

Propuesta de intervención en molestias musculoesqueléticas relacionadas con el sobreuso en gamer's y oficinistas



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Universidad Miguel Hernández de Elche
Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte
Curo académico: 2020/2021

Alumno: Joan Femenia Parra

Tutor académico: Tomás Urban Infantes

ÍNDICE

1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	4
2. METODOLOGÍA	5
3. DESARROLLO.....	6
4. DISCUSIÓN.....	9
5. CONCLUSIONES	11
6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	11
6.1. Objetivo.....	11
6.2. Método.....	11
6.2.1 <i>Participantes</i>	11
6.2.2 <i>Instrumentos</i>	12
6.2.3 <i>Procedimiento</i>	12
7. BIBLIOGRAFÍA	13
8. ANEXOS	16



RESUMEN

Un volumen importante de trabajadores desempeñan su labor usando un ordenador como herramienta principal, frente al cual dedican un gran número de horas de su actividad. Ello puede originar trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WMSD), provocados por factores de riesgos ergonómicos.

Los jugadores de *eSports*, cada vez más relevantes en la sociedad actual, se enfrentan a una situación muy similar.

El presente trabajo realiza una revisión bibliográfica de los estudios sobre las molestias musculoesqueléticas provocadas por la realización de estas actividades de forma repetitiva, intensa y sedentaria, con gran número de horas delante del ordenador, que identifica la presencia de molestias en el cuello, espalda, hombro, muñeca y mano.

También propone un programa de intervención con adaptaciones ergonómicas del puesto de trabajo o del lugar de juego, ejercicios durante el horario de trabajo y formación de los trabajadores, lo que también resultaría aplicable a los "*gamer's*", con la finalidad de prevenir las mencionadas dolencias musculoesqueléticas o reducir su intensidad.

Por último, se plantea un diseño experimental que permita validar o refutar dicho programa de intervención. Para ello se define tres grupos experimentales y uno control, con una evaluación *pre* a su jornada laboral o a su entrenamiento, aplicando al grupo experimental sesiones de formación en los ejercicios propuestos, y con un plan de mediciones de evaluación *post*.



1. CONTEXTUALIZACIÓN

En los últimos años se han producido importantes cambios en el mundo laboral. Muchos puestos de trabajo han desaparecido y otros se han adaptado a las nuevas circunstancias. Los cambios alcanzan a la manera de trabajar y al lugar mismo donde se trabaja (Torrecilla, 2002). Se acentúan los cambios en la propia distribución de la población, que cada vez más se concentra en las grandes ciudades o en sus cercanías, con más oportunidades laborales y mayor acceso a servicios. Los avances tecnológicos comportan la sustitución de multitud de trabajadores por máquinas o aplicaciones informáticas a la vez que abren nuevas oportunidades laborales.

En nuestro entorno inmediato cada vez hay menos trabajadores en sectores primarios, incluso en la industria, y la mayoría están en el sector servicios, trabajando en oficinas. A ello se añade, en estos momentos, la difícil situación provocada por el Covid-19, que ha hecho que se fomente el teletrabajo (De Macêdo et al., 2020), incluso que se imponga, con lo que las personas pueden llegar a pasar un gran número de horas trabajando sentadas frente a una pantalla. Estos trabajos requieren de un ordenador como herramienta principal, en muchos casos proporcionados por las propias empresas.

Este fenómeno puede llevar a trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WMSD), provocados por factores de riesgos ergonómicos, como una posición incómoda sumado a un uso excesivo del ordenador sentado, trabajar sentado en una silla donde solo se apoya la zona lumbar y los brazos, tener la cabeza inclinada 45º cuando se trabaja, o sostener los antebrazos por encima del nivel de escritorio (Celik et al., 2018).

Además, los empleados que trabajan horas extraordinarias y toman decisiones relacionadas con el trabajo tienen una mayor prevalencia de sufrir molestias musculoesqueléticas que los trabajadores de oficina con horarios fijos y trabajos establecidos por la empresa (Mahmud, Bahari, & Zainudin, 2014).

Las molestias musculoesqueléticas más comunes en estos casos se dan especialmente en el cuello, espalda, hombro, muñeca y mano (Robertson, Huang & Larson, 2016), las cuales, a su vez, son muy similares a las de un sector que está en auge en los últimos años y con el que comparten buena parte de las condiciones en que se realizan: jugadores de *eSports* (Difranco-Donoghue, Balentine, Schmidt & Zwibel, 2019) (Worsley, Rebolledo, Webb, Caggiari, & Bader, 2018).

Los *eSports* alcanzan gran renombre en la sociedad actual, lo que llevó al Comité Olímpico Internacional (COI), en la cumbre el 28 de octubre de 2017 en Lausana, Suiza, a plantear que los *eSports* competitivos podrían considerarse como una actividad deportiva, y a reconocer que los jugadores involucrados se preparan y entrenan con una intensidad que puede ser comparable a los atletas en deportes tradicionales (Townley & Townley, 2018). En USA, por ejemplo, más espectadores ven los *eSports* que las finales de la NBA (Schwartz, 2014). La Universidad Robert Morris inició el primer equipo de deportes electrónicos en 2014, y ahora hay más de 80 equipos universitarios de deportes electrónicos universitarios en los Estados Unidos, con 22 que ofrecen becas (Morrison, 2018). Incluso a nivel nacional algunos equipos tanto de fútbol como baloncesto han creado su propio equipo de *eSports*.

Estos jugadores, al igual que cualquier trabajador de oficina, pasan muchas horas desarrollando su actividad sentados delante del ordenador, con la diferencia que un jugador de videojuegos profesional puede llegar a realizar 10 movimientos por segundo o entre 500 y 600 por minuto (Lejacq, 2014).

Las intervenciones y adaptaciones del puesto de trabajo adquieren cada vez mayor importancia para reducir la carga del dolor de cuello y otras molestias ya citadas. Esto deriva de la creciente responsabilidad de las empresas hacia la salud de los empleados, impuesta por la normativa sobre prevención de riesgos laborales, y también para así ahorrar en costes y

favorecer mayores ganancias de productividad. Las intervenciones hechas en el puesto de trabajo atienden la salud y la formación de los trabajadores, así como las que se centran en la tarea y el entorno de trabajo (Ergonomía) (Aas et al., 2011; Chen et al., 2018).

Con el paso del tiempo se han ido desarrollando varios métodos de evaluación molestias musculoesqueléticas relacionados con el trabajo (WMSD), cuestionarios de autoinforme, como el Cuestionario nórdico musculoesquelético (Kuorinka et al., 1987), Escala de Borg (Vieira, Kumar, Coury & Narayan, 2006), y la Encuesta de requisitos laborales y demandas físicas (JRPDS) (Budnick, Bocco & Montgomery, 2019). Al ser resultados de un cuestionario de autoinforme las evaluaciones se basan en la subjetividad de los participantes, que podría tener un alto sesgo entre las personas (Jones & Kumar, 2010). Para superar esas limitaciones se han desarrollado diferentes herramientas de observación, como el Sistema de análisis de la postura de trabajo Ovako (OWAS) (Karhu, Kansí & Kuorinka, 1977), Manejo y herramientas de actividad postural (PATH) (Buchholz, Paquet, Punnett, Lee & Moir, 1996), Evaluación rápida de miembros superiores (RULA) (Lynn & Corlett, 1993) y Evaluación rápida de todo el cuerpo (REBA) (McAtamney & Hignett, 2004). Dichas herramientas de observación requieren de una instrumentación mínima y de la participación de expertos en ergonomía (Fagarasanu & Kumar, 2002), y la variabilidad entre evaluadores puede causar desacuerdo entre los propios expertos (Robertson et al., 2009; Wang, Dai & Ning, 2015). Con los diferentes avances tecnológicos que estamos viviendo en los últimos 20 años se han podido crear diferentes métodos para ayudar o reemplazar la observación de expertos, ayudando a mejorar la fiabilidad de la evaluación de riesgos de WMSD (Huang, Kim, Zhang & Xiong, 2020). Algunos avances objetivos han sido la captura de movimiento humano (Plantard, Shum, Le Pierres & Multon, 2017), monitor de movimiento lumbar (Marras, Fathallah, Miller, Davis & Mirka, 1992) y electromiografía (Ning, Zhou, Dai & Jaridi, 2014).

Esta revisión bibliográfica tiene como objetivo recoger información relacionada con las molestias musculoesqueléticas provocadas por la realización de estas actividades de forma repetitiva, intensa y sedentaria, pasando gran número de horas delante del ordenador.

También se pretende proponer un programa de intervención con adaptaciones ergonómicas del puesto de trabajo, ejercicios durante el horario de trabajo y formación de los trabajadores, lo que también resultaría aplicable a los “gamers”, con la finalidad de prevenir las mencionadas dolencias musculoesqueléticas o reducir su intensidad.

2. METODOLOGÍA

Para la búsqueda de artículos de esta revisión bibliográfica se accedió a las diferentes bases de datos que facilita la biblioteca de la UMH. De esa gran variedad de bases que proporciona la web, se utilizaron tres: Pubmed, Scopus y MEDLINE. Se eligieron dichas bases de datos por las temáticas de los artículos que son publicados en ellas, por ejemplo, Scopus tiene artículos de la disciplina de Ciencias de la Vida y la Salud, y en Pubmed se encuentran más de 24 millones de citas de la literatura biomédica de MEDLINE.

Al centrarse en las molestias musculoesqueléticas de personas que pasan muchas horas sentados en el ordenador, no se pudo hacer la búsqueda de todos los artículos con una sola combinación de palabras clave, si no que hubo dos ramas distintas, como se puede observar en la Tabla 1. Una rama centrada en los trabajadores de oficina y la otra a los jugadores de videojuegos electrónicos.

Palabras claves.	Unión palabras claves.
<p>“Ergonomics”; “Exercise”; “Health promotion”, “Neck pain”; “Workplace”, “Interventions”; “pain management”; “Office”; “office workers”; “Musculoskeletal”, “Computers”; “esport”; “gaming disorder”; “video games”; “Physical activity”; “Muscle damage/injuries”; “Office ergonomics training”; “Musculoskeletal symptoms”; “Musculoskeletal diseases”; exercise rehabilitation.</p>	<p>“Workplace” or “Office” or “Office workers” or “Office ergonomics training” + “Musculoskeletal diseases” or “Interventions” or “Exercise rehabilitation” or “Health promotion” or “ergonomics” or “Musculoskeletal symptoms”.</p> <p>“esports” + “Musculoskeletal symptoms” or “Musculoskeletal diseases” or “Exercise rehabilitation” “or “gaming disorder”.</p>

Tabla 1: Palabras clave de búsqueda y la unión de dichas palabras clave.

Con la ayuda de los métodos de búsqueda avanzados que tienen las bases de datos, se pudieron aplicar los siguientes criterios de inclusión y de exclusión:

Inclusión: Artículos publicados en inglés o castellano, que las palabras clave se encuentran en el título o el resumen, artículos centrados en las molestias musculoesqueléticas por uso excesivo del ordenador.

Exclusión: Artículos que no cumplan con los criterios de inclusión, con un periodo temporal superior a 9 años, los sujetos utilizados tenían una edad superior a 18 años.

3. DESARROLLO

Al usar las diferentes uniones de palabras clave que aparecen en la Tabla 1 se seleccionaron 18 artículos después de leerse sus resúmenes. Con la lectura del resumen se comprobó que cumpliera con los diferentes criterios de inclusión y exclusión. Posteriormente se descargaron los 18 artículos para hacer una lectura completa de cada uno de ellos. Tras dicha lectura se seleccionaron los siguientes artículos.

Nombre del artículo	Autores y año	Diseño investigación	Población muestra	Resumen
Effects of stretching exercise training and ergonomic modifications on musculoskeletal discomforts of office workers: a randomized controlled trial	(Shariat et al., 2018)	Un ensayo controlado, aleatorizado, paralelo, de tres brazos, registrado de forma prospectiva.	180 trabajadores de oficina de 20 a 50 años	Separa los 180 trabajadores en 4 grupos: el grupo ergonómico, grupo de ejercicios, grupo de ejercicios y ergonomía y un grupo control. Compara los grupos mediante el Cuestionario de trastornos musculoesqueléticos de Cornell (CMDQ) al inicio del estudio, después de 2, 4 y 6 meses de la intervención. Se concluye que todas las intervenciones tienen mejoras en comparación con el grupo control y con sus puntuaciones iniciales. También demuestra que la intervención de ejercicio fue más eficaz que la ergonómica a los 4 meses.
A cluster-randomized trial of workplace ergonomics and neck-specific exercise versus ergonomics and health promotion for office workers to manage neck pain: a secondary outcome analysis	(Johnston et al., 2021)	Ensayo aleatorizado	740 trabajadores de oficina de ≥ 18 años que trabajaban ≥ 30 h por semana. Los trabajadores se asignaron 1:1 en los grupos de intervención ergonómica y entrenamiento con ejercicios (EET) y ergonomía con promoción de salud (EHP).	A las 12 semanas el grupo EET demostró que tuvo reducciones significativas en la intensidad de dolor de cuello en comparación con el grupo EHP. Estas reducciones no se mantuvieron a los 12 meses, ni había diferencia entre los grupos. La intervención ergonómica junto a ejercicios fue más eficaz que junto a la promoción de salud a las 12 semanas. A pesar de ello, se demuestra que el EHP es una forma económica de afrontar el dolor de cuello en los trabajadores de oficina
The Bahasa Melayu version of Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ): Reliability and validity study in Malaysia	(Shariat., Tamrin, Arumugam & Ramasamy, 2016)	Ensayo aleatorizado	Los participantes eran empleados universitarios que trabajaban en la oficina; 115 voluntarios	El Cuestionario de Malestar Musculoesquelético de Cornell (CMDQ) fue desarrollado para evaluar el nivel de malestar musculoesquelético entre los trabajadores de oficina. En el artículo se analiza su validez y fiabilidad. El rango del coeficiente Alfa de Cronbach mostró una consistencia considerable de los ítems para cada subescala (α de Cronbach $> 0,95$). El rango de coeficientes Kappa estuvo entre (ICC = 0,690-0,949, $p < 0,001$), (ICC = 0,801-0,979, $p < 0,001$) y (ICC = 0,778-0,944, $p < 0,001$) para las escalas de frecuencia, gravedad e interferencia. La investigación introdujo la primera validación formal del CMDQ.

Managing the health of the eSport athlete: an integrated health management model	(Difranco -Donoghue et al., 2019)	Ensayo aleatorizado	65 jugadores universitarios de eSport de EE. UU. Y Canadá	Los jugadores practicaban entre 3 y 10 horas diarias. Sus quejas más frecuentes eran: fatiga ocular (56%), dolor de cuello y espalda (42%), muñeca (36%) y mano (32%). En este artículo se propone un modelo de gestión de salud para prevenir y tratar a los jugadores.
An Osteopathic Physician's Approach to the Esports Athlete	(Zwibel, Difranco-Donoghue, Defeo & Yao 2019)	Propuestas prácticas	Jugadores de <i>eSports</i> .	Causas y propuestas de intervención para las molestias provocadas en los jugadores de eSports: Síndrome de visión, disfunción de cuello, espalda y extremidad superior, desregulación metabólica, ritmo cardíaco y salud mental.
Development and Validation of a Wearable Inertial Sensors-Based Automated System for Assessing Work-Related Musculoskeletal Disorders in the Workspace	(Huang et al., 2020)	Desarrollo y validación de un sistema automatizado	20 jóvenes varones (edad: $22,8 \pm 2,0$ años, altura: $173,1 \pm 4,8$ cm, peso: $68,4 \pm 7,4$ kg, índice de masa corporal: $22,8 \pm 2,1$ kg / m ²)	Proponen un sistema de análisis ergonómico postural basado en RULA / REBA y el análisis biomecánico estático 2D para permitir una evaluación integral del riesgo de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WMSD) en el puesto de trabajo. Los resultados mostraron que las puntuaciones RULA/REBA y la fuerza de compresión lumbar que recibimos lograron un alto grado de correlación (ICC $\geq 0,83$, precisión de clasificación $> 88\%$) y el sistema de referencia (CMC media entre sistemas $> 0,89$ y error relativo $< 9,5\%$). El sistema automatizado podría usarse de manera efectiva de riesgos de WMSD.
Effect of a Long Exercise Program in the Reduction of Musculoskeletal Discomfort in Office Workers	(Villanueva, Rabal-pelay & Berzosa, 2020)	Ensayo aleatorizado	Edad entre 20 y 65 años. Trabajan la mayoría de la jornada sentados, de 7 a 8 de trabajo en el turno de mañanas y llevan más de un año en el mismo puesto de trabajo.	Demuestra como un entrenamiento basado en estabilidad escapular, estiramientos cervicales y dorsales, ejercicios de movilidad de espalda y hombros y fortalecimiento de los músculos estabilizadores del core, cervicales y hombros pueden reducir las molestias musculoesqueléticas provocadas por trabajar sentado en el ordenador durante muchas horas. Todo ello se hace con un ensayo aleatorizado de 6 semanas de entrenamiento con 2 entrenamientos a la semana.

Tabla 2: Descripción de los artículos seleccionados.

4. DISCUSIÓN

El objetivo principal de este estudio es elaborar una propuesta de intervención para prevenir o disminuir las molestias musculoesqueléticas provocadas por estar sentado trabajando o jugando con el ordenador durante largos periodos de tiempo, así como plantear un diseño experimental cuyos resultados permitirían confirmar dicha intervención. Por ello, como bien se ha comentado en la metodología, se han seleccionado estudios relacionados con trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo (WMSD) en oficina y de en jugadores de videojuegos electrónicos.

Se decidió juntar estos dos campos por su gran relación en las molestias musculoesqueléticas. Ambas actividades sufren las molestias en el cuello, espalda, hombro, muñeca y mano (Robertson et al., 2016) (Difranco-Donoghue et al., 2019). La diferencia son los movimientos por minuto, que un jugador profesional de videojuegos realiza 10 movimientos por segundo o entre 500 y 600 por minuto (Lejacq., 2014), lo que conlleva mayor riesgo de sufrir lesiones y ser alejados de la competición.

Al ser tan similares las molestias musculoesqueléticas, la propuesta de intervención será semejante para ambos ámbitos, pero con algunas variaciones y recomendaciones que deberán seguir los jugadores de *eSports* para que el programa sea más específico para ellos.

En los artículos descritos en la Tabla 2 se comprueba que Shariat et al., (2018) y Johnston et al., (2021) demuestran que una intervención basada en cambios ergonómicos más ejercicio disminuyen las WMSD en mayor medida que un grupo de cambios ergonómicos más recomendaciones saludables o un grupo de ejercicio solamente. Por ello, la propuesta de intervención se centrará en cambios ergonómicos junto a una serie de ejercicios que se realizarán en el lugar de juego o de trabajo.

Los ejercicios recomendados para reducir o prevenir la WMSD, según Villanueva et al., (2020), serían estiramientos de la región cervical y dorsal; para reducir la rigidez muscular, movilidad articular de los hombros y raquis, fortalecimiento del core y estabilidad articular. A un jugador de *eSports*, como realiza muchos más movimientos por segundo, se le asignan otros ejercicios además de los ya descritos, que consistirán en ejercicios de alta velocidad y baja amplitud (HVLA) a nivel cervical y de los hombros (Seffinger, 2018), y de baja velocidad y alta amplitud (LVHA) para los huesos del carpo y hombro (Zwibel et al., 2019).

Cuando se hace referencia a los cambios ergonómicos se trata de cambios en los elementos de juego o de trabajo, como pueden ser la silla, la mesa, el ratón, la altura del ordenador, etc. Dichos cambios ayudarán a la postura y comodidad del *gamer* o trabajador, y se llevarán a cabo en función de los resultados extraídos en el análisis ergonómico postural basado en RULA/REBA.

Para controlar las WMSD en esta intervención se usarán dos métodos: (1) Cuestionario de Malestar Musculoesquelético de Cornell (CMDQ) y (2) el sistema de análisis ergonómico postural basado en RULA / REBA. Se decidió usar dos métodos para disponer de un resultado de autoinforme basado en evaluaciones subjetivas (1) y, por otro lado, de una herramienta de observación (2) que permita superar las limitaciones comentadas de un método de autoinforme (Jones & Kumar, 2010).

El sistema de análisis RULA/REBA está basado en 17 sensores inerciales portátiles conocidos como el Xsens MVN-Link (Roetenberg, Luinge & Slycke, 2009). Cada sensor consta de un acelerómetro 3D, un giroscopio 3D y un magnetómetro 3D. En el anexo 1 (Huang et al., 2020) se muestra la ubicación de los sensores y las coordenadas globales del modelo de cuerpo humano integrado en el sistema Xsens. Este sistema permite una la visualización de los

resultados para favorecer una rápida interpretación e intervención ergonómica. Todo el proceso puede realizarse con una operación en la interfaz gráfica de usuario (GUI) (Huang et al., 2020).

Las puntuaciones RULA / REBA se clasifican en función de los diferentes niveles de riesgo de WMSD. RULA clasifica las puntuaciones (rango: 1 a 7) en riesgo insignificante (1 a 2), riesgo bajo (3 a 4), riesgo medio (5 a 6) y riesgo alto (6+), y REBA clasifica las puntuaciones (rango: 1-15) en el riesgo insignificante (1), riesgo bajo (2-3), riesgo medio (4-7), riesgo alto (8-10) y riesgo muy alto (11+) (McAtamney & Hignett, 2004) (Lynn & Corlett, 1993).

La GUI es la herramienta de evaluación automatizada RULA / REBA, que se divide en 6 secciones. Después de importar los datos del ángulo de la articulación y las entradas manuales relacionadas con la configuración de la tarea, se puede realizar el análisis. Al analizar aparecen los ángulos de articulación y las puntuaciones de subsección en las Secciones 3 y 4 del anexo 2, seguidos de los puntajes de RULA/REBA con un conjunto de colores para indicar los diferentes niveles de riesgo de WMSD (Sección 5) (Huang et al., 2020).

Aparte de las puntuaciones RULA / REBA, Huang et al., (2020), también se utilizó un análisis biomecánico estático 2D. Se usaron los datos de posición del segmento para automatizar el cálculo de la fuerza de compresión de la espalda baja y el porcentaje de resistencia de las uniones. El cálculo se basa en un modelo biomecánico estático de enlace múltiple coplanar 2D para actividades simétricas del plano sagital (Chaffin, Andersson & Martin, 2020). la fuerza de compresión de la espalda baja que se aplica en la articulación L5 / S1. Utilizando el momento de dicha articulación, la presión y la fuerza abdominales se calculan la estimación de las fuerzas y momentos de contacto de la articulación con ecuaciones empíricas introducidas en estudios previos (Srinivasa, Lucas & Bresle, 2016). Como la fuerza de compresión y cortante de la articulación L5 / S1 se realiza en el centro de rotación del disco, la fuerza muscular en el erector espinal podría estar determinada por el momento articular en L5 / S1 y la fuerza abdominal. Sabiendo esto, la fuerza de compresión de la espalda baja que se aplica en paralelo a la fuerza de compresión del disco debe equilibrarse. Con los datos de posición del segmento se proyectan en el plano sagital para calcular los ángulos entre los segmentos del modelo de enlace múltiple (Huang et al., 2020).

La GUI de la herramienta de análisis biomecánico estático 2D automatizado en el sistema desarrollado se muestra en Anexo 4. Se tiene que importar los datos de posición del segmento e insertar el peso y la altura del trabajador y el peso de la carga de elevación. Se muestran la distribución y las estadísticas descriptivas de la fuerza de compresión de la espalda baja, junto con el porcentaje de resistencia capaz. Por último, el usuario puede verificar la vista sagital de la postura del trabajador representada como un modelo de segmento de enlace (Huang et al., 2020).

Con el Cuestionario de Malestar Musculoesquelético de Cornell (CMDQ) se debe cumplimentar cada semana una ficha (Anexo 3) y, con los resultados de dicha ficha, se puede identificar qué trabajadores tienen mayores problemas, mediante un sencillo cálculo. Deben cumplimentarse 3 columnas en función de las incomodidades; la primera hace referencia a la cantidad de veces por semana que se siente dolor en las diferentes zonas del cuerpo, es decir, la frecuencia. En función de lo marcado se consigue una puntuación u otra:

- Nunca = 0
- 1-2 veces / semana = 1.5
- 3-4 veces / semana = 3.5
- Todos los días = 5

- Varias veces al día = 10

Ese resultado se multiplica por la puntuación de malestar (1,2,3) y por la puntuación de interferencia (1,2,3).

5. CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados encontrados en los estudios y su discusión, se llega a las siguientes conclusiones:

- Tanto los oficinistas que trabajan con ordenador como los jugadores de *eSports* requieren de un trabajo de prevención o reducción de molestias musculoesqueléticas.

- Las WMSD pueden prevenir o disminuir dichas molestias gracias a una intervención ergonómica y de ejercicios.

- Para que resulten fiables los resultados de las WMSD, se recomienda el uso de un cuestionario (CMDQ) y una herramienta de observación como es el análisis ergonómico postural basado en RULA / REBA y el análisis biomecánico estático 2D.

- Los ejercicios recomendados por los expertos son estiramientos en la región cervical y dorsal, movilidad articular de hombros y raquis, trabajo de core y ejercicios de estabilización de la escápula.

- Los jugadores de *eSports*, además de los ejercicios descritos en el punto anterior, también les ayuda la realización de ejercicios de alta velocidad y baja amplitud (HVLA) a nivel cervical y del hombro, y baja velocidad y alta amplitud en los huesos del carpo y hombro.

6. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Según lo comentado en el desarrollo, la discusión y las conclusiones, a continuación, se expondrá una propuesta de intervención elaborada para prevenir o minimizar las molestias musculoesqueléticas por sobreuso del ordenador, tanto en trabajadores de oficina como en *gamers*, junto al diseño experimental que permitiría confirmar los resultados de dicha intervención.

Como se ha descrito en los artículos revisados, un gran número de jugadores de *eSports* se quejan de diversas molestias musculoesqueléticas por el sobreuso del ordenador en su día a día. Dichas molestias son muy similares a las que presentan los trabajadores de oficina, que también trabajan constantemente con el ordenador (Difranco-Donoghue et al., 2019).

6.1. Objetivo

Prevenir o disminuir las molestias musculoesqueléticas provocados por el sobreuso del ordenador en oficinistas y jugadores de *eSports*.

6.2. Método

6.2.1 Participantes.

Oficinistas y jugadores de *eSports* de 18 a 65 años, que dediquen 4 horas o más al día al ordenador. Se excluirán las personas que padezcan alguna afección física o discapacidad que imponga limitaciones a las actividades físicas básicas.

6.2.2. Instrumentos.

Para la evaluación de las molestias musculoesqueléticas se usará el Cuestionario de Malestar Musculoesquelético de Cornell (CMDQ), el sistema de análisis ergonómico postural basado en RULA / REBA y el análisis biomecánico estático 2D. Un experto en Salud Ocupacional se encargará de controlar las evaluaciones ergonómicas y para asegurarse de que los ejercicios se realizan de manera correcta hará falta un titulado en ciencias de la actividad física y deportes (CAFD).

6.2.3 Procedimiento.

El proceso de intervención se realizará durante 6 meses, donde los participantes entrenarán 3 veces a la semana. Se separan en 4 grupos: un grupo control; que no realizara ningún tipo de ejercicio ni cambio ergonómico, un grupo de oficinistas y dos de jugadores de *eSports*; los cuales entrenarán de 10 a 15 minutos. Los entrenamientos se realizarán durante su jornada laboral o en sesiones de entrenamiento. Habría dos grupos de *gamers* para que uno realizara lo mismo que los oficinistas y el otro añadiera los ejercicios de alta velocidad y baja amplitud (HVLA) y de baja velocidad y alta amplitud (LVHA). Así se podría comprobar el efecto específico de dichos ejercicios.

Antes de comenzar habría una sesión de familiarización en la que los participantes aprenderían las técnicas de los diferentes ejercicios y se les pasaría unos vídeos de entrenamientos con instrucciones útiles. El grupo control no tendría esta sesión. El primer día, se realizaría una evaluación pre y post de su jornada laboral o de su entrenamiento con el análisis ergonómico postural RULA / REBA.

Gracias al análisis RULA / REBA y el análisis biomecánico estático 2D se podría encontrar molestias provocadas por deficiencias en la ergonomía del puesto de trabajo o del lugar de juego, ya sea por una incorrecta altura de la silla, la profundidad de esta, el soporte de la espalda, la distancia y altura del monitor, el ratón o el teclado. Con esa información se podrán llevar a cabo los pertinentes cambios ergonómicos. El CMDQ nos dará información subjetiva de los propios sujetos de cómo se encuentran, para poder tener mayor fiabilidad al contrastarla con los datos recogidos con el análisis RULA / REBA y biomecánico estático 2D.

Las mediciones se volverán a realizar a las 2 semanas, a los 2 meses, a los 4 meses y, por último, a los 6 meses. De este modo se podría comparar los resultados del grupo que participa en el cambio ergonómico junto con ejercicio con los resultados del grupo control, para confirmar o rebatir la propuesta de intervención.

Los ejercicios propuestos para los participantes, tanto oficinistas como jugadores de *eSports*, para prevenir o minimizar las molestias musculoesqueléticas relacionadas con el uso prolongado del ordenador, son los siguientes:

- Estiramientos en la región cervical y dorsal.
- Movilidad articular de hombros y raquis.
- Fortalecimiento del core.
- Estabilidad escapular

Ejercicios solo para jugadores de *eSports*:

- De alta velocidad y baja amplitud (HVLA) a nivel cervical y del hombro.
- De baja velocidad y alta amplitud (LVHA) a nivel del hombro y los huesos del carpo.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aas, R. W., Tuntland, H., Holte, K. A., Røe, C., Lund, T., Marklund, S., & Moller, A. (2011). Workplace interventions for neck pain in workers. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2017(12). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008160.pub2>
- Buchholz, B., Paquet, V., Punnett, L., Lee, D., & Moir, S. (1996). PATH: A work sampling-based approach to ergonomic job analysis for construction and other non-repetitive work. *Applied Ergonomics*, 27(3), 177–187. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(95\)00078-X](https://doi.org/10.1016/0003-6870(95)00078-X)
- Budnick, L. D., Bocco, B. W., & Montgomery, S. P. (2019). Work-Related Trypanosoma cruzi Exposures. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 61(10), e429–e431. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001674>
- Celik, S., Celik, K., Dirimese, E., Tasdemir, N., Arik, T., & Büyükkara, İ. (2018). Determination of pain in musculoskeletal system reported by office workers and the pain risk factors. *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health*, 31(1), 91–111. <https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.00901>
- Chaffin D.B., Andersson G.B.J., Martin B.J. Occupational Biomechanics, 4th Edition. [(accessed on 12 August 2020)]; *Prof. Saf.* 2006 Available online: <https://www.wiley.com/en-us/Occupational+Biomechanics%2C+4th+Edition-p-9780471723431>.
- Chen, X., Coombes, B. K., Sjøgaard, G., Jun, D., O’Leary, S., & Johnston, V. (2018). Workplace-based interventions for neck pain in office workers: Systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy*, 98(1), 40–62. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzx101>
- De Macêdo, T. A. M., Cabral, E. L. D. S., Silva Castro, W. R., De Souza Junior, C. C., Da Costa Junior, J. F., Pedrosa, F. M., Da Silva, A. B., De Medeiros, V. R. F., De Souza, R. P., Cabral, M. A. L., & Másculo, F. S. (2020). Ergonomics and telework: A systematic review. *Work*, 66(4), 777–788. <https://doi.org/10.3233/WOR-203224>
- Difranco-Donoghue, J., Balentine, J., Schmidt, G., & Zwibel, H. (2019). Managing the health of the eSport athlete: An integrated health management model. *BMJ Open Sport and Exercise Medicine*, 5(1). <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000467>
- Fagarasanu, M., & Kumar, S. (2002). Measurement instruments and data collection: A consideration of constructs and biases in ergonomics research. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 30(6), 355–369. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(02\)00101-4](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(02)00101-4)
- Huang, C., Kim, W., Zhang, Y., & Xiong, S. (2020). Development and validation of a wearable inertial sensors-based automated system for assessing work-related musculoskeletal disorders in the workspace. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 1–15. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176050>
- Johnston, V., Chen, X., Welch, A., Sjøgaard, G., Comans, T. A., McStea, M., Straker, L., Melloh, M., Pereira, M., & O’Leary, S. (2021). A cluster-randomized trial of workplace ergonomics and neck-specific exercise versus ergonomics and health promotion for office workers to manage neck pain – a secondary outcome analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 22(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12891-021-03945-y>
- Jones, T., & Kumar, S. (2010). Comparison of ergonomic risk assessment output in four sawmill jobs. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 16(1), 105–111. <https://doi.org/10.1080/10803548.2010.11076834>
- Karhu, O., Kansil, P., & Kuorinka, I. (1977). Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, 8(4), 199–201. <https://doi.org/10.1016/0003->

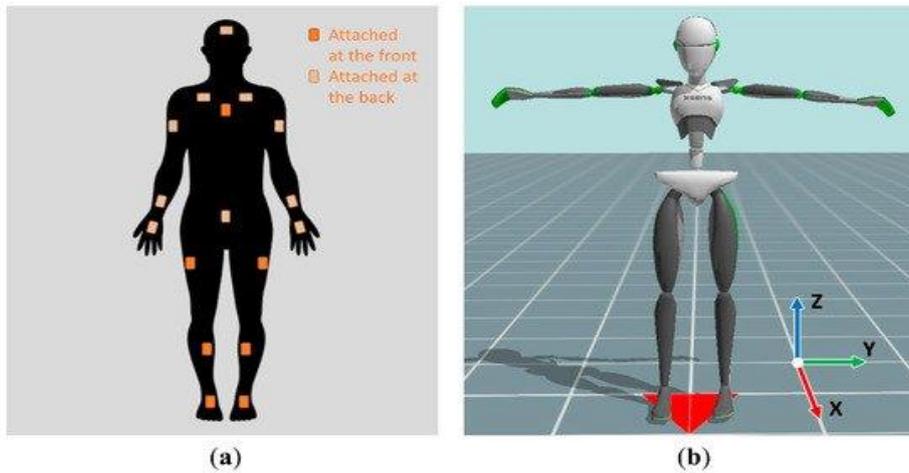
6870(77)90164-8

- Kuorinka, I., Jonsson, B., Kilbom, A., Vinterberg, H., Biering-Sørensen, F., Andersson, G., & Jørgensen, K. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 18(3), 233–237. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(87\)90010-X](https://doi.org/10.1016/0003-6870(87)90010-X)
- Lejacq Y, 2014. How fast is fast? Some gamers make 10 moves per second. Available from: <https://www.nbcnews.com/technolog/howfast-fast-some-pro-gamers-make-10-moves-%20second-8C11422946>
- Lynn, M., & Corlett, N. (1993). RULA: A survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91–99.
- Mahmud, N., Bahari, S. F., & Zainudin, N. F. (2014). Psychosocial and Ergonomics Risk Factors Related to Neck, Shoulder and Back Complaints among Malaysia Office Workers. *International Journal of Social Science and Humanity*, 4(4), 260–263. <https://doi.org/10.7763/ijssh.2014.v4.359>
- Marras, W. S., Fathallah, F. A., Miller, R. J., Davis, S. W., & Mirka, G. A. (1992). Accuracy of a three-dimensional lumbar motion monitor for recording dynamic trunk motion characteristics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 9(1), 75–87. [https://doi.org/10.1016/0169-8141\(92\)90078-E](https://doi.org/10.1016/0169-8141(92)90078-E)
- McAtamney, L., & Hignett, S. (2004). Rapid Entire Body Assessment. *Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods*, 31, 8-1-8–11. <https://doi.org/10.1201/9780203489925.ch8>
- Morrison S. March 15, 2018. List of varsity esports programs spans North America. ESPN. http://www.espn.com/esports/story/_/id/21152905/college-esports-list-varsity-esports-programs-north-america
- Ning, X., Zhou, J., Dai, B., & Jaridi, M. (2014). The assessment of material handling strategies in dealing with sudden loading: The effects of load handling position on trunk biomechanics. *Applied Ergonomics*, 45(6), 1399–1405. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.03.008>
- Plantard, P., Shum, H. P. H., Le Pierres, A. S., & Multon, F. (2017). Validation of an ergonomic assessment method using Kinect data in real workplace conditions. *Applied Ergonomics*, 65, 562–569. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.10.015>
- Robertson, M., Amick, B. C., DeRango, K., Rooney, T., Bazzani, L., Harrist, R., & Moore, A. (2009). The effects of an office ergonomics training and chair intervention on worker knowledge, behavior and musculoskeletal risk. *Applied Ergonomics*, 40(1), 124–135. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2007.12.009>
- Robertson, M. M., Huang, & Larson, N. (2016). The relationship among computer work, environmental design, and musculoskeletal and visual discomfort: examining the moderating role of supervisory relations and co-worker support. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 89(1), 7–22. <https://doi.org/10.1007/s00420-015-1046-x>
- Roetenberg, D., Luinge, H., & Slycke, P. (2009). Xsens MVN: full 6DOF human motion tracking using miniature inertial sensors. *Xsens Motion Technologies BV, ..., February 1–7*. http://www.xsens.com/images/stories/PDF/MVN_white_paper.pdf
- Schwartz N, 2014. More people watch eSports than watch the World Series or NBA Finals. Available from: <https://ftw.usatoday.Com/2014/05/league-of-legends-popularity-world-series-nba>

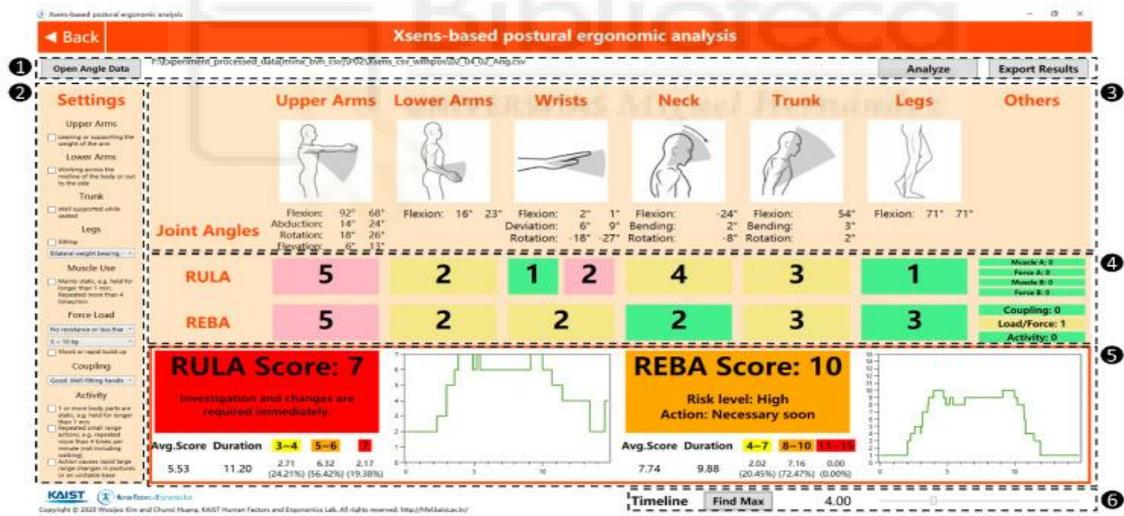
- Seffinger, M. A. (2018). Safety of chiropractic manipulation in patients with migraines. *Journal of the American Osteopathic Association*, 118(7), 482–483. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2018.103>
- Shariat, A., Cleland, J. A., Danaee, M., Kargarfard, M., Sangelaji, B., & Tamrin, S. B. M. (2018). Effects of stretching exercise training and ergonomic modifications on musculoskeletal discomforts of office workers: a randomized controlled trial. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 22(2), 144–153. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2017.09.003>
- Shariat, A., Tamrin, S. B. M., Arumugam, M., & Ramasamy, R. (2016). The Bahasa Melayu version of Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ): Reliability and validity study in Malaysia. *Work*, 54(1), 171–178. <https://doi.org/10.3233/WOR-162269>
- Srinivasa, R., Sai Kiran, N. A., & Hegde, A. S. (2016). Tuberculosis of the spine. *Spine Journal*, 16(7), e445–e446. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2015.12.096>
- Torrecilla, E. R. (2002). Cambios en el mundo del trabajo. *Revista de fomento social*, 241-276. <https://doi.org/10.32418/rfs.2002.226.2397>
- Townley S, Townley A, 2018. eSport: everything to play for. WIPO Magazine http://www.wipo.int/wipo_magazine/en/2018/01/article_0004.html
- Vieira, E. R., Kumar, S., Coury, H. J. C. G., & Narayan, Y. (2006). Low back problems and possible improvements in nursing jobs. *Journal of Advanced Nursing*, 55(1), 79–89. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2006.03877.x>
- Villanueva, A., Rabal-pelay, J., & Berzosa, C. (2020). *E f f e c t of a Long Exercise Program in the Reduction of Musculoskeletal Discomfort in O ffi ce Workers.*
- Wang, D., Dai, F., & Ning, X. (2015). Risk Assessment of Work-Related Musculoskeletal Disorders in Construction: State-of-the-Art Review. *Journal of Construction Engineering and Management*, 141(6), 04015008. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0000979](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0000979)
- Worsley, P. R., Rebolledo, D., Webb, S., Caggiari, S., & Bader, D. L. (2018). Monitoring the biomechanical and physiological effects of postural changes during leisure chair sitting. *Journal of Tissue Viability*, 27(1), 16–22. <https://doi.org/10.1016/j.jtv.2017.10.001>
- Zwibel, H., Difrancisco-Donoghue, J., Defeo, A., & Yao, S. (2019). An osteopathic physician’s approach to the esports athlete. *Journal of the American Osteopathic Association*, 119(11), 756–762. <https://doi.org/10.7556/jaoa.2019.125>

8. ANEXOS

Anexo 1: (a) Ubicación del sensor inercial en el sistema de captura de movimiento Xsens MVN Link; (b) Coordenadas globales del modelo de cuerpo humano construido en Xsens MVN Link.



Anexo 2: La GUI de la herramienta de evaluación automatizada RULA / REBA en el sistema desarrollado. Los números en círculos negros indican el número de cada sección.



Anexo 3: Cuestionario de trastornos musculoesqueléticos de Cornell (CMDQ).

The diagram below shows the approximate position of the body parts referred to in the questionnaire. Please answer by marking the appropriate box.

	During the last work week, how often did you experience ache, pain, discomfort in:					If you experienced ache, pain, discomfort, how uncomfortable was this?			If you experienced ache, pain, discomfort, did this interfere with your ability to work?		
	None	1-2 times per week	3-4 times per week	Once every day	Several times per day	Slightly uncomfortable	Modestly uncomfortable	Very uncomfortable	Not at all	Slightly interfered	Substantially interfered
Neck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Shoulder (Right) (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Upper Back	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Upper Arm (Right) (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lower Back	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forearm (Right) (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wrist (Right) (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hip/Buttocks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Thigh (Right) (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Knee (Right) (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lower Leg (Right) (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

The diagram below shows the approximate position of the body parts referred to in the questionnaire. Please answer by marking the appropriate box.

	During the last work week, how often did you experience ache, pain, discomfort in:					If you experienced ache, pain, discomfort, how uncomfortable was this?			If you experienced ache, pain, discomfort, did this interfere with your ability to work?		
	None	1-2 times per week	3-4 times per week	Once every day	Several times per day	Slightly uncomfortable	Modestly uncomfortable	Very uncomfortable	Not at all	Slightly interfered	Substantially interfered
Neck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Shoulder (Right) (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Upper Back	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Upper Arm (Right) (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lower Back	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Forearm (Right) (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wrist (Right) (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hip/Buttocks	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Thigh (Right) (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Knee (Right) (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lower Leg (Right) (Left)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anexo 4: La GUI de la herramienta de análisis biomecánico estático 2D automatizado en el sistema desarrollado. Los números en círculos negros indican el número de cada sección.

