

Análisis de la repercusión del COVID-19 en las características Antropométricas, Composición corporal y Rendimiento en piragüistas de alto nivel. Estudio Observacional.

FACULTAD CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA, EL DEPORTE Y FISIOTERAPIA



Realizado por: Alberto González Serrano y Lucía Iturri Méndez

Nº Expediente:

Grupo: Mix62

Año Académico: 2022-2023

Tutor/a: María Bravo Aguilar

Informe y autorización del tutor para la defensa del TFG

Todo trabajo de fin de grado debe presentar los requisitos necesarios para ser presentado y defendido en base a los siguientes puntos:

- Asistencia y seguimiento
- Cumplimiento en tiempo y forma de las entregas establecidas por el tutor
- Formato y estructura
- Estilo y forma

Por tanto, la profesora María Bravo Aguilar, tutora del trabajo de fin de grado, de la que son autores el alumno Alberto González Serrano y la autora Lucía Iturri Méndez.

AUTORIZA la presentación del referido trabajo de fin de grado.

Comentarios si proceden:

Firma y fecha del tutor/a del trabajo de fin de grado

5 de junio del 2023

Resumen

Introducción: Los deportistas de élite tenían un mayor riesgo de contagiarse debido a un aumento de exposición de patógenos durante sus viajes para las competiciones internacionales. Además de un deterioro del sistema inmunitario al continuar los entrenamientos durante la infección, el entrenamiento estresante o a la competición y entrenamientos en condiciones climáticas estresantes.

La manifestación clínica de casi todas las variantes de COVID-19 entre los atletas parece ser asintomática o tener síntomas leves. Sin embargo, la gravedad de la fase aguda de la enfermedad conlleva un riesgo de continuación de la sintomatología post COVID llamado “*Long-COVID*”, definido por la OMS como una condición de signos y síntomas persistente en el tiempo después de la fase aguda, que afecta a la recuperación deportiva. La fatiga, disnea, dolor muscular, dificultad para concentrarse y la ansiedad pueden afectar al rendimiento de los atletas durante muchas semanas.

Se establecen que las características que más afectan al rendimiento deportivo de los piragüistas de velocidad son los valores antropométricos (Suma de los 7 pliegues, masa corporal...); capacidad aeróbica (VO_2); Oxigenación Muscular y el rendimiento en Kayak.

Objetivo: Observar si se producen cambios en las marcas de piragüistas de alto rendimiento tras padecer el COVID-19 en relación con las marcas obtenidas previas a la enfermedad

Metodología: El tamaño de la muestra se ha realizado mediante el programa informático G*Power capaz de realizar un cálculo muestral siendo este de 27.

La selección de los sujetos de estudio se realizará a través de los casos sintomáticos registrados en la temporada 2021/2022 de COVID-19 establecidos mediante una examinación de PCR dentro de los distintos Centros de Tecnificación Deportiva (CTD) en territorio español.

Resultados: Los resultados serán analizados para poder generar una conclusión estadísticamente significativa.

Discusión: Los resultados serán analizados para poder generar una conclusión estadísticamente significativa.

Conclusión: Los resultados serán analizados para poder generar una conclusión estadísticamente significativa.

Palabras clave: COVID-19; PIRAGÜISTAS; MARCAS; REPERCUSIÓN

Abstract

Background: Elite athletes were at higher risk of infection due to increased exposure to pathogens during their travels for international competitions. In addition to a deterioration of the immune system by continuing training during the infection, stressful training or competition and training in stressful weather conditions.

The clinical manifestation of almost all variants of COVID-19 among athletes appears to be asymptomatic or have mild symptoms. However, the severity of the acute phase of the disease carries a risk of continuation of post-COVID symptoms called "Long-COVID", defined by the WHO as a condition of signs and symptoms that persists over time after the acute phase, that affects sports recovery. Fatigue, breathlessness, muscle pain, difficulty concentrating, and anxiety can affect athletes' performance for many weeks.

It is established that the characteristics that most affect the sports performance of speed canoeists are the anthropometric values (Sum of the 7 folds, body mass...); aerobic capacity (VO₂); Muscle oxygenation and performance in Kayak.

Objective: Observe if there are changes in the marks of high-performance canoeists after suffering from COVID-19 in relation to the marks obtained prior to the disease.

Methodology: The size of the sample has been made using the G*Power computer program capable of performing a sample calculation, this being 27.

The selection of the study subjects will be carried out through the symptomatic cases registered in the 2021/2022 season of COVID-19 established by means of a PCR examination within the different Sports Technification Centers (CTD) in Spanish territory.

Results: The results will be analyzed in order to generate a statistically significant conclusion.

Discussion: The results will be analyzed in order to generate a statistically significant conclusion.

Conclusion: The results will be analyzed in order to generate a statistically significant conclusion.

Key Words: COVID-19; CANOEISTS; MARKS; REPERCUSSIO

Índice

1. Introducción	6
2. Justificación	10
3. Hipótesis y objetivos	11
4. Metodología	12
4.1. Diseño	12
4.2. Sujetos	12
4.3. Grupos	14
4.4. Variables	14
4.4.1. Variables dependientes:	14
4.4.2. Variables independientes:.....	15
4.5. Descripción de la toma de datos	15
4.6. Recogida y análisis de los datos	22
4.7. Limitaciones del estudio	25
5. Plan de trabajo:	25
5.1. Etapas de desarrollo y distribución de tareas	25
5.2. Equipo investigador	26
6. Referencias bibliográficas	27
7. Anexos: Hoja informativa y Consentimiento informado.....	29

1. Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2020): “la enfermedad por coronavirus (COVID-19) es una enfermedad infecciosa causada por el virus SARS-CoV-2. La mayoría de las personas infectadas por el virus experimentan una enfermedad respiratoria de leve a moderada. Cualquier persona, de cualquier edad, puede contraer la COVID-19 y enfermar gravemente o morir”.

Los síntomas más habituales de la COVID-19 son:

- Fiebre
- Tos seca
- Cansancio

Otros síntomas menos frecuentes y que pueden afectar a algunos pacientes son:

- Pérdida del gusto o el olfato
- Congestión nasal
- Conjuntivitis (enrojecimiento ocular)
- Dolor de garganta
- Dolor de cabeza
- Dolores musculares o articulares
- Diferentes tipos de erupciones cutáneas
- Náuseas o vómitos
- Diarrea
- Escalofríos o vértigo

(OMS, 2020).

Según Halle et al. (2021), cuando surgió la infección por COVID-19, los deportistas de élite tenían un mayor riesgo de contagiarse debido a un aumento de exposición de patógenos durante sus viajes para las competiciones internacionales. Además de un deterioro del sistema inmunitario al continuar los entrenamientos durante la infección, el entrenamiento estresante o a la competición y entrenamientos en condiciones climáticas estresantes.

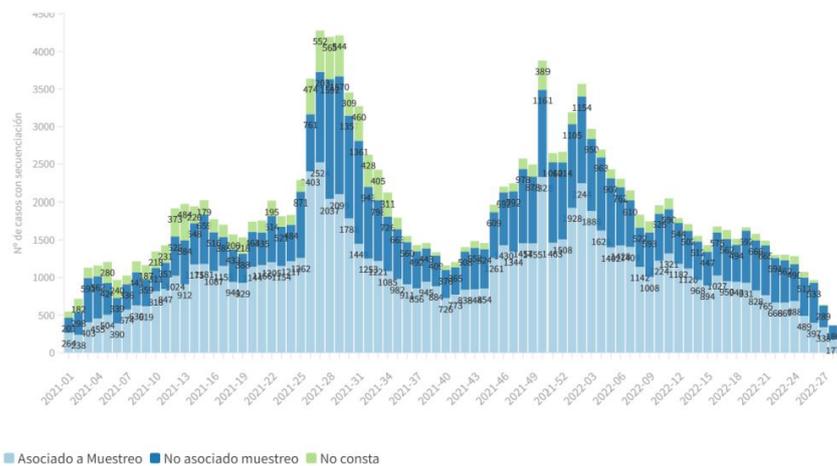
La variante Omicron SARS-CoV-2 se identificó por primera vez en Sudáfrica

y Botswana y se informó a la Organización Mundial de la Salud (OMS) el 24 de noviembre de 2021, como variante novedosa. Esta nueva variante se propaga rápidamente (Fan et al., 2022).

En 2022, el Ministerio de Sanidad informó que la variante Omicron era la dominante en España al haber desplazado a la variante Delta. Esta variante tiene una mayor capacidad de escape inmune que variantes previas, incremento en transmisibilidad y menor gravedad de los casos. De esta manera podemos observar en la Figura 1 que hubo un pico de infectados en las últimas semanas de 2021 y las primeras semanas de 2022.

Figura 1

Número de casos secuenciados en España, en las semanas 1 de 2021 a 29 de 2022 (04.01.2021 a 24.07.2022).



Nota. Adaptado de *Actualización de la situación epidemiológica de las variantes de SARS-CoV-2 en España.*, Ministerio de Sanidad, 2022, Agosto. https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCoV/documentos/COVID19_Actualizacion_variantes_20220808.pdf

La afectación cardiovascular (CV) es frecuente en pacientes con COVID-19, sus principales manifestaciones van desde miopericarditis asintomática hasta arritmias, embolia, infarto de miocardio y shock cardiogénico (Monosilio et al., 2023).

La prevalencia de síntomas psicológicos y relacionados con la salud mental en individuos aumentó durante la pandemia de COVID-19. Depresión, ansiedad y estrés, fueron las principales repercusiones en la población general. En deportistas la importancia de las secuelas psicológicas post-infecciosas es significativa con posibles repercusiones en el rendimiento deportivo de los atletas (Corona et al., 2022).

A nivel de calidad de vida observamos efectos como la disminución de la actividad física, mayor tiempo de sedentarismo, y disminución del sueño y su calidad. En cuanto a los deportistas de alto rendimiento, la restricción temporal que prohibía el acceso a las instalaciones deportivas se asoció con una disminución de la condición física general y del número de días y horas de entrenamiento (Jurecka et al., 2021).

A nivel músculo esquelético, la debilidad muscular es una de las secuelas clave. La capacidad de generar fuerza, la disminución de la activación neural, la atrofia de fibras, necrosis, fibrosis, y las alteraciones en el flujo sanguíneo y de la función metabólica pueden ser la base de estas secuelas. Estos síntomas musculares pueden durar hasta un año después de la infección (Soares et al., 2022).

En relación con las consecuencias respiratorias en deportistas que se recuperan del COVID-19, la disnea puede ser un factor relevante, se pueden identificar otros problemas al evaluar el rendimiento cardiopulmonar bajo estrés fisiológico e identificar la disfunción del patrón de respiración (Williams & Hull, 2022).

La manifestación clínica de casi todas las variantes de COVID-19 entre los atletas parece ser asintomática o tener síntomas leves. Sin embargo, la gravedad de la fase aguda de la enfermedad conlleva un riesgo de continuación de la sintomatología post COVID llamado "*Long-COVID*", definido por la OMS como una condición de signos y síntomas persistente en el tiempo después de la fase aguda, que afecta a la recuperación deportiva. La fatiga, disnea, dolor muscular, dificultad para concentrarse y la ansiedad pueden afectar al rendimiento de los atletas durante muchas semanas después del final del periodo de infección;

incluso después de varios meses. En los deportistas, la fatiga conlleva a una disminución del rendimiento físico, debido a una ruptura de la homeostasis interna, con una disminución de la fuerza neuromuscular y acumulación de metabolitos de desecho con un aumento de la dificultad percibida para realizar sus tareas de entrenamiento. En consecuencia, se necesita un “*Return to play*” adecuado para recuperar en totalidad las capacidades físicas del deportista (Buonsenso et al., 2022).

En los atletas competitivos, tanto la capacidad física como el rendimiento cognitivo juegan un papel clave en su participación exitosa en actividades deportivas, e incluso pequeñas reducciones en el rendimiento funcional o cognitivo pueden provocar diferencias notables en el rendimiento deportivo (Brown et al., 2022).

Además, se ha demostrado en varios estudios que, a parte de los síntomas, el Covid-19 afecta en gran medida de forma negativa a la capacidad aeróbica (reducción del consumo máximo de oxígeno), la fuerza muscular, masa muscular, grasa corporal y el rendimiento en diferentes deportes (Tsolakis et al., 2023).

En el estudio Buonsenso et al. (2022), se demostró que los atletas de resistencia mostraron mayor fatiga percibida que los atletas de deportes anaeróbicos además de que las mujeres atletas tienen un mayor riesgo de desarrollar “*long-Covid*” antes que los hombres.

Además de los efectos secundarios de la infección de COVID-19, en el estudio de Parpa y Michaelides (2022) se demuestra también los efectos de un periodo de desentrenamiento debido a una enfermedad. En él, se expresa que a diferencia de la condición física reducida después de un período prolongado de desentrenamiento en atletas de élite, los efectos del desentrenamiento a corto plazo (1-2 semanas aproximadamente) sobre la condición física son controvertidos. Algunos estudios informaron que incluso un período corto de inactividad podría tener un efecto de desentrenamiento significativo. En particular, 2 semanas de inactividad, causarían una reducción en la capacidad aeróbica y la capacidad de sprint. Por el contrario, también se puede establecer

que el desentrenamiento a corto plazo después de una temporada competitiva mejorará los niveles de fuerza y estado físico cardiorrespiratorio.

El programa de kayak de velocidad olímpico actual comprende las distancias de 500m en k1, k2, k4 hombre y mujer. Aun así, en las competiciones internacionales regidas por la Federación Internacional de Canoa (ICF), comprende las distancias de 1000, 500 y 200m. Se ha estimado en un ergómetro de kayak que el evento de 1000m requiere que el 82% de la energía total se proporcione a través de vías oxidativas, mientras que solo se requiere 65% y 37% para las carreras de 500m y 200m respectivamente (Borges et al., 2015).

En el estudio de Borges et al. (2015), se establecen que las características que más afectan al rendimiento deportivo de los piragüistas de velocidad son los valores antropométricos (Suma de los 7 pliegues, masa corporal...); capacidad aeróbica (VO₂); Oxigenación Muscular y el rendimiento en Kayak.

Aunque teniendo en cuenta, las estadísticas establecen que el piragüismo es el deporte más laureado olímpicamente en España, existe un número de investigaciones muy limitado a pesar de sus grandes logros. En este estudio queremos observar los efectos de la infección del Covid-19 en las variables fisiológicas, antropométricas y de rendimiento.

2. Justificación

Tras tres años de la pandemia mundial del COVID-19, aún no se sabe al 100% cómo afectó a largo plazo la infección a las personas que la padecieron. Tanto efectos cardiovasculares, respiratorios o psicológicos. La gran mayoría de la literatura está enfocada a la población general, pero hay muy pocas referencias en deportistas.

Nosotros queremos desarrollar un estudio donde podamos observar si el haber contraído la enfermedad tiene una consecuencia directa en las personas que se dedican profesionalmente al deporte y más específicamente al piragüismo.

Para este grupo de deportistas su profesión es el piragüismo, su vida depende de su trabajo y por tanto su trabajo depende de su salud. Queremos ver si a raíz de contraer el COVID-19 su rendimiento disminuyó, aumentó o se mantuvo en los mismos parámetros que tenían previo a sufrir la enfermedad.

Por ello decidimos realizar el estudio observacional durante la temporada 2021-2022 de piragüismo ya que en noviembre de 2021 se descubre una nueva variante del COVID 19, la variante Omicron. Esta variante más contagiosa pero menos agresiva al cuerpo marca un pico más grande de infectados en toda España. Esto produce que haya más probabilidades de encontrar más sujetos que hayan sufrido la enfermedad y la gran mayoría con cuadros clínicos leves o asintomáticos. Además, todos habrían sido aislados el mismo periodo de tiempo y por tanto sus disminuciones físicas habrán sido lo más parecidas posible.

Se ha elegido el piragüismo ya que es un deporte pequeño en España. Esto nos va a permitir encontrar los datos necesarios de una manera más simple. Además, es un ejercicio de gran exigencia física, mental y respiratoria, secuelas donde el COVID-19 ha dejado más huella. Al ser también un deporte de medio acuático, durante el aislamiento ya sea con un cuadro leve o asintomático no es posible entrenarlo desde casa.

3. Hipótesis y objetivos

- **Hipótesis conceptual:** existe un empeoramiento significativo de las marcas de los piragüistas de alto rendimiento posterior a padecer el COVID-19
- **Hipótesis alternativa:** existe un empeoramiento estadísticamente significativo de los valores de VO₂max de los piragüistas de alto rendimiento posterior a padecer el COVID-19
- **Hipótesis alternativa:** existe un empeoramiento estadísticamente significativo de los valores de fuerza (fuerza máxima y explosiva) de los piragüistas de alto rendimiento posterior a padecer el COVID-19
- **Hipótesis alternativa:** existe un empeoramiento estadísticamente significativo de los valores de estrés de los piragüistas de alto rendimiento posterior a padecer el COVID-19
- **Hipótesis nula:** no existe un empeoramiento estadísticamente significativo de las marcas de los piragüistas de alto rendimiento posterior a padecer el COVID-19

Objetivo principal: observar si se producen cambios en las marcas de piragüistas de alto rendimiento tras padecer el COVID-19 en relación con las marcas obtenidas previas a la enfermedad.

Objetivos secundarios:

- Observar si disminuyen los valores de VO₂max de los piragüistas de alto rendimiento posterior a padecer el COVID-19.
- Observar si empeoran los valores de fuerza de los piragüistas de alto rendimiento posterior a padecer el COVID-19.
- Observar si se agravan los valores de estrés de los piragüistas de alto rendimiento posterior a padecer el COVID-19.

4. Metodología

4.1. Diseño

Se ha realizado un estudio observacional, retrospectivo, descriptivo y longitudinal en el cual se analizan las repercusiones en las características antropométricas, en la composición corporal y en el rendimiento antes y después de padecer COVID-19 en piragüistas de alto rendimiento y/o alto nivel pertenecientes a los equipos senior, sub-23 y junior de los distintos Centros de Tecnificación Deportiva en el territorio nacional. El estudio ha sido redactado cumpliendo los criterios Strobe.

A cada sujeto se le fue administrado el consentimiento informaron que debieron firmar para el tratamiento de sus Datos Personales.

El estudio ha sido aprobado por el comité de investigación de la Universidad Europea de Madrid (CPI/23.xxx). Los datos obtenidos han sido tratados según la ley 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantías de los derechos digitales, de manera anónima y confidencial

4.2. Sujetos

La selección de los sujetos de estudio se realizará a través de los casos sintomáticos registrados en la temporada 2021/2022 de COVID-19 establecidos mediante una examinación de PCR dentro de los distintos Centros de Tecnificación Deportiva (CTD) en territorio español, no llegando a padecer los criterios de gravedad o mala evolución establecidos por la Guía

de Protocolos y Recomendaciones de la Comunidad de Madrid. Los sujetos que se establecen en nuestra muestra pertenecen a los cinco CTD de España de piragüismo los cuáles cuentan con estos palistas:

- CTD Asturias: 22 palistas (8 K1 hombre junior, 4 K1 mujer junior, 2 C1 hombre senior y 8 K1 hombre senior).
- CTD Galicia: 8 palistas (8 K1 mujer senior).
- CTD Murcia: 8 palistas (4 C1 mujer junior y 4 C1 hombre junior).
- CTD Madrid: 7 palistas (1 K1 mujer senior y 6 K1 hombre junior).
- CTD Sevilla: 12 palistas (6 K1 hombre sub-23 y 6 K1 mujer sub-23)
- CTD Mallorca: 6 palistas (5 C1 hombre senior y 2 C1 mujer senior).

En total, nuestra selección incluye 63 palistas en los centros CTD, por ello, existirá un máximo de muestreo de 63 sujetos siempre y cuando cumplan con los criterios de inclusión y exclusión.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- Deportistas hombres y mujeres entre 16 y 35 años pertenecientes a los equipos junior, sub-23 o senior de tecnificación deportiva en territorio español.
- Tener un mínimo de 1 dosis de vacunación frente a la COVID-19.
- Haber padecido COVID-19 sintomático leve durante la temporada 2021/2022.
- Cumplir con el protocolo de actuación frente a los contagiados leves de la COVID-19 establecido por la Comunidad de Madrid.
- Haber realizado un confinamiento entre 0 y 5 días en la residencia del CTD como consecuencia a la infección de la COVID-19

En relación con los criterios de exclusión, quedan fuera del estudio aquellos deportistas que:

- Haber padecido síntomas leves de la infección, pero tener una mala evolución de los síntomas.
- Haber sufrido una enfermedad grave que conlleve pérdida de entrenamiento o ingreso hospitalarios.
- Haber realizado un confinamiento superior a los 5 días (ya que se empiezan a encontrar cambios fisiológicos en la oxigenación del músculo debido a la inactividad).

- Cumplir con los criterios de vulnerabilidad frente al COVID-19 establecidos por la Comunidad de Madrid.

4.3. Grupos

En el presente estudio no se han realizado grupos.

4.4. Variables

De acuerdo con el objetivo del estudio, se observa la relación entre la variable independiente (Efectos/secuelas/consecuencias de padecer COVID-19) y su efecto sobre las variables dependientes: características antropométricas, fisiológicas o de rendimiento:

4.4.1. Variables dependientes:

- **Características antropométricas:** (Variables Cuantitativas Continuas)
 - Masa corporal (kg)
 - Estatura (cm)
 - Talla Sentado/a (cm)
 - Envergadura (cm)
 - Perímetros Corporales:
 - Perímetro hombros
 - Perímetro Tórax
 - Perímetro Abdominal
 - Perímetro del brazo flexionado y Contraído
 - Perímetro Antebrazo
 - Pliegues Cutáneos
 - Pliegue pectoral
 - Pliegue Cresta Iliaca
 - Pliegue Abdominal
 - Pliegue del bíceps
 - Pliegue del Tríceps
 - Pliegue subescapular
 - Pliegue Muslo Anterior
- **Composición Corporal:** (Variables Cuantitativas Continuas)
 - Índice de masa corporal (IMC)

- Masa muscular (bioimpedancia y estimación de masa muscular mediante área de sección transversal) y porcentaje de masa muscular (bioimpedancia y fórmula de Lee).
- % grasa corporal (Whithers y col. (específica para población deportista))
- Sumatorios de pliegues cutáneos (5 pliegues cutáneos)
- **Características del rendimiento:** (Variables Cuantitativas Continuas)
 - Evaluación 5RM Press de Banca y Dorsal de Banca.
 - Resistencia Anaeróbica (30s de máxima intensidad en kayak ergómetro)
 - VO2 max (esfuerzo máximo de 4 minutos en kayak ergómetro)
 - Eficiencia de palada (kayak ergómetro)
 - Frecuencia Máxima palada (kayak ergómetro) (Cuantitativa Discreta)
 - Fuerza prensión manual con Dinamómetro
 - Flexibilidad: Sit and Reach (Isquiotibiales)
- **Rendimiento en Agua: Valoración contrarreloj 200m, 500m y 1000m**

4.4.2. Variables independientes:

Se recogerán en las bases de datos del piragüista o en el historial médico

- Edad (años): Variable cuantitativa continua.
- Sexo (masculino/femenino): Variable cualitativa, nominal.
- Índice de masa corporal.

4.5. Descripción de la toma de datos

- **Valores Antropométricos:**

- Peso Corporal: Principal estimador para la composición corporal del sujeto. Para su medición es necesario utilizar

- báscula. La medición se expresará en kilogramos (kg), con un ajuste de precisión de 0,1kg.
- Estatura (cm): Esta variable es determinante tanto en la capacidad respiratoria, como en la capacidad cardio-vascular o como en la fuerza muscular del individuo. Para la estatura (cm) se utilizará un estadiómetro fijo de pared.
 - Talla Sentado (cm): En cuanto a la talla sentado (cm), es biomecánicamente más importante este tipo de medición en piragüismo ya que el deportista debe realizar el deporte en esta posición, además de que las canoas realizan el deporte en posición de zancada, con rodilla apollada. Para esta, se utilizará un Tallímetro para talla sentado.
 - Envergadura (cm): Esta medida tiene una alta correlación con la estatura y en deportes en los que se realiza un movimiento cíclico articular con los brazos como son el piragüismo o la natación, es un valor muy importante. Para estos valores vamos a utilizar un tablón de pared para envergadura que mide desde 1,5m hasta 3m.
 - Perímetros Corporales: Los perímetros corporales se utilizan de forma directa o indirecta para estimar tanto el desarrollo muscular como la distribución de grasa corporal. Suele ir conjunto a los pliegues cutáneos. Para medir los perímetros se utilizará la técnica de manos cruzadas, en la que rodeamos la estructura con la cinta antropométrica y con la marca del cero realizaremos la medición exacta. Hay que tener cuidado en las partes blandas de no oprimir demasiado ya que puede dar error. La medición de las distintas estructuras se realizará:
 - Perímetro hombros: Esta medición se realiza mediante la cinta antropométrica alrededor de la circunferencia tomada a nivel de la máxima prominencia deltoidea. El sujeto se colocará de pie, con los hombros ligeramente hacia atrás y brazos colgando a los lados del cuerpo. La lectura se realizará al final de una espiración normal.

- Perímetro tórax: Esta medición es importante para valorar el índice de tamaño de estructura corporal o como cálculo para la masa muscular. Se realizará con el paciente de pie, con una abducción de hombro de 90° para facilitar el pase de la cinta. Esta se colocará a la altura de la cuarta costilla, haciendo articulación con el esternón, en la línea media de esta estructura.
- Perímetro Abdominal: Esta medida se utiliza principalmente para valorar la grasa corporal y su distribución. Utilizaremos el ombligo como punto medio para la medición y pediremos que separe un mínimo los brazos para poder realizar el recorrido con la cinta.
- Perímetro del brazo flexionado y Contraído: Se obtiene cuando se realiza una contracción máxima activa de toda la musculatura de la zona incluyendo el hombro y el codo en posición de flexión. Es necesaria esta información sobre el desarrollo muscular y para así facilitar el cálculo del somatotipo. El paciente se coloca en bipedestación, con el hombro en flexión de 90° y una flexión máxima de codo con supinación del antebrazo y realiza la contracción máxima. Hay que colocarse en el máximo perímetro del bíceps.
- Perímetro Antebrazo: Se utiliza la circunferencia del antebrazo en posición relajado y supinación. Esta medición se utiliza para observar el desarrollo musculo-esquelético del antebrazo. Además, ese valor se puede utilizar para la estimación de la masa muscular de la zona. La posición será con el antebrazo en supinación y el paciente en bipedestación con flexión de codo.
- Pliegues Cutáneos (mm): En alto rendimiento es indispensable determinar la grasa corporal. Su medición en las distintas localidades nos aporta información sobre el nivel donde se producen cambios como en el tejido graso subcutáneo en las modificaciones de la masa corporal total. Se utiliza un compás de pliegues cutáneos.

- Pliegue pectoral: La medición se realiza en bipedestación con los brazos en posición anatómica relajada. Nos colocamos a la derecha de este y con el compás medimos el pliegue.
- Pliegue Cresta Iliaca: Esta variable se utiliza en la distribución de la grasa subcutánea y para una estimación de la densidad y por tanto para la grasa corporal. El paciente en bipedestación con ligera abducción del brazo para poder utilizar el compás de pliegues.
- Pliegue Abdominal: Este pliegue se utiliza principalmente para evaluar tanto la composición corporal, como la distribución de la grasa subcutánea. Se coloca el compás a 1cm en la línea media recto anterior.
- Pliegue del bíceps: Se utiliza para la distribución de la grasa corporal, y en la realización de una estimación de la densidad. El sujeto se coloca en bipedestación, en posición anatómica, relajado, codo en extensión y el antebrazo supinado. Se coloca el compás a 1cm de la línea media del bíceps.
- Pliegue del Tríceps: Se utiliza para calcular el área transversal muscular y su masa muscular. El sujeto en bipedestación con el brazo relajado. El compás se coloca a 1cm de la línea media formada por el tríceps braquial.
- Pliegue subescapular: Se utiliza para la composición corporal, caracterización en el perfil de distribución de su grasa subcutánea. El sujeto en bipedestación, con los brazos sueltos a lo largo del cuerpo. El técnico situado detrás, recoge el pliegue situado en la cara posterior del tórax, inferior y lateral a la zona escapular. La dirección del pliegue será oblicua
- Pliegue del muslo anterior: Este pliegue se mide sobre la zona del recto anterior del músculo cuádriceps. El sujeto se coloca sentado, con la pierna relajada a 90° o semiextendida. Se obtendrá el pliegue a 1cm distal, en el punto medio del cuádriceps a lo largo del eje longitudinal.

Se utilizará el sumatorio de pliegues (tríceps + iliaco + abdominal + subescapular + muslo) para la medición de varios valores antropométricos como es la medición de grasa corporal.

- **Composición Corporal:** (Variables Cuantitativas Continuas)
 - Índice de masa corporal (IMC): Utilización bioimpedancia eléctrica.
 - Masa muscular (bioimpedancia y estimación de masa muscular mediante área de sección transversal) y porcentaje

$$\text{Estatura} * ((,00744 * (\text{p. brazo relajado corregido})^2) + (0,00088 * (\text{p. muslo corregido})^2) + (0,0441 * (\text{p. pierna máxima corregido})^2)) + (2,4 * \text{sexo}) - (0,048 * \text{edad}) + \text{raza} + 7,8$$

de masa muscular (bioimpedancia y fórmula de Lee). Masa muscular estimada mediante la E. de Lee y Col (2000).

- % grasa corporal (Whithers y col.): Se realizará el cálculo mediante la fórmula de Whithers y col. debido a que es específica para la población deportista.

Whithers (1987). Densidad Corporal:

$$\text{Varones: } 1,0988 - (0,0004 * (\text{Pl.triceps} + \text{Pl.subescapular} + \text{Pl.biceps} + \text{Pl.supraespinal} + \text{Pl.abdominal} + \text{Pl.muslo anterior} + \text{Pl. pierna medial}))$$

$$\text{Mujeres: } 1,17484 - (0,07229 * (\text{Log}(\text{Pl. triceps} + \text{Pl.subescapular} + \text{Pl.supraespinal} + \text{Pl.pierna medial})))$$

- **Características del rendimiento:** (Variables Cuantitativas Continuas)
 - Evaluación 5RM Press de Banca y Dorsal de Banca: Se realizará un calentamiento exhaustivo de mínimo 15 minutos en el cual se trabajará principalmente la musculatura implicada, trabajando en las máquinas en las que se realizará el examen. Se realizará primero uno de los dos ejercicios a elección del sujeto. Se le otorgarán 3 intentos para llegar a la marca máxima. Debido a que al ser deportistas de alto rendimiento ya

cuentan con los conocimientos para realizar el ejercicio, así como marcas previas, se utilizarán estas para empezar el primer intento, y a partir de esta se aumentará o disminuirá el peso del ejercicio. Entre los intentos se establecerán 6-7 minutos de descanso con movilidad articular activa. Posteriormente, se descansarán 10 minutos, y se calentará en la próxima máquina (dorsal de banca o press de banca) para realizar el siguiente prueba de la misma forma. Se escogerá aquella marca más alta (kg).

- Resistencia Anaeróbica (30s de máxima intensidad en kayak ergómetro): Posterior a las pruebas de RM, se descansará 30 minutos y se realizará un calentamiento en el kayak ergómetro mediante series progresivas a R3, en las cuáles se buscará alcanzar un paleo sub-máximo. Se utilizará un kayak ergómetro preferiblemente de Dansprint-Pro o Kayak-First. Aquellos que incluyan un ventilador frontal y un monitor de abordo con el cuál analizar las distintas variables aquí mencionadas. La resistencia se colocará al mínimo ("1") y el factor de arrastre se colocará en 44 para hombres y 35 para mujeres en el caso del ergómetro Dansprint-pro y en otros kayak-ergómetros se establecerán aquellos valores que asemejen más la remada al contacto con el agua donde los sujetos entrenan.

En la prueba, se realizarán 2 intentos con un descanso de 5 minutos de por medio, con paleo continuo a R1 para la obtención de la mejor marca. Se obtendrán los valores de: distancia máxima (m), potencia máxima (km/h) y paleo máximo (p).

- VO2 max (esfuerzo máximo de 4 minutos en kayak ergómetro): Después de un descanso de 20 minutos, paleando a un ritmo de R1, en el mismo kayak-ergómetro, se realizará un prueba de 4 minutos a esfuerzo máximo, donde la resistencia se volverá a colocar en "1" y el factor de arrastre a

44 en hombres y 35 en mujeres. La frecuencia cardiaca (FC) se monitorizará constantemente por telemetría. El intercambio de gases y las variables ventilatorias se registrarán de forma continua a través de la espirometría. El VO₂ max se consideró como el valor medio más alto registrado durante los últimos 10 segundos de la prueba máxima de 4 minutos cuando se cumplió 1) la tasa de intercambio respiratorio (RER) 1.0 o 2) La tasa de esfuerzo percibido es mayor a 19 en la escala de Borg (de 6 a 20). Se evalúa la distancia máxima recorrida (m), la media de frecuencia de palada, potencia máxima (km/h), ritmo medio (min/km) y la potencia media (km/h), además de los valores dentro de la espirometría mencionados con anterioridad.

- Eficiencia de palada (kayak ergómetro): Este dato se correlaciona con el avance de la embarcación entre paladas, es decir, a mayor avance del barco en menor número de paladas, mayor eficiencia existirá. Para ello, durante la prueba de 30s y 4min para VO₂ max, el kayak-ergómetro evaluará mediante el ritmo de palada y la distancia recorrida (m) esta eficacia. Además, en los tests de rendimiento en agua, se utilizará una pértiga-potenciómetro (One Giant Leap) con la cuál se analizarán los datos de distancia recorrida, fuerza ejercida y velocidad de la pértiga (pala) a través de un giroscopio.
- Frecuencia Máxima palada (agua) (Cuantitativa Discreta): En la distancia de 200m, se evaluará la frecuencia máxima de palada, ya que en esta distancia, realizada a capacidad máxima (R7), se debería llegar a la frecuencia máxima de palada. Este dato se obtendrá durante las pruebas de rendimiento en agua.
- Fuerza presión manual con Dinamómetro: La fuerza muscular isométrica máxima se evaluará mediante un dinamómetro hidráulico portátil (Dinamómetro Carmy). Los sujetos realizaron

tres contracciones isométricas de máxima intensidad (3s) con cada mano con 1 minuto de descanso entre pruebas con el antebrazo a 90° y de pie. Se registra la mejor marca de cada mano.

- Flexibilidad: Sit and Reach (Isquiotibiales): Se realiza el test de Sit and Reach ya que corresponde con el test de flexibilidad más compenetrado con el deporte del piragüismo al colocarse en una posición muy parecida a la del deporte. Se realizarán dos intentos, con 2 minutos de descanso entre ambos y se recoge aquella mejor marca.
- **Rendimiento en Agua: Valoración contrarreloj 200m, 500m y 1000m**: Se escogerá la pista de agua en la que el sujeto entrene con normalidad o tenga establecido las últimas marcas personales de tiempo. Además, en el día en el que se realicen las pruebas de rendimiento en agua, no podrá existir un viento 10km/h a favor o en contra de la realización de la prueba. Para la salida de las distintas pruebas, se utilizarán los comandos establecidos por la Federación Internacional de Canoa (ICF): “*Ready, Set, Go!*”. El evaluador se encontrará en una lancha motora, con un ayudante para cronometrar el tiempo con dos cronómetros, evaluando también los parciales (250m) en las distancias de 500m y 1000m. El orden de prueba será 200m, 500m y 1000m, con un descanso de 30 minutos entre cada prueba y con un calentamiento de 5-10 minutos mínimo anterior a su realización. La lancha motora tendrá que estar evaluando por detrás de los deportistas o a una distancia lateral 3m para evitar así la utilización de olas a favor o en contra del deportista.

4.6. Recogida y análisis de los datos

Los datos descritos con anterioridad serán otorgados por la Real Federación Española de Piragüismo, con sede en Madrid, a la cual los distintos CTD envían informes sobre los distintos valores de rendimiento y fisiológicos de los deportistas que permanecen en sus instalaciones. Se establece una recopilación previa que realizan antes de cada temporada llevada a cabo por el equipo de técnicos, médicos y fisioterapeutas, que dependerá de la especialidad de

piragüismo de cada deportista, así como su sexo. Este recopilatorio de información se realiza por primera vez en el mes de octubre, cuando ya han terminado todas las competiciones internacionales y da comienzo la nueva temporada, y se realiza un seguimiento de las medidas y marcas cada tres meses.

Obtendremos los datos del último examen antes de que los deportistas sufrieran el COVID-19, y el primer examen posterior a recuperarse de la infección. Nuestra labor se corresponde con la recogida de datos previos y posteriores a sufrir COVID-19 y si consiguiente puesta en común.

Hemos establecido una tabla (Tabla 1) donde aparecerán los datos a analizar de las variables medidas previos a la infección y posterior a la infección ofrecidos por la Real Federación Española de Piragüismo de cada uno de los deportistas. También se dejará plasmado la fecha del examen que se le hizo previo a la enfermedad, la fecha de la enfermedad y la fecha de las mediciones posteriores a la infección. Se dispondrá de un consentimiento informado en el cual los sujetos deben aceptar el análisis de recogida de sus datos, así como que sus datos permanecerán anónimos.

En cuanto al análisis de datos, utilizaremos medidas específicas de asociación debido a que es un estudio observacional. Contrastando así la asociación entre la variable independiente (edad, sexo, IMC) y las variables dependientes (variables antropométricas, fisiológicas y de rendimiento). Utilizaremos el test de Kolmogorov Smirnov ya que nuestra muestra será mayor de 30 (63 sujetos como máximo). En cuanto a nuestras variables cuantitativas (Marcadores de rendimiento, Antropometrías, IMC...) utilizaremos la correlación de Pearson si esta distribución llegara a ser normal. Si existiera otra distribución (distribución no normal), utilizaríamos el coeficiente de Rho de Spearman (para valores no paramétricos).

Tabla 1
Tabla comparativa Pre-Post infección de COVID-19

Número Sujeto:													
Sexo:													
Valores Antropométricos:			Composición Corporal				Características de Rendimiento				Rendimiento en Agua		
	PRE	POST		PRE	POST		PRE	POST		PRE	POST		
MASA CORPORAL (KG)			IMC BIOIMPEDANCIA			5RM PRESS BANCA					200M		
ESTATURA (CM)			MASA MUSCULAR (E. de Lee y Col)			5RM DORSAL BANCA					500M		
TALLA SENTADO (CM)			% GRASA (Whithers y Col.)			RESISTENCIA ANAERÓBICA (30S)					1000M		
ENVERGADURA (CM)						DISTANCIA MÁXIMA							
SUMATORIO PLIEGUES (MM)						POTENCIA MÁXIMA							
PERÍMETROS (CM)						PALEO MÁXIMO							
PERÍMETRO TORAX (CM)						VO2 MAX							
PERÍMETRO ABDOMINAL (CM)						VO2 MAX RER							
PERÍMETRO BRAZO FLEX (CM)						EFICIENCIA DE PALADA							
PERÍMETRO ANTEBRAZO (CM)						FRECUENCIA MÁXIMA PALADA							
PERÍMETRO HOMBRO (CM)						FUERZA DE PRENSIÓN MANUAL							
						DINAMÓMETRO							
						FLEXIBILIDAD							
						SIT AND REACH							

Nota. Elaboración Propia

4.7. Limitaciones del estudio

Las principales limitaciones presentes en el estudio han sido, los factores ambientales que se pueden generar en el piragüismo ya que es un deporte al aire libre y en un entorno cambiante como es el agua y eso puede generar cambios en las marcas de los deportistas. Otra limitación fue la diferencia entre las variantes del COVID-19 ya que estas tuvieron ligeros cambios en la sintomatología y posiblemente en las secuelas. Por último, también hubo la limitación de la pérdida y aumento de rendimiento personal de cada uno de los deportistas dependiendo del momento de temporada en el que estaban. Al ser deportistas de alto rendimiento, su planificación dependerá de sus objetivos y por tanto su rendimiento durante toda la temporada podrá cambiar.

5. Plan de trabajo:

5.1. Etapas de desarrollo y distribución de tareas

Tabla 2
Etapas de desarrollo y distribución de tareas

Tarea	Fecha	Distribución	Explicación
Búsqueda de información sobre nuestro tema	Marzo	Alberto y Lucía	En primer lugar, se realizó una búsqueda en la literatura sobre las secuelas de la COVID-19 en todos los aspectos del rendimiento (fuerza, psicología, capacidad respiratoria...) del piragüismo.
Elección de variables, hipótesis, criterios de inclusión y exclusión	Abril	Alberto y Lucía	Tras la búsqueda se formalizaron las hipótesis, las variables y los criterios de inclusión y exclusión.
Escritura comité ético y hoja de información	Abril	Alberto y Lucía	Escritura para la aprobación del estudio por parte del comité de investigación de la Universidad Europea de Madrid

Solicitud comité ético y hoja de información	Abril	Alberto y Lucía	Realización de la solicitud al comité de investigación y aprobación con código interno CIPI/23.xxx
Recopilación de datos	Abril-Junio	Alberto y Lucía	Recopilación de todas las variables gracias a la aportación de ellos por parte de la Real Federación Española de Piragüismo.
Análisis de datos y análisis estadístico	Abril-Junio	Alberto y Lucía	Proceso de análisis de los datos recopilados anteriormente.
Interpretación de los datos	Junio	Alberto y Lucía	Descripción detallada de los datos obtenidos y previamente analizados en un informe final.
Escritura del artículo	Junio	Alberto y Lucía	Escritura de manera progresiva del artículo que comienza previo a la recopilación de los datos.
Publicación del artículo	Julio	Alberto y Lucía	Tras la escritura, el artículo se envía a las principales revistas científicas temáticas para producir un impacto en la literatura.

Nota. Elaboración Propia

5.2. Equipo investigador

El equipo investigador está formado por:

- **Investigador principal 1:** Alberto González Serrano, graduado en Fisioterapia y graduado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte por la Universidad Europea de Madrid.
- **Investigador principal 2:** Lucía Iturri Méndez, graduada en Fisioterapia y graduada en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte por la Universidad Europea de Madrid.

6. Referencias bibliográficas

- Borges, T. O., Dascombe, B., Bullock, N., & Coutts, A. J. (2015). Physiological characteristics of well-trained junior sprint kayak athletes. *International journal of sports physiology and performance*, 10(5), 593–599. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2014-0292>
- Brown, K. D., Gilliland, T. J., Reynolds, M., McShan, E. E., & Driver, S. (2022). Reduction in cardiopulmonary and cognitive performance after COVID-19 in a competitive athlete. *Proceedings (Baylor University. Medical Center)*, 36(1), 75–77. <https://doi.org/10.1080/08998280.2022.2132462>
- Buonsenso, A., Murri, A., Centorbi, M., Di Martino, G., Calcagno, G., di Cagno, A., Fiorilli, G., & Iuliano, E. (2022). Psychological Wellbeing and Perceived Fatigue in Competitive Athletes after SARS-CoV-2 Infection 2 Years after Pandemic Start: Practical Indications. *Journal of functional morphology and kinesiology*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.3390/jfmk8010001>
- Corona, V. F., Gualano, M. R., Rossi, M. F., Valz Gris, A., Amantea, C., Moscato, U., & Ricciardi, W. (2022). Psychological and Mental Sequelae in Elite Athletes with Previous SARS-CoV-2 Infection: A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, 19(24), 16377. <https://doi.org/10.3390/ijerph192416377>
- Fan, Y., Li, X., Zhang, L., Wan, S., Zhang, L., & Zhou, F. (2022). SARS-CoV-2 Omicron variant: recent progress and future perspectives. *Signal transduction and targeted therapy*, 7(1), 141. <https://doi.org/10.1038/s41392-022-00997-x>
- Halle, M., Binzenhöfer, L., Mahrholdt, H., Johannes Schindler, M., Esefeld, K., & Tschöpe, C. (2021). Myocarditis in athletes: A clinical perspective. *European journal of preventive cardiology*, 28(10), 1050–1057. <https://doi.org/10.1177/2047487320909670>
- Jurecka, A., Skucińska, P., & Gądek, A. (2021). Impact of the SARS-CoV-2 Coronavirus Pandemic on Physical Activity, Mental Health and Quality of Life in Professional Athletes-A Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, 18(17), 9423. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179423>

Ministerio de Sanidad. (2022, Agosto). Actualización de la situación epidemiológica de las variantes de SARS-CoV-2 en España.

https://www.sanidad.gob.es/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/COVID19_Actualizacion_variantes_20220808.pdf

Monosilio, S., Prospero, S., Squeo, M. R., Spataro, S., Spataro, A., & Maestrini, V. (2023). Short and Long-Term Cardiovascular Sequelae after SARS-CoV-2 Infection: A Narrative Review Focusing on Athletes. *Viruses*, 15(2), 493.

<https://doi.org/10.3390/v15020493>

Organización Mundial de la Salud. (Noviembre, 2020). Información básica sobre la COVID-19.

<https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19>

Parpa, K., & Michaelides, M. (2022). Aerobic capacity of professional soccer players before and after COVID-19 infection. *Scientific reports*, 12(1), 11850.

<https://doi.org/10.1038/s41598-022-16031-7>

Soares, M. N., Eggelbusch, M., Naddaf, E., Gerrits, K. H. L., van der Schaaf, M., van den Borst, B., Wiersinga, W. J., van Vugt, M., Weijs, P. J. M., Murray, A. J., & Wüst, R. C. I. (2022). Skeletal muscle alterations in patients with acute Covid-19 and post-acute sequelae of Covid-19. *Journal of cachexia, sarcopenia and muscle*, 13(1), 11–22. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12896>

Tsolakis, C., Cherouveim, E. D., Viliotis, A., Simeonidis, T., Skouras, A., & Koulouvaris, P. (2023). Effect of a home-based exercise training program on anthropometric characteristics and exercise performance during Covid-19 quarantine in young high-level kayak athletes. *Sport sciences for health*, 19(1), 339–347.

<https://doi.org/10.1007/s11332-022-00979-0>

Williams, Z., & Hull, J. H. (2022). Respiratory complications following COVID-19 in athletic populations: A narrative review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 10.1111/sms.14275. Advance online publication.

<https://doi.org/10.1111/sms.14275>

7. Anexos: Hoja informativa y Consentimiento informado.

En nombre de los responsables de este estudio, Alberto González y Lucía Iturri, nos disponemos a usted a informarle sobre el estudio de investigación que se va a llevar a cabo en la Universidad Europea de Madrid.

Tras la pandemia mundial del COVID-19 aun sigue siendo una incógnita los efectos secundarios que tuvo la infección tanto en la población normal como en la población deportista de alto rendimiento. Con este estudio queremos investigar si esta infección tuvo repercusiones en piragüistas de alto rendimiento tras sufrirla.

Es necesario que la persona voluntaria para prestar su información personal haya sufrido dicha enfermedad en la temporada 2021- 2022. Esta información será tratada de manera confidencial y anónima.

Tras la conclusión del estudio, los resultados serán otorgados a cada uno de los participantes.

Consentimiento informado

Todos los datos recogidos serán tratados según la ley 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. Sus datos serán tratados de manera anónima y confidencial, usándose solo para esta investigación. Su participación será voluntaria. Así mismo, sus datos serán analizados de manera conjunta con los datos de sus compañeros y servirá para la elaboración del artículo. Si necesita cualquier aclaración sobre los términos de su colaboración puede contactar con los responsables del estudio (Alberto González y Lucía Iturri) en la siguiente dirección:

- He leído y acepto mi consentimiento
- No, no acepto mi consentimiento

Firma:

Fecha: