

超音波による胎児形態の標準的評価法（案）

日本超音波医学会
用語診断基準委員会
胎児超音波スクリーニングガイドライン作成小委員会

委員長 中田 雅彦

副委員長 宮越 敬

委員 石井 桂介，市塚 清健，亀井 良政 川滝 元良，
住江 正大，中村 靖，長谷川潤一，三浦 清徳，和田 誠司

（五十音順）

【緒 言】

胎児形態異常の評価のための超音波検査は、胎児異常の早期発見につながり高度な医療の介入によって児の生命予後を改善するために寄与する。一方で、重篤な生命予後を有する疾患の同定は妊娠継続や出生後の児への医療介入の可否といった倫理的問題を孕んでいる。

超音波検査による胎児異常の有無の評価は諸外国においてはすでに出生前評価法の一つとして一般的になっており、また、個々の評価法に対する各種のガイドラインや指針が提唱されている¹⁻⁴。他方、我が国においては諸外国のガイドラインや指針を参考に医療者が個別に胎児形態異常の評価法を策定して臨床現場で活用しているのが現状であり、標準的な評価法としてコンセンサスを得られているものは少ない。現時点では、日本胎児心臓病学会が2006年に胎児心エコー検査ガイドラインを提唱し⁵、日本産科婦人科学会・日本産婦人科医会が2014年にスクリーニング項目を参考内容としてガイドラインに掲載したのち⁶、日本産科婦人科学会周産期委員会が2015年と2016年に推奨チェック項目の提言を行っているにすぎない^{7,8}。つまり、我が国では胎児形態異常の評価のための超音波検査は、その位置づけが明確にされないまま長年にわたって一般臨床の場で用いられているといえる。

日本産科婦人科学会／日本産婦人科医会の産婦人科診療ガイドライン産科編2020では、産科超音波検査を妊婦健診時に行われる「通常超音波検査」と胎児形態異常を目的とした「胎児超音波検査」に分けており、胎児形態異常の評価のための胎児超音波検査は全妊婦を対象にした標準検査ではない⁹。従って、胎児形態評価を広く一般的に行うことに対してコンセンサスはえられていないのが現状である。一方で、超音波による胎児形態評価については、妊婦やその家族にも

その存在がすでに広く知られており、妊娠中に胎児形態異常を評価することに対する期待は大きい。標準的な評価法や到達目標がないため、対応する医療者や医療施設によってその内容や時期の統一性がない。

このような状況を鑑み、本委員会では、今回、胎児形態評価の質の向上と均質化を図ることを目的に、胎児形態異常の評価に対する到達目標を示すこととした。なお、今後、本文で用いる語句として、胎児形態異常の評価のための超音波検査を「胎児超音波検査」と表す。

【胎児超音波検査の対象】

多くの国が少なくとも一回の妊娠中期の胎児超音波検査の機会を設けている。例えば、米国の Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development で行われたワークショップでは、「すべての妊婦が、胎児の構造異常や妊娠合併症の検査のための超音波を提供されるべき」と結論づけている¹⁰。The American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG)、The American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM) は、超音波による胎児形態評価を標準的評価法としてガイドラインに明記しており¹、International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology (ISUOG) でも、妊娠中期のみならず、その他の時期や部位に特化したガイドラインを発行している^{2,3,11}。一方、我が国ではこれまで胎児超音波検査はすべての胎児を対象としたスクリーニング検査ではなく、妊婦健康診査の項目に含まれる検査法ではないとされてきた⁹。しかし、現状としては、妊婦健康診査の際に、胎児形態評価のための何らかの超音波検査が行われている。このような現状を

鑑み、当委員会では本検査の対象者に対して以下の条件が担保される場合に胎児超音波検査を実施可能と考える。また、通常超音波検査の際に意図しない形態異常が発見される場合があり、その場合検出された疾患や形態異常によっては、染色体異常などの遺伝学的疾患に関連する場合があることから、胎児超音波検査は広義の出生前診断の一つとして認識する必要がある。したがって、以下の条件を満たしている場合、事前にインフォームドコンセントを得た上で検査を進めることに留意する。

- 1) 妊婦・家族の希望に基づいて実施されること
- 2) 出生前診断に関する倫理的配慮が行われていること
- 3) 検査によって得られる情報・検査の限界について妊婦や家族が理解していること
- 4) 得られた情報から、診断やその後の対応に繋げられる体制が整っていること

なお、胎児超音波検査によって得られた情報によっては、その後の対応をハイリスク胎児・新生児の管理可能な施設と連携する必要があるため、そのための診療体制を整えておくことが必要である。

【胎児超音波検査を行う医療者の条件】

胎児超音波検査は、専門的な研修を受けた医療者が行うべきである。そのため、

- 1) 超音波診断装置の適切な使用方法と安全性について研修を受けていること
- 2) 日常的に胎児超音波検査を行っていること
- 3) 学会や研修会、施設内での学修の機会などに継続的に参加していること
- 4) 得られた所見について適切な対応がとれること
- 5) 自らの技術に責任を持ち、技術維持のために日常的に自己研鑽を行っていること

の5点が求められる。そのため、具体的には、日本超音波医学会が認定する超音波専門医・超音波検査士の資格を有するか、または資格を有するものの指導のもとで医療従事者が施行することが望ましい。

【超音波診断装置の条件】

胎児形態評価は得られた超音波断層像の画質に左右される。そのため、高分解能の画質が得られる tissue harmonic imaging が可能なフルデジタル診断装置で、カラーフローマッピング (CFM) 法使用時にリアルタイム性に優れ低流速

血流が高感度に表示可能な装置を推奨する。そのため、極端に古い装置は誤診につながる可能性があるため用いない。

【胎児超音波検査の目的、意義および時期】

胎児超音波検査による形態評価目的は、全妊娠期間において正確な診断情報を得ることによって、母児の双方にとって最善の結果が得られるように適切な出生前管理法を提供することである。

1. 妊娠初期

妊娠初期に胎児超音波検査を行う意義は、諸外国においては、多胎妊娠における胎児数の誤認を防ぐこと、胎児異常の発見率を高めること、正確な分娩予定日の算出による過期妊娠を減少することが挙げられている¹²。しかし、我が国では、妊娠成立後、比較的早期に子宮内妊娠の確認や妊娠週数の決定がなされるため、諸外国のように初回検査時期（妊娠 11 週から 13 週）に初めて胎児数を確認することや分娩予定日を決定する機会は少ない。そのため多くの場合、妊娠初期の胎児超音波検査の目的は、妊娠週数を決定することではなく、胎児構造異常の検出となる。妊娠初期の胎児超音波検査は、ISUOG では妊娠 11 週 0 日から 13 週 6 日の時期に行うことを推奨し²、日本産科婦人科学会では妊娠 10 週から 14 週での評価を提言している⁸。ただし、日本産科婦人科学会の提言では 3 つのチェック項目のみの推奨であり、ISUOG の推奨チェック項目数と乖離がある。本小委員会では ISUOG にならない妊娠 11 週 0 日から 13 週 6 日の時期を推奨する。しかし、それ以降の時期に施行しても妊娠初期超音波検査の目的は達成される。

妊娠初期の胎児異常の検出率はおおよそ 30-50% で¹³⁻¹⁵、頸部異常の検出率が最も高く（約 90%）、四肢、顔面や泌尿生殖器系の検出率は低くなる¹⁵。なお、この時期には、染色体異常の検出を目的として nuchal translucency (NT) などを用いた遺伝学的超音波検査が行われているが^{16,17}、今回提示する胎児形態異常の検出を中心においた評価法とは目的・手法が同一でないため、同項目については検討の対象外とした。しかし、意図せず NT の肥厚が発見される場合もあるため、胎児超音波検査を行うにあたって事前に遺伝カウンセリングの施行やインフォームド・コンセントを取得しておくことが望ましい⁹。

2. 妊娠中期

妊娠中期での胎児超音波検査では、胎児発育、胎児の解剖学的構造、胎盤の位置の評価が可能

である。この時期は、主要な形態異常を検出することが可能ではあるが、高性能の超音波診断装置を用いても検出できないことは多々あること、また、末期（後期）や出生後になって初めて形態的に検出可能である疾患もあることに留意する必要がある。検査を行うにあたり、得られる利点と限界について患者・家族への説明にも留意する。

先天性心疾患（congenital heart disease: CHD）は、出生後に認める先天異常の中でも最も頻度の多いもので出生児の 0.4～1.3%に認められる¹⁸⁻²⁰。一方で、CHD は先天異常の中でも出生前に診断されない頻度が最も高い疾患群でもあり²¹、疾患によっては出生前に診断することで児の予後が大きく改善する可能性がある²²⁻²⁴。そのため、本小委員会では妊娠中期に他の形態評価と共に胎児心臓の形態評価を行うことにも重点をおいた。ただし、すべての CHD を出生前に診断することは不可能であり、末期（後期）や出生後になって初めて形態的に検出可能である疾患があることに留意する。なお、以下に挙げる推奨項目は CHD のスクリーニングを目的とした推奨項目であり、詳細な診断のための項目ではない。

この時期に検出される形態異常のおよそ 1/4 は染色体異常で、3/4 は正常核型である²⁵。そのため、検出された形態異常については遺伝学的見地も踏まえた患者・家族へのカウンセリング体制と集学的な医療体制を整えることが望ましい。

多くの国が少なくとも一回の妊娠中期の胎児超音波検査の機会を推奨している。例えば、An imaging work-shop organized by the Eunice Kennedy Shriver National Institute of Child Health and Human Development in the United States は、すべての妊婦が、胎児の構造異常や妊娠合併症の検索のための超音波検査を提供されるべきであると結論づけている¹⁰。ISUOG では妊娠 18 週から 22 週での施行を原則としており³、また、我が国においても日本産科婦人科学会が 2015 年に「妊娠 18～20 週における胎児超音波検査（胎児形態異常スクリーニング検査）の基本チェック項目」を提唱した。胎児形態異常の中には妊娠中期後半において検出率が高いものがあること、妊娠 18 から 20 週の時期に検査の機会がなかった場合には別の機会を設けることが望ましいことを鑑み、本小委員会は妊娠 18 週から 20 週での施行を推奨すると共に妊娠 21 週以降の施行も選択しうるとした⁷。

CHD のスクリーニングについては、海外のガイドラインでは、妊娠 18 から 22 週の時期を推奨している^{4, 11, 26, 27}。この時期になると胎児発育に伴い胎児心臓の描出が明瞭となり、構造の同定が容易になってくることとその理由として挙げ

られる。本小委員会では、妊娠中期の他の部位の形態評価の推奨時期と同様に妊娠 18 から 20 週での施行を推奨すると共に妊娠 21 週以降の施行も選択しうるとした。

妊娠初期・中期の時期はあくまでも推奨であり、必ずしもこの時期のみで検出可能な胎児形態異常ができるわけではない。また、超音波機器、胎位、母体の状況によっては、すべての項目において正常・異常の有無が判断できるわけではない。そのため、妊娠末期（妊娠 28 週から 31 週）の時期に、再度確認を行うことが望ましい^{8, 9}。なお、胎児超音波検査を施行する際に、妊婦健康診査での通常の超音波検査による胎児の生存の確認、胎児数や膜性診断（多胎妊娠の場合）、胎児発育の評価、胎盤の位置や子宮頸管長の評価などは同時に行っても構わない。

【胎児超音波検査の項目について】

表 1. 妊娠初期の評価項目

観察部位	観察項目	観察内容
頭部	頭蓋骨	半球状、変形や欠損の有無
	大脳鎌	正中
	脈絡叢	側脳室の大半を占める。脈絡叢嚢胞の有無
頸部	形態	嚢胞や浮腫の有無
顔面	眼球*	水晶体の有無
	鼻骨*	有無
胸部・心臓	肺	両側に均一、胸水や腫瘍の有無
	心臓軸	左側に傾く
	四腔断面	左右の均衡が保たれている
	横隔膜	腹部との境界が連続的
腹部	胃泡	左上腹部
	腎臓	両側
	膀胱	骨盤部
	臍部	ヘルニアや欠損の有無
脊椎	臍帯動脈	膀胱の両側から 2 本
	脊椎	変形、皮膚の欠損や膨隆の有無
四肢	上肢	前腕、上腕の確認
	下肢	下腿、大腿の確認
胎盤	形態	絨毛膜下血腫の有無

* 任意項目のため必ずしも必須ではない

表 2. 妊娠中期の評価項目

観察部位	観察項目	観察内容
頭部	頭蓋骨	半球状, 変形や欠損の有無
	大脳鎌	正中
	側脳室	拡大の有無
	脈絡叢	脈絡叢嚢胞の有無
	小脳	低形成, 虫部欠損の有無
	大槽	拡大の有無
頸部	形態	嚢胞や腫瘍の有無
顔面	眼球	水晶体の有無
	口唇	口唇裂の有無
胸部	肺	両側に均一, 胸水や腫瘍・嚢胞の有無 左右の均衡が保たれている
	横隔膜	腹部との境界が連続的
心臓	四腔断面	左右の確認, 心拡大の有無, 心臓軸が左方 正常脈で不整脈がない 左右心室・心房の形態, 左右差の有無 心室中隔の連続性 房室弁 肺静脈の流入
	LVOT 断面	大動脈の起始
	RVOT 断面	肺動脈の起始
	3V view	肺動脈・上行大動脈・上大静脈の整列と大きさ
	3VT view	動脈管弓と大動脈弓の 大きさと位置 血流方向
腹部・泌尿器	胃胞	左上腹部
	腎臓	両側, 腎盂拡大の有無
	膀胱	骨盤部
	臍部	ヘルニアや欠損の有無
	臍帯動脈	膀胱の両側から 2 本
脊椎	脊椎	変形, 皮膚の欠損や膨隆の有無
四肢	上肢	前腕, 上腕の確認
	下肢	下腿, 大腿の確認

LVOT, left ventricular outflow tract; RVOT, right ventricular outflow tract; 3V, three-vessel; 3VT, three-vessel tracheal

本評価法では, 妊娠初期・中期に分けて胎児のそれぞれの部位における評価項目を掲載する. 心臓は中期の評価項目に含むが詳細は別項立てとする. 各項目については, 先に述べたように, これまでに多くのガイドラインや指針等が刊行されており, すでに一般的に用いられている内容も多い. そのため, 各項目における個々のエビデンスレベルの詳細な解説やその臨床的意義についての解説は必要最小限とした. ただし, 他の刊行物には掲載されていない項目や新たなエビデンスが得られた内容については, 引用文献を提示した.

妊娠初期胎児超音波検査の項目について

1. 頭部

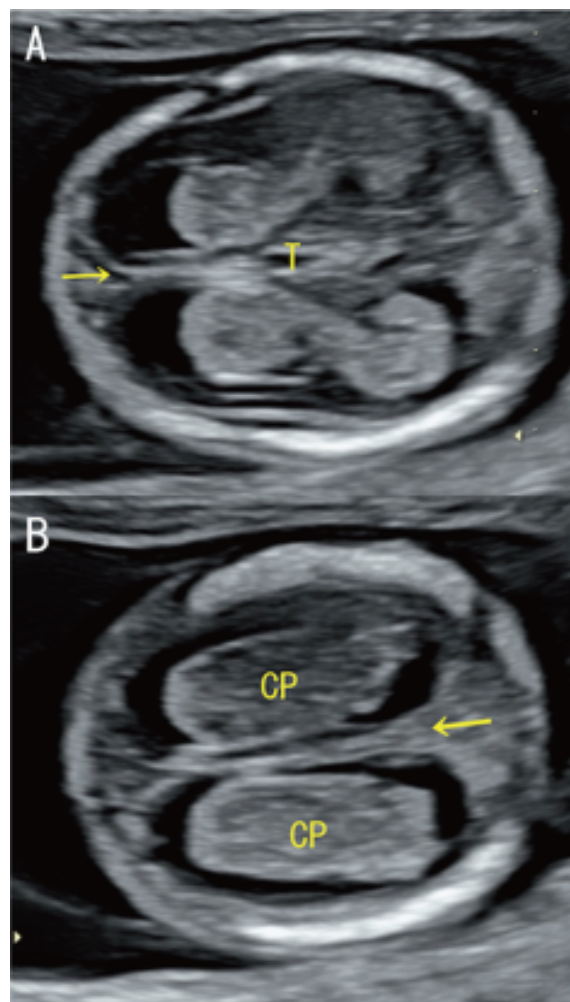
水平断面では高輝度の頭蓋骨が描出される. 頭蓋骨の欠損や変形がないことを確認する. この時期の脳は, 内部に脈絡叢を含んだ側脳室が有意に広く描出される (図 1). 大脳半球は大脳鎌と脳溝によって左右対称に分割している. そのため脳実質は薄く描出されるので水頭症と誤認しない.

左右の眼窩を確認する際に高輝度に描出される水晶体により眼球の存在を確認できるが到達目標としては任意項目とする (図 2).

遺伝学的評価のための鼻骨の確認は形態評価を目的とした本評価法では必須項目ではない.

図 1. 胎児頭部水平断像.

(A) 児頭大横径の測定断面. 正中に大脳鎌 (矢印) と第 3 脳室 (T) を認める. (B) 両側に高輝度の脈絡叢 (CP) を認める.



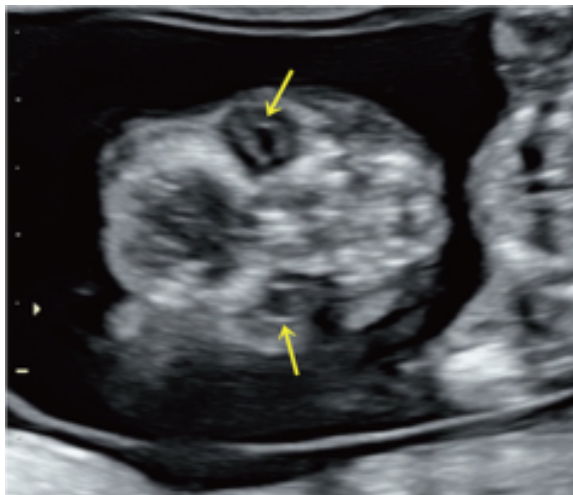


図 2. 胎児頭部前額断像.
眼窩に高輝度の水晶体を認める.

2. 頸部

Cystic hygroma などの嚢胞性病変の有無がないか確認する.

3. 胸部

肺野は均一なエコー輝度の臓器として描出される. 明らかな胸水や嚢胞, 腫瘍のないことを確認する (図 3). 前額断面で, 胸部と腹部の境界の横隔膜が連続的に描出されることを確認する (図 4).

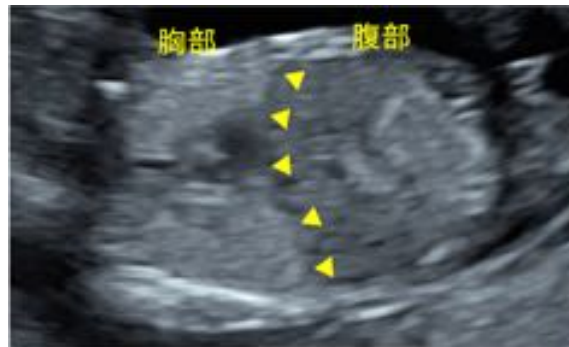


図 3. 胎児胸部水平断像.
四腔断面の高さでの水平断像. 心尖部 (矢印) が左側を向き, 左右差のない心室・心房を認める. 肺野(L)は一様に高輝度である. 椎体 (S) の左前方に大動脈(A)を認める.

4. 心臓

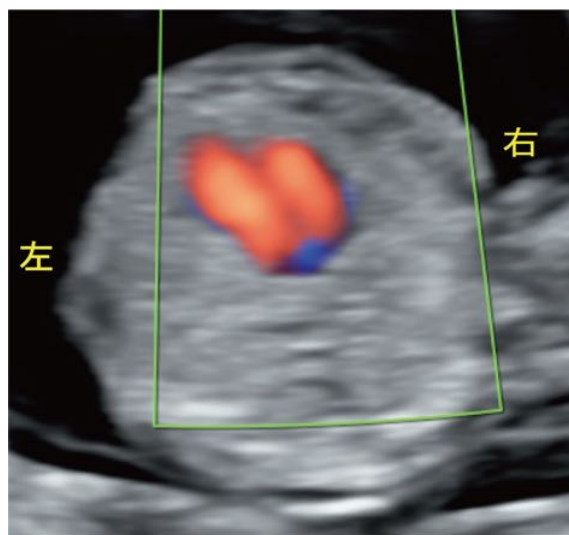
胸部水平断像において, 心臓は胸郭の中央からやや左方に位置し, 心尖部は左側に向いていることを確認する (図 3). この時期に四腔断面や three-vessel view などの観察も可能であり, 図 4. 胎児胸腹部前額断像.

胸部と腹部の境界に横隔膜を認める (矢頭).



CFM 法の併用で観察は容易となるが²⁸, 到達目標とはしない (図 5). 心臓が規則正しく拍動していることを確認する.

図 5. 胎児四腔断面でのカラーフローマッピング



法.
左右心室に流入する血流を認める.

5. 腹部

この時期には胃泡と膀胱のみが, 腹部の嚢胞状エコー像として描出される. 上腹部左側の胃泡と骨盤腔の膀胱を確認する (図 6A). 巨大膀胱でないことを確認する. ただし膀胱は排尿時には描出されないことがある. 臍部の観察では, 妊娠 11 週までは生理的臍帯ヘルニアが観察される場合があるため, 臍帯ヘルニアや腹壁披裂の鑑別は妊娠 12 週以降に行う²⁹ (図 6B). 背部で腎臓がやや低エコー像, もしくは周囲に低エコーを伴う高エコー像として描出されるが機器や条件によっては不明瞭となる (図 6C).

6. 脊椎

脊椎を縦断面と水平断面で観察し, 明らかな変形や皮膚の欠損や膨隆 (髄膜瘤など) の有無を確認する (図 7).

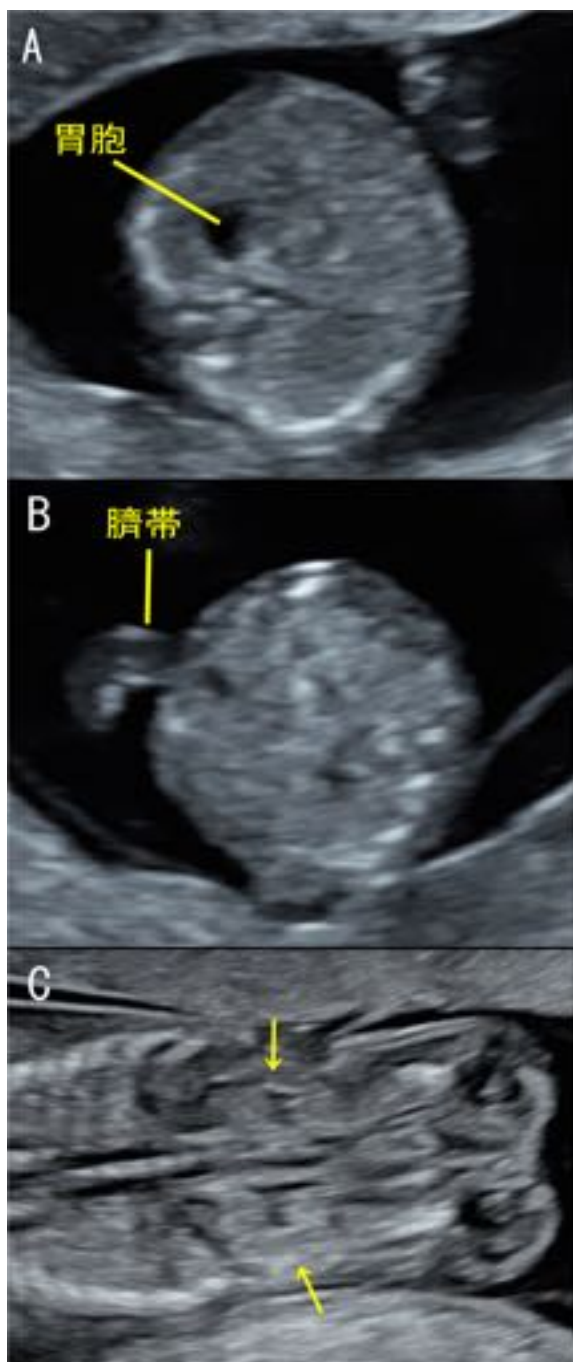


図 6. 胎児腹部水平断像と前額断像.

(A) 上腹部の水平断像. 胃胞を左上腹部に認める. (B) 臍輪部の水平断像. 臍帯起始部にヘルニアや腹壁の欠損は認めない. (C) 背側の前額断像. 脊椎の両側に腎臓を認める.

7. 四肢

上肢（前腕，上腕）（図 8A），下肢（下腿，大腿）（図 8B）が両側共に描出されることを確認する.

8. 臍帯

CFM 法を用いて膀胱の両側を走行する臍帯動脈が左右に描出されることを確認する（図 9）.



図 7. 胎児体幹の矢状断像.

脊椎は変形を認めず，背部の皮膚に欠損や髄膜瘤を認めない.

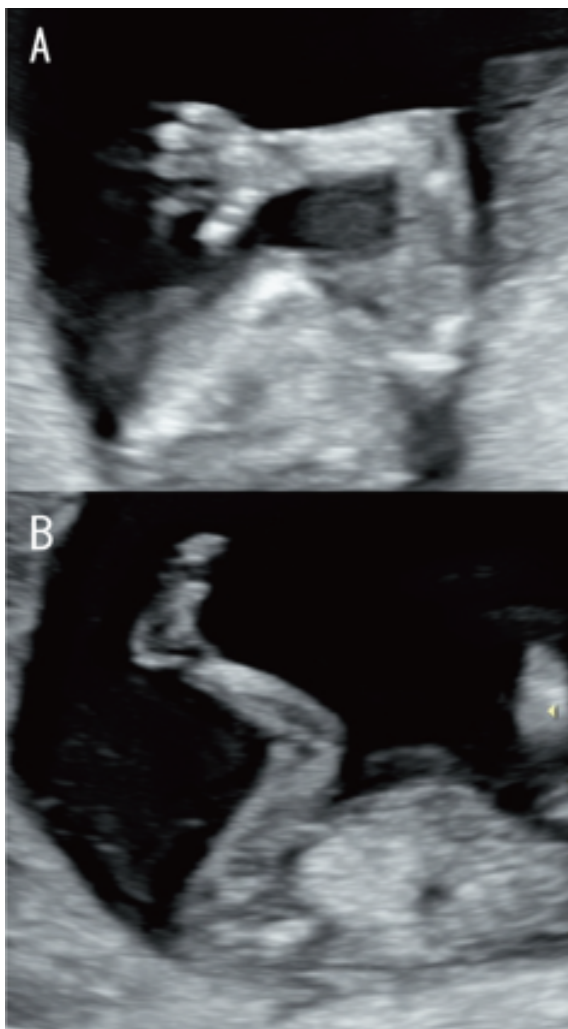


図 8. 胎児の四肢.

(A) 上肢. 上腕，前腕を認め，手の変形も認めない. (B) 下肢. 大腿，下腿を認める.

9. 胎盤

胎盤はエコー輝度が均一に描出されるが，内部に嚢胞や絨毛膜下血腫がないことを確認する. この時期は絨毛膜と羊膜は癒合しておらず，胚外体腔（絨毛膜腔）を絨毛膜下血腫などと誤認しない.

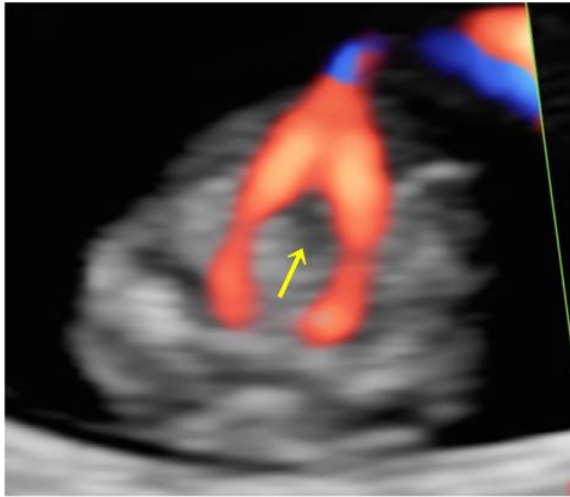


図 9. 胎児骨盤部水平断像。
内腸骨動脈から分岐した両側の臍帯動脈は膀胱（矢印）の外側を走行し臍部で近接する。

妊娠中期期胎児超音波検査の項目について

1. 推定胎児体重

推定胎児体重の計測はすでに本学会ならびに日本産科婦人科学会より「超音波胎児計測の標準化と日本人の基準値」として公示および提言されているため割愛する^{30,31}。

2. 頭部

① 頭蓋骨

水平断面にて、大きさ、形態、欠損の有無、骨の輝度について評価する。大きさは児頭大横径で評価する^{30,31}。

ア. 形態：頭蓋骨は通常楕円形で突出や陥凹、欠損を認めないことを確認する。レモンサイン、イチゴ状頭蓋、クローバー様頭蓋などを認めた場合は疾患を疑う^{32,33}。

イ. 欠損：頭蓋骨の欠損と脳瘤のないことを確認する³⁴。

ウ. 骨の輝度：頭蓋骨は骨縫合部を除いて一定のエコー輝度で描出される。エコー輝度が極端に低下している場合には石灰化の問題が生じるような骨系統疾患（骨形成不全症、低ホスファターゼ症）の可能性がある、プローブによる圧迫によって変形を認めるようであればその可能性を考慮する³⁵。

② 頭蓋内構造

中枢神経（脳）の評価法についてはすでに提唱されているものがある³⁶。脳の評価に用いる断面として、3つの断面（transventricular plane, transthalamic plane, transcerebellar plane）が推奨されている（図9）。

- Transventricular plane: 側脳室前角，透

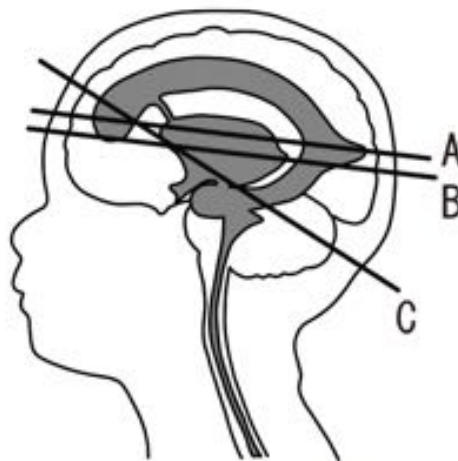


図 10. 胎児頭部横断面像

(A) Transventricular plane. 側脳室前角 (AH)，透明中隔腔 (CSP)，側脳室後角 (PH) を認める。側脳室大部に脈絡叢 (CP) を認める。(B) Transthalamic plane. 側脳室前角，透明中隔腔，視床 (Th) が描出されている。(C) Transcerebellar plane. プローブを A, B から後頭蓋窩に傾けて得られる断面で、小脳半球 (CH)，小脳虫部 (CV) や大嚢 (CM) の評価に用いる。

明中隔腔，側脳室後角を含む水平断面で，大脳鎌が中央に位置し左右に偏位していないこと，側脳室三角部の拡大がないこと，脈絡叢嚢胞を認めないことが確認できる．透明中隔を認めないか，拡大や変形している場合，全前脳胞症 (holoprosencephaly) や脳梁欠損症 (agenesis of corpus callosum)，水頭症 (hydrocephaly) や中隔視神経形成異常症 (septo-optic dysplasia)，ドモルシア (De Morsier) 症候群)などを疑う^{37, 38}

- Transthalamic plane：側脳室前角，透明中隔腔，視床，四丘体槽を含む，児頭大横径の計測に用いられる断面である．
 - Transcerebellar plane：Transventricular plane から水平断面を後頭蓋窩に傾けて得られる断面で，側脳室前角，透明中隔腔，視床，小脳，大槽を含む．小脳はやや高輝度の虫部の両側に円形の小脳半球を伴って描出される．
7. 側脳室：側脳室拡大の評価は様々な中枢神経疾患において診断において有用となる．水平断面で側脳室後角から側脳室体部の脈絡叢が描出される側脳室三角部において側脳室壁の内面から内面までを測定する．妊娠中期から妊娠末期半ばまでの時期では，10 mm 未満を正常としている³⁹⁻⁴⁴．
4. 大槽：妊娠中期では 10mm 以内で描出される⁴⁵⁻⁴⁷．
5. 小脳：妊娠 14 週から 21 週では小脳横径 (transverse cerebellar diameter: TCD) は週数ミリメートルとされ³⁶，低形成の評価に有用とされている⁴⁸．また，トリソミー 18 での小脳低形成評価には小脳前後径の計測が有用との報告もある^{49, 50}．

3. 顔面

顔面の形態評価としては，口唇裂の有無，眼窩と眼球の有無の確認を行う．冠状断像において上唇を描出して口唇裂の有無を確認する⁵¹ (図 10)．眼窩を冠状断ないし水平断面において描出すると水晶体が高輝度に描出されるため，眼球の有無が確認できる⁵² (図 11)．

4. 頸部

頸部は円筒形に描出される．突出物，腫瘍や液体の貯留がないことを確認する．Cystic hygroma，リンパ管腫，甲状腺腫や奇形腫などの有無の鑑別が可能となる⁵¹．

5. 胸部

縦断面では，胸部は腹部へと円滑に連続している画像．水平断像において肋骨は滑らかに彎曲する．肺は均一に描出され，水平断において明

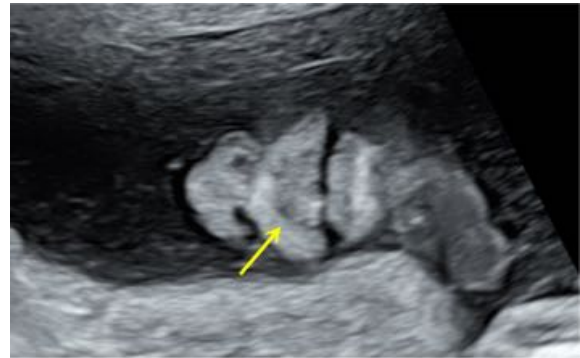


図 11. 胎児顔面前額断像
上唇が連続的に描出されている．

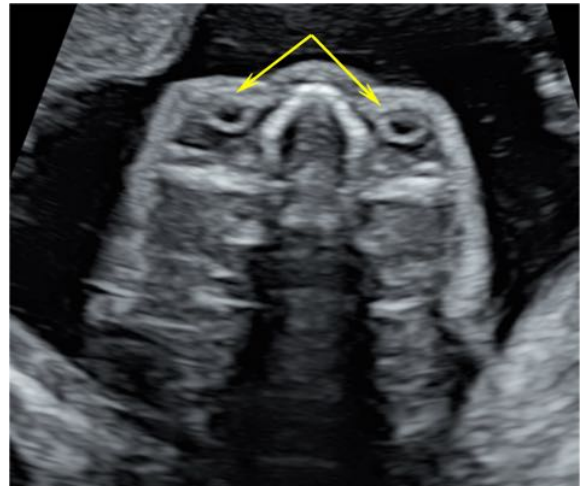


図 12. 胎児顔面水平断像
眼窩の高さの水平断像では，眼球の前面に高輝度の水晶体が確認できる．

らかな大きさの左右差を認めない．肺野の嚢胞性病変や高輝度の占拠性病変を認めた場合は，先天性横隔膜ヘルニアや先天性肺嚢胞性疾患 (congenital pulmonary airway malformation) を疑う⁵³．胸水の有無も確認する．

6. 腹部

腹部の観察では，胃，胆嚢，肝臓などの臓器の確認を行うが，臓器の左右の位置関係を必ず確認する⁵⁴．胃が左上腹部にあること，臍部で臍帯以外に腹壁の突出がないこと，消化管内に異常な液体貯留のないことを確認する．胆嚢は右上腹部に描出されるが収縮している場合は確認できない場合もある (図 13A)．

7. 泌尿器

膀胱と両側の腎臓が描出されることを確認する画像．骨盤腔を超える膀胱の拡大は下部尿路閉塞などの疾患を疑う．腎盂の拡張を認めた場合には，腎盂の前後径を測定しその程度を評価する^{55, 56} (図 13B)．

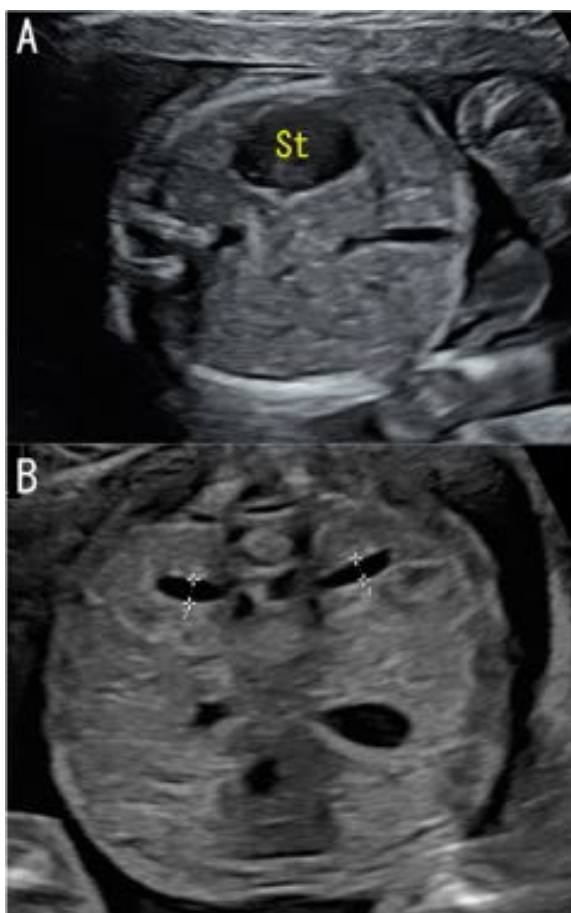


図 13. 胎児腹部水平断像

(A) 上腹部では左側に胃胞 (St) が確認できる。(B) 腎臓の高さの水平断像。両側腎盂を認める。腎盂は前後径で計測する (+)。

8. 外性器

外性器が男性器であるか、女性器であるかの確認は必ずしも必要ではない。性別の告知は患者や家族の希望や同意の上で行う。



図 14. 胎児体部矢状断像

9. 脊椎

脊椎を評価するには技術的な難易度、胎児の位置などの条件を伴うため、詳細な観察を到達目標として要求しない。明らかに変形を来した側彎がないか、特に仙尾部での髄膜瘤がないか、仙尾部奇形腫などの腫瘍性病変の有無を確認する (図 14)。

10. 四肢

両側の上肢の観察による前腕と上腕の確認、下肢の確認による下腿と大腿の確認を行う⁵⁷。その際は長管骨も確認する。胎児発育の評価として大腿骨を計測した際に明らかな短縮を認めた場合は、形態異常 (骨系統疾患など) の可能性を疑い精査を行う⁵⁸。

胎児心臓の形態評価項目について

胎児心臓の形態評価項目は主に四腔断面 (four chamber view: 4CV) と心室の流出路、および、心房の流入路の 3 点である。

流出路の描出は 4CV 断面を描出し、胎児の右肩が頭側になるようにプローブを傾けることで描出が可能となる (詳細は後述) (図 15, 16)。

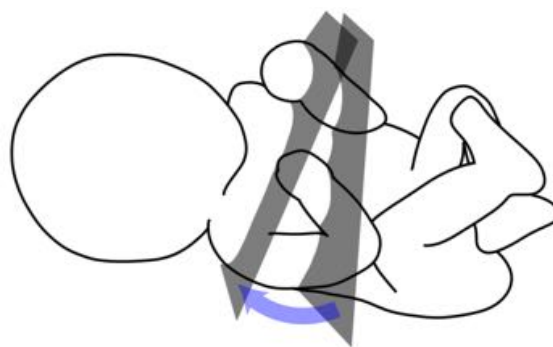


図 15. 胎児心臓断面の描出法。

四腔断面から胎児の右肩が頭側になるようにプローブを傾けることで流出路断面が得られる。

1. 四腔断面 (4CV) 像での観察項目

① 位置 (左右) の確認

描出する胸部横断面 (図 17A) の観察に際して、胎位と胎向を確認し胎児の左右を同定する。胎児の心臓軸にとらわれず、胎児の位置から左右を予め確認する。続いて胃胞と心臓が胎児の左側に位置していること確認する。なお、胎児心と描出画像の左右を一致させる方法も推奨されており⁵、検者が任意に選択する。

② 大きさ

正常な心臓は胸郭の約 3 分の 1 を占める。心胸郭比 (cardiothoracic area ratio: CTAR) は 4CV を描出する水平断面において心臓の断面積を胸郭の断面積で除したもので通常 40% 以下である⁵。

③ 心臓軸

心臓軸は左側に傾き、通常正中と成す角度は通常 $45 \pm 20^\circ$ である⁵⁹。心臓軸の異常を認めた場合は心室流出路の異常を伴う CHD の可能性を疑う。また、先天性横隔膜ヘルニアや先天性肺嚢胞性疾患 (congenital pulmonary airway

malformation)などの胸腔内占拠性病変によって心臓が偏位する場合や腹部臓器の疾患によって二次的に偏位する場合もある(図18)。

④ 心拍数

4CVの観察に際し、心臓が規則正しく110～160bpmの調律で拍動していることを確認する。一過性の徐脈は正常な胎児にも認められる所見である。持続する徐脈や頻脈、繰り返す徐脈やリズム異常を認めた場合は胎児不整脈や胎児機能不全を疑う。

⑤ 4CV

左右の心房はほぼ同じ大きさであり、卵円孔が左心房側に開口していることを確認する。心房中隔が心室中隔に連続的に繋がっていることを確認する。心室の観察では、右心室の心尖部側に moderator band を認め、それに比し左心室腔は心全部まで明瞭に描出される。両心室はほぼ同じ大きさで描出される。明らかに左右差を認める場合は左右心室いずれかの低形成や流出路異常を疑う。心室中隔は心尖部から“crux”まで連続していることを確認する。心室中隔欠損症(ventricular septal defect: VSD)の診断は必ずしも容易ではない。特に超音波ビームと心室中隔が平行の場合には欠損を診断するのは困難であり、隔壁に対して極力超音波ビームが直行するように描出する。CFM法の併用も診断の一助となる。左右の房室弁(僧帽弁と三尖弁)はそれぞれが独立して開閉していることを確認する。この際にCFM法を用いることで、両心室への各流入血流の確認と房室弁逆流の有無が判定できる^{60,61}(図19)。なお、三尖弁の中隔尖は僧帽弁の中隔尖よりも若干心尖部側に付着している。

左心房後方には左右から肺静脈の流入が確認できるが、形態評価においてはそれぞれ少なくとも一本の血管が繋がっていることを確認する。その際にCFM法を用いることで確認が容易となる(図20)。

2. 流出路

左右の流出路(left ventricular outflow tract, LVOT; right ventricular outflow tract, RVOT)の確認はCHDのスクリーニングにおいて重要である。流出路の確認には、それぞれの心室と大血管を連続的に確認できる流出路断面を描出する方法(LVOT[左室流出路]断面, RVOT[右室流出路]断面)と、大血管の並びと大きさを横断面で描出する方法(three-vessel [3V] view, three-vessel and trachea [3VT] view)の2種類の方法がある。4CVから横断面を胎児の頭側に徐々に傾けることで順にLVOT, RVOT, 3V, 3VTが得られ、心臓の体系的な評価には望ましい⁶²(図16)。

① LVOT 断面

左心室から大動脈が起始していることを確認する。特に心室中隔から大動脈基部前壁が連続していることを確認する。心室中隔欠損症(VSD)の中でも流出路の欠損孔はこの断面でないと診断できない(図17B)。

② RVOT 断面

右心室から肺動脈が起始していることを確認する。肺動脈はその後上行動脈の左側後方を走行し、右肺動脈が分枝して上行大動脈の背側から右側へ走行する。左肺動脈はその後動脈管から下行大動脈へと繋がる(図17C)。

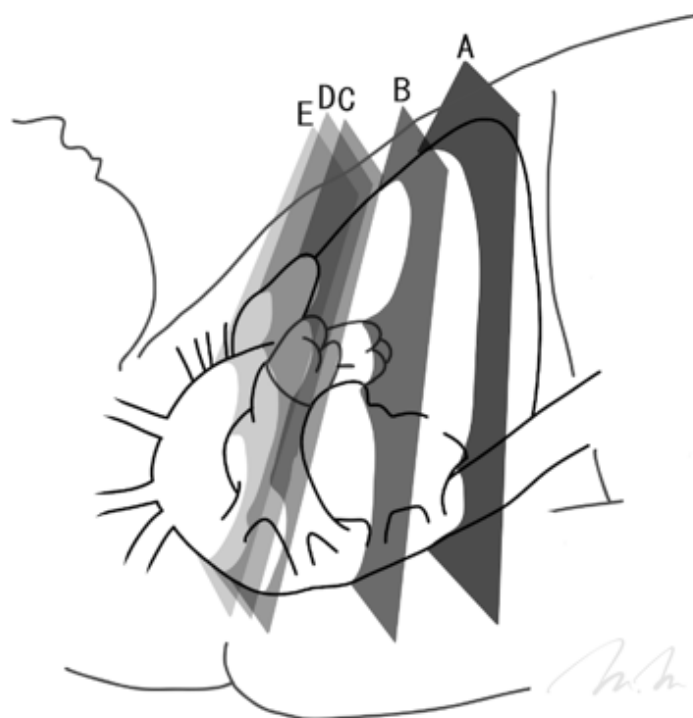


図16. 胎児心臓断面の描出法の詳細。

四腔断面(A)からプローブを胎児頭側に傾けることで、順に、左室流出路断面(B)、右室流出路断面(C)、three-vessel view(D)、three-vessel and trachea view(E)が描出できる。

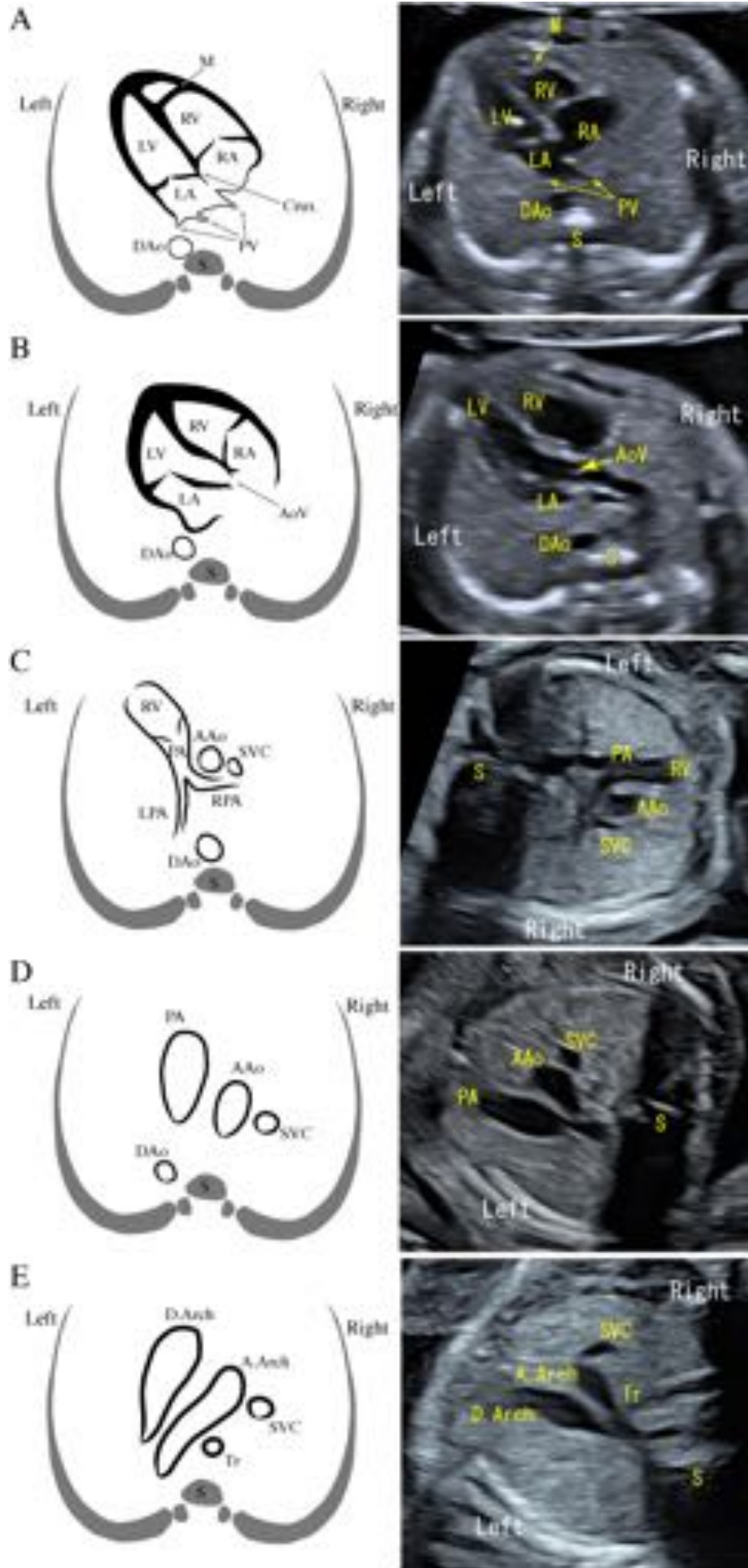


図 17. 胎児心臓の各断面の模式図と超音波画像。

(A) 四腔断面。心臓は胸郭の約 $1/3$ を占めている。左心室 (LV) と右心室 (RV) はほぼ同じ大きさで、右心室心尖部に moderator band (M) を認める。心室中隔は crux まで連続している。右心房 (RA) と左心房 (LA) もほぼ同じの大きさで卵円孔が LA 側に開口している。LA には肺静脈 (PV) が流入している。下行大動脈 (DAo) は椎体の左前方に認める。(B) 左室流出路断面。心室中隔から大動脈基部前壁が連続的に繋がっている。大動脈弁 (AoV) の開閉が確認できる。(C) 右室流出路断面。右室から主肺動脈 (PA) が連続的に繋がっている。主肺動脈は左右の大動脈 (LPA, RPA) に分岐する。肺動脈の右方に上行大動脈 (AAo)、上大静脈 (SVC) が順に並んでいる。(D) Three-vessel view. 上部の縦隔において左方から順に PA, AAo, SVC が直線的に整列している。PA が最も前胸壁側に位置する。

(E) Three-vessel and trachea view. 大動脈弓 (A. Arch) と動脈管弓 (D. Arch) を横断面で描出する断面で、気管との位置関係を確認する。A. Arch と V. Arch は V 字型を形成する。

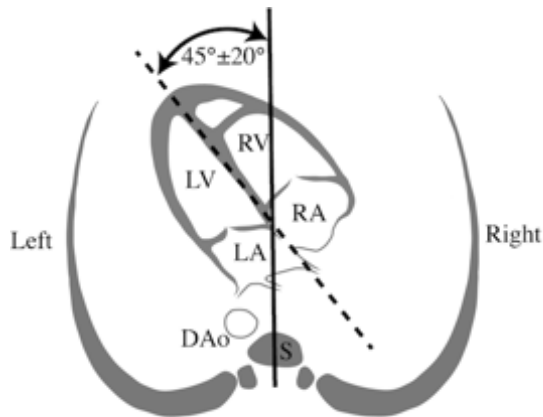


図 18. 胎児心臓軸の計測法.

四腔断面において、胸壁の正中と心臓軸のなす角度を計測する。通常は $45^\circ \pm 20^\circ$ である。

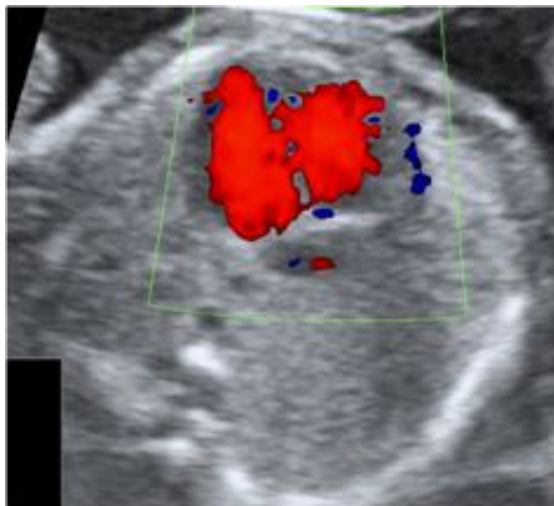


図 19. カラーフローマッピング法を用いた 4CV 像.

左右の房室弁から各心室に血流が流入し、逆流を認めない。

③ 3V view

前述の流出路の断面とは異なり、肺動脈、上行大動脈、上大静脈の整列の仕方と大きさを確認する方法である⁶³。通常、左側から右側の順で、肺動脈、上行大動脈、上大静脈が直線的に整列し肺動脈が最も前胸壁側に位置し、上大静脈が最も背側に位置する。血管径は、肺動脈>上行大動脈>上大静脈の順である(図 17D)。4CV が一見正常に描出される大血管転位症、ファロー四徴症、肺動脈閉鎖症ではこの断面でのスクリーニングが有用となる⁶⁴。

④ 3VT view

3V view よりさらに頭側に断面を移動した際に描出される像で、大動脈弓の横断面の高さになる。左側から順に動脈管弓と大動脈弓のアーチがV字型(‘V’ shape)を形成し、その右側に気管の横断面を認め、二つの血管の太さは同じか動脈管の基部がやや太く描出される。通常、動脈管弓よりも大動脈弓がより頭側に位置するため‘V’ shape を描出するには、断面の傾きを調整する必要がある(図 17E)。CFM 法において両血管で同じ方向に血液が流れていることを確認する(図 21)。

3. 心房流入路

心房の流入路は、4CV において肺静脈が左心房に流入していることを確認する(前述)(図 20)。CFM 法を用いる際は低流速血流が描出できるように繰り返し周波数 (PRF) を下げるか、低流速が撮像可能なモードで撮像するのが望ましい。

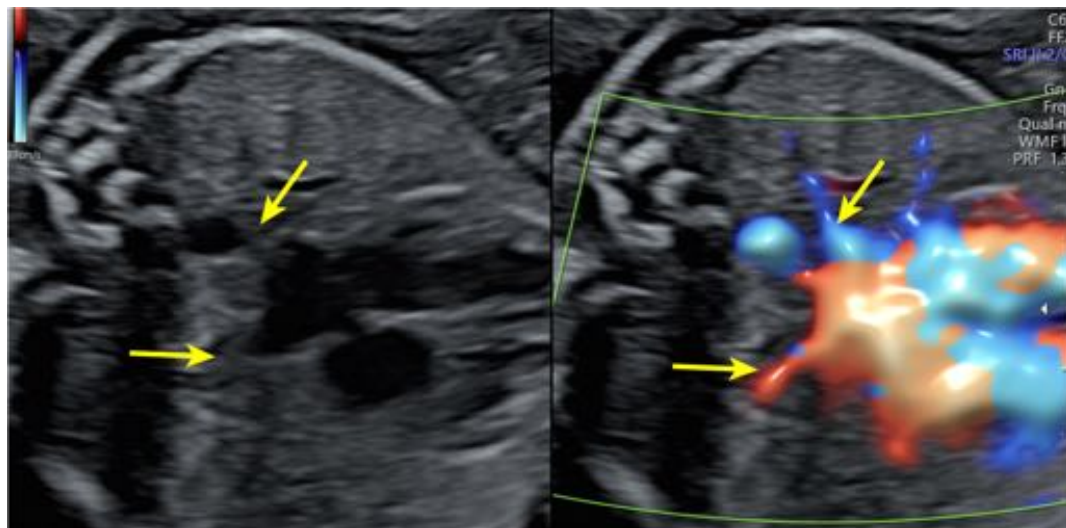


図 20. カラーフローマッピング法を用いた胎児肺静脈の確認.

四腔断面において、左心房に流入する肺静脈が描出される (矢印)。



図21. カラーフローマッピング法を用いた3DTV view.
動脈管弓 (A. Arch) と大動脈弓 (D. Arch) の血流はいずれも順行性
でV字型を形成する。Tr, 気管; S, 脊椎

【謝辞】

作成にあたり以下の皆様にご協力いただきました。
改めて感謝申し上げます。東邦大学医療センター大
森病院 長崎澄人・鷹野真由実・佐久間淳也、ならび
に、松田母子クリニック 関原真紀 (敬称略)。

【利益相反】

著者全員は、本論文に関わる研究に関して利益相
反はない。

【文献】

- 1) Practice Bulletin No. 175: Ultrasound in Pregnancy. Obstet Gynecol. 2016;128:e241-e256.
- 2) Salomon LJ, Alfirevic Z, Bilardo CM, et al. ISUOG practice guidelines: performance of first-trimester fetal ultrasound scan. Ultrasound Obstet Gynecol. 2013;41:102-113.
- 3) Salomon LJ, Alfirevic Z, Berghella V, et al. Practice guidelines for performance of the routine mid-trimester fetal ultrasound scan. Ultrasound Obstet Gynecol. 2011;37:116-126.
- 4) AIUM Practice Parameter for the Performance of Fetal Echocardiography. J Ultrasound Med. 2020;39:E5-e16.
- 5) 里見 元, 川滝 元, 西島 信, ほか. 胎児心エコー検査ガイドライン 胎児心エコー検査ガイドライン作成委員会編. 日本小児循環器学会雑誌.

- 2006;22:591-613.
- 6) 日本産科婦人科学会, 日本産婦人科医会. CQ106-2 超音波検査を実施する上での留意点は? 産婦人科診療ガイドライン産科編2014. 2014;84-88.
- 7) 日本産科婦人科学会周産期委員会. 超音波による胎児評価に関する小委員会報告. 日産婦誌. 2015;67:1563-1566.
- 8) 日本産科婦人科学会周産期委員会. 超音波における胎児評価に関する小委員会報告. 日産婦誌. 2016;68:1396-1398.
- 9) 日本産科婦人科学会, 日本産婦人科医会. CQ106-2 産科超音波検査を実施するにあたっての留意点は? 産婦人科診療ガイドライン産科編2020. 2020;82-85.
- 10) Reddy UM, Filly RA, Copel JA. Prenatal imaging: ultrasonography and magnetic resonance imaging. Obstet Gynecol. 2008;112:145-157.
- 11) International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. ISUOG Practice Guidelines (updated): sonographic screening examination of the fetal heart. Ultrasound Obstet Gynecol. 2013;41:348-359.
- 12) Whitworth M, Bricker L, Mullan C. Ultrasound for fetal assessment in early pregnancy. Cochrane Database Syst Rev. 2015;2015:Cd007058.
- 13) Karim JN, Roberts NW, Salomon LJ, et al. Systematic review of first-trimester ultrasound screening for detection of fetal structural anomalies and factors that affect screening performance. Ultrasound Obstet Gynecol. 2017;50:429-441.
- 14) Kenkhuis MJA, Bakker M, Bardi F, et al. Effectiveness of 12-13-week scan for early diagnosis of fetal congenital anomalies in the cell-free DNA era. Ultrasound Obstet Gynecol. 2018;51:463-469.
- 15) Rossi AC, Prefumo F. Accuracy of ultrasonography at 11-14 weeks of gestation for detection of fetal structural anomalies: a systematic review. Obstet Gynecol. 2013;122:1160-1167.
- 16) Snijders RJ, Johnson S, Sebire NJ, et al. First-trimester ultrasound screening for chromosomal defects. Ultrasound Obstet Gynecol. 1996;7:216-226.
- 17) Santorum M, Wright D, Syngelaki A, et al. Accuracy of first-trimester combined test in screening for trisomies 21, 18 and 13. Ultrasound Obstet Gynecol. 2017;49:714-720.
- 18) Ferencz C, Rubin JD, McCarter RJ, et al. Congenital heart disease: prevalence at livebirth. The Baltimore-Washington Infant Study. American journal of epidemiology. 1985;121:31-36.
- 19) Meberg A, Otterstad JE, Frøland G, et al. Outcome of congenital heart defects-a population-based study. Acta paediatrica. 2000;89:1344-1351.
- 20) Cuneo BF, Curran LF, Davis N, et al. Trends in prenatal diagnosis of critical cardiac defects

- in an integrated obstetric and pediatric cardiac imaging center. *J Perinatol*. 2004;24:674-678.
- 21) Crane JP, LeFevre ML, Winborn RC, et al. A randomized trial of prenatal ultrasonographic screening: impact on the detection, management, and outcome of anomalous fetuses. The RADIUS Study Group. *Am J Obstet Gynecol*. 1994;171:392-399.
 - 22) Bonnet D, Coltri A, Butera G, et al. Detection of transposition of the great arteries in fetuses reduces neonatal morbidity and mortality. *Circulation*. 1999;99:916-918.
 - 23) Tworetzky W, McElhinney DB, Reddy VM, et al. Improved surgical outcome after fetal diagnosis of hypoplastic left heart syndrome. *Circulation*. 2001;103:1269-1273.
 - 24) Franklin O, Burch M, Manning N, et al. Prenatal diagnosis of coarctation of the aorta improves survival and reduces morbidity. *Heart*. 2002;87:67-69.
 - 25) Rydberg C, Tunón K. Detection of fetal abnormalities by second-trimester ultrasound screening in a non-selected population. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2017;96:176-182.
 - 26) International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. Cardiac screening examination of the fetus: guidelines for performing the 'basic' and 'extended basic' cardiac scan. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2006;27:107-113.
 - 27) Allan L, Dangel J, Fesslova V, et al. Recommendations for the practice of fetal cardiology in Europe. *Cardiol Young*. 2004;14:109-114.
 - 28) Quarello E, Lafouge A, Fries N, et al. Feasibility study of first-trimester systematic simplified fetal echocardiography. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2017;49:224-230.
 - 29) van Zalen-Sprock RM, Vugt JM, van Geijn HP. First-trimester sonography of physiological midgut herniation and early diagnosis of omphalocele. *Prenat Diagn*. 1997;17:511-518.
 - 30) 日本超音波医学会. 「超音波胎児計測の標準化と日本人の基準値」の公示について. *超音波医学*. 2003;30:J415-J440.
 - 31) 日本産科婦人科学会. 超音波胎児計測の標準化と日本人の基準値. *日産婦誌*. 2005;57:91-117.
 - 32) Miller C, Losken HW, Towbin R, et al. Ultrasound diagnosis of craniosynostosis. *Cleft Palate Craniofac J*. 2002;39:73-80.
 - 33) Mak ASL, Leung KY. Prenatal ultrasonography of craniofacial abnormalities. *Ultrasonography*. 2019;38:13-24.
 - 34) Weichert J, Hoellen F, Krapp M, et al. Fetal cephaloceles: prenatal diagnosis and course of pregnancy in 65 consecutive cases. *Arch Gynecol Obstet*. 2017;296:455-463.
 - 35) Offiah AC, Vockley J, Munns CF, et al. Differential diagnosis of perinatal hypophosphatasia: radiologic perspectives. *Pediatr Radiol*. 2019;49:3-22.
 - 36) International Society of Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. Sonographic examination of the fetal central nervous system: guidelines for performing the 'basic examination' and the 'fetal neurosonogram'. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2007;29:109-116.
 - 37) Malinger G, Lev D, Kidron D, et al. Differential diagnosis in fetuses with absent septum pellucidum. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2005;25:42-49.
 - 38) Ward A, Monteagudo A. Absent Cavum Septi Pellucidi. *Am J Obstet Gynecol*. 2020;223:B23-b26.
 - 39) Pilu G, Falco P, Gabrielli S, et al. The clinical significance of fetal isolated cerebral borderline ventriculomegaly: report of 31 cases and review of the literature. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 1999;14:320-326.
 - 40) Pagani G, Thilaganathan B, Prefumo F. Neurodevelopmental outcome in isolated mild fetal ventriculomegaly: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2014;44:254-260.
 - 41) Scala C, Familiari A, Pinas A, et al. Perinatal and long-term outcomes in fetuses diagnosed with isolated unilateral ventriculomegaly: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2017;49:450-459.
 - 42) Carta S, Kaelin Agten A, Belcaro C, et al. Outcome of fetuses with prenatal diagnosis of isolated severe bilateral ventriculomegaly: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2018;52:165-173.
 - 43) Thorup E, Jensen LN, Bak GS, et al. Neurodevelopmental disorder in children believed to have isolated mild ventriculomegaly prenatally. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2019;54:182-189.
 - 44) Gaglioti P, Danelon D, Bontempo S, et al. Fetal cerebral ventriculomegaly: outcome in 176 cases. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2005;25:372-377.
 - 45) Filly RA, Cardoza JD, Goldstein RB, et al. Detection of fetal central nervous system anomalies: a practical level of effort for a routine sonogram. *Radiology*. 1989;172:403-408.
 - 46) Mahony BS, Callen PW, Filly RA, et al. The fetal cisterna magna. *Radiology*. 1984;153:773-776.
 - 47) Araujo Júnior E, Martins WP, et al. Normative data for fetal cisterna magna length measurement between 18 and 24 weeks of pregnancy. *Childs Nerv Syst*. 2014;30:9-12.
 - 48) Vinkesteijn AS, Jansen CL, Los FJ, et al. Fetal transcerebellar diameter and chromosomal abnormalities. *Ultrasound Obstet Gynecol*.

- 2001;17:502-505.
- 49) Takano M, Nakata M, Oji A, et al. Utility of fetal anteroposterior to transverse cerebellar diameter ratio to exclude cerebellar hypoplasia in trisomy 18. *J Obstet Gynaecol Res.* 2018;8:13632.
- 50) Hayata K, Hiramatsu Y, Masuyama H, et al. Creation of a cerebellar diameter reference standard and its clinical application to the detection of cerebellar hypoplasia unique to trisomy 18. *J Obstet Gynaecol Res.* 2015;41:1899-1904.
- 51) Dar P, Gross SJ. Craniofacial and neck anomalies. *Clinics in perinatology.* 2000;27:813-837.
- 52) Burns NS, Iyer RS, Robinson AJ, et al. Diagnostic imaging of fetal and pediatric orbital abnormalities. *AJR Am J Roentgenol.* 2013;201:W797-808.
- 53) Adams NC, Victoria T, Oliver ER, et al. Fetal ultrasound and magnetic resonance imaging: a primer on how to interpret prenatal lung lesions. *Pediatr Radiol.* 2020;50:1839-1854.
- 54) Bronshtein M, Gover A, Zimmer EZ. Sonographic definition of the fetal situs. *Obstetrics & Gynecology.* 2002;99:1129-1130.
- 55) Pates JA, Dashe JS. Prenatal diagnosis and management of hydronephrosis. *Early Hum Dev.* 2006;82:3-8.
- 56) Nguyen HT, Herndon CD, Cooper C, et al. The Society for Fetal Urology consensus statement on the evaluation and management of antenatal hydronephrosis. *Journal of pediatric urology.* 2010;6:212-231.
- 57) Holder-Espinasse M, Devisme L, Thomas D, et al. Pre- and postnatal diagnosis of limb anomalies: a series of 107 cases. *Am J Med Genet.* 2004;124A:417-422.
- 58) 日本産科婦人科学会, 日本産婦人科医会. CQ106-4 胎児大腿骨長 (FL) の短縮が疑われた場合には? 産婦人科診療ガイドライン産科編2020. 2020:89-93.
- 59) Comstock CH. Normal fetal heart axis and position. *Obstet Gynecol.* 1987;70:255-259.
- 60) Yagel S, Cohen SM, Achiron R. Examination of the fetal heart by five short-axis views: a proposed screening method for comprehensive cardiac evaluation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2001;17:367-369.
- 61) DeVore GR, Horenstein J, Siassi B, et al. Fetal echocardiography. VII. Doppler color flow mapping: a new technique for the diagnosis of congenital heart disease. *Am J Obstet Gynecol.* 1987;156(5):1054-1064.
- 62) Chiba Y, Kanzaki T, Kobayashi H, et al. Evaluation of fetal structural heart disease using color flow mapping. *Ultrasound Med Biol.* 1990;16:221-229.
- 63) Yagel S, Cohen SM, Achiron R. Examination of the fetal heart by five short-axis views: a proposed screening method for comprehensive cardiac evaluation. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2001;17:367-369.
- 64) Yoo SJ, Lee YH, Kim ES, et al. Three-vessel view of the fetal upper mediastinum: an easy means of detecting abnormalities of the ventricular outflow tracts and great arteries during obstetric screening. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 1997;9:173-182.
- 65) Yagel S, Arbel R, Anteby EY, et al. The three vessels and trachea view (3VT) in fetal cardiac scanning. *Ultrasound Obstet Gynecol.* 2002;20:340-345.