2026.04.01

膵臓外科系統講義

名古屋大学医学部附属病院
消化器・腫瘍外科

髙見　秀樹

この講義の目標

01

膵臓周囲の**解剖**・膵臓の**機能**を述べることができる

02

主要な膵切除の方法と手順を述べることができる

03

膵切除に起こりうる**合併症**を記述することができる

04

膵疾患の**集学的治療**を説明することができる

この講義の出席について

- Webテストに登録
- **90点以上が合格ライン**
- テストに合格すれば出席
- 授業にでればおそらく合格は可能

膵臓外科最終テスト

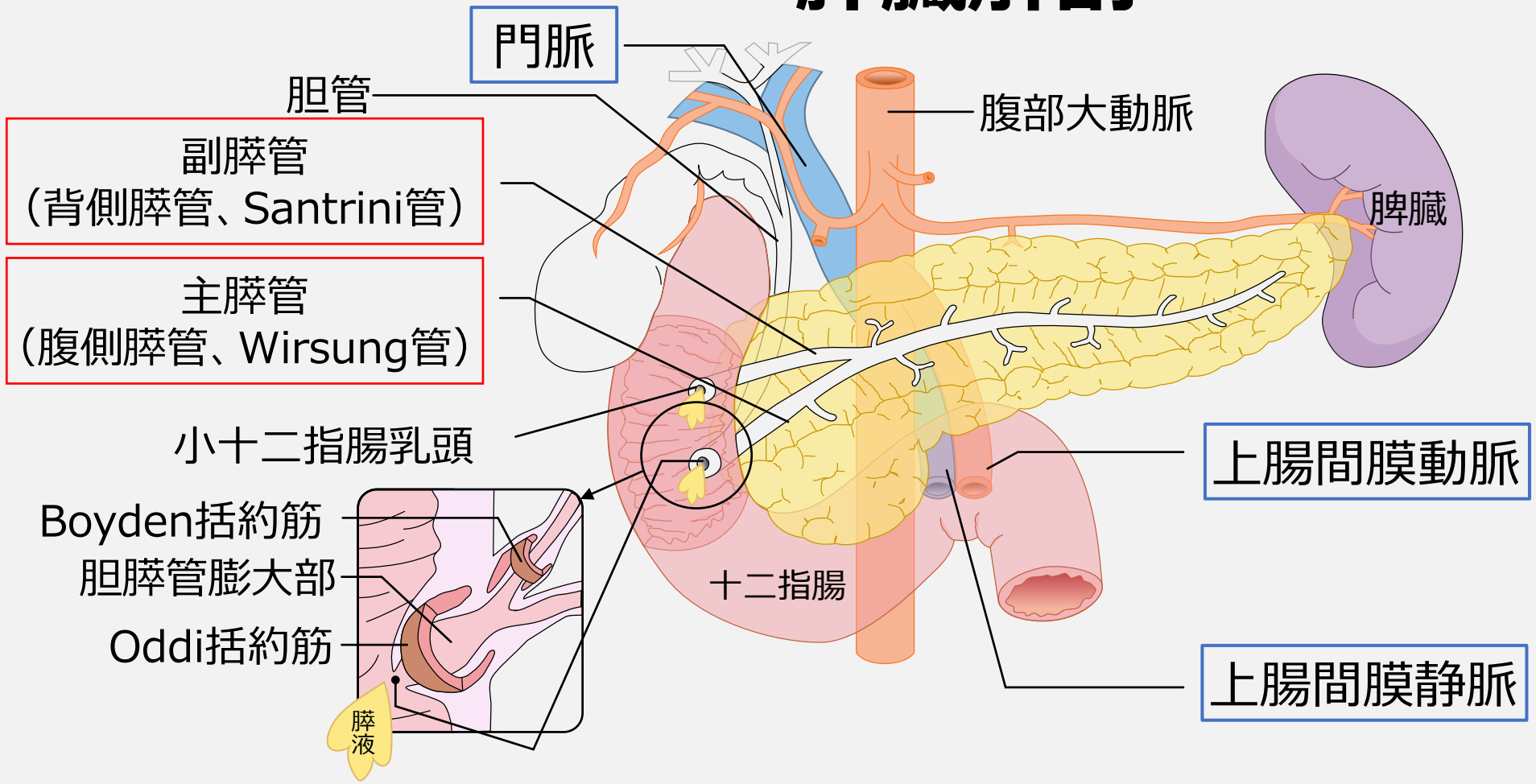
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScbhkrPqTuqfMrYtVpXohe2BJsRr855D66Fl4psWISKCTt7mQ/viewform?usp=publish-editor

- 90点以上の正解で出席となります

01

膵臓の解剖と生理

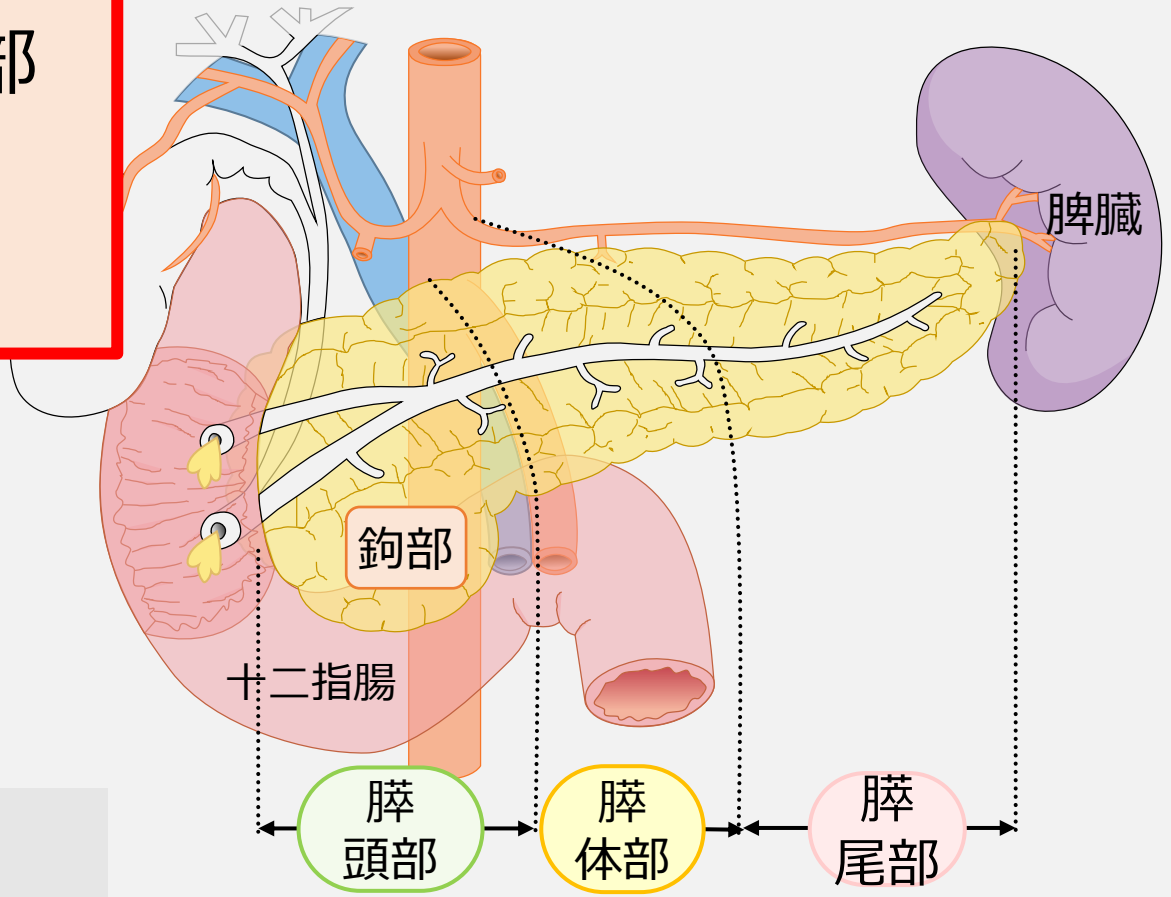
膵臓解剖



医療情報科学研究所 編.: 病気がみえる vol.1 消化器, メディックメディア. 2016; 第5版: P351

膵臓解剖

- SMA・SMVの腹側
- 膵頭部・体部・尾部
- 胃の背側
- 腎臓より腹側



膵頭部：門脈左縁まで

膵体部： 大動脈左縁まで

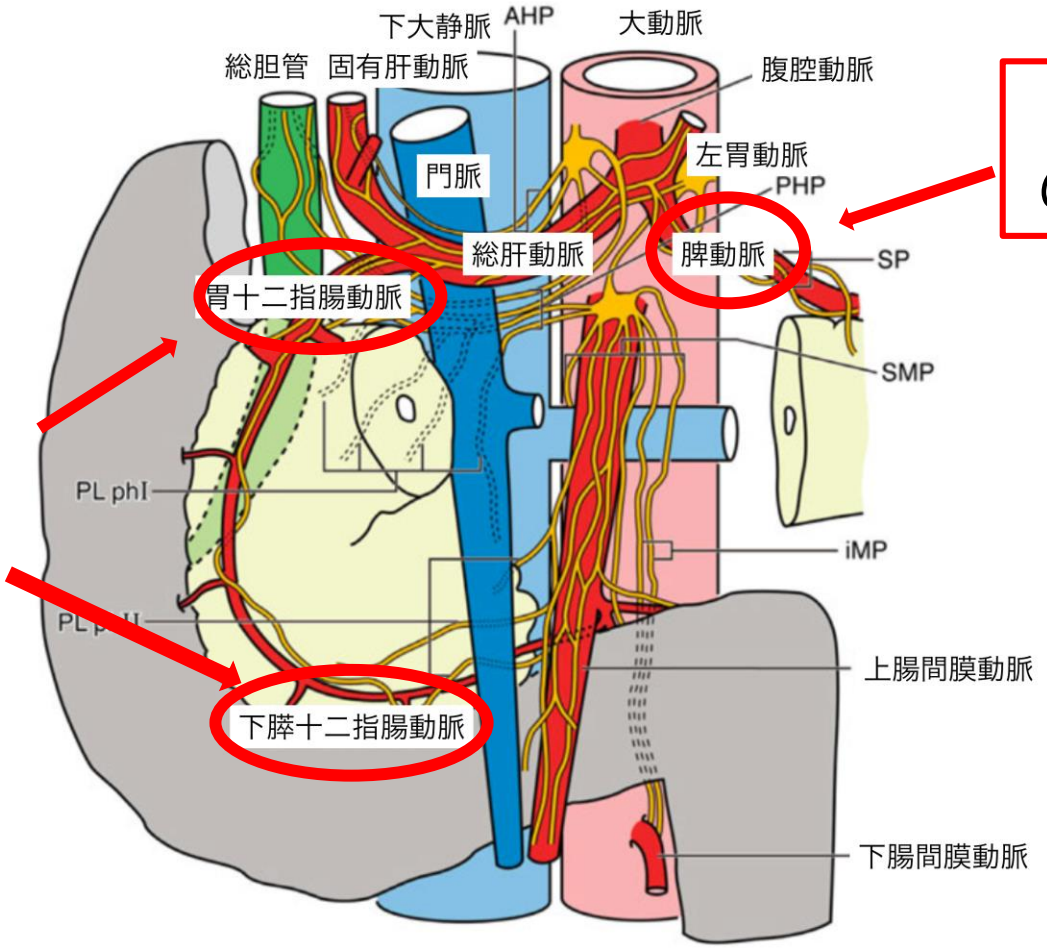
膵尾部： 大動脈左縁から遠位

医療情報科学研究所 編.: 病気がみえる vol.1 消化器, メディックメディア. 2016; 第5版: P351

膵臓周囲血管解剖

膵体尾部
の栄養血管

膵頭部
アーケード



膵癌取扱い規約 第7版

膵臓の役割

- 外分泌機能・・・消化液（膵液）を出す
  ・トリプシン
  ・キモトリプシン
  ・エラスターゼ
  ・アミラーゼ
  ・リパーゼ
  etc

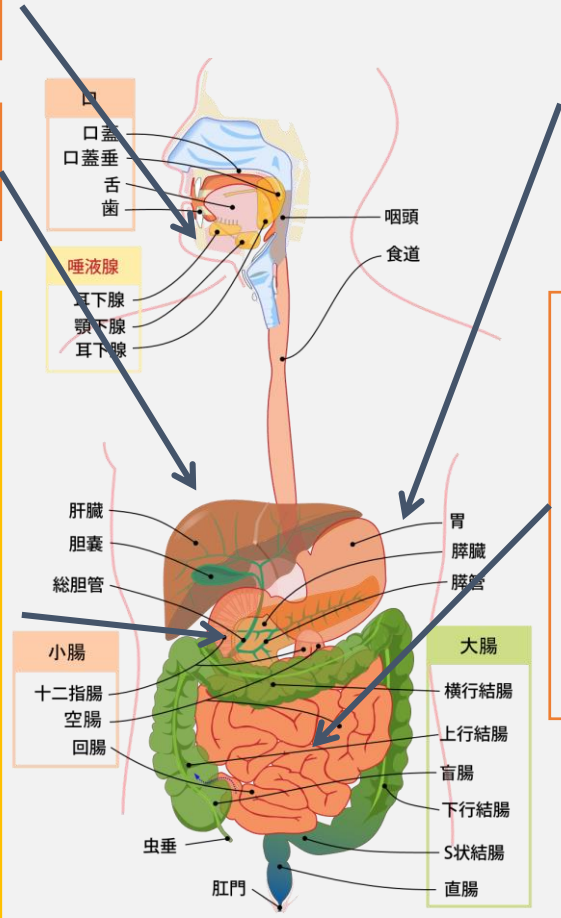
- 内分泌機能・・・ホルモンを出す
  ・インスリン
  ・グルカゴン
  ・ソマトスタチン

消化と吸収

■ 唾液（1日1.0-1.5L）
アミラーゼ → でんぷん分解

■ 胆汁（1日0.6L）
胆汁酸炎 → 脂肪分解促進

■ **膵液（1日0.7-2.5L）**
重炭酸 → 胃酸の中和
トリプシン → タンパク質分解
キモトリプシン → タンパク質分解
エラスターゼ → タンパク質分解
アミラーゼ → でんぷん分解
膵リパーゼ → 脂肪分解
ホスホリパーゼ → リン脂質分解
Rnase → RNA分解
Dnase → DNA分解

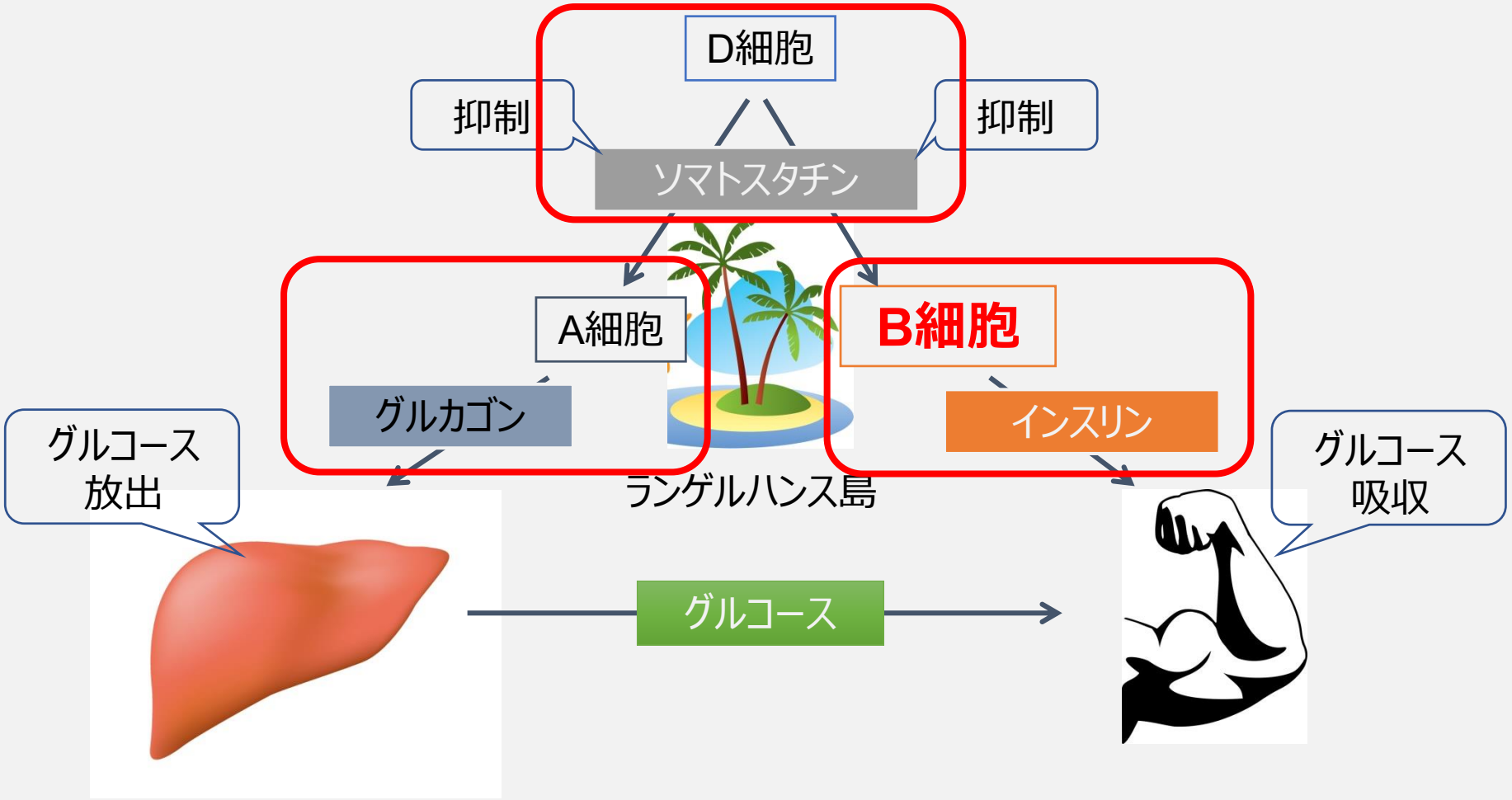


■ 胃液（1日2-3L）
塩酸 → タンパク質変性
ペプシン → タンパク質分解
胃リパーゼ → 脂肪分解

■ 小腸液（1日量不明）
アミノペプチダーゼ → ペプチド分解
ジペプチダーゼ → ジペプチド分解
αグルコシダーゼ → オリゴ糖分解
βガラクトシダーゼ → ラクトース分解
スクラーゼ → スクロース分解
トレハラーゼ → トレハロース分解

膵臓のホルモン

膵島（ランゲルハンス島）は膵臓の内分泌細胞の集まり



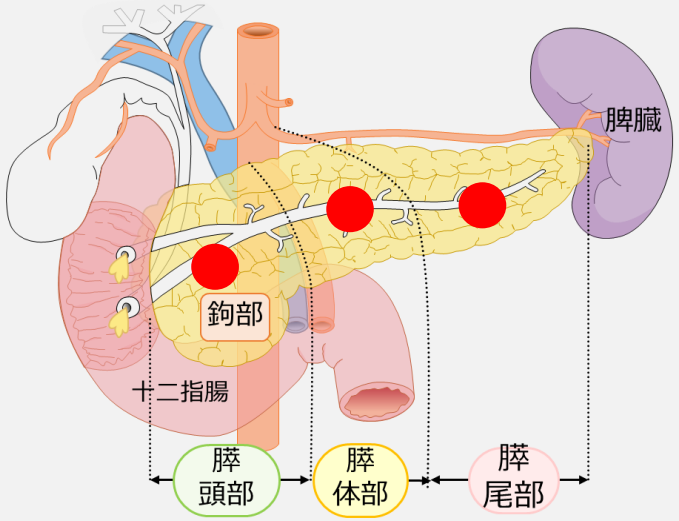
02

膵切除術

手術が必要な膵臓の疾患

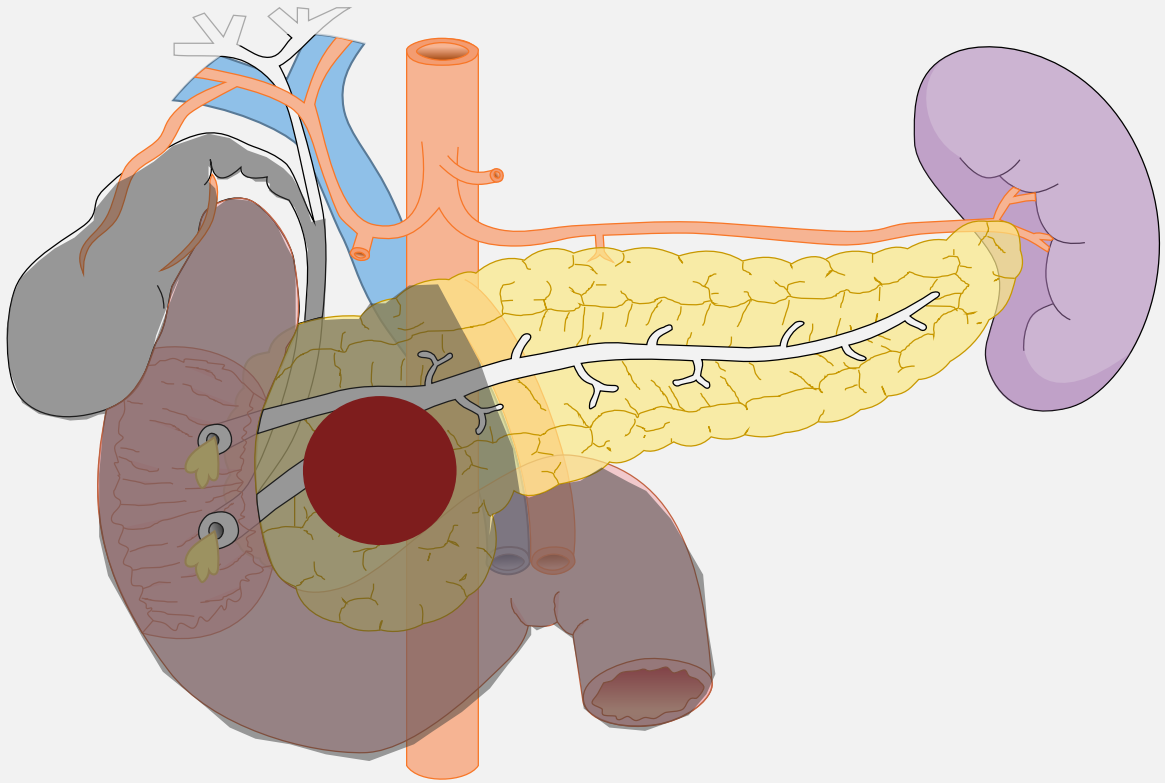
- 悪性病変
  - 膵臓癌
  - 遠位胆管癌
  - 十二指腸乳頭部癌
  - 十二指腸癌
- 低悪性病変
  - 膵管内乳頭粘液性腫瘍（IPMN）
  - 充実性偽乳頭腫瘍（SPN）
  - 粘液性嚢胞性腫瘍（MCN）
  - 膵神経内分泌腫瘍（PNEN）
- 良性病変
  - 慢性膵炎
  - 膵仮性嚢胞

どこにできるか



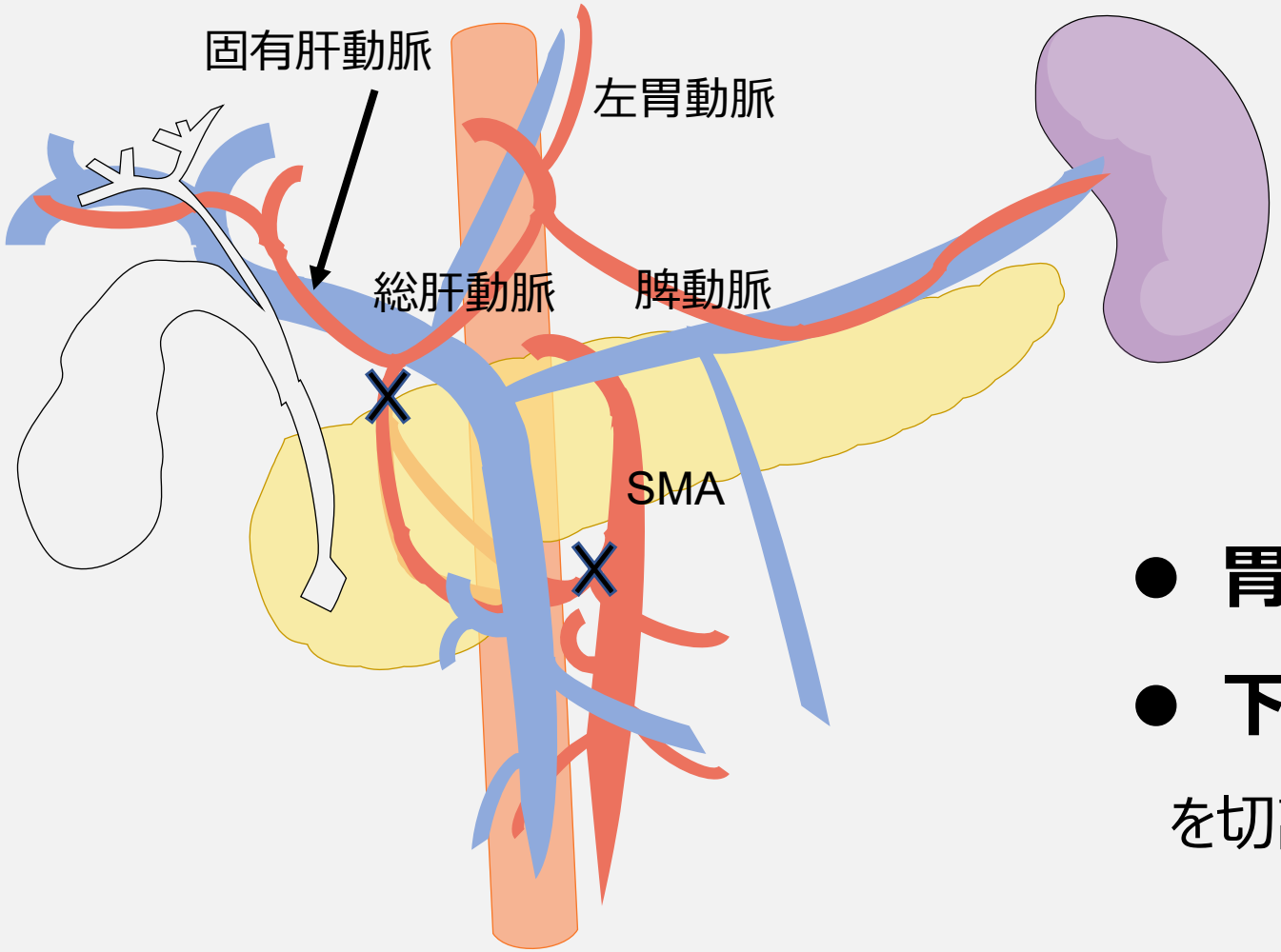
基本術式

膵頭十二指腸切除術



- 膵頭部・遠位胆管・
  十二指腸にできた病変
  - ✓ 基本術式
  - ✓ **リンパ節郭清**◎
  - ✓ 悪性・低悪性度どちらも

膵頭十二指腸切除術



- **胃十二指腸動脈**（GDA）
- **下膵十二指腸動脈**（IPDA）

を切離

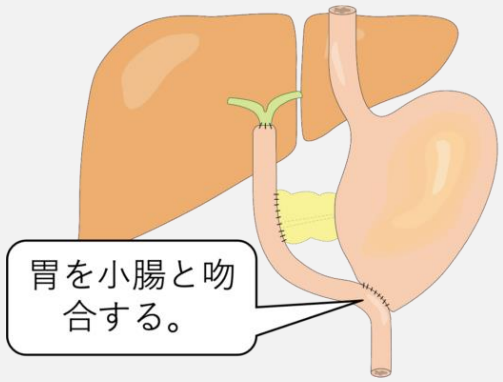
PD後の再建

- **膵空腸吻合**

CHILD法

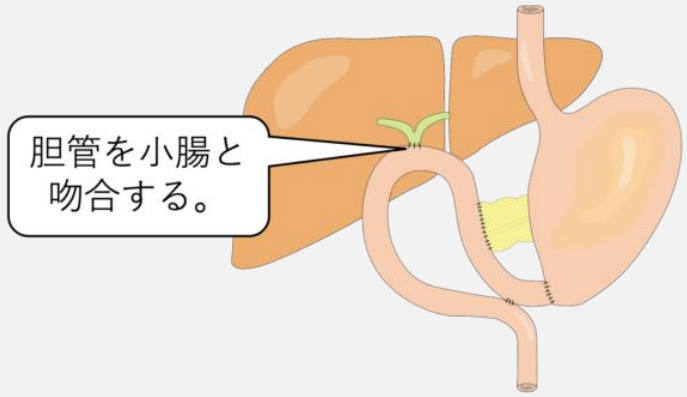
https://medicalnote.jp/diseases/%E8%86%B5%E8%87%93%E3%81%8C%E3%82%93/contents/151104-000035-YVYHZZ

ウィップル
Whipple法



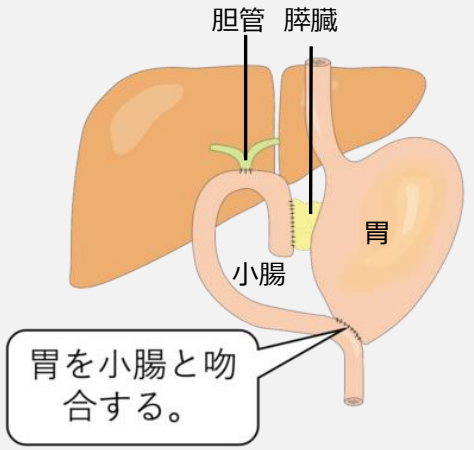
胆管，膵，胃の順に小腸と吻合

キャトル
Cattell法



再建後の食物の通過が生理的な術式

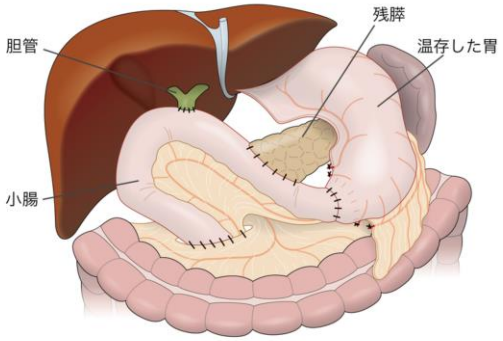
チャイルド
Child法



膵，胆管，胃の順に小腸と吻合

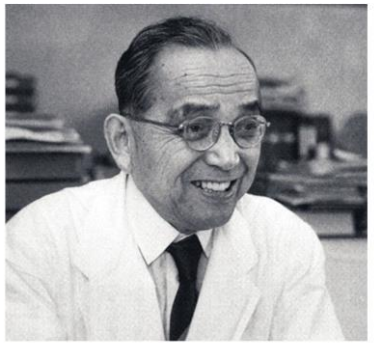
当院での方法

今永法



今永　一　先生

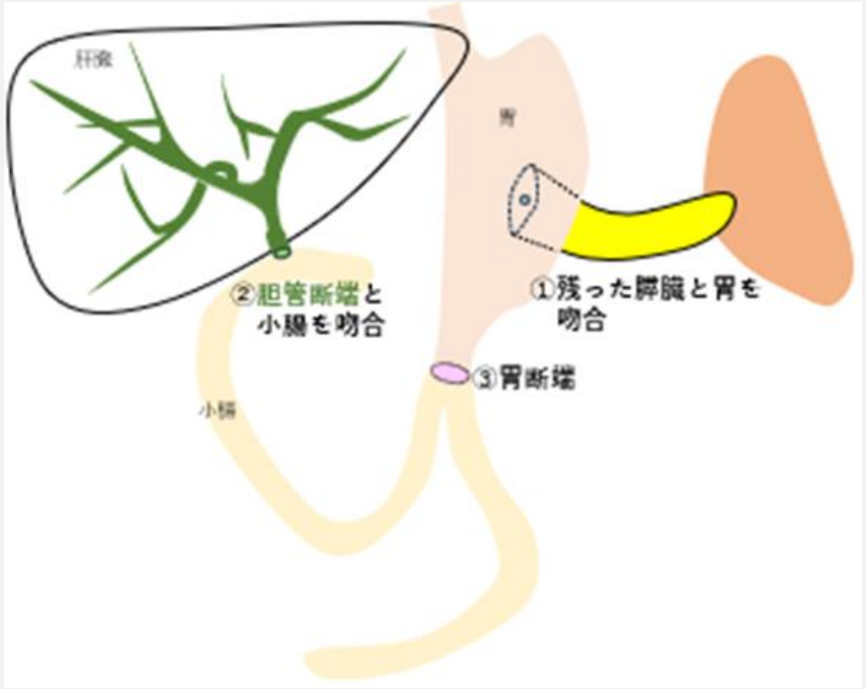
名古屋大学第二外科　教授



https://遠隔画像診断.jp/archives/40312

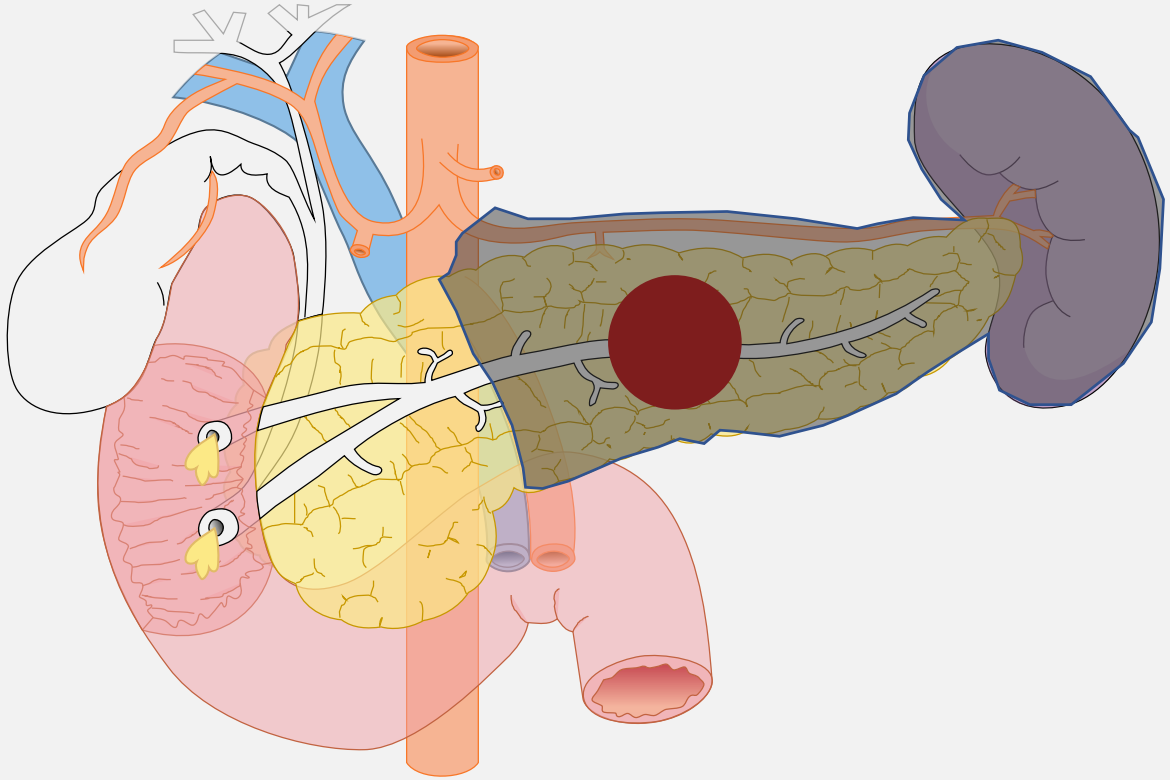
PD後の再建

- **膵胃吻合**



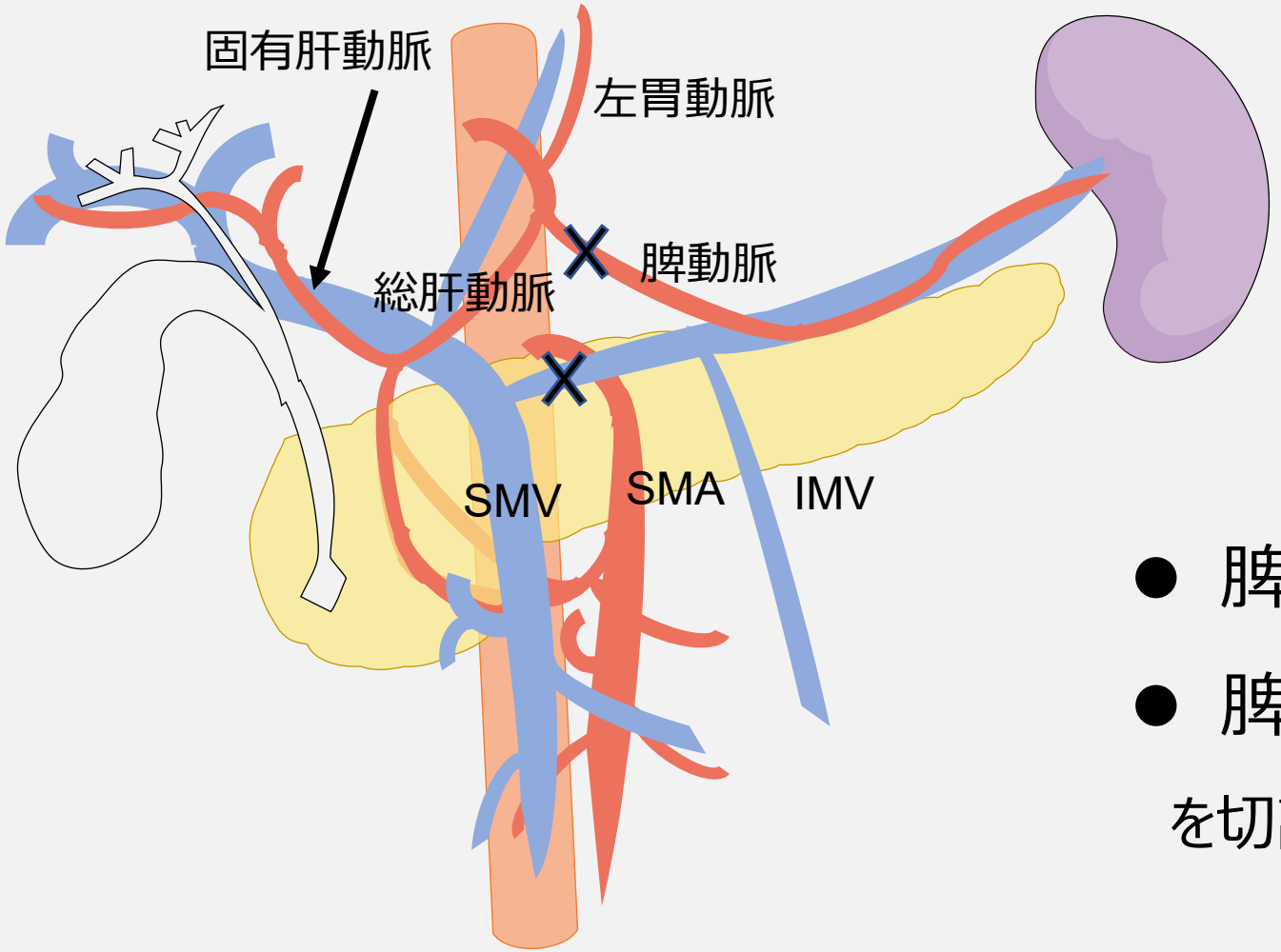
広島大学医学系研究科　外科学HPより
https://surgery1.hiroshima-u.ac.jp/about/diagnosis/pancreatic/folder31/folder2/

膵体尾部切除術



- 膵体尾部にできた病変
  - ✓ 基本術式
  - ✓ **リンパ節郭清**◎
  - ✓ 悪性・低悪性度どちらも

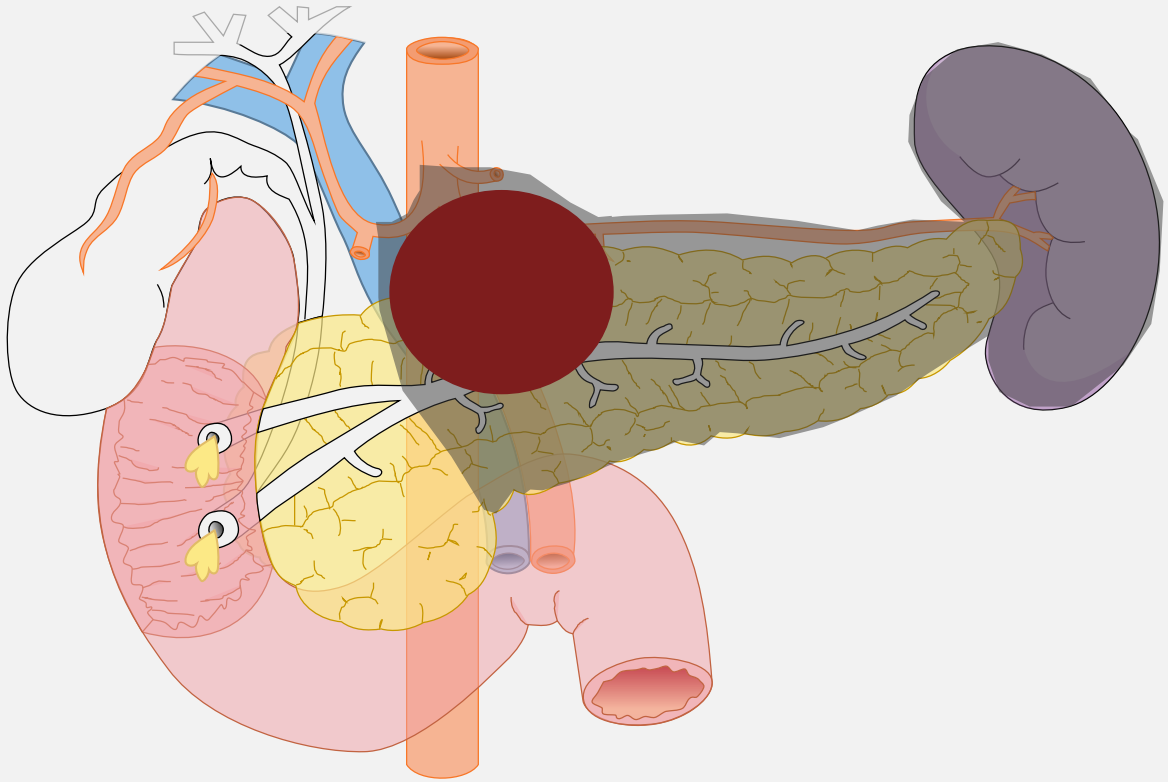
膵体尾部切除術



- 脾動脈（GDA）
- 脾静脈（IPDA）

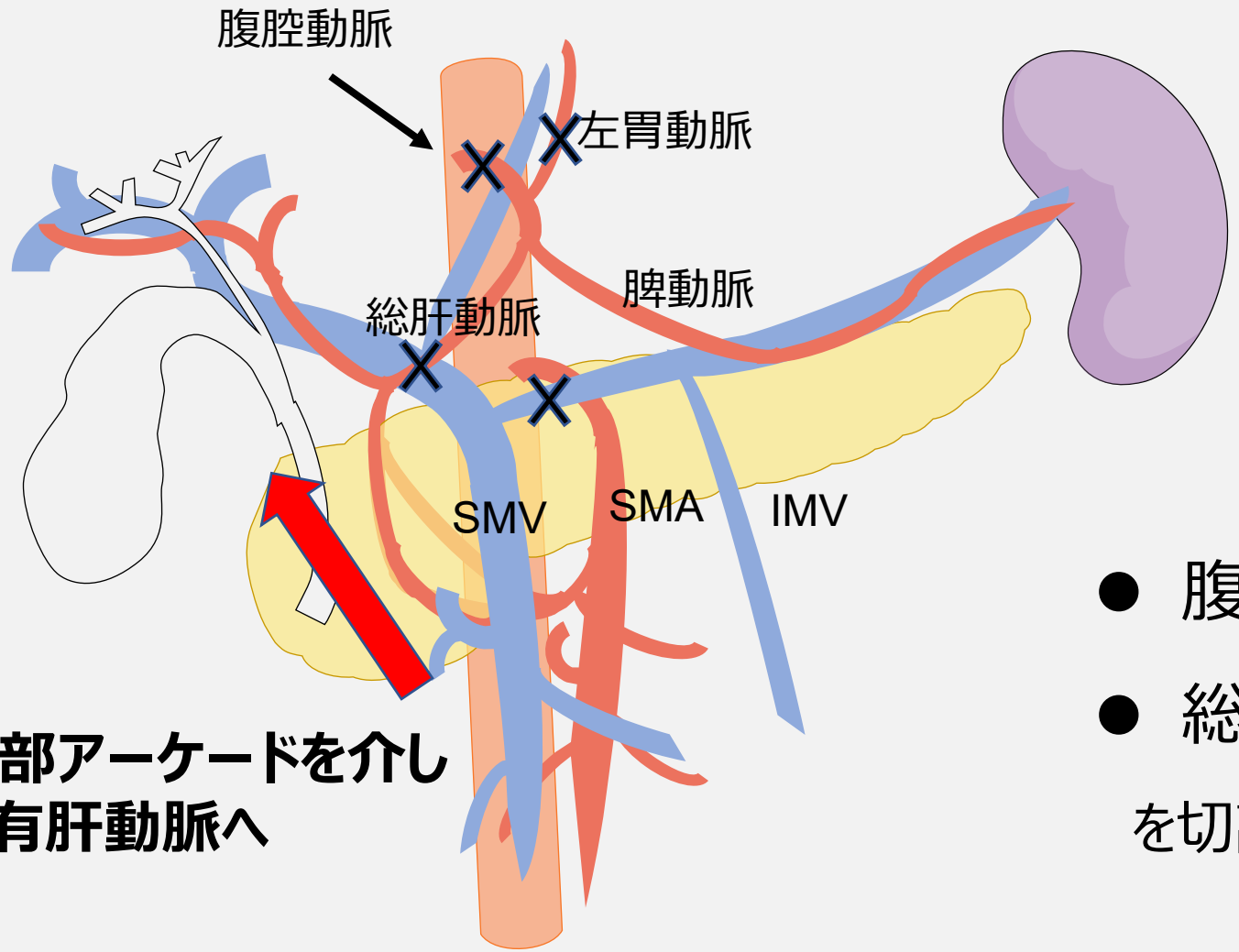
を切離

腹腔動脈合併膵体尾部切除術



- 膵体尾部にでき・腹腔動脈に浸潤した病変
  - ✓ 総肝動脈まで切除
  - ✓ 胃十二指腸動脈温存
  - ✓ 合併症率高い

腹腔動脈合併膵体尾部切除術

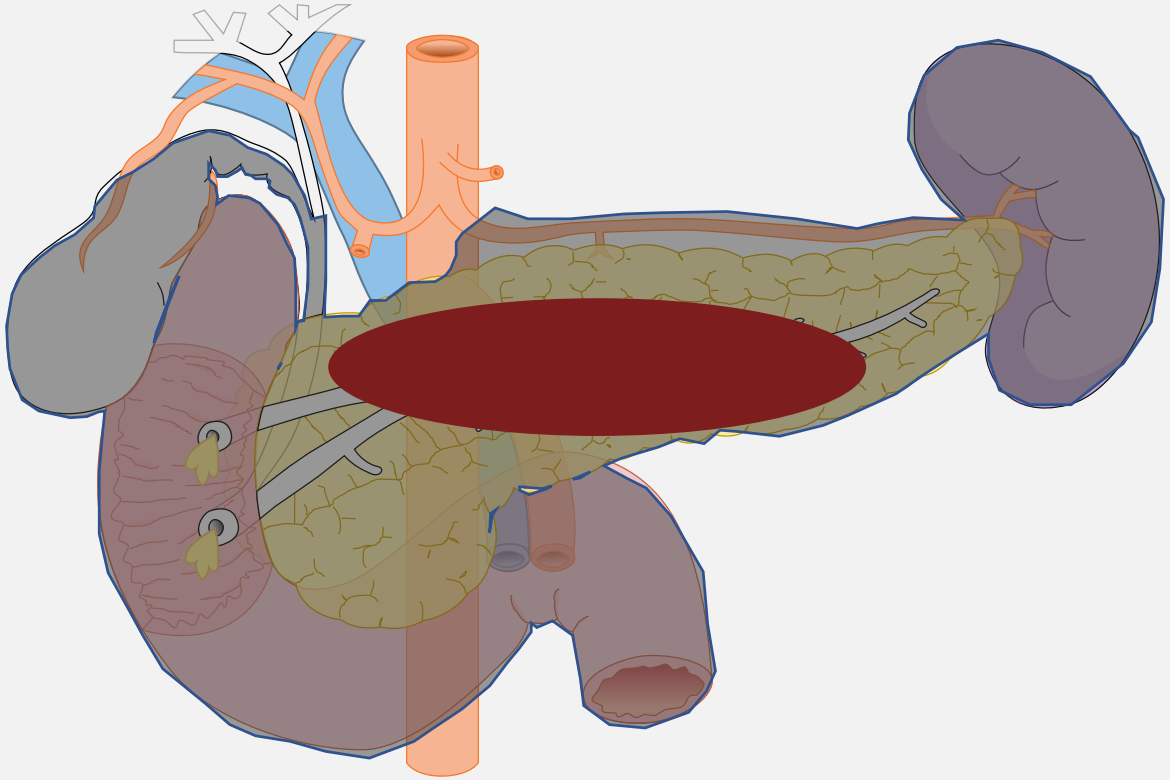


膵頭部アーケードを介して固有肝動脈へ

- 腹腔動脈（CA）
- 総肝動脈（CHA）

を切離

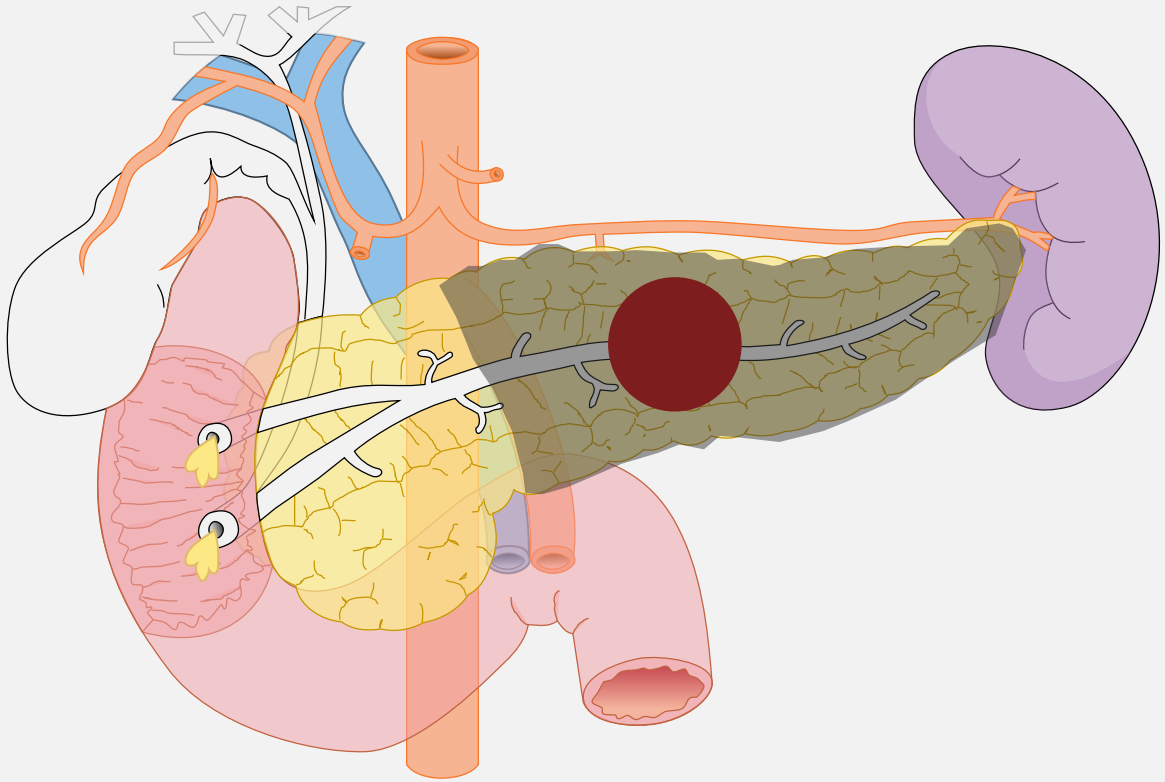
膵全摘術



- 膵全体に病変
  - ✓ 膵機能は喪失
  - ✓ 悪性も低悪性度も
  - ✓ 糖尿病必発

縮小手術

脾温存膵体尾部切除術

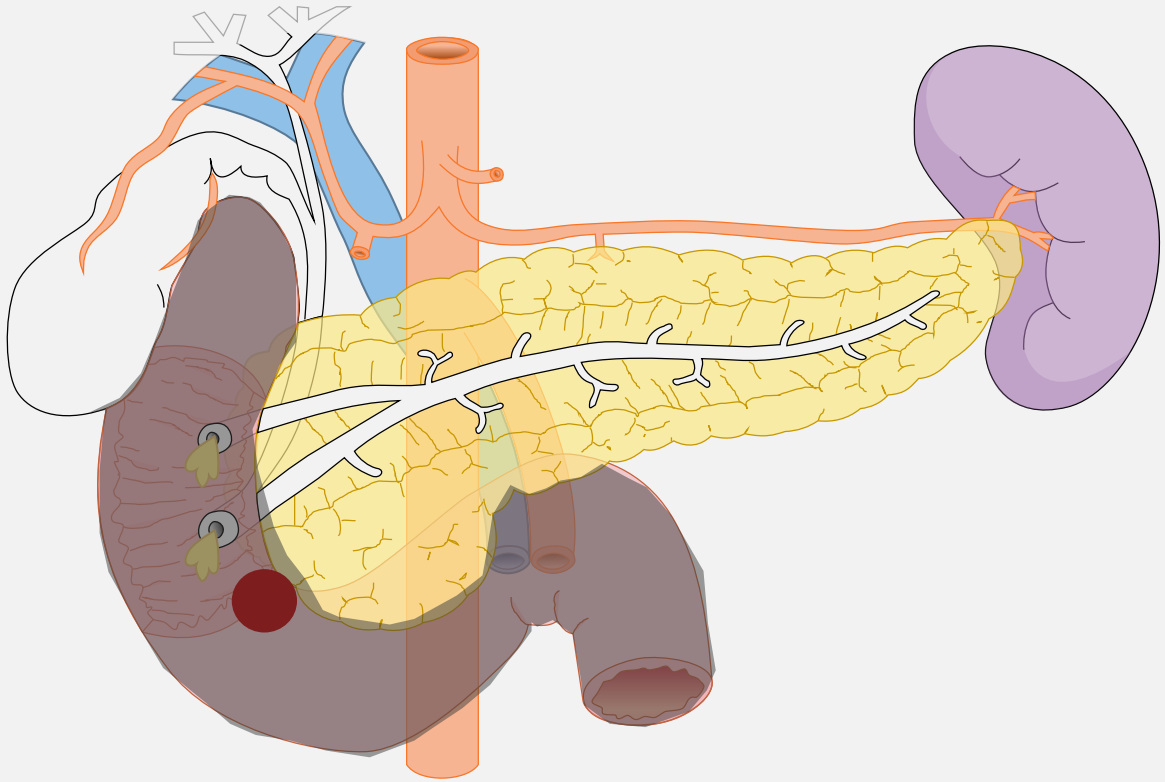


- 膵体尾部にできた
  低悪性度病変
  - ✓ 膵臓を温存

    木村法：脾動脈温存

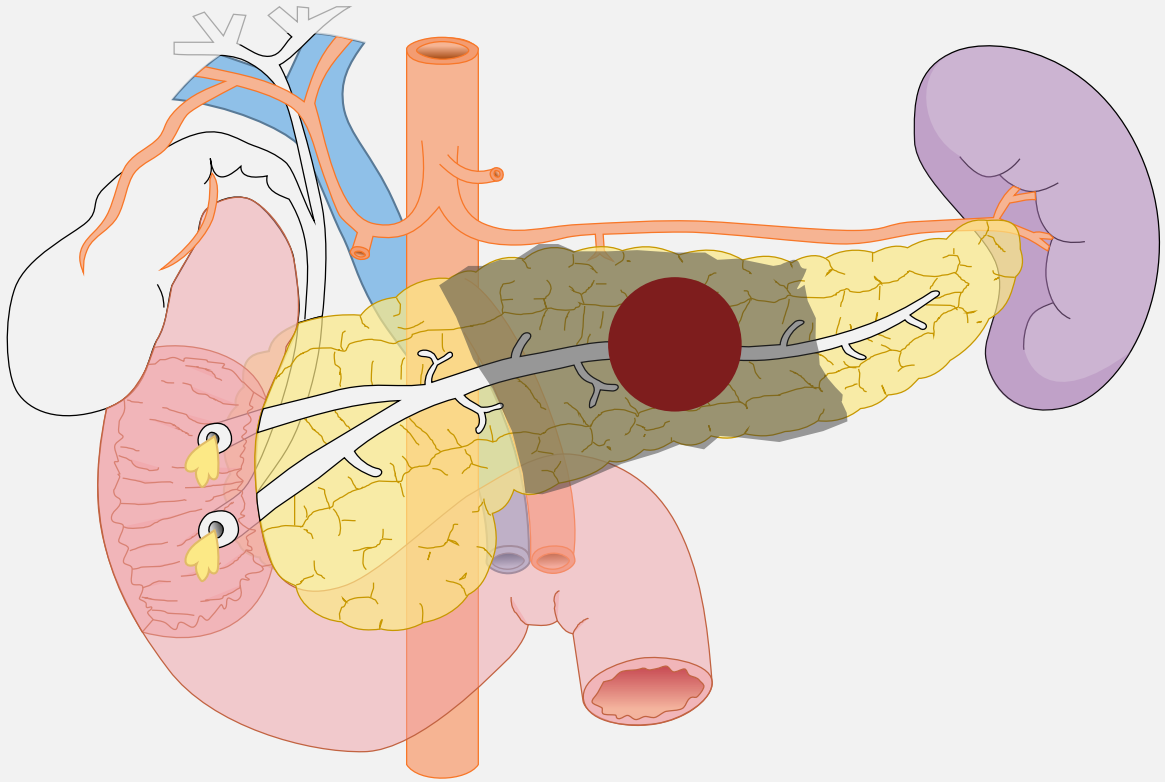
    Warshaw法：短胃動脈温存
  - ✓ リンパ節郭清×
  - ✓ 低悪性度のみ

膵温存十二指腸切除術



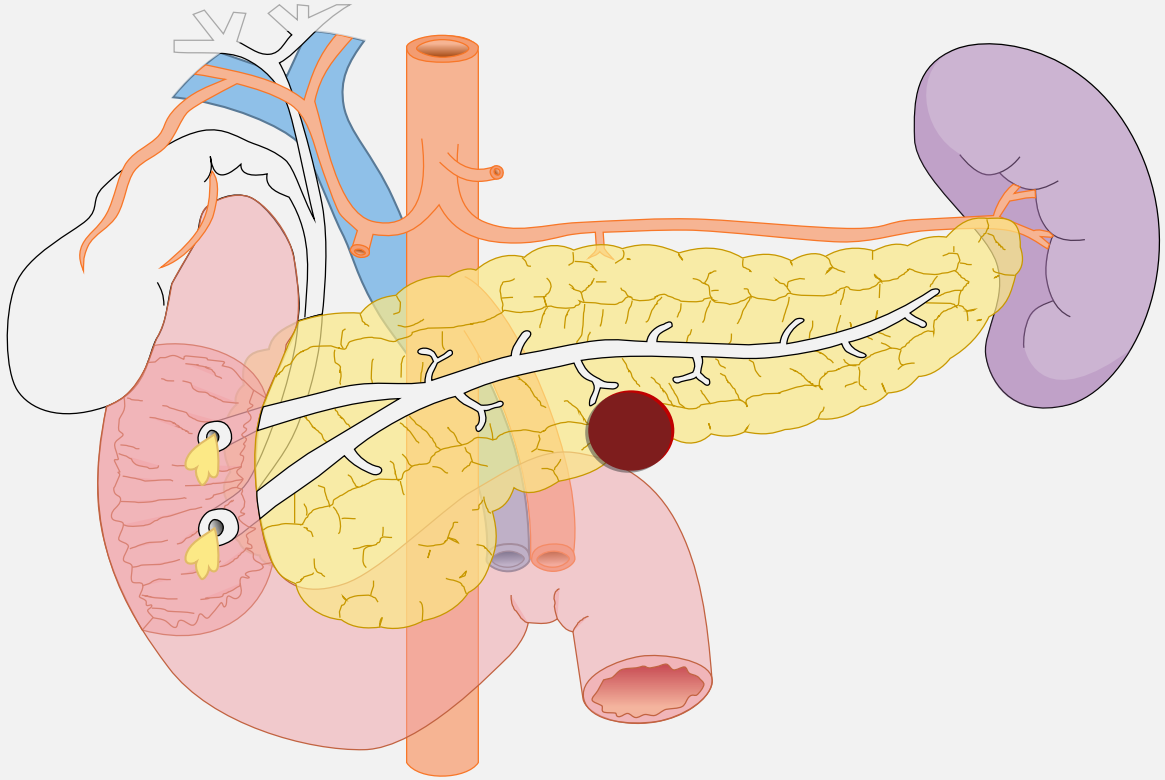
- 十二指腸にできた低悪性度病変
  - ✓膵臓を温存
  - ✓リンパ節郭清×
  - ✓低悪性度のみ

膵中央切除術



- 膵体尾部にできた
  低悪性度病変
  - ✓ 膵機能は温存されるが合併
    症率は比較的高い
  - ✓ リンパ節郭清×
  - ✓ 低悪性度のみ

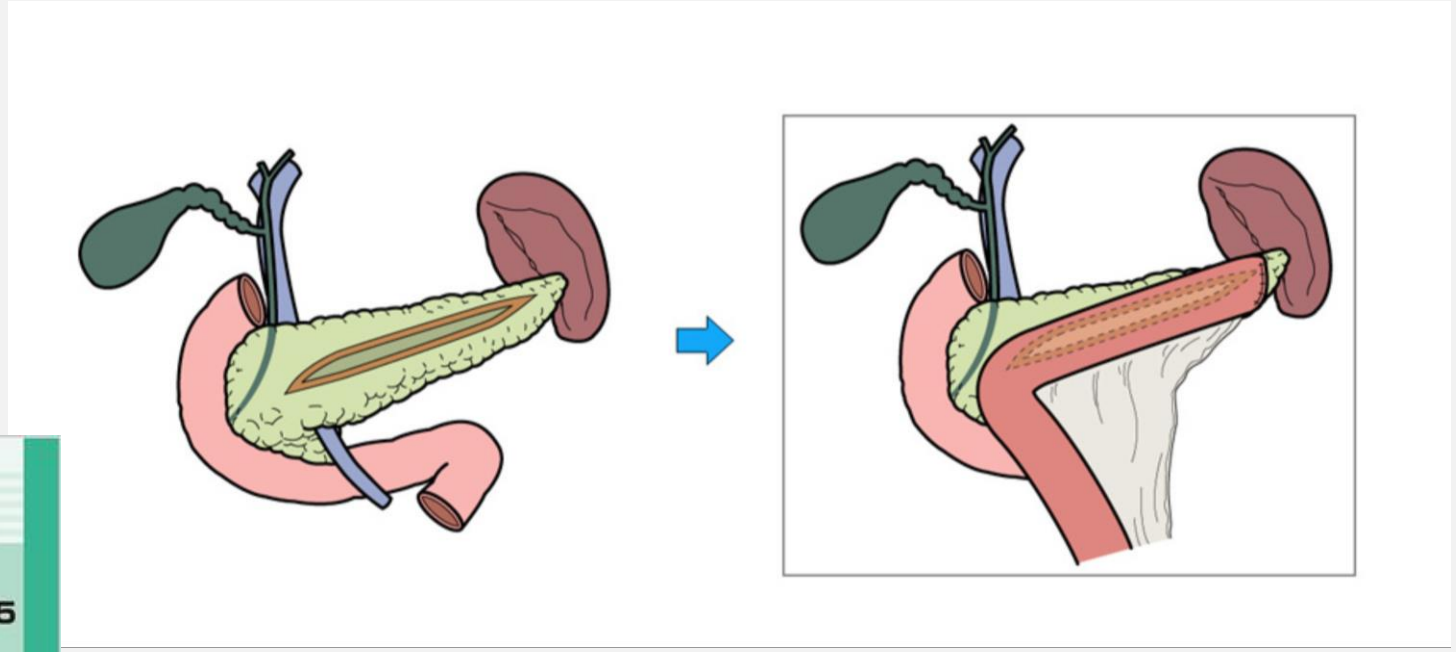
膵腫瘍核出術



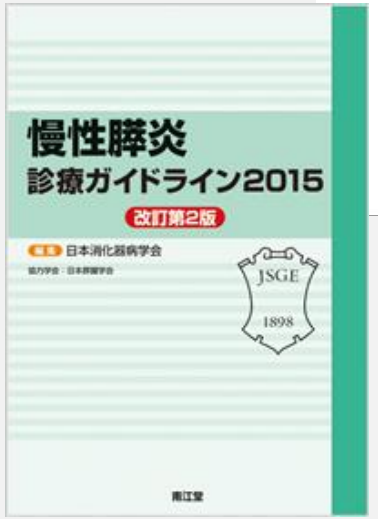
- 膵にできた低悪性度の小病変
  - ✓ 膵機能は温存
  - ✓ MPD温存が重要
  - ✓ リンパ節郭清×
  - ✓ 低悪性度のみ

慢性膵炎手術

膵管減圧手術（膵管空腸側々吻合・Frey手術）



日本消化器外科学会HPより



「慢性膵炎診療ガイドライン2015」
日本消化器病学会（編）
日本膵臓学会（著）
南江堂、2015

- 内科的治療不応の際に適応
- 主膵管を開放し空腸と吻合する
- 膵頭部まで開放するのがFrey手術

03

膵切除の合併症

膵頭十二指腸切除術の
術後在院死亡率

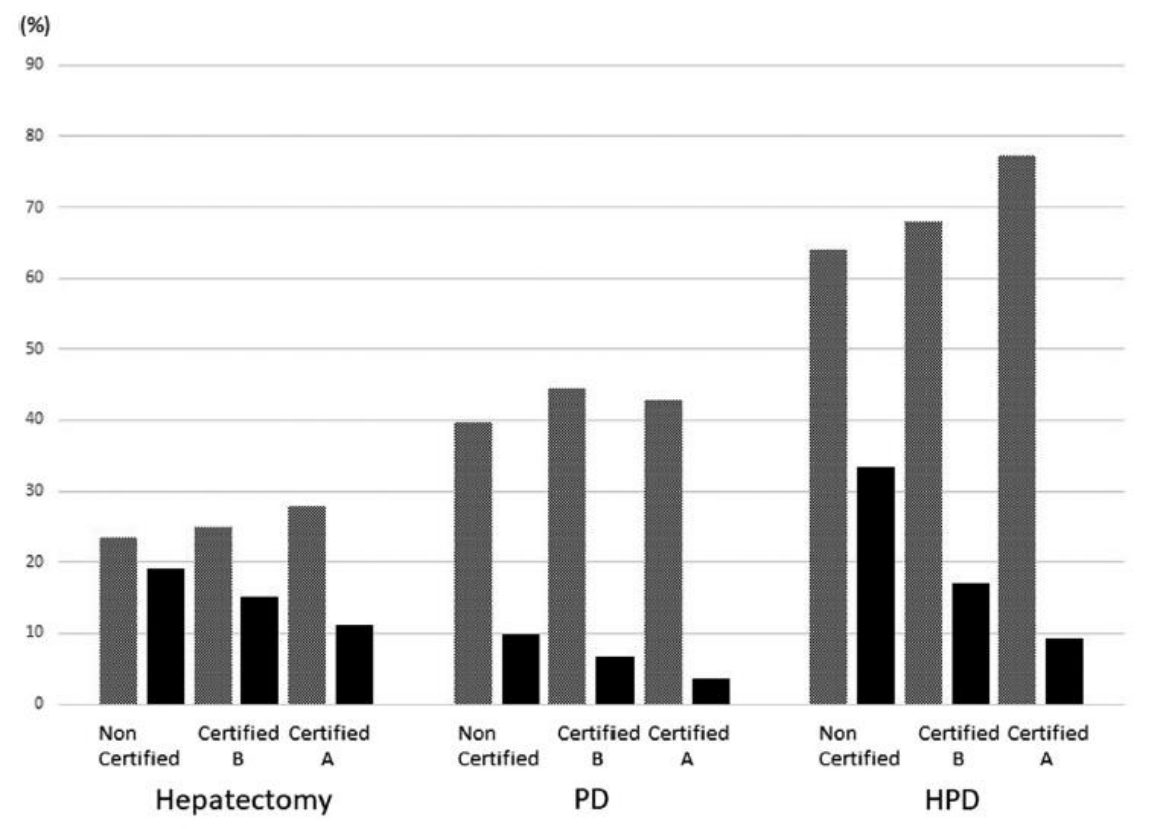
約３％

合併症率

約40%

Failure to Rescue

- **合併症あたりの手術死亡数の比率**
- 合併症があっても
  救命できるかどうか
- 肝胆膵外科領域では肝切除・PD・HPDともに、日本肝胆膵外科学会高度技能修練施設の
  非認定施設＞ B施設＞ A施設
  の順となっている



Endo I,et al.J Hepatobiliary Pancreat Sci. 2021 Apr;28(4):305-316.

High volume centerだと

合併症をおこしても

助かる可能性が

上がる

膵臓の主な術後合併症

- 膵液瘻（POPF）
- 胆汁瘻
- 腹腔内膿瘍
- 大出血
- 胃内容停滞（DGE）
- 糖尿病
- 難治性下痢

膵液瘻

- 定義：**ドレーンのアミラーゼ値が血清正常値の3倍以上**

BL（以前のGradeA）

・3週間以内にドレーン管理が終わる

GradeB

・3週間以上ドレーン管理が必要

・治療的介入が必要

GradeC

・再手術が必要

・臓器不全がある

・死亡する

“ワインレッド”
“暗赤色”



Grade BやCにしない管理が重要

膵液について

● 膵臓の自己融解防止

- リパーゼとアミラーゼ以外は膵臓内ではおとなしい

  ⇒トリプシン・キモトリプシン・エラスターゼなどは酵素前駆体となって存在
- 胆汁や腸液の存在下でトリプシンの前駆体であるトリプシノーゲンが

  トリプシンに変わると，他の酵素も活性化される
- 胆汁酸は脂肪を乳化してリパーゼによる分解を助ける
- 細菌感染は膵液の活性を上げる

膵液が漏れてもおとなしい状態でいてもらうことが重要

出血

- 膵頭十二指腸切除術後2-8%におこり，
  膵液瘻が起こると確率は跳ね上がる.
- 膵切除後の死亡原因**No1**（18-38%）
- 切離した胃十二指腸動脈や脾動脈断端にできた仮性動脈瘤が破綻することが多い
- 開腹してもすぐには出血部位に到達できない可能性あり
  IVRでの止血が基本

胃内容排泄遅延（DGE）

- 膵臓手術後に，明らかな狭窄や閉塞がないのに胃内容が流れない状態
- ISGPSによる定義
  - ・胃管の長期留置
  - ・食事接種不能の長期化
  - ・蠕動促進薬の使用
- 原因
  - ・消化管ホルモン（モチリン）の低下
  - ・幽門部の虚血
  - ・腹腔内膿瘍や膵液瘻に付随した胃運動障害

下痢

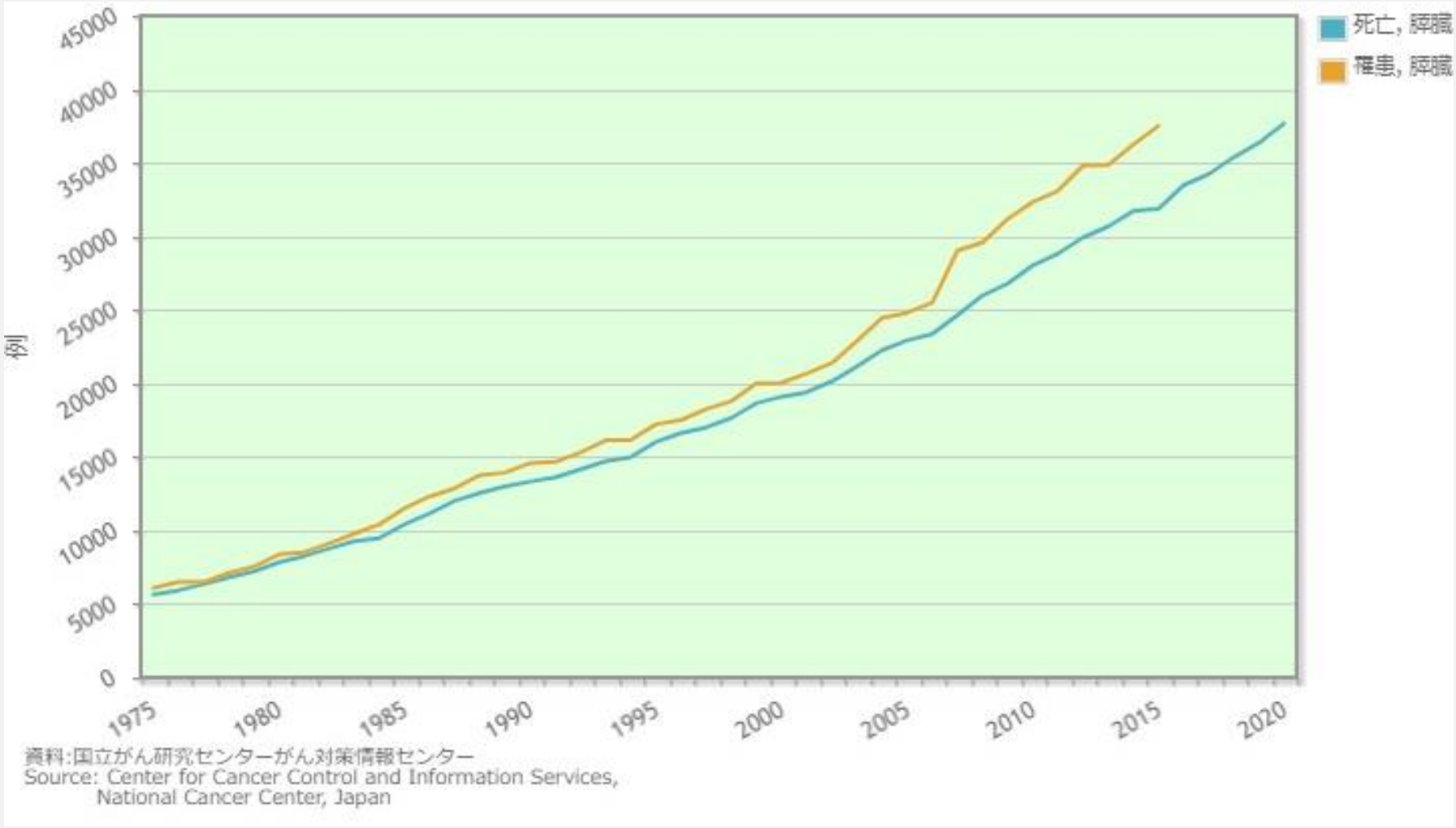
- PD後に下痢を起こすことがよくみられる
- 原因としては①膵外分泌機能の低下②SMA周囲神経叢郭清に伴う蠕動亢進が考えられる
- 膵外分泌機能が高度に低下すると脂肪吸収ができず脂肪便となる
- 栄養吸収低下（膵外分泌機能障害や下痢，高血糖）の結果脂肪肝となる

消化酵素剤の補充

04

膵癌の基礎知識

膵癌罹患数・死亡数



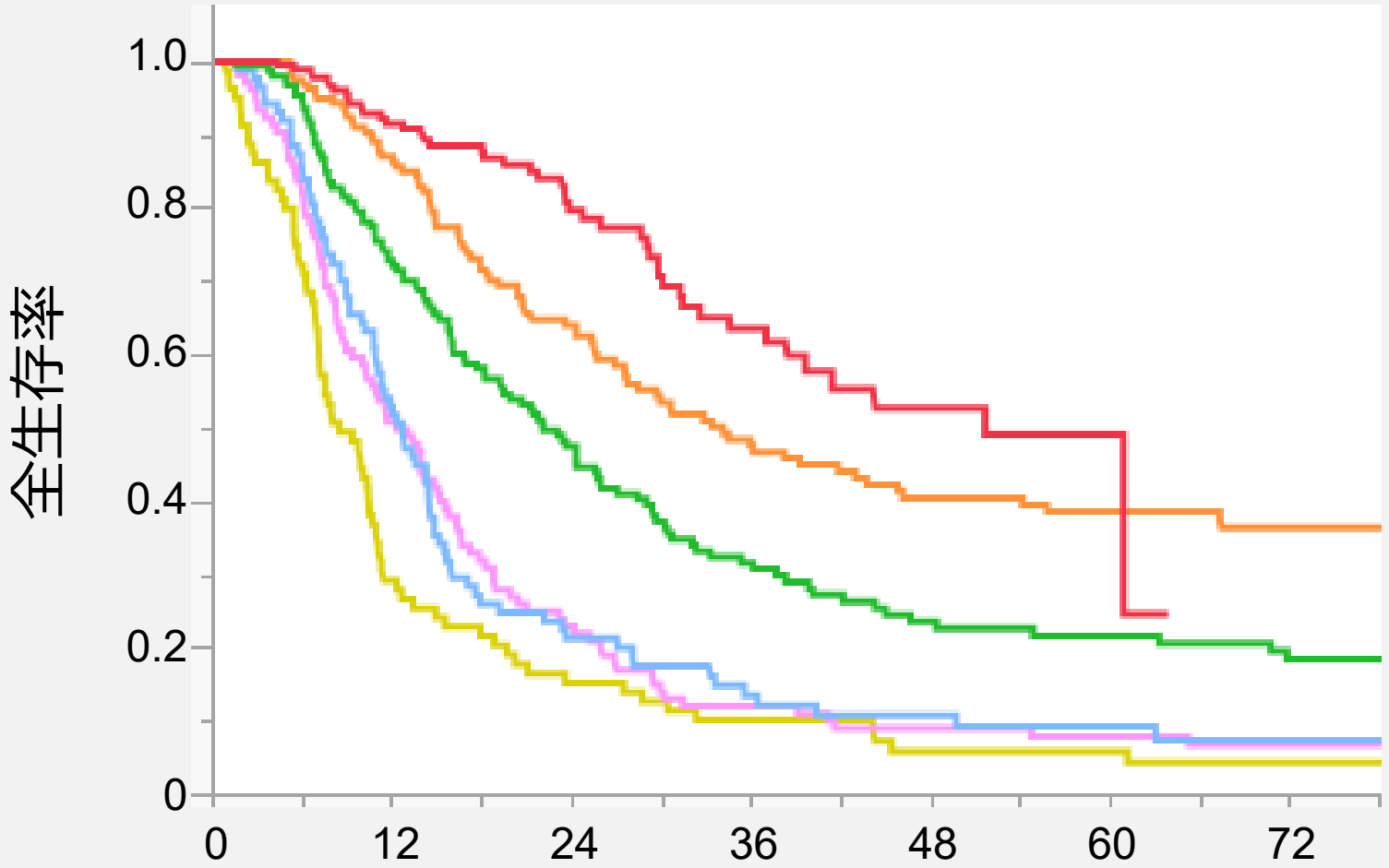
https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/cancer/10_pancreas.html

５年相対生存率
（2009～2011年）

8.5%

https://ganjoho.jp/reg_stat/statistics/stat/cancer/10_pancreas.html

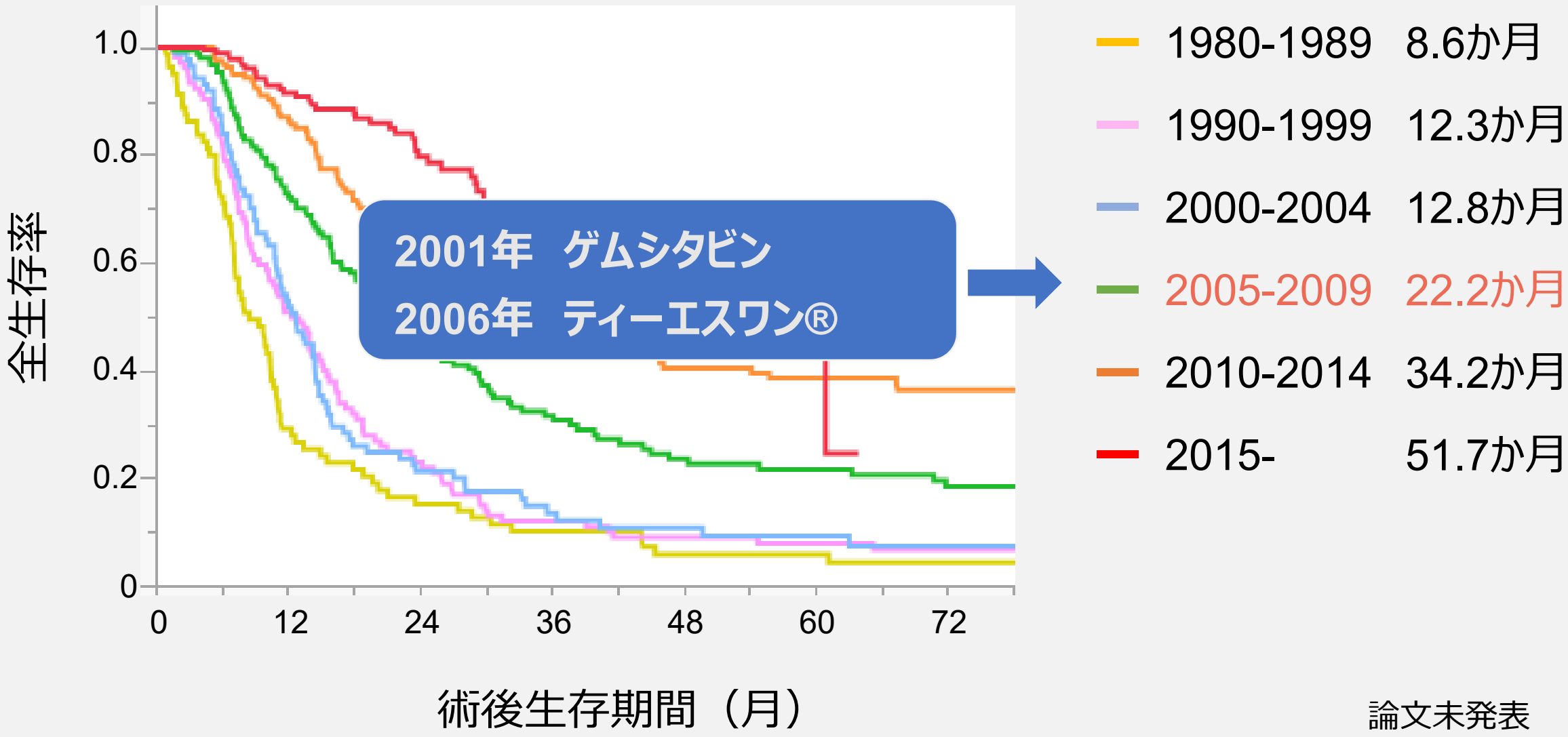
名古屋大学消化器外科２術後生存率



	MST
1980-1989	8.6か月
1990-1999	12.3か月
2000-2004	12.8か月
2005-2009	22.2か月
2010-2014	34.2か月
2015-	**51.7か月**

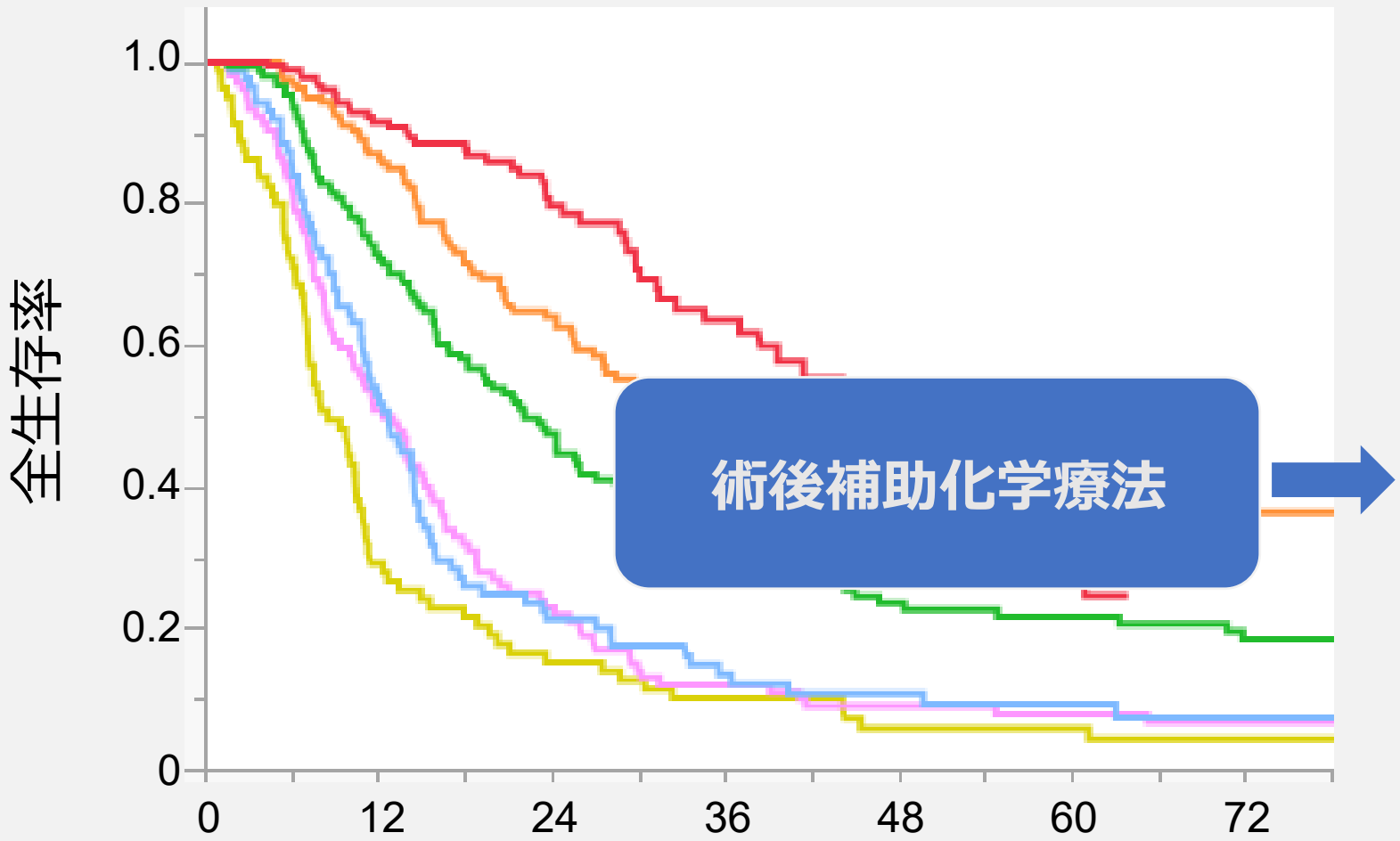
論文未発表

名古屋大学消化器外科２術後生存率



論文未発表

名古屋大学消化器外科２術後生存率



	MST
1980-1989	8.6か月
1990-1999	12.3か月
2000-2004	12.8か月
2005-2009	22.2か月
2010-2014	34.2か月
2015-	51.7か月

論文未発表

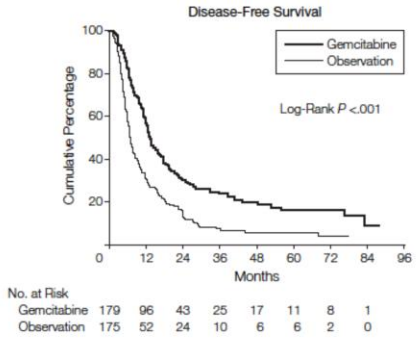
術後補助化学療法の発展

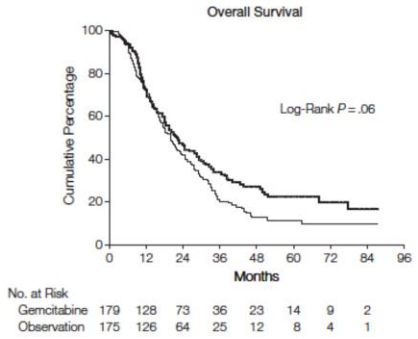
CONKO-001

Adjuvant Chemotherapy With Gemcitabine vs Observation in Patients Undergoing Curative-Intent Resection of Pancreatic Cancer

A Randomized Controlled Trial

Helmut Oettle, MD, PhD
Stefan Post, MD, PhD
Peter Neuhaus, MD, PhD
Klaus Gellert, MD, PhD
Jan Langrehr, MD, PhD
Karsten Ridwelski, MD, PhD
Harald Schramm, MD, PhD
Joerg Fahlke, MD, PhD
Carl Zuelke, MD
Christof Burkart, MD
Klaus Gutberlet, MD
Erika Kettner, MD
Harald Schmalenberg, MD
Karin Weigang-Koehler, PhD
Wolf-Otto Bechstein, MD, PhD
Marco Niedergethmann, MD, PhD
Ingo Schmidt-Wolf, MD, PhD
Lars Roll
Bernd Doerken, MD, PhD
Hanno Riess, MD, PhD





JAMA. 2007 Jan 17;297(3):267-77

GEM術後補助化学療法の有用性

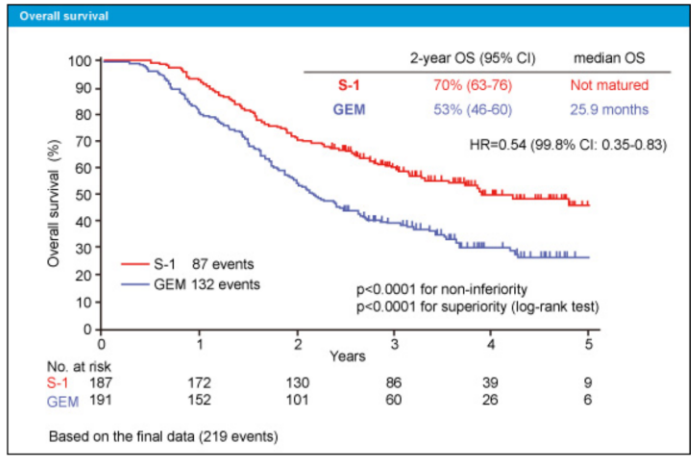
術後補助化学療法の発展

JASPAC 01

Articles

Adjuvant chemotherapy of S-1 versus gemcitabine for resected pancreatic cancer: a phase 3, open-label, randomised, non-inferiority trial (JASPAC 01)

Katsuhiko Uesaka, MD, Dr Narikazu Boku, MD, Akira Fukutomi, MD, Yukiyasu Okamura, MD, Masaru Konishi, MD, Ippei Matsumoto, MD, Yuji Kaneoka, MD, Yasuhiro Shimizu, MD, Shoji Nakamori, MD, Hirohiko Sakamoto, MD, Soichiro Morinaga, MD, Osamu Kainuma, MD, Koji Imai, MD, Prof Naohiro Sata, MD, Shoichi Hishinuma, MD, Hitoshi Ojima, MD, Ryuzo Yamaguchi, MD, Prof Satoshi Hirano, MD, Takeshi Sudo, MD, Prof Yasuo Ohashi, PhD for the JASPAC 01 Study Group

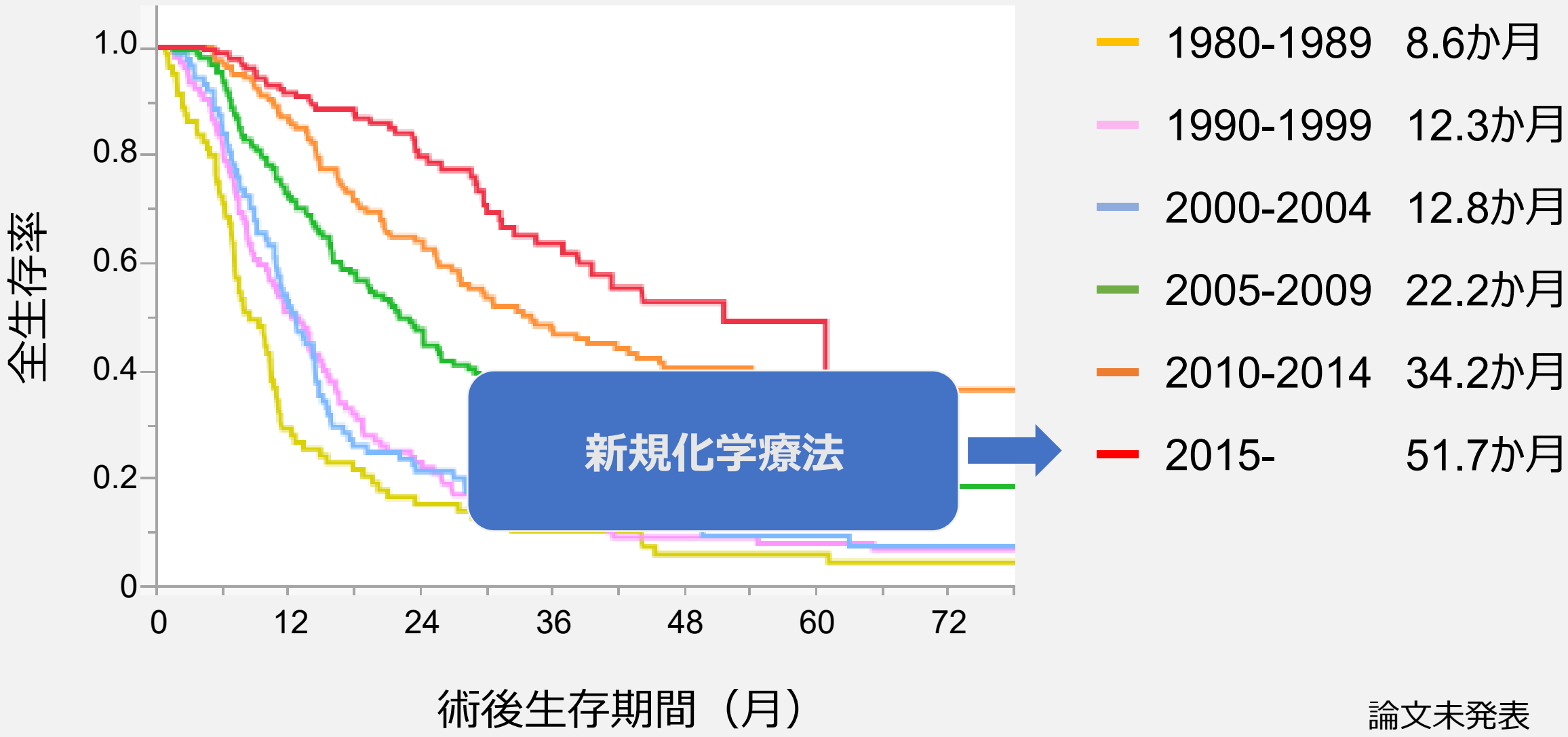


The Lancet
Volume 388, Issue 10041,
16–22 July 2016, Pages 248-257

S-1 > GEM

術後補助化学療法の有用性

名古屋大学消化器外科２術後生存率



論文未発表

膵癌化学療法の発展

ACCORD 11 Trial

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

ORIGINAL ARTICLE

FOLFIRINOX versus Gemcitabine for Metastatic Pancreatic Cancer

Thierry Conroy, M.D., Françoise Desseigne, M.D., Marc Ychou, M.D., Ph.D., Olivier Bouché, M.D., Ph.D., Rosine Guimbaud, M.D., Ph.D., Yves Bécouarn, M.D., Antoine Adenis, M.D., Ph.D., Jean-Luc Raoul, M.D., Ph.D., Sophie Gourgou-Bourgade, M.Sc., Christelle de la Fouchardière, M.D., Jaafar Bennouna, M.D., Ph.D., Jean-Baptiste Bachet, M.D., Faiza Khemissa-Akouz, M.D., Denis Péré-Vergé, M.D., Catherine Delbaldo, M.D., Eric Assenat, M.D., Ph.D., Bruno Chauffert, M.D., Ph.D., Pierre Michel, M.D., Ph.D., Christine Montoto-Grillot, M.Chem., and Michel Ducreux, M.D., Ph.D., for the Groupe Tumeurs Digestives of Unicancer and the PRODIGE Intergroup*

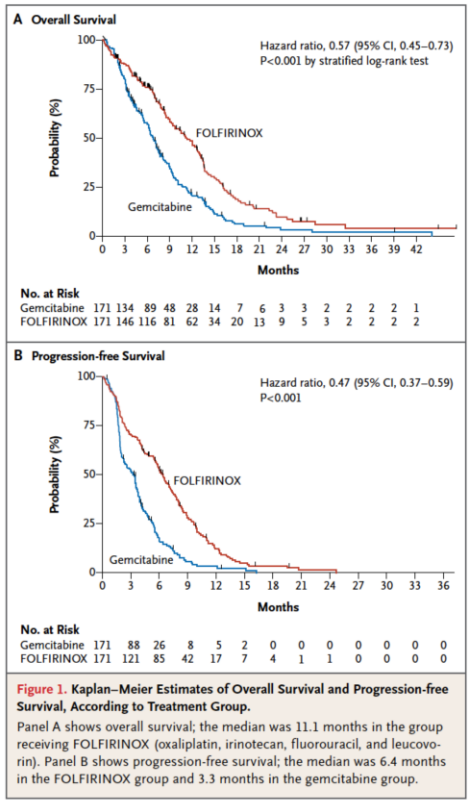


Figure 1. Kaplan–Meier Estimates of Overall Survival and Progression-free Survival, According to Treatment Group.

Panel A shows overall survival; the median was 11.1 months in the group receiving FOLFIRINOX (oxaliplatin, irinotecan, fluorouracil, and leucovorin). Panel B shows progression-free survival; the median was 6.4 months in the FOLFIRINOX group and 3.3 months in the gemcitabine group.

N Engl J Med 2011;364:1817-1825 VOL. 364 NO. 19

FOLFIRINOXの登場

膵癌化学療法の発展

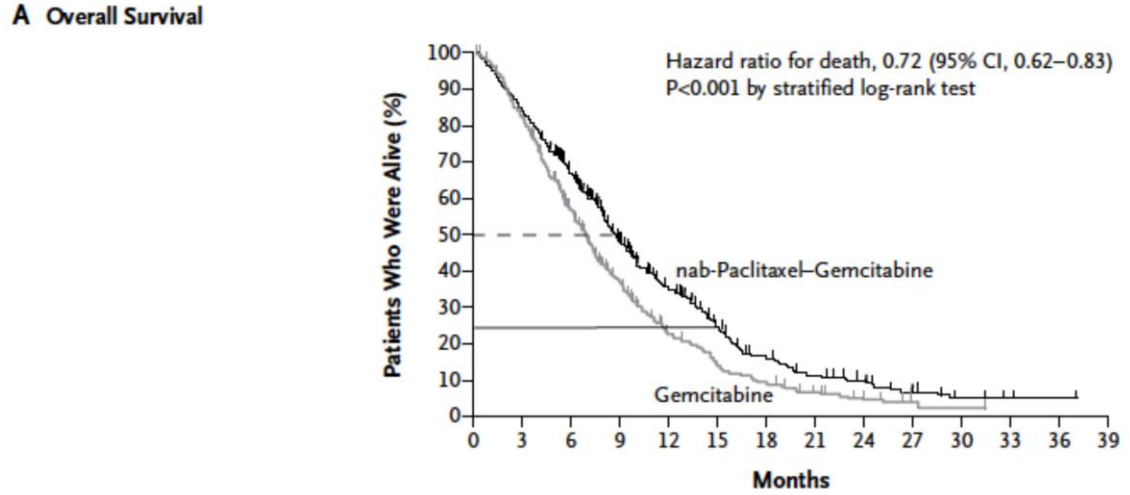
MPACT trial

The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE

ORIGINAL ARTICLE

Increased Survival in Pancreatic Cancer with nab-Paclitaxel plus Gemcitabine

Daniel D. Von Hoff, M.D., Thomas Ervin, M.D., Francis P. Arena, M.D., E. Gabriela Chiorean, M.D., Jeffrey Infante, M.D., Malcolm Moore, M.D., Thomas Seay, M.D., Sergei A. Tjulandin, M.D., Wen Wee Ma, M.D., Mansoor N. Saleh, M.D., Marion Harris, M.D., Michele Reni, M.D., Scot Dowden, M.D., Daniel Laheru, M.D., Nathan Bahary, M.D., Ramesh K. Ramanathan, M.D., Josep Tabernero, M.D., Manuel Hidalgo, M.D., Ph.D., David Goldstein, M.D., Eric Van Cutsem, M.D., Xinyu Wei, Ph.D., Jose Iglesias, M.D., and Markus F. Renschler, M.D.



N Engl J Med 2013;369:1691-1703 VOL. 369 NO. 18

ゲムシタビン＋ナブパクリタキセルの登場

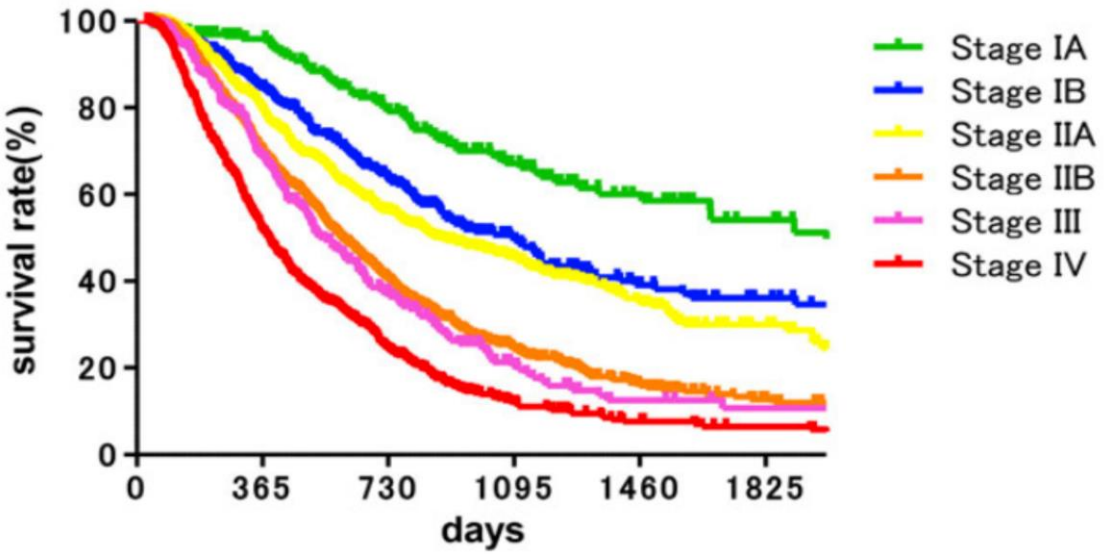
膵癌の予後改善

化学療法 ＞ 手術

根治切除できることは重要

膵癌治療戦略

膵癌ステージ（JPS 7th）



	MST (mo)	1年 生存率	2年 生存率	3年 生存率	5年 生存率	
Stage IA（n=201）	69.4	95.9%	79.1%	67.1%	54.1%	] p<0.0001
Stage IB（n=310）	36.1	84.7%	63.3%	50.0%	36.2%	] p=0.0757
Stage IIA（n=615）	29.4	79.3%	56.0%	45.3%	29.9%	] p<0.0001
Stage IIB（n=1118）	19.7	69.8%	40.2%	24.3%	12.7%	] p=0.2472
Stage III（n=257）	18.1	68.4%	36.9%	20.4%	10.7%	] p<0.0001
Stage IV（n=565）	12.7	51.5%	24.2%	12.2%	6.5%	

2001-2007年 膵癌登録症例

「膵癌取扱い規約 第７版」
日本膵臓学会（編）
金原出版、2016

Stage IIB以上の予後は悪い

National Comprehensive Cancer Network®

NCCN Guidelines Version 2.2021
膵癌（腺癌）

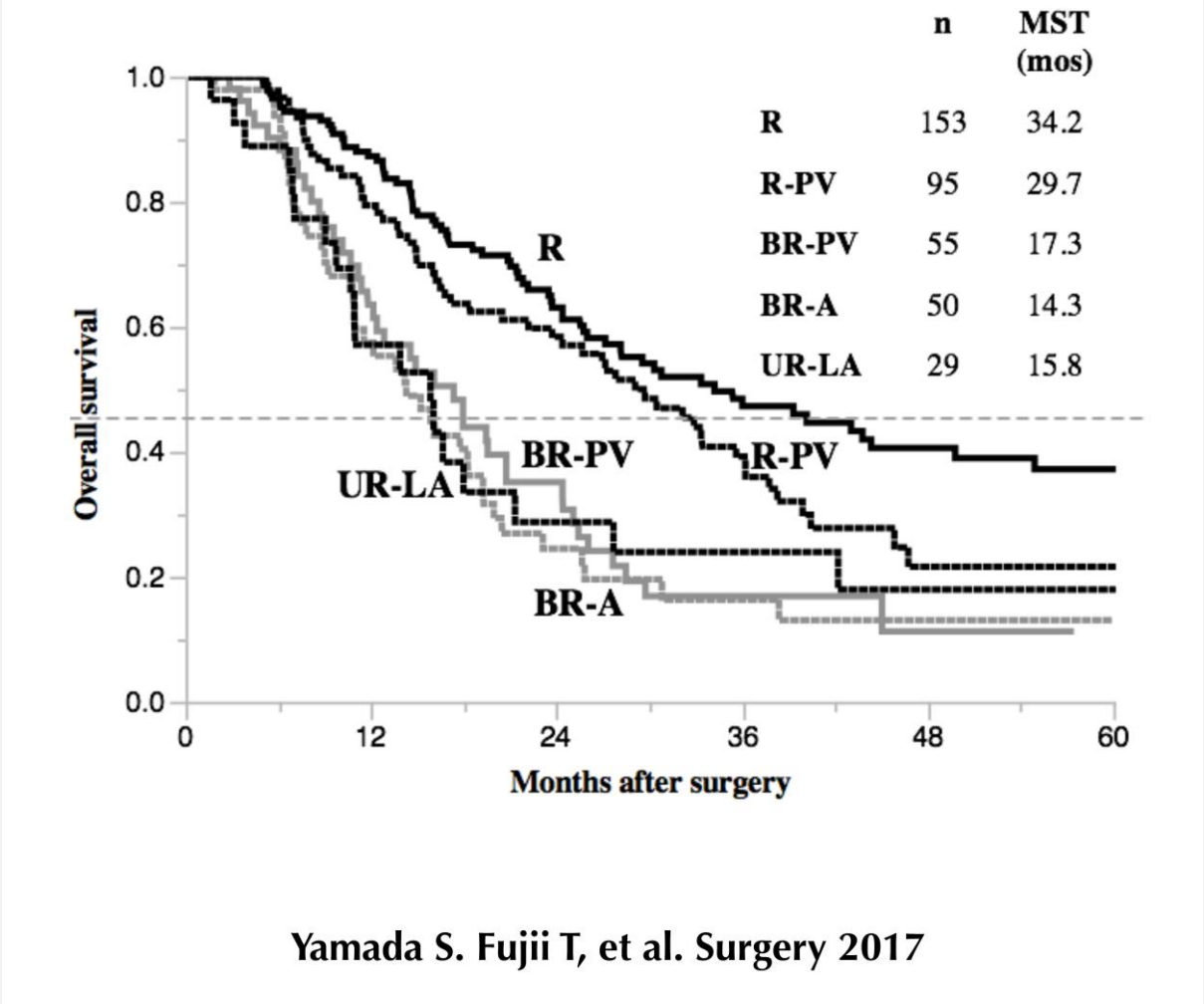
ガイドライン索引
目次
考察

診断時の切除可能性の判定基準[a]

• 切除可能性の判定は、集学的なミーティング/協議での合意に従って行うべきである。

切除可能性	動脈	静脈
切除可能	• 動脈（腹腔動脈[CA]、上腸間膜動脈[SMA]および総肝動脈[CHA]）への腫瘍の接触を認めない。	• 上腸間膜静脈[SMV]または門脈[PV]への腫瘍の接触を認めない、もしくは接触が血管壁の半周以下で静脈の輪郭不整を伴っていない。
切除可能境界[b]	膵頭部/鉤状突起: • CHAへの充実性腫瘍の接触を認めるが、CAまたは肝動脈分岐部への進展を認めず、安全かつ完全な切除および再建が可能である。 • SMAに血管壁の半周を超えない充実性腫瘍の接触を認める。 • 血管解剖の変異（例：副右肝動脈、置換右肝動脈、置換CHA、置換または副肝動脈の起始部）への充実性腫瘍の接触と腫瘍の接触の有無および程度について、手術計画に影響を及ぼす可能性がないか注意すべきである。 膵体部/膵尾部: • CAに血管壁の半周を超えない充実性腫瘍の接触を認める • CAに血管壁の半周を超える充実性腫瘍の接触を認めるが、大動脈浸潤は認めず、胃十二指腸動脈は正常で浸潤がないことから、modified Appleby手術が可能である[この基準については、局所進行のカテゴリーとした方がよいと考える委員会メンバーもいる]。	• SMVまたはPVに血管壁の半周を超える充実性腫瘍の接触を認める、静脈の輪郭不整を伴う血管壁の半周を超えない接触を認める、もしくは血栓症を認めるが、浸潤部位の近位側と遠位側ともに安全かつ完全な切除および静脈再建が可能な状態にある。 • 下大静脈（IVC）に充実性腫瘍の接触を認める。
局所進行[b,c]	膵頭部/鉤状突起: • SMAに血管壁の半周を超える充実性腫瘍の接触を認める • CAに血管壁の半周を超える充実性腫瘍の接触を認める 膵体部/膵尾部: • SMAまたはCAに血管壁の半周を超える充実性腫瘍の接触を認める • CAへの充実性腫瘍の接触と大動脈浸潤を認める	• 腫瘍による浸潤または閉塞のためにSMV/PVが再建不能である（腫瘍またはbland thrombusに起因すると判断できる）

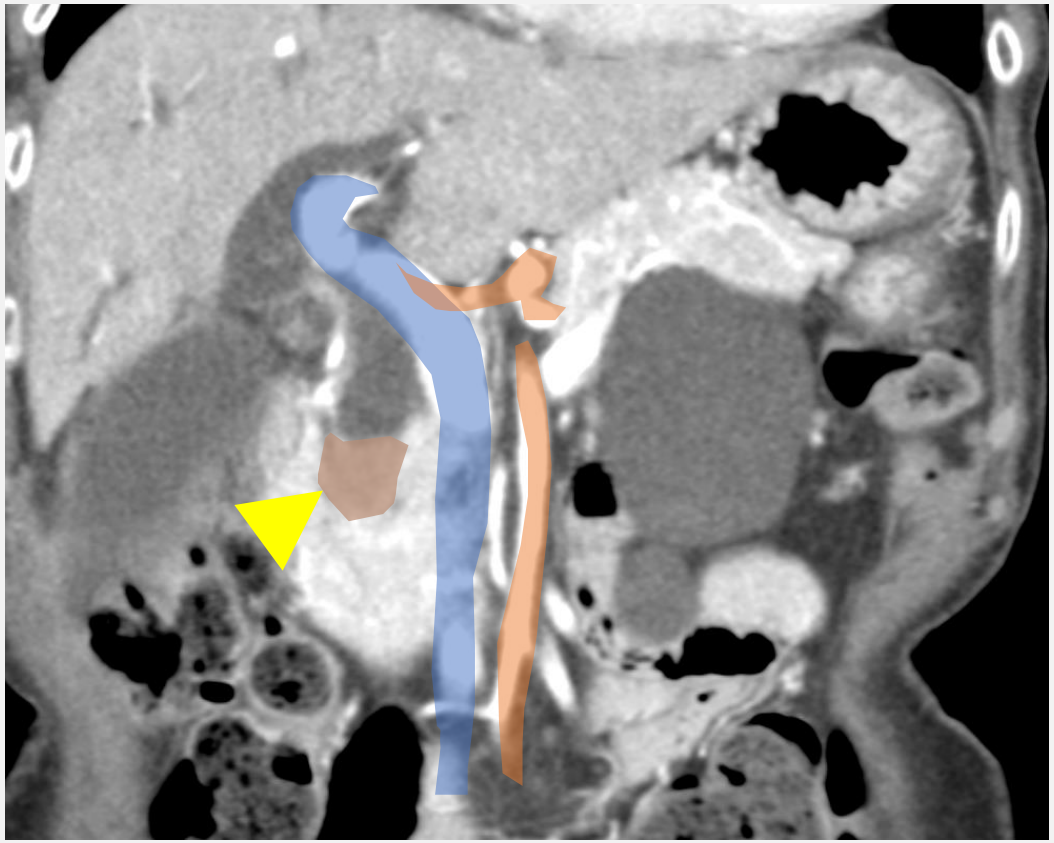
切除可能分類ごとの生存率



Yamada S. Fujii T, et al. Surgery 2017

BR以上の膵癌の予後は悪い

切除可能膵癌

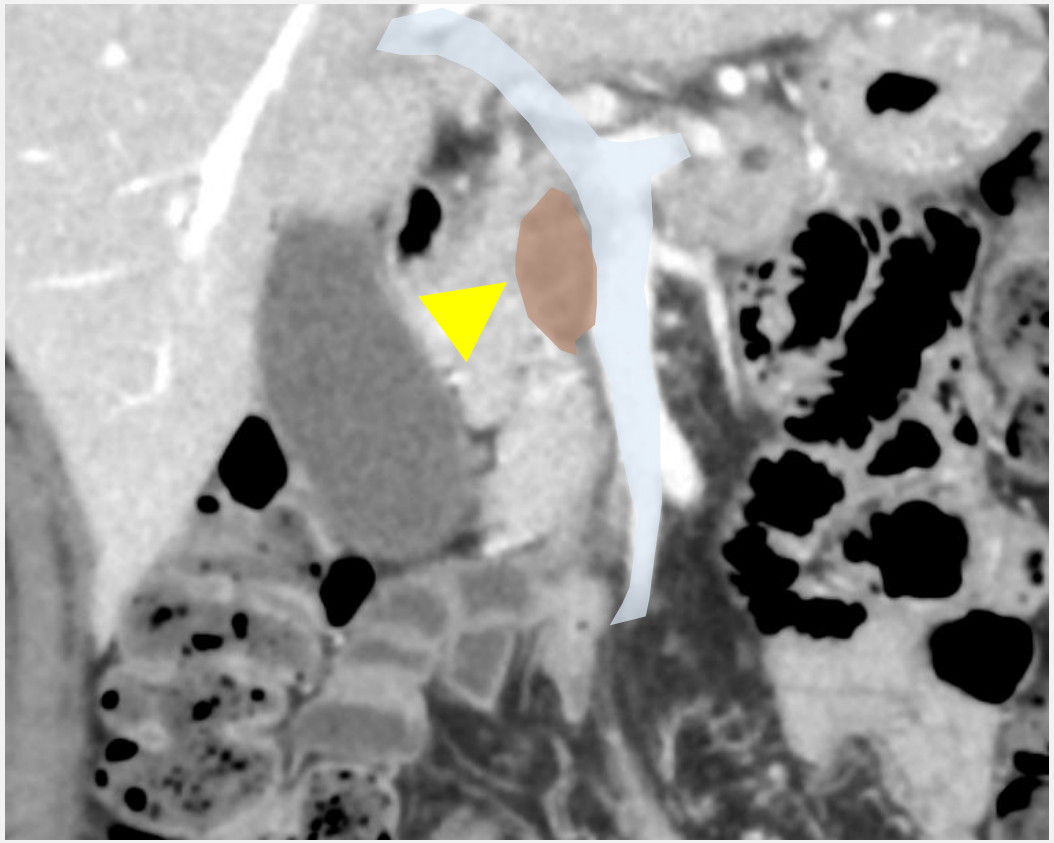


- 主要な血管への浸潤がない

- 門脈**接触**180度未満

- 術前補助化学療法
  （ゲムシタビン＋S-1）
- 術後補助化学療法
  （S-1）

切除可能境界膵癌

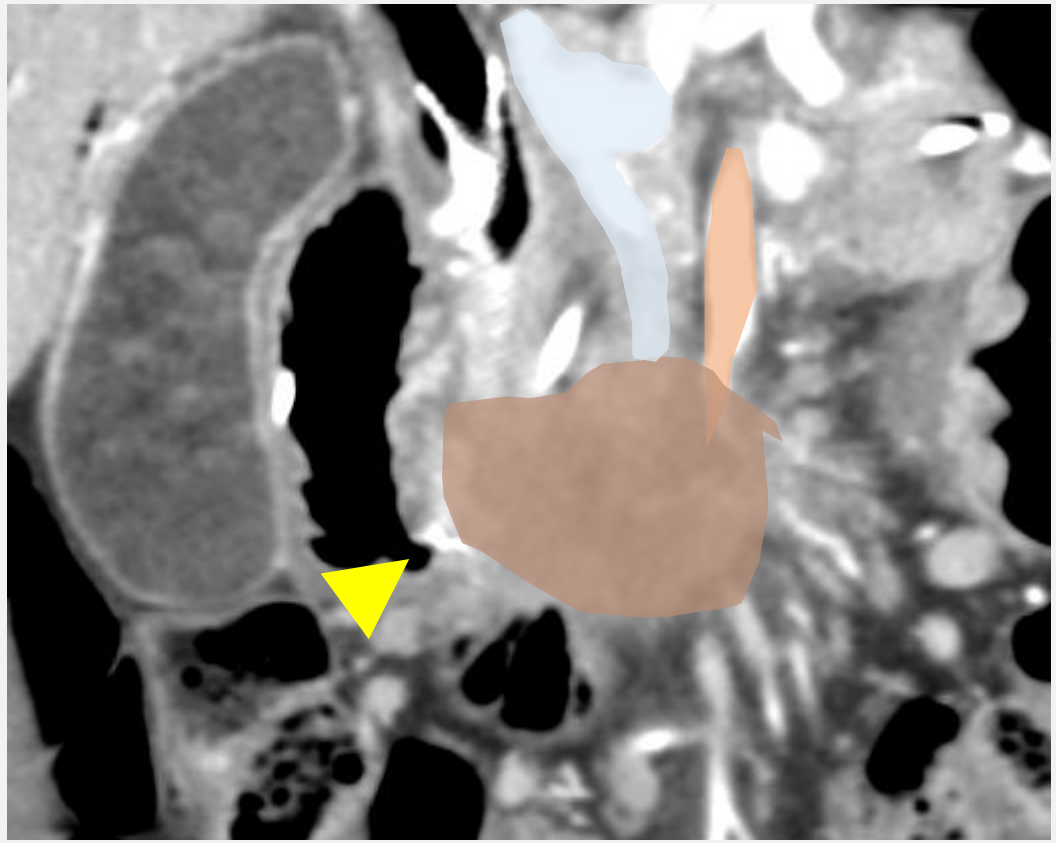


- SMAかCAへの接触が**180度未満**

- **再建可能な**門脈浸潤もしくは180度以上の接触

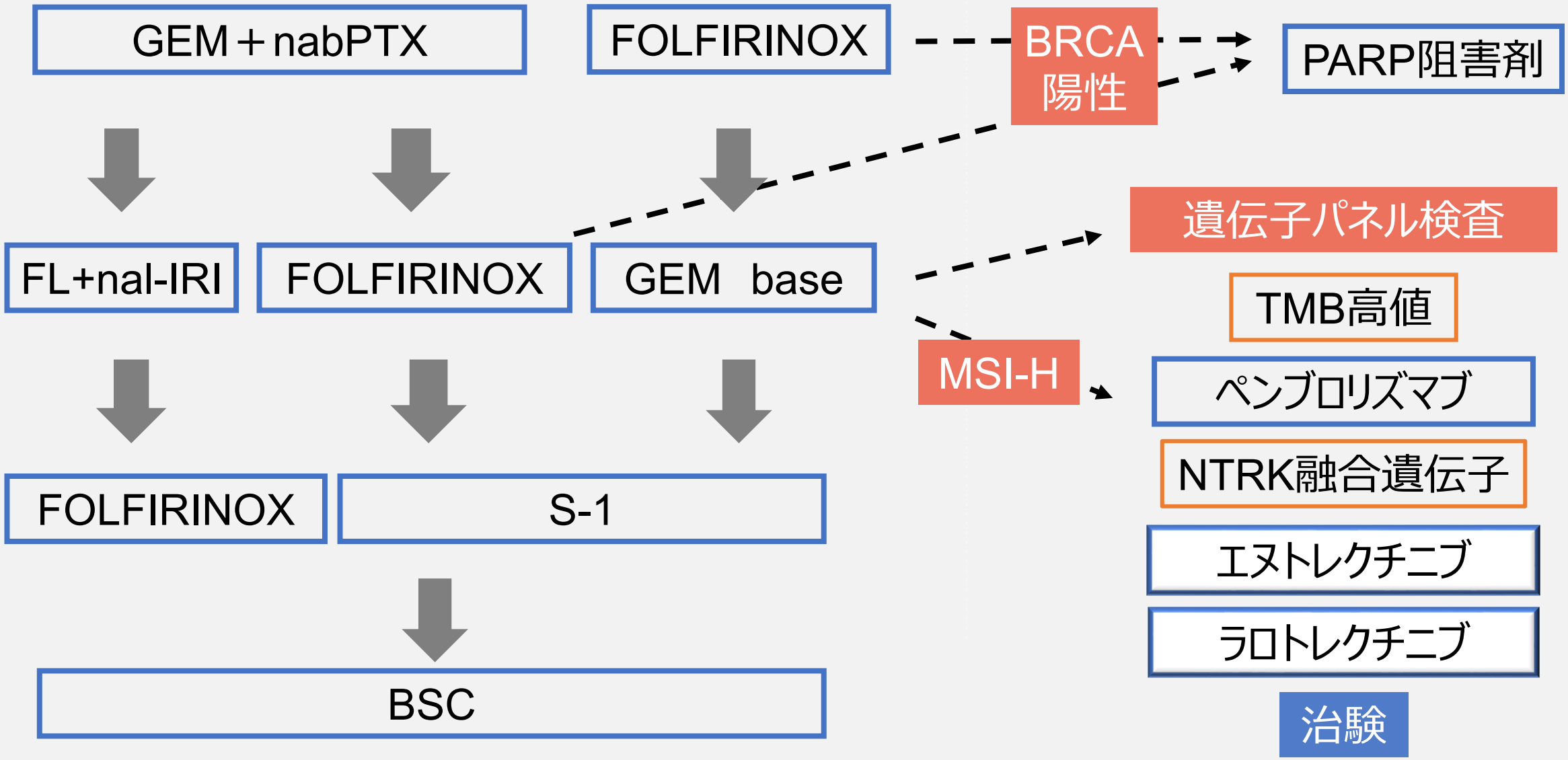
- 術前補助化学療法
  ※期間や内容は定まっていない
- 術後補助化学療法

局所進行（切除不能）膵癌

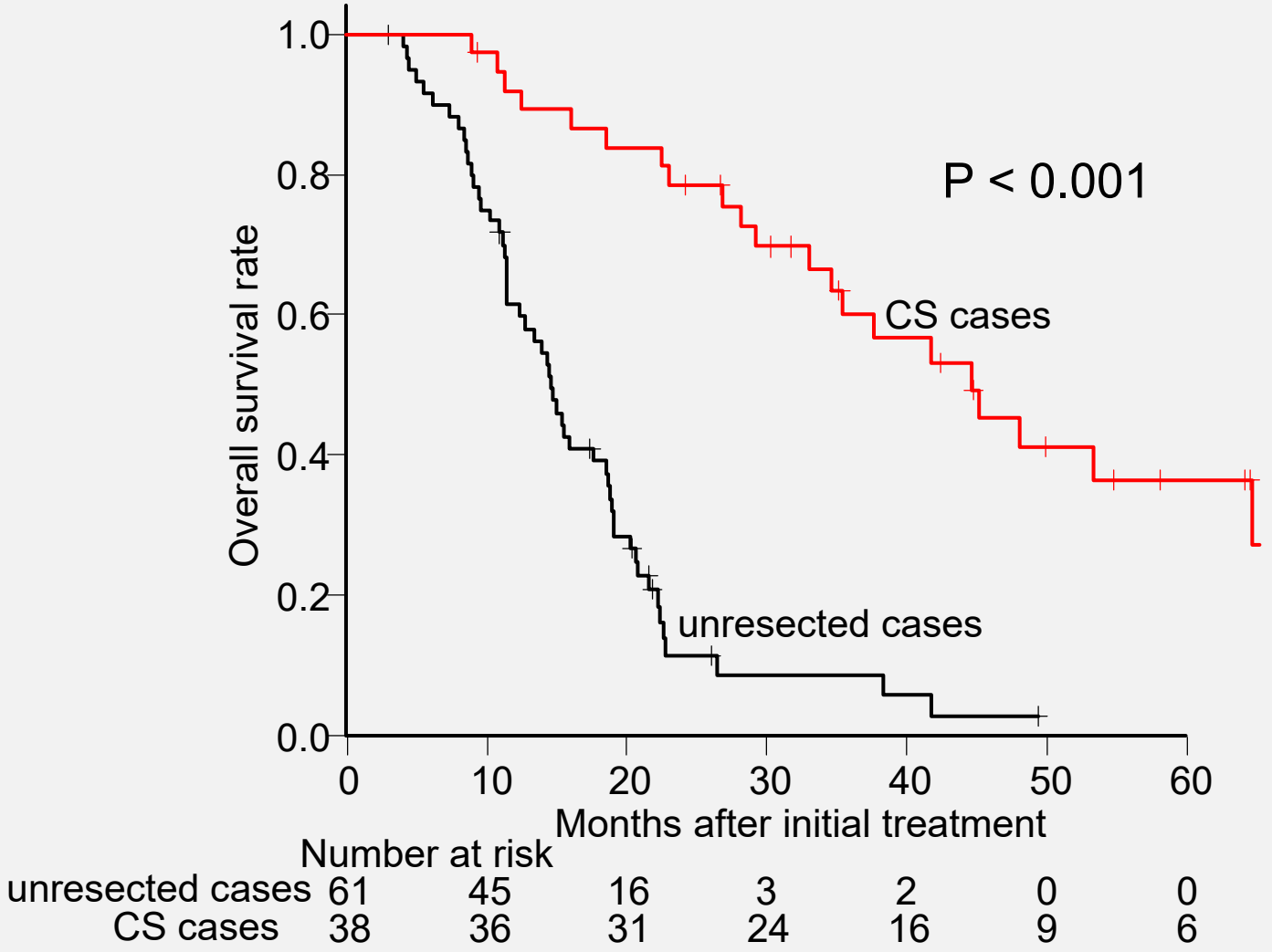


- SMAかCAへの接触が**180度未満**
- **門脈再建できない**
- 化学療法もしくは化学放射線療法

切除不能膵癌の化学療法ストラテジー（2026.4月）



Conversion Surgery



自験例：論文未掲載データ

Conversion Surgeryのポイント

■主要血管合併切除とその再建方法

■門脈閉塞・側副血行路に対する出血コントロール

■切除可能性の判断

■長時間手術

手術時間中央値：**534分**（247-1212hunn)

■剥離層のない剥離

自験例：論文未掲載データ

膵癌集学的治療のまとめ

- ✓ 膵癌の予後は改善している
- ✓ 膵癌は切除可能性分類に準じた治療方針がある
- ✓ 切除不能膵癌にも切除のチャンスがある

膵臓外科最終テスト

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScbhkrPqTuqfMrYtVpXohe2BJsRr855D66Fl4psWISKCTt7mQ/viewform?usp=publish-editor

- 90点以上の正解で出席となります