



Comunicato stampa

## Ecco perché le ragnatele sono resistenti

**Il segreto sta nella robustezza dell'ancoraggio, una struttura complessa costruita in modo intelligente. Lo ha svelato un team di ricercatori composto da Nicola Pugno dell'Università di Trento e colleghi del MIT di Boston. Il lavoro, che suggerisce anche la possibilità di applicazioni in campo ingegneristico, è finanziato dall'*European Research Council* e verrà pubblicato da *Small***

Trento, 18 marzo 2013 – (e.b.) Molti sono gli studi compiuti sulla seta del ragno e sulla ragnatela, ma solo di recente si è incominciato a comprendere la relazione profonda che intercorre tra il materiale e la struttura che il ragno produce. Si è potuto così dimostrare che è la caratteristica iper-elastica della seta (che si irrigidisce sotto tensione) a rendere la ragnatela estremamente robusta e resistente agli impatti degli insetti. Tuttavia, se il carico applicato alla ragnatela non è puntuale, come nel caso di un impatto di un insetto, ma è distribuito, come nel caso del carico del vento, gli ancoraggi saranno gli elementi strutturali più sollecitati. E allora, come fa il ragno a progettare gli ancoraggi della sua ragnatela in modo da renderli capaci di resistere anche a degli uragani?

A rivelare questo segreto sono stati i ricercatori del MIT di Boston guidati da **Nicola Pugno**, del Dipartimento di Ingegneria civile, ambientale e meccanica dell'Università di Trento, grazie a calcoli di nanomeccanica nonlineare, simulazioni di dinamica molecolare e osservazioni sperimentali. Il lavoro "Synergetic material and structure optimization yields robust spider web anchorages", finanziato dall'European Research Council, sarà pubblicato da "Small". Primo autore e co-corresponding il professor Pugno.

Semplificando molto, l'ancoraggio può essere descritto come un sistema adesivo a forma di Y al cui ramo inferiore è applicata la sollecitazione esterna. I ricercatori hanno dimostrato che la resistenza adesiva dell'ancoraggio è massima in presenza di una certa ampiezza degli angoli alla base e che essa dipende dalla deformabilità della seta. Quindi ogni tipo di seta prodotta da un ragno per essere resistente avrà bisogno di una particolare struttura degli ancoraggi.

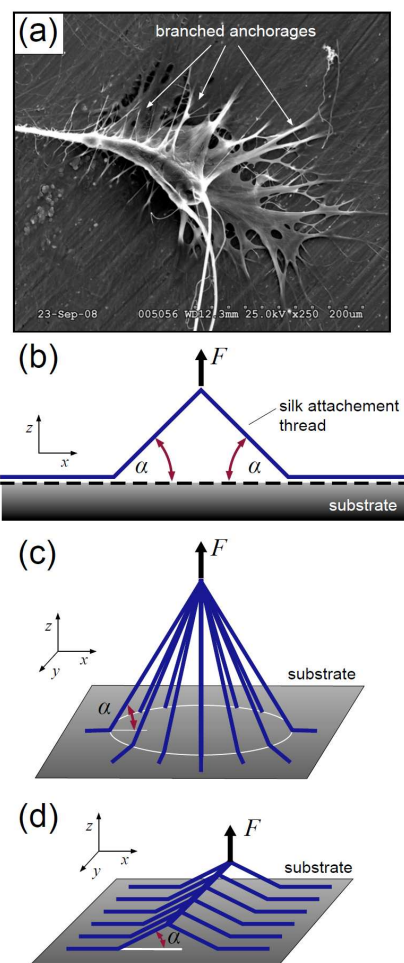
In un disco di ancoraggio di ragnatela ritroviamo centinaia di questi elementi a "Y" e c'è anche da chiedersi come faccia il ragno ad ottimizzarli tutti con efficacia. Una soluzione al problema viene dall'impiego di un meccanismo intelligente di auto-ottimizzazione: al crescere della sollecitazione il sistema inizialmente si deforma senza rompersi (ovvero e così è in grado di aumentare l'angolo di base); per un carico sufficientemente elevato, viceversa, il sistema incomincerà a rompersi e quindi a diminuire questo angolo. I ricercatori hanno dimostrato che un ancoraggio di seta di

ragno, grazie alla sua grande deformabilità, raggiunge l'angolo ottimale e quindi la massima resistenza semplicemente all'aumentare della tensione applicata.

Il ragno così ottimizza simultaneamente le geometrie della moltitudine di contatti che costruisce nel disco di ancoraggio. Tale numero elevato è poi dovuto al fatto che la forza di adesione è proporzionale al perimetro e non all'area del contatto, rendendo benefica una suddivisione della stessa, come in effetti osservato.

Una ultima ottimizzazione potrebbe essere impiegata dal ragno progettando una ragnatela ad uniforme resistenza, tale cioè che la resistenza dell'ancoraggio e della seta sia la medesima e quindi si abbia la loro rottura simultanea, minimizzando il materiale impiegato e quindi il costo energetico.

Lo studio suggerisce soluzioni ispirate all'ancoraggio della seta del ragno per il progetto di ancoraggi di robustezza estrema, di grande interesse in campo ingegneristico, dai nanosistemi alle applicazioni civili, dalle superfici nanostrutturate estremamente adesive per applicazioni mediche agli ancoraggi per il cavo di ponti sospesi.



(a) Disco di ancoraggio di una ragnatela; (b-d) modelli dell'ancoraggio