



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



INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL Y SERVICIOS DE LOS TRABAJADORES
DEL ESTADO
HOSPITAL REGIONAL "1º DE OCTUBRE"

“EVALUACIÓN DE 1 REPETICIÓN MÁXIMA CON ISOCINECIA Y
BANDAS DE RESISTENCIA EN PACIENTES CON RIESGO
CARDIOVASCULAR BAJO A INTERMEDIO”

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE POSGRADO EN MEDICINA DE
REHABILITACIÓN

PRESENTA:

DRA. ANA CRISTINA RAMÍREZ ARZATE

ASESORES:

Dr. Ángel Oscar Sánchez Ortiz

Dra. Clara Lilia Varela Tapia

Dr. Gustavo Adolfo Ramírez Leyva

Dr. José Vicente Rosas Barrientos

MÉXICO, CIUDAD DE MEXICO. ENERO 2021

RPI 157.2020



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL Y SERVICIOS DE LOS TRABAJADORES
DEL ESTADO
HOSPITAL REGIONAL 1º DE OCTUBRE

“EVALUACIÓN DE 1 REPETICIÓN MÁXIMA CON ISOCINECIA Y
BANDAS DE RESISTENCIA EN PACIENTES CON RIESGO
CARDIOVASCULAR BAJO A INTERMEDIO”

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE POSGRADO EN MEDICINA DE
REHABILITACIÓN

PRESENTA:

DRA. ANA CRISTINA RAMIREZ ARZATE

ASESORES:

Dr. Ángel Oscar Sánchez Ortiz

Dra. Clara Lilia Varela Tapia

Dr. Gustavo Adolfo Ramírez Leyva

Dr. José Vicente Rosas Barrientos

MÉXICO, CIUDAD DE MEXICO. ENERO 2021

RPI 157.2020

Aprobación de tesis

Dr. Ricardo Juárez Ocaña
Coordinador de Enseñanza e Investigación

Dr. Ángel Oscar Sánchez Ortiz
Profesor Titular del curso de la especialidad de Medicina de Rehabilitación
Asesor de tesis

Dr. José Iván Quintero Gómez
Profesor adjunto del curso de la especialidad de Medicina de Rehabilitación

Dra. Clara Lilia Varela Tapia
Asesora de Tesis

Dr. Gustavo Adolfo Ramírez Leyva
Asesor de tesis

Dr. José Vicente Rosas Barrientos
Asesor de tesis

Dedicatoria/Agradecimientos

En la vida uno tiene que mirar en 5 direcciones:

Adelante: para saber a donde va

Atrás: para no olvidar de donde viene

Abajo: para no pisar a nadie

A los costados: para ver quien lo apoya en los momentos difíciles

Arriba: para tener presente que siempre hay alguien que lo cuida y lo protege

Dedico esta tesis a todas las personas que se han cruzado en mi camino durante esta bella residencia.

A mi mamá, hermanos, Toti y todos mis ángeles en el cielo, que gracias a todo su apoyo he podido llegar hasta aquí.

A mi mejor amigo, mi gran amor y mi compañero de vida, Josué, que me ha apoyado siempre y me ha impulsado a seguir adelante y a ser mejor cada día

A mis asesores Dra. Varela, Dr. Ramírez, Dr. Rosas, porque sin su apoyo y enseñanza este trabajo no habría sido posible.

A mis hermanos minions, escandalosos Tere e Isma que con altas y bajas, pero siempre unidos, rompiendo maldiciones, comiendo tacos, riéndonos y pasando excelentes momentos.

A mis erres menores Fer, Mary y Amarilis gracias por su amistad, cariño y risas.

A mi primera y bella guardia Vero y Palomino gracias por protegerme, enseñarme, y tenerme paciencia, siendo excelentes guías y mis pupilos Amarilis, Rubén y Bety.

A Eva, Lulú, Dra Pime, Dra Coria gracias por confiar en mi y enseñarme siempre.

Al resto de mi familia Rehabilitadora Huguette, Aida, Mariana, Lina y Eli gracias por sus divertidas pláticas.

Al Dr. Sánchez, Dr. Quintero, Dra Herrera, gracias por permitirme convertirme en Rehabilitadora.

Agradezco a todos (Vero, Palomino, Eva, Lulú, Isma, Tere, Fer, Amarilis, Mary, Huguette, Aida, Rubén, Mariana, Lina, Bety y Eli) su confianza y los divertidos y excelentes momentos juntos, por las risas, las pláticas y discusiones, los pasteles, la comida, las clases, la enseñanza, los quiero y extrañaré siempre.

Índice

Resumen	I
Introducción	1
Antecedentes	2
Objetivos	17
Material y métodos	18
Resultados	22
Discusión	31
Conclusión	35
Bibliografía	36

Lista de figuras y cuadros

Tabla 1	8
Escala de Borg	
Tabla 2	16
Resistencia Theraband	
Cuadro 1	22
Características basales del grupo de estudio	
Cuadro 2	23
Datos clínicos y esfuerzo percibido	
Cuadro 3	24
Nivel de concordancia por articulación, valores de 1RM de isocinecia y bandas de resistencia	
Gráfico 1	25
Bland Altman abductores de hombro	
Gráfico 2	25
Bland Altman extensores de hombro	
Gráfico 3	26
Bland Altman aductores de hombro	
Gráfico 4	26
Bland Altman flexores de hombro	
Gráfico 5	27
Bland Altman abductores de cadera	
Gráfico 6	27
Bland Altman aductores de cadera	
Gráfico 7	28
Bland Altman flexores de rodilla	
Gráfico 8	28
Bland Altman flexores de cadera	
Gráfico 9	29
Bland Altman extensores de cadera	

Gráfico 10	29
Bland Altman flexores de codo	
Gráfico 11	30
Bland Altman extensores de rodilla	
Gráfico 12	30
Bland Altman extensores de codo	

“EVALUACIÓN DE 1 REPETICIÓN MÁXIMA CON ISOCINECIA Y BANDAS DE RESISTENCIA EN PACIENTES CON RIESGO CARDIOVASCULAR BAJO A INTERMEDIO”

Introducción. La combinación de ejercicio aeróbico y de fortalecimiento mejoran la capacidad cardiorrespiratoria y funcional de personas con enfermedad cardiovascular.

La evaluación de 1 Repetición Máxima (1RM) ha sido el estándar para la evaluación dinámica de la fuerza y es la base para la prescripción de ejercicio de fortalecimiento; esta medición se realiza con dinamometría isocinética (estándar de referencia) o con bandas de resistencia.

Objetivo. Evaluar la concordancia en la determinación de 1RM entre el equipo de isocinecia y bandas de resistencia.

Material y métodos. Estudio observacional, transversal, de concordancia. Se incluyeron 30 sujetos entre 40 a 69 años, sin distinción de sexo, con patología musculoesquelética y riesgo cardiovascular bajo – intermedio. A los que se midió 1RM con equipo de isocinecia y bandas de resistencia para la musculatura de hombro, codo, cadera y rodilla del lado no dominante. El análisis estadístico incluyó modelo Bland Altman y correlación Intraclass (ICC) con intervalos de confianza al 95%.

Resultados. La mejor ICC se encontró en el hombro en abducción 0.83 (0.36 – 0.94, aducción 0.81(0.52 – 0.92), extensión 0.82 (0.65 – 0.91) y flexión 0.65 (0.13 – 0.85) esto equiparable con la concordancia de Bland Altman, en ningún caso presentaron efectos adversos ni cambios significativos en los signos vitales.

Conclusión La evaluación con isocinecia tiene una buena concordancia e ICC con las bandas de resistencia, por lo que ambos métodos son válidos y seguros para la determinación de 1RM en pacientes con riesgo cardiovascular. Se recomienda vigilar que los movimientos realizados con las bandas de resistencia no sean compensatorios para obtener mejores resultados.

Palabras clave: 1 repetición máxima (1RM), isocinecia, bandas de resistencia, Bland Altman, correlación intraclass (ICC)

Abstract

Introduction. The combination of aerobic and strengthening exercise improves the cardiorespiratory and functional capacity of people with and without cardiovascular disease.

The evaluation of 1 repetition maximum (1RM) has been the standard for the dynamic evaluation of strength and is the basis for the prescription of strengthening exercise; This measurement is made with isokinetic dynamometry (reference standard) or with resistance bands.

Objective. To evaluate the concordance in the determination of 1RM between the isokinetic equipment and resistance bands.

Material and methods. Observational, cross-sectional, concordance study. Thirty subjects between 40 and 69 years old, without distinction of sex, with musculoskeletal pathology and low-intermediate cardiovascular risk were included. Those who were measured 1RM with isokinetic equipment and resistance bands for the shoulder, elbow, hip and knee muscles of the non-dominant side. Statistical analysis included Bland Altman model and Intraclass correlation (ICC) with 95% confidence intervals.

Results. The best ICC was found in the shoulder in abduction 0.83 (0.36 - 0.94), adduction 0.81 (0.52 - 0.92), extension 0.82 (0.65 - 0.91) and flexion 0.65 (0.13 - 0.85) this is comparable with the agreement of Bland Altman, in no case presented adverse effects or significant changes in vital signs.

Conclusion The isokinetic evaluation has a good agreement and ICC with the resistance bands, therefore both methods are valid and safe for the determination of 1RM in patients with cardiovascular risk, with the advantage of the bands being more accessible. It is recommended to ensure that the movements made with the resistance bands are not compensatory to obtain better results.

Keywords: 1 repetition maximum (1RM), isokinetic, resistance bands, Bland Altman, intraclass correlation (ICC)

Introducción

Se ha demostrado que la realización y el incremento de actividad física, asociado al consumo de una dieta más saludable y el cese del alcoholismo y tabaquismo, logran reducir o modificar los factores de riesgo cardiovascular, lo que trae como consecuencia un menor índice de riesgo cardiovascular y disminución en la morbi-mortalidad por causas cardiovasculares, las cuales, son la primera causa de muerte en nuestro país y el mundo.

Un programa ideal de ejercicio consta de la realización de ejercicio de acondicionamiento, de resistencia, flexibilidad y neuromotor.

La realización de ejercicio de fortalecimiento prescrito adecuadamente produce aumento de la capacidad funcional, cambios físicos, como incremento y mejora de la fuerza y resistencia muscular y cambios mentales; así como cambios asociados a los factores de riesgo cardiovascular, disminuyendo los niveles de glucosa en pacientes y de cifras de presión arterial en pacientes con Diabetes mellitus 2 e hipertensión, respectivamente, se asocia a un incremento de HDL y a una disminución de peso corporal, lo que trae como consecuencia una mejor calidad de vida e independencia, lo que logra reducir los niveles de discapacidad en personas con y sin enfermedad cardiovascular.

La prescripción adecuada y segura de ejercicio de fortalecimiento, está basada en un porcentaje dado de 1 repetición máxima, la cual se puede determinar con distintos métodos.

Este estudio pretende realizar la comparación de 2 métodos, el uso de equipo de isocinecia y el uso de bandas de resistencia.

El método isocinético, se considera actualmente como el sistema más adecuado para evaluar de forma objetiva y dinámica la fuerza muscular, en términos de parámetros físicos (momento de fuerza, trabajo y potencia).

Las bandas elásticas son herramientas ampliamente utilizadas para desarrollar fuerza muscular, con resultados similares al uso de máquinas con peso o de isocinecia, además de que son portátiles, económicas y de fácil manejo.

Antecedentes

Las enfermedades cardiovasculares (ECV) son actualmente, la principal causa de muerte a nivel nacional y mundial; comprenden en torno al 31% de todas las muertes registradas en el mundo.⁽¹⁾

Los factores de riesgo cardiovascular (FRCV) han demostrado una relación directa con la incidencia, prevalencia y severidad de la patología cardiovascular. Existen factores no modificables, como la carga genética, la edad, el sexo o la raza sobre los que no podemos incidir y factores modificables sobre los que si podemos actuar y que con un buen control pueden cambiar la historia natural de las enfermedades cardiovasculares.⁽²⁾

Los principales factores modificables son la hipertensión arterial, las dislipidemias, la diabetes mellitus, la hiperuricemia, el tabaquismo, la obesidad, el consumo de alcohol y una vida sedentaria. ⁽²⁾

Existen otros factores de riesgo, catalogados como patrones de personalidad, patrón de conducta tipo A: ambicioso, hipertrabajador, competitivo, con rasgos marcados de agresividad, hostilidad, que se asocian a un mayor riesgo cardiovascular.⁽³⁾

Los factores psicosociales contribuyen al riesgo de cardiopatía isquémica de forma independiente. Además, empeoran el pronóstico de la enfermedad coronaria, ya que dificultan la adherencia al tratamiento y los cambios en el estilo de vida. Estos factores psicosociales son: nivel socioeconómico y educativo bajo, personas que viven solas (aislamiento social) y el estrés laboral, familiar o social. ⁽³⁾

Entre los diversos factores de riesgo modificables, se ha demostrado que el consumo de una dieta más saludable, un incremento en la actividad física, el cese de consumo de alcohol y tabaco así como otros cambios en el estilo de vida han tenido un papel importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares,

disminuyendo el riesgo de muerte prematura por causas cardiovasculares, mejorando el pronóstico y aumentando la capacidad física del paciente con FRCV.^(1,4,5)

La estratificación del riesgo cardiovascular es necesaria para conocer el riesgo absoluto de ECV mortal que, en función de los FRCV, presenta un determinado riesgo para un paciente a 10 años.⁽³⁾

La estimación del riesgo cardiovascular global es fundamental para el manejo de los FRCV en la práctica clínica, pues permite identificar a los pacientes que más se beneficiarán de las intervenciones preventivas.⁽³⁾

Existen distintas escalas de predicción de riesgo cardiovascular (RCV) diseñadas para predecir la probabilidad de sufrir un evento cardiovascular a 10 años.⁽⁶⁾

Recientemente la American College of Cardiology (ACC) y la American Heart Association (AHA) desarrollaron el nuevo “Atherosclerotic Cardiovascular Disease” (ASCVD). Este nuevo instrumento está validado en una muestra multirracial (Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis, MESA) y está diseñado para predecir ECV aterosclerótica: infarto agudo de miocardio fatal y no fatal, evento cerebro-vascular fatal y no fatal, además de estar validado para la población afroamericana.⁽⁶⁾

Con base a esto, se ha diseñado una aplicación llamada ASCVD Risk Estimator Plus, la cual se deriva de múltiples guías y actualizaciones de la ACC y AHA y nos brinda información sobre el riesgo de padecer algún evento cardiovascular a 10 años, opciones terapéuticas individualizadas, así como actualizar el riesgo según la respuesta del paciente a la terapia utilizada.⁽⁷⁾

Se realiza en población de 40 a 79 años y considera los siguientes parámetros para su estratificación: edad, sexo, raza, colesterol total, colesterol LDL, colesterol HDL, presión arterial sistólica, presión arterial diastólica, historia de diabetes mellitus

(DM), antecedente de tabaquismo, tratamiento para la hipertensión arterial (HAS), uso de estatinas y aspirina.⁽⁷⁾

El riesgo estimado a 10 años se clasifica en bajo riesgo < 5%, límite 5% - 7.4%, riesgo intermedio 7.5% - 19.9% y alto riesgo > 20%.⁽⁷⁾

En las opciones terapéuticas manejadas por dichas asociaciones se menciona al ejercicio como un pilar importante para una disminución de riesgo cardiovascular, asociado a otros cambios en el estilo de vida como cambios en alimentación y cese del hábito tabáquico junto al uso de los fármacos indicados para cada patología.⁽⁷⁾

Ejercicio

La actividad física y el ejercicio a menudo se usan indistintamente, pero estos términos no son sinónimos.

La actividad física se define como cualquier movimiento corporal producido por la contracción de los músculos esqueléticos que resulta en un aumento sustancial en los requerimientos calóricos sobre el gasto de energía en reposo.⁽⁸⁾

El ejercicio es un tipo de actividad física que consiste en movimientos corporales planificados, estructurados y repetitivos realizados para mejorar y / o mantener uno o más componentes de la aptitud física.⁽⁸⁾

Beneficios de ejercicio en FRCV

Para los adultos, la AHA actualmente recomienda la realización de actividad aeróbica de intensidad moderada durante 30 minutos al menos 5 días de la semana, sumando un total de 150 minutos, o la realización de 20 - 25 minutos de actividad aeróbica de intensidad vigorosa al menos 3 días a la semana logrando un total de 75 minutos, así mismo se recomienda la realización de ejercicio de fortalecimiento muscular de intensidad moderada a alta al menos 2 días a la semana para obtener beneficios adicionales para la salud.⁽⁹⁾

Si el objetivo es disminuir la presión arterial o los niveles de colesterol, se recomienda un promedio de 40 minutos de actividad aeróbica de intensidad moderada a vigorosa 3 a 4 días a la semana.⁽⁹⁾

El ejercicio físico es útil en la prevención y tratamiento de la mayoría de los factores de riesgo cardiovascular modificables; éste disminuye las cifras de presión arterial (PA), aumenta la sensibilidad de los tejidos a la acción de la insulina y mejora la utilización de la glucosa y de las grasas, por lo tanto previene o retrasa las complicaciones vasculares de la DM y ayuda a reducir las dosis de insulina, disminuye las cifras de colesterol LDL y triglicéridos, incrementa los niveles de colesterol HDL, ayuda a la pérdida de peso y a mantenerlo en control.^(5,10)

Su efecto será más importante si sumamos otros cambios en el estilo de vida, como una dieta adecuada y balanceada y pérdida de peso, todo esto se traduce en la reducción de FRCV, aumento de su supervivencia y por lo tanto una menor mortalidad de origen cardiovascular.^(5,8,10)

Por lo tanto, la realización de ejercicio provoca un aumento en la capacidad física, mejoría en la salud, como se comentó en el párrafo anterior, así mismo se ha visto disminución de los síntomas de ansiedad y depresión y una mejoría en la función cognitiva, todo esto tiene como consecuencia, una mejor calidad de vida.^(1,3,8)

En diversos estudios se ha observado que la realización de ejercicio aeróbico es más efectivo que el ejercicio de fuerza para la mejora de la capacidad cardiovascular, sin embargo se ha demostrado que la realización de un entrenamiento combinado (ejercicio aeróbico + ejercicio de fortalecimiento) tiene mayores beneficios que la realización de una sola modalidad de ejercicio ya que mejora la capacidad cardiorrespiratoria y funcional, además de mejorar la fuerza y por tanto atenuar las respuestas hemodinámicas a las actividades de la vida diaria en general.^(1,11)

Actualmente, todo programa de entrenamiento físico debe incluir actividad aeróbica, ejercicio de fortalecimiento, ejercicio de flexibilidad y ejercicio neuromotor,

independientemente de los intereses particulares del individuo, sus necesidades, su estado de salud o su enfermedad de base.^(8,9,12)

La clasificación del ejercicio aeróbico y anaeróbico está basado en el metabolismo muscular, el cual implica principalmente la disponibilidad de oxígeno para la producción de energía e incluye procesos aeróbicos o anaeróbicos, por lo tanto el ejercicio aeróbico hace trabajar al sistema transportador de oxígeno, produciendo modificaciones en las vías aéreas, los pulmones, el corazón y los vasos sanguíneos.^(5,8,13)

El ejercicio de flexibilidad le brinda mayor elasticidad a la unidad musculo-tendinosa lo que permite activar las articulaciones de forma efectiva; el ejercicio neuromotor, también conocido como ejercicio funcional permite el desarrollo de habilidades motoras como el equilibrio, la coordinación, la marcha, la agilidad y el entrenamiento propioceptivo.^(5,8,13)

Ejercicio de fortalecimiento

El ejercicio de fortalecimiento es aquel que utiliza grupos musculares concretos para movilizar una carga o vencer una resistencia que se opone a la acción de esos músculos, haciéndoles trabajar de forma específica para producir modificaciones en su tamaño, miofibrillas, proteína contráctil; dependiendo de la resistencia, el número de repeticiones y tiempo de descanso puede ser de metabolismo aeróbico o anaeróbico.^(5,13)

Los beneficios del ejercicio de fortalecimiento incluyen el aumento de la fuerza y resistencia muscular, incremento en la masa muscular y densidad ósea, previene y disminuye la osteoporosis y la sarcopenia, reduce los niveles de glucosa en la diabetes mellitus tipo 2, mejora las cifras de presión arterial en pacientes con hipertensión arterial, logra la disminución de peso en pacientes con sobrepeso y obesidad; todo esto se ve reflejado en la mejoría en el metabolismo y funcionalidad cardíaca, logrando una disminución de la demanda de oxígeno cardíaca y de trabajo muscular, durante las actividades de la vida diaria teniendo como resultado una mayor independencia funcional e incremento en la capacidad para realizar

dichas actividades, por lo tanto, logrando una mejor calidad de vida.^(9,12,14)

De igual manera es útil para aquellos pacientes que necesitan reincorporarse a su actividad laboral debido a que obtienen una capacidad mejorada para realizar el trabajo físico, una mejor percepción de las demandas laborales y una mayor autoeficacia.⁽⁸⁾

Se ha demostrado que el aumento de la fuerza muscular resultante del entrenamiento de fortalecimiento se asocia con un menor riesgo de mortalidad por todas las causas.⁽⁹⁾

Existen pocas contraindicaciones para la realización de ejercicio de fortalecimiento. Entre las contraindicaciones absolutas encontramos: Enfermedad coronaria inestable, insuficiencia cardíaca descompensada, arritmias no controladas, hipertensión pulmonar severa, estenosis aórtica severa y sintomática, miocarditis, endocarditis o pericarditis aguda, HTA no controlada > 180/110 mm Hg, Disección aórtica, retinopatía diabética proliferativa, retinopatía diabética no proliferativa moderada o más severa.^(5,13)

Contraindicaciones relativas riesgos mayores para enfermedad coronaria, diabetes mellitus descontrolada, HTA no controlada > 160/ >100 mm Hg, capacidad funcional baja < 4 METS, limitaciones musculoesqueléticas, marcapasos implantados o desfibriladores, neuropatía diabética.^(5,13)

Para la población de pacientes con riesgo cardiovascular es importante, el monitoreo de signos vitales, signos y síntomas de origen cardíaco, evitar la maniobra de Valsalva ya que ésta asociada a los altos niveles de fuerza muscular generada para levantar o mover la resistencia, pueden provocar cambios dramáticos en las respuestas fisiológicas del gasto cardíaco y la presión arterial, provocando mareo, vértigo, cefalea e incluso síntomas de isquemia miocárdica.⁽¹³⁾

Así mismo es importante la evaluación de percepción del esfuerzo valorado mediante la Escala de Borg.⁽⁸⁾

La escala Borg mide el esfuerzo que el individuo percibe al hacer ejercicio, se ha usado principalmente para evaluar la "tensión" subjetiva experimentada durante el ejercicio dinámico. Esta escala otorga criterios para realizar ajustes a la intensidad de ejercicio y así poder realizar cambios o progresar el programa de entrenamiento.⁽¹⁵⁾

La escala de Borg utilizada en la década de 1970 abarca un rango del 6 al 20, sin embargo en la década de 1980 se comenzó a utilizar una escala de Borg modificada, la cual está constituida en un rango de 0 a 10.⁽¹⁶⁾

La escala determina el esfuerzo percibido, fatiga y disnea, tiene agregado al número una expresión escrita, que ayuda a categorizar la sensación del esfuerzo del sujeto al que se le realiza la prueba.^(8,16)

Escala original		Escala modificada	
6	Sin esfuerzo	0	Nulo
7	Extremadamente ligero	0.5	Apenas perceptible
8		1	Muy ligero
9	Muy ligero	2	Ligero
10		3	Moderado
11	Ligero	4	Algo pesado
12		5	Pesado (duro)
13	Algo ligero	6	
14		7	Muy duro
15	Duro (pesado)	8	
16		9	
17	Muy pesado	10	Extremadamente duro
18			*Máximo
19	Extremadamente duro		
20	Máximo ejercicio		

Tabla 1. Escala de Borg ⁽¹⁶⁾

Prescripción de ejercicio de fortalecimiento

Es importante que para la prescripción del ejercicio exista la individualización ya que de esta manera se puede realizar el ajuste del programa de ejercicios a cada paciente en particular, teniendo en cuenta sus características, intereses y necesidades particulares, así como su estado de salud o su enfermedad de base, salvando las diferencias adaptativas en las respuestas fisiológicas de un caso a otro.^(9,12,13)

Al individualizar el programa de ejercicios físicos a los pacientes, se debe tener en cuenta no sólo su enfermedad de base, si no la gran variedad de formas de presentación dentro de cada una de ellas, así mismo se deben de considerar los siguientes aspectos: modalidad, intensidad, duración, frecuencia y progresión del ejercicio.^(8,12,13)

La recomendación actual para la realización de ejercicio de fortalecimiento de acuerdo a pautas europeas y estadounidenses es entrenar cada grupo muscular mayor contra resistencia de 2 a 3 días a la semana, realizando de 2 a 4 series de 8 a 10 ejercicios diferentes para cada grupo muscular grande de miembros torácicos y pélvicos, durante cada sesión, completando de 8 a 12 repeticiones por serie.^(3,5,17)

La intensidad se relaciona con el peso real levantado durante el entrenamiento y el número de repeticiones realizadas por serie; este debe ser aproximadamente del 60% al 80% del máximo de una repetición máxima (1RM) para cada individuo, lo que se puede lograr utilizando bandas de resistencia, pesas libres, muñequeras, máquinas con pesas apiladas o resistencia neumática o aparatos gimnásticos o de isocinecia.^(3,9)

Es fundamental para las pautas de prescripción de ejercicios del Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM), que la prescripción de ejercicios de fortalecimiento se base en un porcentaje dado de 1RM para definir adecuadamente las cargas de entrenamiento.^(18,19)

1 Repetición Máxima (1RM)

Se define a 1RM como la mayor resistencia que se puede mover en todo el rango de movimiento, una vez, de manera controlada, con una postura y técnica correcta.⁽¹⁸⁾

Es un método fácil, económico y seguro de realizar, es considerado el estándar de oro para medir la fuerza muscular.^(18,20,21)

Así mismo la determinación de 1RM se puede usar para evaluar la ganancia de fuerza en un programa de fortalecimiento. Si el valor de 1RM individual aumenta, entonces es seguro decir que la fuerza muscular también ha aumentado y es posible progresar la resistencia.^(18,19)

Existen diversos métodos para determinar 1RM, como el uso de máquinas convencionales de gimnasio, con un dinamómetro manual, mediante equipos de isocinecia, el uso de bandas de resistencia y a través de fórmulas de predicción.

La utilización equipos de gimnasio, con máquinas convencionales como press de banca, press de hombros, press de piernas o peso libre, consiste en la selección de un peso inicial que esté dentro de la capacidad percibida por el paciente, pidiéndole que realice diversas repeticiones y aumentando la resistencia de manera progresiva entre 2.5 a 20 kg, hasta que el sujeto sea capaz de levantarlo solo una vez; previamente el paciente debe realizar una fase de calentamiento y entre cada prueba debe de existir un descanso de 3 a 5 min, todas las repeticiones deben de realizarse a la misma velocidad y en el mismo arco de movimiento.⁽⁸⁾

Otro método es aquel en donde el individuo realiza múltiples repeticiones con una carga de peso específica, usualmente se suele seleccionar un peso submáximo. Los resultados obtenidos se ingresan a una de las múltiples fórmulas de predicción, como la fórmula de Epley, en donde $1RM = (\text{peso levantado} \times 0,03 \times \text{número de repeticiones}) + \text{peso levantado}$.^(22,23)

Un máximo de repetición múltiple (RM), como 5 o 10 RM, también se puede utilizar como medida de la fuerza muscular. Es importante cuando se realizan 5 a 10 RM que el ejercicio se realice hasta el fallo. Cuando se utiliza un RM múltiple (es decir, 2 a 10 RM) para estimar el 1 RM, la precisión de la predicción aumenta con el menor número de repeticiones. ⁽⁸⁾

Una prueba de repetición máxima usando bandas elásticas es una prueba poco utilizada, siendo una alternativa válida, debido a que ofrece ventajas como mayor seguridad, bajo costo, mayor accesibilidad y fácil manejo. ^(24,25)

Las pruebas isocinéticas se consideran el estándar de oro para evaluar la fuerza muscular, ésta implica la evaluación de la fuerza muscular máxima lograda a lo largo de un arco de movimiento, a una velocidad angular constante. Son realizadas con equipos especializados, los cuales evalúan múltiples articulaciones y nos permiten controlar la velocidad angular a la cual se realizará el movimiento de la articulación. Dichos dispositivos miden la fuerza de rotación máxima o el par máximo. Sin embargo, un inconveniente importante es que este equipo es más caro y es poco accesible. ^(8,25)

Método isocinético

El método isocinético actualmente, es el sistema más adecuado para evaluar de forma objetiva y dinámica la fuerza muscular, expresada en términos de parámetros físicos (momento de fuerza, trabajo y potencia). ⁽²⁶⁾

Este se define como un sistema de evaluación que utiliza la tecnología informática y robótica para obtener y procesar en datos cuantitativos la capacidad muscular; estudia la fuerza muscular en un arco de movimiento determinado y con una velocidad angular constante programable. ⁽²⁶⁻²⁸⁾

El sistema de evaluación isocinética está formado por tres elementos: un goniómetro, que facilita la medida del arco de movimiento; un taquímetro, que indica

la velocidad de realización del movimiento y un dinamómetro, capaz de ofrecernos el valor del momento de fuerza desarrollado en cada instante.⁽²⁶⁾

La velocidad del movimiento de la articulación es constante y la fuerza depende de qué tan fuerte empuje el individuo contra la celda de carga.⁽²⁹⁾

El ejercicio isocinético puede ser utilizado para cuantificar la capacidad de un grupo de músculos para generar una fuerza y como una modalidad de ejercicio para restablecer el nivel de fuerza tras una lesión o, simplemente, como entrenamiento.⁽²⁸⁾

Los sistemas isocinéticos actuales permiten evaluar las diferentes modalidades, como el movimiento continuo pasivo, isométrico, isotónico e isocinético, tanto en modalidad concéntrico como excéntrico, en cadena cinética cerrada o abierta e incluso hoy en día, se empieza a introducir por algunos fabricantes el denominado modo balístico.⁽²⁸⁾

Entre las principales aplicaciones de la dinamometría isocinética encontramos:⁽²⁷⁾

A) Valoración diagnóstica

- * Complemento diagnóstico
- * Valoración y registro evolutivo tras programas de potenciación
- * Detección de desbalances entre músculos agonistas y antagonistas
- * Permite detectar simulación

B) Intervención terapéutica

- * Realizar un entrenamiento completo de potenciación muscular: isométricos, isotónicos, isocinéticos, excéntricos o movilización pasiva continua.
- * Permite utilizar los beneficios del biofeedback
- * Incrementa la fuerza muscular
- * Tratamiento de los desbalances entre agonistas y antagonistas

Con el registro y análisis de los datos de las fuerzas obtenidas a través de las pruebas isocinéticas, se elaboran una serie de tablas y gráficos que serán integrados con otros datos clínicos para llegar a una correcta y objetiva evaluación funcional de los grupos musculares estudiados.^(26,28)

Los parámetros que se obtienen a partir de una evaluación isocinética son:⁽²⁷⁾

**Pico del par de fuerzas o torque:* Indica el valor más alto del momento de fuerza registrado durante la prueba y se obtiene a velocidades bajas y con contracción, puede ser considerado como la máxima fuerza que un grupo muscular es capaz de desarrollar a una velocidad angular de movimiento, podremos siempre relacionarlo con el ángulo de movimiento en que ha sido obtenido. Se obtiene a partir del punto más alto de una o varias curvas de momento de fuerza isocinéticas, normalmente se compara con el lado sano o con valores normativos. Par (Nm)

**Pico del par/peso:* Es el porcentaje normalizado por el peso corporal comparado con la meta establecida.

**Trabajo:* Expresa el producto del momento de fuerza por la distancia angular. En el estudio grafico va a corresponder al área o espacio debajo de la curva del momento de fuerza

**Potencia:* Dada por el producto del valor del trabajo por la unidad de tiempo. Se presenta como potencia media obtenida, dividiendo el trabajo total entre el tiempo empleado en la ejecución del test.

**Trabajo total:* Es el mejor indicador de la función de un grupo muscular, incluso mejor que el momento máximo de fuerza. Es un índice de eficacia muscular.

**Coeficiente de variación:* Representación estadística de la validez de la prueba basada en la reproducibilidad del ejercicio. Es útil para determinar la congruencia de una prueba, basándose en la variación entre repeticiones. Puede representar dolor, aprensión, falta de instrucción o de esfuerzo por el paciente. Para que la prueba sea fiable, el valor normal de los grupos musculares es menor o igual al 15% y para los grupos musculares pequeños menor o igual al 20%.⁽²⁶⁾

Las magnitudes físicas son:

- a) Fuerza (newton): es el producto de la masa desplazada por la aceleración adquirida. Su unidad de medida es el Newton y su equivalencia es $1 \text{ N} = 1 \text{ kg m/s}^2$
- b) Momento (newton x metro): es el momento torsional e indica el resultado externo. Cuando la fuerza se realiza a lo largo de un eje de rotación.
- c) Trabajo (julios): es la fuerza ejercida por la distancia de desplazamiento. Es la energía desarrollada. Gráficamente se objetiva como el área bajo la curva del momento.
- d) Potencia (vatios): es el trabajo producido por el tiempo empleado. Útil en tareas repetitivas

Contraindicaciones absolutas⁽²⁷⁾

- ** Procesos cardíacos agudos (infarto al miocardio)
- ** Infecciones
- ** Inflamación aguda de articulaciones
- ** Inestabilidad articular
- ** Fracturas óseas no consolidadas
- ** Heridas en proceso de cicatrización
- ** Dolor de severa intensidad
- ** Limitación articular importante
- ** Anquilosis
- ** Artrodesis articular
- ** Esguince en fase aguda

Contraindicaciones relativas

- ** Inflamaciones articulares leves
- ** Dolor de leve intensidad
- ** Limitación articular pequeña
- ** Esguince crónico o subagudo

Bandas de elásticas o de resistencia

Las bandas elástica, también conocidas bandas de resistencia, son un fragmento de látex, largo y resistente, de una longitud de 1,5 metros, que surgieron a partir de los años 80's y están fabricadas con látex de caucho natural el cual le brinda una mayor elasticidad con un menor riesgo a la ruptura; son herramientas fáciles de usar.^(30,31)

Actualmente son ampliamente utilizadas para desarrollar fuerza muscular, con resultados similares al uso de máquinas con peso, de igual manera que para un entrenamiento físico multipropósito como coordinación, equilibrio y flexibilidad.⁽³⁰⁾

Dentro de sus ventajas podemos encontrar que son portátiles, de fácil manejo, económicas y tienen la capacidad de volver a su tamaño original.⁽³¹⁾

La resistencia que generan es variable y creciente, basada en el color de la banda y en el porcentaje de elongación que tengan; cuanto mayor es la extensión del alargamiento, mayor es la generación de fuerza ya que la resistencia aumenta a medida que la banda se estira por lo tanto a mayor elongación proporcionan mayor resistencia.^(31,32)

Los fabricantes de bandas y proporcionan una gama de productos con diferentes niveles de resistencia, generalmente distinguidos por el color. En general, la resistencia aumenta de un 20 a un 30% entre cada color de banda.^(31,33)

En el siguiente cuadro se muestra de acuerdo con el color de la banda y su porcentaje de elongación la equivalencia en kilogramos.

Color Thera-Band	Resistencia en Kg	
	100% Estiramiento	200% Estiramiento
Thera-Band Tan	1.1	1.5
Thera-Band Amarilla	1.3	1.9
Thera-Band Roja	1.7	2.5
Thera-Band Verde	2.1	3
Thera-Band Azul	2.6	3.9
Thera-Band Negra	3.3	4.6
Thera-Band Plata	4.6	6.9
Thera-Band Dorada	6.5	9.6

PRINCIPIANTE

 AVANZADO

Tabla 2. Resistencias Theraband ⁽³¹⁾

Es importante considerar diversos factores para su cuidado y uso, con el fin de asegurar un correcto funcionamiento y una vida útil prolongada. ^(30,31)

- Antes del uso, comprobar que la banda de resistencia no presente rasgones ni perforaciones que puedan ocasionar la ruptura del producto. En caso de encontrar fallas, se debe desechar el producto y reemplazarlo.
- Evitar que las bandas de resistencia reciban luz solar directa y que se encuentren en lugares con temperaturas extremas.
- La limpieza se debe de realizar con agua y jabón neutro posteriormente se deben de dejar secar sobre una superficie plana y luego aplicar almidón de maíz.
- Las personas alérgicas al látex deben usar bandas sin látex.
- Se debe considerar que la banda puede saltar hacia la cabeza; por lo tanto, es necesaria la protección adecuada a los ojos.
- Usar una banda con la longitud adecuada.
- Asegurarse de que la banda este fijo con firmeza a un objeto resistente antes de usarlos.
- No estirar la banda el triple de su longitud en reposo (300% de elongación).

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la concordancia de medición en la determinación de 1RM entre el uso de equipo de isocinecia y bandas de resistencia.

Objetivos específicos

Determinar el parámetro de 1RM mediante el uso de equipo de isocinecia y con bandas de resistencia de los siguientes grupos musculares:

- Abductores, aductores, flexores y extensores de hombro
- Flexores y extensores de codo
- Abductores, aductores, flexores y extensores de cadera
- Flexores y extensores de rodilla

Valoración de signos vitales (presión arterial, frecuencia cardíaca, saturación de O₂), presencia o ausencia de síntomas cardiovasculares y el esfuerzo percibido mediante escala de Borg modificada antes, durante y después de la prueba.

Describir las características de los participantes de acuerdo con lo descrito por la escala ASCVD RISK en riesgo cardiovascular.

Reportar eventos adversos

Material y métodos

Se realizó un estudio observacional, transversal, de concordancia; en donde los criterios de inclusión, exclusión y eliminación fueron los siguientes:

- Criterios de inclusión: pacientes sin distinción de sexo, edad entre 30-70 años, con patología musculoesquelética ya resuelta (esguinces, OA, tendinopatías), con riesgo cardiovascular mínimo a intermedio de acuerdo con la escala de ASCVD RISK y que firmen el consentimiento informado.
- Criterios de exclusión: pacientes con patología neurológica que condicione discapacidad moderada o severa, con examen manual muscular en 3/5 o menos en escala de Daniels, con arcos de movimiento limitados ($<90^\circ$), lesiones de tejidos blandos u óseos en curación, dolor con de acuerdo con la escala numérica del dolor mayor a 5 y pacientes con discapacidad intelectual.
- Criterios de eliminación: pacientes no cooperadores, que no se adhieren a los criterios establecidos para la realización de la prueba, que no completen las dos evaluaciones, que decidan retirarse del protocolo de estudio.

El cálculo del tamaño de la muestra se realizó para concordancia con una confianza de 95%, lo que dio como resultado 30 sujetos.

Las variables fueron: sexo, edad (años), peso (Kg), talla (cm), índice de masa corporal (kg/m^2), presión arterial (mm/Hg), frecuencia cardíaca (lpm), frecuencia respiratoria (rpm), saturación de O_2 (%), estado civil, escolaridad, ocupación, comorbilidades, factores de riesgo cardiovascular, riesgo cardiovascular (ASCVD), tabaquismo, sobrepeso, obesidad, sedentarismo, alcoholismo, dislipidemia, diabetes mellitus 2, hipertensión arterial, 1 repetición máxima, escala de Borg, fuerza, evento adverso.

Procedimiento.

Una vez que se firmó el consentimiento informado, se citó a los pacientes en 3 ocasiones, en la cita inicial se recabó la información de todas las variables incluidas en este estudio, (Edad, peso, talla, IMC, factores de riesgo cardiovascular, Riesgo cardiovascular) y se les explicó el procedimiento a realizar.

La evaluación se realizó en lado no dominante.

En la segunda cita se llevo a cabo la valoración de 1RM con el equipo de isocinecia, en la cual se utilizó el equipo de dinamometría isocinética Contrex multi-joint, se colocó al paciente en sedestación para la evolución de codo y rodilla y en posición decúbito prono y lateral para la evaluación de cadera y hombro de acuerdo con las especificaciones del equipo; se fijo del tronco y distalmente la extremidad para evitar movimientos compensatorios.

La primera etapa fue el calentamiento, 5 min previos a la realización de la prueba con la realización de movimiento pasivos a velocidad media y posteriormente el paciente realizó un simulacro de la prueba con movimientos concéntricos a velocidad baja para acostumbrarse al movimiento y al equipo; para la determinación de 1RM el paciente realizó 5 repeticiones en el modo isocinético clásico en movimiento concéntrico/concéntrico a velocidad angular de 60°/s. Este procedimiento se realizó con todas las articulaciones a estudiadas y una vez concluida la evaluación se realizaron ejercicios de estiramiento. El tiempo aproximado en el que se llevo a cabo la evaluación fueron 60-90 min.

La tercera cita se llevó a cabo 48 - 72 horas posteriores en donde se realizó la valoración con bandas de resistencia; para esta prueba se utilizaron las bandas de la marca Theraband, con resistencias progresiva, amarillo (suave), rojo (media), verde (fuerte), azul (extra fuerte), negro (fuerte especial) y plateado (súper fuerte); el área para su ejecución fue el gimnasio en donde el punto fijo de sujeción fue en las barras suecas y para la ejecución de la prueba el paciente se colocó en bipedestación para evaluar hombro, codo y cadera y en sedestación para rodilla,

vigilando que se mantuviera con una postura adecuada, disminuyendo de esta manera movimientos de compensación.

La primera parte de la evaluación fue la fase de calentamiento la cual consistió en la realización de movimientos activos con la banda amarilla que es la de menor resistencia, posteriormente se llevo a cabo la prueba para la cual se combinaron diferentes bandas elásticas para lograr una carga precisa que se basó en los resultados de la prueba isocinética (valor de torque máximo) para cada participante individual, respectivamente; las bandas se estiraron al 100% - 200% de su longitud en reposo al final del rango de movimiento. Esto se corroboró con una cinta métrica. La carga inicial se estableció en el 90% del torque pico isocinetico y se incremento en 5% hasta alcanzar su carga máxima. Si el participante fallaba en un intento con una carga determinada, se le daba un segundo intento con esa carga. Si el segundo intento fallaba, se determinaba que su carga máxima (kg) era la última carga que se realizó con éxito. Una vez concluida la prueba se realizaron ejercicios de estiramiento. El tiempo que requirió la prueba fueron 30-45 min.

Al momento de realizar las evaluaciones se realizó registro de presión arterial, frecuencia cardíaca, saturación de O₂, esfuerzo percibido (escala de Borg), presencia o ausencia de síntomas cardiovasculares, todas estas se midieron al inicio, posterior a la evaluación de dos articulaciones y al finalizar la valoración. Todos los datos fueron capturados en una hoja de Excel para posteriormente realizar el análisis estadístico con el mismo programa; la Concordancia interobservador grafica de Bland Altman y el índice de correlación intraclase se realizaron con el programa Real statistics.

El análisis estadístico incluyó para variables cualitativas: frecuencias y porcentajes, y para las cuantitativas: promedios y desviaciones estándar. La concordancia se evaluó a través de los modelos de Bland-Altman con intervalos de confianza del 95%. La correlación intraclase cuya calificación fue de acuerdo con los criterios (artículo y referencia)

Este protocolo fue aprobado por los comités de investigación y ética en investigación del hospital regional 1º de Octubre.

Resultados

Se incluyeron 30 participantes que reunieron todos los criterios de inclusión. En el cuadro 1 se resumen las características generales de los participantes.

Cuadro 1

Características basales del grupo de estudio

Características	Frecuencia (n=30)
Edad (años)	52.6 ± 7.8
Sexo	
Masculino	9 (30%)
Femenino	21 (70%)
Peso (Kg)	74.9 ± 10.7
Talla (cm)	160 ± 8.5
IMC (kg/m ²)	29.4 ± 4.2
Estado de peso de acuerdo con el IMC	
Normal	3 (10%)
Sobrepeso	14 (47%)
Obesidad G1	10(33%)
Obesidad G2	3(10%)
Obesidad G3	0(%)
Diabetes tipo 2	5 (17%)
Hipertensión Arterial Sistémica	11 (37%)
Sedentarismo	30(100%)
Tabaquismo	7 (23%)
Dislipidemia	23 (77%)
Riesgo Cardiovascular	
Bajo	24 (80%)
Intermedio	6 (20%)

Abrev. IMC: Índice de masa corporal

El lado evaluado en todos los casos fue el lado no dominante, en este estudio en todos los participantes fue el lado izquierdo.

No se reportaron incidentes durante la realización de las valoraciones, ningún participante reporto la presencia de síntomas cardiovasculares, sin variaciones significativas en los signos vitales (frecuencia cardiaca, tensión arterial, saturación O₂), el índice de fatiga de Borg, se mantuvo en los parámetros de 1 a 3,.

En el cuadro 2 se reportan las variaciones en los signos vitales, los cuales no fueron significativos.

Cuadro 2

Datos clínicos y Esfuerzo percibido

Característica	Medición	
	Isocinecia	Banda de resistencia
Tensión Arterial (mmHg)		
Basal	113 ± 14 / 74 ± 9	106 ± 11/73 ± 8
Intermedia	113 ± 13 / 74 ± 8	106 ± 10/74 ± 8
Final	114 ± 13 / 75 ± 8	111 ± 21/74 ± 8
Frecuencia Cardíaca (lpm)		
Basal	75 ± 10	75 ± 9
Intermedia	79 ± 10	77 ± 11
Final	79 ± 12	77 ± 12
Saturación de O2 (%)		
Basal	95 ± 1	95 ± 1
Intermedia	95 ± 1	95 ± 1
Final	95 ± 1	95 ± 1
Evaluación Borg modificada		
Inicial		
Mediana	1	1
Cuartil 1	1	1
Cuartil 3	1	1
Intermedio		
Mediana	3	2.5
Cuartil 1	1	2
Cuartil 3	3	3
Final		
Mediana	3	3
Cuartil 1	2	2
Cuartil 3	3	3

*se reportan promedio y desviación estándar

Los movimientos evaluados para cada articulación fueron flexión, extensión, abducción y aducción para hombro; flexión y extensión para codo; flexión, extensión, abducción y aducción para cadera y flexión y extensión para rodilla.

Los resultados arrojaron una adecuada concordancia evaluado mediante Bland-Altman con las líneas de referencia de la media de las diferencias y $\pm 1,96$ DE (es

decir, límites de concordancia del 95%). (ver gráficos 1-12); en cuanto a la correlación intraclase los que mostraron mejor resultado fueron los movimientos de hombro con un ICC de 0.83 para abducción, 0,82 para extensión, 0,81 para aducción y 0.65 para flexión; para el resto de los movimientos el ICC fue menor de 0.32 a 0.61. Teniendo un grado de ICC de leve a casi perfecto según lo descrito por Mandeville.(34) (ver cuadro 3).

Cuadro 3

Nivel de concordancia por articulación, valores de 1RM de isocinecia y bandas de resistencia

Articulación	Movimiento	Isocinecia (kg)*	Bandas (kg)*	Correlación intraclase (IC 95%)	Grado de acuerdo
Hombro	Abducción	3.73 (2.1-12.4)	4.6 (1.7-15.8)	0.83 (0.36-0.94)	Casi perfecto
Hombro	Extensión	4.63 (2.4-9.3)	4.8 (2.5-11.5)	0.82 (0.65-0.91)	Casi perfecto
Hombro	Aducción	4.01 (2.3-9.7)	4.5 (2.3-9.7)	0.81 (0.52-0.92)	Casi perfecto
Hombro	Flexión	3.82 (2.2-9.3)	4.9 (2.5-11.5)	0.65 (0.13-0.85)	Substancial
Cadera	Abducción	7.84 (4-17.8)	7.4 (3.3-12.5)	0.61 (0.33-0.79)	Substancial
Cadera	Aducción	7.16 (2.3-13.7)	7.2 (2.6-12.5)	0.48 (0.15-0.72)	Moderado
Rodilla	Flexión	6.4 (3.7-10.8)	7.4 (3.3 -15.4)	0.46 (0.13-0.70)	Moderado
Cadera	Flexión	6.8 (3.9-10.4)	8.1 (3.3-15.8)	0.45 (0.12-0.69)	Moderado
Cadera	Extensión	7.6 (3.7-12.1)	7.7 (3.3-15.8)	0.44 (0.10-0.69)	Moderado
Codo	Flexión	3.6 (1.9-7.5)	5.9 (2.6-14.4)	0.39 (0.10-0.72)	Regular
Rodilla	Extensión	10.3 (5.6-17.2)	12.5 (4.6-22.3)	0.37 (0.04-0.63)	Regular
Codo	Extensión	3.6 (1.8-7.7)	5.5 (3-11.5)	0.32 (0.10-0.64)	Regular

*Se reportan promedios, valor mínimo y máximo

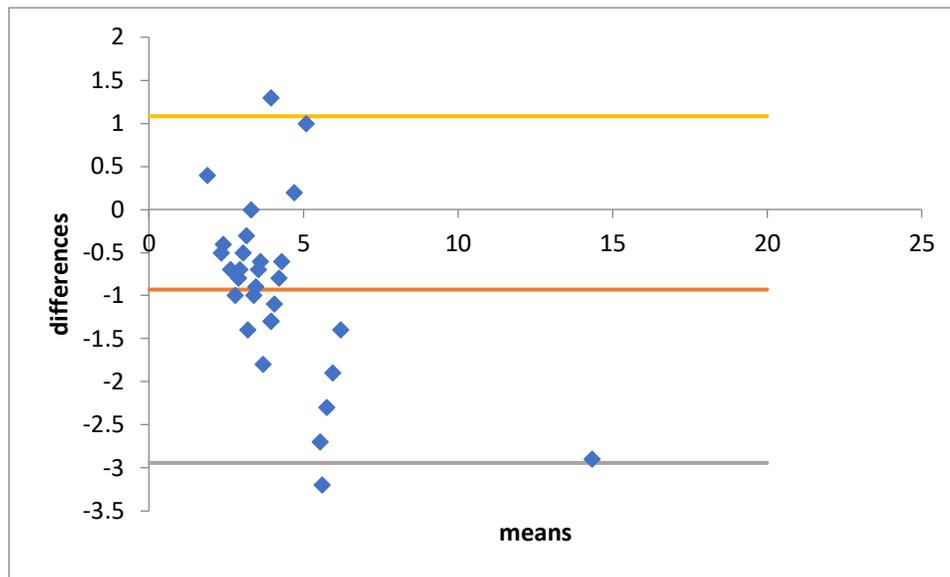


Gráfico 1. Bland-Altman de la variación individual de 1RM entre equipo de isocinecia y bandas de resistencia para la evaluación de abductores del hombro. La media de la diferencia fue de -0,93 kg y el límite de concordancia del 95% fue de 1,0 y -2,9 kg.

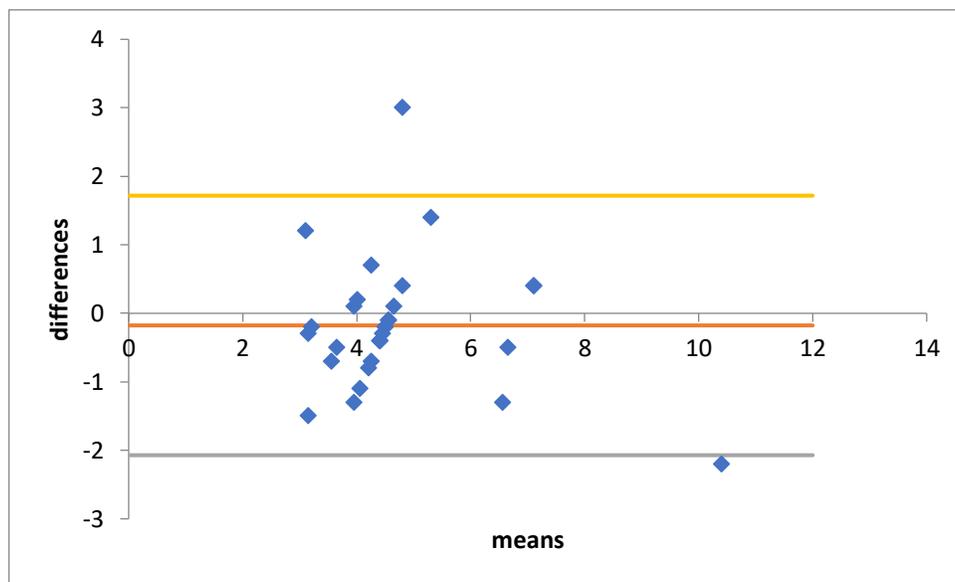


Gráfico 2. Bland-Altman de la variación individual de 1RM entre equipo de isocinecia y bandas de resistencia para la evaluación de extensores del hombro. La media de la diferencia fue de -0.17 kg y el límite de concordancia del 95% fue de 1,7 y -2,0 kg.

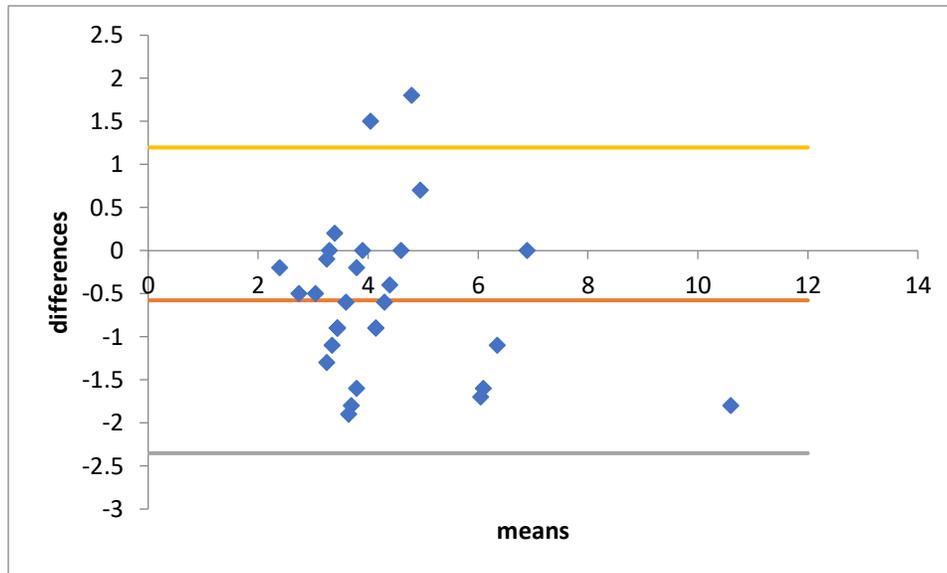


Gráfico 3. Bland-Altman de la variación individual de 1RM entre equipo de isocinecia y bandas de resistencia para la evaluación de aductores del hombro. La media de la diferencia fue de -0,5 kg y el límite de concordancia del 95% fue de 1,1 y 2,3 kg.

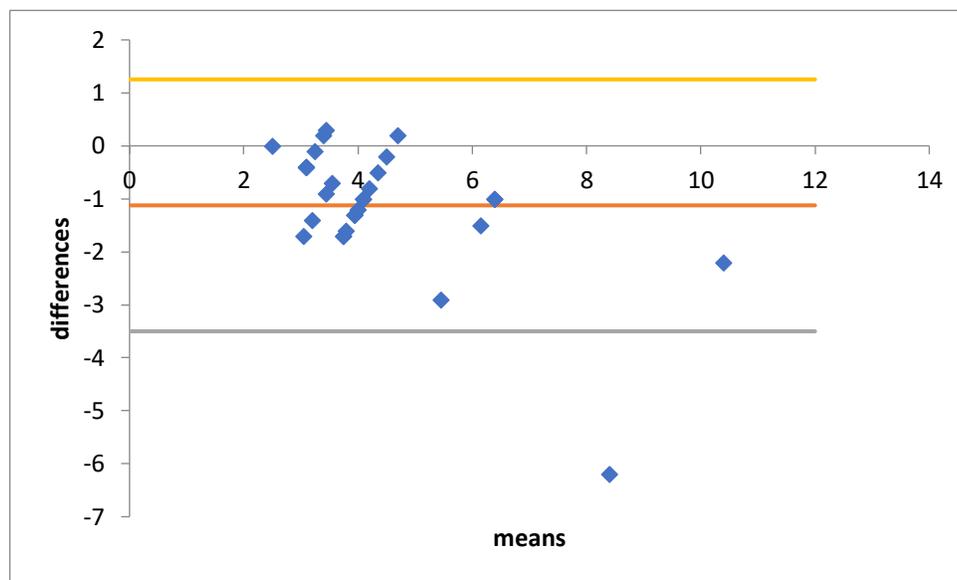


Gráfico 4. Bland-Altman de la variación individual de 1RM entre equipo de isocinecia y bandas de resistencia para la evaluación de flexores del hombro. La media de la diferencia fue de -1,1 kg y el límite de concordancia del 95% fue de 1,2 y -3,5 kg.

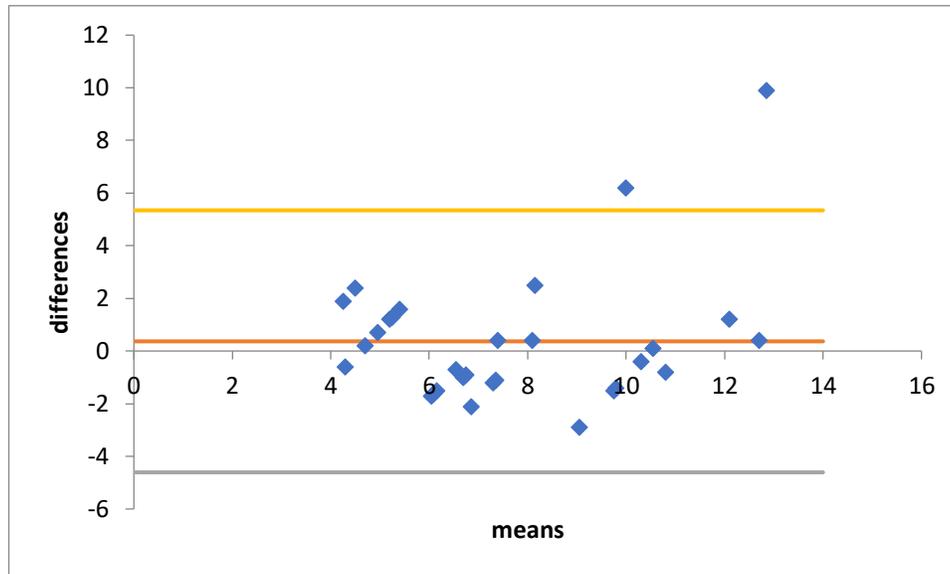


Gráfico 5. Bland-Altman de la variación individual de 1RM entre equipo de isocinética y bandas de resistencia para la evaluación de abductores de cadera. La media de la diferencia fue de 0,3 kg y el límite de concordancia del 95% fue de 5,3 y -4,6 kg.

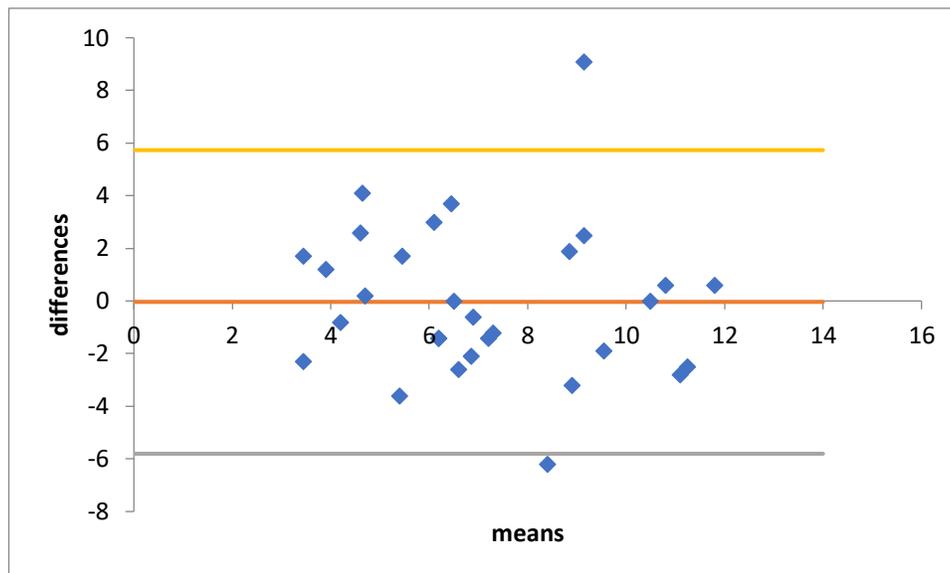


Gráfico 6. Bland-Altman de la variación individual de 1RM entre equipo de isocinética y bandas de resistencia para la evaluación de aductores de cadera. La media de la diferencia fue de -0,03 kg y el límite de concordancia del 95% fue de 5,7 y -5,8 kg.

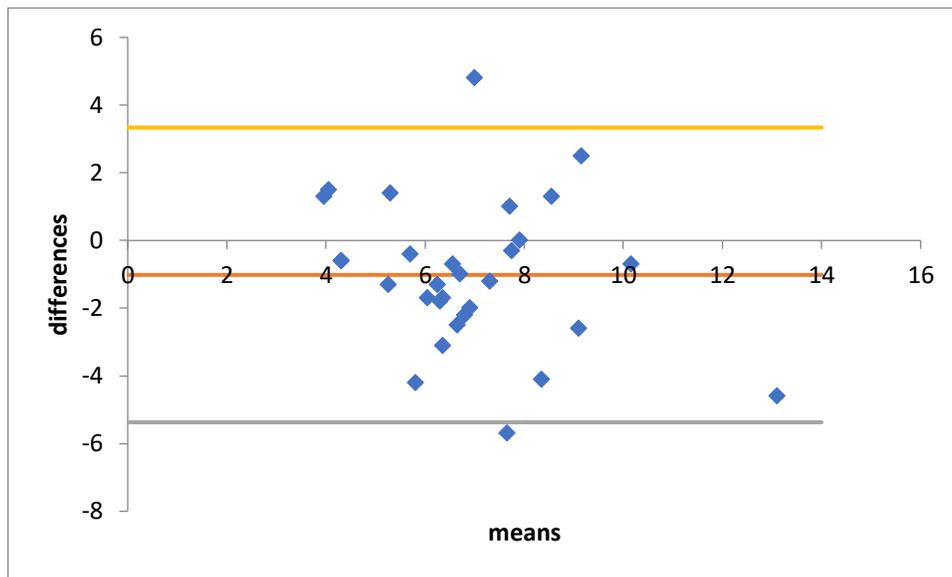


Gráfico 7. Bland-Altman de la variación individual de 1RM entre equipo de isocinecia y bandas de resistencia para la evaluación de flexores de rodilla. La media de la diferencia fue de -1,0 kg y el límite de concordancia del 95% fue de 3,3 y -5,3 kg.

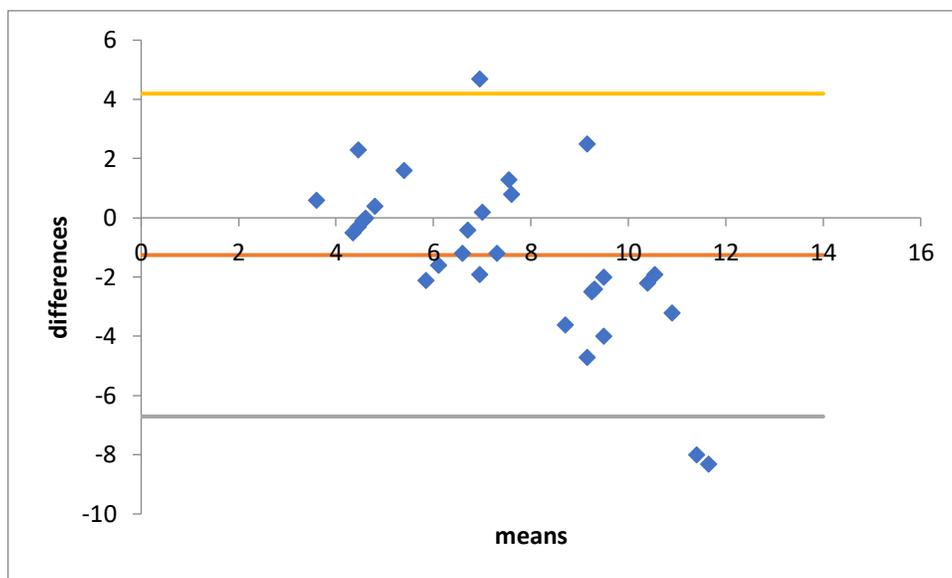


Gráfico 8. Bland-Altman de la variación individual de 1RM entre equipo de isocinecia y bandas de resistencia para la evaluación de flexores de cadera. La media de la diferencia fue de -1,2 kg y el límite de concordancia del 95% fue de 4,1 y -6,7 kg.

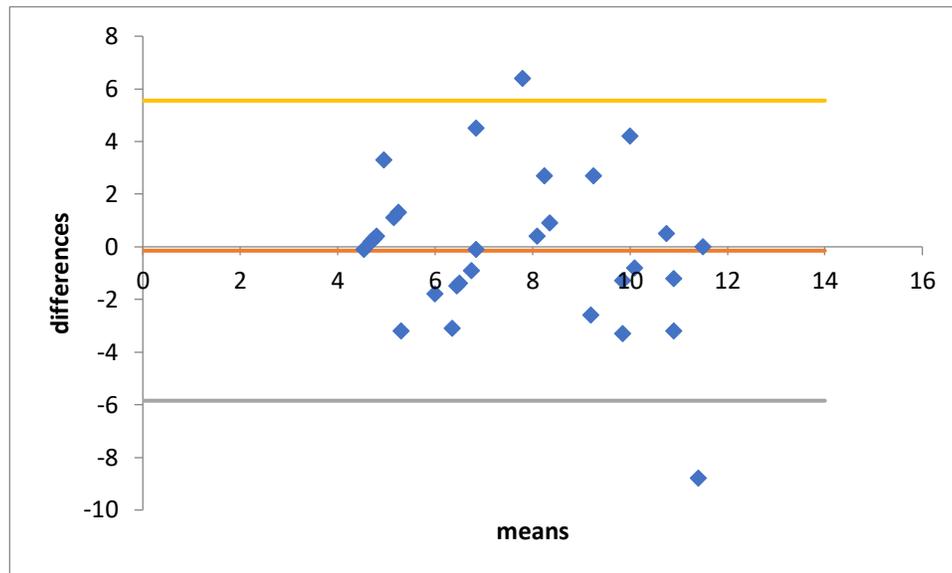


Gráfico 9. Bland-Altman de la variación individual de 1RM entre equipo de isocinecia y bandas de resistencia para la evaluación de extensores de cadera. La media de la diferencia fue de -0,1 kg y el límite de concordancia del 95% fue de 5,5 y -5,8 kg.

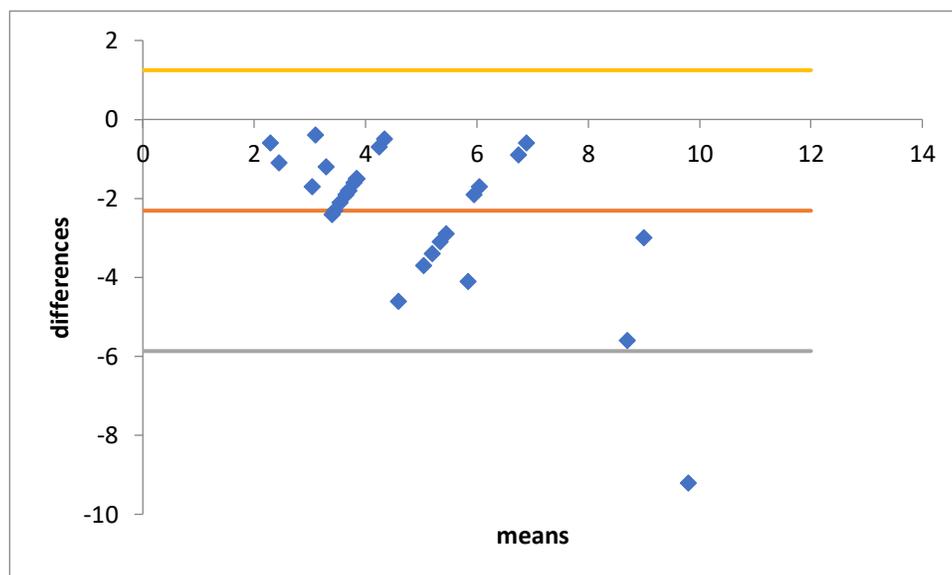


Gráfico 10. Bland-Altman de la variación individual de 1RM entre equipo de isocinecia y bandas de resistencia para la evaluación de flexores de codo. La media de la diferencia fue de -2,1 kg y el límite de concordancia del 95% fue de 1,2 y -5,8 kg.

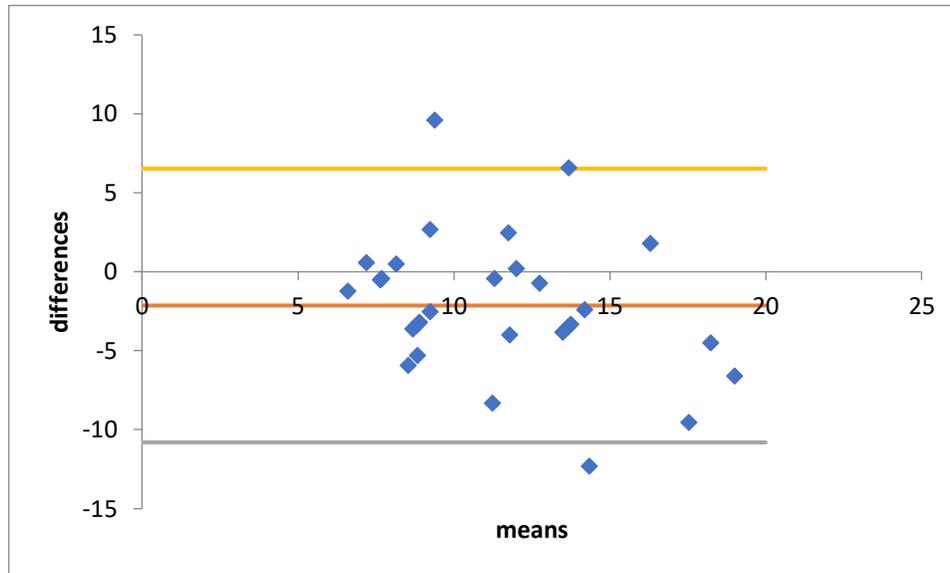


Gráfico 11. Bland-Altman de la variación individual de 1RM entre equipo de isocinecia y bandas de resistencia para la evaluación de extensores de rodilla. La media de la diferencia fue de -2,1 kg y el límite de concordancia del 95% fue de 6,5 y -10,8 kg.

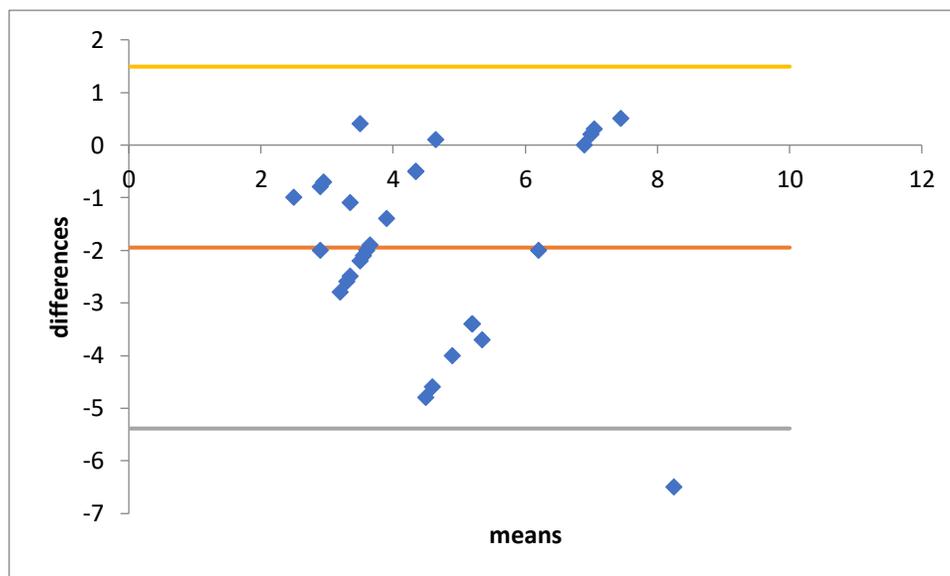


Gráfico 12. Bland-Altman de la variación individual de 1RM entre equipo de isocinecia y bandas de resistencia para la evaluación de extensores de codo. La media de la diferencia fue de -1,9 kg y el límite de concordancia del 95% fue de 1,4 y -5,3 kg.

Discusión

La población evaluada correspondió a pacientes que en su mayoría tuvo riesgo cardiovascular bajo (80%), los cuales fueron sometidos a las pruebas de 1RM como se describió previamente y en ninguno de los casos se encontraron cambios significativos en los signos vitales, no se reportó la presencia de síntomas cardiovasculares, el esfuerzo valorado mediante la escala de Borg modificada no sobrepasó el nivel 3 y se concluyeron ambas pruebas sin reportar eventos adversos.

La evaluación se llevó a cabo para abductores, aductores, extensores y flexores de hombro, flexores y extensores de codo, abductores, aductores, extensores y flexores de cadera y flexores y extensores de rodilla, con la medición de frecuencia cardíaca, presión arterial, saturación de oxígeno y valoración de esfuerzo con la escala de Borg, sin encontrar en la literatura un trabajo similar.

Al medir los distintos grupos musculares de manera objetiva, se observó que existe una variabilidad en cuanto a la fuerza por cada grupo muscular en el mismo individuo, por lo tanto, se debe prescribir ejercicio de fortalecimiento con distintos grados de resistencia, de acuerdo con el déficit muscular y no generalizar la misma resistencia para todos los grupos musculares.

En la literatura se han encontrado pocos artículos con estudios similares, uno de ellos fue el realizado por Nyberg A.⁽²⁴⁾ donde valoró la validez del uso de bandas de resistencia para evaluación de 1RM en la extensión de la rodilla en 24 participantes adultos mayores, los resultados arrojaron una buena concordancia y un ICC de 0,88; Taylor y col ⁽³⁵⁾, encontraron una excelente correlación ($R = 0,85$) entre una prueba de 8 RM que usa bandas de resistencia y valores de torque pico isocinético a 60°/s entre adultos jóvenes; Guex y col ⁽³⁶⁾, realizaron un estudio a 22 participantes jóvenes en donde valoraron la fuerza de flexores y extensores de rodilla con bandas elásticas y equipo de isocinecia, reportando una validez excelente ($R = 0,93$) y una fiabilidad relativa ($ICC = 0,99$); por otro lado en otro estudio que realizó Nyberg A ⁽³⁷⁾ valoró 1RM en flexión de hombro comparando bandas de resistencia con equipo

de isocinecia encontraron un ICC de 0,85, demostrando que la evaluación de 1RM con bandas de resistencia es válida; Kirsch y Andersen ^(25,38) evaluaron músculos abductores de hombros con bandas de resistencia, en pruebas de múltiples repeticiones, teniendo como resultado un adecuado ICC, concluyendo que estas son un método alternativo vs el gold estándar para una determinar 1RM.

En cuanto a la evaluación de 1RM en pacientes con riesgo cardiovascular, Dias L. y col ⁽³⁹⁾ evaluaron 1RM en el aparato leg press y midieron tensión arterial y variabilidad de frecuencia cardiaca al reposo, inmediatamente a la prueba y a los 10,20,30 y 40 minutos de recuperación en 24 sujetos normotensos y prehipertensos demostrando que la prueba de 1RM promovió mayores respuestas cardiovasculares en el grupo de pacientes con prehipertensión que en el grupo Normotenso sin provocar un aumento del riesgo cardiovascular en los individuos con pre hipertensión, considerando de esta manera la evaluación segura. Previamente Barnard and cols ⁽⁴⁰⁾, realizaron la valoración de 1RM con el método de Kraemer y Fry en 74 pacientes con riesgo cardiovascular bajo, intermedio y alto, tomando en cuenta los cambios en la frecuencia cardiaca y presión arterial sin encontrar respuestas anormales y que pongan en riesgo a los pacientes con riesgo cardiovascular para la realización de la prueba.

Nuestros resultados junto con los resultados reportados por los autores previamente comentados nos indican que las bandas de resistencia son una herramienta válida cuando no se cuenta con un equipo de isocinecia; de igual manera la determinación de 1RM con cualquiera de los dos métodos, es segura ya que no se reportaron eventos adversos incluidos la presencia de algún síntoma cardiovascular o alguna lesión o dolor de origen músculo esquelético, no se observaron cambios significativos en los signos vitales durante la realización y al finalizar la prueba, implican poco esfuerzo valorado mediante la escala de Borg; es importante mencionar que a los participantes se les estuvo vigilando estrechamente durante la realización de las evaluaciones, buscando siempre que tuvieran un adecuado

posicionamiento, evitando la presencia de movimiento compensatorios y evitando la realización de maniobra de valsalva.

Con respecto a la concordancia de Bland Altman, en todas las articulaciones evaluadas se encontró una adecuada concordancia, dado que al menos el 95% de las diferencias entre los dos métodos se incluyeron dentro de los límites de acuerdo, siendo de esta manera ambos métodos válidos.

Con relación a la correlación intraclase, se observó una disminución de miembro inferior respecto al miembro superior, esto podría deberse al cansancio que mostraron los participantes, ya que se inició la prueba con la evaluación de miembro superior, por lo que se puede tener en cuenta esta variable para la ejecución de pruebas o estudios posteriores, considerando dividir la realización de la prueba en días alternos o realizar la medición de una sola articulación.

Al concluir este estudio observamos que la valoración de 4 articulaciones y 12 movimientos, flexión, extensión, abducción y aducción de hombro y cadera, flexión y extensión de codo y rodilla no nos brinda los resultados deseados, probablemente se deba al cansancio que muestran los pacientes, ya que el tiempo en el que se llevan a cabo las pruebas fueron 60-90 min para la prueba de isocinecia y 30-45 min en la valoración de bandas elásticas, ambas implican varios cambios de posición.

Consideramos que a pesar de que los resultados obtenidos en este estudio fueron buenos, se podrían mejorar llevando a cabo las siguientes recomendaciones:

- 1.-Realizar las valoraciones en días alternos
- 2.-Vigilar que el paciente tenga una posición adecuada y los movimientos sean sin compensación
- 3.-Evitar la realización de la maniobra de valsalva
- 4.-Realizar la fase de calentamiento y estiramiento
- 5.-Evaluación con isocinecia: contar con un equipo calibrado y con personal capacitado para su uso

6.-Evaluación con bandas de resistencia: que se encuentren en buen estado asegurando una adecuada elasticidad

7.-Asegurarse de dar instrucciones claras y que exista entendimiento por parte del paciente

Conclusión

Después de determinar 1 Repetición Máxima con el equipo de isocinecia y con bandas de resistencia para los abductores, aductores, flexores y extensores de hombro y cadera y para los músculos flexores y extensores de codo y rodilla, podemos confirmar nuestra hipótesis al demostrar que ambos métodos tienen la misma validez para la realización de 1RM.

Considerando la ventaja que las bandas de resistencia son un método más accesible y fáciles de utilizar, ofreciendo así una alternativa en situaciones en las que no se tenga el acceso a equipos de isocinecia, considerando las recomendaciones previamente comentadas.

Al realizar la valoración de signos vitales (presión arterial, frecuencia cardíaca, saturación de O₂), presencia o ausencia de síntomas cardiovasculares y el esfuerzo percibido mediante escala de Borg modificada podemos afirmar que ambos métodos son seguros para pacientes con riesgo cardiovascular bajo a intermedio, ya que no se presentaron cambios significativos en estos, ni hubo la presencia de eventos adversos.

Bibliografía

1. Meseguer Zafra M, García-Cantó E, Rodríguez García PL, Pérez-Soto JJ, Tárraga López PJ, Rosa Guillamón A, et al. Influence of a physical exercise program on VO₂max in adults with cardiovascular risk factors. *Clin e Investig en Arterioscler* [Internet]. 2018;30(3):95–101. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arteri.2017.11.003>
2. Angelino A. Prevención de factores de riesgo: Impacto del ejercicio y los programas de rehabilitación cardiovascular en el riesgo cardiovascular de pacientes coronarios. *Rev Médica Clínica Las Condes* [Internet]. 2012;23(6):766–771. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0716-8640\(12\)70379-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0716-8640(12)70379-6)
3. Gómez-González A, Miranda-Calderín G, Pleguezuelos-Cobos E, Bravo-Escobar R, López-Lozano A, Expósito-Tirado JA, et al. Recommendations of the Cardio-Respiratory Rehabilitation Society (SORECAR) on cardiac rehabilitation in ischemic heart disease. *Rehabilitacion* [Internet]. 2015;49(2):102–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rh.2014.12.002>
4. Noites A, Pinto J, Freitas CP, Melo C, Albuquerque A, Teixeira M, et al. Effects of the Mediterranean diet and exercise in subjects with coronary artery disease. *Rev Port Cardiol (English Ed)* [Internet]. 2015;34(11):655–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.repce.2015.09.005>
5. Sánchez-Pinilla RO. Prescripción de la actividad física adaptada al estado funcional de cada paciente. *FMC Form Medica Contin en Aten Primaria* [Internet]. 2012;19(7):392–401. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1134-2072\(12\)70421-8](http://dx.doi.org/10.1016/S1134-2072(12)70421-8)
6. Cedeño Mora S, Goicoechea M, Torres E, Verdalles Ú, Pérez de José A, Verde E, et al. Predicción del riesgo cardiovascular en pacientes con enfermedad renal crónica. *Nefrología*. 2017;37(3):293–300.
7. ASCVD. Available from: <https://www.acc.org/Tools-and-Practice-Support/Mobile-Resources/Features/2013-Prevention-Guidelines-ASCVD->

Risk-Estimator

8. Riebe D, Ehrman J, Liguori G, Magal M. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 2018. 651 p.
9. Ignaszewski M, Lau B, Wong S, Isserow S. The science of exercise prescription: Martti Karvonen and his contributions. *B C Med J*. 2017;59(1):38–41.
10. Montero M. Rehabilitación cardíaca. Sociedad Española de Cardiología. 2009;
11. Fidalgo ASF, Farinatti P, Borges JP, de Paula T, Monteiro W. Institutional Guidelines for Resistance Exercise Training in Cardiovascular Disease: A Systematic Review. *Sport Med [Internet]*. 2019;49(3):463–75. Available from: <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01059-z>
12. Rivas-Estany E. El ejercicio físico en la prevención la rehabilitación cardiovascular. *Rev Esp Cardiol Supl [Internet]*. 2011;11(5):18–22. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1131-3587\(11\)15004-9](http://dx.doi.org/10.1016/S1131-3587(11)15004-9)
13. Williams MA, Haskell WL, Ades PA, Amsterdam EA, Bittner V, Franklin BA, et al. Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 update: A scientific statement from the American Heart Association Council on Clinical Cardiology and Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism. *Circulation*. 2007;116(5):572–84.
14. Wise FM, Patrick JM. Resistance exercise in cardiac rehabilitation. *Clin Rehabil*. 2011;25(12):1059–65.
15. Burkhalter N. Evaluación de la escala Borg de esfuerzo percibido aplicada a la Rehabilitación Cardíaca. *Rev.latino-am.enfermagem*. 1996;6(4):65–73.
16. María D, Mazadiego E. Correlación entre la escala de Borg modificada y la saturación de oxígeno durante la prueba de esfuerzo máxima en pacientes postinfartados. *Rev Mex Med Física y Rehabil*. 2012;24(1):5–9.
17. Achttien RJ, Staal JB, van der Voort S, Kemps HMC, Koers H, Jongert MWA, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation in patients with coronary heart disease: A practice guideline. *Netherlands Hear J*. 2013;21(10):429–38.

18. Tan AEL, Grisbrook TL, Minaee N, Williams SA. Predicting 1 Repetition Maximum Using Handheld Dynamometry. *PM R*. 2018;10(9):934–41.
19. Phil's P. *Journal of Performance Health*. *J Perform Heal*. 2016;1(1).
20. Amarante do Nascimento M, Januário RSB, Gerage AM, Mayhew JL, Cheche Pina FL, Cyrino ES. Familiarization and reliability of one repetition maximum strength testing in older women. *J strength Cond Res*. 2013 Jun;27(6):1636–42.
21. Bianco A, Filingeri D, Paoli A, Palma A. One repetition maximum bench press performance: A new approach for its evaluation in inexperienced males and females: A pilot study. *J Bodyw Mov Ther [Internet]*. 2015;19(2):362–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2014.11.019>
22. Carlos Jorquera A, Jorge Cancino L. Ejercicio, Obesidad y Síndrome Metabólico. *Rev Médica Clínica Las Condes*. 2012;23(3):227–35.
23. Hutchins M, Jr R. Accuracy of 1-RM Prediction equations for the bench press and biceps curl. *J Exerc Physiol Online*. 2010 Jun 1;13:32–9.
24. Nyberg A. Validity of using elastic bands to measure knee extension strength in older adults. *J Nov Physiother Phys Rehabil*. 2016;3:016–21.
25. Micheletti JK, Pastre CM, Machado AF, Souto LR, Silva Lopes JS, Andersen LL. Determination of Shoulder Abduction Strength Using a Submaximal Elastic Band Test. *JPHR J Perform Heal Res*. 2017;1(2):31–9.
26. Huesa Jiménez F, García Díaz J, Vargas Montes J. Dinamometría isocinética. *Rehabilitación [Internet]*. 2005;39(6):288–96. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7120\(05\)74362-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7120(05)74362-0)
27. Cano de la Cuerda CV. *Neurorrehabilitación Métodos específicos*. 1a ed. Panamericana; 2012. 200 p.
28. Tlatoa Ramírez HM. Torque máximo absoluto e índice convencional isocinético de rodilla en futbolistas profesionales del 2007 al 2012. *Med e Investig*. 2014;2(2):154–62.
29. Coudeyre E, Jegu AG, Giustanini M, Marrel JP, Edouard P, Pereira B. Isokinetic muscle strengthening for knee osteoarthritis: A systematic review

- of randomized controlled trials with meta-analysis. *Ann Phys Rehabil Med* [Internet]. 2016;59(3):207–15. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rehab.2016.01.013>
30. Perez Gomez CA, Ramos Combariza O. Usos Y Efectos De Las Bandas Elásticas Sobre Las Cualidades Físicas. Revisión. *Rev Colomb Rehabil*. 2017;13(1):106.
 31. Thera-Band Sistema de ejercicios progresivos. Manual de resistencia elástica para estudiantes.
 32. Uchida MC, Nishida MM, Sampaio RAC, Moritani T, Arai H. Thera-band® elastic band tension: Reference values for physical activity. *J Phys Ther Sci*. 2016;28(4):1266–71.
 33. Santos GM, Tavares GMS, de Gasperi G, Bau GR. Mechanical evaluation of the resistance of elastic bands. *Rev Bras Fisioter*. 2009;13(6):521–6.
 34. Mandeville P. El coeficiente de correlación intraclase. *Cienc Uanl*. 2005;8(3):414–6.
 35. Taylor JD, Fletcher JP. Correlation between the 8-repetition maximum test and isokinetic dynamometry in the measurement of muscle strength of the knee extensors: A concurrent validity study. *Physiother Theory Pract*. 2013 May;29(4):335–41.
 36. Guex K, Daucourt C, Borloz S. Validity and reliability of maximal-strength assessment of knee flexors and extensors using elastic bands. *J Sport Rehabil*. 2015 May;24(2):151–5.
 37. Nyberg A, Hedlund M, Kolberg A, Alm L, Lindström B, Wadell K. The accuracy of using elastic resistance bands to evaluate muscular strength. *Eur J Physiother*. 2014;16(2):104–12.
 38. Andersen LL, Vinstrup J, Jakobsen MD, Sundstrup E. Validity and reliability of elastic resistance bands for measuring shoulder muscle strength. *Scand J Med Sci Sport*. 2017;27(8):887–94.
 39. Lima CD, Martinez PF, De Moraes CS, Barbosa FSS, Ota GE. Cardiovascular effects of a strength test (1RM) in prehypertensive subjects. *Rev Bras Med do Esporte*. 2019;25(1):9–13.

40. Barnard KL, Adams KJ, Swank AM, Mann E, Denny DM. Injuries and muscle soreness during the one repetition maximum assessment in a cardiac rehabilitation population. *J Cardiopulm Rehabil.* 1999;19(1):52–8.