



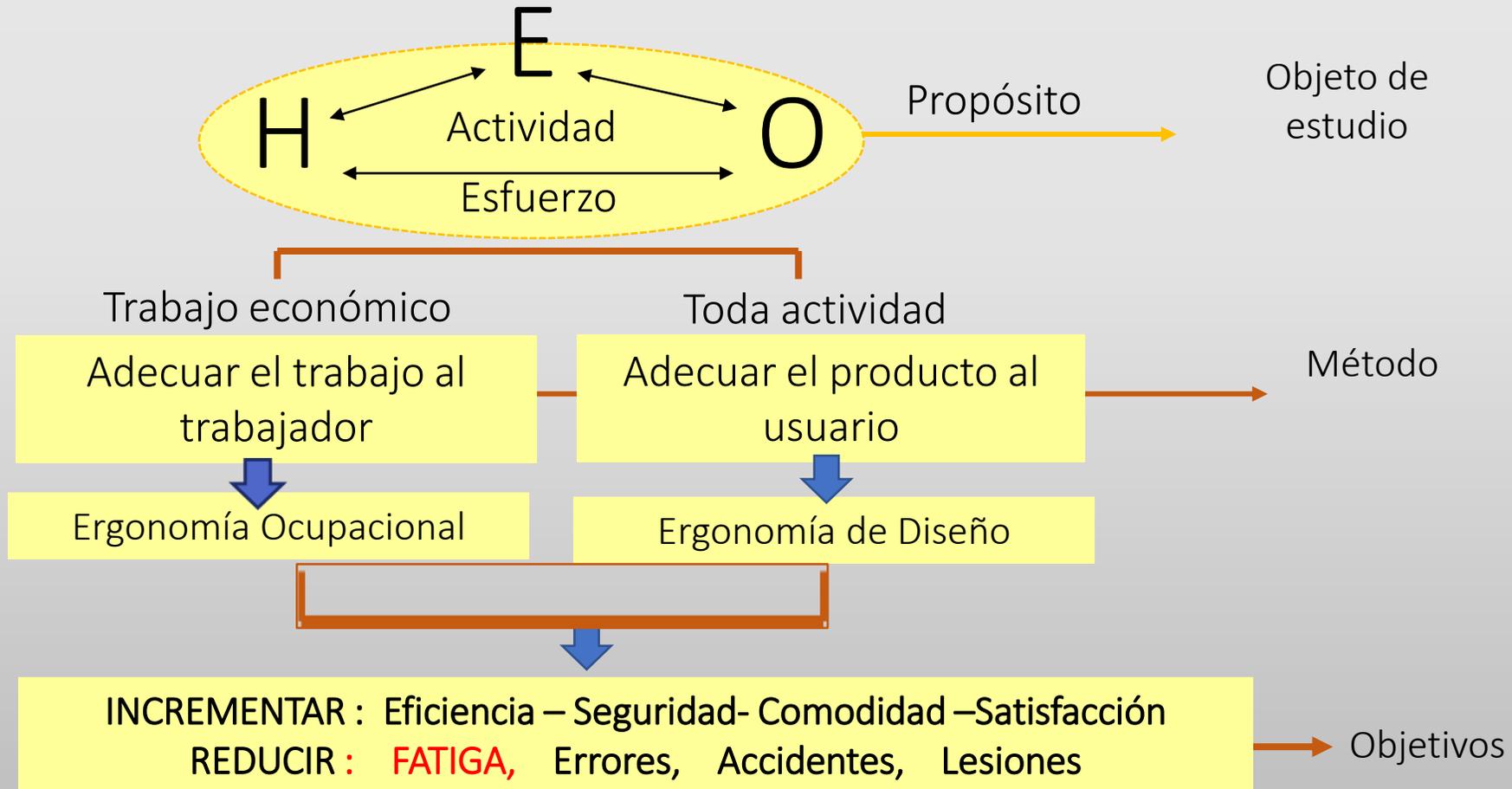
XXXI CONGRESO INTERNACIONAL DE ERGONOMIA - SEMAC

ERGONOMÍA :
Teorías de la Fatiga

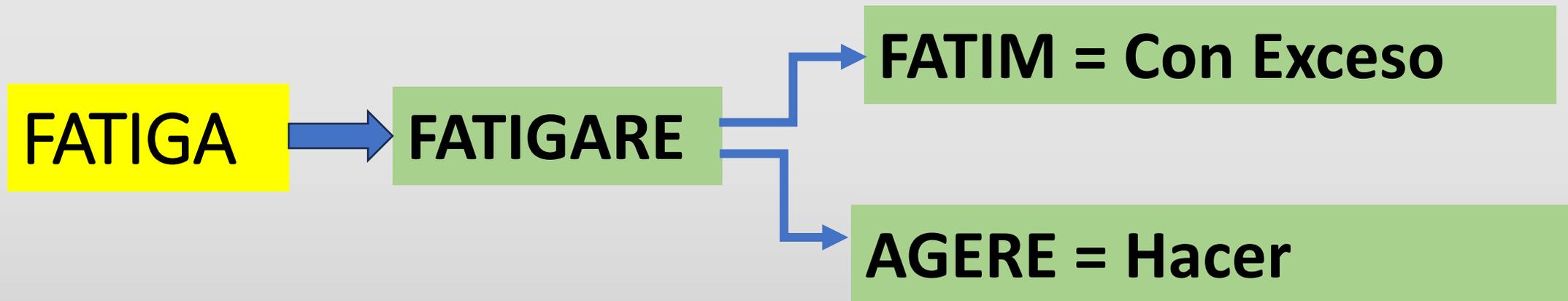
DR. ROSALÍO AVILA CHAURAND

Ergonomía

Trabajo = ergos | nomos = Ley natural



¿Qué es la
FATIGA ?



Hacer algo con Exceso

FATIGA : Fenómeno Psico-Fisiológico-
Emocional

Conocimientos necesarios para comprender
la actividad del ser humano





ERGONOMÍA FÍSICA

ANATOMÍA

FISIOLOGÍA

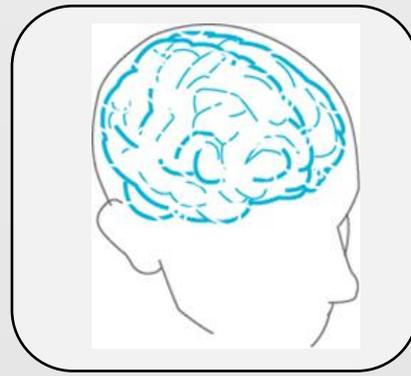
BIOMECÁNICA

ANTROPOMETRÍA

KINESIOLOGÍA

¿Qué es una buena-mala Postura ?
¿Por qué las malas posturas dañan al cuerpo?
¿Qué es un esfuerzo-sobre-esfuerzo?
¿ Que es la Fatiga?
¿Cuántos tipos de fatiga existen ?
¿Qué daños pueden sufrir los tejidos del cuerpo?
¿Cómo dañan los movimientos repetitivos?
¿Cómo dañan los tejidos las fuerzas compresivas?

¿Qué es la Variabilidad Antropométrica?
¿Qué es una Adecuación Antropométrica?
¿Cómo afectan las proporciones del cuerpo
en el desempeño de las tareas ?



ERGONOMÍA COGNITIVA

PERCEPCIÓN

MEMORIA

PROCESAMIENTO DE
DATOS

TOMA DE
DECISIONES

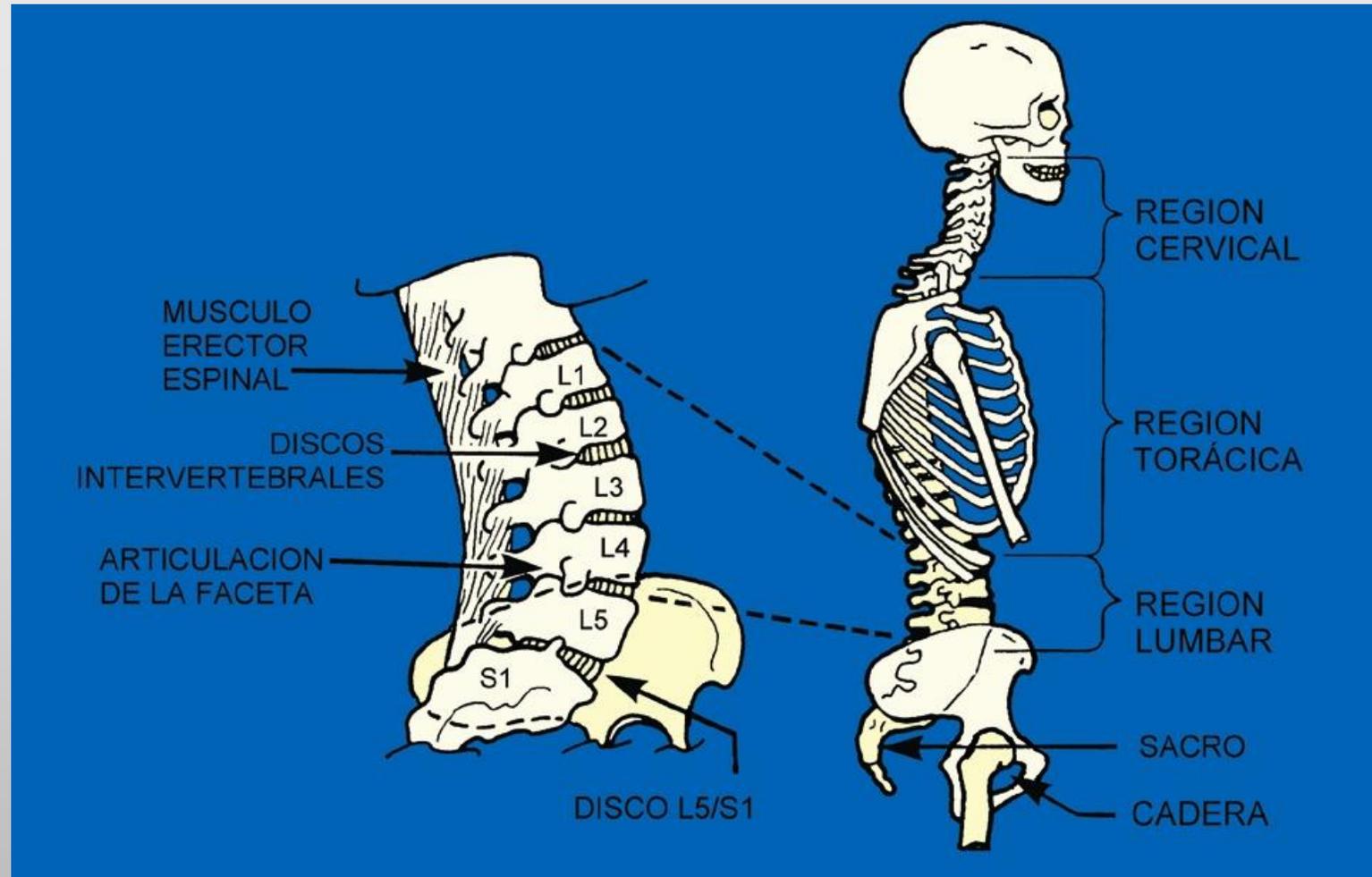
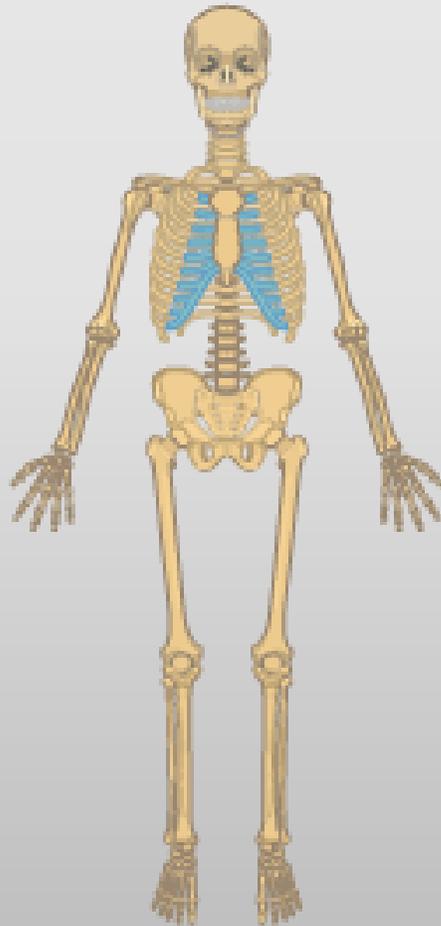
CARGA
MENTAL

¿Cuáles son las capacidades sensoriales del ser humano ? Cómo se miden ?
¿Qué estímulos sensoriales dañan los sentidos ?

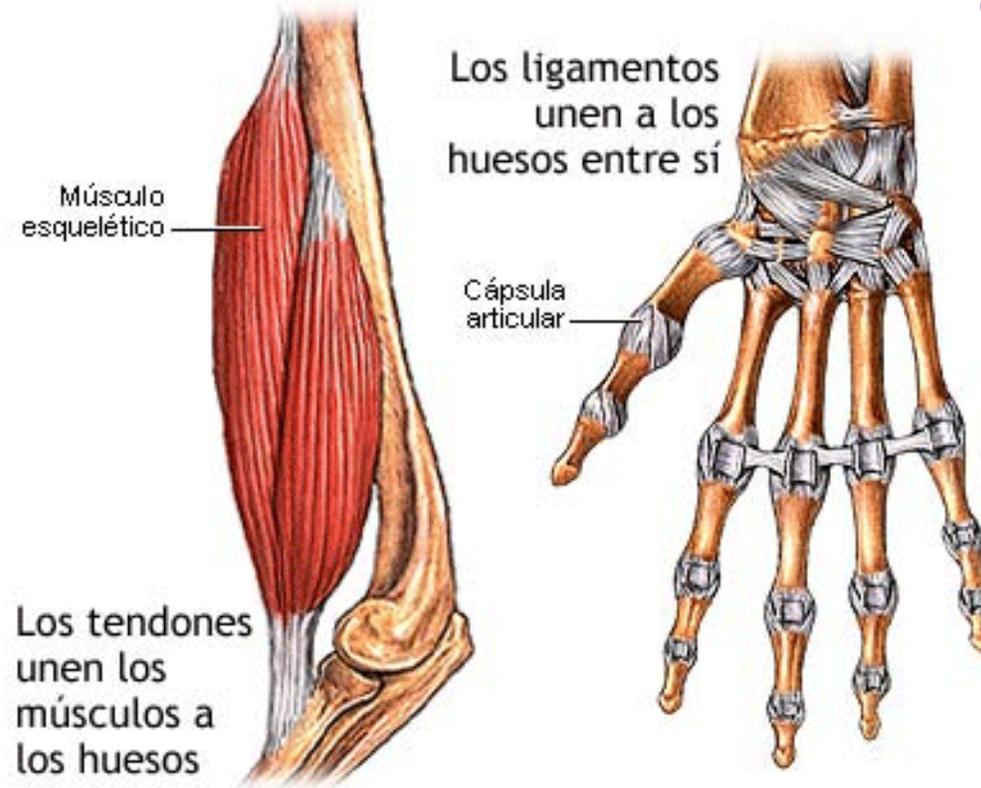
¿Cuántos tipos de Memoria hay? Cómo se evalúan ? ¿Cómo se lleva a cabo el proceso de datos y de toma de decisiones ? ¿Cómo se identifica y se valora la carga mental?

ANATOMÍA

El esqueleto (206 huesos)



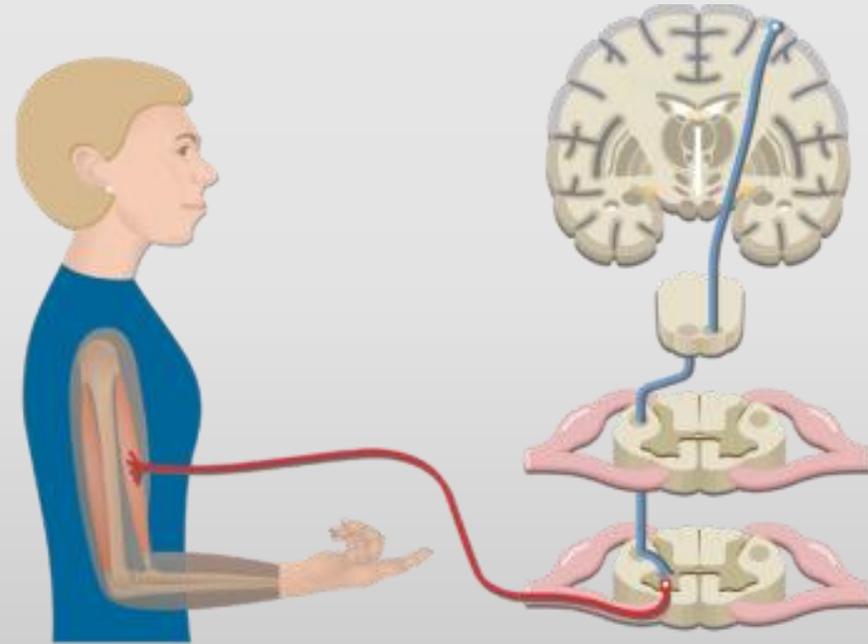
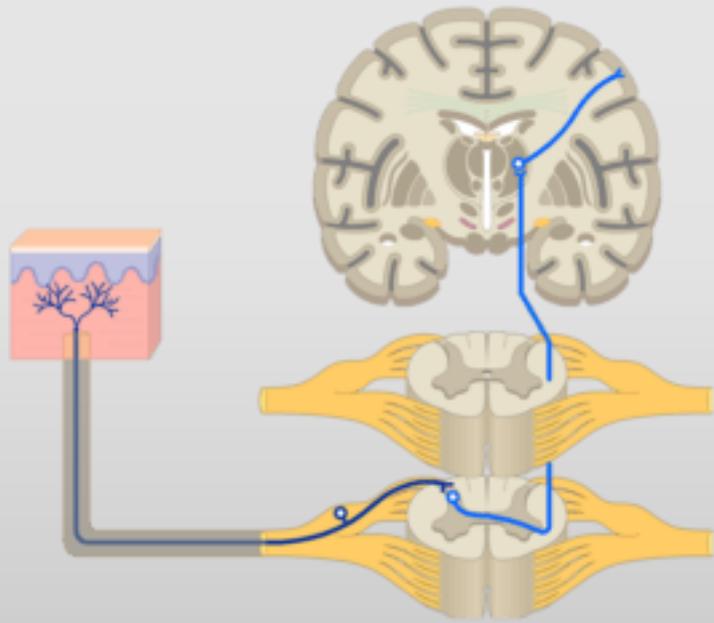
Los músculos (650)



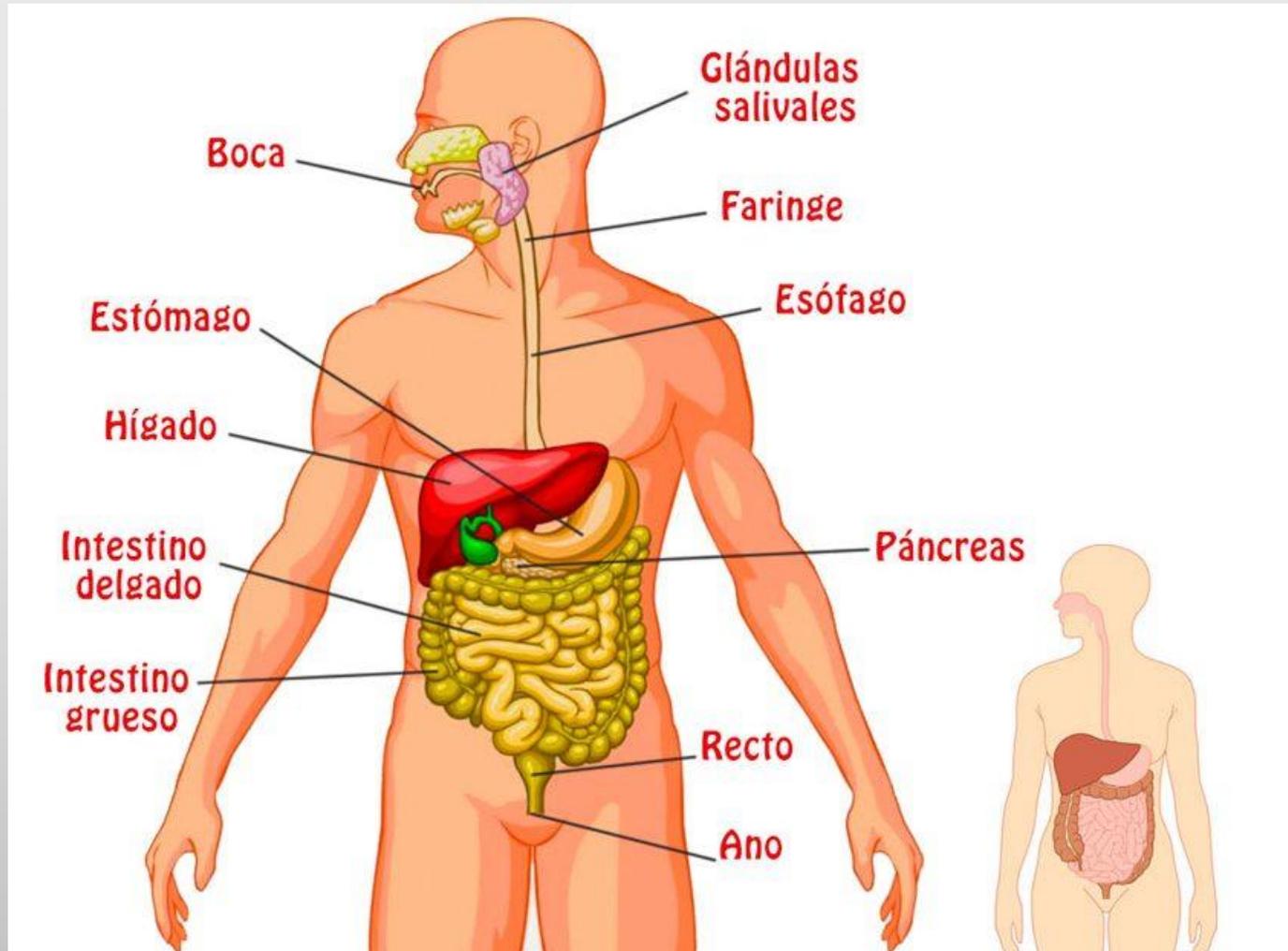
Tendones y ligamentos

Los tendones son tejido conectivo fibroso que une los músculos a los huesos. Pueden unir también los músculos a estructuras como el globo ocular. Los tendones sirven para mover el hueso o la estructura, mientras que los ligamentos son el tejido conectivo fibroso que une los huesos entre sí y generalmente su función es la de unir estructuras y mantenerlas estables.

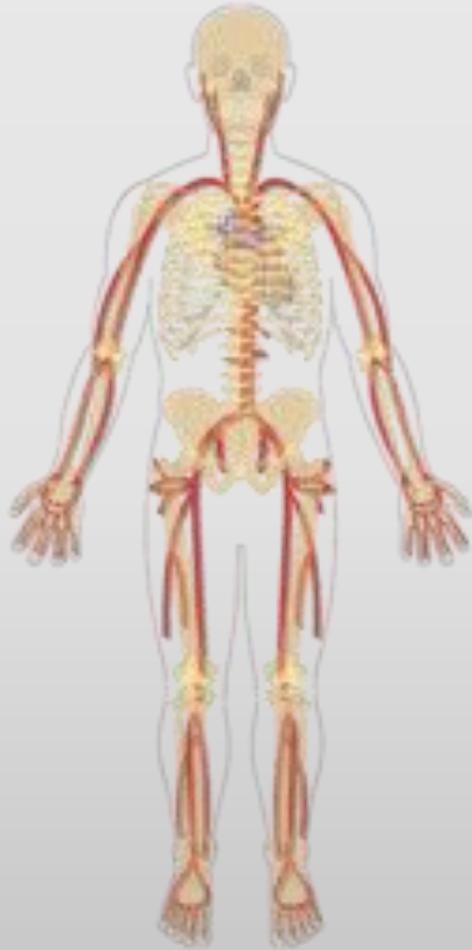
El sistema Nervioso



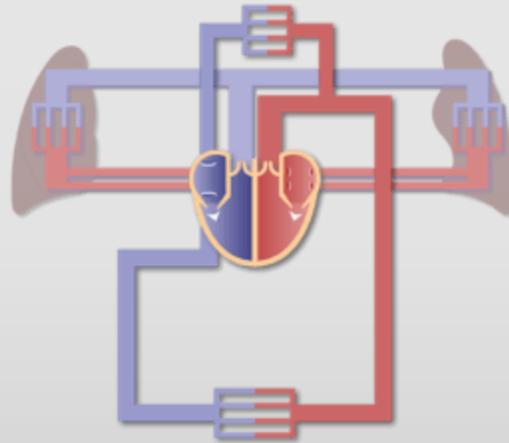
El Sistema Digestivo como fuente de energía



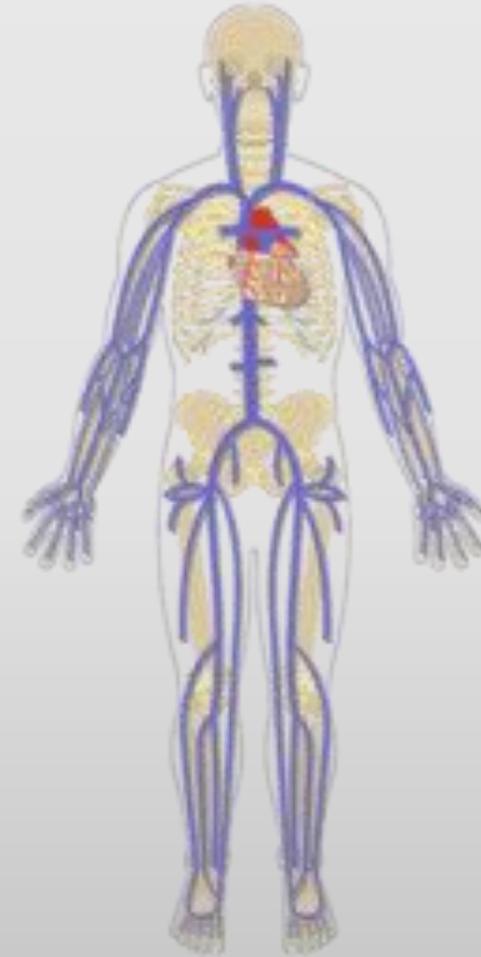
El Sistema Circulatorio



Sistema de Arterias
(Sangre Oxigenada)



Intercambio de
CO₂ por O₂

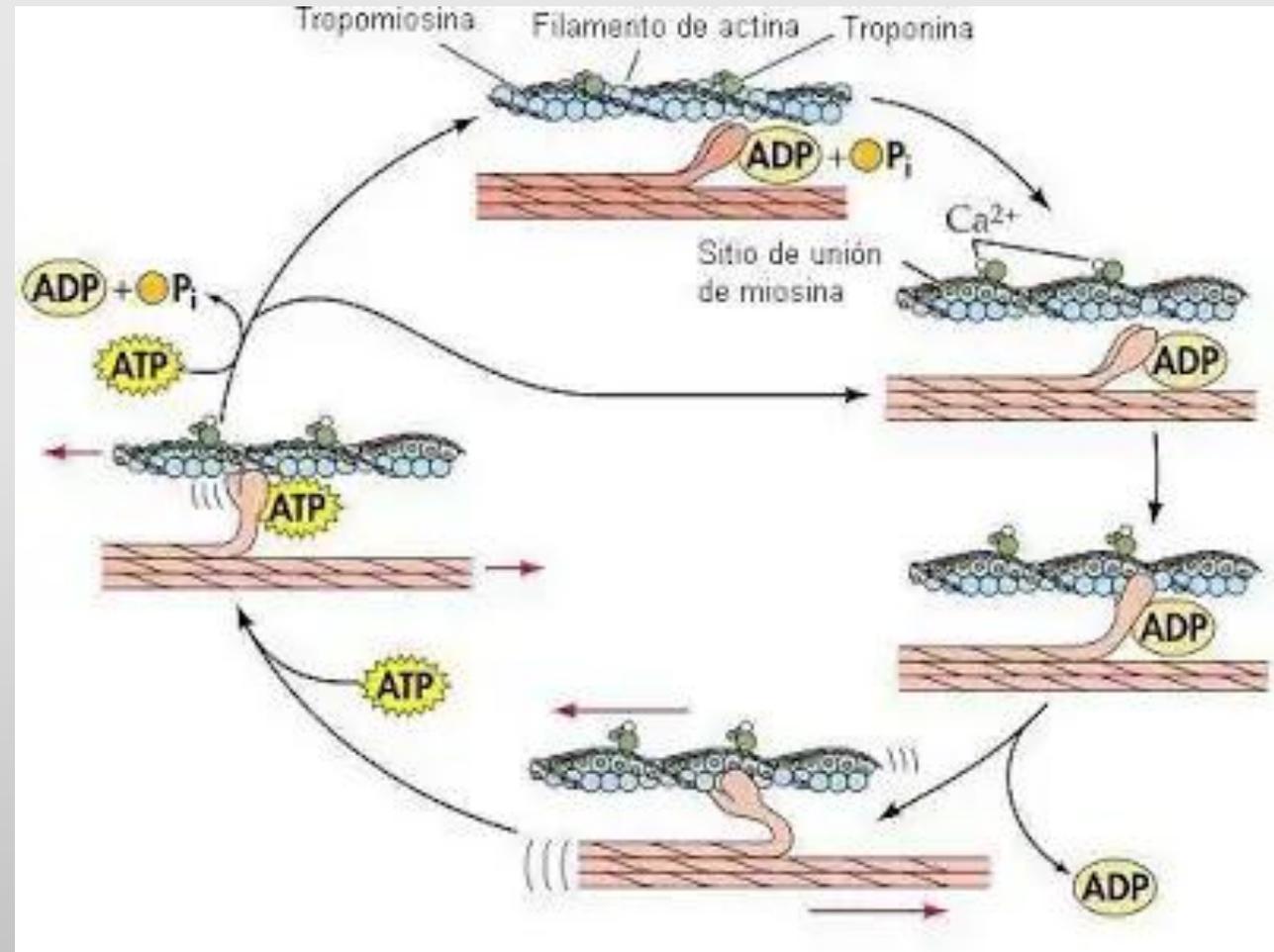
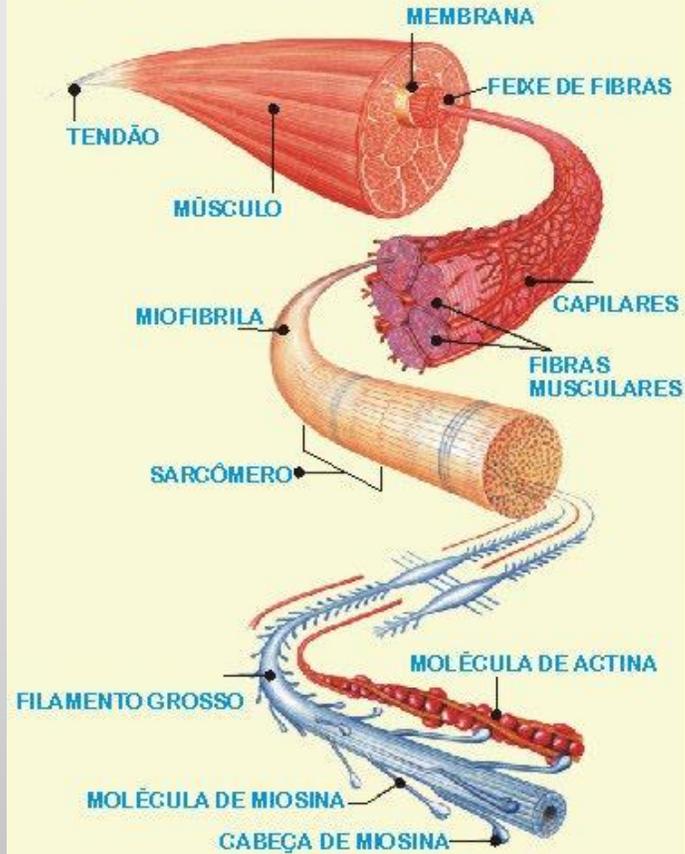


Sistema de Venas
(Sangre con Co₂ y Catabolitos)

FISIOLOGÍA DEL TRABAJO

METABOLISMO MUSCULAR

FIBRAS MUSCULARES



GASTO CALORICO POR MINUTO (Kcal/min)

Trabajo ligero

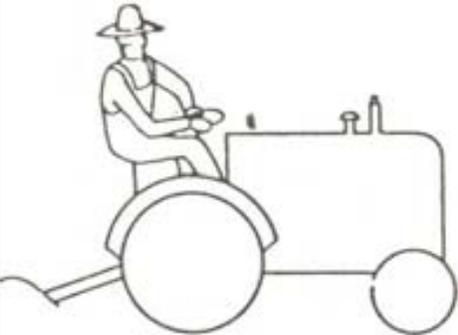


3.0



4.0

Trabajo Moderado



4.2



5.0

Trabajo algo pesado



6.8

Trabajo Pesado



7.7



8.0

Trabajo muy pesado



9.0

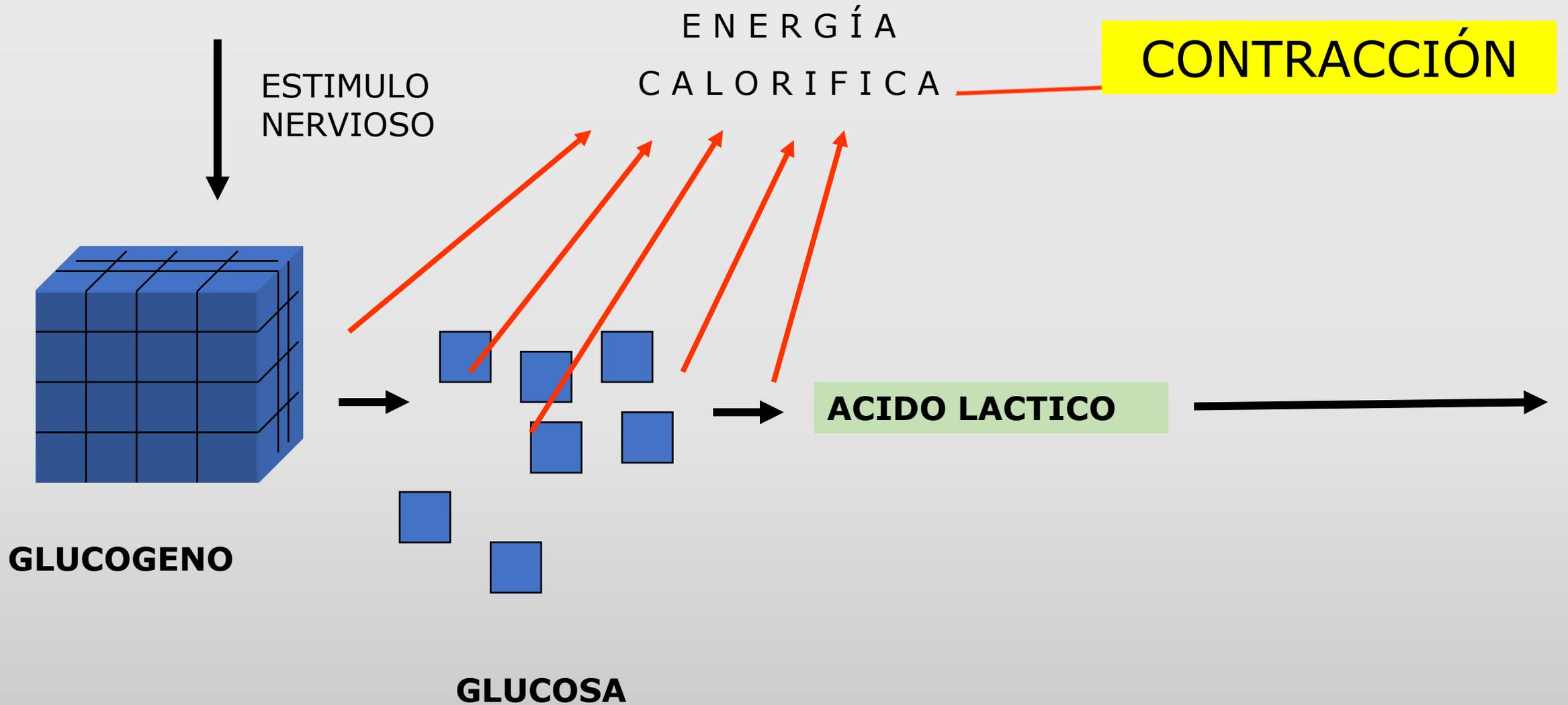


10.2

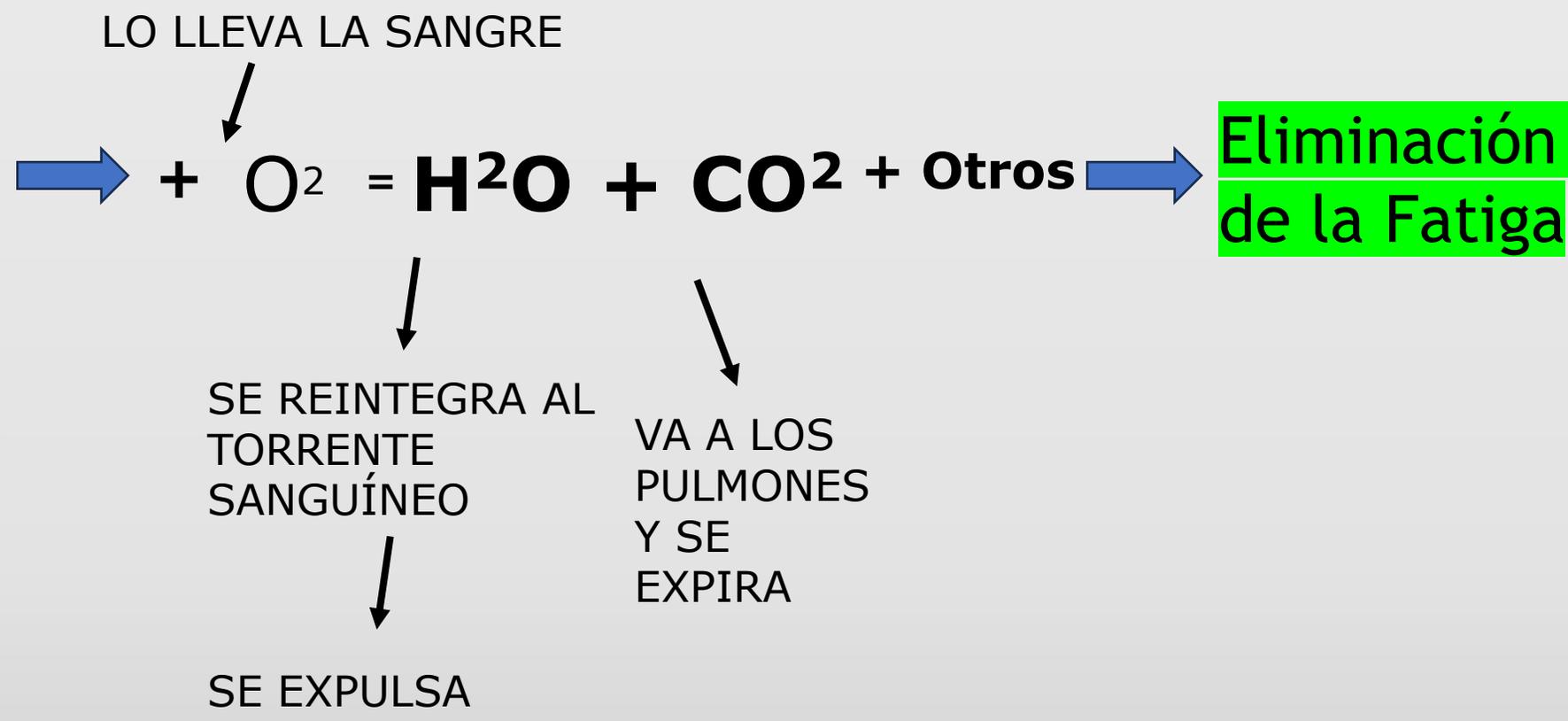


16.2

Trabajo Excesivamente pesado



FASE ANAEROBICA DEL METABOLISMO MUSCULAR



FASE AEROBICA DEL METABOLISMO MUSCULAR

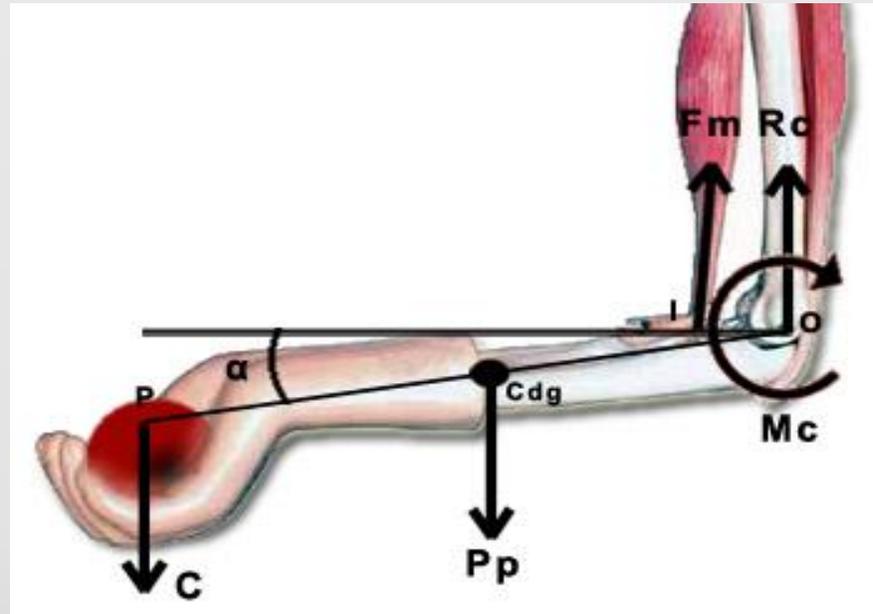
TIPOS DE TRABAJO MUSCULAR



BIOMECÁNICA OCUPACIONAL

PALANCAS MUSCULOESQUELÉTICAS

Capacidad Muscular Máxima por Biomecánica



Fza. Máxima de Músculo : $8,5 \text{ kg/cm}^2$ (Corte Transversal)

Corte Transversal Bíceps = 16 cm^2

Distancia P-O = 35 Cms.

Distancia O-I = 5 Cms.

$$Rc = C + Pp$$

$$Mc = C \times OP \times \cos(\alpha) + Pp \times Ocdg \times \cos(\alpha)$$

$$Mc = Fm \times IO \times \cos(\alpha)$$

$$C = 19.5 \text{ Kgs.}$$

Capacidad Muscular Máxima por Dinamometría

Esfuerzo Muscular Máximo Voluntario

Agarre :



Pinza :



Torque :



Diferencias en Esfuerzo de Agarre entre diversas poblaciones

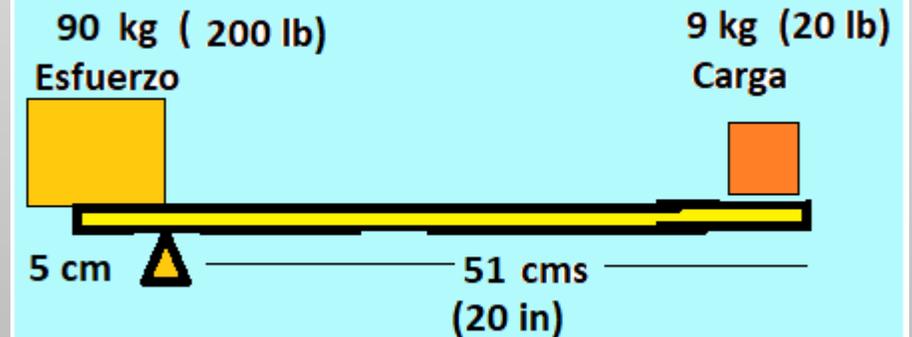
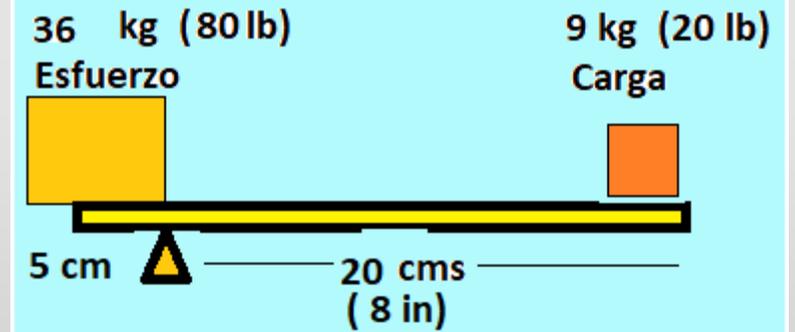
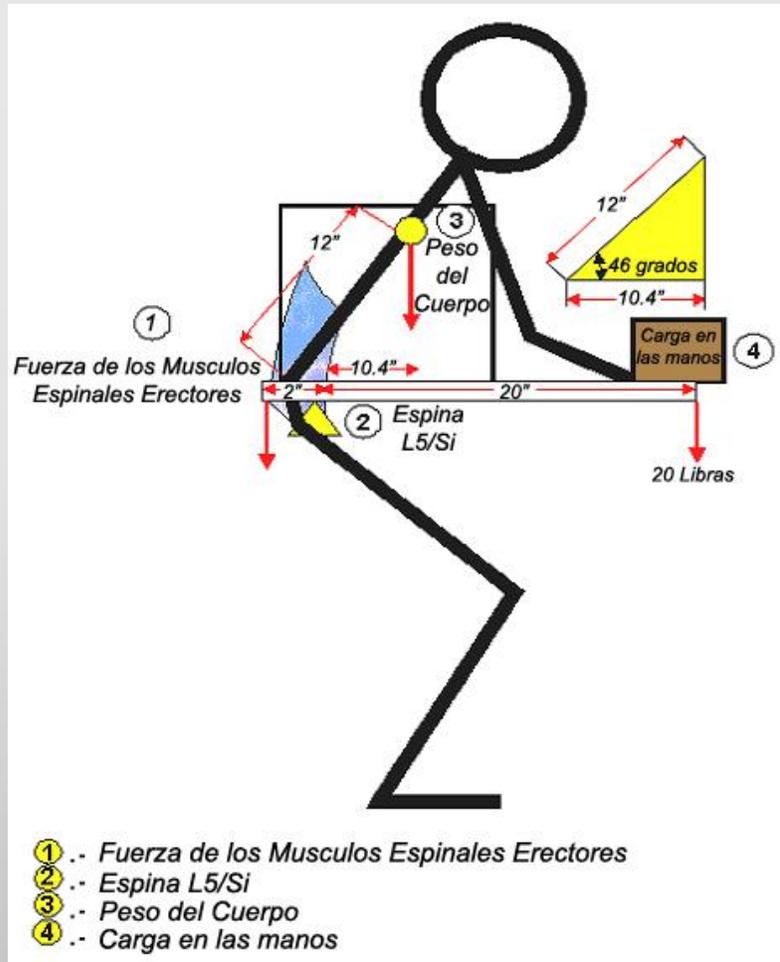
Esfuerzo de Agarre (Libs)			
Estudiantes		Trabaj. Ind.	
	Fem.	Masc.	Masc
Max.	85	125	140
Prom.	62	92	99
Min.	40	60	60

Esfuerzo de Agarre (Libs)		
Trabajadores Administ.		
	Fem.	Masc.
Max.	89	125
Prom.	62	92
Min.	40	60

PRINCIPIO ERGONÓMICO :

- No utilizar el 100% de la capacidad muscular máxima
- Utilizar 30-50% en actividades esporádicas.
- Utilizar solo el 15 % en actividades de larga duración (> 2 hrs.)

Sistemas de palancas y sus efectos



DEFINICIONES DE FATIGA

Pérdida transitoria de la capacidad para realizar un trabajo, después de una rutina prolongada (Houssay,)

Disminución de la eficacia y los resultados (Arriaga)

Estado psicossomático que refleja disminución de las habilidades para el trabajo (Willmars,)

Sensación de debilidad y agotamiento acompañada de molestias, incluso dolor e incapacidad para relajarnos (Universidad Complutense de Madrid)

EFFECTOS DE LA FATIGA



- Baja el ritmo de actividad
- Los movimientos se hacen más torpes e inseguros
- Aparece una sensación de malestar e insatisfacción
- Disminuye el rendimiento en cantidad y calidad
- Se cometen errores

un 5-20% de la población general puede sufrir fatiga en algún momento de su vida con una duración superior a un mes sin llegar a cumplir los criterios de una patología (Sharpe, 2002).

TIPOS DE FATIGA

FATIGA FÍSICA



FATIGA MENTAL



FATIGA EMOCIONAL



AGUDA



se caracteriza por ser protectora, está vinculada de manera identificable a una única causa, generalmente ocurre en individuos sanos, se percibe como normal, tiene un inicio rápido y una duración corta, generalmente se alivia con descanso, dieta, ejercicio y manejo del estrés, y tiene un efecto menor o mínimo en las actividades de la vida diaria y la calidad de vida.

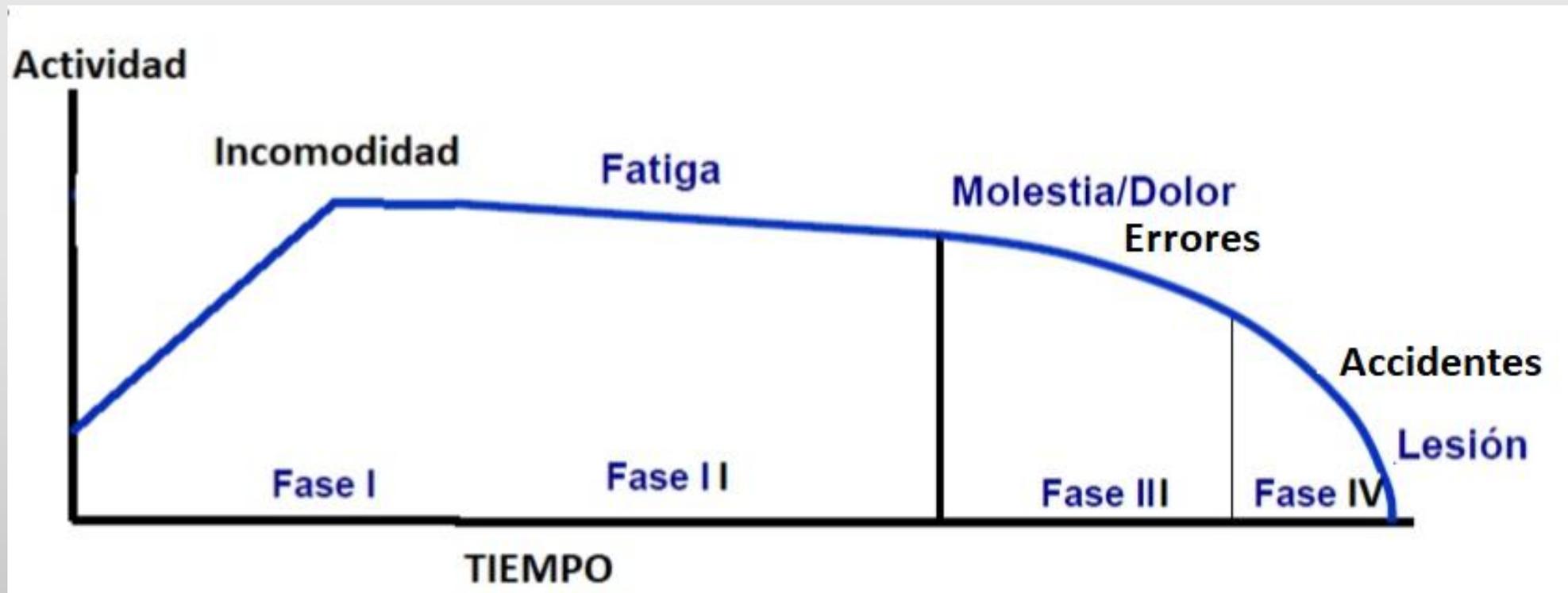


CRÓNICA



se caracteriza por tener una función o propósito desconocido, que afecta principalmente a poblaciones clínicas enfermas, que tiene causas múltiples, aditivas o desconocidas y que a menudo se experimenta sin relación con la actividad o el esfuerzo.

Cadena Causal



FATIGA FÍSICA : TEORÍAS PRINCIPALES

FATIGA FISIOLÓGICA



Acumulación de catabolitos en las fibras musculares. Acido Láctico, Lactatos, etc.

FATIGA POR DESGASTE DE MATERIALES



Desgaste mecánico de tejidos conectivos Tendones, vainas sinoviales, ligamentos, etc.

FALLA POR FATIGA DE MATERIALES



Resultado de una disminución de la resistencia o acumulación de daño en los tejidos musculoesqueléticos debido al estrés repetitivo (Gallagher y Schall, Jr., 2017).

CAUSAS DE LA FATIGA FISIOLÓGICA

El incremento de la frecuencia o la reducción del tiempo de los ciclos de trabajo,



- Ciclos de trabajo menores a 30 seg.
- Movimientos de la extremidad superior de más de 30/min

El incremento del uso de la fuerza por encima de sus capacidades máximas.



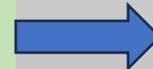
- Utilizar más del 15-30 % del EMMV

El incremento de catabolitos procedentes del metabolismo muscular.



- Presencia de Ácido Láctico y Lactatos dentro de las fibras musculares.

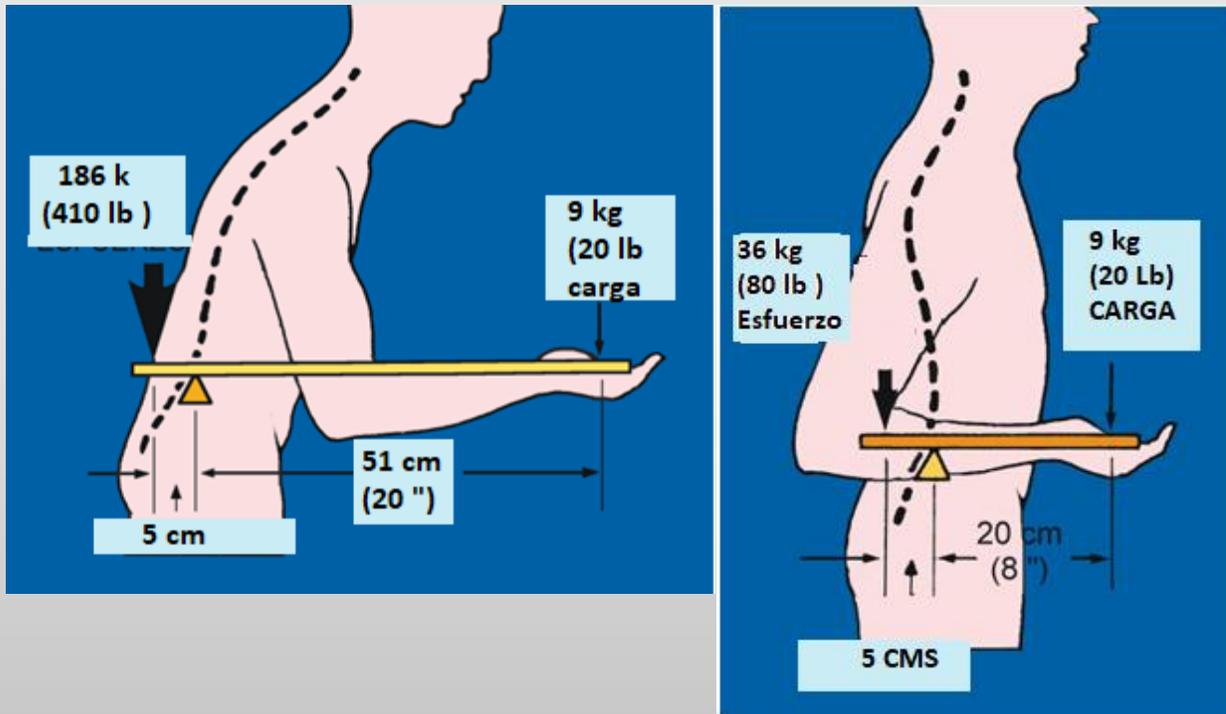
Decremento de recursos energéticos para el metabolismo muscular.



- Presencia de isquemias externas o internas que reducen el abasto de glucosa al metabolismo muscular.

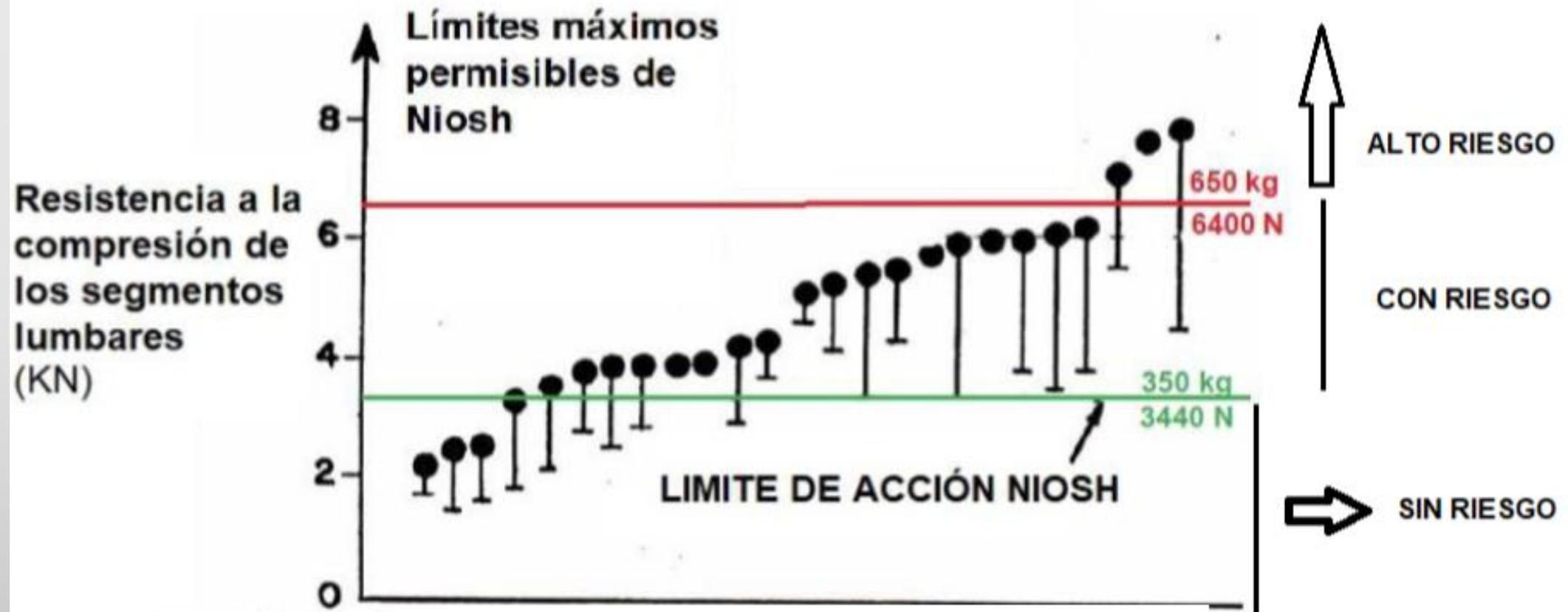
CAUSAS DE LA FATIGA POR DESGASTE DE MATERIALES

Sobre-Esfuerzos Musculares Levantamiento de cargas.



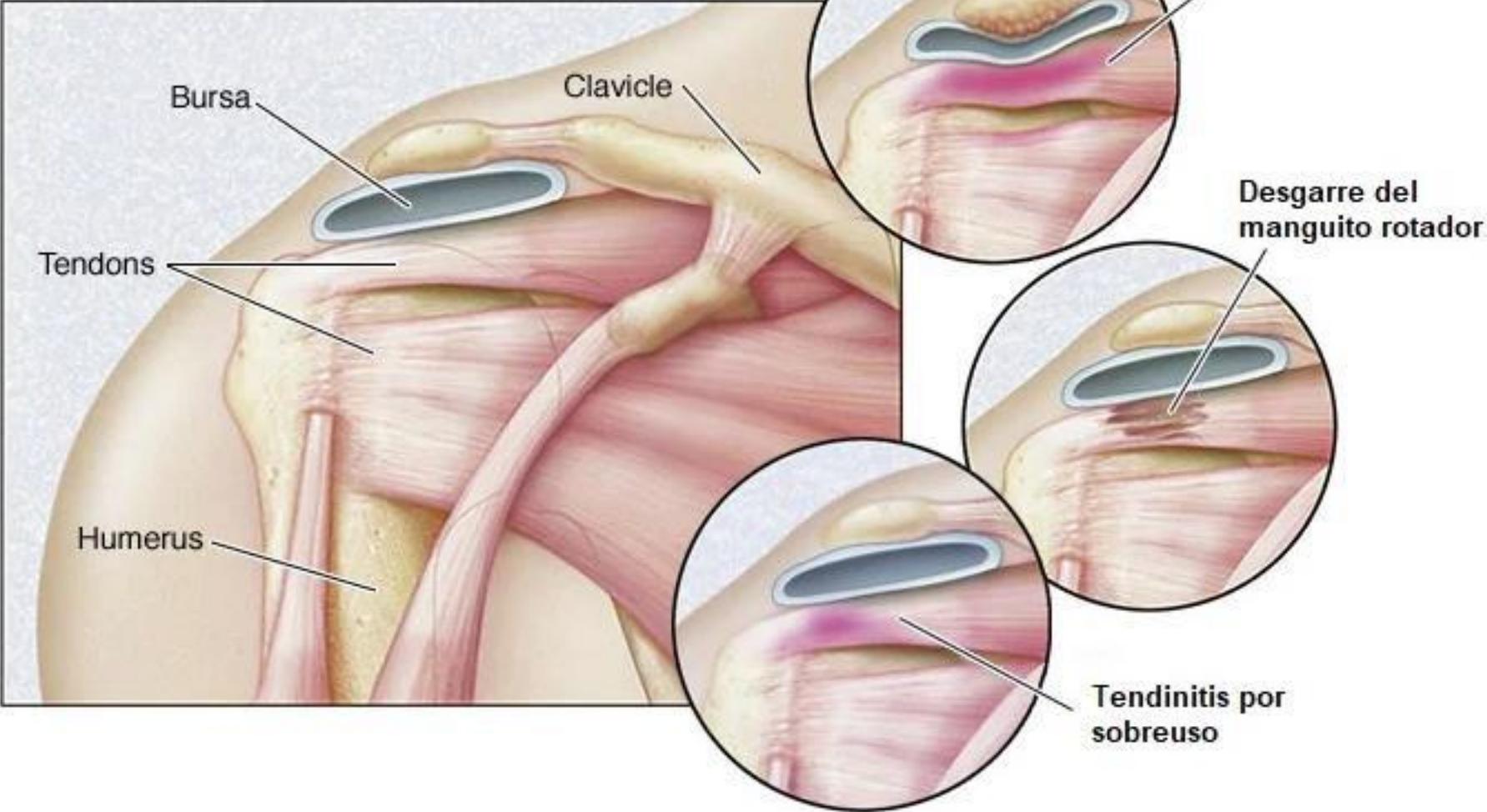
Desgaste de
Discos
Intervertebrales

La unidad funcional L5-S1 soporta un máximo de 770 Lbs/Pulg² por períodos cortos, sin dañarse.



LESIONES EN EL HOMBRO

Manguito rotador



CAUSAS DE LA FATIGA POR FATIGA DE MATERIALES



Espondiloartrosis Lumbar

Las estructuras óseas vertebrales se empiezan a deformar al perder su capacidad de resistencia por exceso de fuerzas compresivas

TIPOS DE FATIGA MENTAL

FATIGA COGNITIVA



Agotamiento de Memoria, Atención, etc.

FATIGA por SOBRECARGA INFORMATIVA



Exposición a exceso de información.

FATIGA por MONOTONÍA



Exposición a Tareas repetitivas.

FATIGA por SOBRECARGA SENSORIAL



Exposición a exceso de estímulos sensoriales.

FATIGA MENTAL : TEORÍAS PRINCIPALES

TEORÍA DEL CONTROL
MOTIVACIONAL



Los costos energéticos asociados con una tarea exceden las recompensas percibidas

TEORÍA DE LA
SUBCARGA



El desempeño prolongado de tareas cognitivas inherentemente simples y repetitivas puede hacer que los participantes experimenten aburrimiento

TEORÍA DEL
AGOTAMIENTO DE
LOS RECURSOS



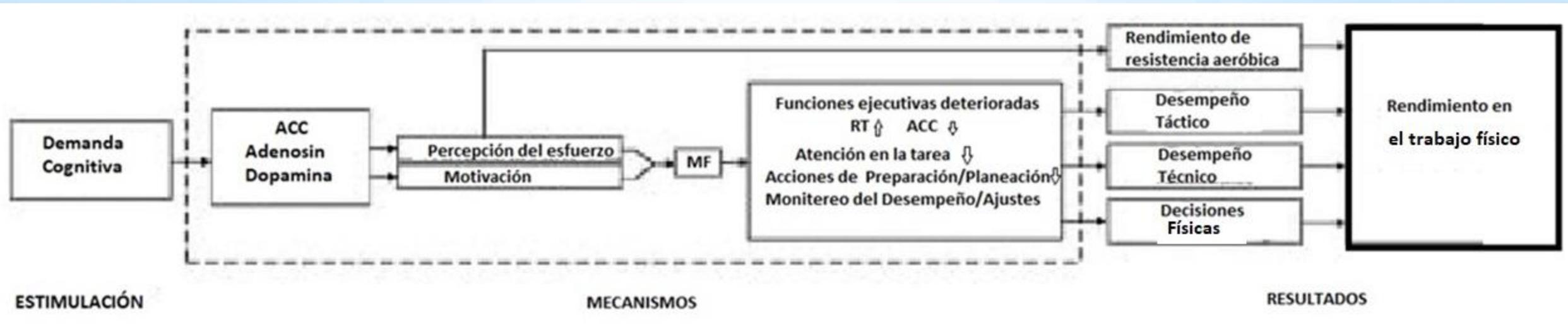
agotamiento de los recursos cognitivos disponibles debido a la asignación continua de atención a la tarea

HIPÓTESIS
ELIMINACIÓN
DESECHOS
NEUROTÓXICOS



acumulación de desechos tóxicos en los tejidos neuronales. (Beta-Amiloide)

MODELO DE INTERACCIÓN FATIGA MENTAL – FATIGA FÍSICA



Modelo conceptual de la teoría de agotamiento de recursos y sus efectos en el rendimiento físico

MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE LA FATIGA

- Métodos fisiológicos en relación a las manifestaciones fisiológicas como la electromiografía la medición de frecuencia cardiaca o la medición de consumo máximo de oxígeno o de gasto energético durante la tarea.
- Métodos basados en el rendimiento en relación a las manifestaciones conductuales (desempeño cognitivo y habilidades sensoriales) como el tiempo de reacción, el PVT (Psychomotor vigilance test) o la medición de calidad y cantidad en el trabajo.
- Métodos subjetivos en relación a las manifestaciones subjetivas (percepción subjetiva de fatiga) como The Swedish Occupational Fatigue Inventory - SOFI.

MÉTODOS PARA EVALUACIÓN DE FATIGA OCUPACIONAL



Lista de verificación del tono de la sensación de fatiga de Pearson y Byars (1956, 1957)

Escala de fatiga de Yoshitake (1971)

MÉTODOS PARA EVALUACIÓN DE FATIGA CRÓNICA- CLÍNICA



Escala de Síntomas de Distrés de McCorkle y Young (1978),

Escala de Fatiga y la Lista de Verificación de Observación de Fatiga de Rhoten (1982),

Escala de Gravedad de la Fatiga de Krupp, LaRocca, Muir-Nash y Steinberg (1989),

Escala Visual Analógica de Fatiga de Lee (Lee et al., 1991),

Evaluación Multidimensional de la Fatiga (Tack, 1991) y el trabajo de Pugh (1993).

Escala de Fatiga Revisada de Piper (Piper et al., 1998),

SOFI-SM: CUESTIONARIO PARA EL ANÁLISIS DE LA FATIGA LABORAL FÍSICA, MENTAL Y PSÍQUICA



CARGA FÍSICA (esfuerzo muscular)

CARGA EXTERNA: Esfuerzo Dinámico, Manejo de Cargas, Carga Ambiental, Movimientos repetitivos...

CARGA INTERNA: Esfuerzo Estático, Carga Postural, Alcances...

CARGA MENTAL (esfuerzo mental)

Elementos perceptivos y cognitivos involucrados en el desarrollo de una actividad

CARGA PSÍQUICA (Componente afectivo)

Carga psicosocial o carga emocional. Aspectos psicosociales del contenido y del contexto de trabajo como la capacidad de iniciativa, el apoyo social, las relaciones personales, el estatus...

“Swedish Occupational Fatigue Inventory” (SOFI)

Ahsberg, Gamberale, y Kjellberg (1997)

González, J. L., Moreno, B., Garrosa, E. y López, A. (2005). Spanish version of the Swedish Occupational Fatigue Inventory (SOFI): Factorial replication, reliability and validity. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Volume 35, Issue 8, August 2005, Pages 737-746.

Características del
Cuestionario SOFI-SM:



15 expresiones relativas
a respuestas fisiológicas,
cognitivas, motoras y
Emocionales



evalúan



cinco
dimensiones
de fatiga :



- Falta de energía,
- Cansancio físico,
- Discomfort físico,
- Falta de motivación
- Somnolencia

Dimensiones del SOFI-SM y descripción

DIMENSIÓN	DESCRIPCIÓN
Falta de Energía* (Anergia)	Esta dimensión hace referencia a sentimientos generales de fuerza disminuida.
Cansancio Físico*	Dimensión que recoge sensaciones corporales generales que pueden ser el resultado de un trabajo dinámico y, hasta cierto punto, el signo de un agotamiento metabólico.
Discomfort Físico*	Dimensión que describe sensaciones corporales más localizadas que pueden ser el resultado de una carga de trabajo estática o isométrica.
Falta de Motivación* (Desmotivación)	Hace referencia al sentimiento de no estar comprometido ni entusiasmado con el trabajo.
Somnolencia*	Recoge sensaciones de somnolencia.
Irritabilidad**	Dimensión que describe sensaciones de irritación, nerviosismo, enojo o irascibilidad.

* Ahsberg, E., Gamberale, F., Kjellberg, A., 1997

** SOFI-SM

DIMENSIONES	ITEMS
FALTA DE ENERGÍA	Agotado Exhausto Extenuado
CANSANCIO FÍSICO	Respirando con dificultad Palpitaciones Con calor
DISCONFORT FÍSICO	Con las articulaciones agarrotadas Entumecido Dolorido
FALTA DE MOTIVACIÓN	Apático Pasivo Indiferente
SOMNOLENCIA	Somnoliento Durmiéndome Bostezante
IRRITABILIDAD	Irritable Enojado Furioso

PUNTUACIÓN SSM-INDEX

0 - 25

26 –50

51- 75

76- 100

NIVEL DE RIESGO

Nivel aceptable

Nivel inadecuado

Nivel inadecuado

Nivel inaceptable

ACCIONES

No acciones

Acciones aconsejadas

Acciones prioritarias

Acciones inmediatas

MÉTODO KOREANO

Sojeong Seong¹, Soyeon Park¹, Yong Han Ahn^{1,2} and Heejung Kim^{3,4*}
 Seong et al. BMC Public Health (2022) 22:1593

Aplicación EMA

+

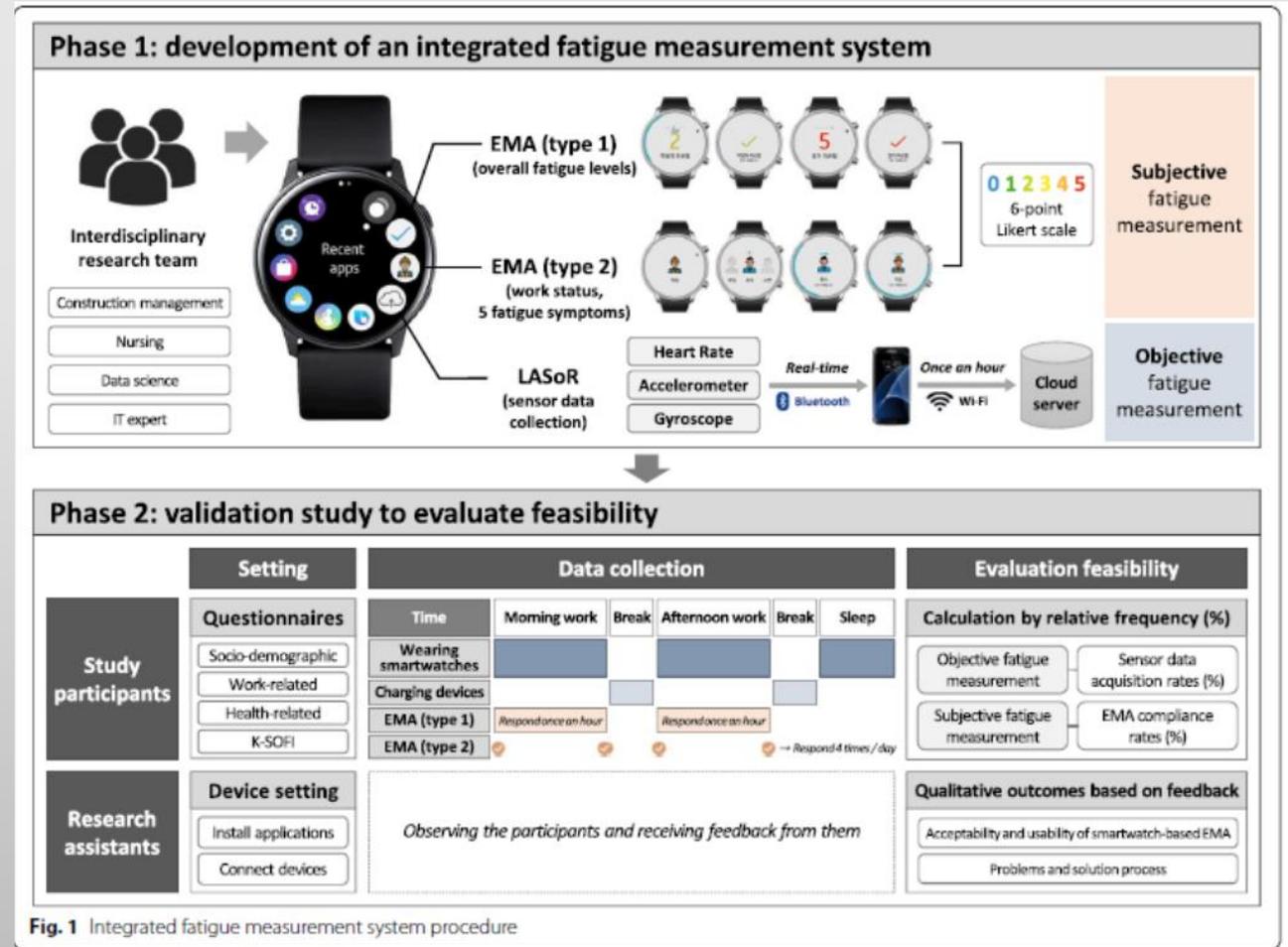


Fig. 1 Integrated fatigue measurement system procedure

Evaluación de Variables Subjetivas-Emotivas

EMA

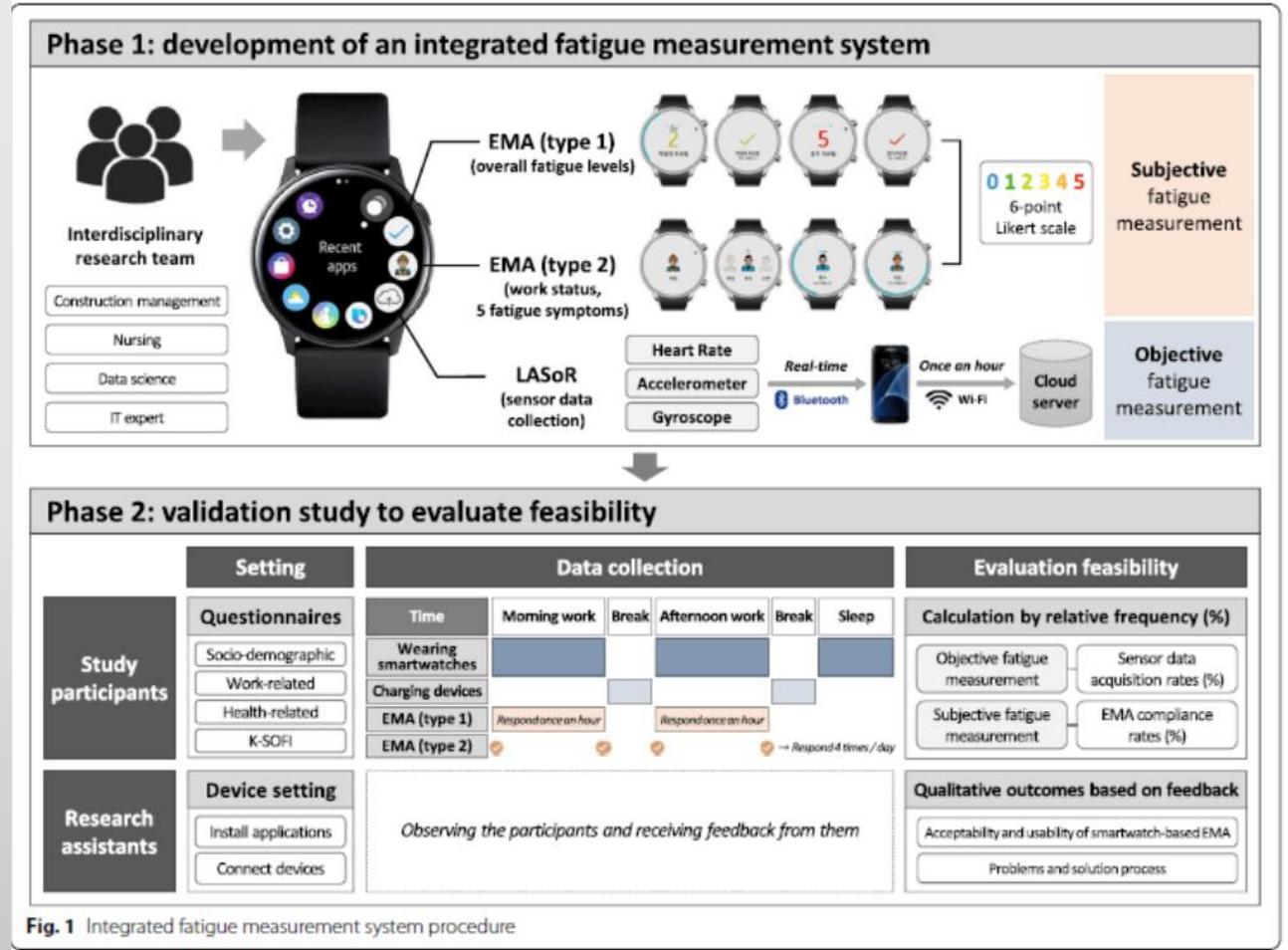
Evaluación
Momentánea
Ecológica

Auto-informe sobre el
estado percibido de fatiga
4 veces por turno

permiten al participante de la investigación informar sobre síntomas, afectos y comportamientos cercanos en el tiempo a la experiencia y que toman como muestra muchos eventos o períodos de tiempo

Evaluación de Variables Objetivas-Fisiológicas

- Frecuencia cardíaca,
- Acelerómetro de tres ejes y
- Giroscopio de tres ejes

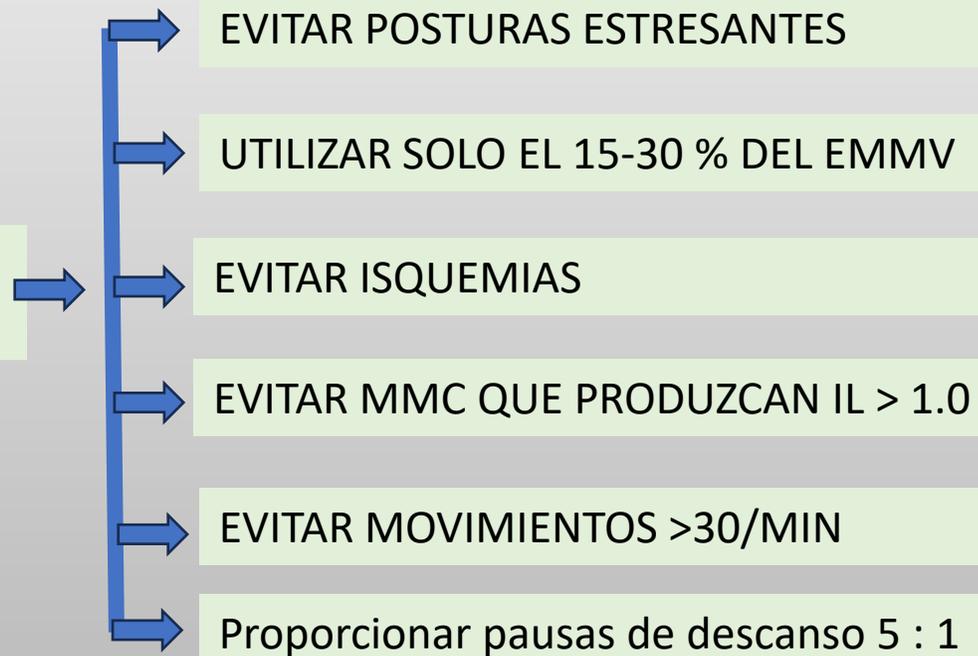


CONCLUSIONES

La FATIGA es un fenómeno de carácter complejo y multidimensional:
Incluye aspectos FÍSICOS, FISIOLÓGICOS, COGNITIVOS Y EMOTIVOS

Todas las personas al realizar sus actividades normales, se fatigan, por lo que se considera un mecanismo de defensa que nos avisa cuando algo anda mal.

La fatiga se puede distender con algunas medidas que tiendan a reducir sus causas:



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Lauren S. Aaronson, Cynthia S. Teel, Virginia Cassmeyer, Geri B. Neuberger, Leonie Pallikkathayil, Janet Pierce, Allan N. Press, Phoebe D. Williams, Anita Wingate. Defining and Measuring Fatigue. JOURNAL OF NURSING SCHOLARSHIP, 1999; 31 :1, 45-50. 1999 SIGMA THETA TAU INTERNATIONAL.

Elizabeth Ahsberg , Francesco Gamberale, Anders Kjellberg. Perceived quality of fatigue during different occupational tasks Development of a questionnaire. International Journal of Industrial Ergonomics 20 (1997) 121-135

Lauren S. Aaronson, Cynthia S. Teel, Virginia Cassmeyer, Geri B. Neuberger, Leonie Pallikkathayil, Janet Pierce, Allan N. Press, Phoebe D. Williams, Anita Wingate. Definición y medición de la fatiga. Journal of Nursing Scholarship , 1999; 31 :1, 45-50. 1999;

H. YOSHITAKE . Relations between the Symptoms and the Feeling of Fatigue. Institute for Science of Labour , Tokyo, Japan Published online: 25 Apr 2007. ERGONOMICS, 1971, VOL. 14, NO.1, 175-186

Thomas C. Rosenthal, Md; Barbara A. MAJERONI, MD; RICHARD PRETORIUS, MD, MPH, And KHALID MALIK, MD, MBA, Fatigue: An Overview. Am Fam Physician. 2008;78(10):1173-1179. Copyright © 2008.

Sahar Rahimian Aghdama, Seyed Shamseddin Alizadehb* , Yahya Rasoulzadehb , Abdolrasoul Safaiyanc. Fatigue Assessment Scales: A Comprehensive Literature Review. Arch Hyg Sci 2019;8(3):145-153

E. M. A. Smets,* B. Garssen,t B. BONKE:~ And J. C. J. M. De Haes. The Multidimensional Fatigue Inventory (Mfi) Psychometric Qualities Of An Instrument To Assess Fatigue. Journal of Psychosomatic Research, Vol. 39, No. 5, pp. 315-325, 1995

J De Vries, H J Michielsen, G L Van Heck. Assessment of fatigue among working people: a comparison of six questionnaires. Occup Environ Med 2003;60(Suppl I):10–15

Sebastián Cárdenas, Manuel Lucas, Idoate García, Victor Manuel, Llano Lagares, Manuel, Almanzor Elhadad, Federico Ismael. SOFI-SM: CUESTIONARIO PARA EL ANÁLISIS DE LA FATIGA LABORAL FÍSICA, MENTAL Y PSÍQUICA. Asociación Andaluza de Ergonomía.

Bruno Pedraz-Petrozzi. Fatiga: historia, neuroanatomía y características psicopatológicas. Una revisión de la Literatura. Rev Neuropsiquiatr; 81(3):174-182.

Laurence R. Hartley, Fulvio Penna, Angela Corry, Anne Marie Feyer. Comprehensive Review of Fatigue Research. Institute for Research in Safety & Transport Report Number 116, ISBN 0-86905-539-9

B. Sesboüé a,* , J.-Y. Guinestre. Muscular fatigue. Annales de réadaptation et de médecine physique 49 (2006) 348–354