2013年11月15日公示

胎児静脈血流波形基準値（2013）

胎児静脈管（ductus venosus: DV）PI, a/S および 胎児下大静脈（inferior vena cava: IVC）PLI（preload index），a/S の計測法と週数毎の基準値

日本超音波医学会用語・診断基準委員会
委員長　廣岡　芳樹

胎児静脈系血流の標準値検討小委員会
委員長　村越　毅[1]
委　員　赤松　信雄[2]，石井　桂介[3]，上妻　志郎[4]，佐藤　昌司[5]，高橋　泰洋[6]，高橋雄一郎[7]，
中井祐一郎[8]，中田　雅彦[9]

【はじめに】

超音波ドプラ法による胎児血流計測は胎児低酸素症や胎児アシデミアなど胎児の健常性あるいは脳・胎盤循環の指標として用いられている．特に子宮内胎児発育不全（fetal growth restriction：FGR）では臍帯動脈や中大脳動脈の RI, PI が臨床でも広く用いられており，本学会でも臍帯動脈および中大脳動脈の基準を作成した．また，胎児静脈系である胎児静脈管（DV）や胎児下大静脈（IVC）血流波形計測も胎児低酸素症・アシデミアのみならず胎児右心負荷の状態を表す指標として重要である．本邦においても過去に limited case number での報告[1–7]があるが，多数例の日本人胎児から作成された基準値および計測法は定まっていない．

日本人胎児静脈管および下大静脈の超音波ドプラ法による血流波形記録から算出される Index に関して日本人正常胎児の妊娠進行に伴う基準値を作成するために日本超音波医学会用語診断基準委員会で胎児静脈血流波形基準値設定のための小委員会を発足させて，我国の標準とすべきデータを作成した．

【DV PI および DV a/S の基準値】

本邦で作成され 2010 年に本学会誌に発表された文献 8 のデータ（667 症例から作成された DV PI および DV a/S）を学会の認定する基準値とすることについて検討した．発表論文での基準値の正確性の確認（validation）は，同一条件で計測された他施設（宮城こども病院，長良医療センター，聖隷浜松病院）でのデータを用いた．

a. 対象

妊娠 9－11 週で CRL により予定日が確認された正常胎児において，妊娠 18 週から 41 週で胎児静脈管血流を計測した．対象胎児は，単胎妊娠でかつ妊娠 37 週以降に分娩となり分娩後に AGA（appropriate for gestational age）が確認され，奇形や不整脈が除外されていることとした．また，妊娠経過中に妊娠高血圧症候群などの母体合併症を併発した症例は除外した．計測時には胎児循環に影響を与える薬剤の母体投与はされていない．

b. 計測方法

胎児の矢状断もしくは冠状断で臍静脈から静脈管へ移行する部分をカラー・パワードプラで描出し，臍静脈が静脈管に移行した直後の静脈管をパルスドプラにて測定した（**図 1**）．ドプラ角は 50° 以内でできる限り小さくなるようにし，肝静脈の波形が混ざらないようにサンプリングポイントは 2－3 mm で血管の幅に合わせて設定した．胎動および胎児呼吸用運動がなく子宮収縮がない時に測定し，また測定時に胎児の脈拍が安定している（不整脈がない，120－160 bpm）ことを確認し，3 から 5 波形の測定波が安定しているときに計測した．測定値は PI（pulsatility index:（S-a）/m）および a/S を用いた（**図 2**）．

[1]聖隷浜松病院総合周産期母子医療センター，[2]姫路赤十字病院産婦人科部，[3]大阪府立母子保健総合医療センター産科，[4]東京大学医学部産婦人科，[5]大分県立病院総合周産期母子医療センター，[6]埼玉県済生会川口総合病院診療部産婦人科，[7]長良医療センター産科，[8]川崎医科大学産婦人科学，[9]綜合病院社会保険徳山中央病院周産期母子医療センター

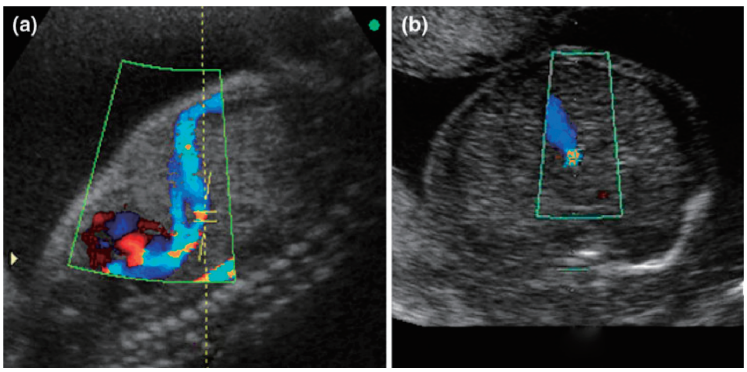

図 1　静脈管の描出

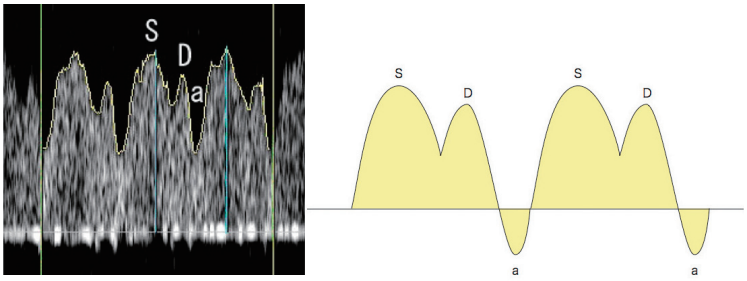

図 2　静脈管の血流波形．S: systole，D: diastole，a: atrial contraction

c. 結果

文献 8）より求められた基準値は以下の回帰式で示される（**図 3, 4, 表 1, 2**）.

$PI = (-0.009809 \times GA + 0.7855 + K \times 0.1413)^{1.25}$

$a/S = (-0.00014 \times GA^2 + 0.01512 \times GA + 0.4392 + K \times 0.08787)^{10/7}$

GA = gestational age（weeks）

$K = -1.64, -1.28, 0, 1.28, 1.64$ for 5^{th}, 10^{th}, 50^{th}, 90^{th}, 95^{th} percentiles

他施設で同一条件で計測された 400 症例の計測値で基準値の正確性の検討を行い差を認めなかった．また，過去の本邦からの報告[4]と比較しても大きな差は認めなかった.

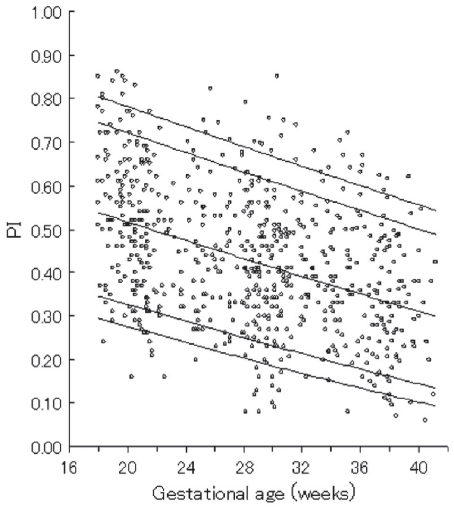

図 3　Reference ranges for the pulsatility index（PI）of the ductus venosus based on 667 observations. The 5th, 10th, 50th, 90th, and 95th percentiles are shown（文献 8）

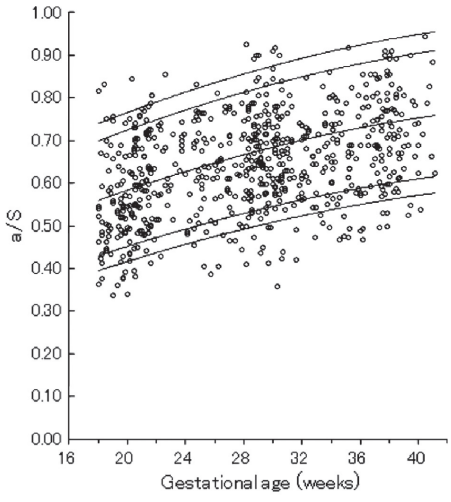

図 4　Reference ranges for the end-diastolic velocity/peak systolic velocity（a/S）of the ductus venosus based on 667 observations. The 5th, 10th, 50th, 90th, and 95th percentiles are shown（文献 8）

表 1　Reference ranges for the pulsatility index（PI）of the ductus venosus based on 667 observations（文献 8）

Gestational age (weeks)	Percentile				
	5th	10th	50th	90th	95th
18	0.30	0.35	0.54	0.74	0.80
19	0.29	0.34	0.53	0.73	0.79
20	0.28	0.33	0.52	0.72	0.78
21	0.27	0.32	0.51	0.71	0.77
22	0.26	0.31	0.49	0.70	0.76
23	0.25	0.30	0.48	0.69	0.75
24	0.24	0.29	0.47	0.68	0.74
25	0.23	0.28	0.46	0.66	0.72
26	0.22	0.27	0.45	0.65	0.71
27	0.21	0.26	0.44	0.64	0.70
28	0.20	0.25	0.43	0.63	0.69
29	0.19	0.24	0.42	0.62	0.68
30	0.19	0.23	0.41	0.61	0.67
31	0.18	0.22	0.40	0.60	0.66
32	0.17	0.21	0.39	0.59	0.64
33	0.16	0.20	0.38	0.58	0.63
34	0.15	0.20	0.37	0.56	0.62
35	0.14	0.19	0.36	0.55	0.61
36	0.13	0.18	0.35	0.54	0.60
37	0.13	0.17	0.34	0.53	0.59
38	0.12	0.16	0.33	0.52	0.58
39	0.11	0.15	0.32	0.51	0.57
40	0.10	0.14	0.31	0.50	0.56
41	0.09	0.14	0.30	0.49	0.54

表 2　Reference ranges for the end-diastolic velocity/peak systolic velocity（a/S）of the ductus venosus based on 667 observations（文献 8）

Gestational age (weeks)	Percentile				
	5th	10th	50th	90th	95th
18	0.39	0.43	0.56	0.70	0.74
19	0.41	0.44	0.57	0.71	0.75
20	0.42	0.45	0.58	0.72	0.77
21	0.43	0.46	0.59	0.74	0.78
22	0.44	0.47	0.61	0.75	0.79
23	0.45	0.48	0.62	0.76	0.80
24	0.46	0.49	0.63	0.77	0.81
25	0.47	0.50	0.64	0.78	0.82
26	0.47	0.51	0.65	0.79	0.84
27	0.48	0.52	0.66	0.80	0.85
28	0.49	0.53	0.67	0.81	0.86
29	0.50	0.54	0.68	0.82	0.87
30	0.51	0.55	0.68	0.83	0.88
31	0.52	0.55	0.69	0.84	0.88
32	0.52	0.56	0.70	0.85	0.89
33	0.53	0.57	0.71	0.86	0.90
34	0.54	0.58	0.72	0.87	0.91
35	0.54	0.58	0.72	0.87	0.92
36	0.55	0.59	0.73	0.88	0.92
37	0.56	0.59	0.74	0.89	0.93
38	0.56	0.60	0.74	0.89	0.94
39	0.57	0.61	0.75	0.90	0.94
40	0.57	0.61	0.75	0.90	0.95
41	0.58	0.61	0.76	0.91	0.95

【IVC PLI の基準値】

同一条件で計測された多施設（宮城こども病院，新潟大学，長良医療センター，聖隷浜松病院）でのデータを用い日本人胎児の下大静脈の在胎週数毎の基準値を作成した．

a. 対象

妊娠 9 ～ 11 週で CRL により予定日が確認された正常胎児において，妊娠 16 週から 41 週で胎児下大静脈血流を計測した．対象胎児は，単胎妊娠でかつ妊娠 37 週以降に分娩となり分娩後に AGA（appropriate for gestational age）が確認され，奇形や不整脈が除外されていることとした．また，妊娠経過中に妊娠高血圧症候群などの母体合併症を併発した症例は除外した．計測時には胎児循環に影響を与える薬剤の母体投与はされていない．

b. 計測方法

胎児の矢状断で下大静脈をカラー・パワードプラで描出し，右心房になるべく近く安定した波形が得られる部位で測定した．ドプラ角は 50° 以内でできる限り小さくなるようにし，サンプリングポイントは 2 ～ 3 mm で血管の幅に合わせて設定した．胎動および胎児呼吸用運動が無く子宮収縮がない時に測定し，また測定時に胎児の脈拍が安定している（不整脈がない，120 − 160 bpm）ことを確認し，3 から 5 波形の測定波が安定しているときに計測した．

測定値は PLI（preload index: a/S）を用いた．

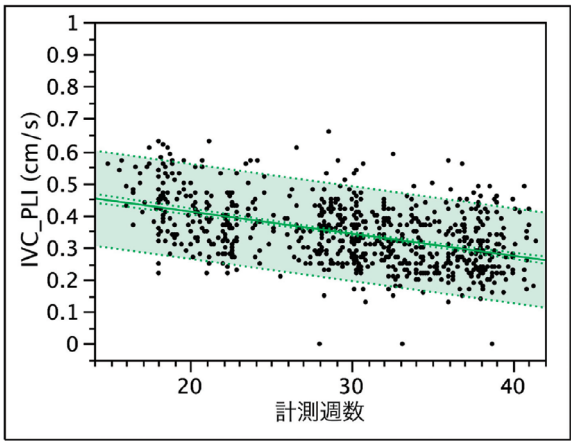

図 5　下大静脈 PLI の妊娠週数による基準曲線．5% tile，50% tile，95% tile を示す

c. 結果

胎児下大静脈に対して 718 計測が行われ，IVC PLI は以下の分布を示した（**図 5**）.

IVC-PLI の基準値として，それぞれ 5% tile，10% tile, 50% tile, 90% tile, 95% tile を**表 3** に示す.

表 3　PLI（preload index）

GW	5th	10th	50th	90th	95th
16	0.292	0.325	0.439	0.553	0.585
17	0.286	0.318	0.432	0.546	0.578
18	0.279	0.311	0.425	0.539	0.572
19	0.272	0.304	0.418	0.533	0.565
20	0.265	0.297	0.411	0.526	0.558
21	0.258	0.290	0.405	0.519	0.551
22	0.251	0.283	0.398	0.512	0.544
23	0.244	0.276	0.391	0.505	0.537
24	0.237	0.270	0.384	0.498	0.530
25	0.231	0.263	0.377	0.491	0.524
26	0.224	0.256	0.370	0.484	0.517
27	0.217	0.249	0.363	0.478	0.510
28	0.210	0.242	0.356	0.471	0.503
29	0.203	0.235	0.350	0.464	0.496
30	0.196	0.228	0.343	0.457	0.489
31	0.189	0.222	0.336	0.450	0.482
32	0.183	0.215	0.329	0.443	0.475
33	0.176	0.208	0.322	0.436	0.469
34	0.169	0.201	0.315	0.430	0.462
35	0.162	0.194	0.308	0.423	0.455
36	0.155	0.187	0.301	0.416	0.448
37	0.148	0.180	0.295	0.409	0.441
38	0.141	0.173	0.288	0.402	0.434
39	0.134	0.167	0.281	0.395	0.427
40	0.128	0.160	0.274	0.388	0.420
41	0.121	0.153	0.267	0.381	0.414

$IVC_PLI\ (cm/s) = 5.49 \times 10^{-1} - 6.87 \times 10^{-3} \times GA + K \times 8.93 \times 10^{-2}$

GA = gestational age（weeks）

$K = -1.64, -1.28, 0, 1.28, 1.64$ for 5^{th}, 10^{th}, 50^{th}, 90^{th}, 95^{th} percentiles

今回作成した IVC の基準値は，過去の本邦からの報告[1, 2, 5–7]と比較しても大きな差異は認めなかった.

文　献

1）Kanzaki T, Chiba Y. Evaluation of the preload condition of the fetus by inferior vena caval blood flow pattern. Fetal Diagn Ther 1990;5(3–4):168–74.
2）Okamura K, Murotsuki J, Kobayashi M, et al. Umbilical venous pressure and Doppler flow pattern of inferior vena cava in the fetus. Am J Perinatol 1994;11 (4):255–9.
3）Mori R, Mori A, Takeda Y. Physiological characteristics of inferior vena cava pulse waveform during foetal development. Physiol Meas 1994;15(4):481–8.
4）Nakata M. Doppler-velocity waveforms in ductus venosus in normal and small-for-gestational-age fetuses. J Obstet Gynaecol Res 1996;22(5):489–96.
5）Kanagawa T, Kanzaki T, Chiba Y. Chronologic change in the PLI value at the fetal inferior vena cava in the Japanese fetus. J Med Ultrasound 2002;10:94–8.
6）Okura I, Miyagi Y, Tada K, et al. The relationship between Doppler indices from inferior vena cava and hepatic veins in normal human fetuses. Acta Med Okayama 2003;57(2):77–82.
7）Takahashi Y, Iwagaki S, Nakagawa Y, et al. Uterine contractions increase fetal heart preload. Ultrasound Obstet Gynecol 2003;22(1):53–6.
8）Takahashi Y, Ishii K, Honda K, et al. Establishment of reference ranges for ductus venosus waveform indices in the Japanese population. J Med Ultrasonics 2010;37:201–7.