



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

ISSSTE
CENTRO MEDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"

Título del trabajo

Características basales en pruebas físicas realizadas mediante telemedicina, de personas convalecientes de COVID-19

Que para obtener el título de:

Especialista en Medicina (Medicina de Rehabilitación)

PRESENTA:

Dra. Lezly Elizabeth Alcalá Morales

ASESORES:

Dr. Pavel Loeza Magaña – Profesor titular
Centro Médico Nacional "20 de Noviembre"/ Medicina Física y Rehabilitación
Dra. Iliana Lucatero Lecona – Profesor Adjunto
Centro Médico Nacional "20 de Noviembre"/ Medicina Física y Rehabilitación

Ciudad de México, Febrero, 2022

Folio ISSSTE 04-033.2021



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DR. FÉLIX OCTAVIO MARTÍNEZ ALCALÁ
Subdirector de Enseñanza e Investigación
Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”

DRA. ILIANA LUCATERO LECONA
Profesor titular de la Especialidad en Medicina de Rehabilitación
Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”

DR. PAVEL LOEZA MAGAÑA
Asesor de tesis

DRA. LEZLY ELIZABETH ALCALÁ MORALES
Médico residente de la Especialidad en Medicina de Rehabilitación
Centro Médico Nacional “20 de Noviembre”

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi familia por el apoyo incondicional, en especial a mi mamá y hermanos por estar siempre. A mi abuela Marcela por su amor infinito y a mi abuelo Victorino por iluminarme desde el cielo todo el tiempo.

Gracias a todos y cada uno de mis maestros por sus enseñanzas en materia de lo profesional, durante estos 4 años y su influencia tan importante en mi formación y crecimiento, en especial al Dr. Lomelí, Dr. Loeza, Dra. Lucatero y Dra. Dávila por todas aquellas enseñanzas de vida y retos impuestos.

Pero sobre todo, gracias a Dios por la bendición enorme de permitirme llegar hasta hoy tras una época tan complicada a nivel mundial.

Características basales en pruebas físicas realizadas mediante telemedicina, de personas convalecientes de COVID-19

RESUMEN

Introducción: El presente estudio muestra, con las mediciones de cada prueba, las características de la condición física, en personas convalecientes de COVID-19, que han terminado el plan básico de telerehabilitación, pero que persisten con secuelas físicas. **Objetivo:** Establecer las características basales en pruebas físicas realizadas mediante telemedicina. **Metodología:** El programa de teleacondicionamiento consistió en 6 teleentrenamientos, más una prueba inicial y otra final. La batería de pruebas aplicada fue: test de escalón, 1RM tren superior en press de banca, Pararse–sentarse durante 30 Segundos, sit and reach, Resistencia a la fuerza con isometría en minisentadilla, escala de equilibrio de Berg, mediante las cuales se obtuvieron las siguientes variables a comparar: edad, peso, talla, IMC, Frecuencia cardíaca, Consumo de oxígeno (VO₂), Potencia mecánica, Trabajo, Flexibilidad global, Fuerza (1RM) de tren superior, Resistencia a la fuerza, Estabilidad y balance así como Potencia anaeróbica. **Resultados:** Se incluyeron un total de 51 pacientes: 32 hombres (63%) y 19 mujeres (37%), con edades entre 47.9 y 54 años con promedio de edad 51 años (edad laboralmente activa). No existieron diferencias significativas entre los valores obtenidos en todas las variables, excepto en la 1RM ($p < 0.001$), por lo que se agruparon los resultados en, una descripción global, y descripción por sexo. Los resultados globales mostraron que la población estudiada se encontraba en sobrepeso y con antecedente de hipertensión arterial en el 62% de la población. La capacidad aeróbica (VO₂) se redujo en un 21.9% en los hombres y 19.5% en las mujeres. La potencia anaeróbica se redujo de forma importante en un 77.9% en hombres y 71.3% en mujeres. El equilibrio estático no se vio afectado tras la enfermedad. **Conclusión:** El presente estudio demuestra cuantitativamente la presencia de desacondicionamiento físico secundario a la infección por COVID-19, a pesar de un nivel óptimo de independencia funcional.

ABSTRACT

Introduction: The present study shows, with the measurements of each test, the characteristics of the physical condition, in convalescent people from COVID-19, who have completed the basic telerehabilitation plan, but who persist with physical sequelae. **Objective:** To establish the baseline characteristics in physical tests carried out through telemedicine. **Methodology:** The remote conditioning program consisted of 6 remote training sessions, plus an initial and a final test. The battery of tests applied was: step test, 1RM upper body in the bench press, Stand-sit for 30 seconds, sit and reach, Resistance to strength with isometry in mini squat, Berg balance scale, by which they were obtained the following variables to compare: age, weight, height, BMI, heart rate, oxygen consumption (VO₂), mechanical power, work, global flexibility, upper body strength (1RM), resistance to strength, stability and balance as well as Anaerobic power. **Results:** A total of 51 patients were included: 32 men (63%) and 19 women (37%), with ages between 47.9 and 54 years with an average age of 51 years (working age). There were no significant differences between the values obtained in all the variables, except in the 1RM ($p < 0.001$), for which the results were grouped into a global description and description by sex. The global results showed that the studied population was overweight and with a history of arterial hypertension in 62% of the population. Aerobic capacity (VO₂) was reduced by 21.9% in men and 19.5% in women. Anaerobic power was significantly reduced by 77.9% in men and 71.3% in women. Static balance was not affected after illness. **Conclusion:** The present study quantitatively demonstrates the presence of physical deconditioning secondary to COVID-19 infection, despite an optimal level of functional independence.

INDICE

Título del proyecto.....	4
Resumen.....	5
Introducción	7
Antecedentes.....	9
Planteamiento del problema.....	11
Justificación.....	11
Hipótesis.....	12
Objetivo General	12
Objetivos particulares.....	12
Metodología de la Investigación.....	15
Aspectos éticos.....	17
Resultados.....	18
Discusión.....	25
Conclusiones.....	29
Limitantes del estudio.....	29
Conflicto de intereses.....	29
Referencias bibliográficas.....	30

CAPITULO I. INTRODUCCION

La pandemia de COVID-19 aún persiste y debemos mantener las medidas restrictivas. Sabemos que alrededor de 14% de los casos presenta una infección respiratoria aguda grave, y que en 5% de los casos se requiere ingreso en una unidad de cuidados intensivos (UCI),¹ con ventilación mecánica prolongada, sedación y uso de agentes bloqueantes neuromusculares; por lo que existe un alto riesgo de desarrollar debilidad adquirida en la UCI.² Es por ello, que los profesionales de la rehabilitación deben considerarse trabajadores de primera línea que deben participar en la atención de los pacientes con COVID-19 grave en cuidados intensivos, hospitalización o cuando el paciente regresa al hogar y todavía está en recuperación.¹

Los pacientes que han regresado a su hogar presentarán en su mayoría alteraciones de la piel, debilidad muscular, rigidez articular, reducción del rango de movimiento, cambios en el funcionamiento del intestino y la vejiga, estasis venosa, edema, debilidad de la musculatura respiratoria, así como la depresión, en su primera semana de movilidad limitada.³ Es probable además, que estos pacientes sean mayores, que estén inmunodeprimidos, con múltiples morbilidades y que dependan de otros para el cumplimiento de actividades personales básicas de la vida diaria, luego entonces, el aislamiento en tal entorno es un desafío,⁴ por lo que, para mejorar la funcionalidad y reducir el riesgo de reingreso hospitalario¹, la rehabilitación debe orientar a la movilidad, a los ejercicios respiratorios y a las resistencias progresivas, pero a su vez, disminuyendo al mínimo la exposición de los pacientes, familiares y personal de salud, por lo que la OMS y OPS sugieren ofrecer servicios de telesalud a través de llamada telefónica, mensajes de texto o videoconferencia a fin de proporcionarles atención y apoyo psicosocial.^{1,2,3} El uso de videoconferencia requerirá conectividad a Internet estable, disponibilidad de tecnología tanto para el proveedor de rehabilitación como para el paciente, capacitación de la plataforma al paciente, familia y personal de salud, y la disponibilidad de soporte técnico para solucionar problemas.³

Desconocemos a largo plazo aún, cuáles serán las secuelas pulmonares, cardíacas, psicológicas, físicas a las que nos enfrentaremos; si los pacientes presentarán hipoxemia durante los esfuerzos, o exactamente cuándo la persona convaleciente ya no expone a otros a contagio; además, desconocemos cuándo los servicios de rehabilitación vuelvan a estar disponibles de manera completa.^{4,5}

Sólo un ensayo clínico controlado con 72 personas⁶ ha demostrado mejoría en la función pulmonar, tolerancia al ejercicio, calidad de vida y ansiedad, con un programa de entrenamiento muscular respiratorio, ejercicios de tos, reeducación diafragmática, estiramientos y ejercicio en el hogar, durante un periodo de seis semanas. Sin embargo se han generado guías y recomendaciones para el programa domiciliario, basado en el control postural para drenaje, ejercicios de expansión pulmonar, respiración diafragmática, reeducación de músculos accesorios, técnicas de ciclos activos de respiración, tos forzada, entrenamiento de fuerza con resistencia progresiva, entrenamiento de equilibrio; en terapia ocupacional se debe evaluar la capacidad del paciente para trasladarse, vestirse, ir al baño y bañarse, y se proporciona orientación de rehabilitación para estas actividades.⁷ La guía del Hospital Montefiore,⁸ en Nueva York, adoptada por la ISPRM, menciona que el paciente puede comenzar ejercicios si: No ha tenido fiebre durante al menos 7 días, no existe disnea, palpitations o dolor en el pecho mientras camina por su casa, y si no hay edema de las piernas; y clasifican el tipo de ejercicios por niveles, siendo el nivel 1 para pacientes muy

débiles, donde el ejercicio se realiza acostado la mayor parte del tiempo; el nivel 2, que son progresados a tolerancia, que son principalmente ejercicios en sedestación; y un nivel 3, que son principalmente ejercicios de pie.

Deberemos interrogar al paciente acerca su evolución, comorbilidades, complicaciones durante su estancia hospitalaria y datos de hipertensión pulmonar, miocarditis, insuficiencia cardíaca congestiva, trombosis venosa profunda u otros antes de comenzar el tratamiento de rehabilitación respiratoria⁷, además de instruir al paciente que hacer si presenta algunos de siguientes síntomas: opresión en el pecho, dolor en el pecho, disnea, tos severa, mareos, cefalea, visión borrosa, palpitaciones, sudoración profusa y marcha inestable.^{7,8}

La atención virtual en el contexto de COVID-19, podría ser preferible a la consulta tradicional por múltiples razones. En primer lugar, para atender a los pacientes, el personal de salud debe gozar de buena salud; en segundo lugar, entornos donde se reúnen grupos de personas como "salas de espera" se desaconseja activamente por temor a una mayor propagación de la comunidad. La atención virtual evita estos problemas y permite consultas y tratamientos personalizados a través de conexiones telefónicas o de Internet en vivo,^{3,9} disminuyendo los riesgos asociados con el contacto cara a cara. Sin embargo, los proveedores de rehabilitación deben comenzar a considerar el alcance y las limitaciones de los exámenes físicos virtuales y hacer que los pacientes sean conscientes de ello en consecuencia.^{3,7}

Para mejorar la atención a través de telerehabilitación, la United Kingdom Chartered Society of Physiotherapy establece unas recomendaciones fácilmente adoptables:¹⁰

1. Uso Wi-Fi para una mejor conectividad, si ésta es deficiente, una llamada telefónica puede ser la mejor opción.
2. No utilizar el teléfono móvil aparte durante la atención, y tener cuidado con las posibles distracciones porque serán notables.
3. Asegurarse de que proveedor de servicio y paciente tengan el equipo apropiado para la discusión y demostración de movimientos y ejercicios.
4. Permitir suficiente tiempo entre las citas para permitir cualquier problema técnico durante la consulta.
5. Tener un miembro designado del equipo para dirigir el proyecto, y ser responsable de la configuración, la resolución de problemas y brindar apoyo adicional a quienes lo necesiten.
6. Brindar capacitación al personal durante la implementación temprana.
7. Enviar información a los pacientes sobre cómo funcionará la consulta.
8. Durante la consulta se requiere una instrucción muy clara y concisa cuando se pide a los pacientes que realicen una actividad.
9. Demostrar movimientos, pruebas especiales y ejercicios hace una gran diferencia en la evaluación.
10. Tener en cuenta que es posible que no pueda ver todo el cuerpo de los pacientes.
11. Mantener una apariencia profesional: usar el uniforme habitual y asegurarse de que el entorno que el paciente puede ver se vea tan seguro y acogedor como un área de tratamiento
12. Actualizar los registros digitales o en papel y conservar los registros de todas las consultas de los pacientes, agregándolos a los registros médicos del paciente.
13. Al finalizar la consulta, reforzar los puntos clave de aprendizaje de la sesión y verificar que el paciente los entienda
14. Brindar a los pacientes la oportunidad de hacer preguntas durante la consulta.

15. Asegurarse de que el paciente tenga los datos de contacto y conozca el método correcto para ponerse en contacto.

ANTECEDENTES

Nivel de actividad física

Las pautas de actividad física para estadounidenses, publicadas por el Departamento de Salud y Servicios Humanos de los Estados Unidos, recomiendan al menos 150 a 300 min / semana de intensidad moderada, o 75 a 150 min / semana de actividad física aeróbica de intensidad vigorosa para una salud saludable en adultos, con un mínimo de 2 sesiones de fortalecimiento muscular por semana. Las personas mayores y las personas con enfermedades crónicas deben realizar programas multicomponentes que incluyen ejercicios aeróbicos, de fortalecimiento, de flexibilidad y de equilibrio. Las personas deben seguir siendo físicamente activas.¹¹

Consideraciones en la intensidad del ejercicio

El ejercicio de alta intensidad ha demostrado un efecto benéfico sobre los factores inflamatorios en las condiciones de obesidad, con disminución en la interleucina-6 (IL-6), el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y la aspartato aminotransferasa (AST), disminución en la relación de interferón gamma/interleucina-4 (IFN- γ / IL-4), aunque en otros estudios se encontró que el ejercicio intenso prolongado puede conducir a niveles más altos de mediadores inflamatorios y, por ende, el riesgo de lesiones e inflamación crónica. El factor de descanso adecuado en ejercicio moderado o vigoroso puede lograr el máximo beneficio. A este fenómeno se le conoce como la teoría de la "ventana abierta", que hipotéticamente permitiría un aumento en la susceptibilidad a las enfermedades de las vías respiratorias superiores. Se ha concluido que el ejercicio de alta intensidad mal dosificado puede ser peligroso (especialmente en personas obesas) y ayudar a exacerbar el virus COVID-19. También se observa que la enfermedad COVID-19 puede ser asintomática en varios días y, por lo tanto, el ejercicio intenso de alta intensidad puede ser más peligroso.¹²

Necesidad de mejorar la capacidad aeróbica en las personas de riesgo

El incremento de la capacidad aeróbica mejora los sistemas inmunitario y respiratorio, posiblemente a través de tres mecanismos: Incrementando el número y la función de las células inmunes (Linfocitos T particularmente) e inmunoglobulinas IgA e IgG, regulando los niveles de proteína C reactiva (proinflamatoria) y disminuyendo la ansiedad y la depresión; en segundo lugar, podría mejorar las funciones del sistema respiratorio, restaurando la elasticidad y la fuerza del tejido pulmonar normal; en tercer lugar, podría actuar como una barrera protectora para disminuir los factores de riesgo de COVID-19. Conclusión: se recomienda aumentar la capacidad aeróbica porque tiene el potencial de mejorar las funciones inmunes y respiratorias, lo que ayudaría a contrarrestar COVID-19. Conclusión: *Se requiere realizar ejercicio aeróbico bien dosificado en la población de riesgo como medida profiláctica.* Nivel de evidencia III. Grado de recomendación A.¹³

Uso de mascarillas durante el ejercicio.

El uso de mascarillas de mayor filtración, como N95, no se recomiendan durante la realización de actividad física. Se ha visto que en una actividad a 2 MET, se incrementa el dióxido de carbono inhalado resultante de 2 a 3% (normal, 0.04%) produce acidosis

transitoria y aumentos compensatorios en la ventilación minuto, el trabajo de la respiración y el gasto cardíaco. Los síntomas incluyen sudoración, cambios visuales, dolor de cabeza, disnea, aumento de la irritabilidad y disminución del razonamiento, el estado de alerta y la resistencia al ejercicio¹⁴. En un pilotaje, durante una prueba de 21 sentadillas (6 – 8 MET) comparando el uso y no uso de mascarilla, se registró una disminución en el O₂ de 3.7% y un aumento de CO₂. La saturación basal de O₂ fue de 97.6 ± 1.5% y post ejercicio 92.1 ± 4.12% (p 0.02)¹⁵

*Conclusión: No es viable la utilización de mascarillas durante la realización de ejercicio ya que puede poner en riesgo al paciente por condiciones de hipoxia. Nivel de evidencia II. Grado de recomendación B.*¹⁴

Uno de los posibles impactos de las restricciones de distanciamiento social en las personas mayores es la reducción de la actividad física. Es probable que haya una reducción tanto en la actividad física incidental, debido a una menor participación en actividades comunitarias como ir de compras y socializar, y una reducción en la participación en el ejercicio formal, como la asistencia a clases de ejercicio, gimnasios, golf, bolos y otros grupos ocupaciones. Estas restricciones de actividad y ejercicio pueden tener efectos nocivos en las personas mayores, porque la actividad física está vinculada a muchos beneficios para la salud en esta población. Existe una fuerte evidencia de que la actividad física está relacionada con las capacidades funcionales, incluida la movilidad y la independencia en las actividades personales y comunitarias de la vida diaria, particularmente en las personas mayores. La actividad física también mejora los resultados en personas mayores con enfermedades crónicas como enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, demencia y deterioro cognitivo. La reducción de la función y la movilidad son a menudo precursoras de la reducción de la independencia, la calidad de vida, la institucionalización y la mortalidad. Se ha demostrado que el ejercicio, particularmente los ejercicios de equilibrio y fuerza, reducen el riesgo de caídas y mejoran la función, particularmente en personas mayores que son frágiles o que tienen movilidad limitada.¹⁶

Los programas de ejercicio deben incluir una combinación de fuerza, equilibrio y ejercicio aeróbico. La consulta o la derivación a especialistas en prescripción de ejercicios, como fisioterapeutas o fisiólogos del ejercicio, se pueden utilizar para proporcionar asesoramiento individualizado sobre un programa de ejercicios adaptado a las condiciones de salud, habilidades funcionales, entorno y preferencias y objetivos personales de una persona mayor.¹⁶

En algunos sistemas de salud, estas consultas se pueden hacer usando telesalud para reducir los riesgos asociados con el contacto cara a cara. Cuando las consultas de telesalud no están disponibles, los profesionales de la salud deben abogar por la inclusión de estos servicios para ayudar a las personas mayores a mantenerse activas.¹⁶

Algunas estrategias simples que pueden promover el compromiso con el ejercicio pueden incluir planificar un momento para hacer ejercicio, consultar con un familiar o amigo acerca de sus planes de ejercicio y realizar un seguimiento del ejercicio utilizando un diario de ejercicios o un rastreador de actividad.¹⁶

La OMS y OPS sugieren ofrecer servicios de telesalud^{1,2,6} para las personas con discapacidad, a través de llamada telefónica, mensajes de texto o videoconferencia a fin de proporcionarles atención de salud y apoyo psicosocial en relación con su salud en general, la rehabilitación y, en los casos en que corresponda, la COVID-19. El uso de

videoconferencia requiere conectividad a Internet estable, disponibilidad de tecnología tanto para el proveedor de rehabilitación como para el paciente, capacitación de la plataforma al paciente, familia y personal de salud, la disponibilidad de soporte técnico para solucionar problemas y el pago por tiempo del proveedor.¹⁷

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Dentro del servicio de medicina física y rehabilitación, se ha desarrollado un programa de acondicionamiento físico mediante telemedicina para pacientes con secuelas post COVID, que terminaron un programa de rehabilitación básico. Para ello, se han realizado diversas pruebas físicas de la condición en general. Es por esto que surge la siguiente interrogante de investigación:

1. ¿Cuáles son las características basales en pruebas físicas realizadas mediante telemedicina, de personas convalecientes de COVID-19?

JUSTIFICACION

Magnitud. Dicho protocolo surge de la necesidad e interés de dar seguimiento semipresencial a pacientes egresados convalecientes de infección por COVID 19. Los programas existentes son principalmente de rehabilitación física, dejando de lado el acondicionamiento físico. Es por ello que este protocolo describe las características basales en pruebas físicas realizadas mediante telemedicina, de personas convalecientes de COVID-19, egresados del Centro Médico Nacional 20 de Noviembre, donde hemos atendido a más de 127 pacientes mediante tele rehabilitación, de los cuales 21 han ingresado a un programa de tele acondicionamiento físico en este centro medico nacional, hasta marzo de 2021; como parte del manual de procedimientos de la estrategia COVID de este servicio.

Trascendencia. Los resultados obtenidos en las mediciones de cada prueba ayudarán a identificar las características de la condición física, en personas que ya son convalecientes de COVID-19, que han terminado el plan básico de tele rehabilitación, pero que persisten con secuelas físicas, producto de su enfermedad. Esto es importante para establecer un modelo de rehabilitación post COVID basado en datos cuantitativos, beneficiando a dichos pacientes.

Vulnerabilidad. En el Centro Médico Nacional “20 de noviembre” se ha desarrollado un modelo de entrenamiento mediante telemedicina para todos aquellos pacientes egresados de este Centro Médico nacional con presencia de secuelas musculoesqueléticas y respiratorias, en el que se busca primeramente el manejo de dichas secuelas, posteriormente la restauración de la función y finalmente el regreso a la actividad, esperando encontrar evidencia científica y eficacia clínica de manera cuantitativa. No todos los pacientes son susceptibles de recibir este acondicionamiento, por: presencia de secuelas respiratorias, dependencia de oxígeno, presencia o antecedentes de miocarditis, presencia o antecedentes de trastornos del ritmo cardiaco, o presencia de infección activa; por lo que ha debido seleccionarse meticulosamente a las personas que pueden ingresar.

Factibilidad. En el servicio de rehabilitación se cuenta con equipos celulares disponibles para la realización de dicho tele entrenamiento, con lo que se ha realizado este programa como parte de la atención, según el manual de procedimientos del servicio, desde el mes de septiembre de 2020, captándose los resultados en una base de datos interna, que será la fuente principal de información, para este estudio.

HIPOTESIS

Hipótesis descriptiva: La persona convaleciente de formas graves de COVID-19, permanece con desacondicionamiento físico, aún cuando el nivel de independencia funcional sea óptimo.

OBJETIVO GENERAL

1. Establecer las características basales en pruebas físicas realizadas mediante telemedicina, de personas convalecientes de formas graves de COVID-19.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las características basales de condición aeróbica de personas convalecientes de formas graves de COVID-19.
2. Determinar las características basales de fuerza de tren superior de personas convalecientes de formas graves de COVID-19.
3. Determinar las características basales de potencia anaeróbica de personas convalecientes de formas graves de COVID-19.
4. Determinar las características basales de flexibilidad de personas convalecientes de formas graves de COVID-19.
5. Determinar las características basales de resistencia a la fuerza isométrica de personas convalecientes de formas graves de COVID-19.
6. Determinar las características basales de estabilidad y balance de personas convalecientes de formas graves de COVID-19.

Diseño y tipo de estudio.

Estudio retrospectivo, descriptivo, observacional.

Población de estudio.

Pacientes que concluyeron telerrehabilitación y que cumplen con criterios físicos de seguridad, para realizar acondicionamiento físico vía telemedicina.

Universo de trabajo

Pacientes egresados del Centro Médico Nacional 20 de noviembre convalecientes de infección debida a SARS Cov2 atendidos mediante telerehabilitación en el servicio de Medicina Física y Rehabilitación mediante telemedicina, que concluyeron programa de terapia física Montefiore 3.

Tiempo de ejecución.

Un mes a partir de la aprobación

Criterios de inclusión.

Expedientes de personas egresadas de este Centro Médico Nacional 20 de noviembre debido a infección por formas graves de COVID-19, que hayan ingresado al programa de telerehabilitación brindado por el servicio de Medicina Física y Rehabilitación, concluyendo Plan de Terapia Montefiore nivel 3.

Criterios de exclusión.

Registro incompleto en la base de datos.

Criterios de eliminación.

No aplican, ya que los datos serán seleccionados de la base de datos completa, los incompletos, son de exclusión.

Criterios de inclusión.

Expedientes de personas egresadas de este Centro Médico Nacional 20 de noviembre debido a infección por formas graves de COVID-19, que hayan ingresado al programa de telerehabilitación brindado por el servicio de Medicina Física y Rehabilitación, concluyendo Plan de Terapia Montefiore nivel 3.

Criterios de exclusión.

Registro incompleto en la base de datos.

Criterios de eliminación.

No aplican, ya que los datos serán seleccionados de la base de datos completa, los incompletos, son de exclusión.

Descripción operacional de las variables

Nombre	Definición operacional	Clasificación	Unidad de medida
Edad	Tiempo transcurrido desde el nacimiento a la fecha actual	Independiente Continua Cuantitativa Ordinal	Años
Sexo	Determinación genética de la persona por rasgos reproductivos	Independiente Dicotómica Cualitativa Nominal	Masculino – Femenino
Peso	Fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo, originada por la acción del campo gravitatorio local sobre la masa del cuerpo	Independiente Continua Cuantitativa Ordinal	Kilogramos
Talla	Altura de una persona desde los pies a la cabeza	Independiente Continua Cuantitativa Ordinal	Metros
Frecuencia cardiaca	Numero de latidos del corazón en un minuto,	Independiente Continua Cuantitativa Ordinal	Latidos por minuto
Saturación de oxígeno	Porcentaje de oxígeno vinculado con la hemoglobina de la sangre	Independiente Continua Cuantitativa Ordinal	Porcentaje (%)

Percepción del esfuerzo	Valoración subjetiva que indica la opinión del sujeto respecto a la intensidad del trabajo realizado	Independiente Cualitativa Nominal	Borg modificado (0-10)
Consumo de oxígeno	Diferencia arteriovenosa de oxígeno en la unidad de tiempo	Dependiente Continua Cuantitativa Ordinal	ml/kg/min
Potencia mecánica	Cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo.	Dependiente Continua Cuantitativa Ordinal	kgm
Trabajo	Fuerza que se aplica sobre un cuerpo para desplazarlo de un punto a otro	Dependiente Continua Cuantitativa Ordinal	Joules
Flexibilidad global	Capacidad de estiramiento de los músculos implicados. Capacidad que tiene una articulación para realizar un movimiento articular con la máxima amplitud posible.	Independiente Continua Cuantitativa Ordinal	Distancia en centímetros
Fuerza (Repetición Máxima) en cadena cerrada de tren superior	Peso máximo que puede ser levantado en una única repetición	Dependiente Continua Cuantitativa Ordinal	kilos
Resistencia a la fuerza isométrica en cadena cerrada de tren inferior	Capacidad de mantener una contracción estática máxima durante un periodo de tiempo	Dependiente Continua Cuantitativa Ordinal	Segundos
Estabilidad y balance	Estado de inmovilidad de un cuerpo sometido a dos o más fuerzas de la misma intensidad que actúan en sentido opuesto, por lo que se contrarrestan o anulan.	Dependiente Continua Cuantitativa Ordinal	BERG (0-56 puntos)
Potencia anaeróbica	Capacidad del organismo humano que permite la realización de actividades físicas de corta duración y de alta intensidad	Dependiente Continua Cuantitativa Ordinal	Repeticiones en 30 s

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se realizó contacto del paciente mediante videollamada por WhatsApp, una vez concluido un programa de telerehabilitación el cual consistió en 4 a 6 tele consultas, una por semana, con 1 sesión de tele rehabilitación por parte de un terapeuta físico y/o ocupacional.

Se invitó al paciente mediante vía telefónica a participar en el programa de tele acondicionamiento.

El programa de tele acondicionamiento consistió en 6 tele entrenamientos (2 por semana) guiado por un médico via llamada de WhatsApp, con una prueba inicial y otra final. Cada sesión de tele acondicionamiento constó de:

- A. Se realizó una etapa de calentamiento con movilizaciones activas durante 3 min.
- B. Se inició la batería de pruebas tras corroborar vestimenta adecuada, signos vitales, haber proporcionado la talla y peso, así como la medida de su escalón.

Batería de pruebas:

1. **Test de escalón:** Se realizó con un escalón o banco, de cualquier altura. Se solicitó al paciente que se coloque con el banco o escalón frente a él, asegurándose que éste se encuentre sobre una superficie estable y fija y la persona tenga un punto de apoyo (barandal, mesa, etc), posteriormente se le indicó que suba y baje en cuatro tiempos (subir pie #1 / subir el otro pie "pie #2"/bajar el pie #1 / bajar el pie #2) lo más rápido que pueda durante 3 minutos, conservando el ritmo y postura hasta que se le indique que la prueba ha finalizado. El familiar y examinador a distancia contó el número de ciclos realizados. Se midió frecuencia cardíaca y saturación al inicio de la prueba, durante la prueba, previo al cese de la prueba y se mantuvo el saturómetro durante 2 minutos al terminar para la vigilancia de la frecuencia cardíaca.

Se detuvo la prueba si presentó algún criterio general o al menos uno de los siguientes: Disnea, Acceso de Tos disneizante, Palpitaciones, Angina, Cefalea, Mareo, Deseo de suspender la prueba por fatiga.

Posterior a la realización de la prueba se CALCULÓ:

-VO₂= Altura banco (m) x ciclos*min x 1.8 x 1.33 + (ciclos*min x 0.35)

-Potencia mecánica (kgm) = Peso corporal (kg) x altura escalón (metros) x ciclos minuto x 1.33

2. **1RM tren superior en press de banca:** Se realizó con un Garrafón de 10 lt, con 9 l de agua, sobre una Superficie lisa y estable (suelo, sillón, colchón, tapete de yoga, etc). Se solicitó al paciente colocarse en decúbito supino, el familiar colocó el garrafón de 9 litros para que el paciente realizara una extensión y flexión de codo de forma bilateral completa, lenta y perpendicular al tronco el mayor número de veces que le sea posible. Durante la realización de la prueba el evaluador y el familiar contabilizó el número de repeticiones, se le pidió detenerse cuando éste presentara datos de fallo muscular o manifieste incapacidad para poder continuar. Una vez obtenida ésta información se recabaron los datos. Se suspendió la prueba en caso de presentar dolor en hombro, codo o muñeca que impida continuar así como imposibilidad de mantener la técnica de ejecución (fallo muscular).

Con los resultados obtenidos en esta prueba se realizó el cálculo de la repetición máxima (1RM): $\text{Peso levantado} \times \# \text{ de repeticiones} \times 0.033 + \text{Peso levantado}$. Cálculo de la carga entrenable: $1\text{RM} \times 0.8$

3. **Pararse – sentarse durante 30 Segundos:** se realizó con una silla con respaldo sin descansabrazos de altura aproximada de 50 cm de altura y Cronómetro. El paciente adoptó la siguiente posición: Sentado en una silla con la espalda apoyada sobre respaldo, importante que los pies se mantengan totalmente apoyados sobre piso, brazos cruzados con palmas de las manos pegadas al tórax. Posteriormente se le indicó al paciente que intente levantarse y sentarse el mayor número de veces que le sea posible en 30 segundos, mientras tanto el observador contabiliza el número de repeticiones que logra realizar de forma adecuado por 30 segundos. El familiar/cuidados y examinador a distancia contaron el número de repeticiones realizadas. Dicha prueba se suspendió si el paciente presenta Síntomas cardiovasculares o refiere imposibilidad de realizar más repeticiones (fallo).

Se registró el número de veces que se realizó el ciclo y posteriormente se calculó la Potencia anaeróbica (por repeticiones en tiempo determinado).

4. **Sit and reach:** Se realizó sobre una silla estable con respaldo sin descansabrazos de altura aproximada de 50cm. Una vez sentado el paciente se le solicitó extender ambas piernas con tobillo a dorsiflexión de 90° (corroborando que los pies se encuentren apoyados contra el escalón o la pared) y realizar una flexión de tronco completa, intentando alcanzar con ambas manos los dedos de los pies. El examinador midió la distancia entre la punta de los dedos de las manos y la punta de ambos pies.

Se registró la distancia de la punta de los dedos hasta la punta de los pies. Distancia en centímetros (flexibilidad).

5. **Resistencia a la fuerza con isometría en minisentadilla:** Se le solicitó al paciente realizar una semi-sentadilla (aproximadamente 90° de flexión de cadera y rodilla), los brazos se mantuvieron con flexión de hombro y codo, cruzados las manos se apoyan en sus codos, debiendo mantener esa posición el mayor tiempo que le sea posible. *Variante: sentarse al borde de la silla, (misma postura de brazos), se le pedirá que haga el gesto de levantarse ligeramente, corroborando que la distancia entre la silla y los glúteos del paciente le permitan al familiar poder deslizar su mano sobre el asiento, y se pedirá que se mantenga en esa posición. El evaluador tomó el tiempo durante ese acto y junto con el familiar/cuidador vigiló que la técnica de realización sea adecuada. Dicha prueba se suspendió si el paciente expresa deseo de suspender la prueba por fatiga o imposibilidad de mantener la postura (fallo muscular).

Se registró el tiempo en que se mantuvo la postura hasta que el paciente toleró o hubo falla muscular. Tiempo en segundos (Fuerza resistencia).

6. **Escala de equilibrio de Berg:** Se le solicitó al paciente realizar las siguientes catorce acciones, a las cuales se les asignó un puntaje de acuerdo a la actividad lograda por el paciente para posteriormente determinar según el valor obtenido si existe o no riesgo de caídas: 1. De sedestación a bipedestación 2. Bipedestación sin ayuda 3. Sedestación sin apoyar la espalda, pero con los pies sobre el suelo o sobre un taburete o escalón 4. De bipedestación a sedestación 5. Transferencias 6. Bipedestación sin ayuda con ojos cerrados 7. Permanecer de pie sin agarrarse con los pies juntos 8. Llevar el brazo extendido hacia delante en bipedestación 9. En bipedestación, recoger un objeto del suelo 10. En bipedestación, girarse para mirar atrás 11. Girar 360 grados 12. Subir alternante los pies a

un escalón o taburete en bipedestación sin agarrarse 13. Bipedestación con los pies en tándem 14. Bipedestación sobre un pie: apoyo sobre un pie.

Posterior a la evaluación se realizó la siguiente Puntuación de 0 – 4 por ítem: 0: imposible de realizar, 1: Realización con máxima asistencia, 2: Realización con 50% de asistencia, 3: realización con mínima asistencia o tambaleante, 4. Realización independiente. La puntuación de esta prueba: Alto Riesgo de caída= 0-20 (se recomienda silla de ruedas), Moderado riesgo de caída= 21-40 (se recomienda auxiliar para la marcha), Leve riesgo de caída=41-56. (Estabilidad y balance).

Los datos se recolectaron en una base en Excel para su procesamiento y análisis estadístico.

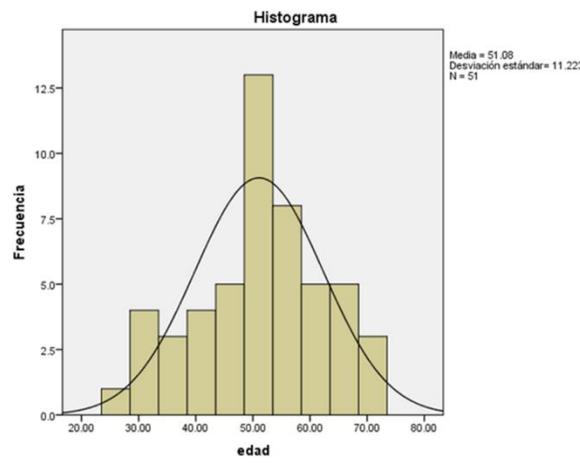
ASPECTOS ÉTICOS

1. Este protocolo se rige por el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud.
2. Se someterá a revisión en el Comité de Ética e investigación del CMN “20 de Noviembre” para su aprobación.
3. Cumple con los postulados de la Declaración de Helsinki y la convención de los derechos de las personas con discapacidad. Se considera de riesgo bajo.
4. Los datos recabados se mantendrán de manera confidencial, solo el personal autorizado de la Coordinación de Investigación del CMN “20 de noviembre” podrá tener acceso a la información.

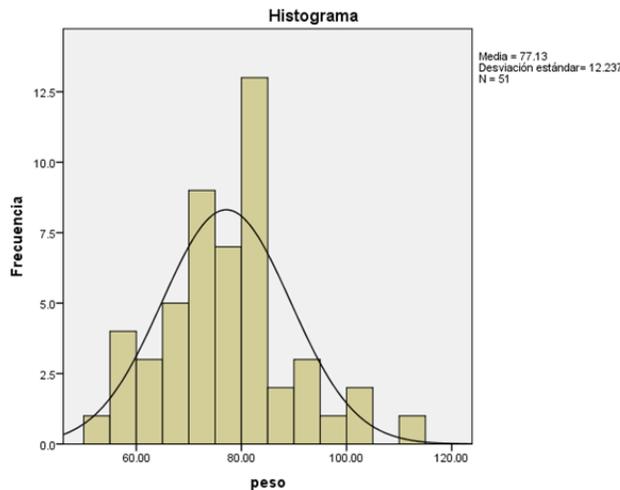
CAPÍTULO III: RESULTADOS

Este estudio se realizó en pacientes con convalecientes de COVID-19, tras haber concluido un programa de telerehabilitación. Se incluyeron un total de 51 pacientes: 32 hombres (63%) y 19 mujeres (37%), con edades entre 47.9 y 54 años con promedio de edad 51 años.

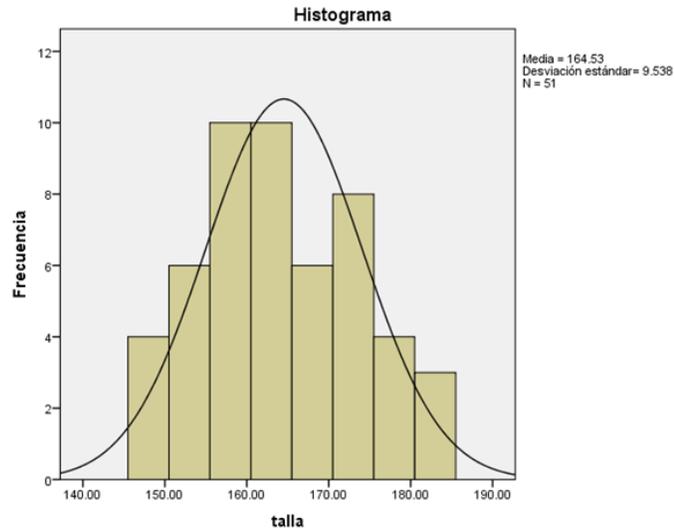
Al comparar los resultados obtenidos por grupo, se encontró una distribución no normal entre ambos (Graficas 1, 2 y 3), por lo que se emplearon pruebas no paramétricas (U Mann - Whitney) para analizar los valores; se encontró que no existieron diferencias significativas entre los valores obtenidos en todas las variables, excepto en la 1RM ($p < 0.001$), por lo que se agruparon los resultados en, una descripción global, y descripción por sexo. El análisis estadístico se realizó con medidas de tendencia central (media y desviación estándar) e intervalo de confianza al 95% para obtener límite superior e inferior de las variables.



Grafica 1. Histograma sobre edad global de la población estudiada.



Grafica 2. Histograma sobre peso global de la población estudiada.



Grafica 3. Histograma sobre talla global de la población estudiada.

Descripción demográfica.

El peso corporal promedio de los pacientes que formaron parte del estudio fue de 77.12 Kg (73.6 – 80.5kg); la talla promedio de 1.64 m correspondiente a la talla promedio de un individuo mexicano; esto refleja en IMC promedio de 28.5 (27.2 a 29.9), traducido en sobrepeso. La FC inicial se encontró dentro de parámetros normales para un adulto promedio; y una FCmax en la prueba del escalón de 69%, considerándose moderada intensidad; relacionada con la escala de Borg modificada, para percepción del esfuerzo, encontrándose entre 6 y 7. Solamente hubo (22%) pacientes que aún requerían oxígeno; la Saturación inicial promedio fue de 94%, y tras la prueba del escalón, se comportó estable encontrándose entre 89 y 92%, con promedio de 91%; incluso en los pacientes que realizaron este test con oxígeno suplementario.

PRUEBA DE ESCALON: La altura del escalón a trabajar fue de 18 cm en promedio, obteniendo como resultados más destacables: VO₂ de 18 ml/kg/min, correspondientes a 5.1 METS, 428 Kgm, 9471 joules, 52 W y 0.9 W/kg.

PRUEBA DE PRESS DE BRAZO: el peso promedio levantado en dicha prueba fue de 8.8 kg, con una media de 30.6 repeticiones y una 1RM calculada de 17kg.

FLEXIBILIDAD: El seat and reach se encontró en una media de 10 cm.

PRUEBA DE SENTADO Y PARADO: el promedio de repeticiones realizadas en 30 segundos fue de 17.7, llegando a FC max de 63% de la teórica, con saturación estable entre 91 a 93% (media de 92%).

PRUEBA DE SENTADILLA ISOMETRICA: el tiempo promedio de alcance durante esta prueba fue de 40 segundos, con una FC max de 60% de la máxima con saturaciones estables entre 92 y 94% (media de 93%).

EQUILIBRIO: respecto al equilibrio y balance de la población estudiada, utilizando la escala de Berg, se encontró con una puntuación de 53 puntos de 56 puntos posibles.

Resultados por sexo.

HOMBRES

Descripción demográfica:

Este grupo representó la mayor parte de la población estudiada. La edad promedio de hombres dentro del estudio fue de 52 años, es decir, adultos jóvenes en edad laboralmente activa. En cuanto al peso, el IMC obtenido refleja, que la mayoría de nuestra población masculina se encontró en SOBREPESO, con límites superiores dentro del parámetro de obesidad.

Características basales:

PRUEBA DE ESCALON: Describe comparando con la población global. Destacar los valores relativos.

La altura del escalón promedio a trabajar en hombres fue de 18 cm, obteniendo los siguientes resultados: VO₂ de 18.25 ml/kg/min, correspondientes a 5.2 METS, 454.6 Kgm, 10 061.4 joules, 55.8 W y 0.96 W/kg.

PRUEBA DE PRESS DE BRAZO: el peso promedio levantado en dicha prueba en la población masculina fue de 9.1 kg, con una media de 37 repeticiones y una 1RM calculada de 20.3 kg.

FLEXIBILIDAD: El seat and reach se encontró en una media de 11.4 cm.

PRUEBA DE SENTADO Y PARADO: el promedio de repeticiones en 30 segundos, realizadas por la población masculina, en esta prueba fue de 17.8, llegando a FC max promedio de 111 lpm (64% de la teórica), con saturación estable promedio de 92%.

PRUEBA DE SENTADILLA ISOMETRICA: el tiempo promedio de alcance durante esta prueba fue de 37 segundos, con una FC max de 105 latidos por minuto (61.7% de la máxima), con saturaciones estable promedio de 93%.

EQUILIBRIO: la población masculina estudiada se encontró con 54/56 puntos durante la valoración de balance y equilibrio.

Los valores numéricos se agrupan en la tabla 3.

MUJERES

Descripción demográfica:

La edad promedio de mujeres dentro del estudio, representó personas en edad laboralmente activa. Similar al grupo de hombres, este subgrupo se encontró en un estado de sobrepeso, con algunos casos en obesidad.

Características basales:

PRUEBA DE ESCALON: En esta prueba la población femenina obtuvo los siguientes resultados: VO₂ ligeramente por debajo de la población masculina (17.9 ml/kg/min), correspondientes a 5.1 METS, así como 383.1 Kgm, 8477.2 joules, 47.09 W y 0.81 W/kg, como valores más destacables.

PRUEBA DE PRESS DE BRAZO: el peso promedio levantado por la población femenina fue 1.2 kg por debajo del peso levantado por la población masculina (8.3 y 9.1 kg, respectivamente), con una media de 19 repeticiones y una 1RM calculada de 13.3 kg, la cual fue estadísticamente significativa en comparación al valor en hombres ($p < 0.01$).

FLEXIBILIDAD: El sit and reach se encontró en una media de 8.2 cm de distancia.

PRUEBA DE SENTADO Y PARADO: el promedio de repeticiones en 30 segundos, realizadas por la población femenina, en esta prueba fue de 17.6, muy similar a las realizadas por la población masculina (17.8), llegando a FC max promedio de 105 lpm (61.4% de la teórica), con saturación estable promedio de 92%.

PRUEBA DE SENTADILLA ISOMETRICA: el tiempo promedio de alcance durante esta prueba fue de 43 segundos en mujeres, con una FC max de 101 latidos por minuto (59% de la máxima), con saturaciones estable promedio dentro de la normalidad (93%).

EQUILIBRIO: la población femenina se encontraba con un balance y equilibrio aparentemente normal (54/56 puntos) durante la valoración.

Los valores numéricos se agrupan en la tabla 4.

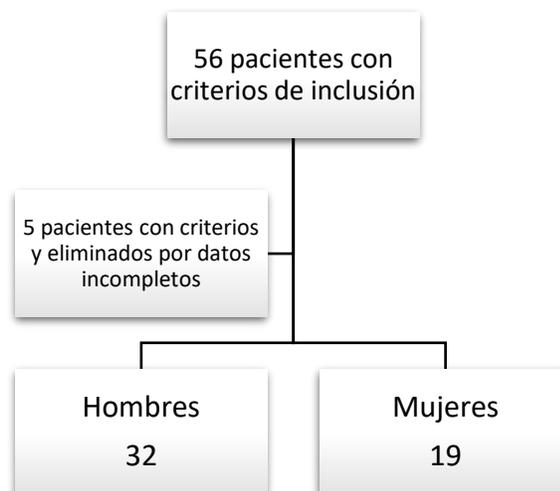


Figura 1. Flujograma de selección de pacientes.

Tabla 1. Características demográficas

	Hombres				Mujeres			
	Media	Lim inf	Lim sup	Desv est	Media	Lim inf	Lim sup	Desv est
Edad	52.15	48.5	55.7	10.03	49.2	42.9	55.5	13.06
Peso	80.3	76.7	84.03	10.1	71.6	65.04	78.2	13.7
Talla	168.8	165.8	171.8	8.3	157.2	154.1	160.4	6.5
IMC	28.4	26.6	30.2	4.9	28.8	26.5	31.1	4.7

Lim inf: límite inferior, Lim sup: límite superior, Des vest : desviación estandar, IMC: índice de masa corporal.

TABLA 2. Resultados globales

	H (N=32)		M (N=19)	GLOBAL (N=51)			
	Media	Media	p*	Media	Desv	Lim inf	Lim sup
FC INICIAL	86	82	0.37	85	82	77	87
FC FINAL	119	112	0.89	116	112	99	124
% ALCANZADO	70	67.3	-	69	67.3	59.8	74.7
BORG	7	7	No reportado	7	7	6	8
SAT INICIAL %	94	94	0.37	94	94	93	95
SAT FINAL %	91	91	0.89	91	91	88	92
FC MAX (TANAKA)	170	171	0.66	170.9	171	166	176
ALTURA ESCALON (CM)	18	17	0.28	18	17	14	20
CICLOS	23	23	0.83	23	23	20	25
VO2	18.25	17.9	0.91	18.1	17.9	15.4	20.5
METS	5.2	5.1	0.96	5.18	5.1	4.4	5.8
KGM	454.6	383.1	0.16	428	383.1	312.9	453.2
JOULES	10 061.4	8477.2	0.16	9471	8477.2	6925.6	10 028.8
J/KG	125.1	120.7	0.77	123.4	125.1	108.4	141.7
W	55.8	47.09	0.16	52.6	47.09	38.4	55.7
W/KG	0.96	0.81	0.16	0.9	0.81	0.66	0.96
KG	9.1	8.3	0.13				
REPS	37	19	0.002*				
1RM	20.3	13.3	<0.01*				
SEAT AND REACH	11.4	8.2	0.86	10.2	8.2	4.7	11.7
SENTADO PARADO REPS	17.8	17.6	0.83	17.7	17.6	14.9	20.2
FC	111	105	0.16	109	105	97	113
SAT	92	92	0.16	92	92	91	94
ISOMETRICA (SEG)	37	43	0.27	39.6	43	30	56
FC	105	101	0.31	104	101	94	108
SAT	93	93	0.99	93	93	92	94
BERG	54	54	0.47	54	54	53	55

H: hombres, M: mujeres, VO2: consumo max de oxígeno, 1m: repetición máxima, fc frecuencia cardiaca, sat: saturación de o2, lim inf: límite inferior, lim sup: límite superior, des vest : desviación estándar. * Estadísticamente significativo

Tabla 3. Características basales HOMBRES

	MEDIA	LIM INF	LIM SUP	DESV EST
FC INICIAL	86	81	91	14
FC FINAL	119	111	127	21.5
% ALCANZADO	70	65	74	12.1
BORG	7	6	8	1.5
KARVONEN 1 60%	106	100	112	92
KARVONEN 2 80%	113	106	119	18.4
SAT INICIAL %	94	93	95	2.3
SAT FINAL %	91	89	92	4.9
FC MAX (TANAKA)	170	167	173	7.2
ALTURA ESCALON (CM)	18	17	20	4
CICLOS	23	20	25	5.1
VO2	18.25	16.18	20.31	5.71
METS	5.2	4.6	5.8	1.6
KGM	454.6	391.8	517.5	174.2
JOULES	10 061.4	8 671.1	11 451.6	3856
JKG	125.1	108.4	141.7	46.1
W	55.8	48.1	63.6	21.4
WKG	0.96	0.83	1.09	0.36
KG	9.1	8.8	9.35	0.64
REPS	37	28	46	25
1RM	20.3	17.5	23.2	7.8
SEAT AND REACH	11.4	6.3	16.5	14.1
SENTADO PARADO REPS	17.8	15.5	20.1	6.2
FC	111	105	118	18.3
SAT	92	91	93	3.05
ISOMETRICA (SEG)	37	27	47	28
FC	105	101	110	12.6
SAT	93	92	94	2.72
BERG	54	53	55	2

H: hombres, M: mujeres, VO2: consumo max de oxígeno, 1rm: repetición máxima, fc frecuencia cardiaca, sat: saturación de o2, lim inf: límite inferior, lim sup: límite superior, des vest : desviación estandar.

Tabla 4. Características basales MUJERES

	MEDIA	LIM INF	LIM SUP	DESV EST
FC INICIAL	82	77	87	9.8
FC FINAL	112	99	124	25
% ALCANZADO	67.3	59.8	74.7	15.4
BORG	7	6	8	1.5
KARVONEN 1 60%	100	92	107	15.6
KARVONEN 2 80%	106	96	116	20.3
SAT INICIAL %	94	93	95	2.1
SAT FINAL %	91	88	92	4.9
FC MAX (TANAKA)	171	166	176	9.6
ALTURA ESCALON (CM)	17	14	20	6**
CICLOS	23	20	25	5.1
VO2	17.9	15.4	20.5	5.3
METS	5.1	4.4	5.8	1.5
KGM	383.1	312.9	453.2	145.4
JOULES	8477.2	6925.6	10 028.8	3219.1
JKG	120.7	96	145	50.4
W	47.09	38.4	55.7	17.8
WKG	081	0.66	0.96	0.30
KG	9.1	8.8	9.3	0.64
REPS	19	11	27	16.9
1RM	13.3	11.1	15.4	4.4
SEAT AND REACH	8.2	4.7	11.7	7.1
SENTADO PARADO REPS	17.6	14.9	20.2	5.5
FC	105	97	113	16.7
SAT	92	91	94	3.0
ISOMETRICA (SEG)	43	30	56	27.2
FC	101	94	108	14.6
SAT	93	92	94	2.4
BERG	54	53	55	1.5

H: hombres, M: mujeres, VO2: consumo max de oxígeno, 1rm: repetición máxima, fc frecuencia cardiaca, sat: saturación de o2, lim inf: límite inferior, lim sup: límite superior, des vest : desviación estandar

DISCUSION

Aunque la mayoría de la población estudiada fue del sexo masculino, el grupo fue homogéneo en términos de las características demográficas de cada grupo, en relación a edad e índice de masa corporal; encontrándose 62% con hipertensión arterial, en edad laboralmente activa, así como en sobrepeso, lo que se corresponde con la epidemiología mundial de infectados graves por COVID-19¹⁸.

En un estudio epidemiológico, en Reino Unido, se ha demostrado que el Índice de Masa Corporal mayor a 23 tiene una relación directa con el riesgo de COVID-19 grave, que conduce a ingreso hospitalario y muerte, y a un aumento lineal en el ingreso a Unidad de Cuidados Intensivos¹⁹. El riesgo relativo debido al aumento de IMC es particularmente notable en personas menores de 40 años y de etnia negra¹⁹. En el presente estudio podemos confirmar dichos datos, al encontrarse nuestra población, en sobrepeso y límites de obesidad (hombres: 28.4 y mujeres 28.8), los cuales presentaron formas graves de la infección, con requerimiento de hospitalización. Respecto a la edad, en relación al IMC y la gravedad de la enfermedad, podemos señalar que, en México, el riesgo debido al aumento de IMC es particularmente notable en hombres entre 48 y 55 años y en mujeres entre 42 y 55 años.

El consumo máximo de oxígeno (VO₂ max) es un parámetro indicador de la capacidad funcional de los individuos o de su capacidad aeróbica. La variabilidad existente entre los diferentes sujetos es amplia y depende de varios factores como: dotación genética, edad, composición corporal, sexo y grado de entrenamiento o acondicionamiento físico²¹. Acorde a las bases fisiológicas, la disponibilidad de oxígeno y la capacidad oxidativa mitocondrial interactúan para determinar el VO₂ max, los sujetos no entrenados no parecen estar limitados por la disponibilidad de oxígeno en las células, sino más bien por su capacidad de utilización²¹.

Respecto a la edad, según López Chicharro ²¹, existen datos para afirmar que se produce un descenso del 10% de la VO₂ max por década en varones y en mujeres independientemente del nivel de actividad física.

Otro factor determinante es la sarcopenia, que contribuye a la reducción del VO₂ max, asociada a la edad debido fundamentalmente, a un menor volumen sanguíneo y volumen sistólico, más que a un efecto directo del potencial del propio músculo para consumir oxígeno. Lo anterior podemos relacionarlo a pacientes convalecientes de COVID-19 y su asociación estrecha con el estado proinflamatorio, promotor de destrucción muscular²², además del reposo prolongado producto del estado grave inicial de la enfermedad; ambos determinantes de sarcopenia secundaria en este grupo particular.

En relación al sexo y el Vo₂, para cualquier edad y condición física, éste es más elevado en varones que en mujeres ²⁰. En nuestro estudio observamos que, aunque de características basales no encontramos diferencia entre hombres y mujeres (18.2 vs 17.9 ml/kg/min, respectivamente), el impacto de acuerdo a la literatura, será mayor para el grupo masculino, ya que su deficiencia con respecto a lo esperado será de aproximadamente 22 ml/kg/min, mientras que en las mujeres será de 18 ml/kg/min en promedio, lo que representa poco más de 1 MET de tolerancia a la carga.

Un estudio realizado recientemente en Suiza, observó una reducción significativa en la capacidad aeróbica en enfermos de COVID-19, en una población de 199 personas, menores de 21 años, con formas leves de la enfermedad; evidenciando que, en 45 días tras haber superado el contagio, la capacidad aeróbica se redujo en, al menos, el 10%²². En nuestro estudio, podemos señalar, que dicha capacidad aeróbica se redujo en un 21.9% para hombres y 19.5% en mujeres, lo que podemos atribuir, a que nuestra población, fue de pacientes que cursaron formas graves o críticas, y requirieron hospitalización.

Los resultados de las pruebas fueron muy similares, comparando población masculina contra la población femenina, excepto en una de las pruebas: la 1RM de brazo, en la que hubo diferencia significativa ($p < 0.001$). Se puede destacar que, la relación entre el peso levantado y el número de repeticiones, es alta; indicando que, a menor carga absoluta, mayor número de repeticiones, expresando la resistencia a la fuerza²³. Por lo anterior, en nuestro estudio, se encontró, que los hombres, realizaron una 1RM mayor a la población femenina; aunque, se puede destacar el impacto en el cálculo de 1RM en pacientes con secuelas post COVID-19, mostrando valores muy por debajo de lo referenciado en otras poblaciones estudiadas: hombres 20.3 kg vs 88.9 kg, y mujeres 11.3 kg vs 31.9 Kg (28.7kg según²⁴).

Al haberse logrado más de 12 repeticiones en ambos grupos (37 y 19), se debe tomar en cuenta que la prueba es casera, con un peso de fácil acceso para el paciente y la población general, como puede ser 1 garrafón de 9 o 10 litros, mas, debiéndose al hecho de que el paciente se encontraba en convalecencia y periodo de confinamiento tras su estado post COVID 19; por lo que se establece que, bajo ese peso y esas condiciones, la desviación estándar es muy amplia, y los valores aquí referidos no deben tomarse de manera literal, ya que los límites superior e inferior del intervalo de confianza señalan que, prácticamente todos se encuentran fuera del margen de confiabilidad de las fórmulas de regresión; pero, reflejan la expresión de resistencia a la fuerza en el tren superior, y no tanto la repetición máxima.

Respecto a la flexibilidad, la prueba de sit and reach arrojó valores muy por debajo de la normalidad, evidenciando pobre flexibilidad global, probablemente secundaria a la disminución de actividad física por la enfermedad y convalecencia²⁵.

En cuanto al equilibrio, evaluado con escala de Berg, resultados con puntuaciones menores de 40 tienen casi 12 veces mayor riesgo de caídas que aquellos con puntuaciones superiores a 40 y puntuaciones inferiores a 45 son generalmente aceptados como indicadores de alteración del equilibrio. En diversos artículos establecen como punto de corte de 45 puntos una deambulación independiente segura²⁶. En el presente estudio, la población estudiada no presentó alteraciones de equilibrio tras infección por COVID-19, presentando cifras en hombres y mujeres de 54 y 53, respectivamente.

Respecto a la potencia anaeróbica, no existe en la actualidad un estudio que demuestre el impacto cuantitativo tras la infección por COVID-19 en este aspecto. Sin embargo, comparando los valores obtenidos en el presente estudio con valores referenciales en un estudio realizado en 2002²⁷, con pacientes adultos mayores no entrenados, la potencia anaeróbica arrojada demuestra una reducción muy importante del 77.9% en hombres y 71.3% en mujeres (hombres 55 W vs 249.9 W y mujeres 47 W vs 164 W), y peor aún si se

compara con valores medidos en atletas con valores de potencia anaeróbica de 742.95 W en futbol soccer y 715.14 W en box, por citar algunos ejemplos.²⁸

Por lo anterior, se acepta la hipótesis descriptiva de que las personas convalecientes de formas graves de COVID-19, permanecen con desacondicionamiento físico, aun cuando el nivel de independencia funcional sea óptimo, evidenciado en variables medidas como VO₂, potencia anaeróbica, flexibilidad y equilibrio.

Valores referenciales comparativos realizados en otros estudios.

Tabla 2 Valores normales de VO₂	
Hombres sedentarios (20-40 años)	35-45 ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹
Mujeres sedentarias (20-40 años)	30-40 ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹
Esquí fondo varones	* 94 ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹
Esquí fondo mujeres	* 75 ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹
Corredores (varones)	80 ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹
Ciclistas varones	74,3 ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹
Corredoras (mujeres)	65 ml · kg ⁻¹ · min ⁻¹
* Valores máximos. El resto son promedios.	

Tabla de Valores normales de VO₂ obtenida de: López Chicharro J, Fernández A. Fisiología del ejercicio, (2006). Madrid: Panamericana.

Table 1. Physical and performance characteristics of the subjects.

Variable†‡	Men (n = 37)			Women (n = 21)		
	Mean	SD	Range	Mean	SD	Range
Age (y)	25.1	2.0	22-30	24.7	2.9	22-36
Height (cm)*	178.8	6.9	163-191	161.6	6.1	150-178
Weight (kg)*	81.8	11.5	61.4-114.6	61.6	8.6	48.4-80.0
Fat-free weight (kg)*	71.7	9.0	54.7-90.8	49.9	6.1	38.3-61.0
% Body fat*	12.1	4.2	5.3-21.1	19.0	3.0	13.5-24.8
1RM bench press (kg)*	88.9	24.2	52.3-159.1	31.9	6.0	22.7-43.2
30 reps·min ⁻¹ test	33.0	13.7	14-70	41.3	17.2	15-80
60 reps·min ⁻¹ test	35.8	17.0	6-80	32.0	18.2	3-59

† Fat-free weight and % body fat were estimated from skinfolds (13, 14).

‡ 1RM = 1 repetition maximum; reps·min⁻¹ = repetitions per minute.

* Men and women were significantly different, *p* < 0.001.

Tabla obtenida de: Kim P, Jerry I, Peterson F. A Modified YMCA Bench Press Test as a Predictor of 1 Repetition Maximum Bench Press Strength, Journal of Strength and Conditioning Research. (2002);16; 441. En la cual Podemos comparar valores de 1RM en hombres y mujeres con os resultados obtenidos en nuestro estudio.

	men		women	
	cm	inches	cm	inches
super	> +27	> +10.5	> +30	> +11.5
excellent	+17 to +27	+6.5 to +10.5	+21 to +30	+8.0 to +11.5
good	+6 to +16	+2.5 to +6.0	+11 to +20	+4.5 to +7.5
average	0 to +5	0 to +2.0	+1 to +10	+0.5 to +4.0
fair	-8 to -1	-3.0 to -0.5	-7 to 0	-2.5 to 0
poor	-20 to -9	-7.5 to -3.5	-15 to -8	-6.0 to -3.0
very poor	< -20	< -7.5	< -15	< -6.0

Robert Wood, "Sit and Reach Norms." Topend Sports Website, 2012, <https://www.topendsports.com/testing/norms/sit-and-reach.htm>, Accessed 22/10/2021. Mostrando valores de referencia normales en prueba de sit and reach.

TABLE 1. Physical and performance characteristics of the participants before and after resistance training (n = 103).

Variable	Before training		After training		t ratio	% change
	Mean \pm SD	Range	Mean \pm SD	Range		
Age (y)	19.1 \pm 1.2	18.0–25.3	19.3 \pm 1.2	18.2–25.5	10.88*	1.2
Height (cm)	166.0 \pm 6.1	152.0–185.0	166.3 \pm 6.2	152.2–185.4	3.64*	0.2
Weight (kg)	61.6 \pm 8.8	45.1–92.5	62.7 \pm 8.7	46.5–91.0	3.66*	2.3
BMI (weight/height ²)	22.3 \pm 3.4	16.8–31.5	22.6 \pm 3.4	17.3–31.1	2.69*	1.8
1RM bench press (kg)	28.7 \pm 6.7	18.2–61.4	36.4 \pm 8.4	22.7–63.6	14.55*	25.5
Bench press·kg ⁻¹	0.48 \pm 0.10	0.27–0.79	0.59 \pm 0.12	0.36–0.92	13.79*	22.9
Repetition weight (kg)	21.5 \pm 4.6	13.6–36.4	27.3 \pm 6.1	13.6–43.2	14.35*	25.5
%1RM bench press	75.6 \pm 10.3	56.3–92.9	75.6 \pm 10.3	60.0–94.1	0.13	-0.4
Bench press repetitions	12.5 \pm 6.9	2–20	13.1 \pm 7.8	1–30	0.97	9.7

% Change = posttraining value - pretraining value.
*p < 0.01.

Tabla obtenida de: Mayhew, Jerry L, Johnson, Blair D; LaMonte, Michael J, Lauber, Dirk; Kemmler, Wolfgang. Accuracy of Prediction Equations for Determining One Repetition Maximum Bench Press in Women Before and After Resistance Training, Journal of Strength and Conditioning Research (2008): 22; 1571. Donde podemos observar y comparar valores obtenidos de 1RM en mujeres antes de recibir un programa de entrenamiento.

TABLE 2. Ergometric characteristics of participants.

Sport	Values of anaerobic power parameters					
	PP (W)	PP/BW (W·kg ⁻¹)	EP (W·s ⁻¹)	EP/BW (W·s ⁻¹ ·kg ⁻¹)	MP (W)	MP/BW (W·kg ⁻¹)
Boxing	715.14 \pm 90.27	9.27 \pm 1.16	116.49 \pm 28.22	1.49 \pm 0.28	517.31 \pm 56.76	6.72 \pm 0.86
Wrestling	765.53 \pm 174.57	9.76 \pm 1.80	125.32 \pm 33.90	1.59 \pm 0.33	516.11 \pm 89.98	6.63 \pm 1.14
Hockey	835.19 \pm 238.09	10.14 \pm 2.26	130.37 \pm 42.90	1.57 \pm 0.41	565.70 \pm 131.05	6.89 \pm 1.14
Volleyball	1023.48 \pm 128.05	11.71 \pm 1.56	153.53 \pm 31.29	1.75 \pm 0.33	671.92 \pm 67.10	7.77 \pm 1.10
Handball	754.85 \pm 175.28	8.58 \pm 1.56	104.26 \pm 33.74	1.19 \pm 0.35	528.35 \pm 95.66	6.02 \pm 0.80
Basketball	1001.60 \pm 149.70	10.69 \pm 1.67	153.52 \pm 32.90	1.64 \pm 0.35	669.15 \pm 77.07	7.15 \pm 0.96
Soccer	742.95 \pm 120.12	9.72 \pm 1.35	107.22 \pm 23.85	1.41 \pm 0.32	517.78 \pm 78.54	6.78 \pm 0.87

PP = peak power; EP = explosive power; MP = mean power; BW = body weight.

Tabla obtenida de Jelena Z, Popadic Gacesa, Otto B, and Grujic, N. Maximal anaerobic power test in athletes of different sport disciplines. Journal of Strength and Conditioning Research the TM. 23(3):752. Donde podemos observar parámetros de potencia anaeróbica en deportes de diferentes disciplinas, como punto de comparación con los resultados de nuestro estudio.

CONCLUSIONES

El presente estudio establece las características basales en pruebas físicas realizadas mediante telemedicina, de personas convalecientes de formas graves de COVID-19. Se confirmó que la obesidad y la hipertensión arterial juegan un papel importante en la presentación de formas graves de la enfermedad como factores de riesgo. Los resultados en todas las pruebas físicas realizadas fueron muy similares mostrando una reducción importante con una diferencia significativa en el cálculo de 1RM. La capacidad aeróbica (VO₂) se redujo en un 21.9% en los hombres y 19.5% en las mujeres. La potencia anaeróbica se redujo de forma importante en un 77.9% en hombres y 71.3% en mujeres. El equilibrio estático no se vio afectado tras la enfermedad.

En este estudio se demuestra cuantitativamente la presencia de desacondicionamiento físico secundario a la infección por COVID 19, a pesar de un nivel óptimo de independencia funcional en las actividades básicas de la vida diaria. Dichos valores pueden ser la base de una gran variedad de estudios evaluando cada prueba física pre y post un programa de entrenamiento físico, con lo cual se brinda al paciente mayores armas para lograr el grado máximo de funcionalidad e independencia en medida de lo posible.

LIMITANTES DEL ESTUDIO

La población no es homogénea, y faltan variables útiles por medir, sin embargo, al tratarse de una batería de pruebas realizadas mediante telemedicina, se obtienen los resultados más útiles de cada uno. Faltará desarrollar un programa de entrenamiento específico a partir de cada uno de estos resultados, que refleje el impacto del desacondicionamiento aquí demostrado.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen intereses económicos en competencia o relaciones personales conocidas que pudieran haber influido en el trabajo informado en este documento.

BIBLIOGRAFÍA

1. OMS – OPS. Consideraciones relativas a la rehabilitación durante el brote de COVID-19. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52104/OPSNMHHMHCVID-19200010_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y; 2020 [consultada el 25 de junio de 2020].
2. Thomas P, Baldwin C, Bissett B, Boden L, Gosselink R, Granger CL, et al. Physiotherapy management for COVID-19 in the acute hospital setting: clinical practice recommendations. *Journal of Physiotherapy* 2020;66:73–82. doi.org/10.1016/j.jphys.2020.03.011
3. Bettger JP, Thoumi A, Markevich V, De Groot W, Battistella LR, Imamura M. COVID-19: maintaining essential rehabilitation services across the care continuum. *BMJ Global Health* 2020;5:e002670. doi:10.1136/bmjgh-2020-002670
4. Simpson R, Robinson L. Rehabilitation following critical illness in people with COVID-19 infection. *Am J Phys Med Rehabil* 2020. DOI: 10.1097/PHM.0000000000001443
5. Sociedad española de neumología y cirugía torácica – SEPAR. Fisioterapia respiratoria en el manejo del paciente con COVID-19: recomendaciones generales. http://svme.fr.com/wp-content/uploads/2020/04/AFR_RECOMENDACIONES-COVID19-V2_FINAL_20042020.pdf; 2020 [consultada el 20 de junio de 2020].
6. Liu K, Zhang W, Yang Y, Zhang J, Li Y, Chen Y. Respiratory rehabilitation in elderly patients with COVID-19: A randomized controlled study. *Complementary Therapies in Clinical Practice*. 2020;(39):101-66.
7. Zhao HM, Xie YX, Wang C. Recommendations for Respiratory Rehabilitation in Adults With COVID-19. *Chin Med J (Engl)*. 2020. doi: 10.1097/CM9.0000000000000848.
8. Ambrose AF, Bartels MN, Verghese TC, Verghese J. Patient and caregiver guide to managing COVID-19 patients at home. *Journal ISPRM* 2020. DOI: 10.4103/jisprm.jisprm_4_20.
9. Mukaino M, Tatemoto T, Kumazawa N, Tanabe S, Katoh M, Saitoh E. Staying Active in Isolation: Telerehabilitation for Individuals With the Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 Infection. *Am J Phys Med Rehabil*. 2020;99(6):478-479. doi: 10.1097/PHM.0000000000001441.
10. United Kingdom Chartered Society of Physiotherapy. COVID-19: guide for rapid implementation of remote consultations. <https://www.csp.org.uk/publications/covid-19-guide-rapid-implementation-remote-consultations> [consultado el: 20 junio de 2020]
11. Rodríguez MA, Crespol, Olmedillas H. Exercising in times of COVID-19: what do experts recommend doing within four walls? *Rev Esp Cardiol*. 2020. Article in press. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2020.04.001>
12. Rahmati-Ahmadabad S, Hosseini F. Exercise against SARS-CoV-2 (COVID-19): Does workout intensity matter? (A mini review of some indirect evidence related to obesity). *Obesity medicine*. 2020. Article in press. <https://doi.org/10.1016/j.obmed.2020.100245>
13. Mohamed A, Alawna M. Role of increasing the aerobic capacity on improving the function of immune and respiratory systems in patients with coronavirus (COVID-19): A review. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2020;14:489-496.

14. Davis BA, Tsen LC. Wearing an N95 Respiratory Mask. An Unintended Exercise Benefit? *Anesthesiology* 2020. Article in press. DOI: 10.1097/ALN.0000000000003421.
15. Pifarréa F, Dulanto-Zabalab D, Grazioli G, de Yzaguirre I. COVID-19 and mask in sports. *Apunts sports medicine* 2020. Article in press. <https://doi.org/10.1016/j.apunsm.2020.06.002>
16. Said CM, Batchelor F, Duque G, Physical activity and exercise for older people during and after the COVID-19 pandemic: A path to recovery. *Journal of the American Medical Directors Association* 2020. Article in press. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2020.06.001>.
17. OMS – OPS. Consideraciones relativas a la discapacidad durante el brote de COVID-19. 2020; disponible en: https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/52026/OPSNMHCOVID19200009_spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
18. Pacheco E, Ferreyro F, Ceballos A. COVID-19, diabetes, obesity and hypertension: 60 days of pandemic in Mexico. *Rev Mex Endocrinol Metab Nutr.* 2020;7,68-79.
19. Gao M, Piernas C, Astbury NM, Hippisley-Cox J, O'Rahilly S, Aveyard P, Jebb SA. Associations between body-mass index and COVID-19 severity in 6.9 million people in England: a prospective, community-based, cohort study. *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2021 Jun;9(6):350-359.
20. Choudhary S, Sharma K, Silakari O. The interplay between inflammatory pathways and COVID-19: A critical review on pathogenesis and therapeutic options. *Microb Pathog.* 2021 Jan; 150:104673.
21. López Chicharro J, Fernández A. *Fisiología del ejercicio*, (2006). Madrid: Panamericana.
22. Alejandro Montiel. (23 septiembre 2020). Reducción de la capacidad aeróbica y su relación con el Coronavirus. 18 octubre 2021, de Euro Surveillance Disease Journal. Sitio web: <https://www.saludiaro.com/reduccion-de-la-capacidad-aerobica-y-su-relacion-con-el-coronavirus/>
23. Kim P, Jerry I, Peterson F. A Modified YMCA Bench Press Test as a Predictor of 1 Repetition Maximum Bench Press Strength, *Journal of Strength and Conditioning Research*: August 2002 - Volume 16 - Issue 3 - p 440-44
24. Mayhew, Jerry L, Johnson, Blair D; LaMonte, Michael J, Lauber, Dirk; Kemmler, Wolfgang. Accuracy of Prediction Equations for Determining One Repetition Maximum Bench Press in Women Before and After Resistance Training, *Journal of Strength and Conditioning Research*: September 2008 - Volume 22 - Issue 5 - p 1570-1577.
25. Mayorga-Vega D, Merino-Marban R, Viciano J. Criterion-Related Validity of Sit-and-Reach Tests for Estimating Hamstring and Lumbar Extensibility: a Meta-Analysis. *J Sports Sci Med.* 2014 Jan 20;13(1):1-14. PMID: 24570599; PMCID: PMC3918544.
26. Berg Ko, Wood-Dauphine SI., Williams J.I., Maki B. Measuring balance in the elderly: Validation of an instrument 1992.
27. Jill M. Slade,¹ Tanya A. Miszko,¹ Jennifer H. Laity,¹ Subodh K. Agrawal,² and M. Elaine Cress¹. Anaerobic Power and Physical Function in Strength-Trained and Non–Strength-Trained Older Adults.

28. Jelena Z, Popadic Gacesa, Otto B, and Grujic, N. Maximal anaerobic power test in athletes of different sport disciplines. *Journal of Strength and Conditioning Research the TM.* 23(3)/751–755