PICOS

**Población (P)** → ¿Quiénes son los sujetos de estudio?

¿Atletas de CrossFit en general o con un nivel específico (principiantes, intermedios, avanzados)?

¿Deben tener experiencia previa en estos movimientos o incluirás a personas sin experiencia?

¿Edad, género o alguna característica física relevante (peso, altura, composición corporal)?

**¿Quiénes son los beneficiados del estudio?**

De entre todas las opciones que nos propone chatgpt vamos a centrar el trabajo en tres grupos diferentes. Atletas de *CrossFit, entrenadores y fisioterapuetas*.

**¿Qué características físicas y niveles de experiencia influyen en la ejecución de movimientos gimnásticos en CrossFit?**

Fuerza del tren superior, Movilidad y flexibilidad, Composición corporal, coordinación y control neuromuscular, fatiga y resistencia muscular. En cuanto a niveles de experiencia vamos a centrarnos en *atletas intermedios y avanzados* por disponibilidad de muestras. Además de esto los vamos a diferenciar en experiencia y horas de entrenamiento.

Vale por las muestras de las que dispongo nos vamos a centrar en atletas con experiencia e intermedios. **En cuanto a las características físicas deberían ser características fácilmente medibles y cualitativas para luego escribir un artículo, ¿qué condiciones físicas me recomiendas? ¿qué parámetros puedo usar para medirlas? estoy pensando por ejemplo en peso, altura e IMC¿?¿**

**EDAD Y GÉNERO**

* **Peso corporal (kg)**.  
  **Altura (cm)**   
  **Índice de Masa Corporal (IMC)** (Peso [kg] / Altura² [m²])  
  **Porcentaje de grasa corporal (%)**
* **Rango de movilidad de hombros (grados)**   
  **Test de extensión torácica (distancia en cm)**   
  **Test de puente de cadera (altura en cm)**

**Intervención (I)** → ¿Qué tecnología usar?

**Resumen de las Conclusiones sobre la Intervención (Sensores IMU y Análisis de Movimiento)**

1. **Tecnologías de Sensores IMU (Intervención)**
   * La **tecnología IMU** (Unidad de Medición Inercial) es adecuada para medir las variables biomecánicas de los movimientos gimnásticos, ya que proporciona datos de aceleración, velocidad angular y orientación de los segmentos del cuerpo, esenciales para el análisis de los movimientos.
2. **Número de Sensores y Ubicación**
   * Se necesitan **5 IMUs** para realizar un análisis completo de los movimientos gimnásticos (Pull-ups, Kipping Pull-ups, Butterfly Pull-ups, Chest-to-Bar, Bar Muscle-Up):
     + **IMU 1**: En el tobillo para monitorear la base de apoyo y la aceleración en la fase de despegue.
     + **IMU 2**: En la rodilla para evaluar la posición y el movimiento angular durante la fase de flexión y extensión.
     + **IMU 3**: En la cadera para observar la estabilidad del core y el movimiento general del cuerpo.
     + **IMU 4**: En la muñeca para medir las fuerzas y movimientos del brazo al interactuar con la barra.
     + **IMU 5**: En la parte superior de la espalda (zona de los omóplatos) para evaluar la postura y la estabilización del tronco.
3. **Métricas y Variables a Extraer de los Sensores IMU**
   * **Ángulos articulares**: Calculados usando los vectores de aceleración de los IMUs para medir flexión y extensión.
   * **Velocidad angular**: Medida por los giroscopios de los IMUs para analizar la rapidez con la que se mueve cada articulación.
   * **Aceleración lineal**: Estimada a partir de las lecturas de aceleración en los tres ejes (X, Y, Z).
   * **Gravedad y movimiento lineal**: Aceleración debida a la gravedad medida a lo largo del eje Z, y el movimiento lineal a lo largo de los otros ejes.
   * **Estabilidad del core**: Medida observando la variabilidad de la aceleración en la zona lumbar y el desplazamiento angular del torso.
   * **Tiempo de contacto y despegue**: Estimados a partir de los cambios bruscos en la aceleración que indican el contacto con la barra o el despegue.
   * **Propulsión y fuerza**: Calculadas usando la aceleración vertical y la masa del atleta, aplicando la segunda ley de Newton.
   * **Fluidez del movimiento**: Evaluada mediante la desviación estándar de las aceleraciones, observando la consistencia de los movimientos.
   * **Desplazamiento del centro de masa**: Calculado ponderando las posiciones de los IMUs según las masas de los segmentos corporales.
4. **Procesamiento en Tiempo Real**
   * Todas las métricas mencionadas pueden ser procesadas en tiempo real mediante el uso de algoritmos de procesamiento de señales, como la integración numérica y filtros de Kalman, para minimizar el ruido y mejorar la precisión de las mediciones.
   * Esto permitirá un análisis continuo de los movimientos de los atletas y proporcionar retroalimentación inmediata durante el entrenamiento.

**Comparadores (III)** → ¿Qué referencias usar?

 **Precisión**: Las soluciones **MoCap** y las **Plataformas de Fuerza** son más precisas en términos de detalles sobre el movimiento y la fuerza, pero los **IMUs** pueden lograr una precisión aceptable, especialmente cuando se combinan diferentes sensores.

 **Costo**: Los **IMUs** son mucho más económicos que el **MoCap** y las **Plataformas de Fuerza**, lo que los hace una opción viable para proyectos con presupuesto limitado.

 **Practicidad y Tiempo Real**: Los **IMUs** tienen la ventaja clave de ser más prácticos y adecuados para el análisis en tiempo real durante entrenamientos, mientras que las otras tecnologías requieren entornos más controlados o equipos adicionales.

**Outcome (IV)** → ¿?

Los **IMUs** se emplearán para medir las siguientes métricas biomecánicas clave en los movimientos gimnásticos de CrossFit, con el objetivo de comparar su efectividad con otras metodologías como el análisis de video o **MoCap**:

1. **Aceleración Lineal**:
   * Se mide la aceleración en cada segmento corporal relevante durante los movimientos. Picos de aceleración pueden indicar movimientos explosivos o incontrolados, lo que incrementa el riesgo de lesión. La aceleración excesiva en movimientos como los **muscle-ups** o **kipping pull-ups** puede ser un indicador de una técnica inadecuada o mal controlada.
2. **Velocidad Angular**:
   * La velocidad angular de las articulaciones críticas (por ejemplo, hombros, codos, muñecas y columna) durante las fases del movimiento es crucial para evaluar la técnica y la seguridad. **Velocidades angulares altas** en estas áreas pueden resultar en un riesgo elevado de lesiones articulares, especialmente cuando las articulaciones no están adecuadamente estabilizadas.
3. **Ángulos Articulares**:
   * Se medirá la flexión, extensión y otros ángulos articulares durante los movimientos. La identificación de **ángulos peligrosos** es fundamental para detectar posiciones de alto riesgo, como el ángulo excesivo en los hombros o la flexión lumbar durante movimientos dinámicos. Estos ángulos, si son demasiado extremos o no controlados, son indicativos de una técnica defectuosa y un mayor riesgo de lesiones.
4. **Desplazamiento del Centro de Masa**:
   * El **desplazamiento del centro de masa** durante los movimientos ayudará a identificar desequilibrios y movimientos descontrolados. El desplazamiento hacia adelante o hacia atrás fuera de la zona segura puede señalar una técnica incorrecta, aumentando la probabilidad de lesiones por caídas o desbalance.

**Comparador de Efectividad:**

* La efectividad de los **IMUs** en la medición de estos parámetros será comparada con **video análisis** y tecnología **MoCap**. El análisis de precisión en la identificación del movimiento a partir de estos sistemas permitirá evaluar la exactitud de los IMUs en la captura de datos biomecánicos.

**Indicadores de Riesgo de Lesión:**

* Los parámetros clave para identificar el riesgo de lesión serán:
  1. **Ángulos Articulares Peligrosos**
  2. **Aceleración Excesiva**
  3. **Velocidad Angular Excesiva**
  4. **Desplazamiento del Centro de Masa**

Estos indicadores se usarán para medir y evaluar la calidad del movimiento y el riesgo de lesión en tiempo real, permitiendo realizar ajustes durante el entrenamiento o las evaluaciones.

**Study (V)** → ¿?

El estudio será **experimental** y estará diseñado para evaluar la precisión de los **sensores IMU** en la medición de parámetros biomecánicos en comparación con otras tecnologías de análisis de movimiento. Se utilizará una **muestra de atletas de nivel intermedio** en CrossFit, quienes serán monitorizados realizando los movimientos gimnásticos bajo las siguientes condiciones:

1. **Grupo de participantes**: Atletas intermedios de CrossFit con experiencia en los movimientos seleccionados.
2. **Métodos comparados**:
   * **IMUs** para la medición en tiempo real de la aceleración, velocidad angular, ángulos articulares y desplazamiento del centro de masa.
   * **Video análisis** y **MoCap** como métodos comparadores para la precisión en la identificación del movimiento.
3. **Métricas clave**:
   * Aceleración lineal.
   * Velocidad angular.
   * Ángulos articulares.
   * Desplazamiento del centro de masa.
   * Indicadores de riesgo de lesión (aceleración excesiva, velocidad angular excesiva, ángulos articulares peligrosos, desplazamiento fuera de la zona segura).

**Métodos de Recolección de Datos:**

* Se utilizarán **sensores IMU** colocados estratégicamente en el cuerpo de los atletas para medir los parámetros biomecánicos.
* La **frecuencia de muestreo** de los IMUs será alta para capturar los movimientos dinámicos en tiempo real.
* Se sincronizarán los datos de los IMUs con los datos obtenidos del **video análisis** y **MoCap** para realizar comparaciones precisas.

**Análisis de Datos:**

1. **Procesamiento de Datos**:
   * Los datos de IMUs serán procesados en tiempo real para extraer las métricas clave (aceleración, velocidad angular, etc.).
   * El análisis de los parámetros se realizará mediante software especializado, evaluando la precisión de los datos frente a los métodos comparadores.
2. **Evaluación de Precisión**:
   * Se comparará la precisión del análisis de los **IMUs** con los resultados obtenidos a partir del **video análisis** y **MoCap**.
   * Se evaluará la capacidad de los IMUs para identificar correctamente las fases de los movimientos y detectar posibles errores en la técnica de los atletas.

**Consideraciones Éticas:**

* **Consentimiento informado**: Los participantes deberán firmar un consentimiento informado, asegurando que están al tanto de los objetivos y procedimientos del estudio.
* **Seguridad de los participantes**: Durante la ejecución de los movimientos, se garantizará la seguridad de los atletas, y se tomarán medidas para prevenir posibles lesiones.

**Resultados Esperados:**

1. **Precisión de los IMUs**: Determinar si los IMUs pueden capturar de manera precisa y confiable los parámetros biomecánicos clave, comparándolos con otros métodos.
2. **Identificación de Riesgo de Lesión**: Evaluar cómo los IMUs pueden ayudar a identificar los riesgos de lesiones a través de la medición de aceleraciones, velocidades angulares y ángulos articulares.
3. **Aplicaciones futuras**: Validar el uso de los IMUs como una herramienta eficiente para el monitoreo y mejora de la técnica de los atletas, con la posibilidad de incorporarlos en sistemas de monitoreo en tiempo real.

NOTAS

Vicon nexus pipeline to filter data, I suppose that is to liberate some work form the IMUs

Test de friedman para pruebas no paramétricas

Choi\_23 se queda en el aire porque usa movimientos estáticos, lo que no es de nuestro interés pero usa análisis estadístico y los métodos de análisis de datos nos pueden venir bien.

Coates 23 se queda fuera porque es todo machine learning con usuarios no entrenados y utiliza el sensor de un apple watch, todo software

Interesante lo de Banduc\_21 que también incluye en los datos sujetos que no hayan tenido lesiones en los tres últimos meses. Aunque solo se centra en medidas estáticas, nos vale para los datos pero poco más

Gilbert\_21 es una tesis que viene genial para el manejo de los datos y los rangos de los sensores

Djaza\_23 tambien es una tesis y de aquí también puedo sacar las métricas

HUA\_20 no es en tiempo real

IZZO me gusta porque usa los giroscopios

Nelson\_14 me puede servir para samplig frequency y demás

Radoslav\_2e tesis no me sirve porque usa cámaras.

Saarakkala\_21 me puede servir porque es una review de literatura

De Romagnoli la manera de buscar

Rana es en real time

Walton\_05 más por el análisis de datos

Wang\_24 que lo revise chatgpt

Mirar lo de las tablas de predicción

Suo es una revisión de los métodos