

## 心エコー図検査 - その 22

田口大介

今回は、『胎児循環』について解説しました。今回は、出生後の血行動態の変化に関して解説します。次回からは、診療で最も遭遇する頻度が高い動脈管開存症を紹介しますので、動脈管の出生後の変化はエコー所見を用いて詳しく解説します。

### 1 出生後の変化

出生直後に新生児は呼吸を開始し、肺胞に酸素を含む空気が充満する。これが、以下の変化を同時進行的に引き起こす。

#### 1) 肺血管の拡張 (肺血管抵抗の低下)

肺動脈は酸素や一酸化窒素 (NO) により拡張する性質がある。肺胞に空気が入ると肺間質の酸素濃度が上昇し、肺小動脈が拡張する。同時に肺血管内皮細胞で NO が産生され、また胎児期のアシドーシスがなくなることで、肺動脈はさらに拡張する。さらに、肺胞内が液体から気体に代わることで、肺血管抵抗はもっ

と低下する。呼吸運動は肺血管内皮のプロスタサイクリン産生を促し、これも肺動脈を拡張させる。

#### 2) 臍動脈, 臍静脈, 静脈管の閉鎖

動脈血酸素分圧が上昇することにより、臍動脈が収縮する。臍動脈が収縮すると、臍静脈にも血液の流入が無くなり、受動的に収縮する。静脈管も胎盤血流が無くなることを受けて、おおむね受動的に収縮する。

#### 3) 動脈管の機能的閉鎖

動脈管を流れる血液の酸素分圧が上昇することと、動脈管を開存状態にしていた胎盤由来のプロスタグランジンが途絶え、さらに代謝されることにより、動脈管の中膜平滑筋が収縮し、生後数時間で機能的閉鎖にいたる。

#### 4) 卵円孔の機能的閉鎖

胎児循環では、『臍動脈⇒胎盤⇒臍静脈⇒静脈管』の血流ラインの血管抵抗が低く多量の血液が流れていたが、出生後にはこのラインの血流が無くなることに

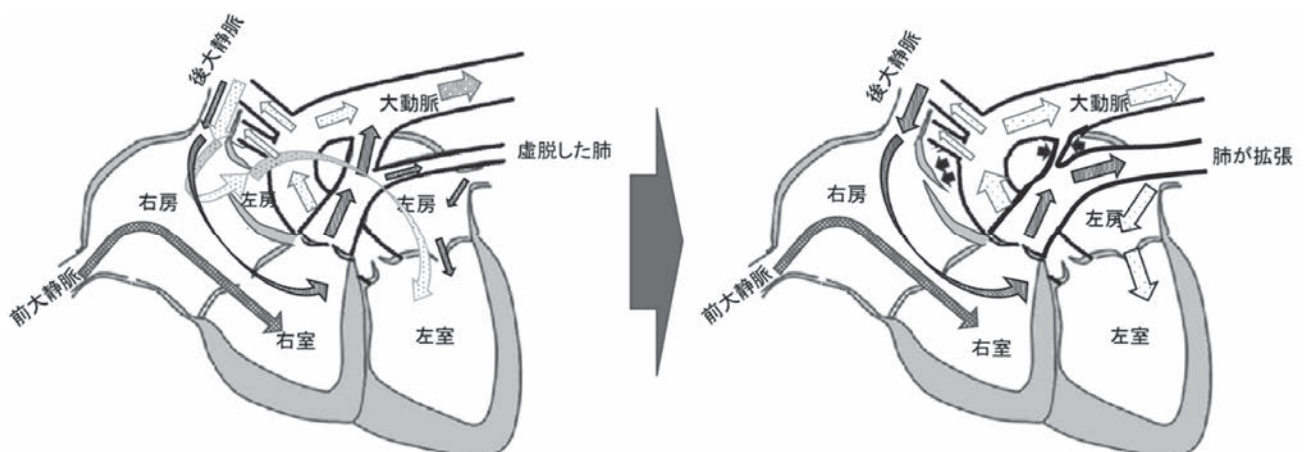


図 1 胎児循環と出生後の血行動態の模式図

左図が胎児循環で、右図が出生後の血行動態を表す。図内の矢印が血液の流れを表し、色の薄い矢印は酸素分圧が高く、色の濃い矢印は酸素分圧が低い血流を表現している。右図内の黒矢印は、卵円孔の一次中隔の変化と、動脈管の収縮を表している。

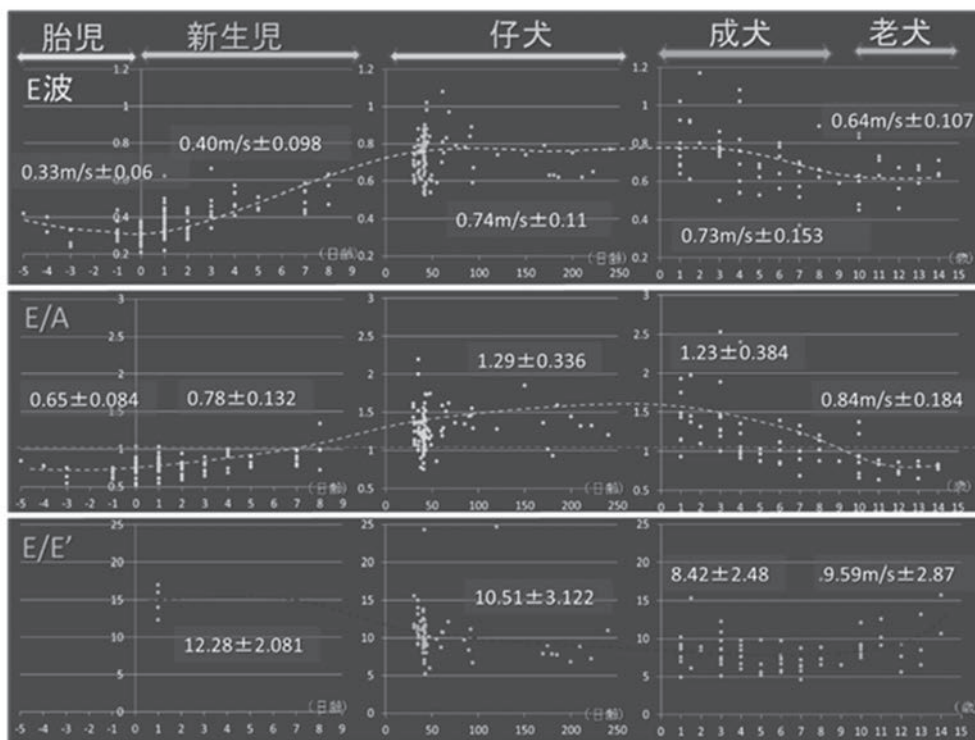


図2 胎児，新生児，仔犬（小児），成犬，老犬における左室拡張能の指標の変化

上段図は左室流入血流の E 波高で，値が高いほど心機能が良い指標となる。

中段図は左室流入血流の E 波 / A 波の比で，値が高いほど心機能が良い指標となる。

下段図は左室流入血流の E 波 / 左室心筋運動 E' 波の比で，値が低いほど心機能が良い指標となる。

より，右房への血液流入が低下する。一方，胎児循環では右室から駆出された血液の殆どが動脈管を通り下行大動脈に流入していたが，動脈管の閉鎖と肺血管抵抗の低下により，肺血流が急増し，それが左房に流入する。すなわち，右房圧が低下し，左房圧が上昇する。これにより，卵円孔の一次中隔はフラップが閉じる形で左房側から押されて，卵円孔が機能的に閉鎖する。

#### 5) 左室圧の上昇と右室圧の低下

胎児循環では，右室から駆出された血液は，肺動脈および動脈管を通り，下行大動脈に流入していた。すなわち右室圧（肺動脈圧）の方が，左室圧（大動脈圧）よりも高かったが，出生後は，上記1-3の変化により左室圧（大動脈圧）の方が，右室圧（肺動脈圧）よりも高くなる。この圧バランスの逆転は，生後数分から数時間以内にみられる。

#### 6) 心機能の変化

胎児期および出生直後の心機能は未熟であるが，徐々に改善していき，生後1週間から1カ月で成犬と同様の血行動態を獲得する（図2）。

## 2 出生後の動脈管の閉鎖過程と動脈管血流の変化

動脈管は，生後数時間で急激に収縮し，生後3日以

内に機能的閉鎖にいたる。また動脈管は，大動脈と肺動脈とを接続しているため，閉鎖過程における動脈管の血流は，大動脈圧と肺動脈圧とのバランスを反映している。

#### 1) 動脈管の閉鎖過程

動脈管は生後2時間までに急激に収縮する（図3,4）。

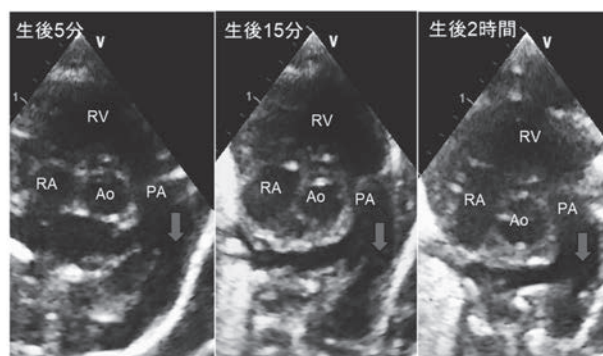


図3 出生後の動脈管（矢印）のエコー像

生後約5分（左図）までは，胎児のように太い動脈管が開存している。

生後約15-30分（中図）では，動脈管の内腔が狭くなる。

生後約2時間（右図）では，動脈管の内腔が非常に狭くなる。

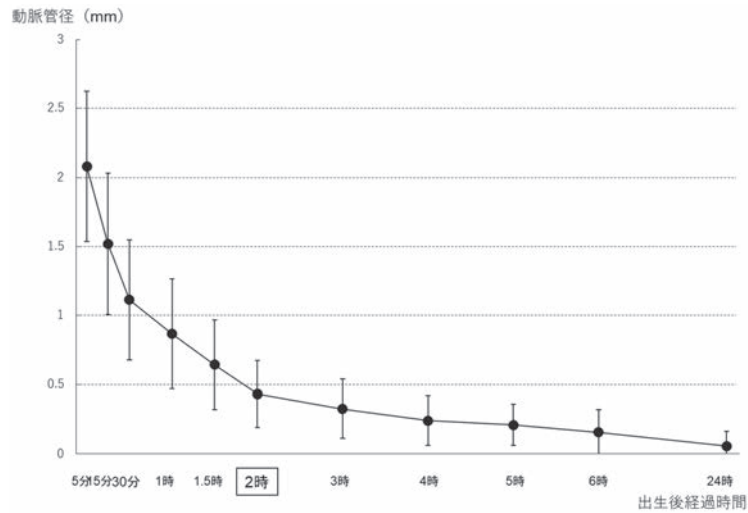


図4 出生後の動脈管の内腔の変化

45例の新生児の動脈管の変化を経時的に観察した。動脈管は生後2時間までに急激に収縮することが観察された。

## 2) 動脈管血流の変化 (図5, 6, 7)

動脈管が収縮するのに伴い、動脈管内を流れる血流も急激に減少する。生後数分までは、肺動脈から下行大動脈へ向かう右左短絡血流がみられる。その血流波形は、収縮期の下向きの波形として観察される。これ

は、肺動脈圧の方が、大動脈圧よりも高いことを表している。その後、収縮期には右左短絡で、拡張期には上向きの波形として観察される左右短絡がみられる。これは、収縮期は肺動脈圧の方が大動脈圧よりも高く、拡張期には大動脈圧の方が肺動脈圧よりも高い

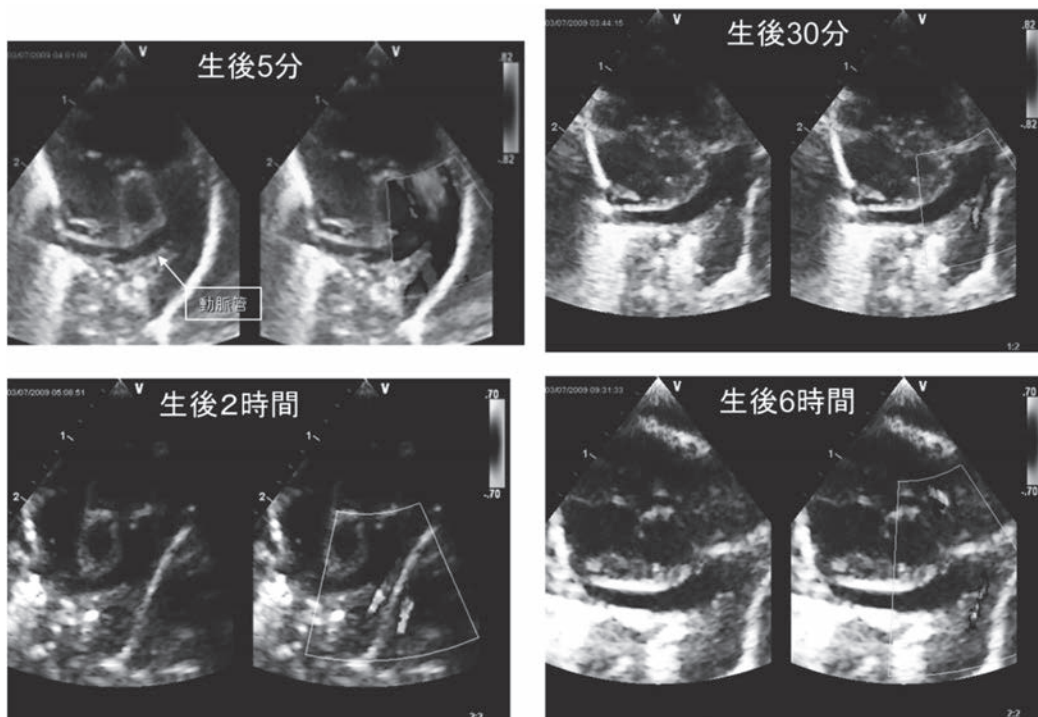


図5 出生後の動脈管血流の変化

動脈管が収縮するのに伴い、動脈管内を流れる血流も急激に減少する。

左上図 本例では生後5分の動脈管には、右左短絡血流がみられた。

右上図 本例では生後30分の動脈管は収縮し、小さな両方向性短絡血流がみられた。

左下図 本例では生後2時間の動脈管はさらに収縮し、小さな左右短絡血流がみられた。

右下図 本例では生後6時間の動脈管はさらに収縮し、極小の左右短絡血流がみられた。



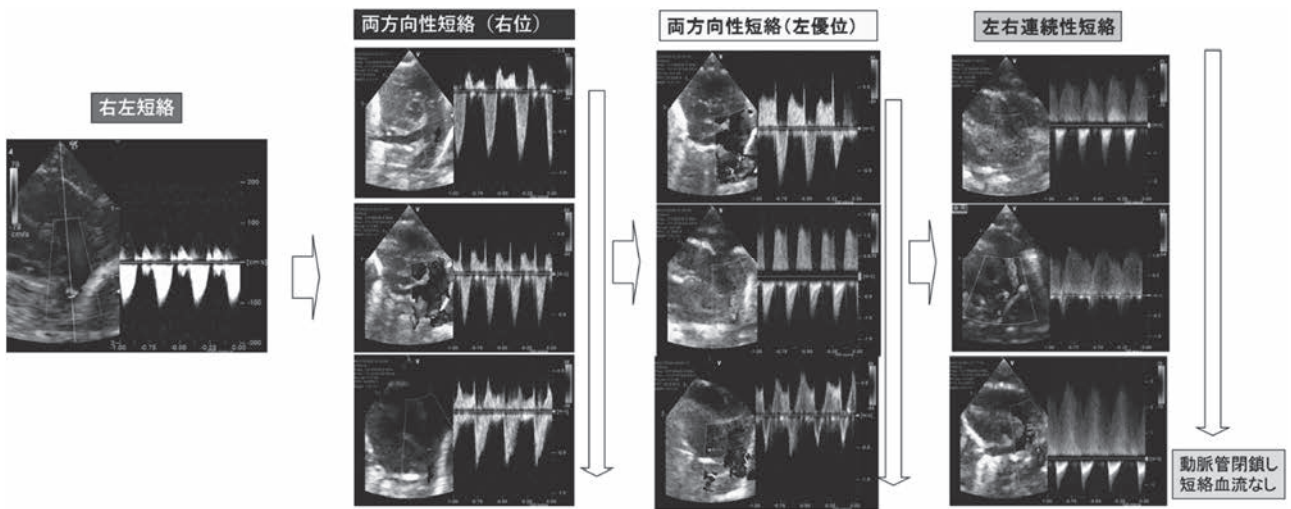


図6 出生後の動脈管血流波形の変化

生後数分までは、基線よりも下向きの波形として観察される右左短絡血流がみられる（左図）。その後、収縮期には右左短絡で、拡張期には上向きの波形として観察される左右短絡血流がみられる。すなわち両方向性波形であるが、右左短絡波形の方が大きいので、右優位の両方向性短絡という（左から2番目の図）。その後、右左短絡波形は徐々に小さくなり、左右短絡波形が大きくなり、左優位の両方向性短絡となる（右から2番目の図）。その後、収縮期においても拡張期においても、連続性の左右短絡波形となり、その波形の流速も徐々に高くなる（右図）

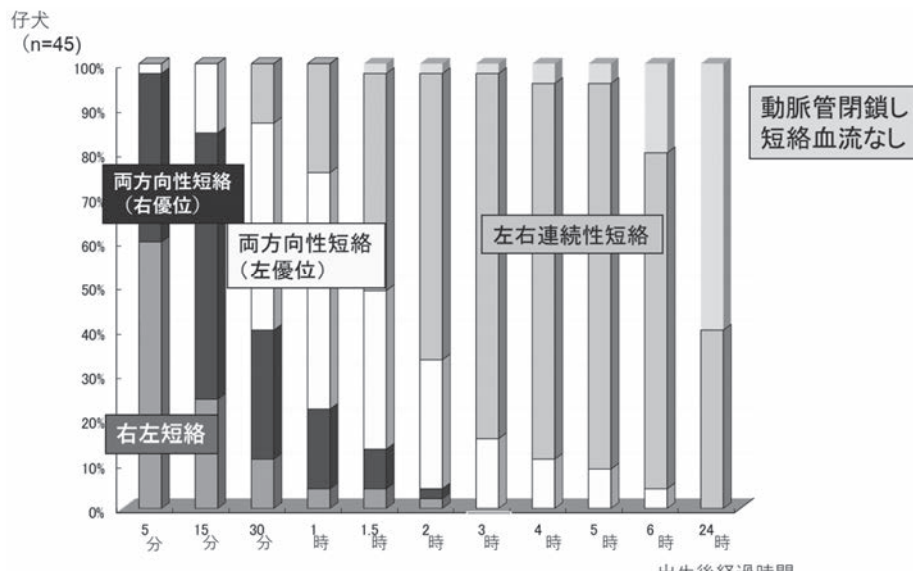


図7 出生後の動脈管血流波形の変化

45例の新生児の動脈管血流波形の変化を経時的に観察した。生後数分までは、右左短絡であるが、徐々に右優位の両方向性短絡、左優位の両方向性短絡、左右連続性短絡に変化した。

ことを表している。このような波形を両方向性短絡波形というが、波形の大きさを比較すると下向きの右左短絡波形の方が大きいので、右優位の両方向性短絡と呼べる。その後、下向きの右左短絡波形は徐々に小さくなり、上向きの左右短絡波形が大きくなり、左優位の両方向性短絡波形となる。すなわち、肺血管抵抗の低下により肺動脈圧が減少し、左心の血流量が増加することにより大動脈圧が上昇していることを表している。収縮期にも拡張期にも大動脈圧が肺動脈圧を上回

ようになると、連続性左右短絡波形となり、肺動脈圧の低下および大動脈圧の上昇に伴い、その波形は徐々に増高する。その後、動脈管が機能的閉鎖にいたると、当然血流は観察できなくなる。この機能的閉鎖は、ほとんどの例で遅くとも生後3日以内に完了する。

以上が出生後の血行動態の変化です。次回は、先天性心疾患の動脈管開存症について解説します。