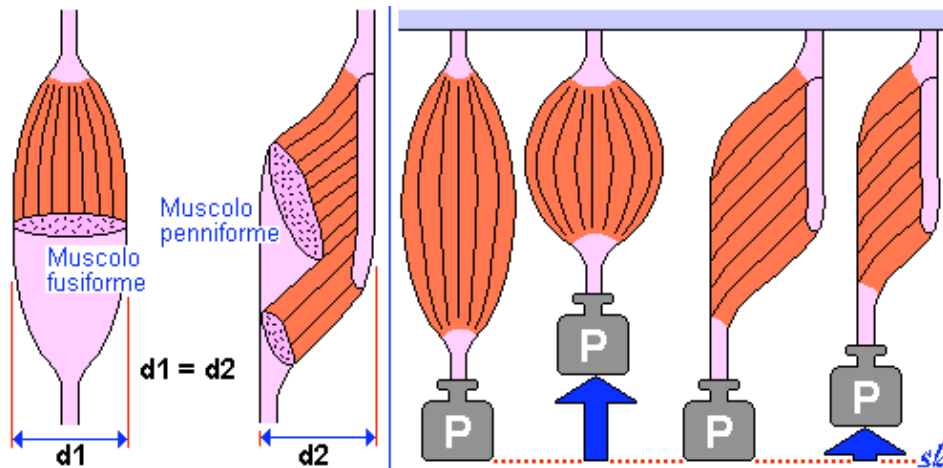


FORZA E PENNAZIONE MUSCOLARE

La forza espressa da un muscolo dipende molto dalla direzione delle fibre rispetto all'asse longitudinale del muscolo stesso. Per tale motivo si è visto che:

- fibre parallele all'asse longitudinale dei tendini permettono un movimento rapido e di grande ampiezza;
- fibre oblique rispetto all'asse longitudinale dei tendini producono una notevole forza di contrazione ma un movimento poco veloce e di modesta ampiezza.

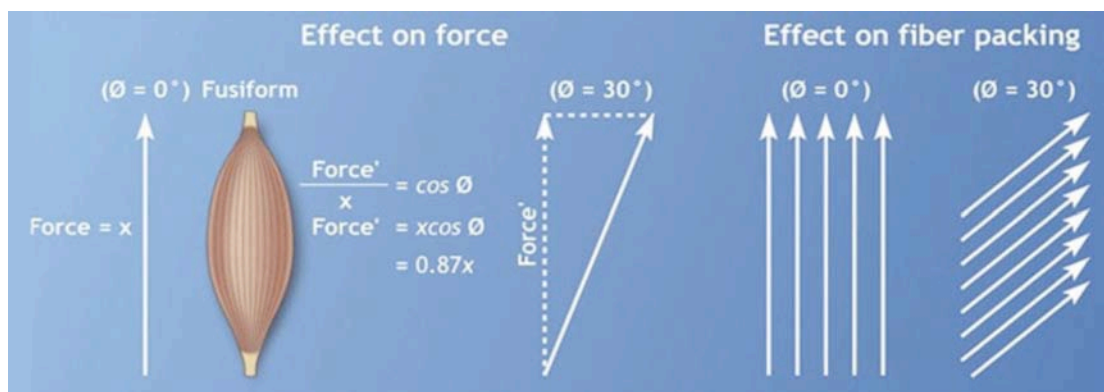
A queste due categorie si aggiunge la categoria dei muscoli multipennati, i quali presentano differenti angoli di pennazione rispetto al tendine.



L'angolo di pennazione definisce l'angolo compreso tra la fibra muscolare e la linea d'azione del muscolo, cioè l'asse su cui si genera la forza. L'angolo di pennazione è sempre compreso tra 0 e 30° e tende ad aumentare con il movimento. La forza delle fibre muscolari pennate trasmessa al tendine è rappresentata dalla forza stessa moltiplicata per il coseno dell'angolo di pennazione

Se la fibra muscolare è parallela all'asse che genera la forza (come avviene ad esempio nei muscoli lunghi fusiformi) l'angolo di pennazione è pari a 0 e il coseno dell'angolo è uguale a 1. Quindi tutta la forza viene trasmessa efficacemente ed effettivamente sull'asse di trazione del tendine.

Se la fibra muscolare è orientata diagonalmente all'asse che genera la forza (come nei muscoli pennati), l'angolo di pennazione è maggiore di 0 e il suo coseno è minore di 1 quindi solo una parte della forza della fibra muscolare è trasmessa al tendine. Nei muscoli pennati la forza trasmessa al tendine sarà minore della somma delle forze sviluppate dalle singole fibre muscolari e in generale rappresenta il 90% della forza effettiva.



MUSCOLO PENNATO E MUSCOLO FUSIFORME: DIFFERENZE NELLA FORZA

Da quanto esposto in precedenza, la pennazione potrebbe risultare come una perdita di forza rispetto alla forza generata da un muscolo fusiforme. In realtà la pennazione è un eccellente sistema per concentrare in poco spazio un grande numero di elementi contrattili lungo il tendine. I muscoli pennati presentano, infatti, a parità di spazio, una maggior concentrazione di fibre rispetto ai muscoli fusiformi, proprio per effetto dell'angolazione rispetto al tendine.

Inoltre la PCSA (*Physiological Cross Section Area*) cioè l'area traversa fisiologica, è maggiore di quella del muscolo fusiforme, ed essendo la forza in diretto rapporto alla sezione trasversa del muscolo, il muscolo pennato presenta una forza maggiore del fusiforme.

Concludendo, possiamo riassumere il concetto dicendo che, un muscolo pennato, presenta una minore forza trasmessa al tendine rispetto ad un muscolo fusiforme, tuttavia la sua forza reale è comunque superiore perché:

- 1- il pennato ha una maggior concentrazione del numero di fibre
- 2- la *sezione trasversa fisiologica* del pennato è più grande rispetto alla *sezione trasversa anatomica* del fusiforme
- 3- il pennato presenta un maggior numero di elementi contrattili (sarcomeri) disposti in *parallelo* (uno a fianco dell'altro) piuttosto che in *serie* (uno dietro l'altro).

ACSA e PCSA – Sezione Trasversa Anatomica e Sezione Trasversa Fisiologica

Per valutare la forza potenziale di un muscolo si misura la *sezione trasversa anatomica (ACSA)*, ovvero il punto medio in cui normalmente il diametro è più largo. Questo è possibile soprattutto nei muscoli fusiformi. Per quanto riguarda i muscoli pennati, visto l'obliquità delle loro fibre, non è possibile verificare con un'unica misurazione il diametro del muscolo. Si fa pertanto ricorso alla *sezione trasversa fisiologica (PCSA)*. Questa non è una vera sezione trasversale del muscolo, ma è ottenuta sommando la lunghezza delle linee che tagliano perpendicolarmente le fibre di un muscolo e la forza di questo si ha moltiplicando il risultato per lo spessore medio del muscolo (ottenuto valutando la sua ACSA, cioè la sezione anatomica)

