
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PAVIA

Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura

Corso di laurea in Bioingegneria

**IMPATTO DELL'IMPIANTO
ENDOVASCOLARE SULLA
DINAMICA DELL'AORTA
TORACICA**

Candidato:

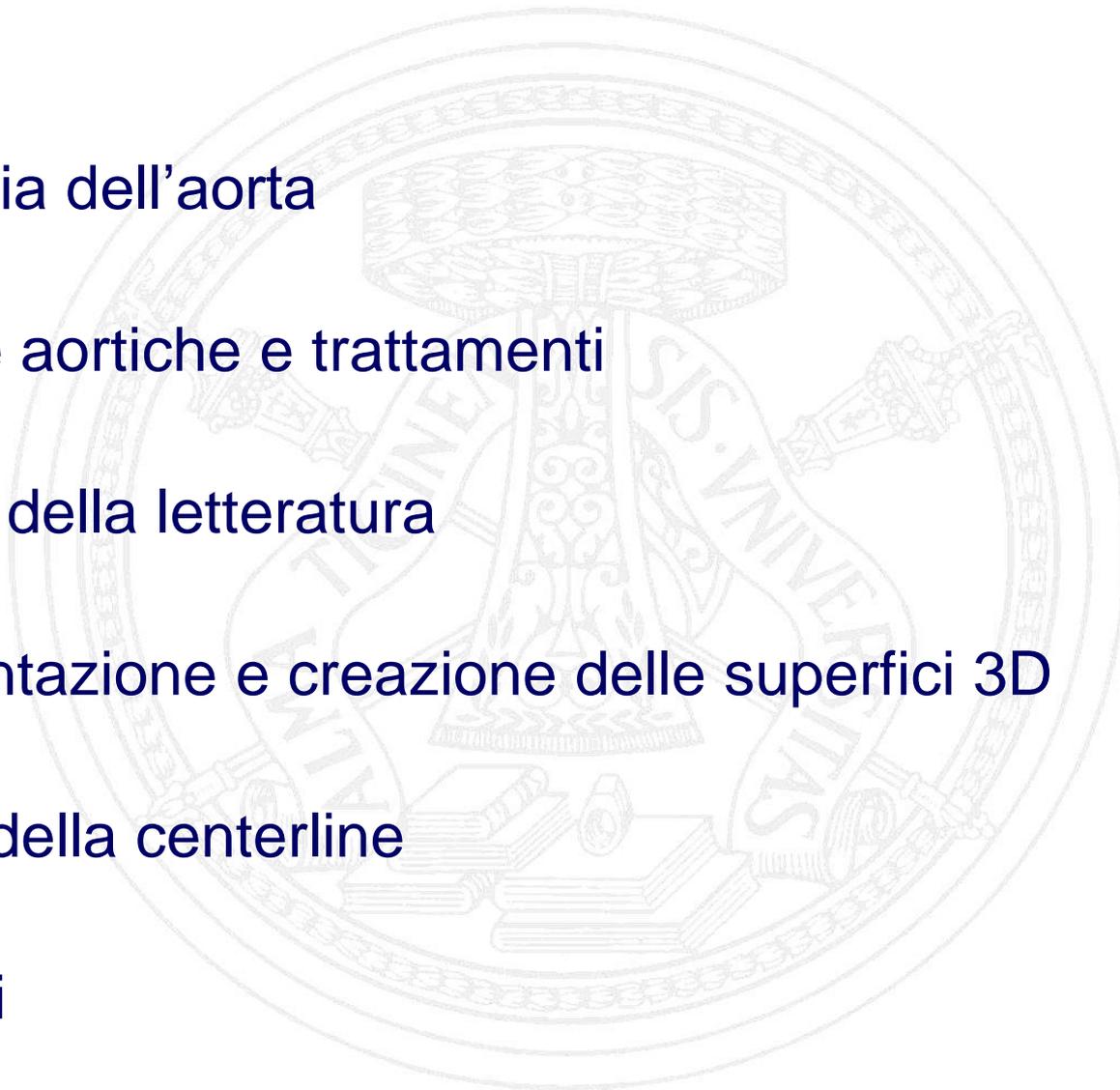
Donatella Accogli

Docente:

Prof.re Ferdinando Auricchio

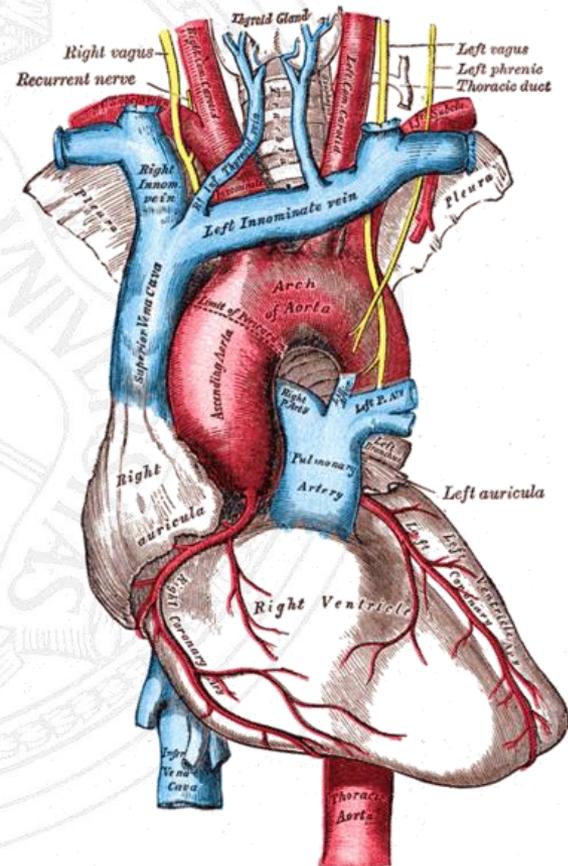
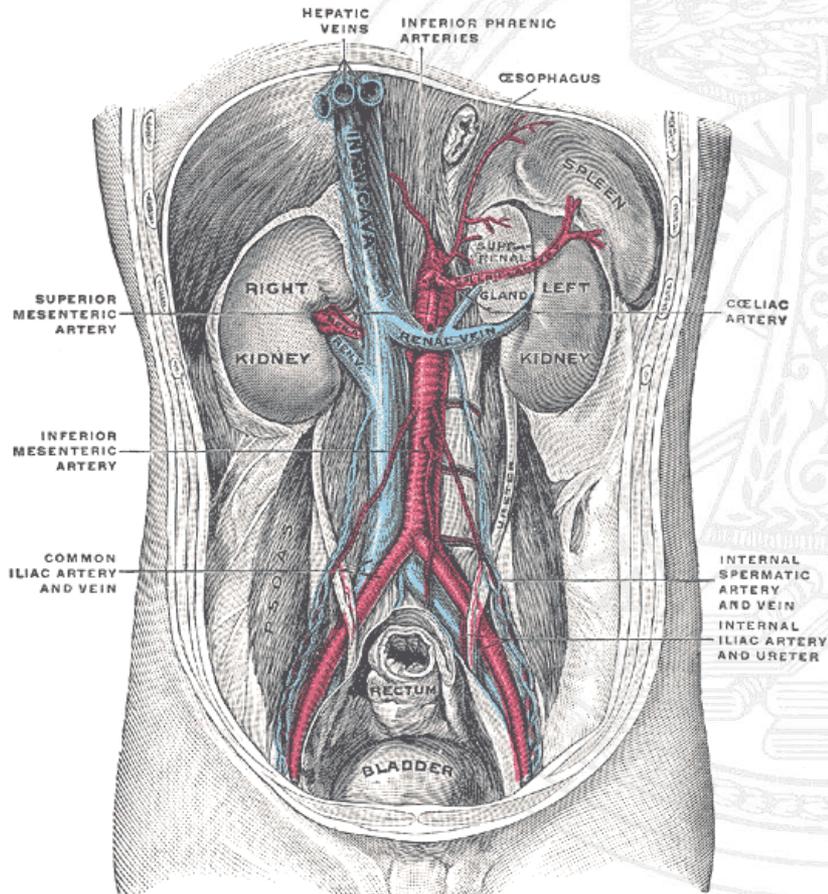
Tutori:

Dott. Conti, Ing. Trentin

- Anatomia dell'aorta
 - Malattie aortiche e trattamenti
 - Review della letteratura
 - Segmentazione e creazione delle superfici 3D
 - Analisi della centerline
 - Risultati
- 

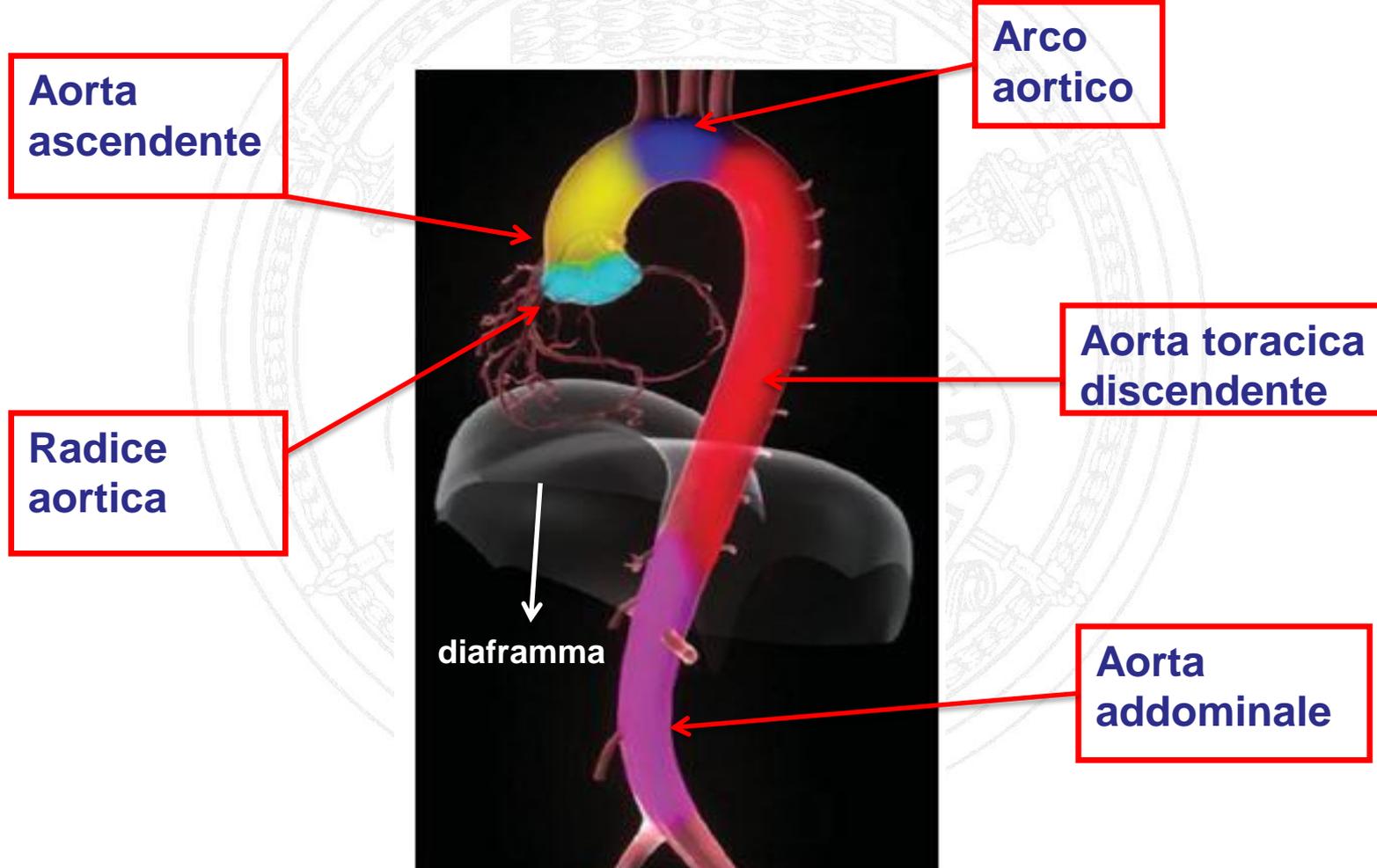
Anatomia dell'aorta

L'aorta è la più grande ed importante arteria che trasporta il sangue ossigenato ai vari tessuti dell'organismo



Anatomia dell'aorta

L'aorta è la più grande ed importante arteria che trasporta il sangue ossigenato ai vari tessuti dell'organismo



Principali patologie dell'aorta

1. Dissezione aortica



- Formazione del falso lume
- Classificazione in tipo A e tipo B
- Possibile rottura improvvisa → possibile tamponamento cardiaco

2. Aneurisma aortico



- Dilatazione abnorme di una sezione dell'aorta
- Assottigliamento della parete → rottura improvvisa → forte emorragia

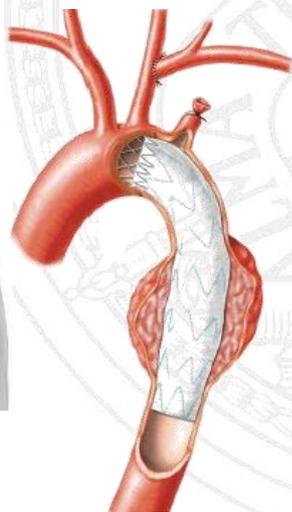
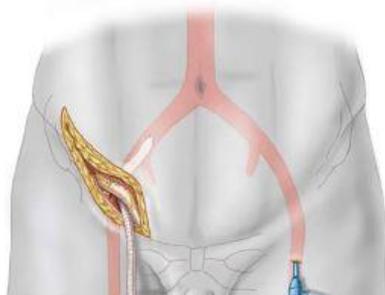
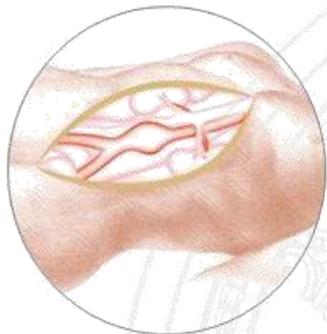
Trattamenti dell'aneurisma

Intervento chirurgico

- Procedura tradizionale
- Forte invasività
- Lunga degenza e convalescenza
- Numerose complicanze

Intervento endovascolare (EVAR o TEVAR)

- Procedura innovativa
- Minore invasività
- Minore durata del ricovero
- Non applicabile in tutti i casi



Review della letteratura

■ J. Van Prehn, 2009

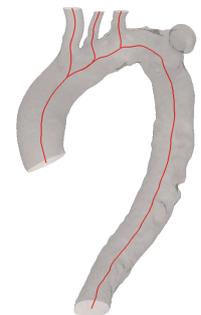
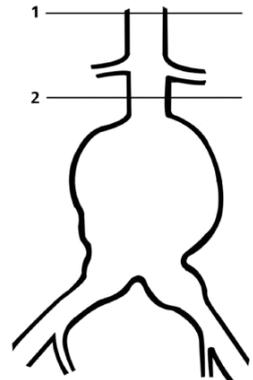
- 6 pazienti con aneurisma dell'aorta toracica (TAA)
- Analizza la variazione dell'area e del diametro di 5 sezioni
- Le differenze tra il cambiamento di diametro e di area delle sezioni nel pre e nel post operatorio sono minime

■ Bart E. Mush, 2006

- 15 pazienti con aneurisma aortico addominale (AAA)
- Analizza la variazione di area e diametro di 2 sezioni
- Incremento massimo del pre operatorio del 12.5%, incremento massimo del post operatorio del 14.5%

■ Current study at Comp Mech

- 8 pazienti con TAA,
- Movimento di punti precisi presi sulla centerline



Flusso di lavoro



Input: TAC-4D (Department of Vascular Surgery, Utrecht).

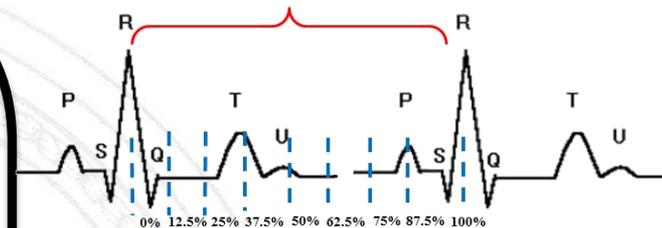
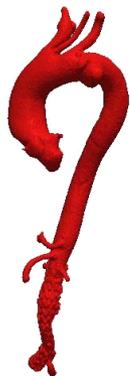
Dataset: 8 pazienti , pre e post- op
(8 istanti di un ciclo RR)



Segmentazione



Creazione del modello 3D



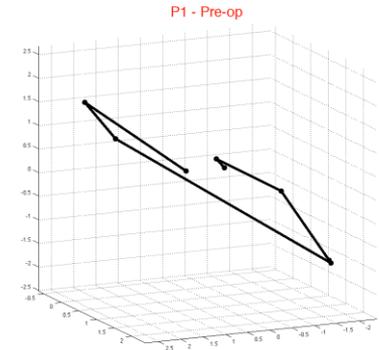
Flusso di lavoro



Input: TAC-4D (Department of Vascular Surgery, Utrecht).

Dataset: 8 pazienti , pre e post- op
(8 istanti di un ciclo RR)

Analisi del movimento



Segmentazione



Individuazione di P1 e P2

Creazione del modello 3D

Calcolo della centerline



vmtk

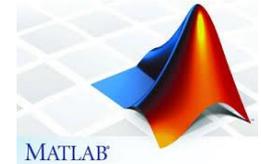
Flusso di lavoro



Input: TAC-4D (Department of Vascular Surgery, Utrecht).

Dataset: 8 pazienti , pre e post- op
(8 istanti di un ciclo RR)

Analisi del movimento



Segmentazione



Individuazione di P1 e P2

Creazione del modello 3D

Calcolo della centerline

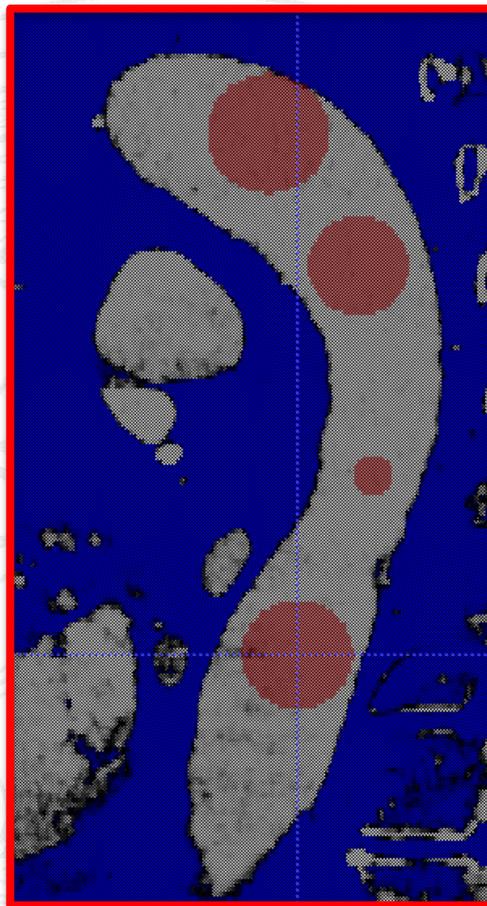


vmtk

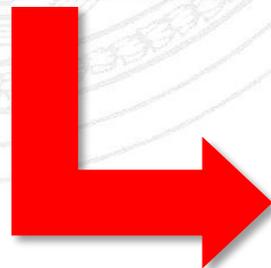
1. Segmentazione



Scelta della ROI



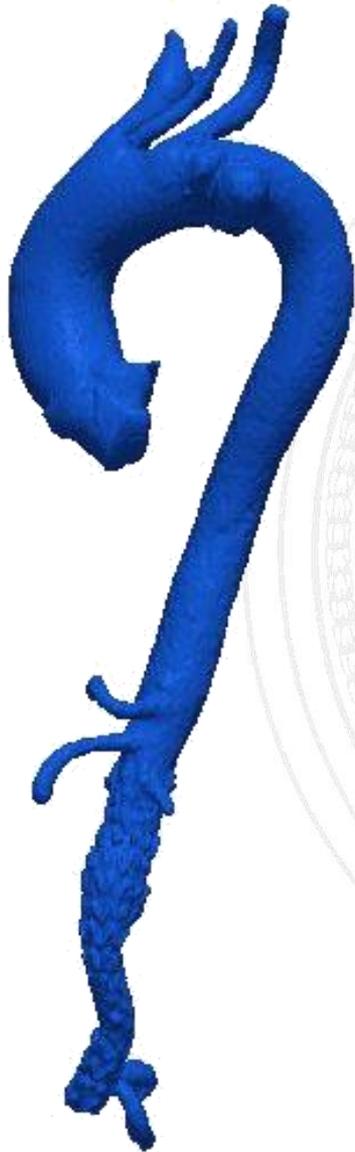
Avvio della
segmentazione con
stop manuale



2. Ridefinizione del 3D

Dopo aver creato la superficie 3D vengono sistemati alcuni clip in punti precisi

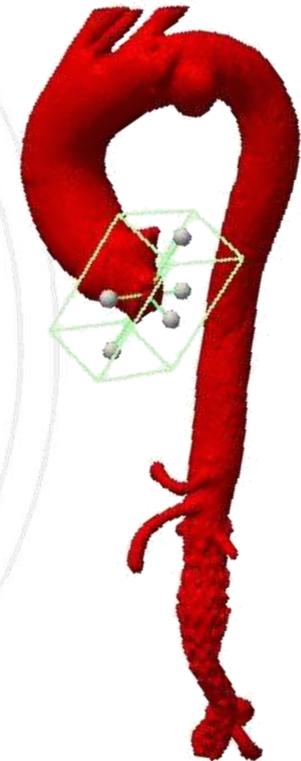
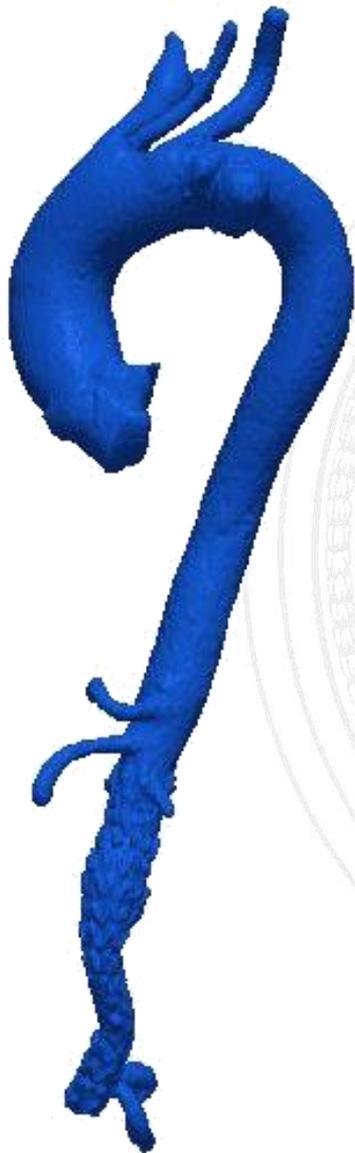
- Clip piano a livello dei tre branch sovra-aortici



2. Ridefinizione del 3D

Dopo aver creato la superficie 3D vengono sistemati alcuni clip in punti precisi

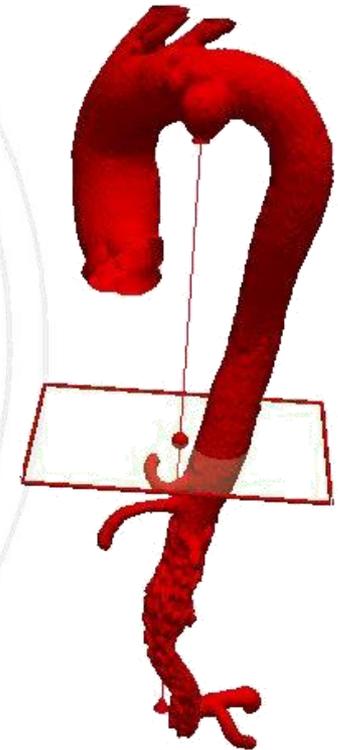
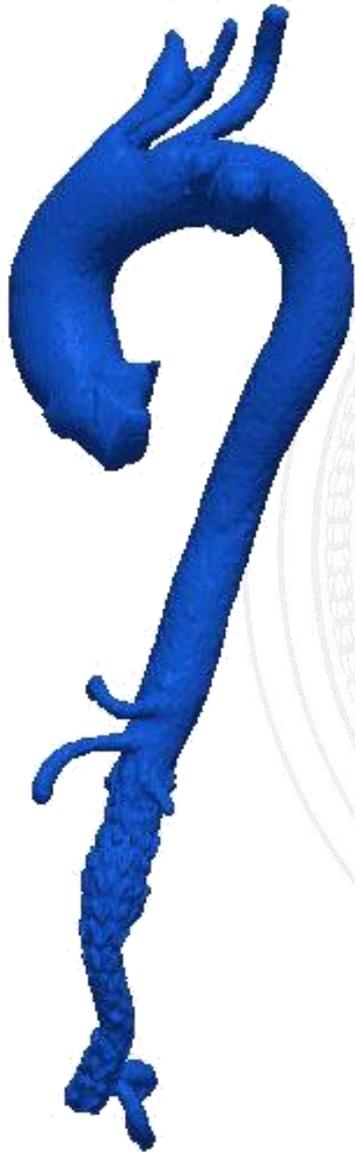
- Clip piano a livello dei tre branch sovra-aortici
- Clip cubico sulla radice aortica



2. Ridefinizione del 3D

Dopo aver creato la superficie 3D vengono sistemati alcuni clip in punti precisi

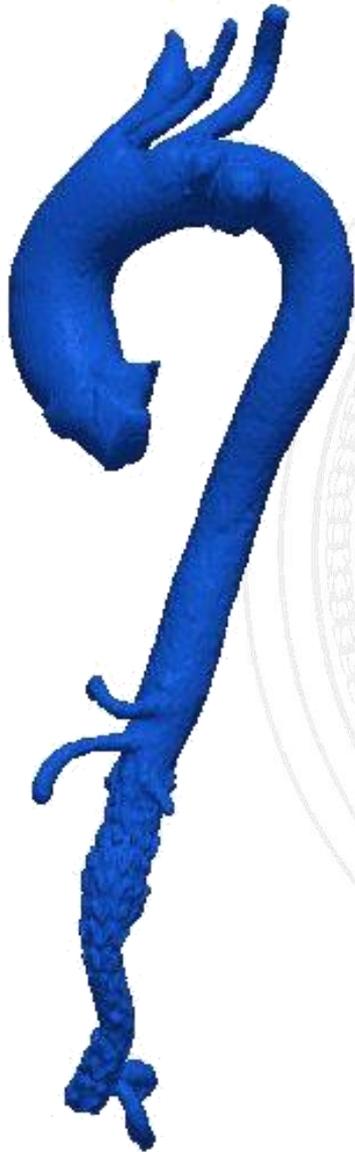
- Clip piano a livello dei tre branch sovra-aortici
- Clip cubico sulla radice aortica
- Clip piano a livello della biforcazione celiaca



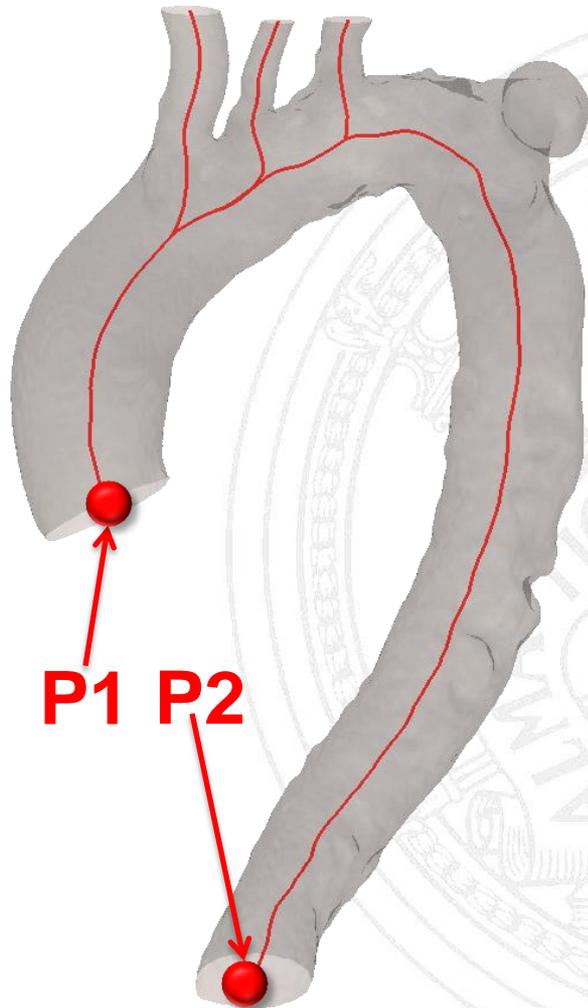
2. Ridefinizione del 3D

Dopo aver creato la superficie 3D vengono sistemati alcuni clip in punti precisi

- Clip piano a livello dei tre branch sovra-aortici
- Clip cubico sulla radice aortica
- Clip piano a livello della biforcazione celiaca



2. Calcolo della centerline vmtk

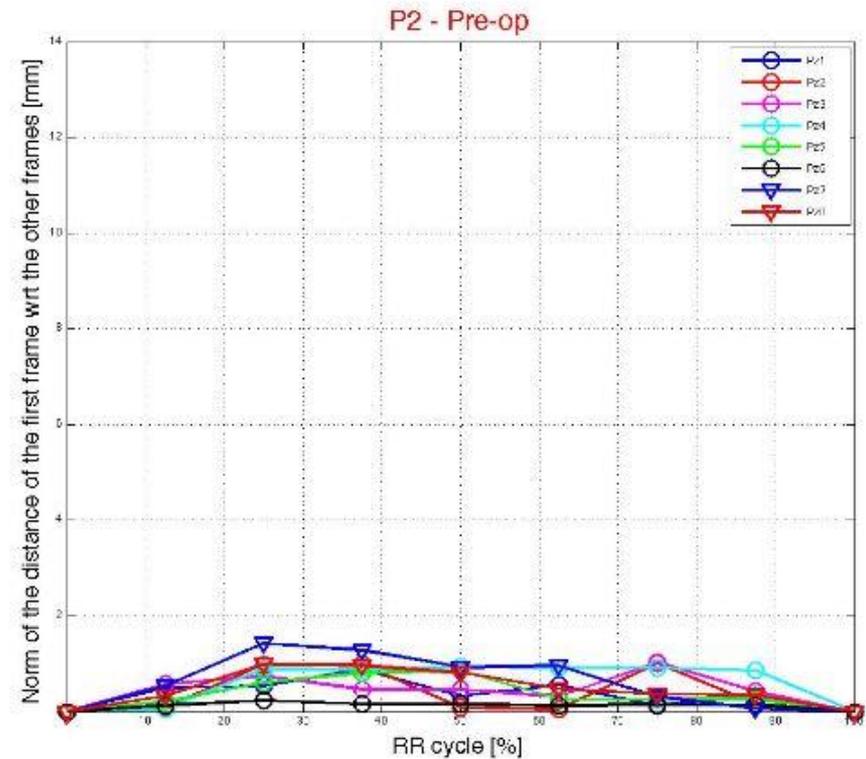
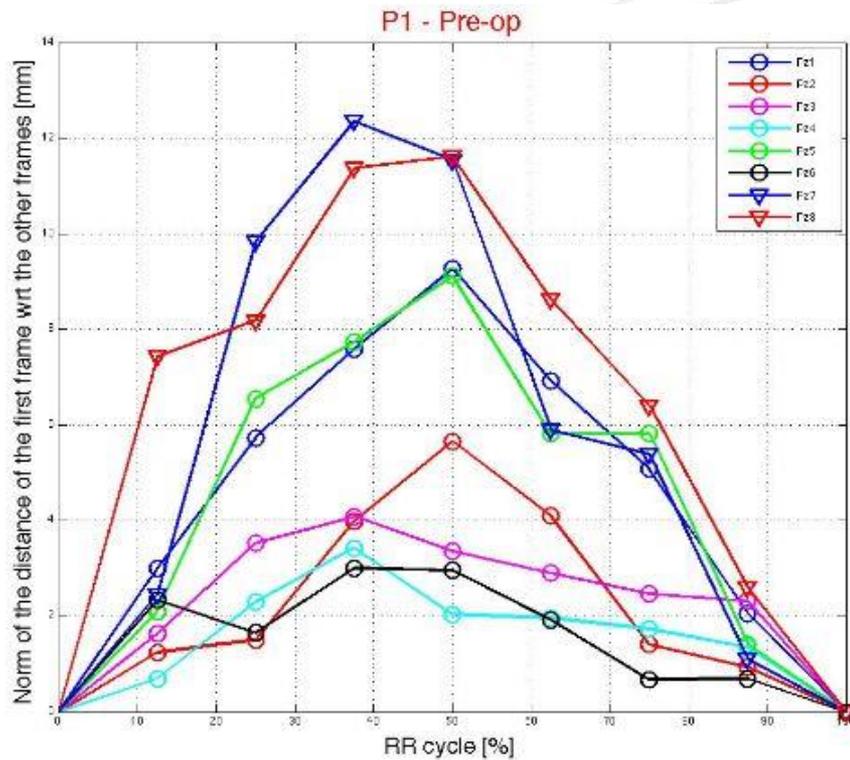


VMTK: Calcolo della centerline

Individuazione di due punti:

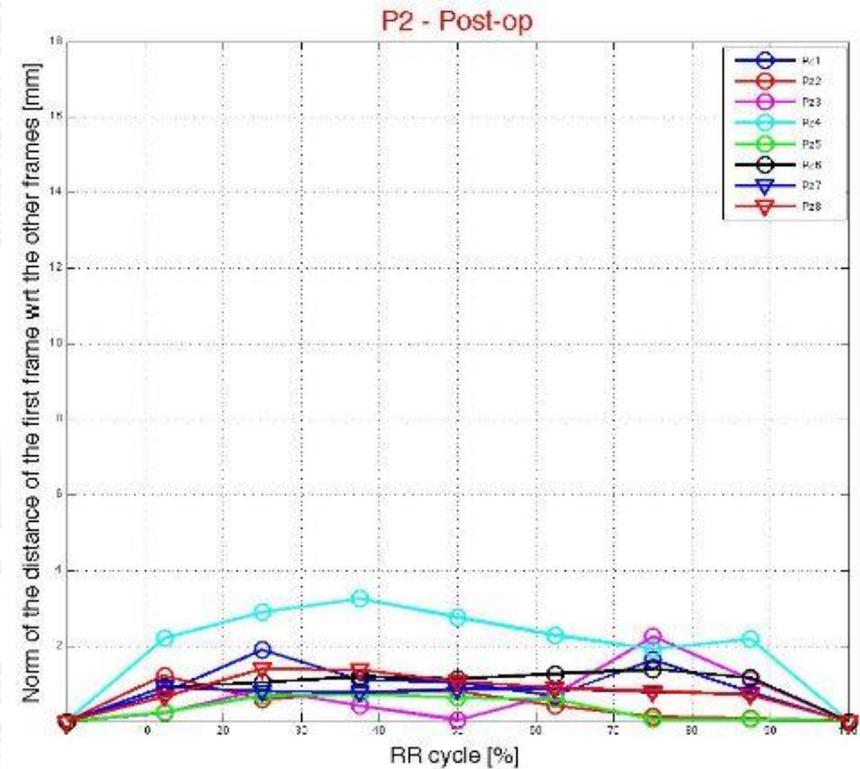
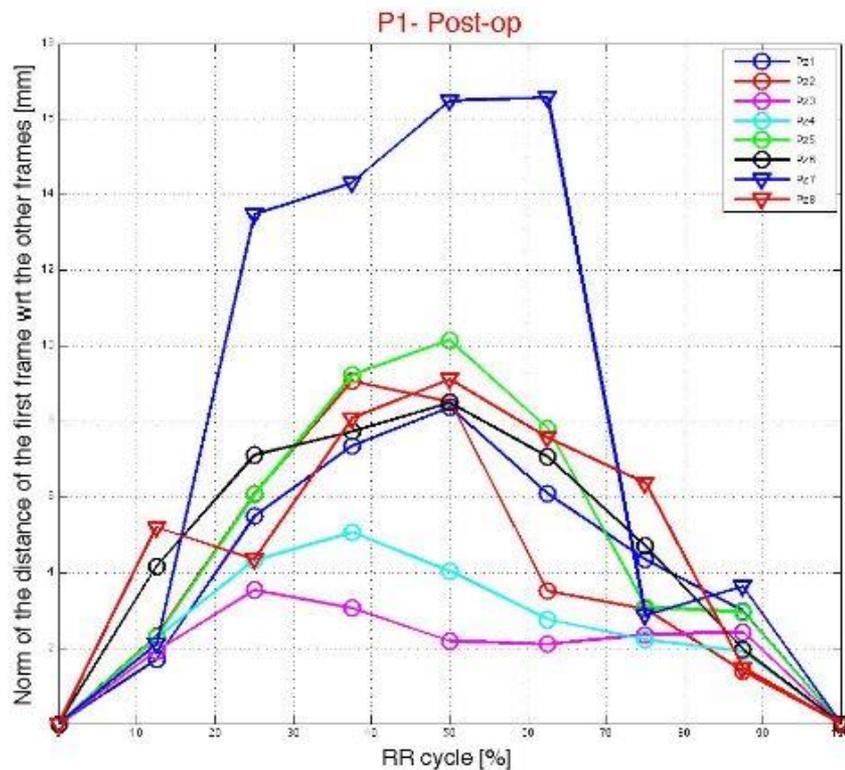
- P1, a livello della giunzione sinotubulare
- P2, a livello della biforcazione celiaca

Risultati Pre



- andamento a campana
- possibile divisione in tre gruppi differenti
- range di movimento: 2-13 mm

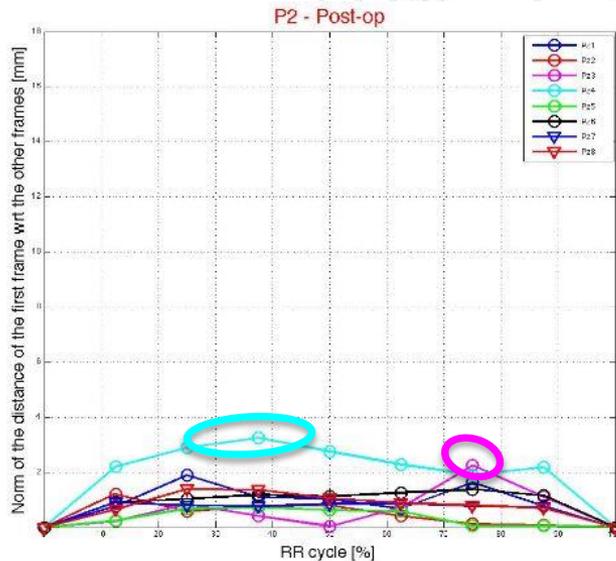
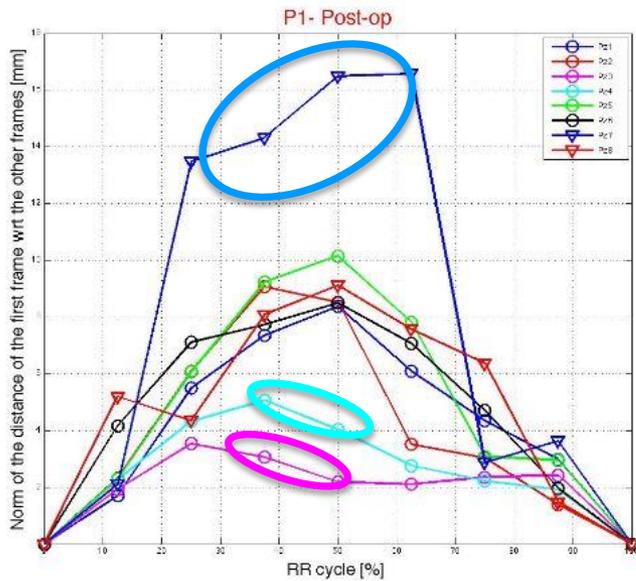
- spostamenti sotto 1.5 mm
- movimenti non significativi



- andamento a campana
- possibile suddivisione in 2 gruppi (7 outlier)
- range di movimento: 2-10 mm

- spostamenti sotto i 2 mm
- 3 e 4 outliers
- movimenti non significativi

Analisi degli outliers

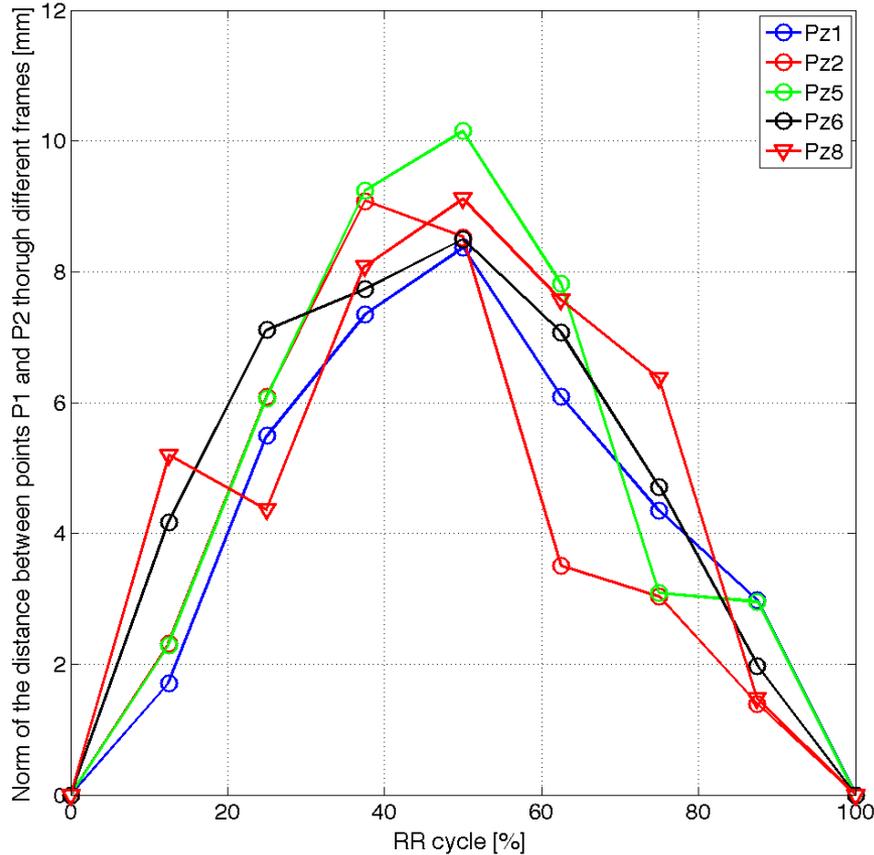


OUTLIERS:

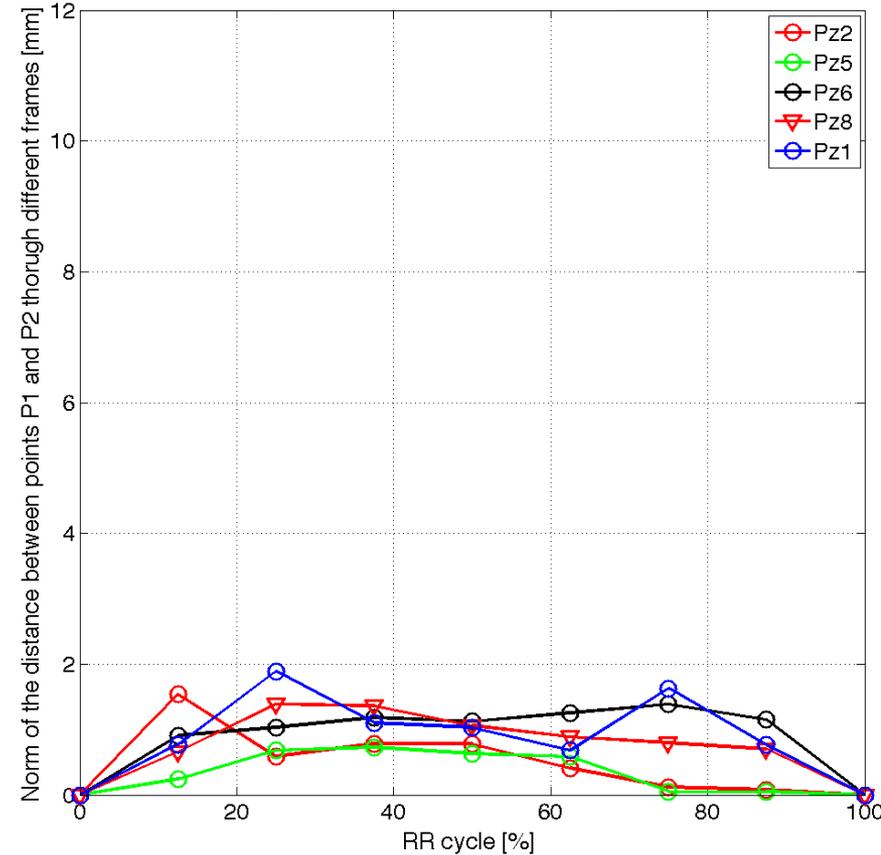
- **Paziente 7**
 - **Paziente 4**
 - **Paziente 3**
-
- **Pz_7: artefatti di acquisizione**
 - **Pz_4: stato impiantato con 3 stent**
 - **Pz_3: ha uno stent molto più lungo rispetto agli altri pazienti**

Risultati (senza outliers)

P1 - Post - op



P2 - Post - op



➤ uniformità negli andamenti a campana di P1

➤ picco al 50% in tutti i pazienti

➤ dinamica di P2 trascurabile

Segmentazione semi-automatica:

Pixel Spacing : 0.74 mm

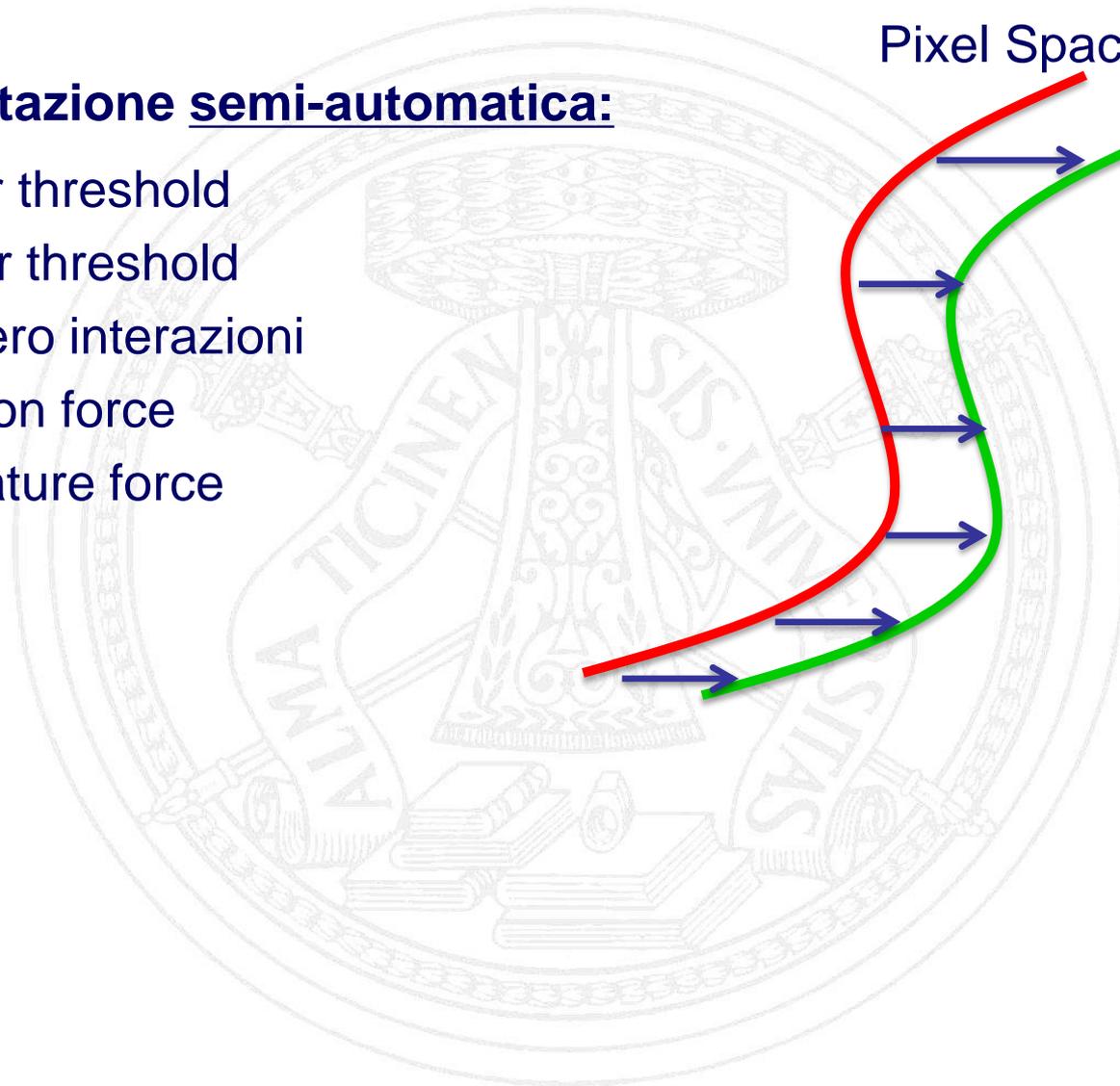
- lower threshold
- upper threshold
- numero interazioni
- balloon force
- curvature force



Segmentazione semi-automatica:

- lower threshold
- upper threshold
- numero interazioni
- balloon force
- curvature force

Pixel Spacing : 0.74 mm



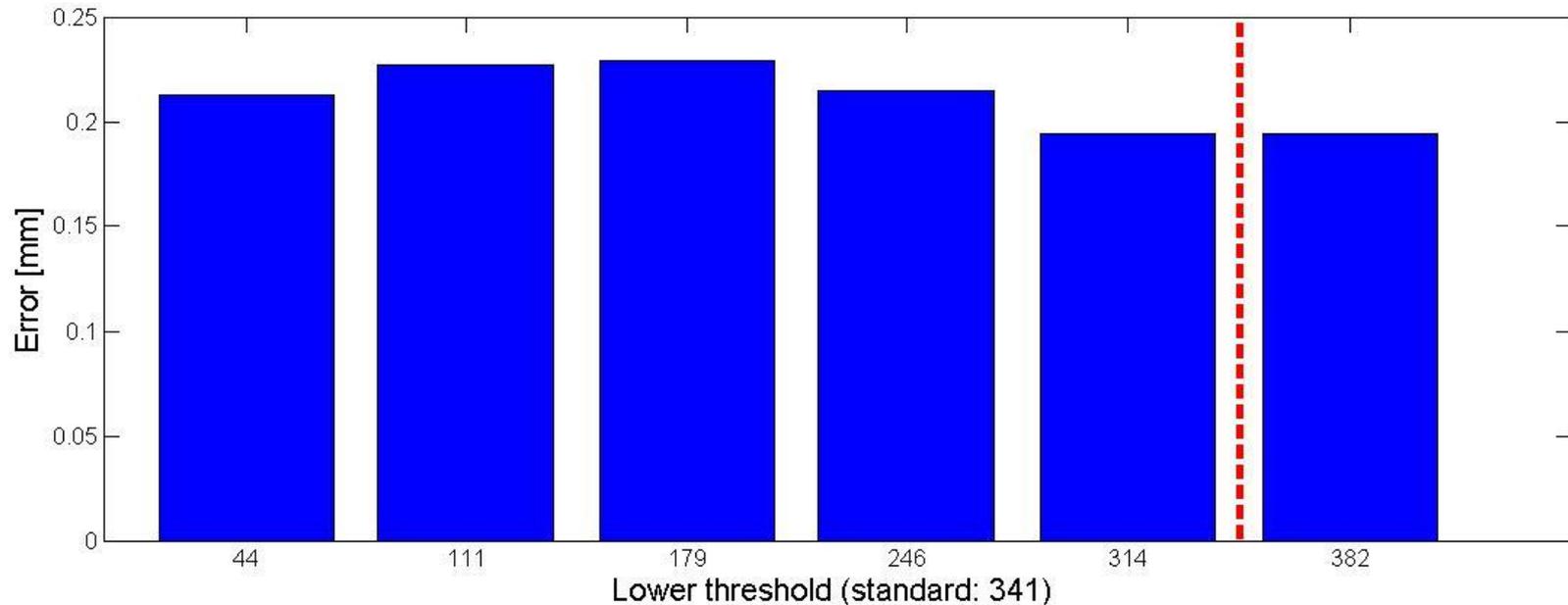
Analisi sensitività

Pixel Spacing : 0.74

Segmentazione semi-automatica:

- lower threshold
- upper threshold
- numero interazioni
- balloon force
- curvature force

Errore costante a 0.2 mm < pixel spacing



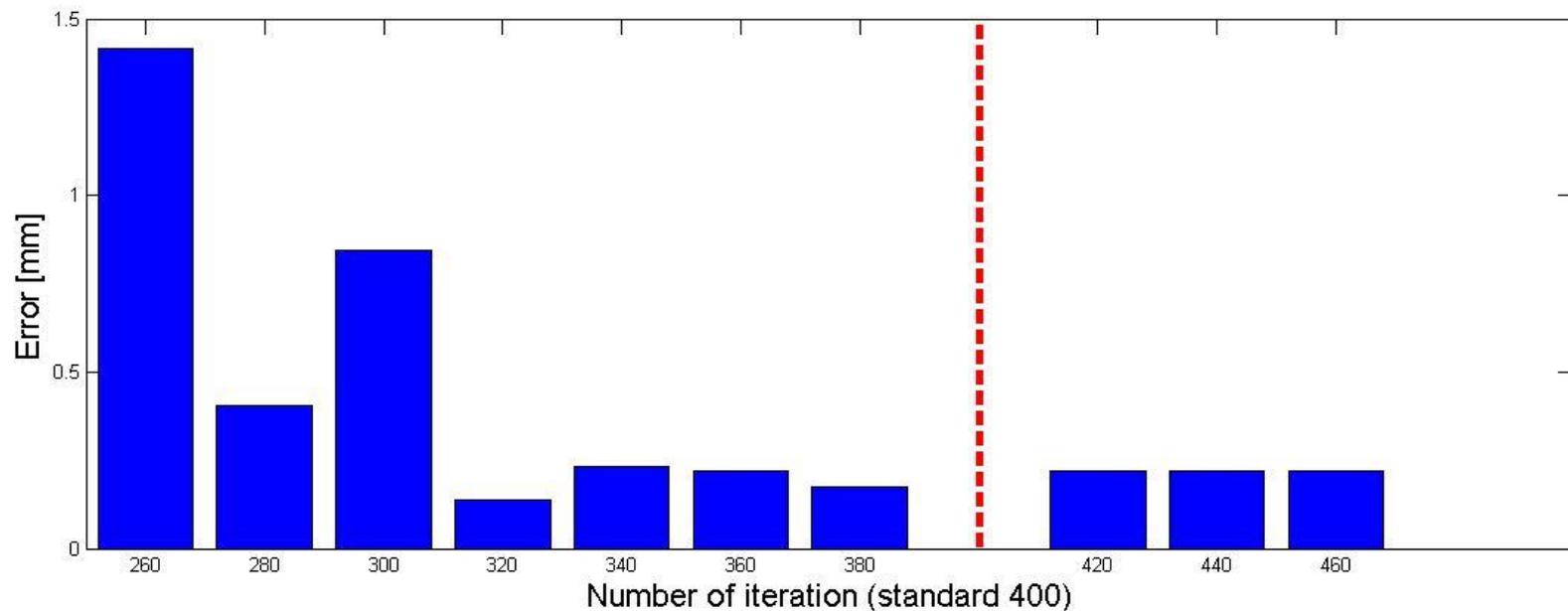
Analisi sensitività

Pixel Spacing : 0.74

Segmentazione semi-automatica:

- lower threshold
- upper threshold
- numero interazioni
- balloon force
- curvature force

iterazioni > 320 errore costante
Iterazioni < 320 errore crescente



Conclusioni

- Dopo l'applicazione dello stent gli andamenti di P1 e P2 sono conservati
- Si uniforma il movimento del punto P1
- Non modificazione sostanziale del movimento dell'aorta

Sviluppi futuri

- Prendere altri punti sulla centerline
- Analizzare la variazione delle sezioni durante il ciclo RR
- Studiare l'influenza della dimensione e della posizione dello stent sulla dinamica del vaso
- Analisi su un numero maggiore di pazienti



**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**