

最新・腹部超音波検査の実践

基礎から造影検査まで

目次

序 山田 實紘

自序 金森 勇雄

【基礎編】

1. 超音波検査の歴史

3

2. 超音波の概要

5

2-1	超音波とその発生原理	5
2-2	縦波と横波	5
2-3	周波数	6
2-4	波長	6
2-5	音速	6
2-6	連続波とパルス波	6
	2-6-1 連続波	
	2-6-2 パルス波	
2-7	音場	7
2-8	反射, 透過, 屈折, 減衰	7

3. 超音波診断装置の構成

9

3-1	探触子	9
	3-1-1 音響レンズ	
	3-1-2 整合層	
	3-1-3 振動子	
	3-1-4 バッキング材	
3-2	送信部	10
3-3	受信部	11
3-4	信号処理回路	11
3-5	デジタルスキャンコンバータ	11
3-6	デジタル画像	11
	3-6-1 画像のデジタル化	
	3-6-2 超音波診断装置のデジタル化	
3-7	モニタ	13
3-8	記録装置	13

4. 超音波画像の調整 15

4-1	モニタの調整	15
4-1-1	輝度の調整	
4-1-2	コントラストの調整	
4-2	Bモード画像の調整	15
4-2-1	ダイナミックレンジ	
4-2-2	ゲイン	
4-2-3	STCとTGC	
4-3	カラーモード画像の調整	17
4-3-1	ウォールフィルタ	
4-3-2	カラーゲイン	
4-3-3	速度レンジ	
4-4	スペクトラムドプラの調整	18
4-4-1	パルス繰り返し周波数	

5. 超音波画像の分解能 21

5-1	空間分解能	21
5-1-1	距離分解能	
5-1-2	方位分解能	
5-1-3	スライス方向分解能	
5-2	コントラスト分解能	23
5-3	時間分解能	23

6. 超音波画像のアーチファクト 25

6-1	Bモードのアーチファクト	25
6-1-1	多重反射	
6-1-2	サイドローブ	
6-1-3	鏡面像とミラージュ現象	
6-1-4	レンズ効果	
6-1-5	断層の厚み	
6-1-6	音響陰影	
6-1-7	音響増強	
6-1-8	側方陰影	
6-1-9	コンパウンド(クロスビーム)探触子のアーチファクト	
6-2	ドプラモードのアーチファクト	31
6-2-1	折り返し現象(エイリアシング)によるアーチファクト	
6-2-2	角度依存性による限界のアーチファクト	
6-2-3	カラーフラッシュアーチファクト	
6-2-4	石灰化によるアーチファクト	
6-2-5	その他	

7. 走査方式 35

7-1	電子リニア走査方式	35
7-2	電子コンベックス走査方式	35
7-3	電子セクタ走査方式	35
7-4	メカニカルセクタ走査方式	36
7-5	ラジアル走査方式	36

7-6	アーク走査方式	37
-----	---------	----

8. 超音波画像の表示法 39

8-1	Aモード法	39
8-2	Bモード法	39
8-3	Mモード法	39
8-4	Dモード法	40
8-4-1	連続波ドブラ法	
8-4-2	パルスドブラ法	
8-4-3	カラードブラ法	
8-4-4	パワードブラ法	
8-4-5	ディレクショナルパワードブラ法	
8-4-6	PFD法	

9. 非線形信号映像法 45

9-1	高調波	45
9-1-1	組織伝搬の非線形現象	
9-1-2	マイクロバブルの非線形現象	
9-2	ティッシュハーモニックイメージ	46
9-3	コントラストハーモニックイメージ	46
9-4	非線形信号抽出法	47
9-4-1	フィルタ法	
9-4-2	フェイズ(パルス)インバージョン(PI)法	
9-4-3	パワー(パルス/アンプリチュード)モジュレーション(PM)法	
9-4-4	loss of correlation : LOCの映像化法	

10. ハーモニック技術の応用 49

10-1	アロカ	49
	ブロードバンドハーモニクス(Broadband Harmonics)	
10-2	GE横河メディカルシステム	49
	コーデットハーモニックイメージング(Coded Harmonic Imaging : CHI)	
10-3	東芝メディカルシステムズ	50
	デファレンシャルTHI(Differential THI)	
10-4	日立メディコ	51
	ワイドバンドパルスインバージョンハーモニックイメージング (Wideband Pulse Inversion Harmonic Imaging : WPI)	
	ハイデフィニションダイナミックTHI (High Definition dynamic THI : HdTHI)	
10-5	フィリップスエレクトロニクスジャパンメディカルシステムズ	51
	ブロードバンドPMPI(Broad Band PMPI)	
10-6	持田シーメンスメディカルシステム	52
	ネイティブティッシュハーモニックイメージング (Native Tissue Harmonic Imaging)	

11. コントラストハーモニックイメージングのソフトウェア 55

11-1	アロカ	55
	エクステンドピュアハーモニックデテクション (Extended Pure Harmonic Detection : ExPHD)	

11-2	アロカ	55
	パワー コントラスト ハーモニック エコー (Power Contrast Harmonic Echo : Power CHE)	
11-3	GE 横河メディカルシステム	56
	コーデット フェイズ インバージョン (Coded Phase Inversion)	
11-4	東芝メディカルシステムズ	57
	フラッシュ リプリニッシュメント イメージング (Flash Replenishment Imaging : FRI)	
11-5	東芝メディカルシステムズ	57
	マイクロ フロー イメージング (Micro Flow Imaging : MFI)	
11-6	東芝メディカルシステムズ	58
	バスキュラー リコグニション イメージング (Vascular Recognition Imaging : VRI)	
11-7	日立メディコ	58
	ユニフォーム コントラスト イメージング (Uniform Contrast Imaging : UCI)	
11-8	日立メディコ	58
	マルチステップ トリガー (Multi-Step Trigger : MST)	
11-9	日立メディコ	58
	マイクロバブル トレース イメージング (Micro-Bubble Trace Imaging : MTI)	
11-10	フィリップスエレクトロニクスジャパンメディカルシステムズ	59
	マイクロ バスキュラー イメージング (Micro Vascular Imaging : MVI)	
11-11	持田シーメンスメディカルシステム	60
	コントラスト パルス シーケンシング (Contrast Pulse Sequencing : CPS)	

12 . 三次元画像表示 63

12-1	三次元データの収集	63
12-2	画像表示	63
	12-2-1 サーフেসレンダリング	
	12-2-2 ボリュームレンダリング	
12-3	4D / リアルタイム 3D 画像表示	64
12-4	代表的な 3D / 4D アプリケーション	65
	12-4-1 Fusion3D (東芝メディカルシステムズ)	
	12-4-2 Volume Contrast Imaging (GE 横河メディカルシステム)	
	12-4-3 Spatio-Temporal Image Correlation (STIC)(GE 横河メディカルシステム)	
	12-4-4 3D 自動体積計測 (Automated Volume Measurement : AVM)(アロカ)	

13 . 超音波の安全性 67

13-1	超音波の生体への影響について	67
	13-1-1 熱的機序 (熱的な作用)	
	13-1-2 非熱的機序 (機械的な作用)	
13-2	超音波出力に関する規制	68
	13-2-1 FDA における規制値	
	13-2-2 生体への安全基準値	
13-3	音響出力の装置での表示	69
	13-3-1 メカニカルインデックス (MI)	
	13-3-2 サーマルインデックス (TI)	
	13-3-3 MI/TI の導入とその意味	
	13-3-4 診断による恩恵とリスクとの関係 (ALARA の考え方)	
13-4	超音波強度および音場分布の測定法	72
	13-4-1 放射圧法	

13-4-2	小型ハイドロホンを用いる方法	
13-4-3	カロリメトリー法	
13-4-4	音響光学的方法	
13-5	電気的安全性	73
13-5-1	超音波診断装置の規格化	
13-5-2	安全を確保するための漏れ電流の規定	
13-5-3	超音波診断装置へ探触子の接続	

14. 保守点検 77

14-1	保守管理	77
14-2	作業内容	77
14-3	装置の点検保守管理	77
14-3-1	探触子の通電時間	
14-3-2	探触子の操作	
14-3-3	探触子経年劣化の把握	
14-4	ファントムの活用	78
14-4-1	パルス反射法超音波診断装置の性能試験方法	
14-5	日常的な点検	80
14-5-1	観察用モニタの調整	
14-5-2	超音波診断装置，探触子の外観確認	
14-5-3	記録装置	
14-5-4	超音波診断装置の感度	

15. 超音波造影剤 81

15-1	超音波造影剤の変遷	81
15-2	微小気泡の役割と超音波診断装置との相互関係	81
15-3	超音波造影剤の特性	83
15-4	超音波造影剤の種類	83
15-4-1	用手法で作製した微小気泡による造影剤	
15-4-2	Levovist®	
15-4-3	Sonazoid®	
15-5	今後の展望	87

16. 超音波造影法 89

16-1	調製方法	89
16-2	投与方法	90
16-3	撮像方法	90

【臨床編】

17. 画像解剖図譜 99

17-1	腹部脈管系画像解剖図譜 (3D-CT)	99
17-1-1	腹部大動脈系〔前面図〕	99
17-1-2	腹部大動脈系と門脈系〔前面図〕	99
17-1-3	肝内門脈と肝静脈	100
17-1-4	門脈と脾臓〔前面図〕	101
17-1-5	胆道	102
17-2	超音波画像解剖図譜	103
17-2-1	肝臓	103
17-2-2	脾臓	107
17-2-3	胆道	108
17-2-4	脾臓	109
17-2-5	腎臓	110
17-2-6	膀胱	112
17-2-7	前立腺	113
17-2-8	子宮	114

18. 腹部造影超音波 116

中低分化型肝細胞癌 (1)	116
中低分化型肝細胞癌 (2)	118
中低分化型肝細胞癌 (3)	120
中低分化型肝細胞癌 (4)	122
高分化型肝細胞癌	124
胆管細胞癌 (肝内胆管癌)	126
転移性肝癌 (胃癌)	128
転移性肝癌 (直腸癌)	130
肝細胞癌治療効果判定 (1)	132
肝細胞癌治療効果判定 (2)	134
肝血管腫 (1)	136
肝血管腫 (2)	138
肝血管腫 (3)	140

19. 腹部超音波 142

肝細胞癌 (結節型) (1)	142
肝細胞癌 (結節型) (2)	143
肝細胞癌 (塊状型)	144
肝内胆管癌	145
転移性肝癌 (S状結腸)	146
転移性肝癌 (胃癌)	147
肝血管腫 (1)	148
肝血管腫 (2)	149
肝血管筋脂肪腫	150
肝嚢胞	151
肝膿瘍	152
限局性結節性過形成	153
肝内石灰化症	154
肝内胆管気腫	155
肝内門脈瘤	156

肝内門脈肝静脈短絡	157
慢性肝炎	158
肝硬変	159
脂肪肝	160
うっ血肝	161
胆嚢癌	162
胆管癌	163
胆嚢結石症（堆積型）	164
胆嚢結石症（黒色石）	165
胆嚢結石症（コレステロール胆石）	166
胆嚢結石症（混合石）	167
磁器（陶器）様胆嚢	168
総胆管結石	169
胆嚢ポリープ（1）	170
胆嚢ポリープ（2）	171
胆嚢ポリープ（3）	172
胆嚢腺筋腫症	173
急性胆嚢炎	174
膵頭部癌	175
インスリノーマ	176
膵管内乳頭粘液性腫瘍	177
膵嚢胞	178
急性膵炎	179
慢性膵炎	180
腎細胞癌	181
腎血管筋脂肪腫	182
腎嚢胞	183
多発性嚢胞腎	184
腎結石症	185
尿路結石症	186
水腎症	187
腎動脈瘤	188
馬蹄腎	189
副腎腫瘍	190
脾嚢胞	191
脾腫	192
胃癌	193
急性胃粘膜病変	194
消化管穿孔	195
直腸癌	196
回腸末端炎	197
急性虫垂炎	198
腸重積症	199
イレウス	200
閉鎖孔ヘルニア	201
鼠径ヘルニア	202
腹壁ヘルニア	203
筋損傷	204
腹部大動脈瘤	205
子宮体癌	206
子宮筋腫	207

膀胱結石症	208
前立腺癌	209
ラジオ波焼灼療法	210
胎児の4D超音波検査	211