

Analisi delle tensioni all'interfaccia della giunzione osso-stelo in una protesi d'anca

Wednesday 2 September 2026 17:45 (15 minutes)

La protesi d'anca è attualmente considerata, a livello mondiale, il «gold standard» per il trattamento di alcune patologie articolari, in special modo dell'artrosi severa dell'anca, la cui insorgenza determina il progressivo deterioramento della cartilagine articolare con conseguente dolore acuto per il soggetto e rilevanti limitazioni nella deambulazione. Il suo impianto consiste nella eliminazione della testa femorale malata e successivo fissaggio di un opportuno gambo o «stelo» in materiale metallico all'interno del canale midollare del femore, stelo che si accoppia col bacino mediante una testa sferica coniugata ad un inserto in polietilene posizionato nella fossa acetabolare attraverso una coppa metallica di fissaggio.

Questo sistema protesico, che sostituisce l'articolazione nativa, permette nella maggior parte dei casi il recupero della funzionalità biomeccanica dell'anca ed il miglioramento della qualità di vita del paziente, restituendo tassi di successo complessivamente alti.

Ciò nonostante, in alcuni casi la protesi può andare incontro nel tempo a fuori servizio per diverse cause. Una delle più importanti è quella legata alla progressiva regressione del tessuto osseo prossimale del femore, che nel tempo può portare alla perdita della stabilità, inducendo la cosiddetta mobilizzazione o allentamento asettico dello stelo, condizione questa che richiede quasi sempre la relativamente rischiosa revisione dell'intero impianto, aumentando significativamente, specie per un anziano, i rischi per la sicurezza del paziente.

Dal punto di vista clinico, non sono tuttora ben note le cause associate all'allentamento asettico, sebbene in letteratura l'ipotesi più accreditata è quella legata al cosiddetto stress-shielding, cioè alla schermatura degli sforzi meccanici sul femore operata dalla presenza di uno stelo metallico molto più rigido dell'osso; si ritiene in pratica che le basse sollecitazioni o l'assenza di sollecitazioni sul femore prossimale ne induca il riassorbimento progressivo nel tempo. L'ipotesi comunque non sembra molto attendibile in quanto stelo ed osso non sono posti in parallelo rispetto al carico e altresì, se si tiene conto che la coppia stelo-osso risulta molto simile ad una giunzione incollata a doppia sovrapposizione, la regione prossimale (zona di attacco dell'elemento interno del giunto) è quella soggetta a significative sovrasollecitazioni. Al fine di indagare quindi sulle effettive cause dell'allentamento asettico delle protesi d'anca, dopo essenziali richiami della teoria classica delle giunzioni incollate, è stata eseguita una sistematica analisi delle sollecitazioni presenti all'interfaccia stelo-osso spongioso, mediante accurate simulazioni numeriche FEM considerando le peculiari condizioni di adesione per attrito. I risultati FEM così ottenuti hanno mostrato come nella zona prossimale in cui si verifica la regressione ossea responsabile dell'allentamento asettico, contrariamente alla generica ipotesi dello stress-shielding, si verificano significative sovrasollecitazioni sia in termini di tensioni normali all'interfaccia che in termini di tensioni tangenziali e tali tensioni, contrariamente a quanto sostenuto in letteratura, diminuiscono all'aumentare della rigidità dello stelo per cui si raccomanda l'uso di materiali rigidi come per esempio materiali ceramici che permettono in pratica di ridurre le sollecitazioni al di sotto della resistenza di un osso spongioso sano. Tale soluzione è invece insoddisfacente nel caso di osso spongioso osteoporotico meno resistente, nel qual caso si propone l'introduzione di una uno stelo innovativo per pazienti con osteoporosi, dotato di un inserto prossimale mediale in materiale a basso modulo (materiale biocompatibile con modulo di Young inferiore a quello dell'osso spongioso).

Primary author: Prof. ZUCCARELLO, Bernardo (Università di Palermo)

Co-author: TOMASELLO, R.

Presenters: Prof. ZUCCARELLO, Bernardo (Università di Palermo); TOMASELLO, R.

Session Classification: Fatica e Frattura