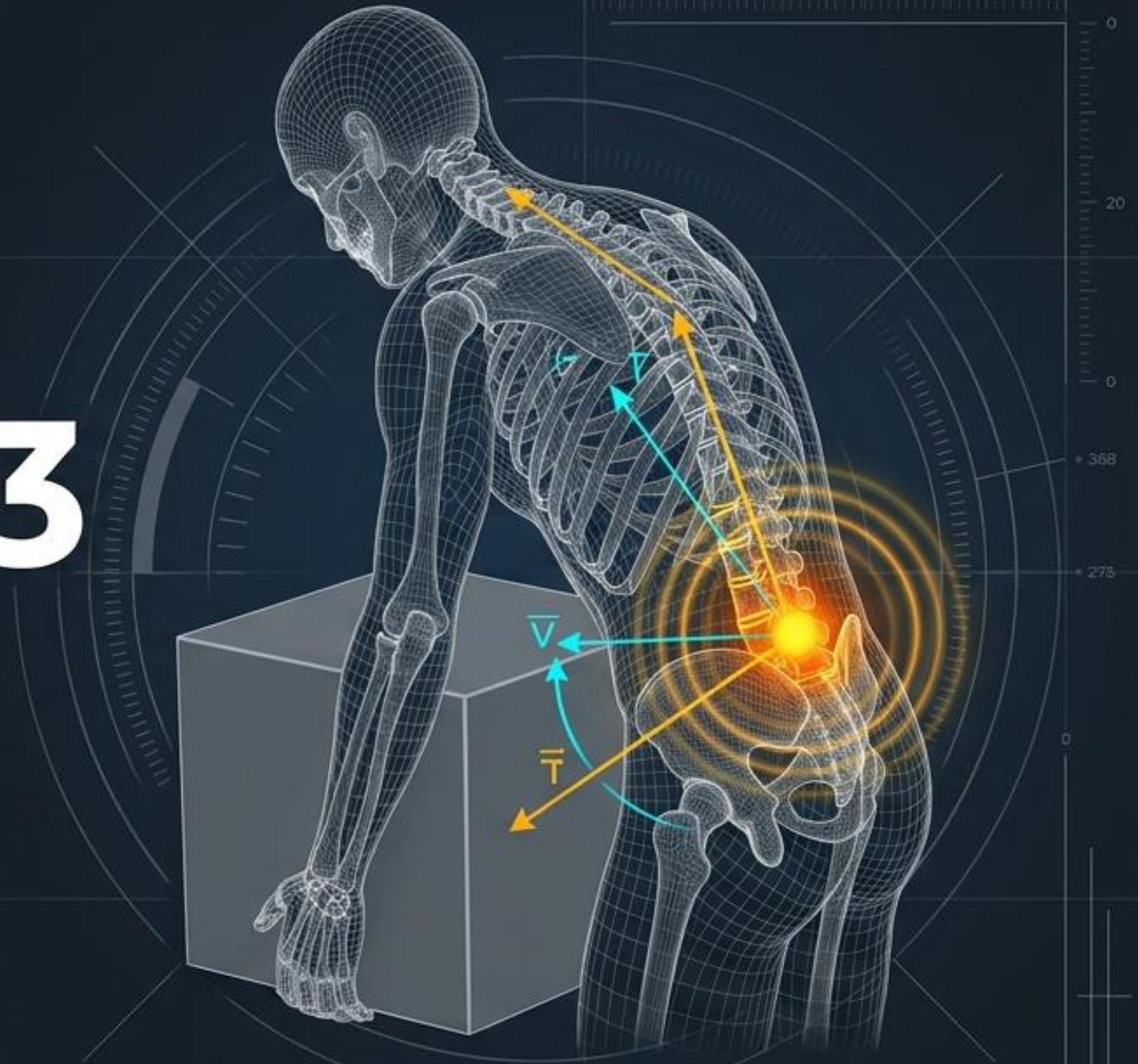


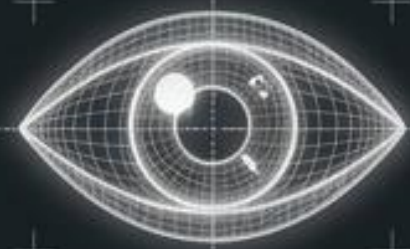
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN
EN ERGONOMÍA

MÓDULO 3

Biomecánica Avanzada
y Modelamiento



OBJETIVOS Y COMPETENCIAS DEL MÓDULO



Observación:
Postura incómoda



Demostración:
Aumento de
demanda física



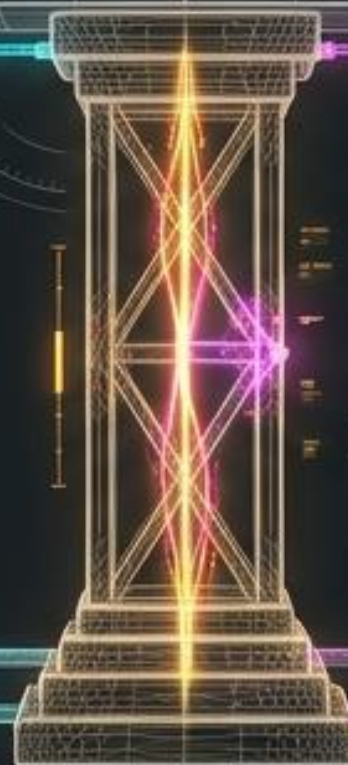
PILAR 1: COMPRESIÓN LUMBAR (NIOSH)

Interpretar el riesgo en
el levantamiento
manual y sus variables
críticas.



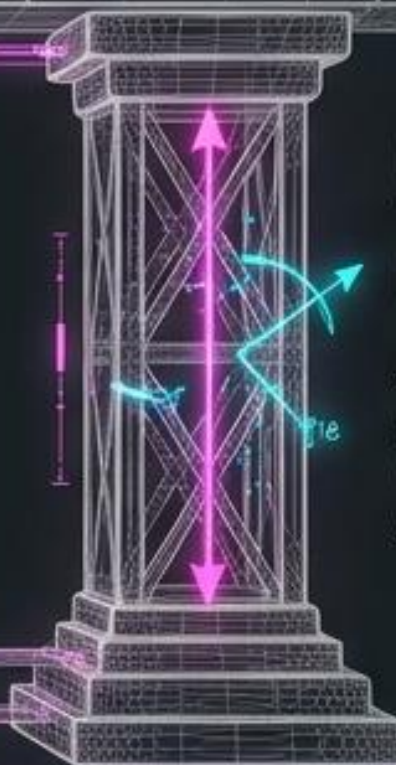
PILAR 2: FUERZAS INTERNAS

Diferenciar la carga
visible del entorno
frente a la violenta
respuesta fisiológica
interna.



PILAR 3: TORQUE Y PALANCAS

Analizar el efecto
geométrico absoluto
(distancia y postura)
sobre el esfuerzo físico.



OBJETIVO CENTRAL:

Sustentar técnicamente las intervenciones ergonómicas.
Pasar de la simple observación a la demostración matemática del riesgo.

FUNDAMENTOS BIOMECÁNICOS: LO VISIBLE Y LO INVISIBLE



Fuerza: Toda acción capaz de modificar el estado de movimiento al levantar, empujar o sostener.



Momento (Torque): La capacidad de una fuerza para producir rotación alrededor de un eje articular.

“La biomecánica responde no solo a cuánto pesa un objeto, sino a cuánta carga recibe realmente la columna.”



Carga Externa: La fuerza pasiva del entorno (peso de la caja, gravedad, resistencia de la herramienta).



Carga Interna: La respuesta activa del organismo (tensión muscular, compresión ósea, reacción articular).

LA ZONA CERO: COMPRESIÓN LUMBAR

La región lumbar es el eje central de transmisión entre el tronco y las extremidades inferiores.

No solo soporta el peso de la carga, sino el peso del tronco, la violenta acción muscular estabilizadora y las fuerzas de aceleración.

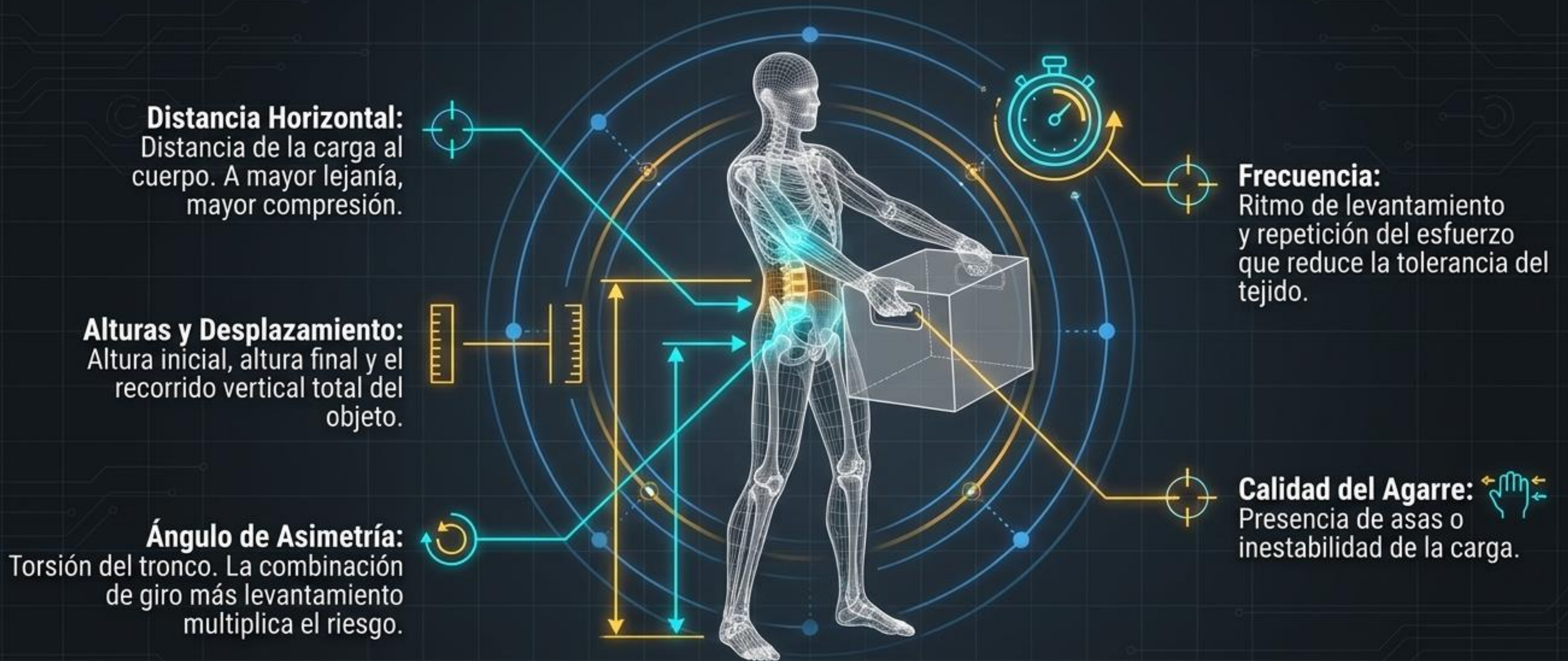


El Mito: Existe un peso máximo seguro universal para todos los trabajadores.

La Realidad Biomecánica:

La aceptabilidad de la carga es condicional. El método NIOSH postula que no se trata solo de cuánto pesa, sino de cómo el cuerpo controla esa carga en el espacio.

VARIABLES CRÍTICAS DEL MÉTODO NIOSH



Principio Práctico: Cada centímetro que la carga se aleja del cuerpo, le pasa factura a la espalda.

La Verdadera Carga: Fuerzas Externas vs. Internas

Origen: El entorno laboral.

Ejemplos: Gravedad, peso de una caja de 5kg, empuje de una máquina.

El Engaño: Parece ser la amenaza principal (La caja es ligera, no hay riesgo).

Fuerza Externa



Fuerza Interna



Origen: El sistema musculoesquelético.

Ejemplos: Contracción muscular extrema, tensión de ligamentos.

El Impacto Real: Genera esfuerzos masivos para estabilizar posturas. Provoca fuerzas destructivas de **Compresión** (aplastamiento de discos) y **Cizallamiento** (deslizamiento vertebral).

La Geometría del Peligro: Análisis de Torque

$$\text{TORQUE} = \text{FUERZA} \times \text{DISTANCIA}$$

A

Brazo de Momento Corto



Brazo de Momento Corto.
Carga pegada al cuerpo.
Demanda muscular baja
y estabilizada.

B

Brazo de Momento Largo



Brazo de Momento Largo.
Brazos extendidos.
Demanda muscular altísima
sobre hombros y espalda.

La caja no cambió de peso. Lo que cambió fue el brazo de momento.
Y ahí se disparó el problema. **Menor distancia = menor torque.**

El Cuerpo Humano como Sistema de Palancas

Primer Género



Mecánica: Apoyo al centro.
Anatomía: Extensión del cuello.
Diseñada para el equilibrio postural.

Segundo Género



Mecánica: Resistencia al centro.
Anatomía: Ponerse de puntillas. Diseñada para la ventaja mecánica (fuerza).

Tercer Género



El Diseño Predominante:
Permite gran velocidad y amplitud, pero opera con desventaja mecánica. Los músculos deben generar enormes fuerzas internas para mover cargas externas pequeñas.

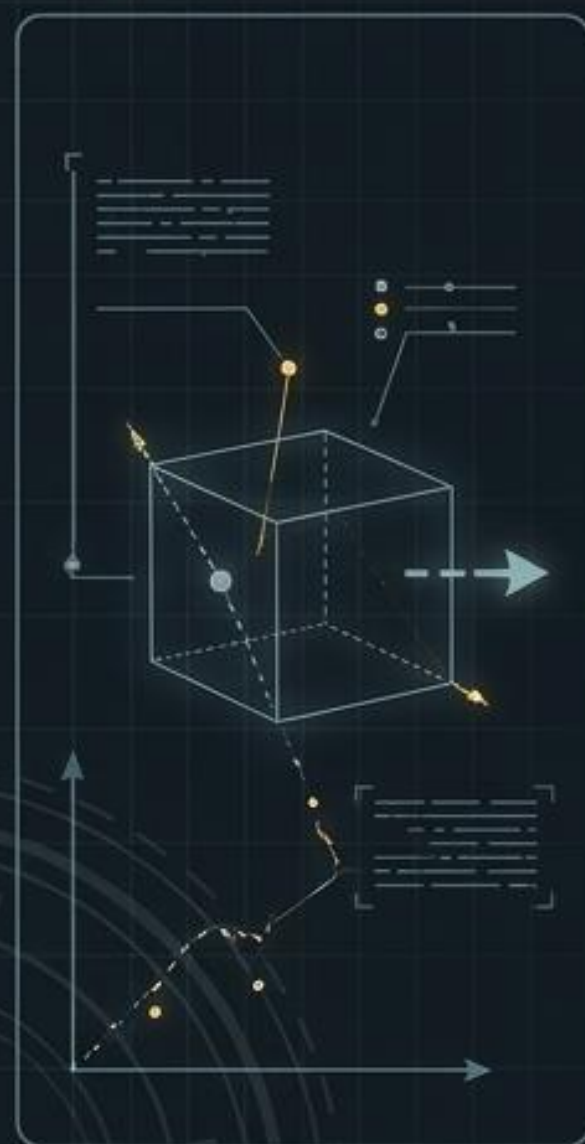
Mecánica: Fuerza al centro.
Anatomía: Flexión del codo (Bíceps) y hombro.

Integración Ergonómica: De la Teoría al Rediseño

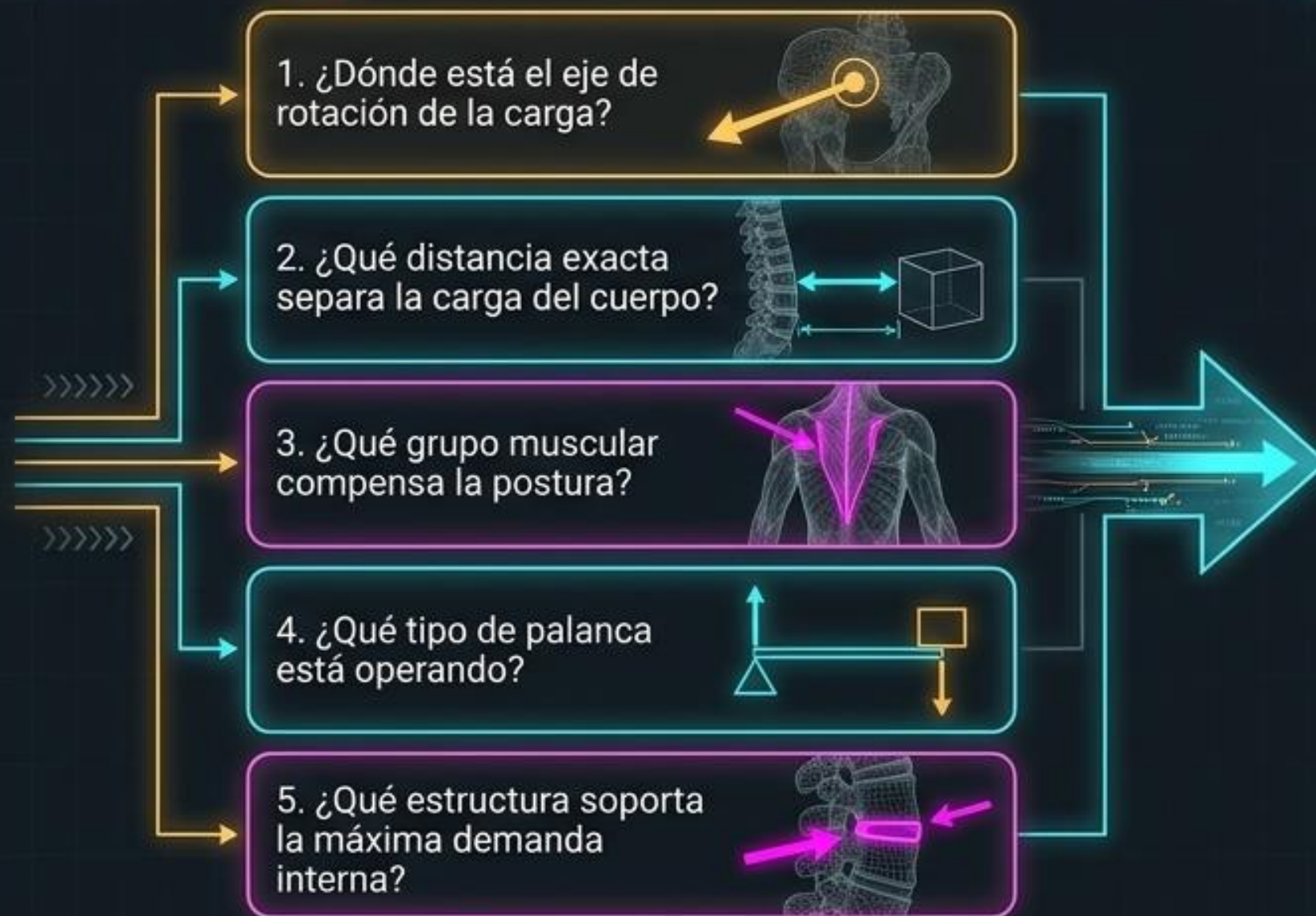
La biomecánica no es teoría aislada; es el sustento absoluto de la intervención en el puesto de trabajo.



Fase de Análisis



Fase de Diagnóstico



Soluciones de Ingeniería

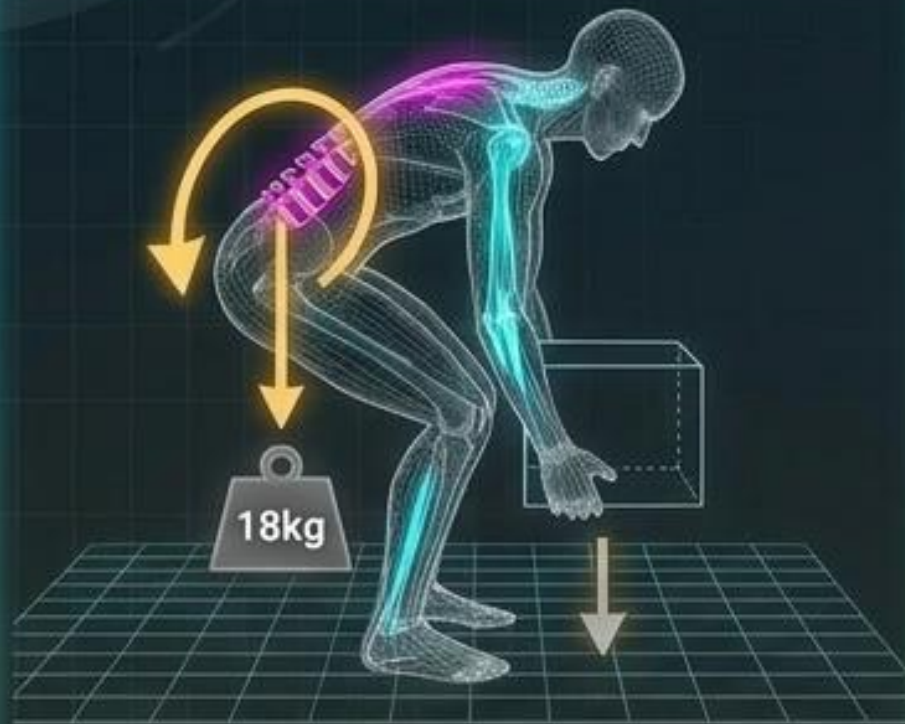
Intervenciones:

Acercar la carga, elevar superficies de origen/destino, evitar giros de tronco, reducir alcances laterales.



Laboratorio: Análisis Biomecánico de Casos Reales

Levantamiento desde el piso

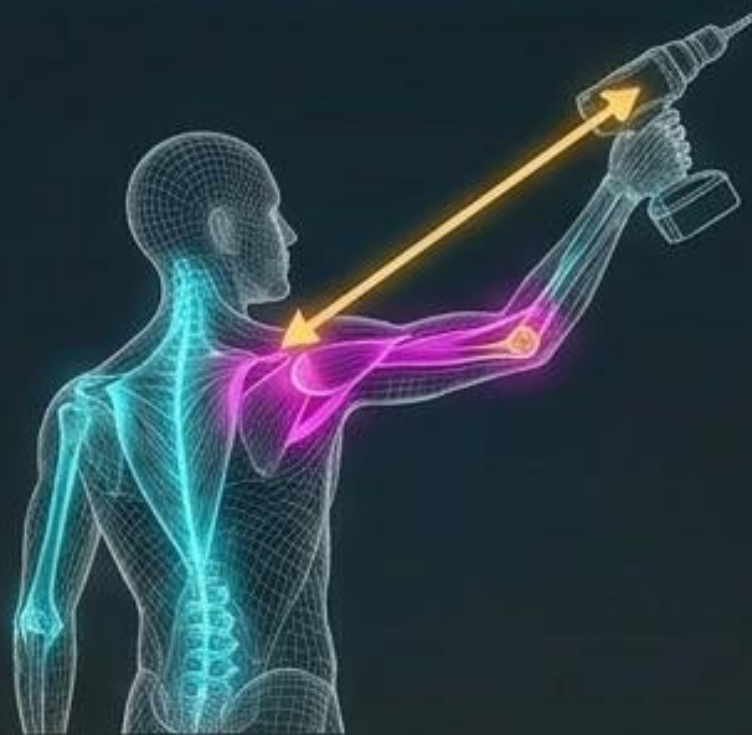


Situación: Carga baja (18kg) + Torsión del tronco.

Diagnóstico: Torque lumbar máximo y altas fuerzas de cizallamiento por el giro.

Control: Elevar altura inicial y reubicar destino para eliminar torsión.

Herramienta en alto

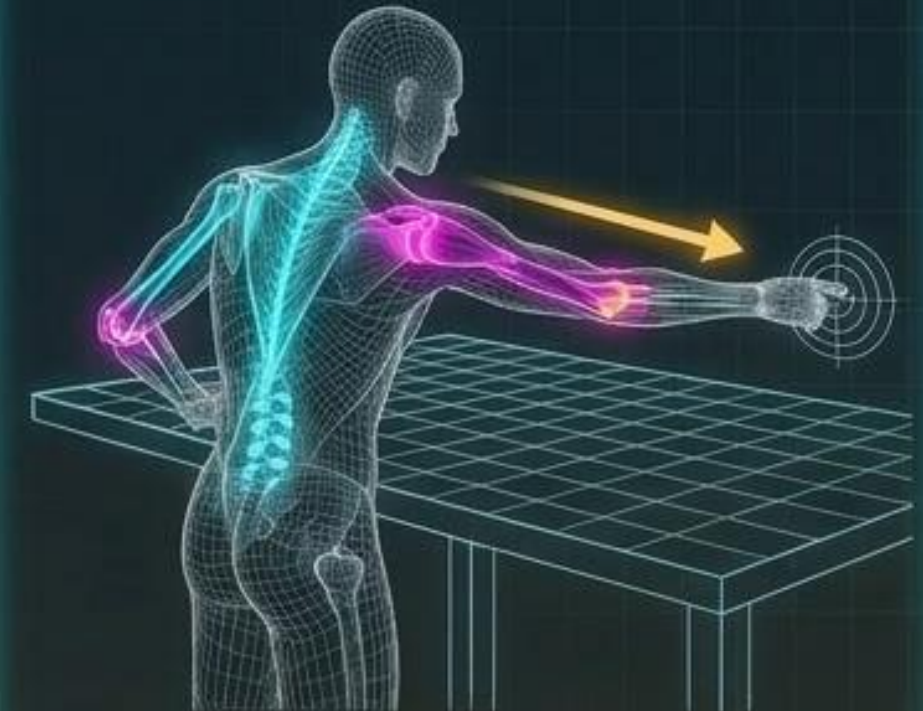


Situación: Perforación estática con brazos alejados (herramienta 4kg).

Diagnóstico: Gran brazo de palanca genera fatiga acelerada del hombro por contracción estática.

Control: Suspender la herramienta con balancín o proveer soporte.

Manipulación lateral



Situación: Tarea unilateral rápida a 40cm del cuerpo.

Diagnóstico: Sobrecarga localizada y rotación constante generando microtraumatismos.

Control: Centrar bandeja de alimentación para permitir trabajo bilateral.

Conclusión y Tarea Final del Módulo

“En ergonomía, mil veces no gana el más fuerte; gana el puesto mejor diseñado.”

El riesgo no está solo en el peso del objeto, sino en la geometría destructiva de la postura, la distancia y el sistema de palancas.

Instrucciones: Desarrolla un informe técnico de una tarea real de manipulación (almacén, producción u oficina).

Parámetros a Evaluar:

- ☒ 1. Descripción detallada y cuantificación de la Carga Externa. 
- ☒ 2. Estimación de Fuerzas Internas generadas. 
- ☒ 3. Análisis del Torque y tipo de Palanca predominante. 
- ☒ 4. Diagnóstico de riesgo articular y compresión lumbar. 
- ☒ 5. Propuesta fundamentada de rediseño. 