

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS AVANZADOS
COORDINACIÓN DE LA ESPECIALIDAD EN MEDICINA
DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE
DEPARTAMENTO DE EVALUACIÓN PROFESIONAL**



“ENTRENAMIENTO ACUÁTICO Y TERRESTRE EN PACIENTES POSTOPERADOS DE LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR PARA AMPLITUD ARTICULAR Y TROFISMO MUSCULAR EN AQUAFYD DEL CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE E INTRADOMICILIO POR COVID-19, 2021.”

CENTRO DE MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

TESIS

QUE PARA OBTENER EL DIPLOMA DE POSGRADO DE LA ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

PRESENTA

M.C. JAIME ACOSTA MANTECÓN

DIRECTOR

M. EN C.M.D HÉCTOR MANUEL TLATOA RAMÍREZ

TUTOR

E. EN M.A.F.D. AMIR TONATIUH FLORES CASILLAS

REVISORES

M. EN I.C. GUSTAVO SALAZAR CARMONA

M. EN S.P. SALVADOR LÓPEZ RODRÍGUEZ

M. EN C.D.E. MARÍA LIZZETH MÁRQUEZ LÓPEZ

E. EN M.A.F.D. GERARDO ARMENGOL VARGAS

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO; 2021

**“ENTRENAMIENTO ACUÁTICO EN PACIENTES POSTOPERADOS DE
LESIÓN DE LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR PARA AMPLITUD
ARTICULAR Y TROFISMO MUSCULAR EN AQUAFYD DEL CENTRO DE
MEDICINA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE E INTRADOMICILIO
POR COVID-19, 2021.”**

Índice.

Marco Teórico	8
Anatomía de rodilla y ligamento cruzado anterior	8
Lesión o ruptura de ligamento cruzado anterior	9
Signos, síntomas y diagnóstico de lesión de ligamento cruzado anterior	11
Clasificación de lesión de LCA	12
Tratamiento de lesión de ligamento cruzado anterior	12
Tiempos de rehabilitación de ligamento cruzado anterior posterior a la cirugía	13
AQUAFyD	14
Algunas de las ventajas que ofrece el AQUAFyD son:	15
Temperatura:	16
Terapia con presión:	17
Entrenamiento de la marcha	19
Indicaciones para un entrenamiento de rehabilitación acuática	20
Banda subacuática	21
Efectos de la inmersión en agua sobre la carga de peso en las extremidades	21
Respuestas fisiológicas a la inmersión en agua	22
Efectos metabólicos de la natación	23
Respuesta cardiovascular del ejercicio en inmersión acuática	24
Entrenamiento cardiovascular en agua	24
Estiramientos en agua	24
Entrenamiento de los miembros pélvicos en agua	24
Definición y conceptos de cadena cinética abierta y cerrada	25
Tipos de ejercicios	26
Aspectos neuromusculares y miofibrilares en natación	27
Planteamiento del problema	30
Pregunta de investigación	32
Justificación	33
Hipótesis	34
Hipótesis nula	34
Hipótesis de investigación	34

Hipótesis alternas _____	34
Objetivos _____	35
Objetivo general _____	35
Objetivos específicos _____	35
Método _____	36
Diseño de Estudio _____	36
Operacionalización de las Variables _____	36
Universo de trabajo y muestra _____	37
Criterios de inclusión: _____	37
Criterios de exclusión: _____	37
Criterios de eliminación: _____	37
Instrumento de investigación _____	38
Desarrollo del proyecto _____	38
Límites de tiempo y espacio _____	40
Diseño de análisis _____	40
Implicaciones éticas _____	41
Organización _____	42
Presupuesto y Financiamiento _____	43
Resultados y Discusión _____	44
Conclusiones _____	54
Recomendaciones _____	55
Bibliografía _____	56
Anexos _____	59
Anexo 1.- Consentimiento Informado AQUAFyD _____	59
Anexo 2.- AQUAFyD _____	63
Anexo 3.- Nota evolución AQUAFyD _____	65
Anexo 4.- Historia clínica _____	67
Anexo 5.- Consentimiento interrogatorio clínico _____	71
Anexo 6.- Escala Visual Analógica del dolor. _____	73
Anexo 7.- Escala de Fuerza de Daniels _____	74
Anexo 8.- Test de Funcionalidad subjetiva IKDC (International Knee Documentation Committee) _____	75
Anexo 9.- Hoja de vaciado de datos Microsoft Excel _____	78

Resumen

Entrenamiento acuático en pacientes postoperados de lesión de ligamento cruzado anterior para amplitud articular y trofismo muscular en AQUAFyD del Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte e intradomicilio por Covid-19, 2021. Surge con la finalidad de encontrar opciones terapéuticas y de entrenamiento para los pacientes postoperados por lesión de ligamento cruzado anterior, ya que ésta es una de las lesiones más comunes en los deportistas de alto rendimiento, amateur y personas que realizan algún tipo de actividad física.

El protocolo planteado es un reflejo del trabajo multidisciplinario que se debe realizar como personal del área de la salud para el beneficio del paciente. En ésta tesis se busca sacar partido a los beneficios que proporciona el agua en la descarga de peso y biomecánica para poder acortar y eficientizar los periodos de rehabilitación y brindar una alternativa segura para el paciente y el médico en el camino al retorno de la actividades deportivas y de la vida cotidiana.

Debido al Covid-19 se realizó una adaptación al protocolo inicial con lo que se realizó un programa de rehabilitación mixto comenzando en el medio acuático y terminando en el medio terrestre con la firme búsqueda de otorgar a los pacientes el mayor beneficio y reducir el riesgo de volver a sufrir una recaída en su lesión y de infectarse por Covid-19.

Se observó un beneficio objetivo y subjetivo evidente en la recuperación de la lesión de los pacientes participantes en el protocolo con lo cuál concluimos que el mismo fue exitoso y puede ser replicado para futuras necesidades de la población deportiva mexicana.

Palabras Clave: Medicina del deporte, ligamento cruzado anterior y entrenamiento acuático.

Abstract

Aquatic training in postoperative patients of anterior cruciate ligament injury for joint amplitude and muscle trophism in AQUAFyD of the Center for Physical Activity and Sports Medicine and intra domicile by Covid-19, 2021. This paper seeks the therapeutic and training options for patients after ACL surgery because this is one of the most common injuries in athletes and anyone that practices physical activity.

The protocol shows the importance of interdisciplinary work that must be done in healthcare settings for the benefit of patients. With it we can make use of the advantages that water brings including weight offloading, improvement in biomechanics, and a reduction in the overall time of rehabilitation. We found this protocol to be a safe alternative for both patient and physician as a way to return to normal activities.

We had to make some changes to the initial protocol due to the COVID-19 pandemic. This included a shift to a mixed rehabilitation program (aquatic and land-based) in order to give patients the best recovery without the risk of getting reinjured or infected with COVID-19.

We observed an objective and subjective benefit in the patient's injury recovery. This benefit leads us to conclude that this program was successful and can be replicated for the future needs of athletes in Mexico.

Key words: Sports medicine, anterior cruciate ligament and aquatic training.

Marco Teórico

Anatomía de rodilla y ligamento cruzado anterior

La rodilla se forma en la cuarta semana de gestación a partir de una concentración de mesénquima y su formación es rápida por lo cual a la sexta semana de gestación ya se puede reconocer ésta articulación. Aunado a esto el ligamento cruzado anterior (LCA) comienza a condensarse durante el mismo periodo de tiempo y aparece inicialmente en posición ventral y migra gradualmente dentro del área o fosa del surco intercondileo (1). La inserción tibial del ligamento cruzado anterior se encuentra en la fosa anterior y lateral de la espina tibial y ésta tiene 11mm de amplitud y 17mm en dirección anteroposterior. La inserción tibial proyecta fibras hacia delante las cuales pasan por debajo del ligamento meniscal transverso (2).

El ligamento cruzado anterior se encuentra envuelto por una membrana sinovial por lo cual es intracapsular aunado a esto tiene una orientación espiral de sus fibras en la porción más posterior y proximal del cóndilo femoral lateral insertándose en la parte más anterior y medial de la tibia llamándose a esto banda anteromedial (AM). Las fibras que surgen de la porción más anterior y superior del origen femoral llegan a la parte más posterolateral (PL), esto permite que una parte del LCA se encuentre tensa en todo el arco de movimiento de la rodilla. Explicado claramente la banda PL se tensiona más en hiperextensión y a diferencia en flexión el ligamento se encuentra más horizontal lo cual tensiona la banda AM (2). Biomecánicamente hablando cada una de las fibras del ligamento cruzado anterior tienen un único origen e inserción y éstas no son paralelas ni tienen la misma longitud y tensión en todo el arco de movimiento. Las dimensiones del LCA en un paciente adulto sano son las siguientes: en cuanto a su longitud 25-38mm, así como 7-12 mm de ancho y de 4-7mm de grosor (3). Éste es más angosto en la porción proximal cerca del origen femoral y se hace más ancho en cuanto alcanza la inserción tibial. Hablando de la microestructura del ligamento cruzado anterior se compone de fibras de

colágeno de 150-250 nanómetros de diámetro que entrelazadas forman una estructura compleja. Las fibras unidas forman unidades subfasciculares de 100-250 micrómetros de diámetro cada una de ellas rodeada por una banda delgada de tejido conectivo laxo (endotenon). Los subfascículos al unirse forman fascículos rodeados por el epitendón. El ligamento se rodea finalmente por el paratendón y la vaina sinovial (4). A nivel nervioso contiene estructuras fusiformes similares al órgano tendinoso de golgi (5). Su irrigación proviene de las arterias geniculares inferior y lateral, así como del plexo sinovial, que se conecta con la grasa infrapatelar (6).

Lesión o ruptura de ligamento cruzado anterior

La incidencia de lesión del ligamento cruzado anterior son de las principales causas de consulta en el especialista de medicina de la actividad física y el deporte y el ortopedista. Una de cada 3,000 personas sufre una ruptura del LCA en los Estados Unidos de América (EUA); (7) y cada año existen alrededor de 100,000 a 150,000 personas en EUA que son operadas por ésta lesión. La gran mayoría de estas lesiones ocurren en deportistas, alrededor del 70% ocurren en deportes de contacto pero esto no excluye a otros deportes que no son de contacto como por ejemplo la gimnasia, el voleibol, entre otros; con mecanismos constantes de aceleración y desaceleración (8). Las atletas femeninas tienen un riesgo mayor de entre 6-8 veces de sufrir una lesión del LCA en comparación a los atletas masculinos. Éste riesgo entre otras cosas se puede atribuir a que las atletas tienen generalmente un desbalance entre la musculatura cuadricepsal e isquiotibial, una mayor laxitud de tejidos y estructuras del organismo especialmente en la etapa prepuberal y puberal, así como que las diferencias a nivel esquelético que pueden favorecer a lesiones por mayor estrés en el LCA, sobre todo en el aterrizaje en miembros pélvicos en ciertas disciplinas deportivas favorecidas por una mala alineación de las articulaciones y debilidad en cadera (8).

Los mecanismos de lesión más comunes son por pie plantado, valgo forzado, rotación de la rodilla y el aterrizaje. En el año 2019 se realizó un estudio observacional retrospectivo por Takashi et al. (9) En el que se divide el mecanismo de lesión de LCA en lesiones por contacto y sin contacto. A su vez las lesiones por

contacto se dividieron posteriormente en lesiones directas e indirectas de contacto. Las lesiones por contacto directo incluyen el contacto directo con la rodilla, y las lesiones por contacto indirecto incluyen el contacto con otras partes del cuerpo al momento de la lesión del LCA. En éste estudio en el que no se encontraron diferencias significativas entre el número de lesiones por contacto directas e indirectas del LCA en atletas masculinos; con la diferencia en las mujeres atletas que jugaban fútbol y basquetbol en las que el número de lesiones indirectas del LCA fueron mayores que el de lesiones directas con una relación respectiva directa de 72.2% y 76.7% respectivamente y la tendencia en el resto de atletas femeninos de otras disciplinas deportivas fue similar. Las lesiones sin contacto se dividieron en lesiones al aterrizaje y en lesiones por corte y parado. Para los atletas de ambos sexos el número de lesiones asociadas al aterrizaje fue mayor que el número de lesiones al realizar un corte (cambio de dirección) y parado con porcentajes de incidencia de lesiones de 44.8% vs 45.9% respectivamente. En los únicos casos que la relación fue inversa con mayor número de lesiones de tipo corte-parado vs aterrizaje fue en atletas femeninos de fútbol y basquetbol con una relación porcentual de 44.8% vs 45.9% respectivamente. El número de lesiones asociadas al aterrizaje fue significativamente más alto en los atletas de ambos sexos que practicaban voleibol y en las mujeres que practicaban handball. (9)

En las lesiones agudas del LCA son más comunes las rupturas aisladas del LCA que las rupturas ligamentosas combinadas. La frecuencia de lesiones agudas ligamentosas de la rodilla es de 48% en lesiones ligamentosas aisladas, 13-18% lesiones combinadas de LCA con ruptura de ligamento colateral medial y 1% lesiones combinadas de LCA y estructuras laterales (2).

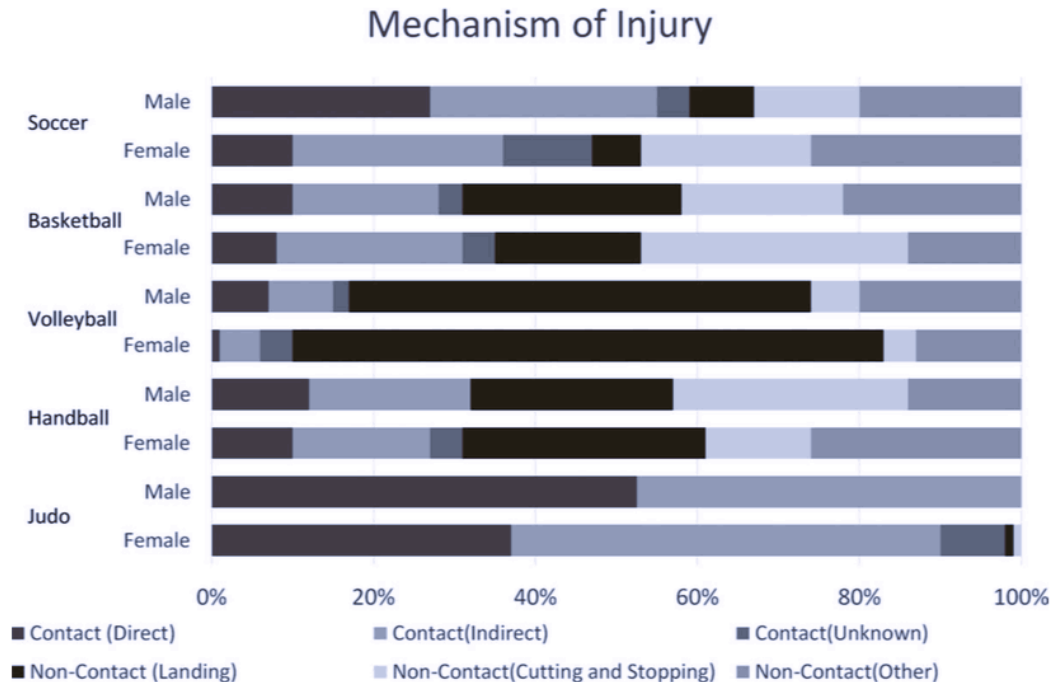


Figure 2. Direct contact or indirect contact, landing, cutting, and stopping.

Fig.1 Mecanismos de lesión del ligamento cruzado anterior. Fuente: Takashi et al. (9)

Signos, síntomas y diagnóstico de lesión de ligamento cruzado anterior

Los síntomas más frecuentes posterior a la lesión del LCA son dolor, tumefacción articular y sensación de fallo-inestabilidad de rodilla que ocurren fundamentalmente en actividades de torsión-recorte-desaceleración. En la exploración física se detectará la laxitud articular anteroposterior y anteroexterna (10), siendo las maniobras más importantes el test de Lachman y la maniobra de pivot-shift (10). La deficiencia crónica de la rodilla por lesión del LCA de más de seis meses de evolución puede estar asociada con un patrón complejo de laxitud ligamentosa. Puede ser que la lesión inicial no se haya curado completamente dando origen a una laxitud patológica, o que una lesión inicial haya alterado la biomecánica de la rodilla causando un deterioro progresivo de los ligamentos, el hueso y la superficie cartilaginosa (7). El estándar de oro como estudio de gabinete aunado a la clínica para el diagnóstico de la lesión de ligamento cruzado anterior es la resonancia magnética nuclear. Se ha reportado una tasa de especificidad del 90%-100% en el

diagnóstico por resonancia magnética de la lesión del ligamento cruzado anterior haciendo un comparativo con los resultados de la misma a lo encontrado en la cirugía artroscópica (11). Fisher et al. (12) reportó que la especificidad de una resonancia magnética nuclear dependiendo de diferentes hospitales o centros varía de 64% a 94%. Las diferencias pueden deberse a los diferentes protocolos de escaneo.

Clasificación de lesión de LCA

De acuerdo a las clasificaciones de las asociaciones médicas de medicina del deporte y ortopedia las lesiones parciales son las que no involucran el 100% de afectación del espesor del ligamento cruzado anterior pudiendo ser desde un 10% hasta un 99%; dentro de las lesiones parciales se encuentran las que no involucran pérdida de continuidad estructural pero si funcional. Las lesiones totales como lo dice su nombre constituyen las que involucran la avulsión total del ligamento cruzado anterior o la ruptura completa de sus fibras (2,4,7).

En base al tipo de lesión y el diagnóstico clínico se establecerá el tratamiento indicado e individualizado para cada paciente tomando en cuenta su edad, nivel de actividad física y deportiva así como su incapacidad laboral y para realizar actividades de la vida cotidiana.

Tratamiento de lesión de ligamento cruzado anterior

El tratamiento puede ser conservador o quirúrgico. El tratamiento conservador involucra la inmovilización, el uso de fisioterapia para rehabilitación con fortalecimiento muscular para lograr una estabilización y arcos de movimiento completos de la rodilla así como el uso de ortesis para la práctica deportiva. El tratamiento quirúrgico involucra lo mismo que el tratamiento conservador con la ventaja del remplazo del ligamento el cual evitará los micromovimientos de la rodilla y la aparición de artrosis temprana así como disminuirá el riesgo de lesión de otras estructuras de la rodilla por la pseudoestabilidad y evitar usar una ortesis para la práctica de actividades deportivas con fenómenos de aceleración y desaceleración (7,10,2,13).

Tiempos de rehabilitación de ligamento cruzado anterior posterior a la cirugía

Las metas de rehabilitación posterior a una plastía de ligamento cruzado anterior pueden influenciarse o variar dependiendo del tipo de tejido utilizado para el injerto (tipo de tendón), el origen del injerto (auto o aloinjerto) y la técnica utilizada (hueso tendón hueso o fijación con tornillo bioabsorbible y endoboton). Un injerto de tendón patelar colocado con técnica hueso tendón hueso generalmente sana entre 6-8 semanas. Tendones de isquiotibiales colocados con la misma técnica tardan alrededor de 8-12 semanas debido al incremento de tiempo para que éstos se integren a los túneles de hueso (sinovialización), y esto lleva a que la técnica de rehabilitación en éste caso sea menos agresiva. Existen cirujanos con predilección por el uso de aloinjertos (injertos de cadáver) y aunque al principio la rehabilitación es similar los pacientes que son operados con colocación de dichos injertos tardan un mayor tiempo en progresar durante la rehabilitación en el estiramiento (arcos de movimiento) y ejercicios pliométricos debido a que el tiempo de fijación (sinovialización) del injerto en los tuneles tarda alrededor de 4-6 meses posterior a la cirugía. En el caso de lesión de meniscos con menisectomía parcial los tiempos de rehabilitación no tienden a alterarse sin embargo en lesiones de mayor diámetro los programas de rehabilitación en los que se pone al paciente a correr y saltar se pueden retrasar y es aquí que el entrenamiento de rehabilitación acuática presenta una gran ventaja al disminuir las cargas en las articulaciones pélvicas y evitar una progresión más lenta en el arco de movimiento (ADM). Sin embargo las recomendaciones son evitar desplantes profundos por 12 semanas, así como iniciar más tardíamente estiramientos y ejercicios isotónicos de isquiotibiales (13).

AQUAFyD

La natación como deporte surge en el s. XIX, pero la interacción del ser humano con el medio acuático es mucho más antigua. Así, los primeros vestigios de la habilidad natatoria del hombre están datados hacia el 4,500 a.C. en la denominada “cueva de los nadadores”, donde aparecen pinturas rupestres representando a humanos nadando (14).

El AQUAFyD es un tanque acuático que combina los beneficios del tanque terapéutico y entrenamiento de gimnasia, natación contra corriente, banda y bicicleta subacuáticas.

Se puede utilizar en atletas de alto rendimiento o en personas no entrenadas, para mejorar sus capacidades físicas, en personas obesas o con sobre peso que desean iniciar un programa de entrenamiento, en deportistas lesionados que requieren un protocolo de fortalecimiento, aprovechando las ventajas del agua con la ayuda de diferentes materiales de flotación (15).

La combinación de todos estos sistemas le permiten al médico poder realizar protocolos de entrenamiento, rehabilitación y tratamiento de diferentes tipos de atletas. Se puede entrenar resistencia, fuerza, coordinación y flexibilidad mejorando considerablemente la salud y la calidad de vida de la población del Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte (CEMAFyD).

En el entrenamiento dentro del AQUAFyD reduce el impacto en las articulaciones, lo que significa que llevando a cabo este tipo de actividad acuática, el paciente podrá recuperarse en menor tiempo

Dentro del AQUAFyD se pueden imitar los movimientos naturales de la técnica de la carrera en suelo, lo que permite realizar los mismos movimientos de una forma más económica, suave y natural.

Este novedoso método de entrenamiento acuático se aplicaba exclusivamente en rehabilitación, posteriormente se empezó a utilizar en deportes de competición y no solo exclusivamente en deportistas lesionados. Por ejemplo los atletas de maratón y carreras de fondo entrenan siempre al límite de la carga posible debido al elevado volumen en sus entrenamientos, con este sistema podrán ser capaces de entrenar

más, de forma suave y cuidadosa sin repercusiones en el aparato locomotor. En cuanto a los velocistas, ellos podrán sacar provecho técnico de este entrenamiento ya que se cuenta con mayor resistencia para el movimiento y la fricción, fortaleciendo la cadena muscular posterior indispensable para el inicio de la carrera (16).

Algunas de las ventajas que ofrece el AQUAFyD son:

La gimnasia acuática fortalece todo el cuerpo, se realiza un entrenamiento cardiovascular ideal al mismo tiempo que ofrece ejercicios de descarga del aparato locomotor, por lo que es ideal para deportistas de alto nivel.

Se entrenan todos los factores determinantes de la condición física de forma respetuosa con el organismo.

Con la ventana de observación se pueden corregir aquellas secuencias motoras que se efectúan incorrectamente durante la técnica del gesto deportivo fuera del agua.

Es ideal para personas que tienen dificultad para sustentar su propio peso (sobrepeso u obesidad, enfermedades reumáticas, lumbalgias, artrosis y lesiones deportivas en general).

El agua es un elemento ideal para el movimiento, la relajación y la regeneración, su efecto más conocido es el reductor del estrés y relajante. El tono muscular disminuye dentro del agua, las contracturas musculares dolorosas desaparecen y la presión sanguínea disminuye (16).

Cualquier cuerpo experimenta en el agua un empuje ascendente igual al peso del fluido desalojado (principio de Arquímedes), en aguas profundas, el cuerpo humano se encuentra libre de gravedad lo que ocasiona una descarga del aparato locomotor y de los tejidos de sostén con un efecto positivo cuando se habla de rehabilitación y fortalecimiento de las articulaciones. (16)

La resistencia que genera el agua puede llegar a ser aproximadamente 800 veces mayor que la existente en la tierra y todos los movimientos deben hacerse venciendo esta fuerza de resistencia. Debido a esto se requieren de los músculos agonistas y antagonistas y se puede modificar la resistencia y el efecto del

entrenamiento mediante la dinámica, velocidad y modificando la amplitud de movimiento y la superficie de contacto.

Al realizar el entrenamiento en el AQUAFyD mejora el flujo de retorno sanguíneo y por lo tanto un trabajo cardíaco más económico, el fortalecimiento de la musculatura de la respiración, la profundización de la espiración y la activación del sistema linfático.

En el agua el consumo energético es mayor para la misma intensidad por lo que es ideal para pacientes obesos o con sobrepeso, además se pueden aplicar cargas de larga duración y baja dosificación sin ningún problema, sin desgastar al aparato locomotor.

Temperatura:

La conductividad de la temperatura en el agua es 25 veces mayor que la que da el aire, por lo que el agua del tanque influirá directamente sobre la temperatura corporal. Un ejercicio muy intenso en agua caliente puede provocar sobrecalentamiento y un ejercicio en agua fría puede provocar una pérdida calórica importante, debido a esto la temperatura del AQUAFyD deberá permanecer entre 30 y 32 grados Celsius (15).

El entrenamiento efectuado en el agua debe ser lo suficientemente intenso y variado para que se estimule la resistencia, fuerza, coordinación, movilidad y sensación de bienestar.

Debe estimular en conjunto al organismo, sobre todo los grandes grupos musculares, se puede variar la intensidad en función de la resistencia y de la flotación que origina el agua, si se aumenta la resistencia del agua el entrenamiento será muy exigente para los atletas bien entrenados.

Globalmente el entrenamiento en el agua ha aumentado en popularidad alrededor de los atletas de competición, ya que al ser suave y sumamente eficaz se convierte en una excelente alternativa para complementar los entrenamientos con aumento del volumen sin llegar a la sobrecarga, además de que los deportistas necesitan programas diferentes como alternativa.

El entrenamiento que se busque como variedad debe ser equivalente en intensidad y a los procesos metabólicos con el entrenamiento efectuado en tierra, pero sin perjudicar al cuerpo (17).

Al entrenar en agua debemos estar conscientes que se modifican ciertos parámetros:

La reducción de la fuerza de la gravedad y el reflejo de inmersión provocan una disminución en la frecuencia cardiaca. Cuando el atleta se sumerge en el agua, esta reduce un 13% o de 10 a 17 latidos.

La presión hidrostática provoca un aumento del flujo de retorno sanguíneo hacia el corazón, de modo que con cada latido llega más sangre al corazón.

El valor del lactato en el agua es mayor para el mismo grado de esfuerzo, dado por la mayor exigencia muscular.

Terapia con presión:

En las técnicas con presión, se asocia al efecto térmico el factor hidrocínético producido, bien por la acción percutoria de la proyección del agua a presión sobre la superficie corporal, o bien por la agitación del agua del baño. En éstas técnicas, además de los tres factores anteriores (temperatura, área de aplicación y duración), es necesario añadir la mayor o menor presión que produce el agua en movimiento y que modifica los efectos de la aplicación (18).

En el tratamiento en piscina, no es el efecto térmico de la temperatura del agua el principal factor (de hecho, suele utilizarse la temperatura termoindiferente). Son los efectos de la inmersión los que van a permitirnos la realización de ejercicios terapéuticos en el agua, principal razón del uso de la hidroterapia en medicina física.

El agua es proyectada a presión variable sobre la superficie corporal, mediante un dispositivo tubular adecuado. En las duchas con presión además del efecto propio de su temperatura de aplicación, actúa el efecto de percusión o masaje. La percusión producida por las gotas de agua a presión sobre la piel es una fuente de estimulación mecánica de los receptores cutáneos que, actuando de una manera

refleja, van a producir los efectos propios del masaje más o menos profundo: roce o drenaje longitudinal, masaje transversal, presiones alternas o vibraciones.

Este tipo de terapéutica tiene diferentes objetivos: relajación muscular, liberación de adherencias, analgesia, sedación, drenaje venoso y linfático, aumento del flujo sanguíneo (19).

El chorro general, que se aplica perpendicularmente a la superficie corporal a una presión de 1-3 atmósferas, mediante una manguera o tubo, la temperatura y el tiempo de aplicación son variables, según la indicación terapéutica y la tolerancia del paciente. Los chorros más empleados son los de temperatura caliente (37-40°C) y los de temperatura alternante (38-40 C y 20-25 C), que reciben el nombre de ducha de contraste o escocesa.

El paciente, durante la aplicación del chorro, permanecerá agarrado a los asideros de las paredes, para vencer la inestabilidad que puede provocar la presión del agua sobre la superficie corporal y evitar, de este modo, posibles caídas. Al igual que con las otras técnicas hidroterápicas, tras la aplicación de un chorro general el paciente permanecerá en reposo, en cama o tumbona, durante 30-60 minutos.

La duración del chorro caliente oscila entre 3 y 5 minutos y siempre se vigilará la respuesta del paciente. El chorro, al igual que las otras técnicas hidroterápicas, ha de aplicarse siguiendo una técnica ordenada, que varía ligeramente de unos autores a otros y depende de las condiciones particulares y de los objetivos terapéuticos de cada paciente. (19)

Los chorros calientes se utilizan por los efectos derivados del estímulo térmico y mecánico. Sus principales indicaciones son las afecciones reumáticas, especialmente en cervicalgias y lumbalgias, por sus efectos analgésicos y relajantes musculares. Las contraindicaciones son las generales de la hidroterapia.

En el chorro subacuático, el paciente o bañista, sumergido en una bañera de agua caliente, recibe la acción de un chorro de agua a presión sobre determinada zona

corporal. La temperatura del chorro puede ser caliente o fría, aunque frecuentemente es 1 o 2 grados mayor o menor que el agua del baño; la presión del agua es variable, entre 1 y 4 atmósferas. El masaje que se realiza con el chorro puede ser local o general, y manual o automático.

En el chorro subacuático de alta presión, consiste en proyectar durante 5-10 minutos agua, a temperatura indiferente, a través de una manguera con orificio de 6-10 milímetros de diámetro, y a una presión de 10-15 atmósferas. Los efectos físicos, derivados de la alta presión utilizada, dependen de la modalidad de aplicación, presión y distancia del chorro; se emplea mayor o menor presión según la fase de la rehabilitación (19).

Entrenamiento de la marcha

Especialmente indicado en las lesiones del sistema musculoesquelético de miembros inferiores. Utilizando el principio de Arquímedes y los estímulos sensoriales producidos por la presión hidrostática y por los factores de resistencia hidrodinámica, permite el apoyo precoz y progresivo (se evita, de este modo, perder el esquema de la marcha) y estimula al máximo los receptores propioceptivos, que permitirán resultados funcionales más rápidos y de mejor calidad.

Los efectos de la inmersión sobre la propiocepción, el equilibrio y la coordinación hacen que el medio hídrico se utilice para:

- Facilitación neuromuscular propioceptiva en traumatología y ortopedia, y para rehabilitación de hemipléjicos, mediante ejercicios en cadena abierta y en cadena cerrada.
- Ejercicios para la reequilibración estática y dinámica, y para la mejora de la coordinación en casos de patologías del equilibrio, cualquiera que sea su etiología. (20)

El tratamiento en piscina se indica con una duración variable, entre 10 y 30 minutos, según el estado general del paciente. Es conveniente iniciarlo con 10-15 minutos e ir aumentando el tiempo gradualmente, según la tolerancia.

Por ello, la terapia en piscina nunca excederá los 15-20 minutos en pacientes ancianos, hipertensos o con afecciones cardiopulmonares. Es preciso una supervisión constante de los pacientes antes, durante y después del tratamiento. Como las caídas son relativamente frecuentes, siempre es necesaria la presencia de personal y material.

Indicaciones para un entrenamiento de rehabilitación acuática

Como veremos más adelante las distintas propiedades físicas del agua permitirán normalizar el arco de movilidad y estabilización de las articulaciones de manera temprana, especialmente en los pacientes con restricción en la carga de peso o con problemas de sobrepeso y obesidad. La temperatura del agua (30-33°C) ayudará a reducir la rigidez y mejorar la flexibilidad para los estiramientos, así como la presión hidrostática ayudará a disminuir el edema. En el caso de poder sumergir el cuerpo para realizar ejercicios aeróbicos o contar con banda subacuática o bicicleta subacuática el uso de éstos permitirá mantener la condición cardiovascular aeróbica por ejemplo en pacientes que no puedan realizar carrera o ejercicios pliométricos fuera del agua debido a que aún no se encuentran listos para exponer la reparación a la fuerza de gravedad y peso. Se ha demostrado que no existe aumento en las fuerzas de cizallamiento en entrenamiento de rehabilitación acuático en comparación con el hecho fuera del agua (21,22). Gracias a lo brevemente explicado nosotros como profesionales de la medicina de la actividad física y el deporte debemos de apoyarnos en el entrenamiento de rehabilitación en agua como una herramienta efectiva para nuestros pacientes postoperados de LCA.

Banda subacuática

Se trata de la utilización de una cinta andadora sumergida en el agua, lo que permite que el paciente pueda caminar a distintas velocidades bajo diferentes niveles de agua y resistencias. En pacientes de pequeño tamaño, y con profundidad suficiente en el tanque, también se puede utilizar para la realización de ejercicios de natación simple. Respecto al nivel del agua en la cinta, se debe considerar que la flexión de una articulación en una extremidad es mayor cuando el nivel del agua está a la misma altura o por encima de esta. Por otro lado, se debe tener en cuenta el porcentaje de peso perdido por el efecto de la flotación dependiendo del peso del individuo.

Los beneficios que aporta este tipo de terapia es mayor flexión de las extremidades respecto a una cinta fuera del agua, mayor extensión de las extremidades respecto a técnicas de nado, posibilita el trabajo a distintos niveles de agua, control de la velocidad del paso, produce estimulación propioceptiva al caminar sobre la cinta, permite intervenir al especialista en medicina de la actividad física y el deporte con el paciente sujetando las extremidades distalmente simulando el paso cuando el paciente camina sobre la cinta (18).

Efectos de la inmersión en agua sobre la carga de peso en las extremidades

La carga de peso en las articulaciones depende de la flotación del cuerpo en el agua. Esto es un tema importante en la rehabilitación, especialmente cuando se trata de la rehabilitación de atletas con lesiones en miembros pélvicos. Generalmente la carga y estabilidad del peso en mujeres en la superficie terrestre la realizan la séptima vertebra cervical, el apéndice xifoides, la espina iliaca anterosuperior en un porcentajes de 8, 38 y 47% respectivamente. Los atletas masculinos realizan las cargas con 8, 35 y 54% hablando de las mismas estructuras con respecto a las mujeres (23).

Al hablar de éstos números estamos refiriéndonos a la carga de peso estática, pero si incrementamos la velocidad a una caminata rápida la carga de peso en las extremidades pélvicas y columna puede incrementar hasta un 76%. (24)

El disminuir la profundidad del agua donde se realiza el ejercicio o rehabilitación es una forma de progresar la carga de peso en los miembros pélvicos y columna.

Respuestas fisiológicas a la inmersión en agua

Los cambios que ocurren en reposo durante la inmersión en agua son el resultado de la presión hidrostática e incluyen importantemente una redistribución cefálica del flujo sanguíneo, lo que incluye incremento en la presión venosa de la aurícula derecha que resulta en el reflejo de la ley de Frank Starling, con incremento en el volumen sistólico. Aunado a esto también se han observado cambios hormonales y en diuresis tras largos periodos de inmersión en agua. La inmersión en agua ocasiona una redistribución del flujo cardiaco a la piel y músculos en vez del receso esplácnico (25). El flujo sanguíneo muscular de reposo en tejidos ha demostrado incrementarse de la línea basal de 1.8ml/min/100g a 4.1 ml/min/100g cuando se encuentra con inmersión hasta el cuello, es un aumento de flujo sanguíneo del 225% con respecto al estatus fuera del agua incluso mayor aumento que el del gasto cardiaco, con esto se concluye que la disponibilidad de oxígeno en los músculos es mayor en la inmersión que en el reposo fuera del agua (26). Es importante saber que el cuerpo humano se expone ante los principios de la ley de Pascal la cual menciona que la presión ejercida sobre un fluido incompresible y en equilibrio dentro de un recipiente de paredes indeformables se transmite con igual intensidad en todas las direcciones y en todos los puntos del fluido (27), afectando de ésta manera al organismo que se encuentra dentro del agua mediante el aumento de la presión intratorácica, motivo por el cual los pacientes con cardiopatía o neumopatía no deben tener sumergido el pecho por debajo de la superficie en la realización del entrenamiento acuático.

Los efectos hidrostáticos de la inmersión combinados con los efectos de temperatura han notado mejoría en el edema y dolor subjetivo del paciente con lesiones o varicosidades (28).

Durante la inmersión en agua fría los reportes han establecido la reducción de la frecuencia cardiaca como resultante de la estasis venosa sanguínea a causa de la vasoconstricción periférica. Esto es evidente en la inmersión estática a cualquier temperatura, aunque los cambios no fuesen significativos. Aparentemente puede haber un efecto en el ritmo cardiaco extendiéndose hasta el periodo de recuperación debido a que la frecuencia cardiaca fue menor que en las tomas de frecuencia cardiaca basal a excepción de la realizada a 29° C o más. Con base en esto podemos inferir que la inmersión en 25° C o 21° C el agua atenúa efectivamente el aumento de temperatura corporal durante el ejercicio a una intensidad del 60% del VO₂ max. La inmersión a 29°C no lo hace. Las temperaturas de 25° C o 21° C podrían ser utilizadas como medios de enfriamiento en el ejercicio cardiovascular para pacientes de composición corporal y estado físico similares. La inmersión en agua a 29° C provoca descenso de la temperatura corporal, posiblemente por la ausencia de vasoconstricción a esta temperatura y esto podría ser usado para intensidades de entrenamiento o terapia bajas donde el enfriamiento corporal es deseado. (29)

También se observó que un programa de rehabilitación con hidroterapia usa temperaturas de contraste para producir mejoría subjetiva, la presión sistólica sanguínea de las extremidades incrementa y su deambulación aumenta. (30)

Efectos metabólicos de la natación

Se realizó un estudio en el que se utilizó una intervención con natación para valorar los cambios que se pudieran presentar en el VO₂ max de los participantes. Estadísticamente se encontró en los nadadores una mejoría importante de 3.5ml/kg en el VO₂ max relativo en comparación al grupo control. La natación reduce significativamente el porcentaje de grasa corporal en población sana y enferma. La

mejoría de la masa magra también es evidente en las poblaciones estudiadas con el nado y la actividad física dentro de la alberca (31).

Respuesta cardiovascular del ejercicio en inmersión acuática

La precarga cardiaca se eleva tanto durante el ejercicio como durante el reposo en el agua, y esto sugiere que la centralización de la sangre periférica existe independientemente de la redistribución de la sangre que ocurre durante el ejercicio. Se ha demostrado incremento similar en el volumen sistólico, disminución en la frecuencia cardiaca y la tensión arterial así como incrementos similares en el $VO_2\text{max}$.

Entrenamiento cardiovascular en agua

Se recomienda: Veinticinco minutos, 5 veces a la semana o como mínimo, mientras que los atletas pueden requerir mayor tiempo de entrenamiento dependiendo de la temporada y el deporte (32).

Estiramientos en agua

El paciente o atleta puede desarrollar cualquier parte de su rutina de estiramientos en agua. Una alberca alrededor de 32°C provee de un ambiente relajado, que permite la extensibilidad y flexibilidad de los tejidos corporales. Aunado a esto la flotabilidad del agua hace que los estiramientos sean más fáciles de realizar y que las posiciones sean más fáciles de mantener. La duración de los estiramientos puede variar; sin embargo un entrenamiento a baja intensidad con duración de estiramientos de larga duración (20-30 segundos) ha demostrado ser beneficioso en el generar cambios a largo plazo (33,34).

Entrenamiento de los miembros pélvicos en agua

El pateo vertical es especialmente efectivo para incrementar el endurance de la musculatura pélvica. Nadar o patear en posición prona o supina con aletas es un excelente ejercicio para el fortalecimiento muscular. El sentarse en un dispositivo

de flotación mientras se realizan flexiones y extensiones repetitivas de rodilla con o sin aletas son ejercicios que ocasionan fatiga muscular del cuádriceps e isquiotibiales y han provado ser beneficiosos para los deportes en los que es necesario patear, como lo son fútbol americano o fútbol asociación. Las aletas incrementan el área de contacto con el agua, al igual que las tobilleras flotantes incrementan la flotación y son especialmente útiles en los ejercicios de cadena abierta. Las botas de resistencia pueden incrementar la misma hasta 4 veces, y esto es útil en deportes que requieren poder y explosividad como el patinaje artístico o la gimnasia (34).

Para el estiramiento de cuádriceps y glúteos se deben de incorporar ejercicios de cadena cinética cerrada como lo son estocadas, escaleras y desplantes. Gracias a la flotabilidad se puede realizar el trabajo excéntrico de cuádriceps sin las complicaciones o riesgos del mismo ejercicio fuera del agua. Los desplantes flotando en los que el atleta se encuentra parado en una tabla de flotación que empuja hacia abajo requieren de coordinación y control excéntrico. Los atletas que requieren despegues o desplantes explosivos como el atletismo o el beisbol así como los que realizan deportes de saltos se beneficiaran de las habilidades de salto dentro del agua. El salto con 2 piernas es progresado a salto con 1 pierna y eventualmente a salto con giro de 90°; éstas habilidades de salto son especialmente útiles en el patinaje artístico, gimnasia, voleibol, fútbol asociación y basquetbol en dónde el salto y giro son habilidades esenciales. Los saltos con liga de resistencia frontal y de lado también son habilidades útiles (34) .

Definición y conceptos de cadena cinética abierta y cerrada

Se pueden realizar una variedad de ejercicios tanto de cadena abierta o cerrada en el agua. El estiramiento de miembros pélvicos puede ser realizado completamente sin carga de peso usando ejercicios de cadena abierta. Los movimientos se realizan a expensas del engranaje perfecto entre articulaciones sucesivas (articulación y músculos). La variedad de movimientos se debe a la suma de grados cinéticos de

cada una de las articulaciones de cada cadena cinética y esto permite una mayor calidad de movimiento en cuanto a coordinación, destreza, correlación y captación.

Las cadenas cinéticas las podemos dividir en cerradas y abiertas.

La cadena cinética es una combinación de varias articulaciones que constituyen una unidad mecánica. En la cadena cinética abierta (CCA) el extremo distal del sistema está libre, durante el movimiento considerado y en la cadena cinética cerrada (CCC) dicho extremo está sujeto a la acción de una resistencia externa. Los ejercicios en CCC deben ser considerados como aquellos en los que el segmento distal encuentra tal grado de resistencia, que es utilizada a través de la tercera ley de Newton. El análisis de cualquier actividad física, nos lleva a observar que ambas posibilidades están presentes, en fases consecutivas y que por tanto, una no excluye a la otra. La discusión actual se centra en poder conocer cual de las dos formas de actividad, tiene mayores ventajas o inconvenientes: las actividades en CCA se presentan como más funcionales sobretodo a nivel de miembros inferiores, pues reproducen posiciones y gestos relacionados con el equilibrio, la locomoción, etc. Por otra parte, las actividades en CCC muestran grandes beneficios sobre una articulación, tanto con fines terapéuticos como funcionales, participando también en la locomoción (35).

Tipos de ejercicios

Existen tres tipos de acciones musculares: las concéntricas, excéntricas e isométricas. Las acciones que realiza un músculo de forma concéntrica se producen cuando la tensión total generada por todos los puentes cruzados de dicho músculo es suficiente para superar la resistencia opuesta que hay al acortamiento muscular, (cuando se vence una carga). En cuanto a las acciones isométricas, se producen cuando la tensión muscular generada es igual a la resistencia opuesta provocada por la resistencia y la longitud del músculo permanece relativamente constante, es decir que no se produce movimiento. Por último, las acciones musculares excéntricas tienen lugar cuando la tensión producida en los puentes cruzados es menor que la resistencia externa y el músculo en lugar de contraerse aumenta su longitud, es decir cuando la carga vence a la resistencia que genera el músculo (36).

Ejercicios pliométricos: se caracterizan por una contracción excéntrica intensa del músculo seguido inmediatamente de una contracción concéntrica; ésta acción produce un movimiento potente. Los ejercicios pliométricos evocan las propiedades elásticas de la fibra muscular y del tejido conectivo lo que permite que el músculo almacene la energía durante la fase de desaceleración y que libere ésta misma en la fase de aceleración (37).

Aspectos neuromusculares y miofibrilares en natación

La natación es fundamentalmente fuerza concéntrica con muy poca demanda de contracciones excéntricas y/o isométricas. Ello implica que la mayoría de los gestos técnicos de los estilos producen acortamiento del músculo respectivo, reduciendo la distancia entre los puntos de inserción, generando fuerzas propulsivas al servicio de vencer la resistencia de fricción acuática, que es centenas de veces más resistente que el desplazamiento en el aire. Ello determina que este deporte produzca una sobrecarga muscular con un estímulo neurometabólico importante, que a su vez hacen del componente fuerza y potencia uno de los factores determinantes del rendimiento.

El otro aspecto que es importante destacar se refiere a la relación de la fuerza y la velocidad del sistema muscular, y su relación con el reclutamiento de los distintos tipos de fibras musculares que componen el músculo. En el gráfico número 1 se puede apreciar la relación entre el nivel de fuerza que es demandada por el músculo y el reclutamiento de fibras lentas (ST), rápidas Tipo I (FTa) y rápidas Tipo II (FTb). Durante la natación a bajas velocidades, son las fibras lentas las que generan la fuerza propulsiva; a medida que aumenta la fuerza y la velocidad se van reclutando las fibras FT I, para finalmente ser involucradas las fibras FT IIb, ante los esfuerzos máximos. (38)

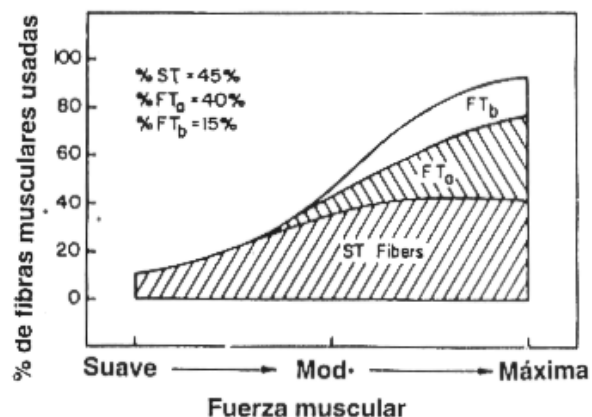


Figura 2. El reclutamiento símil a una rampa, de las fibras musculares ante variados grados de esfuerzo muscular (38)

Impacto del entrenamiento en agua en la composición corporal

El entrenamiento de 12 semanas contribuyó a una disminución en la grasa corporal de las pacientes incluidas en el protocolo con un promedio de $0.2 \pm 9.5\%$. Al mismo tiempo hubo un incremento insignificante de la masa grasa libre en un porcentaje $0.2 \pm 2.7\%$ y de masa muscular (Promedio: $0.2 \pm 2.1\%$). En el grupo del protocolo de natación el análisis lineal de correlación de Pearson demostró correlación proporcional de ($p < 0.05$) entre los cambios en la masa corporal y los cambios en la circunferencia de cintura ($r = 0.61$), de cadera ($r = 0.62$), grasa corporal ($r = 0.92$), y agua corporal total ($r = 0.62$) (39).

Adicionalmente se encontraron que los cambios en las circunferencias de cintura y cadera se relacionaron con cambios en el índice de masas corporal ($r = 0.61$, $r = 0.64$, respectivamente). Se demostró que la disposición de la grasa en las participantes provocó disminución en la circunferencia de cadera ($p < 0.01$) e incremento en la relación cintura cadera ($p < 0.05$) sin cambios aparentes en circunferencia de cintura. Esto demuestra el efecto benéfico de este tipo de actividad en las circunferencias corporales. Considerando el decremento en la masa corporal y la dirección de los cambios antropométricos Podemos inferir que este tipo de

actividad física inhibe el depósito o almacenamiento de grasa en las partes superiores del cuerpo. A menor acumulación de grasa en dichas áreas menor riesgo de enfermedades cardiovasculares (15).

El agua como autorregulador de fuerza

La biomecánica es muy similar entre condiciones de seco y medio acuático, sin embargo, deben remarcarse ciertas diferencias. Mientras que en la bicicleta en el medio aéreo, la inercia generada por el pedaleo, minimiza la resistencia en las fases de recuperación del pedaleo, con la bicicleta en el medio acuático, todo el recorrido requiere de la misma fuerza, para mantener el pedaleo constante. Creando así un trabajo constante en todas las fases de su movimiento. El mecanismo de resistencia es el pedal-plataforma y las propias piernas. Esta característica aporta mucha seguridad al ejercicio, puesto que genera patrones con un equilibrio agonista-antagonista muy elevado. El pedal de plataforma resulta un material no hidrodinámico que aumenta el área de superficie. Esta situación desemboca en un incremento de la fuerza de resistencia frontal, la cual implica que cuanto mayor sea el esfuerzo realizado en el movimiento, mayor será la resistencia encontrada por el ejercitante (40).

Planteamiento del problema

El abordaje del deportista con lesiones de rodilla y sobre todo con lesión de ligamento cruzado anterior es un área multidisciplinaria donde los médicos especialistas en ortopedia y traumatología, así como los médicos de la actividad física y el deporte tienen una relación directa en el diagnóstico adecuado y tratamiento del paciente con esta patología. El diagnóstico de éste tipo de lesiones generalmente ocurre en el campo deportivo por la clínica y observación del mecanismo de lesión por parte del médico de equipo (médico de la actividad física y el deporte) el cual realiza la atención primaria y decide la referencia al centro hospitalario para complementar la presunción diagnóstica con los estudios de gabinete respectivos así como la interconsulta con el médico de ortopedia y traumatología para normar el tratamiento ya sea conservador o quirúrgico. El principal problema que enfrenta el paciente en estas lesiones es el ego de los médicos especialistas ya que en lugar de ver que ambas especialidades son complementarias, en muchos de los casos se ven como enemigos o usurpadores de funciones. Ambos especialistas están capacitados para elaborar el diagnóstico adecuado, así como para dar el tratamiento, uno desde el punto de vista conservador con medicamentos terapia física y protocolos de entrenamiento de rehabilitación tanto prequirúrgicos como postquirúrgicos y el otro con el tratamiento quirúrgico con la mejor selección de técnica de acuerdo con las condiciones y necesidades del paciente hablando de su vida deportiva y cotidiana. Aunado a esto también es necesaria la relación directa con el fisioterapeuta el cual se convertirá en la mano derecha de ambos médicos especialistas para lograr los hitos de la recuperación del paciente lesionado. El establecimiento de un protocolo de entrenamiento que logre la correcta reinserción del paciente a la actividad física y deportiva es de suma importancia ya que, al realizarse de manera adecuada, se logrará mejorar el pronóstico de recuperación del paciente y la disminución de riesgos que conlleven a una reincidencia de lesión así como que mermen en el desarrollo deportivo del paciente por una falta de propiocepción. El momento del equipo multidisciplinario es ahora y esto sumará en beneficio del paciente.

La lesión de ligamento cruzado anterior representa una de las lesiones más comunes en la práctica deportiva a nivel internacional y en nuestro país. El entrenamiento de rehabilitación junto con la intervención médica quirúrgica y clínica tienen efecto en modificar el pronóstico de recuperación y sobrevida deportiva o funcional del paciente y de esta forma y con estos parámetros la finalidad es reducir la presentación de enfermedades secundarias a esta lesión. El ejercicio para el paciente debe ser monitorizado y establecido mediante un protocolo. La población que practica actividad física y deportiva con esta lesión puede tener impacto articular, micro movimientos e inestabilidad lo que aumentará el riesgo de desarrollar lesiones y acelerar la osteoartritis, es por eso que el entrenamiento en tanque puede reducir estas complicaciones y ayudar al logro de objetivos medibles que reduzcan en este grupo los riesgos inherentes de éstas enfermedades de una forma no invasiva y efectiva. El entrenamiento en agua conlleva una alternativa la cual puede sumar a una recuperación más rápida y con menor dolor en el paciente, haciendo que los arcos de movilidad, ganancia de trofismo muscular, así como la propiocepción se lleven de manera más rápida debido al inicio pronto de la terapia (tan pronto como se retiren los puntos y las heridas se encuentren impermeables. El proceso de sinovialización del injerto de ligamento cruzado anterior es de vital importancia para el éxito de la cirugía y para evitar el riesgo de re-ruptura y mediante el entrenamiento acuático es menor la probabilidad de sufrir alguna complicación durante la rehabilitación en comparación con la rehabilitación tradicional fuera del agua. Como médico con formación en la especialidad de medicina de la actividad física y el deporte el brindar intervenciones objetivas con resultados favorables aporta nuevas herramientas para el quehacer multidisciplinario, de lo que resulta la siguiente interrogante.

Pregunta de investigación

¿Cómo es el entrenamiento acuático en pacientes postoperados de lesión de ligamento cruzado anterior para amplitud articular y trefismo muscular en AQUAFyD del Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte e Intradomicilio por Covid-19, 2021?

Justificación

La planificación de un programa de entrenamiento acuático para la obtención de resultados clínicos objetivos para el beneficio del paciente postoperado de lesión del ligamento cruzado anterior es una oportunidad en la medicina de la actividad física y el deporte. El establecimiento de protocolos acuáticos en tanque de entrenamiento y terapéutico del Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte (AQUAFyD) para maximizar beneficios en la movilidad articular y trofismo muscular del paciente y reducir el tiempo de recuperación de las lesiones mediante el entrenamiento retirando la carga de la gravedad con el agua es un tema relevante para normar una forma efectiva y estructurada que potencie los beneficios del entrenamiento acuático y dar así una alternativa efectiva a los protocolos existentes, que a futuro se puede emplear en pacientes en los que se requiera diferir el apoyo o las cargas debido estas lesiones posteriores a la cirugía. La incidencia anual en Estados Unidos de Norte América menciona que al año ocurren alrededor de 100,000-150,000 lesiones, de las cuales el 58% requieren de una reparación quirúrgica; el tiempo promedio de retorno a la actividad deportiva es de entre 9-12 meses aproximadamente. El entrenamiento acuático es una modalidad que nos permitirá gracias a la nobleza del agua comenzar con la rehabilitación del paciente de manera más rápida (desde el retiro de puntos y con beneficios en trabajo de arcos de movimiento y fortalecimiento a menor plazo que la rehabilitación tradicional y esto nos ayudará a la recuperación y reinserción del paciente/deportista precozmente en su disciplina deportiva y de forma en que se eviten las recaídas o re-rupturas y que el paciente se sienta más seguro y confiado en su funcionalidad. En el CEMAFyD se atiende a deportistas postoperados de ligamento cruzado anterior, además de contar con el AQUAFyD y realizar toda intervención médico paciente así como de investigación bajo los principios de no maleficencia, beneficencia y autonomía.

Hipótesis

Hipótesis nula

El entrenamiento acuático y terrestre no tiene beneficio en pacientes postoperados de lesión de ligamento cruzado anterior para amplitud articular y trofismo muscular en AQUAFyD del Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte, 2021

Hipótesis de investigación

El entrenamiento acuático y terrestre tiene beneficio en pacientes postoperados de lesión de ligamento cruzado anterior para amplitud articular y trofismo muscular en AQUAFyD del Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte, 2021.

Hipótesis alternas

El entrenamiento acuático y terrestre tiene beneficio parcial en pacientes postoperados de lesión de ligamento cruzado anterior para amplitud articular y trofismo muscular en AQUAFyD del Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte, 2021.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el entrenamiento acuático y terrestre en pacientes postoperados de lesión de ligamento cruzado anterior para amplitud articular y trofismo muscular en AQUAFyD del Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte e intradomicilio por Covid-19, 2021.

Objetivos específicos

- Medir el trofismo muscular de la rodilla operada cada 2 semanas.
- Medir los arcos de movilidad de la articulación de la rodilla cada 2 semanas.
- Comparar el test de funcionalidad de rodilla.
- Medir con escala análoga el dolor por parte del paciente.
- Comparar trofismo muscular y amplitud articular con el miembro contralateral.
- Observar los cambios del test de Daniels para flexores y extensores de rodilla.

Método

Diseño de Estudio

Debido a las características que presenta se puede definir como un estudio: longitudinal, prospectivo, con intervención deliberada, autocontrolado.

Operacionalización de las Variables

Variable	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Clasificación de la Variable
Amplitud articular	Rango de movimiento anatómico de la articulación	Ángulo de flexio-extensión de la articulación femorotibial	Grados °	Cuantitativa continua
Trofismo muscular	Tamaño muscular	Perímetro de muslo medio Perímetro de muslo mínimo	Distancia en Centímetros (cm) de Medida antropométrica que va del punto trocantéreo lateral hasta el borde tibial lateral, marcándose exactamente el punto equidistante Medición por arriba del borde rotuliano	Cuantitativa continua
Test de Daniels	Test realizado para valorar el tono muscular aplicado a la flexo-extensión de rodilla	Grado	0,1,2,3,4,5	Cuantitativa discreta

Dolor	Escala de dolor	Escala visual análoga 0 10	0,1,3,4,5,6,7,8,9,10 Sin dolor Máximo dolor	Cuantitativa discreta
Test de funcionalidad de Rodilla	Escala de valoración subjetiva de funcionalidad de la rodilla	FS-IKDC Síntomas, Actividades deportivas Funcionalidad	0-100 A mayor puntaje mejor funcionalidad y/o menor sintomatología. Valor en porcentaje de 0 a 100% que representa el valor de funcionalidad	Cuantitativa discreta

Universo de trabajo y muestra

Pacientes atendidos en el Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte.

Criterios de inclusión: Firma de consentimiento informado, paciente postoperado por lesión de ligamento cruzado anterior, disponibilidad de tiempo y horario para acudir a las sesiones de entrenamiento. Pacientes de ambos géneros y de 8 a 65 años de edad.

Criterios de exclusión: Personas no operadas con lesión de ligamento cruzado anterior, pacientes reoperados de lesión de LCA, pacientes con otras lesiones ajenas que no incluyan lesión de ligamento cruzado anterior, pacientes con lesiones que impidan realizar el entrenamiento. Paciente que reciba tratamiento para esta lesión en otro sitio diferente al CEMAFyD.

Criterios de eliminación: Sujetos con retraso en la cicatrización de puertos quirúrgicos, Sujetos que no sigan el protocolo, que presente contraindicaciones para entrar al AQUAFyD, así como que no se adapten al calendario de actividades.

Instrumento de investigación

1. Boligrafos
2. AQUAFyD (tanque de entrenamiento) con 6 metros de largo por 4 de ancho y tres profundidades distintas de 0.9m, 1.10m y 1.35m con capacidad para 19,413 litros de agua. Turbinas de resistencia subacuática en profundidad de 1.10m y 1.35m así como salida para manguera de masoterapia a alta presión.
3. Hoja de registro (Ver anexo)
4. Computadora (Apple Mac Book Air)
5. Sensor de frecuencia cardíaca (Polar Oh1)
6. Hoja de Evolución (Ver anexo 4)
7. chaleco flotador (Aqua Jogger)
8. Bicicleta fija subacuática (Pool Biking)
9. Manguera de masoterapia (TLM)
10. Plataforma Digital Zoom

Desarrollo del proyecto

Estado inicial: La investigación fue previamente aprobada por la academia de la especialidad en Medicina de la Actividad Física y el Deporte. Posteriormente el investigador acudió con los médicos encargados de AQUAFyD y Asistencia CEMAFyD para comentar los casos probables de candidatos para realizar el entrenamiento, y habló con los pacientes candidatos postoperados de plastia del ligamento cruzado anterior para explicarles el motivo del proyecto, acto seguido los atletas que decidieron participar en el estudio aceptaron y firmaron los consentimientos informados y la historia clínica y valoración del AQUAFyD (Ver anexos 1 a 5); se realizaron la medición inicial de perímetro de muslo medio y mínimo así como el arco de movilidad de la rodilla. Se realizó la Escala del valor agregado del dolor (ver anexo 6) y el Test de Daniels (ver anexo 7) y la escala de FS-IKDC de funcionalidad y sintomatología (ver anexo 8) para conocer la situación del paciente al inicio de la investigación, registrándolo en el expediente clínico del paciente.

Intervención: se llevó el registro con los datos de cada paciente en el expediente clínico que posteriormente se plasmó en la hoja de registro. (Ver anexos) y se realizó la medición subsecuente cada 2 semanas de los parámetros anteriormente descritos a evaluar en las sesiones de entrenamiento, del protocolo de entrenamiento previamente establecido y se siguió el entrenamiento por un lapso de 3 meses. 1 mes en con entrenamiento en AQUAFYD y el 2-3 mes en entrenamiento terrestre vía remota (plataforma digital) en el domicilio del paciente. En el protocolo se realizaron mediciones cada 2 semanas por 3 meses, de los distintos parámetros enlistados en los objetivos con un total final de 6 mediciones bilaterales para cada participante incluyendo la pierna no lesionada, cabe mencionar que los últimos 2 registros se realizaron con adaptación del protocolo por la pandemia de Covid-19 consistente en acudir al domicilio de los pacientes con las medidas pertinentes de seguridad para registrar los avances, previo a haberles instruido un protocolo de rehabilitación en domicilio vía plataforma digital Zoom y realizar las mediciones con base a los lineamientos establecidos para la investigación.

Estado final: Se midió el perímetro de rodilla y arco de movilidad final del paciente así como los EVA del dolor, Tests de Daniels y IK-DPC(comparando su evolución con respecto al estado inicial, concentrándose en la hoja de vaciado toda la información (Anexo 9).

Límites de tiempo y espacio

El entrenamiento se realizó en el tanque acuático AQUAFyD, dentro del Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte (CEMAFyD) perteneciente a la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma del Estado de México, así como en el domicilio de los pacientes siguiendo instrucciones vía remota (plataforma digital) por la contingencia debido a la pandemia de Covid-19, de 2019 a 2020.

Diseño de análisis

De los resultados que se obtuvieron en el entrenamiento de las variables de trofismo muscular y arco de movilidad de la rodilla, se hizo un análisis bivariado con T de Student y análisis descriptivo, una vez obtenidos esos datos, se presentaron en forma de gráficas y tablas, a través de Microsoft Excel y IBM SPSS.

Implicaciones éticas

El presente trabajo se basó en los principios bioéticos de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia.

Declaración de Ginebra y Helsinki

Es un estudio de investigación en el que se protege la privacidad de los atletas y por ningún motivo se publicará información que los identifique, por este motivo el estudio no afecta los intereses de los pacientes o de la Universidad Autónoma del Estado de México, así como también lo respalda el consentimiento informado para la presente investigación, otorgando el derecho al paciente de retirarse cuando mejor le convenga o sí así lo desee.

Atendiendo a la Ley general de salud en materia de investigación para la salud en los siguientes artículos:

13° Respeto a la dignidad y protección de sus derechos y bienestar.

14° Principios científicos y éticos que lo justifiquen.

16° Proteger la privacidad del individuo.

17° Investigación con riesgo mínimo.

18° Suspender la investigación de inmediato al advertir algún daño o riesgo.

20° y 22° Consentimiento informado por escrito.

21° Consentimiento válido cuando el sujeto recibe una explicación clara y completa.

61° Cuando se realice investigación en seres humanos, sobre nuevos recursos profilácticos, diagnósticos, terapéuticos y de rehabilitación o se pretenda modificar los ya conocidos, deberá observarse en lo aplicable lo dispuesto en los artículos anteriores donde el beneficio no supera al riesgo sometido del individuo.

Organización

El investigador M.C. Jaime Acosta Mantecón realizó la revisión bibliográfica, y llevo la realización del protocolo de investigación, el levantamiento de datos, el análisis de los mismos y la integración de los resultados para la elaboración de conclusiones del respectivo trabajo de tesis.

Los directores de tesis M. en C.M.D Héctor Manuel Tlatoa Ramírez E.M.A.F. y D. Amir Tonatiuh Flores Casillas realizaron la guía durante todo el proceso de elaboración del trabajo de investigación para conducir a término el mismo.

Presupuesto y Financiamiento

El costo unitario de entrenamiento en AQUAFyD fue de \$80.00 MN con una intervención de 3 sesiones por semana sumando \$240.00 MN semanales. En un tratamiento aproximado de 9 semanas con un costo aproximado de \$2,160.00 MN por paciente.

El sensor cardíaco Polar OH1 tuvo un costo aproximado de \$1,800.00MN

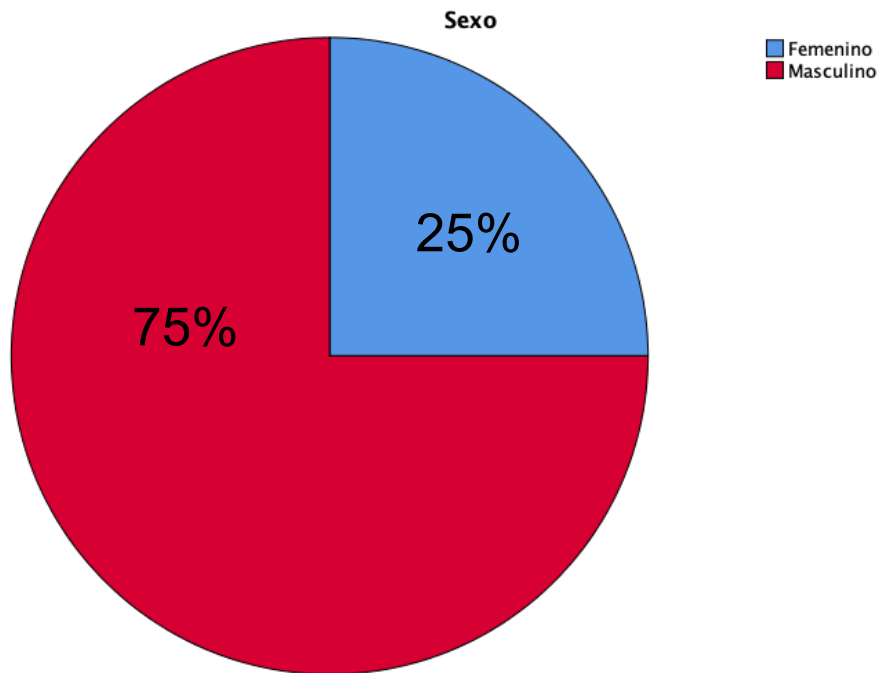
El costo de la computadora Apple Mac Book Air fue de aproximadamente \$20,000.00 MN.

El financiamiento del sensor y la computadora corren a cuenta del investigador; dando un subtotal de \$21,800.00 MN.

El financiamiento de las sesiones de entrenamiento corrió a cargo del Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte.

Resultados y Discusión

La población estudiada consistió en un total de 4 participantes, 3 fueron hombres y 1 fue mujer, representando el 75 y el 25% respectivamente (grafica 1). La edad mínima de los participantes en años fue de 18 años y la máxima de 24 años, con una media de 21.5 ± 2.5 años, la tabla 1 muestra la distribución por edad de acuerdo con el género. Aparte de esto pudimos observar una media de estatura (talla) de $1.75 \pm .5$ m, media de peso de 66.05 ± 7.95 kg, IMC de 22.18 ± 1.84 (tabla 1).



Gráfica 1. Distribución porcentual por género. Fuente: directa

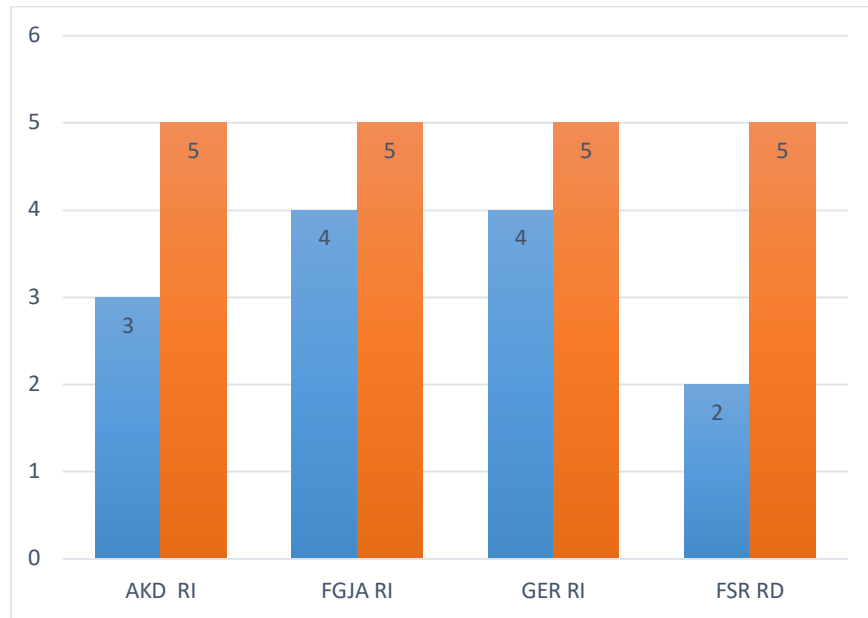
Tabla 1. Distribución de medidas de tendencia central de las características morfológicas de la población

	Edad	Talla	Peso	IMC
Media	21.2	1.7	66.0	22.1
Mediana	21.5	1.7	66.5	22.1
Moda	18.0	1.6	56.0	20.0
Desviación	2.5	.04	7.9	1.8
Rango	6	.1	19.2	4.5
Mínimo	18	1.6	56.0	20.0
Máximo	24	1.7	75.2	24.5

Fuente: Directa

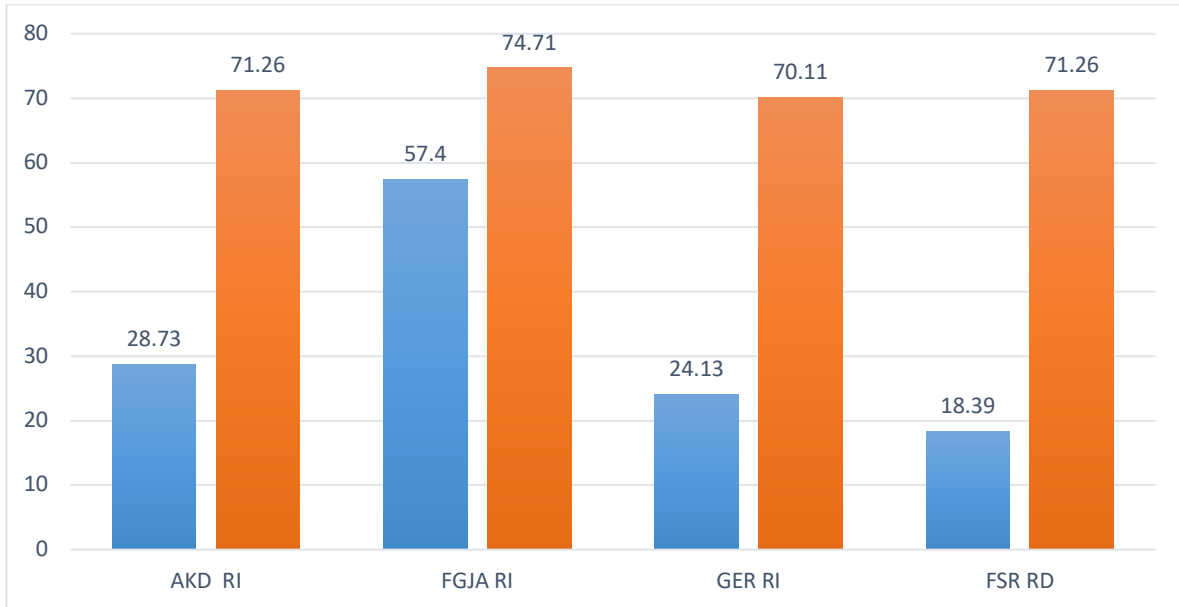
En total se concretaron 6 mediciones con los parámetros adecuados para su análisis. De cada una de las mediciones se obtuvieron los datos de amplitud articular, trofismo muscular y escala visual análoga del dolor; en la 1era medición y la 6ta medición aparte de lo antes mencionado se realizó también la medición de fuerza con la Escala de Daniels y la formulación del cuestionario para valoración subjetiva de funcionalidad de la rodilla FS-IKDC pre-protocolo y posterior a la intervención del protocolo. Es importante mencionar que todos los participantes se encontraban en rangos de un IMC normal con una media de 22.18 kg/m² y una desviación estándar de 1.8 kg/m².

En la siguiente gráfica 2 podemos observar como todos los pacientes del protocolo de rehabilitación obtuvieron una mejoría total en cuanto a la ganancia de fuerza de la rodilla lesionada.



Gráfica 2. Escala de fuerza de Daniels. En azul se expresan los valores iniciales y en naranja se expresan los valores finales. Fuente: Directa

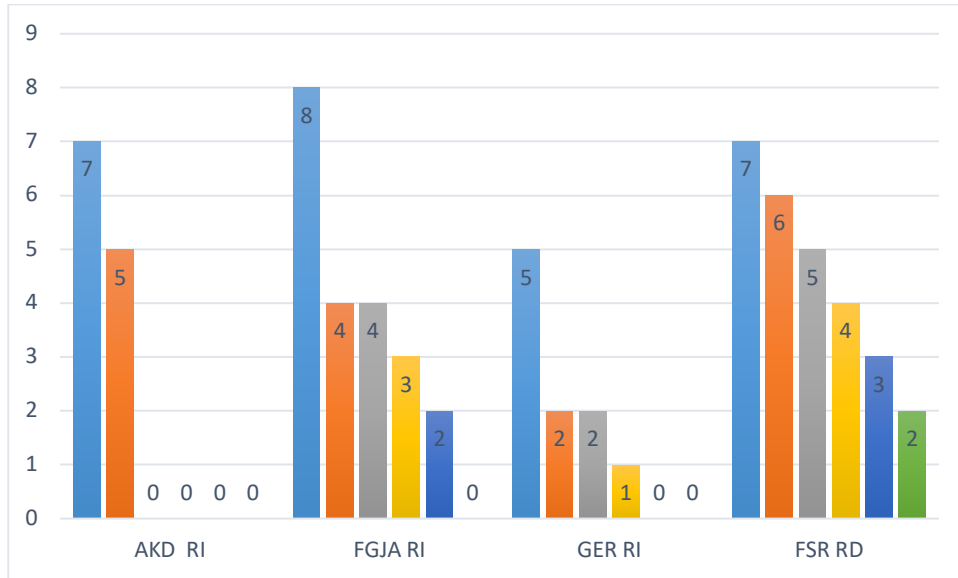
Al igual se realizó la encuesta para la funcionalidad de rodilla antes de comenzar y tras finalizar el protocolo (con un valor máximo posible de 100% y mínimo de 18.75%) para valorar el efecto de la rehabilitación expresado en la gráfica 3. Por último, se hace un comparativo de la encuesta inicial y final observándose una mejoría significativa con una $p < 0.05$ como podemos ver en la gráfica 3.



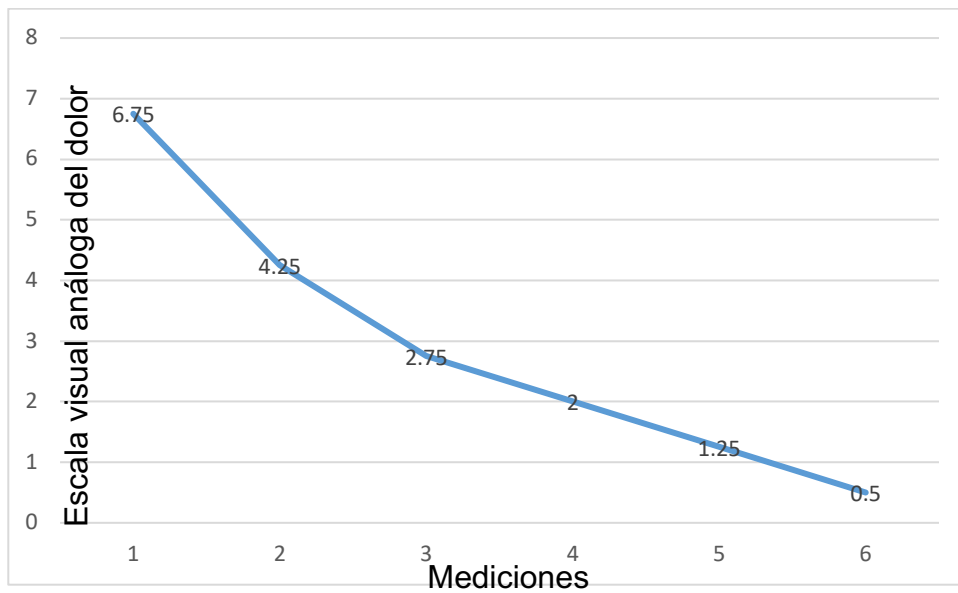
Gráfica 3. Porcentaje Subjetivo de Funcionalidad de la Rodilla lesionada. En azul se expresa el porcentaje antes de la intervención y en naranja tras la intervención). Fuente: Directa

En la gráfica anterior se puede observar como todos los pacientes tuvieron una mejoría referida en la funcionalidad subjetiva de la rodilla lesionada tras la intervención mejorando su estado de salud e independencia con una significancia <0.05 .

En la gráfica 4 se muestra la evolución en base a la escala visual análoga del dolor de los pacientes durante el total de las 6 mediciones con una significancia <0.01 .



Gráfica 4. Escala Visual Análoga del Dolor. Fuente: Directa



Gráfica 5. Promedio de la EVA del dolor a lo largo de la intervención. Fuente: Directa

Tabla 2. Amplitud articular a la flexión de rodilla

Número de Medición	1	2	3	4	5	6
Media	88.5	111.5	118.5	123.5	127.5	130.5
Mediana	100	128	127	128	128	130
Moda	100	130	90	128	128	130
Desviación estándar	33	34.3	19.0	11.8	5.7	2.5
Mínimo	40	60	90	106	120	128
Máximo	114	130	130	132	134	134

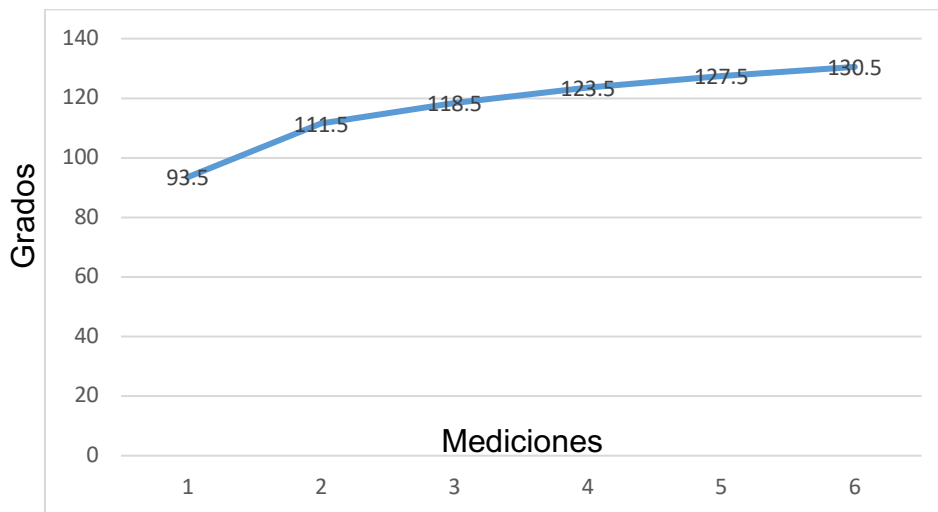
Medición en grados. Fuente Directa.

Tabla 3. Amplitud articular a la extensión de rodilla

Número de Medición	1	2	3	4	5	6
Media	1	4.5	5	6	7	8
Mediana	0	5	5	6	8	8
Moda	0	6	4	6	8	8
Desviación estándar	2	1.9	1.1	1.6	2	1.6
Mínimo	0	2	4	4	4	6
Máximo	4	6	6	8	8	10

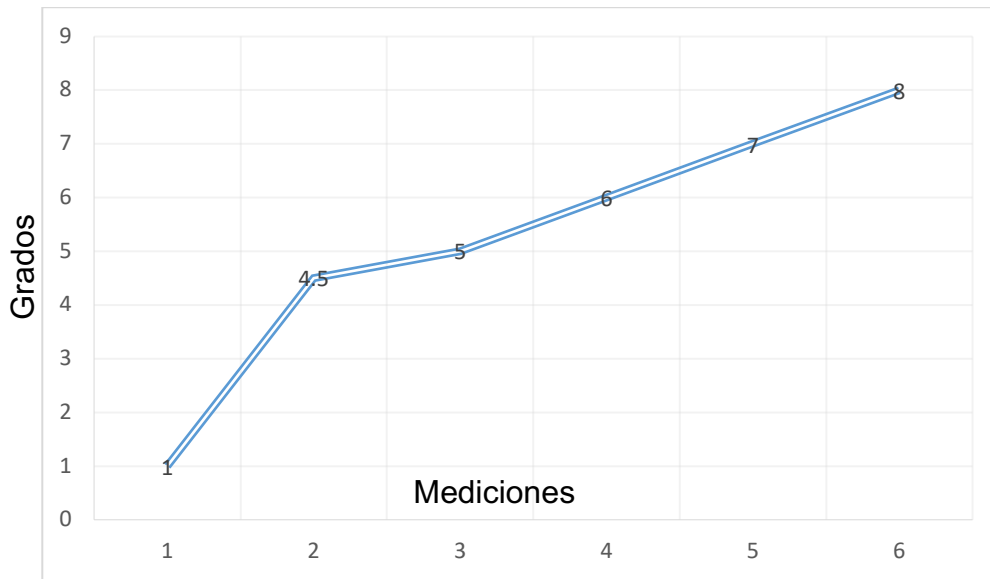
Medición en grados. Fuente Directa.

A continuación, en la gráfica 6 y gráfica 7 se muestra la ganancia en amplitud articular a la flexión y extensión de la rodilla lesionada.



Gráfica 6. Promedio de la amplitud articular a la flexión de la rodilla lesionada.

Fuente: Directa.



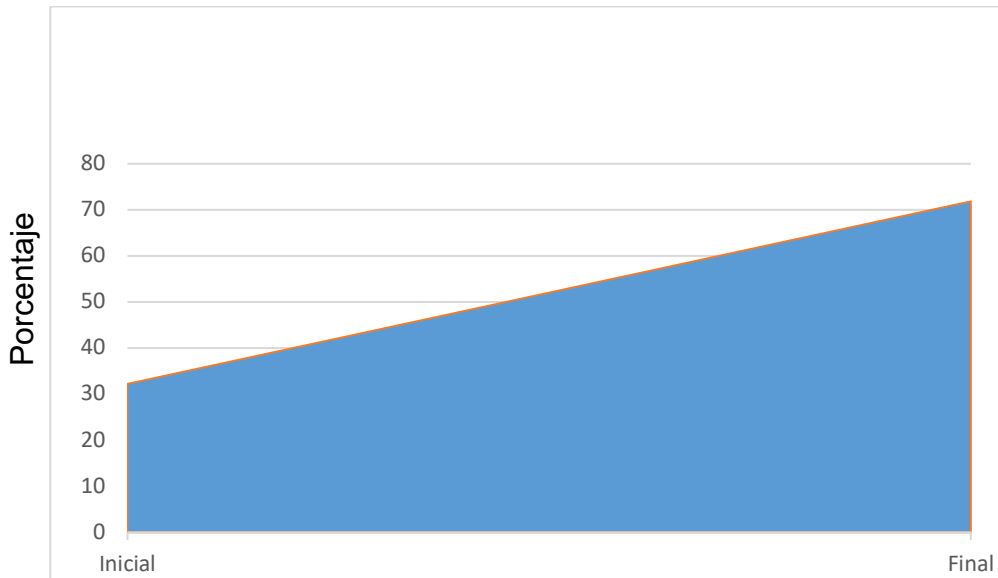
Gráfica 7. Promedio de la amplitud articular a la extensión de la rodilla lesionada. Fuente Directa.

Es importante remarcar que la funcionalidad e independencia de los pacientes medida con la encuesta IK-DPC fue ascendente durante todo el desarrollo del protocolo como lo podemos constatar en la tabla 4 y gráfica 8.

Tabla 4. Funcionalidad subjetiva de la rodilla lesionada

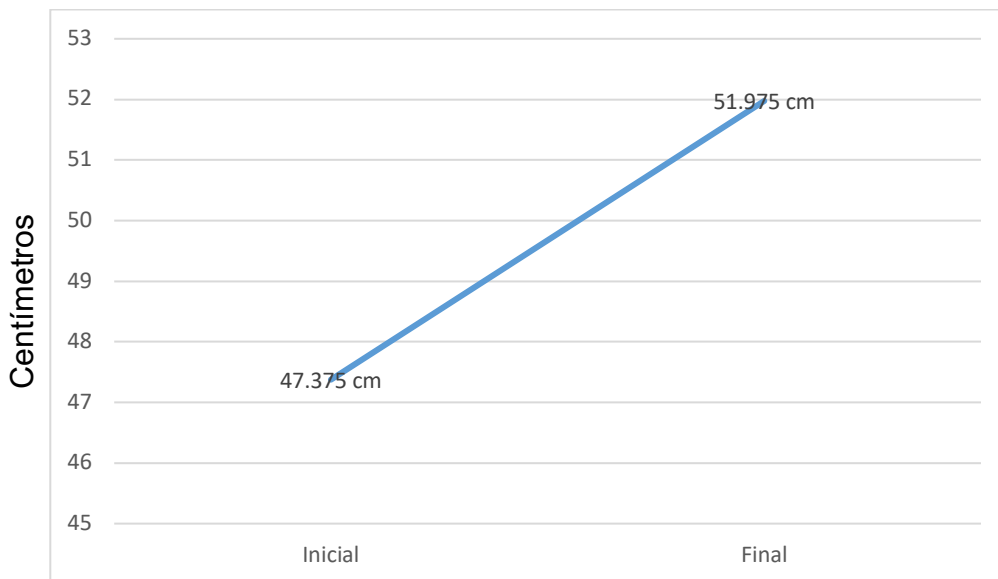
Medición	Inicial	Final
Media	32.1	71.8
Mediana	26.4	71.2
Moda	18.3	71.2
Desviación estándar	17.3	1.9
Mínimo	18.3	70.1
Máximo	57.4	74.7

Fuente: Directa

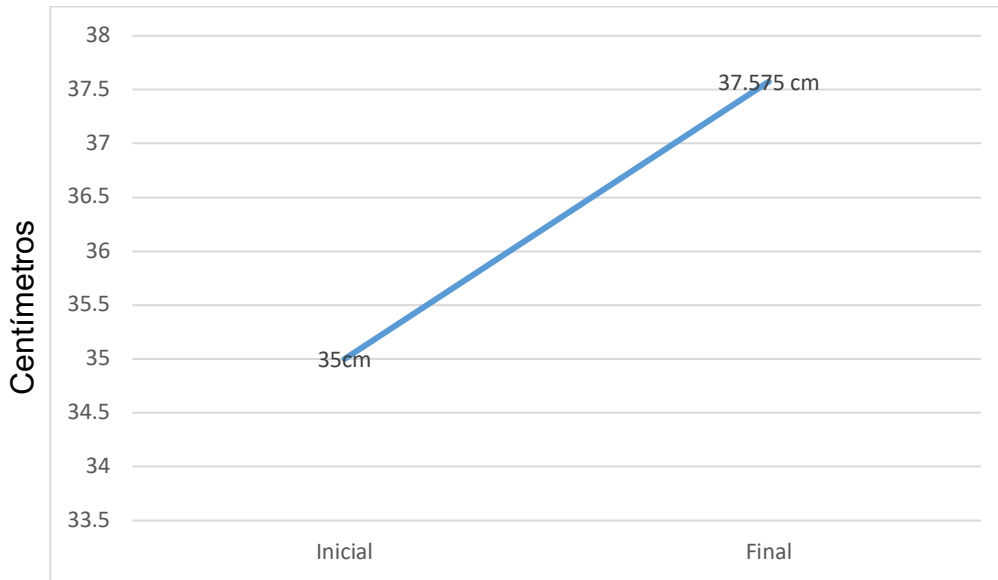


Gráfica 8. Percepción de funcionalidad subjetiva de la rodilla lesionada
Fuente: Directa

En las siguientes: gráfica 9 y gráfica 10 podemos analizar y ver la mejoría que se obtuvo con el entrenamiento en las rodillas lesionadas comparando el promedio de la medición de muslo medio y mínimo al inicio y final del protocolo.



Gráfica 9. Promedio muslo medio inicial vs final. Fuente: Directa



Gráfica 10. Promedio Muslo mínimo. Fuente: Directa

Si comparamos la intervención en todas las variables medidas del protocolo podemos mencionar que se observó una mejoría evidente promedio con disminución de la disparidad entre la rodilla lesionada y de la rodilla sana contralateral. Observando la diferencia en la tabla 5.

Tabla 5. Variables en la rodilla lesionada y su comparativo contralateral

Rodilla	Inicial		Final	
	Lesionada	Sana	Lesionada	Sana
Escala Fuerza Daniels	3.25	5	5	5
Amplitud Articular Flexión	93.5	133.75	130.5	133.5
Amplitud Articular Extensión	1	10	8	10
Trofismo Muscular Muslo Medio	47.375	50.75	51.975	52.6
Trofismo Muscular Muslo Mínimo	35	35.525	37.575	37.75

Fuente: Directa

Para realizar el análisis inferencial utilizamos el instrumento de T de Student para la medición de 2 muestras emparejadas de cada uno de los valores medidos durante el protocolo. Observándose que la significancia de que las probabilidades de los hallazgos durante el estudio hallan sido al azar son prácticamente nulas ($p < 0.003$ para EVA y $p < 0.014$ para escala IKDC de funcionalidad subjetiva de rodilla).

El protocolo implementado demostró ser efectivo para lograr una mejoría evidente en la salud de los pacientes expresada en las distintas variables evaluadas.

Es importante mencionar que no podemos adjudicar específicamente que la ganancia total en los perímetros musculares (trofismo muscular) se haya dado debido al protocolo únicamente ya que también pudo haber ganancia de masa grasa secundario al confinamiento durante la pandemia de Covid-19.

De esta manera pudimos comprobar la hipótesis de investigación de nuestro protocolo la cual mencionaba que el entrenamiento acuático y terrestre tiene beneficio en pacientes postoperados de lesión de ligamento cruzado anterior para amplitud articular y trofismo muscular.

El rango de amplitud articular se encontraba disminuido en todos los pacientes al iniciar el protocolo y tras éste se logró llevar a rangos de normalidad mejorando la funcionalidad y calidad de vida de los pacientes para las actividades de la vida cotidiana y el deporte. Se logró quitar por completo el dolor postquirúrgico que provocaba el realizar la flexión y extensión de la rodilla el cual limitaba lograr los arcos de movimiento que ayudaron a mejorar el trofismo muscular de la rodilla y por ende la estabilidad muscular de ésta articulación como se puede observar en lo que mencionan Ayala J, García G et al (7). La mejoría no solo fue objetiva, fue constatada y reportada por los pacientes y se suma a los parámetros de evaluación de las lesiones de rodilla medidos por la Escala de funcionalidad IKDC.

Como un beneficio inherente del protocolo y comparando con la bibliografía al realizar el entrenamiento de rehabilitación de ligamento cruzado anterior en el agua pudimos incorporar los ejercicios de cadena cinética cerrada como estocadas, escaleras y desplantes como lo mencionan Becker B et al. (34) en forma temprana así como ejercicios excéntricos, estiramientos y ejercicio isotónicos antes de las 12 semanas que era el tiempo mínimo recomendado por Wilk K et al. (13) para no presentar complicaciones. Los ejercicios de cambios de dirección o cizallamiento pudieron comenzarse a la 4 semanas del protocolo en comparación con lo mencionado para la forma convencional de rehabilitación terrestre enunciado por Tovin B et al. 21 y Biscarini et al. (22).

Podemos comprobar con nuestros resultados que la mayor ganancia de arcos de movilidad y disminución del dolor se dieron durante las primeras 8 semanas o 2 meses del protocolo que correspondieron a la fase acuática realizada en el AQUAFyD en comparación a la evolución favorable pero en menor grado de la continuación del mismo de forma terrestre, remota e intradomiciliaria en el último mes.

Con los resultados se rechaza la hipótesis nula, aceptando la hipótesis de investigación que menciona: El entrenamiento acuático y terrestre tiene beneficio en pacientes postoperados de lesión de ligamento cruzado anterior para amplitud articular y trofismo muscular en AQUAFyD del Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte, 2021.

Conclusiones

Se corroboró la mejoría de la amplitud articular y el trofismo muscular de la rodilla lesionada mediante el protocolo de entrenamiento acuático y terrestre intradomiciliario. Concluyendo que el entrenamiento acuático y terrestre tiene beneficio en pacientes postoperados de lesión de ligamento cruzado anterior para amplitud articular y trofismo muscular. Se observó una mejoría en la disminución del dolor y aumento de la funcionalidad de los pacientes que participaron en la intervención. Se realizó la comparación de la fuerza articular y amplitud articular contra la rodilla contralateral observando mejoría en las variables de trofismo muscular, amplitud articular, escala visual análoga del dolor, escala de fuerza de Daniels y funcionalidad subjetiva referida por los pacientes con el cuestionario IKDC. Todos los pacientes obtuvieron una mejoría total con base en la escala de fuerza de Daniels para la musculatura de la rodilla (flexores y extensores).

Se midió y se confirmó que la efectividad del tratamiento en agua y terrestre con una duración de 3 meses ayudó a los pacientes a reincorporarse a las actividades que realizaban antes de la lesión con arcos de movilidad completos, fuerza simétrica entre ambas rodillas, ausencia de dolor y correcta propiocepción.

No existió ninguna complicación en la población estudiada durante y posterior al protocolo.

Recomendaciones

Las limitaciones del estudio fueron inherentes a la pandemia por el Covid-19 y se lograron vencer con el trabajo adaptado y la disposición de los pacientes.

Como aprendizaje resulta importante mencionar que hay que saber adaptar los tratamientos a las necesidades individuales de nuestros pacientes respetando la literatura médica para tener avances seguros y basados en evidencias combinados con la experiencia profesional del cuerpo médico.

Sería importante realizar un seguimiento de cohorte con el mismo protocolo durante un tiempo mayor y con una N más grande para poder expresar resultados más significativos.

Bibliografía

1. Ellison A, Berg E. Embryology, anatomy, and function of the anterior cruciate ligament. *Orthop clin north am.* 1985; 16: p. 3-14.
2. Márquez J, Márquez W. Lesiones del ligamento cruzado anterior de la rodilla. *latreia.* 2009 Sep; 22(3): p. 256-271.
3. Odensten M, Gillquist J. Functional anatomy of the anterior cruciate ligament and a rationale for reconstruction. *J Bone Joint Surg Am.* 1985; 67: p. 257-262.
4. Danylchuk K, Finlay J, Krcek J. Microstructural organization of human and bovine cruciate ligaments. *Clin Orthop Relat Res.* 1978;(131): p. 294-298.
5. Schultz R, Miller D, Kerr C, Micheli L. Mechano- receptors in human cruciate ligaments, a histological study. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;(66): p. 1072-1076.
6. Duthon V, Barea C, Abrassart S, Fasel J, Fritschy D, Ménétrey J. Anatomy of the anterior cruciate ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2006;(14): p. 204-213.
7. Ayala J, García G, Alcocer L. Lesiones del ligamento cruzado anterior. *Acta Ortopédica Mexicana.* 2014 ene-feb; 28(1): p. 57-67.
8. Mayo Clinic. Mayo Clinic: ACL injury. [Online].; 2000 [cited 2019 Septiembre 25]. Available from: HYPERLINK "<http://www.mayoclinic.com/health/acl-injury/DS00898/DSECTION=risk-factors>" <http://www.mayoclinic.com/health/acl-injury/DS00898/DSECTION=risk-factors> .
9. Takahashi S, Nagano Y, Ito W, Kido Y, Okuwaki T. A retrospective study of mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in high school basketball, handball, judo, soccer, and volleyball. *Medicine.* (2019); 98(26): p. 1-4.
10. Caborn D, Johnson B. Historia natural de la rodilla con insuficiencia del ligamento cruzado anterior. Revisión. *Clínicas de Medicina Deportiva.* 1993; 12: p. 623-634.
11. Kocabey Y, Tetik O, William M, Isbell , Atay, ÖA, Johnson D. The value of clinical examination versus magnetic resonance imaging in the diagnosis of meniscal tears and anterior cruciate ligament rupture. *Arthroscopy: the journal of arthroscopic and related surgery.* 2004 sep; 20(7): p. 696-700.
12. Fisher S, Fox J, Del Pizzo W, Friedman M, Snyder S, Ferkel R. Accuracy of diagnoses from magnetic resonance imaging of the knee. A multi-center analysis of one thousand and fourteen patients. *J bone joint surg am.* 1991; 73: p. 2-10.
13. Wilk K, et al. Recent advances in the rehabilitation of anterior cruciate ligament injuries. *J Orthop Sports Physic Ther.* 2012; 42(3): p. 153-171.
14. Llana S, PP. Historia de la natación I: desde la prehistoria hasta la edad media. *Citius, Altius, Fortius.* 2011; 4(2): p. 51.
15. Cordero JM. Agentes físicos terapéuticos. *Ciencias Médicas.* 2008. p.100-117
16. Buchamann DD. La curación por el agua. Hidroterapia. In.: Martínez Roca; 1998. Available from: [http://hidromed.org/hm/images/pdf/BSEHM%202010_25\(1\)31-32_Jeambrun_P.pdf](http://hidromed.org/hm/images/pdf/BSEHM%202010_25(1)31-32_Jeambrun_P.pdf)
17. Grosser M. Principios del entrenamiento deportivo. In.: Martínez Roca; 1985. Available from:

http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/5312/Principios_basicos_para_el_adecuado_desarrollo_de_la_condicion_fisica.pdf?sequence=2

18. Koury M. Acuaterapia: Guía de Rehabilitación y fisiología en la piscina. In. Barcelona: Bellaterra; 1998. p. 9-28.
19. Pappas M. Ejercicio de tonificación, cardiovasculares y de rehabilitación. In Actividades Acuáticas.: Paidotribo; 1998. p. 16-21.
20. Guyton AC. Tratado de fisiología médica. 8a. ed. Barcelona: Interamericana McGraw Hill; 1997; p. 1757-1768.
21. Tovin B, Wolf S, Greenfield B, Crouse J, Woodfin B. Comparisson of the effects of excercise in water and on land on the rehabilitation of patients with intra-articular anterior cruciate ligament reconstructions. Phys Ther. 1994; 74: p. 710-719.
22. Biscarini A, Cerulli G. Modeling of the knee joint load in rehabilitative knee extension exercises under water. Journal of Biomechanics. 2007 40; 2: p. 345-355.
23. Skinner, AT; Thompson, AM. Duffield's Exercise in Water. London Bailliere. 1983: p. 164-166.
24. Harrison R, Bulstrode S. Percentage weight-bearing during partial immersion in the hydrotherapy pool. Physiother Pract. 1987; 3: p. 60-63.
25. Epstein M. Renal effects of head-out water immersion in humans: a 15-year update. Physiol Rev. 1992; 72: p. 563-621.
26. Balldin U, Lundgren C, Lundvall J, Mellander S. Changes in the elimination of 133 xenon from the anterior tibial muscle in man induced by immersion in water and by shifts in body position. Aerosp Med. 1971; 42: p. 489-493.
27. Nicequest. Fisica termodinámica. [Online].; 2016 [cited 2019 09 28. Available from: [HYPERLINK "https://hernanleon1002.wordpress.com/fisica-de-fluidos-y-termodinamica/primer-corte/marco-teorico/principio-de-pascal/"](https://hernanleon1002.wordpress.com/fisica-de-fluidos-y-termodinamica/primer-corte/marco-teorico/principio-de-pascal/)
<https://hernanleon1002.wordpress.com/fisica-de-fluidos-y-termodinamica/primer-corte/marco-teorico/principio-de-pascal/>.
28. Martin W, Montgomery J, Snell P, et al. Cardiovascular adaptations to intense swim training in sedentary middle-aged men and women. Circulation. 1987; 75: p. 323-330.
29. Israel D, Heydon K, Edlich R. Core Temperature Response to Inmersed Bicycle Ergometer at Water Temperatures of 21°, 25°, and 29° C. 1989: p. 337-344.
30. Pedersen B, Saltin B. Evidence for prescribing exercise as therapy in chronic disease. Scand J Med Sci Sports. 2006 16; 16(1): p. 3-63.
31. Lahart I, Metsios G. Chronic physiological effects of swim training interventions in non-elite swimmers: a systematic review and metanalysis. Sports medicine. 2017 Feb; 48(337-359).
32. Thein J, Thein L. Aquatic-based rehabilitation and training for the elite athlete. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 1998; 27(1): p. 32-41.
33. Malone T, Garret W, Zachazewski J, Magee D, Quillen W. Muscle: Deformation, injury, repair. Athletic Injuries and rehabilitation. 1996;: p. 71-91.
34. Becker B. Aquatic therapy. Scientific foundations and clinical rehabilitation applications. 2009; 1(9): p. 864.
35. Martin J, Mesa J. Cadena cinética abierta, cadena cinética cerrada, una discusión abierta. Archivos de medicina del deporte. 2007; 24(119): p. 205-209.
36. De la Torre G. Entrenamiento excéntrico. Salud de hierro. ; 1: p. 78-81.

37. Robinson L, Devor S, Merrick M, Buckworth J. The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. *Journal of strength and conditioning research, national strength & conditioning association*. 2004; 18(1): p. 84–91.
38. Costill DL. *Inside Running Basis of Sports Physiology*. 1986;: p. 8.
39. Charmas M, Gromisz W. Effect of 12-week swimming training on body composition in young women. *International journal of environmental research and public health*. 2019: p. 346.
40. Colado JC. Acondicionamiento físico en el medio acuático. In.: *Paidotribo*; 2004.
41. Costill DL. *Swimming Handbook of Sports Medicine and Science*. Blackwell Scientific Publications. 1992; 1: p. 3-9.

Anexos

Anexo 1.- Consentimiento Informado AQUAFyD



Consentimiento/asesntimiento informado de AQUAFyD
Atención de Medicina del Deporte
Facultad de Medicina
Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Ciencias de la Salud
Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

Versión: 1
Fecha: 07/01/2019

Consentimiento/asesntimiento informado de AQUAFyD

TANQUE TERAPEUTICO/ENTRENAMIENTO

Para la realización de ejercicio terapéutico en el agua se utilizan los tanques y las piscinas, los tanques tienen una capacidad limitada por lo que solo permiten el tratamiento de un paciente. Existen diversos tipos, pero el tanque terapéutico más utilizado para movilización, que permite la inmersión de todo el cuerpo es el tanque HUBBART o de trébol. Se divide en tanque de movilización, terapia de marcha o rehabilitación y de natación.

Tanque terapéutico:

Este tanque para tratamiento individual permite la inmersión completa de todo el cuerpo, tiene forma de alas de mariposa o de trébol, para permitir el movimiento de las cuatro extremidades y el acceso del terapeuta al paciente. En muchos casos los pacientes se encuentran con discapacidad para el movimiento lo que dificulta su acceso al tanque por lo que están equipados con grúas que facilitan ese proceso. También se utiliza la energía hidrocineética para crear turbulencias y potenciar así el efecto del agua caliente.

El tratamiento en el tanque deberá tener una duración variable entre 10 y 30 minutos. Se debe iniciar con 10 a 15 minutos e ir aumentando el tiempo conforme se vaya ganando fuerza.

Opciones terapéuticas:

Jets de hidoterapia: incrementan el rango de movimiento en los pacientes o en las articulaciones o músculos de atletas, se reduce la inflamación y se remueve el ácido láctico de los músculos fatigados, estimulando la liberación de endorfinas, además de proporcionar una corriente de masaje relajante.

Interior sealing: los tanques proporcionan una gran variedad de estaciones de fortalecimiento con una gran variedad de profundidades, se pueden introducir bancas e instrumental de steps para colocarlos estratégicamente y desarrollar varios protocolos de manera simultánea.

Corriente de velocidad variable: se puede programar la resistencia y la velocidad para llevar un adecuado monitoreo del progreso del atleta dependiendo de su nivel de entrenamiento.

Dependiendo del tipo de paciente y su diagnóstico así como del efecto que se quiera obtener con la terapia, la temperatura del agua deberá variar:

Muy fría	1-10
Fría	11-20
Fresca	21-30
Tibia	31-33
Neutra	34-36
Caliente	37-39
Muy caliente	Más de 40



Características del tanque:

El tanque terapéutico puede presentar diferentes profundidades desde un metro hasta los dos metros de profundidad. De acuerdo al tipo de terapia que requiera el paciente.

Para rehabilitación se necesita una corriente máxima de 5 HP, con un ancho de 21 pulgadas y una profundidad de 16 pulgadas.

Para entrenamiento elite de natación se requiere de una corriente máxima de 7.5hp, con un ancho de 24 pulgadas y una profundidad de 21 pulgadas.

Esta fabricado con fibra de vidrio.

Permite que el paciente en rehabilitación comience a trotar o caminar en un ambiente controlado con control de peso y pisos ajustables hasta 40 grados, para incrementar gradualmente las actividades de carga para las articulaciones.

Circula aproximadamente 30,000 galones de flujo laminar por minuto, lo que crea un muro de agua de 99 velocidades. La corriente que se genera es ideal para el entrenamiento de fuerza.

Tiene un sistema de indicador de tiempo y velocidad programable.

El tratamiento en el tanque terapéutico debe considerarse como un tratamiento no exento de riesgos y su prescripción queda reservada al medico.

Especificaciones para realizar estudio.

- Presentarse con ropa deportiva acuática (goma, traje de baño, goggles, sandalias, toalla).
- Realizar ducha previa antes de iniciar el procedimiento.
- Traer pants completo o chamarra.
- Traer sandalias apropiadas para las transiciones fuera del tanque.
- Último alimento ingerido 3 horas previas como mínimo.
- No haber realizado actividad física ese día.
- Traer toalla corporal y bebida rehidratante. (no energizantes, ni alcohólicas).
- Traer un ligero refrigerio como: barras, galletas, cereal, fruta, yogurt entre otros.
- No traer objetos metálicos (anillos, cadenas, piercing, pulseras, etc.).

Procedimiento

Posterior a la consulta médica (anamnesis y exploración física); se procederá al área de vestidores. Una vez que el paciente se encuentre con la ropa deportiva adecuada deberá ducharse y colocarse la gorra antes de ingresar al tanque. Durante todo el tiempo que dure la sesión estará presente un miembro del equipo médico.

Se utilizara el área correspondiente (rehabilitación, terapia, valoración, entrenamiento o fortalecimiento) dependiendo de las necesidades del atleta.



Beneficios

- Proporciona efectos hidrostáticos, hidrodinámicos e hidrocinéticos con efecto térmico.
- Mayor facilidad para realizar ejercicios que recuperen o incrementen la amplitud de los rangos de movimiento.
- Realización de ejercicios sin carga para fortalecimiento de articulaciones como cadera, tobillo, rodilla, hombro y de columna vertebral.
- Se propician condiciones ideales para reeducación de la marcha.
- Entrenamiento de equilibrio y coordinación.
- Mejora la circulación en general y proporciona beneficios al aparato cardiovascular.
- Disminuye la tensión psicológica y la ansiedad.

Contraindicaciones Absolutas

- Infarto agudo del miocardio de 3 días de evolución.
- Angina inestable.
- Arritmia cardíaca mal controlada.
- Estenosis aórtica severa (con síntomas).
- Miocarditis o pericarditis agudas.
- Insuficiencia cardíaca o coronaria.
- Hipertensión arterial severa: Presión Arterial Sistólica (PAS) mayor o igual a 200 mmHg y/o Presión Arterial Diastólica (PAD) mayor o igual a 110 mmHg.
- Pacientes con terror al agua y psicóticos o con desorientación.
- Glucosa >250 mg/dl y/o Cetosis >300 mg/dl.
- Pacientes incontinentes, o con heridas abiertas o supurantes.
- Mal estado general, enfermos terminales.
- Epilepsia mal controlada
- Tuberculosis.
- Onicomycosis u otras micosis activas.
- Ausencia de consentimiento por escrito.

Relativas

- Fiebre.
- No saber nadar.
- Anomalías electrolíticas.
- Infecciones de vías respiratorias.

Criterios para interrumpir la sesión en el tanque terapéutico

- Aumento de síntomas del sistema nervioso (ataxia, mareo, náusea, vómito o síncope).
- Signos de pobre perfusión.
- Epistaxis.
- No seguir las indicaciones del personal médico.
- Cuando el paciente decide parar la prueba.

Riesgos

- Caída del paciente en las áreas de transición.
- Presentar lesión muscular y/o articular.



- Presentar respuesta vagal (nauseas, vómito, mareos y sensación de falta de aire).
- Presentar infarto al miocardio.
- Broncoaspiración.
- Ahogamiento.
- Muerte.

Por lo anteriormente expuesto, una vez leído y entendido manifiesto bajo mi libre y espontánea voluntad, sin ningún tipo de coerción o presión, autorizo que se realice el procedimiento de estudio denominado "AQUAFyD" por lo que estoy plenamente enterado de los beneficios y riesgos inherentes del procedimiento. También autorizo que en caso de ocurrir algún tipo de incidente o accidente, se realicen maniobras de reducción e inmovilización, el control y/o tratamiento primario de urgencia y estabilización; en caso de ser necesario autorizo traslado hospitalario.

Es de mi conocimiento que el evaluado es libre de retirarse de este estudio en el momento que lo desee. Así como el derecho a que la información sea confidencial y se mantenga fuera del alcance del personal no médico. Se velará por el bien de todas las personas; otorgando el permiso para que la información que de aquí resulte sea utilizada en estudios de investigación.

Se me informa y da a leer el "Aviso de privacidad de la información", siendo de mi conocimiento que soy libre de consultarlo en cualquier momento: www.uibmex.mx

A partir del presente consentimiento, se autoriza cada una de las intervenciones de AQUAFyD a las que acudo voluntariamente.

AUTORIZO: [Firma] Firma del Padre y/o tutor

Asentimiento: [Firma] Firma del alumno FECHA: 7/02/2020

Lugar: Toluca Otro, especifique: _____

Testigo: [Firma] Nombre/firma y parentesco: _____

Nombre del personal de salud que informa: [Firma] Nombre/firma y parentesco: _____

Firma: [Firma] Cel. Prof. 8840291

Anexo 2.- AQUAFyD



AQUAFyD
Atención de Medicina del Deporte
Facultad de Medicina
Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Ciencias de la Salud
Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

Versión: 1

Fecha: 07/01/2019

Nombre del paciente: _____ ID: _____
 F. ingreso: _____ F. egreso: _____ Sexo: F ___ M ___ Edad: _____ años
 Tipo de Actividad Física: _____ Deporte: _____ o actividad física _____
 Cual: Inactivo ___ Irregularmente activo ___ Regularmente activo ___ Muy activo ___ Fitness ___
 Nivel de natación: ninguno ___ básico ___ intermedio ___ avanzado ___
 Motivo de intervención: fortalecimiento ___ terapia ___ entrenamiento ___
 F.C. Máxima Teórica: ___ lx' F.C. alcanzada ___ lx' Estatura ___ cm Masa corporal ___ Kg

ANTECEDENTES DE IMPORTANCIA

Impresión Diagnóstica: _____

SÍNTOMAS ACTUALES

Fecha de Inicio	Fecha de Suspensión	SECUENCIA	MODALIDAD TERAPEUTICA	PROTOCOLO	DURACIÓN/REGIÓN*
			BANDA		
			BICICLETA		
			NADO CONTRACORRIENTE		
			MASAJE		*
			CINESITERAPIA		

CALENDARIO DE ASISTENCIA

MES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

I: ingreso; A: alta; T: terapia; F: falta; J: falta justificada/cancelaciones; B: baja; /: fin de semana.

Objetivo General

Objetivos Específicos

Anexo 4.- Historia clínica



Historia clínica
Atención de Medicina del Deporte
Facultad de Medicina
Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Ciencias de la Salud
Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

Versión: **4**
 Fecha: **07/01/2019**

I.D. _____ Fecha: _____
 Nombre del paciente: _____ Hora: _____
 Lugar y fecha de Nacimiento: _____
 Etnia: _____ Sexo: F ___ M ___ Edad: _____ años Estado civil: _____
 Ocupación: _____ Lado dominante: _____

ANTECEDENTES FAMILIARES

Padecimiento	Abuelos				Padre	Madre	Hermanos	Tíos		Otros
	Paternos		Maternos					Paternos	Maternos	
	Abuelo	Abuela	Abuelo	Abuela						
Cardiopatías ¹										
Diabetes										
Obesidad										
I.A.M. ²										
H.A.S.										
Cáncer										
Muerte súbita ³										
Otros ⁴										

1. Insipiente; 2. >50 años; 3. causa cardíaca; 4. Insuficiencia de aorta; Hipertensión, Cardiopatías, Síndrome de Marfan o Anéurisma

Observaciones: _____

ANTECEDENTES PERSONALES NO PATOLÓGICOS

Alcoholismo	Tabaquismo	Drogadicción	Inmunizaciones	Higiene	Dietéticos

Observaciones: _____

Cantidad del sueño: _____

ANTECEDENTES PERSONALES PATOLÓGICOS

H.A.S.	D.M.	I.A.M.	Cáncer	Obesidad	Alergias	Upofimias	Convulsiones	Asma	Anemia
Vendreas	Hemorrágicos	Quirúrgicos	Hepatitis	Transfusiones	Exantemáticas	Otros*			

Observaciones: _____

* 1. Dolor pre-oral, incontinencia o presión retrocedida al esfínter; 2. Síncope o pre-síncope inexplicado; 3. Dolora, fatiga o parestias relacionadas al esfínter; 4. Diagnóstico previo de síndromes catácticos; 5. Reacciones positivas al ejercicio; 6. Valores de coágulos activados positivamente

ANTECEDENTES GINECOOBSTÉTRICOS

Menarca	F.U.M.	Ritmo	Flujo menstrual	I.V.S.A.	No. Parejas	G	P	C	A	M.P.F.	D.O.C.	Trastornos menstruales

Observaciones: _____

ANTECEDENTES TRAUMATOLÓGICOS

Fracturas	Luxaciones	Esquiños	Contracturas	Desgarros	Contusiones	T.C.E.

Observaciones: _____



Razón anatómica	Normal	Describir si existe patología
Cabeza, cara		
Cuello		
Tórax		
Región precordial * Soplos		
C. pulmonares		
Abdomen		
Genitales		
Tren superior		
Tren inferior * Pulso femorales		
Otodéclica		
Columna		

*Signos físicos de Síndrome de Marfan.

GONIOMETRÍA

Articulación: _____

Movimiento	TM	Derecho		Izquierdo		Movimiento	TM	Derecho		Izquierdo	
		Grados	G	G	Grados			Grados	G	Grados	G
Flexión						Rotación Interna					
Extensión						Rotación Externa					
Abducción						Pronación (Ever...)					
Aducción						Supinación (Inv...)					

• Marcar cuando el movimiento sea con fuerzas intervinientes de la gravedad

TM: tipo de movimiento, opciones: P= pasivo; A= activo



Odontograma:



Gabinete y laboratorio: Ninguna Cuenta con la Resonancia Magnética de todo el cuerpo

Impresión diagnóstica: Postoparto de Artrosclerosis por lesión de LCA con artrosis

Clasificación:	Actividad Física	A ≥ 36 horas	B 18-35 h	C 10-17 h	D 2-9 h	E ≤ 2 horas	Deporte
----------------	------------------	-----------------	--------------	--------------	------------	----------------	---------

Clasificación de actividad física: Bajas Moderada Vigorosa No aplica

Tamizaje de riesgo CV:
 AHA Con riesgo Sin riesgo

CMS 10% 10% - 20% 20%-30% 30%-40% >40%

Tratamiento: Conservar con protocolo de abono para postoparto por artrosis de lesión de Ligamento cruzado anterior (lesión de LCA) postparto de la lesión.

Pronóstico: Reserva a evolución

Observaciones y recomendaciones: Conservar cuando le retiren puntos de sutura de la herida.

R3 Dr. Juan Antonio Velasco
 Médico tratante
 Cédula profesional

Yo entrevistado hago constar que los datos aquí asentados son verdicos

Anexo 5.- Consentimiento interrogatorio clínico



Consentimiento/asesntimiento informado del interrogatorio y anamnesis
por parte del personal de salud
Atención de Medicina del Deporte
Facultad de Medicina
Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Ciencias de la Salud
Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

Versión: 1

Fecha: 07/01/2019

Consentimiento/asesntimiento informado del interrogatorio y anamnesis por parte del personal de salud

Especificaciones para realizar estudio

- Acudir a la consulta en el tiempo indicado, se dará tolerancia de 15 min, si no se respeta el tiempo indicado será consulta cancelada.
- No es necesario tener ayuno previo para pasar a consulta.
- Puedes acudir vestido con ropa cómoda.
- Acudir aseado
- No se permite la entrada al consultorio con alimentos ni bebidas.
- En caso de menores de edad pasar a consulta acompañado de un adulto (padre o tutor).
- Acudir a consulta con referente universitario o bancario.

Procedimiento

Consiste en la integración de una serie de preguntas y/o exploración física para la consulta que puede ser médica, nutricional, psicológica, balance energético y tamizaje clínica del sueño. La certeza del diagnóstico dependerá de las respuestas dadas por el paciente o por los tutores del mismo.

Contraindicaciones

Incapacidad del paciente para comunicarse

En el caso que sea menor de edad y no acuda con padre o tutor mayor de edad no podrá acudir a consulta.

Beneficios

Llegar lo más pronto posible a un diagnóstico certero con sus diagnósticos diferenciales.

Riesgos

Riego de caída de la mesa de exploración.

Crisis conversiva o crisis de claustrofobia.

Por lo anteriormente expuesto, una vez leído y entendido manifiesto bajo mi libre y espontánea voluntad, sin ningún tipo de coerción o presión, autorizo que se realice el procedimiento de estudio denominado "Interrogatorio y anamnesis por parte del personal de salud" por lo que estoy plenamente enterado de los beneficios y riesgos inherentes del procedimiento. También autorizo que en caso de ocurrir algún tipo de incidente o accidente, se realicen maniobras de reducción e inmovilización, el control y/o tratamiento primario de urgencia y estabilización; en caso de ser necesario autorizo traslado hospitalario.

Es de mi conocimiento que el evaluado es libre de retirarse de este estudio en el momento que lo desee. Así como el derecho a que la información sea confidencial y se mantenga fuera del alcance del personal no médico. Se velará por el bien de todas las personas; otorgando el permiso para que la información que de aquí resulte sea utilizada en estudios de investigación.

DOCUMENTO CONTROLADO EN EL SITIO WEB DEL SGC, QUE SE ENCUENTRA DISPONIBLE EXCLUSIVAMENTE PARA LA UNIVERSIDAD

AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO. PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL.



Consentimiento/asentimiento informado del interrogatorio y anamnesis
por parte del personal de salud
Atención de Medicina del Deporte
Facultad de Medicina

Versión: 1

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Ciencias de la Salud
Centro de Medicina de la Actividad Física y el Deporte

Fecha: 07/01/2019

Se me informa y da a leer el "Aviso de privacidad de la información", siendo de mi conocimiento que soy libre de consultarlo en cualquier momento: www.uamex.mx

A partir del presente consentimiento, se autoriza cada una de las intervenciones de **interrogatorio y anamnesis por parte del personal de salud** a las que acudo voluntariamente.

AUTORIZO: _____
Firma del Padre y/o tutor

Asentimiento: _____ FECHA: 07/02/2020
Firma del alumno

Lugar: Toluca Otro, especifique: _____

Testigo: _____ Testigo: _____
Nombre/firma y parentesco Nombre/ firma y parentesco

Nombre del personal de salud que informo: Dr. Jaime Acosta Mantecón

Firma: _____ Ced. Prof. 8840291

Anexo 6.- Escala Visual Analógica del dolor.



Escala Visual Analógica ▶ EVA

Anexo 7.- Escala de Fuerza de Daniels

<u>Escala de Daniels</u>	
0	El músculo no se contrae, parálisis completa.
1	El músculo se contrae, pero no hay movimiento. La contracción puede palparse o visualizarse, pero no hay movimiento.
2	El músculo se contrae y efectúa todo el movimiento, pero sin resistencia, no puede vencer la gravedad (se prueba la articulación en su plano horizontal).
3	El músculo puede efectuar el movimiento en contra de la gravedad como única resistencia.
4	El músculo se contrae y efectúa el movimiento completo, en toda su amplitud, en contra de la gravedad y en contra de una resistencia manual moderada.
5	El músculo se contrae y efectúa el movimiento en toda su amplitud en contra de la gravedad y contra una resistencia manual máxima.

Anexo 8.- Test de Funcionalidad subjetiva IKDC (International Knee Documentation Committee)

2000 IKDC FORMULARIO PARA LA EVALUACIÓN SUBJETIVA DE LA RODILLA

Nombre Completo _____

Fecha de Hoy: ____/____/____
Día Mes Año

Fecha de la Lesión: ____/____/____
Día Mes Año

SÍNTOMAS*:

*Evalue sus síntomas según el mayor nivel de actividad al cual usted cree que podría funcionar sin sentir molestias significativas, incluso aunque usted no esté realizando actividades de este nivel en la actualidad

1. ¿Cuál es el nivel más alto de actividad que usted puede realizar sin tener dolor significativo de rodilla?

- Actividades físicas de muy alta intensidad tales como saltar o girar, como en el básquetbol o fútbol
- Actividades físicas de alta intensidad, tales como trabajo físico pesado, esquiar o jugar tenis
- Actividades físicas de moderada intensidad tales como trabajo físico moderado, correr o trotar
- Actividades físicas de liviana intensidad, tales como caminar, hacer trabajos en la casa o en el patio (jardín)
- No puedo hacer ninguna de las actividades indicadas anteriormente debido al dolor de rodilla

2. Durante las últimas 4 semanas, o desde que ocurrió su lesión, ¿cuán frecuentemente ha tenido dolor?

Nunca | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Constantemente

3. Si usted tiene dolor, ¿cuán fuerte es el dolor?

Ningún dolor | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | El peor dolor imaginable

4. Durante las últimas 4 semanas, o desde que ocurrió su lesión, ¿cuán rígida o hinchada ha estado su rodilla?

- Nada
- Levemente
- Moderadamente
- Mucho
- En extremo

5. ¿Cuál es el nivel más alto de actividad física que usted puede realizar sin que la rodilla se le hinche significativamente?

- Actividades físicas de muy alta intensidad tales como saltar o girar, como en el básquetbol o fútbol
- Actividades físicas de alta intensidad, tales como trabajo físico pesado, esquiar o jugar tenis
- Actividades físicas de moderada intensidad tales como trabajo físico moderado, correr o trotar
- Actividades físicas de liviana intensidad, tales como caminar, hacer trabajos en la casa o en el patio (jardín)
- No puedo hacer ninguna de las actividades indicadas anteriormente debido a hinchazón en la rodilla

6. Durante las últimas 4 semanas, o desde que ocurrió su lesión, ¿se le ha bloqueado o trabado temporalmente la rodilla?

- Sí
- No

7. ¿Cuál es el nivel más alto de actividad que usted puede realizar sin que la rodilla se sienta inestable?

- Actividades físicas de muy alta intensidad tales como saltar o girar, como en el básquetbol o fútbol
- Actividades físicas de alta intensidad, tales como trabajo físico pesado, esquiar o jugar tenis
- Actividades físicas de moderada intensidad tales como trabajo físico moderado, correr o trotar
- Actividades físicas de liviana intensidad, tales como caminar, hacer trabajos en la casa o en el patio (jardín)
- No puedo hacer ninguna de las actividades indicadas anteriormente debido a la inestabilidad de la rodilla

ACTIVIDADES DEPORTIVAS:

8. ¿Cuál es el nivel más alto de actividad que usted puede hacer rutinariamente?

- Actividades físicas de muy alta intensidad tales como saltar o girar, como en el básquetbol o fútbol
- Actividades físicas de alta intensidad tales como trabajo físico pesado, esquiar o jugar tenis
- Actividades físicas de moderada intensidad tales como trabajo físico moderado, correr o trotar
- Actividades físicas de liviana intensidad, tales como caminar, hacer trabajos en la casa o en el patio (jardín)
- No puedo hacer ninguna de las actividades indicadas anteriormente debido a la rodilla

9. ¿Cómo su rodilla afecta en su capacidad para:

	Sin dificultad	Dificultad mínima	Dificultad moderada	Dificultad extrema	No puedo hacerlo
a. Subir escaleras?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b. Bajar escaleras?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c. Arrodillarse?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d. Hacer una sentadilla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e. Sentarse con las rodillas dobladas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f. Levantarse de una silla?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g. Correr en línea recta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h. Saltar y caer sobre la pierna afectada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i. Detenerse bruscamente o comenzar a caminar/correr rápidamente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

FUNCIONALIDAD:

10. ¿Cómo calificaría usted la funcionalidad de su rodilla, usando una escala de 0 a 10, donde 10 es funcionalidad normal y excelente, y 0 es la incapacidad de realizar alguna de sus actividades diarias habituales, lo cual podría incluir deportes?

FUNCIONALIDAD ANTES DE QUE TUVIERA LA LESIÓN EN LA RODILLA:

No podía realizar mis actividades diarias	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No tenía limitación
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

FUNCIONALIDAD ACTUAL DE LA RODILLA

No puedo realizar mis actividades diarias	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	No tengo limitación
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Instrucciones para el cálculo del puntaje del Formulario IKDC 2000 para la Evaluación Subjetiva de la Rodilla

Se evaluaron varios métodos para calcular los puntos del Formulario IKDC para la Evaluación Subjetiva de la Rodilla. Los resultados indicaron que la suma de los puntos de cada tema funcionaba tan bien como otros métodos más complejos para el cálculo del puntaje.

Los puntos de las respuestas a cada tema se calculan usando un método de números ordinales, de forma tal que se da 0 puntos a las respuestas que representan el nivel más bajo de funcionamiento o el nivel más alto de los síntomas. Por ejemplo, en el ítem 1, que está relacionado con el nivel más alto de actividad sin tener dolor significativo en la rodilla, se asigna 0 puntos a la respuesta "No puedo hacer ninguna de las actividades indicadas anteriormente, debido a dolor en la rodilla", y se asignan 4 puntos a la respuesta "Actividades físicas de muy alta intensidad, tales como saltar o girar, como en el básquetbol o fútbol". **En el ítem 2, que está relacionado con la frecuencia del dolor durante las últimas 4 semanas, a la respuesta "Constantemente" se le asigna 0 puntos y a la respuesta "Nunca" se le asignan 10 puntos. De forma similar, para la pregunta 3, las respuestas reciben un puntaje inverso, de modo que a la respuesta "El peor dolor imaginable" se le asigna 0 puntos y a la respuesta "Ningún dolor" se le asigna 10 puntos.** Nota: versiones previas del formulario tenían un puntaje mínimo de 1 (por ejemplo, rango de 1 a 11). En la versión más reciente, todos los ítems tienen un puntaje mínimo de 0 (por ejemplo, rango de 0 a 10). Para calcular los puntos de las versiones previas, usted deberá transformar los puntajes de cada ítem a la escala de la versión actual.

El puntaje del Formulario para la Evaluación Subjetiva de la Rodilla se calcula al sumar los puntos de cada ítem individual, y luego se transforman los puntos a una escala que va de 0 a 100. **Nota:** La respuesta al punto 10a "Funcionamiento antes de que tuviera la lesión en la rodilla" no se suma al total de los puntos. Para calcular el puntaje de la versión actual del IKDC, simplemente sume los puntos de cada ítem (el número junto a cada respuesta) y divida por el máximo de puntos posibles, que es 87:

$$\text{Puntaje IKDC} = \left[\frac{\text{Suma de los puntos}}{\text{Puntaje máximo posible}} \right] \times 100$$

De esta forma, para la versión actual, si la suma de los puntos para los 18 ítems es de 45 y el paciente ha respondido a todas las preguntas, el puntaje de IKDC se calcula según la siguiente fórmula:

$$\text{Puntaje IKDC} = \left[\frac{45}{87} \right] \times 100$$

$$\text{Puntaje IKDC} = 51,7$$

El puntaje transformado se interpreta como una medida de funcionalidad, de forma que un puntaje más alto representa niveles más altos de funcionalidad y niveles más bajos de los síntomas. Un puntaje de 100 puntos significa que no hay limitación en las actividades de la vida diaria o actividades deportivas y la ausencia de síntomas.

El puntaje del formulario IKDC para la evaluación subjetiva de la rodilla puede ser calculado cuando hay respuestas para al menos el 90% de los ítems (por ejemplo, cuando hay respuesta a al menos 16 ítems). En las instrucciones originales del formulario IKDC para la evaluación subjetiva de la rodilla, los valores perdidos son reemplazados por el puntaje promedio de los ítems que sí tuvieron respuesta. Sin embargo, este método puede sobre- o sub-estimar el puntaje, dependiendo del puntaje máximo de los ítems faltantes (2, 5 u 11 puntos). Por lo tanto, en el procedimiento revisado para el cálculo del puntaje en la versión actual de un formulario con hasta dos valores faltantes, el puntaje es calculado como:

$$\text{Puntaje IKDC con preguntas faltantes} = \left[\frac{\text{Suma de los puntos de ítems completados}}{\text{Máximo posible de puntos de los ítems completados}} \right] \times 100$$

Este método para el cálculo del puntaje del IKDC es más preciso que el método original

Anexo 9.- Hoja de vaciado de datos Microsoft Excel

Paciente		Talla	Peso
AKD RI		1.65	56
FGJA RI		1.71	65
GER RI		1.75	68
FSR RD		1.72	75.2
IMC	Sexo	Edad	Escala Daniels Inicial
20		1	18
22.03		2	21
22.2		2	22
24.5		2	24
IKDC Inicial	Análogo Dolor 1	Trofismo muslo medio 1	
28.73	7	41	
57.4	8	49.5	
24.13	5	48.5	
18.39	7	50.5	
Trofismo Muslo mínimo 1	Amplitud articular 1 flexión	Amplitud articular 1 ext	
30	120	0	
36	114	4	
36.5	100	0	
37.5	40	0	
Análogo Dolor 2	Trofismo 2 muslo medio	Trofismo 2 muslo mínimo	
5	43.5	33	
4	52	36.6	
2	49.5	37	
6	51	37.6	
Amplitud articular 2 flexión	Amplitud articular 2 extensión	Análogo Dolor 3	
130	6	0	
126	6	4	
130	4	2	
60	2	5	
Trofismo 3 muslo medio	Trofismo 3 muslo mínimo	Amplitud articular 3 flexión	
44.3	32	128	
52.5	37	126	
49.8	37.3	130	
52.2	37.8	90	

Amplitud articular 3 ext	Análogo Dolor 4	Trofismo 4 muslo medio
4	0	45.6
6	3	53
6	1	51.2
4	4	53
Trofismo 4 muslo mínimo	Amplitud articular 4 flexión	Amplitud articular 4 ext
33.2	128	4
37.5	128	8
37.8	132	6
38	106	6
Análogo Dolor 5	Trofismo 5 muslo medio	Trofismo 5 muslo mínimo
0	46.1	34
2	54	38.3
0	52.4	38.4
3	53.6	38.1
Amplitud articular 5 flexión	Amplitud articular 5 ext	Análogo Dolor 6
128	4	0
128	8	0
134	8	0
120	8	2
Trofismo 6 muslo medio	Trofismo 6 muslo mínimo	Amplitud articular 6 flexión
46.5	34.5	130
54.4	38.8	130
53	39	134
54	38	128
Amplitud articular 6 ext	Escala de Daniels Final	IKDC Final
6	5	71.26
10	5	74.71
8	5	70.11
8	5	71.26