

「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

平成 15 年 3 月 15 日

日本超音波医学会
平成 14・15 年度 用語・診断基準委員会
委員長 岡井 崇

本誌第 28 巻 5 号(2001 年)に「超音波胎児計測の標準化と日本人の基準値(案)」を公示したところ、会員の皆様から多くのご意見や誤植のご指摘を頂きました。それらのご意見を用語・診断基準委員会で慎重に検討した結果に基づき、ここに「超音波胎児計測の標準化と日本人の基準値 2003 年」を公示致します。

尚、本基準は前基準(案)にいくつかの修正を加えて作製致しましたが、根本的に前基準(案)と大きく異なる箇所はありません。また、本基準について統計処理に必要な症例数が不足しているのご指摘も頂きましたが、多くの会員からの早急な基準値設定の要望が強く、また、現時点では更に年月を重ね症例を増加させても臨床上有意義な改訂ができるとは考えられないため、症例の追加は行わないとしたことを付記致します。

「超音波胎児計測の標準化と日本人の基準値」

胎児計測標準化の経緯

産婦人科の超音波診断は計測に始まったと言って良い。胎児およびその付属物が子宮内で発育する速度が非常に速く、胎児を計測し妊娠の時系列上にその発育状況をプロットすることが産科医の重要な役目だからである。その目的は正確な妊娠週数と胎児の発育状態を把握することであり、更には胎児の発育が環境因子により左右されることを利用して、環境の悪化を知ることである。この重要さを知る多くの人々が胎児の発育診断に関わった。その結果、1970年代前半には多くの発育曲線が世に出た。発育曲線を描くに至る処理上の論議もさることながら、計測方法そのものまで、先人たちが激しい議論を交わしていた記憶がある。1970年代の後半になると、コンピュータを用いた統計処理が可能となり、単一部分の発育曲線に留まることなく、推定児体重（EFW）など、複数の計測結果を複合した計算式が発表された。1980年代に入ると、超音波診断装置にはキャリパー機能と同時に発育算定のプログラムが内蔵された。一般的な装置には、東大式とか阪大式と呼ばれる発育曲線がソフトとして組み込まれる結果となった。しかし、BPD一つをとっても計測方法は統一されていない。いわゆる、out-in(O-I)、out-out(O-O)と呼ばれる計測方法の違いがある。さらに最近では、エリプスと呼ばれる近似の楕円に合わせる計測方法も存在する。この複数の基準値は臨床現場に多くの混乱をもたらした。例えば、東大式で教育された方法で計測し、阪大式の計算式を用いて推定児体重を求める、更にそれらの体重を出生後の新生児の体重基準値と比較するなどの事態が生じている可能性がある。一方、発育の人種差により、外国で作成された発育曲線は使用できないことはすでに証明されている。

以上のことから、日本における胎児計測方法の統一と胎児発育曲線の基準値設定が強く求められていた。

そこで日本超音波医学会がこの任に当たるべきであると考え、何回かの私的懇談会を経た後、平成9年度の日本超音波医学会の事業として「胎児診断評価の標準化研究部会（平成10年度は研究会）」が設立された。この中で、胎児計測法、各種発育曲線、胎児血流計測の基準値について、これまでの報告における症例数、計測方法、統計手法の妥当性などを検討し、必要な項目については新しく症例を集積し、最終的に日常臨床での使い易さ、装置へのソフト導入のし易さなどを考慮した今回の作製した。

胎児診断評価の標準化研究部会での原案は、平成10・11年度用語・診断基準委員会（名取 博委員長）のもと胎児計測標準化小委員会（小委員長；赤松信雄，委員；岡井 崇，神崎 徹，佐藤昌司，篠塚憲男，竹内久彌，千葉喜英，名取道也，秦 幸吉，オブザーバ；岩崎直明，生方敬一郎，馬木清隆，大貫真人，中野仁雄（アイウエオ順））に引継がれ、更に平成12・13年度用語・診断基準委員会（担当；岡井 崇委員長，赤松信雄委員）に引継がれ、一部修正が加えられ今回の公示に至った。

30年前の議論は先人達の思い出として記憶すれば良い。以後この分野で業績を上げた人々もいまや十分に評価されている。これ以上議論を引きずることは何の益もないと判断した。日本の胎児計測・血流計測の基準値が混乱なく多くの臨床現場で受け入れられることを期待したい。それとともに、変化するであろう日本人胎児の基準値が、計測方法の進歩にも合わせて、定期的に改訂されることを望む。

図・表一覧

I. 経膈走査による胎児 CRL の妊娠日数毎の基準値

図 1-1 CRL 値の妊娠日数に対する回帰曲線

表 1-1 CRL 値の妊娠日数毎の基準値

表 1-2 CRL 値に対応する妊娠日数

II. 胎児 BPD・FL・AC の計測方法と妊娠週数毎の基準値

図 2-1 胎児各部の計測法

表 2-1 BPD 値の妊娠週数毎の基準値

表 2-2 AC 値の妊娠週数毎の基準値

表 2-3 FL 値の妊娠週数毎の基準値

図 2-2 BPD 値の妊娠週数に対する回帰曲線

図 2-3 AC 値の妊娠週数に対する回帰曲線

図 2-4 FL 値の妊娠週数に対する回帰曲線

表 2-4 BPD 値に対応する妊娠日数

表 2-5 AC 値に対応する妊娠日数

表 2-6 FL 値に対応する妊娠日数

III. 胎児体重推定式と推定児体重の妊娠週数毎の基準値

表 3-1 胎児体重推定式

表 3-2 胎児体重の妊娠週数毎の基準値

図 3-1 胎児体重の妊娠週数に対する回帰曲線

IV. 胎児中大脳動脈と臍帯動脈の RI・PI の計測方法と妊娠週数毎の基準値

図 4-1 MCA-RI 値の妊娠週数に対する回帰曲線

図 4-2 MCA-PI 値の妊娠週数に対する回帰曲線

図 4-3 UmA-RI 値の妊娠週数に対する回帰曲線

図 4-4 UmA-PI 値の妊娠週数に対する回帰曲線

表 4-1 MCA-RI 値と MCA-PI 値の妊娠週数毎の基準値

表 4-2 UmA-RI 値と UmA-PI 値の妊娠週数毎の基準値

I. 経膈走査による胎児CRLの妊娠日数毎の基準値

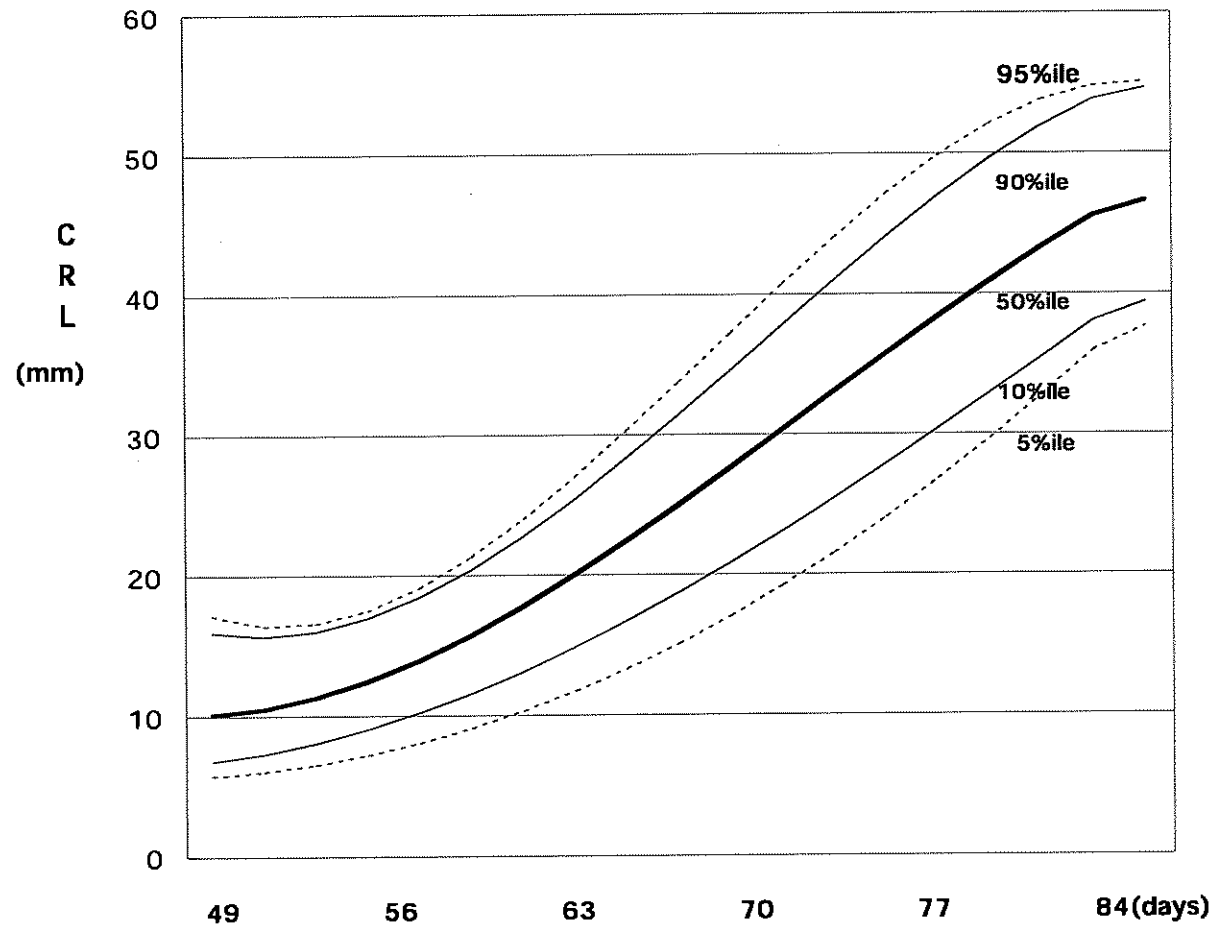


図1-1 CRL値の妊娠日数に対する回帰曲線

表1-1 CRL値の妊娠日数毎の基準値

gestational age	CRL (mm)				
	5%ile	10%ile	50%ile	90%ile	95%ile
7W+0	5.7	6.8	10.1	16.0	17.2
7W+2	6.0	7.3	10.5	15.7	16.4
7W+4	6.5	8.1	11.3	16.0	16.6
7W+6	7.2	9.0	12.5	17.0	17.5
8W+1	8.1	10.2	14.0	18.4	19.1
8W+3	9.1	11.6	15.8	20.4	21.3
8W+5	10.3	13.1	17.8	22.7	24.0
9W+0	11.7	14.9	20.0	25.4	27.0
9W+2	13.3	16.7	22.5	28.3	30.3
9W+4	15.1	18.7	25.0	31.4	33.7
9W+6	17.1	20.9	27.6	34.6	37.3
10W+1	19.2	23.1	30.3	37.8	40.7
10W+3	21.5	25.4	33.1	41.0	44.1
10W+5	24.1	27.9	35.8	44.1	47.1
11W+0	26.7	30.4	38.4	47.0	49.8
11W+2	29.6	32.9	40.9	49.6	52.1
11W+4	32.7	35.5	43.3	51.9	53.8

表1-2 CRL値に対応する妊娠日数

CRL (mm)	Gestational Age		
	10%ile	50%ile	90%ile
13	7W+3	8W+0	9W+0
14	7W+4	8W+1	9W+1
15	7W+5	8W+2	9W+1
16	7W+6	8W+3	9W+2
17	8W+0	8W+4	9W+3
18	8W+1	8W+5	9W+4
19	8W+2	8W+6	9W+5
20	8W+3	9W+0	9W+6
21	8W+4	9W+1	10W+0
22	8W+4	9W+2	10W+1
23	8W+5	9W+2	10W+1
24	8W+6	9W+3	10W+2
25	9W+0	9W+4	10W+3
26	9W+1	9W+5	10W+4
27	9W+2	9W+6	10W+5
28	9W+2	10W+0	10W+5
29	9W+3	10W+0	10W+6
30	9W+4	10W+1	11W+0
31	9W+5	10W+2	11W+0
32	9W+6	10W+3	11W+1
33	9W+6	10W+3	11W+2
34	10W+0	10W+4	11W+2
35	10W+1	10W+5	11W+3
36	10W+1	10W+5	11W+3
37	10W+2	10W+6	11W+4
38	10W+3	11W+0	11W+5
39	10W+3	11W+0	11W+5
40	10W+4	11W+1	11W+6
41	10W+5	11W+2	11W+6
42	10W+5	11W+2	12W+0
43	10W+6	11W+3	12W+0

II.胎児 BPD・FL・AC の計測方法と妊娠週数毎の基準値

図2-1 胎児各部の計測法

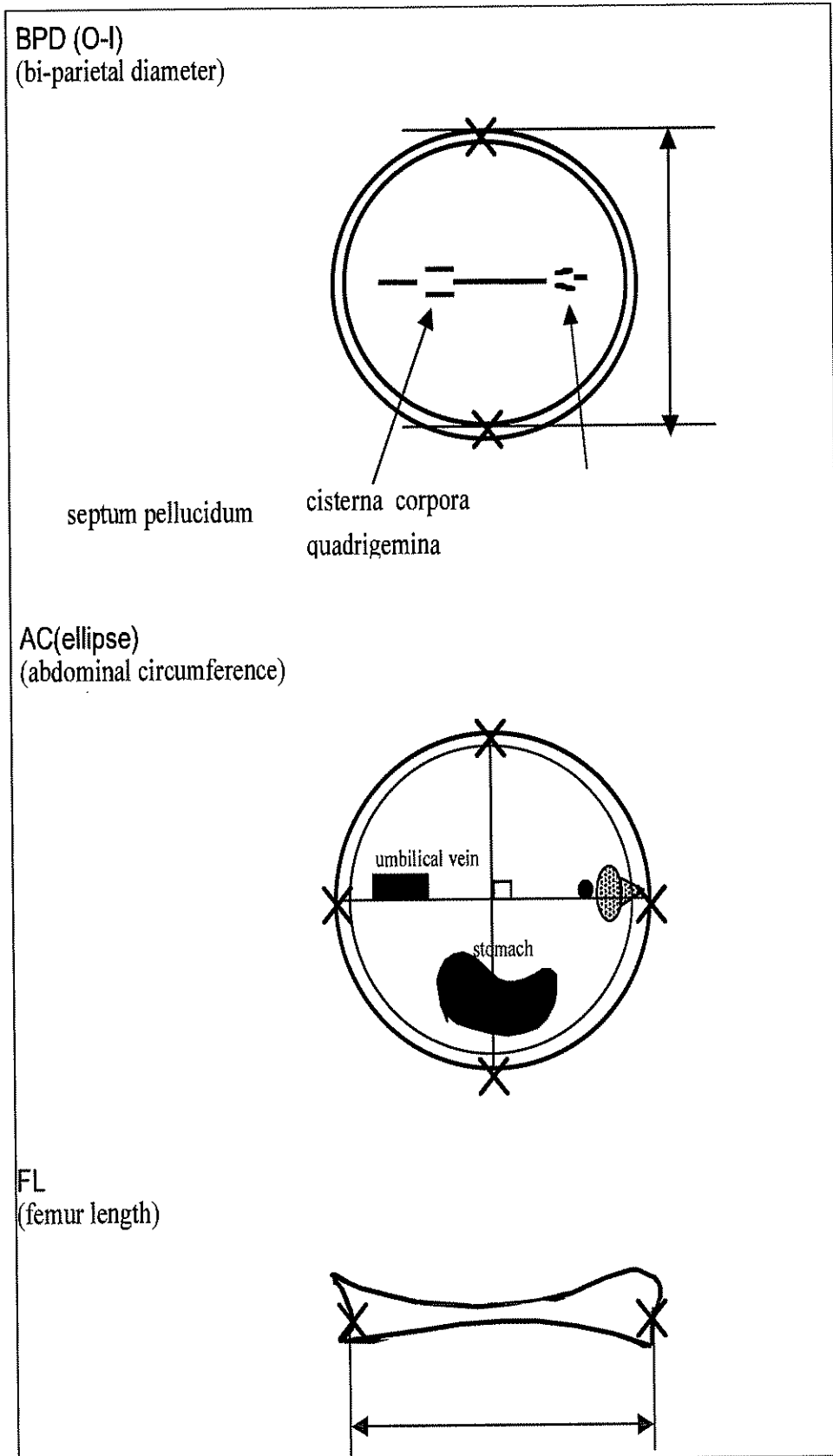


表2-1 BPD値の妊娠週数毎の基準値

gestational age	BPD (mm)				
	-2.0SD	-1.5SD	mean	+1.5SD	+2.0SD
10W+0	8.0	9.1	12.6	16.0	17.1
11W+0	11.3	12.4	15.9	19.5	20.6
12W+0	14.5	15.7	19.3	22.9	24.1
13W+0	17.8	19.0	22.7	26.4	27.6
14W+0	21.1	22.4	26.1	29.9	31.2
15W+0	24.4	25.7	29.5	33.4	34.7
16W+0	27.7	29.0	32.9	36.9	38.2
17W+0	30.9	32.3	36.3	40.3	41.7
18W+0	34.2	35.6	39.6	43.7	45.1
19W+0	37.4	38.8	43.0	47.1	48.5
20W+0	40.6	42.0	46.2	50.5	51.9
21W+0	43.7	45.1	49.5	53.8	55.3
22W+0	46.7	48.2	52.6	57.1	58.5
23W+0	49.7	51.2	55.7	60.3	61.8
24W+0	52.6	54.2	58.8	63.4	64.9
25W+0	55.5	57.1	61.7	66.4	68.0
26W+0	58.3	59.8	64.6	69.4	71.0
27W+0	60.9	62.5	67.4	72.2	73.9
28W+0	63.5	65.1	70.1	75.0	76.6
29W+0	65.9	67.6	72.6	77.7	79.3
30W+0	68.3	70.0	75.1	80.2	81.9
31W+0	70.5	72.2	77.4	82.6	84.3
32W+0	72.6	74.3	79.6	84.9	86.6
33W+0	74.5	76.3	81.7	87.0	88.8
34W+0	76.3	78.1	83.6	89.0	90.8
35W+0	78.0	79.8	85.3	90.8	92.7
36W+0	79.4	81.3	86.9	92.5	94.4
37W+0	80.7	82.6	88.3	94.0	95.9
38W+0	81.9	83.8	89.6	95.3	97.3
39W+0	82.8	84.8	90.6	96.5	98.4
40W+0	83.6	85.6	91.5	97.4	99.4
41W+0	84.1	86.1	92.2	98.2	100.2
42W+0	84.5	86.5	92.6	98.7	100.7

表2-2 AC値の妊娠週数毎の基準値

gestational age	AC (cm)				
	-2.0SD	-1.5SD	mean	+1.5SD	+2.0SD
16W+0	8.5	9.0	10.4	11.8	12.3
17W+0	9.4	9.9	11.4	12.9	13.4
18W+0	10.4	10.9	12.5	14.0	14.6
19W+0	11.3	11.8	13.5	15.1	15.7
20W+0	12.2	12.8	14.5	16.2	16.8
21W+0	13.2	13.7	15.5	17.3	17.9
22W+0	14.1	14.7	16.5	18.4	19.0
23W+0	15.0	15.6	17.5	19.5	20.1
24W+0	15.9	16.5	18.5	20.5	21.2
25W+0	16.8	17.4	19.5	21.6	22.3
26W+0	17.6	18.3	20.5	22.6	23.3
27W+0	18.5	19.2	21.4	23.6	24.4
28W+0	19.3	20.1	22.4	24.7	25.4
29W+0	20.2	20.9	23.3	25.6	26.4
30W+0	21.0	21.8	24.2	26.6	27.4
31W+0	21.8	22.6	25.1	27.6	28.4
32W+0	22.5	23.4	25.9	28.5	29.4
33W+0	23.3	24.2	26.8	29.4	30.3
34W+0	24.0	24.9	27.6	30.3	31.2
35W+0	24.7	25.6	28.4	31.2	32.1
36W+0	25.4	26.3	29.2	32.0	33.0
37W+0	26.0	27.0	29.9	32.8	33.8
38W+0	26.6	27.6	30.6	33.6	34.6
39W+0	27.2	28.2	31.3	34.3	35.4
40W+0	27.7	28.8	31.9	35.1	36.1
41W+0	28.2	29.3	32.5	35.7	36.8
42W+0	28.7	29.8	33.1	36.4	37.5

表2-3 FL値の妊娠週数毎の基準値

gestational age	FL (mm)				
	-2.0SD	-1.5SD	mean	+1.5SD	+2.0SD
16W+0	14.9	16.2	20.1	24.1	25.4
17W+0	17.4	18.7	22.7	26.7	28.0
18W+0	19.8	21.2	25.3	29.3	30.7
19W+0	22.3	23.7	27.8	31.9	33.3
20W+0	24.8	26.2	30.4	34.5	35.9
21W+0	27.3	28.7	32.9	37.1	38.5
22W+0	29.7	31.1	35.4	39.7	41.1
23W+0	32.1	33.5	37.9	42.2	43.6
24W+0	34.5	35.9	40.3	44.7	46.1
25W+0	36.8	38.3	42.7	47.1	48.6
26W+0	39.1	40.6	45.0	49.5	51.0
27W+0	41.3	42.8	47.3	51.8	53.3
28W+0	43.5	45.0	49.6	54.1	55.6
29W+0	45.6	47.1	51.7	56.3	57.9
30W+0	47.6	49.2	53.8	58.5	60.0
31W+0	49.5	51.1	55.8	60.6	62.1
32W+0	51.4	53.0	57.8	62.5	64.1
33W+0	53.2	54.8	59.6	64.4	66.1
34W+0	54.9	56.5	61.4	66.3	67.9
35W+0	56.5	58.1	63.0	68.0	69.6
36W+0	58.0	59.6	64.6	69.6	71.2
37W+0	59.3	61.0	66.0	71.1	72.7
38W+0	60.6	62.3	67.4	72.4	74.1
39W+0	61.7	63.4	68.6	73.7	75.4
40W+0	62.7	64.5	69.6	74.8	76.5
41W+0	63.6	65.4	70.6	75.8	77.5
42W+0	64.3	66.1	71.4	76.7	78.4

図2-2 BPD値の妊娠週数に対する回帰曲線

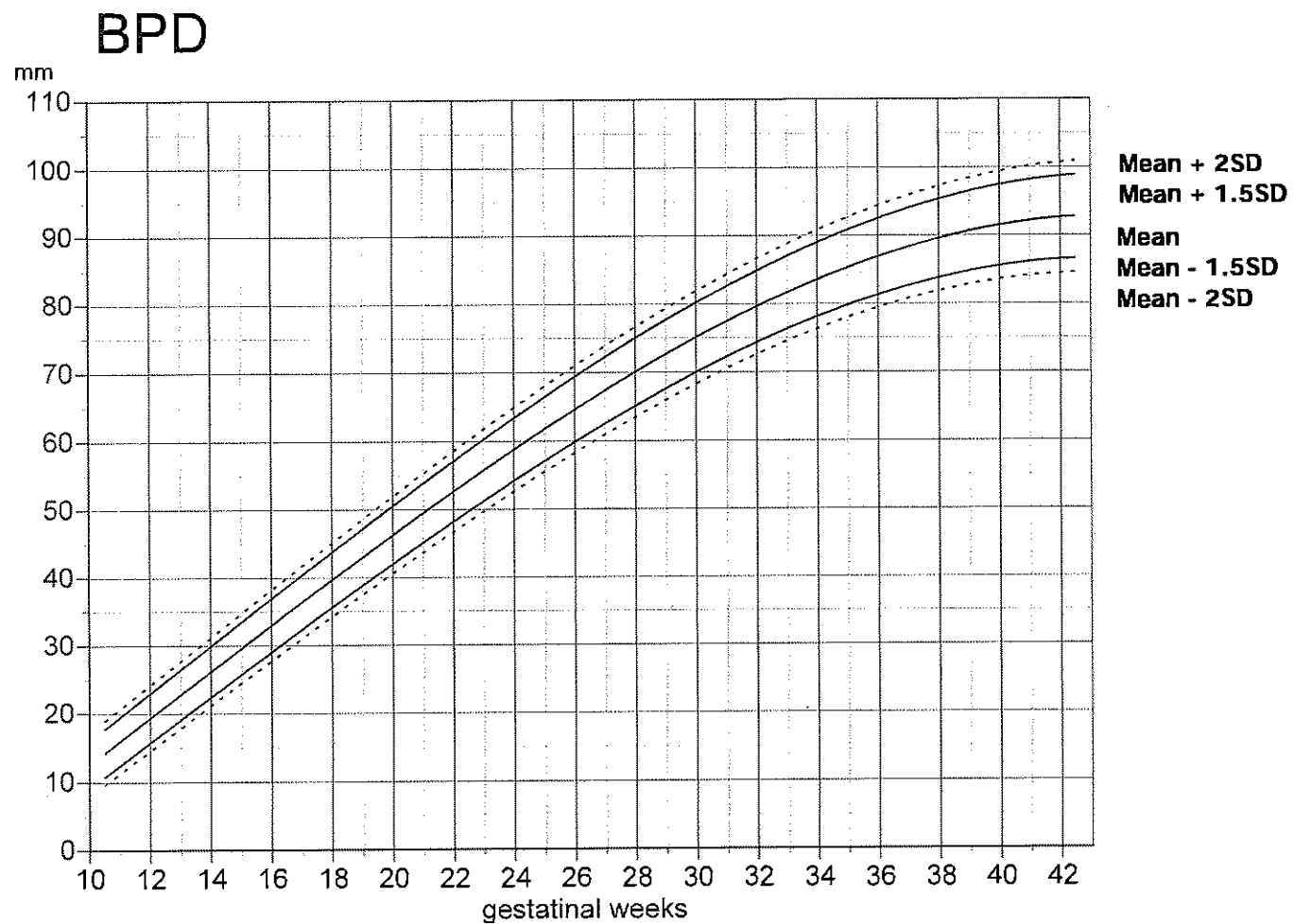


図2-3 AC値の妊娠週数に対する回帰曲線

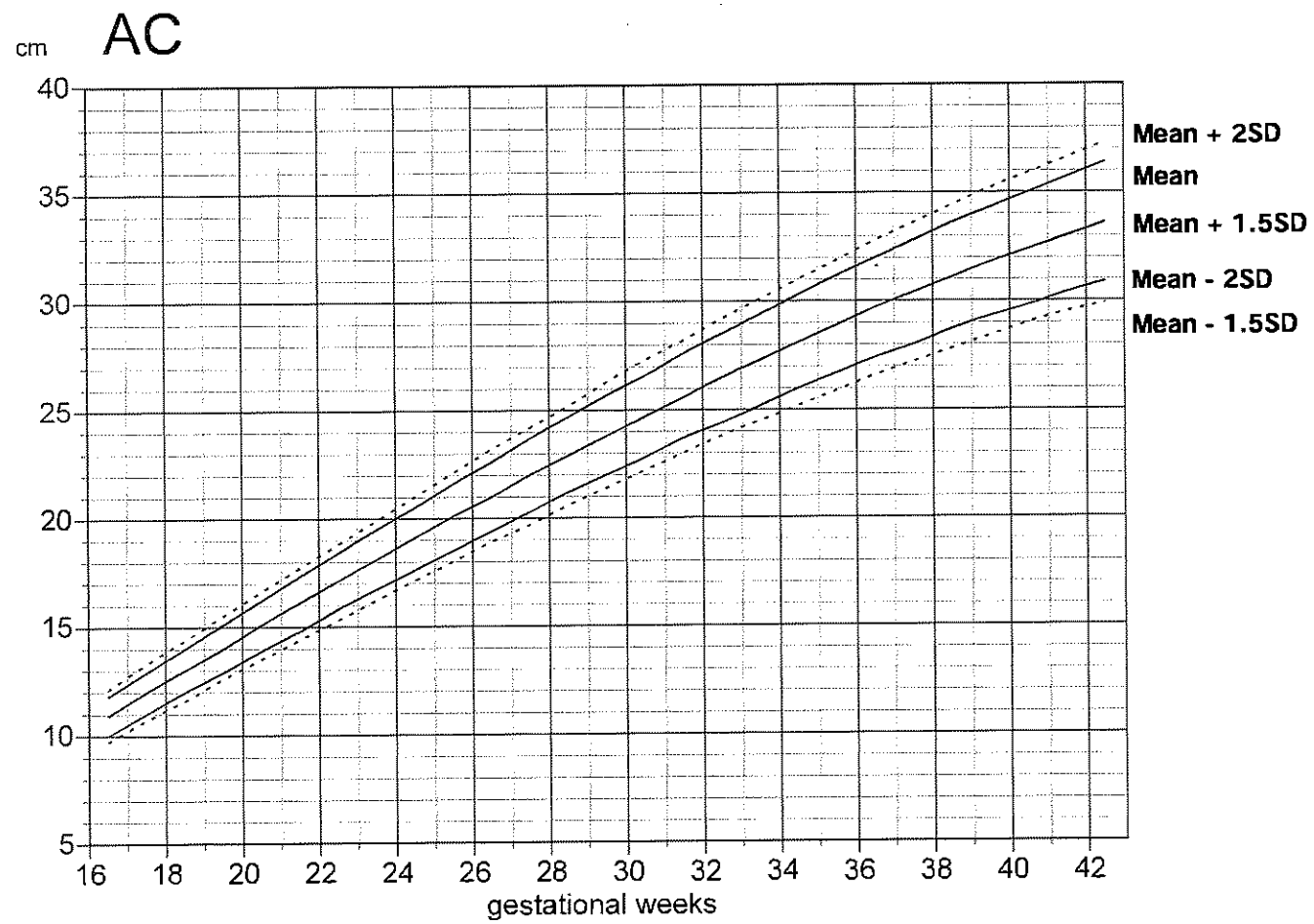


図2-4 FL値の妊娠週数に対する回帰曲線

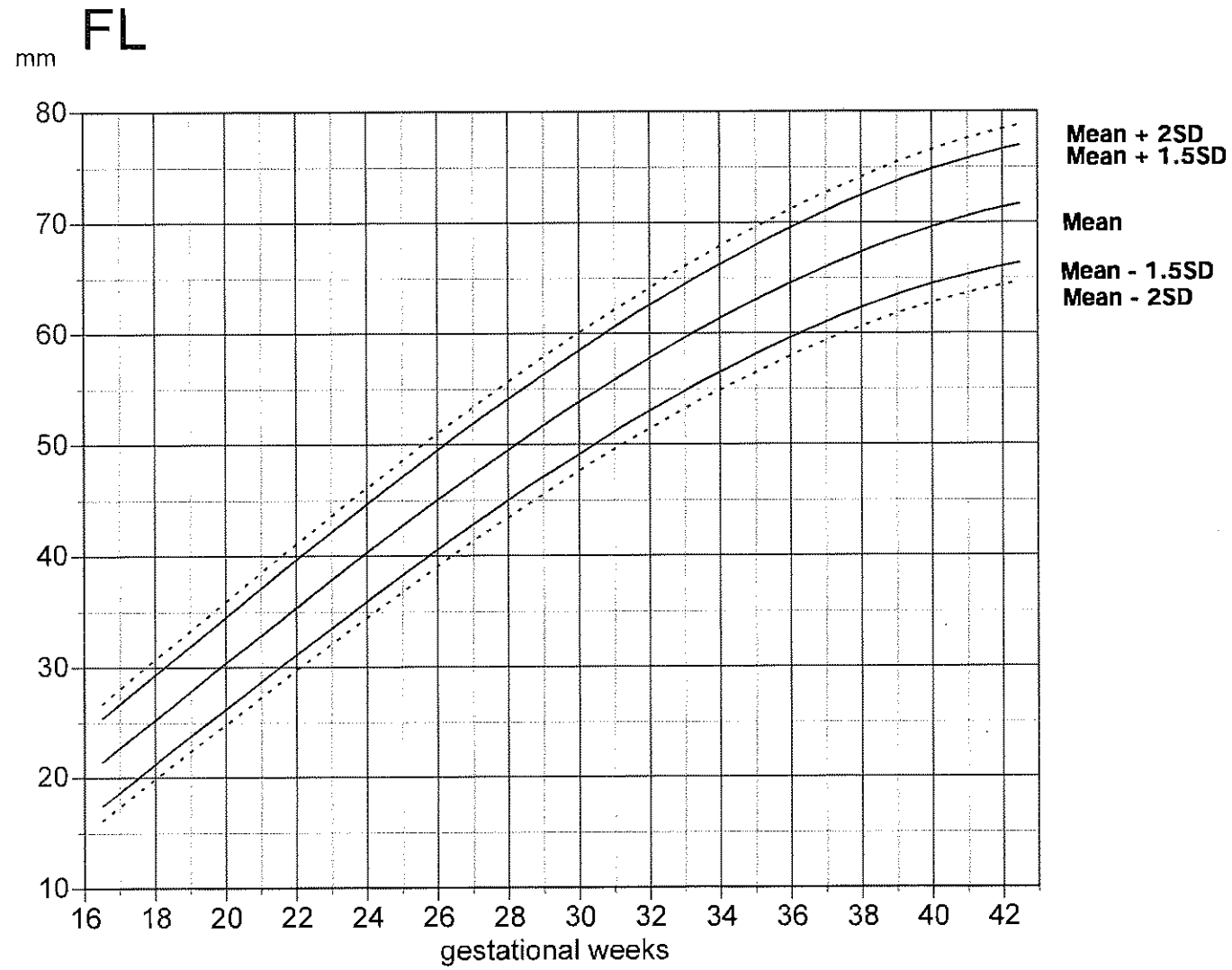


表2-4 BPD値に対応する妊娠日数

BPD (mm)	Gestational Age		BPD (mm)	Gestational Age	
	Mean	SD		Mean	SD
13	10W+1	4	52	21W+6	1W+0
14	10W+3	4	53	22W+1	1W+1
15	10W+5	4	54	22W+3	1W+1
16	11W+0	4	55	22W+5	1W+1
17	11W+2	4	56	23W+1	1W+1
18	11W+4	4	57	23W+3	1W+1
19	11W+6	4	58	23W+5	1W+1
20	12W+1	4	59	24W+1	1W+1
21	12W+3	4	60	24W+3	1W+2
22	12W+6	4	61	24W+5	1W+2
23	13W+1	5	62	25W+1	1W+2
24	13W+3	5	63	25W+3	1W+2
25	13W+5	5	64	25W+5	1W+2
26	14W+0	5	65	26W+1	1W+2
27	14W+2	5	66	26W+3	1W+3
28	14W+4	5	67	26W+6	1W+3
29	14W+6	5	68	27W+2	1W+3
30	15W+1	5	69	27W+4	1W+3
31	15W+3	5	70	28W+0	1W+3
32	15W+5	5	71	28W+3	1W+3
33	16W+0	5	72	28W+5	1W+4
34	16W+2	5	73	29W+1	1W+4
35	16W+4	5	74	29W+4	1W+4
36	16W+6	6	75	30W+0	1W+4
37	17W+1	6	76	30W+3	1W+4
38	17W+4	6	77	30W+6	1W+5
39	17W+6	6	78	31W+2	1W+5
40	18W+1	6	79	31W+5	1W+5
41	18W+3	6	80	32W+1	1W+5
42	18W+5	6	81	32W+5	1W+5
43	19W+0	6	82	33W+1	1W+6
44	19W+2	6	83	33W+5	1W+6
45	19W+4	6	84	34W+2	1W+6
46	20W+0	1W+0	85	34W+6	1W+6
47	20W+2	1W+0	86	35W+3	2W+0
48	20W+4	1W+0	87	36W+0	2W+0
49	20W+6	1W+0	88	36W+5	2W+0
50	21W+1	1W+0	89	37W+4	2W+0
51	21W+3	1W+0	90	38W+3	2W+1

表2-5 AC値に対応する妊娠日数

AC (cm)	Gestational Age		AC (cm)	Gestational Age	
	Mean	SD		Mean	SD
10.0	15W+3	1W+1	21.5	27W+0	1W+5
10.5	16W+0	1W+1	22.0	27W+3	1W+5
11.0	16W+4	1W+1	22.5	28W+0	1W+5
11.5	17W+0	1W+1	23.0	28W+4	1W+5
12.0	17W+4	1W+2	23.5	29W+0	1W+5
12.5	18W+0	1W+2	24.0	29W+4	1W+6
13.0	18W+4	1W+2	24.5	30W+1	1W+6
13.5	19W+0	1W+2	25.0	30W+5	1W+6
14.0	19W+4	1W+2	25.5	31W+2	1W+6
14.5	20W+0	1W+2	26.0	31W+6	1W+6
15.0	20W+3	1W+3	26.5	32W+3	1W+6
15.5	21W+0	1W+3	27.0	33W+1	1W+6
16.0	21W+3	1W+3	27.5	33W+5	2W+0
16.5	22W+0	1W+3	28.0	34W+2	2W+0
17.0	22W+3	1W+3	28.5	35W+0	2W+0
17.5	22W+6	1W+3	29.0	35W+4	2W+0
18.0	23W+3	1W+4	29.5	36W+2	2W+0
18.5	23W+6	1W+4	30.0	37W+0	2W+0
19.0	24W+3	1W+4	30.5	37W+5	2W+0
19.5	24W+6	1W+4	31.0	38W+2	2W+1
20.0	25W+3	1W+4	31.5	39W+0	2W+1
20.5	25W+6	1W+4	32.0	39W+6	2W+1
21.0	26W+3	1W+5	32.5	40W+4	2W+1

表2-6 FL値に対応する妊娠日数

FL (mm)	Gestational Age		FL (mm)	Gestational Age	
	Mean	SD		Mean	SD
20	16W+1	6	46	26W+2	1W+3
21	16W+3	6	47	26W+5	1W+3
22	16W+6	6	48	27W+2	1W+3
23	17W+1	1W+0	49	27W+5	1W+3
24	17W+3	1W+0	50	28W+2	1W+3
25	17W+6	1W+0	51	28W+5	1W+3
26	18W+1	1W+0	52	29W+2	1W+4
27	18W+3	1W+0	53	29W+5	1W+4
28	18W+6	1W+0	54	30W+2	1W+4
29	19W+1	1W+0	55	30W+5	1W+4
30	19W+4	1W+1	56	31W+2	1W+4
31	20W+0	1W+1	57	31W+6	1W+4
32	20W+2	1W+1	58	32W+3	1W+4
33	20W+5	1W+1	59	33W+0	1W+5
34	21W+1	1W+1	60	33W+3	1W+5
35	21W+3	1W+1	61	34W+0	1W+5
36	21W+6	1W+1	62	34W+4	1W+5
37	22W+2	1W+2	63	35W+1	1W+5
38	22W+5	1W+2	64	35W+5	1W+5
39	23W+1	1W+2	65	36W+2	1W+5
40	23W+4	1W+2	66	37W+0	1W+5
41	24W+0	1W+2	67	37W+4	1W+6
42	24W+3	1W+2	68	38W+1	1W+6
43	24W+6	1W+2	69	38W+5	1W+6
44	25W+3	1W+2	70	39W+3	1W+6
45	25W+6	1W+3			

Ⅲ.胎児体重推定式と推定体重の妊娠週数毎の基準値

表3-1 胎児体重推定式

$$EFW=1.07BPD^3 + 3.00 \text{ \AA} \sim 10^1 AC^2 \text{ \AA} \sim FL$$

EFW：推定児体重(g)， BPD：児頭大横径(cm)
AC：腹囲……エスプリ計測(cm)， FL：大腿骨長(cm)

表3-2 胎児体重の妊娠週数毎の基準値

gestational age	EFW (g)				
	-2.0SD	-1.5SD	mean	+1.5SD	+2.0SD
18W+0	126	141	187	232	247
19W+0	166	186	247	308	328
20W+0	211	236	313	390	416
21W+0	262	293	387	481	512
22W+0	320	357	469	580	617
23W+0	386	430	560	690	733
24W+0	461	511	660	809	859
25W+0	546	602	771	940	996
26W+0	639	702	892	1,081	1,144
27W+0	742	812	1,023	1,233	1,304
28W+0	853	930	1,163	1,396	1,474
29W+0	972	1,057	1,313	1,568	1,653
30W+0	1,098	1,191	1,470	1,749	1,842
31W+0	1,231	1,332	1,635	1,938	2,039
32W+0	1,368	1,477	1,805	2,133	2,243
33W+0	1,508	1,626	1,980	2,333	2,451
34W+0	1,650	1,776	2,156	2,536	2,663
35W+0	1,790	1,926	2,333	2,740	2,875
36W+0	1,927	2,072	2,507	2,942	3,086
37W+0	2,059	2,213	2,676	3,139	3,294
38W+0	2,181	2,345	2,838	3,330	3,494
39W+0	2,292	2,466	2,989	3,511	3,685
40W+0	2,388	2,572	3,125	3,678	3,862
41W+0	2,465	2,660	3,244	3,828	4,023

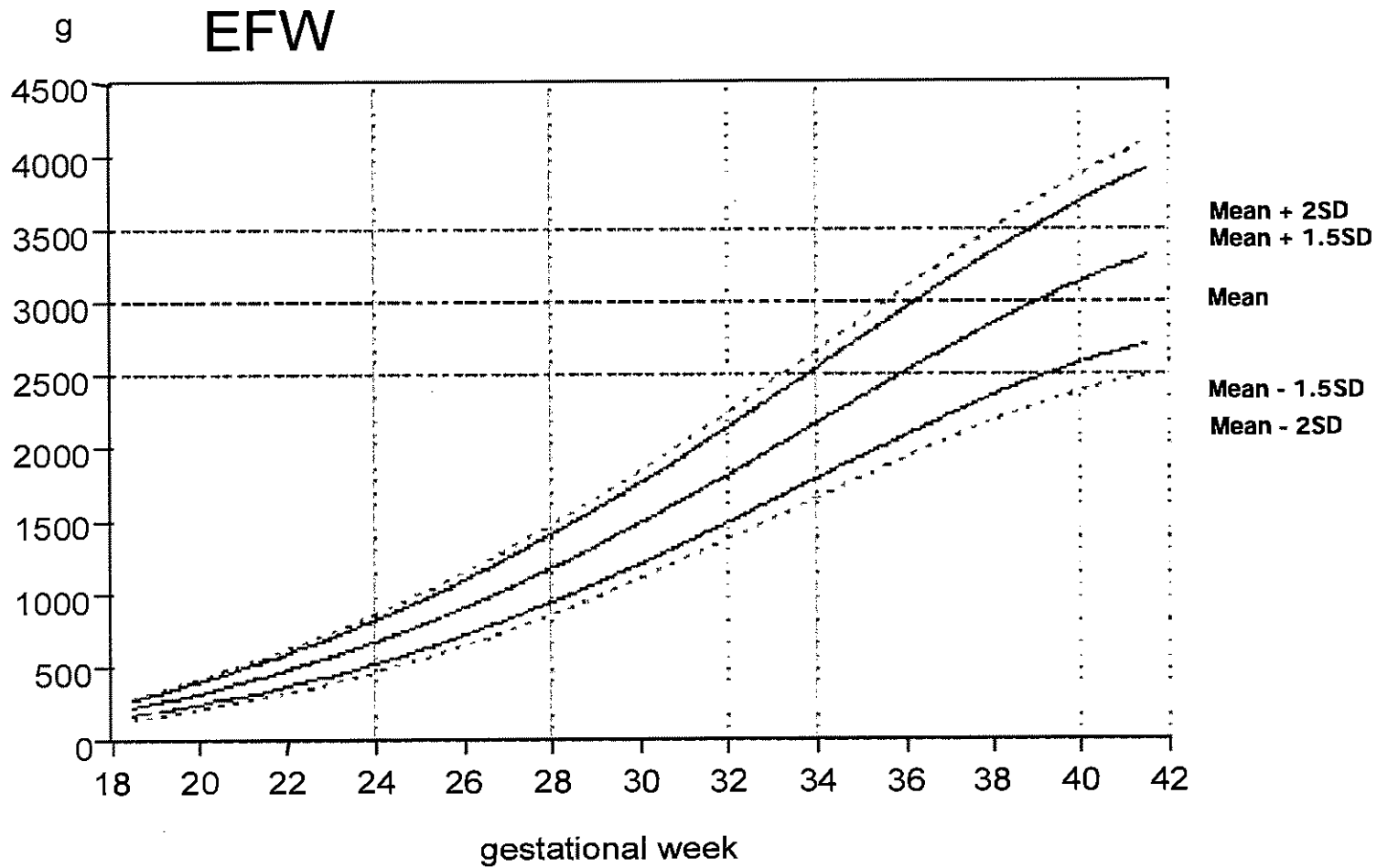
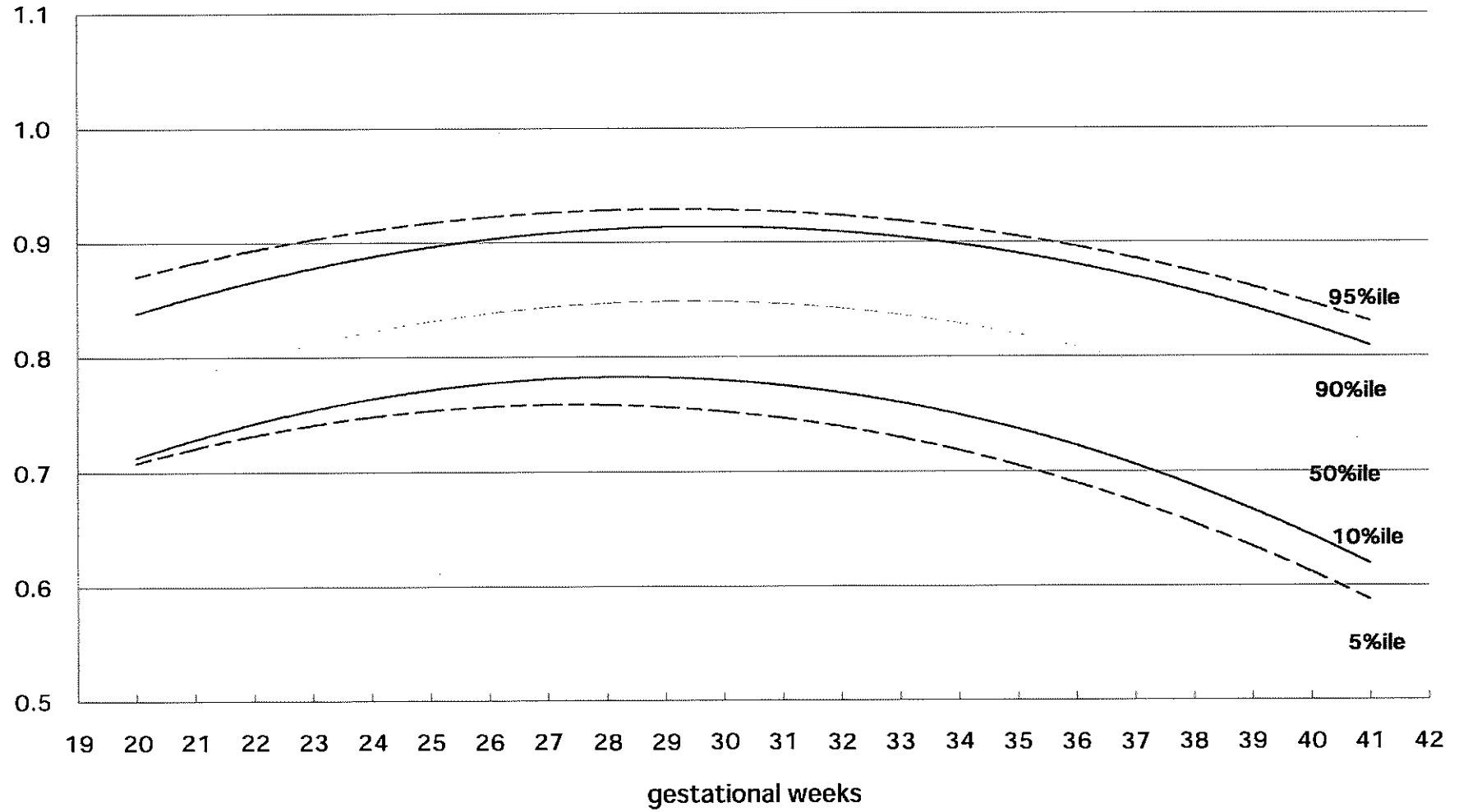
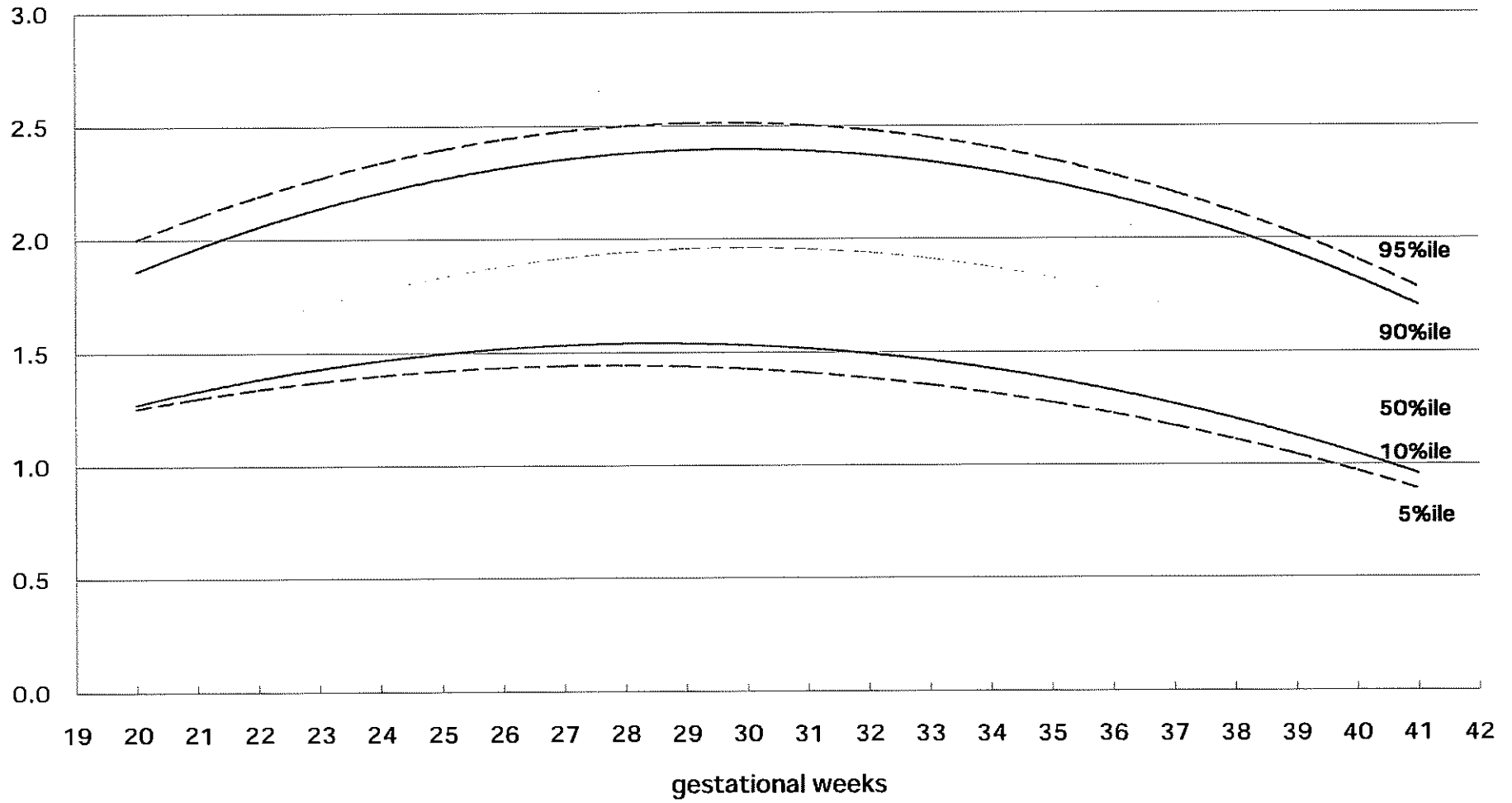


図3-1 胎児体重の妊娠週数に対する回帰曲線

MCA-RI



MCA-PI



UmA-RI

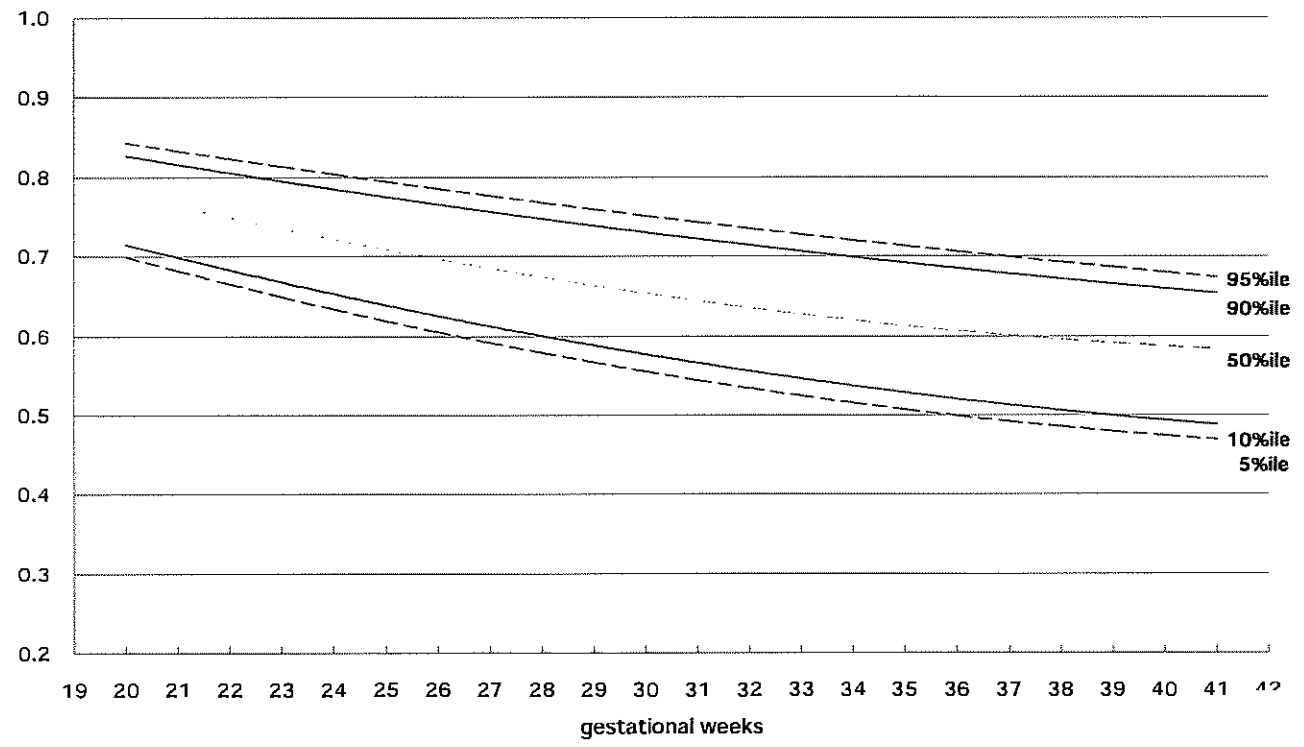


図4-3 UmA-RI値の妊娠週数に対する回帰曲線

UmA-PI

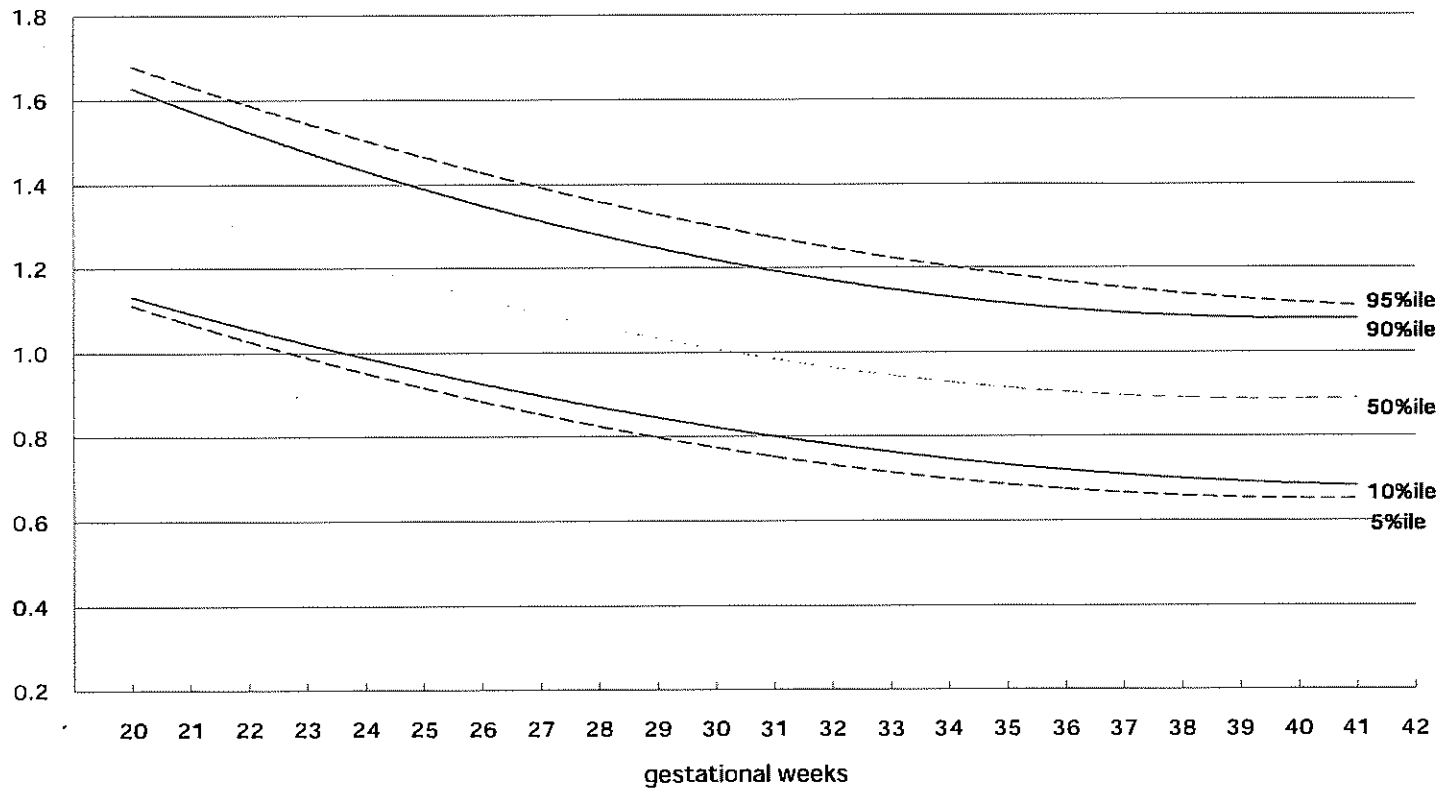


図4-4 UmA-PI値の妊娠週数に対する回帰曲線

<解説>

I. 経腔走査による胎児 CRL の妊娠週数毎の基準値

1. はじめに

胎児の頭殿長 (CRL) 計測は胎齢の修正の上で必須の計測項目である。現在、臨床の場において、また多くの臨床研究において標準曲線は様々なものが使用されている。

そこで、日本超音波医学会では胎児診断評価の標準化研究 (部) 会、続いて用語・診断基準委員会内の胎児計測標準化小委員会を発足させて、わが国の標準とすべきデータを作成した。

大阪大学、岐阜大学、九州大学、国立大蔵病院、国立善通寺病院、小坂産病院、埼玉医科大学、昭和大学、順天堂大学浦安病院、東北大学、名古屋市立大学、姫路赤十字病院の 12 施設より月経周期が規則的かつ約 28 日である 427 例の単胎妊娠の CRL データを集積した。CRL の計測は 1 症例 1 回で無月経 6 週から 13 週の間に行われた。無月経週数が 7 週未満 (CRL 10mm 未満) また 13 週以降 (CRL が 56mm 超) の症例は数が少ないため対象から除き、353 例を対象として CRL 発育曲線の検討を行った。

2. CRL の発育曲線

今回集計した CRL を 7 週から 12 週の間で各週毎にまとめて分布を検討したところ、正規分布していない結果となった。そこでデータを 5 日毎にまとめて、各グループでの 5 パーセンタイル値、10 パーセンタイル値、50 パーセンタイル値、90 パーセンタイル値、95 パーセンタイル値を計算し、それらに対する 3 次近似曲線を算出した (図 1-1)。それらの近似式は、

$$\begin{aligned} \text{CRL} &= 55.0 - 2.11\text{GD} + 2.24 \times 10^{-2}\text{GD}^2 - 3.30 \times 10^{-6}\text{GD}^3 && (5 \text{ percentile}) \\ \text{CRL} &= 1.06 \times 10^2 - 4.95\text{GD} + 7.39 \times 10^{-2}\text{GD}^2 - 2.91 \times 10^{-4}\text{GD}^3 && (10 \text{ percentile}) \\ \text{CRL} &= 2.31 \times 10^2 - 11.0\text{GD} + 1.72 \times 10^{-1}\text{GD}^2 - 7.99 \times 10^{-4}\text{GD}^3 && (50 \text{ percentile}) \\ \text{CRL} &= 4.34 \times 10^2 - 20.3\text{GD} + 3.14 \times 10^{-1}\text{GD}^2 - 1.50 \times 10^{-3}\text{GD}^3 && (90 \text{ percentile}) \\ \text{CRL} &= 5.97 \times 10^2 - 28.3\text{GD} + 4.11 \times 10^{-1}\text{GD}^2 - 2.16 \times 10^{-3}\text{GD}^3 && (95 \text{ percentile}) \end{aligned}$$

(GD: 無月経日数, CRL: mm, $49 \leq \text{GD} \leq 84$)

で与えられた。これらの計算式から計算された数値を表 1-1 に示す。

次に、各 CRL 値に対応する妊娠週数の 10 パーセンタイル値、50 パーセンタイル値、90 パーセンタイル値を算出するために、CRL 値を 10mm より 5mm 間隔でグループ化して、各グループの 10 パーセンタイル値、50 パーセンタイル値、90 パーセンタイル値を算出した。1 次から 3 次の間で回帰曲線を比較すると 2 次曲線近似が最適であった。この 2 次曲線は

$$\begin{aligned} \text{GD} &= 40.1 + 1.01\text{CRL} - 4.41 \times 10^{-3}\text{CRL}^2 && (10 \text{ percentile}) \\ \text{GD} &= 42.8 + 1.12\text{CRL} - 6.02 \times 10^{-3}\text{CRL}^2 && (50 \text{ percentile}) \\ \text{GD} &= 51.0 + 9.47 \times 10^{-1}\text{CRL} - 3.63 \times 10^{-3}\text{CRL}^2 && (90 \text{ percentile}) \end{aligned}$$

(GD: 無月経日数, CRL: mm, $7 \leq \text{CRL} \leq 56$)

で、この近似では平均誤差は 3.62 日となった。これらの計算式から計算された数値を表 1-2 に示す。

CRL が 10mm 未満は計測誤差が相対的に大きく、また CRL が 50mm を超える週数では計測値の胎児の姿勢によるバラツキが大きい。これらの図表を用いて CRL により妊娠日数を推定する場合には、妊娠日数の 10 パーセンタイル値が CRL 値で 10mm を超える 8 週 1 日と妊娠日数の 90 パーセンタイル値が CRL 値で 50mm 未満の 11 週 2 日の間 (計測された CRL 値から妥当性を見た場合 14-41mm の範囲) で行うのが良い。

II. 胎児 BPD・FL・AC の計測方法と妊娠週数毎の基準値

1. はじめに

日本人胎児の超音波計測値の基準値（発育曲線）に関する論文は多数報告されているが（2-1～2-3），計測法等に違いがあり，学会としての統一した計測，評価法を設定することが求められていた。

2. 検討方法

もっとも症例数の多い文献 2-3 のデータ（3,762 症例に対する 14,159 計測値）を学会の認定する基準値とすることについて検討した。文献 2-3 のデータは文献 2-2 で示された児頭大横径（BPD）と大腿骨長（FL）の基準値・発育曲線と有意差がない。また，計測値の分布は歪度，尖度の値と Shapiro-Wilk 検定により正規分布として扱うことに問題がないと判断されているため，基準範囲を偏差で表すことができる。BPD については頭蓋骨外側-内側（O-I）の計測によること，FL は化骨部の長軸を計測することで，ほぼコンセンサスが得られていると判断されたため，主に腹部の計測法について検討した。腹部の計測はいくつかの方法が行われおり，胎児体重推定法とも関連しているため，統一した計測，評価法を作成することが必要と考えられた。

腹部計測に関してより簡便な方法として，エリプス法による近似腹部周囲長（AC）を採用することに関して検討した。文献 2-3 の AC の基準値はマニュアルトラッキングによるものであるため，計測法と基準値の差違に関して検討した。上記の解析に関しては文献 2-3 の原データおよび胎児計測基準化小委員会が収集した 457 例の帝王切開当日か陣痛のない分娩前日に超音波専門医が計測した超音波計測値を用いた。

3. 腹囲（AC: Abdominal circumference）計測法に関する検討結果

マニュアルトラッキングによる AC はエリプス法によるものより $3.0 \pm 3.2\%$ 大きく計測されていたが双方の AC から計算されるエリア面積には $0.9 \pm 2.2\%$ の差しかなかった。検者間（施設間）の計測差は $2.1 \pm 1.8\%$ であった。超音波専門医による計測差が 2% 前後であることを考えると，トラッキングによるデータで作成された文献 2-3 の AC の基準値をエリプスによる計測の基準値として使用しても，実用上問題はないものと判断した。

4. 計測法と基準値および発育曲線を以下に示す

4-1. 計測法

1) 児頭大横径（BPD: bi-parietal diameter: O-I）

計測断面：

胎児頭部の正中線エコー（midline echo）が中央に描出され，透明中隔腔（septum pellucidum）と四丘体槽（cisterna corpora quadrigemina）が描出される断面。

計測法：

探触子に近い頭蓋骨外側から対側の頭蓋骨内側までの距離を計測。

2) 腹囲（AC: abdominal circumference）

計測断面：

胎児の腹部大動脈に直交する断面で，胎児の腹壁から脊椎までの距離の前方 $1/3$ から $1/4$ の部位に肝内臍静脈および胃胞が描出される断面。（欧米で行われている躯幹の計測法では臍静脈が長く描出される断面を設定しているものがあるが，肝内臍静脈の走行は躯幹の長軸に垂直ではないことに注意する）

計測法：

エリプス法による上記断面腹部の外周を AC とする。

直行する 2 直線（通常は腹部前後径，および横径）から作られる AC 外周の近似楕円の円周を求める方法

3) 大腿骨長（FL: femur length）

計測断面：

大腿骨の長軸が最も長く、両端の骨端部まで描出される断面。

計測法：

大腿骨化骨部分両端のエコーの中央から中央を計測する。

計測法のシェーマを図 2-1 に示す。

4-2. 基準値

文献 2-3 より改変した妊娠日数毎の各部径の平均値 ± 1.5 、および ± 2.0 SD (標準偏差) と計測値毎の妊娠週数+日数平均 (Mean)、および SD を表 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6 に示す。計測値より妊娠日数を求める計算式については 2 次または 3 次の全体のフィッティングが良い式として示されているが、回帰式より求めた値と表の値には BPD が小さいところと大きいところは数% の誤差がある。その場合表の値がより正確であると考え、今回の統計では正常例のみを対象としたが、臨床の現場では IUGR 等も含まれてくるので、これらの計測値から妊娠日数を推定する場合誤差が大きくなる。したがって、妊娠日数を推定する目的で使用するのはできるだけ早期 (20 週以前) の BPD に限るのが良く、他のデータは何週に相当するのかの目安にする程度に利用して欲しい。

4-3. 発育曲線

文献 2-3 のデータが正規分布していることは検定で確認しており、平均値、および SD (標準偏差) で表した。(図 2-2, 2-3, 2-4)

BPD=	$-18.3+3.85 \times 10^{-1}GD+1.06 \times 10^{-3}GD^2-3.70 \times 10^{-6}GD^3$	(Mean)
	$1.73+7.96 \times 10^{-3}GD$	(\pm SD)
AC=	$-4.96+1.19 \times 10^{-1}GD+2.45 \times 10^{-4}GD^2-7.00 \times 10^{-7}GD^3$	(Mean)
	$+1.90 \times 10^{-1}+6.80 \times 10^{-3}GD$	(\pm SD)
FL=	$-16.4+2.51 \times 10^{-1}GD+9.85 \times 10^{-4}GD^2-2.80 \times 10^{-6}GD^3$	(Mean)
	$2.10+4.82 \times 10^{-3}GD$	(\pm SD)
GD=	$59.1+1.23BPD+1.08 \times 10^{-2}BPD^2$	(Mean)
	$4.29+8.80 \times 10^{-4}BPD+1.32 \times 10^{-3}BPD^2$	(\pm SD)
GD=	$22.5+1.04 \times 10AC-2.23 \times 10^{-1}AC^2+4.67 \times 10^{-3}AC^3$	(Mean)
	$4.88+3.19 \times 10^{-1}AC$	(\pm SD)
GD=	$79.1+1.27FL+2.20 \times 10^{-2}FL^2$	(Mean)
	$3.48+1.37 \times 10^{-1}FL$	(\pm SD)

それぞれ、BPD (mm), AC (cm), FL (mm), GD (妊娠日数)

文献

- 2-1) 岡井崇, 他: 胎児生理の総合的解析による新しい周産期管理へのアプローチ. 日産婦誌 1986; 38:1209-1217.
- 2-2) 一條元彦, 他: 周産期委員会報告 (日本人胎児の大横径ならびに大腿骨長の超音波計測基準値). 日産婦誌 1993; 45:391-394.
- 2-2) 篠塚憲男, 他: 超音波胎児計測における基準値の作成 超音波医学 1996; 23:879-888.

Ⅲ. 胎児体重推定式と推定児体重の妊娠週数毎の基準値

1. はじめに

第2章で述べた胎児計測法、日本人胎児の超音波計測値の基準値（発育曲線）とその評価法は胎児体重推定法とも関連しているため、臨床の場で種々の混乱を生じてきた。胎児発育評価法を基準化することは臨床上きわめて重要なことであり、学会としての統一した計測、評価法を推奨することが求められた。

2. 胎児腹部の計測法に関する検討

2-1. 方法

胎児腹部の計測法をエリプス法によるACに統一し、ACを用いた胎児の体重推定式を作成した。日本人胎児には篠塚らの式が精度の高いことが示されている（文献2-1, 2-3, 3-1~3-4）。この式は超音波計測値を基にした回帰式ではなく、実測の児の比重・体積と超音波計測値からの算出された理論式であるため、個々の計測値と関係を代入することにより、別のパラメータを用いた式を作成することが可能である。そこで文献3-1において用いられた、児の比重、体積の値および計測値のデータと文献3-3におけるACの基準値を作成するのに用いられたデータをもとにエリプス法によるACを用いた推定児体重式を作成した。

新推定式の精度の検討には胎児計測基準化小委員会で収集した457例の帝王切開当日か陣痛のない分娩日に超音波専門医が計測した超音波計測値を用いた。

文献3-1に示されたShinozukaらの式は以下のものである

$$EFW = 1.07 \times BPD^3 + 3.42 \times APTD \times TTD \times FL$$

(EFW: 推定児体重(g), BPD: 児頭大横径(cm), APTD: 腹部前後径(cm), TTD: 腹部横径(cm), FL: 大腿骨長(cm))

2-2. 結果

APTD×TTDとAC(エリプス)の値は2次相関(R=0.95)関係にあり、 $APTD \times TTD = 0.089 \times AC^2$ を得た。(R²=0.99)。これを上記の式に代入し、以下の推定式を得た。

$$EFW = 1.07 \times BPD^3 + 3.00 \times 10^{-1} AC^2 \times FL$$

(modified Shinozuka, Shinozukaらの式をAC(エリプス)を用いた式に改変)

457例でのexternal checkでは両式間の推定体重差は出生体重に対して0.8±5.7%の差しかなく、それぞれの式の推定誤差も同等であり、ACによるmodified Shinozuka式もAPTD×TTDを用いたShinozukaらの式よりも良好か同等の推定精度を持つことが確認された。

3. 推定児体重の発育曲線

また推定された胎児体重の評価には早産新生児のデータで作られた基準値を用いるのは適切でなく、推定児体重の基準値を用いるべきであることを強調したい。modified Shinozuka式もShinozukaらの式と同等であることから、文献3-3に示された推定児体重の基準値をその評価の基準とすることとした(表3-1, 図3-1)

文献2-3のデータが正規分布していることを検定で確認しており、平均値、およびSD(標準偏差)で表した。

$$\begin{aligned} EFW &= -2.8910 \times 10^3 + 7.0733 \times 10 GD - 6.7477 \times 10^{-1} GD^2 + 2.9753 \times 10^{-3} GD^3 - 4.2632 \times 10^{-6} GD^4 && \text{(Mean)} \\ & - 74.0 + 2.09 \times 10^{-1} GD + 4.90 \times 10^{-3} GD^2 && \text{(±SD)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} GD &= 1.12 \times 10^2 + 1.02 \times 10^{-1} EFW - 3.07 \times 10^{-5} EFW^2 + 4.97 \times 10^{-9} EFW^3 && \text{(Mean)} \\ & 6.25 + 8.14 \times 10^{-4} EFW + 1.04 \times 10^{-6} EFW^2 && \text{(±SD)} \end{aligned}$$

それぞれ、EFW(g), GD(妊娠日数)

なお妊娠日数に応じた平均児体重はその精度を高めるために著者とのパーソナルコミュニケーション

ンにより係数の有効数字を5桁とした。

文献

- 3-1) Shinozuka N, et al.: Formulas for Fetal Weight Estimation by Ultrasound Measurements Based on Neonatal Specific Gravities and Volumes. Am J Obstet Gynecol 1987; 157: 1140-1145.
- 3-2) 篠塚憲男, 他: 推定児体重を用いた子宮内胎児発育曲線. 日超医論文集 1995; 22:205-206.
- 3-3) 赤松信雄, 他: 各種超音波胎児体重推定式の日本人単胎胎児に対する有用性の比較検討. 超音波医学 1999; 26: 603. (抄)
- 3-4) Yoshida S et al. Prenatal detection of high-risk group for intrauterine growth restriction based on sonographic fetal biometry. Int J Gynecol Obstet 2000; 68: 225-232.

IV. 胎児中大脳動脈と臍帯動脈の RI・PI の計測方法と妊娠週数毎の基準値

1. はじめに

超音波ドプラ法による日本人胎児中大脳動脈および臍帯動脈の血流速度波形記録から算出される Index に関して、正常胎児の妊娠進行にともなう基準値を作成するために 1988～1998 年の期間に報告された日本人胎児における中大脳動脈(MCA)および臍帯動脈(UmA)の血流速度波形 Index に関する論文のなかで、以下の A.～C.の項目を満たす文献 1-1～1-4 から得られた合計 1,216 例を対象とし検討した。

A. 対象症例の条件

- 1) 妊娠初期の CRL によって妊娠週数が確定していること
- 2) 母体合併症がなく正常産であること
- 3) 児は AGA 児で 1 分・5 分後 Apgar Score 8 点以上であり、形態異常および集中管理を要する高度罹病がないこと
- 4) 一論文の対象例が 250 例以上であること

B. 血流測定条件

- 1) 探触子の中心周波数は 2.5～5MHz
- 2) 母体は仰臥位あるいは半座位で、胎児呼吸様運動および胎動のない状態で測定
- 3) MCA は Willis 動脈輪から分岐後、Uma は羊水中浮遊部のいずれも可及的に直線状に描写される部位で計測
- 4) 血管と超音波ビームのなす角は 60 度未満

C. Index 算出法

波形のピークトレースから収縮期最高血流速度 (PSV), 拡張末期血流速度 (EDV) および平均血流速度 (MV) を算出した。ついで、これらの値から RI 値 $((PSV-EDV)/PSV)$ および PI 値 $((PSV-EDV)/MV)$ を算出し、3-10 心周期の平均値を一胎児の計測値とした。

妊娠 20-41 週の各週数毎に、両動脈における RI 値と PI 値 (MCARI, MCAPI, UmARI, UmAPI) について 5, 10, 50, 90, 95 パーセンタイル値を算出した。さらに、各々のパーセンタイル値に対する回帰曲線を作成した。

2. MCARI および MCAPI の基準値

対象症例 874 例より基準値を算出した。各妊娠週数における 5, 10, 50, 90, 95 パーセンタイル値を表 4-1 に示す。5, 10, 50, 90, 95 パーセンタイル値の回帰式は各々、以下のとおりである。両者の 50 パーセンタイル値はいずれも、妊娠 20 週から 29 週まで漸増し、妊娠 30 週以降は漸減する傾向を有する (図 4-1, 4-2)。

$$\begin{aligned} \text{MCARI} &= 6.48 \times 10^{-2} + 5.06 \times 10^{-2} \text{GW} - 9.00 \times 10^{-4} \text{GW}^2 && (5 \text{ percentile}) \\ &= -2.99 \times 10^{-2} + 5.74 \times 10^{-2} \text{GW} - 1.00 \times 10^{-3} \text{GW}^2 && (10 \text{ percentile}) \\ &= 5.54 \times 10^{-2} + 5.40 \times 10^{-2} \text{GW} - 9.00 \times 10^{-4} \text{GW}^2 && (50 \text{ percentile}) \\ &= 2.00 \times 10^{-1} + 4.81 \times 10^{-2} \text{GW} - 8.00 \times 10^{-4} \text{GW}^2 && (90 \text{ percentile}) \\ &= 3.33 \times 10^{-1} + 4.09 \times 10^{-2} \text{GW} - 7.00 \times 10^{-4} \text{GW}^2 && (95 \text{ percentile}) \\ \text{MCAPI} &= -9.69 \times 10^{-1} + 1.74 \times 10^{-1} \text{GW} - 3.10 \times 10^{-3} \text{GW}^2 && (5 \text{ percentile}) \\ &= -1.47 + 2.11 \times 10^{-1} \text{GW} - 3.70 \times 10^{-3} \text{GW}^2 && (10 \text{ percentile}) \\ &= -2.68 + 3.10 \times 10^{-1} \text{GW} - 5.20 \times 10^{-3} \text{GW}^2 && (50 \text{ percentile}) \\ &= -2.54 + 3.31 \times 10^{-1} \text{GW} - 5.50 \times 10^{-3} \text{GW}^2 && (90 \text{ percentile}) \\ &= -2.39 + 3.31 \times 10^{-1} \text{GW} - 5.60 \times 10^{-3} \text{GW}^2 && (95 \text{ percentile}) \end{aligned}$$

3. UmARI および UmAPI の基準値

対象症例 1216 例より基準値を算出した。各妊娠週数における 5, 10, 50, 90, 95 パーセンタイル値を表 4-2 に示す。5, 10, 50, 90, 95 パーセンタイル値の回帰式は各々、以下のとおりである。両者の 50 パーセンタイル値はいずれも、妊娠 20 週から 41 週まで漸減する傾向を有する (図 4-3, 4-4)。

UmARI=1.18-3.01x10 ⁻² GW+3.00x10 ⁻⁴ GW ²	(5 percentile)
+1.15-2.74x10 ⁻² GW+3.00x10 ⁻⁴ GW ²	(10 percentile)
1.20-2.71x10 ⁻² GW+3.00x10 ⁻⁴ GW ²	(50 percentile)
1.10-1.60x10 ⁻² GW+1.00x10 ⁻⁴ GW ²	(90 percentile)
1.09-1.42x10 ⁻² GW+1.00x10 ⁻⁴ GW ²	(95 percentile)
UmAPI=2.44-8.81x10 ⁻² GW+1.10x10 ⁻³ GW ²	(5 percentile)
2.29-7.53x10 ⁻² GW+9.00x10 ⁻⁴ GW ²	(10 percentile)
2.93-1.03x10 ⁻¹ GW+1.30x10 ⁻³ GW ²	(50 percentile)
3.26-1.08x10 ⁻¹ GW+1.30x10 ⁻³ GW ²	(90 percentile)
3.04-8.76x10 ⁻² GW+1.00x10 ⁻³ GW ²	(95 percentile)

胎児 MCA および UaA の血流 Index は、現在、児の健常性あるいは脳・胎盤循環の指標として繁用されているが、日本人胎児を対象とした十分な症例数を有する報告は少なく、計測条件あるいは表現法も一定でなかった。今回の検討にあたっては、各週数の症例数および計測条件を考慮したデータサンプリングを基礎に、母集団の正規性を考慮して、パーセンタイル表示による基準値を作成した。

文献

- 4-1) Satoh S, Koyanagi T, Fukuhara M, Hara K, and Nakano H: Changes in vascular resistance in the umbilical and middle cerebral arteries in the human intrauterine growth-retarded fetus, measured with pulsed Doppler ultrasound. *Early Hum. Dev.* 1989; 20: 21223-0.
- 4-2) Sekizuka N: Combined examination of middle cerebral artery and umbilical artery flow velocity waveforms in growth-retarded fetuses. *Asia-Oceania J. Obstet. Gynaecol.* 1993; 19: 13-19.
- 4-3) 岩崎卓爾:子宮、胎児血流 pulsatility index の標準曲線の作成と intrauterine growth retardation 症例におけるその有用性. *日医大誌* 1996; 63:327-342.
- 4-4) Banu AA: Doppler velocimetry in the umbilical and middle cerebral arteries in fetuses with intrauterine growth retardation or fetal distress. *Fukuoka Acta Med.* 1998; 89: 133-144.