



EPS

Escola Politècnica

UdG Superior

Projecte/Treball Fi de Carrera

Estudi: Enginyeria Industrial. Pla 2002

Títol: Disseny i fabricació d'un dispositiu per resoldre la inestabilitat del lligament escafolunar

Document: Resum

Alumne: Francesc Soy i Viñas

Director/Tutor: Inés Ferrer Real

Departament: Eng. Mecànica i de la Construcció Industrial

Àrea: Processos de fabricació

Convocatòria (mes/any): Juliol 2012

RESUM

La inestabilitat del canell consisteix en una pèrdua de la fermesa dels moviments de l'articulació a causa del trencament d'un dels lligaments. Quan l'estructura lligamentosa no treballa adequadament, els ossos que uneix (escafoide i semilunar) deixen de realitzar els moviments de forma solidària, ja que cadascun d'ells es desplaçarà independentment i es perdrà l'equilibri del conjunt. El cas més habitual és el trencament del lligament escafolunar que comporta una inestabilitat dissociativa del carp, deguda a una separació excessiva (més de 5 mil·límetres) dels ossos semilunar i escafoide del carp (*Figura 1*). Així que, l'objectiu del projecte és desenvolupar una pròtesi capaç de dur a terme la funció del lligament escafolunar de la forma més adient possible.



Figura 1 Comparativa d'un canell sa i un canell amb inestabilitat del lligament escafolunar

(S → os escafoide, L → os semilunar, C → os gran)

Actualment s'utilitza la cirurgia com a opció per a la reparació i reconstrucció dels lligaments mitjançant els tendons transferits, la fusió de les articulacions o la reformació dels ossos per tal d'oferir suport i alleugerir el dolor. Però fins ara, totes les cirurgies existents per intentar resoldre aquest problema comporten importants riscos, per això en aquest projecte es planteja desenvolupar una pròtesi que permeti substituir la funció del lligament escafolunar a la vegada que faciliti la seva implantació al pacient i en millori de forma considerable la funcionalitat i el temps de recuperació. Basant-nos en l'estat de l'art actual de les tècniques de recuperació, es focalitza el disseny en una pròtesi compatible amb l'artroscòpia, ja que és el mètode quirúrgic menys invasiu.

El disseny de la pròtesi està determinat d'una banda per les limitacions tècniques referents a la mecanització i fabricació de les peces, així com per les propietats característiques dels materials utilitzats, i d'altra banda serà imprescindible satisfer els requeriments i les recomanacions exposades pel Doctor Antoni Salvador Albarracín de l'Hospital de Sant Celoni, ja que determinen les condicions d'ús i implementació del mecanisme.

Així doncs, per desenvolupar el disseny de la pròtesi s'han utilitzat com a base dos models previs realitzats per Antonio Fontana i José Obedt Figueroa Cavazos, col·laboradors del GREP. A partir d'aquí s'ha anat evolucionant el disseny amb l'objectiu de satisfer els requeriments preestablerts. El resultat final del procés de disseny ha estat una pròtesi que combina la utilització de peces de titani o PEEK que s'hauran d'allotjar al semilunar i l'escafoide, els quals estaran units per una silicona biocompatible que permetria el moviment relatiu necessari entre els dos ossos. A la *Figura 2* es mostra l'aspecte final de la pròtesi plantejada amb més possibilitats d'èxit.

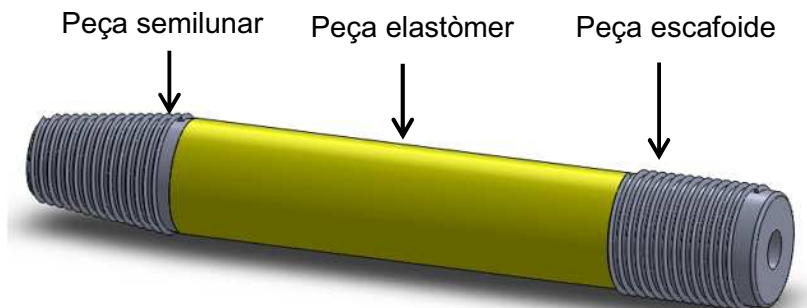


Figura 2 Pròtesi dissenyada

Per entendre millor la disposició final de la pròtesi, a la *Figura 3* es mostra la disposició final aproximada de la pròtesi implantada.

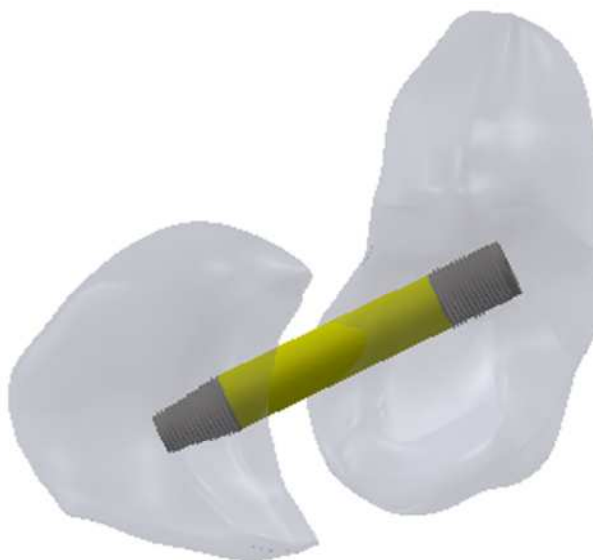


Figura 3 Pròtesi implantada al semilunar i l'escafoide

D'altra banda, en aquest projecte també s'ha iniciat el procés de fabricació de prototips a escala ampliada per determinar els punts crítics dels dissenys plantejats. En tractar-se d'una fase experimental, s'ha hagut de restringir la fabricació a l'aplicació de processos i materials no biocompatibles (acer i PVC), per motius de cost, tot i que aquesta circumstància no ha impedit començar a extreure les primeres conclusions derivades de la construcció de la pròtesi. En primer lloc, s'ha fet evident que és possible fabricar les peces metàl·liques de la pròtesi a escala 2:1 amb la maquinària disponible al taller mecànic de l'Escola Politècnica Superior de la Universitat de Girona. Tot i això, el torn Okuma, utilitzat per la fabricació a escala 2:1, ha demostrat tenir certes mancances alhora de generar models a escala real, tot i que és possible resoldre aquesta situació mitjançant la utilització d'eines adequades.

La segona fase de la producció ha consistit en la fabricació del motlle que hauria de permetre constituir la peça d'elastòmer. S'han plantejat dos motlles diferents, rectangulars o cònics, dels quals s'ha escollit el segon model ja que s'ha considerat l'apropiat per iniciar les primeres proves de curació de la silicona amb certa agilitat, gràcies a la facilitat per fabricar-lo. Els resultats obtinguts, tot i no ser els idonis, van ser bastant satisfactoris ja que la consistència de l'elastòmer és l'òptima, però alguna de les unions entre les peces d'acer i la silicona acostuma a fallar durant el procés de desemmotllament. Aquesta circumstància condueix al replantejament del disseny del motlle. A la *Figura 4* es mostra el prototip de pròtesi que s'ha aconseguit fabricar a escala 2:1.



Figura 4 Prototip fabricat a escala 2:1

Finalment, per continuar el desenvolupament de la pròtesi es plantegen un seguit de treballs futurs que caldria desenvolupar. En primer lloc cal aconseguir fabricar un prototip a escala real, preferiblement amb la maquinària disponible a la universitat. Per aconseguir-ho serà necessària l'adquisició de noves eines més adequades que permetin assolir la geometria requerida, especialment per les rosques i les ranures. A més, s'hauran d'obtenir bons acabats, imprescindibles per la funció que ha de desenvolupar la pròtesi, minimitzant per tant els efectes vibratoris durant el mecanitzat. Així doncs, es recomana utilitzar eines de la marca Mitsubishi, ja que disposen de característiques tècniques força adequades. Aquest procés hauria de permetre demostrar si el torn Okuma del taller és capaç d'assolir els requeriments establerts per la construcció del prototip. En cas que no fos possible s'hauria d'externalitzar la fabricació final de la pròtesi a tallers especialitzats per peces petites i d'aquestes característiques.

Paral·lelament a l'evolució de la fabricació caldrà simular la pròtesi mitjançant la utilització de programes d'elements finits, per contrastar si el disseny és viable i si la pròtesi seria capaç de dur a terme la seva funció. A dia d'avui ja s'han començat a fer simulacions amb ANSYS, basant-nos en les dades trobades a la literatura referents als desplaçaments dels ossos del carp quan s'efectua un moviment de la mà. Per tant, d'una banda caldria seguir evolucionant els models ja preparats, i de l'altra seria pertinent començar a simular la resposta de la pròtesi en casos d'esforços sotmesos per forces externes. Cal remarcar que aquestes simulacions permeten obtenir el comportament de la pròtesi un cop instal·lada, però no és possible verificar la seva viabilitat durant el procés d'implantació.

A continuació s'haurien de realitzar un seguit de tests de la pròtesi amb ossos d'animals, per acabar-la provant amb cadàvers. Aquestes proves haurien de permetre verificar el funcionament adequat de la pròtesi i comprovar si el procediment d'implantació és viable. Caldria prendre especial atenció amb les dificultats que puguin sorgir per introduir la pròtesi als ossos, o si la torsió excessiva de la silicona durant la implantació exigeix un replantejament del disseny. Per tant, durant el procés de proves de la pròtesi és recomanable determinar la metodologia d'instal·lació més adequada pel seu ús futur. Així doncs, a més dels mètodes d'implantació també seria interessant assajar amb l'aplicació de tècniques de cimentació o de fixació alternatives per tal d'observar els resultats que es poden obtenir, esperant millorar l'adhesió entre la pròtesi i els ossos.

Finalment, si els resultats obtinguts són satisfactoris es podria procedir a la fabricació d'una pròtesi implantable utilitzant materials i processos de fabricació biocompatibles; concretament s'ha determinat que caldria utilitzar titani Ti-6Al-4V i una silicona biocompatible, a més de les instal·lacions preparades i compatibles amb la fabricació de pròtesis mèdiques implantables. En cas contrari s'hauria de replantejar el disseny presentat. Aquest darrer pas sempre estaria subjecte a l'aprovació final del disseny per un equip mèdic i tècnic especialitzat.

Olot, 12 de juny de 2012

Francesc Soy i Viñas