

原著

膵頭十二指腸切除術後膵液瘻と内臓脂肪の関連性の検討

室谷隆裕 工藤大輔 袴田健一

抄録 【目的】膵頭十二指腸切除術(PD)後膵液瘻形成と内臓脂肪に関する検討は少ない。近年CT画像から内臓脂肪量を計測することが可能なソフトウェア VINCENT が開発された。そこで、VINCENT を用いて内臓脂肪量を計測し、PD 術後膵液瘻との関連性を検討した。

【対象と方法】2005年1月から2010年12月までの期間に当科において施行されたPD症例153例を対象とし、内臓脂肪量と膵液瘻の関係を検討した。

【結果】単変量解析では年齢、男性、残膵性状(soft pancreas)、細膵管径、上腹部内臓脂肪量において有意差を認め、多変量解析により soft pancreas ($p=0.001$)および上腹部内臓脂肪量($p=0.007$)が独立危険因子となった。

【結語】上腹部内臓脂肪はPD術後膵液瘻の危険因子であり、その計測は膵液瘻の予測に有用である。

弘前医学 65 : 27—34, 2014

キーワード：内臓脂肪；膵液瘻；膵頭十二指腸切除術；肥満；VINCENT.

ORIGINAL ARTICLE

IMPACT OF VISCERAL FAT DISTRIBUTION ON POSTOPERATIVE PANCREATIC FISTULAE AFTER PANCREATICODUODENECTOMY

Takahiro Muroya, Daisuke Kudo, and Kenichi Hakamada

Abstract Background: Obesity represents an important comorbidity associated with negative surgical outcomes. However, little information is available regarding the role of visceral fat in the development of pancreatic fistulae (PF) after pancreaticoduodenectomy (PD).

Methods: The volume of visceral fat in 153 consecutive patients undergoing PD was measured from computed tomography scans using software for 3-dimensional quantitative analysis. According to the International Study Group of Pancreatic Fistula (ISGPF) criteria, patients were classified into either the PF group (Grade B or C, $n = 48$) or the non-PF group (no fistula or Grade A, $n = 105$). The impact of the visceral fat volume on the occurrence of PF after PD was evaluated.

Results: Univariate analysis revealed that the following factors were associated with postoperative PF formation: age ($p = 0.021$); male sex ($p = 0.031$); soft pancreas ($p < 0.001$); small main pancreatic duct diameter ($p < 0.001$); and visceral fat volume in the upper abdomen (VFV-UA) ($p=0.006$). Multivariate analysis identified VFV-UA (odds ratio [OR], 3.746; 95% confidence interval [C.I.], 1.445–9.716; $p = 0.007$) as independent risk factors for PF formation after PD.

Conclusions: Visceral fat distribution, especially VFV-UA, was significantly associated with the occurrence of PF after PD.

Hirosaki Med. J. 65 : 27—34, 2014

Key words: visceral fat; pancreatic fistula; pancreaticoduodenectomy; obesity; VINCENT.

【緒 言】

手術手技や周術期管理の向上により, 手術症例が多いハイボリュームセンターにおける膵頭十二指腸切除術(PD)後の死亡率は1%以下へと減少した. しかしながら術後合併症の発生率は30-50%と依然として高いままである^{1,2)}. 代表的な合併症である膵液瘻は the International Study Group of Pancreatic Fistula (ISGPF)³⁾の分類に従うと5-30%と報告されており^{1,2)}, 膵液瘻の危険因子として男性⁴⁾, 残膵の線維化の少ない soft pancreas^{2,4)}, 細膵管径²⁾, 胆汁感染⁵⁾, 高 Body mass index (BMI)⁶⁾等が挙げられている.

肥満は腹部外科手術の周術期および術後の合併症の危険因子として認識されており^{7,8)}, 胃手術⁹⁻¹¹⁾, 大腸手術¹²⁾, 特に腹腔鏡下手術¹³⁻¹⁵⁾において手術成績に悪影響を及ぼす因子として報告されている. しかし, 膵手術における手術成績に内臓脂肪量が及ぼす影響に関する報告は少ない. 近年, 画像処理技術の進歩により, CT 画像より腹腔内臓脂肪量を自動的かつ網羅的に計測することが可能なソフトウェア VINCENT (Fujifilm Medical Co. Ltd., Tokyo, Japan)が開発された¹⁶⁾.

本研究の目的は VINCENT を用いて計測した内臓脂肪量が PD 術後合併症に及ぼす影響を評価することであり, 当科において施行された153例の PD 症例を対象に検討を行った.

【対象と方法】

・症例

2005年1月から2010年12月の期間に弘前大学医学部附属病院消化器外科において施行された PD 症例153例を対象とした.

対象症例の診療記録から年齢, 性別, BMI, 耐糖能異常や高血圧症などの術前合併症の有無, 術前閉塞性黄疸の有無を調査した. 術前閉塞性黄疸および胆管炎を認めた症例では経皮的または内視鏡的胆道ドレナージが施行された.

術前の血液生化学検査データからは, 白血球数(WBC), 総リンパ球数(TLC), ヘモグロビン(Hb), 血小板(Plt), 高感度CRP, 総蛋白(TP), 血清アルブミン(Alb), 総ビリルビン

(T-Bil), 血清アミラーゼ(Amy), ヘモグロビン Alc (HbAlc)を検索し, 評価項目とした.

全症例において術前画像診断目的に CT 検査が施行されており, これらの CT 画像を用いて後述する内臓脂肪量の計測を行った.

周術期の項目としては, 手術時間, 出血量, 術中濃厚赤血球輸血の有無, 残存膵の性状, 膵管径, 術式(胃幽門輪温存の有無)を評価項目とした. 全ての摘出標本は病理組織学的に検討が行われ, 最終診断がなされた.

術後評価項目として, 膵液瘻, 胆汁漏, 胃内容排泄遅延(DGE), 創感染, 肺炎といった術後合併症に加え, 再手術の有無や術後30日および90日以内の死亡の有無を診療記録より調査した.

・内臓脂肪の計測

内臓脂肪の計測は, 術前4週間以内に, 64列 CT スキャナー(Somatom Definition, Siemens Japan, Tokyo, Japan)により5 mm スライスで撮像された DICOM 画像をもとに VINCENT 上で内臓脂肪量の計測を行った.

VINCENT は CT 画像から体脂肪容積, 分布を自動的に計測するためにデザインされたソフトウェアである¹⁶⁾. 横隔膜表面, 体表, 腹壁の外側内側を自動的に識別し, CT 値-190~-30 HU の範囲を皮下脂肪, 内臓脂肪として抽出し, 各スライスでの面積が計測され, 最終的に各スライスの面積が積分されることによって, 脂肪容積が算出される. 腹壁から外れてトレースされ, 修正が必要なスライスに関しては手動で修正を加えた.

我々は横隔膜が表示されるスライスを上端, 膈が表示されるスライスを下端として, この領域の内臓脂肪量を上腹部内臓脂肪量(Visceral fat volume of the upper abdomen; VFV-UA)と定義し, 計測した. また, 膈レベルの1スライスでの内臓脂肪面積(Visceral fat area; VFA)と膈レベルでの腹囲を計測した(図1).

・Surgical procedure

全症例は5人の経験を有する外科医によって手術が施行された. 切除においてはリンパ節郭清が付加され, 再建は膵一空腸, 胆管一空腸, 消化管の順に行われた. 膵空腸吻合は全例膵管粘膜吻

図1 A.

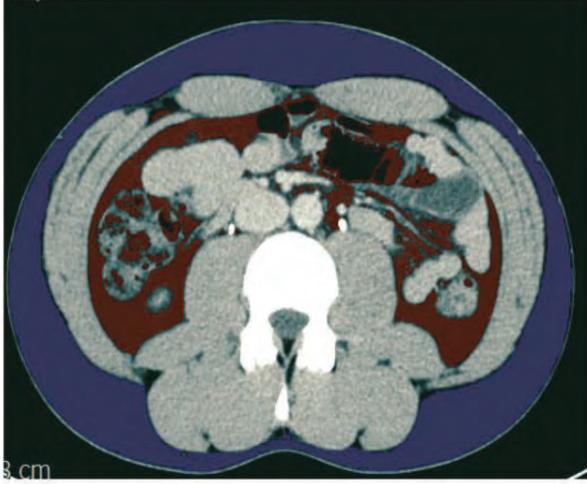


図1 B.



図1 術前CT画像よりVINCENTを用いて内臓脂肪を計測する。内臓脂肪は赤で、皮下脂肪は青で表示される(図1A)。横隔膜のスライスから膈のスライス間の領域を上腹部と定義し、この領域の内臓脂肪を上腹部内臓脂肪(VFV-UA)として体積を計測した(図1B)。

合によって行われた。2本の閉鎖式ドレーン(6.8 mm)が膵空腸吻合部、胆管空腸吻合部近傍に留置され、縫合不全が疑われない場合には術後6日目までに抜去された。

・術後合併症

術後膵液瘻はISGPFの定義³⁾に従い、Grade A,

Grade B, Grade Cに分類された。すなわち、術後3日目以降に血清アミラーゼ正常上限の3倍以上のアミラーゼ活性を示す膵周囲浸出液を認めるものを膵液瘻と定義した。Grade Aはtransient fistulaであり、特別な処置を必要とせず、Grade B, Cでは膵液瘻による症状を有し、Grade Bでは抗生物質の投与やドレーン交換などの処置を要し、Grade Cでは敗血症や臓器不全を合併し、再手術や集中治療を要するものとした。本研究では臨床的に重要とされるGrade B, C膵液瘻を膵液瘻ありとした。

その他の合併症に関してはClavien分類^{17,18)}に従って定義し、Grade 3以上を合併症ありとした。

・Statistical analysis

統計学的解析はPASW ver 18.0 (SPSS Inc., Chicago, IL)を用いて行った。各データは平均値±標準偏差で表記した。連続変数は2標本t検定によって解析し、非連続変数は χ^2 乗検定を用いて解析し、いずれの検定においても $p<0.05$ を有意とした。単変量解析で有意差を認めた項目について多重ロジスティック解析によって多変量解析を行い、 $p<0.05$ を有意とした。また、多変量解析を行うにあたり、膵液瘻発生に対する連続変数の至適カットオフ値を算出するためにROC曲線を作成した。カットオフ値は(感度+特異度-1)の計算式で算出されるYouden Indexの最大値から求めた^{19,20)}。

【結 果】

対象症例153例の年齢の平均値は65.4歳であり、男性95例(62.1%)、女性58例(37.9%)であった。43例(28.1%)に耐糖能障害が認められ、高血圧症は39例(25.5%)に認められた。背景疾患としては膵癌、胆管癌、十二指腸乳頭部癌、十二指腸癌といった悪性腫瘍が135例であり、全体の約88.2%を占めていた。また、90例(58.8%)において術前減黄処置が施行されていた。術式としては幽門輪温存膵頭十二指腸切除術(PpPD)が96例(62.7%)で施行され、57例(37.3%)において定型的な膵頭十二指腸切除術が施行されていた。手術時間、出

表 1 Characteristics of enrolled patients

Characteristics	Value
Age	65.4 ± 11.3
Sex (male/ female)	95 (62.1%) / 58 (37.9%)
Diabetes	43 (28.1%)
Diseases	
Pancreatic adenocarcinoma	52
Bile duct carcinoma	53
Ampullary adenocarcinoma	14
Duodenal adenocarcinoma	3
Galbladder adenocarcinoma	2
IPMN	15
Chronic pancreatitis	4
others	10
Preoperative biliary drainage	90 (58.8%)
Operative procedures	
PD / PpPD	57 (37.3%) / 96 (62.7%)
Operative time (min)	389.9 ± 91.6
Intraoperative bleeding (ml)	1380.9 ± 1221.9
Reoperation	3 (1.8%)
Complications	
any complications	106 (69.3%)
pancreatic fistula	48 (31.4%)
delayed gastric emptying	36 (23.5%)
wound infection	14 (9.2%)
bile leakage	10 (6.5%)
pneumonia	4 (2.6%)
postoperative length of hospital stay	30.9 ± 15.8
readmission	0
30-day mortality (%)	0
90-day mortality (%)	0
BMI	22.4 ± 3.1
waist circumference (cm)	79.7 ± 8.4
VFA (cm ²)	77.9 ± 44.6
VFV-UA (cm ³)	1180.8 ± 735.8

IPMN; intraductal papillary mucinous neoplasms
 others: adenosquamous cell carcinoma of duodenal papilla, hyperplasia of duodenal papilla, insulinoma, pancreatic liposarcoma, pancreaticobiliary maljunction, autoimmune pancreatitis, gastric carcinoma with duodenal invasion and pancreatic trauma

PD pancreaticoduodenectomy
 PpPD pylorus preserving pancreaticoduodenectomy

reoperation was performed due to pancreatic fistula, postoperative hemorrhage and gastrointestinal obstruction

BMI body mass index

VFA visceral fat area

VFV-UA visceral fat volume of the upper abdomen

血量の平均値はそれぞれ389.9 ± 91.6分, 1380.9 ± 1221.9 mlであった。また, BMI, 腹囲, VFA, VFV-UAの平均値はそれぞれ22.4 ± 3.1 kg/m², 79.7 ± 8.4 cm, 77.9 ± 44.6 cm², 1180.8 ± 735.8 cm³であった(表1)。

・合併症

対象症例153例のうち106例(69.3%)に術後合併症を認め, そのうち Grade BおよびCの膵液瘻は48例(31.4%)に認められた。その他 DGE が36

例(23.5%), 創感染が14例(9.2%), 胆腸縫合不全が10例(6.5%), 肺炎が4例(2.6%)であった。膵液瘻を伴った48例の中では, DGE 16例(33.3%), 創感染2例(4.2%)が認められた。術後再手術を必要とした症例は3例あり, 原因としては膵液瘻, 術後出血, 通過障害であった。術後平均在院日数は30.3日であり, 術後死亡率は0%であった(表1)。

・膵液瘻の危険因子解析

表 2 Univariate Analyses

	PF group (n = 48)	non PF group (n = 105)	p
Age	68.5 ± 7.2	64.0 ± 12.5	0.021
Sex (male/female)	36/12	59/46	0.031
Diabetes (yes/no)	8/40	35/70	0.052
Benign/malignant	4/44	14/91	0.432
Preoperative biliary drainage (yes/no)	25/23	65/40	0.290
White blood cell count (/μL)	5775.0 ± 1592.4	5756.8 ± 1741.4	0.949
Total lymphocyte cell count (/μL)	1827.4 ± 467.5	1614.0 ± 599.5	0.031
Haemoglobin (g/dL)	13.0 ± 1.7	12.0 ± 1.6	0.064
Platelets (×10 ⁴ /μL)	27.3 ± 29.3	25.1 ± 7.9	0.475
C-reactive protein (mg/dL)	0.72 ± 1.22	0.96 ± 1.95	0.443
Total protein (g/dL)	7.09 ± 0.46	6.93 ± 0.67	0.133
Serum albumin (g/dL)	4.11 ± 0.38	3.95 ± 0.45	0.025
Total - bilirubin (mg/dL)	2.15 ± 3.82	2.21 ± 2.79	0.905
Direct - bilirubin (mg/dL)	1.33 ± 2.96	1.53 ± 2.34	0.601
Serum amylase (U/L)	103.4 ± 65.2	102.1 ± 85.4	0.926
Haemoglobin A1c (%)	5.55 ± 0.94	5.86 ± 1.85	0.076
Operative procedure: (Conventional/pylorus-preserving)	14/34	43/62	0.207
Operative time (min)	374.3 ± 76.2	397.0 ± 97.4	0.155
Estimated blood loss (mL)	1393.2 ± 1729.6	1375.3 ± 911.0	0.933
Red blood cell transfusion (yes/no)	3/45	26/79	0.007
Texture of remnant pancreas			
Soft pancreas/hard pancreas	42/6	61/44	<0.001
Pancreatic duct size (mm)	3.1 ± 1.5	4.8 ± 2.9	<0.001
Postoperative length of stay (day)	40.0 ± 11.8	26.9 ± 16.1	<0.001
BMI (kg/m ²)	23.08 ± 3.28	22.06 ± 3.00	0.060
Waist circumference (cm)	81.67 ± 7.48	78.78 ± 8.18	0.047
VFA (cm ²)	89.48 ± 49.26	72.59 ± 41.53	0.029
VFV-UA (cm ³)	1421.7 ± 724.0	1070.6 ± 717.9	0.006
PF pancreatic fistulae			
BMI body mass index			
VFA visceral fat area			
VFV-UA visceral fat volume of the upper abdomen			

Grade B以上の膵液瘻を認めた症例を膵液瘻あり群(PF群)とし、なし群(non-PF群)との2群間でrisk factorについて比較検討を行った(表2)。

単変量解析では、年齢(p=0.021)、男性(p=0.031)、術前TLC(p=0.031)、術前血清アルブミン(p=0.025)について有意差が認められた。

肥満に関わる指標としては腹囲(p=0.047)、VFA(p=0.029)、VFV-UA(p=0.006)のいずれも膵液瘻を合併した群において有意に高値であったが、BMIだけは膵液瘻の発生に関して有意差を認めなかった。

術中の因子に関しては、膵管径(p<0.001)、soft pancreas(p<0.001)において有意差が認められた。

単変量解析によって有意差を認めた各因子の膵

液瘻に対するROC曲線を作成した。VFV-UA、VFA、腹囲のAUCはそれぞれ0.638、0.602、0.613であり、これらの中ではVFV-UAが最も予測能が高いと考えられた。ROC曲線からYouden Index^{19,20)}を用いカットオフ値を設定した(表3)。

膵液瘻の有無について単変量解析にて有意差を認めた項目について多重ロジスティック回帰分析を行った結果、VFV-UA \geq 1418.5 cm³ (OR:3.746, 95% C.I.: 1.445-9.716, p=0.007)とsoft pancreas (OR:7.127, 95% C.I.: 2.565-19.802, p=0.001)が膵液瘻の独立危険因子であることが示された(表4)。

【考 察】

2010年の厚生労働省の調査では肥満者(BMI \geq

表 3 Optimal cut-off point for the occurrence of POPF

	Cut-off point	AUC	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Youden index
VFV-UA (cm ³)	1418.5	0.642	54.2	74.3	0.285
VFA (cm ²)	100.4	0.598	45.8	74.3	0.201
Waist circumference (cm)	84.0	0.628	47.9	76.2	0.241
Age	62.5	0.580	81.3	60.0	0.211
Pancreatic duct size (mm)	3.50	0.290	75.0	51.5	0.340
TLC (/μL)	1568.7	0.640	72.9	53.8	0.268
Serum albumin (g/dL)	3.95	0.610	70.8	47.6	0.185

AUC: area under the curve

VFV-UA: visceral fat volume of the upper abdomen

VFA: visceral fat area

TLC: Total lymphocyte cell count

表 4 Multivariate analyses

	Odds Ratio	95% CI	p
Soft pancreas	7.127	2.565–19.802	0.001
VFV-UA ≥ 1 418.5 (cm ³)	3.746	1.445–9.716	0.007
Waist circumference ≥ 84.0 (cm)	2.120	0.561–8.015	0.268
Red blood cell transfusion	1.959	0.465–8.245	0.081
TLC ≥ 1570 (/μL)	1.870	0.460–4.598	0.381
Pancreatic duct size ≤ 3.50 (mm)	1.535	0.474–4.937	0.175
Serum albumin ≤ 3.95 (g/dL)	1.388	0.458–4.206	0.562
Age ≥ 63 (y)	1.262	0.496–3.208	0.658
VFA ≥ 100.4 (cm ²)	1.243	0.438–3.524	0.683
Male	1.165	0.173–1.213	0.116

CI: confidence interval

VFV-UA: visceral fat volume of the upper abdomen

VFA: visceral fat area

TLC: Total lymphocyte cell count

25.0)の割合は成人男性では30.4%,成人女性では20.5%とされており,その割合は増加傾向にある。蓄積した内臓脂肪は腹部外科手術の成績に悪影響を及ぼす危険因子として今後ますます重要になってくるものと考えられる。

肥満と術後合併症との関連についての報告は胃手術^{9-11,15)},大腸手術¹²⁻¹⁴⁾において多く報告されているが,PDに関する報告は少数である。Bentremら²¹⁾はBMI>30が術後ICU入室の危険因子となると報告し,Nounら²²⁾はBMI>30は術後膵液瘻の危険因子となることを報告している。BMIは身長と体重から算出され,その簡便性から肥満の指標として広く受け入れられているが,脂肪や筋肉の割合,脂肪の分布が考慮されない。

近年CT画像から内臓脂肪面積を計測することが可能となり,日本肥満学会では臍部高での内臓

脂肪面積(VFA)≥100 cm²を肥満と定義した²³⁾。田中ら¹¹⁾は胃全摘術においてVFA>100は術後膵液瘻の危険因子と報告し,清水ら²⁴⁾はVFA>130がPD術後呼吸器合併症の危険因子となると報告している。VFAは腹部内臓脂肪を実際に計測している点でBMIより正確に内臓脂肪を評価しているとは言えるが,臍部1スライスのみの評価であり,内臓脂肪の分布は考慮されず,腹腔内内臓脂肪全体を反映しているわけではない。

今回我々が用いたVINCENTでは腹腔内内臓脂肪量および皮下脂肪量を計測し,その分布の検討が可能となった。その結果,内臓脂肪,特に上腹部内臓脂肪が術後膵液瘻発生を惹起する因子となることが示された。

我々の検討ではGrade B,Cの膵液瘻の発生率が31.4%と高値であった。この数値は他施設

の報告と比較して低くない。一方で、Grade A (3.3%)とGrade C (1.3%)の発生率は低い。清水ら²⁴⁾は膵液瘻の発生率をGrade A (19.2%), Grade B (8.5%), Grade C (1.3%)と報告している。我々の検討においてGrade Bの膵液瘻発生率が高値となった理由として、致命的な膵液瘻を防ぐための我々の治療戦略が挙げられる。我々は術後7病日もしくは発熱など感染兆候が疑われた時点でCTを撮影し、膵周囲の液体貯留を認めた場合には積極的にドレーン交換などの処置を行っている。これによって、他施設ではGrade Aに分類されるであろう症例がGrade Bに含まれ、結果として術後膵液瘻発生率が上昇したと考えられる。しかしながら膵液瘻が原因となった死亡例は認められず、我々の臨床的な判断は受け入れられうるものと考ええる。

VFV-UAがPD術後膵液瘻の危険因子となる理由の一つとして手術手技の困難さが増すことが考えられる。肥満症例では術野が深くかつ狭く、組織が脆いため、非肥満症例と比較して手術操作が煩雑となり、また膵組織と脂肪組織の区別がつきにくく、膵組織を正確に認識することが困難となる。

内臓脂肪量の計測はPD術後膵液瘻の予測に有用である。内臓脂肪の多い症例では術前のカロリー制限食などの食事療法や免疫賦活栄養剤を使用した栄養介入の導入やより慎重な術後管理を行うことでPD術後膵液瘻の発生率を下げの一助となると考えられた。

【文 献】

- 1) Yeo CJ, Cameron JL, Sohn TA, Lillemoe KD, Pitt HA, Talamini MA, Hruban RH, et al. Six hundred fifty consecutive pancreaticoduodenectomies in the 1990s: pathology, complications, and outcomes. *Ann Surg* 1997;226:248-57.
- 2) Muscari F, Suc B, Kirzin S, Hay JM, Fournanier G, Fingerhut A, Sastre B, et al. Risk factors for mortality and intra-abdominal complications after pancreatoduodenectomy: multivariate analysis in 300 patients. *Surgery* 2006;139:591-8.
- 3) Bassi C, Dervenis C, Butturini G, Fingerhut A, Yeo C, Izbicki J, Neoptolemos J, et al. Postoperative pancreatic fistula: an international study group (ISGPF) definition. *Surgery* 2005;138:8-13.
- 4) Wada K, Traverso LW. Pancreatic anastomotic leak after the Whipple procedure is reduced using the surgical microscope. *Surgery* 2006;139:735-42.
- 5) Kajiwara T, Sakamoto Y, Morofuji N, Nara S, Esaki M, Shimada K, Kosuge T. An analysis of risk factors for pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy: clinical impact of bile juice infection on day 1. *Langenbecks Arch Surg* 2010;395:707-12.
- 6) Gaujoux S, Cortes A, Couvelard A, Noullet S, Clavel L, Rebours V, Levy P, et al. Fatty pancreas and increased body mass index are risk factors of pancreatic fistula after pancreaticoduodenectomy. *Surgery* 2010;148:15-23.
- 7) Abdel-Moneim RI. The hazards of surgery in the obese. *Int Surg* 1985;70:101-3.
- 8) Flancbaum L, Choban PS. Surgical implications of obesity *Annu Rev Med* 1998;49:215-34.
- 9) Tokunaga M, Hiki N, Fukunaga T, Ogura T, Miyata S, Yamaguchi T. Effect of individual fat areas on early surgical outcomes after open gastrectomy for gastric cancer. *Br J Surg* 2009;96:496-500.
- 10) Tsujinaka T, Sasako M, Yamamoto S, Sano T, Kurokawa Y, Nashimoto A, Kurita A, et al. Influence of overweight on surgical complications for gastric cancer: results from a randomized control trial comparing D2 and extended para-aortic D3 lymphadenectomy (JCOG9501) *Ann Surg Oncol* 2007;14:355-61.
- 11) Tanaka K, Miyashiro I, Yano M, Kishi K, Motoori M, Seki Y, Noura S, et al. Accumulation of excess visceral fat is a risk factor for pancreatic fistula formation after total gastrectomy. *Ann Surg Oncol* 2009;16:1520-5.
- 12) Sakai T, Maekawa T, Mikami K, Kuramochi H, Noda S. Visceral fat volume and surgical outcomes of colorectal resection. *Int Surg* 2009;94:370-2.
- 13) Makino T, Shukla PJ, Rubino F, Milsom JW. The impact of obesity on perioperative outcomes after laparoscopic colorectal resection. *Ann Surg*

- 2012;255:228-36.
- 14) Tsujinaka S, Konishi F, Kawamura YJ, Saito M, Tajima N, Tanaka O, Lefor AT. Visceral obesity predicts surgical outcomes after laparoscopic colectomy for sigmoid colon cancer. *Dis Colon Rectum* 2008;51:1757-65; discussion 1765-7.
 - 15) Noshiro H, Shimizu S, Nagai E, Ohuchida K, Tanaka M. Laparoscopy-assisted distal gastrectomy for early gastric cancer: is it beneficial for patients of heavier weight? *Ann Surg* 2003;238:680-5.
 - 16) Ohshima S, Yamamoto S, Yamaji T, Suzuki M, Mutoh M, Iwasaki M, Sasazuki S, et al. Development of an automated 3D segmentation program for volume quantification of body fat distribution using CT. *Nihon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi* 2008;64:1177-81.
 - 17) Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg* 2004;240:205-13.
 - 18) DeOliveira ML, Winter JM, Schafer M, Cunningham SC, Cameron JL, Yeo CJ, Clavien PA. Assessment of complications after pancreatic surgery: A novel grading system applied to 633 patients undergoing pancreaticoduodenectomy. *Ann Surg* 2006;244:931-7.
 - 19) Youden WJ. Index for rating diagnostic tests. *Cancer* 1950;3:32-5.
 - 20) Akobeng AK. Understanding diagnostic tests 3: Receiver operating characteristic curves. *Acta Paediatr* 2007;96:644-7.
 - 21) Bentrem, DJ, Yeh JJ, Brennan MF, Kiran R, Pastores SM, Halpern NA, Jaques DP, et al. Predictors of intensive care unit admission and related outcome for patients after pancreaticoduodenectomy. *J Gastrointest Surg* 2005;9:1307-12.
 - 22) Noun R, Riachy E, Ghorra C, Yazbeck T, Tohme C, Abboud B, Naderi S, et al. The impact of obesity on surgical outcome after pancreaticoduodenectomy. *JOP* 2008;9:468-76.
 - 23) The Examination Committee of Criteria for 'Obesity Disease' in Japan, Japan Society for the Study of Obesity. New criteria for 'Obesity Disease' in Japan. *Circ J* 2002;66:987-92.
 - 24) Shimizu A, Tani M, Kawai M, Hirono S, Miyazawa M, Uchiyama K, Yamaue H. Influence of visceral obesity for postoperative pulmonary complications after pancreaticoduodenectomy. *J Gastrointest Surg* 2011;15:1401-10.