

Analisi vettoriale di Bioimpedenza come valutazione diretta della composizione corporea

Giovedì 19 Maggio



Dott. Fabiano Merzari
merzarif@gmail.com

Analisi vettoriale

Sistema di analisi della composizione corporea basato sulla «lettura» delle misure elettriche dirette fatte con un Analizzatore di impedenza.

- È una **metodica di analisi della composizione corporea**;
- Se vogliamo semplificarla, è un sistema avanzato di **analisi statistica delle misure**;
- Essendo basata sulle misure è **strumento specifica**, in quanto sensori diversi misurano dati elettrici simili ma in maniera diversa (non esiste un sistema di taratura internazionale);
- La sua **validità dipende dalle pubblicazioni scientifiche** che ci permettono di leggere i dati e capire il significato.

Perché esiste l'Analisi vettoriale

Esiste per affiancare la metodica convenzionale e ovviare ai problemi e limiti intrinseci della metodica:

- Non disponiamo di veri riferimenti “in vivo”;
- Ciò che sappiamo è fondato su pochi cadaveri * (9 pz);
- Nessuno dei quali osservato ragionevolmente in stato di normo-idratazione;
- la FFM non è sempre normoidratata , quindi la costante utilizzata dalle formule di BC del 73% non è assolutamente certa;
- L'associazione ai co-predittori (peso, sesso altezza) limita la sensibilità e la specificità;

834

WANG ET AL

TABLE 1

Fat-free body mass (FFM) hydration (TBW:FFM) evaluated in 9 adult human cadavers¹

Sex	Age	Body mass	TBW	FFM	TBW:FFM	Cause of death	Reference and year
	y	kg	kg	kg			
M	46	53.8	29.7	43.3	0.686	Skull fracture	Forbes et al (4), 1953
M	60	73.5	37.2	53.0	0.702	Heart attack	Forbes and Lewis (5), 1956
M	25	71.8	44.4	61.1	0.726	Uremia	Widdowson et al (6), 1951
M	63	58.6	35.0	48.0	0.729	Esophageal cancer	Knight et al (7), 1986
F	59	25.9	13.3	18.2	0.731	Extreme cachexia	Knight et al (7), 1986
F	42	45.1	25.3	34.5	0.733	Drowning	Widdowson et al (6), 1951
M	48	62.0	43.9	59.3	0.740	Infectious endocarditis	Forbes and Lewis (5), 1956
M	35	70.6	47.9	61.7	0.776	Mitral insufficiency	Mitchell et al (8), 1945
F	67	43.4	32.0	39.6	0.808	Advanced malignancy	Moore (9), 1946
$\bar{x} \pm SD$	49 $\pm$ 14	50.1 $\pm$ 15.8	34.3 $\pm$ 10.8	46.6 $\pm$ 14.5	0.737 $\pm$ 0.036	—	—

¹TBW, total body water.

fat. The relative stability of FFM hydration between species led to the wide use of the in vivo method, that is,

$$\begin{aligned}\text{Fat} &= \text{body mass} - \text{FFM} \\ &= \text{body mass} - \text{TBW}/0.73\end{aligned}\quad (1)$$

TBW can be measured by $^3\text{H}_2\text{O}$, $^2\text{H}_2\text{O}$, or H_2^{18}O dilution (10). At present, no other body-composition measurement method is capable of providing fat estimates in mammals that range in body size from a few grams, such as the shrew, to several thousand kilograms, such as the elephant.

La tecnica BIA e il significato delle misure elettriche

Resistenza: parametro bioelettrico legato in maniera inversamente proporzionale alla quantità dei fluidi corporei presenti nell'organismo (più Acqua = meno resistenza);

Reattanza: parametro bioelettrico legato in maniera direttamente proporzionale alla densità di cellule nei tessuti (a parità di fluidi corporei - più cellule* = più reattanza*);

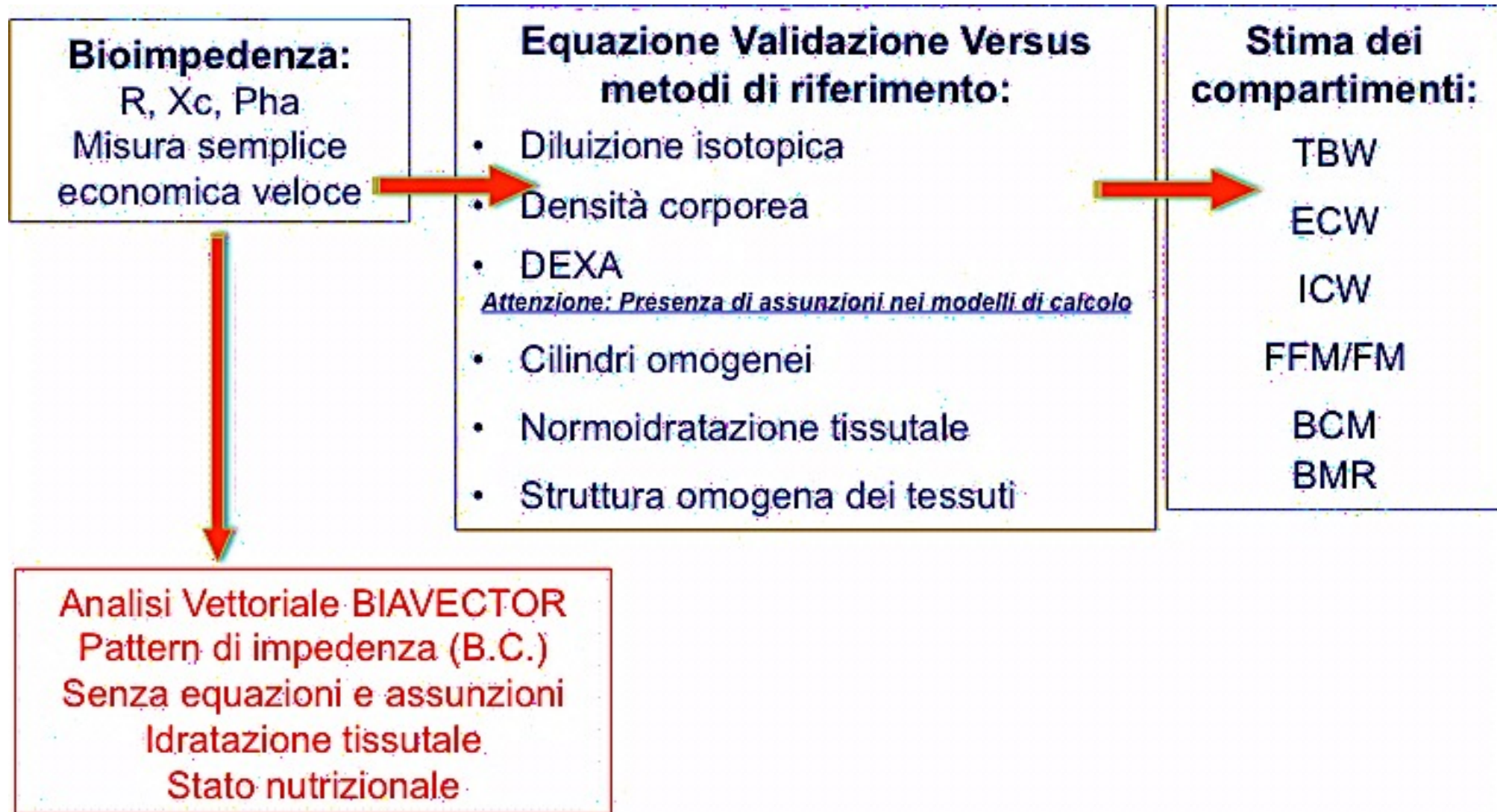
Angolo di Fase: l'Angolo di fase è il valore Bioelettrico che indica il rapporto tra Reattanza (X_c) e Resistenza (R_z), ovvero tra volumi intra ed extracellulari.

On-Line Bioelectric Impedance During Haemodialysis: Monitoring of Body Fluids and Cell Membrane Status

F. Scanferla, S. Landini, A. Fracasso, P. Morachiello, F. Righetto, P. P. Toffoletto
and G. Bazzato

Nephrology and Dialysis Department, Umberto I Hospital, Venice-Mestre, Italy

Come funziona l'analisi vettoriale?



Pregi e difetti della analisi vettoriale

DIFETTI

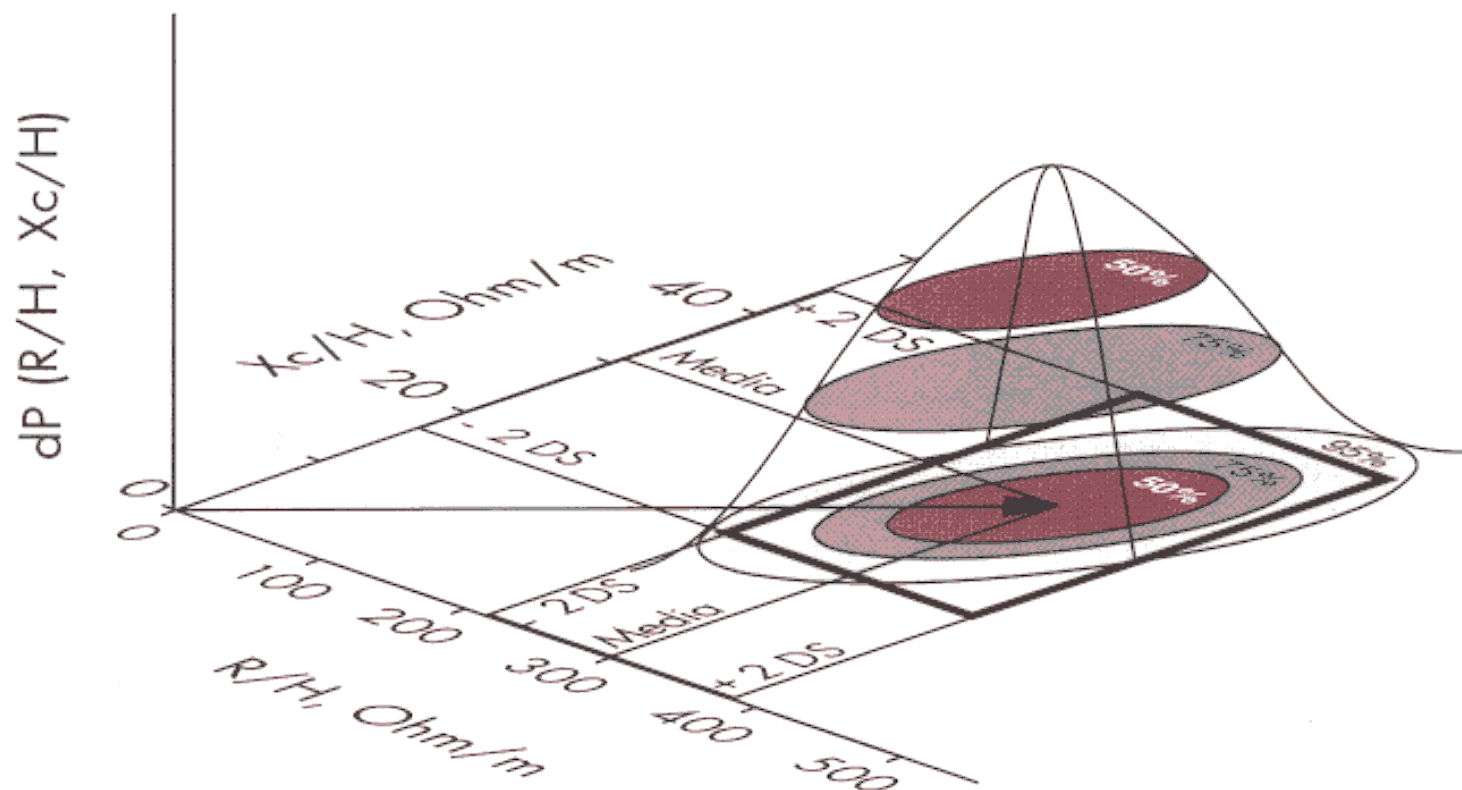
- Le curve percentile del grafico RXc sono strumento relative;
- Differenti strumenti , differenti misure , differenti distribuzioni;
- Le curve esprimono popolazioni studiate;
- Le curve sono età e sesso stratificate;

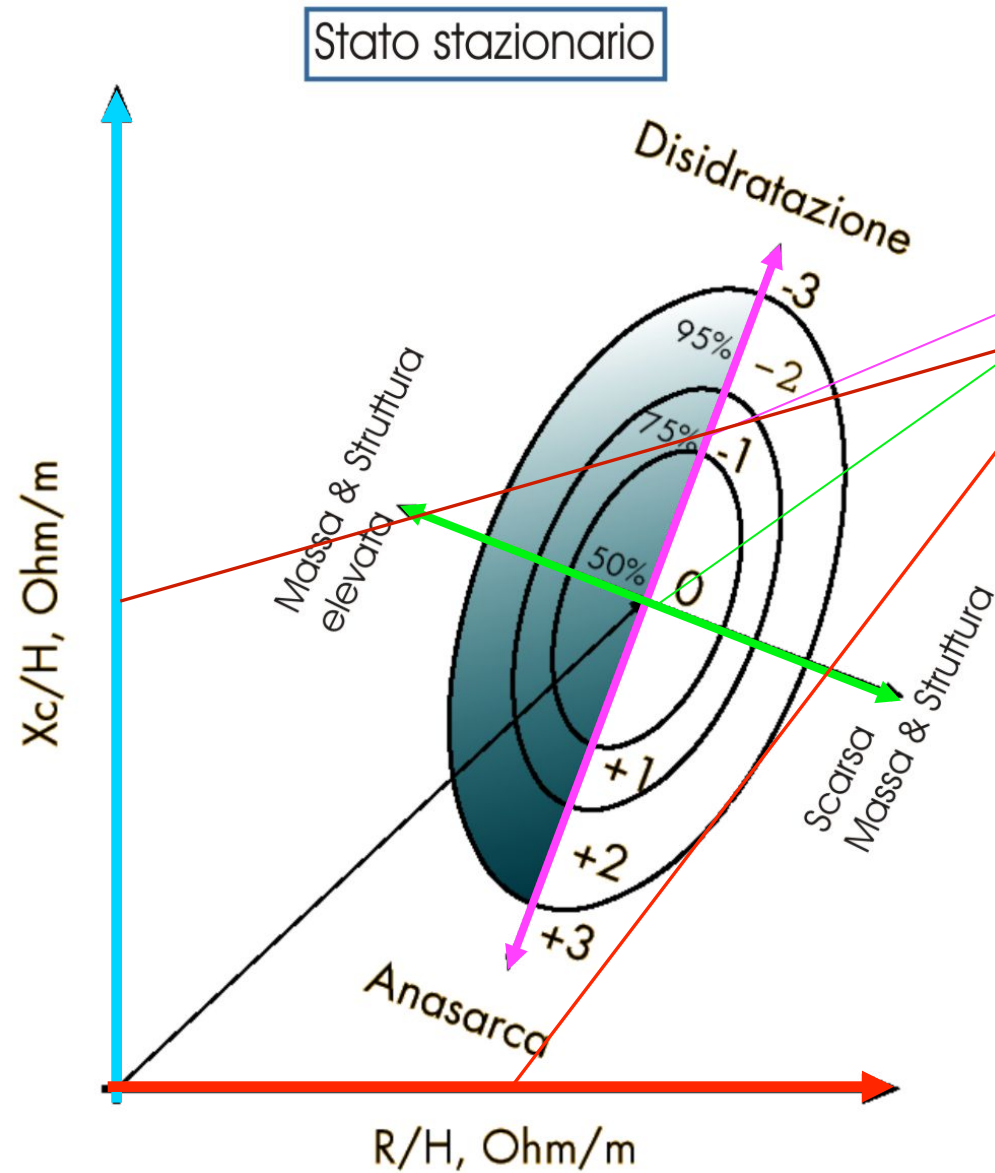
PREGI

- Non è legata ad equazioni e modelli teorici;
- Precisione e sensibilità dipendono dallo strumento utilizzato;
- Sensibile a piccole variazioni;

BiaVector

Il metodo denominato Grafo Resistenza-Reattanza (Grafo RXc) confronta il vettore misurato in un individuo con l'intervallo di riferimento della popolazione normale, di forma ellissoidale, espresso in percentili della distribuzione normale (gaussiana) bivariata





Asse che identifica le

Asse sul quale viene riportato il valore di Resistenza (R_z), misurato sul soggetto, normalizzato per l'altezza.

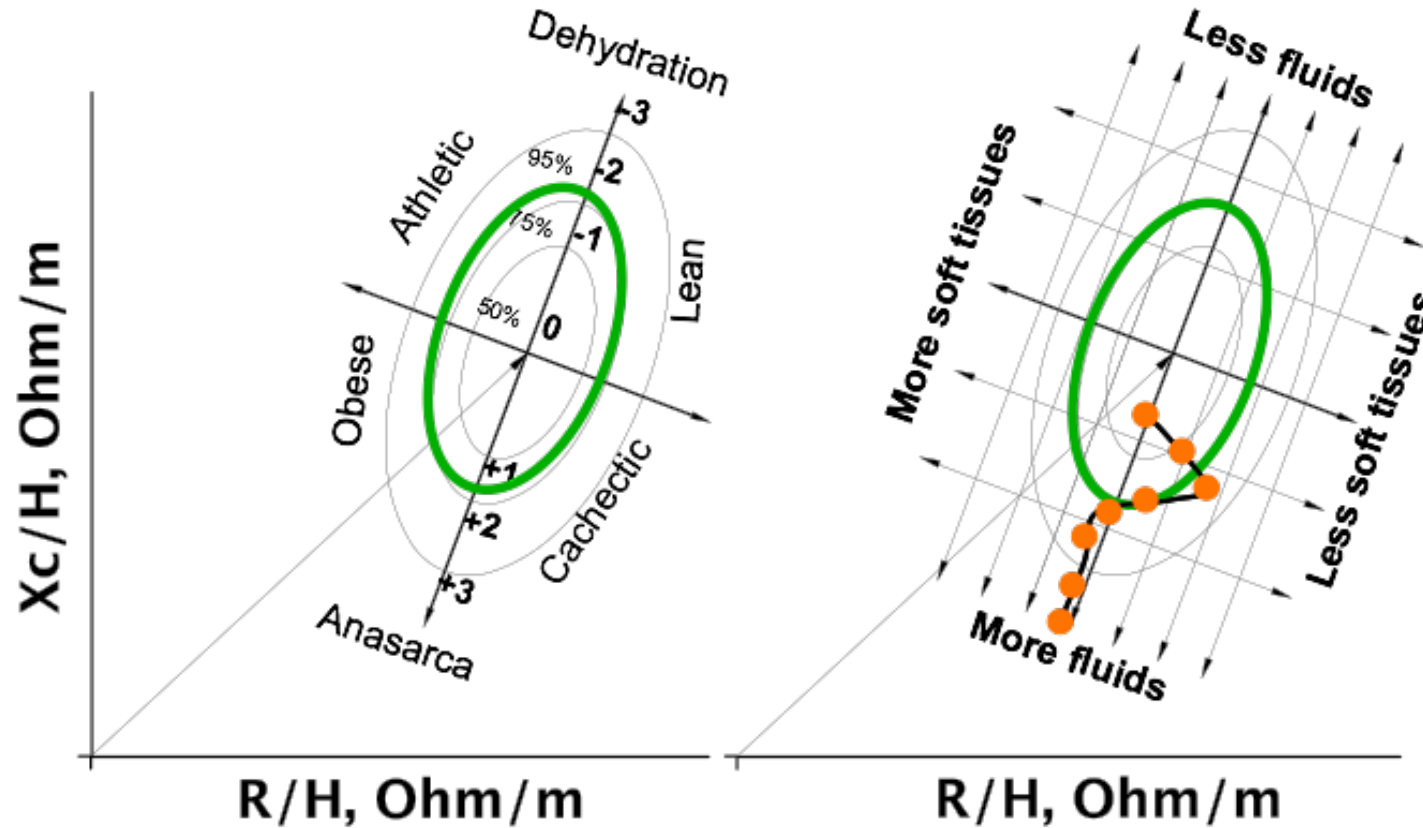
Il BiaVector



LA "BUSSOLA" DELLA
IDRATAZIONE E NUTRIZIONE

BiaVector ... la prima valutazione

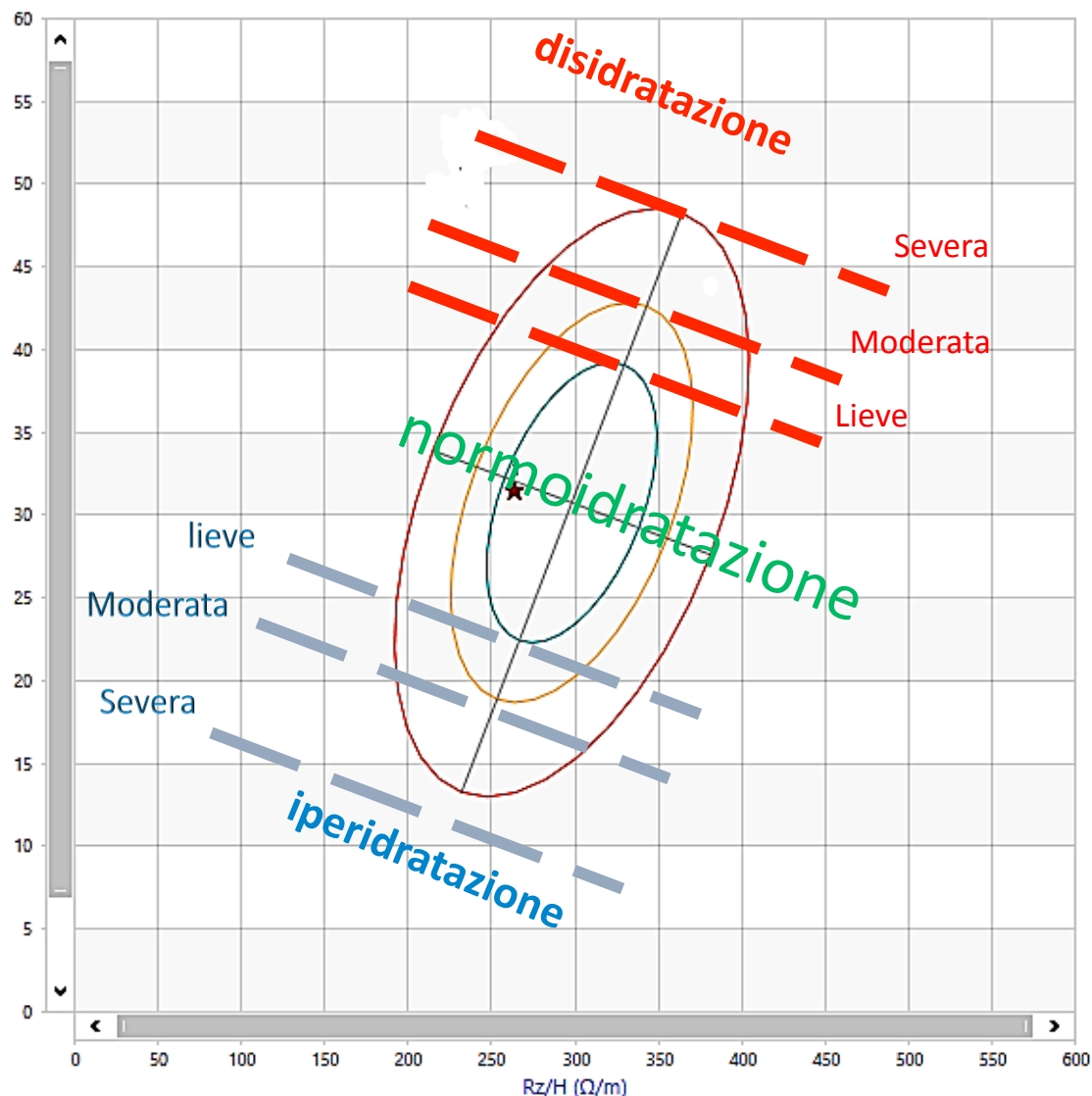
a chi
assomiglia
la tua BC ?



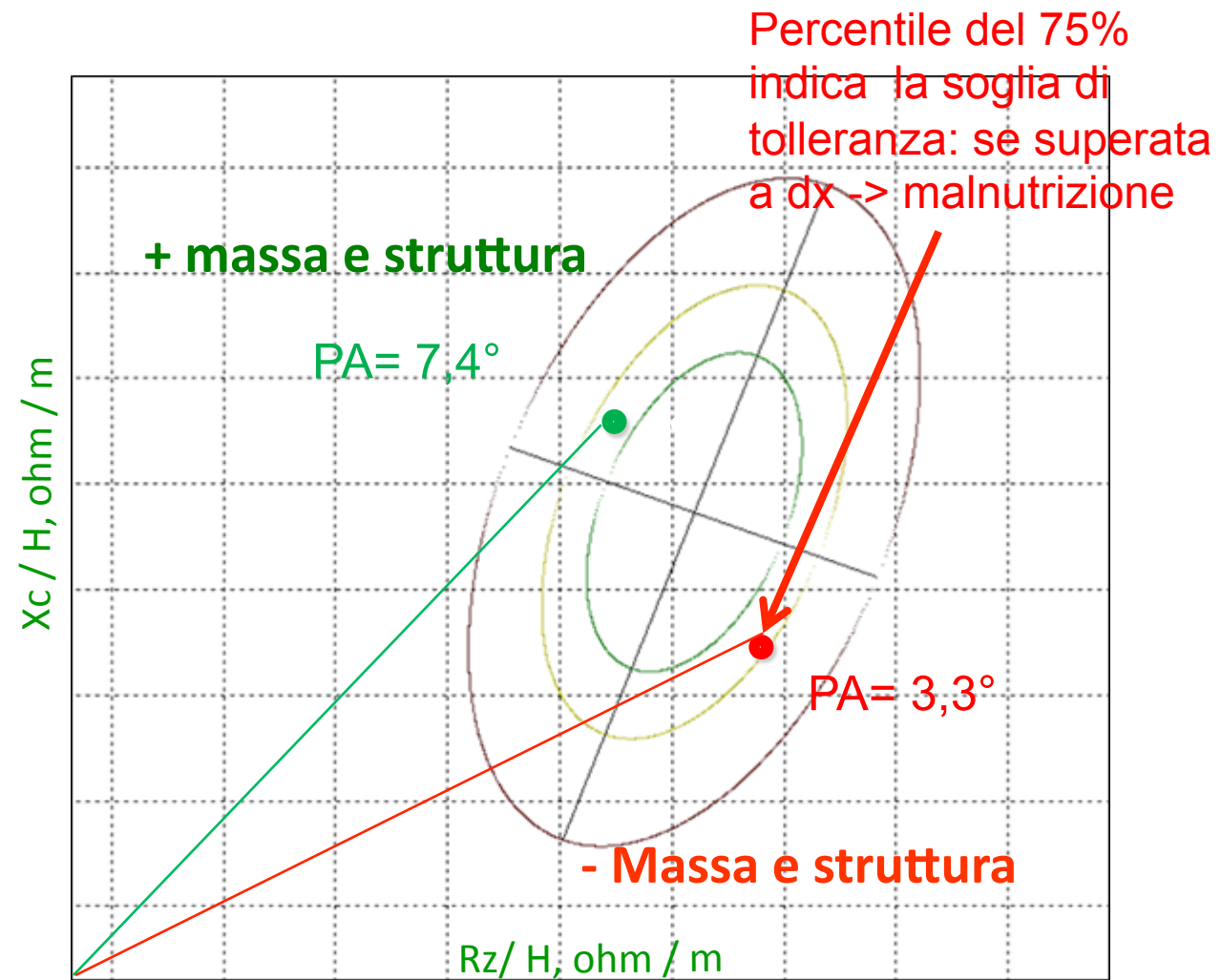
cosa cambia
con la terapia?

BiaVector ... come si legge?

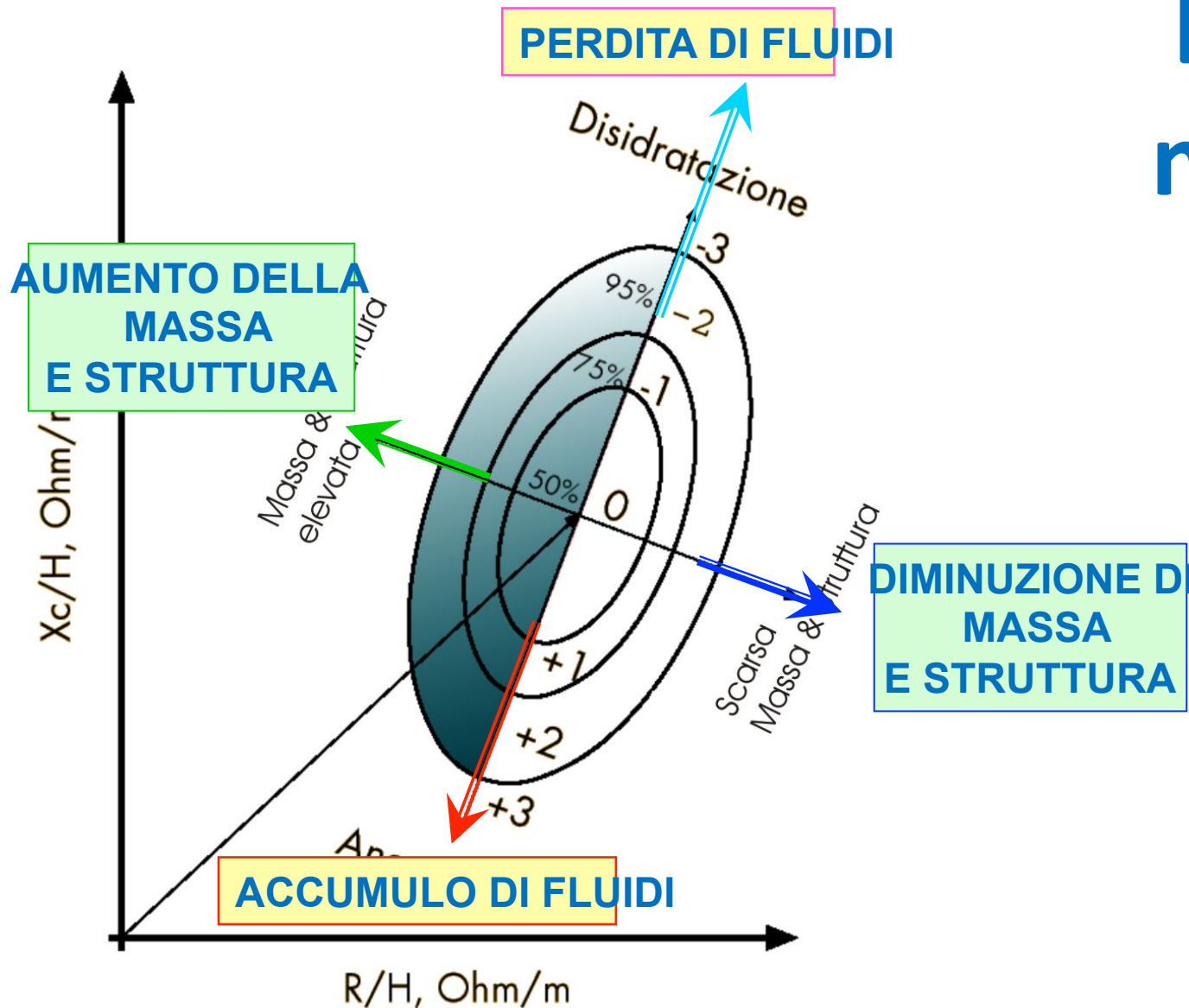
IDRATAZIONE



STATO NUTRIZIONALE



BiaVector ... il monitoraggio?



BiaVector



LA "BUSSOLA" DELLA
IDRATAZIONE E NUTRIZIONE

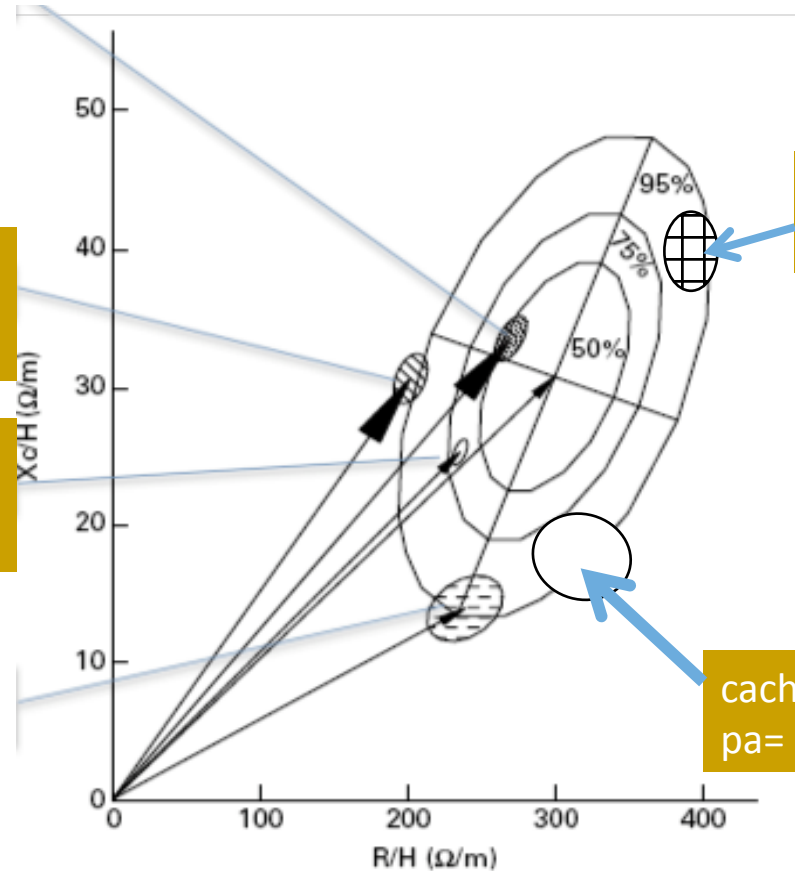
BiaVector ... analisi delle popolazioni

Controlli sani normopeso
BMI = 20-25
 $Pa = 6,5^\circ$

Body builders e rugby elite, weightlifters,
BMI = 25-30
 $Pa = 8^\circ - 9^\circ$

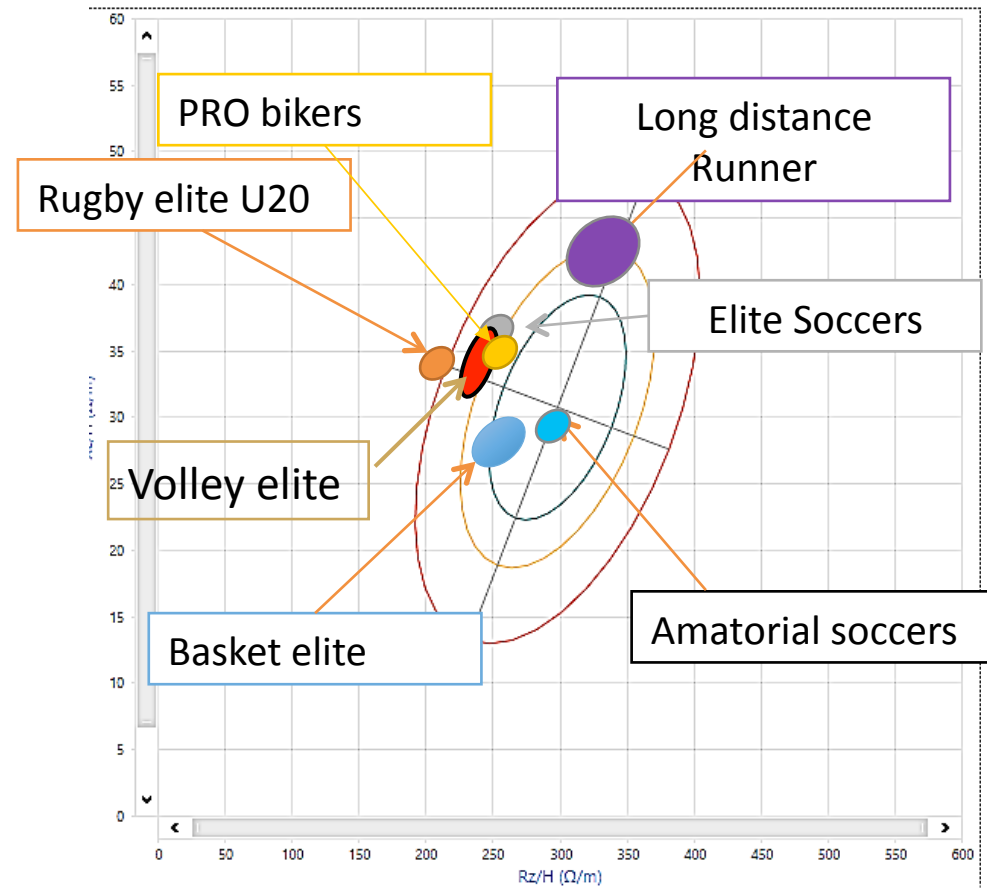
Pazienti obesi
BMI=32-67
 $Pa = 6,5^\circ - 7^\circ$

Pazienti con sindrome nefrosica
edematosi
 $Pa = 3,2^\circ$



Adapted from British Journal of nutrition (2007). 97, 182-192 A. Piccoli et al.

BiaVector ... analisi delle popolazioni

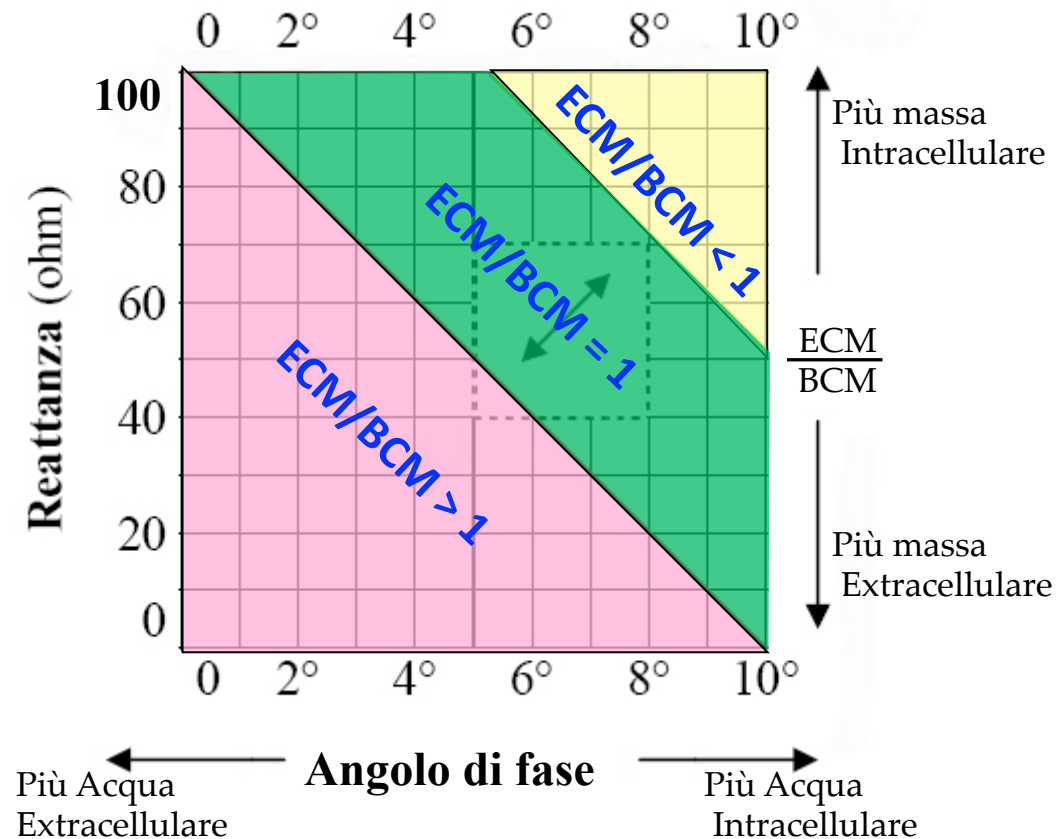


Koury, J. C., A. G. Torres, and N. MF Trugo. "Phase Angle and Body Impedance Vectors in Adolescent and Adult Male Athletes." *International journal of sports physiology and performance* (2014).

BIVA ... Biagram pochi lo conoscono ma può essere molto utile

BIAGRAM

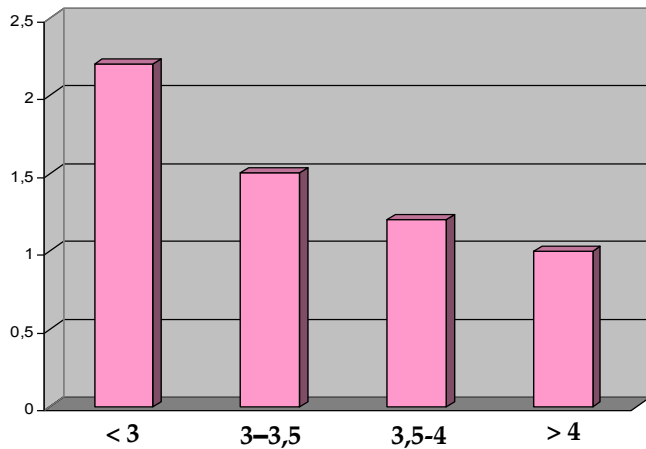
(1995) A. Talluri ,G.Maggia The Intern. Jour. of Artif. Organs 1995- Vol 18 n. 11 pp 687/692



BIVA ... l'Angolo di Fase

L'Angolo di Fase è un metodo lineare per misurare la relazione esistente fra Resistenza e Reattanza di circuiti seriali o paralleli; il corpo umano essendo un circuito permette di ricavare questo importante indice.

L'Angolo di Fase è un valore di estrema importanza per valutare, non solo il rapporto tra gli spazi intra ed extra-cellulari, ma anche, la qualità cellulare. Tale parametro viene spesso indicato come “**Indice di mortalità**” in quanto alcuni studi hanno evidenziato la correlazione che esiste, ad esempio, tra il valore dell'angolo di fase misurato e il **rischio di mortalità (R.R.)** nei soggetti in emodialisi, **l'angolo di fase basso rappresenta un evidente fattore di rischio di mortalità raggiungendo un raddoppio dell'RR se scende sotto il 3.**



La figura rappresenta il rischio relativo di morte (RR) rispetto alla variazione dell'angolo di fase

- Phase Angle From Bioelectrical Impedance Analysis: Population Reference Values by Age, Sex, and Body Mass Index

Journal of Parenteral and Enteral Nutrition, Vol. 30, No. 4, 309-316 (2006)

- Bioelectrical impedance phase angle as a nutritional indicator in advanced breast cancer

Journal of Clinical Oncology, 2005 ASCO Annual Meeting Proceedings. Vol 23

- Relationship between segmental and whole-body phase angle in peritoneal dialysis patients

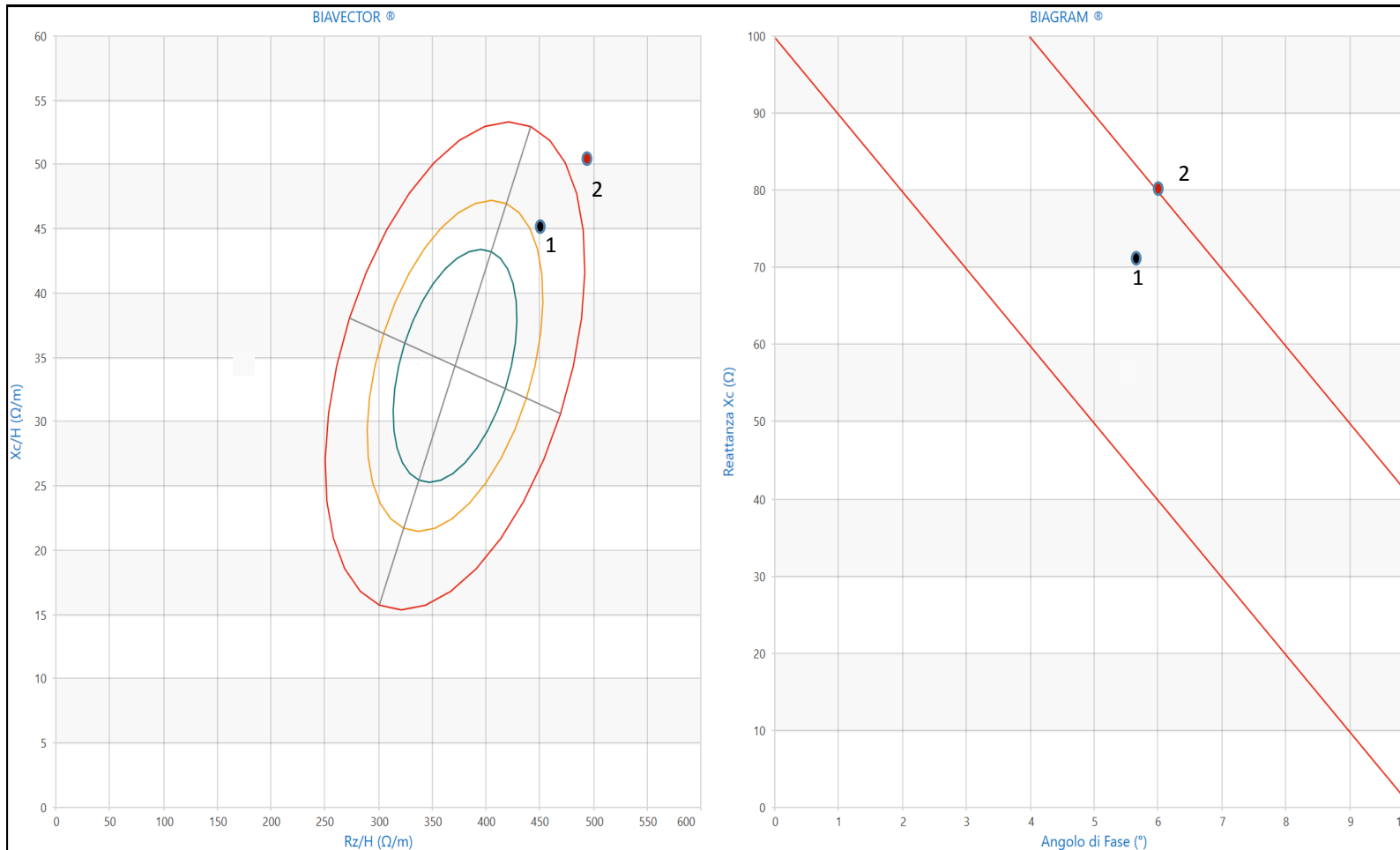
L Nescolarde et al 2008 Physiol. Meas. 29 N49-N57

NON GENERALIZZARE MA CONTESTUALIZZARE

I CASI PRATICI ...



Caso 1



SOGGETTO

Sesso: Femmina

Età: 23 Anni

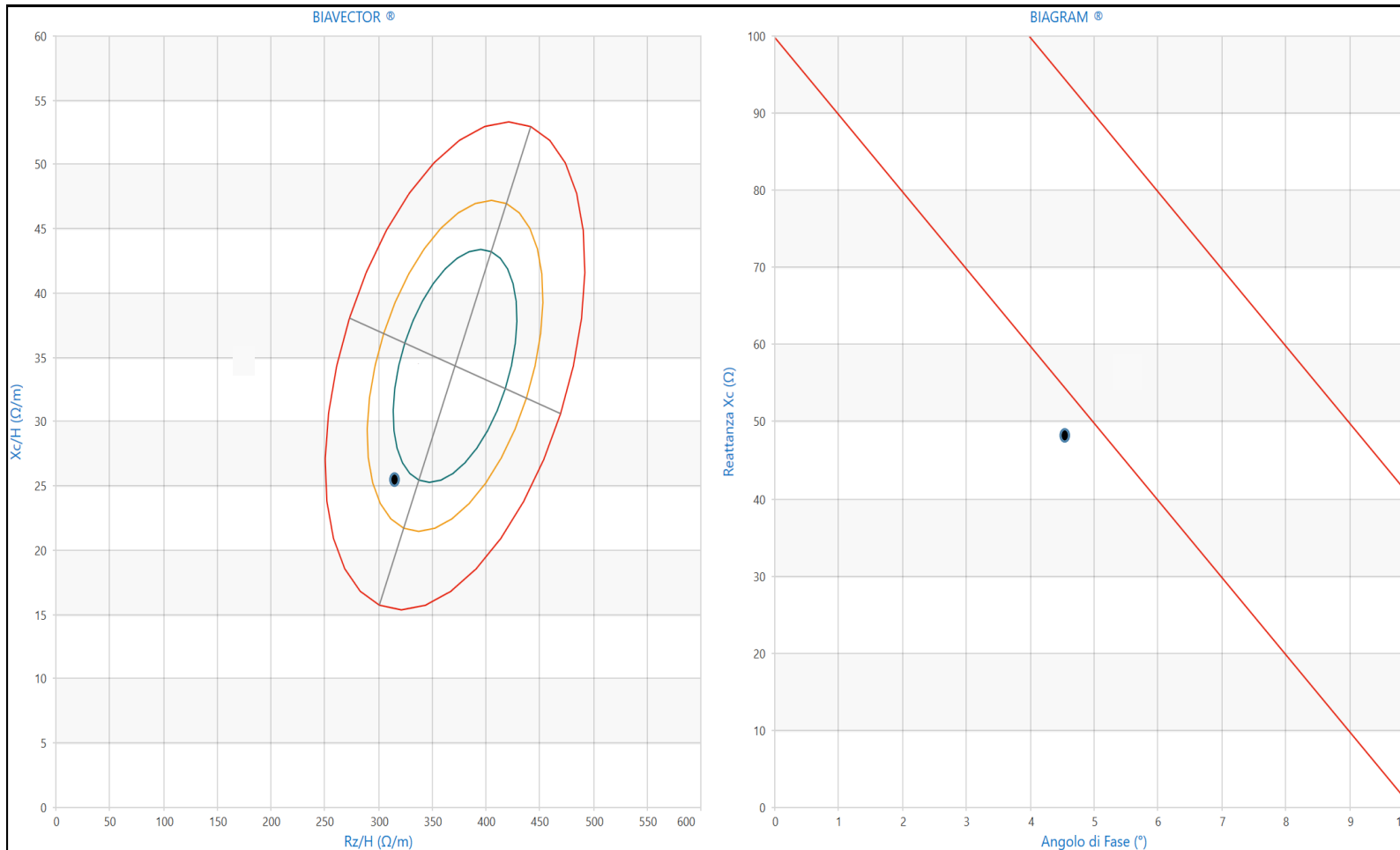
Altezza: 159 cm

Peso iniziale: 47,8 Kg

Peso finale: 47,0 Kg

Il vettore di impedenza è lungo si ma ha poca Bcm e poca ecm quindi è un tessuto normoidratato . Il biagram in questo caso aiuta.
Il secondo esame presenta disidratazione

Caso 2



SOGGETTO

Sesso: Femmina

Età: 50 Anni

PhA: 4,8

La domanda:

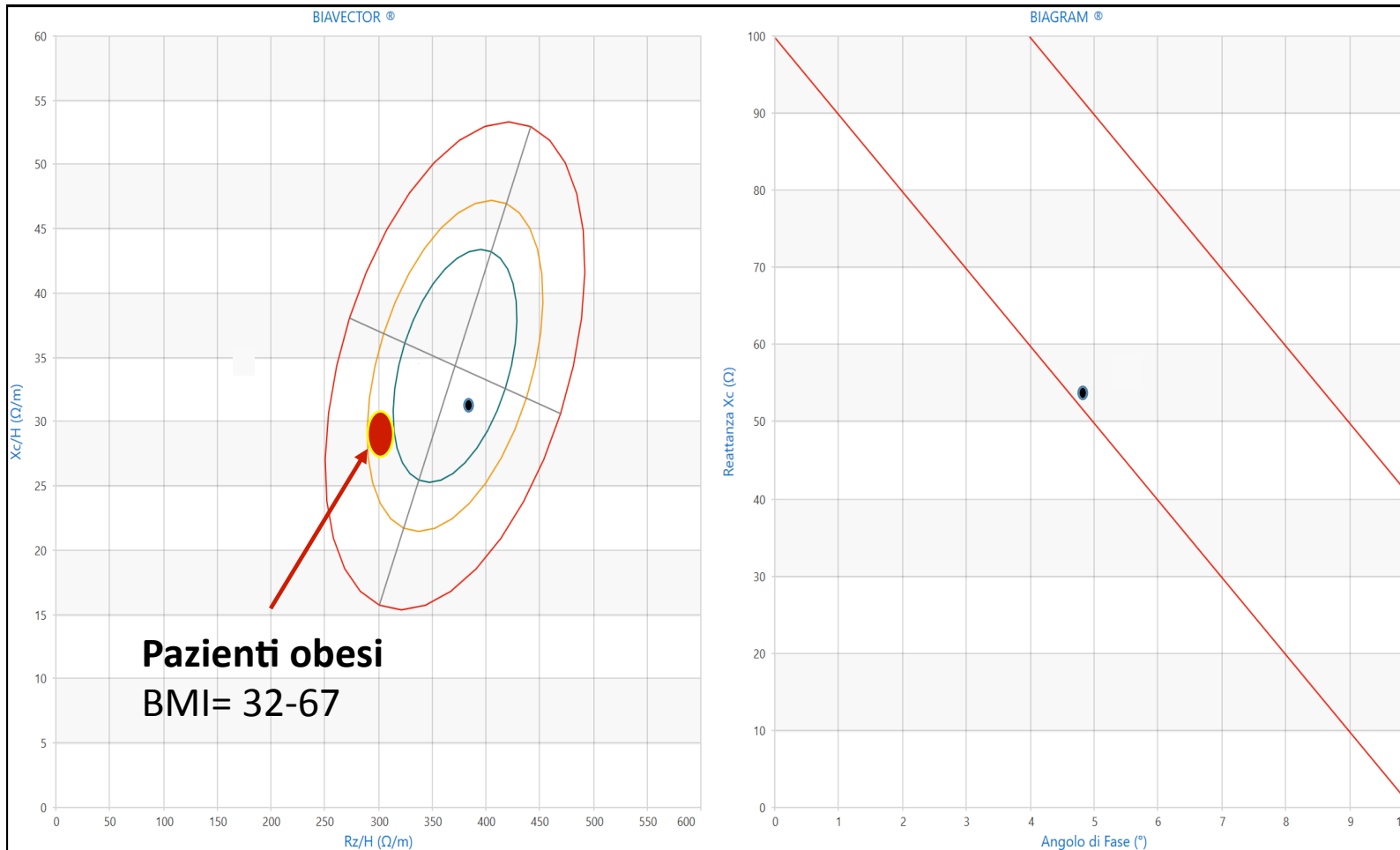
come mai secondo voi
angolo di fase così basso? e
tanta ritenzione, giusto?

PA ... contestualizzare

La risposta:

Il puntino è in basso e indica
un sovraccarico di fluidi,
situazione da valutare.

Caso 3



SOGGETTO

Sesso: Femmina

Età: 50 Anni

Altezza: 169 cm

Peso: 91 Kg

BMI: 31,9

PhA: 4,7

Va controllato
nel tempo per
capire le
variazioni

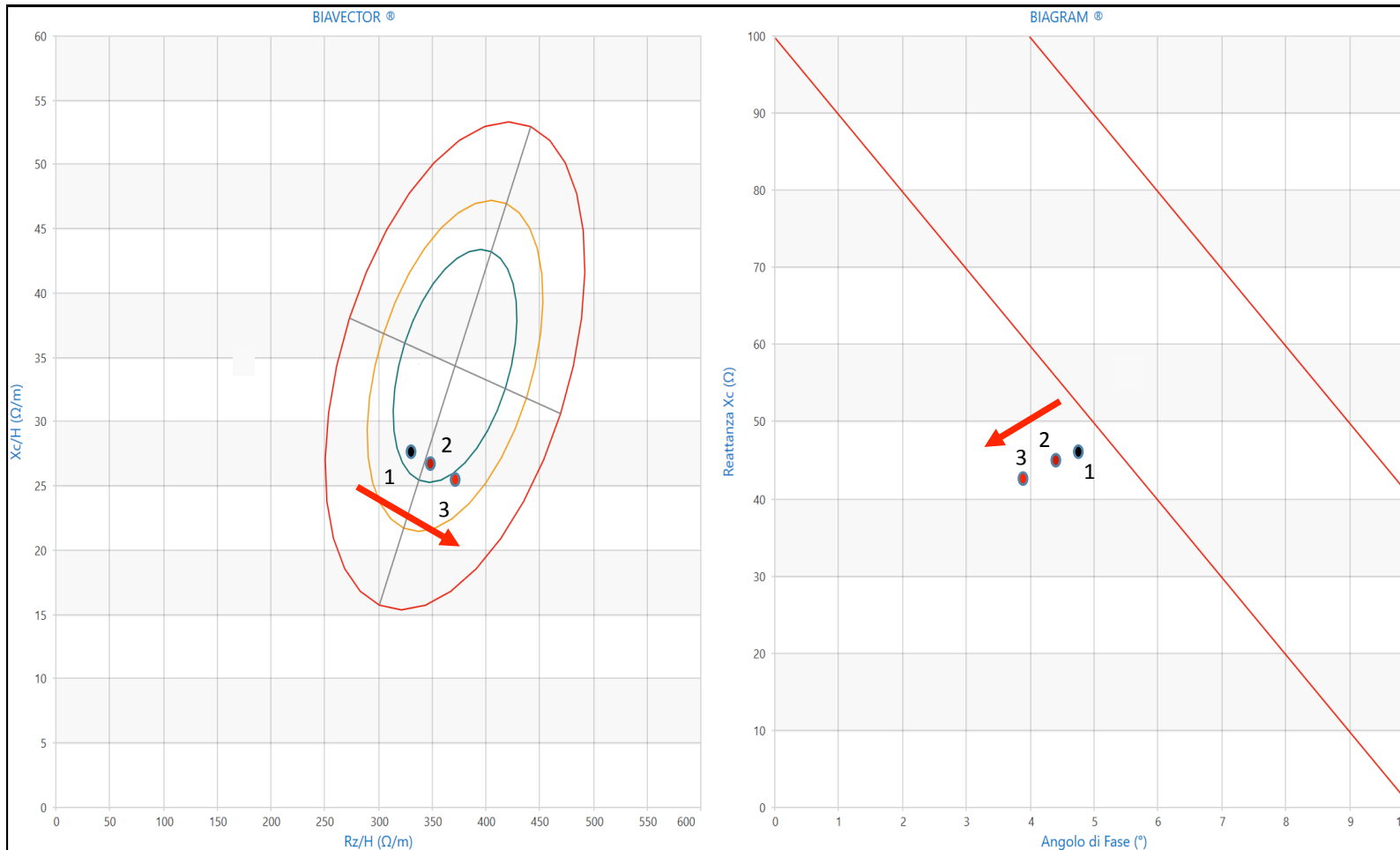
La domanda:

Come stà?

La risposta:

È un soggetto obeso (BMI 31,9) con una massa e struttura inferiore rispetto alla sua popolazione di riferimento.

Caso 4



SOGGETTO

Sesso: Femmina

Età: 64 Anni

Altezza: 162 cm

Peso: 65 Kg

Misura 1 : PhA: 4,8

Misura 2 : PhA: 4,5 (dopo 2 mesi)

Misura 3 : PhA: 3,9 (dopo 2 mesi)

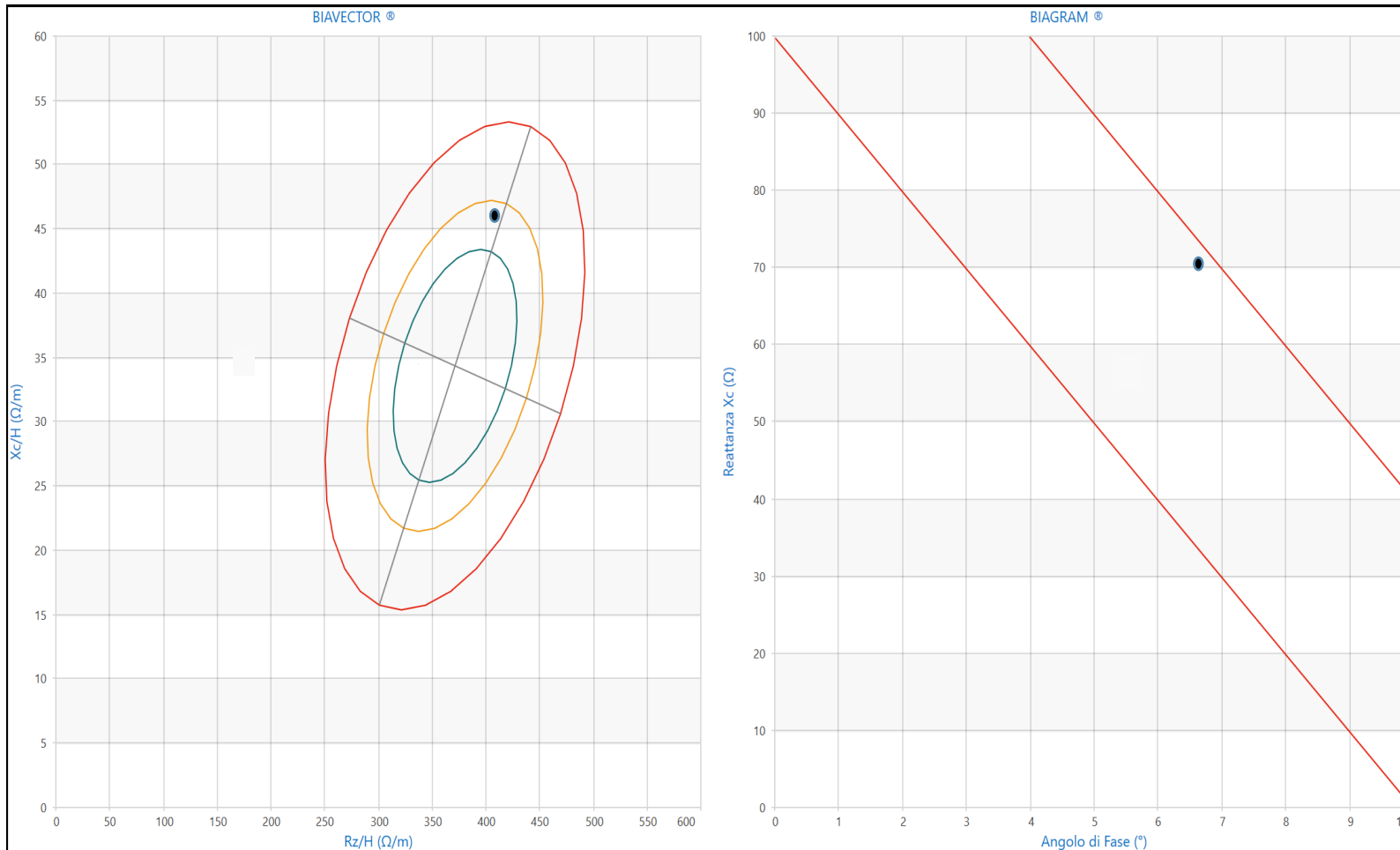
La domanda:

Come stà all'inizio?

La risposta:

Bene (Rapporto ECM/BCM da monitorare), compatibilmente con età, stile di vita e stato di salute generale.

Caso 5



SOGGETTO

Sesso: Femmina

Età: 25 Anni

Altezza: 154 cm

Peso: 59,4 Kg

BMI= 25

- percorso da 2 mesi
- questo mese ha perso 5 chili

La domanda:

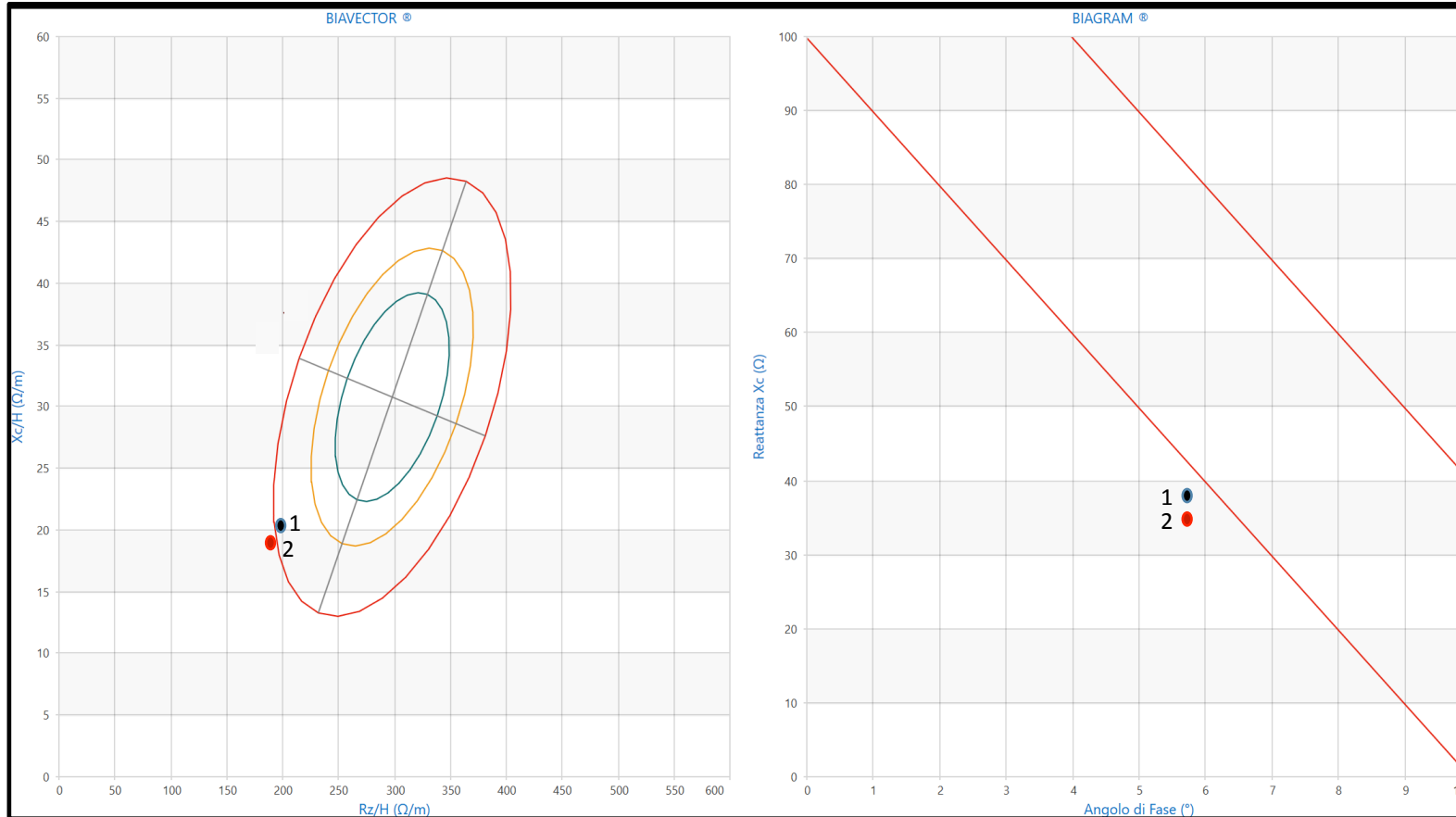
Come stà adesso, posso valutare l'andamento del protocollo?

La risposta:

Posso fare una valutazione della situazione attuale, ma non so come era prima ... questo è il mio punto zero.

(No disidratazione – massa e struttura nella media)

Caso 6



SOGGETTO

Sesso: Maschio

Tra primo e secondo esame - 8 Kg

La domanda:

Perdita di peso a cosa è legata?

La risposta:

Prevalentemente al grasso corporeo, poi vado a vedere le stime numeriche e quantifico i cambiamenti (FM= - 7,3 Kg e FFM= -0,7 Kg ... come sappiamo le stime hanno un errore ma su queste variazioni possono essere prese in considerazione)

Caso 7

SOGGETTO

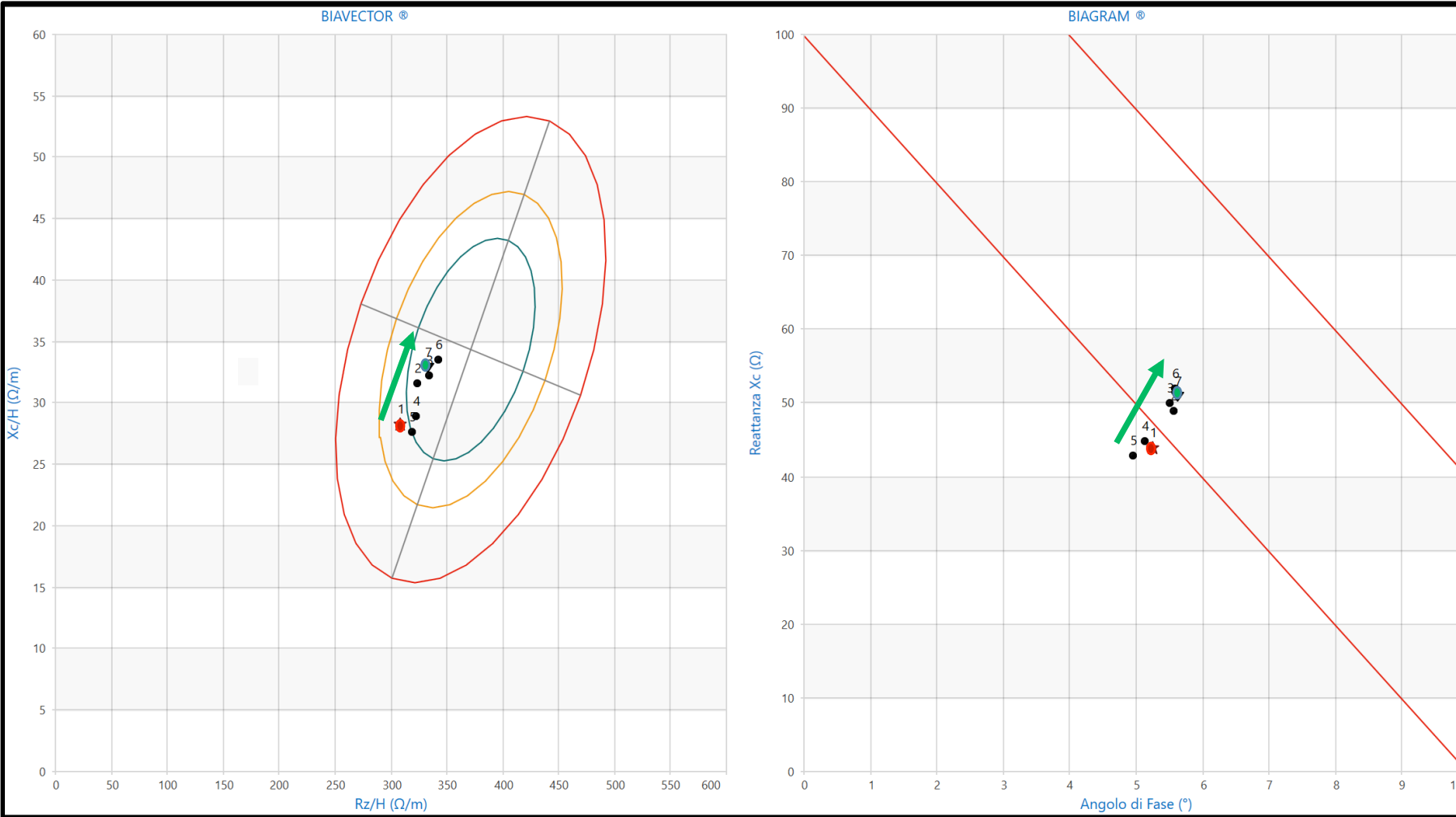
Sesso: Donna
Protocollo di 6 mesi

Età: 66
Altezza: 155 cm

Peso iniziale: 72,1 Kg (BMI= 30)
Peso finale: 61 Kg (BMI= 25,4)

La domanda:
Perdita di peso a cosa è legata?

La risposta:
Prevalentemente al grasso corporeo e fluidi (Pochi).
Peso = -11,1 Kg;
FM= - 8,6 Kg
FFM= - 2,5 Kg



Caso 8

Monitoraggio completo

Monitoraggio di un protocollo di 2 mesi

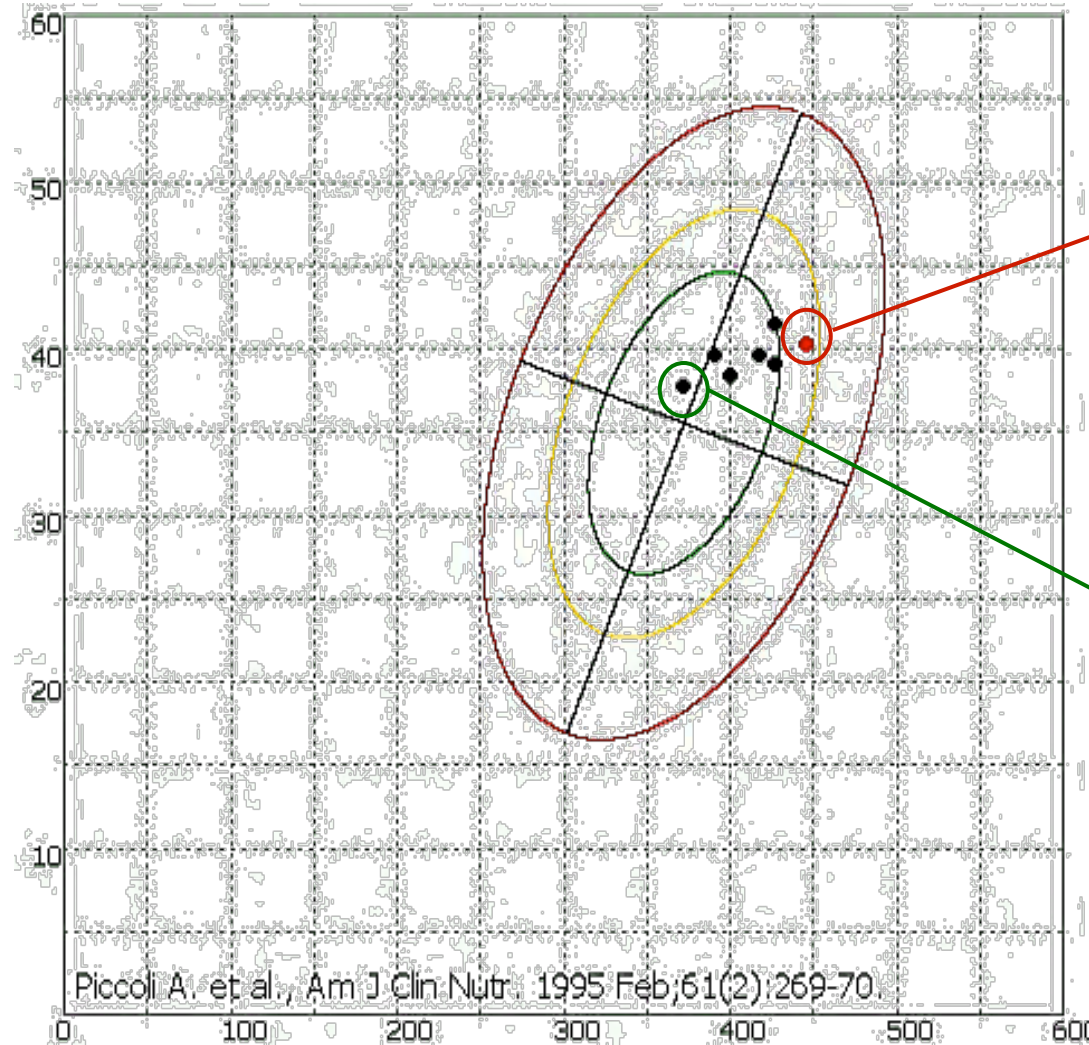
- Età : 54 anni
- BMI = 19,1
- Peso iniziale = 49,5 Kg
- Peso finale = 50,7 Kg

SITUAZIONE MOTORIA:

3 sedute settimanali di attività fisica lieve.

SITUAZIONE NUTRIZIONALE:

alimentazione normocalorica + 20% PRO.



1° test:

- peso 49,5 kg
- **FM: 33 %**

7° test:

- peso 50,7 kg
- **FM: 23 %**
- **Peso: +1,2 Kg**
- **MM: + 6 Kg**

Caso 9 – Gravidanza fisiologica

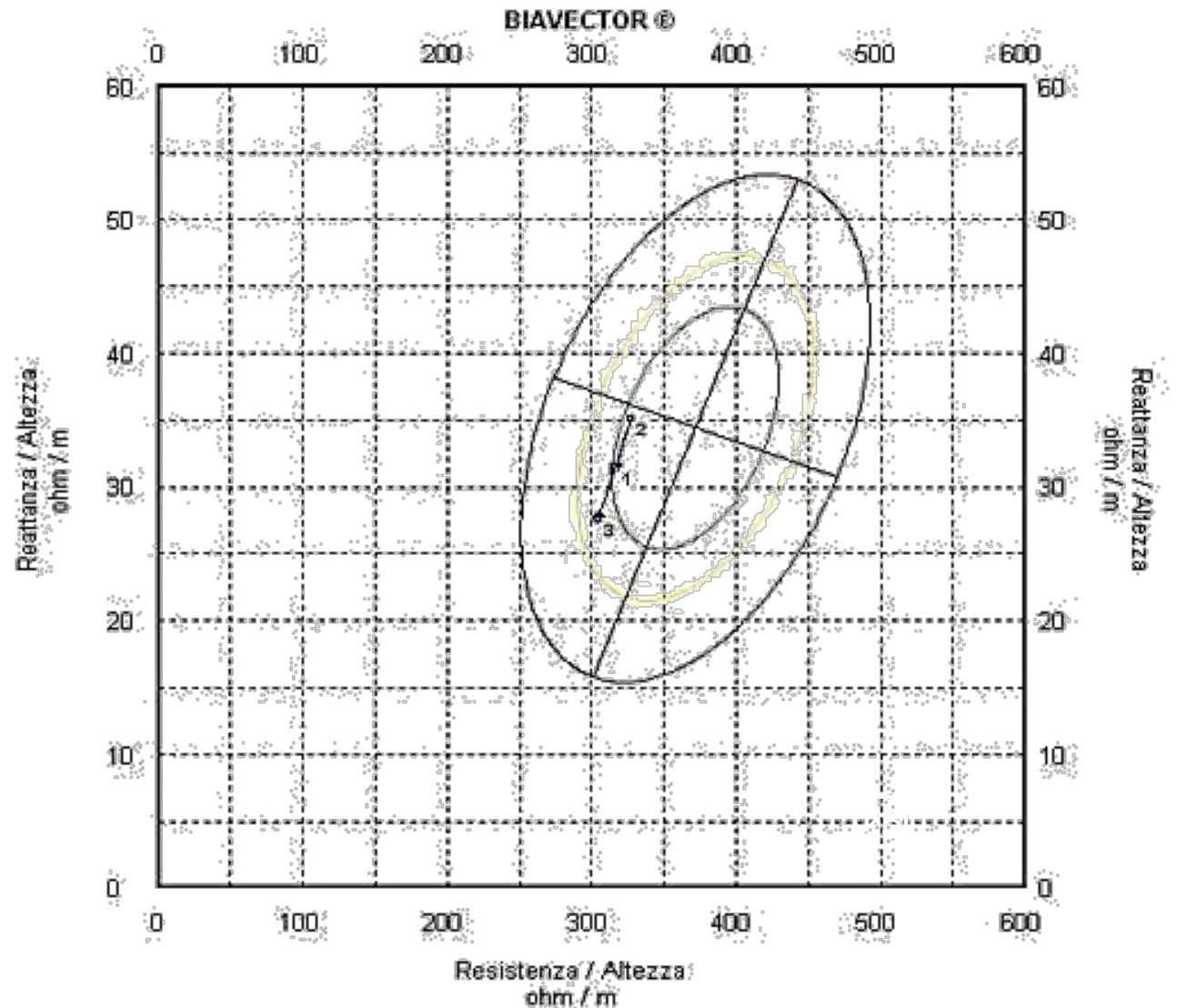
Soggetto: Gestante monitorata al I° II° III° trimestre di gravidanza

Età : 32 anni

Ht: 159 cm

peso iniziale: 64 Kg - BMI: 25

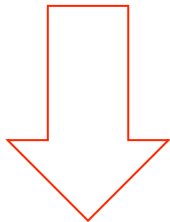
esami	1°	2°	3°
Peso	65	68	72.5
Rz	503	520	484
Xc	50	56	44
Pa	5.7	6.1	5.2



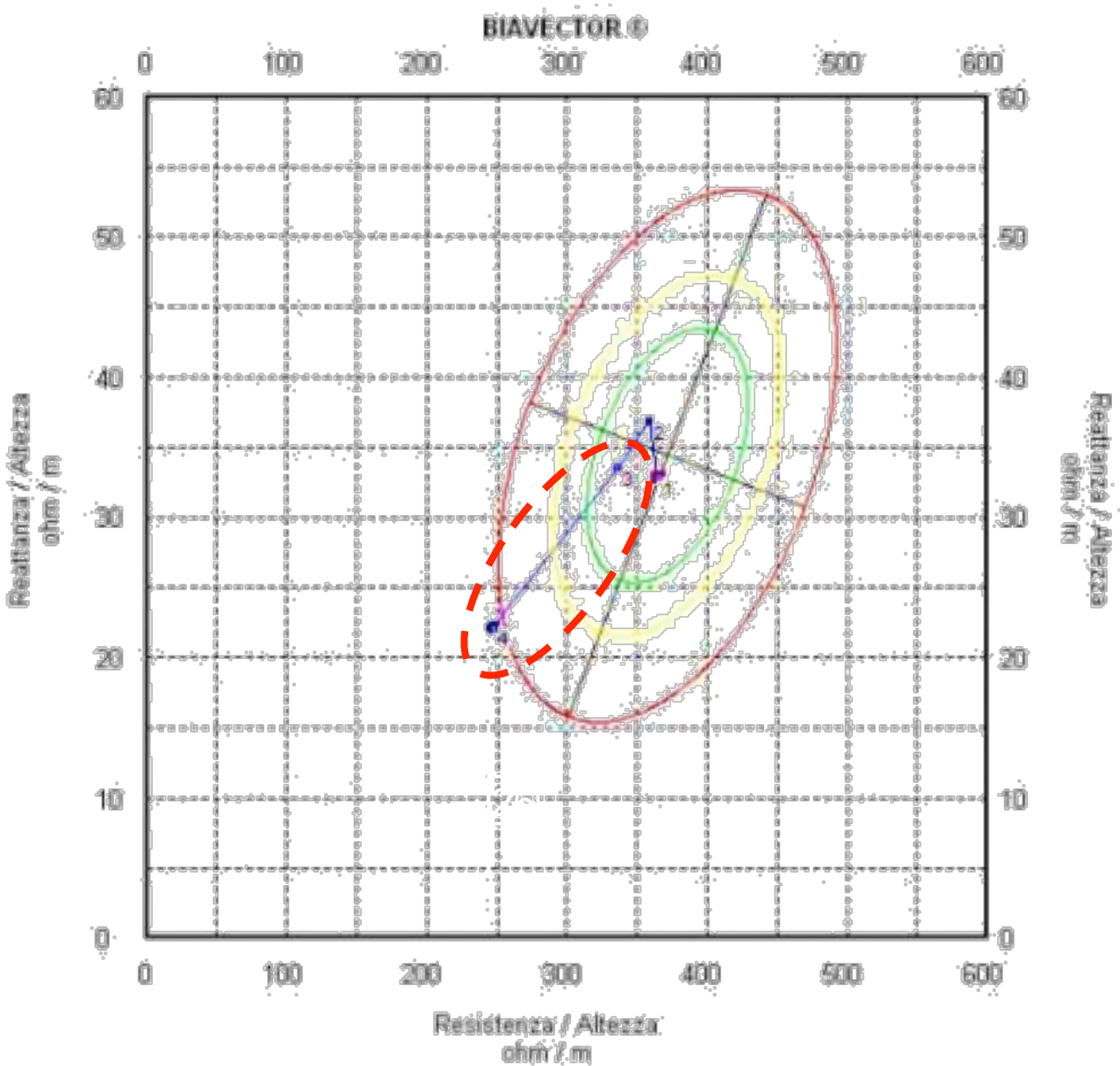
Caso 10 – Gravidanza patologica

Gestosi gravidica monitorata al I° II° III° trimestre di gravidanza

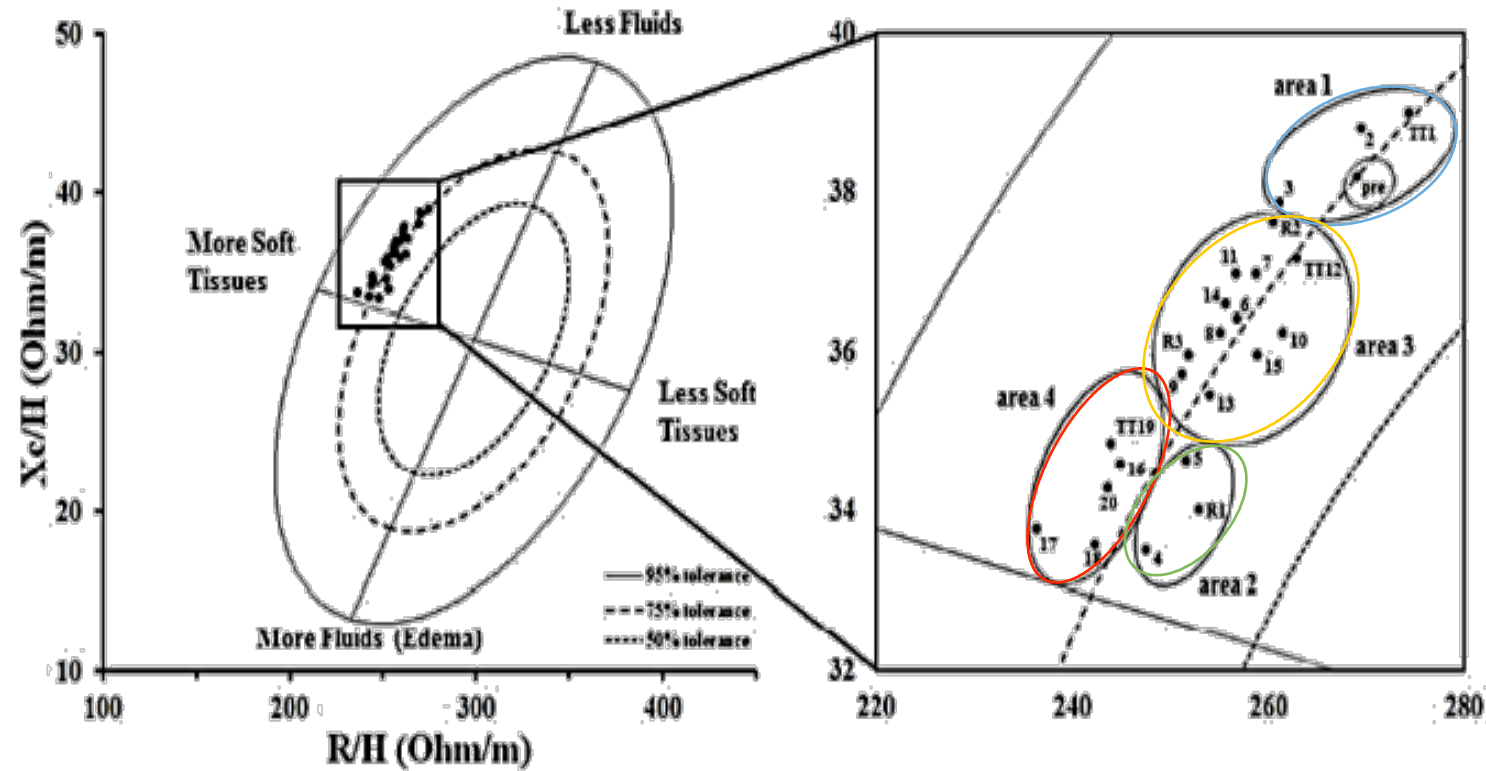
esami	1°	2°	3°	4°	3° Vs 4°
Peso	46,5	51	54	58,5	+ 4,5 Kg
Rz	544	535	501	368	- 30%
Xc	49	55	50	33	- 40%
Pa	<u>5,1</u>	5,9	5,7	<u>5,1</u>	+ 10%



TBW = + 4 lt



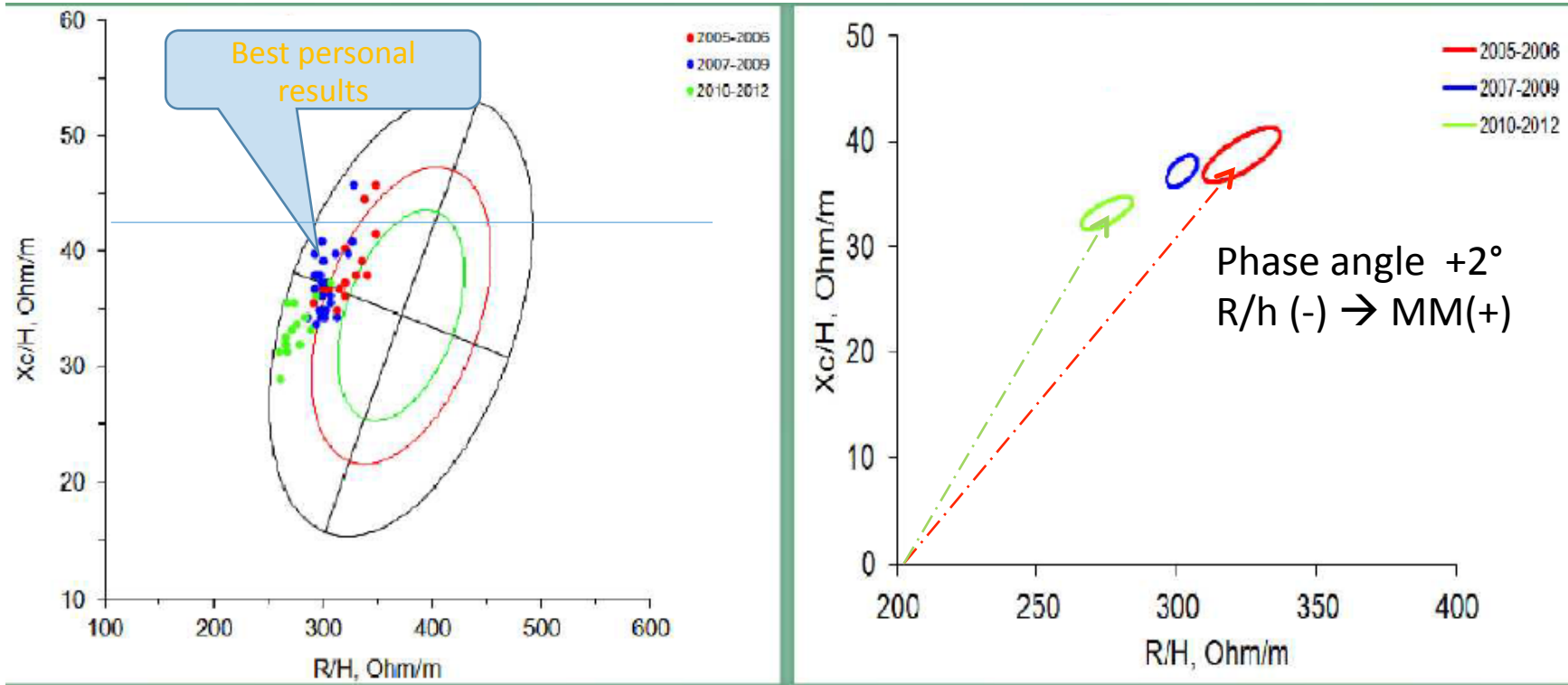
BIVA e CICLISMO PRO



Mean vectors during the Giro d'Italia 2014 plotted on the 50%, 75%, and 95% tolerance ellipses of a healthy Italian reference population (Piccoli et al 1995). On the left side the overall BIVA graph is displayed, whereas on the right side the region of interest is enlarged.

Javelin throw: 7 years follow-up

l'importanza delle «soglie» individuali



BMI was stable in 7 years $< 24,8$ BMI $< 25,2$

Adapted from unpublished data from Prof. F. Angelini





**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**