

XLI JORNADAS DE LA **SOGARMEF**

10 OCTUBRE 2025 • FERROL

Nutrición enfocada al desarrollo muscular y el alivio de dolor

Cristina Tejera Pérez, MD, PhD.

FEA Endocrinología y Nutrición

Complejo Hospitalario Universitario de Ferrol

Clínica Espacio Atlántico



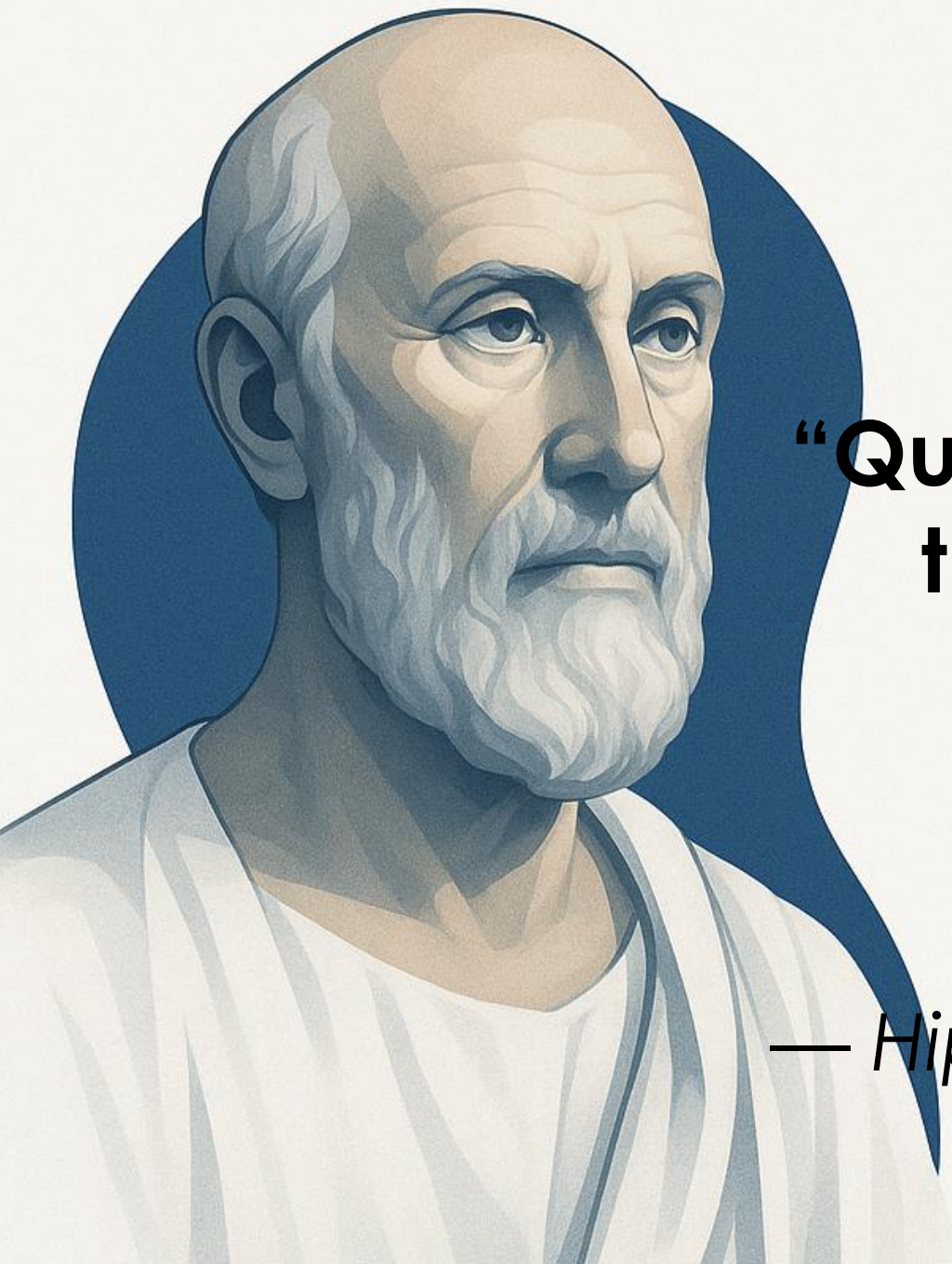
**Xerencia Xestión Integrada
Ferrol**



#SOGARMEF25

@cristinatejerap



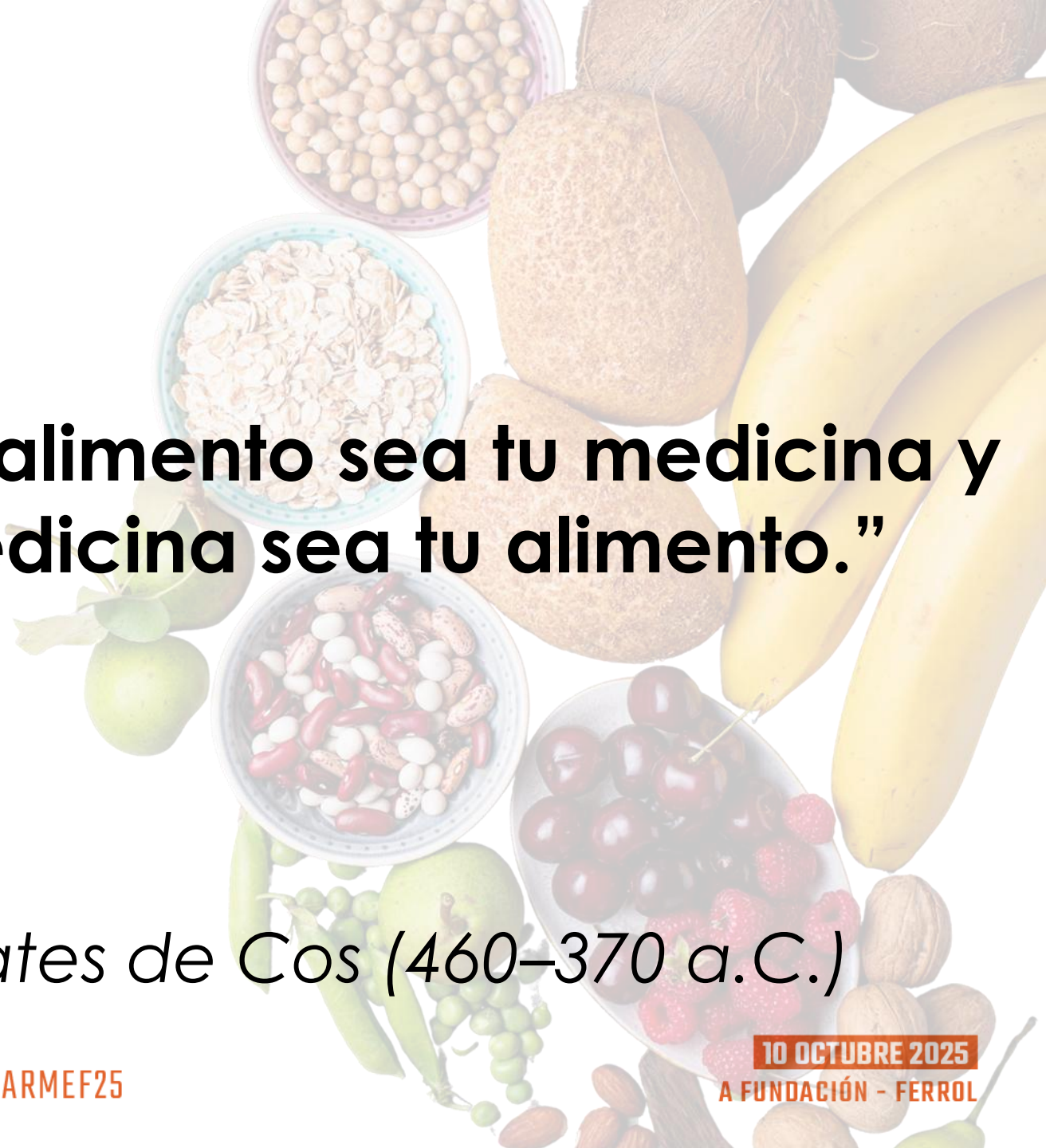


**“Que tu alimento sea tu medicina y
tu medicina sea tu alimento.”**

— Hipócrates de Cos (460–370 a.C.)

#SOGARMEF25

10 OCTUBRE 2025
A FUNDACIÓN - FERROL



El músculo y las articulares no se rehabilitan solo con movimiento, también necesitan nutrientes



🧬 Estimula la **síntesis proteica** y la **regeneración muscular**.

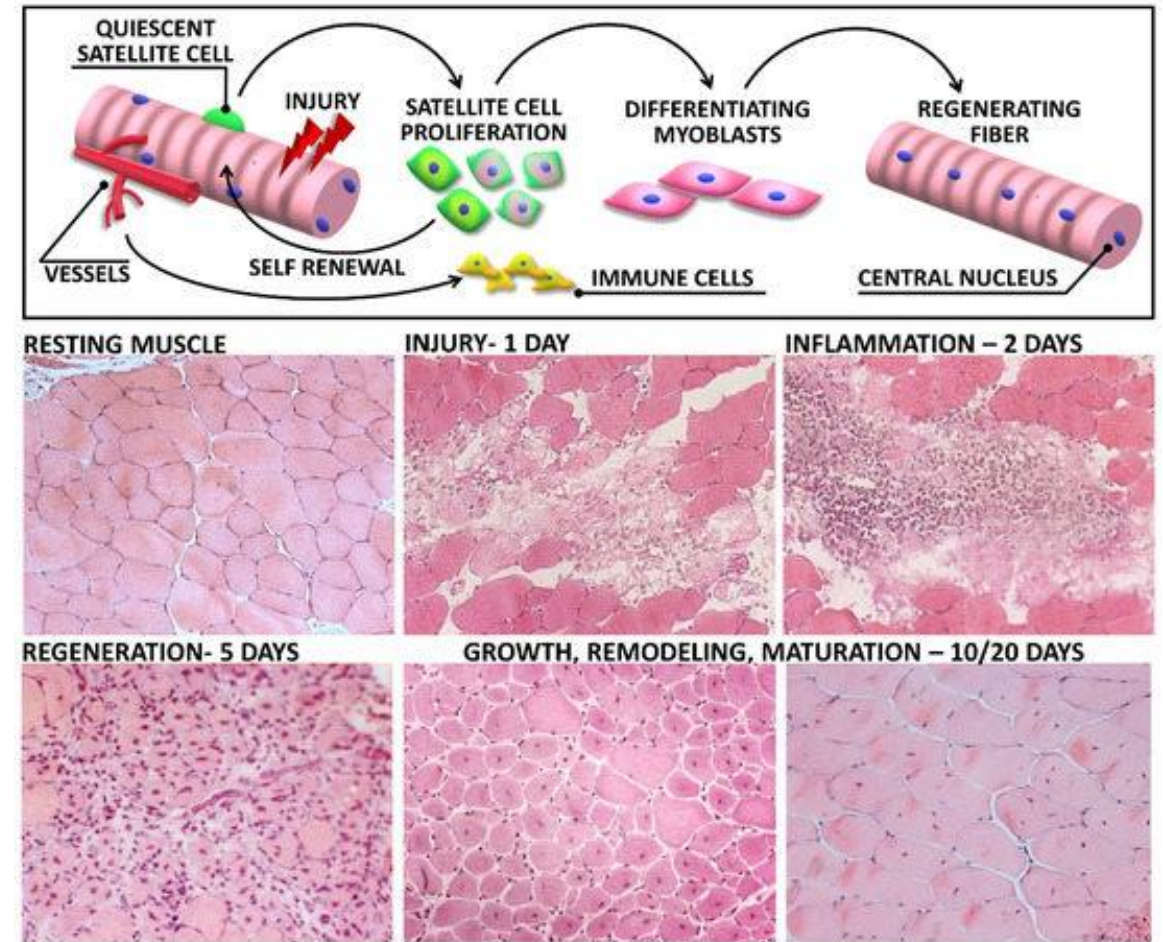
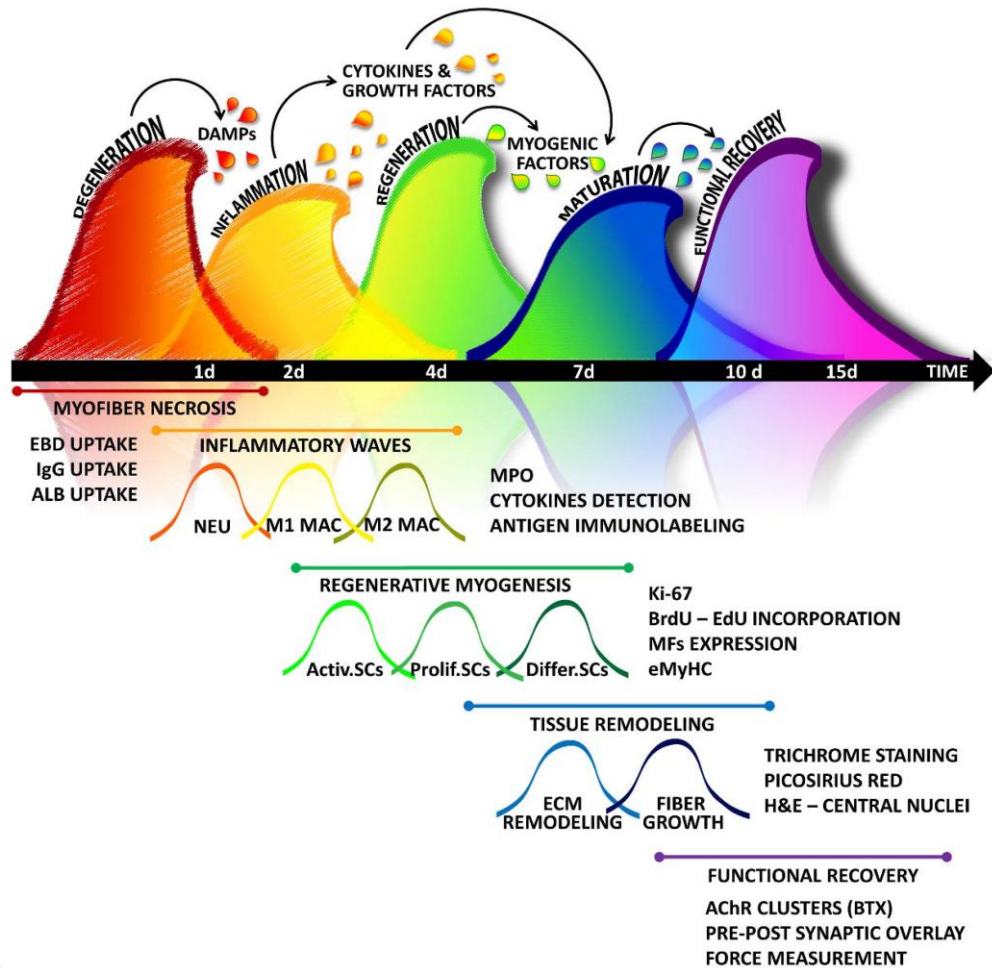
🔥 **Reduce la inflamación** y el **estrés oxidativo** que perpetúan el dolor.

💪 Favorece la **recuperación funcional**

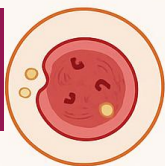
🏋️♂️ **Previene** la recidiva de lesiones.

***Integrar** nutrición en rehabilitación es pasar de tratar lesiones a restaurar funcionalidad*

Fisiología básica de la reparación muscular



**Degeneración/
necrosis** ₀₋₁



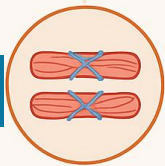
Inflamación ₁₋₃



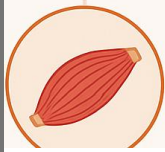
Regeneración ₃₋₇



Remodelación ₇₋₁₄



**Maduración /
recuperación
funcional** _{>14}



- **Vitamina E, C, selenio, zinc:** antioxidantes.
- **Omega-3 (EPA/DHA):** reducen daño por radicales libres.
- **Magnesio:** estabiliza membrana y mitiga la entrada excesiva de Ca^{2+} .

- **Omega-3, polifenoles (curcumina, resveratrol):** modulan NF- κ B y citoquinas.
- **Zinc y cobre:** cofactores antioxidantes y moduladores inmunes.
- **Vitamina D:** regula polarización M2 y expresión de IGF-1.

- **Proteínas de alta calidad (1.6–2.2 g/kg/día)** → síntesis miofibrilar.
- **Leucina, HMB, arginina:** estimulan mTOR y regeneración.
- **Vitamina C, cobre, manganeso:** síntesis de colágeno.

- **Colágeno hidrolizado + vitamina C:** estimula matriz extracelular.
- **Manganeso y zinc:** cofactores enzimáticos de colágeno y SOD.
- **Antioxidantes vegetales:** previenen fibrosis y estrés oxidativo.

- **Creatina y carnitina:** restauran fosfatos energéticos.
- **Vitamina D y magnesio:** optimizan contracción muscular.
- **Proteínas completas:** mantenimiento de masa magra.

Macronutrientes: proteínas

Cuánta, cómo, cuándo

- ✓ Estimulan la **síntesis proteica muscular (MPS)** y la reparación de fibras dañadas.
- ✓ Previenen la **atrofia por inmovilización** y pérdida de masa magra.
- ✓ Facilitan la **reconstrucción del tejido conectivo** (colágeno, tendones, fascia).

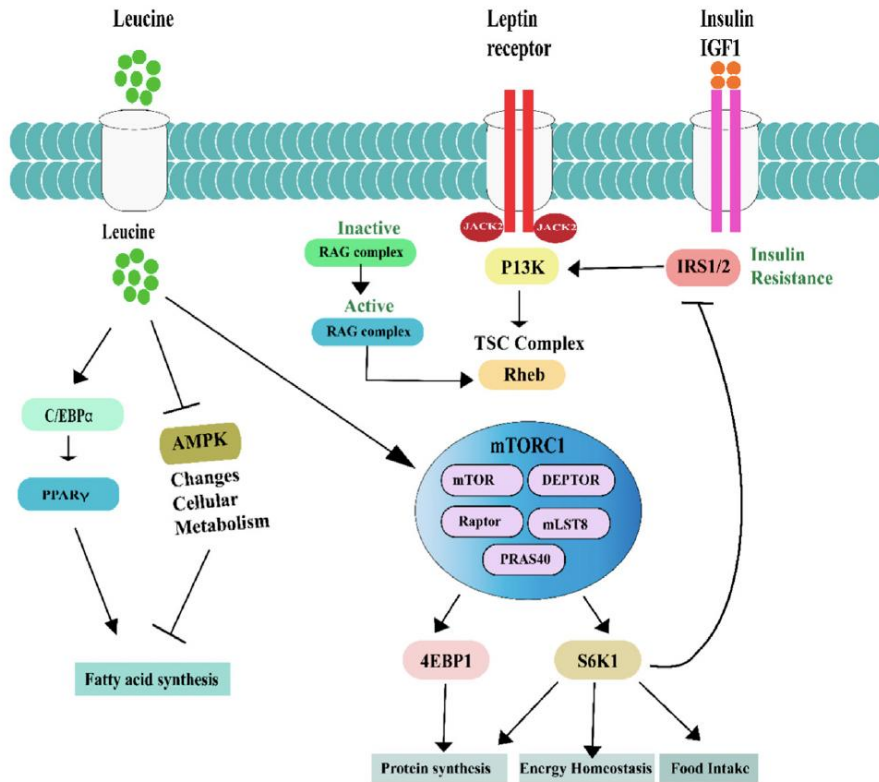
Ingesta total diaria	1.5–2.4 g/kg/día	↑ MPS y masa magra durante rehabilitación
Por comida	20–40 g proteína + ≥2.5 g leucina	Estimula mTOR
Distribución	4-5 tomas diarias cada 3–4 h	Mantenimiento anabólico
Postejercicio / fisioterapia	Dentro de los 30–60 min	Maximiza recuperación
Suplementos útiles	Whey, caseína, colágeno hidrolizado, EAA, HMB	Favorecen síntesis y reducen daño muscular

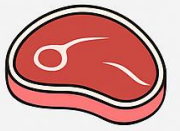
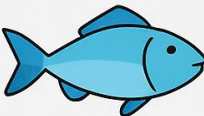
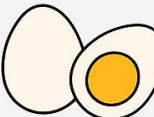
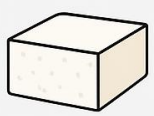
Macronutrientes: proteínas

Leucina

- ✓ BCAAs (aminoácidos cadena ramificada)
- ✓ EAAs (aminoácidos esenciales)
- ✓ BCAAs 1/3 proteínas musculares

Dosis óptima 1-3 g (comida); 8-10 g (día)
lácteos > huevos > carne



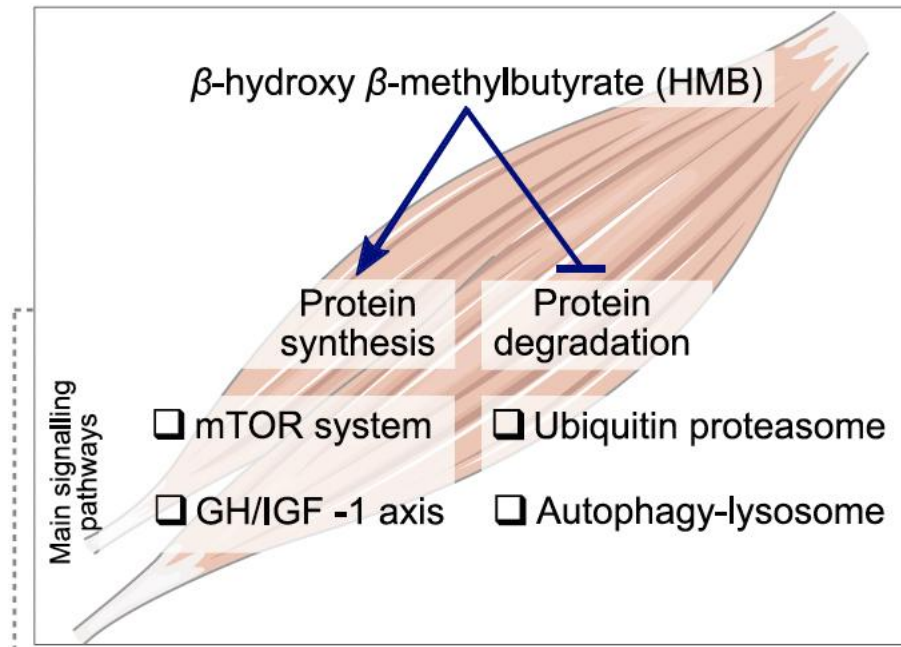
	3.6 g Whey protein (100 g)
	2.5 g Carne magra (100 g)
	2.1 g Pescado (100 g)
	1.3 g Huevos (2 unidades)
	2.3 g Soja (100 g)
	1.7 g Legumbres (100 g)
	1.1 g Tofu (100 g)
	0.9 g Quinoa (100 g)

Macronutrientes: proteínas

HMB

- ✓ Metabolito activo de la leucina
- ✓ Anabólico + anticatabólico

Dosis óptima 3 g/día, en 2-3 tomas



Macronutrientes: hidratos de carbono

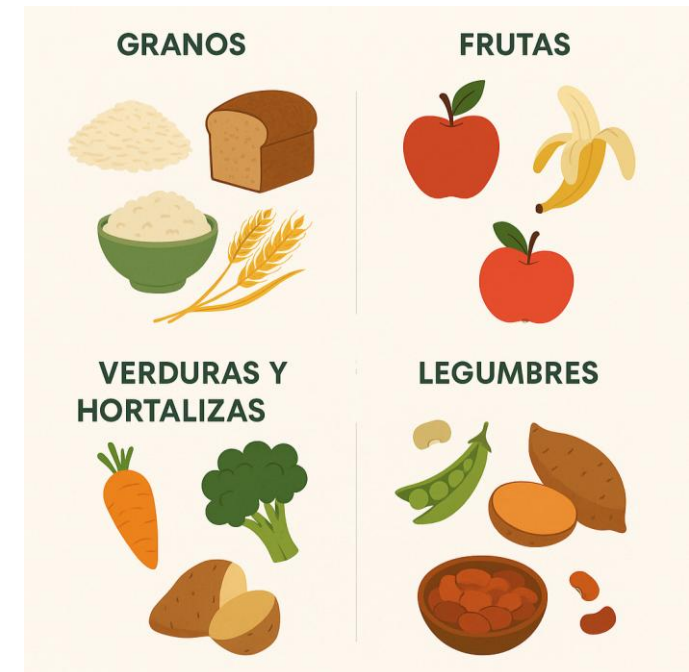
- ✓ Principal fuente de **energía para el músculo** durante la fase de rehabilitación.
- ✓ Favorecen la **recuperación del glucógeno muscular**
- ✓ Estimulan la **secreción de insulina**, hormona anabólica que **aumenta la captación de aminoácidos** y potencia la **síntesis proteica**.
- ✓ Reducen el **catabolismo muscular** y el uso de proteínas como fuente energética.

- Combinar con proteína de alta calidad
- Priorizar HC complejos + fibra

Reposo / inmovilización
Rehabilitación activa

3–4 g/kg/día

4–6 g/kg/día



Macronutrientes: lípidos

- ✓ Fuente energética esencial en periodos de **reposo o rehabilitación**, cuando el gasto proteico debe minimizarse.
- ✓ Participan en la **integridad de las membranas celulares** y la **regeneración tisular**.
- ✓ Moduladores de la **respuesta inflamatoria**.
- ✓ Favorecen la **sensibilidad a la insulina y a los aminoácidos**, potenciando la síntesis proteica.

- 25-35% VCT
- Priorizar insaturadas (MUFA, omega 3)
- Evitar exceso omega6 / trans

Omega-3 (EPA y DHA)

Pescado azul, lino, chía, nueces

↓ Inflamación (↓ TNF-α, IL-6, NF-κB), ↑ sensibilidad anabólica, ↑ regeneración muscular

Monoinsaturadas (MUFA)

Aceite de oliva virgen extra, aguacate, frutos secos

Mejoran perfil lipídico y modulan inflamación crónica

Saturadas saludables

Lácteos enteros, coco, carne magra

Energía estructural y síntesis hormonal; en exceso pueden ser proinflamatorias

Omega-6 (ácido linoleico, araquidónico)

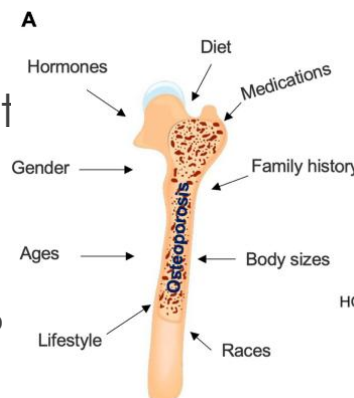
Aceites vegetales, carnes procesadas

En exceso → ↑ inflamación; mantener equilibrio n-6/n-3 ≈ 2:1–3:1

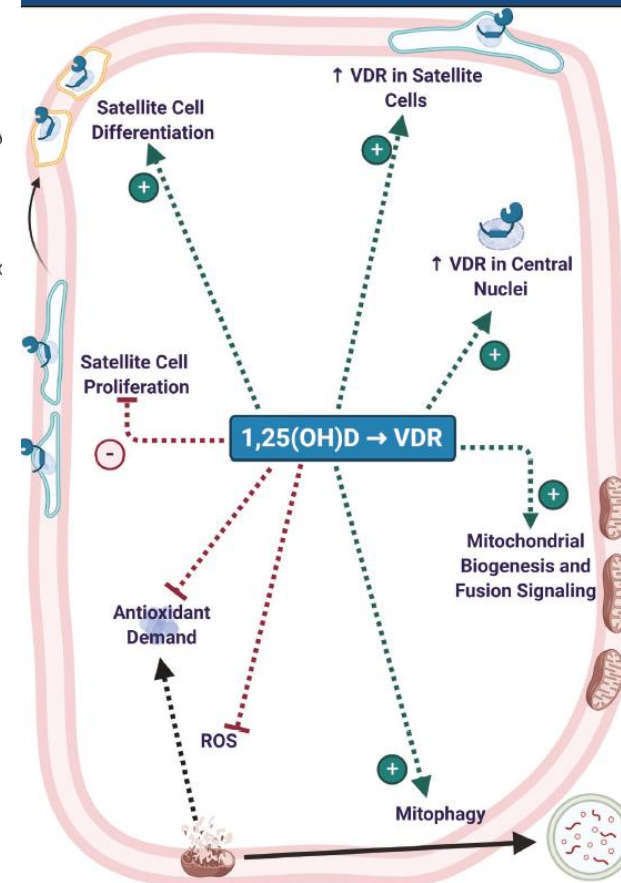
Vitamina (hormona) D

Prevención lesiones, déficit asociado a:

- Riesgo lesión muscular X 1.8- 3.8
- Fracturas por estrés X 3.6



Vitamin D and Muscle Regeneration



Regulación de la Inflamación



La activación del VDR en las células reduce la producción de citocinas proinflamatorias como TNF- α e IL-1, y puede bloquear la transcripción de genes de citocinas como NF-kB.

Protección del Cartílago

Se ha demostrado que la Vitamina D inhibe la actividad de las metaloproteasas (MMPs), específicamente MMP-9 y MMP-13, lo que se traduce en una disminución de la degradación del cartilago.



Efectos Anabólicos Óseos



La Vitamina D es necesaria para la formación y mineralización ósea y aumenta la actividad del factor de crecimiento similar a la insulina 1 (IGF-1), que tiene un efecto crucial en la formación ósea.

Regeneración tras lesiones musculares :

- Acelera en el tiempo recuperación fuerza
- Déficit: retrasa recuperación fuerza

Vitamina (hormona) D: eficacia clínica

Variable: niveles basales, dosis, condición (artrosis, lesión muscular, deportistas)
< 30 ng/mL

Dolor osteomuscular

Mejora síntomas ↓ WOMAC, subescalas dolor, fx, rigidez

Alivio del dolor

Mejora fx muscular

Beneficio estructural ¿?

Lesiones musculares

+ beneficio si déficit /personas entrenadas

- Mejora recuperación tras ejercicio
- Mejora función ms en general
- Aumenta área sección transversal ms
- Cx cadera / Lumbalgia crónica

Pedir niveles de 25 OH VIT D

SEEN rango óptimo **30-50 ng/mL**

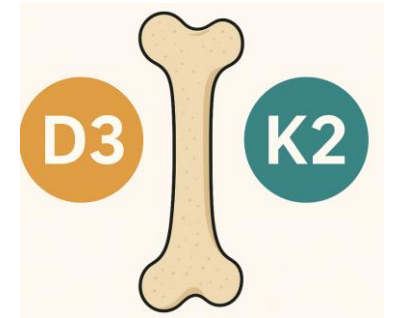
1000 – 2000 UI/ día

Atletas dosis + elevadas

Mg

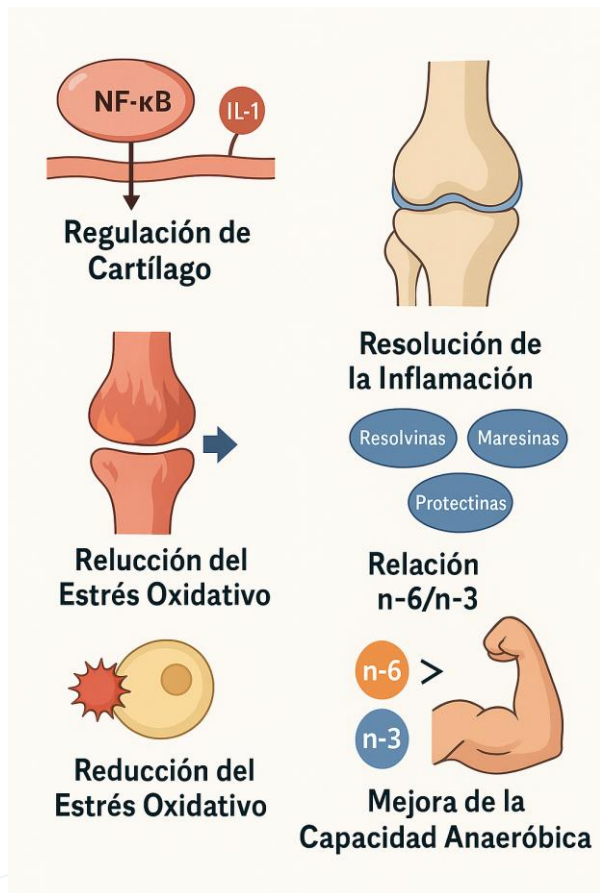
OJO TOXICIDAD / SUPLEMENTACION
INDISCRIMINADA Dosis altas vs dosis
más bajas DMO ↓

Otros efectos



Omega 3: EPA y DHA

Propiedades antiinflamatorias e inmunomoduladoras



Artrosis: + evidencia

- ↓ dolor artrosis (WOMAC)
- ↓ rigidez
- Mejora fx articular
- ↓ consumo AINEs y analgésicos

500 mg-4500 mg EPA + DHA
250 mg suficientes si ingesta adecuada

Daño muscular: evidencia inconsistente

- Reducción dolor muscular aparición tardía / mejora recuperación
- Mejora rango movimiento articular
- Atenuación atrofia si inmovilización
- Aumentan la respuesta de la síntesis proteica muscular en respuesta a aa/insulina

Lesiones musculares/ inmovilización:

450 mg- 900 mg/día (máximo 3g)
250 mg suficientes si ingesta adecuada

⚠ Fase aguda lesiones: PUEDE retrasar curación heridas cutáneas / regeneración colágeno

⚠ Dosis elevadas: ↓respuesta inflamatoria

Colágeno

acciones regenerativas-estructurales / acciones inmunomoduladoras-
antiinflamatorias



Artrosis: ↓ dolor artrosis (WOMAC, EVA, rigidez) ¿?

Rodilla – cadera

Daño muscular: ¿?

Deportistas ↓ dolor articular

Rodilla

10-15g/día péptidos colágeno /
hidrolizados gelatina

+ vit C, PRL/LYS – OH

1 hora ANTES ejercicio

Beneficios > 3 meses

Tendinopatías

En general seguro y bien tolerado



Creatina monohidrato

ATP, potencial antiinflamatorio / antioxidante

Inmovilización:

Preserva masa y fuerza MMSS (evidencia limitada MMII)

Fase rehabilitación

>Volumen carga

Recuperación área sección

Potencia extensión rodilla

Daño muscular:

Acelera recuperación

Cx traumatológica

Resultados variables



Mejora el Metabolismo Energético:

↑ producción de ATP



Incrementa la Masa Muscular:

↑ síntesis de proteínas musculares



Acelera la Recuperación:

↓ daño celular y de las fibras

CARGA 5 g (0.3 g /kg) x 4
durante 5-7 días

MANTENIMIENTO 3-5 g/día
(atletas 5-10g/día)

**Mejora absorción: + HC ó
+HC-proteínas**

Artrosis rodilla + ej resistencia

Lesiones tendinosas

⚠ Retención agua 1-3 kg, fase de carga

Molécula higroscópica

Transitorios

Molestias GI dosis

SEGURA hígado / riñón

Coenzima Q (ubiquinona)

antinflamatorio / antioxidante



Daño muscular atletas

- ✓ ↓ **biomarcadores** daño muscular: LDH, CPK
- ✓ ↓ estrés oxidativo: MDA
- ✓ **Rendimiento**: ↑ potencia, mejora recuperación

Otras situaciones: **evidencia limitada**

Glucosamina

antinflamatorio / antioxidante –
regeneración cartílago



Sulfato glucosamina

Nutracéutico de acción lenta

↓ **dolor artrosis rodilla** (WOMAC, EVA)

Rigidez / función: resultados variables

1500 mg/día

+ condroitina: resultados variables

+colágeno hidrolizado: mejor eficacia que monoterapia

Lesiones musculares / tendinopatías: **no evidencia beneficios**

Cúrcuma (curcumina)

antiinflamatorio / antioxidante -condroprotector

Antiinflamatoria:

- Inhibe NF- κ B $\rightarrow$ $\downarrow$ enzimas proinflamatorias
- $\downarrow$ IL-1 β , TNF- α , IL-6
- Inhibe COX-2 y PGE2

Protección del cartílago:

- Inhibe MMPs (MMP-3, 9, 13) $\rightarrow$ $\downarrow$ degradación de matriz
- Preserva condrocitos y estructura del cartílago

Antioxidante:

- Activa Nrf2 $\rightarrow$ $\uparrow$ defensa antioxidante
- Grupos fenólicos neutralizan ROS y radicales libres

🦴 🦴 Artrosis:

$\downarrow$ dolor (WOMAC, EVA)

Eficacia comparable a AINEs

$\downarrow$ medicación rescate

Dosis más efectiva: 4-8g/día (máximo 12 g/día)

💪 💪 Ejercicio intenso (personas entrenadas):

$\downarrow$ marcadores daño CPK, CK inflamatorias

$\uparrow$ antioxidantes MDA, glutatión

$\downarrow$ dolor ms tardío

Tomar DESPUÉS del ejercicio



Magnesio

+300 reacciones
contracción / producción energía
/modulación dolor

Artrosis:

Niveles bajos Mg: ↑incidencia artrosis

Menor ingesta: ↑dolor/↓función en artrosis

Mejora dolor: IV, modelos animales

Lesiones musculares

- Relajante muscular natural.
- Analgésico funcional
- Antiinflamatorio
- Apoya la regeneración muscular
- Mejora la recuperación funcional y la calidad del sueño

Recuperación
muscular o dolor
crónico leve

400–500 mg/día

Lesión aguda,
espasmos o fatiga
intensa

500–600 mg/día
(corto plazo, 2–4
semanas)

Límite máximo
seguro (EFSA)

600 mg/día

Citrato, bisglicinato

Vitamina C

cofactor síntesis colágeno

- ✓ Cofactor esencial en la **hidroxilación de prolina y lisina** → necesaria para la **síntesis de colágeno** en músculo, tendón y piel.
- ✓ Potente **antioxidante** que neutraliza radicales libres generados tras la lesión.
- ✓ Favorece la **regeneración del tejido conectivo** y la **angiogénesis** en la zona dañada.

◆ Efectos clínicos:

menor daño celular y dolor postlesión.
mejora de la fuerza y resistencia tisular.
optimiza oxigenación y metabolismo muscular.

◆ Dosis recomendada:

- 200–1000 mg/día (requerimientos aumentan durante el proceso de reparación). 🍊 🍊 🍊

Zn, Cu, Manganeso, vit B6

Nutriente	Evidencia científica	Mecanismo principal	Dosis recomendada (adultos)	Beneficio clínico clave
Zinc (Zn)	Niveles bajos asociados con mayor dolor articular y retraso en la cicatrización. Ensayos muestran mejora en regeneración muscular y cartílago.	Cofactor en síntesis de ADN, proteínas y colágeno; inhibe MMPs y reduce IL-6 y TNF-α.	10–15 mg/día (hasta 25 mg/día en rehabilitación corta)	Acelera cicatrización, mejora fuerza y reduce rigidez articular.
Cobre (Cu)	Estudios experimentales demuestran que su déficit altera la reticulación del colágeno y la fuerza tendinosa.	Cofactor de lisil oxidasa (formación de colágeno y elastina); activa Cu/Zn-SOD (antioxidante).	1.5–3 mg/día (hasta 4 mg/día en fase de reparación)	Mejora integridad del tejido conectivo y reduce daño oxidativo.
Manganeso (Mn)	Suplementación con Mn + Zn + Cu mejora densidad ósea y regeneración de cartílago.	Cofactor de Mn-SOD; participa en síntesis de proteoglicanos y colágeno.	2–5 mg/día (máx. 10 mg/día por corto tiempo)	Favorece reparación de cartílago y tendones ; reduce estrés oxidativo mitocondrial.
Vitamina B6 (Piridoxina)	Estudios con B6 + Mg muestran menor contractura y dolor muscular; efecto positivo en artrosis leve y dolor neuropático.	Cofactor en metabolismo proteico y neurotransmisores; regula GABA y serotonina.	1.5–3 mg/día (hasta 10 mg/día durante recuperación)	Mejora síntesis muscular y control del dolor neuromuscular.

Hidratación

Durante la inflamación y la reparación tisular, se produce un aumento del metabolismo local y del flujo sanguíneo, con una mayor pérdida de líquidos y electrolitos.

Mantener una **hidratación óptima**:

- ✓ Favorece la **oxigenación y la regeneración de las fibras musculares**.
- ✓ **Reduce la viscosidad sinovial y mejora** la movilidad articular.
- ✓ Disminuye el **dolor muscular /calambres** al optimizar la eliminación de sustancias proinflamatorias

Nutriente	Dosis / aporte ideal
Sodio (Na^+)	1–2 g/L en soluciones orales.
Potasio (K^+)	300–600 mg/L.
Magnesio (Mg^{2+})	100–200 mg/L.
Calcio (Ca^{2+})	100–150 mg/L.

- ❑ **Prevención:** iniciar hidratación antes de la actividad rehabilitadora.
- ❑ **Durante el ejercicio o fisioterapia:** ingerir 150–250 mL cada 20 min.
- ❑ Usar bebidas con **sodio, potasio y carbohidratos (2–4 %)** para mejorar absorción y energía

<https://ods.od.nih.gov/factsheets/list-all/#O>

 National Institutes of Health
Office of Dietary Supplements

Health Information | News & Events | Programs & Activities | Grants & Funding | About ODS

Home > Health Information > Dietary Supplement Fact Sheets

Dietary Supplement Fact Sheets

This collection of fact sheets and other resources from the NIH Office of Dietary Supplements (ODS) and other federal government sources provides information about dietary supplements and their ingredients. These include vitamins, minerals, herbs and botanicals, probiotics, and more. Many of these resources are available in versions written for health professionals and for consumers (in both English and Spanish).

Show:

☒ All Federal Resources

☐ Only ODS Resources

Browse by letter:

5 A B C D E F G H I K L M N O P Q R S T V W Y Z

5

- 5-HTP (5-hydroxytryptophan)

A

- Acai
- Activated charcoal
- African mango (see [Weight Loss](#))
- Alfalfa
- Aloe vera
- Alzheimer's disease
- Andrographis
- Antioxidants
- Apple cider vinegar
- Arginine (see [Exercise and Athletic Performance](#))
- Ashwagandha
- Astragalus

General Supplement Information

- Dietary Supplements: Background Information
- Botanical Dietary Supplements: Background Information
- Vitamin and Mineral Fact Sheets
- Botanical Supplement Fact Sheets
- Frequently Asked Questions
- Dietary Supplements: What You Need to Know
- ODS Videos
- Información en español

Supplements for Specific Purposes

- Alzheimer's disease
- Brain Health
- COVID-19
- Diabetes
- Exercise and Athletic Performance
- Eye conditions
- Immune Function
- Menopause
- Osteoarthritis
- Pregnancy
- Primary Mitochondrial Disorders
- Rheumatoid arthritis
- Weight Loss

Micros

Patrones dietéticos

Efectos antiinflamatorios y funcionales

Dieta mediterránea

≈ fenoles / ác grasos omega-3

↓ IL-6, TNF α y PCR

Favorece síntesis proteica y fx mitocondrial

↑ fuerza ms

↓ rigidez articular

↓ dolor articular / ms

Dieta anti-inflamatoria

↓ estrés oxidativo

↓ CK inflamatorias

↑ masa magra

↓ degradación cartílago

↓ dolor articular / ms

Dieta hiperproteica

1.6-2.4 g/kg

Animal + vegetal; leucina

+ vitD, Ca, Mg

↑ vía mTOR

↓ catabolismo ms

↑ síntesis colágeno / matriz extracelular

↓ inflamación

Dieta whole-food, plant forward

70-80% vegetal

Proteína alta calidad

↓ estrés oxidativo

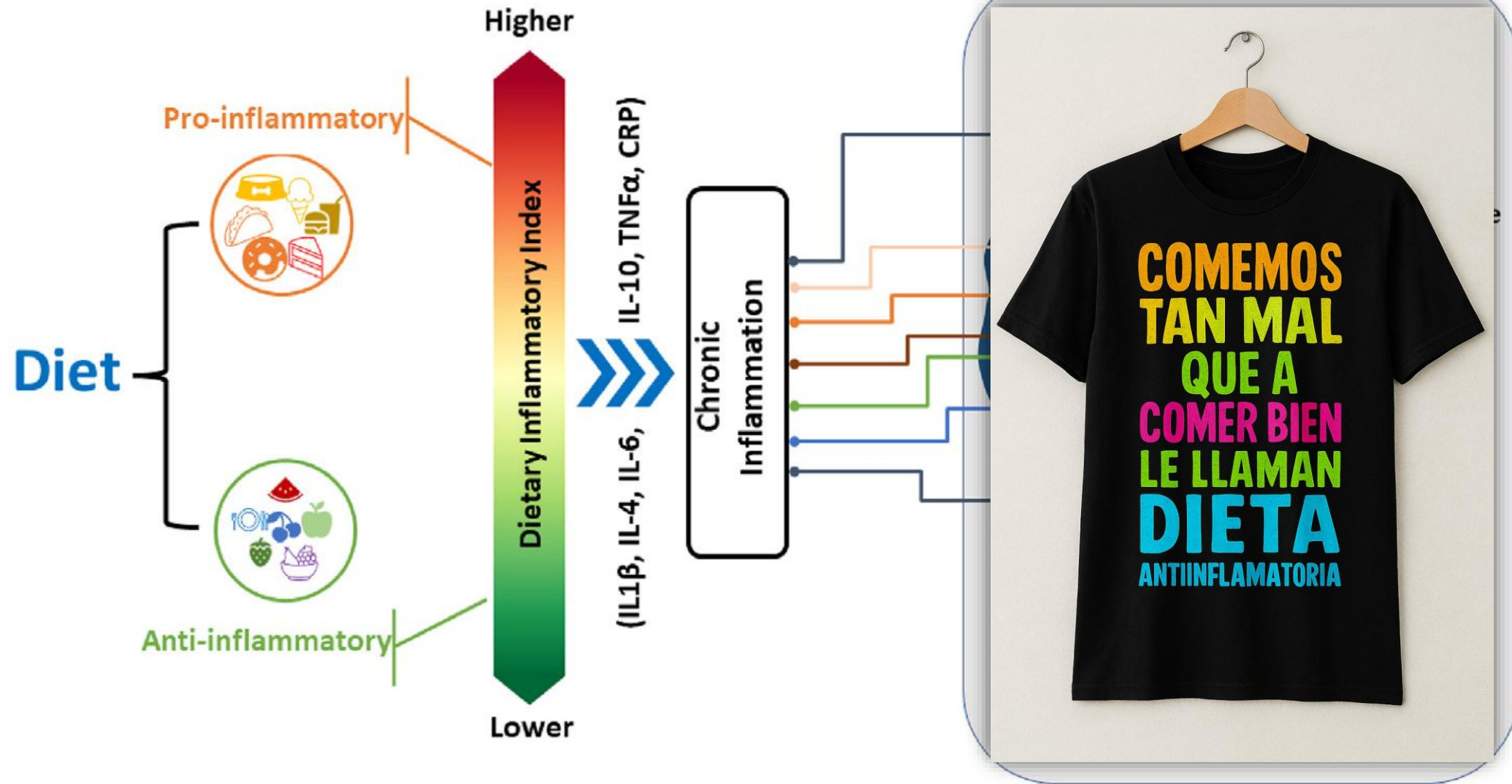
↓ CK inflamatorias

↑ masa magra

↑ diversidad microbioma

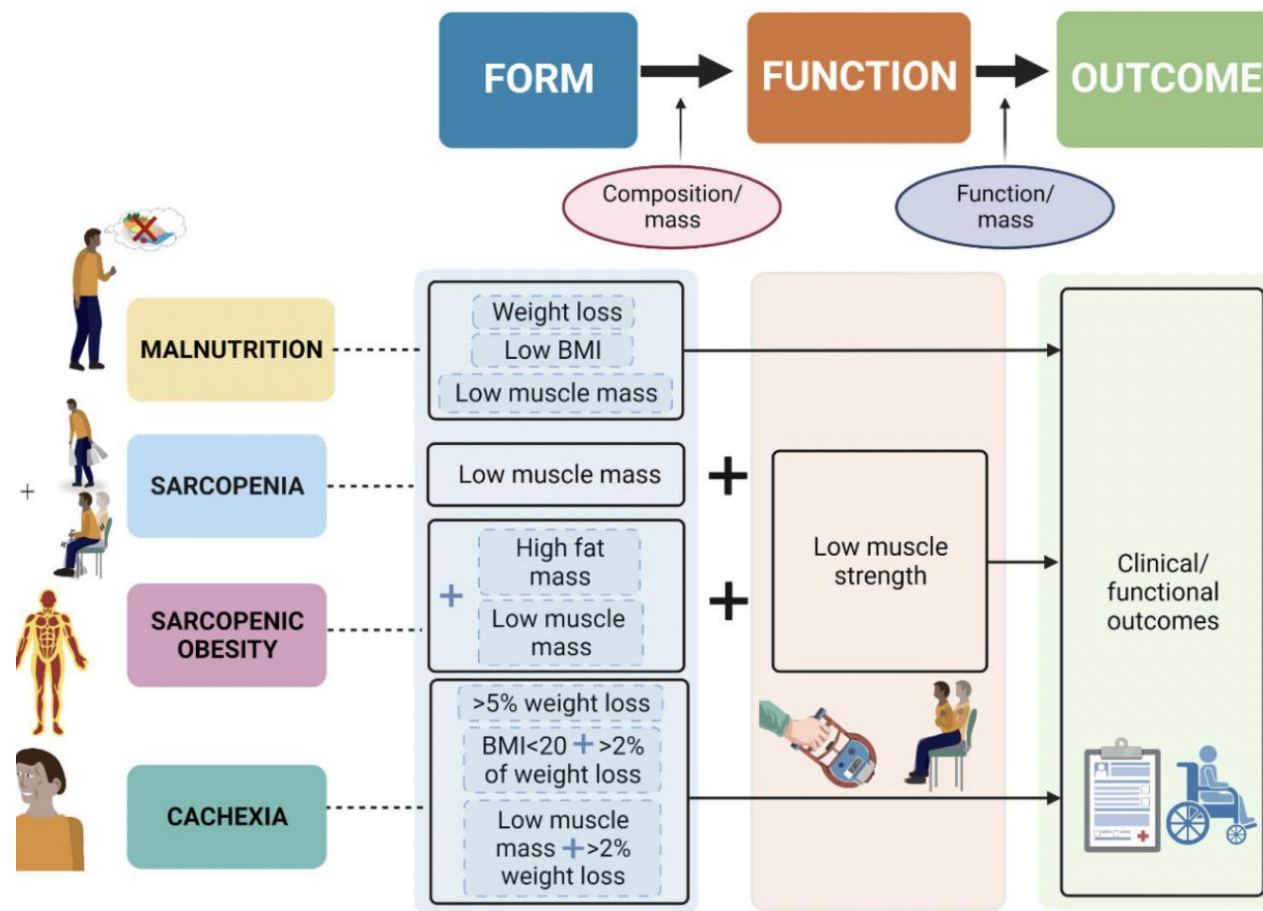
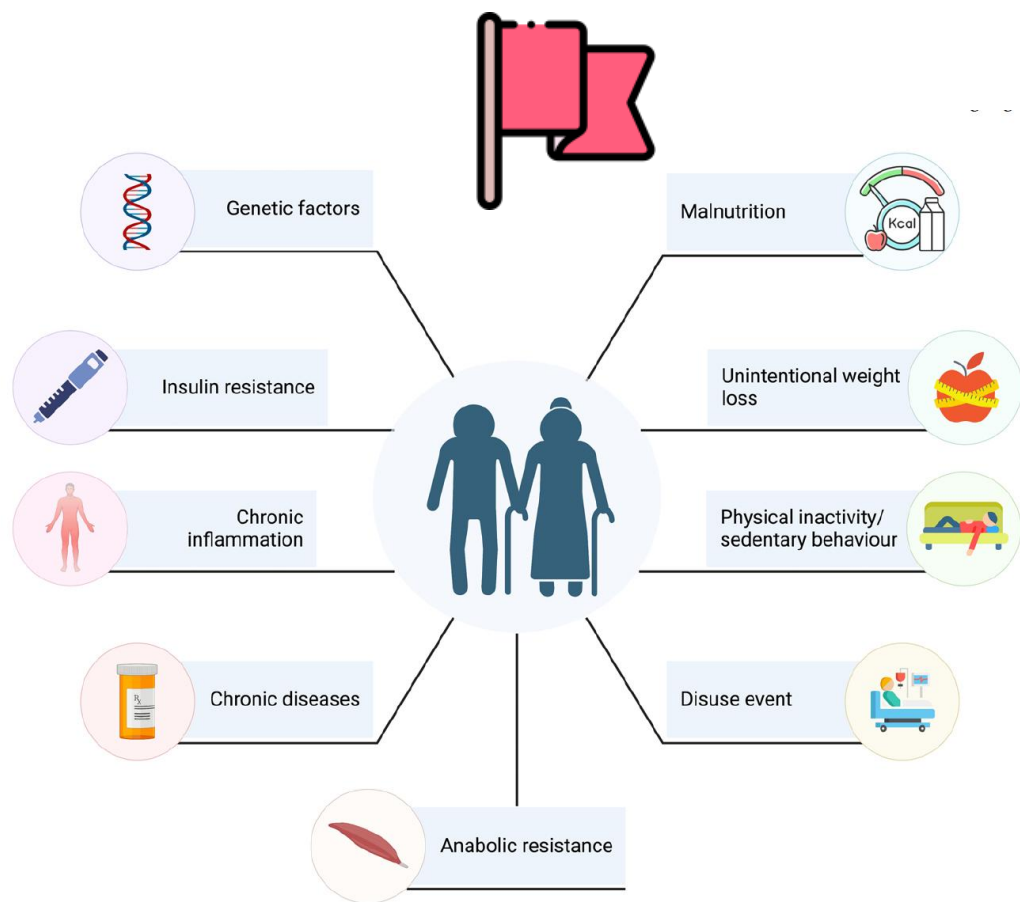
↓ inflamación sistémica

↓ dolor músculoesquelético



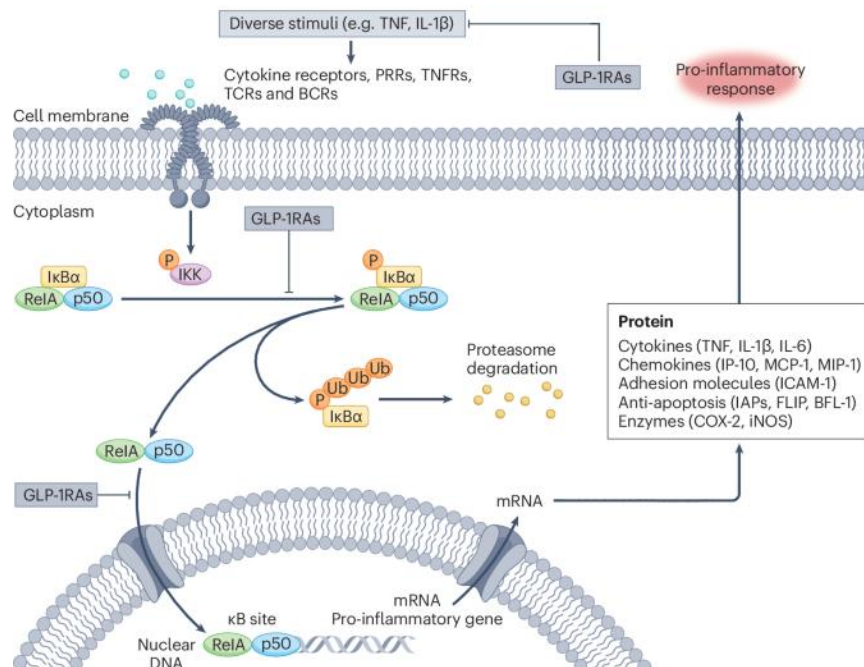


DRE, sarcopenia, obesidad sarcopénica, caquexia

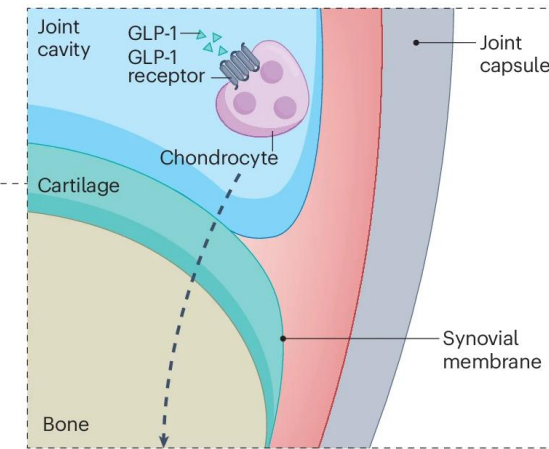
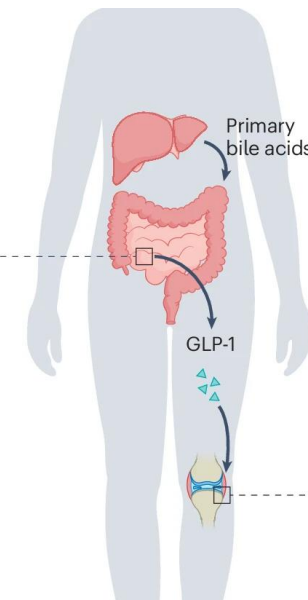
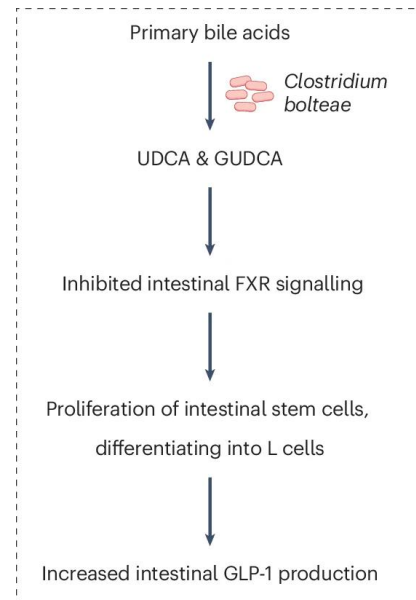


GLP-1 y artrosis: papel AR GLP1_{sema} / AR GLP1_{GIP}_{tirze}

Efectos inmunomoduladores



Eje intestino – articulación



↓MMP3
↓MMP13
↓ADAMTS4
↓ADAMTS5 = ↓Cartilage loss
↓OA progression

STEP 9_{sema} vs PBO ↓13,7% peso, ↓WOMAC 14 puntos

Conclusiones

- ✓ La nutrición es una herramienta terapéutica.
- ✓ El músculo no se rehabilita solo con movimiento — también con nutrientes
- ✓ Proteínas de alta calidad, leucina y HMB
- ✓ Papel micronutrientes: omega-3, polifenoles, vitamina D, ...
- ✓ Perfil mediterráneo / antiinflamatorio.



XLI JORNADAS DE LA

SOGARMEF

10 OCTUBRE 2025 • FERROL

Nutrición enfocada al desarrollo muscular y el alivio de dolor

Cristina Tejera Pérez, MD, PhD.

FEA Endocrinología y Nutrición

Complejo Hospitalario Universitario de Ferrol

Espacio Atlántico

#SOGARMEF25

@cristinatejerap

