

AGREEMENT BETWEEN TWO METHODS OF MEASUREMENT

Ch. Mélot, MD, PhD, MSciBiostat

Faculté de Médecine

Université Libre de Bruxelles

et

Service des Soins Intensifs

Hôpital Universitaire Erasme

Bruxelles, Belgique

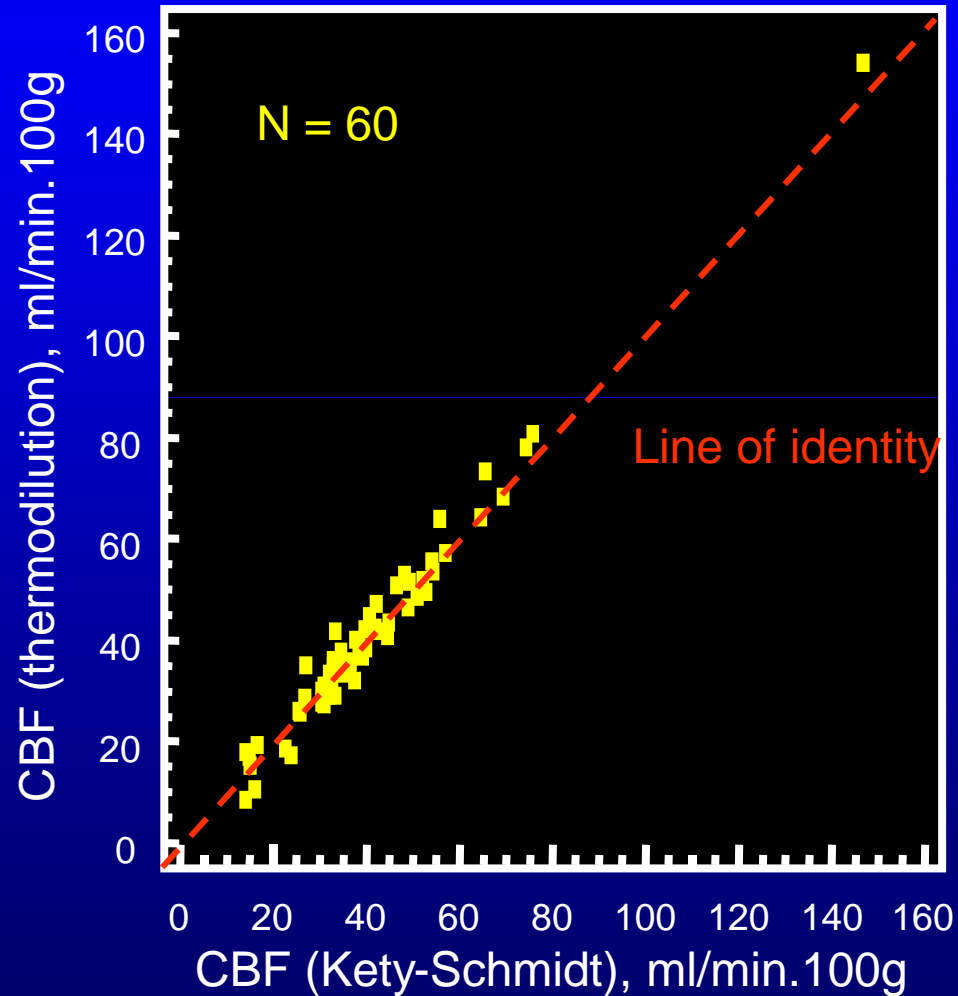
cmelot@ulb.ac.be

DEA cardiopneumo, Paris le 12 février 2007

Question

- The question is whether two methods can be used interchangeably.
- Is method A in agreement with method B to measure the same quantity with the same units?

SCATTER PLOT KETY-SCHMIDT versus THERMODILUTION



LINEAR REGRESSION: EQUATION

PARAMETER	COEFFICIENT	SE	t-value	p
Intercept	- 1.64724	0.99578	1.6542	0.1035
Slope	1.06249	0.02212	48.0416	< 0.001

$$\text{CBF(thermo)} = - 1.65 + 1.06 \text{ CBF(K\&S)}$$

$$t = \text{Coeff.} / \text{SE(Coeff)} = 1.062 / 0.022 = 48.04$$

C Mélot et al. J. Cereb. Blood Flow Metabol 1996;16:1263-1270

LINEAR REGRESSION: ANOVA TABLE

SOURCE OF VARIATION	SUM OF SQUARES	DF	MEAN SQUARE	F	p
Regression	SSY-SSE = 26,664	1	26,666	2307.9	< 0.001
Residual	SSE = 670	58	11.5		
Total	SSY = 27,334	59			

$$R^2 = \frac{SSY - SSE}{SSY} = 0.975$$

Determination coefficient

$$R = 0.987$$

Correlation coefficient

COEFFICIENT OF CORRELATION

$$R = 0.987$$

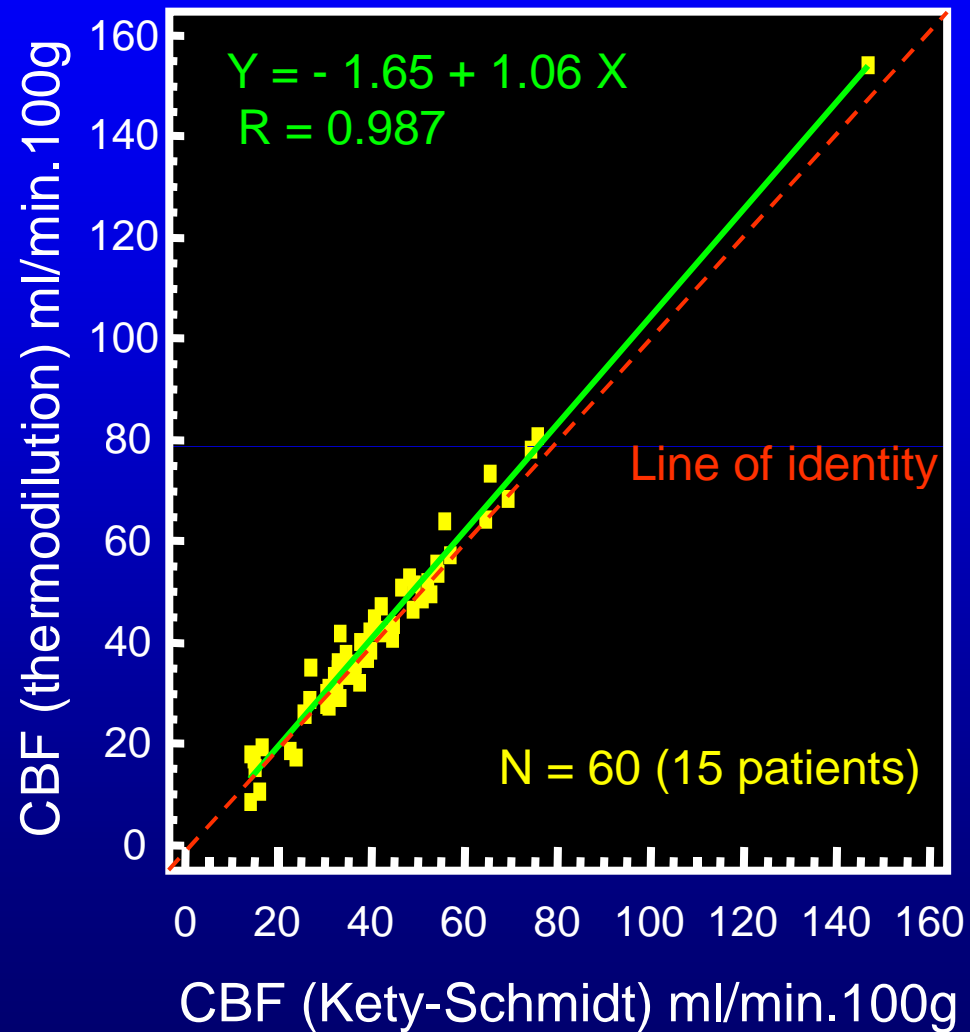
$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \quad \text{with } n-2 \text{ df}$$

$$t = 48.04 \text{ with } 58 \text{ df, } p < 0.0001$$

NB: equivalent to the t-test for the slope coefficient

C Mélot et al. J. Cereb. Blood Flow Metabol 1996;16:1263-1270

REGRESSION: KETY-SCHMIDT versus THERMODILUTION

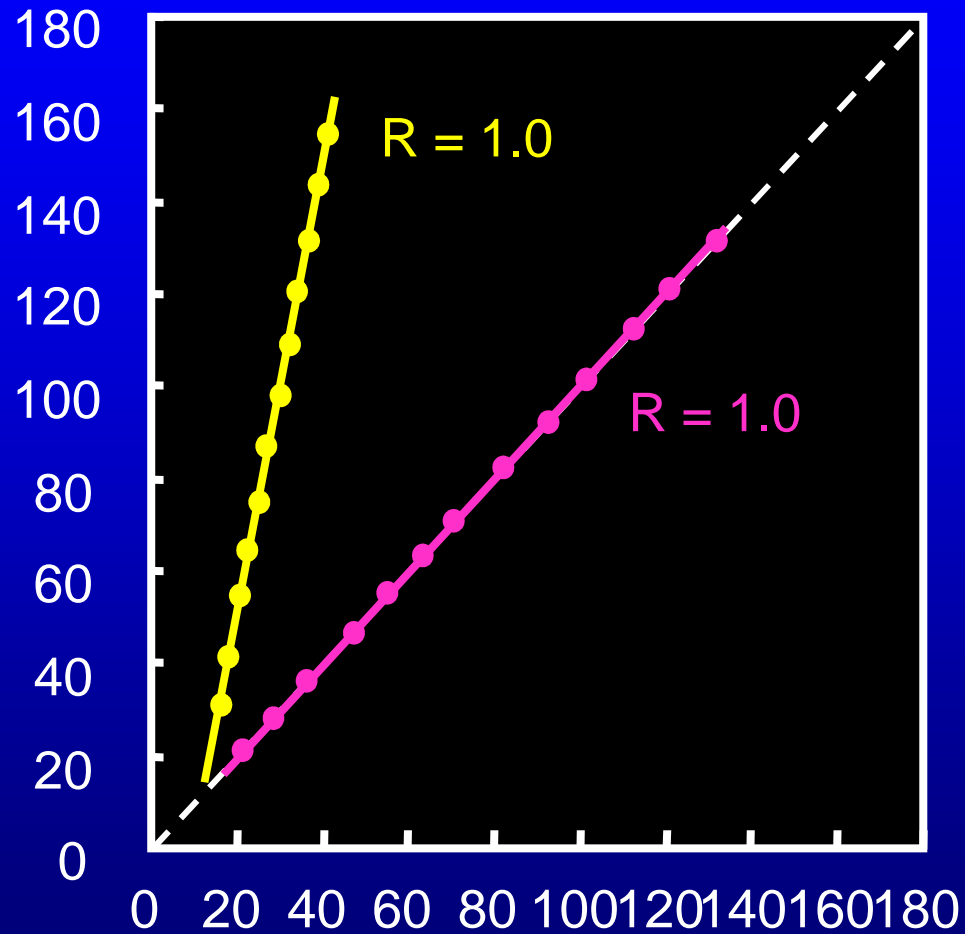


Pourquoi le coefficient de corrélation r n'est-il pas adéquat pour mesurer l'agrément entre deux méthodes de mesure de la même variable? (1)

- r mesure la force de la relation entre deux variables, pas l'agrément entre elles ($r = 1$ si les points s'alignent le long de la droite de régression, sauf si la pente de la droite est égale à zéro ou à l'infini).
- Un changement d'échelle des mesures n'affecte pas la corrélation, mais il affecte certainement l'agrément.
- La corrélation dépend de l'étendue des mesures. Si l'étendue est large, la corrélation sera plus proche de 1.

CORRELATION COEFFICIENT

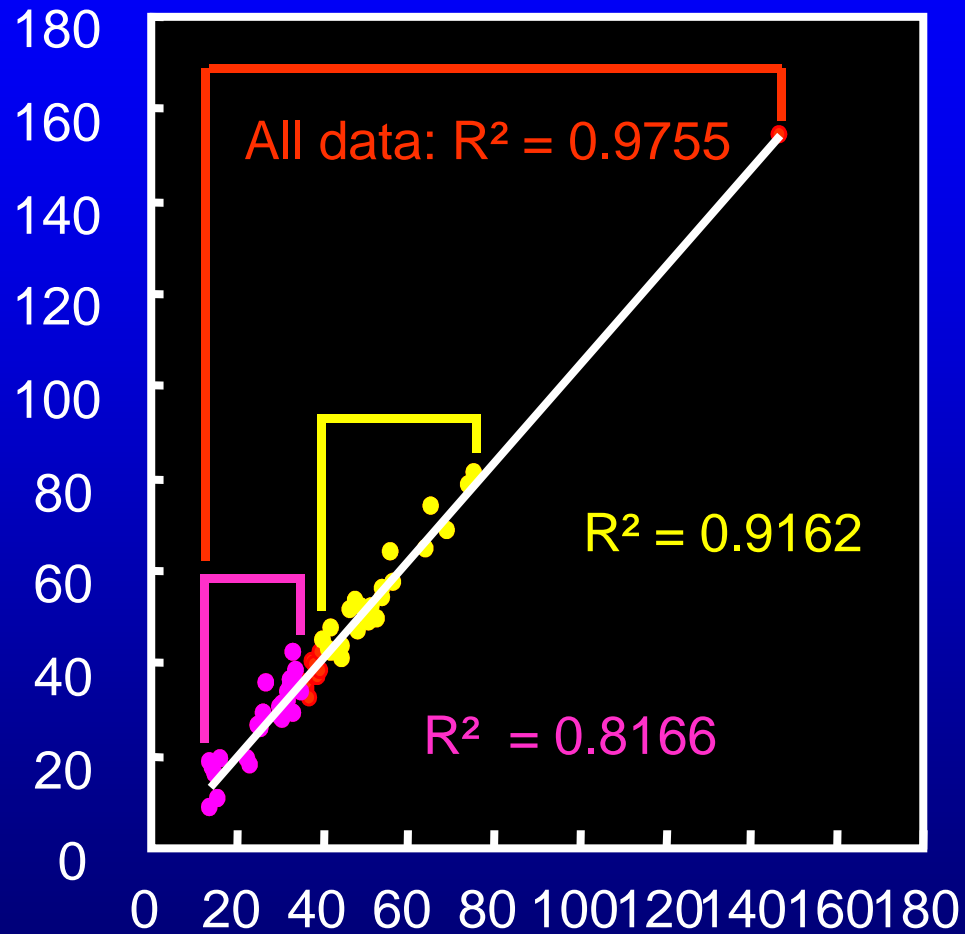
CBF (thermodilution), ml/min.100g



CBF (Kety-Schmidt), ml/min.100g

CORRELATION COEFFICIENT

CBF (thermodilution), ml/min.100g



CBF (Kety-Schmidt), ml/min.100g

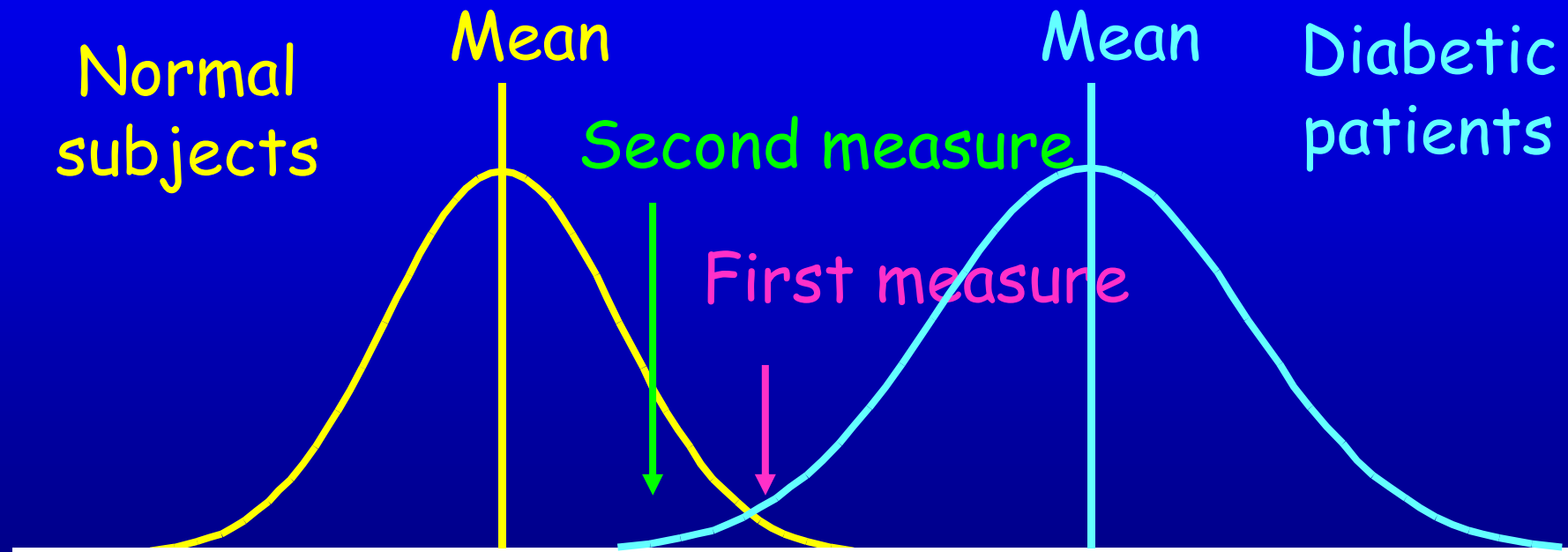
Pourquoi le coefficient de corrélation r n'est-il pas adéquat pour mesurer l'agrément entre deux méthodes de mesure de la même variable? (2)

- La valeur de p associée au coefficient de corrélation r teste la relation et non l'agrément entre deux méthodes.
- Il serait étonnant que deux méthodes mesurant la même quantité ne soient pas reliées entre elles.

Pourquoi la régression linéaire n'est-elle pas adéquate pour mesurer l'agrément entre deux méthodes de mesure de la même variable?

- Du à l'effet de la régression vers la moyenne, on s'attend à ce que la pente de la droite soit inférieure à 1, même si les deux méthodes sont en agrément.
- La différence entre la pente observée et celle de la droite d'identité (pente = 1), n'est pas une mesure de l'erreur proportionnelle (agrément).
- La différence entre l'intercept observé et zéro n'est pas une mesure de l'erreur systématique (biais).

REGRESSION TO THE MEAN

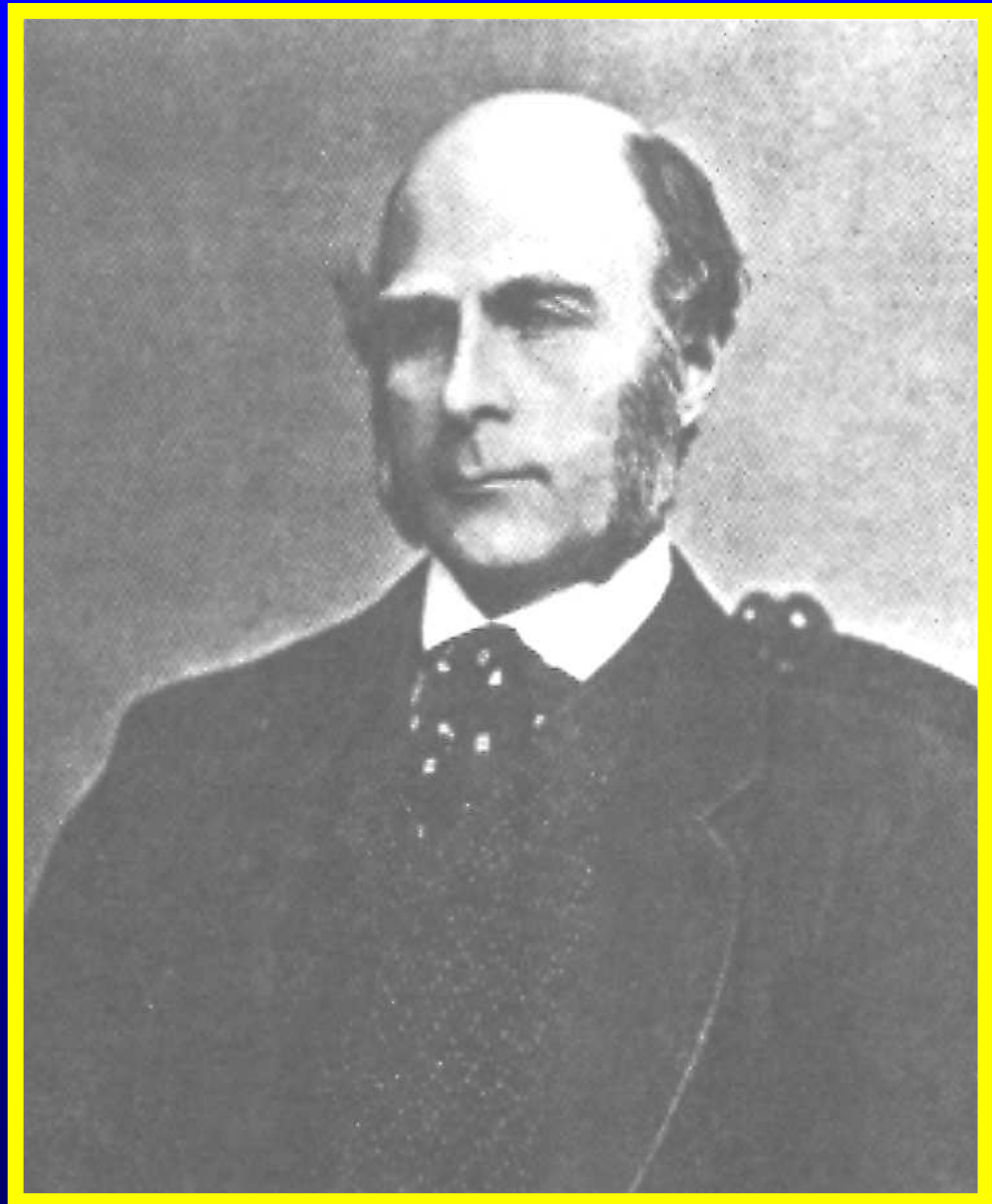


Sir Francis Galton (1822 - 1911)

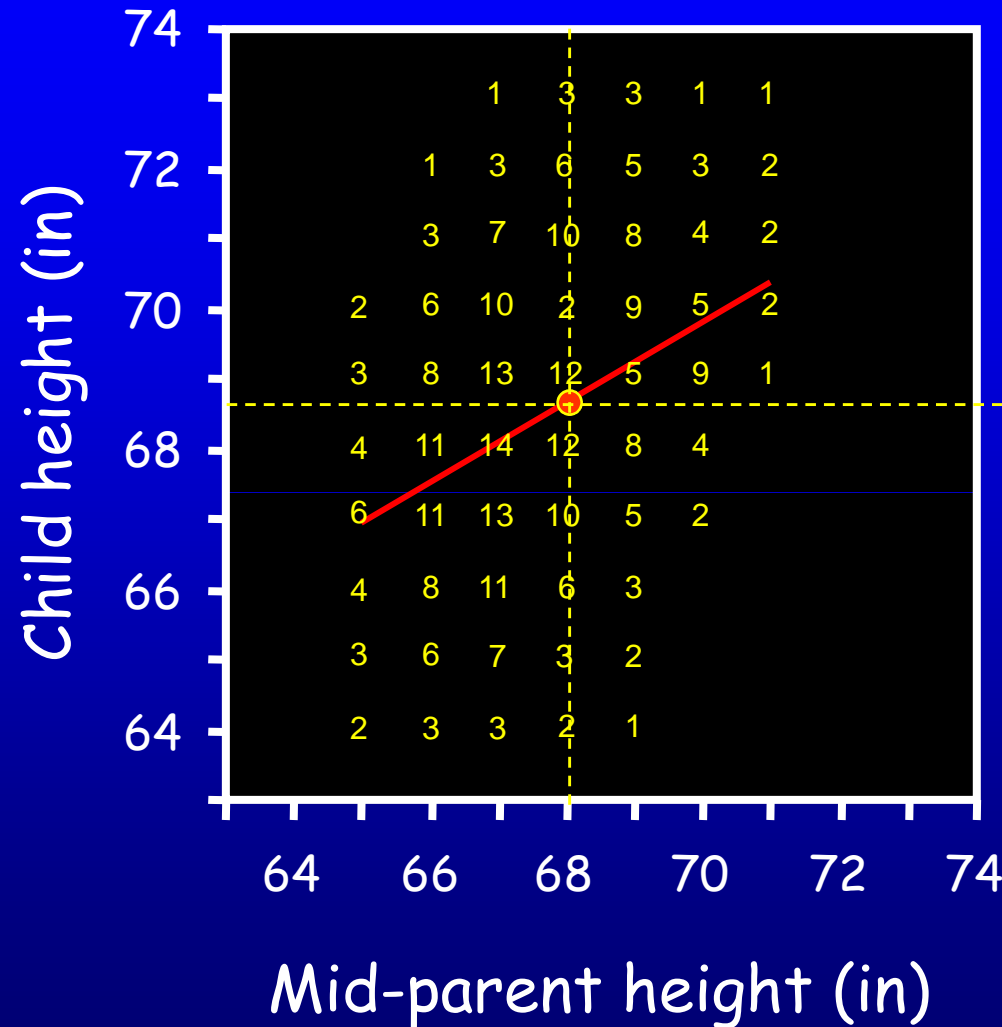
REGRESSION TO THE MEAN

« It is some years since I made an extensive series of experiments on the produce of seeds of different size but of the same species It appeared from these experiments that the offspring did not tend to resemble their parent seeds in size, but to be always more mediocre than they - to be smaller than the parents, if the parents were large; to be larger than the parents, if the parents were very small The experiments showed further that the filial regression towards mediocrity was directly proportional to the parental deviation from it. »

J. Anthropol. Inst. 1886;15:246 -263

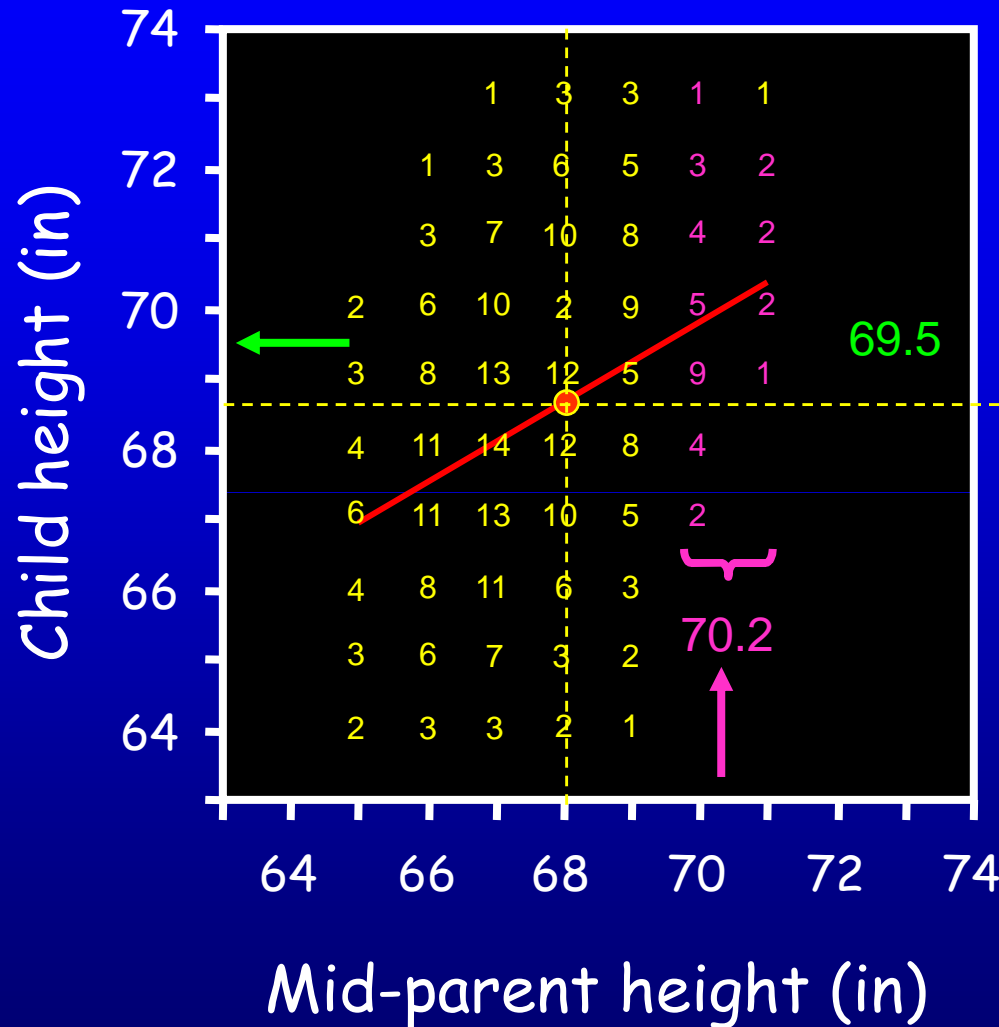


REGRESSION TOWARDS THE MEAN



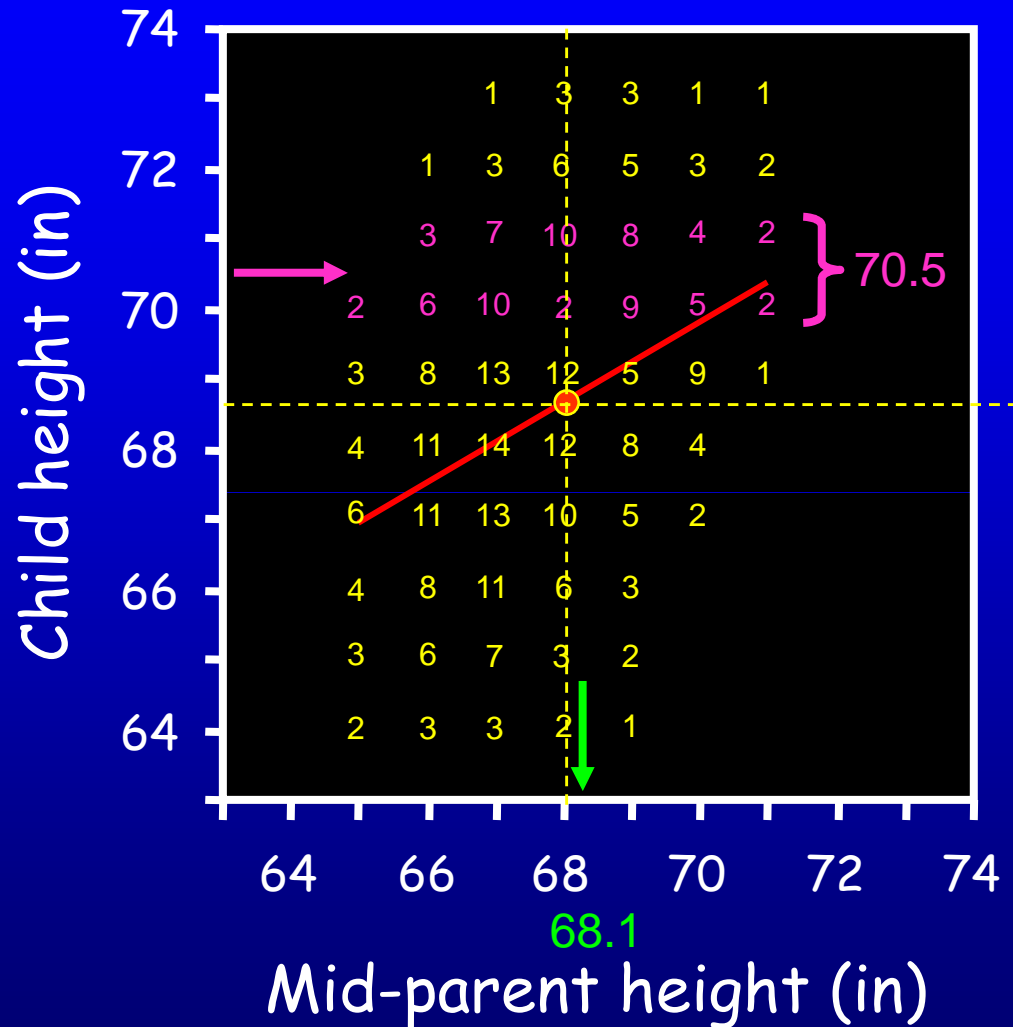
*F Galton. Regression towards mediocrity in hereditary stature
Journal of the Anthropological Institute 1886;15:246-263*

REGRESSION TOWARDS THE MEAN



*F Galton. Regression towards mediocrity in hereditary stature
Journal of the Anthropological Institute 1886;15:246-263*

REGRESSION TOWARDS THE MEAN



*F Galton. Regression towards mediocrity in hereditary stature
Journal of the Anthropological Institute 1886;15:246-263*

REGRESSION TOWARDS THE MEAN

$$\text{Slope} = r \frac{SD_y}{SD_x}$$

- A change in one standard deviation in X is associated with a change of "r" standard deviation in Y.
- If slope = 1, $SD_x = r SD_y$

REGRESSION VERS LA MOYENNE

- Un changement de un écart-type de X est associé à un changement de r écart-type de Y .
- Souvent $r < 1$, dès lors pour une valeur donnée de X , la valeur prédite pour Y est toujours à un plus petit écart-type de sa moyenne que X par rapport à sa moyenne.
- La régression vers la moyenne est toujours présente sauf si $r = 1$ (corrélation parfaite).

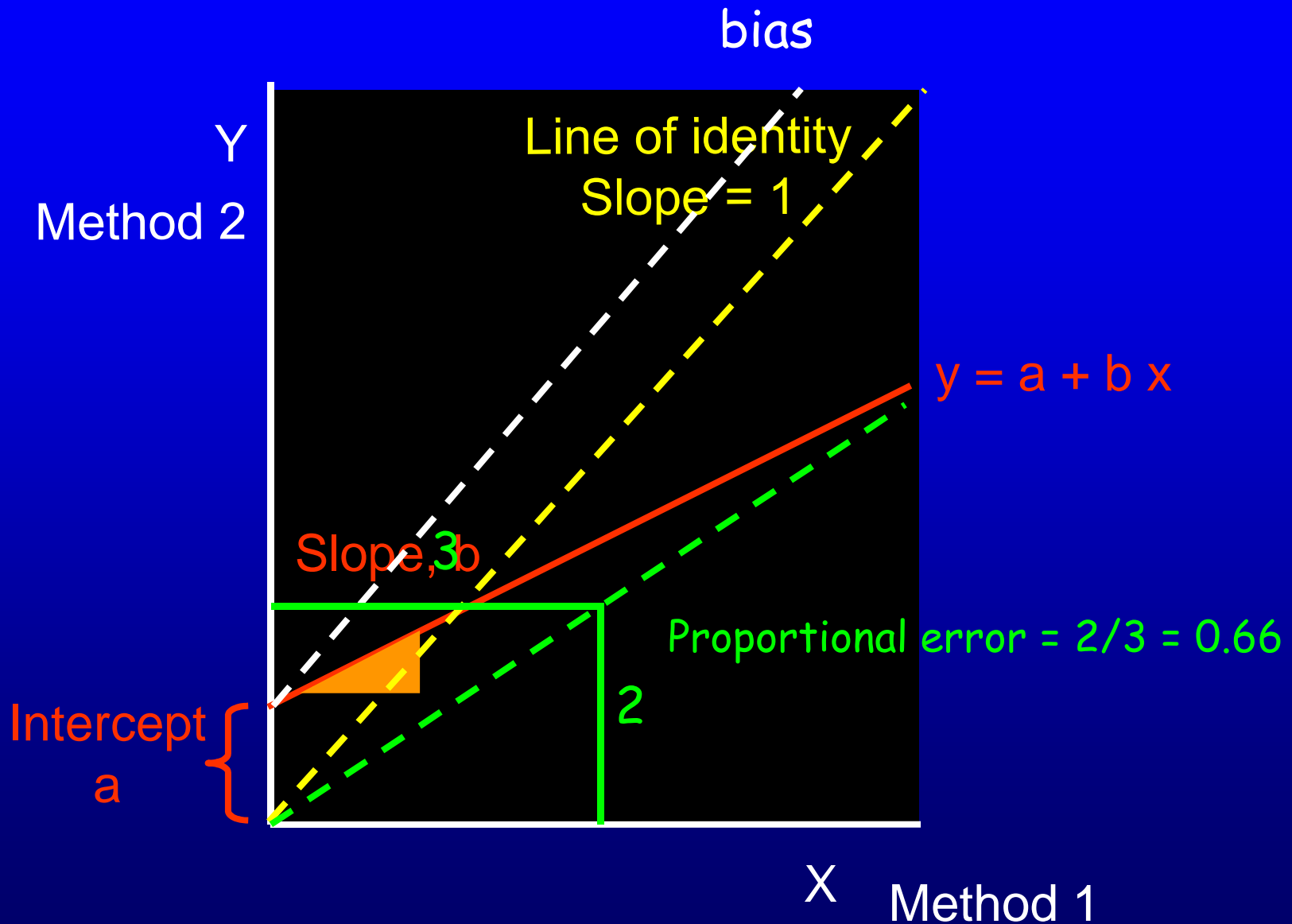
REGRESSION VERS LA MOYENNE

- Exemples:
 - La comparaison de deux méthodes de mesure: la pente sera inférieure à 1.
 - Essai clinique sur l'hypertension artérielle: mesure des changements au cours du temps. La régression vers la moyenne sera plus grande pour les patients avec la pression initiale la plus élevée.
 - Traitement pour réduire le taux de cholestérol. La moyenne des mesures répétées après traitement régresseront vers la moyenne. Pour détecter une vraie réduction du cholestérol de la simple régression vers la moyenne, un groupe contrôlé randomisé est nécessaire.

Pourquoi la régression linéaire n'est-elle pas adéquate pour mesurer l'agrément entre deux méthodes de mesure de la même variable?

- Du à l'effet de la régression vers la moyenne, on s'attend à ce que la pente de la droite soit inférieure à 1, même si les deux méthodes sont en agrément.
- La différence entre la pente observée et celle de la droite d'identité (pente = 1), n'est pas une mesure de l'erreur proportionnelle (agrément).
- La différence entre l'intercept observé et zéro n'est pas une mesure de l'erreur systématique (biais).

LINEAR REGRESSION



REMEDIAL MEASURES: NEW METHODS

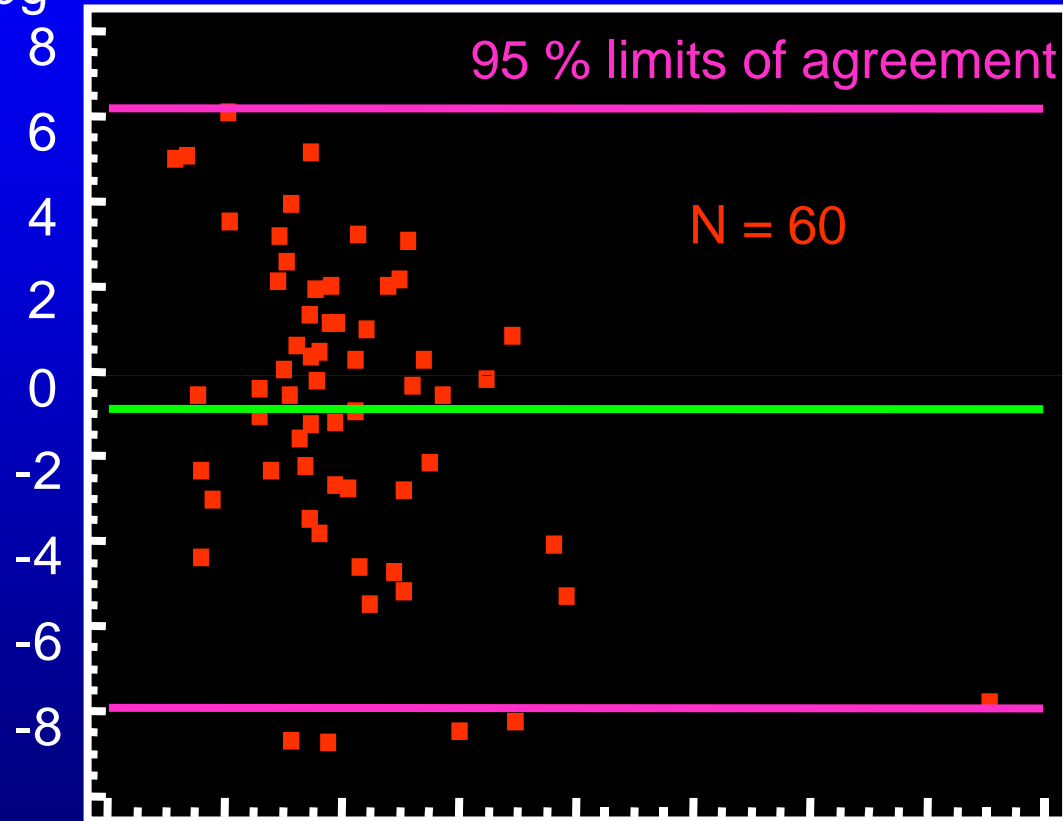
- Bland and Altman approach
(Lancet 1986;I:307-310
Lancet 1995;346:1085-1087
Int. J. Epidemiol. 1995;24:3(suppl.1):S7-S14
Stat. Methods Med Res 1999;8:135-160)
- Passing and Bablok approach
(J. Clin. Chem. Clin. Biochem 1983;21:709-720
1984;22:431-445
1988;26:783-790)

AGREEMENT AND BIAS BETWEEN TWO METHODS OF MEASUREMENT OF CBF

Bland JM, Altman DG, Lancet 1986; 1:307-310

CBF, ml/min.100g

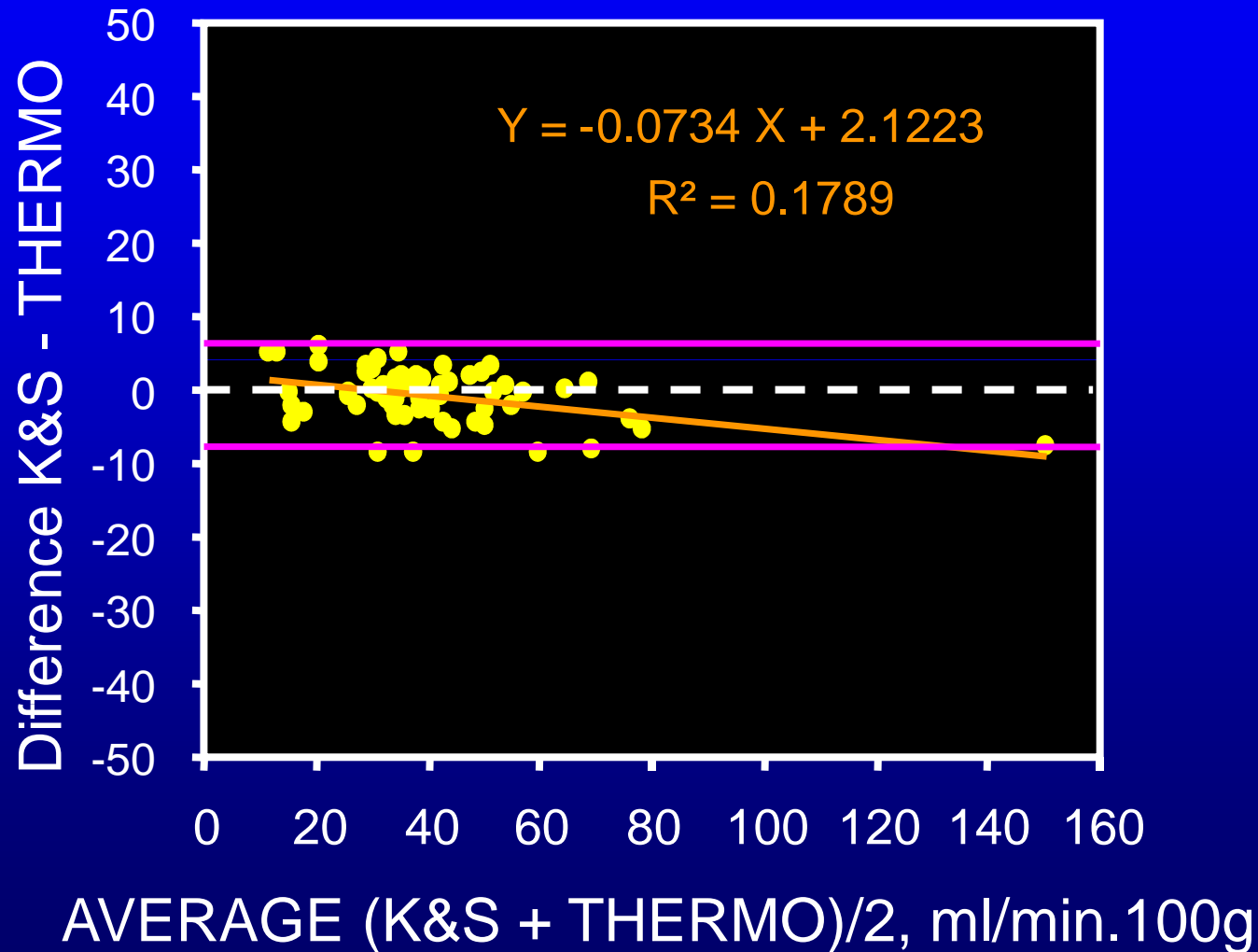
Difference K&S - THERMO



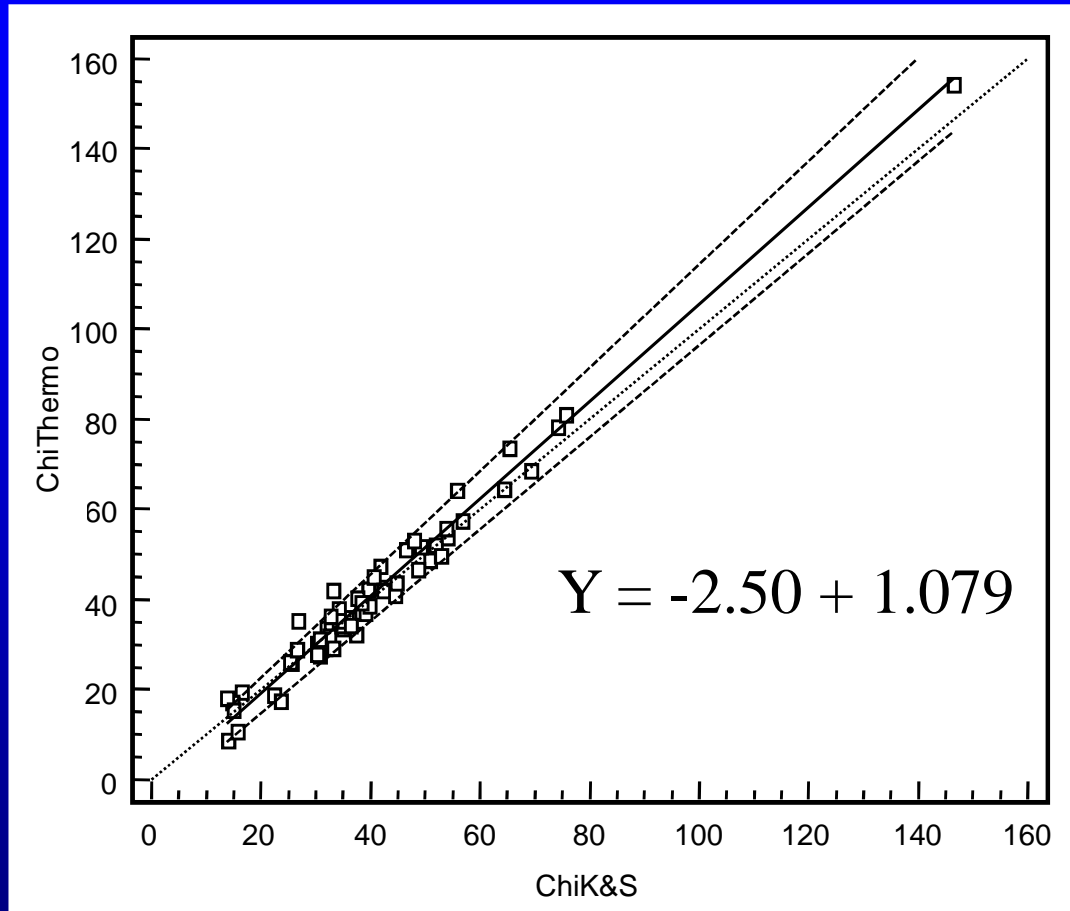
AVERAGE (K&S + THERMO)/2

Data from C Mélot et al. J. Cereb. Blood Flow Metabol 1996;16:1263-1270

AGREEMENT AND BIAS BETWEEN TWO METHODS OF MEASUREMENT OF CBF



Passing & Bablok regression



Linear regression
 $Y = -1.65 + 1.06 X$

95 % CI for the intercept: -5.55 to -0.2855
95 % CI for the slope: 1.0195 to 1.1453

Passing H, Bablok W, J Clin Chem Clin Biochem 1983;21:709-720

AGREEMENT BETWEEN TWO
OBSERVERS

TEST KAPPA

		Observateur 1			
		1	2	3	
Observateur 2	1	10	2	0	12
	2	4	8	2	14
	3	1	2	7	10
		15	12	9	36

$$\text{Concordance observée (Po)} = (10+8+7)/36 = 0.694$$

TEST KAPPA

		Observateur 1			
		1	2	3	
Observateur 2	1	$\frac{12 \times 15}{36} = 5.00$			12
	2		4.67		14
	3			2.50	10
		15	12	9	36

Concordance aléatoire (P_c) = $(5.00+4.67+2.50)/36 = 0.338$

Concordance maximale possible ($1-P_c$) = $1 - 0.338 = 0.662$

TEST KAPPA

Concordance aléatoire (P_c) = 0.338

Concordance réelle maximale ($1 - P_c$) = $1 - 0.338 = 0.662$

Concordance observée (P_o) = 0.694

Concordance réelle ($P_o - P_c$) = $0.694 - 0.338 = 0.356$

$$\text{Kappa} = \frac{P_o - P_c}{1 - P_c} = \frac{0.356}{0.662} = 0.538$$

Kappa: 1.00 à 0.81 excellente

0.80 à 0.61 bonne

0.60 à 0.41 moyenne

0.40 à 0.21 faible