

Article

Influencia de las Restricciones por el COVID-19 en el Entrenamiento y las Características Fisiológicas en Ciclistas de Élite SUB-23

Peter Leo¹, Iñigo Mujika^{2,3} y Justin Lawley¹

¹Division of Performance Physiology & Prevention, Department of Sport Science, University of Innsbruck, 6020 Innsbruck, Austria

²Department of Physiology, Faculty of Medicine and Nursing, University of the Basque Country, 48940 Leioa, Spain

³Exercise Science Laboratory, School of Kinesiology, Faculty of Medicine, Universidad Finis Terrae, Santiago 8320000, Chile

RESUMEN

PROPÓSITO: La pandemia del COVID-19 y sus restricciones de movilidad asociadas hicieron que muchos atletas ajustaran o redujeran su carga de entrenamiento habitual. El objetivo de este estudio fue investigar cómo las restricciones del COVID-19 afectaron las medidas de fisiología del entrenamiento y el rendimiento en ciclistas de élite SUB23. **MÉTODOS:** En este estudio participaron doce ciclistas de élite SUB23 ($n = 12$) (media \pm SD: edad 21.2 ± 1.2 años; altura 182.9 ± 4.7 cm; masa corporal 71.4 ± 6.5 kg). Las características del entrenamiento se evaluaron entre 30 días antes, durante y después de las restricciones del COVID-19, respectivamente. La evaluación fisiológica en el laboratorio fue de 30 días antes y después de las restricciones del COVID-19 e incluyó el consumo máximo de oxígeno ($VO_{2\text{máx}}$), la producción de potencia máxima para el sprint (SprintP $_{\text{máx}}$) y el ejercicio gradual incremental en rampa (GXTP $_{\text{máx}}$), así como la producción de potencia en el umbral ventilatorio (VT) y punto de compensación respiratoria (RCP). **RESULTADOS:** Las características de la carga de entrenamiento antes, durante y después del bloqueo permanecieron estadísticamente sin cambios ($p > 0.05$) a pesar de los grandes efectos (>0.8) con reducciones medias de 4.7 a 25.0% durante las restricciones del COVID-19. No hubo diferencias significativas en la producción de potencia máxima y submáxima, así como en el $VO_{2\text{máx}}$ relativo y absoluto entre las restricciones pre y post COVID-19 ($p > 0.05$) con efectos pequeños a moderados. **DISCUSIÓN:** Estos resultados indican que las restricciones del COVID-19 no afectaron negativamente las características de entrenamiento y las medidas de rendimiento fisiológico en ciclistas de élite sub-23 durante un período de <30 días. En contraste con informes recientes sobre ciclistas profesionales y otros atletas de élite, estos hallazgos revelan que mientras los atletas sean capaces de mantener y/o adaptar ligeramente su rutina de entrenamiento, las variables del rendimiento fisiológico permanecen estables.

INTRODUCCIÓN

Los atletas de resistencia son conocidos por realizar altos volúmenes de entrenamiento durante todo el año para mantener la aptitud cardiovascular y alcanzar el máximo rendimiento durante el período de competición [1, 2, 3]. Se ha informado

que la pandemia del COVID-19 afecta las rutinas de entrenamiento, competencia y recuperación de los atletas [4, 5, 6, 7, 8, 9]. Washif y cols. [4] analizaron los hábitos de entrenamiento de 12526 atletas de varios niveles de rendimiento (es decir, recreativo a profesional) de 142 países y seis continentes durante el confinamiento del COVID-19. A pesar de las reducciones en la frecuencia de las sesiones de entrenamiento, la mayoría de los atletas se centraron en el mantenimiento de la resistencia y la fuerza generales en lugar de explotar el entrenamiento deportivo específico [4,10]. Muriel y cols. [11] estudiaron el entrenamiento y las características fisiológicas de 18 ciclistas profesionales varones durante las 10 semanas previas al confinamiento del COVID-19 y durante el período de confinamiento de siete semanas: El volumen total de entrenamiento disminuyó significativamente en un 33.9% durante el encierro. Los volúmenes semanales (horas por semana) por zonas de entrenamiento estandarizadas disminuyeron entre un 25.8% y un 52.2%. También hubo grandes reducciones en las mejores potencia de 5 min y 20 min con descensos entre el 1% y el 19% en todos los ciclistas.

Cada vez hay más pruebas de que los estímulos de entrenamiento insuficientes afectan a los principales determinantes fisiológicos del rendimiento de resistencia tanto en la población general [12] como en los atletas altamente entrenados [13]. Mujika y Padilla [13] informaron que la interrupción del entrenamiento durante cuatro semanas provoca una rápida disminución del 6% al 20% en $VO_{2\text{máx}}$, del 10% al 14% en el volumen ventilatorio máximo, del 5% al 12% en el volumen sanguíneo y del volumen plasmático, además de inducir reducciones en las dimensiones cardíacas (por ej., espesor de la pared posterior del ventrículo izquierdo) en un 25%.

Dado que la actual situación de pandemia presenta un nuevo desafío para los atletas y ejercitantes, existe evidencia limitada sobre los efectos agudos de un período de bloqueo y restricción de la movilidad sobre las características del entrenamiento de los ciclistas de ruta y los determinantes fisiológicos del rendimiento. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue investigar cómo las restricciones del COVID-19 afectaron los umbrales pre y post SprintP_{máx}, GXP_{máx}, $VO_{2\text{máx}}$ y submáximos en ciclistas de élite SUB23. Además, se compararon las características del entrenamiento entre 30 días antes, durante y después de las restricciones del COVID-19. Presumimos que las restricciones del COVID-19 afectarían negativamente las variables del rendimiento fisiológico y las características del entrenamiento en ciclistas de élite sub-23.

MATERIALES Y MÉTODOS

Participantes

En este estudio participaron doce ciclistas de élite SUB23 de un equipo continental con licencia de la *Union Cycliste Internationale* (UCI) (media \pm SD: edad 21.2 ± 1.2 años; altura 182.9 ± 4.7 cm; masa corporal 71.4 ± 6.5 kg). Todos los métodos fueron aprobados por el comité de ética bajo las condiciones de la Declaración de Helsinki. Todos los sujetos participaron voluntariamente en el estudio y proporcionaron su consentimiento informado por escrito.

Restricciones de COVID-19

Toda la intervención involucró 90 días, que se dividieron igualmente en 30 días antes, durante y después de las restricciones del COVID-19. Los participantes vivían en Austria (n = 6), Alemania (n = 4) o Italia (n = 2). Se siguieron las pautas de restricción del COVID-19 de acuerdo con las regulaciones propias de cada país durante 30 días consecutivos e incluyeron restricciones de movilidad (n = 10) y confinamiento en el hogar (n = 2).

Características del entrenamiento

Se registraron las horas de entrenamiento acumuladas, la distancia recorrida y la frecuencia de entrenamientos por semana para los períodos respectivos, mencionados anteriormente. Todos los atletas cargaban sus datos de entrenamiento en una plataforma de entrenamiento *on line* (Trainingpeaks, Trainingpeaks LLC, Winchester Cir, MA, EE. UU.) [14]. Las horas semanales de entrenamiento, la distancia recorrida y la frecuencia del entrenamiento se recopilaron y procesaron, analizaron y verificaron en busca de picos de datos en Microsoft Excel (Excel, Microsoft Corporation, Redmond, WA, EE. UU.). Se calcularon las relaciones de intensidad, incluida la distancia por hora ($\text{km} \cdot \text{hora}^{-1}$) y la distancia por frecuencia de sesión ($\text{km} \cdot \text{sesión}^{-1}$).

Medidas de rendimiento fisiológico

Las medidas de rendimiento fisiológico se evaluaron 30 días antes y después de las restricciones del COVID-19. Todas las pruebas de laboratorio se realizaron en un ciclo estacionario con freno electromagnético (Cyclus2, RBM electronic-automation GmbH, Leibzig, Deutschland) con las propias bicicletas de carretera de los participantes (Alto Prestige, KTM Fahrrad GmbH, Mattighofen, Austria). El protocolo de prueba implicó un calentamiento estandarizado de 5 min a 100 W,

seguido de una prueba de velocidad de 15 seg y una prueba de ejercicio graduada incremental de laboratorio (GXT). La cadencia de pedaleo se redujo a 20-30 revoluciones por minuto (rpm) y el sprint comenzaba después de una cuenta regresiva de 5 seg. Después de una fase de recuperación de 10 min a 50 W, se completó el test GXT. La carga de trabajo inicial para el GXT se estableció en 150 W y se incrementaba en 20 W por minuto hasta el agotamiento volitivo. Las mediciones incluyeron SprintP_{máx} absoluta y relativa para la prueba de sprint de 15 seg, así como para el GXTP_{máx}. El VO₂máx se definió como el promedio más alto de 30 seg durante el GXT [15]. Se analizaron el VT y el RCP a partir del GXT, según Beaver y cols. [16]. El VT se definió como el punto donde la tasa de ventilación (VE) aumentaba en comparación con el VO₂ (VE/VO₂). El RCP se definió como el inicio de la hiperventilación durante la prueba de GXT, con un aumento de la VE en comparación con el volumen de liberación de dióxido de carbono (VCO₂), conocido como relación VE/VCO₂. Se utilizó espiroergometría de circuito abierto (ZAN600, nSpire Health GmbH, Alemania) con un sensor de flujo (FlowSensor, Tipo II, nSpire Health GmbH, Oberthulba, Alemania) para registrar la absorción de oxígeno (VO₂) y la liberación de dióxido de carbono (VCO₂). Se realizaron registros continuos de la frecuencia cardíaca (FC) mediante telemetría de corto alcance con una frecuencia de muestreo de 1 Hz (V800, Polar Electro Oy, Kempele, Finlandia).

Análisis estadístico

Todos los datos registrados se verificaron inicialmente para detectar violaciones a la normalidad con una prueba de Shapiro-Wilk. Se realizaron *t*-tests de muestras apareadas con un tamaño del efecto *d* de Cohen entre todas las características de rendimiento fisiológico. La *d* de Cohen se fijó en 0.2 para efectos pequeños, 0.5 para moderados y 0.8 para efectos grandes [17]. Se realizó un análisis de varianza de medidas repetidas unidireccionales (ANOVA) para comparar las características del entrenamiento para los 30 días antes, durante y después de las restricciones del COVID-19. El tamaño del efecto de *eta* cuadrado parcial (η^2 parcial) se estableció en 0.01 (pequeño), 0.06 (moderado) y 0.14 para un efecto grande. Todos los análisis estadísticos (JASP 0.15, JASP Team, Amsterdam, Países Bajos) y las ilustraciones gráficas (GraphPad Prism 8, GraphPad Software, San Diego, CA, EE. UU.) se realizaron con paquetes de software disponibles comercialmente.

Resultados

Las características antropométricas y fisiológicas de los participantes se presentan en la Tabla 1 (media \pm SD).

Tabla 1. Diferencias no significativas en las medidas antropométricas y fisiológicas entre las restricciones pre y post COVID-19; BMI: índice de masa corporal; HR_{máx}: frecuencia cardíaca máxima; GXTP_{máx}: potencia máxima en la prueba de esfuerzo incremental graduada en el laboratorio; VO₂máx-consumo máximo de oxígeno.

	Body Mass (kg)	BMI (kg·m ⁻²)	HR _{max} (bpm)	GXT _{Pmax} (W)	VO _{2max} (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)
PRE	68.8 \pm 3.8	20.7 \pm 0.7	194 \pm 7	471 \pm 36	75.4 \pm 4.4
POST	70.1 \pm 4.4	21.1 \pm 0.9	193 \pm 5	470 \pm 30	75.8 \pm 2.8

Características de entrenamiento

No se encontraron diferencias estadísticas en el volumen de entrenamiento, incluidas las horas completadas (η^2 parcial: 0.175), la distancia recorrida (η^2 parcial: 0.227) y la frecuencia de la sesión (η^2 parcial: 0.030) en los 30 días antes, durante y después de las restricciones por el COVID-19 (*p* >0.05). Las relaciones de intensidad km·hora⁻¹ (η^2 parcial: 0.182) y km·sesión⁻¹ (η^2 parcial: 0.187) también permanecieron sin cambios en los 30 días antes, durante y después de las restricciones por el COVID-19 (*p* >0.05) - ver Figura 1.

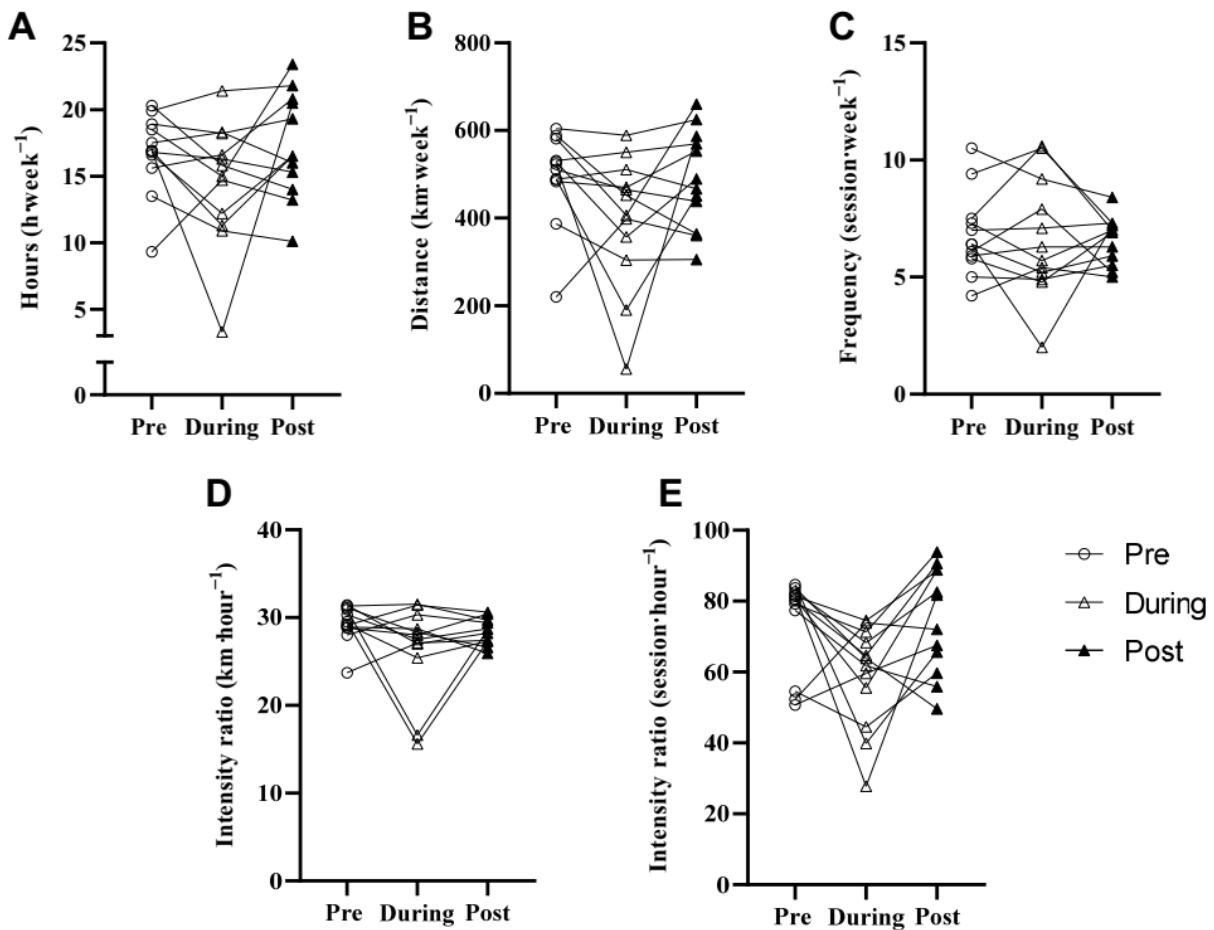


Figura 1. Diferencias no significativas en las horas de entrenamiento (A), la distancia (B), la frecuencia (C) y las relaciones de intensidad (D, E) entre 30 días antes, durante y después de las restricciones de COVID-19.

Medidas del rendimiento fisiológico.

No se encontraron diferencias estadísticas en el SprintPmáx absoluto y relativo (tamaño del efecto (ES): 0.451, 0.596, respectivamente), GXTPmáx (ES: 0.056, 0.198, respectivamente), potencia en el VT (ES: -0.302, -0.083, respectivamente) y RCP (ES: -0.522, -0.096, respectivamente), HRmáx (ES: 0.123) así como VO₂máx absoluto y relativo (ES: -0.622, -0.071, respectivamente), entre restricciones pre y post COVID-19 - ver figura 2.

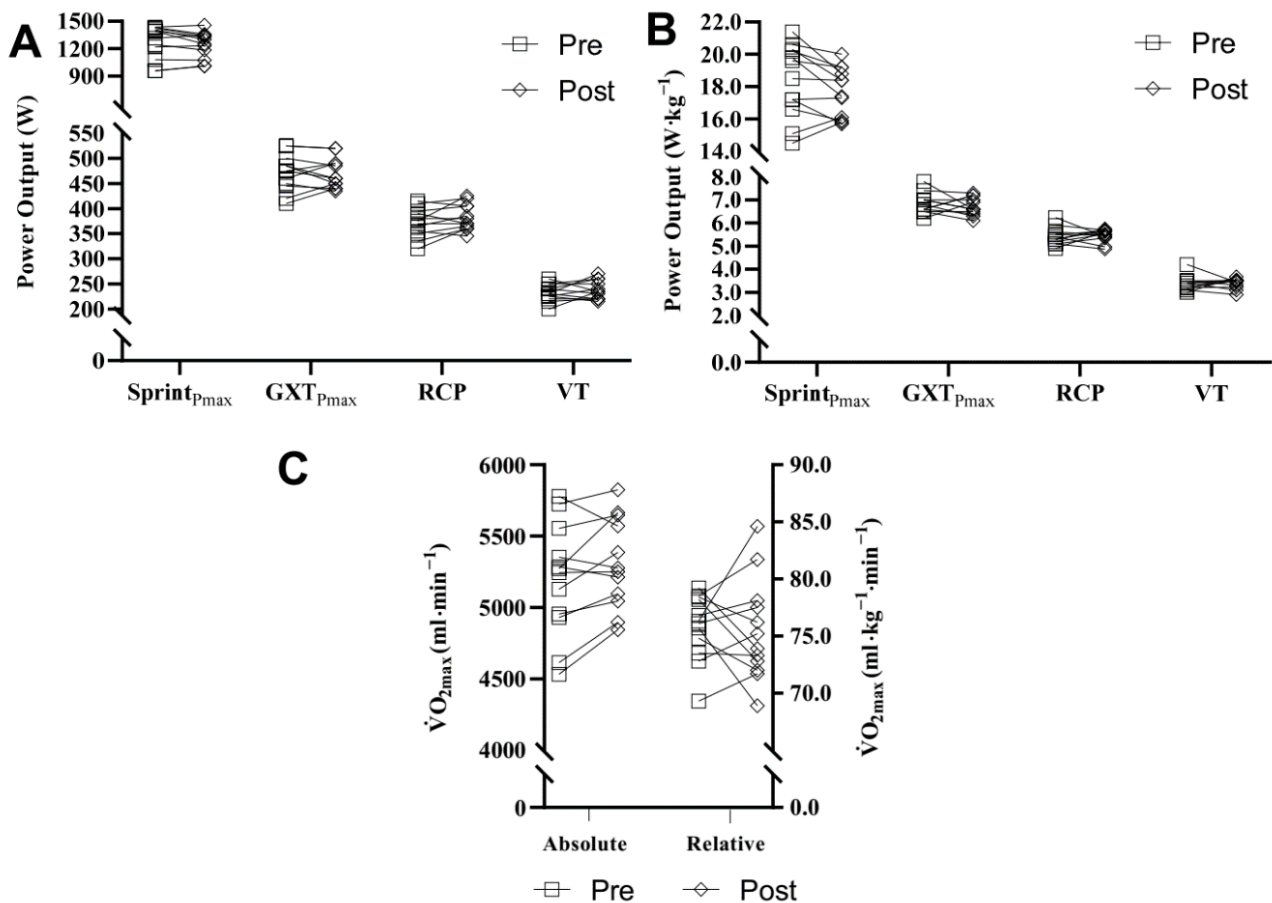


Figura 2. Diferencias no significativas en las medidas del rendimiento fisiológico entre las restricciones pre y post COVID-19; Potencia máxima absoluta (A) y relativa (B) en el SprintPmáx; potencia máxima en la prueba de velocidad de laboratorio; GXTPmáx: prueba de esfuerzo incremental graduada en laboratorio; RCP: punto de compensación respiratoria; VT: umbral ventilatorio; VO2máx: consumo máximo de oxígeno (C).

Discusión

En contraste con nuestra propia hipótesis inicial, el presente estudio no mostró diferencias en las características del entrenamiento y los determinantes del rendimiento fisiológico en los ciclistas de élite sub-23.

Según el conocimiento de los autores, este es el primer estudio que investiga los efectos de las restricciones del COVID-19 en una población ciclista de élite sub-23. Si bien se han realizado investigaciones en ciclistas profesionales por Muriel y cols. [18], sus hallazgos no coincidían con los del presente estudio. El estudio de Muriel y cols. [18] informó de una disminución significativa en las características del entrenamiento y las variables de rendimiento fisiológico durante las siete semanas del encierro por el COVID-19 en un equipo ciclista profesional español. En contraste, los hallazgos del presente artículo muestran que las restricciones del COVID-19 de cuatro semanas no tuvieron un efecto negativo sobre las características de entrenamiento y las variables de rendimiento fisiológico, incluyendo VO₂máx y la potencia en umbrales submáximos. Estos hallazgos contradictorios podrían llevar a la suposición de que las políticas de restricción del COVID-19 fueron diferentes en los países europeos [19]. Los participantes del estudio que vivían en países del norte de Europa pudieron continuar con sus hábitos de entrenamiento normales (restricciones de movilidad), mientras que los participantes que vivían en países del sur de Europa estaban restringidos al entrenamiento en interiores (confinamiento en el hogar). Estas diferencias sustentan por qué los sujetos del estudio de Muriel y cols. [18] indicaron un volumen de entrenamiento reducido porque se vieron obligados a entrenar en interiores (confinamiento en el hogar). Washif y cols. [4] realizaron una encuesta mundial *on line* con 12526 atletas, incluidos atletas profesionales y aficionados masculinos y femeninos. Si bien la mayoría de los atletas se entrenaban de manera más individual para mantener la condición física y la salud en general, la mayoría de los atletas informaron una motivación reducida debido a la falta de eventos competitivos. Aunque los atletas profesionales se enfrentaban mejor al confinamiento del COVID-19 que los atletas aficionados, todas las poblaciones informaron reducciones en el volumen, la intensidad y la frecuencia del entrenamiento. Si bien estos datos se basan en

evaluaciones cualitativas (encuesta), nuestra evaluación empírica (cuantitativa) no confirma esta tendencia. A pesar de las reducciones promedio en las horas de entrenamiento (-15.1% a -18.6%), distancia (-23.7% a -25.0%), frecuencia de sesiones (-4.7% a -6.3%) y relaciones de intensidad (-7.2% a -19.1%) en comparación con las restricciones anteriores y posteriores al COVID-19, las variaciones interindividuales eran demasiado grandes para dar lugar a un cambio estadístico significativo. Además, el tamaño pequeño de la muestra asociado con un poder estadístico reducido aumenta la probabilidad de una hipótesis nula "negativa" falsa, conocida como error de Tipo I [20]. Para interpretar mejor las diferencias interindividuales, se proporcionan los tamaños del efecto. Se encontraron efectos "grandes" (η^2 parcial >0.14) en las características del entrenamiento entre los períodos de restricción antes, durante y después del COVID-19. La razón de esas discrepancias podría deberse a diferentes restricciones del COVID-19 entre países europeos [19]. Dos participantes del presente estudio que experimentaron el confinamiento en el hogar indicaron automáticamente un volumen de entrenamiento reducido, mientras que los otros 10 participantes pudieron continuar con sus hábitos de entrenamiento normales. Esto podría explicar por qué, en conjunto, las diferencias estadísticas siguieron siendo no significativas. También se observaron reducciones en el volumen de entrenamiento durante las restricciones del COVID-19 en nadadores de élite, que se relacionaron con una disminución de la actividad vagal [10].

Este estudio también investigó el cambio en los determinantes del rendimiento fisiológico antes y después de las restricciones del COVID-19. El GXT $P_{\text{máx}}$ y Sprint $P_{\text{máx}}$ relativos disminuyeron en promedio un $0.2 \pm 1.3\%$ a $4.3 \pm 0.5\%$, respectivamente, lo que se debió principalmente a un aumento de $1.7 \pm 0.1\%$ en la masa corporal. Este cambio en la masa corporal entre las restricciones anteriores y posteriores al COVID-19 afectó el $VO_{2\text{máx}}$ promedio y la potencia en RCP y en VT cuando se normalizó a la masa corporal en el rango de -0.5% a -0.9% . Curiosamente, las potencias submáxima promedio en RCP y en VT mejoraron ligeramente, a pesar de pequeñas reducciones en el $VO_{2\text{máx}}$, GXT $P_{\text{máx}}$ y Sprint $P_{\text{máx}}$. Sin embargo, no se alcanzó significación estadística entre las restricciones pre y post COVID-19 en ninguno de los parámetros de rendimiento fisiológico evaluados, mostrando efectos pequeños (<0.2) a moderados (0.6).

En conjunto, nuestros datos no respaldan nuestra hipótesis inicial de que las restricciones de COVID-19 afectarían negativamente las características del entrenamiento y el rendimiento fisiológico. A pesar de las tendencias a la baja en las características del entrenamiento en comparación con las restricciones anteriores y posteriores al COVID-19, las variaciones interindividuales fueron demasiado grandes para alcanzar significación estadística.

Limitaciones

Este estudio no está exento de limitaciones. Los hallazgos deben interpretarse y discutirse con cautela debido al pequeño tamaño de la muestra y a las restricciones del COVID-19 específicas de cada país.

Primero, las restricciones del COVID-19 eran específicas de cada país y afectaban de manera diferente los hábitos de entrenamiento de nuestros participantes. Por esta razón, los atletas más restringidos indicaron la mayor disminución en las características del entrenamiento, pero no en el rendimiento. En segundo lugar, realizar investigaciones en atletas altamente entrenados es desafiante y poco común debido a los compromisos de los equipos, los horarios de carreras ocupados y los desafíos logísticos. Además, el uso de pruebas de laboratorio estandarizadas para informar el diseño y el experimento de la presente investigación fue difícil debido a la situación del COVID-19. Aunque un tamaño de muestra más grande de 20 a 30 atletas hubiera sido beneficioso para mejorar la potencia estadística, creemos firmemente que informar datos fisiológicos en este subgrupo de atletas altamente entrenados representa una contribución importante a la literatura existente. Además, en este estudio no se realizaron evaluaciones cualitativas (es decir, encuestas), lo que podría haber sido valioso para explicar las diferencias interindividuales en el proceso de entrenamiento. Además, las medidas del estado psicológico y el bienestar también habrían sido relevantes para monitorear las estrategias de afrontamiento de los participantes durante los períodos de restricción por el COVID-19.

Conclusiones

El presente estudio no demuestra cambios estadísticamente significativos en las características del entrenamiento y en las variables del rendimiento fisiológico durante las restricciones por el COVID-19. Estos hallazgos deben interpretarse con cautela ya que las regulaciones por el COVID-19 específicas de cada país y un tamaño de muestra pequeño con poder estadístico limitado influyeron claramente en el resultado del estudio. Sin embargo, los datos del estudio revelan que si los atletas mantienen alrededor del 75% de su volumen de entrenamiento, las medidas de rendimiento fisiológico permanecen estables al menos durante períodos de hasta 30 días.

Financiamiento

No se recibió financiación para este proyecto.

Agradecimientos

Nos gustaría agradecer a todos los participantes por su disposición a contribuir a esta investigación. También nos gustaría agradecer a los estudiantes de maestría Regina Rathgeb, Jan Pieper y Florian Lenzi por su ayuda en la realización de este proyecto.

Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS

1. Para ver las referencias bibliográficas remitirse al artículo original: (<https://doi.org/10.3390/jfmk7010001>). Influence of COVID-19 Restrictions on Training and Physiological Characteristics in U23 Elite Cyclists.

Cita Original

Influence of COVID-19 Restrictions on Training and Physiological Characteristics in U23 Elite Cyclists. Peter Leo, Iñigo Mujika, Justin Lawley. J. Funct. Morphol. Kinesiol. 2022, 7(1), 1; <https://doi.org/10.3390/jfmk7010001>