



Analisi biomeccanica del rischio di rottura della placca carotidea

Dipartimento di Ingegneria Industriale e dell'Informazione
Università degli studi di Pavia

Alessandra Bulanti

Relatore: Prof. Michele Conti

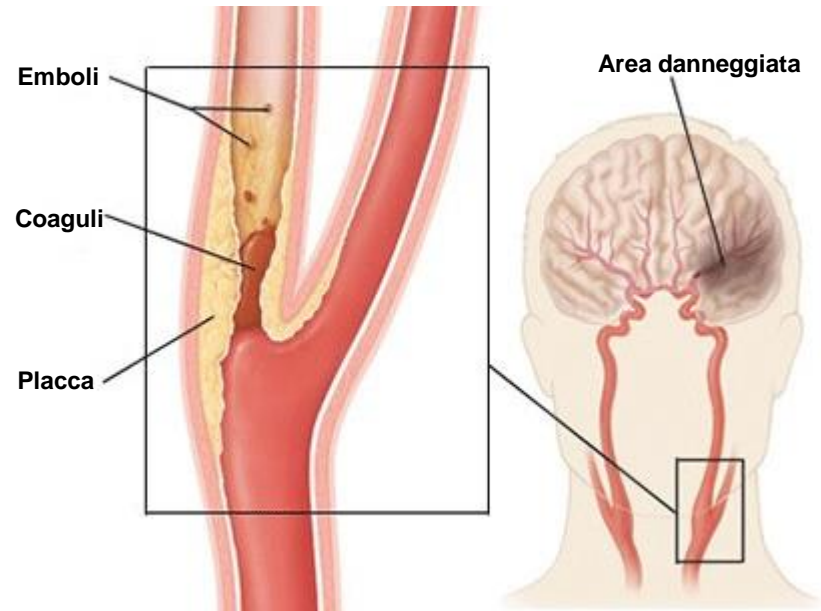
A.A. 2018/2019

Stenosi carotidea e rischio rottura



- Ateroma carotideo
- Ostruzione passaggio sangue
- Instabilità placca

- Danneggiamento cerebrale
- Causa di morte o gravi disabilità



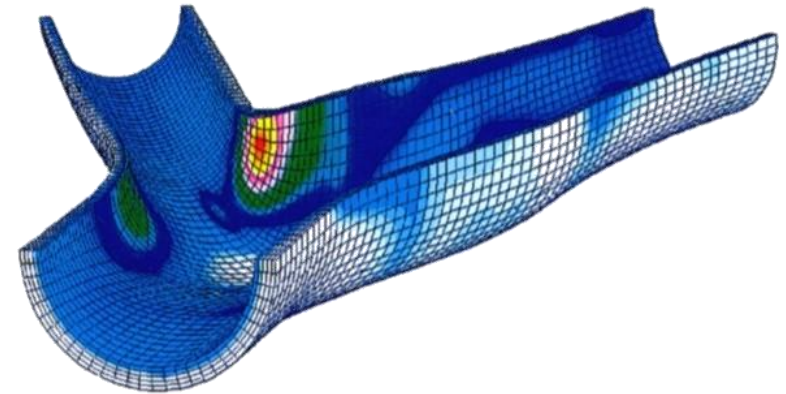
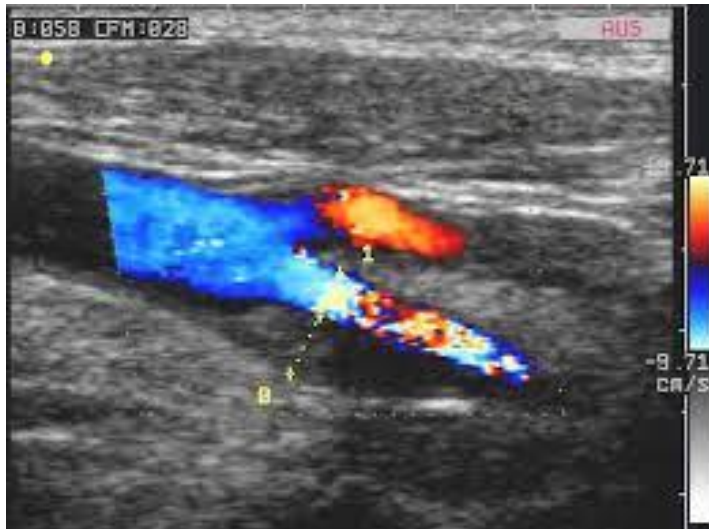
Composizione placca carotidea tipica



- Composizione complessa-distante dagli schemi ideali
- Componenti della placca come indicatori di rischio
- Valutazione clinica sulla gravità della stenosi luminale

Combinazione imaging e simulazioni computazionali

- Tecniche di visualizzazione in vivo:
 - MRI
 - IVUS
- Simulazioni sulla vulnerabilità della placca:
 - Geometrie reali
 - Semplificano il problema





- Pubmed
- Scopus
- Google scholar

- Placca carotidea
- Analisi biomeccanica del rischio di rottura

- Analisi meccanica della placca
- Analisi fluidodinamica della placca

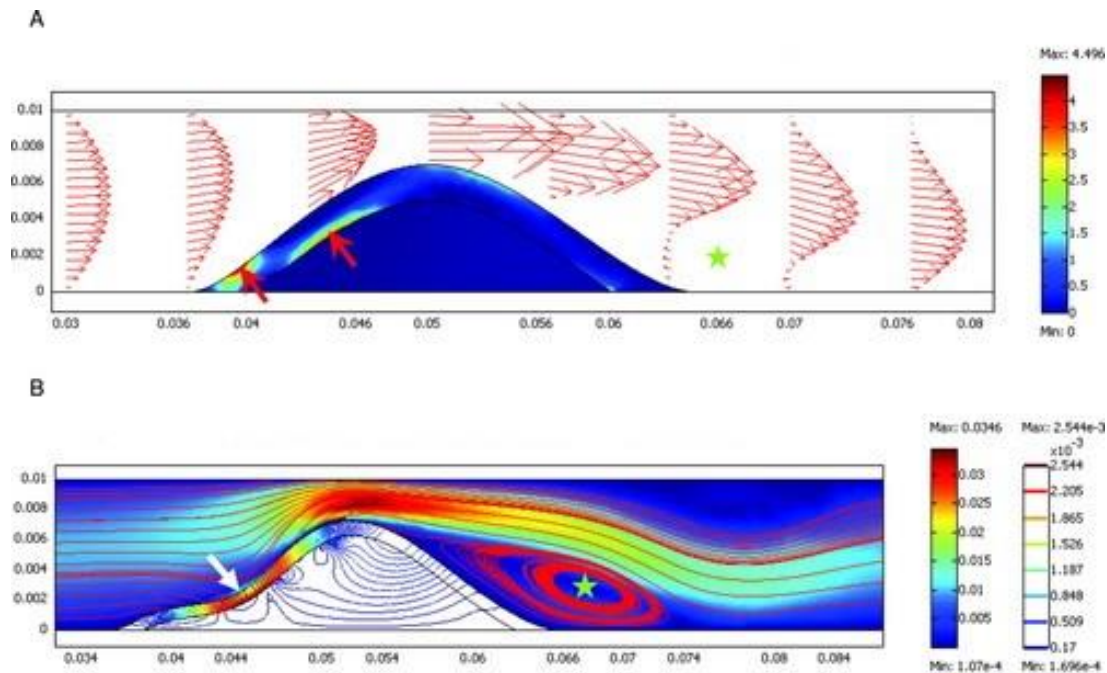
- A monte la placca è sottoposta a WSS maggiori

Lee et al. (2008)

- Infiltrazione di macrofagi associata alla rottura cappuccio

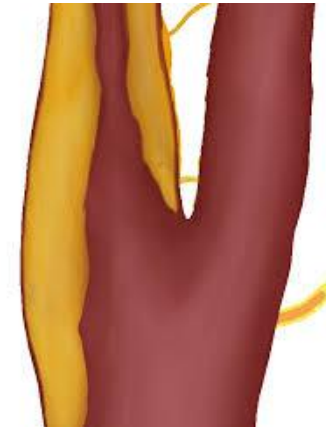
- Legame tra infiammazione placca e instabilità

Redgrave et al.(2006)



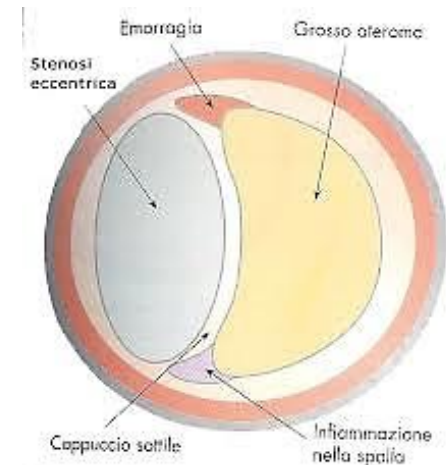
- Biforcazione è la posizione più a rischio di rottura:
 - Posizione dinamica
 - Formazione di ulteriori stress

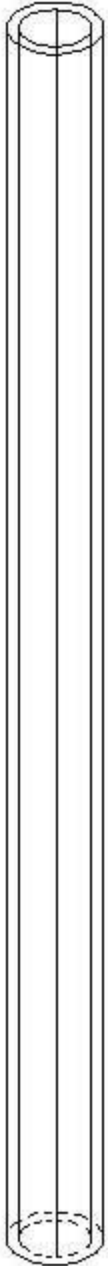
Tang et al. 2010



- Quantità diverse delle componenti rendono diversamente vulnerabile la placca
 - Poco collagene nel cappuccio, dà minor forza
 - Più grande è il pool lipidico maggiore è il rischio

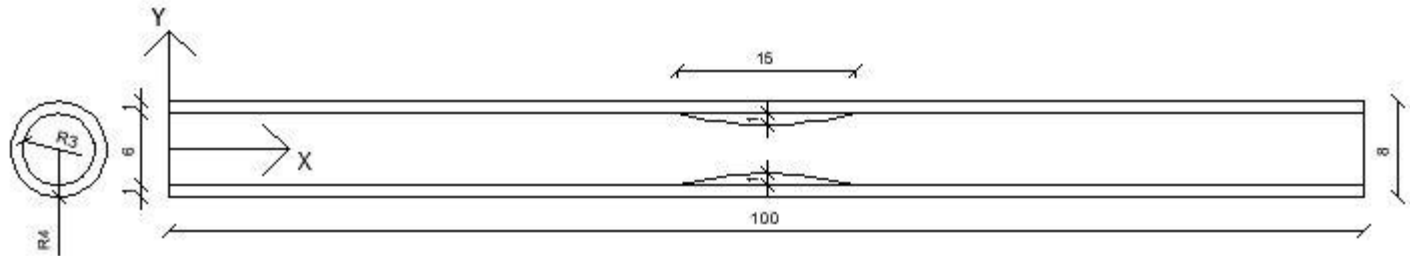
Kock et al. 2009

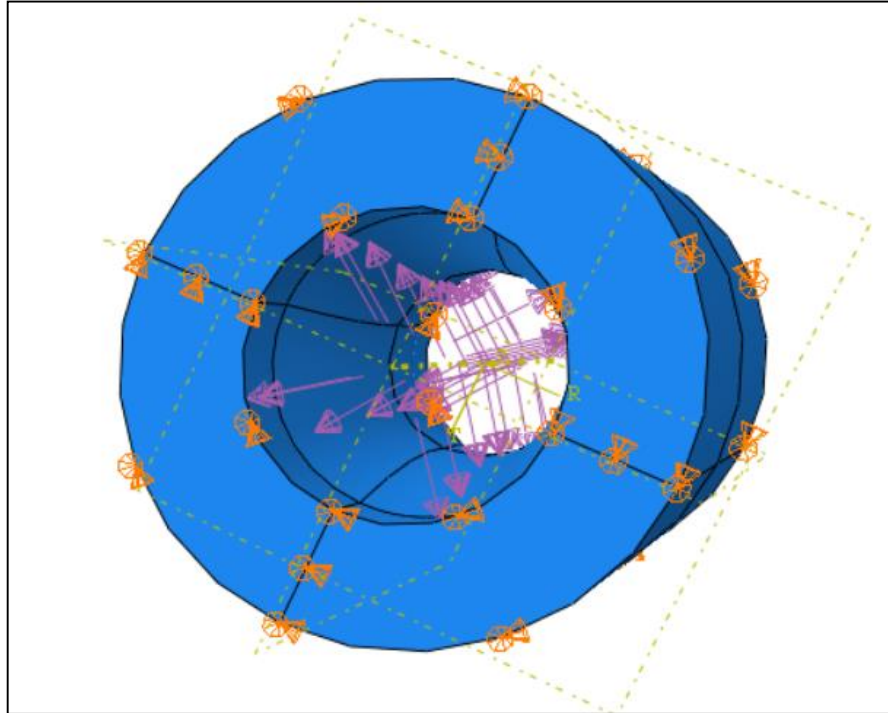




Caso più semplice studiato

- Placca non sulla biforcazione
- Pressione interna del flusso sanguigno
- Spostamenti solo radiali





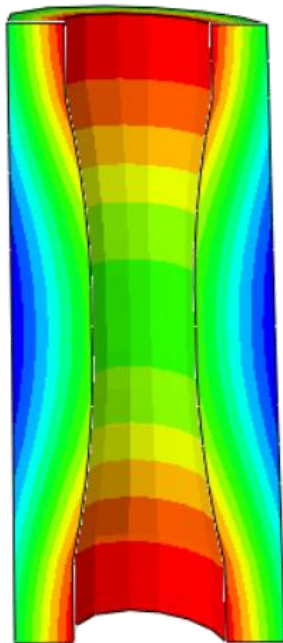
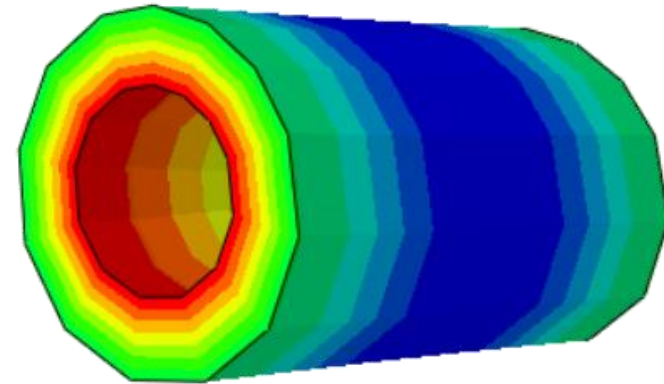
Materiali:

- $E=1\text{MPa}$
- $\nu=0.33$
- Deformabile
- Elastico

- Applicazione pressione Step sistole e diastole
- Condizioni al contorno che permettono solo lo spostamento radiale

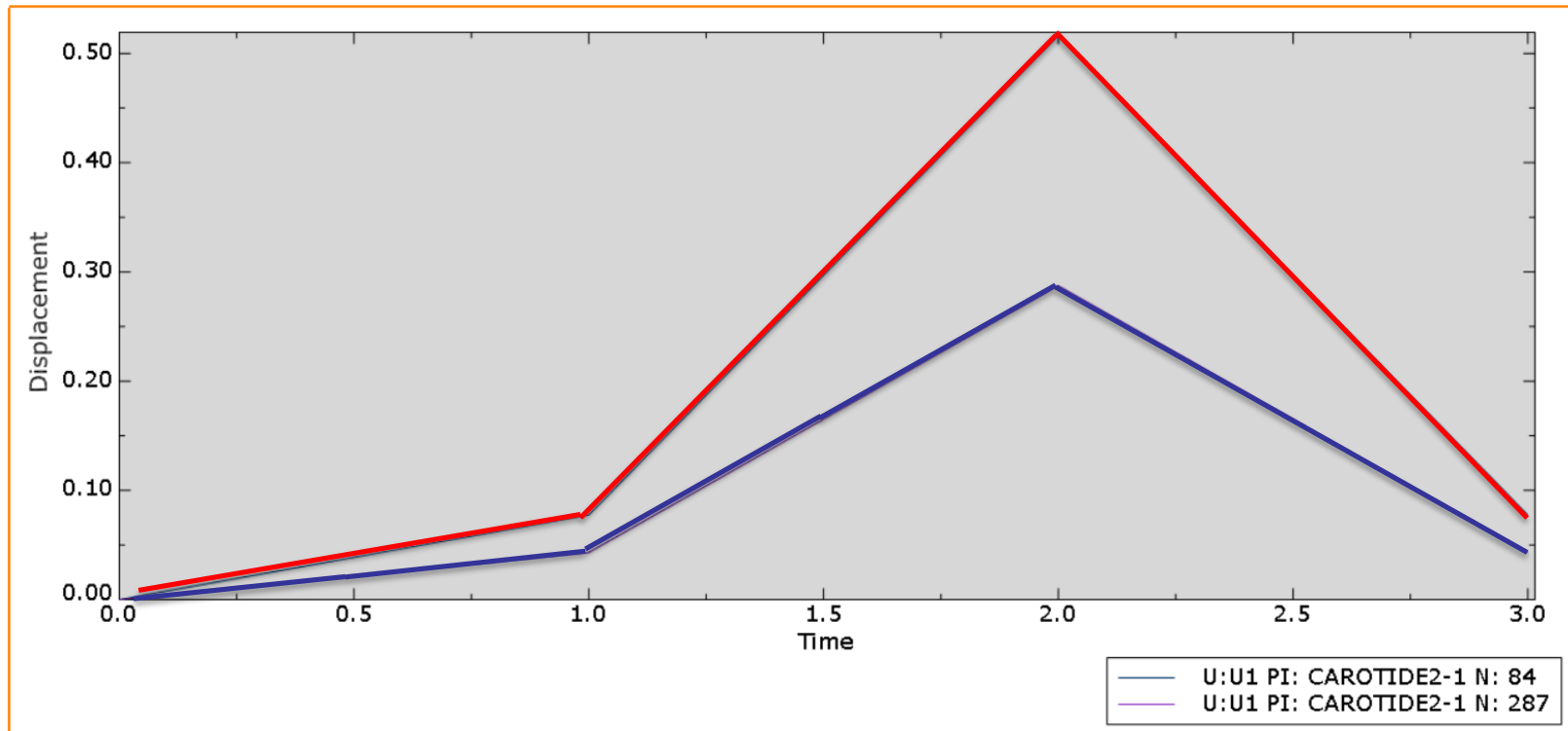
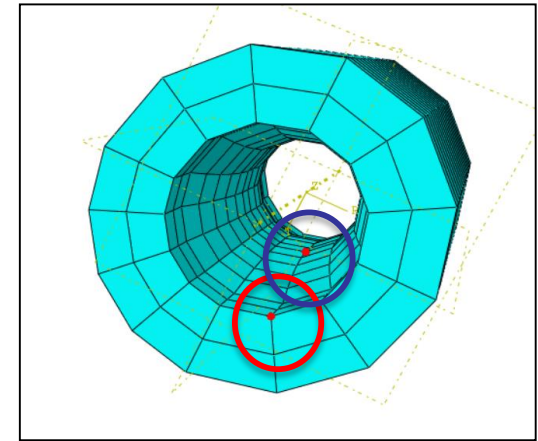
Stress di Von Mises

Stress sulle pareti esterne maggiore dove non è presente la placca



Stress in prossimità della placca è concentrato sul cappuccio fibroso

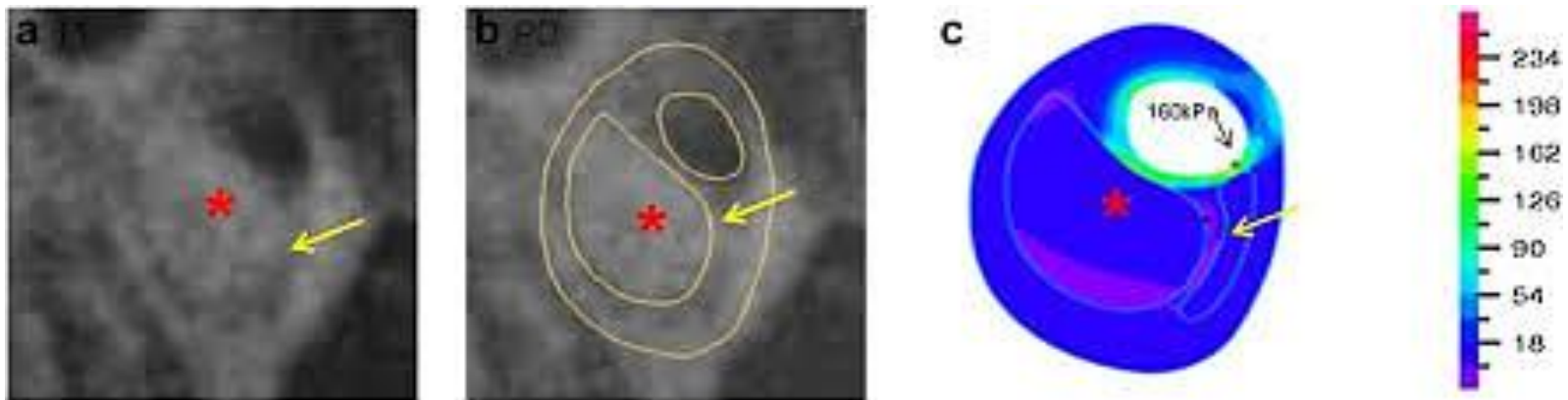
- Set di due punti scelti uno sulla placca e uno sulla sezione frontale della carotide
- Grafico degli spostamenti radiali del set considerato



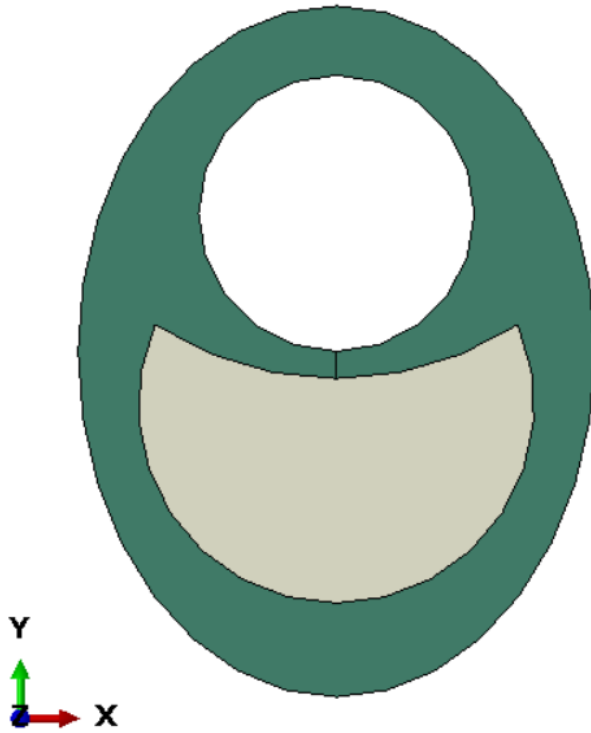
“Associazione tra stress strutturali biomeccanici delle placche aterosclerotiche carotidee e i conseguenti eventi ischemici cerebrovascolari”

Sadat 2010

Si investiga la relazione tra morfologia della placca e gli stress biomeccanici delle placche aterosclerotiche carotidee con sintomatologia ischemica cerebrovascolare utilizzando l'imaging ad alta risoluzione magnetica

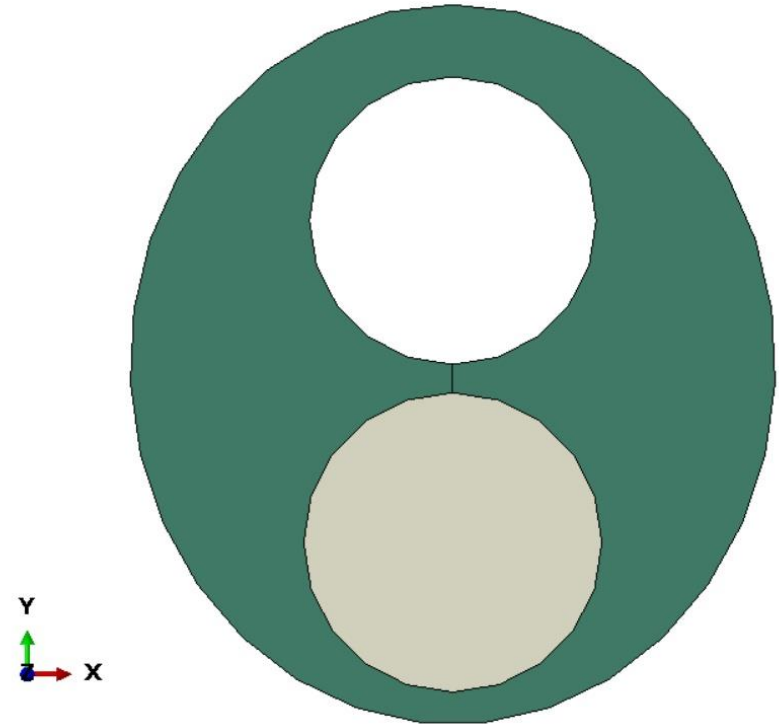


a)MRI della placca del paziente b) contorni della sezione carotidea in presenza della placca c) stress di Von Mises dove sono indicati gli stress massimi



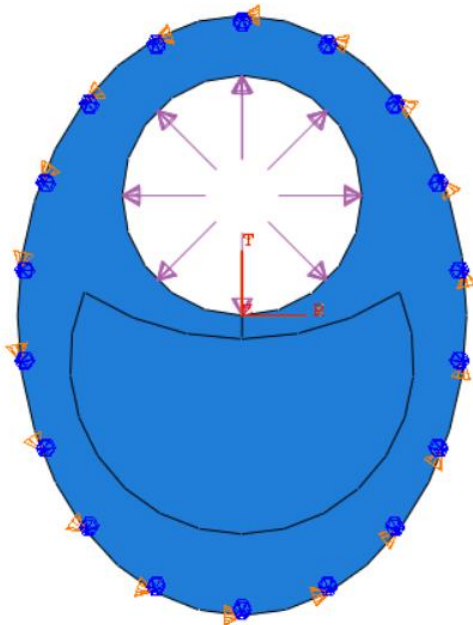
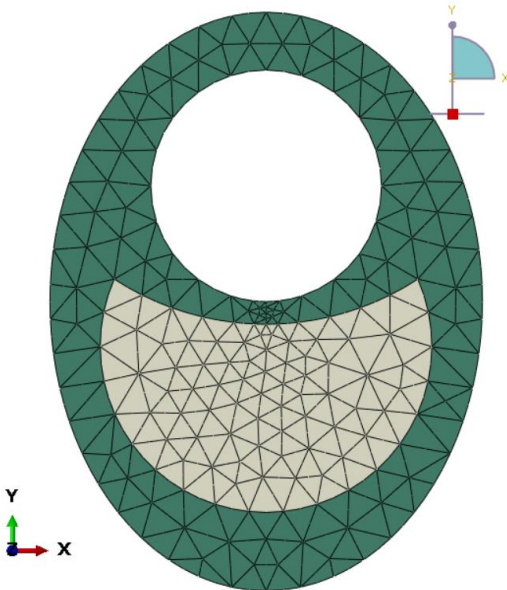
Dimensioni dei modello:

- Lunghezza=10mm
- Larghezza=7.5mm
- Lume=4mm
- Placca=3mm



Dimensioni dei modello:

- Lunghezza=10mm
- Larghezza=8.5mm
- Lume=4mm
- Placca=4mm



Modulo Part

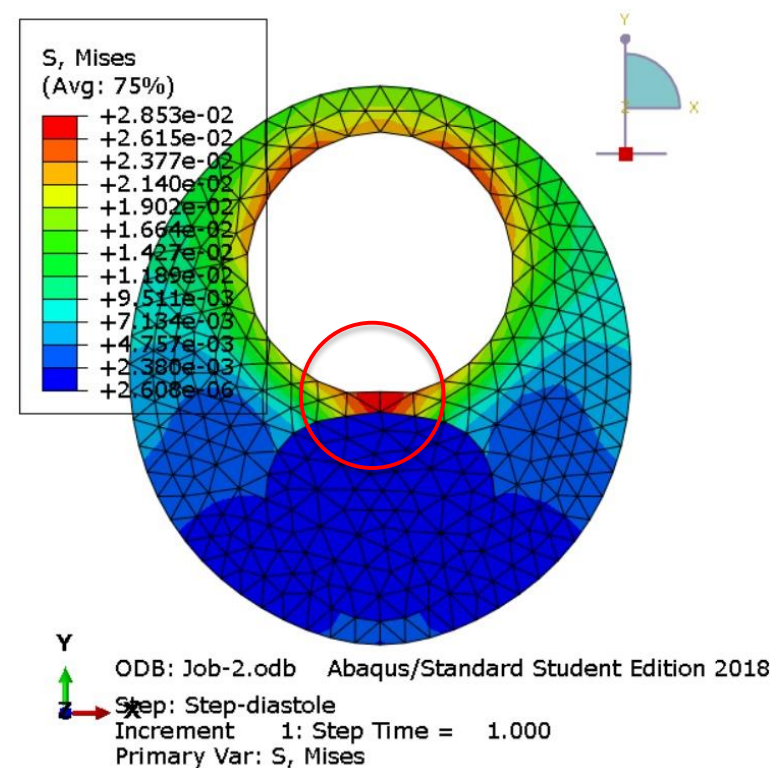
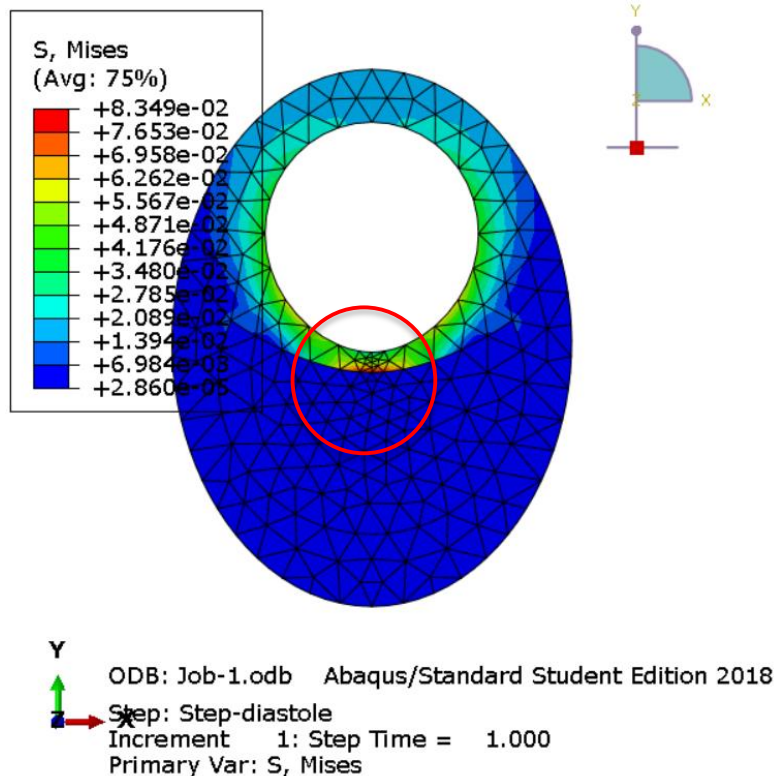
- Geometria 2D per la creazione della sezione della carotide
- Partition per ottenere la placca piena

Modulo Property

- $E_l = 1 \text{ Mpa}$
- $\nu_l = 0.33$
- $E_p = 1 \text{ Mpa}$
- $\nu_p = 0.49$

Modulo Load

- Pressione_sistolica = 144 mmHg
- Pressione_diastolica = 76.5 mmHg
- Consentiti solo spostamenti radiali (sist. Rif. Cilindrico)



- Stress Massimo concentrato in entrambe le placche nel punto di minor spessore del cappuccino fibroso.
- Risultato simile a quello dell'articolo.

Grazie per l'attenzione!