

# XXIII Congreso Internacional SEMAC

Cd. Juarez, Chih. Abril 28, 2017

## Tendinitis y Trabajo Manual: Buscando un Biomarcador

Gabriel Ibarra-Mejia, MD, PhD., MSErg, Jacen M. Moore, PhD., Kevin Browne, PT, SCD, OCS, COMT



# Introducción

Los trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (TMRT) de las extremidades superiores definen como un grupo de condiciones involucrando tendones, músculos, nervios y huesos.

(NIOSH, 1997)

# Introducción

- TMERTs impactan productividad y salud.
- Problema de salud pública
- Factores físicos relacionados:
  - Repetitividad (frecuencia y duración)
  - Esfuerzo elevado/sostenido
  - Postura sostenida, no neutral
  - Temperatura
  - Vibración
- Mayoría de actividades se enfocan en tareas manuales y repetitivas
- Y el esfuerzo muscular?



# Introducción

- Cual es su origen?
  - Combinación de factores:
    - Aplicación de fuerza (esfuerzo)
    - Posturas no-neutrales
    - Frecuencia o repetitividad
  - Actividad:
    - Ocio
    - Domésticas
    - Deportivas
    - Trabajo



(Putz-Anderson, 1988).

# Factores a considerar

- Factores físicos:
  - ambientales, objetos (herramientas, muebles, etc.)
- Factores biológicos:
  - Dimensiones corporales, capacidad física, procesos fisiológicos
- Factores psicológicos:
- Carga mental, procesamiento de información, entrenamiento, motivación Factores del trabajo/actividad:
  - Demanda (tiempo, ritmo, etc.), diseño del trabajo/actividad
- Factores organizacionales
  - Tipo y clima organizacional, regimen administrativo

# Causas

- Factores de riesgo relacionados con el trabajo:
  - Los ya conocidos
  - Aspectos físicos, organizacionales y sociales
  - Incentivos económicos
  - Valores culturales
  - Factores físicos y psicológicos individuales
- Factores no relacionados con el trabajo

# Debate

- Causas:
  - Recordar que es solo una relación
- Naturaleza
- Severidad
- Costo-beneficio de intervenciones



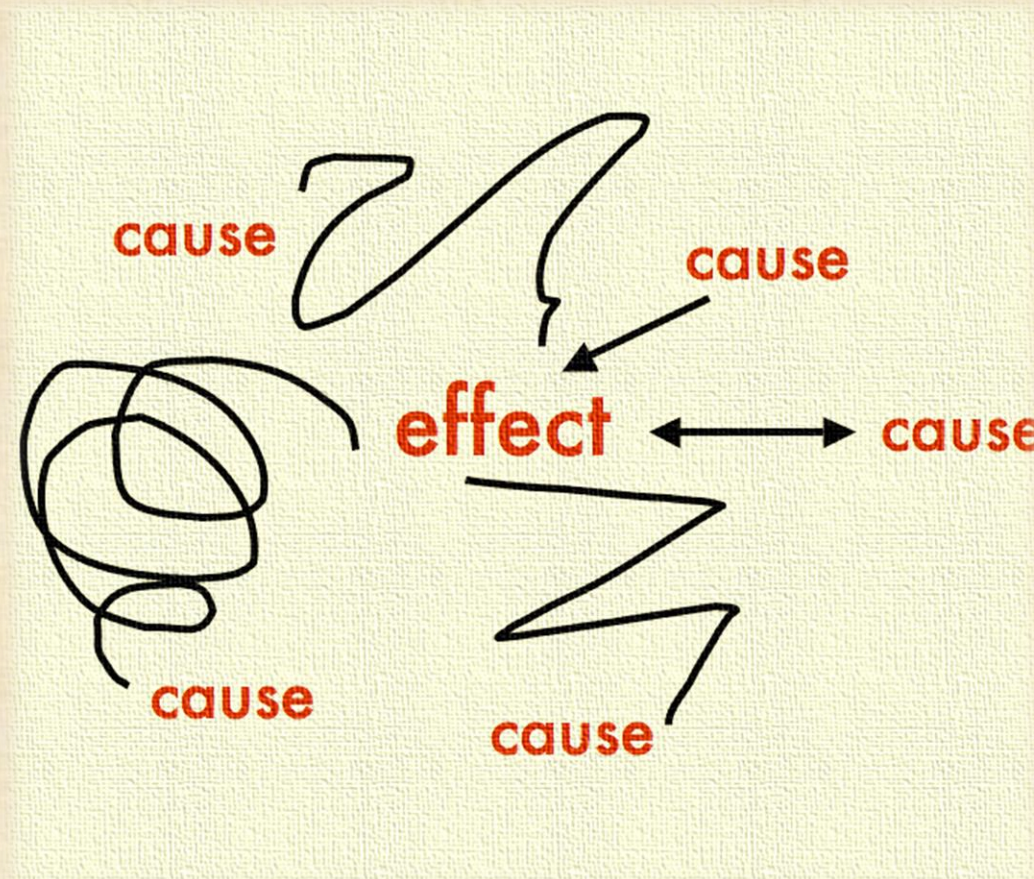
# Conocimiento

- Investigación = #####
  - Mecanismo:
    - Fuerza ejercida en estructuras internas
      - Músculos
      - Tendones
      - Articulaciones
  - La fuerza ejercida es diferente dependiendo de diferentes factores
  - Sobre todo en miembros superiores



# Interacción y complejidad

- Diseño de estudios y causalidad



# Importancia

- Las causas son aún motivo de debate
- **NO** hay un entendimiento pleno de mecanismos fisiopatológicos subyacentes
- El estudio de estos mecanismos de de gran relevancia para su detección temprana, diagnóstico y manejo apropiado

# Diseño del trabajo

- Guías de diseño actual:
  - Valores normativos (no estandarizados)
  - De referencia
  - Fuerza y tolerancia
  - Gran variabilidad entre poblaciones



# Problema

Actualmente no hay métodos ***cuantitativos*** para evaluar la relación entre la respuesta a la exposición de los riesgos ocupacionales y los TMERTs

\*Especialmente a nivel de miembro superior en actividades de alta repetitividad, ciclos cortos de trabajo, movimientos de alta velocidad de manos,

# Alternativas?

- Es posible medir los niveles de diversos marcadores biológicos para evaluar los TMERTs por la carga excesiva de tendones?

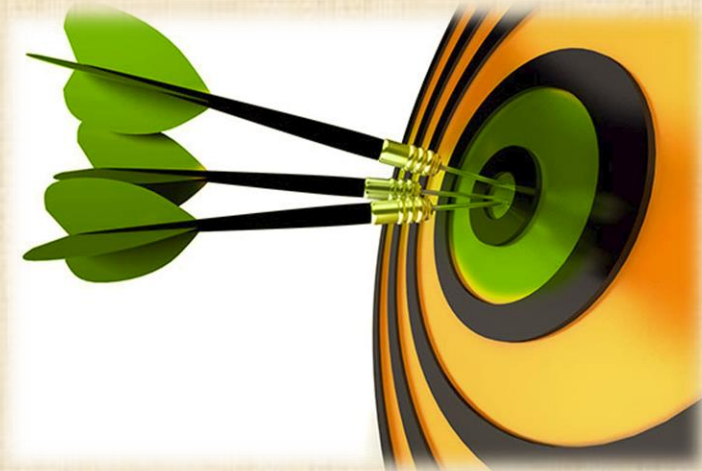


# Propósito

- Prevenir!!!!
  - Fatiga
  - Inflamacion
  - Trastornos potenciales de tendones y músculos

# Propósito

- Monitoreando:
  - Biomarcadores
  - Indicadores de carga mecánica tendinosa
  - Tendones



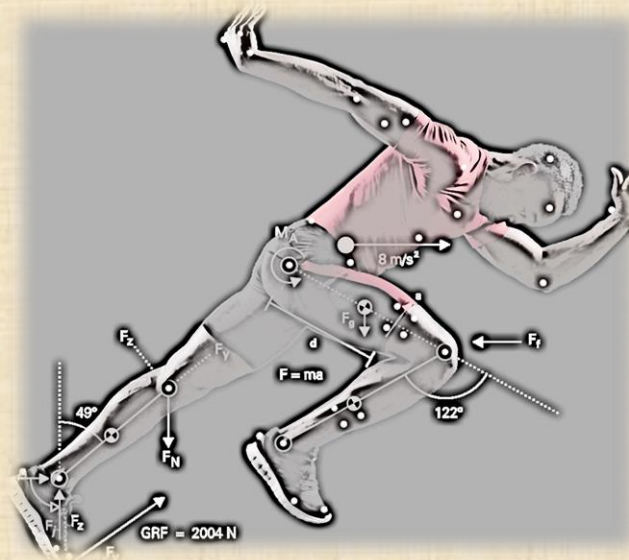
# Biomarcadores potenciales

- Los biomarcadores presentes durante el proceso de inflamación incluyen:
  - Interleucina 6 (IL-6)
  - Interleucina 1 beta (IL-1 $\beta$ )
  - Cyclooxygenasa 2 (COX-2)
  - Metalloproteinasas (MMPs)
    - MMP1, MMP2, MMP3 and MMP9
  - PCR



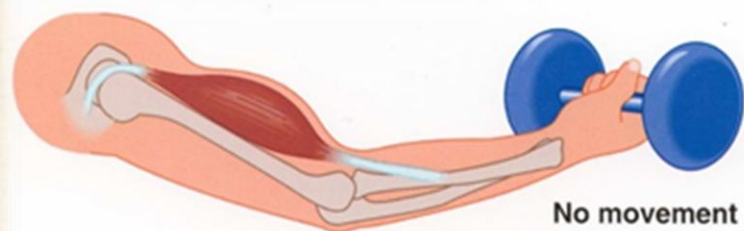
# Biomecánica

- Aplicación de principios de la mecánica al estudio de organismos vivos
- Fuerzas y momentos



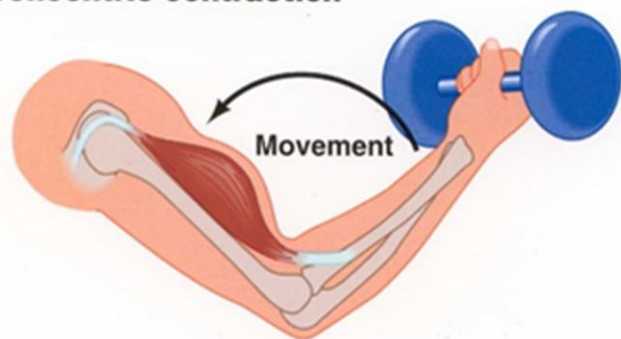
### Isometric contraction

Muscle contracts  
but does not shorten



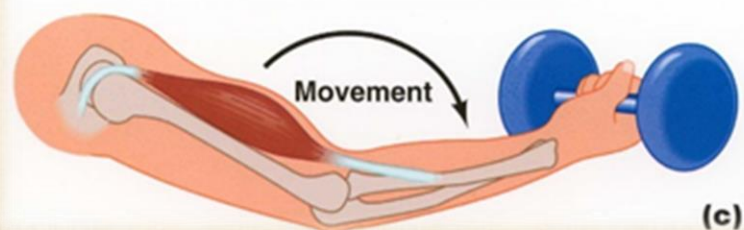
(a)

### Concentric contraction



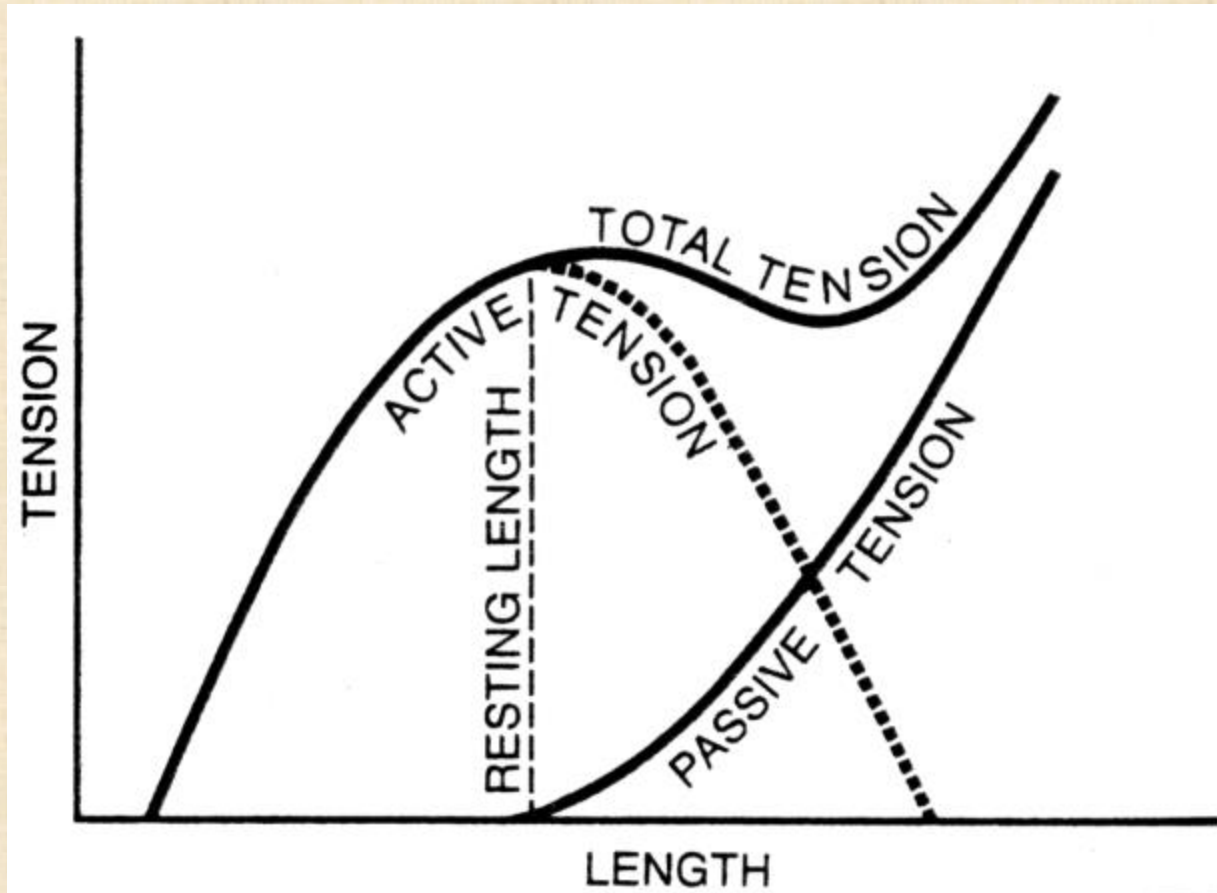
(b)

### Eccentric contraction

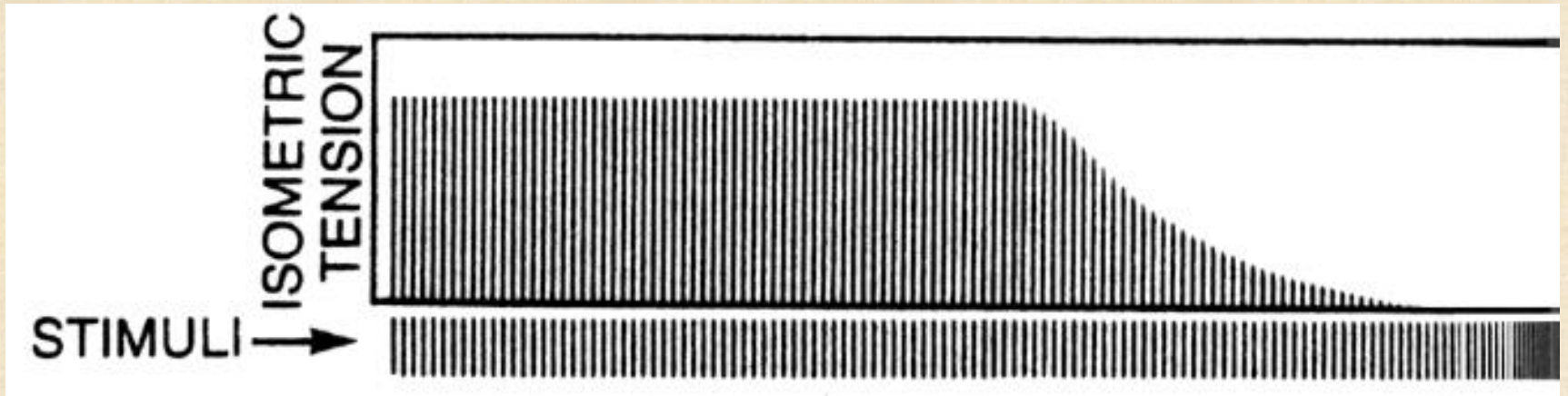


(c)

# Propiedades mecánicas

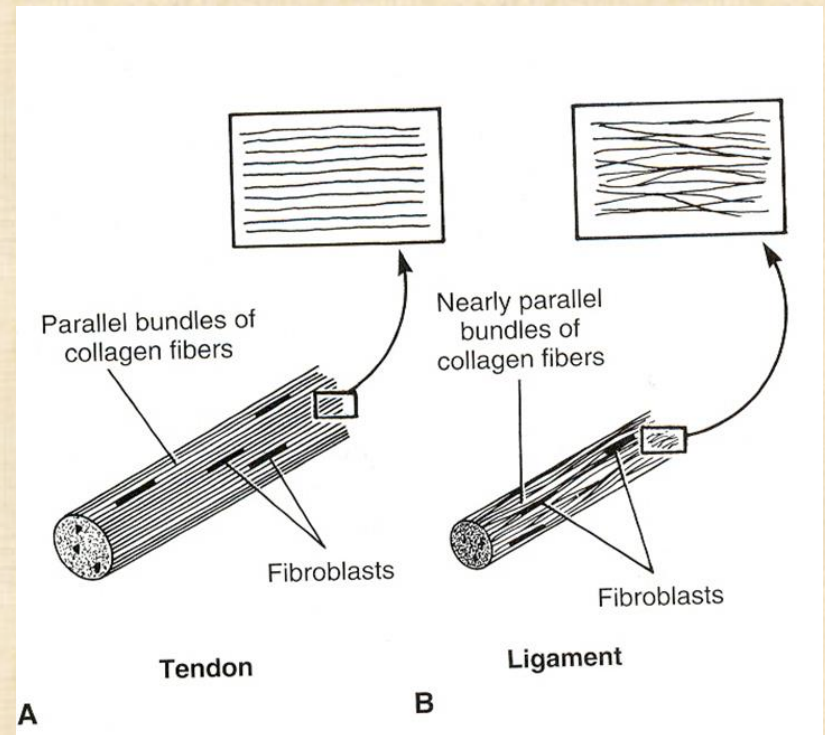


# Fatiga muscular



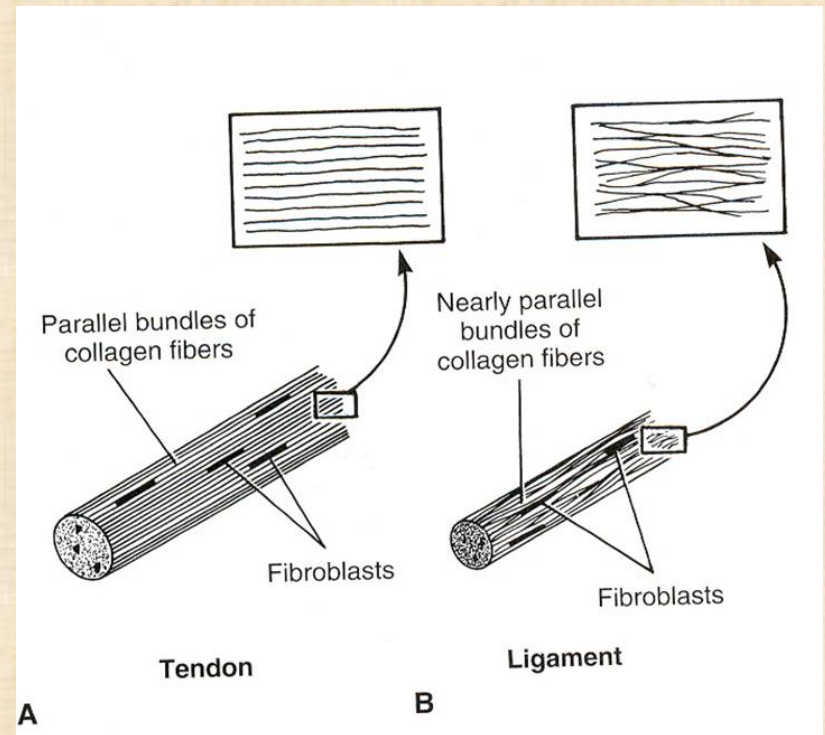
# Ligamentos y tendones

- El arreglo de la fibras de colágeno es diferente entre los ligamentos y tendones
- Cual es la significancia funcional?

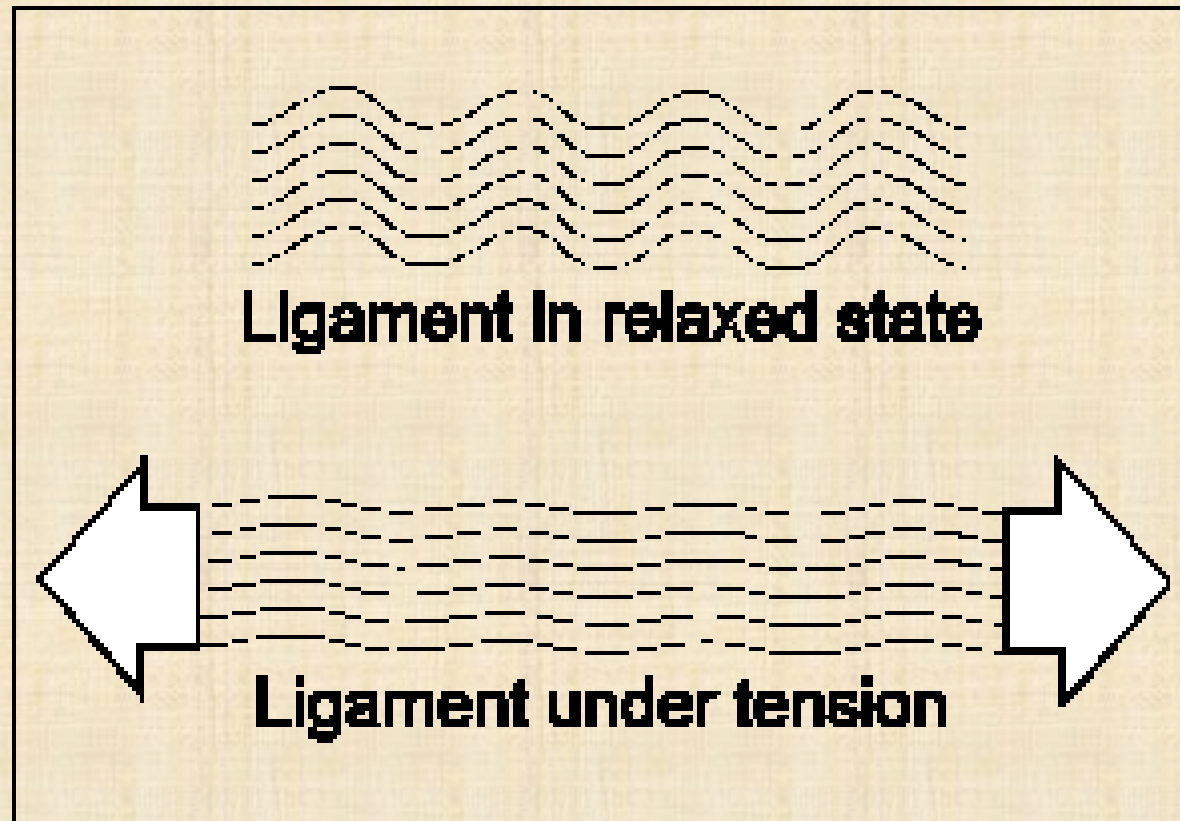


# Ligamentos y tendones

- Tendones:  
soportan cargas unidireccionales
- Ligamentos:  
resisten estres tensil en una dirección y estreses menores en otras direcciones



# Ligamentos y tendones



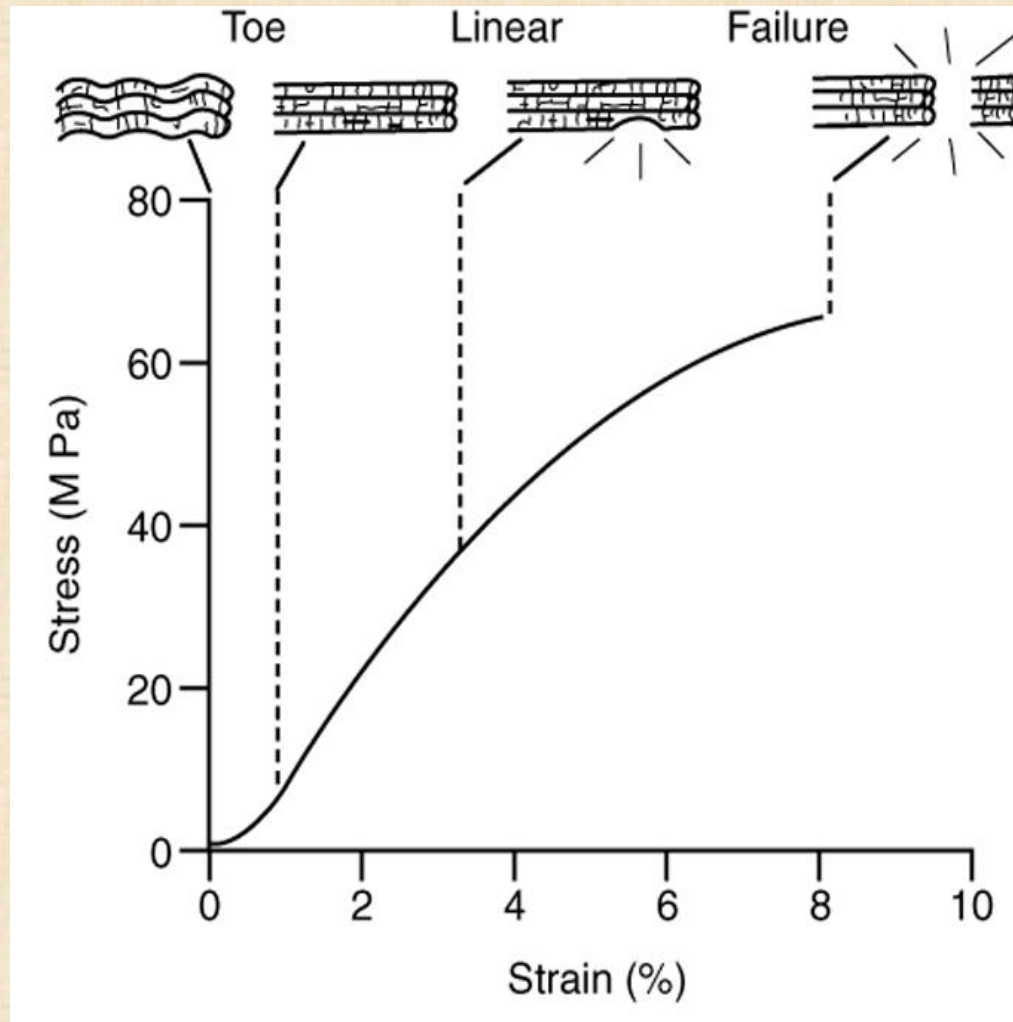
# Carga y deformación

## Stress & Strain

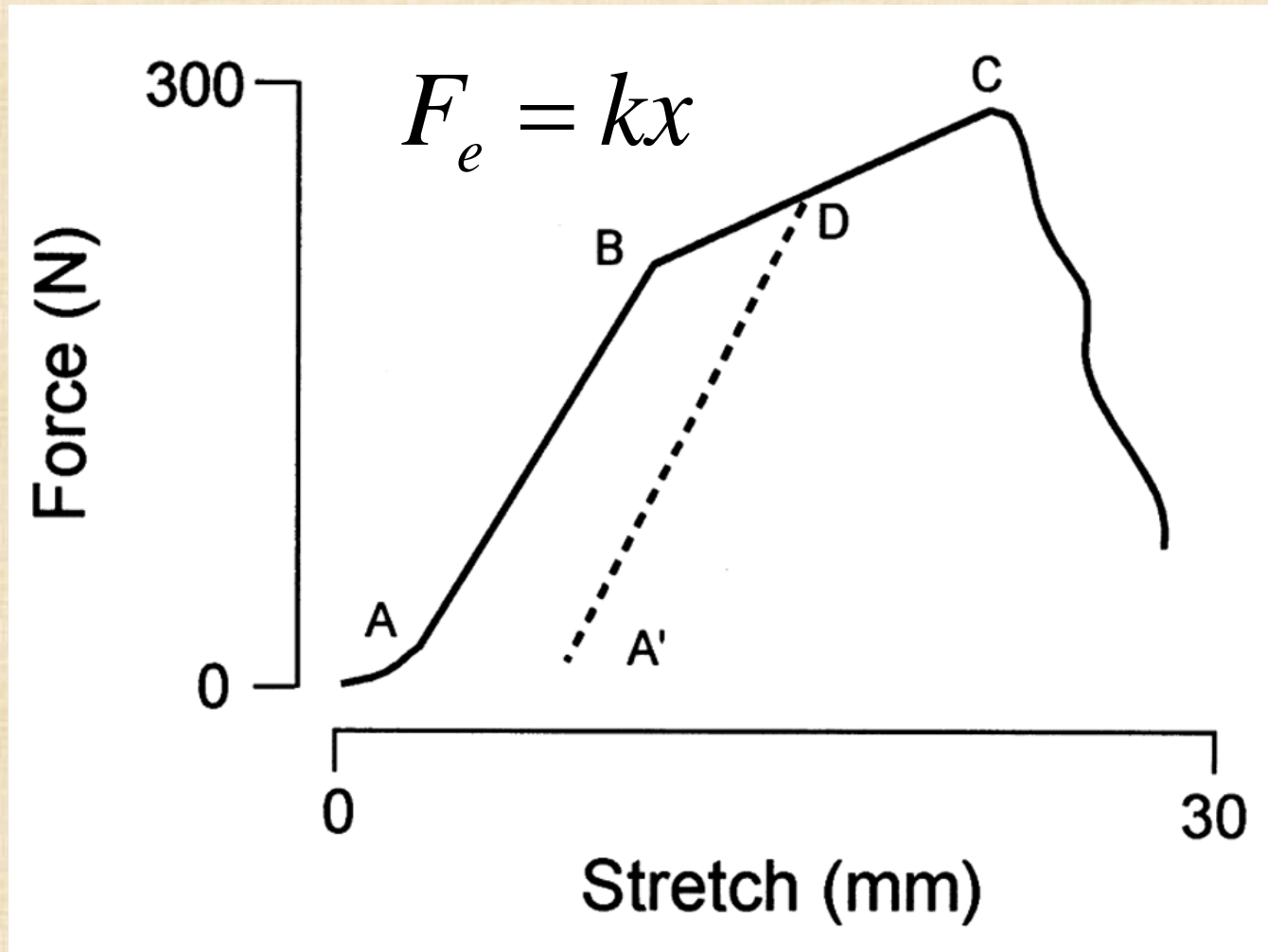
- Stress o carga, es la fuerza por unidad de área;
  - Mismas unidades que la presión
  - Varía con la dirección y superficie donde se encuentra.
- Strain o deformación, es la cantidad de deformación que un objeto experimenta comparado con su forma y tamaño original
  - Adimensional



# Ligamentos y tendones



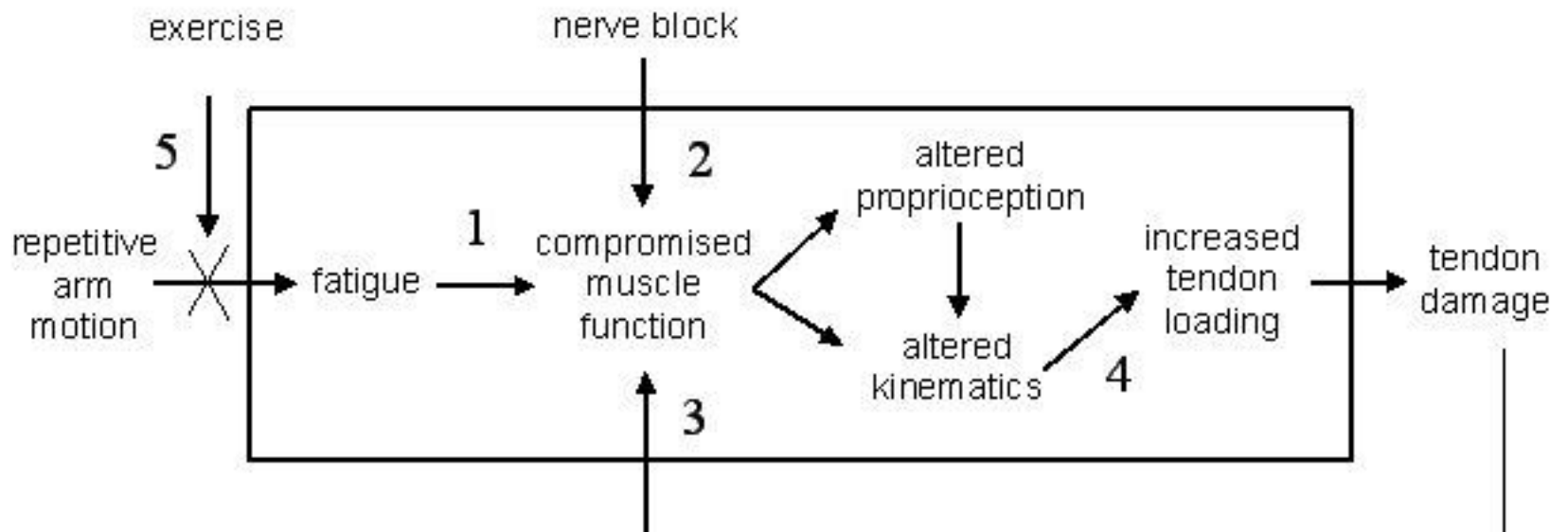
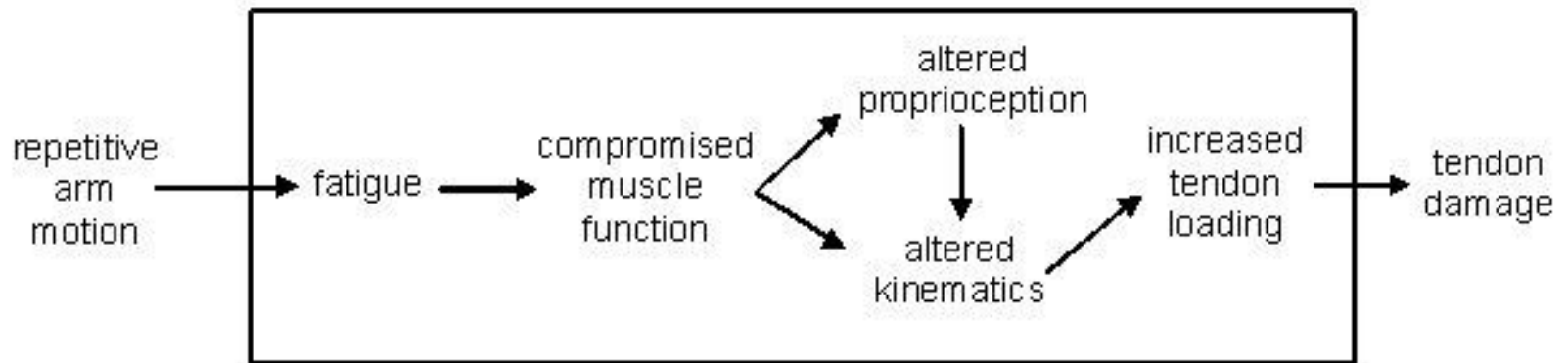
# Curva carga-deformación



# Esfuerzo y Sobre-esfuerzo

- Esfuerzo = una actividad que involucre aplicación de esfuerzo muscular
- Sobre-esfuerzo = exposición combinada:
  - Alta repetitividad
  - Esfuerzos de baja magnitud
- Esfuerzos constantes pueden exceder los niveles de tolerancia fisiológica e incrementar el riesgo de desarrollar un TMERT

# Fatiga



# Tendones y su mecano-biología

- Son estructuras dinámicas que responden a:
  - Magnitud
  - Dirección
  - Frecuencia
  - Duración
  - Fuerzas mecánicas externas
- Función principal como tejido es de carga mecánica
- Estabilidad y eficiencia del movimiento

# Tendones y su mecano-biología

- Los tendones son aguantadores!!!!
  - Función
  - Localización
  - Género y edad
  
- Adaptables!!!
  - Procesos anabólicos celulares

# Tendones y su mecano-biología

- La carga fisiológica normal es necesaria para mantener homeostasis
- Cargas adicionales o no normales:
  - Sobrestimulación
  - Respuesta celular alterada
  - Micro-lesiones acumulativas
  - Proceso degenerativo
  - Lesión crónica del tendón

# Tendones y su mecano-biología

- Cual es la respuesta celular (tenocitos)?
  - Responden a cargas mecánicas:
    - Activando canales iónicos que:
      - Aumentan el ión  $\text{Ca}^{2+}$
      - Liberan ATP
      - Alteran la organización filamentosa del citoplasma
      - Alteran la expresión de proteínas
      - Secreción de metaloproteinasas (MMPs)



# Tendones y su mecano-biología

- Cual es la respuesta celular? (tenocitos)
  - Que tiene de malo que se produzca ATP (energía)?
    - Dosis elevadas de ATP:
      - Actúan como modulador de respuesta mecánica
      - Desensibilización temporal de los tenocitos
      - NO responden a estímulos mecánicos

# Tendones y su mecano-biología

- Cual es la respuesta celular? (tenocitos)
  - Que tiene de malo que no respondan a estímulos mecánicos?



# Qué pasa por la fatiga por sobreuso?

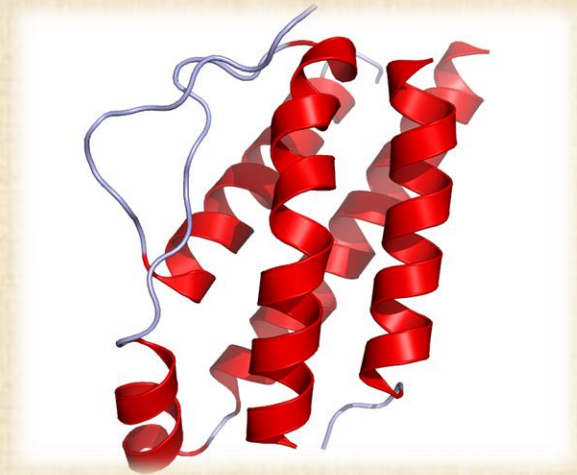
- Actividades de alta repetitividad y esfuerzo:
  - Lesión celular:
    - Respuesta celular, y expresión de citocinas y MMPs
  - Proceso inflamatorio crónico:
    - Macrófagos, citocinas pro-inflamatorias
  - Fibrosis
  - Deterioro de propiedades mecánicas del tendón

# Identificación temprana

- Biomarcadores de respuesta temprana de inflamación
  - Los niveles basales serán medidos en el plasma sanguíneo.
  - Antes, durante y al finalizar las actividades manuales designadas.
  - Y una semana despues de finalizar las actividades manuales para evaluar la recuperacion a niveles basales

# Biomarcadores potenciales

- Expresiones de:
  - Interleucina-6 (IL-6)
  - Interleucina- $\beta$  (IL-1 $\beta$ )
  - Matriz de metaloproteinasas:
    - (MMP-1)
    - (MMP-2)
    - (MMP-3)
    - (MMP-9)
  - Ciclooxygenasa 2 (COX-2)
  - PCR



# Población

- El estudio incluirá una muestra de población de conveniencia.
  - Participantes masculinos
  - Mayores de 18 años
  - Sin historia previa de TMEs
  - Sin tratamiento actual para TME o inflamación
  - Sin señales de daños en tendones o músculos de las extremidades superiores.

# Método

- Condiciones ambientales controladas, incluyendo temperatura, humedad y ventilación.
- Medidas antropométricas de los participantes.
- Indicadores fisiológicos:
  - Tensión arterial
  - FC
  - MVC



# Método

- Factores de ruido:
  - Tolerancia al dolor:
    - El umbral del dolor (PPT) será determinado usando un algómetro que sera situado en el antebrazo
  - Nivel de esfuerzo:
    - Controlar intensidad a entre 10% y 15% de MVC
    - Esfuerzo subjetivo
    - Escala de esfuerzo percibido (Borg's RPE)
  - FC mayor del 80%
  - HRV



# Procedimiento

- Completar una actividad manual que consistirá en colocar un objeto de uno o dos kilos en plataformas situadas en diferentes alturas:
  - De pie a la altura del codo con el codo a 90º de flexión.
  - De pie a media distancia entre la altura del codo y la altura del hombro,
  - De pie a la altura del hombro.

# Procedimiento

- El hombro será monitoreado para mantenerse cerca del cuerpo evitando abduccion.
- El antebrazo y la muñeca se mantendrán a una pronación de  $90^{\circ}$  con el fin de aplicar cargas constantes en el músculo extensor digitorum y los tendones.
- La carga se monitoreará usando un agarre de fuerza.

# Procedimiento

- La duración de la tarea se establecerá a 25 minutos de duración durante la cual los participantes completarán 1800 ciclos a una velocidad de 72 ciclos / min.
  - Un ciclo es equivalente a subir la carga a cada nivel.
- Un metrónomo se utilizará para dar una señal visual y auditiva del ritmo requerido.



# Procedimiento

- Después de los ciclos de 600 y 1200, se dará un descanso de diez minutos.
  - Asumiendo que el descanso no influirá en la expresión de los marcadores biológicos de interés
- La corta duración de las tareas manuales no producirá ningún efecto a largo plazo para la salud de los participantes.

Día 1

- Muestra de referencia

Día 2

Día 3

- Muestra inicial

Día 4

Día 5

- Muestra intermedia

Día 6

Día 7

Día 8

Día 9

Día 10

- Muestra final



# Procedimiento

- Las muestras se analizarán utilizando ELISA kits comercialmente disponibles.
- El plasma se evaluará para establecer la expresión de IL-6, IL-1 $\beta$ , MMP1, MMP2, MMP3, MMP9, COX-2 y PCR.



# Resultados esperados

- Habrá expresión de biomarcadores de inflamación temprana
- Diferencia entre niveles de referencia y al final de proceso
- Prevención:
  - Diseminación de resultados
  - Uso en el diseño de pausas/períodos de descanso apropiados
  - Diseño de requerimiento de tareas repetitivas/esfuerzo
  - Disminución del riesgo de TMERTs
    - Tendinopatías
  - Prueba cualitativa rápida



# Conclusión

- La variabilidad en la capacidad de fuerza debe ser considerada al momento de diseñar el trabajo, sus herramientas y equipo.
- Resultados de la optimización:
  - Prevención de errores, fallas y desperdicios
  - Prevención de fatiga y lesiones
- Reducir exposición a factores de riesgo.





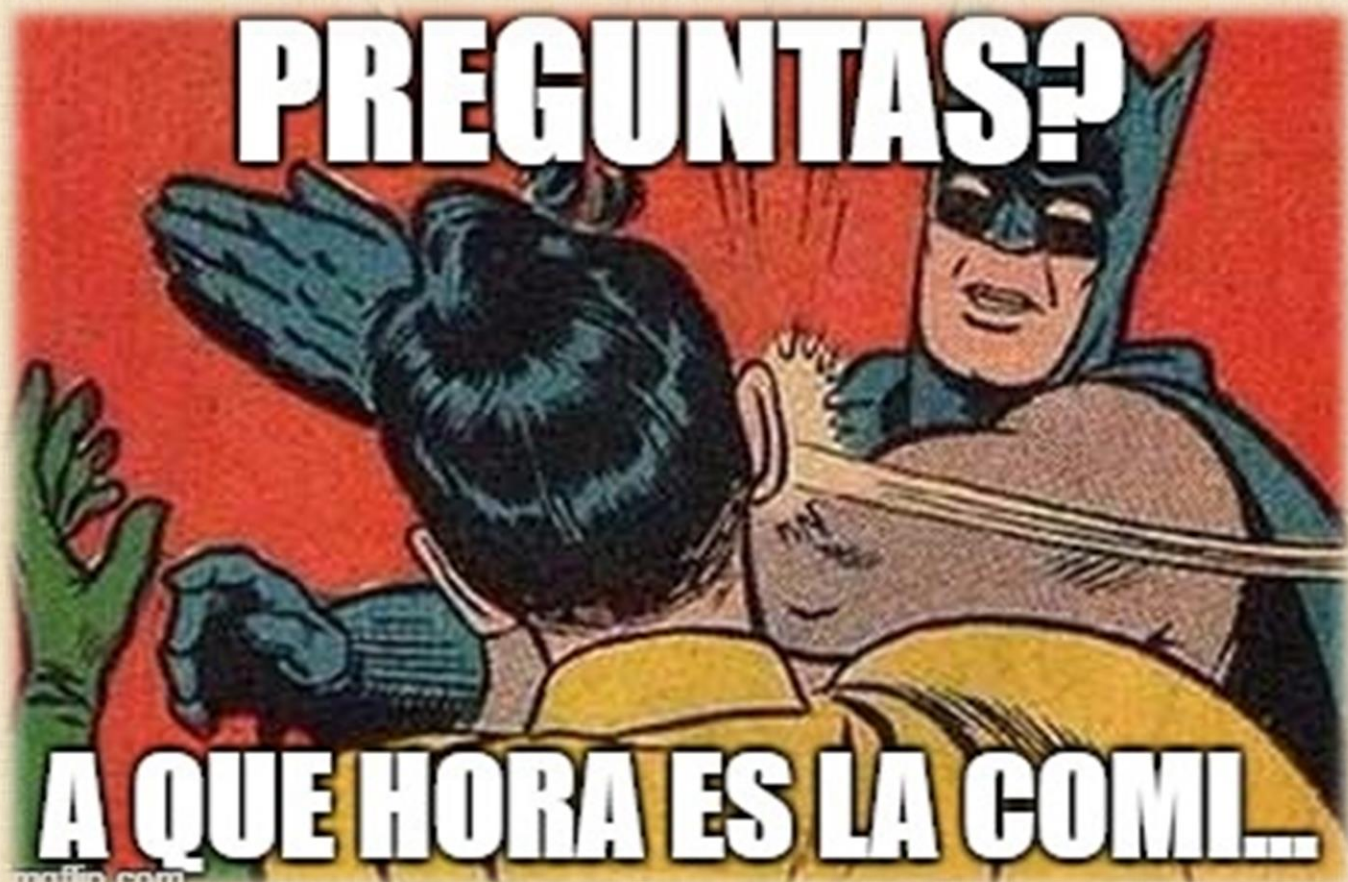


**EVITAR LA FATIGA**

**REDUCIR ERROR**

**INCREMENTAR EFICIENCIA**

**PREGUNTAS?**



**A QUE HORA ES LA COMI...**