

シンポジウム2 胎児 wellbeing の臨床的評価法—その精度と限界—

下大静脈血流波形解析による胎児循環動態の評価

大阪大学講師 神 崎 徹

目 的

胎児評価法として現在、胎児心拍数と胎児行動に基づいた biophysical profile score が臨床的に最も広く用いられており、これら検査は胎児の低酸素血症あるいは acidemia を予測することを目的としている。しかし、胎児心拍数図や BPP の導入にかかわらず、脳性麻痺の頻度は減少していない。その理由は、胎児の死亡あるいは新生児の生命予後や神経学的予後を決めるのは胎児のガス所見の変化そのものではなく、それによって引き起こされる臓器障害だからである。近年羊胎子を用いた臍帯血流の遮断実験で、胎児脳障害と最も関連するパラメーターは胎児低血圧の持続時間であることが明らかにされてきており、胎児 wellbeing の臨床的評価に胎児循環動態の評価が不可欠なことが認識されてきた。循環の評価法には出力である心臓のポンプ機能を計測する方法と、入力である中心静脈圧を計測する方法の大きくふたつに分けられる。右室系と左室系との間にシャントが存在し、体循環と肺循環が並列に接続しているという胎児循環の特性を考慮すると、入力の評価すなわち中心静脈圧の計測は左右いずれの心室の状態をも反映しており、胎児循環動態の評価に適している。本研究の目的は、胎児下大静脈の超音波パルスドプラ法で観察された血流波形から、胎児中心静脈圧を推測し、胎児循環動態を評価することである。

方 法

①正常血流波形の解析と評価法の確立：正常洞調律における下大静脈血流波形と心収縮時相との関係を明らかにするために、経陰分娩時に直接誘導児頭心電記録とパルスドプラ血流波形をラインスキャンレコーダー上に同時記録し、心電図の P 波、QRS 波と血流波形との関係を解析した。さらに各血流成分の発生メカニズムを解析する目的

で、胎児の上室性期外収縮、心室性期外収縮、完全房室ブロックに対しても同様に胎児心電と血流波形を同時記録し解析を行った。さらに、胎児不整脈での血流波形の解析から胎児心房内圧に相關する指標を定義した。

②正常胎児における妊娠週数による変化：妊娠 8 週から妊娠 40 週までの正常胎児に対して超音波パルスドプラによる下大静脈血流計測を行い、①で定義された下大静脈血流波形指標 (PLI) の正常曲線を作成した。妊娠初期で経腹超音波での観察が不可能な場合には経陰超音波を用いた。また同時に計測された臍帯静脈血流計測との比較検討も行った。

③各種病態での変化：1. 典型的な心不全状態である、心疾患を伴った胎児水腫例における PLI を観察し、胎児心不全と PLI の関係を明らかにした。2. 乳び胸水例での胸水吸引前後の PLI を比較し、胸水貯留が胎児循環状態に与える影響を評価し、胸水吸引の意義を検討した。3. 胎児三尖弁逆流と PLI の関係を検討する目的で、構造的に三尖弁逆流を伴う肺動脈閉鎖症と、三尖弁逆流は伴わないが右室に容量負荷のかかる左室低形成症候群の間で PLI を比較検討した。4. 胎児低酸素あるいは acidemia の胎児循環に与える影響を調べる目的で、 $-2SD$ 以下の IUGR に対して、臍帯穿刺による胎児血液ガス所見、臍帯動脈血流波形、PLI の相互の関係を検討した。

成 績

①正常血流波形の解析と評価法の確立：正常洞調律での胎児下静脈血流波形は、心収縮時相に一致し三つの波形成分から構成される。各血流成分と心電図波形との関係は、P 波に引き続き心房から遠ざかる幅の狭い血流(逆流波)が出現し、QRS 波に一致し血流は逆転し、心房に流入する二峰性の血流が出現し、前半の流入波(収縮期流入波)は

ほぼT波まで持続し、後半の流入波(拡張期流入波)は次のP波まで持続する。それぞれの血流発生メカニズムは各種胎児不整脈での下大静脈血流波形と、同時に記録された胎児直接児頭心電の詳細な解析から明らかにされた。逆流波は心房収縮による心房内圧の上昇に一致した心房から下大静脈への逆流波で、収縮期流入波は心室収縮期の三尖弁下垂により心房が拡張するための引き込みによる血流で、心拡張期流入波は心室への急速流入と、心房の拡張に一致した心房への流入波の合成された血流である。下大静脈の血流パターンは胎児呼吸様運動により三つの血流成分は失われ、呼気と吸気に一致したダイナミックな変化を示す。したがって以後の血流観測はすべて胎児呼吸様の認められない期間に限った。下大静脈血流波形の逆流波は、各種の胎児不整脈においてその血流速度を増すが、その原因のひとつは心室性期外収縮で認められる三尖弁逆流で、他のひとつは上室性期外収縮や完全房室ブロックで認められるような三尖弁が閉鎖した時に心房収縮が起きる状態で、いずれの場合でも心房内圧が急速に上昇した時である。このような観察から胎児下大静脈血流波形の逆流血流速度は胎児心房内圧に比例することが推測された。超音波ドプラビームと血管との角度に依存しない逆流波血流速度を評価する指標として、逆流波血流速度/流入波血流速度を定義し、PLI (preload-index)と命名した。

②正常胎児での変化：下大静脈 PLI は妊娠9週から妊娠11,12週までにおよそ0.4から0.8まで上昇し、その後漸減し妊娠20週ではおよそ0.3となり、妊娠中期以降わずかに減少するにとどまり有意な減少は認められない。妊娠初期の急激なPLIの上昇の生理学的な意義は不明であるが、その後のPLIの漸減の原因は、同時に計測した臍帯動脈RIも妊娠12週から減少を開始することから、胎盤の器官形成に伴う末梢血管抵抗の減少による心の後負荷軽減と推測される。PLIは妊娠24

週以降は有意な変化を示さず、平均値+2SDにはほぼ相当する0.4を異常高値のカットオフ値とすることとした。

③各種病態での変化：1. 胎児水腫のうち心内膜繊維弾性症あるいは純型の肺動脈閉鎖症を原因とする心原性胎児水腫、すなわち典型的な胎児心不全ではPLIは全例0.4以上で、胎児水腫のない心形態異常と比較しPLIは有意に高値を示した。このことはPLIの異常高値が胎児中心静脈圧の上昇を予測できることを示唆している。2. 乳び胸水例ではPLIが正常値を示す例もあれば異常高値を示す例もあったが、胸水穿刺により異常例ではPLIが正常化することが確認された。胸水貯留が胸腔内圧上昇による心臓の圧迫で二次的に循環障害を起こしていることが証明され、胸水吸引が肺低形成の予防だけでなく循環異常の改善をもたらす可能性が示唆された。3. 肺動脈閉鎖症例では全例に三尖弁逆流を認めたが、胎児水腫の例ではPLIは高値であったが、胎児水腫のないものはPLIが正常であった。また左室低形成では三尖弁逆流がないにもかかわらずPLIが高値を示すものがあつた。このことはPLIの高値は必ずしも三尖弁逆流の存在と等価でないことを示している。

④PLIが異常値を示した例は全例acidemia, 低酸素血症を認めだが、必ずしもその重症度とは相関せず、またPLIが異常の例では臍帯動脈拡張末期血流を認めなかったが、逆は必ずしも正しくなかった。新生児予後についてみると、PLI高値例は全例腎不全や肺出血で新生児早期に死亡した。PLIが胎児低酸素血症あるいはアチデミアによる臓器障害を予測できる可能性が示唆された。

結 論

胎児心拍数やbiophysical profileのように胎児の低酸素およびacidemiaを予測する評価法に代わって、胎児下大静脈の血流指標PLIは、胎児の臓器障害を予測する新たな指標として臨床的に有用である。