

Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura (DiCAr)

***Dissezione aortica:
analisi della letteratura
e prime prove sperimentali
in vitro***

Laurea in ***Bioingegneria***
A.A: 2013/2014

Presentazione di
Giulia Fiorani

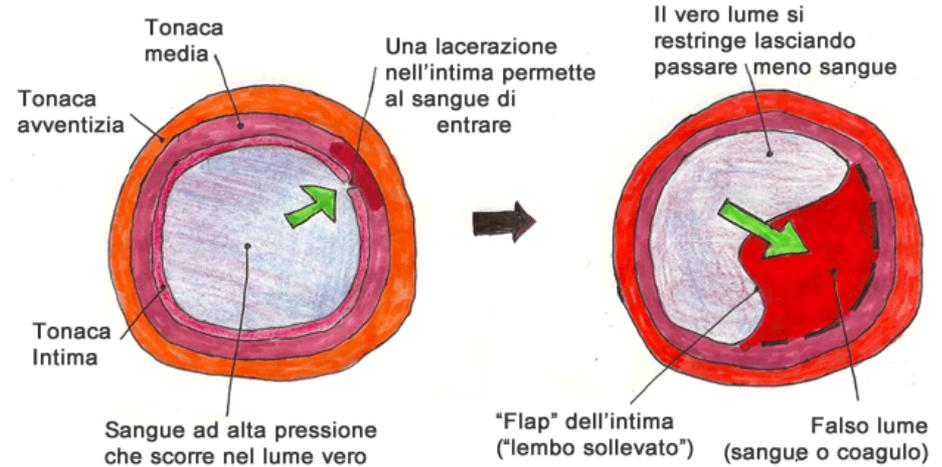
Dissezione aortica

CAUSE:

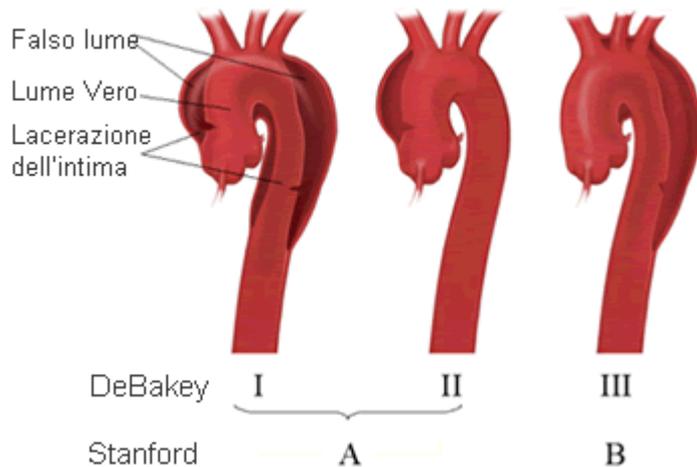
- Deterioramento parete del vaso
- Ipertensione
- Arteriosclerosi

SINTOMI:

- Improvviso e lancinante dolore al torace
- Sensazione di strappo o di taglio
- Perdita di coscienza



Anatomia e Classificazione della Dissezione Aortica



DEBAKEY:

- Tipo I: aorta ascendente + discendente
- Tipo II: aorta ascendente
- Tipo III: aorta discendente

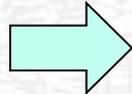
STANFORD:

- Tipo A: aorta ascendente
- Tipo B: aorta discendente

Importante capire la biomeccanica della malattia

Obiettivo

Realizzare un modello in vitro della dissezione aortica



Attività in svolgimento presso il laboratorio Betalab

B-lab

- Analisi della letteratura
- Impostazione setup
- Misura di pressioni
- Analisi del segnale di trigger



**Programmazione in
Matlab**

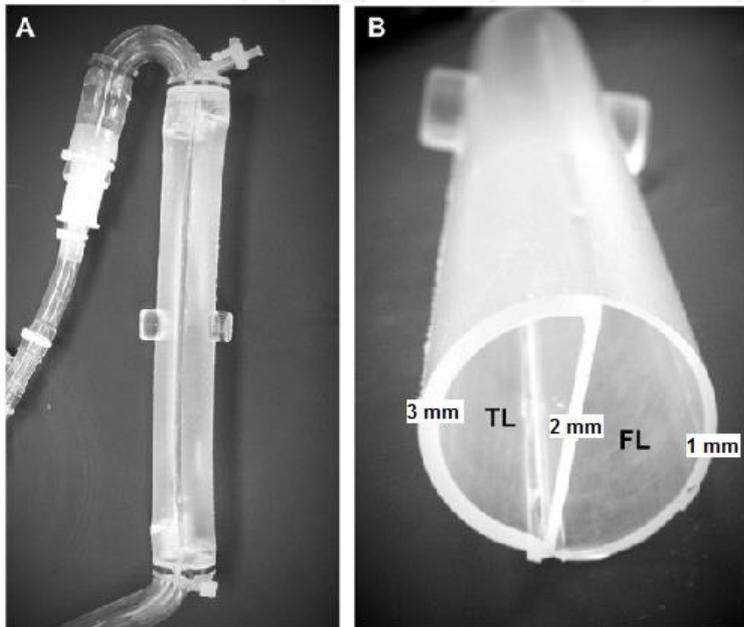
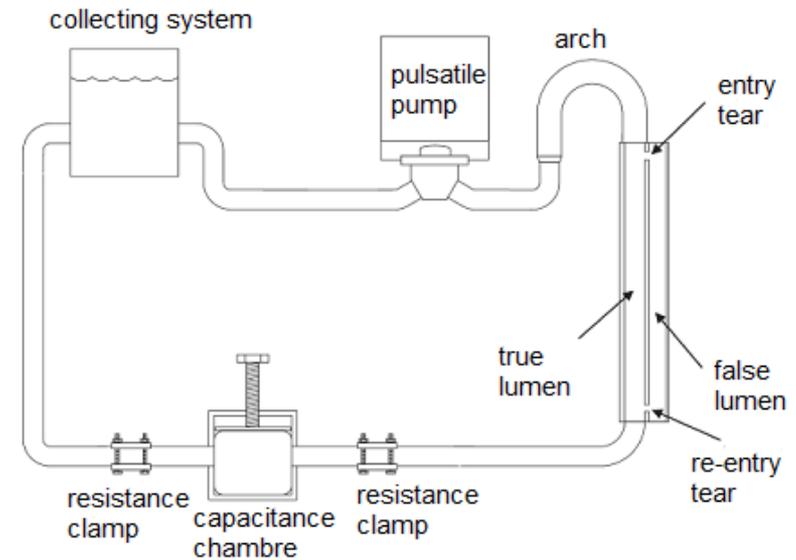
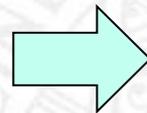
Analisi della letteratura

Più rilevanti

- 
- | | | | |
|------------------------|------|---|---|
| ➤ Thomas T.Tsai et al | 2007 | } | <ul style="list-style-type: none">• Misure di pressione• Configurazione tagli• Setup |
| ➤ Rudenick et al | 2012 | | |
| ➤ Soudah et al | 2013 | | |
| ➤ Evangelista et al | 2012 | } | <ul style="list-style-type: none">• Falso lume pervio• Variabili cliniche |
| ➤ Jip L.Tolenaar et al | 2013 | } | <ul style="list-style-type: none">• Crescita aortica• Configurazione tagli |
| ➤ Chung et al | 2000 | } | <ul style="list-style-type: none">• Collasso del vero lume• Modello rigido e modello deformabile |

La dimensione dei tagli e la loro localizzazione influenzano la pressione del falso lume in un modello ex-vivo di dissezione aortica di tipo B

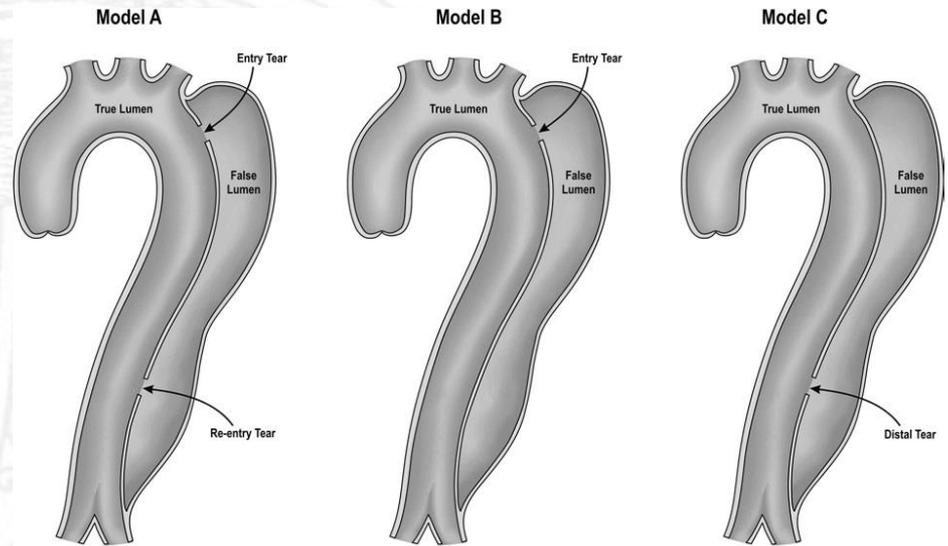
- Scopo: esaminare l'impatto delle dimensioni, del numero e della posizione dei tagli sulla pressione del VL e FL
- Metodi e materiali:
 - Simulatore idraulico



- Modello deformabile
- Lembo dissezione rigido

Posizione e dimensione tagli:

- **Modello A:** taglio distale e prossimale (6.4 mm, 3.2 mm)
- **Modello B:** taglio prossimale (6.4 mm, 3.2 mm)
- **Modello C:** taglio distale (6.4 mm)



➤ **Risultati:**

- Differenze di pressioni tra VL e FL maggiori nel caso di piccolo taglio
- Differenze di pressioni più marcate nei modelli B e C
- Pressioni simili nel modello A
- Aumento della frequenza cardiaca → diminuzione della differenza di pressione tra VL e FL

Studio in vitro dell'influenza che la dimensione e la configurazione del taglio hanno sull'emodinamica dei lumi in dissezioni aortiche di tipo B

➤ Scopo: valutazione dell'emodinamica dell'aorta

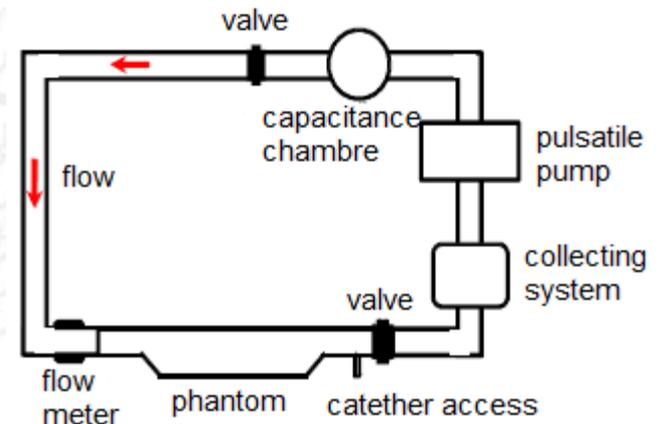
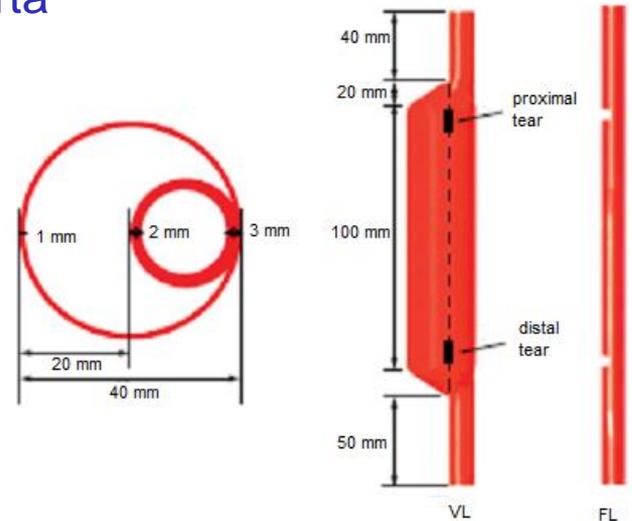
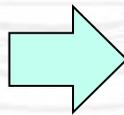
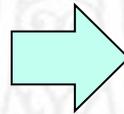
➤ Metodi e materiali:

- Modello in lattice

- Tagli prossimali e distali di 4 mm o 10 mm

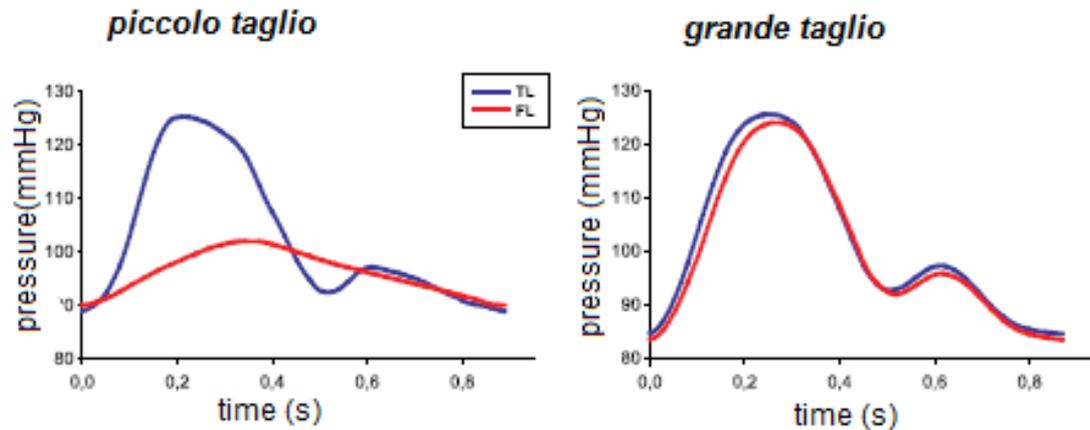
- **Differenti configurazioni**:
presenza solo taglio prossimale,
presenza solo taglio distale,
presenza entrambi i tagli

- Simulatore sistema cardiocircolatorio



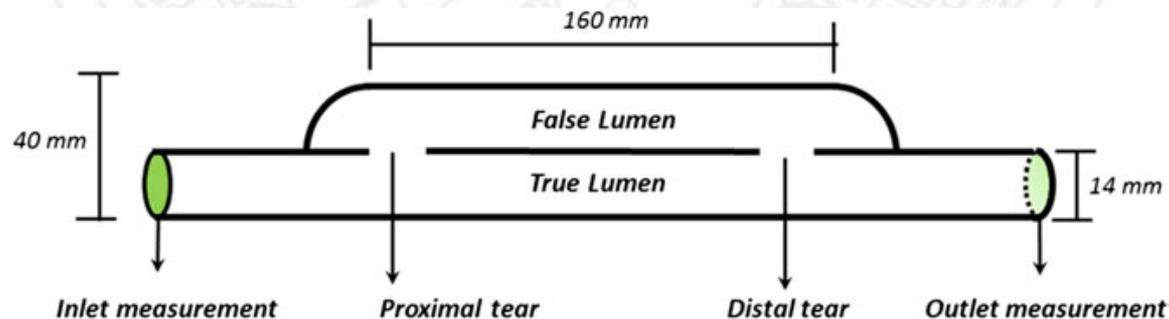
➤ Risultati:

- Piccolo taglio → pressioni sistolica, diastolica, media nel VL > FL → curva smorzata
- Grande taglio → pressioni sistolica, diastolica, media VL simili al FL → no smorzamento
- Concordanza con i risultati di Tsai



Validazione della simulazione numerica del flusso rispetto alle misure ottenute in vitro in casi differenti di dissezione aortica di tipo B

- Scopo: metodologia CFD per misurazioni in silico, confronto con misurazioni in vitro effettuate da Rudenick
- Metodi e materiali:
 - Modello in silicone e lattice
 - Lembo di dissezione rigido → dissezione cronica → spessore = 2 mm
 - Utilizzo setup sperimentale di Rudenick
 - Tagli di 4 mm o 10 mm



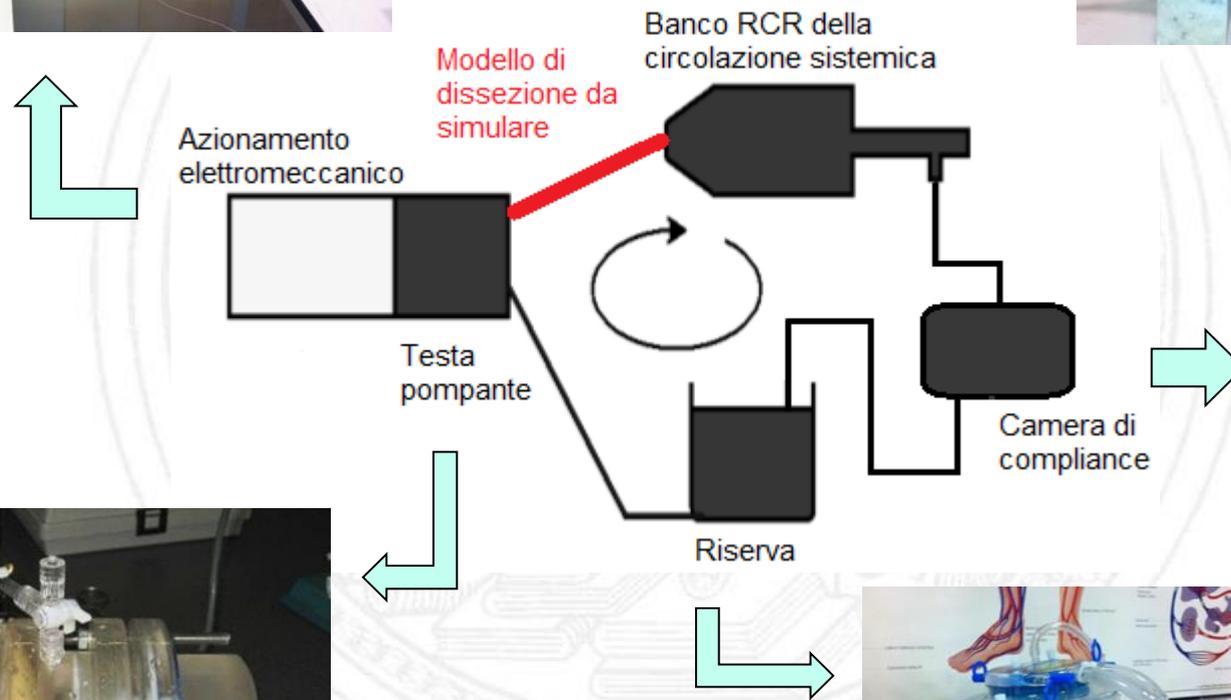
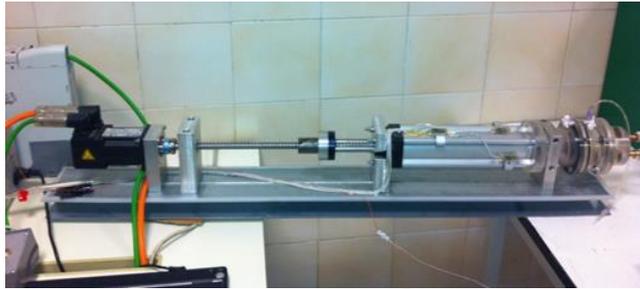
➤ Risultati:

- Pressioni sperimentali all'ingresso del modello e nel VL molto simili a quelle predette
- Taglio di grandi dimensioni → pressioni misurate e simulate nel FL simili, errori medi < 10%
- Taglio di piccole dimensioni → differenze significative tra dati misurati e dati predetti nel FL

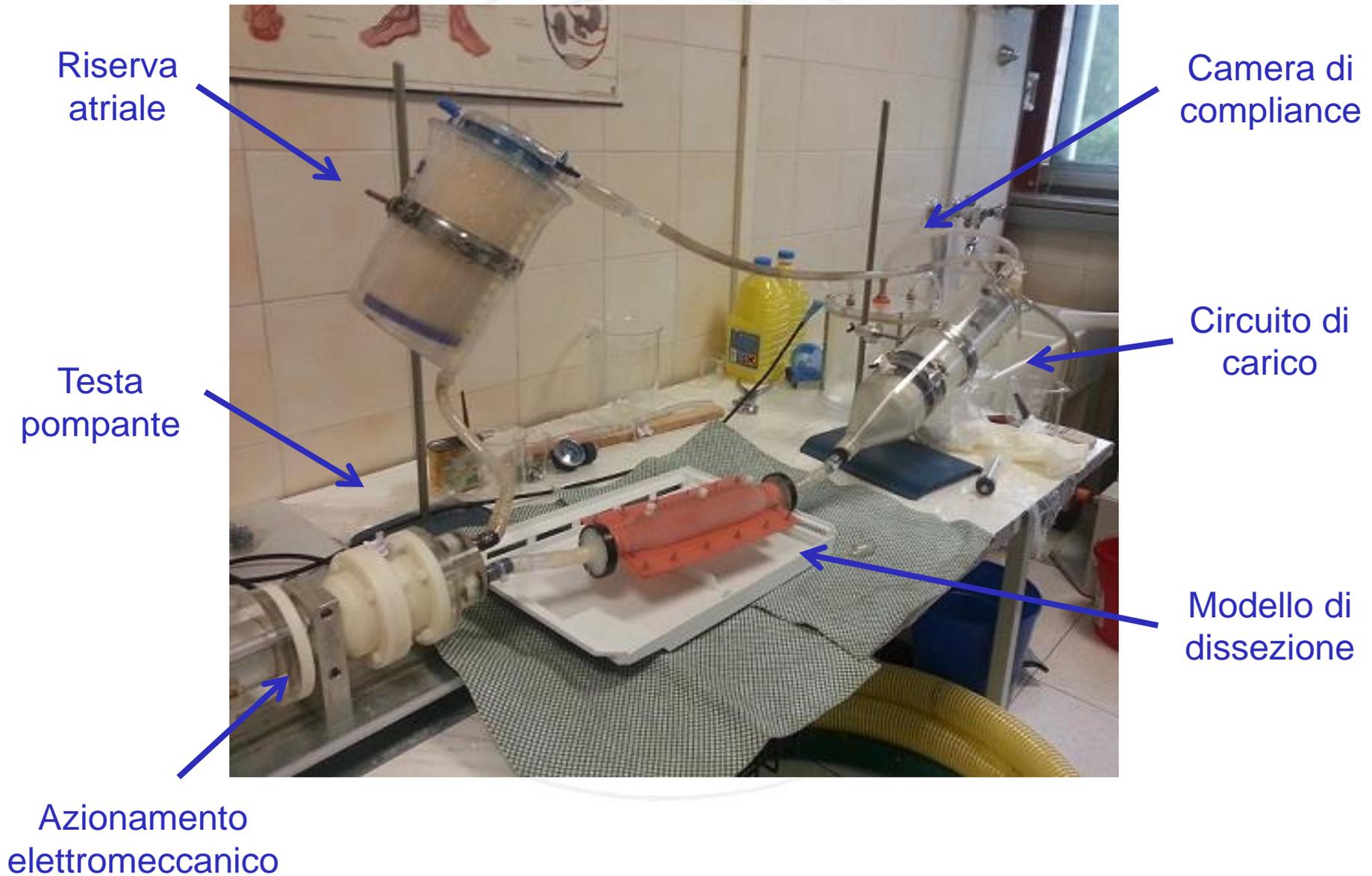
Perché differenze?

- **Modello sperimentale elastico, modello computazionale rigido**
- **Effetto di attenuamento**
- **Cateterizzazione invasiva dell'aorta**

Il nostro setup sperimentale



Circuito completo



Modello di dissezione

- Realizzato tramite stampa 3D
- Vero e falso lume
- Membrana deformabile, senza fori → indagine preliminare
- Falso lume riempito manualmente
- Connettori che permettono di attaccarlo al circuito
- Silicone e nastro isolante

Vero lume

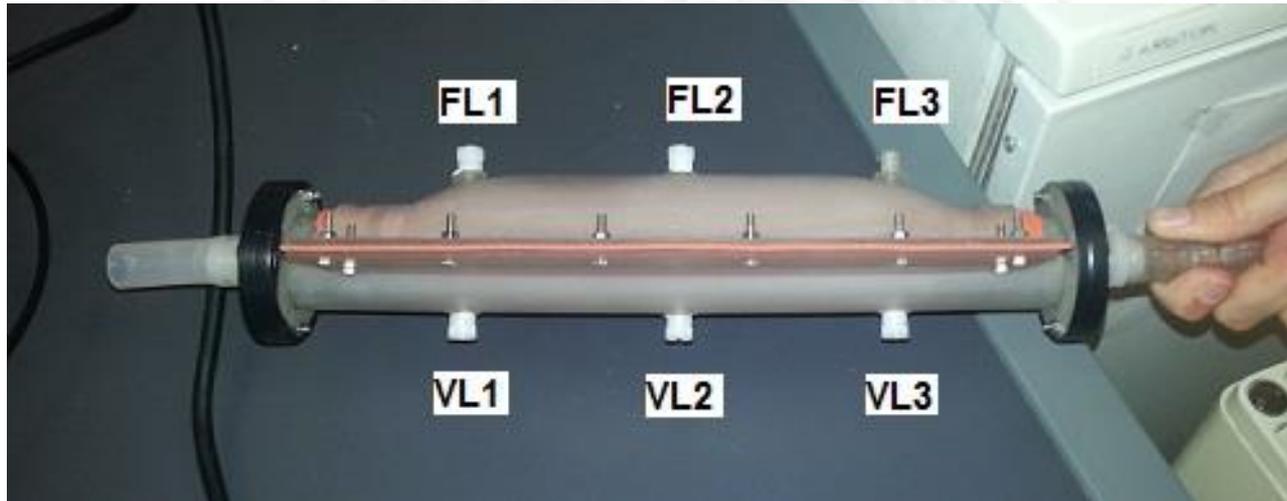


Falso lume



Setup di misura

Sei punti sono predisposti alle misurazioni della pressione tramite trasduttori:



FL1, FL2, FL3 : misura nel falso lume

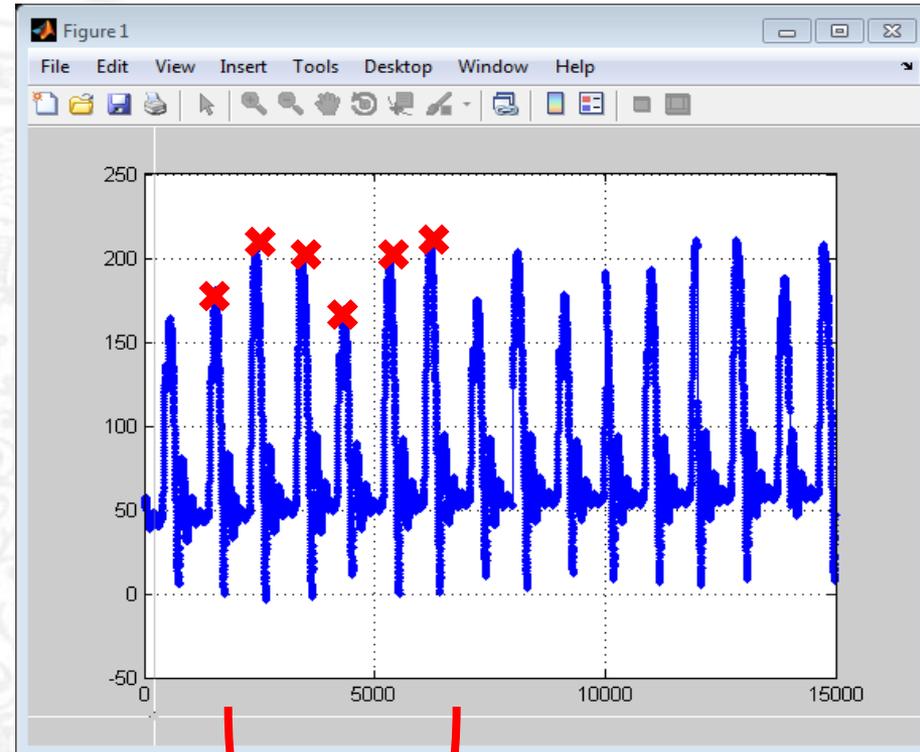
VL1, VL2, VL3: misura nel vero lume

Cosa abbiamo misurato?

- pressioni massime
- pressioni minime
- pressioni medie
- differenze di pressione tra VL e FL

Step elaborazione dati

1. Acquisizione di 30 sec delle pressioni
2. Isolamento di 5 cicli cardiaci selezionando il punto di inizio di ogni ciclo
3. Media dei cicli
4. Calcolo pressioni media, minima e massima su ciclo mediato



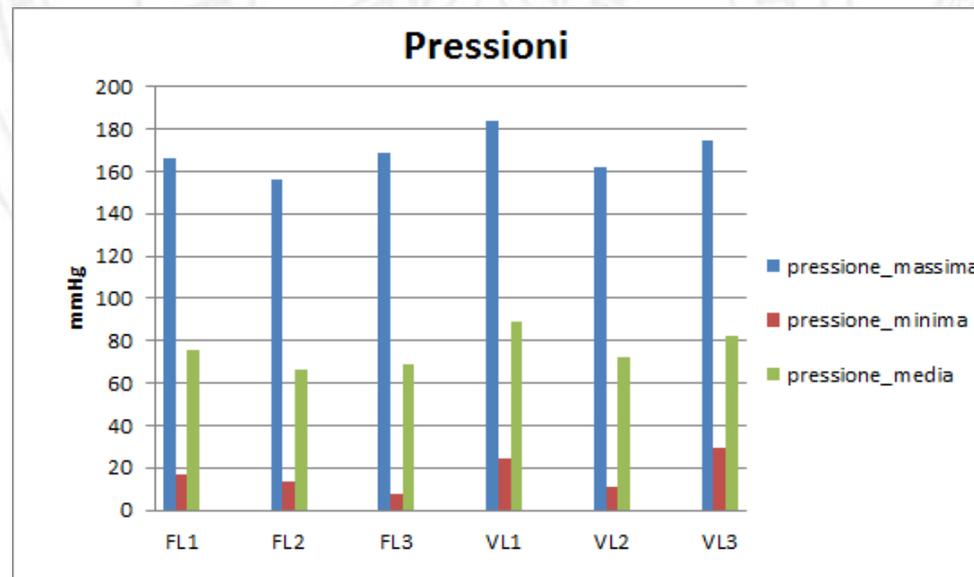
*Seleziono con
puntatore*

Risultati

	pressione_massima (mmHg)	pressione_minima (mmHg)	pressione_media (mmHg)
FL1	166,1391	17,0875	75,7768
FL2	156,3598	13,7077	66,6422
FL3	169,2329	7,5202	68,5184
VL1	184,2779	24,6206	88,6829
VL2	162,1342	10,847	72,618
VL3	174,5834	29,6639	82,7568

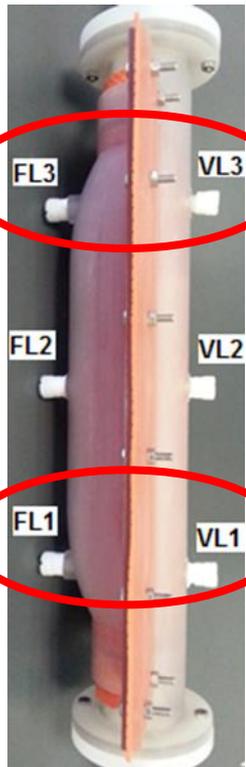
❖ Pressioni massime più elevate nei punti agli estremi del modello (VL1, VL3, FL1, FL3)

❖ Pressioni massime nel VL > FL



Risultati

	diff_press_max (mmHg)	diff_press_min (mmHg)	diff_press_media (mmHg)
VL1-FL1	18,1388	7,5331	12,9061
VL2-FL2	5,7744	-2,8607	5,9758
VL3-FL3	5,3505	22,1437	14,2384



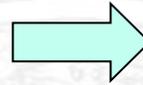
Differenza di pressione più accentuata agli estremi del modello

Ipotesi:

massima deformabilità della membrana → assorbimento onda pressoria

Segnale di trigger

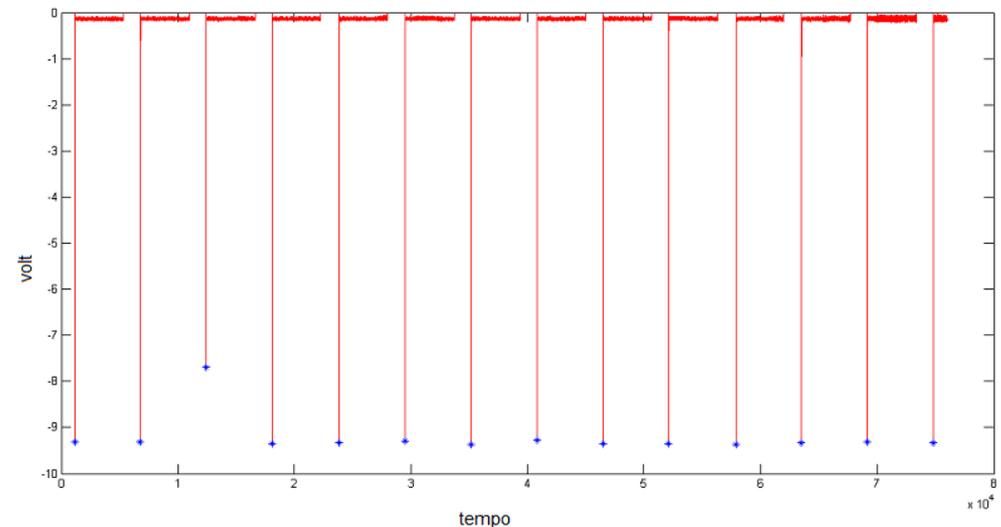
necessità di sincronizzare
misure acquisite in momenti
e sessioni differenti



Analisi del segnale di trigger

Pro: identifica il momento di
inizio della sistole

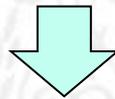
Contro: problema di
«ghosting»



Soluzione: inserimento di amplificatore operazionale a monte del
sistema di acquisizione

Conclusioni e sviluppi futuri

- ✓ **Analisi letteratura:** informazioni necessarie alla realizzazione del nostro modello e all'organizzazione del setup sperimentale
- ✓ **Misurazioni:** primi risultati sperimentali
- ✓ **Analisi del trigger:** sincronizzazione acquisizioni



- Misure di pressione in presenza di tagli sulla membrana
- Introduzione di un arco aortico nel setup
- Misure di portate tramite flussimetro
- Sperimentazione sotto risonanza magnetica RMN

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE!**

*Un ringraziamento speciale
a Stefania e Michele*