

MR エラストグラフィーによる
肝切除の出血量と術後合併症の予測

日本大学医学部外科学系消化器外科学分野

阿部 勇人

申請年 2019 年

指導教員 高山 忠利

目次

1.	概要	1
2.	緒言	3
3.	対象と方法	8
4.	結果	13
5.	考察	17
6.	まとめ	22
7.	謝辞	23
8.	表	24
9.	図	30
10.	図説	35
11.	引用文献	37
12.	研究業績	45

1. 概要

【背景】近年 MR エラストグラフィの開発・普及により術前に肝線維化の程度を評価することが可能となった。硬変肝は肝切除の術中出血や術後合併症に影響を及ぼすため、肝硬変の程度を術前に把握しておくことは重要である。そこで我々は MR エラストグラフィによる肝硬度の測定値によって、出血量や術後合併症の予測が可能であることを前向きコホート研究によって検討した。

【対象と方法】2014 年～2016 年の肝癌切除予定患者を対象に、術前 4 週以内に MR エラストグラフィを施行した。測定された肝硬度と肝線維化、術中の肝離断時出血量、術後合併症との関係を検討した。

【結果】肝切除術前患者 175 名の MR エラストグラフィによる肝硬度の中央値は 3.4 kPa（範囲：1.5—11.3 kPa）であり、肝切除検体の肝線維化(F 分類)との有意な相関関係を認めた ($r = 0.68$, $P < 0.001$)。肝離断出血量の中央値は 4.1 mL/cm² (0.1—37 mL/cm²) であり、術後合併症の発生率 (Clavien-Dindo 分類Ⅲa 以上) は 16.0%であった。多変量解析では、肝硬度のみが肝離断出血量 (回帰係数: 1.14, 95%信頼区間: 0.45—1.83, $P = 0.001$) と術後合併症 (重症度Ⅲa 以上) (オッズ比: 2.14, 95%信頼区間: 1.63—2.93, $P < 0.001$) のいずれにおいても独立予後因子であった。肝硬度と術後合併症 (Ⅲa 以上) において、受信者動作特性解析では有意な相関関係を認め (受信者動作特性曲線下面積: 0.81, $P <$

0.001)、カットオフ値を 5.3 kPa として、感度 64.3%、特異度 87.8%であった。

さらに、肝離断出血量と術後合併症（Ⅲa 以上）の関係は合併症群で有意に出血量を多く認めた ($P=0.003$)。

【結論】MR エラストグラフィによる肝硬度は肝離断出血および術後合併症の危険予測マーカーとして有用である。

2. 緒言

2.1 肝線維化の進行

慢性肝疾患患者における肝線維化の進行は門脈圧亢進症やそれに伴う血小板減少症や胃食道静脈瘤などの合併症、さらには肝癌発症を引き起こすため、肝予備能や肝血流動態と共に定期的に評価しフォローしていく必要がある [1]。慢性肝疾患の主な原因は、ウイルス性肝炎（C 型肝炎や B 型肝炎）や非アルコール性脂肪肝疾患（NAFLD）、アルコール性肝炎がある。慢性 C 型肝炎では無治療で 10～30 年の長い経過をかけて 30～40%で肝硬変へと進展し C 型肝炎硬変の年 5-7%に肝細胞癌の発生を認める [2]。ところが、慢性 B 型肝炎は肝硬変に進展せずとも年 0.5～1%に肝細胞癌の発生を認め、B 型肝炎硬変になると年 2%に肝細胞癌を発症するとの報告がある [3]。一方、NAFLD では 8～21 年の経過で 5～8%が肝硬変へ進展し、年率約 2%で発癌すると言われる [4]。

2.2 肝線維化の評価法

慢性肝疾患において肝線維化の進行はいずれ肝細胞癌の発生を認めることはもとより、肝臓の状態をより正確に把握することで慢性肝疾患の適切な治療戦略を選択したり、門脈圧亢進症関連の合併症や肝疾患の予後を推定したりできるため、慢性肝疾患患者における肝線維化の程度を正確に評価する

ことは臨床的に非常に重要である [5]。さまざまな肝疾患における肝線維化評価の最も標準的な方法は、以前は経皮的針生検であった [6]。しかし、針生検は侵襲的な検査であり、医療コストも高く、サンプルによるばらつきの問題などがあり、肝線維化のスクリーニングや長期的モニタリング、治療効果判定などには適していない。具体的には処置による合併症率は約 3%、死亡率は 0.01%と報告されており、肝線維化のステージ分類も十分な経験を持った臨床医と病理医によって診断されても約 20%で誤診が生じており、肝生検による線維化評価の信頼性に疑問が生じている [7]。

これらの理由から最近になって、非侵襲的検査による肝線維化評価が開発され用いられるようになった。血中の線維化マーカーの測定（4型コラーゲン・7S やプロコラーゲンⅢペプチド）や血液生化学検査による組合せモデル（aspartate aminotransferase to platelet ratio index (APRI) や fibrosis index based on the four factors (FIB-4))、画像技術からの解析（超音波装置や Magnetic resonance imaging）が考案されているが、血中の線維化マーカーや APRI、FIB-4 は肝臓に特異的とは言い難く肝線維化の程度まで正確に表現することが難しい [8, 9]。一方で、超音波装置による弾性率計測法（Transient elastography や shear wave elastography など）や核磁気共鳴弾性率計測法（MR エラストグラフィ）は非侵襲的な画像診断検査であり、肝線維化評価に

有用なため普及してきている [10, 11]。

2.3 MR エラストグラフィの特徴

その中でも MR エラストグラフィは、最も普及している超音波による弾性率計測法と比べて、① 1次元ではなく2次元または3次元での測定であること、②肝実質のより多くの範囲を選択できること、③肥満患者や中等度腹水患者であっても評価が可能であること、以上の3点から肝線維化評価の診断精度と再現性が高く、実臨床でより有用である [12]。近年それらに関する多くの文献的報告もなされている。また測定による技術的成功率も超音波による弾性率計測法より高い。

2.4 MR エラストグラフィの測定方法

MR エラストグラフィの原理は、体外から既知の振動数（60Hz）で肝臓を振動させ、肝内における伝搬波の波長を測定することで、ずり弾性率という形で物質の剛性を求めることができる。具体的には、胸壁に張り付けた円盤状のパッシブドライバーから、振動発生装置を介して肝臓を揺らし、肝臓内を弾性波が通過していく。この肝内のプロトン位相を MRI 装置で画像化した位相画像を用いてエラストグラムという硬度マップを得る。この硬度マップ上の画素

数(ROI)がずり弾性率を表し、ROIの1000分の1の単位をキロパスカル(kPa)で表し肝硬度と呼ぶ (Fig. 1) [10, 13]。

MR エラストグラフィで測定された弾性率 (kPa) と病理組織学的な肝線維化スコアでは、非常に高い相関を示している。背景肝として、正常肝や鉄沈着が強い肝臓では伝搬しにくさや信号低下などから精度がやや落ちるものの、ウイルス性肝炎から脂肪肝疾患に至るあらゆる慢性肝疾患において高い精度が維持されている [14, 15]。また、この精度は検者間のばらつきや異なる日時での再現性において非常に高かった [16]。

2.5 肝切除における出血量と合併症

近年、肝切除の手術手技や周術期管理の発達に伴い、肝離断による出血量の増加は術後重篤な合併症や周術期死亡を引き起こすため重大な関心事項となっている [17-19]。したがって、術中の大量出血のリスクを予め予測することができれば、出血量を減少させ、術後合併症のリスクを軽減することができる [20]。

2.6 肝線維化と肝切除

肝切除術、特に拡大肝切除では、硬変肝は術中出血量が多くなり重篤な術後合併症を引き起こしやすいといわれている [21, 22]。特に、硬変肝は血小板数

や凝固能の低下により出血傾向をきたしているだけでなく、門脈圧亢進症によって肝離断面からの出血量が増加しやすい。さらに肝離断の際に微細な脈管の同定が困難であり、技術的にも肝離断が難しいと言われている [17-19]。故に、術前に肝線維化の程度を正確に評価することは、術中出血量増大のリスクを予測するのに有用となる [23]。そこで、肝線維化の程度を術前に予測するためには肝硬度測定を行うことが必要となる [24]。経皮的肝生検に代わって非侵襲的に肝線維化評価を術前に行う有用な方法として既に述べたように MR エラストグラフィーがある [11]。過去には超音波装置による弾性率計測法の **Transient elastography** による肝線維化評価が肝切除後の合併症予測として有用であった報告が散見されるが、MR エラストグラフィーによる検証は未だ少ない [23, 25]。

したがって、今回我々は MR エラストグラフィーが肝切除における術中出血量と術後合併症を予測できるか、前向きに検討を行った。

3. 対象と方法

3.1 対象

対象は2014年10月から2016年9月までの悪性肝腫瘍に対して肝切除を行った患者である。本研究は、対象となるすべての患者に対し説明と同意を得て行われ、日本大学医学部附属板橋病院における臨床研究倫理審査委員会により承認された（承認番号 RE-141209-4）。また本研究はヘルシンキ宣言に則って行われた。

3.2 除外基準

対象は20歳以上、肝癌に対し肝切除予定の者、文書による同意が得られた者である。その中で、MRI禁忌者、高度な肝機能低下患者（Child-Pugh 分類 C、Indocyanine green clearance rate (ICGR) 15 分値 35%以上、血清総ビリルビン値 2.0mg/dL 以上、肝性脳症、高リスク食道静脈瘤患者）を除外した（Fig. 2）。

3.3 肝硬度測定

MR エラストグラフィーは臨床で使用されている通常の 3.0T-MR 装置と MR エラストグラフィー用の振動発生装置（Discovery 750W; GE Healthcare, Milwaukee, WI）を用いて術前 1 ヶ月以内に撮影された。振動発生装置により

60Hz の物理的振動を体表（胸壁）から肝へと浸透させた。MR 装置により得られた肝の弾性率をエラストグラムと呼ばれるカラーマップで表示し、評価者がエラストグラム上で特定のソフトウェア（MR Touch; GE Healthcare）を用いて肝右葉に測定域を設定し肝硬度（kPa）を測定した [10, 26]。評価者は 10 年以上の経験を持つ放射線科専門医 1 名であり、肝硬度（kPa）は 4 スライス 4 領域の平均値で求められ、自由に ROI を手書きすること（フリーハンド法）により 1 領域当たり 1.5cm²以上の測定面積を確保した。肝臓の辺縁や主要脈管、腫瘍を避け、網掛けとしてエラストグラムで表現されたアーチファクトは除いた [11, 27]。

3.4 病理組織学的肝線維化診断

肝切除検体によりえられた肝組織所見は線維化の程度と壊死・炎症の程度に分けて評価を行う新犬山分類と脂肪沈着の程度を分類する Brunt 分類によって評価された。肝線維化の程度（F 分類）は、F0（線維化なし）、F1（門脈域の線維性拡大）、F2（線維性架橋形成）、F3（小葉のひずみを伴う線維性架橋形成）、F4（肝硬変）として段階的に評価した。壊死・炎症の程度（A 分類）は A0（壊死・炎症所見なし）、A1（軽度の壊死・炎症所見）、A2（中等度の壊死・炎症所見）、A3（高度の壊死・炎症所見）に分類された。Brunt 分類では脂肪化の程度

を Grade1 : 1%—33%、Grade2 : 33%—66%、Grade3 : 66%—100%に分けて評価した [28]。

5年以上の臨床経験をもつ病理学診断科専門医 2名によって分類された。2名の結果が乖離した場合は議論を交わすことで共通見解を得た。

3.5 肝切除方法

すべての肝切除術は開腹アプローチ法で行われ、肝切除術の適応と術式は幕内基準に則って決定された [29]。つまり不応性の腹水貯留や肝性脳症を認める患者では非切除とした。術式は血清総ビリルビン値と ICGR15 値によって幕内基準のアルゴリズムで決定された (Fig. 3)。主には肝細胞癌に対してクイノーの肝区域による系統的肝切除を行い、大腸癌などによる転移性肝腫瘍に対して非系統的な肝切除を行った。Major liver resection とはクイノーの 3 亜区域以上の切除のことであり、主には (拡大) 左肝切除と (拡大) 右肝切除のことである。術中超音波検査によって肝内脈管や腫瘍を同定し、肝離断は流入血遮断による Clamp-crushing 法によって行った [30]。なお、肝切除はすべての術者たちに MR エラストグラフィによる肝硬度の測定値が盲目的な状況下で行われた。

3.6 術後合併症

術後合併症は、Clavien-Dindo 分類によって重症度評価（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲa、Ⅲb、Ⅳa、Ⅳb、Ⅴ）を行った [31]。重症合併症はⅢa 以上とした。術後肝不全の診断は International Study Group of Liver Surgery の定義に基づいて肝不全の有無を評価して行われた [32]。術中出血量はガーゼで吸収された血液の重量と吸引管によって回収された血液量の合計（mL）で測定された。総出血量（mL）は、肝離断前出血量と肝離断中出血量、肝離断後出血量の 3 回に分けて測定し、その合計とした。肝切除術の離断面積（cm²）は摘出された肝切除標本の離断面をトレーシングペーパーに複写し、これをデジタル画像として取り込んだ上で専用のソフトウェア（Adobe Photoshop Elements 14 software, Adobe System, San Jose, CA）を用いて測定した [33]。単位面積あたりの肝離断出血量（mL/cm²）は、肝離断中出血量（mL）を肝切除術の離断面積（cm²）で除することにより計算された。

3.7 統計解析

2 群間の連続値は Mann-Whitney U 検定で行い、相関係数は Spearman 検定で計算した。術中出血量に対する独立因子の同定は最小 2 乗法で行い、術後合併症に対する独立因子の同定は赤池情報量基準によって最適化したのち多項

ロジスティック回帰分析によって行った。受動者動作特性曲線（ROC 曲線）を用いて、術後合併症を予測するための MR エラストグラフィによる肝硬度の最適カットオフ値および ROC 曲線下面積、それを最大化する感度と特異度を求めた。統計解析ソフトウェアは、JMP12.0.1（SAS Institute Inc, Cary, NC）を用いた。

4. 結果

4.1 患者背景

対象全患者数は 175 名（男性 123 名：女性 52 名）であり、年齢の中央値は 69 歳（範囲：42—91 歳）であった。そのうち 75 名（43%）に肝炎ウイルス感染を認めた。全ての症例に肝切除術を施行し、疾患の内訳は肝細胞癌 104 名（59.4%）、転移性肝腫瘍 52 名（29.7%）、肝内胆管癌 10 名（5.7%）、肝門部胆管癌 4 名（2.3%）、胆嚢癌 4 名（2.3%）、嚢胞腺癌 1 名（0.6%）であった。さらに転移性肝腫瘍 52 名（29.7%）の原疾患の内訳は、大腸癌 47 名（26.9%）、胃癌 2 名（1.1%）、神経内分泌腫瘍 2 名（1.1%）、膵癌 1 名（0.6%）であった。転移性肝腫瘍の患者のうち 20 名（38.5%）に何らかの術前化学療法が行われていた。肝機能検査では 169 名（96.6%）が Child-Pugh 分類 A であり、ICGR15 分値では中央値 11.8%（範囲 3.5—33.0%）であった（Table 1）。

4.2 術後成績

Major liver resection は 23 名（13.1%）に行われ、肝部分切除術は 114 名（65.2%）でそのうち肝辺縁部分切除術は 43 例（24.6%）であった。総手術時間の中央値は 307 分（範囲：115—648 分）、術中出血量の中央値は 280mL（範囲：24—7066mL）であった。周術期における赤血球成分の輸血は 9 名（5.1%）

に、新鮮凍結血漿成分の投与は 21 名 (12.0%) に行われた (Table 2)。術後合併症は 58 名 (33.1%) に認め、そのうち重症合併症 (Ⅲa 以上) は 28 名 (16.0%) であった。術後肝不全 (Grade B) を 1 名 (0.6%) に認めた。術後 90 日以内の死亡は認めなかった (Table 3)。

4.3 肝臓の病理組織学的検査

肝切除検体の病理組織学的検査による線維化評価 (F 分類) は、F0 : 42 名 (24.0%)、F1 : 56 名 (32.0%)、F2 : 24 名 (13.7%)、F3 : 25 名 (14.3%)、F4 : 28 名 (16.0%) であった。MR エラストグラフィによる肝硬度の中央値は 3.4kPa (範囲 : 1.5—11.3kPa) であった。F 分類と肝硬度 (中央値 (範囲)) の関係はそれぞれ、F0 : 2.8kPa (1.5—5.7kPa)、F1 : 3.2kPa (1.9—5.6kPa)、F2 : 4.0kPa (2.5—7.7kPa)、F3 : 4.2kPa (2.5—7.4kPa)、F4 : 6.4kPa (2.9—11.3kPa) であった (Fig. 4)。F 分類と肝硬度は有意な相関関係を認めた ($r = 0.68$, $P < 0.001$)。

一方、壊死・炎症の程度 (A 分類) は、A0 : 37 名 (21.1%)、A1 : 95 名 (54.3%)、A2 : 42 名 (24.0%)、A3 : 1 名 (0.6%) であった。脂肪化の程度 (Brunt 分類) は、Grade1 : 123 名 (70.3%)、Grade2 : 4 名 (2.3%)、Grade3 : 9 名 (5.1%) であった。肝線維化 ($P = 0.122$) と壊死・炎症の程度 ($P = 0.171$)、脂肪化の

程度 ($P=0.386$) と術前化学療法の有無とは特に有意な関係は認めなかった。

4.4 肝離断出血量の独立予測因子

単位離断面積あたりの肝離断出血量は中央値 $4.1\text{mL}/\text{cm}^2$ (範囲: $0.1-37.0\text{mL}/\text{cm}^2$) であった。この出血量は、周術期因子の中から単変量解析において ICGR15 分値 ($r=0.17, P=0.025$)、肝硬度 ($r=0.25, P<0.001$)、Major liver resection ($P<0.001$) と有意な相関関係を認め、多変量解析 (最小二乗法) では肝硬度 (回帰係数: 1.14 , 95% 信頼区間: $0.45-1.83$, $P=0.001$) のみが独立因子であった (Table 4)。

4.5 術後合併症の独立予測因子

重症合併症 (Ⅲa 以上) に対して、周術期因子の中から単変量解析では血清総ビリルビン値 (オッズ比: 9.08 , $P=0.003$)、血清アルブミン値 (オッズ比: 0.30 , $P=0.007$)、ヒアルロン酸値 (オッズ比: 1.004 , $P=0.005$)、ICGR15 分値 (オッズ比: 1.08 , $P=0.028$)、肝硬度 (オッズ比: 1.99 , $P<0.001$) が有意な関係であった。一方、これらの周術期因子の中から多変量解析に適した独立因子を絞り込むために、赤池情報量基準を用いて検討すると肝硬度、Major liver resection、肝辺縁部分切除術の 3 因子が選択された。この 3 因子について、重症合併症 (Ⅲ

a 以上) に対して多項ロジスティック回帰解析を用いて検討すると、肝硬度 (オッズ比:2.14, $P < 0.001$) のみが独立因子であった (Table 5)。術後合併症予測に対して、肝硬度の最適カットオフ値は 5.3kPa、ROC 曲線下面積は 0.81、それを最大化する感度は 64.3%、特異度は 87.8%、陽性的中率は 50.0%、陰性的中率は 92.8%であった (Fig. 5A)。

単位離断面積あたりの肝離断出血量は、術後合併症に対して有意な相関関係を認め ($P = 0.003$)、肝硬度が肝離断出血および術後合併症のリスク因子として矛盾しない関係であった (Fig. 5B)。

4.6 肝細胞癌患者における検討

肝細胞癌患者 (104 名 (59.4%)) は、単変量解析において転移性肝腫瘍や肝内胆管癌などの非肝細胞癌患者 (71 名 (40.6%)) に対して、Body mass index ($P = 0.040$)、血清総ビリルビン値 ($P < 0.001$)、PT-INR ($P = 0.002$)、ヒアルロン酸値 ($P < 0.001$)、ICGR15 分値 ($P = 0.003$)、肝硬度 ($P < 0.001$) が有意に高値であり、血小板数 ($P < 0.001$) のみ有意に低値であった。一方、単位離断面積あたりの肝離断出血量 ($P = 0.694$) や重症合併症の発生 ($P = 0.067$) には有意な差を認めなかった。肝切除検体の線維化の程度 (F 分類) は肝細胞癌患者の方が有意に進展していた ($P < 0.001$)。

5. 考察

本検討では MR エラストグラフィにより測定された肝硬度が肝線維化の程度を反映するだけでなく、肝切除における肝離断出血量や術後合併症の術前予測因子として有用であることを示すことができた。肝実質への針生検でなくとも、MR エラストグラフィは肝線維化評価と慢性肝疾患患者における術前リスク評価に有用な方法であると考えられた。

肝離断の際に、肝硬度が増すにつれて出血のコントロールが難しくなる [21, 22]。すなわち、肝線維化の程度が直に術中の出血量の増加に影響を及ぼすため、硬変肝が肝切除を技術的に困難にしている。さらに、肝硬変患者は凝固能の低下や血小板の減少により易出血傾向を認めるため、術中に多量の出血をきたしたやすいと考えられている [34]。ところが、本検討では術前の血小板数やプロトロンビン時間と肝離断中の出血量は有意な関連を認めなかったことから、術前の肝線維化（肝硬度）評価が肝離断出血量の増大のリスク因子として最も重要である。

Transient elastography による肝硬度測定を含めた過去の文献と比較しても [23, 25]、本研究と同様に肝硬度は肝離断出血量と術後重症合併症において有意な相関関係を認めた。また、肝硬度が 5.3kPa 以上の患者において特に術後経過が思わしくなかった。つまり、肝硬度の高い患者において重症合併症 (Ⅲa

以上) をきたしていた。以前の文献で、我々は肝切除における術中出血量の増加が術後合併症を引き起こすことを報告した [20]。本検討においても肝離断出血量が術後合併症の発生率と相関することが示された。したがって、我々は肝線維化と相関する MR エラストグラフィの肝硬度によって肝切除患者の術後合併症に対するリスクを層別化できることを示せた。こうした中で、肝切除に対してリスクが高いと判断された場合は、肝細胞癌に対してはラジオ波焼灼術や肝動脈塞栓術など、転移性肝腫瘍に対しては化学療法や放射線治療などを選択していくことになる [35, 36]。

本検討の患者背景では、背景肝疾患を持たない転移性肝腫瘍患者を慢性肝疾患患者（肝細胞癌患者）に対するコントロール群として設定した。肝細胞癌患者は転移性肝腫瘍患者と比べて、肝硬度測定値が有意に高いだけでなく、血清ビリルビン値や ICGR15 分値などの肝機能検査においても有意に低下していた。ところが、肝細胞癌患者が MR エラストグラフィによる肝硬度と相関するにも関わらず、肝離断出血量や術後合併症の術前予測因子として肝細胞癌の診断は多変量解析において独立因子とはならなかった。これは、転移性肝腫瘍患者のうち術前化学療法を行った割合が 38.5%と高く、化学療法の影響による何らかの肝障害をきたした患者が多く含まれていたためと考えられた。

超音波や MRI によるエラストグラフィーによって測定される肝硬度は、肝線維化の評価として標準的な方法となってきた [10, 11, 24]。しかし、**Transient elastography** などの超音波によるエラストグラフィーは、一次元的評価であり、反射や屈折などの複雑な超音波への影響を受けやすい。さらに、超音波による測定領域は **MR** エラストグラフィーに比べ非常に狭く、肝線維化の高度進行によって肝実質が不均一であるため、測定部位によって値が安定しないというデメリットがある。また超音波によるエラストグラフィーでは、高度の肥満や腹水のある患者ではその干渉物によって正確性が欠けてしまう [11, 15]。これに対し、2次元による評価を行う **MR** エラストグラフィーでは、これらの影響が少ない [11]。実際に、本研究では **MR** エラストグラフィーは高度な肝線維化や肝硬変に対しても有用な結果を示している [37, 38]。したがって、肝線維化評価において **MR** エラストグラフィーは超音波によるものと比べてより客観的で再現性にも優れ、より高い診断能を有している。さらに、近年では3次元での **MR** エラストグラフィーの有用性が報告されており、さらなる測定精度の上昇が期待されている [12]。

ところが、**MR** エラストグラフィーはまだ医療分野に十分に普及しておらず、コストも高価であり、それがこのような臨床研究への弊害となっている。一方、**Transient elastography** のような超音波によるエラストグラフィーは、コスト

も安価であり普及もしているため、多施設間の大規模共同研究に適している。ただいずれにせよ、これらのエラストグラフィも経皮的肝生検と比べると容易で安全であるため線維化の評価に有用であると考えられる [15]。

MR エラストグラフィによる肝硬度と肝切除検体の肝線維化の程度は、有意な相関関係を認めたが ($r=0.68$, $P < 0.001$)、これまでの報告よりやや精度が低下している結果であった。特に F2 および F3 の患者において肝硬度が重複している症例が多く、これは肝硬度測定領域と肝線維化を評価した肝切除検体の部位が必ずしも一致していないことが要因の一つとして挙げられる。MR エラストグラフィによる肝硬度は肝硬変患者 (F4) や逆の正常肝患者 (F0) を同定することに十分な精度を示しているが、今後は中等度 (F2 および F3) の肝線維化をより詳細に同定できることが求められる。その方法の一つとして、MR エラストグラフィによる肝硬度に血清総ビリルビン値や ICGR15 分値などのバイオマーカーを加えた複数の因子による予測モデルがあり、既に我々が有用性を報告している [39]。

MR エラストグラフィによる肝硬度測定において、今回の検討ではいくつかの課題が挙げられる。1 つ目は、本研究では肝実質はどの部位でも均等であることを前提として ROI の測定を小範囲で選択し 4 スライス 4 領域の平均値で行ったが、1 スライスで可能な限り広範囲の肝実質を選択し ROI の平均値を測定

することで測定者間の誤差範囲を減らす方法も提案されており、今後さらに検討の余地がある [10, 11]。また肝外側区領域は心臓の拍動の影響を受けやすく ROI の測定に適していないと言われる。これらを十分吟味し、より正確な肝線維化の評価方法を追求していく必要がある。最後に、金属物質である鉄の肝実質への沈着が MR エラストグラフィによる測定に影響を及ぼしていることも考慮しなければならない [40]。

また我々は以前報告したように肝切除における術中出血量は 820mL 以下に抑えるべきだと考え、術中出血量を減少させる肝臓外科医の努力は肝切除における術後合併症を減少させることにつながっている [20]。このため、肝切除の出血を抑えるため様々な工夫や技術開発が進み、多くの施設で Clamp-crushing 法や Hanging maneuver、血管シーリング、下大静脈クランプ法などが行われるようになった [30, 41-43]。それにもかかわらず、時に硬変肝における肝切除では大量出血を経験する。したがって、より安全な肝切除のために、術前に切除肝の線維化の程度をより正確に評価しておくべきである。それが引いては術期管理の一助にもなると考える。

6. まとめ

MR エラストグラフィによる肝硬度測定は、肝切除術における術中離断出血とそれに伴う術後合併症（Ⅲa 以上）に対する独立因子であった。しかし、本研究は MR エラストグラフィの大規模研究に対する予備的な臨床試験としての位置づけであり、我々は術後に重症肝不全を 1 例経験するのみであった。したがって、今後はランダム化比較試験などさらなる検討により、MR エラストグラフィが肝切除における術後合併症に対して十分に寄与しているかを引き続き検証していくことが必要である。

7. 謝辞

本研究において、研究ならびに学位論文のご指導、ご校閲を賜りました日本大学医学部外科学系消化器外科学分野 高山忠利教授に深謝いたします。また、本研究に関し、ご指導・ご支援・ご協力いただきました日本大学医学部外科学系消化器外科学分野 緑川泰准教授をはじめとする医局員の皆様に厚く御礼申し上げます。

8. 表

Table 1. Patient characteristics

Characteristic	Patients (N = 175)
Age, yr	69 (42-91)
Male, n (%)	123 (70.3)
Background liver disease, n (%)	
Non-B non-C liver	100 (57.1)
Hepatitis B	34 (19.4)
Hepatitis C	41 (23.6)
Diagnosis, n (%)	
Hepatocellular carcinoma	104 (59.4)
Liver metastases	52 (29.7)
Colorectal cancer	47 (26.9)
Gastric cancer	2 (1.1)
Neuroendocrine tumor	2 (1.1)
Pancreatic cancer	1 (0.6)
Intrahepatic cholangiocarcinoma	10 (5.7)
Hilar bile duct cancer	4 (2.3)
Gallbladder cancer	4 (2.3)
Cystadenocarcinoma	1 (0.6)
Body mass index, kg/m ² (18.5-25.0)	22.9 (14.5-37.2)
ASA grading, n (%)	
Grade 1	62 (35.4)
Grade 2	110 (62.9)
Grade 3	3 (1.7)
History of hepatic resection, n (%)	46 (26.3)
Hemoglobin, g/dL (12.0-17.0)	13.0 (8.2-16.9)
White blood cell count, 10 ⁹ /L (4.0-8.0)	5.1 (2.3-12.1)
Platelet count, 10 ⁹ /L (15.0-35.0)	17.4 (4.8-43.5)
Total bilirubin, mg/dL (0.30-1.20)	0.58 (0.24-1.48)
Aspartate aminotransferase, U/L (8-38)	29 (11-170)

Alanine aminotransferase, U/L (4-44)	24 (6-271)
PT-INR (0.90-1.10)	0.99 (0.85-1.36)
Albumin, g/L (3.8-5.3)	3.9 (2.3-4.8)
Hyaluronic acid, ng/mL (<50)	63 (12-737)
Child-Pugh classification, A:B	169:6
ICGR15, % (<10.0)	11.8 (3.5-33.0)
LSM value by MRE, kPa	3.4 (1.5-11.3)

Data were presented as median (range), if not specified.

Normal range was indicated beside each item in parenthesis.

ASA indicates American Society of Anesthesiology; PT-INR, Prothrombin time-International normalized ratio; ICGR15, Indocyanine green clearance rate at 15 minutes; LSM, Liver stiffness measurement; MRE, Magnetic resonance elastography.

Table 2. Perioperative data

	Patients (N = 175)
Type of liver resection, n (%)	
Limited resection	114 (65.2)
Segmentectomy (Couinaud's segment)	17 (9.7)
Sectionectomy	21 (12.0)
Hemi-hepatectomy (Major resection)	23 (13.1)
Operative data	
Operation time, min	307 (115-648)
Blood loss, mL	280 (24-7066)
Transection time, min	61 (4-236)
Blood loss during transection, mL	170 (3-2697)
Surface area of liver transected, cm ²	44 (5-244)
Blood loss per unit area, mL/cm ²	4.1 (0.1-37.0)
Blood transfusion rate*, n (%)	23 (13.1)
Complication rate, n (%)	
Overall complication rate	58 (33.1)
Minor complication rate	30 (17.1)
Major complication rate	28 (16.0)
Postoperative liver failure, n (%)	1 (0.6)
Hospital stay after operation, day	13 (7-95)
Postoperative 90-day mortality, n (%)	0 (0)

Data were presented as median (range), if not specified.

*The rate of patients requiring transfusion of packed red blood cells and fresh frozen plasma.

Table 3. Complication according to the modified Clavien-Dindo Classification

Grade	n (%)	Details	n (%)
1	5 (2.9)	Wound infection	3 (1.7)
		Ascites	1 (0.6)
		Obstruction atelectasis	1 (0.6)
2	25 (14.3)	Bile leakage	12 (6.9)
		Ascites	5 (2.9)
		Pleural effusion	3 (1.7)
		Portal vein thrombosis	2 (1.1)
		Urinary tract infection	1 (0.6)
		Wound infection	1 (0.6)
		Angina	1 (0.6)
3a	24 (13.7)	Pleural effusion	6 (3.4)
		Ascites	5 (2.9)
		Bile leakage	4 (2.3)
		Intra-abdominal infection	3 (1.7)
		Wound hematoma	2 (1.1)
		Wound infection	2 (1.1)
		Adhesive intestinal abstraction	1 (0.6)
		Pneumonia	1 (0.6)
3b	2 (1.1)	Bowel injury	1 (0.6)
		Intra-abdominal bleeding	1 (0.6)
4a	2 (1.1)	Liver failure	1 (0.6)
		Cerebral infarction	1 (0.6)

Postoperative complications were categorized according to the modified Clavien-Dindo Classification.

Table 4. Preoperative factors for blood loss

Variables	Univariate Analysis		Multivariate Analysis*	
	<i>P</i> value	β	95% CI	<i>P</i> value
Body mass index	0.064	0.07	-0.16 - 0.30	0.536
Hepatocellular carcinoma	0.694	-0.20	-1.20 - 0.80	0.695
Platelet count	0.947	0.07	-0.08 - 0.22	0.369
Total bilirubin	0.097	0.76	-2.85 - 4.36	0.680
PT-INR	0.971	-5.22	-17.26 - 6.82	0.394
Albumin	0.295	-1.15	-3.25 - 0.96	0.285
Hyaluronic acid	0.136	-0.01	-0.02 - 0.002	0.122
ICGR15	0.025	0.13	-0.03 - 0.30	0.119
LSM value	<0.001	1.14	0.45 - 1.83	0.001
Major resection	<0.001	0.91	-0.41 - 2.24	0.176
Peripheral wedge resection	0.104	-0.31	-1.31 - 0.69	0.545

*Ordinary Least Squares Regression.

β , Regression coefficient.

95% CI, 95% confidence interval; PT-INR, Prothrombin time-International normalized ratio; ICGR15, Indocyanine green clearance rate at 15 minutes; LSM, Liver stiffness measurement.

Table 5. Preoperative factors for major complication

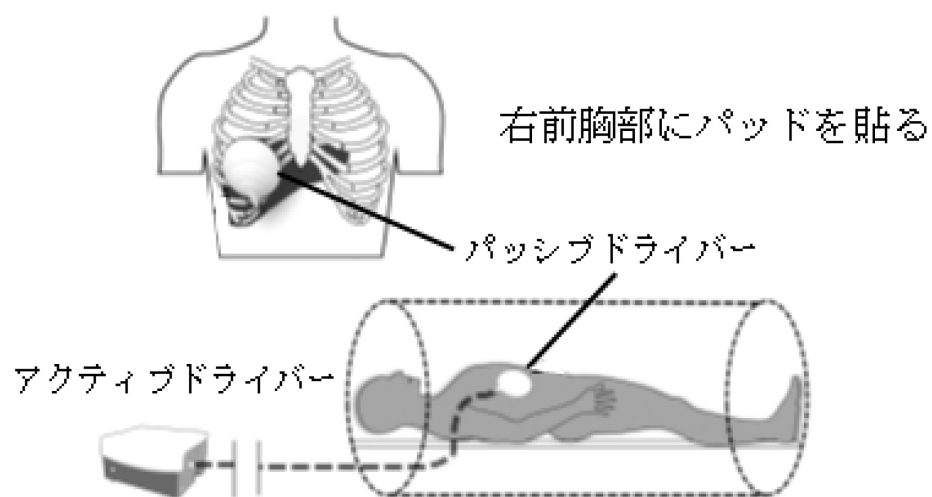
Variables	Univariate Analysis		Multivariate Analysis*	
	OR (95%CI)	<i>P</i> value	OR (95%CI)	<i>P</i> value
Body mass index	1.07 (0.96 - 1.18)	0.241	-	-
Hepatocellular carcinoma	2.31 (0.97 - 6.18)	0.060	-	-
Platelet count	0.96 (0.90 - 1.02)	0.213	-	-
Total bilirubin	9.08 (2.12 - 40.28)	0.003	-	-
PT-INR	15.29 (0.08 - 2341.92)	0.300	-	-
Albumin	0.30 (0.12 - 0.72)	0.007	-	-
Hyaluronic acid	1.004 (1.001 - 1.007)	0.005	-	-
ICGR15	1.08 (1.01 - 1.15)	0.028	-	-
LSM value	1.99 (1.55 - 2.64)	<0.001	2.14 (1.63 - 2.93)	<0.001
Major resection	2.73 (0.95 - 7.25)	0.060	2.98 (0.94 - 9.21)	0.063
Peripheral wedge resection	0.46 (0.13 - 1.29)	0.148	0.34 (0.08 - 1.20)	0.096

*Multiple Logistic Regression.

OR, Odds ratio; 95%CI, 95% confidence interval; PT-INR, Prothrombin time-International normalized ratio; ICGR15, Indocyanine green clearance rate at 15 minutes; LSM, Liver stiffness measurement.

9. 図

Fig. 1



ドライバーで振動を伝え、MR装置で肝臓をスキャンする

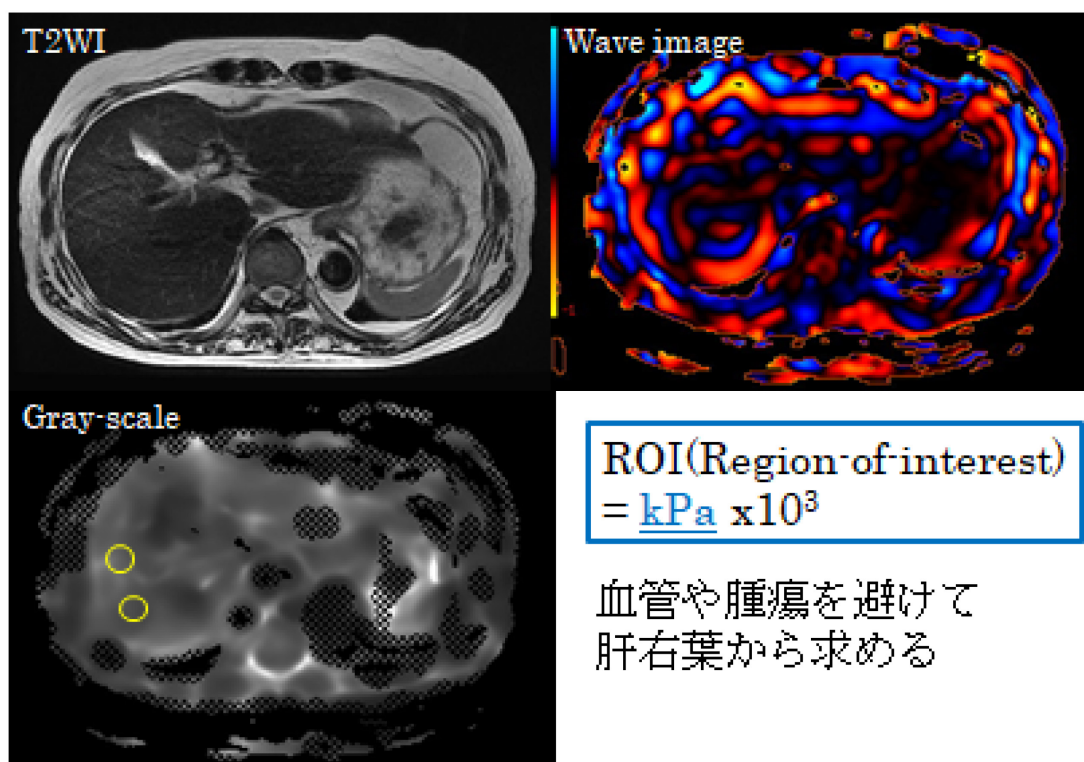


Fig. 2

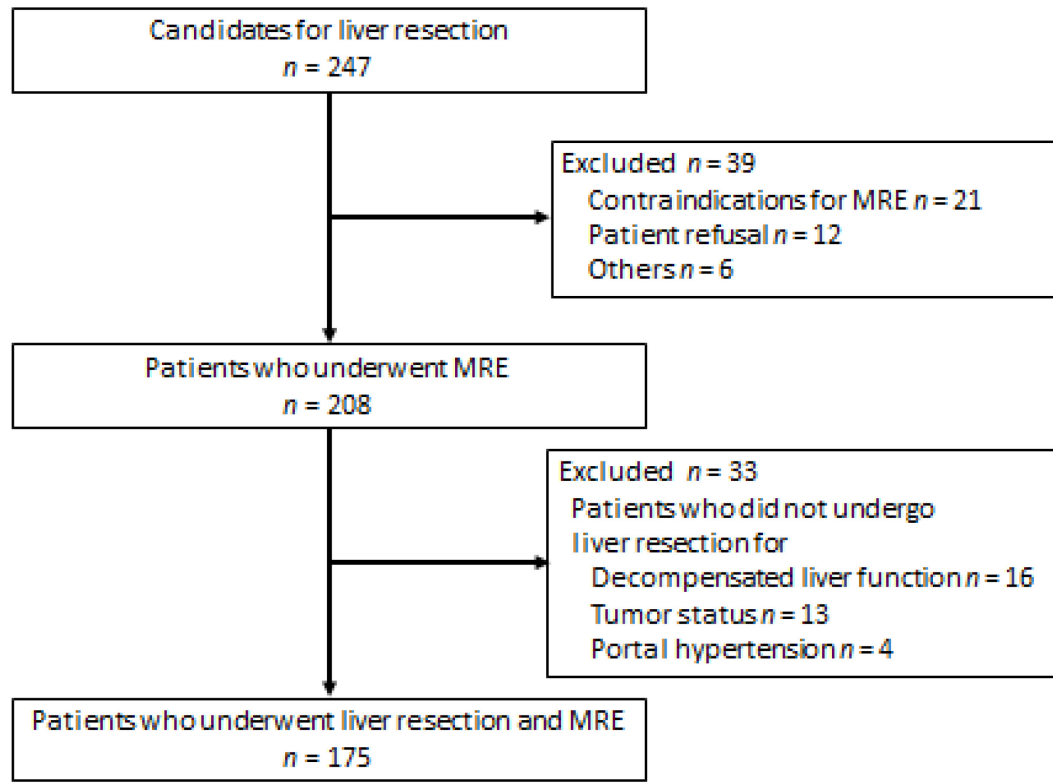


Fig. 3

幕内基準

▶ 腹水, 総ビリルビン値, ICGR15値

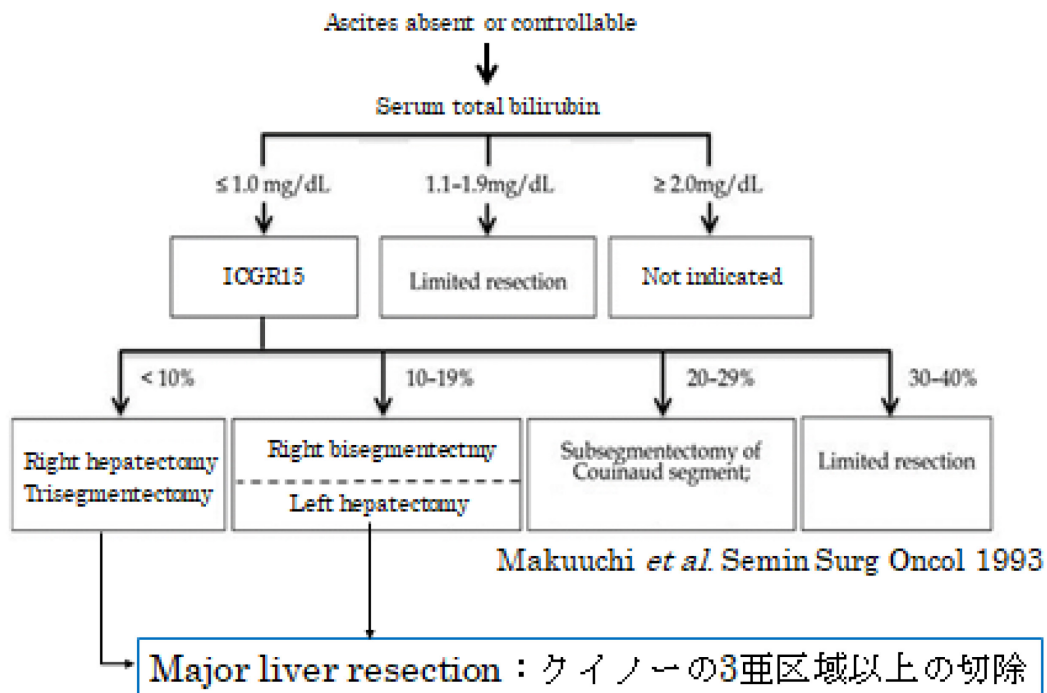


Fig. 4

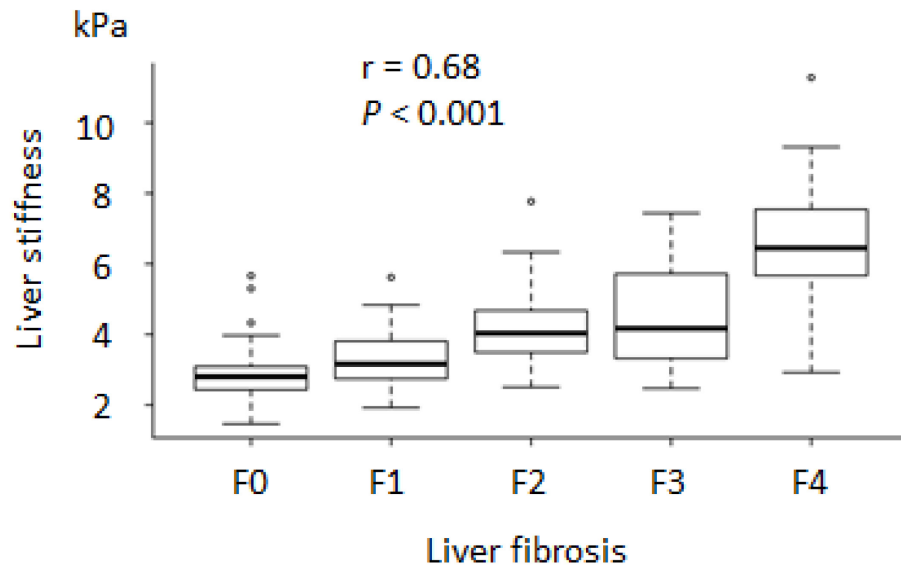
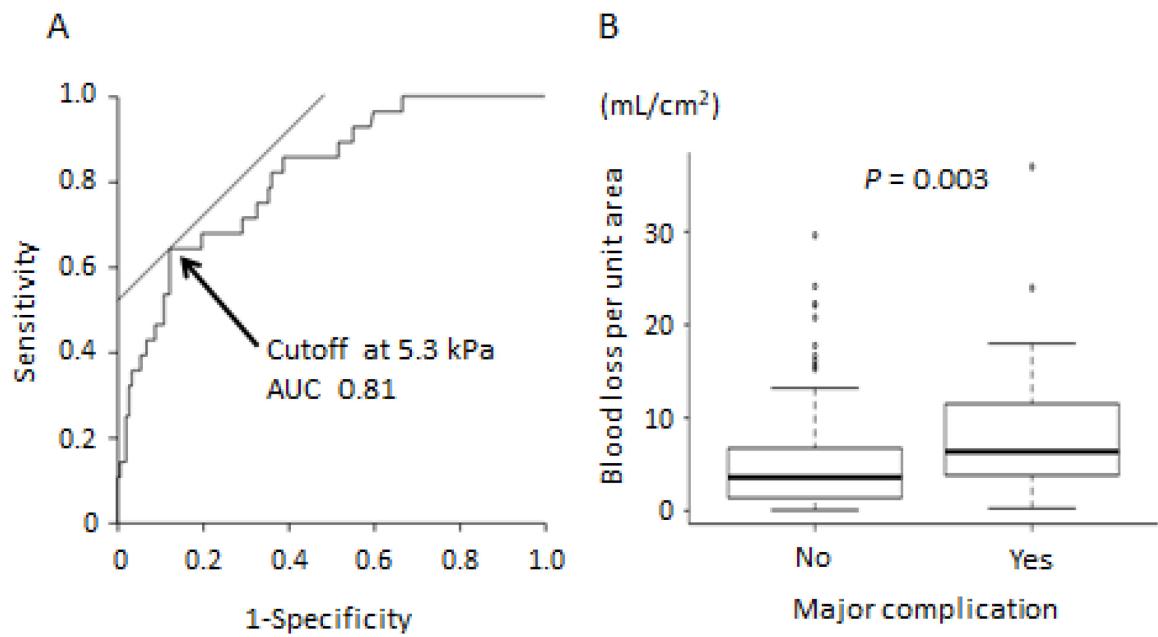


Fig. 5



10. 図説

Fig. 1 MR エラストグラフィーの測定

胸壁に張り付けた円盤状のパッシブドライバーから振動発生装置を介して肝臓を揺らして生じた弾性波を MRI 装置で画像化したエラストグラムという硬度マップで行う。この硬度マップ上の画素数 (ROI) がずり弾性率を表し、ROI の 1000 分の 1 の単位をキロパスカル (kPa) で表し肝硬度と呼ぶ。 T2 強調画像などで解剖学的位置関係を把握し、カラーの Wave image で弾性波の伝搬を確認し、グレイスケールにて ROI を測定する。

Fig. 2 対象患者のフローチャート

Fig. 3 幕内基準のアルゴリズム

肝切除範囲は、腹水および血清総ビリルビン値、ICGR15 値に基づいて決定される。Major liver resection はクイノーの 3 重区域以上の切除に該当する。

Fig. 4 肝硬度と肝線維化 (F 分類) の相関関係を示した箱ひげ図

有意な相関関係を認めた ($r = 0.68$, $P < 0.001$)。

Fig. 5 肝硬度と術後合併症、かつ肝離断出血量との関係

(A) 術後合併症 (Ⅲa 以上) に対する肝硬度の受信者動作特性曲線。

(B) 肝離断出血量と術後合併症の発生は有意な相関関係を認める ($P=0.003$)。

11. 引用文献

1. Berzigotti A, Reig M, Abraldes JG, et al. Portal hypertension and the outcome of surgery for hepatocellular carcinoma in compensated cirrhosis: a systematic review and meta-analysis. *Hepatology* 2015; 61: 526-536.
2. Masuzaki R, Tateishi R, Yoshida H, et al. Prospective risk assessment for hepatocellular carcinoma development in patients with chronic hepatitis C by transient elastography. *Hepatology* 2009; 49: 1954-1961.
3. Jung KS, Kim SU, Ahn SH, et al. Risk assessment of hepatitis B virus-related hepatocellular carcinoma development using liver stiffness measurement (FibroScan). *Hepatology* 2011; 53: 885-894.
4. 一般社団法人日本消化器病学会編, 「NAFLD/NASH 診療ガイドライン 2014」 南江堂, 東京, 2014.
5. Forner A, Llovet JM, Bruix J. Hepatocellular carcinoma. *The Lancet* 2012; 379: 1245-1255.
6. Bedossa P, Carrat F. Liver biopsy: the best, not the gold standard. *J Hepatol* 2009; 50: 1-3.

7. Regev A, Berho M, Jeffers LJ, et al. Sampling error and intraobserver variation in liver biopsy in patients with chronic HCV infection. *Am J Gastroenterol* 2002; 97: 2614-2618.
8. Wai CT, Greenon JK, Fontana RJ, et al. A simple noninvasive index can predict both significant fibrosis and cirrhosis in patients with chronic hepatitis C. *Hepatology* 2003; 38: 518-526.
9. Cui J, Ang B, Haufe W, et al. Comparative diagnostic accuracy of magnetic resonance elastography vs. eight clinical prediction rules for non-invasive diagnosis of advanced fibrosis in biopsy-proven non-alcoholic fatty liver disease: a prospective study. *Aliment Pharmacol Ther* 2015; 41: 1271-1280.
10. Huwart L, Sempoux C, Vicaut E, et al. Magnetic resonance elastography for the noninvasive staging of liver fibrosis. *Gastroenterology* 2008; 135: 32-40.
11. Ichikawa S, Motosugi U, Morisaka H, et al. Comparison of the diagnostic accuracies of magnetic resonance elastography and transient elastography for hepatic fibrosis. *Magn Reson Imaging* 2015; 33: 26-30.

12. Abe H, Midorikawa Y, Okada M, Takayama T. Clinical application of magnetic resonance elastography in chronic liver disease. *Hepatol Res* 2018.
13. Yin M, Talwalkar JA, Glaser KJ, et al. Assessment of hepatic fibrosis with magnetic resonance elastography. *Clin Gastroenterol Hepatol* 2007; 5: 1207-1213 e1202.
14. Kim D, Kim WR, Talwalkar JA, et al. Advanced fibrosis in nonalcoholic fatty liver disease: noninvasive assessment with MR elastography. *Radiology* 2013; 268: 411-419.
15. Loomba R, Wolfson T, Ang B, et al. Magnetic resonance elastography predicts advanced fibrosis in patients with nonalcoholic fatty liver disease: a prospective study. *Hepatology* 2014; 60: 1920-1928.
16. Singh S, Muir AJ, Dieterich DT, Falck-Ytter YT. American Gastroenterological Association Institute Technical Review on the Role of Elastography in Chronic Liver Diseases. *Gastroenterology* 2017; 152: 1544-1577.
17. Imamura H, Seyama Y, Kokudo N, et al. One thousand fifty-six hepatectomies without mortality in 8 years. *Arch Surg* 2003; 138: 1198-1206; discussion 1206.

18. Kamiyama T, Nakanishi K, Yokoo H, et al. Perioperative management of hepatic resection toward zero mortality and morbidity: analysis of 793 consecutive cases in a single institution. *J Am Coll Surg* 2010; 211: 443-449.
19. Yamamoto Y, Shimada K, Sakamoto Y, et al. Preoperative identification of intraoperative blood loss of more than 1,500 mL during elective hepatectomy. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* 2011; 18: 829-838.
20. Aramaki O, Takayama T, Higaki T, et al. Decreased blood loss reduces postoperative complications in resection for hepatocellular carcinoma. *J Hepatobiliary Pancreat Sci* 2014; 21: 585-591.
21. Belghiti J, Hiramatsu K, Benoist S, et al. Seven hundred forty-seven hepatectomies in the 1990s: an update to evaluate the actual risk of liver resection. *J Am Coll Surg* 2000; 191: 38-46.
22. Fan ST, Lai EC, Lo CM, et al. Hospital mortality of major hepatectomy for hepatocellular carcinoma associated with cirrhosis. *Arch Surg* 1995; 130: 198-203.
23. Kim MS, Lee JR. Assessment of liver stiffness measurement: novel intraoperative blood loss predictor? *World J Surg* 2013; 37: 185-191.

24. Castera L, Forns X, Alberti A. Non-invasive evaluation of liver fibrosis using transient elastography. *J Hepatol* 2008; 48: 835-847.
25. Wong JS, Wong GL, Chan AW, et al. Liver stiffness measurement by transient elastography as a predictor on posthepatectomy outcomes. *Ann Surg* 2013; 257: 922-928.
26. Venkatesh SK, Yin M, Ehman RL. Magnetic resonance elastography of liver: technique, analysis, and clinical applications. *J Magn Reson Imaging* 2013; 37: 544-555.
27. Yoshimitsu K, Mitsufuji T, Shinagawa Y, et al. MR elastography of the liver at 3.0 T in diagnosing liver fibrosis grades: preliminary clinical experience. *Eur Radiol* 2016; 26: 656-663.
28. Brunt EM, Janney CG, Di Bisceglie AM, et al. Nonalcoholic steatohepatitis: a proposal for grading and staging the histological lesions. *Am J Gastroenterol* 1999; 94: 2467-2474.
29. Makuuchi M, Kosuge T, Takayama T, et al. Surgery for small liver cancers. *Semin Surg Oncol* 1993; 9: 298-304.
30. Takayama T, Makuuchi M, Kubota K, et al. Randomized comparison of ultrasonic vs clamp transection of the liver. *Arch Surg* 2001; 136: 922-928.

31. Dindo D, Demartines N, Clavien P-A. Classification of Surgical Complications. *Ann Surg* 2004; 240: 205-213.
32. Rahbari NN, Garden OJ, Padbury R, et al. Posthepatectomy liver failure: a definition and grading by the International Study Group of Liver Surgery (ISGLS). *Surgery* 2011; 149: 713-724.
33. Ichida A, Hasegawa K, Takayama T, et al. Randomized clinical trial comparing two vessel-sealing devices with crush clamping during liver transection. *Br J Surg* 2016; 103: 1795-1803.
34. Fung J, Poon RT, Yu WC, et al. Use of liver stiffness measurement for liver resection surgery: correlation with indocyanine green clearance testing and post-operative outcome. *PLoS One* 2013; 8: e72306.
35. 一般社団法人日本肝臓学会編, 「肝臓診療ガイドライン 2017年版」 金原出版, 東京, 2017.
36. 大腸癌研究会編, 「大腸癌診療ガイドライン 医師用 2019年版」 金原出版, 東京, 2019.
37. Batheja M, Vargas H, Silva AM, et al. Magnetic resonance elastography (MRE) in assessing hepatic fibrosis: performance in a cohort of patients with histological data. *Abdom Imaging* 2015; 40: 760-765.

38. Yin M, Glaser KJ, Talwalkar JA, et al. Hepatic MR Elastography: Clinical Performance in a Series of 1377 Consecutive Examinations. *Radiology* 2016; 278: 114-124.
39. Mitsuka Y, Midorikawa Y, Abe H, et al. A prediction model for the grade of liver fibrosis using magnetic resonance elastography. *BMC Gastroenterol*, 2017; 17: 133.
40. Wagner M, Corcuera-Solano I, Lo G, et al. Technical Failure of MR Elastography Examinations of the Liver: Experience from a Large Single-Center Study. *Radiology*, 2017; 284: 401-412.
41. Kokudo N, Imamura H, Sano K, et al. Ultrasonically Assisted Retrohepatic Dissection for a Liver Hanging Maneuver. *Ann Surg* 2005; 242: 651-654.
42. Ogata S, Belghiti J, Varma D, et al. Two hundred liver hanging maneuvers for major hepatectomy: a single-center experience. *Ann Surg* 2007; 245: 31-35.
43. Rahbari NN, Koch M, Zimmermann JB, et al. Infrahepatic inferior vena cava clamping for reduction of central venous pressure and blood loss

during hepatic resection: a randomized controlled trial. *Ann Surg* 2011; 253:
1102-1110.

12. 研究業績

研究業績

阿部勇人

I	発表	① 一般発表	5 6	(筆頭 1 6 のみ記)
		② 特別発表	1 1	
II	論文	① 原著論文	6	(共 6)
		② 症例報告	9	(共 9)
		③ 総説	1	(共 1)
III	著書		なし	

I 発表

① 一般発表

1. 阿部 勇人, 堀 孝吏, 南村 圭亮, 梅村 彰尚, 菊一 雅弘, 平田 泰, 坂本 昌義 : 初期研修医が経験した成人鼠径ヘルニアに対する術式の検討. 第 6 回日本ヘルニア研究会, 東京, 2008.4
2. 阿部 勇人, 太田 大介, 加藤 孝男, 福内 敦, 西 常博 : 潜在性乳癌の 3 例. 第 71 回日本臨床外科学会総会, 京都, 2009.11
3. 阿部 勇人, 池田 晋悟, 日野 春秋, 星野 竜広, 横田 俊也, 川野 亮二, 羽田 圓城, 藤井 晶子, 森 正也 : 気管分岐下まで二股に伸展した縦隔内甲状腺腫の 1 切除例. 第 156 回日本肺癌学会関東支部会, 東京, 2009.12
4. 阿部 勇人, 平田 泰, 南村 圭亮, 梅村 彰尚, 真船 健一 : 嚢胞内感染が疑われた成人の腸間膜リンパ管腫の 2 切除例. 第 66 回日本消化器外科学会総会, 名古屋, 2011.7
5. 阿部 勇人, 南村 圭亮, 梅村 彰尚, 平田 泰, 真船 健一 : 当科における食道胃接合部癌の臨床病理学的検討. 第 84 回日本胃癌学会総会, 大阪, 2012.2
6. 阿部 勇人, 平田 泰, 南村 圭亮, 安部 仁, 梅村 彰尚, 真船 健一 : 右下腹壁静脈を側副血行路とした小腸静脈瘤破裂の 1 例. 第 48 回日本腹部救急医学学会総会, 金沢, 2012.3

7. 阿部 勇人, 南村 圭亮, 真船 健一 : 30 代女性の膵 Solid Pseudopapillary Neoplasm(SPN)に対し腹腔鏡下膵体尾部切除術を施行した 2 例. 第 24 回日本肝胆膵外科学会学術集会, 大阪, 2012.5
8. 阿部 勇人, 南村 圭亮, 安部 仁, 梅村 彰尚, 平田 泰, 真船 健一 : 原発巣切除後の切除不能な再発大腸癌に対する 2 次治療としての FOLFIRI+Bevacizumab 療法. 第 67 回日本消化器外科学会総会, 富山, 2012.7
9. 阿部 勇人, 入江 彰一, 南村 圭亮, 安部 仁, 梅村 彰尚, 平田 泰, 真船 健一 : 血液透析患者における消化器外科手術症例の検討. 第 74 回日本臨床外科学会総会, 東京, 2012.11
10. 阿部 勇人, 入江 彰一, 南村 圭亮, 安部 仁, 梅村 彰尚, 平田 泰, 真船 健一 : 血液透析患者の消化器外科手術における術後合併症のリスク評価とその重症度の検討 E-PASS scoring system と Clavien-Dindo 分類を用いて. 第 113 回日本外科学会定期学術集会, 福岡, 2013.4
11. 阿部 勇人, 入江 彰一, 南村 圭亮, 安部 仁, 梅村 彰尚, 平田 泰, 真船 健一 : 血液透析患者における消化器外科緊急手術のリスク評価 E-PASS scoring system を用いて. 第 68 回日本消化器外科学会総会, 宮崎, 2013.7
12. 阿部 勇人, 山崎 慎太郎, 高根 希世子, 吉田 直, 金本 彰, 高山 忠利 : Billroth-II 法再建後の悪性十二指腸狭窄に対する経皮的ステント治療の 1 例.

第 26 回日本肝胆膵外科学会学術集会, 和歌山, 2014.6

13. 阿部 勇人, 高山 忠利, 緑川 泰, 三塚 裕介, 山崎 慎太郎, 荒牧 修, 金本 彰, 森口 正倫, 桧垣 時夫, 大久保 貴生, 中山 壽之, 森山 光彦, 原留 弘樹, 阿部 修, 杉谷 雅彦: **Magnetic resonance elastography** による肝臓評価. 第 20 回日本肝臓学会大会, 神戸, 2016.11

14. 阿部 勇人, 緑川 泰, 三塚 裕介, 桧垣 時夫, 荒牧 修, 松本 直樹, 森山 光彦, 原留 弘樹, 杉谷 雅彦, 高山 忠利: **MR エラストグラフィ** による肝切除の術後合併症予測. 第 72 回日本消化器外科学会総会, 金沢, 2017.7

15. 阿部 勇人, 吉田 直樹, 島田 恵, 市田 晃彦, 宮崎 晃行, 高本 健史, 丸山 嘉一, 橋本 拓哉, 高山 忠利, 幕内 雅敏: 膵頭十二指腸切除術後の非アルコール性脂肪肝疾患への罹患リスクの検討. 第 79 回日本臨床外科学会総会, 東京, 2017.10

16. 阿部 勇人, 緑川 泰, 三塚 裕介, 岡田 真広, 高山 忠利: 肝切除における **MR エラストグラフィ** を用いた肝予備能評価. 第 73 回日本外科学会定期学術集会, 鹿児島, 2018.7

② 特別発表

1. 山崎 慎太郎, 高山 忠利, 三塚 祐介, 岩間 敦子, 阿部 勇人, 吉田 直,

大久保 貴生, 緑川 泰, 金本 彰, 中山 壽之, 檜垣 時夫 : Evidence Base の肝切除周術期管理の確立と費用対効果の両立. 第 75 回日本臨床外科学会総会, 東京, 2013.11

2. 山崎 慎太郎, 高山 忠利, 吉田 直, 万本 潤, 蛭澤 記代子, 阿部 勇人, 吉田 直樹, 宮崎 晃行, 青木 優, 森口 正倫, 檜垣 時夫 : 転移性肝癌の治療方針 大腸癌転肝転移に対する治療アルゴリズム. 第 26 回日本肝胆膵外科学会学術集会, 和歌山, 2014.6

3. 阿部 勇人, 高山 忠利, 吉田 直, 檜垣 時夫, 山崎 慎太郎 : 大腸癌肝転移に対する治療戦略 再発大腸癌肝転移に対する再肝切除の意義. 第 69 回日本消化器外科学会総会, 郡山, 2014.7

4. 山崎 慎太郎, 高山 忠利, 吉田 直, 万本 潤, 蛭澤 記代子, 阿部 勇人, 吉田 直樹, 青木 優, 森口 正倫, 檜垣 時夫 : 肝切除術におけるリスク評価と治療成績向上に向けた対策 Evidence Base の肝切除周術期管理法によるリスクリダクションの試み. 第 69 回日本消化器外科学会総会, 郡山, 2014.7

5. 檜垣 時夫, 高山 忠利, 森口 正倫, 中山 壽之, 大久保 貴生, 緑川 泰, 宮崎 晃行, 金本 彰, 吉田 直, 阿部 勇人, 山崎 慎太郎 : 高度脈管(門脈, 肝静脈, 胆管)侵襲を伴う肝細胞癌に対する治療戦略 肝胆膵 高度脈管侵襲(Vp3-4)を伴う肝細胞癌の治療成績. 第 115 回日本外科学会定期学術集会, 名古屋, 2015.4

6. 阿部 勇人, 山崎 慎太郎, 高山 忠利: 肝臓の外科解剖、特にⅡ区域の新たな考え方 肝静脈と門脈解剖における S5 と S6 境界の乖離の条件. 第 70 回日本消化器外科学会総会, 浜松, 2015.7
7. 吉田 直樹, 高本 健史, 橋本 拓哉, 丸山 嘉一, 宮崎 晃行, 阿部 勇人, 島田 恵, 幕内 雅敏: 肝臓同時切除の適応と手技の工夫 胆道癌に対する拡大肝切除・膵頭十二指腸切除術の手術成績. 第 78 回日本臨床外科学会総会. 東京, 2016.10
8. 市田 晃彦, 高本 健史, 吉田 直樹, 島田 恵, 阿部 勇人, 宮崎 晃行, 丸山 嘉一, 橋本 拓哉, 幕内 雅敏: 肝内胆管癌に対するリンパ節郭清・肝外胆管切除—術前および術中診断に基づいた至適術式の選択について—. 第 117 回日本外科学会定期学術集会, 横浜, 2017.4
9. 高本 健史, 市田 晃彦, 阿部 勇人, 吉田 直樹, 島田 恵, 宮崎 晃行, 丸山 嘉一, 橋本 拓哉, 幕内 雅敏: 大腸癌肝転移に対する治療戦略 大腸癌肝転移に対する肝切除の術前化学療法の影響 Propensity Score Matching での評価と肝転移個数の影響. 第 72 回日本消化器外科学会総会, 金沢, 2017.7
10. 市田 晃彦, 高本 健史, 吉田 直樹, 島田 恵, 阿部 勇人, 宮崎 晃行, 丸山 嘉一, 橋本 拓哉, 幕内 雅敏: 高度進行肝細胞癌に対する治療戦略 直径 10cm 以上の肝細胞癌に対する肝切除 術式・Stage ごとの成績について. 第 72

回日本消化器外科学会総会，金沢，2017.7

11. 阿部 勇人，緑川 泰，高山 忠利：肝細胞癌術前患者のMRエラストグラフィによる食道静脈瘤評価．第15回日本消化器外科学会大会，福岡，2017.10

II 論文

① 原著論文

1. 阿部 勇人，真船 健一，南村 圭亮，安部 仁，梅村 彰尚，平田 泰：原発巣切除後の転移・再発大腸癌に対する二次治療としてのFOLFIRI+Bevacizumab療法．*癌と化学療法* 40：601-604，2013.

2. Abe H，Mafune K：Risk factors for maintenance hemodialysis patients undergoing elective and emergency abdominal surgery. *Surg Today*. 44:1906-1911, 2014.

3. Abe H，Mafune K，Minamimura K，Hirata T：Validation of the Estimation of Physiologic Ability and Surgical Stress (E-PASS) score for maintenance hemodialysis patients undergoing elective abdominal surgery. *Dig Surg*. 31:269-275, 2014.

4. Abe H，Midorikawa Y，Mitsuka Y，Aramaki O，Higaki T，Matsumoto N，Moriyama M，Haradome H，Abe O，Sugitani M，Tsuji S，Takayama T：

Predicting postoperative outcomes of liver resection by magnetic resonance elastography. *Surgery*. 162:248-255, 2017.

5. Abe H, Yamazaki S, Moriguchi M, Higaki T, Takayama T: Perfusion and drainage difference in the liver parenchyma: Regional plane in segment 6. *BioScience Trends*. 11:326-332, 2017.

6. Mitsuka Y, Midorikawa Y, Abe H, Matsumoto N, Moriyama M, Haradome H, Sugitani M, Tsuji S, Takayama T: A prediction model for the grade of liver fibrosis using magnetic resonance elastography. *BMC Gastroenterol*. 17:133, 2018.

② 症例報告

1. 阿部 勇人, 池田 晋悟, 日野 春秋, 星野 竜広, 横田 俊也, 羽田 圓城 : 気管分岐部まで二股状に進展した縦隔内甲状腺腫の 1 切除例. *日本呼吸器外科学会雑誌* 25 : 518-521, 2011.

2. 阿部 勇人, 平田 泰, 南村 圭亮, 安部 仁, 梅村 彰尚, 真船 健一 : 嚢胞内感染が疑われた成人の腸間膜リンパ管腫の 2 例. *日本臨床外科学会雑誌* 73 : 1269-1273, 2012.

3. 阿部 勇人, 入江 彰一, 南村 圭亮, 真船 健一 : 右下腹壁静脈を主な流出

路とした小腸静脈瘤破裂の1例. 日本腹部救急医学会雑誌 33:653-655, 2013.

4. 岡村 裕輔, 南村 圭亮, 阿部 勇人, 梅村 彰尚, 平田 泰, 真船 健一: CT 画像診断により早期手術が可能であった S 状結腸間膜窩ヘルニアの1例. 外科 76 : 331-335, 2014.

5. 園田 洋史, 南村 圭亮, 入江 彰一, 阿部 勇人, 平田 泰, 真船 健一: 腹膜透析患者に対して吊り上げ式腹腔鏡下胆嚢摘出術を施行した1例. Therapeutic Research. 35 : 917-922, 2014.

6. Hayato Abe, Shintaro Yamazaki, Kiyoko Takane, Yousuke Nakashima, Nao Yoshida, Akira Kanamoto, Tadatoshi Takayama : Percutaneous biliary and duodenum stenting without endoscopy for malignant obstruction after Billroth-II reconstruction: a case report. 日本外科系連合学会誌 40 : 719-722, 2015.

7. 服部 桜子, 阿部 勇人, 山崎 慎太郎, 高根 希世子, 松野 順敬, 吉田 直, 檜垣 時夫, 高山 忠利, 下田 勝巳, 仲沢 弘明: 大腿筋膜による横隔膜再建を要した再肝切除の1例. 日本外科系連合学会誌 40 : 944-948, 2015.

8. Yoshida N, Takamoto T, Hashimoto T, Maruyama Y, Abe H, Shimada K, Takayama T, Makuuchi M: Living donor liver transplantation using an extended right lateral sector graft. Liver Transpl. 23:398-402, 2017.

9. 市田 晃彦, 高本 健史, 吉田 直樹, 島田 恵, 阿部 勇人, 宮崎 晃行, 丸山 嘉一, 橋本 拓哉, 武村 民子, 幕内 雅敏 : 胆管内腫瘍栓を伴う肝細胞癌に対し 2 回の腫瘍切除と 2 回の肝動脈化学塞栓療法を行い 7 年無再発生存中の 1 症例. *Liver cancer* 23 : 77-82, 2017.

③ 総説

1. Abe H, Midorikawa Y, Okada M, Takayama T: Clinical application of magnetic resonance elastography in chronic liver disease. *Hepatol Res.* 48:780-787, 2018.