

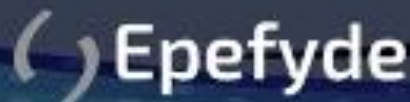
IV Congreso Internacional de Investigación Aplicada en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

25 y 26 de octubre de 2024 · Facultad de Ciencias del Deporte · San Javier · Murcia

USO DE LA ECOGRAFÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA MUSCULOESQUELÉTICA

Alejandro Hernández Belmonte¹

¹ Human Performance and Sports Science Laboratory, University of Murcia, Murcia



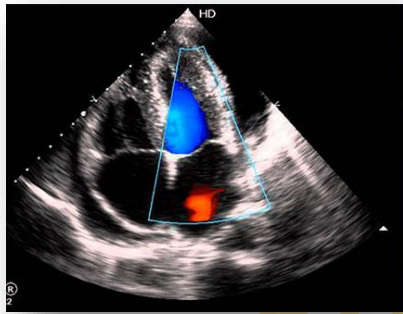
UNIVERSIDAD
DE MURCIA



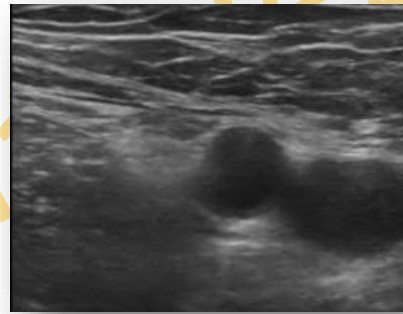


APLICACIONES PRÁCTICAS

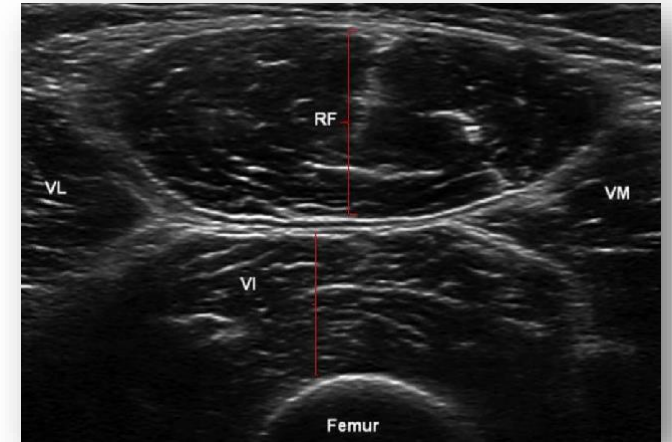
Órganos



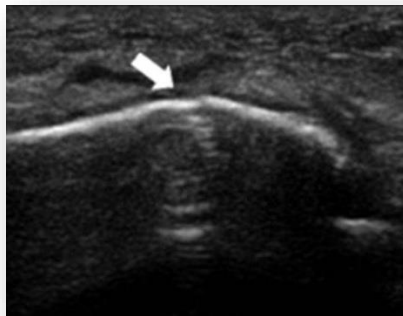
Nervios y vasos
sanguíneos



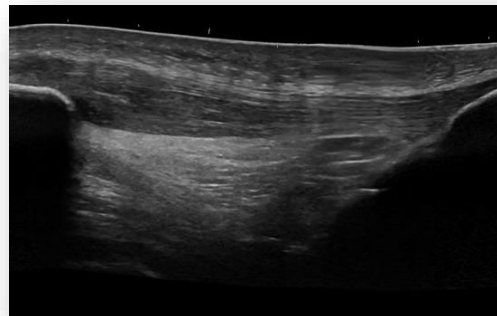
Músculos



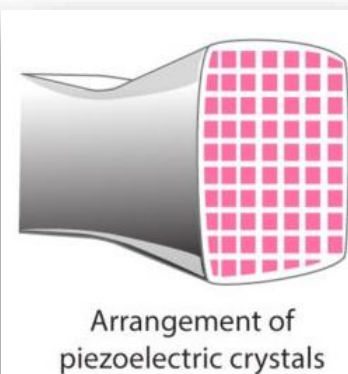
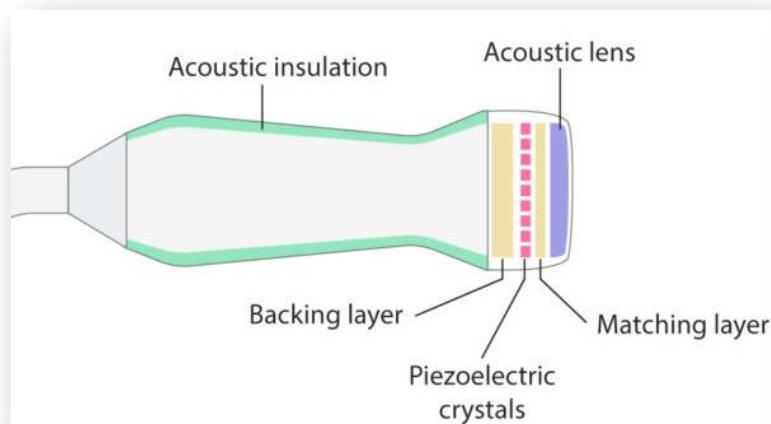
Huesos



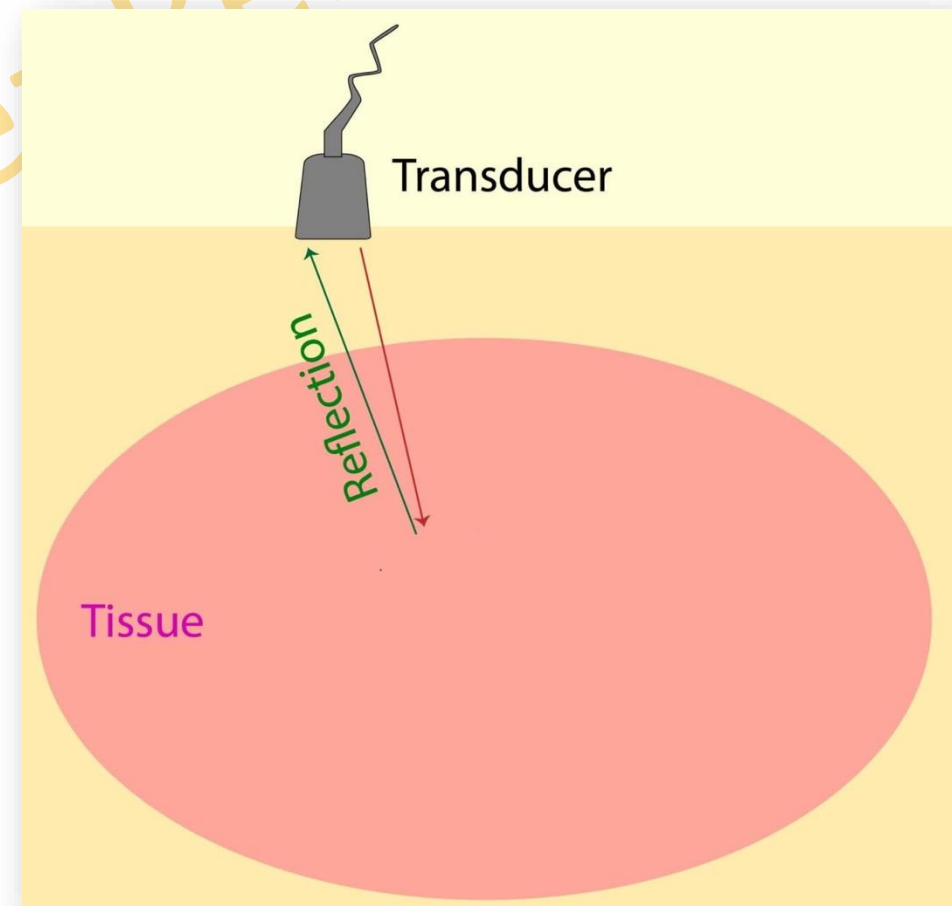
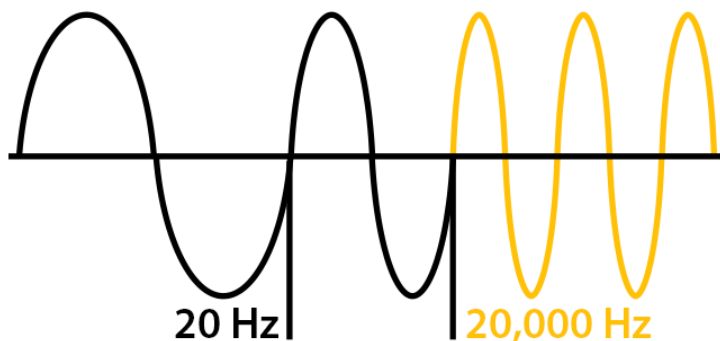
Ligamentos y
tendones



BASES DE LA ECOGRAFÍA



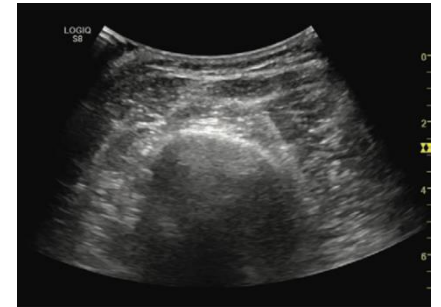
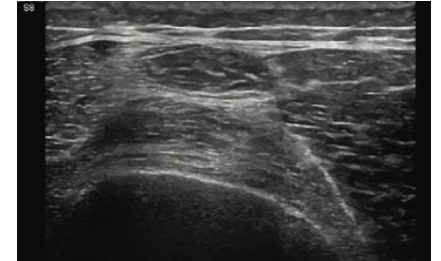
sound waves with
frequencies above 20,000 Hz



ASPECTOS A TENER EN CUENTA: SONDA

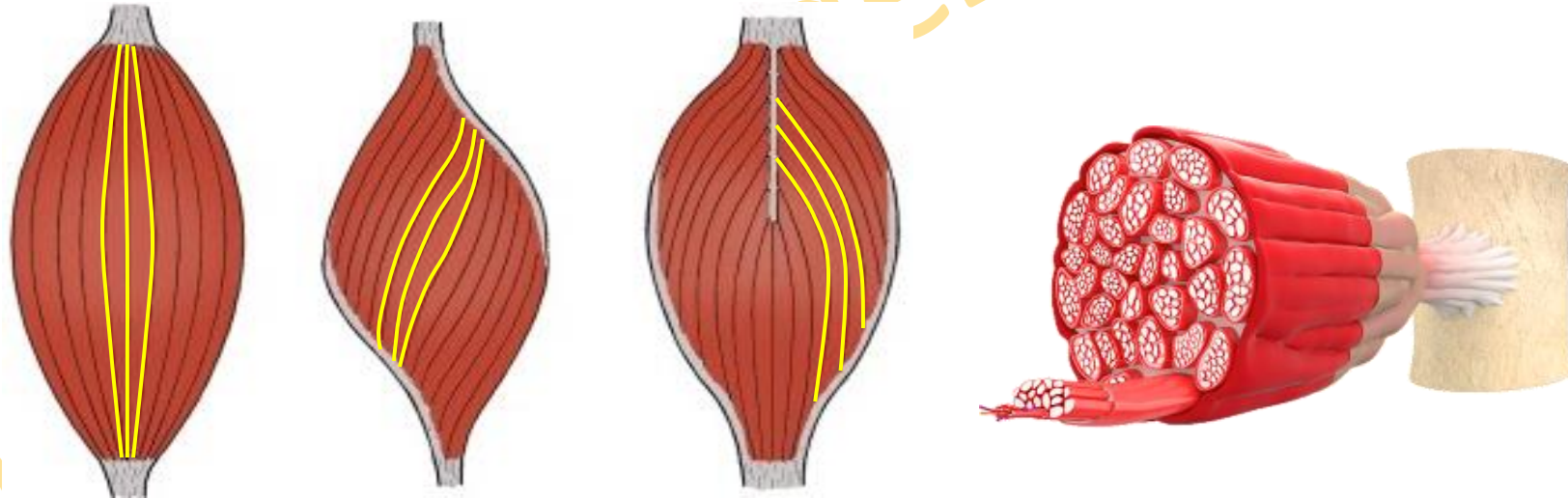


- Componente más importante
- Recibe las ondas y las convierte en impulsos eléctricos
- Determina la resolución de la imagen
- Sondas lineales: Altas frecuencias / tejidos superficiales
- Sondas curvilíneas: Bajas frecuencias / tejidos profundos
- Campo de visión (footprint)



ARQUITECTURA MUSCULAR

- **Arquitectura muscular:** Organización macroscópica de las fibras musculares en referencia a su eje de generación de fuerza. Extremadamente parecida entre sujetos de la misma especie



PRINCIPALES PARÁMETROS DE
ARQUITECTURA MUSCULAR

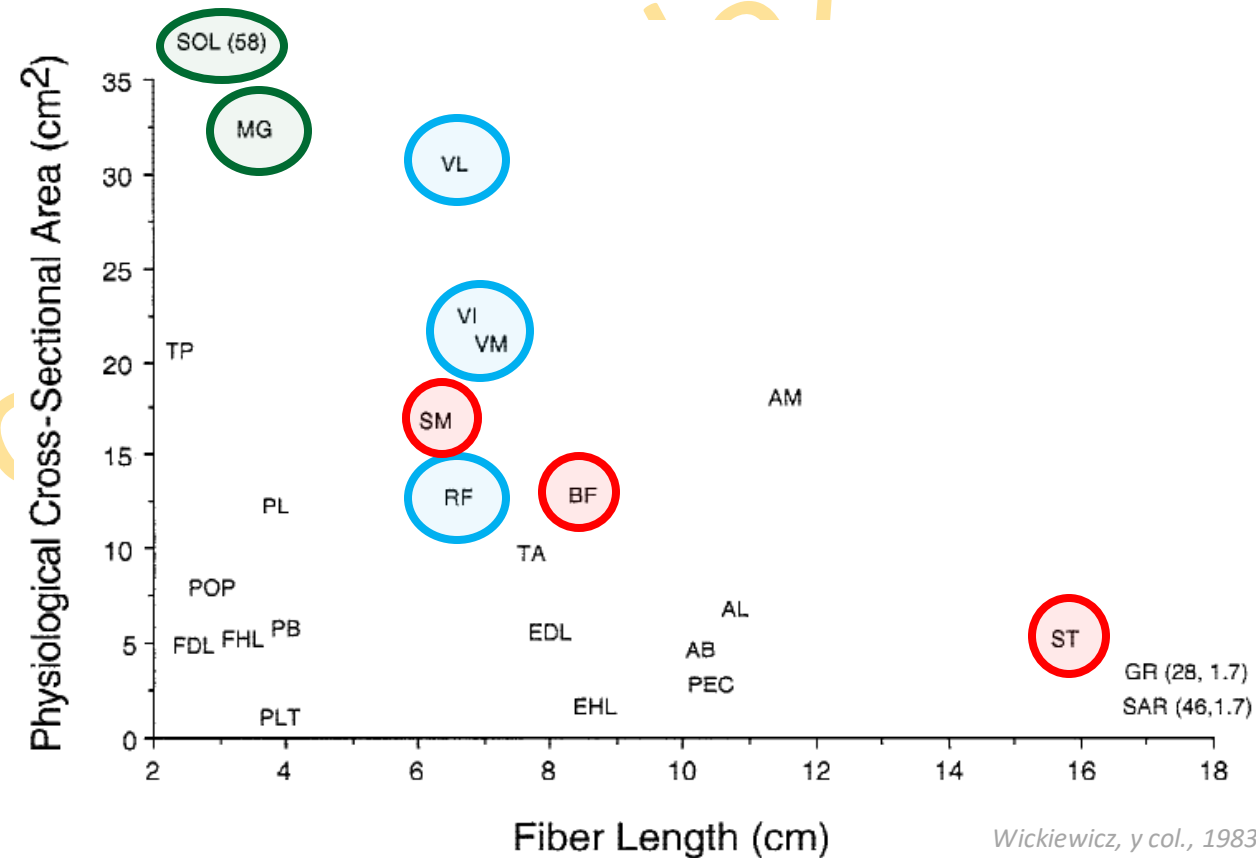
Longitud de los fascículos

Ángulo de penación de los
fascículos

Área de sección transversal
fisiológica y anatómica

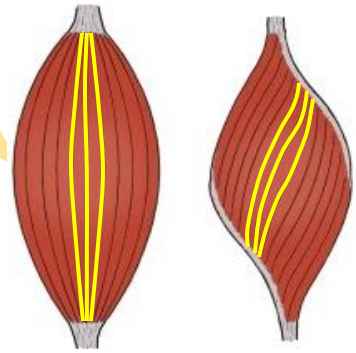
ARQUITECTURA MUSCULAR

- Los músculos tienen diferente arquitectura muscular dependiendo de sus **DEMANDAS FUNCIONALES**

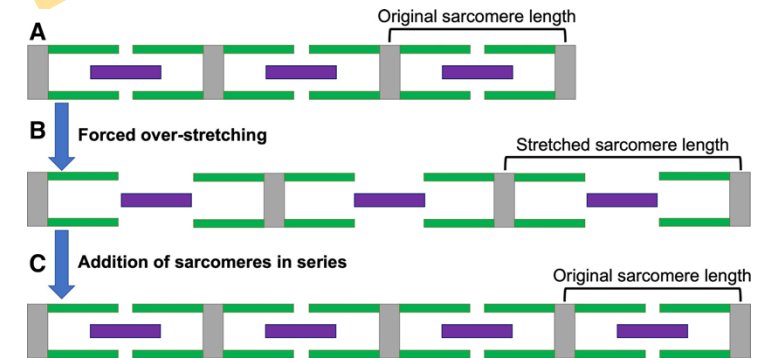


LONGITUD DE LOS FASCÍCULOS

- Distancia desde el origen hasta la inserción del fascículo en el tejido conectivo (tendón o aponeurosis)



Sarcómero 1	Sarcómero 2



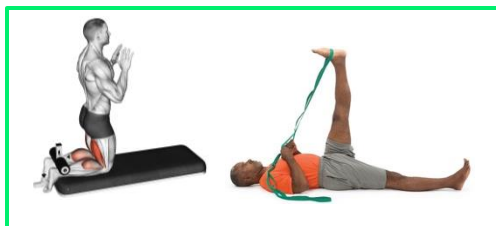
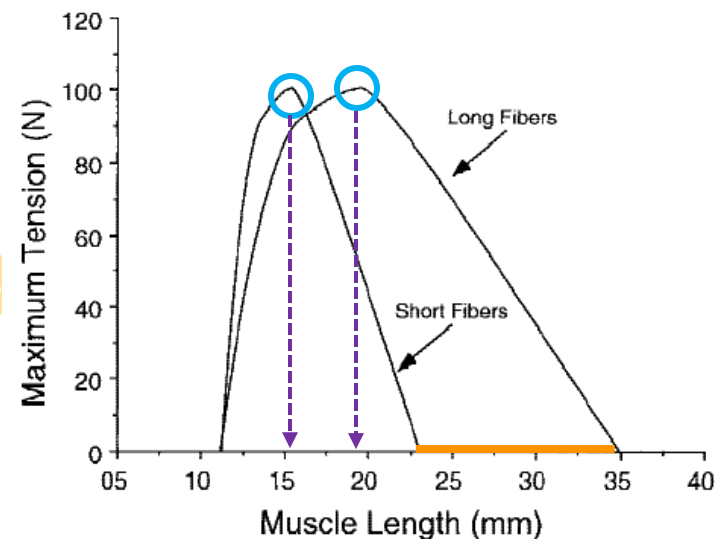
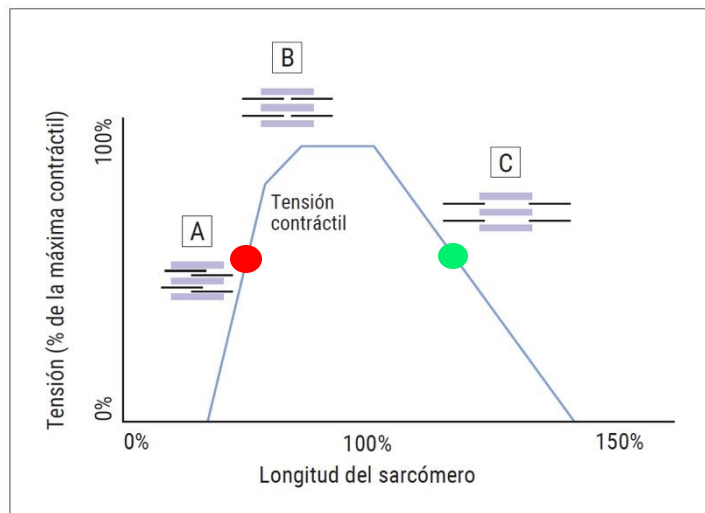
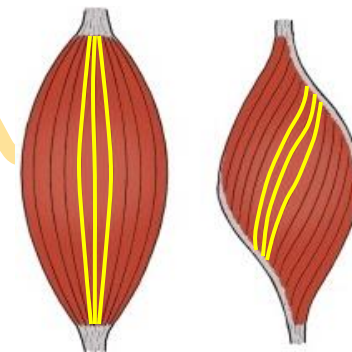
Hinks y col., 2022

1 *Modifica la relación longitud-tensión*

2 *Modifica la relación fuerza-velocidad*

LONGITUD DE LOS FASCÍCULOS

1 *Modifica la relación longitud-tensión*



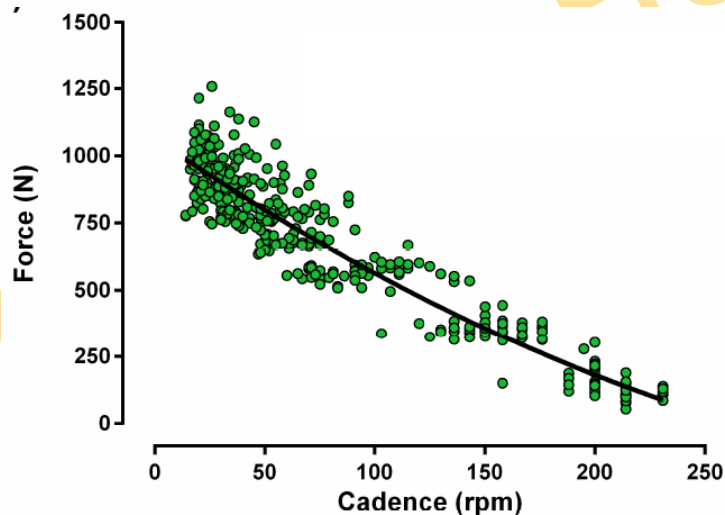
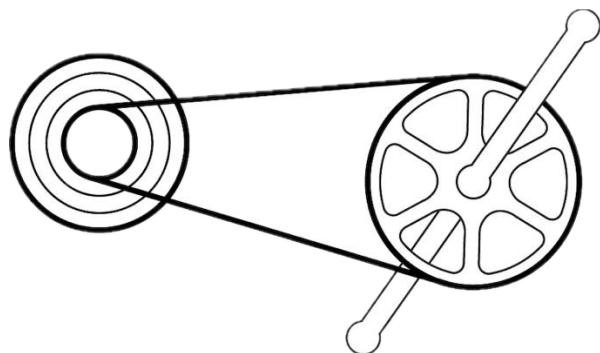
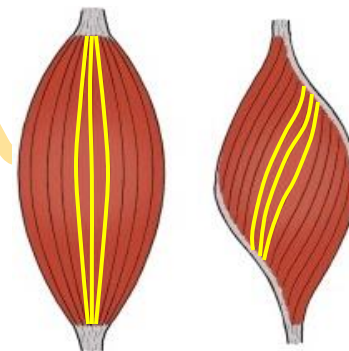
- **Mismo** pico máximo de fuerza

- Pico máximo de fuerza se genera a **una mayor longitud muscular** o ángulo articular

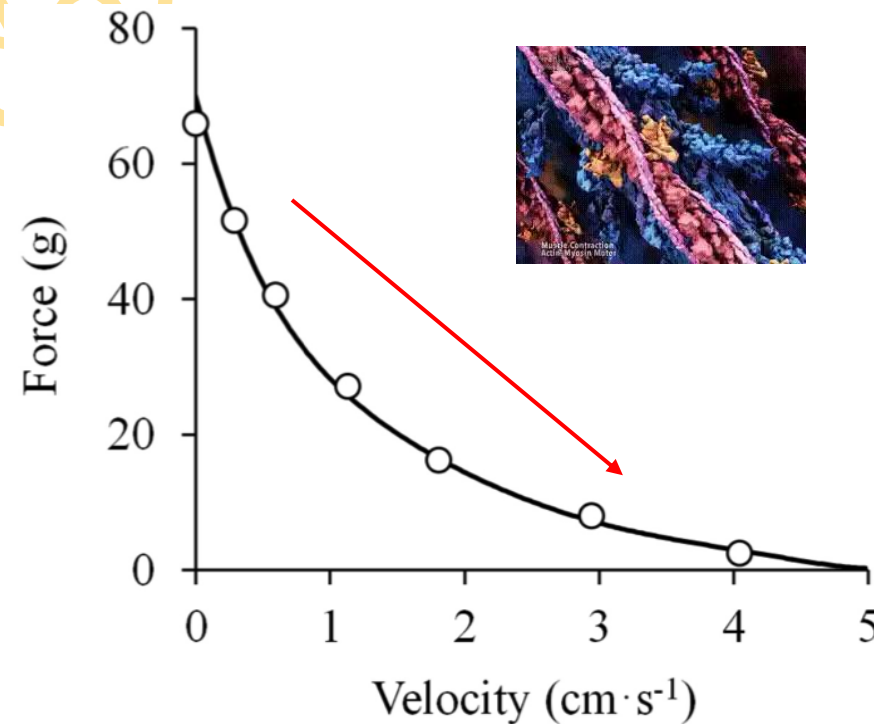
- **Mayor** longitud muscular o el ángulo articular en el que la fibra es capaz de producir fuerza de manera **activa**

LONGITUD DE LOS FASCÍCULOS

2 *Modifica la relación fuerza-velocidad: Tensión a cada velocidad*

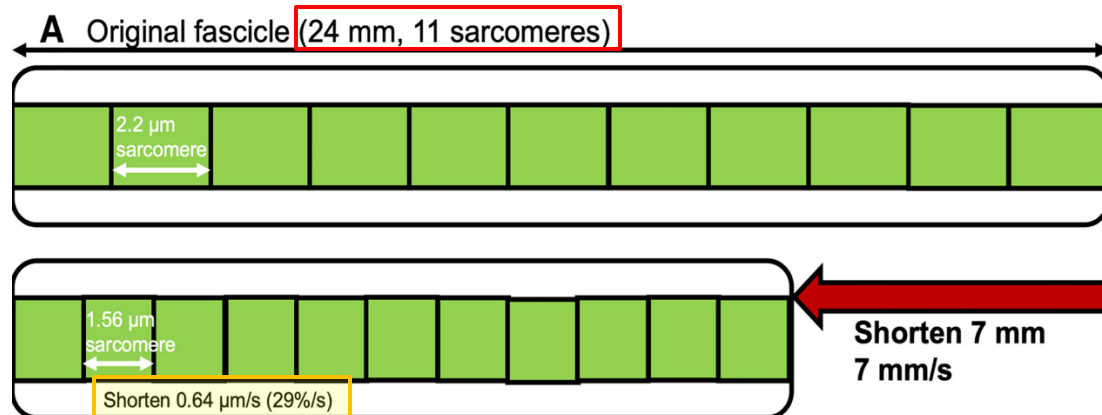
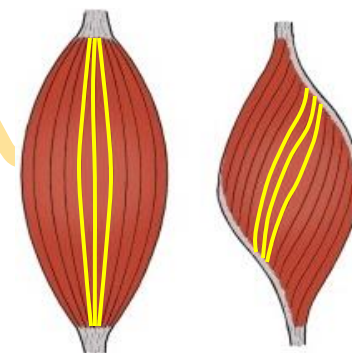


Rodríguez-Rielves y col., 2024

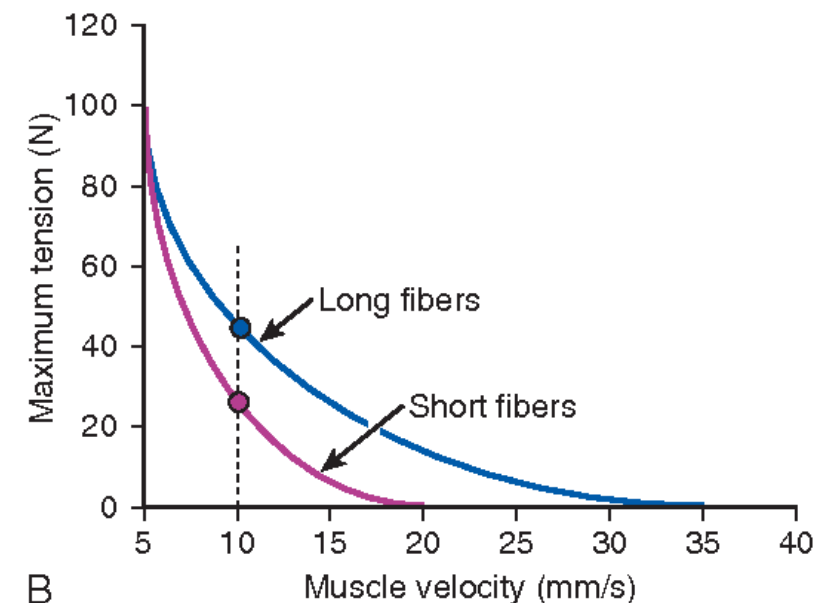
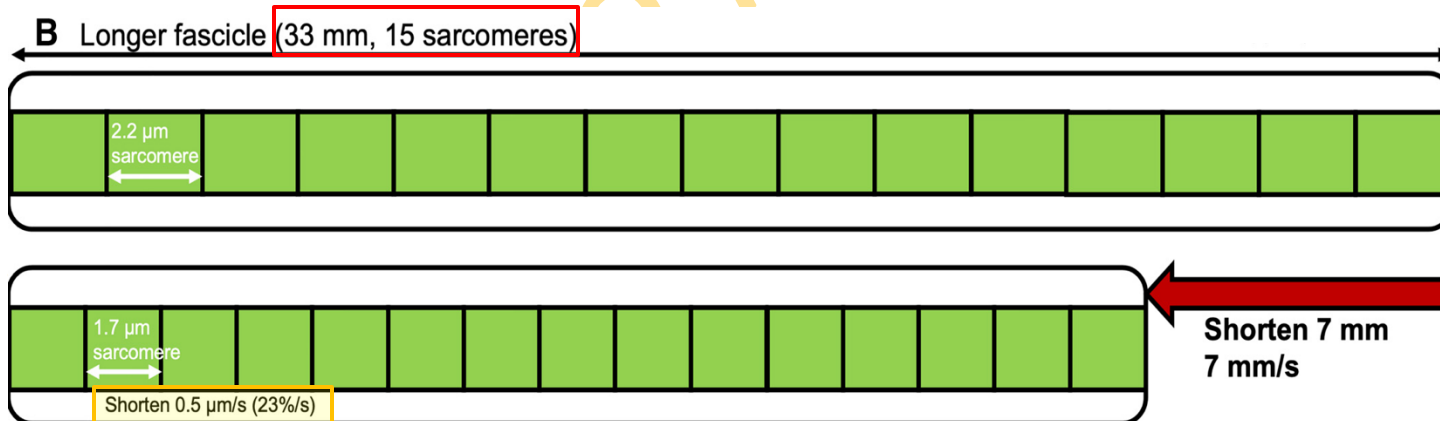


LONGITUD DE LOS FASCÍCULOS

2 *Modifica la relación fuerza-velocidad: Tensión a cada velocidad*



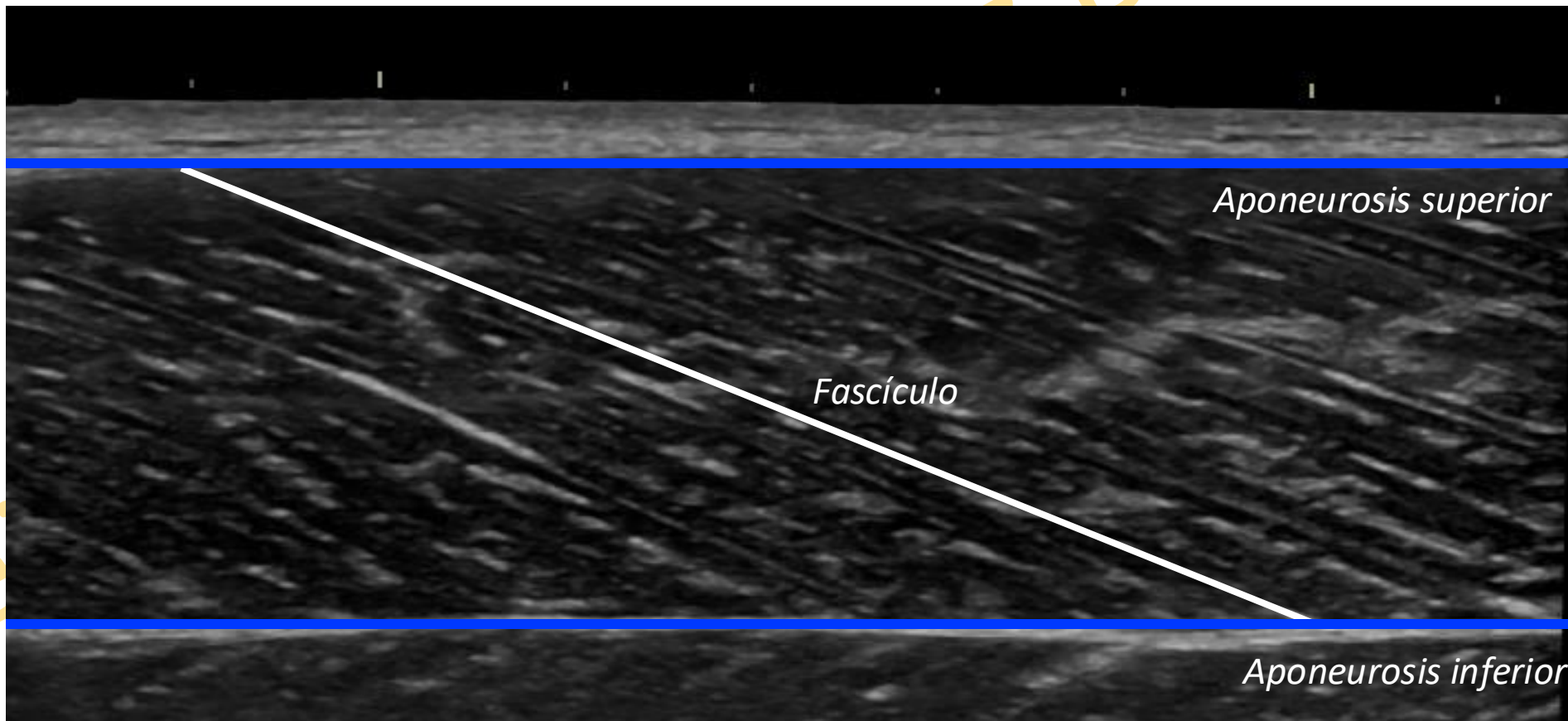
Hinks y col., 2020



Lieber y Friden, 2000

LONGITUD DE LOS FASCÍCULOS

Distancia comprendida entre el inicio del fascículo en la aponeurosis superior a la inserción de este en la aponeurosis inferior

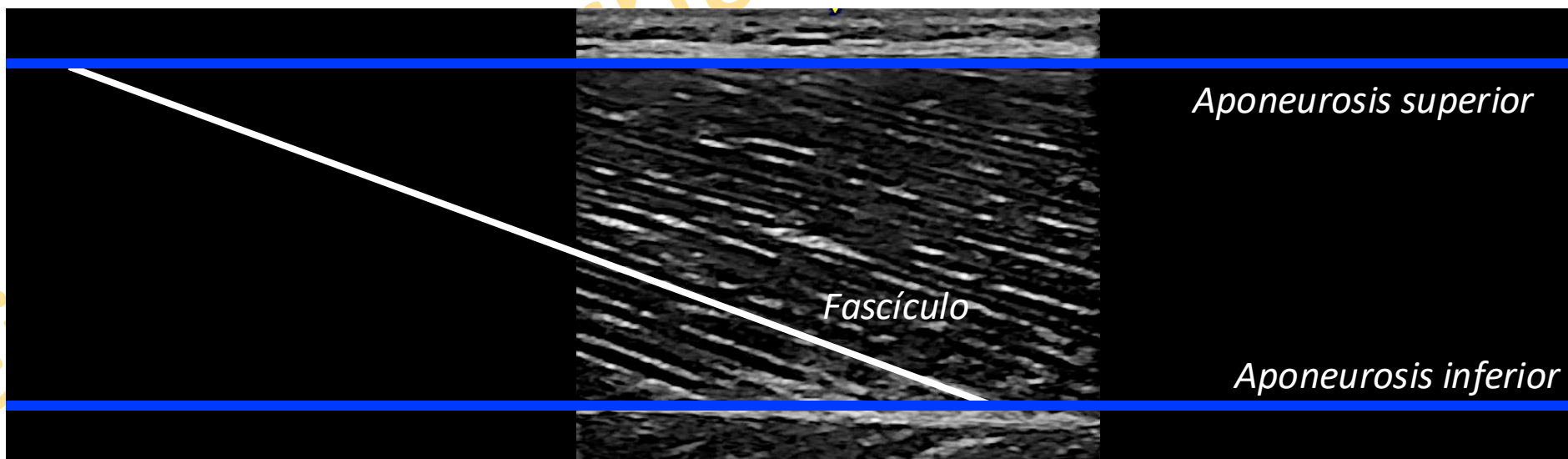




LONGITUD DE LOS FASCÍCULOS

Distancia comprendida entre el inicio del fascículo en la aponeurosis superior a la inserción de este en la aponeurosis inferior

Extrapolación manual

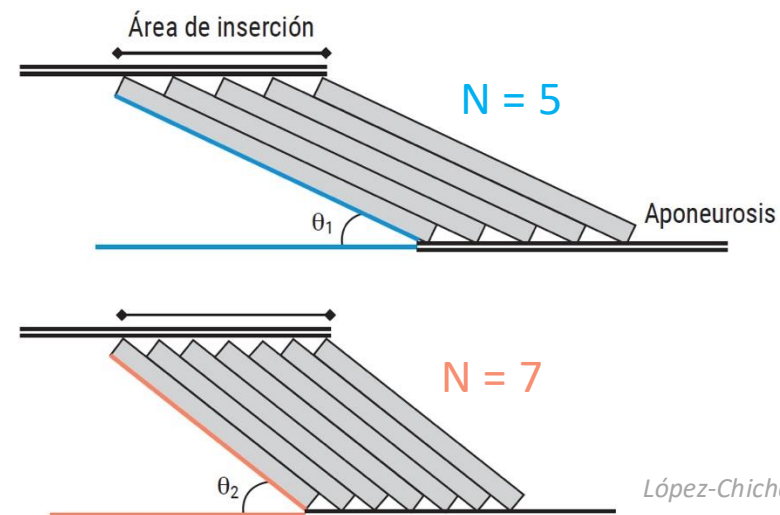
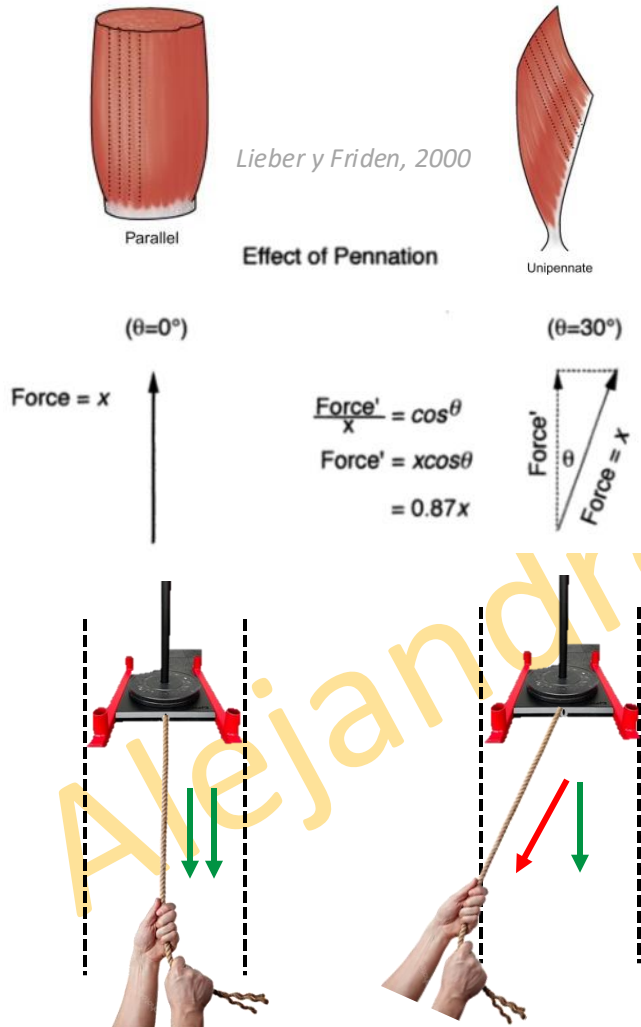


ÁNGULO DE PENACIÓN

- Ángulo formado entre la fibra muscular y su inserción tendinosa

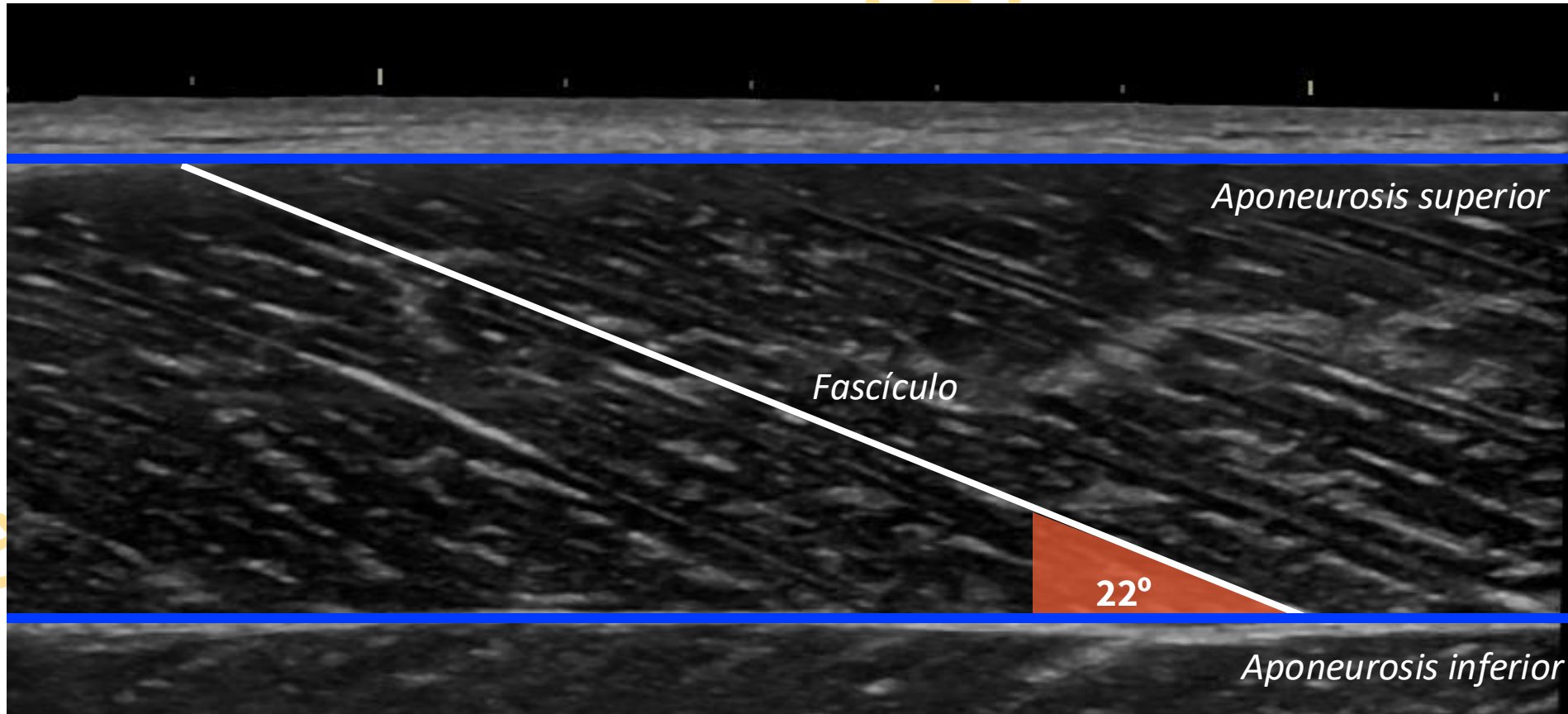
Un aumento del ángulo de penación supone una **pérdida de transmisión de fuerza** en comparación con otro músculo con la misma masa y longitud de fibra, pero sin ángulo de penación.

Estrategia de “**organización**” para incorporar **más fascículos en paralelo**, a pesar del “coste” en la transmisión de fuerza.



ÁNGULO DE PENACIÓN

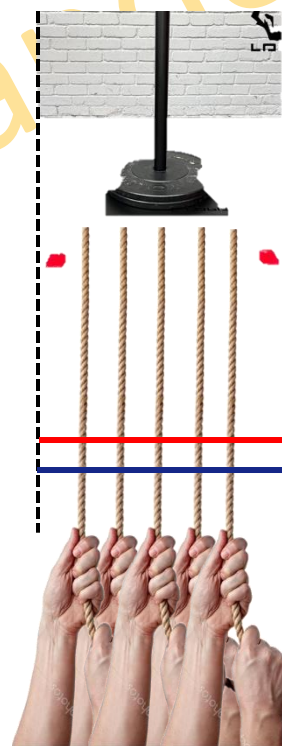
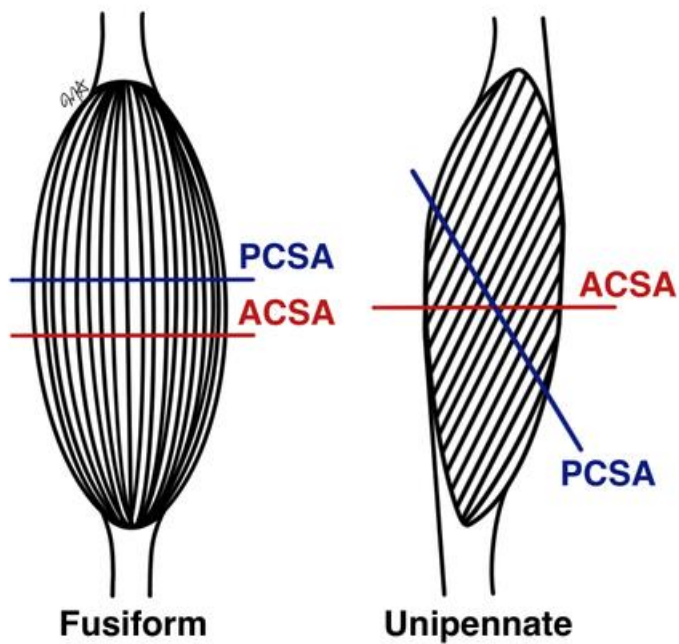
Ángulo formado por la inserción del fascículo en la aponeurosis inferior



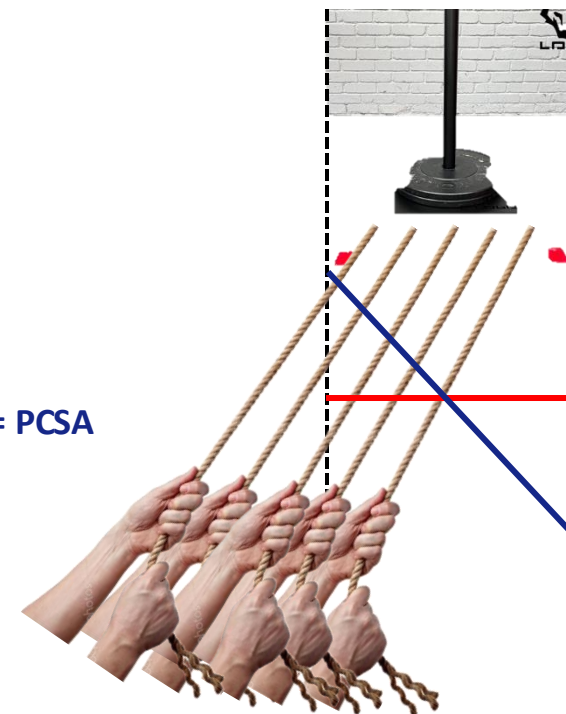
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL

Área de sección transversal anatómica (ACSA): Área resultante tras cortar el MÚSCULO perpendicular a su eje de transmisión de fuerza.

Área de sección transversal fisiológica (PCSA): Área resultante tras cortar perpendicularmente CADA UNA DE LAS FIBRAS del músculo.



ACSA = PCSA



ACSA

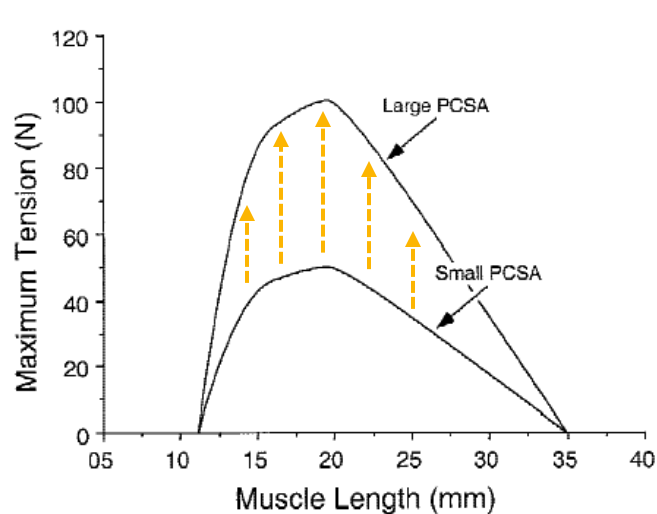


PCSA

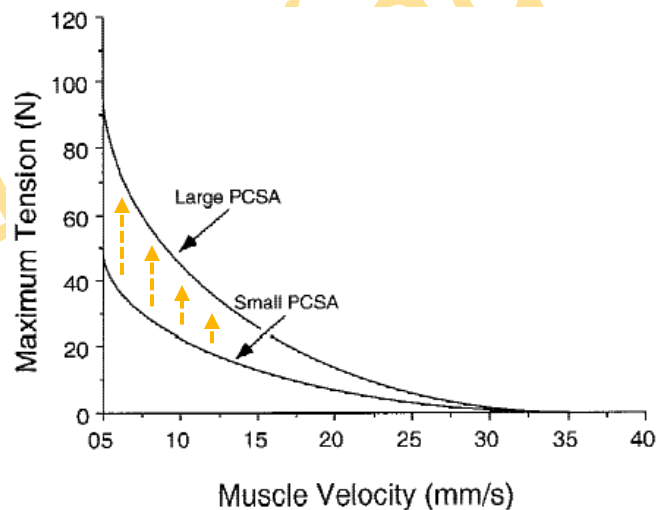
ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL

Área de sección transversal anatómica (ACSA): Área resultante tras cortar el MÚSCULO perpendicular a su eje de transmisión de fuerza.

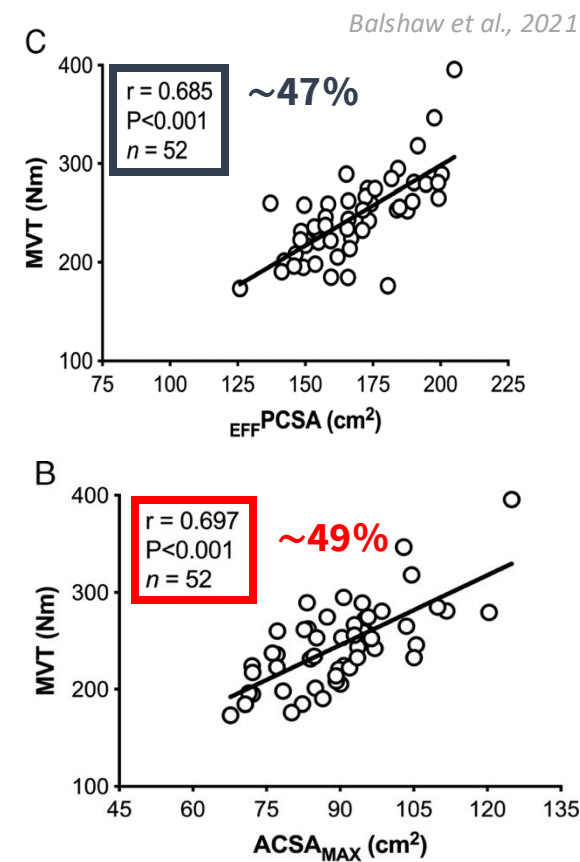
Área de sección transversal fisiológica (PCSA): Área resultante tras cortar perpendicularmente CADA UNA DE LAS FIBRAS del músculo.



Mayor tensión a cada longitud muscular



Mayor tensión a cada velocidad de contracción



ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL

Área de sección transversal fisiológica (PCSA)

$$PCSA(cm^2) = \frac{M(g) \times \cos(\theta)}{\rho \times LFn(\mu m)}$$

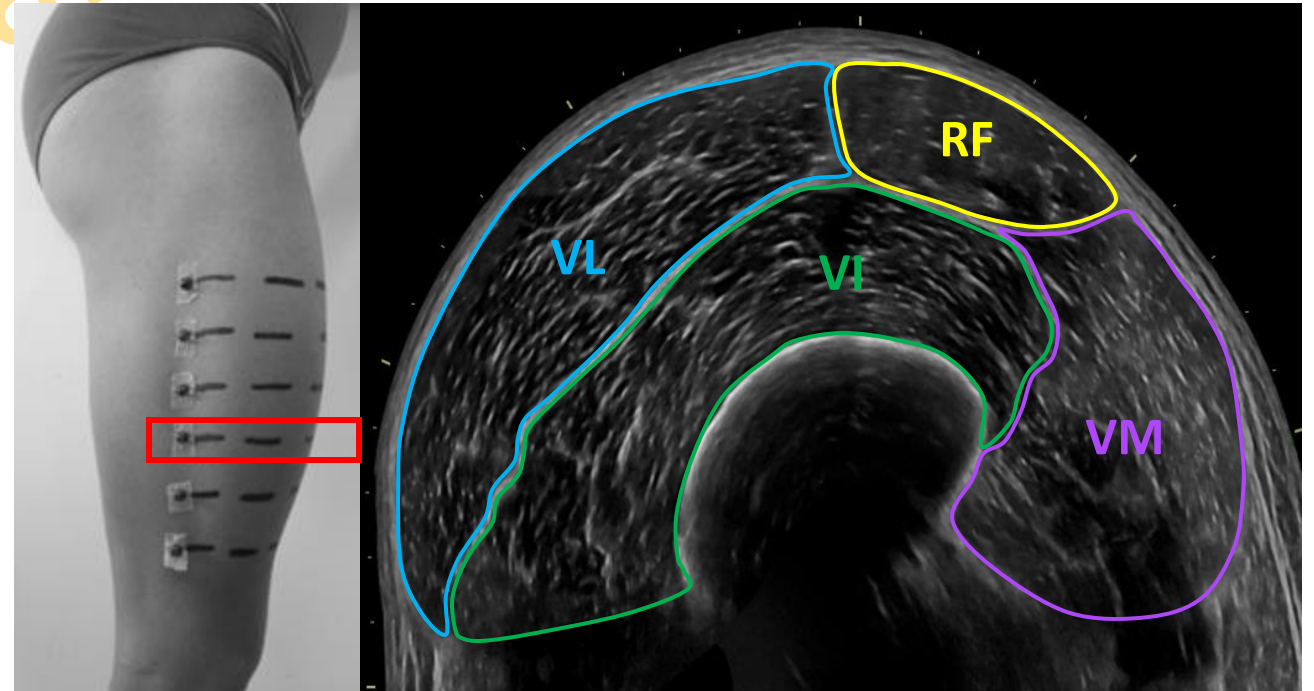
The Human Muscle Size and Strength Relationship: Effects of Architecture, Muscle Force, and Measurement Location

THOMAS G. BALSHAW^{1,2}, THOMAS M. MADEN-WILKINSON^{2,3},
GARRY J. MASSEY^{1,2,4}, and JONATHAN P. FOLLAND^{1,2}

- Volumen del músculo (para lo cual es necesario calcular su longitud y el ACSA a lo largo de su longitud).
- Ángulo de penación del músculo en diferentes longitudes.
- Longitud de los fascículos en diferentes longitudes del músculo.

Área de sección transversal anatómica (ACSA)

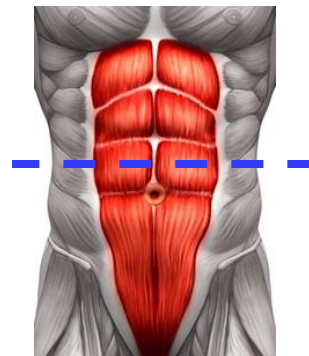
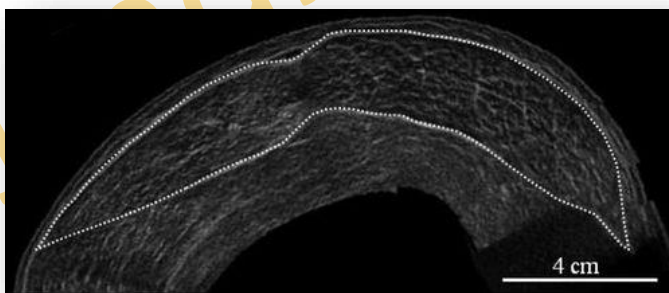
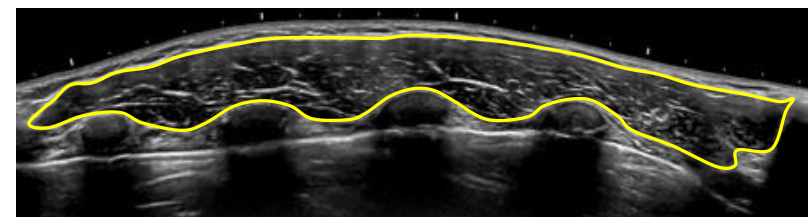
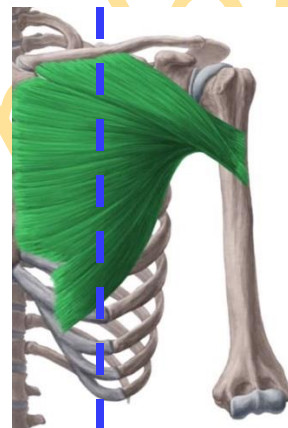
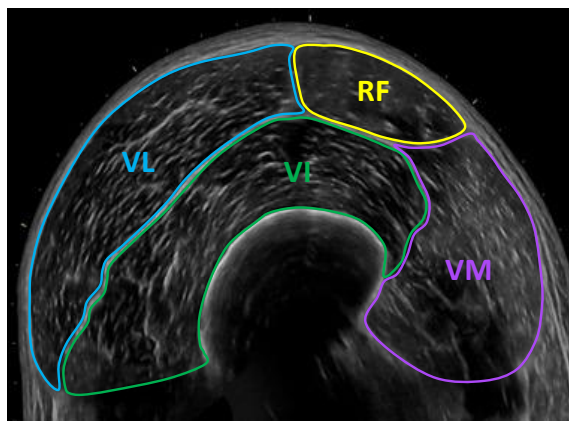
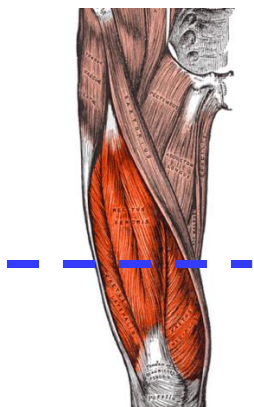
Área resultante tras cortar el MÚSCULO perpendicular a su eje de transmisión de fuerza.



ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL

Área de sección transversal anatómica (ACSA)

Área resultante tras cortar el MÚSCULO perpendicular a su eje de transmisión de fuerza



ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL

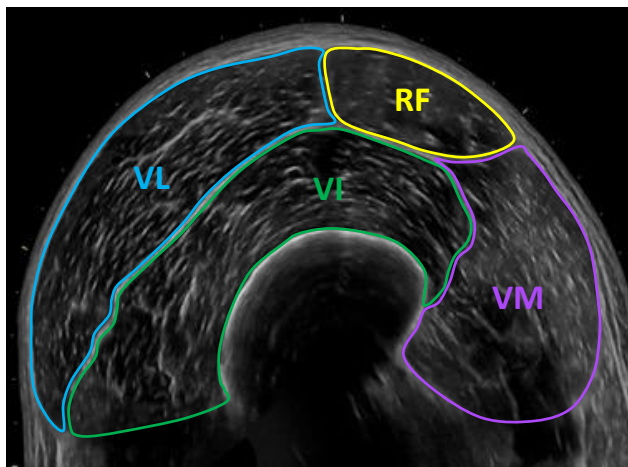
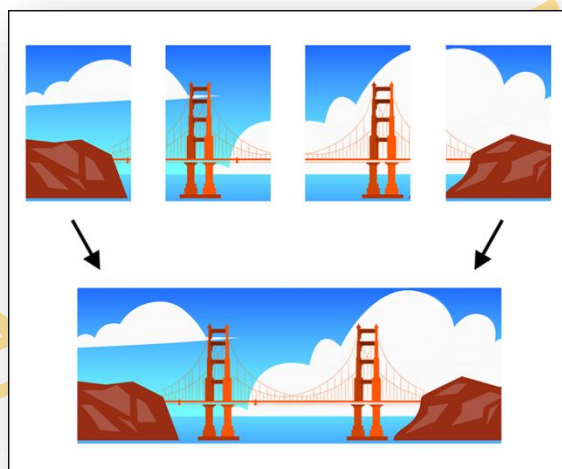


Imagen panorámica



EVALUACIÓN DEL TENDÓN



Anthony Blazeovich

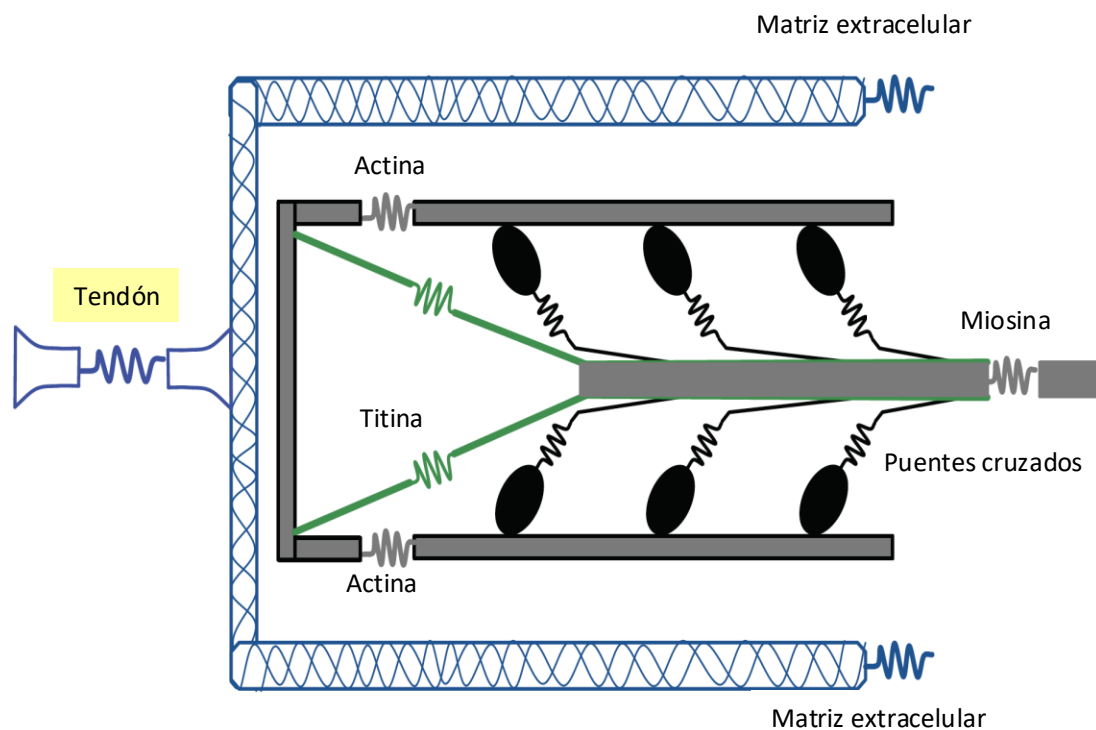
You might be surprised to learn that most of the explosive power displayed by the fastest sprint runners on earth, and other elite athletes, doesn't come from their muscles, or even from their minds – it comes from somewhere else.

But muscles have a major performance issue: they can't produce much force when they're shortening at high speed. In fact, when we move at our fastest, muscles can't theoretically shorten fast enough to help us at all - so how is it that we can move so quickly?

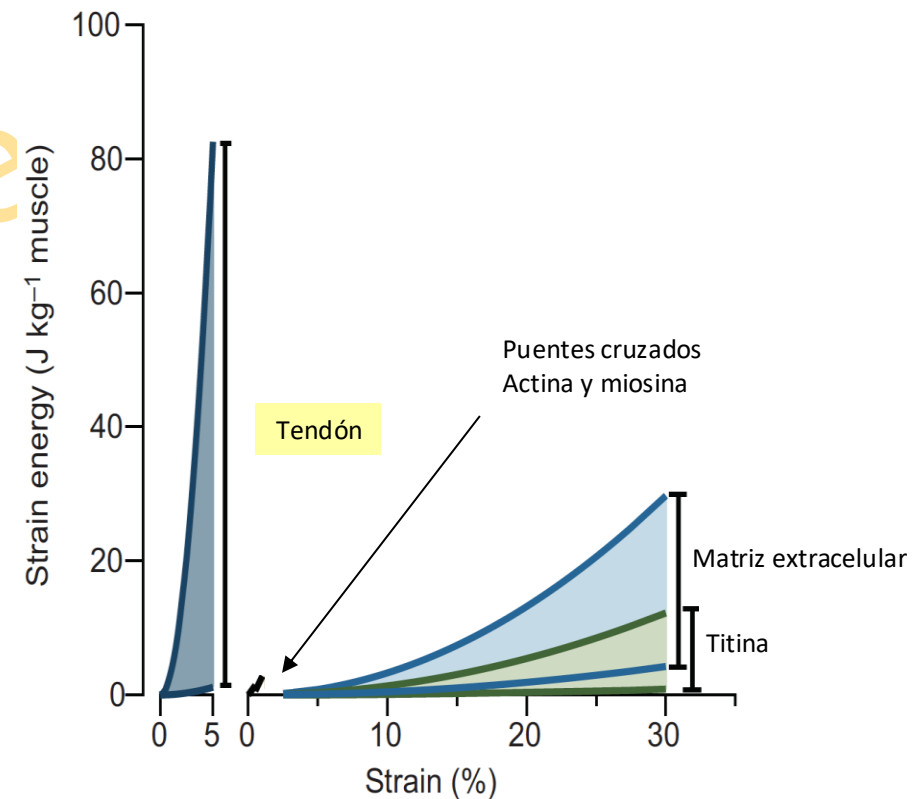
ELEMENTOS PASIVOS

*Elemento almacenador (y posteriormente liberador) de energía (**MUELLES**). Toda energía utilizada para estirar los tejidos pasivos será **almacenada** y **posteriormente liberada** cuando la fuerza ejercida sobre ellos disminuya o cese*

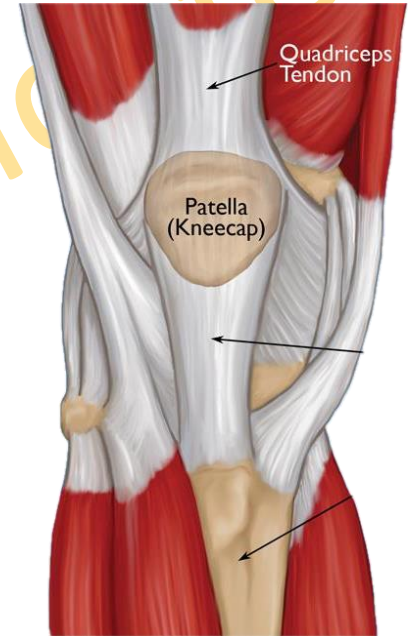
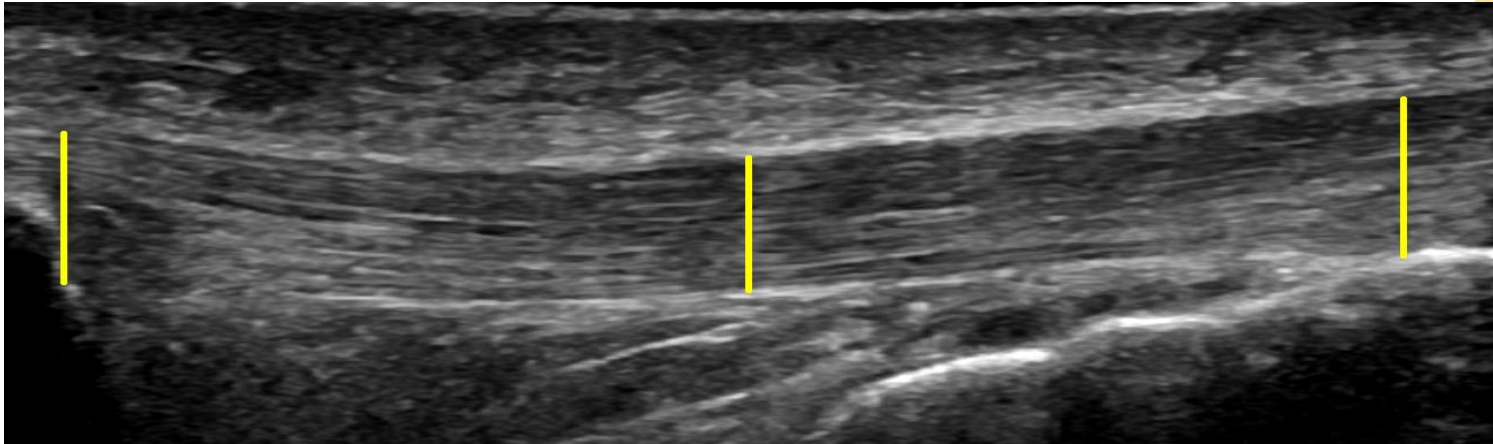
EVALUACIÓN DEL TENDÓN



Roberts, 2016



EVALUACIÓN DEL TENDÓN



PRINCIPALES PARÁMETROS TENDINOSOS

Área de sección transversal

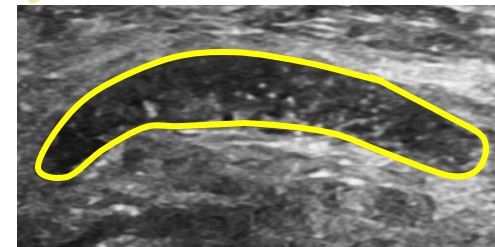
Grosor

Stiffness

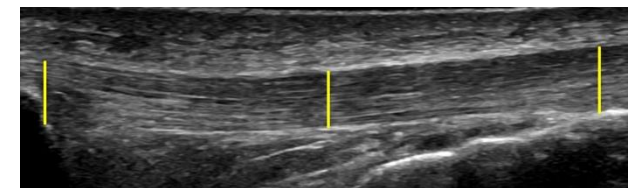
EVALUACIÓN DEL TENDÓN



Área de sección transversal tendinosa: Área resultante tras medir el tendón perpendicular a su eje de transmisión de fuerza.



Grosor tendinoso: Distancia entre la capa superior del tendón y la capa inferior del mismo.

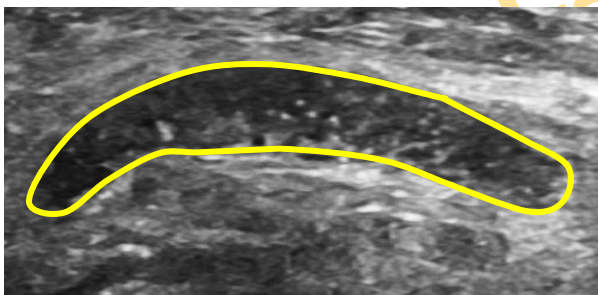
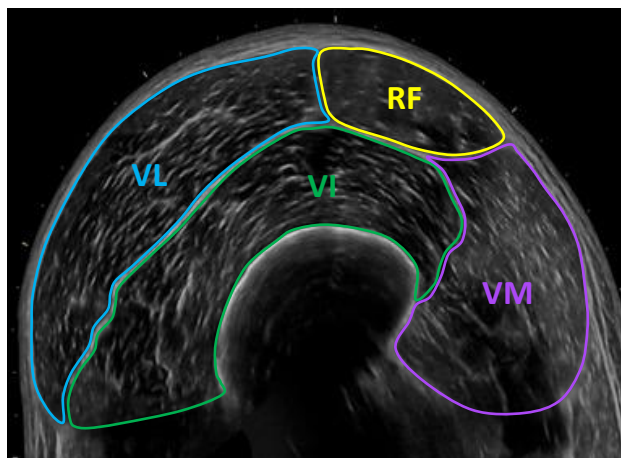


Stiffness: El stiffness o “rigidez” es una propiedad mecánica que describe la relación entre la fuerza aplicada sobre la estructura tendinosa y la deformación (estiramiento) que esta experimenta.

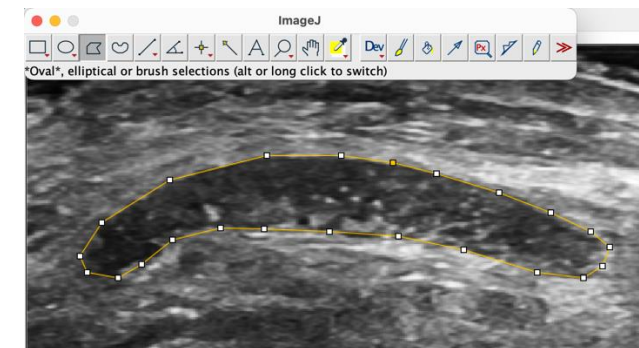
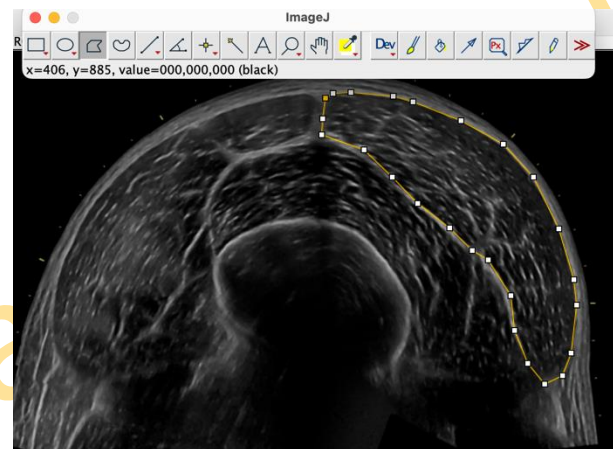


LET'S PRACTICE

ASPECTOS A TENER EN CUENTA: ANÁLISIS CSA



Análisis
manual

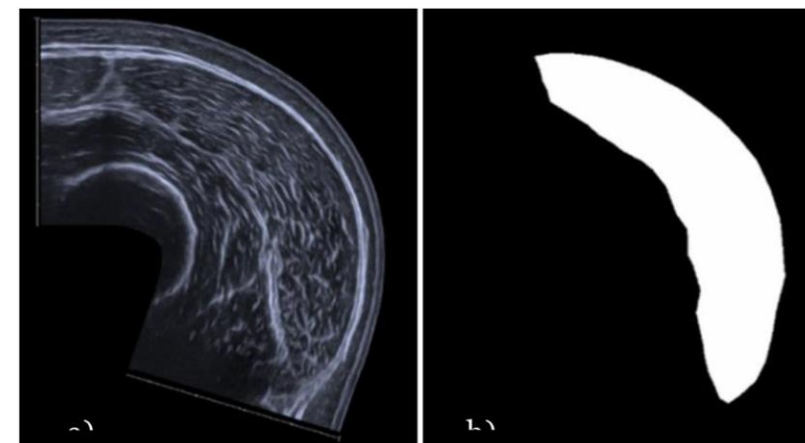


Análisis
automático

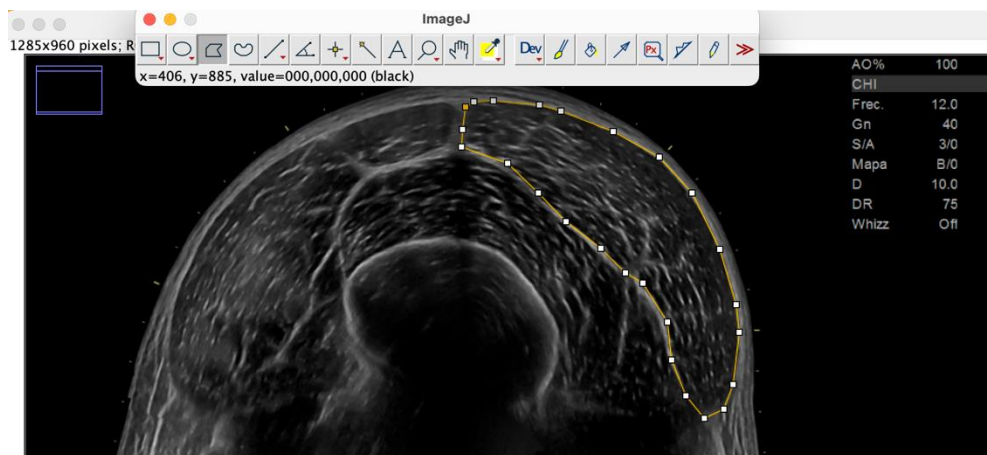


**DeepACSA: Automatic Segmentation of Cross-Sectional Area in Ultrasound
Images of Lower Limb Muscles Using Deep Learning**

RITSCHÉ, PAUL; WIRTH, PHILIPP; CRONIN, NEIL J.; SARTO, FABIO; NARICI, MARCO V.; FAUDE, OLIVER; FRANCHI, MARTINO V.



ASPECTOS A TENER EN CUENTA: ANÁLISIS CSA



Results				
	Area	Mean	Min	Max
1	29.096	29.573	0	186

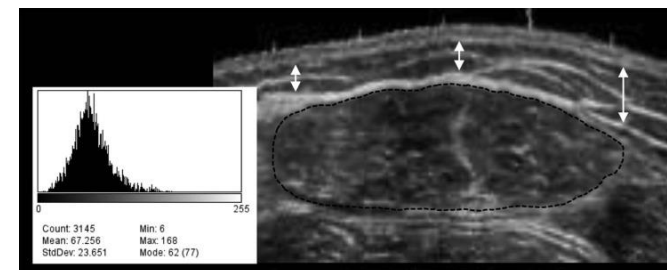
ACSA **ECOINTENSIDAD**

ECOINTENSIDAD

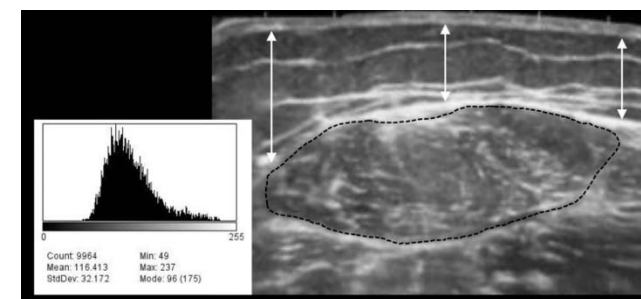
“Calidad” muscular

Echo intensity as an indicator of skeletal muscle quality: applications, methodology, and future directions

Matt S Stock^{1 2}, Brennan J Thompson^{3 4}



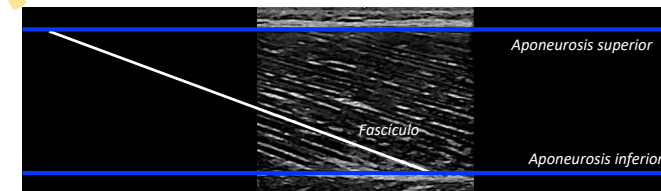
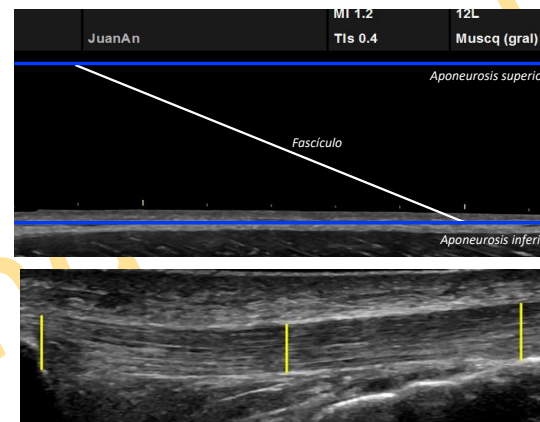
↓ ECO = ↓ Tejido no contráctil = ↑ Calidad muscular



↑ ECO = ↑ Tejido no contráctil = ↓ Calidad muscular

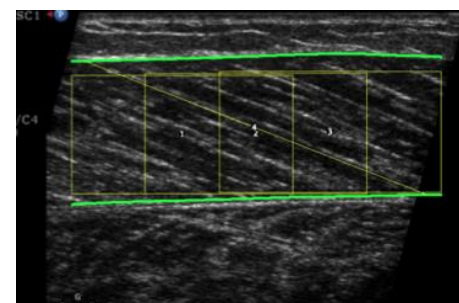
ASPECTOS A TENER EN CUENTA: ANÁLISIS

Análisis manual



Extrapolación manual

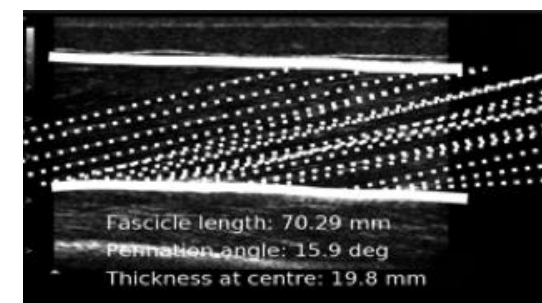
Simple Muscle
Architecture Analysis



Simple Muscle Architecture Analysis (SMA): An ImageJ macro tool to automate measurements in B-mode ultrasound scans

Olivier R Seynnes¹, Neil J Cronin²

DL_Track



DL_Track_US: a python package to analyse muscle ultrasonography images

Paul Ritsche^{1*}, Olivier Seynnes², and Neil Cronin^{3,4}

Análisis automático

ASPECTOS A TENER EN CUENTA: ANÁLISIS

ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL MÚSCULAR Y TENDINOSA

Media de los resultados obtenidos en 2 imágenes
analizadas 1 vez.

ECOINTENSIDAD

Media de los resultados obtenidos en 2 imágenes
analizadas 1 vez.

CUIDADO CON GANANCIA (BRILLO) DE LA IMAGEN

ARQUITECTURA MUSCULAR

Media de los resultados obtenidos en 2 fascículos de la misma
imagen.

GROSOR TENDINOSO

Media de los resultados obtenidos en 3 distancias
tendinosas de la misma imagen.

Análisis de una 3ª
imagen si $CV \geq 5.0\%$

Análisis de un 3º
fascículo si $CV \geq 5.0\%$

**¡¡EVALUADOR
ENTRENADO!!**



LET'S PRACTICE

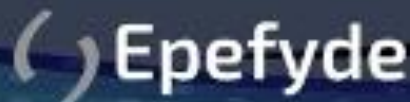
IV Congreso Internacional de Investigación Aplicada en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

25 y 26 de octubre de 2024 · Facultad de Ciencias del Deporte · San Javier · Murcia

USO DE LA ECOGRAFÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA MUSCULOESQUELÉTICA

Alejandro Hernández Belmonte¹

¹ Human Performance and Sports Science Laboratory, University of Murcia, Murcia



UNIVERSIDAD
DE MURCIA

