

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTA' DI MEDICINA E CHIRURGIA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE GINECOLOGICHE E
DELLA RIPRODUZIONE UMANA



***PARAMETRI BIOMETRICI
E
STIMA DEL PESO FETALE***

Ecografia ostetrica del III trimestre

Visentin Silvia

30 Ottobre 2009

Crescita e stima del peso fetale

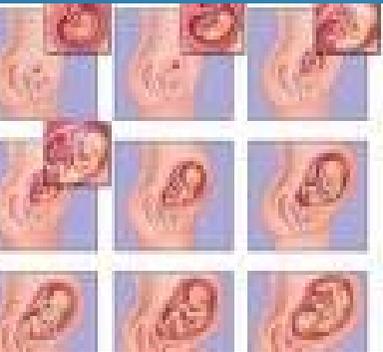
Un'appropriata CRESCITA FETALE dipende da quattro variabili:

Potenziale di crescita geneticamente determinato che risente delle caratteristiche paterne e materne

Fattori materni

Fattori placentari

Fattori estrinseci



CONSTATO EQUILIBRIO RESIDUO

FATTORI DETERMINANTI LA CRESCITA FETALE E IL PESO ALLA NASCITA

- Sesso del feto
- Etnia
- Antropometria materna
- Peso placentare
- Condizioni socio-economiche e nutrizionali
- Incremento ponderale in corso di gravidanza
- Fumo di sigaretta
- Clima ed altitudine
- Ordine di nascita



Crescita e stima del peso fetale

Tre fasi dell'accrescimento fetale endouterino

FASE INIZIALE



Crescita prevalentemente
strutturale: staturale e scheletrico



Predominano gli elementi materni,
embrionali e quindi fetali



FASE INTERMEDIA



Fase di passaggio tra la fase
precedente e la successiva



FASE TERMINALE



Crescita prevalentemente
ponderale



Crescita e stima del peso fetale

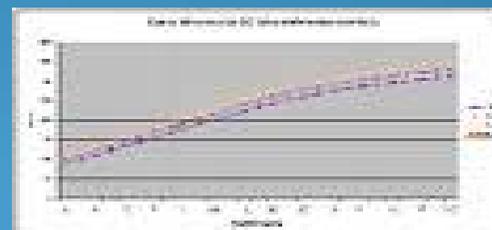
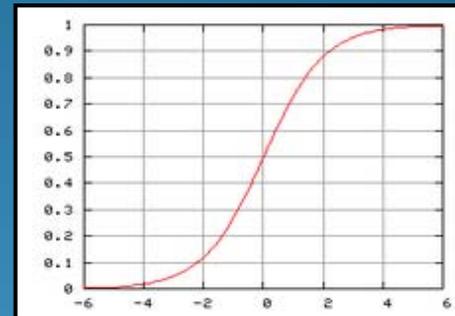
L'INCREMENTO DEL PESO presenta un **andamento sigmoidale**

Crescita lenta fino alla 16^a s.g. (10 gr/settimana)
Crescita accelerata fino alla 27^a s.g. (85 gr/settimana)
Crescita massima fino alla 36^a s.g. (200 gr/settimana)
Crescita decelerata fino al parto (70 gr/settimana)

L'INCREMENTO DELLA LUNGHEZZA
presenta un **andamento sigmoidale**

Il primo trimestre (7^a-9^a s.g.) serve alla determinazione
dell'età gestazionale con una variabilità dell'8%

Le misure del femore e dell'omero informano
sulla crescita delle ossa lunghe
nell'epoca gestazionale fino al secondo trimestre
nelle varie forme di nanismo



DIVERSA CURVA DI

VALUTAZIONE DELLA BIOMETRIA FETALE

La biometria del terzo trimestre non deve **mai essere utilizzata per la datazione della gravidanza**



L'età gestazionale deve essere sempre definita prima di iniziare l'esame attraverso:

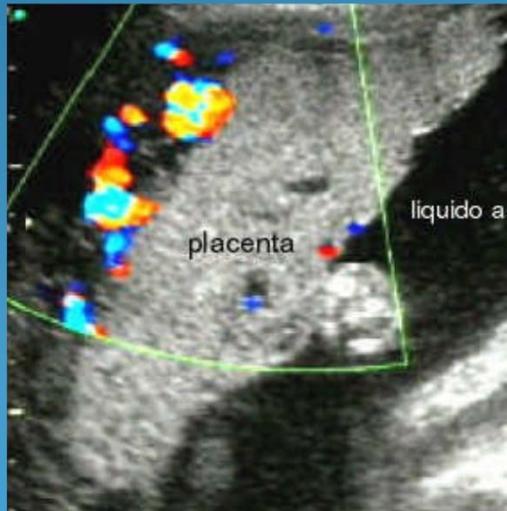
- La data certa dell'ultima mestruazione
- Un'ecografia eseguita entro la 22^a settimana di gestazione

Se così non fosse si dovrà tenere conto di:

- Dati clinici ed anamnestici disponibili
- Valutazione biometrica fetale

Finalità dell'esame ecografico standard
nel III trimestre

- Valutazione della crescita fetale
- Valutazione della quantità di liquido amniotico e dell'inserzione placentare



(Linee guida SIEOG 2006)

30 Ottobre 2009

Indicazioni all'esame ecografico standard nel III trimestre

- Rischio anamnestico o attuale di patologia della crescita fetale
Patologia materna associata ad alterazioni della crescita fetale (ipertensione, diabete, ecc.); sospetto clinico di ipo o ipersviluppo uterino; gravidanza plurima (Evidenza III- Livello di raccomandazione B)
- Perdite ematiche vaginali (Evidenza III-Livello di Raccomandazione B)
- Sospette anomalie del liquido amniotico (polidramnios od oligoidramnios) o di inserzione placentare (Evidenza III-Livello di Raccomandazione B)
- Gravidanza > 41 settimane di età gestazionale
(valutazione della quantità di liquido amniotico e del benessere fetale)
- **Gravidanza a basso rischio ed in assenza di indicazioni specifiche**
(Evidenza I-a. Livello di raccomandazione C)

VALUTAZIONE ANATOMICA



Il riconoscimento di malformazioni fetali non costituisce un obiettivo specifico dell'ecografia del III trimestre

Lo **studio standard** deve includere:



Prosecuzione monitoraggio fetale in presenza di patologie già note

Ventricoli cerebrali
4 camere cardiache
Stomaco
Reni
Vescica



STIMA DEL PESO FETALE

Anni '70: misurazione della **distanza sinfisi-fondo uterino**
misurazione della circonferenza addominale materna

Ancora oggi ↓

Pschera H et al, Acta Gyn scand 1984
Dare FO, Int J Gynecol Obstet 1990

SFH <33 cm: predittivo di un peso fetale < 3100 gr

SFH >34 cm: predittivo di un peso fetale = o > 4000 gr

Indraccolo U et al, Clin Exp Obstet Gynecol 2008

⇒ **Anche in considerazioni delle condizioni cliniche materne (diabete, ipertensione..)**

Stima del peso fetale L'ecografia..

Il suo utilizzo in ambito clinico esiste da circa 30 anni
e la sua utilità in ambito decisionale ben consolidata

Dudley et al, Ultras Obst Gynec 2005

In condizioni ottimali, può esistere una differenza tra la
stima ecografica e quella reale alla nascita del 7-10%

Scioscia et al, Obstet Gynecol 2008

Nel tentativo di migliorare l'abilità nel predire il peso
fetale stimato, si sono utilizzate diverse formule, ma
esistono pochi dati sulla loro effettiva/accuratezza

Prova della loro mancata
approvazione universale

Stima del peso fetale

Il suo ruolo nella pratica clinica risulta in certi casi fondamentale, ad esempio nell'induzione o nella modalità del parto



↓
Soprattutto in **gravidanze a rischio**:

- feti a rischio di parto prematuro
- feti con ritardo di crescita
- macrosomi

Sfortunatamente, l'errore ecografico appare maggiore ai due estremi della curva del peso fetale

Sovrastima del basso peso

Sottostima del peso più grande

Crescita e stima del peso fetale

Stima del peso fetale

Quali parametri?

Diametro biparietale
Circonferenza cranica
Circonferenza addominale
Lunghezza del femore



In base ad analisi di significatività statistica, i parametri più rilevanti sono il CA e il DBP



Più parametri vengono inclusi, più si migliora l'**accuratezza della stima**, che tuttavia si riduce con un numero superiore a 4 parametri, per l'errore legato a ciascuno di essi.

Lunghezza dell'omero
Circonferenza del braccio fetale
Spessore parete addominale



fino a

Fractional limb volume

- Valutazione dei tessuti molli in feti SGA
- Associata a 2D per migliorare EFW
- Indaginoso
- Adeguata strumentazione

Bamberg C et al, Semin Fetal Neonatal Med 2004

Lee W et al, Ultrasound Obstet Gynecol 2009

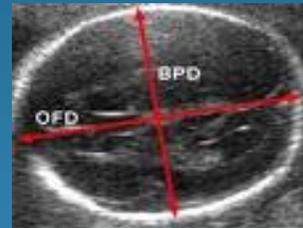


Predittività sul tessuto grasso del 46%

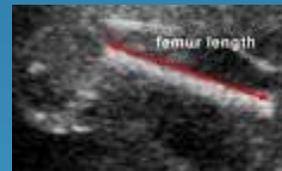
30 Ottobre 2009

STIMA DEL PESO FETALE

Diametro biparietale
Circonferenza cranica
Circonferenza addominale



Lunghezza femore



Equazioni di regressione



STIMA PESO FETALE

Risulta fondamentale la conoscenza **della corretta epoca gestazionale** per la sua interpretazione

Diverse formule di calcolo
Presenza di limitazioni



Differenza tra valore atteso e reale del 10-15% circa dipendentemente dall'epoca gestazionale (maggiore nel terzo trimestre)



Metodo ecografico
Variabilità interindividuale

“A Systematic review of the ultrasound estimation of fetal weight”

Dudley NJ. Ultrasound Obstet Gynecol 2005



Non esistono metodi preferenziali rispetto ad altri per il calcolo del peso fetale stimato a causa dell'errore random legato a ciascuna misurazione

Considerando un intervallo di confidenza del 95%, le diverse formule **eccedono del 14%** il peso alla nascita

“Estimation of Birth Weight by Two Dimensional Ultrasonography” A critical Appraisal of its Accuracy.

Scioscia M et al, Obstet Gynecol 2008



Studio trasversale: 441 pazienti gravide

35 formule testate

20 formule avevano una buona accuratezza (bias 0.5) e bassa variabilità (SD 1.2)

La maggior parte ha una buona accuratezza nel predire il peso fetale > 3500 gr

30 Ottobre 2009

Crescita e stima del peso fetale

Table 1. Ultrasonic Equations for Estimation of Fetal Weight Categorized by Fetal Biometric Measurements Used

Classification	First Author	Reference	Formula
HAF	Aoki	(14)	$EBW = 1.25647 \times BPD^2 + 3.50665 \times AA \times FL + 6.3$
	Combs	(15)	$EBW = 0.00023718 \times AC^2 \times FL + 0.00003312 \times HC^3$
	Dudley	(16)	$EPW = 4.1 \times FL \times AA + 0.86 \times FL \times HA$
	Hadlock 2	(17)	$Log_{10} EBW = 1.5662 - 0.0108 \times HC + 0.0468 \times AC + 0.171 \times FL + 0.00034 \times HC^2 - 0.003685 \times AC \times FL$
	Hadlock 3	(12)	$Log_{10} EBW = 1.326 - 0.0090326 \times AC \times FL + 0.00167 \times HC + 0.00438 \times AC + 0.0158 \times FL$
	Hadlock 5	(12)	$Log_{10} EBW = 1.335 - 0.000934 \times AC \times FL + 0.00316 \times BPD + 0.00457 \times AC + 0.01623 \times FL$
	Hadlock 6	(12)	$Log_{10} EBW = 1.3506 - 0.00386 \times AC \times FL + 0.0064 \times HC + 0.00061 \times BPD \times AC + 0.0424 \times AC + 0.174 \times FL$
	Hsieh 2	(18)	$Log_{10} EPW = 2.7193 + 0.0094962 \times AC \times BPD - 0.1432 \times FL - 0.00076742 \times AC \times BPD^2 + 0.01745 \times FL \times BPD^2$
	Ott	(19)	$Log_{10} EBW = 0.094355 \times HC + 0.005394 \times AC - 0.00008882 \times HC \times AC + 1.2594 \times FL / AC - 2.0661$
	Roberts	(20)	$Log_{10} EPW = 1.6758 + 0.01767 \times AC + 0.042478 \times BPD + 0.05216 \times FL + 0.01604 \times HC$
	Rose	(21)	$Ln EBW = 0.148 \times (BPD + ADT + FL) + 4.198$
	Shinozuka	(22)	$EPW = 0.23966 \times AC^2 \times FL + 1.6230 \times BPD^3$
	Woo 2	(23)	$Log_{10} EPW = 1.13705 + 0.15549 \times BPD + 0.04864 \times AC - 2.79682 \times BPD \times AC / 1,000 + 0.037769 \times FL - 4.94529 \times FL \times AC / 10,000$
	Woo 5	(25)	$Log_{10} EPW = 1.54 + 0.15 \times BPD + 0.00111 \times AC^2 - 0.0000764 \times BPD \times AC^2 + 0.05 \times FL - 0.000992 \times FL \times AC$
Woo 6	(24)	$EBW = 1.4 \times BPD \times AC \times FL - 200$	
HA	Hsieh 1	(18)	$Log_{10} EPW = 2.1315 + 0.0056541 \times AC \times BPD - 0.00015515 \times BPD \times AC^2 + 0.000019782 \times AC^2 + 0.052594 \times BPD$
	Jordan 2	(25)	$Log_{10} EPW = -1.1683 + 0.0377 \times AC + 0.095 \times BPD - 0.0015 \times EPD \times AC$
	Jordan 3	(25)	$Log_{10} EPW = 2.3231 + 0.02904 \times AC + 0.0079 \times HC - 0.0058 \times BPD$
	Merz	(9)	$EBW = -3,200.46479 + 157.07186 \times AC + 15,90891 \times BPD^2$
	Shepard	(26)	$Log_{10} EBW = -1.7492 + 0.0165 \times BPD + 0.0046 \times AC - 0.00002646 \times AC \times BPD$
	Vintzileas	(27)	$Log_{10} EPW = 1.879 + 0.084 \times BPD + 0.026 \times AC$
	Warsof 1	(28)	$Log_{10} EPW = -1.509 + 0.144 \times AC + 0.032 \times AC - 0.000111 \times BPD^2 \times AC$
	Woo 1	(23)	$Log_{10} EPW = 1.13 + 0.181864 \times BPD + 0.0517505 \times AC - 3.34825 \times BPD \times AC / 1,000$
	Woo 4	(23)	$Log_{10} EPW = 1.63 + 0.16 \times BPD + 0.00111 \times AC^2 - 0.0000859 \times BPD \times AC^2$
	Ferrero	(11)	$Log_{10} EBW = 0.77125 + 0.13244 \times AC - 0.12995 \times FL - 1.73588 \times AC^2 / 1,000 + 3.09212 \times FL \times AC / 1,000 + 2.18984 \times FL / AC$
AF	Hadlock 4	(12)	$Log_{10} EBW = 1.304 + 0.005281 \times AC + 0.01938 \times FL - 0.00004 \times AC \times FL$
	Warsof 4	(13)	$Ln EBW = 2.792 + 0.168 \times FL + 0.000036 \times AC^2 - 0.00027 \times FL \times AC$
	Woo 3	(23)	$Log_{10} EPW = 0.59 + 0.08 \times AC + 0.28 \times FL - 0.00716 \times AC \times FL$
A	Campbell	(29)	$Ln EBW = -4.564 + 0.6282 \times AC - 0.0000331 \times AC^2$
	Hadlock 1	(17)	$Ln EBW = 2.695 + 0.253 \times AC - 0.00275 \times AC^2$
	Higginbottom	(30)	$EPW = 0.0816 \times AC^3$
F	Jordan 1	(25)	$Log_{10} EPW = 0.6323 + 0.1881 \times AC - 0.0043 \times AC^2 + 0.000096239 \times AC^3$
	Warsof 2	(28)	$Log_{10} EBW = -1.8367 + 0.092 \times AC - 0.000019 \times AC^2$
	Honarvar	(31)	$EBW = (0.042 \times FL / 10)^4 + (0.32 \times FL - 1.36) \times 10^6$
Warsof 3	(13)	$Ln EBW = 4.6914 + 0.00151 \times FL^2 - 0.0000119 \times FL^3$	

H, head; A, abdomen; F, femur; EBW, estimated birth weight; BPD, biparietal diameter; AA, abdominal area; FL, femur length; AC, abdominal circumference; HC, head circumference; EPW, estimated fetal weight; HA, head area; ADT, abdominal transverse diameter.

Table 3. Measures of Bias and 95% Limits of Agreement From Bland-Altman Analyses After Log Transformation* and Expressed as Percentages in Estimates of 441 Fetuses

Classification	First Author	Bias	SD	95% Limit of Agreement		
HAF	Aoki	0.04	1.09	-2.10	2.18	
	Combs	0.82	1.12	-1.37	3.01	
	Dudley	0.52	1.08	-1.60	2.64	
	Hadlock 2	0.89	1.07	-1.21	3.00	
	Hadlock 3	0.69	1.08	-1.43	2.81	
	Hadlock 5	0.24	1.10	-1.91	2.39	
	Hadlock 6	0.50	1.09	-1.64	2.64	
	Hsieh 2	0.28	1.32	-2.31	2.87	
	Ott	0.64	1.11	-1.53	2.81	
	Roberts	-0.47	1.34	-3.10	2.15	
	Rose	-0.85	1.26	-3.31	1.62	
	Shinozuka	0.10	1.14	-2.14	2.33	
	Woo 2	0.73	1.14	-1.50	2.96	
	Woo 5	0.43	1.19	-1.90	2.76	
HA	Hsieh 1	0.31	1.26	-2.16	2.78	
	Jordan 2	0.09	1.24	-2.33	2.52	
	Jordan 3	0.33	1.34	-2.30	2.96	
	Merz	-0.46	1.45	-3.29	2.38	
	Shepard	0.31	1.24	-2.12	2.74	
	Vintzileas	-0.54	1.26	-3.01	1.93	
	Woo 1	0.24	1.21	-2.12	2.61	
	AF	Ferrero	-0.69	1.11	-2.86	1.48
		Hadlock 4	0.28	1.14	-1.96	2.52
		Warsof 4	-0.22	1.19	-2.54	2.11
A	Campbell	0.32	1.19	-2.01	2.64	
	Hadlock 1	0.22	1.21	-2.15	2.50	
F	Warsof 2	-0.22	1.27	-2.70	2.27	
	Honarvar	0.15	1.57	-2.94	3.23	
Warsof 3	0.01	1.59	-3.11	3.12		

SD, standard deviation; H, head; A, abdomen; F, femur.
* Actual birth weight-estimated birth weight.

“Estimation of Birth Weight by Two Dimensional Ultrasonography”
A critical Appraisal of its Accuracy.
Scioscia M et al, Obstet Gynecol 2008

Stima del peso fetale

“ Is Sonographic Assessment of Fetal Weight Influenced by Formula Selection?”

Burd Irina, Srinivas S et al, J Ultrasound Med 2009, Pennsylvania

Studio caso controllo

Confronto di due gruppi di pazienti

Preeclamptiche (41)

Controlli (40)

Utilizzo di 14 formule di calcolo trovate utilizzando PubMed, appropriate per la popolazione in riferimento per ciascun feto

Valutazione bias (15%)

Valutazione precisione (SD 15%)

Scopo: la capacità di ciascuna formula di predire il reale peso fetale

Table 1. Formulas Selected for the Study

Parameters	Reference ^a	Formula	
AC, BPD	Thurnau et al ⁷	$BW = (BPD \times AC \times 9.337) - 229$	
	Shepard et al ¹⁶	$\text{Log}_{10} BW = 0.166(BPD) + 0.046(AC) - 0.002546(AC)(BPD) - 1.7492$	
	Hadlock et al, A ¹¹	$\text{Log}_{10} BW = 1.1134 + 0.05845(AC) - 0.000604(AC)^2 - 0.007365(BPD)^2 + 0.000595(BPD)(AC) + 0.1694(BPD)$	
		Vintzileos et al ⁸	$\text{Log}_{10} BW = 1.879 + 0.084(BPD) + 0.026(AC)$
		Warsof et al ⁹	$\text{Log}_{10} BW = 0.144(BPD) + 0.032(AC) - 0.000111(BPD)^2(AC) - 1.599$
AC, HC	Weiner et al, A ¹⁰	$\text{Log}_{10} BW = 1.6575 + 0.04035(HC) + 0.01285(AC)$	
	Hadlock et al, B ¹¹	$\text{Log}_{10} BW = 1.182 + 0.0273(HC) + 0.07057(AC) - 0.00063(AC)^2 - 0.0002184(HC)(AC)$	
		Hadlock et al, C ¹²	$\text{Log}_{10} BW = 1.335 - 0.0034(AC)(FL) + 0.0316(BPD) + 0.0457(AC) + 0.1623(FL)$
AC, FL, HC	Combs et al ¹⁵	$BW = 0.23718(AC)^2(FL) + 0.03312(HC)^3$	
	Hadlock et al, D ¹²	$\text{Log}_{10} BW = 1.326 - 0.00326(AC)(FL) + 0.0107(HC) + 0.0438(AC) + 0.158(FL)$	
	Weiner et al, B ¹⁰	$\text{Log}_{10} BW = 1.6961 + 0.02253(HC) + 0.01645(AC) + 0.06439(FL)$	
	Ott et al ¹³ (BW in kg)	$\text{Log}_{10} BW = -2.0661 + 0.04355(HC) + 0.05394(AC) - 0.0008582(HC)(AC) + 1.2594(FL/AC)$	
		Hadlock et al, E ¹²	$\text{Log}_{10} BW = 1.3596 + 0.0064(HC) + 0.0424(AC) + 0.174(FL) + 0.00061(BPD)(AC) - 0.00386(AC)(FL)$
AD, FL, BPD	Rose and McCallum ¹⁴	$\text{Ln BW} = 0.143(BPD + AD + FL) + 4.198$	

AD indicates abdominal diameter.

^aLetters were assigned to formulas if more than 1 formula was evaluated from the reference.

Stima del peso fetale Risultati...

Formula ideale → bias più bassi (assenza di errori sistematici)
→ alto livello di precisione (pochi errori random)

Table 2. Sensitivity and Specificity of the Selected Formulas for SGA

Formula	Sensitivity, %	Specificity, %
Hadlock et al, C ¹²	76	88
Hadlock et al, D ¹²	80	86
Weiner et al, A ¹⁰	100	41
Thurnau et al ⁷	92	50
Shepard et al ¹⁶	72	81
Hadlock et al, A ¹¹	80	80
Vintzileos et al ⁸	84	75
Warsof et al ⁹	92	64
Hadlock et al, B ¹¹	88	78
Weiner et al, B ¹⁰	96	61
Ott et al ¹³	72	86
Hadlock et al, E ¹²	80	84
Rose and McCallum ¹⁴	80	77
Combs et al ¹⁵	80	83

← Nessuna era in grado di soddisfare i criteri posti

Shepard et al

Hadlock et al C

↓
La migliore presentava un bias inferiore al 5% e una precisione inferiore al 15%

In grado di predire il ritardo di crescita con una sensibilità del 72-100% e una specificità del 41-88%

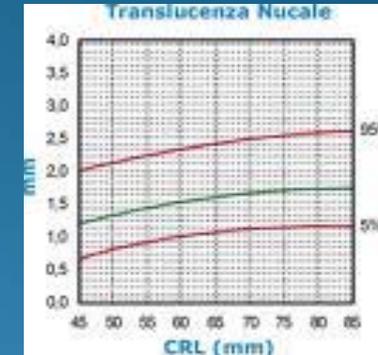
↓
Importanza di un'accurata scelta per il calcolo del EFW in base alla popolazione in studio

INDICI DI VARIAZIONE

CURVE DI RIFERIMENTO

Si tratta di tabelle e normogrammi che descrivono il normale accrescimento dei vari parametri biometrici fetali

Per una determinata età gestazionale (sull'asse delle ascisse) viene fornito il parametro biometrico previsto (sull'asse delle ordinate).



Caratteristiche da considerare che ne determinano la validità

Numero di campioni
Normalità della popolazione
Metodologia di campionamento
Modello matematico di interpolazione dei dati
Studio longitudinale

Attenzione nella scelta!!! → Variabilità dal 7 al 10% tra le diverse curve

Curve di riferimento fetali "personalizzate"

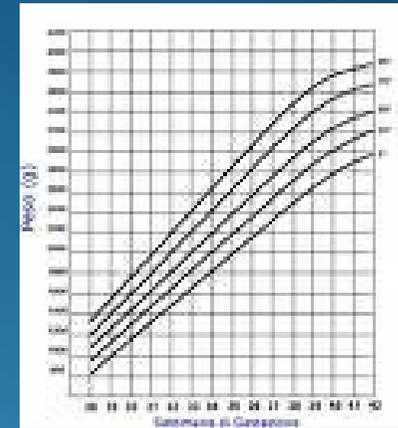
Sono quelle che, a differenza delle curve di riferimento basate sulla popolazione locale o nazionale tengono conto di

VARIABILI MATERNE

La stima del peso fetale, aggiustato per il sesso fetale e le variabili materne, presenta un'alta sensibilità nell'individuare i difetti di crescita con un basso tasso di falsi positivi

Owen P, BJOG 2003

Altezza
Peso
Parità
Gruppo etnico



Individuazione sino al 30% dei feti SGA altrimenti non considerati tali in base alla curva standard e forte associazione con un outcome avverso

Gardosi, Horm Res 2006
www.gestational.net

30 Ottobre 2009

Stima del peso fetale Quale importanza..

Nel 2004 la World Health Organization ha stimato che più di **20 milioni di neonati** presentavano alla nascita un peso inferiore a 2500 gr, la maggior parte in Asia e Africa



Negli USA su 4,1 milioni di neonati:

- 8,2% di basso peso
- 9,1% di peso > 4000 gr

→ Notevoli ripercussioni
Sull'economia sanitaria

LBW: aumento del rischio di mortalità neonatale
aumento rischio di ipertensione, obesità e diabete in età adulta

Macrosomia: aumento rischio di parti operativi, distocia di spalla, lacerazioni anali, infezioni nel post partum

Crescita e stima del peso fetale



Grazie...

30 Ottobre 2009