収載には至っていない。その他の領域における経カテーテル的血管塞栓術に関しては諸外国の臨床治療報告は多数あるものの、正式に認可されていない(8)。

(竹内 義人)

4. Clinical question (CQ)と推奨

CQ1. 血管塞栓の機序ならびに効果は？（森下 博之）

CQ2. どのような状況が適応か？（佐藤 洋造）

CQ3. 合併症にはどのようなものがあるか？（濱口 真吾）

CQ4. 安全な使用方法は？（坂本 憲昭）

CQ5. 塞栓術における疼痛対策は？（徳江 浩之）

CQ6. 凝固能低下例に有効か？（米満 尚史）

CQ7. 混合する造影物質にはどのようなものがあるか？（村上 健司）

CQ8. 状況に応じてリピオドール[®]混合比を変えることは必要か？（藤原 寛康）

CQ9. 他の塞栓物質との併用は有用か？（祖父江 慶太郎）

CQ1 血管塞栓の機序ならびに効果は？

回答：

血管内投与された NBCA は血漿と接触して重合する。その結果、鑄型状硬化物 (cast) や血栓の形成、血管壁への接着、血管内皮障害という 3 つの効果を生じ、血管を塞栓する。

解説：

NBCA を血管内に投与した場合には、血液内の陰イオンと反応して重合することが知られており(8、45、49、50、55、85、86、88、94、114、121、126、130、152)、その血管塞栓機序には以下の 3 つの効果が関与する。

(1) 鑄型状硬化物 (cast) や血栓の形成。重合により硬化した NBCA は塞栓すべき血管形状にあった任意の形状の硬化物である cast を形成し(94)、血管内腔に充満、血流を途絶させると同時に血栓を形成する(21、93、94、95、108)。なお、100% の NBCA が血漿との接触により硬化に要する時間は 0.087 秒で、まさに瞬間的である(123)。

(2) 血管壁への接着。NBCA は、注入されたカテーテル先端近傍で硬化すると同時に血管壁に接着する(15、94、121)。接着力は非常に強く、0.05ml の NBCA にて接着した家兎の頸動脈からマイクロカテーテルを引き剥がすのに 7 重量キログラム(7kgf)を要したとの動物実験が知られている(123)。臨床では重合時間調節のためにリピオドール[®]と混合使用されることが多いが、病理学的検討によればリピオドール[®]は血管の中央に存在し、硬化した NBCA は血管壁側に沈着する(15、145)。

(3) 血管内皮障害。NBCA の重合時に生じる化学的反応や反応熱によって血管壁を障害し、急性壊死性血管炎を生じる(12、21、30、35、51、55、100、106、117、130)。この際に生じる血栓形成も血管閉塞に関与し、また血管壁の炎症性変化が癒痕や線維化を生じることにより、塞栓効果が増強される(51)。臨床組織学的研究によれば、血管炎による血管壊死を伴う急性反応が 40~50%程度に観察された後、慢性肉芽腫性血管炎に置換されて長期残存することが知られている(51、109、117)。

また、NBCA による塞栓効果は半永久的とされる反面、一定期間の経過後に再開通することが、動物実験や臨床病理による研究報告で確認されている(12、93、95、109、117、121)。

(森下 博之)

CQ2 どのような状況が適応か？

回答：

適応となる状況は、1) 標的血管の性状により標的病変までのカテーテル到達が困難な状況、または金属コイルの逸脱が危惧される状況、2) 血管奇形や動静脈瘻のように動脈から静脈側まで長区間塞栓を企図する状況、3) 凝固能が低下している状況 (CQ6 参照) が挙げられる。また臓器別では脳血管領域から四肢骨盤領域まで多岐にわたり、疾患別では血管性病変、外傷性/炎症性出血、腫瘍等が挙げられ、静脈系にも適用される。

推奨度： C1

解説：

適応疾患としては血管性病変(動脈瘤、血管奇形)、破綻性出血(医原性、外傷性)、炎症性出血(潰瘍など)、腫瘍性病変等が挙げられ、静脈系(静脈瘤、門脈系)にも適用される。文献的には脳血管領域での血管奇形に対する報告が多く、脳動静脈奇形に対する術前塞栓の前向き試験などが知られている(1、44、83、85、87、91)。頭頸部、脊髄動脈、胸腹部など、多領域にわたる血管性病変に対する適用に加え、最近では大動脈ステントグラフト留置術後のエンドリークに対する治療報告も知られている(25、26、74、99、120、137、140、143、158)。

医原性や外傷性の出血に対する塞栓術にも使用される(16、30、66、107、108)。特に仮性動脈瘤に対しては、病変遠位側へのカテーテル挿入が困難であるが *isolation* を企図する場合や、親血管の温存を図る場合での使用報告が知られている(125、140、154、158、174)。また鼻出血(94、95)、喀血に対する塞栓(7、132)、消化管出血でも有用性が報告されている。本材に特徴的な適応として、著明な血管蛇行や狭小化により金属コイルを適用しにくい状況(45、63、78、126、156)や凝固機能低下例における使用(CQ6 参照)が知られている。

腫瘍性病変に対しては止血目的(63)や、症状緩和を含む抗腫瘍効果を期待して用いられており(133、136、168)、他に腫瘍性病変関連として、肝動注カテーテル留置における血流改変やカテーテル固定にも有用とされる(59、150、172、173)。

静脈系では、経皮経肝門脈塞栓術に対する数十例規模の後方視的研究が報告されており(10、39、40、68)、卵巣静脈瘤や精索静脈瘤による骨盤領域への適用も知られている(18、100、148)。

(佐藤 洋造)

CQ3 合併症にはどのようなものがあるか？

回答：

- 1) 塞栓術そのものによる合併症(塞栓領域の虚血やシャント圧上昇に伴う出血など)、
- 2) 塞栓に伴う全身／局所の生体反応、
- 3) 薬剤特異的なカテーテルの血管壁への固着、
- 4) その他、稀だが留意すべき合併症、
が挙げられる。

解説：

1) 塞栓術そのものによる合併症

<塞栓領域の虚血>(表 1)

意図通りの領域を塞栓できた場合でも、側副血行路の発達程度に依存して支配領域の臓器虚血の発現が想定される。また、NBCA の特性である塞栓区間の制御しづらい状況においては、意図せぬ血管の塞栓という技術的要因による臓器虚血が想定される。

技術的要因としては、NBCA の想定以上の末梢側への飛散、注入カテーテル先端よりも中枢側への溢流(7、30、90、92、93、96、107、108、132、136、152)、カテーテルを引き抜く際の飛散(1)、側副血行路を介した重要血管への流入、が挙げられる。遠位部まで到達する状況としては、高流量の動静脈奇形や動静脈瘻の流出静脈側への NBCA の流出によるものがよく知られている(19、21、67、73、128)。逆流／溢流やカテーテルを引き抜く際の飛散は、細い血管までカテーテルを挿入して NBCA を注入した場合に起こりやすい。側副血行路を介した重要血管への流入として、肋間動脈や腰動脈を塞栓する際に前脊髄動脈へ NBCA が流入した報告が知られている(101、135)。

合併症の種類としては、脳梗塞(1、20、33、37、53、65、70、82、83、85、87、88、92、93、94、95、96、97、98、105、118、152、164、178)、眼動脈閉塞による失明／視野欠損(20、27、80、92、93、95、97)、眼筋炎(80)、脊髄麻痺(101、141)、肺塞栓(7、17、19、21、67、73、76、84、92、93、100、132、162)、消化管虚血(45、59、78、89、90、144、155、174)、胆嚢炎(169)、肝動脈閉塞(40、150、173)、脾梗塞(104、158)、腎梗塞(30、42、108)、軟部組織障害(79、86、94、95、107、133、136)、末梢神経障害(79、133、174)などが挙げられる。

表1. NBCA による虚血性合併症

重篤: 致死的、永続的、または入院を延長させるもの。中等度: 処置を要する、または臓器機能低下を伴うもの。軽症: 上記以外。

頻度: 1～10%しばしば、1%以下:まれ、0.1%以下:ごくまれ

合併症	治療対象	報告例の重症度
脳梗塞 (しばしば)	脳動静脈奇形、肺動静脈瘻、硬膜動静脈瘻、脳腫瘍、内頸動脈海綿静脈洞瘻、頭頸部の仮性動脈瘤	一過性の軽症例から死亡例まで。中大脳動脈領域の広範な梗塞による死亡例の報告がある(20)。
脊髄麻痺 (頻度不明)	転移性脊椎腫瘍、硬膜動静脈瘻	一過性の軽症例から脊髄麻痺の重篤例まで
肺塞栓 (しばしば)	脳動静脈奇形、肺動脈瘤、胃静脈瘤	呼吸器症状を来さなかった軽症例から重篤な呼吸障害を来した例まで
消化管虚血 (頻度不明)	消化管出血、空腸の動静脈奇形、胃静脈瘤、外傷性動脈破綻	保存的治療可能な潰瘍を形成した中等症例から、腸管壊死を来した重篤例まで
胆嚢炎 (しばしば)	転移性肝腫瘍	中等度
肝動脈閉塞 (頻度不明)	転移性肝腫瘍(肝動注リザーバー留置手技時)	臨床的症候は来さなかったが、リザーバー治療が不可能となった
脾梗塞 (頻度不明)	脾動脈瘤	中等度
腎梗塞 (頻度不明)	腎動脈からの出血、腎動静脈瘻	中等度
軟部組織障害 (しばしば)	外頸動脈からの出血、動脈瘤様骨嚢腫、腎癌、下肢動静脈瘻	下肢虚血症状を来した中等症例から皮膚壊死を来した重篤例まで
末梢神経障害 (頻度不明)	外頸動脈からの出血 動脈瘤様骨嚢腫	一過性の軽症

<シャント圧上昇に伴う出血> (1, 33, 37, 51, 53, 65, 83, 84, 85, 87, 98, 162)

脳動静脈奇形の塞栓術を施行した際、流出静脈閉塞による圧の上昇から出血を生じることが知られている。死亡にいたる出血の頻度は、NBCA 塞栓群の 1.9～2.6%と報告されている(1, 85, 87)。

2) <塞栓に伴う全身／局所の生体反応>

悪心嘔吐(59, 130, 168)、発熱(39, 59, 130, 168)、局所の疼痛(62, 86, 128, 130)が知られている。

<薬剤特異的なカテーテルの血管壁への固着> (文献 1, 7, 9, 30, 37, 45, 90, 92, 93, 94, 95, 96, 102, 107, 123, 125, 132, 145, 152, 164, 178)

NBCA がカテーテルに沿って逆流して重合した場合に生じる。リピオドール®を混和しないNBCA 単独の使用では、X線を透過するため塞栓範囲の視認ができないため、逆流／溢流のリスク増加が予測される。NBCA 濃度が低い場合での固着では容易にカテーテル抜去が可能だが、高濃度のNBCA による場合は固着が強く、強い力での牽引による血管破裂(107)、カテーテル断裂による塞栓、カテーテル遺残(1、164)を危惧すべきである。

<その他、稀だが留意すべき合併症> (表2)

感染(34)、脳膿瘍(22)、肝膿瘍(10、174)、脾炎(153)、血栓性静脈炎(148)、門脈血栓(39)が報告されている。

表2. その他、稀だが留意すべき合併症

合併症	治療目的	推測される原因	重症度
脳膿瘍	脳 AVM の塞栓	繰り返し行われたカテーテル操作や、使用された医療器具、NBCA などによって感染が起こったものと推測	重篤
肝膿瘍	肝動脈仮性動脈瘤の塞栓	原因に関しては記載なし	中等度
脾炎	脾動脈瘤の塞栓	NBCA が重合する際に血管内膜を損傷することにより、血管サイトカインおよび炎症反応、免疫反応が惹起される	中等度
血栓性静脈炎	精索静脈瘤の塞栓	塞栓6日後に患者が荷物を持ち上げた際にNBCA 移動が起こり、蔓状静脈の血栓性静脈炎を発症	中等度
門脈血栓	肝右葉切除前の経皮的門脈塞栓術	門脈左枝へのNBCA の溢流の可能性	臨床的症候は来さなかったが、肝切除は断念された

(濱口 真吾)

CQ4 安全な使用方法は？

回答：

手技上の注意点は多岐に及ぶ。よって本材の性状や塞栓手技に習熟した者、またはその指導下による使用が推奨される。注入直前には必ず標的血管の性状を十分に把握しておく。注入は、適切な造影物質と混合して視認性を高めた上で X 線誘導下に行う。

推奨度：C1

解説：

- 1) 十分な塞栓を行うため、まず NBCA の注入量、注入速度、リピオドール®との混合比を決める。これは NBCA 投与予定部位からの DSA 撮影あるいはテストインジェクションの反復等で、標的血管の血行動態、血流速度、血管径、対象領域の体積などを評価することで決定される(16、38、63、71、104、114)。なお NBCA は透視下での視認が不良であるので、一般的にはリピオドール®と混合を行い、視認性を高めて用いられる(57、82)。
- 2) カテーテル内に NBCA を充填する際、NBCA アニオン重合を回避する目的で、カテーテル内にブドウ糖溶液を注入する手法が知られる(55、66、121、168)。さらに、マイクロカテーテルを併用する場合に、親カテーテルとマイクロカテーテルの間の隙間にブドウ糖溶液を還流することで、血液とNBCAの接触を低減し、重合時間を延長させる工夫が知られている(114、132)。
- 3) 本材の注入のモニタリング画像として、X 線透視のほか、DSA 撮影やロードマップ画像が報告されている(116、152)。投与したNBCAを確実に視認するために高精度 X 線装置を用いる(82)。注入中、術者はその挙動を注意深く観察する(7)。複数の医師による同時観察も有用と思われる。
- 4) 注入方法としては、カテーテル先端から溢流しないように、緩徐に注入する報告(Continuous Column 法)が多い(7、28、37、83、89、93、140)。その他、一滴ずつ飛び出させるポンピング法や、投与予定量の NBCA をカテーテルに充填後、ブドウ糖溶液で後押しする手法がある(12、39、132)。塞栓による血流停止、NBCA の末梢側への飛散、注入カテーテル先端部より近位側への溢流、症状の重篤な変化、その他注入が危険と判断された場合を注入のエンドポイントとする(7、125、132)。
- 5) 注入終了後は、速やかに注入カテーテルを抜去する(52、107、116、121、173)。これは、カテーテルが血管壁に接着することを防ぐためである。カテーテル抜去の際、付着 NBCA を飛散させない目的で、注入カテーテルに陰圧をかける工夫も知られる(87)。なお使用済みのカテーテルは内腔にも NBCA が付着しており、NBCA 注入に使用したカテーテルを引き続いて使用すること(カテーテルの再利用)は予期せぬ塞栓につながり得る。とりわけ脳神経領域では再利用しないことが推奨される(63、130)。塞栓後の造影で、塞栓区間や親血管の開存性を確認する。NBCA 注入に際し、マイクロカテーテルの使用が推奨される。フローガイドカテーテルの使用により、より末梢への塞栓を行うことが知られている(1、44)。
- 6) 過剰注入を避け、NBCA 投与量を最適化する目的で、マイクロカテーテルを病変

近傍まで進め、病変への超選択的注入が推奨される(30、94、95)。ほかに少量ずつの注入を反復する手法(62、93)や他の塞栓物質との併用(41、125)がNBCA投与量の最適化のための工夫として報告されている。病変が高血流なため流出路への逸脱が予想される状況では血流調節を行うべきで、バルーンカテーテル使用やカテーテル楔入による意図的な血流停滞、金属コイルなどの塞栓物質の併用、エピネフリンによる一時的血管攣縮などの工夫が報告されている(20、21、24、33、41、63、83、96、119、128、130、143、149、179)。但し、バルーンカテーテル使用や楔入による注入は、血管造影上描出されていない内在性の血管吻合を介した他部位へのNBCA迷入を来す危険性もあり、注入の際には細心の注意を要する。

7) NBCAはゼラチン粒子や金属コイルと比べ、塞栓効果が即効的かつ持続的であるため、目的以上の区間に塞栓が生じないように留意する(57)。よって適用し難い血管として、重篤な神経障害や臓器虚血を来す危険性が高い、前脊髄動脈や腸間膜動脈などが挙がる(20、24、67、90、133)。塞栓術による神経障害を回避するため、局麻剤テスト注入による神経学的変化を確認する工夫が知られている(38、80)。

以上の注意点により、NBCAの性状を理解し、その取扱いおよびIVR手技に熟練した者、またはその指導下による使用が推奨され、視認性を高めた上で、適切な画像誘導下に施行されるべきである(7、132)。

(坂本 憲昭)

CQ5 塞栓術における疼痛対策は？

回答：

原則的には不要だが、一部の手技ではオピオイド、非ピリン系、非ステロイド系鎮痛剤や硬膜外麻酔の使用を講じることがある。

推奨度：C1

解説：

疼痛対策に関する肯定的な文献上の記載は乏しく、多くは経過観察のみで対応可能とされる(55、59)。しかし、肝臓や腎臓などの実質臓器を塞栓した場合は、比較的強い疼痛が出現することがあり疼痛対策を要する。術中の疼痛対策として塩酸ペチジン(オピスタン[®])、フェンタニル静注や硬膜外麻酔の併用(68、136、168、169、180)、術後の遅発性疼痛に対しては非ピリン系解熱鎮痛薬(アセトアミノフェン)や非ステロイド系抗炎症薬(NSAIDs)の経口投与によって対応可能であることが多い(7、180)。なお小児や脳神経領域では、全身麻酔下の施術が大半を占めている(73、124、133)。鎮痛対策を講じた事例は領域や対象臓器により限定的に知られているが、用量に関する言及は乏しい(表1)。

疼痛の生じる機序として、臓器虚血や患者の固有因子以外に、NBCAの重合反応による血管壁や周囲組織への炎症反応を一因とする説もあるが、解明には至っていない(30、55、117)。

表1. 鎮痛薬を使用している主な文献

疾患	塞栓血管	使用薬剤と投与経路	文献
肝転移(インスリノーマ)	肝動脈	モルヒネ静注	169
肝転移(カルチノイド)	肝動脈	フェンタニル静注	168
腎癌	腎動脈	塩酸ペチジン静注	136
多発性腎嚢胞	腎動脈	硬膜外麻酔とNSAIDs経口	180
肝腫瘍術前門脈塞栓	門脈	フェンタニル静注	68
胃静脈瘤(経皮経門脈的)	胃静脈	リドカイン筋注または静注	76
胃静脈瘤(内視鏡的)	胃静脈	塩酸ペチジン静注	131
喀血	気管支動脈	アセトアミノフェン経口	7

(徳江 浩之)

CQ6 凝固能低下例に有効か？

回答:

NBCA の血管塞栓効果は生体凝固能に依らない。
よって本材は凝固能低下例に有効である。

推奨度:C1

解説

ゼラチン粒子やファイバーコイルは本来の生体凝固能による血栓形成補助下で血管を閉塞させる。一方、NBCA は血漿との接触によって引き起こされる重合反応により血管を閉塞させる点で異なる機序を持った、生体凝固能に依存しない塞栓物質である。よって、凝固能低下例(特に急性動脈出血に伴う場合)でNBCAが他の塞栓物質に比べて有用であると考えられているが、根拠となるデータは少ない。

凝固能低下例に対して使用された NBCA 塞栓の有用性を報告した主な文献としては、PT-INR>1.5 の凝固能低下を伴っていた下部消化管出血 7 例全てに NBCA 塞栓術による手技的成功を得た(45)、DIC (PT-INR1.55)を併発しかつゼラチンスポンジ塞栓術に不応だった産科出血例が NBCA により止血成功した(57)、凝固能低下 (PT-INR>1.5 ないし血小板数<8 万/ μ L)を伴い、かつ内視鏡的止血術が不成功だった上部消化管出血例に対して NBCA 塞栓の臨床的成功率は 83%(15/18)であった(63)、凝固能低下を伴う血友病患者に対して有効であった(66)、凝固能低下 (PT-INR>1.5 ないし血小板数<8 万/ μ L)がみられた食道からの動脈性出血 4 例全例に対して NBCA 塞栓術が成功した(126)、等いずれも急性動脈出血症例の報告が知られている。

他の塞栓物質との比較で凝固能低下を伴う急性動脈出血症例における NBCA 塞栓の有用性を報告した文献として、PT-INR>1.5 ないし血小板数<5 万/ μ L の凝固能低下を伴う急性動脈出血に対するゼラチンスポンジ・ファイバーマイクロコイル・NBCA を各々単独使用した TAE 臨床比較検討(全 46 症例・63 血管)がある。この臨床検討では、一次止血成功率がゼラチンスポンジ塞栓群 18/27 血管(67%)に対して NBCA 塞栓群では 16/16 血管(100%)と有意に高く、また塞栓に要する時間も NBCA(平均 9 分)はファイバーマイクロコイル(平均 37 分)よりも有意に短かったと報告されている(177)。

また、凝固能低下を惹起した実験豚(活性化凝固時間 ACT>400 秒)の急性動脈出血モデルでゼラチンスポンジ塞栓群が 5 血管中 4 例(80%)5 分後に再出血したのに対し NBCA 塞栓群では 15 分後再出血が 5 例中 1 例(20%)のみであったとするユニークな実験研究が知られている(176)。

以上、限定された根拠ながら、凝固能低下例(例えば PT-INR>1.5 や血小板数<5 万/ μ L となった急性動脈出血)において NBCA はゼラチンスポンジよりも確実な血管閉塞が得られ、かつファイバーマイクロコイルより短時間での塞栓完了が可能な塞栓物質と考えられる。特に出血性ショックを伴う重症外傷や大量消化管出血症例など、凝固能低下から止血困難に陥りやすい状況で救命目的に早急な塞栓止血が不可欠な場面では、NBCA 塞栓の確実性・迅速性を念頭において積極的な使用を早期から考慮すべきである。

(米満 尚史)

CQ7 混合する造影物質にはどのようなものがあるか？

回答：

NBCA はX線透視下で視認できないため、造影物質と混合して使用する。混合する造影物質として、油性造影剤のリピオドール[®]が広く使用される。

推奨度：C1

解説：

1)リピオドール[®]

油性造影剤。一般名ヨード化ケシ油脂肪酸エチルエステル。国内では子宮卵管造影やリンパ管造影に用いられる。NBCA と混合することで、可視性と重合性の延長が得られる(174)。本品の血管内投与に関しては、2011年現在、わが国の薬事法で承認されていない。諸外国においてはフランスを除いて認可されていない。混合比については CQ8 参照。

2) Pantopaque[®]

油性造影剤。一般名 Iophendylate。1940年代より臨床使用されているが、現在は販売されていない。リピオドール[®]と同等の特性を示すため、NBCA 重合遅延効果や X線不透過性については大きな相違はない(145)。

3) Tantalum powder

元素番号 73 (Ta) のレアメタル粉末である。視認性を持たせるために使用される。0.5g/ml～1.5g/ml で使用される(1、11、73、87、88)。NBCA や EVAL(エチレンビニルアルコール:Onyx[®])の国外市販品には tantalum 粉末を梱包したパッケージ製品がある。

4) Tungsten powder

元素番号 74 (W) のレアメタル粉末である。Tantalum 同様、視認性を持たせるために使用される。Tantalum に比べて安価である。強酸性を示すため、氷酢酸と同様に NBCA-リピオドール[®]混合液の pH を減少させ、重合反応を遅延させる(CQ8 参照)(147)。Tantalum に比べて研究報告は少なく、実際の臨床使用はきわめて限定的である。

(村上 健司)

CQ8 状況に応じてリピオドール[®]混合比を変えることは必要か？

回答：

状況に応じてリピオドール[®]混合比を調節する必要がある。
短区間を塞栓する場合はリピオドール[®]の量を減らし、長区間を塞栓する場合には、
リピオドール[®]の量を増やす。

推奨度：C1

解説：

NBCA は X 線透視下での視認性が不良なため、注入時にはリピオドール[®]などの造影物質と混合して使用する。視認性の点だけではなく、NBCA とリピオドール[®]の混合比を変えることにより、重合時間を調節することが可能である(145)。リピオドール[®]の量が少ないと注入後速やかに重合し、短区間の血管を閉塞するのに適している。100%の NBCA が血漿との接触により硬化に要する時間は 0.087 秒で、まさに瞬間的である(123)。リピオドール[®]の量が多くなると、NBCA と血液の接触が妨げられて重合時間は延長し、カテーテル先端から遠位まで到達して長区間の血管を閉塞することが可能である。重合時間に関しては基礎的なデータとして *in vitro* の実験が知られており、NBCA とリピオドール[®]の用量比が 1:1 では 3.2 秒、1:2 では 4.7 秒、1:3 では 7.5 秒とされる(表 1)。

頭部の AVM を塞栓する場合は、nidus からの流出を抑え短区間の塞栓を行うために 50%以上の高濃度による使用法が知られている(1, 37, 38, 87, 116)。また、静脈瘤のように血管径が太く、流出の恐れがある場合にも高濃度の NBCA が使用される(18)。ただし、血管径、血流速度、標的部位との距離によって適宜濃度を調節することが必要である(52, 87)。その他の IVR では 50%以下の濃度で NBCA を使用することが多い。気管支動脈塞栓術のほかに、肝癌や進行乳癌に対する動注化学療法に際して、血流改変目的の塞栓術を下横隔膜動脈や内胸動脈等などの側副血行路に対して行う場合には、長区間の動脈を鋳型状に塞栓することが必要なため、12.5~25%の低濃度混合液を用いる(7, 172, 181)。

また臨床的にはほとんど用いられていないが、氷酢酸を加えると NBCA 混合液の pH は低下し重合時間を延長することができる(84)。

表 1 (文献 145 より引用)

混合比 NBCA:リピオドール [®]	重合時間
1:1 (50%)	3.2±0.8
1:2 (33%)	4.7±0.5
1:3 (25%)	7.5±0.8
1:4 (20%)	11.8±1.5

(藤原 寛康)

CQ9 他の塞栓物質との併用は有用か？

回答：

液状塞栓物質である NBCA は、金属コイルやゼラチン粒子をはじめとした他の塞栓物質とはその特性が異なり、両者の相補的な使用により有用な場合がある。ただし、他の塞栓物質との併用により標的血管の血流が急激に変化することがあることを充分留意したうえで、熟練者もしくはその指導下に使用することが推奨される。

推奨度：C1

解説：

血管塞栓の際に使用される塞栓材は、金属コイル、バスキュラープラグ、デタッチャブルバルーン等の塞栓用デバイス、ゼラチン粒子や PVA (ポリビニルアルコール) などの粒状塞栓材、EVAL (エチレンビニルアルコール) 等の液状塞栓材と多岐にわたり、ほぼ全てが NBCA と併用可能である。併用の利点としては、NBCA による過度の塞栓を予防し得ること、所要時間の短縮が挙げられる(63)。

脳神経領域においては、脳動静脈奇形や硬膜動静脈瘻、外傷性海綿静脈洞瘻が代表的疾患である。この場合、塞栓用デバイスを近位側(1、93、96)または遠位側(70、92)に留置して末梢側のフローコントロールを行い、次いで注入する NBCA の末梢側飛散を防止する。また、多数の栄養血管や導出血管にコイル等の塞栓用デバイスを留置した後に、中枢側の主要な栄養血管より病変全体を NBCA で塞栓する技術や、NBCA で病変全体を塞栓した後に微細な栄養血管に粒状塞栓物質を追加する技術など、多彩な併用方法が報告されている(2、40、63、110)。

その他、胸腹部領域などにおいては、NBCA の末梢側飛散を防止するために遠位側に塞栓用デバイスを留置する(10、25、63、99、100、140、154)。あるいは他の塞栓物質では効果が不十分な場合には NBCA を補完的に使用する場合がほとんどである(63、68、72、78、125、153、172、174)。特殊な例として肝動注リザーバー留置時の留置カテーテルを固定する目的にも使用されている(173)。

また、他の塞栓材使用後の本材使用に際しては、注入直前ならびに注入中に急激な血流変化が起こることを想定すべきである。すなわち、標的血管の血流動態の急激な変化による NBCA の逆流、鋳型状硬化物(cast)の移動、側副血行路の顕在化による非標的病変への流入などの予期せぬ有害事象には十分な考慮が必要であり、熟練者もしくはその指導下に使用すべきである。

(祖父江 慶太郎)

5. 参考文献

<1. はじめに>

1. 日本IVR学会. 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ステートメント:<http://www.jsivr.jp/jimukyoku/0805kekkan.pdf>, accessed by Jan 20, 2012

<2. 本書を利用するにあたって>

1. Minds 診療ガイドライン作成の手引き(第一版):福井次矢、吉田雅博、山口直人編. 医学書院、34-43頁、2007
2. 脳卒中治療ガイドライン2009、5-1. 脳動静脈奇形.
http://www.jsts.gr.jp/guideline/159_164.pdf, accessed by Dec 27, 2011

<3. 総論>

1. スリーボンド・テクニカルニュース46.
<http://www.threebond.co.jp/ja/technical/technicalnews/pdf/tech46.pdf>,
accessed by Jan 24, 2012
2. キリヤ化学. <http://www.kiriya-chem.co.jp/q&a/q54.html>, accessed by Dec 25, 2011
3. Vinters HV, Galil KA, Lundie MJ, Kaufmann JC, The histotoxicity of cyanoacrylates. A selective review, *Neuroradiology*, 1985, 27(4), 279-291
4. 肝硬変診療ガイドライン、日本消化器病学会編、南江堂、2010年
5. 脳卒中治療ガイドライン2009、5-1. 脳動静脈奇形、
http://www.jsts.gr.jp/guideline/159_164.pdf, accessed by Dec 27, 2011
6. 日本IVR学会. 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ステートメント:<http://www.jsivr.jp/jimukyoku/0805kekkan.pdf>, accessed by Jan 20, 2012
7. 医療ガバナンス学会:<http://medg.jp/mt/2009/09/-vol-220.html>, accessed by Dec 26, 2011
8. 厚生労働省ホームページ、審議会:
<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2007/07/dl/s0720-7e.pdf#search='Trufill>、
accessed by Dec 26, 2011

<4. Clinical question (CQ)と推奨>

1. The n-BCA Trial Investigators. N-butyl cyanoacrylate embolization of cerebral arteriovenous malformations: results of a prospective, randomized, multi-center trial. *Am J Neuroradiol* 2002 23 (5) 748-55
2. Agid R, Terbrugge K, Rodesch G, Andersson T, Soderman M. Management strategies for anterior cranial fossa (ethmoidal) dural arteriovenous fistulas with an emphasis on endovascular treatment. *J Neurosurg* 2009 110 (1) 79-84

3. Akin ED, Perkins E, Ross IB. Surgical handling characteristics of an ethylene vinyl alcohol copolymer compared with N-butyl cyanoacrylate used for embolization of vessels in an arteriovenous malformation resection model in swine. *J Neurosurg* 2003 98 (2) 66-70
4. Alexander S, Korman MG, Sievert W. Cyanoacrylate in the treatment of gastric varices complicated by multiple pulmonary emboli. *Intern Med J* 2006 36 (7) 462-5
5. Andrade-Souza YM, Ramani M, Beachey DJ, Scora D, Tsao MN, Terbrugge K, Schwartz ML. Liquid embolisation material reduces the delivered radiation dose: a physical experiment. *Acta Neurochir (Wien)* 2008 150 (2) 161-4; discussion 164
6. ApSimon HT, Hartley DE, Maddren L, Harper C. Embolization of small vessels with a double-lumen microballoon catheter. Part II: Laboratory, animal, and histological studies. Work in progress. *Radiology* 1984 151 (1) 59-64
7. Baltacioglu F, Cimsit NC, Bostanci K, Yuksel M, Kodalli N. Transarterial microcatheter glue embolization of the bronchial artery for life-threatening hemoptysis: technical and clinical results. *Eur J Radiol* 2010 73 (2) 380-4
8. Bapuraj JR, Bilwani R, Khandelwal N, Gupta AK, Nehru VI, Suri S. Pre-operative embolization of auricular arteriovenous fistula. *J Laryngol Otol* 2002 116 (1) 42-5
9. Barr JD, Hoffman EJ, Davis BR, Edgar KA, Jacobs CR. Microcatheter adhesion of cyanoacrylates: comparison of normal butyl cyanoacrylate to 2-hexyl cyanoacrylate. *J Vasc Interv Radiol* 1999 10 (2 Pt 1) 165-8
10. Bent CL, Low D, Matson MB, Renfrew I, Fotheringham T. Portal vein embolization using a nitinol plug (Amplatzer vascular plug) in combination with histoacryl glue and iodinated oil: adequate hypertrophy with a reduced risk of nontarget embolization. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2009 32 (3) 471-7
11. Berenstein A, Song JK, Tsumoto T, Namba K, Niimi Y. Treatment of experimental aneurysms with an embolic-containing device and liquid embolic agent: feasibility and angiographic and histological results. *Neurosurgery* 2009 64 (2) 367-73; discussion 373
12. Brothers MF, Kaufmann JC, Fox AJ, Deveikis JP. n-Butyl 2-cyanoacrylate--substitute for IBCA in interventional neuroradiology: histopathologic and polymerization time studies. *AJNR Am J Neuroradiol* 1989 10 (4) 777-86
13. Buckenham T, McKewen M, Laing A, Roake J, Lewis D, Gordon MK. Cyanoacrylate embolization of endoleaks after abdominal aortic aneurysm repair. *ANZ J Surg* 2009 79 (11) 841-3

14. Caldwell SH, Hespenheide EE, Greenwald BD, Northup PG, Patrie JT. Enbucrilate for gastric varices: extended experience in 92 patients. *Aliment Pharmacol Ther* 2007 26 (1) 49-59
15. Calvo WJ, Lieber BB, Hopkins LN, Wakhloo AK. Europium fluorescence to visualize N-butyl 2-cyanoacrylate in embolized vessels of an arteriovenous malformation swine model. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001 22 (4) 691-7
16. Cantasdemir M, Adaletli I, Cebi D, Kantarci F, Selcuk ND, Numan F. Emergency endovascular embolization of traumatic intrarenal arterial pseudoaneurysms with N-butyl cyanoacrylate. *Clin Radiol* 2003 58 (7) 560-5
17. Cantasdemir M, Kantarci F, Mihmanli I, Akman C, Numan F, Islak C, Bozkurt AK. Emergency endovascular management of pulmonary artery aneurysms in Behcet's disease: report of two cases and a review of the literature. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2002 25 (6) 533-7
18. Capasso P, Simons C, Trotteur G, Dondelinger RF, Henroteaux D, Gaspard U. Treatment of symptomatic pelvic varices by ovarian vein embolization. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1997 20 (2) 107-11
19. Carapiet DA, Stevens JE. Pulmonary embolism following embolization of an arteriovenous malformation. *Paediatr Anaesth* 1996 6 (6) 491-4
20. Casasco A, Houdart E, Biondi A, Jhaveri HS, Herbreteau D, Aymard A, Merland JJ. Major complications of percutaneous embolization of skull-base tumors. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999 20 (1) 179-81
21. Cekirge S, Oguzkurt L, Saatci I, Boyvat F, Balkanci F. Embolization of a high-output postnephrectomy aortocaval fistula with Gianturco coils and cyanoacrylate. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1996 19 (1) 56-8
22. Chagla AS, Balasubramaniam S. Cerebral N-butyl cyanoacrylate glue-induced abscess complicating embolization. *J Neurosurg* 2008 109 (2) 347
23. Chaloupka JC, Mangla S, Huddle DC, Roth TC, Mitra S, Ross DA, Sasaki CT. Evolving experience with direct puncture therapeutic embolization for adjunctive and palliative management of head and neck hypervascular neoplasms. *Laryngoscope* 1999 109 (11) 1864-72
24. Chang FC, Lirng JF, Luo CB, Teng MM, Guo WY, Chang CY. Carotid blowout treated by direct percutaneous puncture of internal carotid artery with temporary balloon occlusion. *Interv Neuroradiol* 2005 11 (4) 349-54
25. Chao CP, Paz-Fumagalli R, Walser EM, McKinney JM, Stockland AH, Falkensammer J, Hakaim AG, Oldenburg WA. Percutaneous protective coil occlusion of the proximal inferior mesenteric artery before N-butyl cyanoacrylate embolization of type II endoleaks after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Interv Radiol* 2006 17 (11 Pt 1) 1827-33

26. Choi SY, Won JY, Lee do Y, Choi D, Shim WH, Lee KH. Percutaneous transabdominal approach for the treatment of endoleaks after endovascular repair of infrarenal abdominal aortic aneurysm. *Korean J Radiol* 2010 11 (1) 107-14
27. Churojana A, Chiewwit P, Chuangsuwanich A, Aojanepong C, Chawalaparit O, Suthipongchai S. Embolization of vascular malformations in head and neck regions. A single center experience. *Interv Neuroradiol* 2004 10 (1) 37-46
28. Cil BE, Geyik S, Akmangit I, Cekirge S, Besbas N, Balkanci F. Embolization of a giant pulmonary artery aneurysm from Behcet disease with use of cyanoacrylate and the bubble technique. *J Vasc Interv Radiol* 2005 16 (11) 1545-9
29. Cil BE, Vargel I, Geyik S, Peynircioglu B, Cavusoglu T. Venous vascular malformations of the craniofacial region: pre-operative embolisation with direct percutaneous puncture and N-butyl cyanoacrylate. *Br J Radiol* 2008 81 (972) 935-9
30. Cimsit NC, Baltacioglu F, Cengic I, Akpınar IN, Ilker Y, Turkeri L. Transarterial glue embolization in iatrogenic renovascular injuries. *Int Urol Nephrol* 2008 40 (4) 875-9
31. Cognard C, Weill A, Tovi M, Castaings L, Rey A, Moret J. Treatment of distal aneurysms of the cerebellar arteries by intraaneurysmal injection of glue. *AJNR Am J Neuroradiol* 1999 20 (5) 780-4
32. Cotten A, Deramond H, Cortet B, Lejeune JP, Leclerc X, Chastanet P, Clarisse J. Preoperative percutaneous injection of methyl methacrylate and N-butyl cyanoacrylate in vertebral hemangiomas. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996 17 (1) 137-42
33. Cronqvist M, Wirestam R, Ramgren B, Brandt L, Romner B, Nilsson O, Saveland H, Holtas S, Larsson EM. Endovascular treatment of intracerebral arteriovenous malformations: procedural safety, complications, and results evaluated by MR imaging, including diffusion and perfusion imaging. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006 27 (1) 162-76
34. Cullen S, Alvarez H, Rodesch G, Lasjaunias P. Spinal arteriovenous shunts presenting before 2 years of age: analysis of 13 cases. *Childs Nerv Syst* 2006 22 (9) 1103-10
35. Cylwik B, Darewicz J, Karasewicz B. Morphometric and histological examinations of dog kidneys after embolization of the renal artery with the cyanoacrylic glue Chirurcoll-Polfa. *Int Urol Nephrol* 1985 17 (4) 303-9
36. de Baere T, Denys A, Paradis V. Comparison of four embolic materials for portal vein embolization: experimental study in pigs. *Eur Radiol* 2009 19 (6) 1435-42

37. Debrun GM, Aletich V, Ausman JI, Charbel F, Dujovny M. Embolization of the nidus of brain arteriovenous malformations with n-butyl cyanoacrylate. *Neurosurgery* 1997 40 (1) 112-20; discussion 120-1
38. DeMeritt JS, Pile-Spellman J, Mast H, Moohan N, Lu DC, Young WL, Hacin-Bey L, Mohr JP, Stein BM. Outcome analysis of preoperative embolization with N-butyl cyanoacrylate in cerebral arteriovenous malformations. *AJNR Am J Neuroradiol* 1995 16 (9) 1801-7
39. Denys A, Lacombe C, Schneider F, Madoff DC, Doenz F, Qanadli SD, Halkic N, Sauvanet A, Vilgrain V, Schnyder P. Portal vein embolization with N-butyl cyanoacrylate before partial hepatectomy in patients with hepatocellular carcinoma and underlying cirrhosis or advanced fibrosis. *J Vasc Interv Radiol* 2005 16 (12) 1667-74
40. Di Stefano DR, de Baere T, Denys A, Hakime A, Gorin G, Gillet M, Saric J, Trillaud H, Petit P, Bartoli JM, Elias D, Delpero JR. Preoperative percutaneous portal vein embolization: evaluation of adverse events in 188 patients. *Radiology* 2005 234 (2) 625-30
41. Donmez H, Mavili E, Toker B, Ozturk MH, Soylu SO, Hekimoglu B. Use of a balloon and N-butyl-2-cyanoacrylate for treatment of arteriovenous fistula. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2008 31 Suppl 2 S111-4
42. Dorffner R, Thurnher S, Prokesch R, Bankier A, Turetschek K, Schmidt A, Lammer J. Embolization of iatrogenic vascular injuries of renal transplants: immediate and follow-up results. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1998 21 (2) 129-34
43. Friedman DM, Verma R, Madrid M, Wisoff JH, Berenstein A. Recent improvement in outcome using transcatheter embolization techniques for neonatal aneurysmal malformations of the vein of Galen. *Pediatrics* 1993 91 (3) 583-6
44. Frizzel RT, Fisher WS 3rd. Cure, morbidity, and mortality associated with embolization of brain arteriovenous malformations: a review of 1246 patients in 32 series over a 35-year period. *Neurosurgery* 1995 37 (6) 1031-9; discussion 1039-40
45. Frodsham A, Berkmen T, Ananian C, Fung A. Initial experience using N-butyl cyanoacrylate for embolization of lower gastrointestinal hemorrhage. *J Vasc Interv Radiol* 2009 20 (10) 1312-9
46. Garcia-Monaco R, Rodesch G, Alvarez H, Iizuka Y, Hui F, Lasjaunias P. Pseudoaneurysms within ruptured intracranial arteriovenous malformations: diagnosis and early endovascular management. *AJNR Am J Neuroradiol* 1993 14 (2) 315-21
47. Garg A, Banait S, Babhad S, Kanchankar N, Nimade P, Panchal C. Endovascular treatment of pseudoaneurysm of the common hepatic artery

- with intra-aneurysmal glue (N-butyl 2-cyanoacrylate) embolization. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2007 30 (5) 999-1002
48. Gemmete JJ, Ansari SA, Gandhi DM. Endovascular techniques for treatment of carotid-cavernous fistula. *J Neuroophthalmol* 2009 29 (1) 62-71
 49. Goel PK. Delayed and repeated cardiac tamponade following microleak in RCA successfully treated with intra arterial sterile glue injection. *Catheter Cardiovasc Interv* 2009 73 (6) 797-800
 50. Gounis MJ, Lieber BB, Wakhloo AK, Siekmann R, Hopkins LN. Effect of glacial acetic acid and ethiodized oil concentration on embolization with N-butyl 2-cyanoacrylate: an in vivo investigation. *AJNR Am J Neuroradiol* 2002 23 (6) 938-44
 51. Gruber A, Mazal PR, Bavinzski G, Killer M, Budka H, Richling B. Repermeation of partially embolized cerebral arteriovenous malformations: a clinical, radiologic, and histologic study. *AJNR Am J Neuroradiol* 1996 17 (7) 1323-31
 52. Guillevin R, Vallee JN, Cormier E, Lo D, Dormont D, Chiras J. N-butyl 2-cyanoacrylate embolization of spinal dural arteriovenous fistulae: CT evaluation, technical features, and outcome prognosis in 26 cases. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005 26 (4) 929-35
 53. Hartmann A, Mast H, Mohr JP, Pile-Spellman J, Connolly ES, Sciacca RR, Khaw A, Stapf C. Determinants of staged endovascular and surgical treatment outcome of brain arteriovenous malformations. *Stroke* 2005 36 (11) 2431-5
 54. Heidenreich JO, Hartlieb S, Stendel R, Pietila TA, Schlattmann P, Wolf KJ, Schilling AM. Bleeding complications after endovascular therapy of cerebral arteriovenous malformations. *AJNR Am J Neuroradiol* 2006 27 (2) 313-6
 55. Heye S, Maleux G, Wilms G. Pain experience during internal spermatic vein embolization for varicocele: comparison of two cyanoacrylate glues. *Eur Radiol* 2006 16 (1) 132-6
 56. Hyodoh H, Hori M, Akiba H, Tamakawa M, Hyodoh K, Hareyama M. Peripheral vascular malformations: imaging, treatment approaches, and therapeutic issues. *Radiographics* 2005 25 Suppl 1 S159-71
 57. Igarashi S, Izuchi S, Ishizuka B, Yoshimatu M, Takizawa K. A case of pregnancy and childbirth after uterine artery embolization with a permanent embolic agent. *Fertil Steril* 2011 95 (1) e9-11
 58. Ikoma A, Kawai N, Sato M, Sonomura T, Minamiguchi H, Nakai M, Takasaka I, Nakata K, Sahara S, Sawa N, Shirai S, Mori I. Ischemic effects of transcatheter arterial embolization with N-butyl cyanoacrylate-lipiodol on the colon in a Swine model. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2010 33 (5) 1009-15
 59. Inaba Y, Arai Y, Matsueda K, Takeuchi Y, Aramaki T. Right gastric artery embolization to prevent acute gastric mucosal lesions in patients undergoing

- repeat hepatic arterial infusion chemotherapy. *J Vasc Interv Radiol* 2001 12 (8) 957-63
60. Inagawa S, Isoda H, Kougo H, Isogais S, Sakahara H. In-Vitro Simulation of NBCA Embolization for Arteriovenous Malformation. *Interv Neuroradiol* 2003 9 (4) 351-8
 61. Chen Q, Tack C, Morcos M, Ruggiero M, Schlossberg P, Fogel J, Weng LJ, Farkas J. Embolotherapy of an arterioportal fistula. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2007 30(5)1047-51.
 62. Jackson JE, Mansfield AO, Allison DJ. Treatment of high-flow vascular malformations by venous embolization aided by flow occlusion techniques. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1996 19 (5) 323-8
 63. Jae HJ, Chung JW, Jung AY, Lee W, Park JH. Transcatheter arterial embolization of nonvariceal upper gastrointestinal bleeding with N-butyl cyanoacrylate. *Korean J Radiol* 2007 8 (1) 48-56
 64. Jae HJ, Chung JW, Kim HC, So YH, Lim HG, Lee W, Kim BK, Park JH. Experimental study on acute ischemic small bowel changes induced by superselective embolization of superior mesenteric artery branches with N-butyl cyanoacrylate. *J Vasc Interv Radiol* 2008 19 (5) 755-63
 65. Jafar JJ, Davis AJ, Berenstein A, Choi IS, Kupersmith MJ. The effect of embolization with N-butyl cyanoacrylate prior to surgical resection of cerebral arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 1993 78 (1) 60-9
 66. Jeong CW, Park YH, Ku JH, Kwak C, Kim HH. Minimally invasive management of postoperative bleeding after radical prostatectomy: transarterial embolization. *J Endourol* 2010 24 (9) 1529-33
 67. Karagoz T, Celiker A, Cil B, Cekirge S. Transcatheter embolization of a coronary fistula originating from the left anterior descending artery by using n-butyl 2-cyanoacrylate. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2004 27 (6) 663-5
 68. Kim GC, Bae JH, Ryeom HK. Percutaneous preoperative portal vein embolization using a combination of gelatin sponge and histoacryl glue. *Acta Radiol* 2009 50 (10) 1119-25
 69. Kim KR, Shin JH, Song HY, Ko GY, Yoon HK, Sung KB, Ahn TY, Kim CW, Kim YH, Ko HK, Kwak BK, Shim HJ, Chung HH, Shin SW, Bae JI. Treatment of high-flow priapism with superselective transcatheter embolization in 27 patients: a multicenter study. *J Vasc Interv Radiol* 2007 18 (10) 1222-6
 70. Kim LJ, Albuquerque FC, Aziz-Sultan A, Spetzler RF, McDougall CG. Low morbidity associated with use of n-butyl cyanoacrylate liquid adhesive for preoperative transarterial embolization of central nervous system tumors. *Neurosurgery* 2006 59 (1) 98-104; discussion 98-104
 71. Kim SH, Kwon OK, Jung CK, Kang HS, Oh CW, Han MH, Kim YS, Baik SK. Endovascular treatment of ruptured aneurysms or pseudoaneurysms on the

- collateral vessels in patients with moyamoya disease. *Neurosurgery* 2009 65 (5) 1000-4; discussion 1004
72. Kish JW, Katz MD, Marx MV, Harrell DS, Hanks SE. N-butyl cyanoacrylate embolization for control of acute arterial hemorrhage. *J Vasc Interv Radiol* 2004 15 (7) 689-95
 73. Kjellin IB, Boechat MI, Vinuela F, Westra SJ, Duckwiler GR. Pulmonary emboli following therapeutic embolization of cerebral arteriovenous malformations in children. *Pediatr Radiol* 2000 30 (4) 279-83
 74. Konas E, Canter HI, Cil B, Peynircioglu B, Karabulut E, Tuncbilek G, Kayikcioglu A, Erk Y. Volumetric assessment of results of treatment of vascular malformations of the head and neck regions treated with a minimally invasive surgical technique after embolization procedure. *J Craniofac Surg* 2009 20 (2) 402-5
 75. Krishnamoorthy T, Gupta AK, Rajan JE, Thomas B. Stroke from delayed embolization of polymerized glue following percutaneous direct injection of a carotid body tumor. *Korean J Radiol* 2007 8 (3) 249-53
 76. Kwak HS, Han YM. Percutaneous transportal sclerotherapy with N-butyl-2-cyanoacrylate for gastric varices: technique and clinical efficacy. *Korean J Radiol* 2008 9 (6) 526-33
 77. Lasjaunias P, Garcia-Monaco R, Rodesch G, Ter Brugge K, Zerah M, Tardieu M, de Victor D. Vein of Galen malformation. Endovascular management of 43 cases. *Childs Nerv Syst* 1991 7 (7) 360-7
 78. Lee CW, Liu KL, Wang HP, Chen SJ, Tsang YM, Liu HM. Transcatheter arterial embolization of acute upper gastrointestinal tract bleeding with N-butyl-2-cyanoacrylate. *J Vasc Interv Radiol* 2007 18 (2) 209-16
 79. Lee KB, Kim DI, Oh SK, Do YS, Kim KH, Kim YW. Incidence of soft tissue injury and neuropathy after embolo/sclerotherapy for congenital vascular malformation. *J Vasc Surg* 2008 48 (5) 1286-91
 80. Lefkowitz M, Giannotta SL, Hieshima G, Higashida R, Halbach V, Dowd C, Teitelbaum GP. Embolization of neurosurgical lesions involving the ophthalmic artery. *Neurosurgery* 1998 43 (6) 1298-303
 81. Levrier O, Mekkaoui C, Rolland PH, Murphy K, Cabrol P, Moulin G, Bartoli JM, Raybaud C. Efficacy and low vascular toxicity of embolization with radical versus anionic polymerization of n-butyl-2-cyanoacrylate (NBCA). An experimental study in the swine. *J Neuroradiol* 2003 30 (2) 95-102
 82. Li MH, Tan HQ, Fang C, Zhu YQ, Wang W, Wang J, Cheng YS. Trans-arterial embolisation therapy of dural carotid-cavernous fistulae using low concentration n-butyl-cyanoacrylate. *Acta Neurochir (Wien)* 2008 150 (11) 1149-56; discussion 1156

83. Li TL, Fang B, He XY, Duan CZ, Wang QJ, Zhao QP, Huan QY. Complication analysis of 469 brain arteriovenous malformations treated with N-butyl cyanoacrylate. *Interv Neuroradiol* 2005 11 (2) 141-8
84. Lieber BB, Wakhloo AK, Siekmann R, Gounis MJ. Acute and chronic swine rete arteriovenous malformation models: effect of ethiodol and glacial acetic acid on penetration, dispersion, and injection force of N-butyl 2-cyanoacrylate. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005 26 (7) 1707-14
85. Linfante I, Wakhloo AK. Brain aneurysms and arteriovenous malformations: advancements and emerging treatments in endovascular embolization. *Stroke* 2007 38 (4) 1411-7
86. Liu D, Ma XC. Clinical study of embolization of arteriovenous malformation in the oral and maxillofacial region. *Chin J Dent Res* 2000 3 (3) 63-70
87. Liu HM, Huang YC, Wang YH. Embolization of cerebral arteriovenous malformations with n-butyl-2-cyanoacrylate. *J Formos Med Assoc* 2000 99 (12) 906-13
88. Liu HM, Huang YC, Wang YH, Tu YK. Transarterial embolisation of complex cavernous sinus dural arteriovenous fistulae with low-concentration cyanoacrylate. *Neuroradiology* 2000 42 (10) 766-70
89. Liu KL, Lee CW, Wang HP, Lin MT. Pre-operative localization and embolization for jejunal arteriovenous malformation with massive haemorrhage. *Br J Radiol* 2007 80 (956) e159-61
90. Loffroy R, Rao P. Superselective transcatheter embolization to halt an arterial esophageal hemorrhage: is the use of N-butyl cyanoacrylate the best choice? *Korean J Radiol* 2010 11 (2) 249-50
91. Loh Y, Duckwiler GR. A prospective, multicenter, randomized trial of the Onyx liquid embolic system and N-butyl cyanoacrylate embolization of cerebral arteriovenous malformations. Clinical article. *J Neurosurg* 2010 113 (4) 733-41
92. Luo CB, Teng MM, Chang FC, Chang CY. Traumatic indirect carotid cavernous fistulas: angioarchitectures and results of transarterial embolization by liquid adhesives in 11 patients. *Surg Neurol* 2009 71 (2) 216-22
93. Luo CB, Teng MM, Chang FC, Chang CY. Transarterial balloon-assisted n-butyl-2-cyanoacrylate embolization of direct carotid cavernous fistulas.
94. Luo CB, Teng MM, Chang FC, Chang CY. Transarterial embolization of acute external carotid blowout syndrome with profuse oronasal bleeding by N-butyl-cyanoacrylate. *Am J Emerg Med* 2006 24 (6) 702-8
95. Luo CB, Teng MM, Chang FC, Chang CY. Role of CT and endovascular embolization in managing pseudoaneurysms of the internal maxillary artery. *J Chin Med Assoc* 2006 69 (7) 310-6

96. Luo CB, Teng MM, Yen DH, Chang FC, Lirng JF, Chang CY. Endovascular embolization of recurrent traumatic carotid-cavernous fistulas managed previously with detachable balloons. *J Trauma* 2004 56 (6) 1214-20
97. Lv X, Jiang C, Li Y, Yang X, Wu Z. Clinical outcomes of endovascular treatment for intracranial pial arteriovenous fistulas. *World Neurosurg* 2010 73 (4) 385-90
98. Lv X, Wu Z, Jiang C, Li Y, Yang X, Zhang Y, Zhang N. Complication risk of endovascular embolization for cerebral arteriovenous malformation. *Eur J Radiol* 2011 80 (3) 776-9
99. Maldonado TS, Rosen RJ, Rockman CB, Adelman MA, Bajakian D, Jacobowitz GR, Riles TS, Lamparello PJ. Initial successful management of type I endoleak after endovascular aortic aneurysm repair with n-butyl cyanoacrylate adhesive. *J Vasc Surg* 2003 38 (4) 664-70
100. Maleux G, Stockx L, Wilms G, Marchal G. Ovarian vein embolization for the treatment of pelvic congestion syndrome: long-term technical and clinical results. *J Vasc Interv Radiol* 2000 11 (7) 859-64
101. Mascalchi M, Cosottini M, Ferrito G, Salvi F, Nencini P, Quilici N. Posterior spinal artery infarct. *AJNR Am J Neuroradiol* 1998 19 (2) 361-3
102. Mathis JM, Evans AJ, DeNardo AJ, Kennett K, Crandall JR, Jensen ME, Dion JE. Hydrophilic coatings diminish adhesion of glue to catheter: an in vitro simulation of NBCA embolization. *AJNR Am J Neuroradiol* 1997 18 (6) 1087-91
103. Matos GF, Hammadeh R, Francois C, McCarthy R, Leya F. Controlled myocardial infarction induced by intracoronary injection of n-butyl cyanoacrylate in dogs: a feasibility study. *Catheter Cardiovasc Interv* 2005 66 (2) 244-53
104. Matsumoto K, Ushijima Y, Tajima T, Nishie A, Hirakawa M, Ishigami K, Yamaji Y, Honda H. Recanalization of splenic artery aneurysm after transcatheter arterial embolization using N-butyl cyanoacrylate. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2010 33 (1) 187-90
105. Matsumoto T, Yamagami T, Kato T, Hirota T, Yoshimatsu R, Nishimura T. Transcatheter arterial embolisation of a ruptured pseudoaneurysm of the lingual artery with n-butyl cyanoacrylate. *Br J Radiol* 2007 80 (950) e54-7
106. Matsuo T, Yanai H, Sugiu K, Tominaga S, Kimata Y. Orbital exenteration after transarterial embolization in a patient with Wyburn-Mason syndrome: pathological findings. *Jpn J Ophthalmol* 2008 52 (4) 308-13
107. Mavili E, Donmez H, Ozcan N, Akcali Y. Endovascular treatment of lower limb penetrating arterial traumas. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2007 30 (6) 1124-9

108. Mavili E, Donmez H, Ozcan N, Sipahioglu M, Demirtas A. Transarterial embolization for renal arterial bleeding. *Diagn Interv Radiol* 2009 15 (2) 143-7
109. Mazal PR, Stichenwirth M, Gruber A, Sulzbacher I, Hainfellner JA. Tissue reactions induced by different embolising agents in cerebral arteriovenous malformations: a histopathological follow-up. *Pathology* 2006 38 (1) 28-32
110. McConnell KA, Tjoumakaris SI, Allen J, Shapiro M, Bescke T, Jabbour PM, Rosenwasser RH, Nelson PK. Neuroendovascular management of dural arteriovenous malformations. *Neurosurg Clin N Am* 2009 20 (4) 431-9
111. Meisel HJ, Mansmann U, Alvarez H, Rodesch G, Brock M, Lasjaunias P. Effect of partial targeted N-butyl-cyano-acrylate embolization in brain AVM. *Acta Neurochir (Wien)* 2002 144 (9) 879-87; discussion 888
112. Miyachi S, Negoro M, Okamoto T, Kobayashi T, Kida Y, Tanaka T, Yoshida J. Embolisation of cerebral arteriovenous malformations to assure successful subsequent radiosurgery. *J Clin Neurosci* 2000 7 Suppl 182-5
113. Moo LR, Murphy KJ, Gailloud P, Tesoro M, Hart J. Tailored cognitive testing with provocative amobarbital injection preceding AVM embolization. *AJNR Am J Neuroradiol* 2002 23 (3) 416-21
114. Moore C, Murphy K, Gailloud P. Improved distal distribution of n-butyl cyanoacrylate glue by simultaneous injection of dextrose 5% through the guiding catheter: technical note. *Neuroradiology* 2006 48 (5) 327-32
115. Morihito Y, Harada K, Kato S, Ishihara H, Shirao S, Nakayama H, Akimura T, Suzuki M. Delayed parenchymal hemorrhage following successful embolization of brainstem arteriovenous malformation. Case report. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2010 50 (8) 661-4
116. Mounayer C, Hammami N, Piotin M, Spelle L, Benndorf G, Kessler I, Moret J. Nidal embolization of brain arteriovenous malformations using Onyx in 94 patients. *AJNR Am J Neuroradiol* 2007 28 (3) 518-23
117. Natarajan SK, Born D, Ghodke B, Britz GW, Sekhar LN. Histopathological changes in brain arteriovenous malformations after embolization using Onyx or N-butyl cyanoacrylate. Laboratory investigation. *J Neurosurg* 2009 111 (1) 105-13
118. Nelson PK, Russell SM, Woo HH, Alastra AJ, Vidovich DV. Use of a wedged microcatheter for curative transarterial embolization of complex intracranial dural arteriovenous fistulas: indications, endovascular technique, and outcome in 21 patients. *J Neurosurg* 2003 98 (3) 498-506
119. Niimi Y, Berenstein A, Fernandez PM, Brisman JL, Song JK. Pediatric nonvertebral paraspinal arteriovenous fistulas along the segmental nerve: clinical, imaging, and therapeutic considerations. *J Neurosurg* 2005 103 (2 Suppl) 156-62

120. Niimi Y, Berenstein A, Setton A, Neophytides A. Embolization of spinal dural arteriovenous fistulae: results and follow-up. *Neurosurgery* 1997 40 (4) 675-82; discussion 682-3
121. Numan F, Cakirer S, Islak C, Ogut G, Kadioglu A, Cayan S, Tellaloglu S. Posttraumatic high-flow priapism treated by N-butyl-cyanoacrylate embolization. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1996 19 (4) 278-80
122. Ohta T, Gomi M, Oowaki H, Ishikawa M. Chronic venous congestion following embolization of spinal dural arteriovenous fistula. *J Neurosurg Spine* 2008 9 (2) 186-90
123. Oowaki H, Matsuda S, Sakai N, Ohta T, Iwata H, Sadato A, Taki W, Hashimoto N, Ikada Y. Non-adhesive cyanoacrylate as an embolic material for endovascular neurosurgery. *Biomaterials* 2000 21 (10) 1039-46
124. Oran I, Parildar M, Derbent A. Ventricular/paraventricular small arteriovenous malformations: role of embolisation with cyanoacrylate. *Neuroradiology* 2005 47 (4) 287-94
125. Parildar M, Oran I, Memis A. Embolization of visceral pseudoaneurysms with platinum coils and N-butyl cyanoacrylate. *Abdom Imaging* 2003 28 (1) 36-40
126. Park JH, Kim HC, Chung JW, Jae HJ, Park JH. Transcatheter arterial embolization of arterial esophageal bleeding with the use of N-butyl cyanoacrylate. *Korean J Radiol* 2009 10 (4) 361-5
127. Paulsen RD, Steinberg GK, Norbash AM, Marcellus ML, Lopez JR, Marks MP Embolization of rolandic cortex arteriovenous malformations. *Neurosurgery* 1999 44 (3) 479-84; discussion 484-6
128. Pelz DM, Lownie SP, Fox AJ, Hutton LC. Symptomatic pulmonary complications from liquid acrylate embolization of brain arteriovenous malformations. *AJNR Am J Neuroradiol* 1995 16(1) 19-26
129. Peskircioglu L, Tekin I, Boyvat F, Karabulut A, Ozkardes H. Embolization of the deep dorsal vein for the treatment of erectile impotence due to veno-occlusive dysfunction. *J Urol* 2000 163 (2) 472-5
130. Pollak JS, White RI Jr. The use of cyanoacrylate adhesives in peripheral embolization. *J Vasc Interv Radiol* 2001 12 (8) 907-13
131. Ramond MJ, Valla D, Mosnier JF, Degott C, Bernuau J, Rueff B, Benhamou JP. Successful endoscopic obturation of gastric varices with butyl cyanoacrylate. *Hepatology* 1989 10 (4) 488-93
132. Razavi MK, Murphy K. Embolization of bronchial arteries with N-butyl cyanoacrylate for management of massive hemoptysis: a technical review. *Tech Vasc Interv Radiol* 2007 10 (4) 276-82
133. Rossi G, Rimondi E, Bartalena T, Gerardi A, Alberghini M, Staals EL, Errani C, Bianchi G, Toscano A, Mercuri M, Vanel D. Selective arterial

- embolization of 36 aneurysmal bone cysts of the skeleton with N-2-butyl cyanoacrylate. *Skeletal Radiol* 2010 39 (2) 161-7
134. Sadato A, Wakhloo AK, Hopkins LN. Effects of a mixture of a low concentration of n-butylcyanoacrylate and ethiodol on tissue reactions and the permanence of arterial occlusion after embolization. *Neurosurgery* 2000 47 (5) 1197-203; discussion 1204-5
 135. Schirmer CM, Malek AM, Kwan ES, Hoit DA, Weller SJ. Preoperative embolization of hypervascular spinal metastases using percutaneous direct injection with n-butyl cyanoacrylate: technical case report. *Neurosurgery* 2006 59 (2) E431-2; author reply E431-2
 136. Serafin Z, Karolkiewicz M, Strzesniewski P, Lasek W, Bryczkowski M, Wolski Z. Palliative percutaneous kidney embolization with embucrilate in patients with renal cell carcinoma: safety and symptom control. *Med Sci Monit* 2007 13 Suppl 1 98-104
 137. Sherif C, Gruber A, Bavinzski G, Standhardt H, Widhalm G, Gibson D, Richling B, Knosp E. Long-term outcome of a multidisciplinary concept of spinal dural arteriovenous fistulae treatment. *Neuroradiology* 2008 50 (1) 67-74
 138. Shimohira M, Ogino H, Sasaki S, Ishikawa K, Koyama M, Watanabe K, Shibamoto Y. Transcatheter arterial embolization for segmental arterial mediolysis. *J Endovasc Ther* 2008 15 (4) 493-7
 139. Shin TB, Yoon SK, Lee KN, Choi JS, Kim YH, Sung CG, Kim YJ, Kim CW. The role of pulmonary CT angiography and selective pulmonary angiography in endovascular management of pulmonary artery pseudoaneurysms associated with infectious lung diseases. *J Vasc Interv Radiol* 2007 18 (7) 882-7
 140. Song HH, Won YD, Kim YJ. Transcatheter N-butyl cyanoacrylate embolization of pseudoaneurysms. *J Vasc Interv Radiol* 2010 21 (10) 1508-11
 141. Song JK, Gobin YP, Duckwiler GR, Murayama Y, Frazee JG, Martin NA, Vinuela F. N-butyl 2-cyanoacrylate embolization of spinal dural arteriovenous fistulae. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001 22 (1) 40-7
 142. Starke RM, Komotar RJ, Otten ML, Hahn DK, Fischer LE, Hwang BY, Garrett MC, Sciacca RR, Sisti MB, Solomon RA, Lavine SD, Connolly ES, Meyers PM. Adjuvant embolization with N-butyl cyanoacrylate in the treatment of cerebral arteriovenous malformations: outcomes, complications, and predictors of neurologic deficits. *Stroke* 2009 40 (8) 2783-90
 143. Stavropoulos SW, Kim H, Clark TW, Fairman RM, Velazquez O, Carpenter JP. Embolization of type 2 endoleaks after endovascular repair of abdominal aortic aneurysms with use of cyanoacrylate with or without coils. *J Vasc Interv Radiol* 2005 16 (6) 857-61

144. Stavropoulos SW, Park J, Fairman R, Carpenter J. Type 2 endoleak embolization comparison: translumbar embolization versus modified transarterial embolization. *J Vasc Interv Radiol* 2009 20 (10) 1299-302
145. Stoesslein F, Ditscherlein G, Romaniuk PA. Experimental studies on new liquid embolization mixtures (histoacryl-lipiodol, histoacryl-panthopaque). *Cardiovasc Intervent Radiol* 1982 5 (5) 264-7
146. Suh DC, Kim KS, Lim SM, Shi HB, Choi CG, Lee HK, Seo DM. Technical feasibility of embolizing aneurysms with glue (N-butyl 2-cyanoacrylate): experimental study in rabbits. *AJNR Am J Neuroradiol* 2003 24 (8) 1532-9
147. Suh DC, Shi HB, Park SS, Lee MS, Choi HY. Change of spontaneous reaction of glue and lipiodol mixture during embolization after the addition of tungsten powder: in vitro study. *AJNR Am J Neuroradiol* 2000 21 (7) 1277-9
148. Sze DY, Kao JS, Frisoli JK, McCallum SW, Kennedy WA 2nd, Razavi MK. Persistent and recurrent postsurgical varicoceles: venographic anatomy and treatment with N-butyl cyanoacrylate embolization. *J Vasc Interv Radiol* 2008 19 (4) 539-45
149. Tan YM, Goh KL, Kamarulzaman A, Tan PS, Ranjeev P, Salem O, Vasudevan AE, Rosaida MS, Rosmawati M, Tan LH. Multiple systemic embolisms with septicemia after gastric variceal obliteration with cyanoacrylate. *Gastrointest Endosc* 2002 55 (2) 276-8
150. Tanaka T, Arai Y, Inaba Y, Matsueda K, Aramaki T, Takeuchi Y, Kichikawa K. Radiologic placement of side-hole catheter with tip fixation for hepatic arterial infusion chemotherapy. *J Vasc Interv Radiol* 2003 14 (1) 63-8
151. Taylor CL, Dutton K, Rappard G, Pride GL, Replogle R, Purdy PD, White J, Giller C, Kopitnik TA Jr, Samson DS. Complications of preoperative embolization of cerebral arteriovenous malformations. *J Neurosurg* 2004 100 (5) 810-2
152. Teng MM, Chen CC, Lirng JF, Chen SS, Lee LS, Chang T. N-butyl-2-cyanoacrylate for embolisation of carotid aneurysm. *Neuroradiology* 1994 36 (2) 144-7
153. Tokuda T, Tanigawa N, Kariya S, Komemushi A, Nomura M, Suzuki S, Nakatani M, Yagi R, Sawada S. Pancreatitis after transcatheter embolization of a splenic aneurysm. *Jpn J Radiol* 2010 28 (3) 239-42
154. Tokuda T, Tanigawa N, Shomura Y, Kariya S, Kojima H, Komemushi A, Shiraishi T, Sawada S. Transcatheter embolization for peripheral pseudoaneurysms with n-butyl cyanoacrylate. *Minim Invasive Ther Allied Technol* 2009 18 (6) 361-5
155. Toyoda H, Kumada T, Sone Y, Isogai M, Kaneoka Y. Late-onset colonic occlusion after emergent selective embolization of sigmoid artery with

- N-butyl cyanoacrylate for life-threatening traumatic bleeding. *J Vasc Interv Radiol* 2009 20 (10) 1376-9
156. Toyoda H, Nakano S, Kumada T, Takeda I, Sugiyama K, Osada T, Kiriya S. Estimation of usefulness of N-butyl-2-cyanoacrylate-lipiodol mixture in transcatheter arterial embolization for urgent control of life-threatening massive bleeding from gastric or duodenal ulcer. *J Gastroenterol Hepatol* 1996 11 (3) 252-8
157. Tranbahuy P, Borsik M, Herman P, Wassef M, Casasco A. Direct intratumoral embolization of juvenile angiofibroma. *Am J Otolaryngol* 1994 15 (6) 429-35
158. Tulsyan N, Kashyap VS, Greenberg RK, Sarac TP, Clair DG, Pierce G, Ouriel K. The endovascular management of visceral artery aneurysms and pseudoaneurysms. *J Vasc Surg* 2007 45 (2) 276-83; discussion 283
159. Turner WW Jr, Ellman BA. Transhepatic embolization in patients with acute variceal hemorrhage. *Am J Surg* 1981 142 (6) 731-4
160. Velat GJ, Reavey-Cantwell JF, Siström C, Smullen D, Fautheree GL, Whiting J, Lewis SB, Mericle RA, Firment CS, Hoh BL. Comparison of N-butyl cyanoacrylate and onyx for the embolization of intracranial arteriovenous malformations: analysis of fluoroscopy and procedure times. *Neurosurgery* 2008 63 (1 Suppl 1) ONS73-8; discussion ONS78-80
161. Venkatesh SK, Kumar S, Baijal SS, Phadke RV, Kathuria MK, Gujral RB. Endovascular management of pseudoaneurysms of the splenic artery: experience with six patients. *Australas Radiol* 2005 49 (4) 283-8
162. Vinters HV, Galil KA, Lundie MJ, Kaufmann JC. The histotoxicity of cyanoacrylates. A selective review. *Neuroradiology* 1985 27 (4) 279-91
163. Wakhloo AK, Lieber BB, Siekmann R, Eber DJ, Gounis MJ. Acute and chronic swine rete arteriovenous malformation models: hemodynamics and vascular remodeling. *AJNR* 2005 26 (7) 1702-6
164. Wakhloo AK, Perlow A, Linfante I, Sandhu JS, Cameron J, Troffkin N, Schenck A, Schatz NJ, Tse DT, Lam BL. Transvenous n-butyl-cyanoacrylate infusion for complex dural carotid cavernous fistulas: technical considerations and clinical outcome. *AJNR Am J Neuroradiol* 2005 26 (8) 1888-97
165. Waltman AC, Luers PR, Athanasoulis CA, Warshaw AL. Massive arterial hemorrhage in patients with pancreatitis. Complementary roles of surgery and transcatheter occlusive techniques. *Arch Surg* 1986 121(4) 439-43
166. Wang YC, Wong HF, Yeh YS. Intracranial pial arteriovenous fistulas with single-vein drainage. Report of three cases and review of the literature. *J Neurosurg* 2004 100 (2 Suppl Pediatrics) 201-5

167. Wikholm G. Occlusion of cerebral arteriovenous malformations with N-butyl cyano-acrylate is permanent. *AJNR Am J Neuroradiol* 1995 16 (3) 479-82
168. Winkelbauer FW, Niederle B, Pietschmann F, Thurnher S, Wildling R, Prokesch R, Lammer J. Hepatic artery embolotherapy of hepatic metastases from carcinoid tumors: value of using a mixture of cyanoacrylate and ethiodized oil. *AJR Am J Roentgenol* 1995 165 (2) 323-7
169. Winkelbauer FW, Niederle B, Graf O, Prokesch R, Thurnher S, Wildling R, Lammer J. Malignant insulinoma: permanent hepatic artery embolization of liver metastases--preliminary results. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1995 18 (6) 353-9
170. Wong SH, Tan J, Yeo TT, Ong PL, Hui F. Surgical excision of intracranial arteriovenous malformations after preoperative embolisation with N-butylcyanoacrylate. *Ann Acad Med Singapore* 1997 26 (4) 475-80
171. Wu Z, Wang C, Yang X, Sun Y, Zhang Y, Li Y, Jiang C, Liu Y. Endovascular embolization of traumatic carotid cavernous fistulas. *Chin Med J (Engl)* 1999 112 (5) 433-7
172. Yamagami T, Kato T, Iida S, Tanaka O, Nishimura T. Value of transcatheter arterial embolization with coils and n-butyl cyanoacrylate for long-term hepatic arterial infusion chemotherapy. *Radiology* 2004 230 (3) 792-802
173. Yamagami T, Nakamura T, Yamazaki T, Iida S, Kato T, Nishimura T. Catheter-tip fixation of a percutaneously implanted port-catheter system to prevent dislocation. *Eur Radiol* 2002 12 (2) 443-9
174. Yamakado K, Nakatsuka A, Tanaka N, Takano K, Matsumura K, Takeda K. Transcatheter arterial embolization of ruptured pseudoaneurysms with coils and n-butyl cyanoacrylate. *J Vasc Interv Radiol* 2000 11 (1) 66-72
175. Yokouchi T, Iwabuchi S, Tomiyama A, Samejima H, Ogata N, Goto K. Embolization of Scalp AVF. *Interv Neuroradiol* 1999 5 (Suppl 1) 121-6
176. Yonemitsu T, Kawai N, Sato M, Sonomura T, Takasaka I, Nakai M, Minamiguchi H, Sahara S, Iwasaki Y, Naka T, Shinozaki M. 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* 2010 33 (6) 1192-7
177. Yonemitsu T, Kawai N, Sato M, Tanihata H, Takasaka I, Nakai M, Minamiguchi H, Sahara S, Iwasaki Y, Shima Y, Shinozaki M, Naka T, Shinozaki M. 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* 2009 20 (9) 1176-87

178. Yu SC, Chan MS, Lam JM, Tam PH, Poon WS. Complete obliteration of intracranial arteriovenous malformation with endovascular cyanoacrylate embolization: initial success and rate of permanent cure. *AJNR Am J Neuroradiol* 2004 25 (7) 1139-43
179. Morishita H, Yamagami T, Takeuchi Y, et al. A new flow control technique using diluted epinephrine in the n-butyl-2-cyanoacrylate embolization of visceral artery pseudoaneurysms secondary to chronic pancreatitis. *CVIR* 2012 35 (4) 932-7
180. Morishita H, Yamagami T, Takeuchi Y, et al. Use of N-butyl-2-cyanoacrylate for transcatheter arterial embolization of renal arteries in patients with polycystic kidney disease. *JVIR* 2011 22 1631-1633
181. Takizawa K, Shimamoto H, Ogawa Y, et al. Development of a new subclavian arterial infusion chemotherapy method for locally or recurrent advanced breast cancer using an implanted catheter-port system after redistribution of arterial tumor supply. *CVIR* 2009 32 (5) 1059-66

謝辞

本書の作成にあたり、大高雅代(聖マリアンナ医科大学、研究員)、金 賢玉(国立がん研究センター中央病院、研究員)に資料整理に関してご尽力いただきました。心より感謝申し上げます。