

ラジアル走査式超音波内視鏡による
膵・胆道領域の標準的描出法

第2版

ラジアル走査式超音波内視鏡による
膵・胆道領域の標準的描出法



1 はじめに

1	はじめに	p2
2	標準的な描出方法	p3
	スクロール／表示レンジ	p4
	バルーンの膨らませ方	p4
3	走査の実際	
3-1	経胃	p5
	胃内からの膵臓（膵体尾部）の見つけ方	p7
	膵尾部末端描出時の注意	p7
	左副腎の観察	p8
3-2	経十二指腸球部	p9
	乳頭部の描出	p11
	経十二指腸球部走査(ロングスコープポジション)における解剖学的理解	p12
3-3	経十二指腸下行部	p13
	横断法と縦断法	p16
	膵頭部観察の注意点（膵鉤部含む）	p17
	膵実質の追い方	p17
	膵・胆管合流異常の診断	p18
	副膵管の観察	p18
	経十二指腸下行部走査(ショートスコープポジション)における解剖学的理解	p19
3-4	胆嚢	p21
	胆嚢・胆管・乳頭部の層構造と腫瘍深達度／進展度診断	p23
3-5	関連情報	
	アーチファクトの低減のコツ	p24
	ラジアル走査式超音波内視鏡の長所と短所	p25
	検査前MRCPの役割	p25
	略語	p25
4	機器解説	p26

Point スコープ操作上の詳細な解説 **Tips** 知っておくと良いコツや工夫 **Column** 基本知識や参考情報

ご利用の皆さまへ

第1版「ラジアル走査式超音波内視鏡による膵・胆道領域の標準的描出法」が発行されてはや17年が過ぎました。この間、膵・胆道領域の超音波内視鏡検査は特殊な検査から日常的に行われる検査となっています。また、超音波スコープや観測装置の進歩は目覚ましく、より幅の広い臨床使用が可能となっています。例えば、メカニカルラジアル走査式スコープにおいては、過度の湾曲や無理な挿入によって、ダイレクトシャフトの回転異常による画像や機器の不具合を引き起こすこともありました。このため、旧冊子ではスコープへの負担の少ない直線化を前提とした引きのスコープ操作によるEUS走査が推奨されてきました。電子ラジアル走査への進化や先端形状の改良、画質の向上によって、検査の安全性を担保したうえでEUS走査時のスコープ形状の自由度も高くなってきました。これらを踏まえて、本冊子では異なった走査法を集約するためというより、現在の機器で可能な走査法をシンプルかつ要点化することを目的に作成されました。お役に立てば幸いです。

超音波内視鏡(EUS)は1982年に実用化されて以来着実に普及が進み、1990年代には既にその診断的有用性が広く認識されていました。しかしその一方で、特に膵・胆道領域においては手技的難易度の高さから十分に使いこなせる内視鏡医は当時まだ少なく、広く活用されているとは言い難い状況でした。こうした状況のなかで、EUS初学者や修得に行き詰まりを感じていた先生方に向けて、2003年「超音波内視鏡による膵・胆道領域の標準的描出法」が発刊されました。これは文字通りEUS(ラジアル走査式)を用いて膵・胆道領域を観察する際の描出法を系統的に解説したものであり、以降現在に至るまでラジアル走査式EUSの修得を目指す先生方にとってのバイブルとして重用されてきました。しかし発刊後すでに17年以上が経過し、この間メカニカルラジアルから電子ラジアルへの移行をはじめとした機器の進歩やEUSの世代・地域を越えた広がりによる描出手技の多様化などが相まって冊子の改訂を求める声が高まってまいりました。これを受けて2019年1月に「ラジアル走査式超音波内視鏡描出法標準化検討部会」が発足し、その後1年余りの改訂作業を経て、今回「第2版ラジアル走査式超音波内視鏡による膵・胆道領域の標準的描出法」が満を持して発刊の運びとなりました。本改訂版においては、超音波画像を最新機器のものに差し替え、シエーマも刷新しましたが、何よりも今回の改訂の最大のポイントは、様々な流派の描出法がある中で、最大公約数的に描出法を1本にまとめたことであり、手技のバリエーションについては別途解説を加える形で残しました。また、各部位における走査については動画をリンクして理解を高めるとともに、描出の際のコツや描出に役立つ知識についてはPointやTips、Columnとして取り上げました。

EUSについては、現在コンベックス走査式とラジアル走査式が混在している状況ですが、それぞれに長所と短所があることから、先に改訂された「第2版超音波内視鏡下穿刺術のためのコンベックス走査式超音波内視鏡による標準的描出法」とともに本冊子を活用していただき、EUSの習得を目指す先生方の助けとなればこの上ない喜びです。

2020年3月

ラジアル走査式超音波内視鏡描出法標準化検討部会
Japanese Committee - Standard Imaging Technique of radial EUS



2

標準的な描出方法

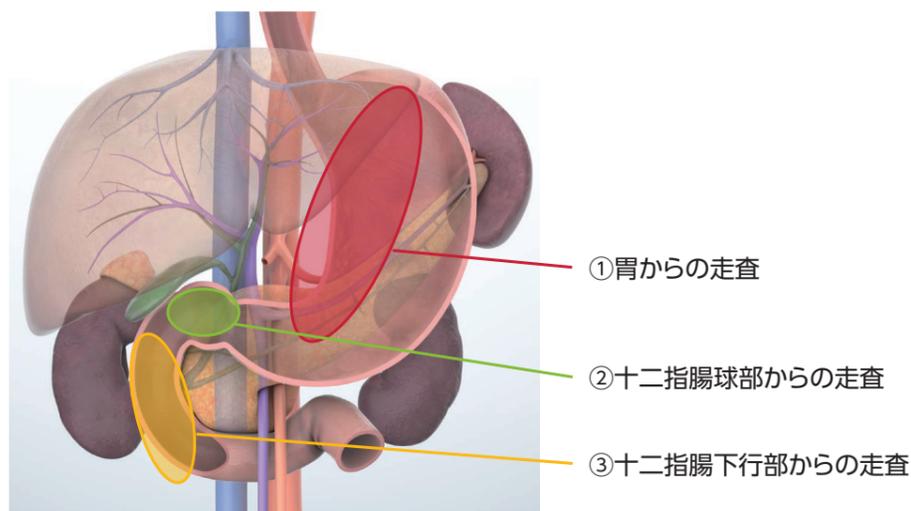
ラジアル走査式EUSの走査位置は、①胃からの走査、②十二指腸球部からの走査、③十二指腸下行部からの走査、に分けられます。十二指腸球部からの走査はスコープを押し込んで球部に挿入した状態のロングスコープポジションでの観察となり、十二指腸下行部からの走査は、スコープをERCPの要領でショートスコープポジションとして観察します。観察部位の順番については特に定められたものではありません。重要なことは、一つの領域から観察するのではなく、複数の位置から異なる方向で見落としなく観察することです。それぞれの走査位置からは観察できる領域があり、そこを描出するための指標が定められています。的確な観察には、それぞれのステップを順を追ってきちんと描出することが重要です(表a)。

スコープの基本操作は時計／反時計回転、アップ／ダウンアングル、左右アングル、スコープの押し引きが基本となります。これらを組み合わせながら、関心領域を観察します。スコープ操作は、内視鏡画面ではなく超音波画面による盲目的操作となることが多く、特に咽頭、十二指腸球部への挿入時や、十二指腸でショートスコープポジションとする操作時には穿孔に対する注意が必要です。

アーチファクトの少ない明瞭で良質な画像を得るためには、消化管内の空気を十分に吸引することが必要です。また適宜、バルーンを膨らませて、スコープ先端と消化管壁を密着させます。また消化管内腔を広げるために水(微温湯)の注入も適宜行います。

観察領域と指標(表a)

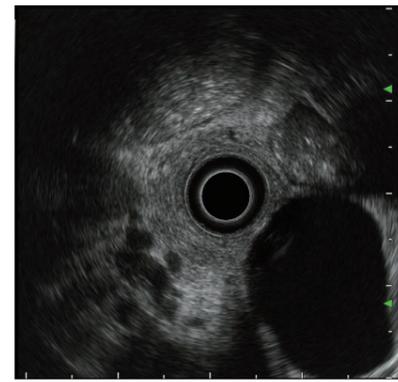
走査位置	観察領域	指標
胃	脾体部 脾尾部	脾動・静脈 左腎 脾臓 上腸間膜動脈 腹腔動脈 大動脈 左副腎
十二指腸球部	脾頭部 脾頭体移行部 主膵管 胆管 胆嚢管 胆嚢	門脈 上腸間膜静脈 脾静脈
十二指腸下行部	脾頭部 乳頭部 主膵管・副膵管 胆管 胆嚢	大動脈 下大静脈 上腸間膜動・静脈 門脈



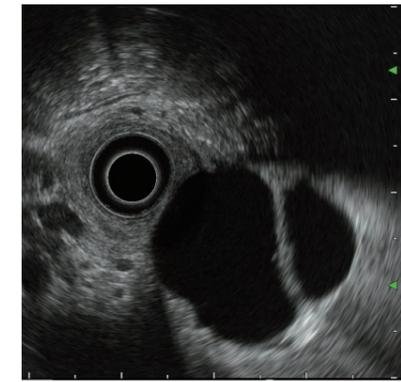
スクロール／表示レンジ

Point ①

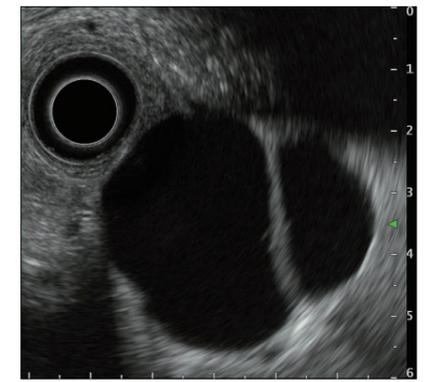
ラジアル走査式EUSは、360度の超音波画像を得られる反面、目的とする対象物が視野の辺縁に位置し観察しにくいことがあります(図a)。その場合には、スクロール機能を利用し、画面中央に対象物を移動させ観察しやすくします(図b)。また、胆膵疾患の病変は小さいことが多く、あらかじめ設定された表示レンジでは病変が小さく描出される場合があります。表示レンジは、超音波画像のサイズを変更することが可能であり、対象物が小さい場合に有用です(図c)。



図a



図b



図c

バルーンの膨らませ方

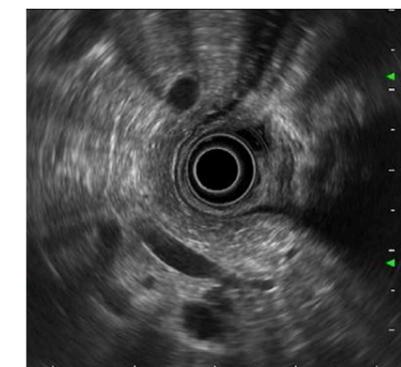
Point ②

ラジアル走査式EUS観察において、アーチファクトの少ない良質な画像を得るためにはスコープ先端(振動子)と消化管壁を密着させる必要があります。このためバルーンの使用は極めて重要です。バルーンは適切にスコープ先端に装着し、水が漏れずにバルーン内に溜まることをあらかじめ確認しておきます。また、バルーン内の気泡はアーチファクトの要因となるため、スコープ先端を下にむけて、注水と吸引を繰り返し、気泡を除去することが重要です(図a)。

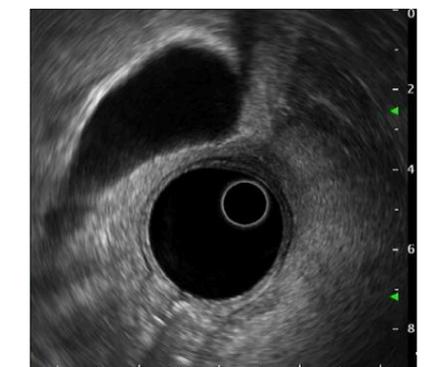
バルーンを膨らませるのはスコープの送気送水ボタンで行います。超音波画面でバルーンの大きさを確認しながら、送気送水ボタンを押し続けバルーンを膨らませます。バルーンを膨らませる大きさは、スコープ先端が消化管壁に密着し、アーチファクトが消失する程度にします。実際は、少量の注水によりバルーンが若干膨らむ程度で十分なことが多いです(図b)。しかし、十二指腸球部は管腔が大きく、アーチファクトが出やすいため管腔を十分に占める程度の大きさまで膨らませます(図c)。またショートスコープポジション操作の際、スコープが抜けやすい時には、ある程度の大きさに膨らませるとスコープが抜けずに安定する場合があります。ただし、あまり大きく膨らませるとスコープ先端が動かずに方向が変わりやすいため注意が必要です。



図a



図b



図c

3-1 走査の実際 経胃



胃内でスコープが直線化することで被検者の足側から見たスコープに垂直な断層画像を観察します。一旦胃体部あるいは胃前庭部までスコープを進め空気を吸引後にスコープ先端のバルーンを膨らませて引きながら観察する方法が一般的ですが、経十二指腸操作のショートスコープポジションから連続して観察する方法もあります。膵臓が描出されたら、膵臓を画面の6時方向に位置させ、周辺の臓器を指標として膵体尾部を中心に観察します。

走査STEP		
1 膵体部	4 膵尾部末端	7 左副腎
2 膵体尾部	5 膵体部	
3 膵尾部・脾門部	6 腹腔動脈	

STEP 1

膵体部
 胃体部あるいは前庭部からスコープをゆっくり引いて直線化し、脾静脈を指標にして、膵体部を観察します。

STEP 2

膵体尾部
 スコープに時計回転をかけて、やや引きながら膵実質・主膵管を追って、膵尾部を観察します。脾静脈、および左腎が指標になります。

STEP 3

膵尾部・脾門部
 さらに時計回転をかけ、脾門部の脾静脈分岐を指標として膵尾部を観察します。

STEP 4

膵尾部末端
 膵実質を追いながらスコープを少し進めて、膵尾部末端を観察します。

STEP 5

膵体部
 スコープに反時計回転をかけて、再度膵体尾部を観察します。

STEP 6

腹腔動脈
 膵体部を観察した後、ややスコープを引くと、大動脈から分岐する腹腔動脈が描出されます。周囲のリンパ節腫大の有無などを観察します。

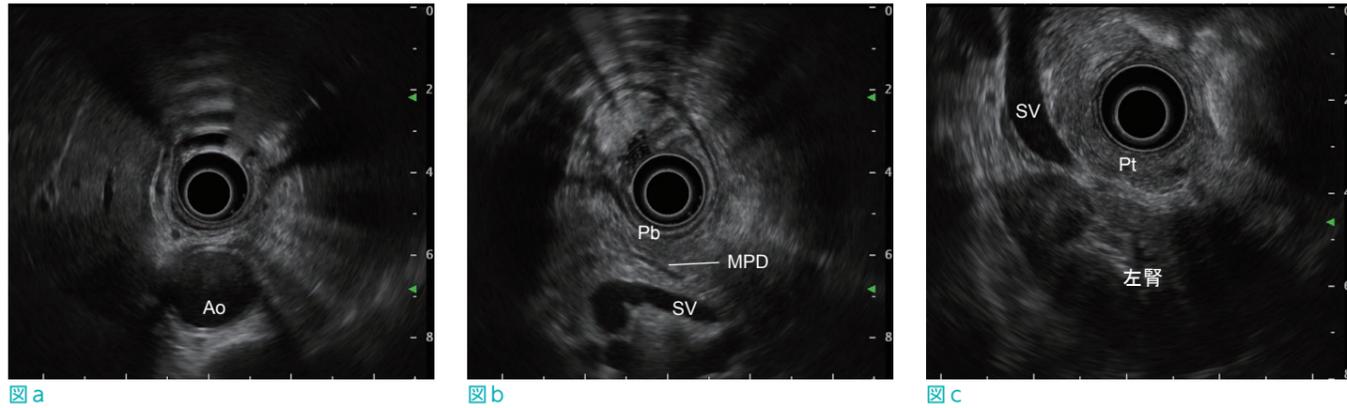
STEP 7

左副腎
 左腎と大動脈の間に、左副腎が描出されます。

胃内からの膵臓(膵体尾部)の見つけ方

Point ③

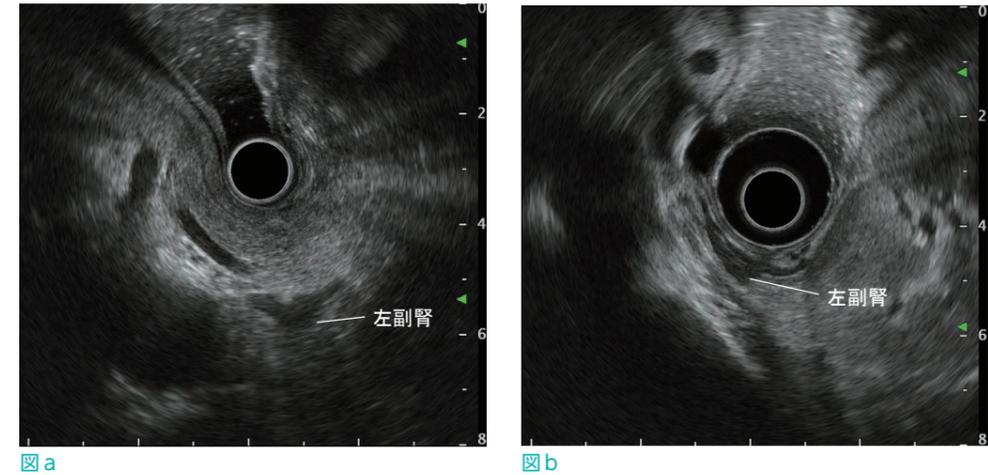
膵臓の萎縮や脂肪置換(脂肪浸潤)などにより膵臓が描出しづらいことがあります。この場合、経胃操作においてはスコープを食道胃接合部付近まで引いてくると大動脈の輪切り像が振動子の直下に現れます。これを画面上6時方向に来るようにスコープ回転を加え(図a)、この軸を保持したままスコープを進めると脾静脈が描出され、この脾静脈と振動子の間に膵体部の実質が描出されます(図b)。あるいは、胃体部走査で左腎を見つけて、この左腎と振動子の間に膵尾部を見つけても良いです(図c)。



左副腎の観察

Tips

左副腎は、コンベックス走査式EUSと同様にラジアル走査式EUSでも観察できます。副腎はカモメが羽ばたくような形態(seagull sign)を呈し、膵体尾部背側の左腎左上方に位置します。膵体尾部観察時、その背側に同時に観察される場合(図a)や、左腎を観察しながらスコープを引くと左腎と大動脈の間に観察される場合(図b)もあります。

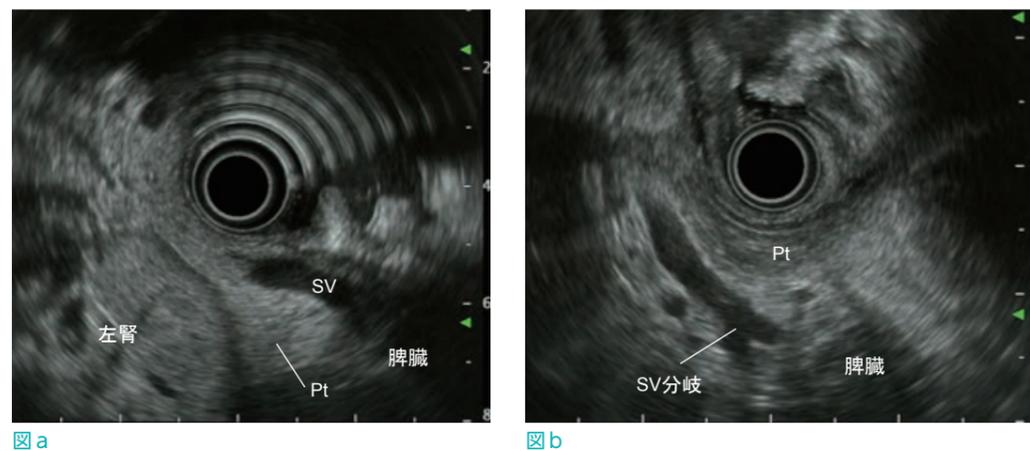


膵尾部末端描出時の注意

Point ④

膵尾部末端を描出する際は、基本的には脾動・静脈の走行に沿って膵尾部方向に走査を進め、脾動・静脈の分枝が描出される部位まで追跡します。ここで膵実質の走行に十分注意します。脾動静脈に沿う場合、脾動静脈の走行から被検者の足側に離れて左腎と脾臓の隙間に膵実質が入り込む場合(振動子から離れるように描出 図a)、脾動・静脈の走行から頭側に離れて脾臓側に至る場合(振動子に近づくように描出 図b)があります。

初学者が膵尾部走査を施行する場合には、EUSに先行してCTあるいはMRIを撮像し、膵尾部の走行の特徴を予め把握しておく和良好的です。膵尾部末端に存在する病変を見落とさないことが重要です。

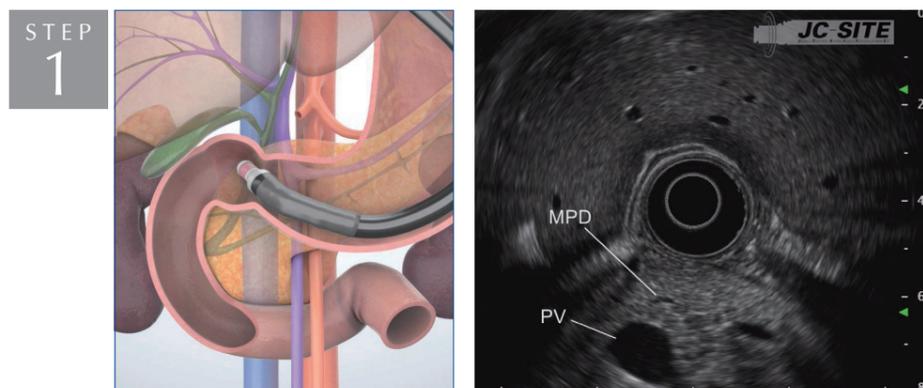


3-2 走査の実際 経十二指腸腸球部

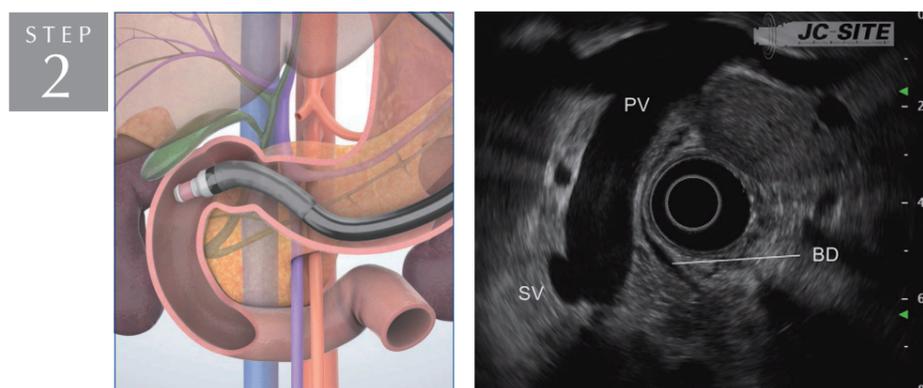


十二指腸球部からのロングスコープポジションで、肝外胆管から、膵頭部、胆嚢、胆嚢管を観察します。さらに十二指腸球部から下行部へスコープを進め、膵頭部、および乳頭部近傍を観察します。ただし、乳頭部、および膵頭下部はこの走査で描出することは難しく、ショートスコープポジションで観察します。穿孔のリスクがあるため、無理なスコープ操作を避けることが重要です。

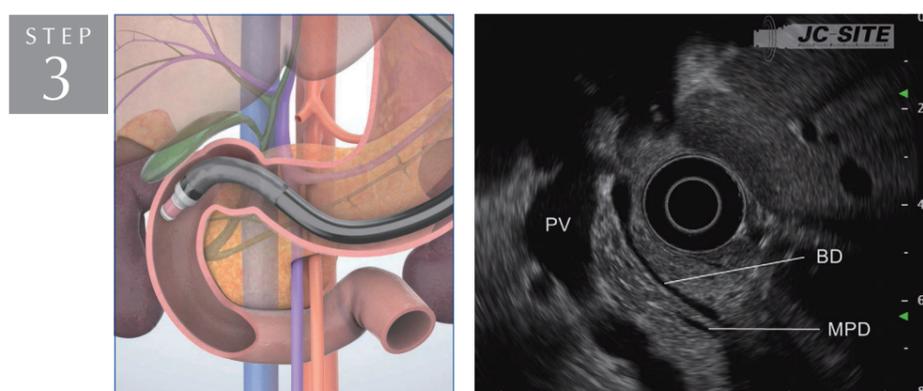
走査STEP		
1 膵頭部(門脈短軸)	4 乳頭部近傍	7 胆嚢
2 膵頭部(門脈長軸)	5 遠位胆管	
3 遠位胆管	6 膵頭体移行部	



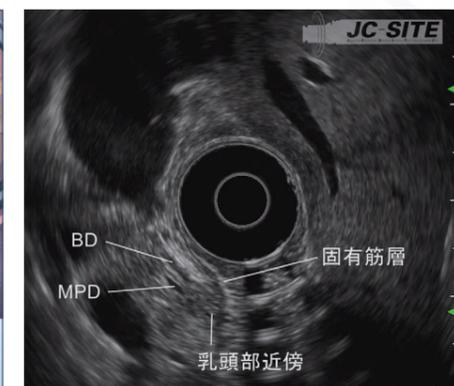
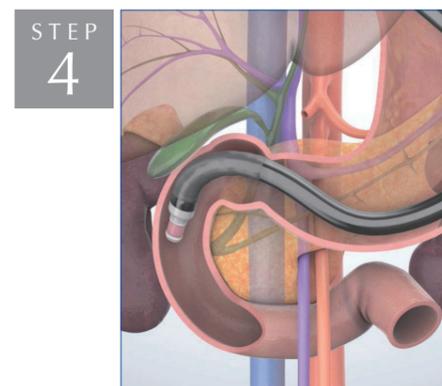
膵頭部(門脈短軸)
 十二指腸球部へスコープを挿入し、画面左下に門脈を描出して、振動子と門脈の間の膵頭部を観察します。



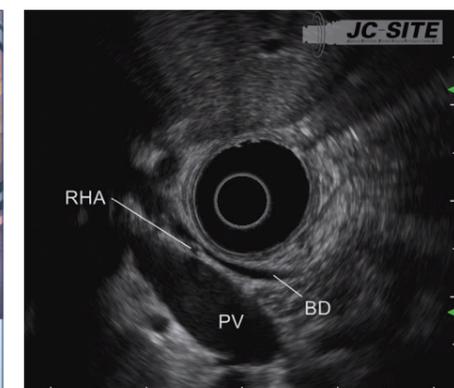
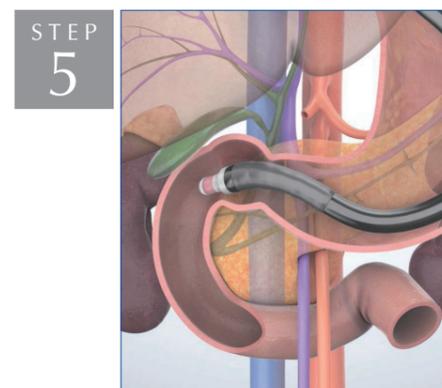
膵頭部(門脈長軸)
 スコープを少し進めて、アップアングルをかけて門脈を長軸に描出します。振動子と門脈の間に描出される胆管を観察します。ドプラ機能を用いると血管との鑑別が容易です。



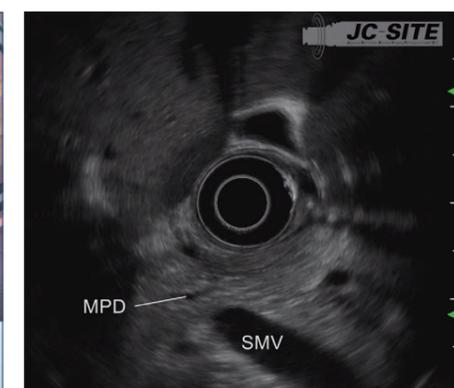
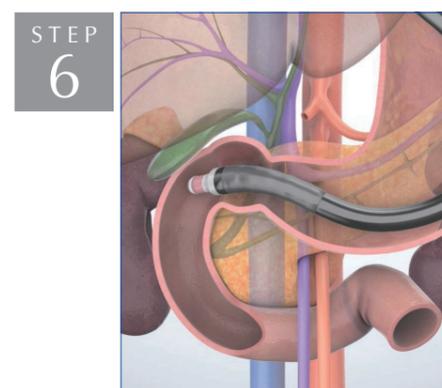
遠位胆管
 時計回転をかけながらスコープをゆっくり進め、胆管を乳頭側に追いながら、膵頭部を観察します。主膵管は、胆管の遠位側に描出されます。



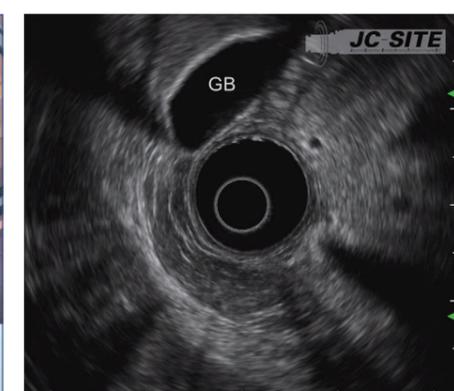
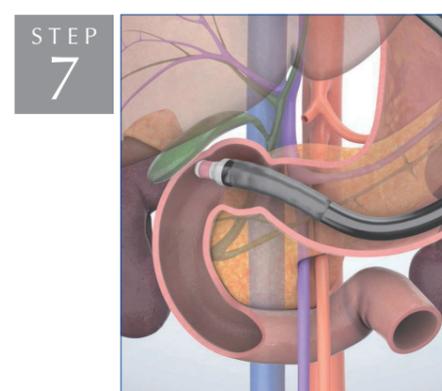
乳頭部近傍
 スコープに時計回転をかけながら進め、胆管を十二指腸乳頭部近傍まで追います。乳頭部近傍は低エコー領域として認識されます。



遠位胆管
 スコープに反時計回転をかけ、胆管を肝門部方向に観察します。



膵頭体移行部
 反時計回転をかけて主膵管を尾側に追い、門脈をまたぐ膵頭体移行部を観察します。



胆嚢
 時計回転をかけて膵頭部に戻り、再び胆管を描出します。続いてスコープに反時計回転をかけて、胆嚢管・胆嚢頸部を観察します。胆嚢管、および胆嚢の描出は、個人差が大きいため注意が必要です(3-4胆嚢参照)。

乳頭部の描出

Point ⑤

EUSによる十二指腸乳頭部(乳頭部)の観察は、膵臓や十二指腸固有筋層との関係を意識しながら観察する事が重要です。乳頭部の観察は、ショートスコープポジションで十二指腸下行部から描出される膵頭部の低エコー領域を指標として開始します。その際、十二指腸の空気を抜くと、振動子が乳頭部を圧迫するために詳細な観察はできません。コツは、水(微温湯)を十二指腸下行部に注入し、振動子と乳頭部の距離をとって観察することです。その際、ダウンアングルと左アングルをかけると、乳頭部と振動子の距離を保つことができ、振動子の6時方向に胆管・膵管の輪切り像(図a)に連続する乳頭部の短軸像(図b)を描出できます。その後、アップアングルをかけて、ゆっくりと反時計回転をかけると、乳頭部(乳頭部近傍)の長軸像(図c)と胆管・膵管(図d)が描出できます。

スコープが抜けるためにショートスコープポジションでの観察が難しい場合には、ロングスコープポジションから胆管を乳頭側に観察することで乳頭部を描出できます(図e)。水を貯留させることでスコープ先端と十二指腸壁に距離ができ、観察が容易になるだけでなく穿孔も予防できます。

左側臥位で十二指腸下行部に水を貯留させることが難しい場合には、仰臥位、もしくは腹臥位気味に体を少し傾けると水を十二指腸下行部に貯留しやすくなります。水を貯留させる場合には、注水ポンプ(図f)が有用です。

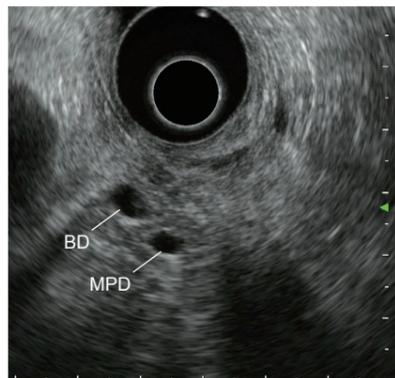


図 a

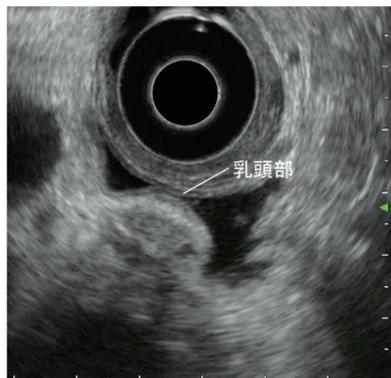


図 b

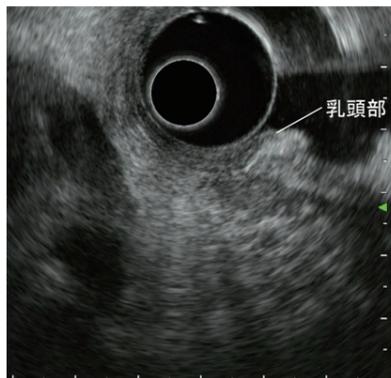


図 c



図 d



図 e



図 f

経十二指腸球部走査(ロングスコープポジション)における解剖学的理解

Column

スコープを十二指腸球部へ挿入し、上十二指腸角(SDA)を超えた位置から描出を開始すると、比較的容易に門脈と胆管が長軸に描出されます。この位置で胆管が長軸に描出される理由は、十二指腸が後腹膜に位置するためにスコープを挿入する際、振動子の先端が被検者の腹側から背側へ向くことによりです(図a)。また、その時のスコープはSDAから下行部を見下ろす形となります(図b)。スコープのアップアングル方向が被検者の足側を向いている場合、胆管の長軸像は、振動子の左側に描出されます(図c)。

さらに、スコープをSDAから挿入すると、振動子の先端が被検者の背側から足側へ向くために大動脈や下大静脈が長軸から短軸に描出されます(図d)。大動脈や下大静脈の描出される形態から、十二指腸におけるスコープの位置、形状が推測できます。

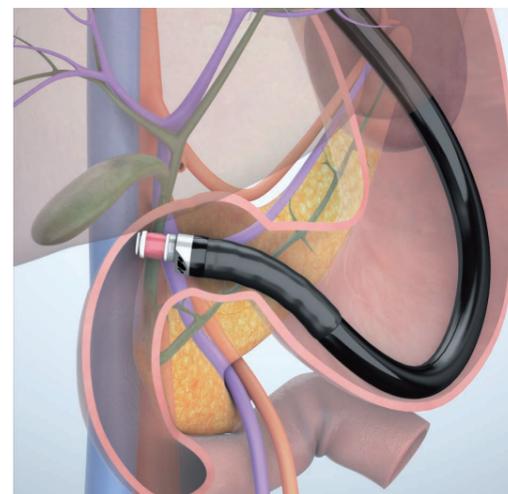


図 a

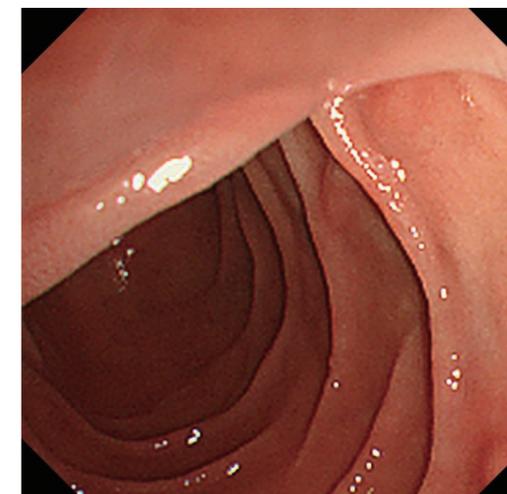


図 b

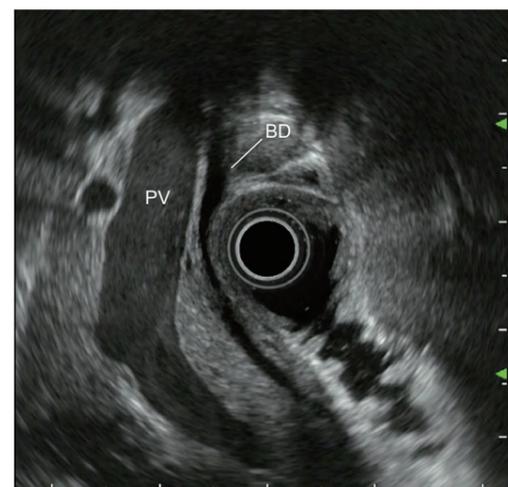


図 c

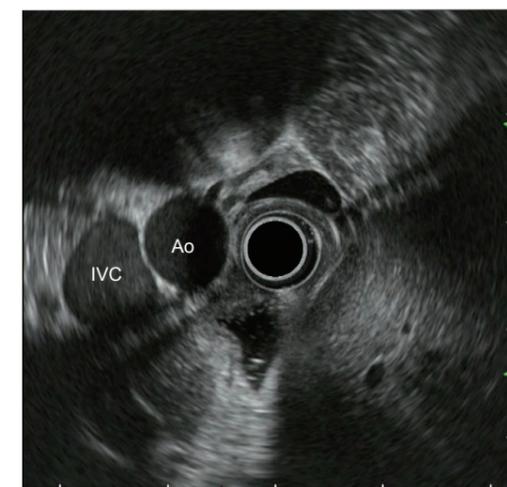


図 d

3-3 走査の実際 経十二指腸下行部

経十二指腸下行部走査の動画が閲覧いただけます
<https://www.olympusprofed.com/jp/gi/eus/28729/>

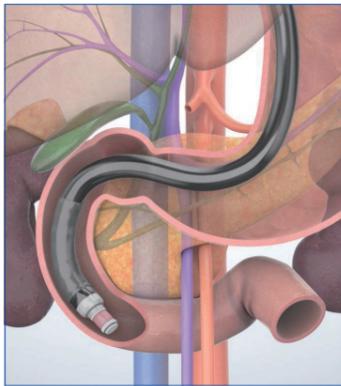


十二指腸下行部操作はショートスコープポジションで行います。スコープ先端を下十二指腸角付近まで進め、大動脈、下大静脈、上腸間膜動・静脈、門脈を指標とし臍頭部、臍頭体移行部、胆管、胆嚢を観察します。

走査STEP

- | | | |
|----------|----------------|--------------|
| 1 下十二指腸角 | 4 乳頭部近傍 | 7 胆管、主臍管(長軸) |
| 2 臍頭下部 | 5 胆管、主臍管(短軸) | 8 胆管、胆嚢 |
| 3 臍頭部 | 6 胆管、主臍管、乳頭部近傍 | 9 胆嚢 |

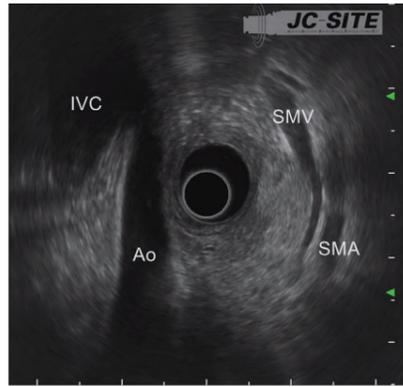
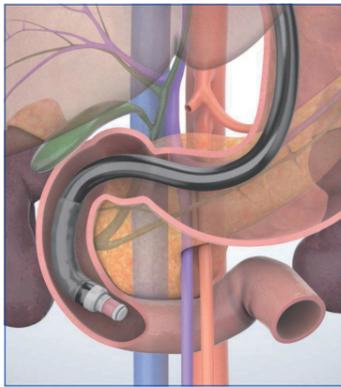
STEP 1



下十二指腸角

スコープが下十二指腸角に到達したら、走査を開始します。アップアングルがかかっていない状態では、画面左下に大動脈、下大静脈が円形の輪切り像として描出されます。水を注入することにより、十二指腸水平部の管腔が広がり認識しやすくなります。

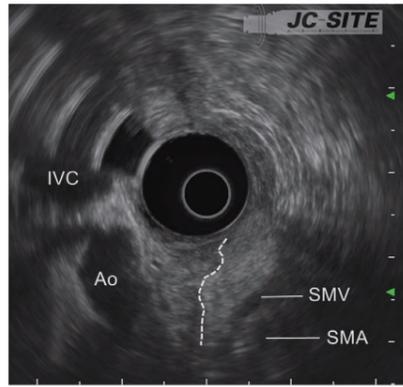
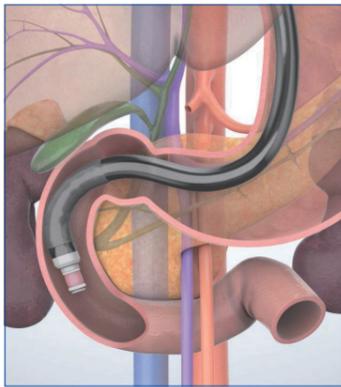
STEP 2



臍頭下部

スコープにアップアングルをかけると、画面左側に縦走する大動脈、および下大静脈が描出されます。この時、対側に上腸間膜動・静脈(通常は振動子側が上腸間膜静脈)が認識できます。振動子と上腸間膜動・静脈の間に描出される臍頭部を観察します。特に臍頭下部領域を見落とさずに観察することが重要です(Point ⑥参照)。

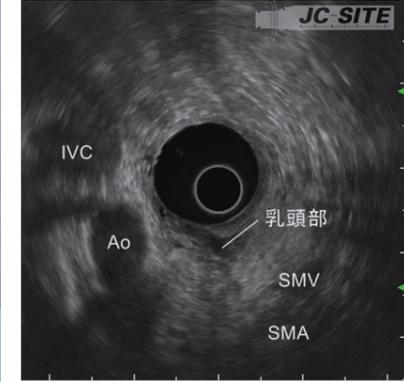
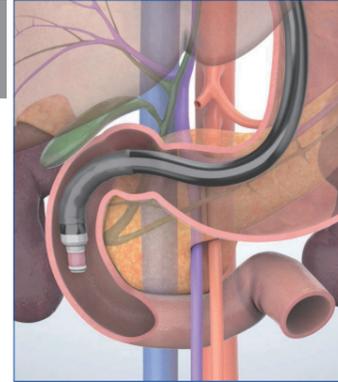
STEP 3



臍頭部

スコープをゆっくり引きながらアップアングルをゆるめて、大動脈、下大静脈の輪切り像を描出し、振動子と上腸間膜動・静脈の間に存在する臍頭部を観察します。右側に臍頭部の高エコー領域、左側に低エコー領域が描出されます(点線)。

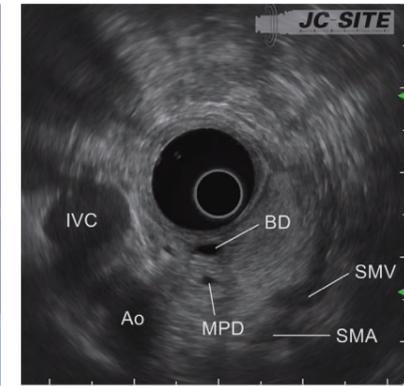
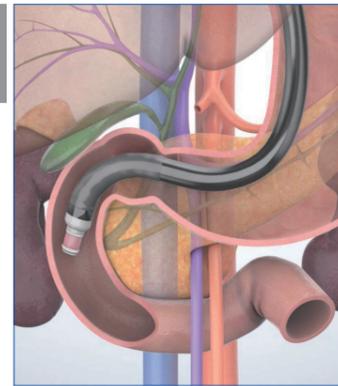
STEP 4



乳頭部近傍

さらにスコープをゆっくり引くと、振動子近傍に乳頭部が観察されます。

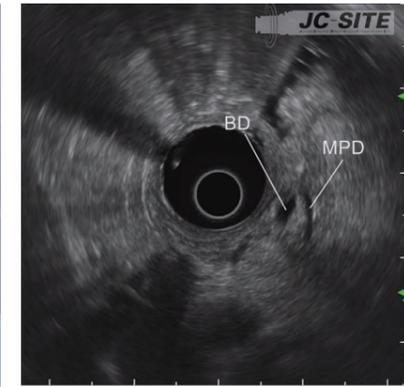
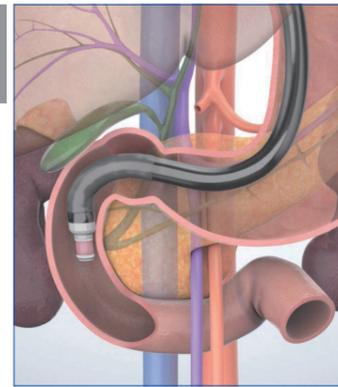
STEP 5



胆管、主臍管(短軸)

乳頭部を認識後に、スコープをわずかに引くと、2本の管腔構造が描出されます。振動子に近い方が胆管、遠い方が主臍管です。

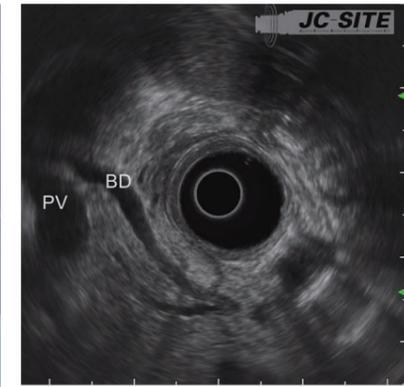
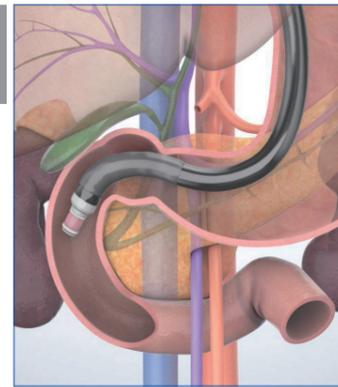
STEP 6



胆管、主臍管、乳頭部近傍

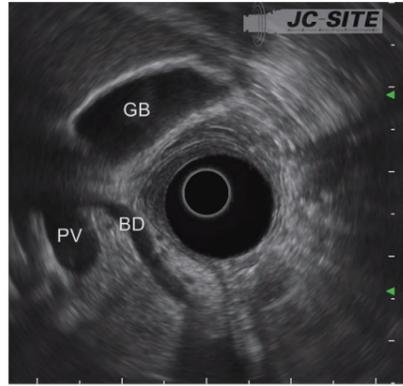
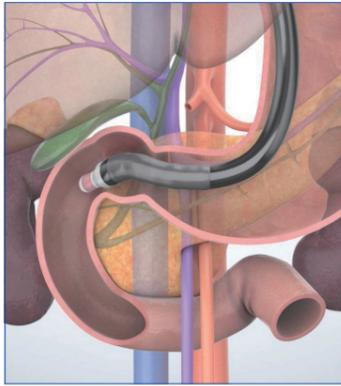
描出された胆管・主臍管を見失わないように、アップアングルをかけると、胆管・主臍管が長軸像になります。この際、左アングル・反時計回転で、微調整を行います。

STEP 7



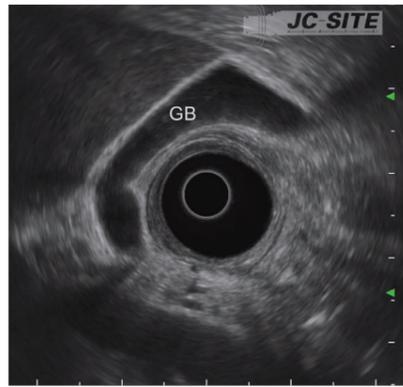
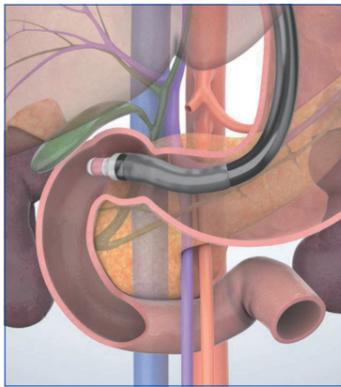
胆管、主臍管(長軸)

スコープに反時計回転をかけながらわずかに引き、胆管・主臍管の長軸像を描出します。

STEP
8

胆管、胆嚢

スコープに反時計回転をかけゆっくり引きながら、肝門側の胆管を観察します。

STEP
9

胆嚢

さらにスコープを引いて、胆嚢頸部から胆嚢底部までを観察します。

横断法と縦断法

2003年に発刊された「超音波内視鏡による膵・胆道領域の標準的描出法」では、下十二指腸角までスコープを進めた後の十二指腸下行部からの走査法として、PUSH法とPULL法を紹介し、後者を用いた膵頭下部からの観察として、“横断法”と“縦断法”を提案しました。今回は、PUSH法をロングスコープポジションとし、PULL法をショートスコープポジションとして取り扱いました。

“横断法”は、スコープの角度が中立の状態では被検者の体幹軸に垂直となる面でスコープ走査を行います(図 a、b)。主膵管および胆管は短軸の輪切り像として描出されるため、乳頭部および合流部の観察に適していますが、胆管や主膵管の長軸像の描出が困難です。

“縦断法”は、スコープにアップアングルをかけることで被検者の体幹軸にほぼ平行な走査面を設定し、長軸に描出された大動脈、下大静脈を指標としつつ、乳頭部近傍の主膵管や胆管を長軸方向に描出します(図 c、d)。膵頭下部、膵頭部が広く描出可能ですが、乳頭の同定がやや難しい場合があります。

今回の標準的描出法では、“横断法”および“縦断法”とあえて区別せず、下十二指腸角までショートスコープポジションにして進め、まず“横断法”で主膵管および胆管を短軸の輪切り像で描出した後、スコープのアップアングルを用いてそれらの長軸像の描出に移行する走査法を行います。これにより膵・胆管合流異常、副膵管などの描出が可能となります。

このため、十二指腸下行部での「アップアングルの使い方」と「それにより描出される超音波画像所見」を意識した走査法の提案を行いました。

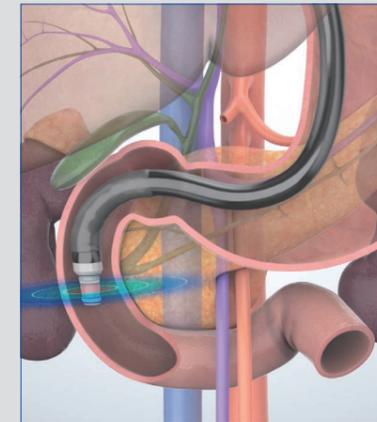


図 a

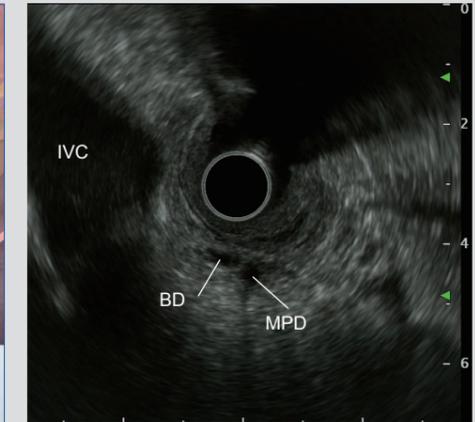


図 b

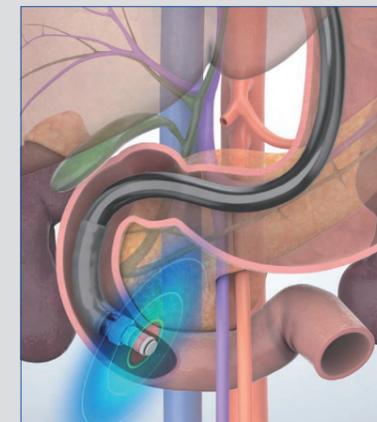


図 c

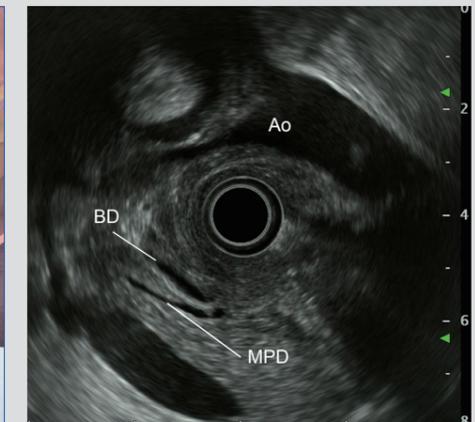


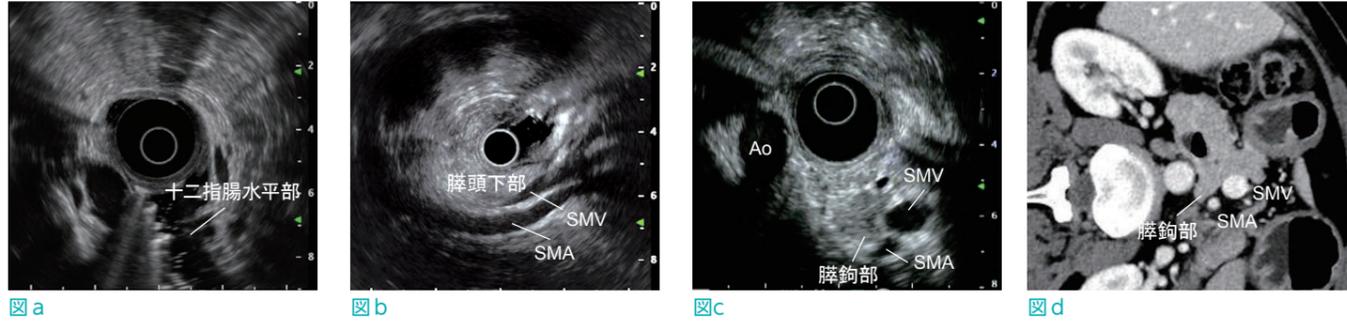
図 d

膵頭部観察の注意点 (膵鉤部含む)

Point ⑥

膵頭部は病変が多く、注意深い観察が必要です。特にロングスコープポジションでは、スコープ先端が十分に肛門側に進まないため、全ての膵頭下部は観察できないことを認識すべきです。またロングスコープポジションで無理にスコープを押すと穿孔の危険もあるため注意が必要です。このため膵頭下部全体を観察するためにはショートスコープポジション操作も加える必要があります。膵頭下部の観察のためにはショートスコープポジションにした後に大動脈、下大静脈の輪切り像を描出し、水(微温湯)を注入し十二指腸水平部を認識します(図a)。膵頭部は十二指腸水平部の被検者頭側に位置します。またその後、スコープのアップアングルをかけて上腸間膜動・静脈を描出します。スコープと血管の間に膵頭下部が存在しますので、この領域を良く観察します。できるだけ上腸間膜静脈の分岐まで追うと良いでしょう(図b)。

膵鉤部は膵頭部の一部であり、膵頭下部から上腸間膜静脈の背側左方に突出する鉤状突起付近を指します。膵頭部から鉤状突起が突出することによってできる切れ込みを膵切痕と言います。ここを上腸間膜動脈が通ります。膵鉤部の大きさは個人差が大きく必ず描出されるとは限りませんが、十二指腸のショートスコープポジションで上腸間膜動・静脈を指標に観察すると認識が容易です。膵鉤部は上腸間膜動・静脈と大動脈の間に膵頭部から突出した部位として認識されます(図c)。CT画像を90度時計方向に回転させ、超音波画像と対比をすると、より理解しやすいでしょう(図d)。



膵実質の追い方

Tips

膵臓は長さ約20cm、幅2-4cmの左右に細長い臓器で、胃と十二指腸の両者からの描出が必要であり、膵実質全体をラジアル走査式EUSで見落としなく観察するには、いくつかのポイントがあります。超音波画像はあくまでも平面画像であり、画面の上下左右だけではなくスコープ操作で前後の“幅”を意識した描出をすることで立体構築ができるだけでなく、見落としを少なくすることができます。

胃内からの観察は脾静脈の長軸像を指標にして、その振動子寄りにある膵体部から膵尾部を描出します。その際には“血管を追う”のではなく、“膵実質を追う”ことが大切です。特に膵尾部末端は脾静脈から離れていく場合があります(Point ④参照)。

十二指腸から連続的に膵実質を追う際は、ショートスコープポジションにしてスコープ先端を下十二指腸角付近に位置させてから、バルーンを膨らませて観察を開始します。その際にはなるべくスコープ先端を肛門側に進め、膵頭下部や膵鉤部の病変を見落とさないように注意します(Point ⑥参照)。そのままスコープをゆっくり引きながら連続的に膵実質を描出していくと、スコープが球部で引っかかります。この部位がラジアル走査式EUSで見落としやすい膵頭体移行部です。膵頭体移行部をくまなく観察するには、スコープをさらに引いて幽門輪に引っかけ、十二指腸を重積させて描出します。ここからバルーンを少しずつ縮めスコープ先端をそのまま胃内にゆっくり引き戻し、膵体尾部を連続的に観察します。

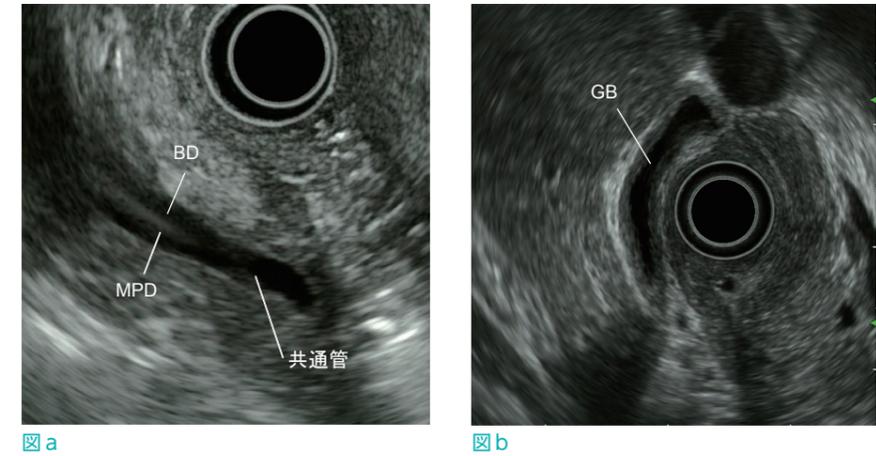
膵・胆管合流異常の診断

Tips

膵・胆管合流異常(合流異常)の診断には、直接胆道造影やMRCP、MD-CTなどにより膵管と胆管が異常に長い共通管をもって、または異常な形で合流することを確認するとともに、膵管・胆管が十二指腸壁外で合流し、乳頭括約筋の作用が及ばないことを確認する必要があります。

ラジアル走査式EUSは、解剖学的な合流異常の証明(図a)に有用で、その診断能は非常に高いです。胆管拡張を合併する合流異常の診断は比較的容易です。一方、胆管拡張を合併しない合流異常では、高頻度に胆嚢上皮の過形成が認められ、EUSでは胆嚢壁内側低エコーの肥厚として反映されることが多く、診断の契機として重要です(図b)。

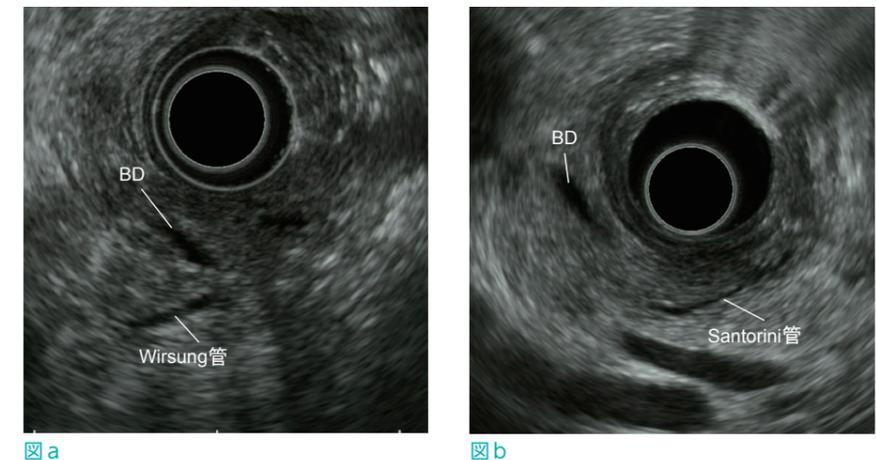
胆管拡張を合併しない合流異常では、高率に胆嚢癌を併発するため、肥厚した胆嚢壁の評価は癌の存在を念頭におき、慎重に行うことが求められます。



副膵管の観察

Column

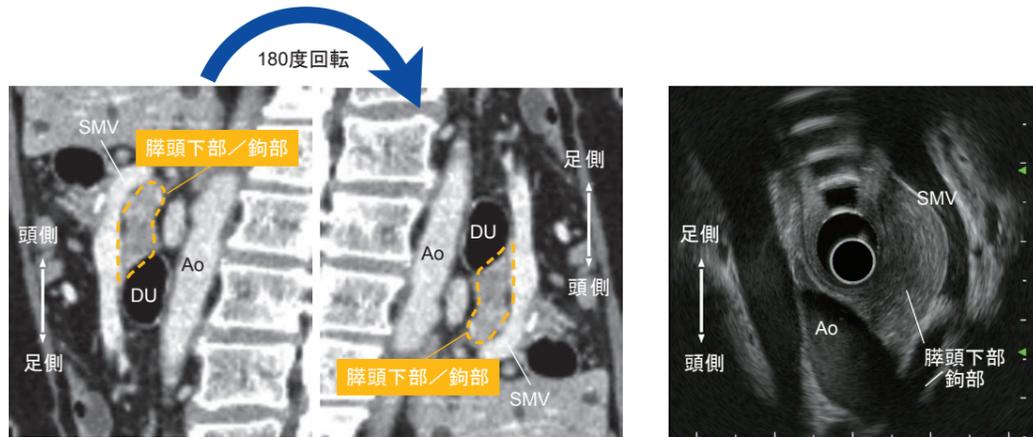
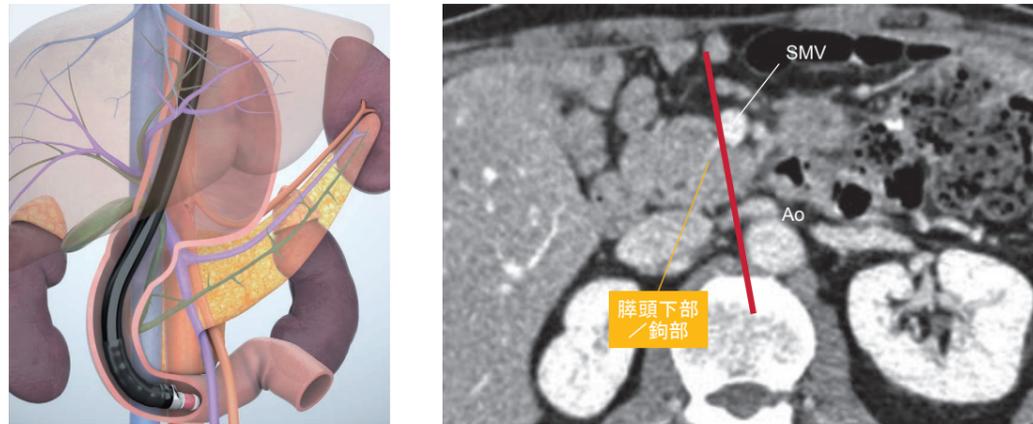
十二指腸下行部走査でショートスコープポジションとして乳頭部近傍の低エコーを同定した後、この中に胆管と主膵管を描出し、主膵管を長軸像として長く描出します(図a)。その後、スコープにわずかに時計回転をかけることで十二指腸内腔(振動子側)に向かう別の管腔構造(副膵管)が描出されます(図b)。但し、副膵管が非常に細い場合や分岐形態によっては描出が困難な場合があります。また、副膵管が描出可能な場合でも、膵管癒合不全の診断は難しいことが多く、MRCPを併せて撮像することをおすすめします。



経十二指腸下行部走査(ショートスコープポジション)に関して、スコープの位置を3カ所に分けて、描出される超音波画面とスコープの向きを説明します。

(1) 下十二指腸角 (IDA)

スコープを十二指腸下行部で直線化し、スコープ先端を下十二指腸角まで挿入した後に、アップアングルをかけると、振動子の先端は被検者の左を向くので、被検者の左側から見た矢状断に近い超音波画像を得ることができます。したがって、大動脈と上腸間膜静脈が長軸に描出されて、その間に挟まれた膵頭下部／鉤部を描出することができます。このとき、アップアングル方向が被験者頭側を向いているので画像の向きは6時方向が頭側になります。



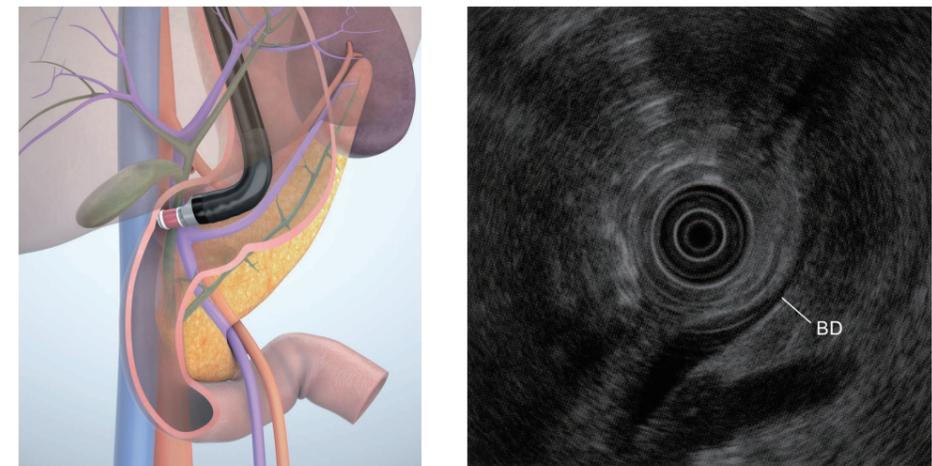
(2) 乳頭部水平断

乳頭部の観察は、IDAで操作したアップアングルを戻し、スコープを直線化した後に引き抜きながら観察すると、大動脈や下大静脈が短軸に描出されるとともに、乳頭部の水平断が観察されます。



(3) 十二指腸下行部

再度、十二指腸下行部でアップアングルを掛けて、スコープをゆっくり引きながら反時計回転をかけると、振動子の先端が乳頭とSDAの間で腹側から背側方向に向いて、門脈や胆管の長軸像を描出することができます。この位置ではアップアングルの方向が被検者の頭側を向いている事が多く、その場合胆管の長軸像は超音波画像上、振動子の右側(ロングスコープポジションの位置と比較して180度回転した形で)に描出されます。このまま観察しても良いのですが、イメージローテーションを用いて見やすい位置に胆管の長軸像を移動しても構いません。

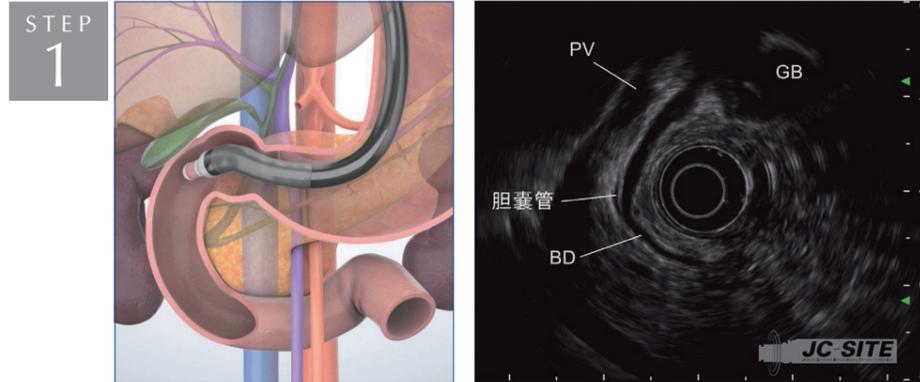


3-4 走査の実際 胆嚢



十二指腸下行部からのショートスコープポジションでは、遠位胆管から胆嚢管、胆嚢を連続して観察することが可能です。胆嚢観察時はバルーンを膨らませ、スコープを十二指腸から胃へ抜けないようにし、左右アングルを調整することで胆嚢を長軸に描出し、胆嚢全体を観察します。ただし、ショートスコープポジションで胆嚢全体を観察することが困難な症例もあり、その際には胃前庭部や十二指腸球部からのロングスコープポジションで胆嚢観察を行います。

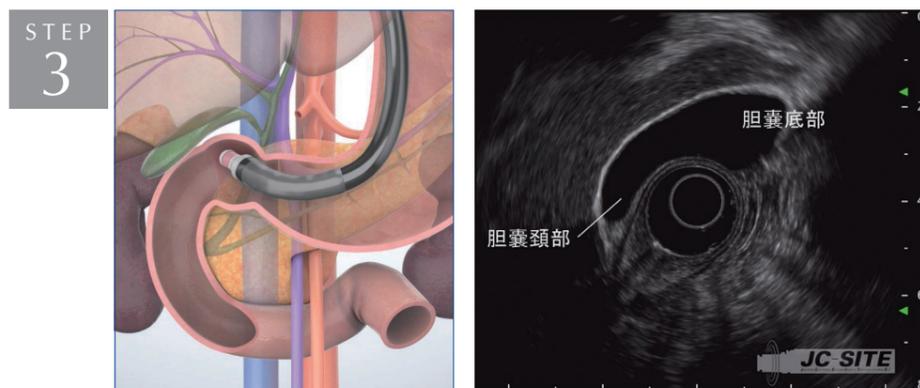
ショートスコープポジション



十二指腸下行部からの走査で胆管を長軸に描出した後、胆管を見失わないように少しずつ反時計回転をかけながらスコープを引き、胆嚢管合流部を観察します。

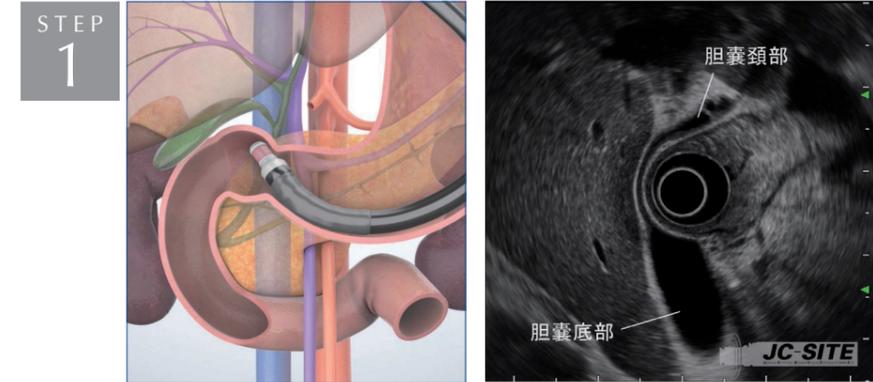


胆嚢管を追い、胆嚢頸部まで連続的に観察します。

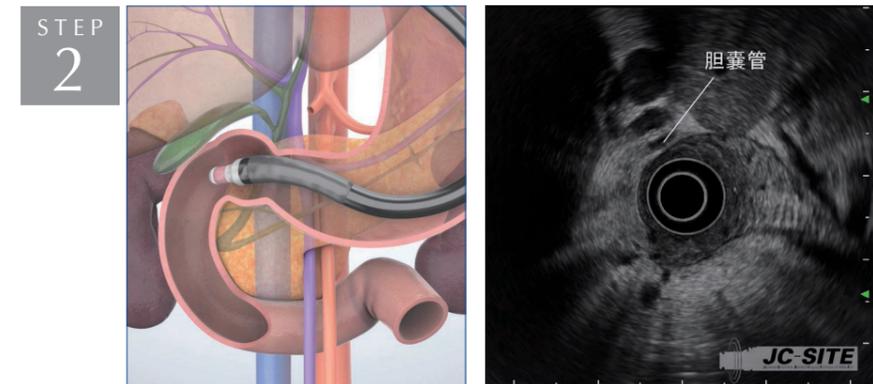


胆嚢頸部を観察した後、左右アングルなどを調整し胆嚢全体を観察します。通常、画面左側に胆嚢頸部、右側に胆嚢底部が描出されます。

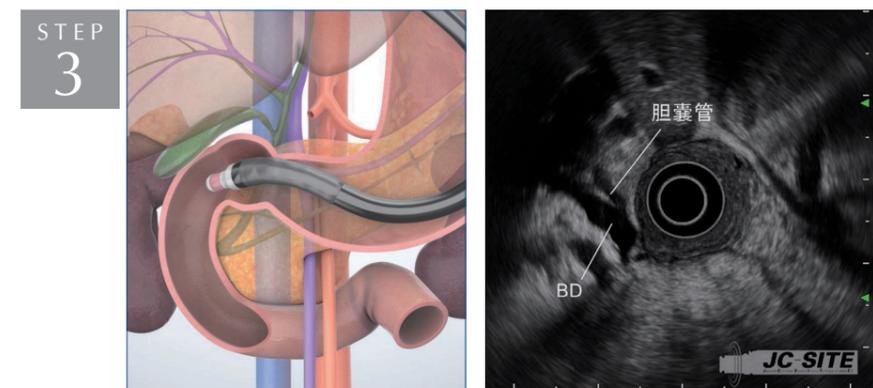
ロングスコープポジション



十二指腸球部にロングスコープポジションでスコープが挿入されると、スコープ先端が被検者の頭側を向きます。このため、画面の右側が胆嚢頸部、左側が胆嚢底部となります。



ここからアップアングルと時計回転をかけながらスコープを進めて、胆嚢頸部と胆嚢管を連続して観察します。



スコープを進めると胆嚢管が胆管に合流します。さらに胆管を乳頭側に観察します。

胆嚢・胆管・乳頭部の層構造と腫瘍深達度／進展度診断

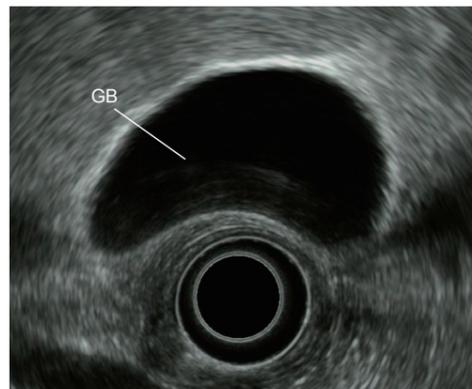
Column

胆嚢壁はEUSで3層あるいは2層として描出されます(図a)。3層構造の場合は、胆嚢内腔側から高エコー層は境界エコーと粘膜(m)、低エコー層は固有筋層(mp)と漿膜下層(ss)の浅層、高エコー層はssと漿膜(s)に相当するとされ、2層構造の場合は、内側低エコー層はm、mp、ssの浅層が含まれ、外側高エコー層はssとsに相当するとされています。

腫瘍性病変の深達度診断に関しては、有茎性のIp型腫瘍では比較的容易ですが、広基性の場合は、腫瘍付着部の胆嚢壁構造の連続性に注意して深達度の診断を行います。外側高エコー層の連続性が保たれている場合は、T1(m、mpへの浸潤)、T2(ssあるいは胆嚢床部筋層周囲の結合組織への浸潤)の一部が含まれます。外側高エコー層の断裂がみられる場合は、T2以上と診断可能です。

胆管壁はEUSで内側低エコー層と外側高エコー層の2層として描出されます(図b)。内側低エコー層は粘膜(m)、線維筋層(fm)、漿膜下層(ss)の浅層が含まれます。外側高エコー層はssの深層に相当します。胆管壁の限局性変化では悪性を、びまん性の肥厚では良性を疑いますが、EUSでは良悪性の鑑別診断は困難な場合が多いです。

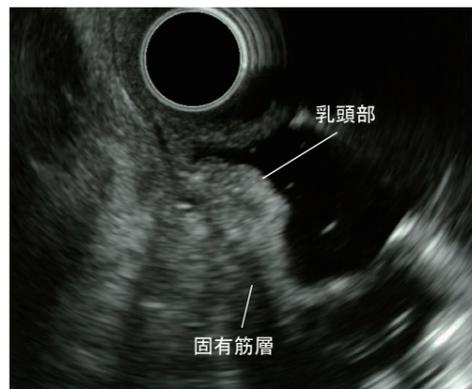
乳頭部はEUSで十二指腸固有筋層、共通管、膵管、胆管、膵実質を描出します(図c、d)。腫瘍性病変の場合には、腫瘍とこれらの関係を読影して進展度診断を行います。EUSでは十二指腸固有筋層を基準として十二指腸浸潤(Du)、膵浸潤(Panc)の判定を行います。正常乳頭におけるOddi括約筋の描出は可能との報告もみられますが、一般的には困難と考えられています。



図a



図b



図c



図d

アーチファクトの低減のコツ

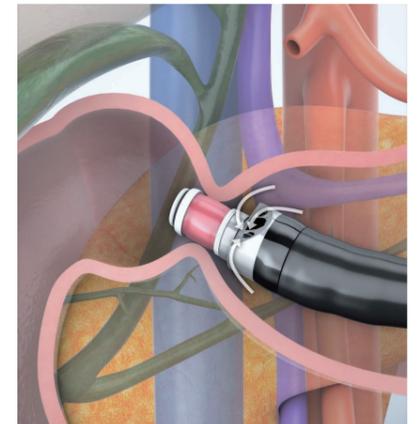
Tips

超音波画像のアーチファクトを低減するため、最初に超音波の特性を理解することが大切です。第一に超音波が対象物に垂直に入射するとS/N比の高い綺麗な画像が得られます。第二にそれぞれの振動子には、最も解像度が高い焦点距離が存在し、一般に超音波スコープでは、2-3cmに位置します。また、超音波の特性として周波数が高いと精細な画像が得られますが、減衰(遠くは見えない)が強く、逆に周波数が低いと深部まで達しますが画像は粗くなります。

最初のアーチファクトは、空気によるもので、水と空気の界面で超音波が全て反射されてしまうため引き起こされます。この空気によるアーチファクトの低減は永遠の課題で、検査施行時には、なるべく空気を入れないで所定の位置までスコープを挿入することを心がけます。ただし、幽門輪通過は難しいこともあるので空気を入れてスコープを挿入した後、先端を十二指腸球部に入れた状態でスコープを少し引いてスコープ観察部を前庭部に戻して胃内の空気を吸引したり(図a)、ショートスコープポジションで十二指腸角に進めた際に空気を吸引後、水(微温湯)を入れ、空気を押し流したり吸引してアーチファクトの低減に心がけます(図b)。それでもまだ空気が邪魔な場合には、バルーンを膨らませたり、体位変換をしたりして対象物と振動子間の空気を除去します。

第二には、管腔壁などから反射して起こるアーチファクト(グレーティングローブ)があり、嚢胞や管腔内の観察がしづらいことがあります。このアーチファクトの低減にはTHE(p.28参照)が優れています(図c)。

第三には、振動子とバルーンの間を超音波が何度も行き来するために起こるアーチファクト(多重エコー)があります。このアーチファクトはTHEで低減できませんので、このアーチファクトで病変の観察がしづらい場合は、バルーンの変更の有用です。



図a

空気の除去によるアーチファクト低減



図b

THEによるアーチファクト低減



図c



胆嚢内腔が観察しやすくなる。

4 機器解説

ラジアル走査式超音波内視鏡の長所と短所

Column

ラジアル走査式EUSとコンベックス走査式EUSはしばしば比較されますが、ともに長所と短所があります。ラジアル走査式EUSの長所はスコープ軸に対して360度の超音波画像が得られることで、極端なスコープ操作をすることなく消化管外の胆道や膵臓を含めた広い領域の描出が可能です。特に長軸に描出すると病変の存在部位がわかりやすい胆嚢・胆管や膵体尾部・主膵管の超音波画像を得るのは、ラジアル走査式EUSの方が良い場合があります。こうした特徴もあり、本邦ではラジアル走査式EUSはこれまでスクリーニングとしても普及してきました。近年、EUS-FNAが普及し本邦でもコンベックス走査式EUSをスクリーニングに用いる施設も増えてきました。Kanekoら(Endosc Int Open. 2014;2:E160-70)のラジアル走査式EUSとコンベックス走査式EUSのRCTでも示されているように、ラジアル走査式EUSでは膵臓の頭体移行部と肝門部領域は解剖学的にコンベックス走査式EUSに比べて描出が不十分になる可能性があります。またラジアル走査式EUSの短所は、どんなに病変が上手に描出できてもEUS-FNAができないことです。したがって、ラジアル走査式EUSを用いる場合にはこうした一長一短を熟知して上手に使いこなしましょう。

検査前MRCPの役割

Column

EUSは良好な超音波画像を得るために送気を控えて走査することが求められます。このため、内視鏡画像から振動子の位置を正確に把握することが難しい場合が多く、描出されるEUS所見によって振動子の位置を推測することが多いです。

特に初学者がEUSを習得する初期の段階で“EUSが難しい”と感じる原因の一つにこの問題があります。そこで、EUSに先行して予め腹部MRI(MRCP)を撮像しておき、術者の正面にMRCP像と超音波画像が比較できるような配置で検査を行うと観察の助けとなります(図a)。

例えば、胆嚢と肝臓の位置関係や、総胆管偏位の把握により、胆嚢および総胆管を描出しやすい振動子の位置の推測が可能になります。また、総胆管や主膵管の拡張や狭窄を把握しておくことで、ラジアル走査式EUSによるそれらの長軸像の比較が容易となることが期待されます。



図a

略語

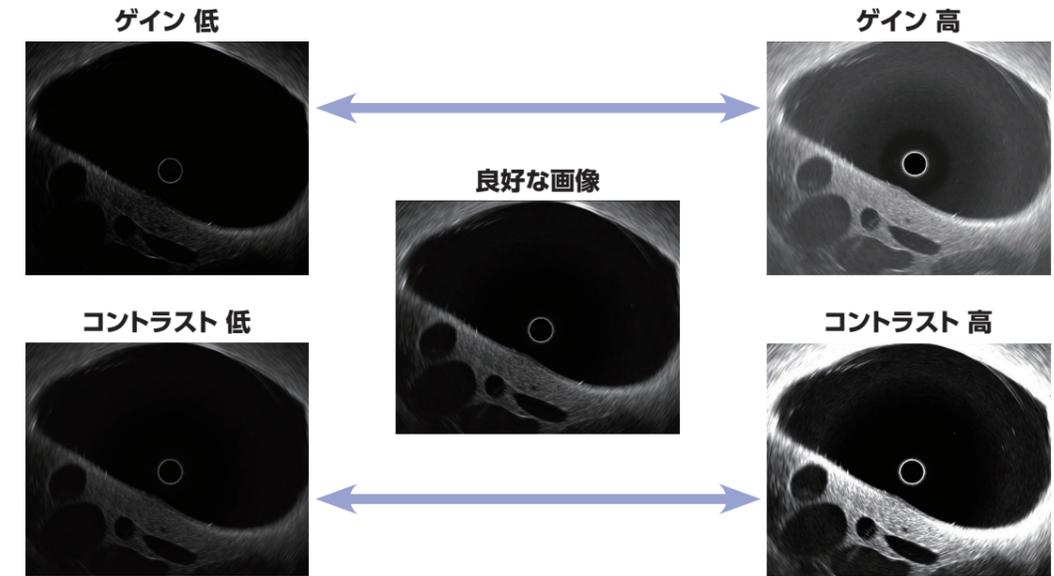
Ao	Aorta	大動脈
IVC	Inferior Vena Cava	下大静脈
PV	Portal Vein	門脈
CA	Celiac Artery	腹腔動脈
SA	Splenic Artery	脾動脈
SV	Splenic Vein	脾静脈
RHA	Right Hepatic Artery	右肝動脈
SMA	Superior Mesenteric Artery	上腸間膜動脈
SMV	Superior Mesenteric Vein	上腸間膜静脈

Ph	Head of the Pancreas	膵頭部
Pn	Neck of the Pancreas	膵頸部(膵頭体移行部)
Pb	Body of the Pancreas	膵体部
Pt	Tail of the Pancreas	膵尾部
MPD	Main Pancreatic Duct	主膵管
BD	Bile Duct	胆管
GB	Gallbladder	胆嚢

ゲイン・コントラストの調整

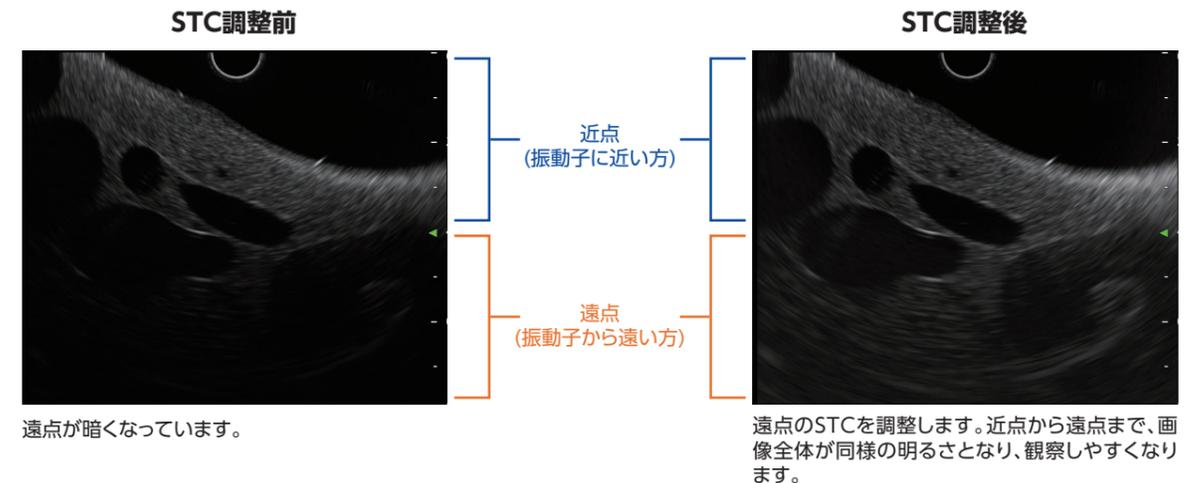
より良い超音波画像を表示するためには、観測装置の画質調整機能(ゲイン、コントラスト)を適宜調整する必要があります。

ゲイン : 表示画像の明るさを調整します。
 コントラスト : 表示画像の明暗の差を調整します。



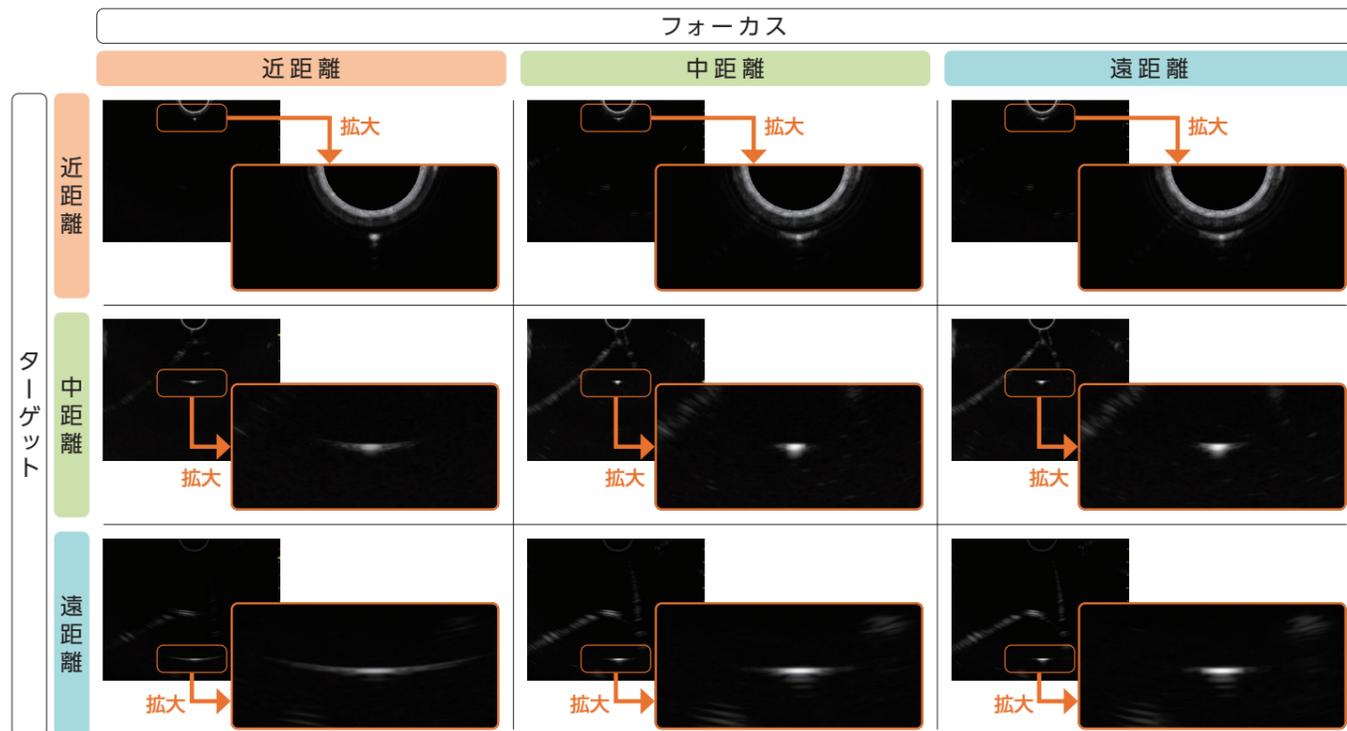
STC (Sensitivity Time Control) の調整

超音波は、距離に応じて減衰します。この減衰を補うため、超音波画像の輝度を深さ(振動子からの距離)ごとに調整します。画像全体が同じ明るさになるように調整します。



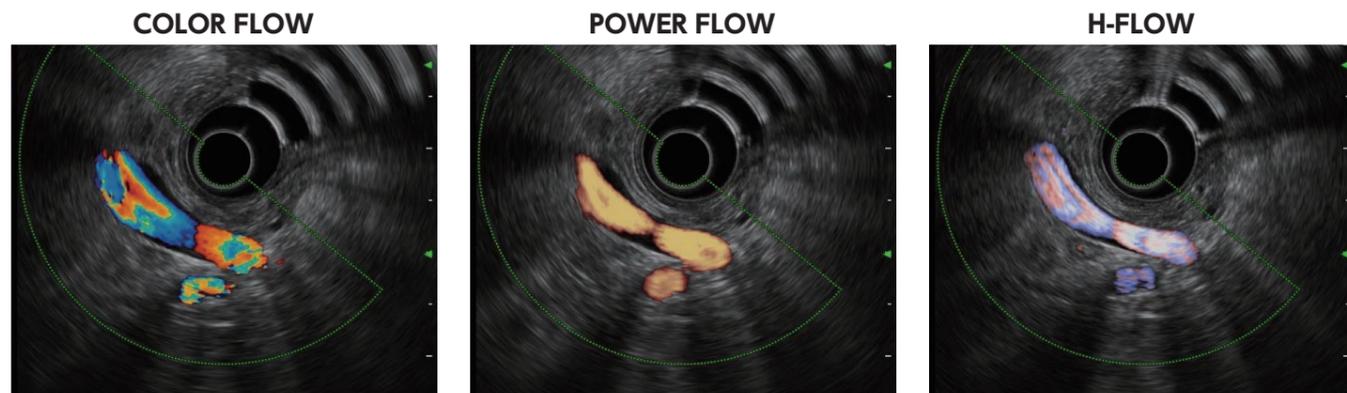
フォーカスの設定

ターゲット(関心領域)にフォーカスを合わせることで、フォーカス近傍の分解能が向上します。



ドプラ機能

血流からの超音波信号を検出し、画像化します。



血流方向と速度を色で表示します。

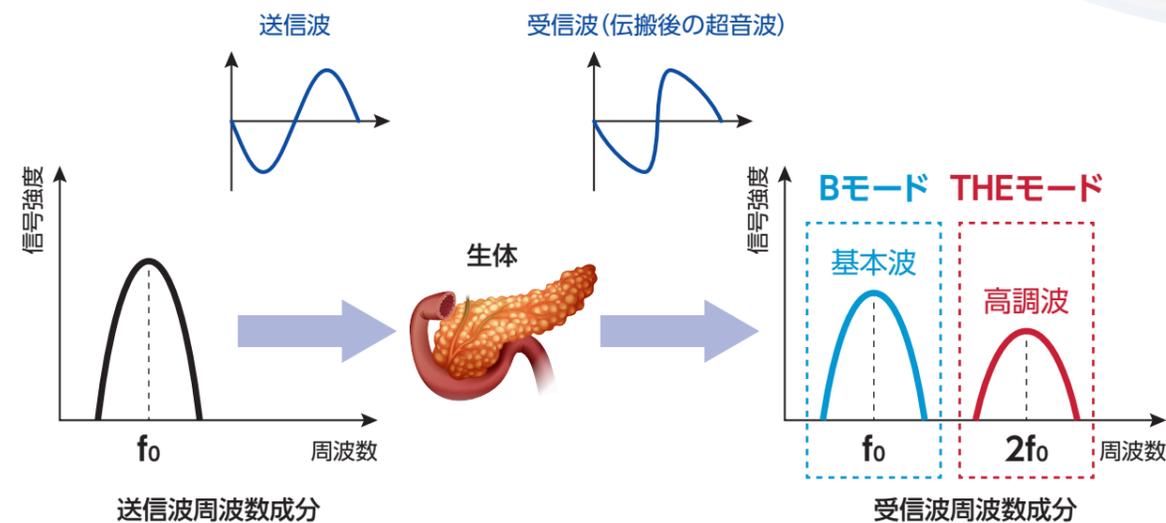
血流の量を色で表示します。

血流方向、量を色で表示します。にじみが少なく、微細血管の検出に優れます。

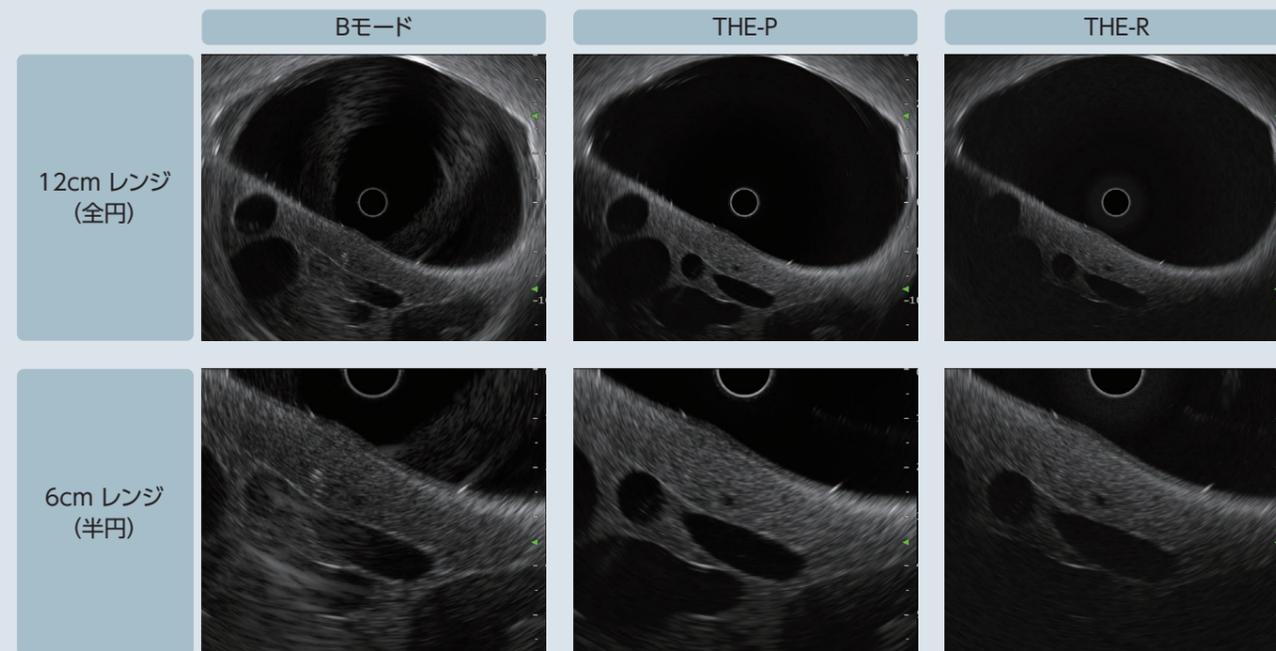
画像強調機能 – Tissue Harmonic Echo (THE)

超音波を生体内に送信すると、超音波信号がひずみ、高調波* (Harmonic)が発生します。THEはこの高調波成分を利用して映像化する技術です。画像観察の妨げとなるアーチファクトを低減させることができます。

* 高調波:ある周波数に対して、その整数倍の周波数成分のことです。



THEの効果



THEの利点と欠点(Bモード比較)

【利点】

・アーチファクトを低減します。

【欠点】

・フレームレートが低下します。
・深達度が低下します。

THE-PとTHE-Rの比較

【THE-P】(Penetration)

深達度が向上し、遠方まで観察できます。

【THE-R】(Resolution)

分解能が向上し、解像度の良い画像が得られます。

