

超音波医学の基礎

I. 医用超音波工学総論

一般目標 超音波の基本的特性と超音波機器の原理について理解する。

【音響の原理】

- 超音波の時間的・空間的特性を示す基本的パラメータを説明できる。
- 伝搬媒質の物理的特性と音波伝搬の関係について説明できる。
- 縦波と横波の特徴を説明できる。
- 音波の反射・透過・屈折について説明できる。
- 音波の干渉について説明できる。
- 振動子形状と音場の関係について説明できる。
- 音波伝搬の非線形現象について説明できる。
- 気泡の音響的特徴について説明できる。
- ドプラ効果について説明できる。

【生体の音響特性】

- 生体内の音波伝搬の周波数依存減衰と診断への影響について説明できる。
- 生体内の音響的構造による音波伝搬への影響について説明できる。
- 生体内の散乱体分布と超音波画像の特徴の関係について説明できる。

【パルスエコー法】

- 超音波パルスの基本パラメータを説明できる。
- パルスエコー法による表示の原理を説明できる。
- 画像を得るための走査方法について説明できる。
- 分解能と超音波音場の関係について説明できる。
- サイドローブの生じる原因と波長・振動子寸法との関係について説明できる。
- グレーティングローブの生じる原因と、波長・振動子アレイ素子間隔との関係について説明できる。
- 画像に表れる代表的なアーチファクトとその原因について説明できる。

【ドプラ法】

- ドプラ法の原理について説明できる。
- ドプラ法の種類について説明できる。
- 流速分布とドプラ信号の関係について説明できる。

- 繰り返し周波数とドプラ法の計測限界との関係について説明できる.
- ドプラ法のアーチファクトについて説明できる.

【診断装置】

- 超音波の送受から画像表示までの信号の流れを概説できる.
- 装置内部での基本的信号処理手法について説明できる.
- 表示画像とゲイン, ダイナミックレンジ, STC などの関係について説明できる.
- 高調波を用いた画像化手法(ハーモニックイメージング) の特徴について説明できる.
- 繰り返し周波数, 走査幅, 診断距離などの関係について説明できる.
- ドプラ信号検出の原理について説明できる.
- カラードプラ法の表示法(速度表示・パワー表示) とドプラ信号の関係について説明できる.
- ドプラ法における臓器エコーの除去について説明できる.
- コントラスト剤による画像化について概説できる.

【プローブ】

- プローブの基本的構成と構成要素の役割について説明できる.
- 圧電材料の種類とその特徴の概略について説明できる.
- 送波パルスと周波数特性の関係について説明できる.
- アレイの種類と画像化の原理について説明できる.
- 電子フォーカス, 電子走査の原理について説明できる.

【診断装置の操作運用】

- ファントムによる診断装置の構成について説明できる.
- 画像の記録用機器について説明できる.
- 画像の記録媒体と記録方法について概説できる.

【音響的安全性】

- 超音波強度の表示方法について説明できる.
- 超音波の生体作用について説明できる.
- 音響的安全性の指標と算出方法について説明できる.
- キャビテーションとその作用について概説できる.

【電気的およびその他の安全性】

- 本体装置の安全性について説明できる.
- プローブの安全性について説明できる.

【保守管理】

- 本体装置の保守管理方法について説明できる.
- プローブの保守管理について説明できる.

II. 臨床超音波医学の基礎

(1) 検査概論

一般目標

超音波検査を行うのに必要な, 臨床情報および他検査と超音波検査との関連, 超音波画像所見, 法規, 安全性などを理解する.

【病態に基づいた検査立案】

- 臨床症状, 臨床所見, 臨床検査結果に基づいた超音波検査適応の判断および適切な検査部位・臓器の選択ができる.

【他の画像(X線, 核医学, MRI, 血管造影など)検査との比較】

- 超音波検査と他の画像検査の長所・短所を説明できる.
- 超音波検査結果に基づいて, 他に必要な画像検査の適応を説明できる

【医用超音波用語】

- 高(低)エコー, 後方(後部)エコー, コメット様エコー, 混合エコー, ハローなど頻繁に使用される医用超音波用語を適切に使用できる.

(2) 検査実施

一般目標

超音波検査を行うのに必要な知識, 手技, 結果報告の手法を習得する.

【検査装置の使い方(表示画像の調整法など)】

- 対象臓器, 疾患など目的に応じた装置・探触子を選択できる.
- 装置各部の名称と使用目的が説明できる.
- 対象臓器, 疾患などに応じてゲイン, STC, フォーカスなどの最適の装置設定ができる.
- 病態により, カラードプラ法, パルスドプラ法, 連続波ドプラ法が使い分けられる.
- 画像記録機器の画質調整を適切にして記録できる.

【アーチファクト】

- 断層像で見られるアーチファクトを判別できる.
- 多重エコーの好発部位とその理由を説明できる.
- サイドローブの好発部位とその理由を説明できる.
- 屈折によるアーチファクトの好発部位とその理由を説明できる.
- ミラーイメージの好発部位とその理由を説明できる.
- カラードプラ法, パルスドプラ法, 連続波ドプラ法が使い分けられる.
- ドプラ法で見られるアーチファクトを判別できる.
- ドプラ法で見られるエイリアシングに対処できる.

【記録法, 画像保存, 結果報告書など】

- 画像の記録法の種類とその長所・短所について説明できる.
- 適切な超音波検査報告書を作成できる.

(3) 超音波の応用

一般目標 超音波を用いた技術および臨床応用について理解する.

【ハーモニックイメージング】

- ハーモニックイメージングの長所・短所について説明できる.

【ドプラ法による血流評価】

- ドプラ信号を適切にサンプリングできる.
- カラードプラ法の速度表示とパワー表示を使い分けられる.
- 平均流速, 最大流速, 最小流速の計測および断面積を考慮した流量計測法について説明できる.
- ドプラ法によるRI (resistance or resistive index), PI (pulsatility index) の計測と, その意味付けができる.

循環器領域

I. 解剖と生理

一般目標

超音波検査のために必要となる，心臓と大血管の解剖学と生理学を理解する。

- 心臓と大血管の解剖を，胸郭との位置関係を含めて説明できる。
- 左右の心室と心房の形態的特徴を説明できる。
- 左右の房室弁と半月弁の形態的特徴を説明できる。
- 心周期における各心腔の動きや内圧と各弁の開閉との相互関係を説明できる。
- 大動脈，肺動脈，大静脈および肺静脈の形態的特徴を説明できる。
- 左右冠動脈の走行と灌流領域を説明できる。
- 体動脈，体静脈，冠動脈，冠静脈，肺動脈，肺静脈の血流の周期的変化を説明できる。

II. 手技と断面

一般目標

心臓の超音波検査の準備，方法および基本断面の描出法を理解する。

- 患者の体位，エコー窓，探触子の選択など，心臓検査の基本手技を説明できる。
- 胸骨左縁からの長軸像を描出し，描出された心・大血管構造を説明できる。
- 大動脈弁，僧帽弁，腱索および乳頭筋レベルの左室短軸像を描出し，描出された構造を説明できる。
- 心尖部から長軸像，二腔像および四腔像を描出し，描出された構造を説明できる。
- 心窩部から心臓，下大静脈および下行大動脈を描出できる。
- 胸骨右縁から上行大動脈や両心房を描出できる。
- 左室心内膜など超音波画像が描出困難な症例での対策について説明できる。
- 経食道心エコー法の手技，合併症，探触子の消毒法，基本断面および超音波解剖を説明でき，検査を実施できる。
- 経食道心エコー法により，弁形成術など心大血管手術の術中に，修復の成否や心機能を評価することができる。
- 血管内エコー法の原理と方法を説明でき，冠動脈病変を同定できる。
- 血管内ドプラ法の原理と方法を説明でき，正常冠動脈血流波形とその異常を識別できる。

Ⅲ. 各手法の特徴と用途

一般目標

心臓の超音波検査に使われる各手法の特徴や意義とその使用法を理解する。

- Mモード心エコー法，断層心エコー法，パルスドプラ法，連続波ドプラ法，およびカラードプラ法の原理および利点と欠点を説明できる。
- 僧帽弁，大動脈弁および腱索レベル左室のMモード心エコー図を記録し，その心周期との関係を説明できる。
- パルスドプラ法により各弁口部の血流速度波形を記録し，病的変化を弁別できる。
- パルスドプラ記録におけるエイリアシングおよび層流と乱流の差異を説明できる。
- 連続波ドプラ法と簡易ベルヌーイ式を用いた圧較差計測法について説明できる。
- カラードプラ法におけるエイリアシングとモザイクパターンについて説明できる。
- 組織ドプラ法の原理と適応を説明できる。

Ⅳ. 心機能

一般目標

超音波検査による左室収縮拡張機能および肺動脈圧の評価法とその意義を理解する。

- 胸骨左縁長軸像で，左室，左房，右室および大動脈の高度の拡大を指摘できる。
- 高度の左室収縮異常(びまん性，局所的)，高度の左室肥大，および高度の心膜液貯留の有無を，断層心エコー法で同定できる。
- 断層またはMモード心エコー図から，左室拡張末期径，左室収縮末期径，左房径，心室中隔厚，左室後壁厚を計測できる。
- 腱索レベル左室Mモード心エコー図から左室内径短縮率を計測できる。
- 心尖部二腔および四腔断層図から，収縮末期と拡張末期の左室容積および駆出分画を計測できる。
- パルスドプラ法による心拍出量計測法の原理と方法を説明でき，これを実施できる。
- パルスドプラ法により，左室流入血流速度波形から拡張早期ピーク流速(E)，心房収縮期ピーク流速(A)，
- E/A，E波の減速時間，等容弛緩時間を計測し，それらの意義と偽正常化現象を説明できる。
- 連続波ドプラ法により，三尖弁逆流速度から右室収縮期圧を，肺動脈弁逆流速度から肺動脈拡張期圧を推
- 定できる。
- パルスドプラ法により肺静脈血流速度波形を記録し，これと左室拡張機能や左房機能との関係を説明できる。
- 高度の弁狭窄と高度の弁逆流を指摘できる。

V. 先天性心疾患

一般目標

代表的な先天性心疾患の形態・血流異常の超音波像を含めて理解する。

- 心房中隔欠損の病型分類を説明でき、各病変を超音波検査で同定し、識別できる。
- 心内膜床欠損の超音波像を説明でき、病変を超音波検査で同定できる。
- 心室中隔欠損の病型分類を説明でき、各病変を超音波検査で同定し、識別できる。
- 心室中隔欠損に伴う膜様部中隔瘤や大動脈弁逸脱を超音波検査で同定し、かつこれらの成因や意義を説明できる。
- 動脈管開存の病変を超音波検査で同定できる。
- Valsalva 洞動脈瘤破裂および冠動脈瘻の病変を超音波検査で同定できる。
- Eisenmenger 症候群の合併を超音波検査で同定できる。
- Fallot 四徴症の病変を超音波検査で同定できる。
- 短絡疾患において、短絡方向と短絡量の多寡を超音波検査で評価できる。
- Ebstein 奇形の病変を超音波検査で同定できる。
- 大動脈縮窄の病変を超音波検査で同定できる。
- 完全および修正大血管転位の超音波像を説明できる。
- 両大血管右室起始および総動脈幹の超音波像を説明できる。

VI. 弁膜疾患

一般目標

弁膜疾患における弁形態異常と成因の評価、重症度と血行動態異常の評価を理解する。

- 高度の弁狭窄と高度の弁逆流を、断層心エコー法とカラードプラ法で同定できる。
- 弁膜疾患による血行動態異常(圧_容量負荷)が、心臓形態と患者病態に与える影響を説明できる。
- カラードプラ法による逆流ジェットサイズから弁逆流の重症度を推定する方法とその限界を説明でき、実施できる。
- パルスドプラ法およびPISA (proximal isovelcity surface area method) 法による弁逆流量定量の原理と方法を説明できる。
- 大動脈弁狭窄の成因と超音波像を説明でき、その各病変を同定できる。
- 大動脈弁口部圧較差および連続の式による弁口面積計測から、大動脈弁狭窄の重症度を評価できる。
- 大動脈弁逆流の成因と超音波像を説明でき、その各病変を同定できる。
- カラードプラ法による逆流ジェットサイズ、連続波ドプラ法の逆流血流波形、およびパルスドプラ法による大動脈血流波形から、大動脈弁逆流の重症度を評価できる。

- 僧帽弁狭窄の成因と超音波像を説明でき、その各病変を同定できる。
- 僧帽弁狭窄の弁口面積を、断層法による直接計測と圧半減時間計測に基づく方法の両法を用いて算出できる。
- 僧帽弁逆流の成因と超音波像を説明でき、その各病変を同定できる。
- カラー Doppler 法による逆流ジェットサイズおよび PISA 法による逆流量の計測から、僧帽弁逆流の重症度を評価できる。
- 三尖弁狭窄の超音波像を説明でき、その病変を同定できる。
- 三尖弁逆流の成因と超音波像を説明でき、その各病変を同定できる。
- 感染性心内膜炎の超音波像 (vegetation, 弁輪部膿瘍, 弁瘤および弁穿孔) を説明でき、その病変を同定できる。
- 急性に生じた弁逆流の血行動態的特徴を説明でき、弁別できる。
- 弁の加齢による変化とその超音波像を説明でき、同定できる。
- 人工弁の分類とその超音波像を説明でき、識別できる。
- 人工弁開放不全とその程度を超音波検査で評価できる。
- 人工弁の経弁逆流と弁周囲逆流とを、カラー Doppler 法で識別できる。
- 各弁膜症の外科治療とカテーテル・インターベンション治療の適応についてわかる。
- 僧帽弁形成術後および三尖弁形成術後の超音波像を説明できる。

VII. 虚血性心疾患

一般目標

左室局所壁運動異常の読影，罹患冠動脈との対応，心筋梗塞とその合併症の診断における超音波を理解する。

- 左室の 16 セグメント分類を説明できる。
- 左室壁局所の運動異常 (asynergy) を超音波で描出し、正常 (normal)、低収縮 (hypokinesis)、無収縮 (akinesis)、奇異性運動 (dyskinesis) に分類できる。
- 局所壁運動異常の部位・範囲と冠動脈病変の部位との関係を説明できる。
- 急性期と慢性期の梗塞心筋、気絶心筋、冬眠心筋の区別とその自然経過、リモデリングやインターベンションの影響を説明できる。
- 心筋梗塞急性期および慢性期の合併症 (心破裂、心室中隔破裂、心不全、乳頭筋断裂、乳頭筋機能不全症候群、真性心室瘤、仮性心室瘤、左室壁在血栓) の病変を超音波で弁別できる。
- 心筋梗塞慢性期の壁線維化を超音波検査で同定できる。
- 右室梗塞の超音波像を説明でき、これを鑑別できる。
- 川崎病による急性期および慢性期の冠動脈異常を超音波検査で同定できる。

VIII. 心筋疾患

一般目標

肥大型心筋症，拡張型心筋症および二次性心筋疾患の病型分類，血行動態異常および超音波像を理解する。

- 肥大型心筋症の肥大部位に基づく病型分類(非対称性中隔肥厚，心尖部肥大，自由壁肥大)を説明でき，超音波検査で弁別することができる。
- 閉塞性肥大型心筋症の病変を超音波検査で弁別し，連続波ドプラ法により左室流出路圧較差を計測できる。
- 心室中部狭窄の超音波像を説明でき，病変を同定できる。
- 拡張相肥大型心筋症の超音波像を説明でき，病変を同定できる。
- 拡張型心筋症の超音波像を説明でき，病変を同定できる。
- 心機能評価を通じて，心筋症の病態と重症度を評価できる。
- 二次性心筋疾患のうち，アルコール性心筋症，心筋炎，超音波所見とその経過を説明できる。
- 不整脈源性右室心筋症の超音波所見を説明できる。
- 左室緻密化障害，たこつぼ型心筋障害の超音波所見を説明できる。

IX. 加齢および全身疾患に伴う心病変

- 加齢に伴う心形態および心機能の変化を説明できる。
- 心アミロイドーシス，サルコイドーシス，甲状腺機能亢進症，甲状腺機能低下症，膠原病に伴う心病変や心機能異常の超音波所見を説明できる。

X. 高血圧と肺高血圧

一般目標

高血圧や肺高血圧に起因する心大血管病変の超音波像を理解する。

- 高血圧による左室肥大や左室収縮・拡張障害を，超音波で同定できる。
- 肺高血圧の超音波像を説明でき，超音波検査で同定できる。
- 急性および慢性肺高血圧症をきたす疾患を述べ，その鑑別に役立つ超音波所見を説明できる。

XI. 心臓の腫瘍と血栓

一般目標 心臓の腫瘍と血栓の超音波像を理解する。

- 心臓粘液腫の特徴(好発部位，形態，可動性，茎)を説明でき，超音波検査で同定できる。
- 心臓とその近傍に発生しうる腫瘍の種類とその超音波像の概要を説明できる。
- 心内血栓を同定し，その背景因子，好発部位および超音波像を説明できる。

- モヤモヤエコーを識別し，その特徴と意義を説明できる。
- 脳塞栓の原因検索における経食道法の意義と注目すべき所見を説明できる。

XII. 心膜疾患

一般目標

心膜液貯留，心タンポナーデおよび収縮性心膜炎の超音波像を理解する。

- 急性および慢性に生じる心膜液貯留の原因を列挙できる。
- 心膜液貯留の程度と心タンポナーデの有無を超音波検査で評価できる。
- 心膜の肥厚と硬化を超音波検査で同定できる。
- 収縮性心膜炎により生じる血行動態異常とその程度を超音波検査で評価できる。
- 心膜欠損の超音波像を説明でき，同定できる。

XIII. 大動脈疾患

一般目標

大動脈の粥状硬化性病変，拡張性病変および大動脈炎症候群の超音波像を理解する。

- 胸骨左縁，胸骨右縁，胸骨上窩，腹壁などから，大動脈の拡張性病変の形態と範囲を超音波検査で評価できる。
- 大動脈解離における内膜フラップ，真腔，偽腔，エントリー，リエントリーを経胸壁法で同定できる。
- 大動脈解離の重大な合併症を列挙し，その超音波像を説明できる。

XIV 頸動脈・末梢血管疾患

一般目標 頸動脈および末梢動静脈の病変の超音波像を理解する。

- 内頸動脈と外頸動脈とを弁別できる。
- 総頸動脈の内膜中膜複合体厚を計測でき，その意義を説明できる。
- 粥腫（プラーク）とその性状および潰瘍の超音波像を説明し，これらを識別できる。
- 頭蓋外の内頸動脈の狭窄の程度を評価できる。
- 仮性動脈瘤・動静脈瘻など，動脈穿刺による医原性病変を超音波検査で同定できる。