PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE ENFERMERÍA

CARRERA DE TERAPIA FÍSICA

DISERTACIÓN PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA EN TERAPIA FÍSICA

EFICACIA DE LA REHABILITACION VIRTUAL PROPIOCEPTIVA EN PACIENTES POST-QUIRURGICOS DE RODILLA DEL HOSPITAL PABLO ARTURO SUAREZ.

Elaborado por:

KATHY ALEJANDRA MOSCOSO CRUZ

Quito, Febrero 2020

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar la efectividad de la rehabilitación virtual propioceptiva en pacientes post-quirurgicos de rodilla. El estudio se realizo en pacientes de 18 a 55 años de edad del Hospital Pablo Arturo Suarez, a cada uno se le aplico el MINI BESTest antes y después de la intervención fisioterapéutica. Al finalizar el test se obtuvo como resultado el incremento de todas las dimensiones anticipación, respuestas posturales, orientación sensorial y estabilidad en la marcha despues de la intervención fisioterapéutica realizada. La rehabilitación virtual propioceptiva ayudo de manera importante a la recuperación de los pacientes post-quirurgicos de rodilla. Tomando en cuenta los resultados de la investigación se determina que existe una efectividad importante de la rehabilitación virtual propioceptiva, ya que los pacientes que fueron sometidos a este tratamiento lograron una mayor estabilidad de la articulación de la rodilla.

Palabras claves: rodilla, propiocepción, rehabilitación virtual.

ABSTRACT

The purpose of the present investigation was to determine the effectiveness of the proprioceptive virtual rehabilitation in patients with post-surgical knee. The study was performed in patients from18 to 55 years old from Pablo Arturo Suarez Hospital, each one had the MINI BESTest applied before and after the physiotherapeutic intervention. At the end of the test, the result was the increase in all the anticipation dimensions, postural responses, sensory orientation, and gait stability after the physiotherapeutic intervention performed. The proprioceptive virtual rehabilitation helped in an important way in the recovery of patients with post-surgical knee. Taking into account the results of the investigation it's concluded that there is an important effectiveness in the proprioceptive virtual rehabilitation, since the patients who underwent this treatment achieved a greater stability in the knee joint.

Key words: knee, proprioception, virtual rehabilitation.

DEDICATORIA

A Emilia Valentina Álvarez

Por ser mi motivo para luchar dia a dia por mis sueños, por enseñarme a ser mas fuerte en mis batallas, por estar a mi lado incondicionalmente. Te dedico este y todos los triunfos que tenga en mi vida ya que eres el motivo por el cual yo sigo de pie sin darme por vencida.

A mi Madre Ivon

Por haberme apoyado desde el inicio de esta carrera, por haber creído en mis capacidades, por haberme ayudado a formar como una persona responsable y capaz y sobre todo por cada sacrificios que tuvo que hacer para que yo llegue a ser grande, y por el ejemplo de mujer y madre que es.

A mi Padre Edgar

Por haberme apoyado en mi carrera, por compartirme un poco de su gran sabiduría, por siempre poner mis necesidades sobre las suyas, y sobre todo, por los sacrificios que tuvo que hacer para satisfacer mis necesidades estudiantiles.

A mi Novio Juan Carlos

Porque haber estado en toda circunstancia, siempre con una palabra de aliento, y con el apoyo infaltable en cada decisión que he tomado. Por haberme motivado a lograr todas mis obligaciones estudiantiles, por haberme compartido un puñado de sus valores para ser mejor persona y por siempre haberme alegrado los largos días de estudio.

A mi Prima Solange

Por qué ella también fue un pilar clave para que yo haya logrado mi objetivo universitario. Por brindarme alegrías y también tristezas, por ser mi aliento de fortaleza y motivación, por brindarme una mano amiga sin esperar nada a cambio, pero sobre todo, por nunca abandonarme en momentos de dificultad.

Kathy M.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Dr. Andres Tapia por haberme guiado y apoyado en mi investigación, compartiendo su gran conocimiento conmigo.

Agradezco a la Mgtr. Susana arguello por el tiempo prestado para conmigo y su dedicación en la realización de mi investigación.

Agradezco a la Mgtr. Lorena Rueda por la paciencia y dedicación que tuvo al guiarme en este trabajo de investigación.

Agradezco al Mgtr. Arian Aladro por brindarme su conocimiento y guiarme en este trabajo de investigación.

Kathy M.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN ..... - 4 -
CAPITULO I: ASPECTOS BASICOS DE LA INVESTIGACIÓN ..... - 5 -
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA ..... - 5 -
1.2. JUSTIFICACIÓN ..... - 5 -
1.3. OBJETIVOS ..... - 6 -
1.3.1 Objetivo General ..... - 6 -
1.3.2 Objetivos Específicos ..... - 6 -
1.4. METODOLOGÍA ..... - 6 -
1.4.1 Tipo de estudio ..... - 6 -
1.4.2 Población y muestra ..... - 6 -
1.4.3 Criterios de Inclusión Y Exclusión ..... - 7 -
1.4.3.1 Criterios de Inclusión ..... - 7 -
1.4.3.2 Criterios de Exclusión ..... - 7 -
1.4.4 Fuentes, Técnicas e Instrumentos ..... - 7 -
1.4.4.1 Fuentes ..... - 7 -
1.4.1.2 Técnicas y Instrumentos ..... - 7 -
1.4.1.3 Instrumentos ..... - 8 -
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO E HIPOTESIS ..... - 9 -
2.1 Anatomía de la Rodilla ..... - 9 -
2.1.1 Componentes articulares de la rodilla ..... - 9 -
2.1.2 Articulación tibiofemoral ..... - 9 -
2.1.3 La articulación patelofemoral ..... - 9 -
2.2 Componentes Anatómicos ..... - 9 -
2.2.1 Capsula Articular ..... - 9 -
2.2.2 Retículos Rotulianos Medial y Lateral ..... - 9 -
2.2.3 Ligamento rotuliano ..... - 10 -
2.2.4 Ligamento Poplíteo oblicuo ..... - 10 -
2.2.5 Ligamento Poplíteo arqueado ..... - 10 -
2.2.6 Ligamento Colateral de la Tibia ..... - 10 -
2.2.7 Ligamento Colateral del Peroné ..... - 10 -
2.2.8 Ligamentos Intracapsulares ..... - 10 -
2.2.10 Ligamento Cruzado Anterior (LCA) ..... - 11 -

2.2.11 Ligamento Cruzado Posterior (LCP) - 11 -
2.2.12 Discos articulares (meniscos) - 11 -
2.2.13 Menisco Medial - 12 -
2.2.14 Menisco Lateral - 12 -
2.2.15 Bolsas importantes de la rodilla - 12 -
2.3 Componentes Óseos - 12 -
2.3.1 Fémur - 12 -
2.3.2 Tibia - 14 -
2.4 Biomecanica de la rodilla - 15 -
2.4.1 Cinematica - 15 -
2.4.2 Osteocinemática - 15 -
2.4.3 Artrocinemática - 16 -
2.4.4 Cinética estática y dinámica de rodilla - 17 -
2.5 Propiocepción - 18 -
2.5.1 Concepto - 18 -
2.5.2 Fisiología de la propiocepción - 18 -
2.5.3 Propioceptores musculotendinosos - 18 -
2.5.4. Órganos Tendinosos de Golgi - 19 -
2.5.5. Propioceptores capsulotendinosos - 19 -
2.5.6. Corpúsculos de Ruffini - 19 -
2.5.7. Corpúsculos de Paccini - 19 -
2.5.8. Golgi - 20 -
2.5.9. Terminación libre - 20 -
2.5.10. Propioceptores vestibulares - 20 -
2.6 Niveles de la Propiocepción - 21 -
2.6.1. Estimulación a nivel de la médula espinal - 21 -
2.6.2. Estimulación a nivel de tallo encefálico - 21 -
2.6.3. Estimulación a nivel de corteza cerebral - 21 -
2.6.4. Feedback y Feedforward - 21 -
2.7 Mini BESTest - 21 -
2.8 Hipótesis - 22 -
2.9 Operalización de las Variables 23
CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 35

3.1. Resultados 35
3.2. Discusión 41
CONCLUSIONES 44
RECOMENDACIONES 45
BIBLIOGRAFIA 48
ANEXOS 52

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operalización de las Variables 34

Tabla 2: Correlacion del equilibrio inicial y final con el tipo de mordida, lesion y peso en kilogramos 38

Tabla 3: Relacion de la lesion con el nivel de equilibrio y peso en kilogramos 40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Puntuación total para la dimensión anticipación durante la intervención 35

Figura 2: Puntuación total para la dimensión Respuestas Posturales 36

Figura 3: Puntuación total para la dimensión Orientación Sensorial 36

Figura 4: Puntuación total para la dimensión Estabilidad de la Marcha 37

Figura 5: Puntuación total del Mini-Bestest 37

Figura 6: Correlacion entre el peso y el nivel de equilibrio inicial 39

Figura 7: Correlacion entre el peso y el nivel de equilibrio final 39

Figura 8: Mapa perceptual 41

INDICE DE ANEXOS

Anexos 1: Encuesta 52
Anexo 2: Mini BESTest Mini- BESTest: Test de Evaluación de los Sistemas del Balance 53
Anexos 3: Consentimiento Informado 67

INTRODUCCIÓN

La rehabilitación virtual (RV) es la tecnología computarizada que proporciona *feedback* sensorial artificial, en la que el paciente consigue experiencias similares a actividades de la vida real y también genera un aprendizaje motor en tres dimensiones del espacio (Monge et al, 2014).

Las características de RV son la interacción y la inmersión. La interacción se da a través de varios canales multisensoriales como: la vista, oído, tacto e incluso olfato. La inmersión es el nivel en que el paciente se percibe en el entorno virtual (Monge et al, 2014).

La RV tiene tres elementos que son parte del aprendizaje motor:

- **Repetición. "**La plasticidad es dependiente de la práctica. La repetición mejora el aprendizaje de habilidades motoras y funcionales" (Monge et al, 2014, p. 3).
- ***Feedback* sensorial.** Es importante la estimulación multisensorial en la rehabilitación propioceptiva en pacientes post-quirúrgicos de rodilla ya que consiste en el conocimiento de resultados y puede ser intrínseca desde la propiocepción o extrínseca desde instrucciones verbales, señales visuales o contactos manuales. Los entornos virtuales proporcionan una masiva e intensiva estimulación sensoriomotriz (Monge et al, 2014).
- **Motivación del sujeto.** "Se consigue al enfocar diferentes actividades en la terapia del sujeto de una manera amena y atractiva" (Monge et al, 2014, p.3).

También se utiliza las señales sensoriales como son: auditivas, visuales y somatosensoriales que han demostrado tener importancia en el aprendizaje motor. (Torres et al, 2018).

CAPITULO I: ASPECTOS BASICOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A consecuencia de que al sufrir una lesión de rodilla que posteriormente ha sido intervenida de forma quirúrgica, el paciente suele presenta una disminución de los arcos de movilidad, estabilidad, tono muscular, fuerza y sobre todo la propiocepción, es fundamental que el paciente sea sometido a rehabilitación por más pequeña que haya sido la cirugía para que se reincorpore a la actividad habitual.

Es por eso que la rehabilitación tras un post-quirúrgico de rodilla es importante para recuperar estabilidad, el tono, la propiocepción, restablecer la movilidad de la rodilla y la fuerza muscular que se tenían antes de la lesión y la reincorporación a la actividad habitual (Ramos, López, Segovia, Martínez & Legido, 2008).

El sistema propioceptivo, llamado también sexto sentido, proporciona la base para saber dónde está nuestro cuerpo en el espacio, y comprende componentes estáticos que es la posición y dinámicos que es el movimiento (Monge et al, 2014).

En el Hospital Pablo Arturo Suarez se usa el sistema de Rehabilitacion Virtual (RV) por medio del kinetic control, el cual ha sido usado unicamente para rehabilitar paciente con Paralisis Cerebral Infantil (PCI), no siendo usado en otro tipo de pacientes; en este hospital existen un promedio de 18 a 20 pacientes a la semana que son operados de rodilla, los cuales no se han beneficiado de este sistema, y por ende no se conoce si su aplicación puede producir beneficios en la función propioceptiva.

Es por esto que en esta investigación se pretende mostrar la eficacia de la rehabilitación virtual en pacientes con lesiones en rodilla, que han sido interevenidos quirurgicamente, ya que las alteraciones propioceptivas se dan en todos los procesos post quirúrgicos del sistema músculo esquelético.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La motivación principal de esta investigación radica en indagar si a través de la rehabilitación virtual se puede recuperar la propiocepción en su totalidad tras un post-quirúrgico de rodilla obteniendo mejores resultados que otras intervenciones terapéuticas (Monge et al, 2014).

La investigación pretende, además, orientar al desarrollo de protocolos fisioterapéuticos que sirvan de guía para la recuperación de la propiocepción de los pacientes con lesión de rodilla que haya sido intervenida quirúrgicamente.

El Hospital Pablo Arturo Suarez tiene la apertura para el desarrollo de la investigación considerando que es un estudio para el mejoramiento de la atención en el área de rehabilitación debido a que en el país no existen estudios publicados acerca de la efectividad de la rehabilitación virtual en pacientes post-quirúrgicos de rodilla que han perdido la propiocepción. Dada la demanda para el uso de esta técnica de rehabilitación que ha demostrado eficacia en el fortalecimiento de pequeños grupos musculares, considere importante ofrecer otra opción de tratamiento mediante la técnica de rehabilitación virtual propioceptiva.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Determinar la efectividad de la rehabilitación virtual propioceptiva en pacientes post-quirúrgicos de rodilla.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar la propiocepción a través de la estabilidad global antes y después de la rehabilitación propioceptiva.
- Comparar el estado de equilibrio en los pacientes post – quirúrgicos de rodilla posterior a la aplicación de la rehabilitación virtual propioceptiva.
- Relacionar el peso corporal, tipo de mordida, y la lesión de los pacientes en estudio con el nivel de equilibrio.

1.4. METODOLOGÍA

1.4.1 Tipo de estudio

El estudio tiene un enfoque cuantitativo ya que se recogen y analizan datos numéricos sobre las variables y estudiando sus propiedades y fenómenos. con diseño analítico en el que se establecen relaciones entre las variables, de asociación o de causalidad; observacional ya que no se realizara intervención, de tipo longitudinal debido a que hay una monitorización de la población de estudio durante un periodo de tiempo.

1.4.2 Población y muestra

10 pacientes post-quirúrgicos de rodilla del Hospital Pablo Arturo Suarez.

1.4.3 Criterios de Inclusión Y Exclusión

1.4.3.1 Criterios de Inclusión

- Pacientes post-quirúrgicos de rodilla sin límite de estadio
- Pacientes post-quirúrgicos de rodilla unilateral
- Pacientes de 18 a 55 años de edad

1.4.3.2 Criterios de Exclusión

- Pacientes con patologías neurológicas
- Pacientes post-quirúrgicos de rodilla bilateral
- Pacientes con problemas visuales
- Pacientes con problemas vestibulares
- Pacientes con vértigo

1.4.4 Fuentes, Técnicas e Instrumentos

1.4.4.1 Fuentes

Las fuentes utilizadas en el estudio son primarias y secundarias; las fuentes primarias consisten en las Historias Clínicas de los pacientes y las encuestas; como fuentes secundarias se utilizaron la base de datos generadas en el sistema del Hospital Pablo Arturo Suarez, libros, artículos de revista, tesis doctorales donde se pudo encontrar información disponible la cual sustentó la presente investigación.

1.4.1.2 Técnicas y Instrumentos

Las técnicas que se utilizaron en el presente estudio son la entrevista y la observación.

- **Entrevista**

Es una técnica en la cual el entrevistador es un instrumento más de análisis que explora, detalla y rastrea por medio de preguntas para obtener información relevante para los intereses de la investigación (Robles, 2011).

- **Cuestionario**

Esta técnica es sumamente utilizada como procedimiento de investigación, porque permite obtener y elaborar datos de modo rápido y eficaz (Anguita, Labrador, Campos & Casas, 2003).

- **Observación**

La observación es una técnica que consiste en el registro sistemático válido y confiable de una conducta o comportamiento (Matos & Pasek, 2008).

1.4.1.3 Instrumentos

Los instrumentos que se emplearon fueron: el cuestionario (Anexo 1) utilizado para caracterizar la población y el Mini BESTest (Anexo 2) para evaluar el estado de equilibrio del paciente.

El Mini BESTest se desarrollo para ayudar a diferenciar entre las posibles causas de desequilibrio. Es una evaluación de equilibrio para poblaciones mixtas, el cual incluye 36 ítems divididos en seis secciones, cada una de las cuales está diseñada para probar un sistema de control teórico para el equilibrio:

- Sección I: Restricciones biomecánicas
- Sección II: Límites de estabilidad y verticalidad
- Sección III: Ajustes posturales anticipatorios
- Sección IV: Respuestas posturales
- Sección V: Orientación sensorial
- Sección VI: Estabilidad en la marcha.

Lo ideal es que los puntajes en todas las secciones permitan a un fisioterapeuta elegir un tratamiento, el cual se centre en los déficits primarios que causan el deterioro del equilibrio, también se ha propuesto que cada sección se use por separado si es necesario (Leddy, Crowner & Earhart, 2011).

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO E HIPOTESIS

2.1 Anatomía de la Rodilla

2.1.1 Componentes articulares de la rodilla

El complejo articular de la rodilla es la más grande y compleja del cuerpo, está formado por dos articulaciones con una misma cavidad sinovial (Tortora, 2012). ch

2.1.2 Articulación tibiofemoral

Está conformada por los cóndilos femorales y platillos tibiales, se clasifica como sinovial por poseer membrana sinovial y cápsula articular. Este se encuentra en el extremo distal del fémur y en el proximal de la tibia junto con el peroné, los cóndilos femorales convexos y platillos tibiales cóncavos que presenta dos grados de libertad de movimiento (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

2.1.3 La articulación patelofemoral

La articulación está constituida por la patela o rótula y tróclea femoral. Se clasifican en sinovial, compuesta, en silla porque la tróclea femoral es cóncava en sentido medial y lateral; convexa en sentido superior e inferior. La patela se caracteriza por ser convexa en forma medial y lateral y cóncava en forma superior e inferior y no se modifica ya que presenta dos grados de libertad (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

2.2 Componentes Anatómicos

2.2.1 Capsula Articular

Esta capsula es independiente y completa con la función de unir los huesos de la articulación de la rodilla, la vaina ligamentos es la que rodea la articulación y se encuentra en mayor parte en tendones de músculos o sus expansiones, también se pueden encontrar algunas fibras capsulares que conectan los huesos de la articulación (Tortora, 2012).

2.2.2 Retículos Rotulianos Medial y Lateral

Son tendones fusionados de la inserción del musculo cuádriceps femoral y la fascia profunda del muslo para reforzar la superficie anterior de la articulación (Tortora, 2012).

2.2.3 Ligamento rotuliano

Es la continuación del tendón común del cuádriceps femoral, el cual se extiende desde la rótula hasta la tuberosidad de la tibia, también refuerza la superficie anterior de la articulación. La cara posterior del ligamento se encuentra distante de la membrana sinovial mediante una almohadilla adiposa infrarotuliana (Tortora, 2012).

2.2.4 Ligamento Poplíteo oblicuo

Este ligamento es plano y ancho; se extiende desde la fosa intercondílea y el cóndilo lateral del fémur hasta la cabeza y el cóndilo medial de la tibia. También refuerza la superficie posterior de la articulación (Tortora, 2012).

2.2.5 Ligamento Poplíteo arqueado

Este ligamento se extiende desde el cóndilo lateral del fémur hasta la apófisis estiloides de la cabeza del peroné, fortalece la región lateral inferior de la cara posterior de la articulación (Tortora, 2012).

2.2.6 Ligamento Colateral de la Tibia

Este ligamento se caracteriza por ser amplio y plano sobre la superficie media de la articulación, está unido con firmeza al menisco medial. Se extiende a partit del fémur en su cóndilo medial hasta el cóndilo medial de la tibia. Los tendones del sartorio, recto interno y semitendinoso son los que refuerzan la cara medial de la articulación, también cruzan el ligamento (Tortora, 2012).

2.2.7 Ligamento Colateral del Peroné

Este ligamento está cubierto por el tendón del musculo del bíceps femoral. El tendón del musculo poplíteo se localiza profundamente con respeto al ligamento (Tortora, 2012).

2.2.8 Ligamentos Intracapsulares

Se encuentran dentro de la capsula y conecta la tibia y el fémur.

Los ligamentos cruzados anterior y posterior se denominan por sus orígenes en relación con el de la región intercondilea de la tibia (Tortora, 2012).

2.2.10 Ligamento Cruzado Anterior (LCA)

Este ligamento se extiende en dirección posterolateral, desde la parte anterior (intercondilea de la tibia) hasta la parte posterior de la superficie medial del cóndilo lateral del fémur. Limita la hiperextensión de la rodilla (en condiciones normales no se produce) y evita el deslizamiento hacia anterior dela tibia sobre el fémur (Tortora, 2012).

El LCA se distiende o se desgarra en el 70% de las lesiones graves de rodilla, las lesiones son mucho más frecuentes en las mujeres que en los hombres. La razón podría estar relacionada con el menor espacio entre el cóndilo femoral en las mujeres, lo cual limita el espacio para el movimiento del LCA; la pelvis más ancha de las mujeres aumenta el ángulo entre el fémur y la tibia y el riesgo de desgarro del LCA (Tortora, 2012).

Las hormonas femeninas hacen que aumenten la flexibilidad de los tendones, músculos y ligamentos pero no permiten que absorban las tensiones aplicadas sobre estos (Tortora, 2012).

2.2.11 Ligamento Cruzado Posterior (LCP)

Este ligamento se extiende en una dirección anteromedial, desde una depresión en el área intercondílea posterior de la tibia y el menisco lateral hasta la superficie anterior en la cara lateral del cóndilo medial del fémur (Tortora, 2012).

También el LCP evita el deslizamiento hacia posterior de la tibia y el deslizamiento hacia anterior del fémur cuando la rodilla se flexiona, esto es importante para el descenso de escaleras o una pendiente inclinada (Tortora, 2012).

2.2.12 Discos articulares (meniscos)

Existen dos discos de fibrocartílago entre los cóndilos tibiales y femorales que ayudan a equilibrar las formas irregulares de los huesos y a la circulación del líquido sinovial (Tortora, 2012).

2.2.13 Menisco Medial

El menisco medial es una pieza semicircular de fibrocartílago que tiene forma de C, su extremo anterior esta adherido a la fosa intercondílea anterior de la tibia, por delante del LCA (Tortora, 2012).

El extremo posterior del menisco medial esta adherido a la fosa intercondílea posterior de la tibia entre las inserciones del LCP y el menisco lateral (Tortora, 2012).

2.2.14 Menisco Lateral

El menisco lateral es una pieza casi circular de fibrocartílago que tiene forma de O incompleta (Tortora, 2012).

El extremo anterior se une por delante en la eminencia intercondílea de la tibia por fuera y por detrás con el LCA (Tortora, 2012).

El extremo posterior se une por detrás con la eminencia intercondílea de la tibia y adelante con el extremo posterior del menisco medial (Tortora, 2012).

2.2.15 Bolsas importantes de la rodilla

Las bolsas más importantes que se encuentran en la rodilla son: la prerrotuliana que se encuentra entre la rótula y la piel, bolsa infrarrotuliana que se encuentra entre la región superior de la tibia y el ligamento rotuliano y la bolsa suprarrotuliana que se encuentra entre la zona inferior del fémur y la superficie profunda del musculo cuádriceps femoral (Tortora, 2012).

2.3 Componentes Óseos

2.3.1 Fémur

Este hueso se caracteriza por es el más largo y fuerte del cuerpo humano, este está compuesto por dos extremidades, una superior o proximal, esta es una cabeza redondeada y articular que sobresale en el medio de un cuello corto y la extremidad distal que es abultada y provee una buena superficie de soporte para transmitir el peso del cuerpo hacia el extremo superior de la tibia (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

El fémur presenta un cuerpo casi cilíndrico y con una convexidad hacia delante que posee tres caras y tres bordes (anterior, medial y posterior). La extremidad inferior

posee dos formaciones de gran tamaño, dispuestas lateralmente y medial, definidas como cóndilos, que entran en contacto con la tibia para transferir el peso del cuerpo del fémur a la extremidad inferior (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

Los cóndilos se encuentran separados por una hendidura, la fosa intercondilea o escotadura intercondílea. El cóndilo lateral se caracteriza por ser plano en su cara lateral, no es prominente como el medial pero es más robusto y sólido. Se proyecta medialmente y hacia abajo, la cara inferior del extremo distal del fémur es horizontal (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

Los epicondilos se encuentran lateralmente que son también denominados medial y lateral. El punto lateral es el punto más prominente del cóndilo lateral mientras que el punto más prominente del cóndilo medial es el epicóndilo medial. Cerca del epicóndilo medial existe una pequeña prominencia llamada tubérculo del aductor (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

La fosa intercondilar está limitada en su parte anterior por el borde distal de la superficie patelar mientras en su parte posterior está limitada por la línea intercondilar, que separa de la superficie poplítea del fémur, esta fosa está dentro de la cápsula articular común pero por la disposición de la membrana articular, está extrasinovial y extraarticularmente igual que los ligamentos de la región (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

En la superficie anterior del extremo distal del fémur, entre el cóndilo medial y el lateral, se encuentra la faceta patelar que contiene el aspecto posterior de la rótula o patela (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

La superficie poplítea del fémur se encuentra ubicada en la cara posterior y es una superficie triangular que se encuentra delimitada por la línea supracondilea medial lateralmente y por la línea intercondilar distalmente. Esta región cuenta con relaciones neurovasculares muy importantes como son las arterias poplíteas, la genicular medial y lateral, la vena femoral. También es el sitio de inserción de varios grupos musculares como los gastrocnemios, el vasto medial y el aductor mayor (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

El fémur en su parte medial soporta más peso corporal que la parte lateral, el soporte de peso es dado por un eje más mecánico que anatómico, la angulación del

fémur es dada según la ubicación del cóndilo femoral que permite que la línea de soporte de peso atraviese por el centro de la articulación de la rodilla, entre los tubérculos condilares para luego atravesar el centro del talus (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

2.3.2 Tibia

La tibia se encuentra ubicada en la zona medial de la pierna, se articula con el fémur y soporta el peso de todo el cuerpo para transmitir del fémur al pie (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

La tibia se encuentra verticalmente y es mucho más fuerte que el peroné que lo acompaña, en el extremo proximal se encuentran los platillos tibiales que proveen una superficie articular con el fémur, permitiendo la transmisión del peso del cuerpo y las fuerzas de reacción del suelo (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

El platillo lateral es más largo por lo que puede acompañar el movimiento del cóndilo femoral lateral. Entre los dos platillos existe una prominencia en forma de pirámide llamada la eminencia intercondilar o intercondílea que sirve de punto de pivote para el fémur y estabiliza la rodilla en una extensión excesiva. También sirve para recibir los meniscos (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

En el extremo proximal de la tibia existen dos cóndilos, uno medial y otro lateral. Entre ellos existe una gran prominencia llamada tuberosidad tibial y una pequeña prominencia, localizada en la cara anterior del cóndilo lateral de la tibia es llamada tubérculo de Gerdy en donde se inserta la banda iliotibial (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

Entre los convexos cóndilos femorales y la superficie cóncava de los cóndilos de la tibia existe un grado alto de incongruencia, por lo que requiere estructuras articulares accesorias interpuestas entre sí para proveer estabilidad, conservando también la movilidad y se logra hasta cierto punto por los meniscos, ligamentos cruzados y los ligamentos colaterales de la rodilla (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

Estos elementos sirven para proveer el movimiento estable en flexión y también en extensión, con cierto grado de rotación. La superficie articular de los platillos tibiales

es cóncava en la parte media mientras que en la periferia es plana (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

Los meniscos se encuentran ubicados en cada cóndilo, en la porción plana de la superficie, para incrementar la concavidad de cada cóndilo tibial (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

En vista anteroposterior, el cóndilo medial es cóncavo, mientras que el cóndilo lateral es convexo por lo que se da una inestabilidad de la articulación (Panesso, Trillos & Tolosa 2009).

2.4 Biomecanica de la rodilla

2.4.1 Cinematica

En la rodilla, los principales movimientos son la flexión y extensión y los secundarios son la rotación interna y la externa; éstos ocurren sólo en la articulación femorotibial. Debido a la incongruencia articular y a la variación en la elasticidad de los ligamentos, la articulación de rodilla realiza movimientos de deslizamiento anterior o posterior de el fémur o la tibia (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

A la vez, está acompañada de una leve abducción o aducción, las cuales buscan equilibrar las fuerzas en varo o valgo que ocurren en la rodilla. La abducción y aducción no se consideran en la osteocinemática de la rodilla (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

2.4.2 Osteocinemática

La flexión y extensión de la rodilla tiene grados de libertad de con los que cuenta esta articulación. Este movimiento se realiza en un plano sagital, con un eje horizontal y pasa a través de los cóndilos femorales (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

En este eje se presenta una pequeña oblicuidad, más inferior en la cara medial de la articulación, de esta forma la tibia se dirije medialmente en el movimiento de máxima flexión y lateralmente en el movimiento de extensión. El centro se hace un punto de bisagra o eje; es allí donde se da un movimiento de rodamiento, no de deslizamiento (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

La articulación femorotibial, se encuentra en los cóndilos femorales y realiza movimientos semicirculares en dirección posterior y superior. Los músculos

biarticulares pueden generar variaciones en los rangos de movimiento. El rango normal de la flexión de rodilla es de 130º a 140º; pero si la cadera se encuentra en hiperextensión, el rango podrá disminuir a 120º por la fuerza del músculo recto anterior sobre el movimiento de la rodilla (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

En la cadena cinética cerrada existe restricción de movimiento en la articulación tibioperoneoastragalina que puede limitar los movimientos de flexoextensión de rodilla (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

Los rangos de movimiento requeridos son: para la marcha, flexión de 60º; para el ascenso de escaleras, 80º y para la posición sedente, 90º. En el movimiento de extensión de rodilla es de 0º y es funcional entre 5-10º (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

La articulación tibiofemoral constituye los movimientos de rotación axial, se genera como un mecanismo de rotación automática o terminal. La rotación terminal ocurre en donde existe la mayor congruencia de las superficies articulares y tensión de los tejidos periarticulares (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

La rotación activa de la tibia es diferente de la rotación automática que es causada por la fuerza muscular y la rotación automática es un mecanismo de atornillamiento. La rotación automática esta dada por la tensión de los ligamentos cruzados. La rotación axial se da alrededor del eje. La rotación medial y la lateral son movimientos de la tibia y se dan por la incongruencia articular y laxitud ligamentaria en la articulación femorotibial (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

2.4.3 Artrocinemática

Los cóndilos femorales se mueven con relación a los platillos tibiales en el movimiento de flexión, artrocinemáticamente se da un rodamiento posterior y al mismo tiempo un deslizamiento anterior de los cóndilos femorales que previene un rodamiento posterior del fémur (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

El deslizamiento anterior es dado por las fuerzas que secundan al movimiento de la superficie articular que es generada en los meniscos. Cuando se realiza el movimiento de extensión el fémur se mueve en relación a la tibia desde el movimiento de flexión, ocurre un rodamiento de los cóndilos femorales sobre la tibia poniendo el cóndilo en

posición neutra; luego se da un deslizamiento posterior de los cóndilos femorales junto con un giro (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

En los cóndilos femorales existe una gran diferencia de tamaño por lo cual al final de los movimientos de flexión y extensión se da un mecanismo denominado de atornillamiento (screw home) o rotación automática de la rodilla, que se da en cadena cinética abierta y en cadena cinética cerrada (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

En la cadena cinética abierta, la tibia realiza un movimiento de rotacion lateral cuando el fémur está fijo durante los últimos 30º de extensión; mientras que en la flexión ocurre una rotación medial de la tibia en el fémur, esto se debe a un área de mayor carga en el cóndilo medial que en el lateral (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

La función de esta articulación es contribuir en los movimientos de flexoextensión de la articulación femorotibial. Tambien se describen movimientos de inclinación medial y lateral, rotación medial y lateral y traslación medial y lateral (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

Durante la extensión completa, la patela se encuentra en la superficie superior del fémur y se denomina extensión patelar. En la flexión completa, la rótula se encuentra en el surco intercondilar desplazandose al extremo distal del fémur (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

En el plano sagital dicho movimiento se conoce como flexión patelar. Las inclinaciones de la patela ayudan a que se ajusten a las irregularidades en el surco intercondileo y la inclinación medial ocurre en los 0-30º de la flexión y la inclinación lateral durante los 20-100º de flexión de rodilla (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

2.4.4 Cinética estática y dinámica de rodilla

Son las fuerzas que mantienen el equilibrio y también producen el movimiento, que corresponde al estudio del sistema que se encarga de estabiliza las articulaciones (Panesso, Trillos & Tolosa, 2009).

2.5 Propiocepción

2.5.1 Concepto

La propiocepción incluye la habilidad para detectar la posición y el movimiento articular, esto ocurre por la compleja integración de impulsos somatosensoriales (consientes e inconsientes) que se transmiten mediante mecanorreceptores, permitiendo el control neuromuscular (Childs & Irrgang, 2009).

La propiocepción consciente (voluntaria) da una función articular adecuada en el deporte, actividades cotidianas y tareas laborales. Mientras que la propiocepción inconsciente es la que modula la función muscular para iniciar la estabilización refleja de las articulaciones mediante los receptores musculares (Childs & Irrgang, 2009).

El sistema propioceptivo es el que se encarga de mandar información aferente a la médula de los reflejos medulares y el estado artrocinemático de una articulación. El trabajo propioceptivo es la reeducación sensitivoperceptivo-motriz, el cual se pone en marcha, a nivel de la corteza cerebral la sensación, percepción y respuesta motora (Lephart, Reimann, & Fu, 2000).

2.5.2 Fisiología de la propiocepción

La propiocepción depende de estímulos sensoriales que provienen de varios sistemas como visual, auditivo y vestibular, de los receptores articulares, musculares y cutáneos y también son los responsables de traducir los eventos mecánicos que se dan en los tejidos mediante señales neurológicas (Benitez & Poveda, 2010).

2.5.3 Propioceptores musculotendinosos

Los propioceptores musculotendinosos (musculares) que son los husos musculares, receptores localizados en el vientre muscular, responsables del reflejo miotático o reflejo de estiramiento del músculo. Cuando aparece una tracción sobre las células musculares en la que se pueda comprometer la solución de continuidad, los husos envían una señal en la que se provoca la contracción refleja del vientre muscular, para evitar un posible desgarro. También son los responsables de la inervación recíproca que se da cuando el músculo agonista se contrae y se acompaña de una relajación del antagonista.

2.5.4. Órganos Tendinosos de Golgi

Otro de los receptores musculotendinosos son los órganos tendinosos de Golgi que son sensibles a los cambios de tensión tendinosa que se transmite por el vientre muscular y son también responsables del reflejo miotático inverso que se da cuando aparece una tensión excesiva sobre el tendón y esto puede conllevar a la ruptura muscular o la desinserción tendinosa (Zarza, 2014).

Este receptor manda una señal la cual provoca una relajación del musculo permitiendo así la disminución de la tensión inicial (Zarza, 2014).

2.5.5. Propioceptores capsulotendinosos

Estos propioceptores son receptores que se encargan de informar a la corteza cerebral sobre la posición y el movimiento (cinestesia) de la articulación. También se encuentran aquí los propioceptores articulares: Ruffini, Paccini, Golgi, terminación libre (Montero & Calderón, 2007).

2.5.6. Corpúsculos de Ruffini

Los corpúsculos de Ruffini son mecanoreceptores que están distribuidos por el tejido conectivo de todo el cuerpo estimulándose y en el caso de las articulaciones se da por estiramiento (Dhillon, Bali, & Prabhakar, 2012).

Están conformados por un axón central, tejido conectivo perineural (fibrillas de colágeno y fibroblastos) y una cápsula incompleta que se encuentra adherida al tejido adyacente por uniones que pueden ser más o menos fuertes. Los corpúsculos de Ruffini se encuentran en las articulaciones y son muy similares a los órganos tendinosos (Montero & Calderón, 2007).

Las terminaciones de Ruffini muestran un umbral bajo cuando existe estrés mecánico y son de adaptación lenta, es por eso que estas terminaciones envían información de la posición estática de la articulación, la presión intrarticular, amplitud y velocidad de las rotaciones articulares (Montero & Calderón, 2007).

2.5.7. Corpúsculos de Paccini

Los corpúsculos de Paccini son mecanoreceptores que se encuentran distribuidos por el tejido conectivo de todo el organismo y se estimulan por desplazamientos

mecánicos transitorios y vibraciones. Están conformados por un axón grueso, a lo largo de todo el axón están las llamadas espinas axónicas que representan las zonas en donde se produce la transducción (Halata, 2011).

Estos poseen un umbral bajo al estrés mecánico y al contrario de la terminaciones de Ruffini se adaptan rápidamente. El corpúsculo de Paccini es un poco más sensible en condiciones estáticas y cuando la articulación es rotada a una velocidad constante, pero es muy sensitivo a la aceleración y a la desaceleración (Halata, 2011).

2.5.8. Golgi

Estos se encuentran en los ligamentos que envuelven a las articulaciones, estos actúan cuando se encuentra una tensión peligrosa actuando como un reflejo de protección ante un exceso de tensión de músculos y ligamentos.

2.5.9. Terminación libre

Estas terminaciones son las más frecuentes en las articulaciones y funcionan como nociceptores pero no puede descartarse un papel propioceptor para algunas porque pueden comportarse como mecanorreceptores de alto umbral (Bartlett & Warren, 2002).

La distribución de estas terminaciones es muy amplia y están localizadas en la cápsula fibrosa, el tejido adiposo, ligamentos, meniscos y el periostio. La mayor parte de estas terminaciones permanecen inactivas durante condiciones normales y se vuelven activas cuando los tejidos articulares sufren daños o deformaciones mecánicas cuando se exponen a ciertas sustancias debido a que un considerable número de ellas son quimiosensibles y se activan al exponerse a determinados iones y a un sinnúmero de sustancias bioquímicas y mediadores inflamatorios como son la serotonina, histamina, bradiquinina y prostaglandinas (Vega, 1999).

2.5.10. Propioceptores vestibulares

Estos son los receptores que se encuentran localizados en el oído interno. Informan sobre la posición de la cabeza y el movimiento de la misma, son muy importantes para la propiocepción de miembro inferior.

2.6 Niveles de la Propiocepción

2.6.1. Estimulación a nivel de la médula espinal

En la médula es donde se producen los reflejos medulares inconsientes. En este nivel es en donde se producen los pequeños movimientos de acomodación de las articulaciones ante pequeños desequilibrios.

2.6.2. Estimulación a nivel de tallo encefálico

En el tronco del encéfalo es donde se encuentran las estructuras que determinan la postura y el equilibrio del cuerpo En este nivel de integración debe hacerse uso de otro tipo de información, como puede ser la obtenida del sentido de la visión (Klein & Allman, 2006).

2.6.3. Estimulación a nivel de corteza cerebral

Los centros superiores graban el gesto y lo almacenan en la memoria. En estos centros es donde se almacena el concepto de posición y de movimiento. En la extremidad inferior, esta información se logra sobre todo con ejercicios de equilibrio dinámico.

2.6.4. Feedback y Feedforward

Los movimientos voluntarios están dirigidos a una finalidad y mejoran con mecanismos de retroacción (feedback) y acción anticipadora (feedforward). Los movimientos voluntarios mejoran cuando aprendemos a corregir (retroacción/feedback) y anticipar (feedforward). Existen dos sistemas de control que actiuan en el control postural correctivo Feedback y feedforward.

Feedback: se refiere al control postural que ocurre en respuesta a un estímulo sensorial (vestibular, visual o somatosensorial), generado frente a una perturbación externa.Su principal función es reestablecer la postura adecuada, posterior a un estímulo. Éste sistema es también denominado “circuito cerrado”, ya que estímulos externos ingresan al sistema nervioso e influyen directamente en la respuesta.

2.7 Mini BESTest

Este test se ha presentado como una nueva herramienta clínica para evaluar las alteraciones del equilibrio. Esta evaluación del equilibrio (BESTest) consta de 36 ítems,

califica el equilibrio dinámico y el rendimiento de la marcha, y ha demostrado una buena fiabilidad y validez para evaluar el equilibrio en pacientes con Parkinson (Godi et al, 2013)

Sin embargo, los inconvenientes son que la administración de este Test demora alrededor de 45 minutos ya que comprende múltiples dimensiones (Godi et al, 2013)

El Mini-BESTest incluye aspectos sobre el control del equilibrio dinámico, la capacidad de reaccionar a las perturbaciones posturales, pararse en una superficie inclinada y caminar mientras realiza una tarea cognitiva. Todas estas características son importantes al momento de evaluar los trastornos del equilibrio en diferentes tipos de pacientes que reflejan los desafíos del equilibrio durante las actividades de la vida diaria (Godi et al, 2013)

2.8 Hipótesis

La rehabilitación virtual es eficaz para la recupeación del equilibrio en pacientes post-quirúrgicos de rodilla

2.9 Operalización de las Variables

Variable	Definición	Tipo	Escala	Indicador	Fuente
Edad	Tiempo cronológico de vida cumplido por paciente al momento de la entrevista.	Cuantitativa	Variable discreta que toma la dad exacta del paciente.	Total de la suma de edad/# total de encuestados.	Encuesta
Género	Condición de un organismo que distingue entre masculino y femenino.	Cualitativa	1) Masculino 2) Femenino	#(Género)/total x 100	Encuesta

Propiocepción	Es la capacidad de sentir la posición relativa de partes corporales.	Sentado a de pie	Cualitativo	3) Normal: Viene a pie sin uso de las manos y se estabiliza de forma independiente. 1) Moderado: viene a representar con el uso de las manos en el primer intento. 0) Grave: Incapaz de levantarse de la silla sin ayuda, o las necesidades de varios intentos con el uso de las manos.	#(sentados de pie)/total x 100	Mini Best Test
		Lugar a las puntas	Cualitativo	0) Normal: Estable durante 3 s con la máxima altura. 1) Moderado: Talones, pero no gama	#(Lugar a las puntas)/total x 100	

				completa (menor que cuando la mano), o inestabilidad notable durante 3 s. 2) Grave		
		Sostenerse en una pierna	Cualitativo	0) Normal: 20 s. 1) Moderado: <20 s. 2) Grave: No.	#(Sostenerse en una pierna)/total x 100	
		Compensatorio stepping correction- adelante	Cualitativo	0) Normal: Recupera de forma independiente con una sola gran paso, (se permite segundo paso realineación). 1) Moderado: más de un paso utilizado para recuperar el equilibrio.	#(stepping correction-adelante)/total x 100	

				2) Grave: No paso, O caería si no se detecta, o se cae espontáneamente.		
		Compensatorio stepping correction- hacia atrás	Cualitativo	0) Normal: Recupera independientemente con un solo paso grande 1) Moderado: Varios pasos para recuperar el equilibrio. 2) Grave: No paso, o caería si no se detecta, o se cae	#(stepping correction- hacia atrás)/total x 100	

				espontáneamente		
		Compensatorio stepping correction- lateral	Cualitativo	0) Normal: Recupera independientemente con 1 paso 1) Moderado: Varios pasos para recuperar el equilibrio. 2) Grave: Falls, o no puede intervenir	#(stepping correction-lateral)/total x 100	
		Stance (pies juntos); ojos abiertos, superficie firme	Cualitativo	0) Normal: 30 s. 1) Moderado: <30 s. 2) Grave: No.	#(#(stepping correction-lateral)/total x 100)/total x 100	

		Stance (pies juntos); ojos cerrados, superficie de la espuma	Cualitativo	0) Normal: 30 s. 1) Moderado: <30 s. 2) Grave: No.	#(Stance (pies juntos); ojos cerrados, superficie de la espuma)/total x 100	
		Incline- ojos cerrados	Cualitativo	0) Normal: Soportes independientemente 30 s y se alinea con la gravedad. 1) Moderado: representa independientemente <30 s OR alinea con la superficie. 2) Grave: No.	#(Incline- ojos cerrados)/total x 100	
		Cambio en velocidad de la marcha	Cualitativo	0) Normal: Es significativo que	#(Cambio en velocidad de la	

				cambia la velocidad al caminar y sin desequilibrio. 1) Moderada: No se puede cambiar la velocidad de marcha o signos de desequilibrio. 2) Grave: No se puede lograr un cambio significativo en la velocidad y signos de desequilibrio caminar.	marcha)/total x 100	
		Caminar con cabeza gira - horizontal	Cualitativo	0) Normal: realiza cabeza gira sin cambios en la velocidad de la	#(Caminar con cabeza gira - horizontal)/total x 100	

				marcha y un buen equilibrio. 1) Moderado: realiza cabeza gira con reducción de la velocidad de la marcha. 2) Grave: realiza cabeza gira con el desequilibrio.		
		Walk con giros Pivotes	Cualitativo	0) Normal: Enciende con los pies cerrar rápido (<3 pasos) con un buen equilibrio. 1) Moderado: turnos con pies de cierre lento (> 4 pasos) con un buen	#(Walk con giros Pivotes)/total x 100	

				equilibrio. 2) Grave: No se puede girar con los pies cerca a cualquier velocidad sin desequilibrio.		
		Paso encima de obstáculos	Cualitativo	0) Normal: Es capaz de pasar por encima de la caja con un cambio mínimo de la velocidad de la marcha y con un buen equilibrio. 1) Moderado: Pasos más de caja, pero toques caja o comportamiento muestra cauteloso	#(Paso encima de obstáculos)/total x 100	

				por la desaceleración de la marcha. 2) Grave: No se puede pasar por encima de la caja o pasos alrededor de caja.		

		Prueba de levantarse y van con doble tarea walk meter	Cualitativo	0) Normal: Ningún cambio notable en sentado, de pie o caminando, mientras que el conteo hacia atrás cuando se compara con remolcador sin Doble tarea. 1) Moderado: doble tarea afecta ya sea conteo o pie (> 10%) en comparación con el TUG sin doble tarea. 2) Grave: deja de contar mientras se camina o se detiene caminar mientras cuenta.	#(Prueba de levantarse y van con doble tarea walk meter)/total x 100	

Peso corporal	El peso es el indicador global de la masa corporal más fácil de obtener y de reproducir.	Cuantitativo	Peso en kg del pasciente	• (total de peso en kg)/(#total de pascientes) • (total de peso en kg por actividad)/(#total de pascientes por actividad)	Ficha medica
Tipo de Oclusión según Angle	La oclusión dental se refiere a las relaciones de contacto de los dientes en función y para función.	Cualitativo	• Clase I • Clase II • Clase III	#(Tipo de medida)/total x 100	

Tabla 1: Operalización de las Variables

CAPITULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

Al determinar el estado de equilibrio en los pacientes post – quirúrgicos de rodilla antes y después a la aplicación de la rehabilitación virtual propioceptiva, a continuación, se muestran los siguientes resultados obtenidos. Para la dimensión anticipación el valor inicial fue de 66 puntos el cual se incrementó después de la terapia, lo cual sugiere que la rehabilitación virtual propioceptiva tiene un efecto positivo sobre la mejora de esta dimensión (figura 1).

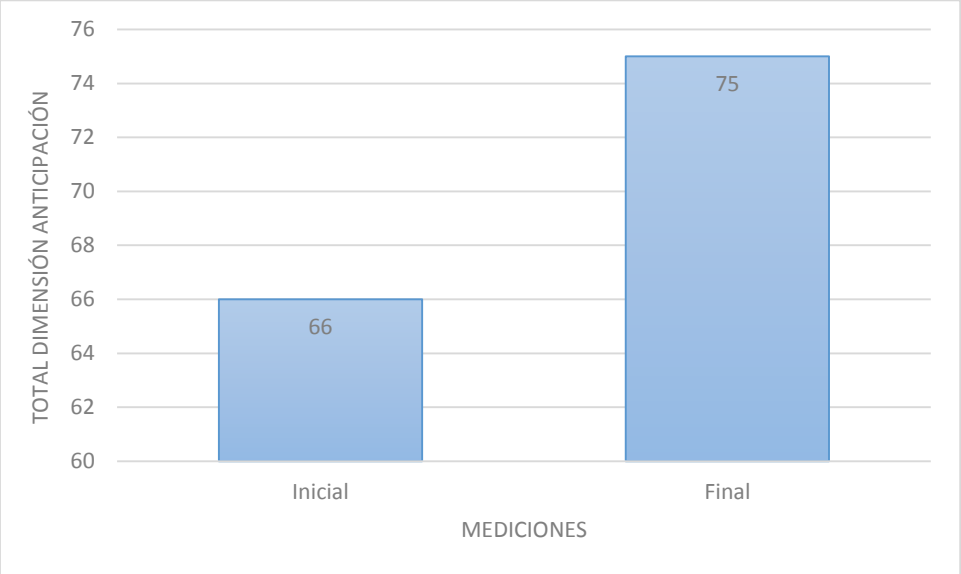


Figura 1: Puntuación total para la dimensión anticipación durante la intervención

En la dimensión respuestas posturales de igual manera se puedo observar un aumento en la puntación al finalizar la intervención fisioterapéutica, lo cual demuestra el efecto positivo sobre las respuestas posturales durante perturbaciones externas (figura 2).

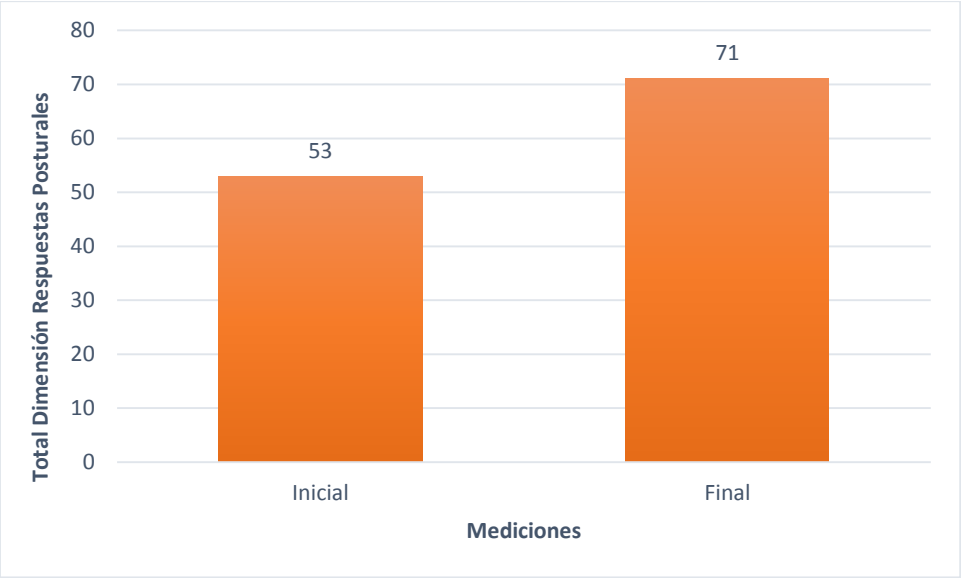


Figura 2: Puntuación total para la dimensión Respuestas Posturales

Al evaluar la dimensión de orientación sensorial de igual forma se obtuvo como resultado el incremento de la medición al finalizar el tratamiento, demostrando mejora en la orientación sensorial sobre distintas superficies (figura 3).

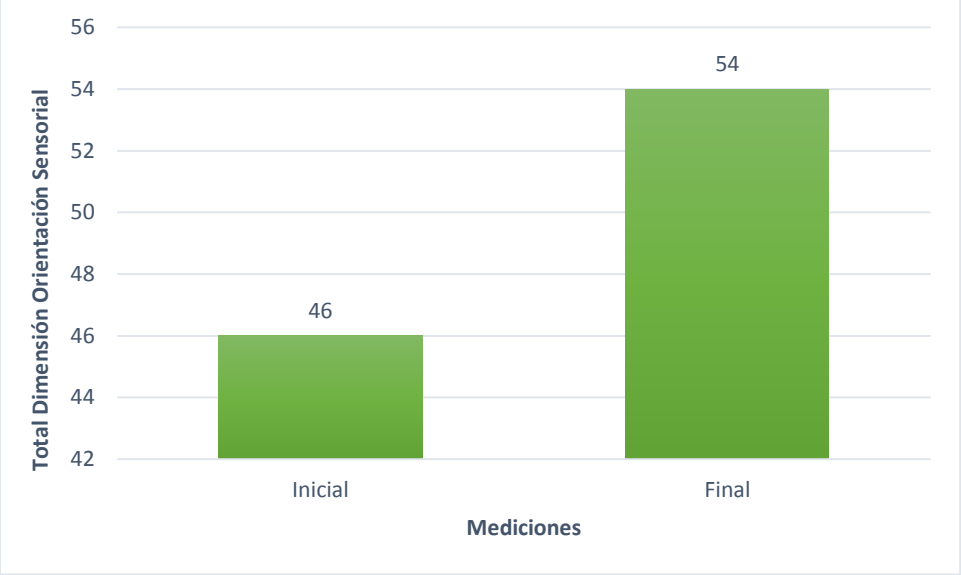


Figura 3: Puntuación total para la dimensión Orientación Sensorial

Al analizar la dimensión estabilidad de la marcha se determino un aumento al finalizar la intervención fisioterapéutica, lo que concluye un efecto positivo en la estabilidad duranrte la marcha (figura 4).

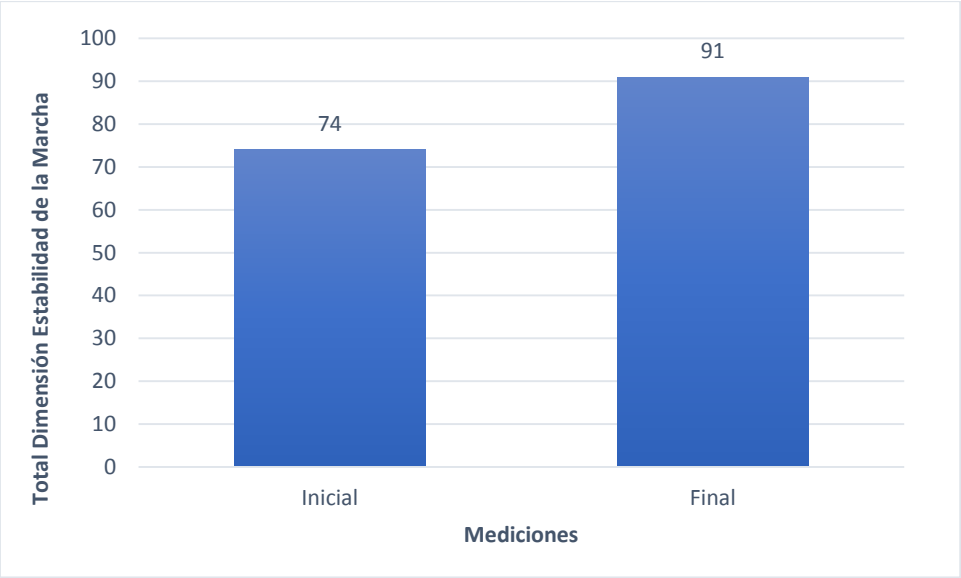


Figura 4: Puntuación total para la dimensión Estabilidad de la Marcha

Al finalizar el test se obtuvo como resultado el incremento de todas las dimensiones anticipación, respuestas posturales, orientación sensorial y estabilidad en la marcha despues de la intervención fisioterapéutica realizada. Se puede concluir que la rehabilitación virtual propioceptiva ayudo de manera importante a la recuperación de los pacientes post-quirurgicos de rodilla (figura 5).

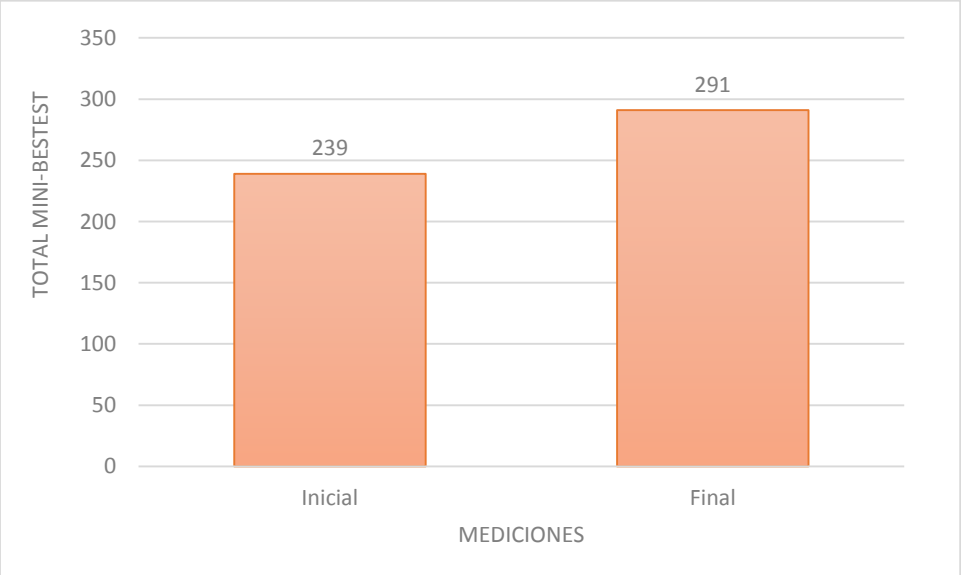


Figura 5: Puntuación total del Mini-Bestest

El cuadro de correlación determino que el tipo de lesión presenta una alta relación con respecto al nivel inicial de equilibrio que fue evaluado con el “Mini-BESTEST”, a

diferencia de la puntuación al terminar la intervención en la cual presentaron una correlación de igual manera positiva pero en este caso es signicativamente menor.

Por otro lado no se pudo determinar una relacion entre el tipo de oclusión con la perdida de equilibrio ya que todos los pacientes presentaron oclusión tipo II, es decir, normal. Sin embargo se puede afirmar que la perdida de estabilidad esta determinada por una patología de base.

		Tipo de oclusión	Tipo de lesión	Peso en Kilogramos
EQUILIBRIO_INICIAL	Correlación de Pearson	.[a]	,695	,132
	Sig. (bilateral)		,026	,717
	N	10	10	10
EQUILIBRIO_FINAL	Correlación de Pearson	.[a]	,393	-,245
	Sig. (bilateral)		,262	,494
	N	10	10	10

Tabla 2: Correlacion del equilibrio inicial y final con el tipo de mordida, lesion y peso en kilogramos

Al analizar la relación entre el peso y el nivel de equilibrio que se presentó al comenzar el estudio se destaca que un inadecuado peso corporal puede afectar en gran porcentaje al nivel de equilibrio mientras las personas que poseen un peso corporal adecuada tienen un mejor equilibrio.

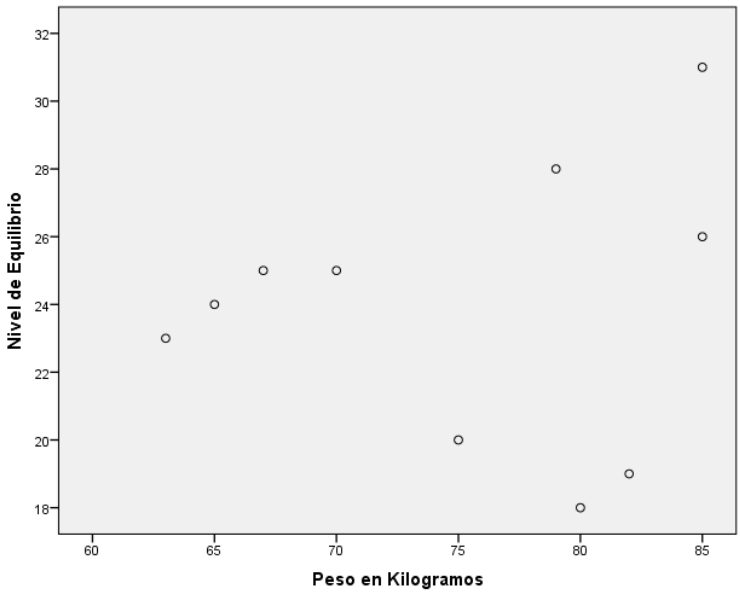


Figura 6: Correlacion entre el peso y el nivel de equilibrio inicial

La relación entre el peso y el nivel de equilibrio que se obtuvo al finalizar el estudio con el "Mini-BESTEST", se enfatiza que si el peso aumenta el nivel de equilibrio suele disminuir.

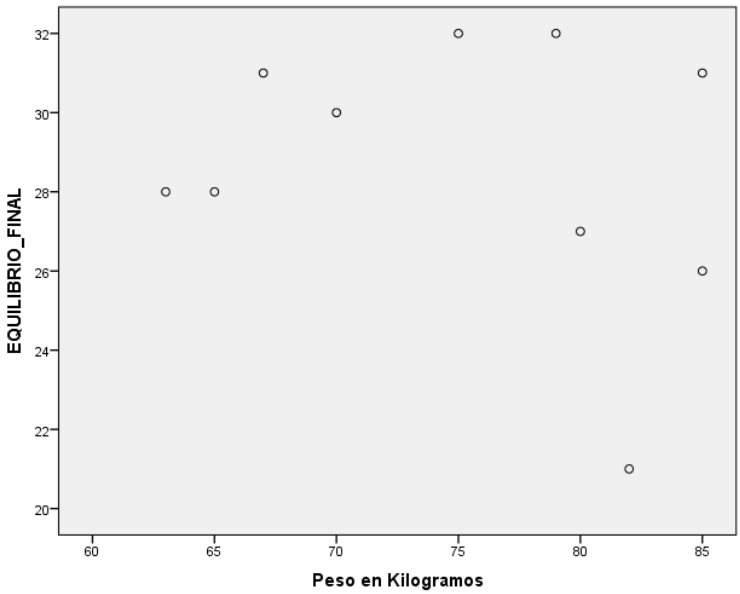


Figura 7: Correlacion entre el peso y el nivel de equilibrio final

Al analizar la relación entre la patología con el peso de los pacientes se evidencia que los pacientes con mayor peso en kilogramos son los pacientes que presentan fractura

de rotula y los que menor peso en kilogramos poseen son los pacientes que presentan rotura de ligamento cruzado anterior.

		Peso en Kilogramos	Nivel de Equilibrio	EQUILIBRIO_FINAL
Tipo de lesión	Correlación de Pearson	-,031	,695*	,393
	Sig. (bilateral)	,932	,026	,262
	N	10	10	10

Tabla 3: Relacion de la lesion con el nivel de equilibrio y peso en kilogramos

Al analizar el comportamiento que presenta cada variable se identifico que los pacientes con fractura de rotula presentan un peso entre 79 y 85 kilos y según el "Mini-BESTEST", presentan un alto equilibrio, al igual que las personas que tienen sutura de meñiscos tienen el peso más bajo entre 63 y 67 kilos, además aquellos que padecen fractura de ligamento presentan un peso entre 75 y 82 kilos lo que presenta un equilibrio básico, finalmente de aquellos que presentan rotura de ligamento cruzado anterior tienen un peso entre 70 y 80 kilogramos.

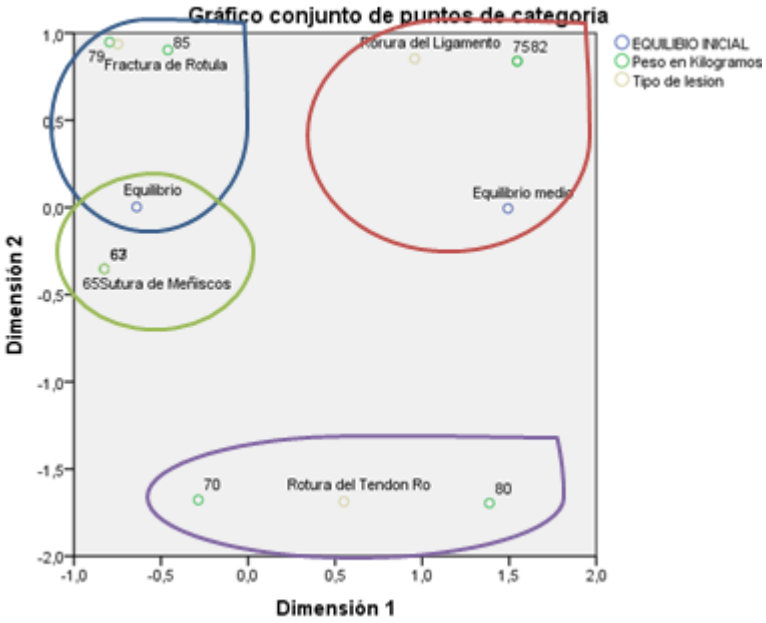


Figura 8: Mapa perceptual

3.2. Discusión

El objetivo general del estudio fue determinar la efectividad de la rehabilitación virtual propioceptiva en pacientes post-quirúrgicos de rodilla.

Al comparar el estado de equilibrio en los pacientes post – quirúrgicos de rodilla posterior a la intervención fisioterapéutica se pudo determinar que la rehabilitación virtual propioceptiva ayudo en gran cantidad a la recuperación de los pacientes post-quirurgicos de rodilla (Pereira, et al 2014).

Al realizar el entrenamiento propioceptivo se determino que posee un efecto de fortalecimiento de la postura y de la fuerza muscular creando una base que permite influir positivamente en los posibles desequilibrios físicos que pueden ser producidos por cuadros patológico determinado que ayudan a mejorar la propiocepción (Häfelinger & Schuba, 2010).

El control postural normal es importante para la propiocepción ya que necesita organización de la información sensorial que procede del sistemas visual, propioceptivo y vestibular, los cuales proporcionan información acerca de la posición y el movimiento del cuerpo, así como la coordinación con las acciones motrices (Pereira, et al 2014).

Cuando se relacionó el peso corporal se pudo determinar que los pacientes con patología de fractura de rotula son los que mas kilogramos presentan, mientras que los pacientes con rotura de ligamento cruzado anterior tienen menor peso corporal.

Despues de realizar el análisis de tipo de oclusión junto con el desequilibrio que presentaban los pacientes no se pudo determinar una relacion debido a que todos los pacientes presentaban una oclusión normal (Tipo I según Angle), con lo que se puede definir que el desequilibrio es dado únicamente por la patología que presentan los pacientes.

Al analizar la propiocepción a través de la estabilidad global antes y después de la rehabilitación propioceptiva se encontró que en la fase inicial los pacientes obtuvieron un puntaje sin intervención de 239 y al finalizar la intervención este valor fue de 291 (figura 5).

Estos resultados se pueden explicar debido a que la propiocepción ayuda en la ejecución de movimientos óptimos y económicos, también tiene un efecto sobre el fortalecimiento de la postura y de la fuerza muscular que creará una base influyendo positivamente en los posibles desequilibrios físicos producidos por un cuadro patológico determinado (Häfelinger & Schuba, 2010).

Los ajustes de anticipación postural también son importantes para la propiocepción ya que subyacen a la capacidad del sistema nervioso que es capaz de contrarrestar las fuerzas de reacción, estas son inducidas por un movimiento focal antes de efectuar el propio movimiento, la rehabilitación virtual ayuda a estos ajustes que se realizan mediante el mecanismo de feedforward, que son las acciones anticipatorias o preventivas que ocurren anterior a la detección sensorial de una disrupción de la homeostasis en base a experiencias pasadas (Segarra et al, 2014).

El control neuromuscular usa la planificación de movimientos que son basados en la información sensorial de experiencias pasadas y de reflejos musculares. Esta da respuesta a la información que se recibe por parte de la articulación gracias a la propiocepción de la misma y modifica el gesto a realizar para estabilizar la posición (Navarro, 2003).

Al mismo tiempo la mejora de la estabilidad se pudo potenciar con la realidad virtual, la cual se ha demostrado que mejora control del movimiento debido a la

retroalimentación que este sistema posee, además mejora las capacidades funcionales mediante tareas que combinan la orientación verbal y física de las acciones del paciente (Sveistrup, 2004).

El sistema extrapiramidal superpone a la acción motora piramidal que es una serie de respuestas lentas de tipo postural o también denominadas respuestas posturales automáticas que son también necesarias para mantener el equilibrio durante el movimiento (Lamb, 1985).

Estos resultados indican que este tipo de rehabilitación además de mejorar la función perceptiva y sensorial vinculada los elementos que garantizan la estabilidad, mejorando la función de los elementos propiceptivios necesarios para la conservación del equlibrio postural.

Limitación del estudio

Se presentó dificultad de encontrar estudios en los que se aplique rehabilitación virtual en pacientes post-quirurgicos que han perdido la propiocepción, lo cual limita la comparación de los resultados.

Otra limitación fue la imposibilidad de reclutar una muestra grande, ya que en el Hospital Pablo Arturo Suarez no existieron los insumos necesarios para realizar las intervenciones quirúrgicas, por lo que no se pudo lograr la muestra que estaba prevista para este estudio. Por lo tanto, los resultados deberían tomarse con precaución para ser generalizados a la población de pacientes posquirúrgicos de rodilla.

Impacto de los resultados

El método de rehabilitación virtual a sido utilizado comúnmente en pacientes con paralisis cerebral, en este estudio se utilizo la RV para ayudar a mejorar la propiocepción en pacientes post-quirurgicos de rodilla obteniendo buenos resultados despues de la intervención fisioterapéutica.

Es por esto que se pudo determinar la efectividad de la rehabilitación virtual como un entrenamiento propioceptivo en pacientes que han sufrido traumas en la articulación de la rodilla.

CONCLUSIONES

Tomando en cuenta los resultados de la investigación se determina que existe una efectividad importante de la rehabilitación virtual propioceptiva, ya que los pacientes que fueron sometidos a este tratamiento lograron una mayor estabilidad de la articulación de la rodilla

Al comparar el estado de equilibrio en los pacientes post – quirúrgicos de rodilla posterior a la aplicación del tratamiento, se pudo concluir que la rehabilitación virtual propioceptiva ayudo a los pacientes a mejorar su equilibrio.

Cuando se analizo la propiocepción a través de la estabilidad global antes y después de la rehabilitación propioceptiva mediante

En relación al peso corporal, se pudo determinar que las personas con lesión en los meniscos poseen mas peso corporal y las personas que tienen otro tipo de lesión son deportistas.

En el estudio se determino que todos los pacientes presentaban oclusión tipo I (normal) según Angle, por lo cual no se pudo determinar si existe relación entre una oclusión

patológica y la falta de estabilidad, sin embargo se puede concluir que los pacientes tienen una alteración en la propiocepción debido al tipo de lesion y no de mordida.

RECOMENDACIONES

Es importante tener en cuenta que no hay estudios suficientes que sustenten la eficacia de la rehabilitación virtual como entrenamiento propioceptivo debido a que la RV a sido solo utilizada en pacientes con paralisis cerebral infantil, por lo que se debería realizar mas investigaciones acerca de los efectos que posee la RV en pacientes traumatológicos.

Realizar el estudio con una amplia muestra de pacientes post-quirurgicos de rodilla para tener una mejor representatividad de los resultados.

Se recomienda dividir a los pacientes por grupos de lesiones para poder identificar a que grupo ayudo mas la rehabilitación virtual propioceptiva.

Al hacer un estudio similar se podría complementar el MINI BESTEST junto con otro test para que los resultados sean mas fiables.

Al momento de realizar la intervención seria adecuado que la intervención sea de un tiempo prolongado para ver mejores resultados en los pacientes.

BIBLIOGRAFIA

Anguita, J. C., Labrador, J. R., Campos, J. D., Casas Anguita, J., Repullo Labrador, J., & Donado Campos, J. (2003). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Atención primaria*, *31*(8), 527-538. Retrieved from: https://www.survenia.com/articles/articulo1.pdf

Bartlett, M. J., & Warren, P. J. (2002). Effect of warming up on knee proprioception before sporting activity. Br J Sports Med, 36(2), 132-134.

Childs, J., & Irrgang, J. (2009). The Language of Exercise and Rehabilitation. In J. DeLee, D. Drez & M. D. Miller (Eds.), DeLee & Drez's Orthopaedic Sports Medicine: Principles and Practice (3ra ed., Vol. 1): Saunders/Elsevier.

Dhillon, M. S., Bali, K., & Prabhakar, S. (2012). Differences among mechanoreceptors in healthy and injured anterior cruciate ligaments and their clinical importance. Muscles Ligaments Tendons J, 2(1), 38-43.

Godi, M., Franchignoni, F., Caligari, M., Giordano, A., Turcato, A. M., & Nardone, A. (2013). Comparison of reliability, validity, and responsiveness of the mini-BESTest and Berg Balance Scale in patients with balance disorders. *Physical therapy*, *93*(2), 158-167. Retrieved from: https://academic.oup.com/ptj/article/93/2/158/2735496

Halata, Z. (2011). Ruffini corpuscle - a stretch receptor in the connective tissue of the skin and locomotion apparatus. In W. Hamann & A. Iggo (Eds.), TRANSDUCTION AND CELLULAR MECHANISM IN SENSORY RECEPTORS (Vol. 74, pp. 221-229): Elsevier Science.

Häfelinger, U., & Schuba, V. (2010). *La coordinación y el entrenamiento propioceptivo* (pp. 377-381). Paidotribo.

Lamb, D. (1985), "Fisiología del ejercicio. Respuestas y adaptaciones", Augusto E. Pila Teleña.

Leddy, AL, Crowner, BE y Earhart, GM (2011). Utilidad de las secciones Mini-BESTest, BESTest y BESTest para evaluaciones de equilibrio en personas con enfermedad de Parkinson. *Revista de fisioterapia neurológica: JNPT* , *35* (2), 90.

Lloréns, R., Colomer-Font, Alcaniz, M., & Noé-Sebastián, E. (2013). BioTrak: análisis de efectividad y satisfacción de un sistema de realidad virtual para la rehabilitación del equilibrio en pacientes con daño cerebral. *Neurología*, *28*(5), 268-275.

Khasnis, A., & Gokula, R. M. (2003). Romberg's test. *Journal of postgraduate medicine*, *49*(2), 169.

Keshner, E. A., & Kenyon, R. V. (2009). Postural and spatial orientation driven by virtual reality. *Studies in health technology and informatics*, *145*, 209.

Klein, K. K., & Allman, F. L. (2006). The knee in sports: conditioning, injury prevention, rehabilitation and studies related to the knee; a text for the athletic team physician, athletic trainer, coach and physical education personell. Del Mar, CA: Jenkins.

Matos, Y., & Pasek, E. (2008). La observación, discusión y demostración: técnicas de investigación en el aula. *Laurus*, *14*(27), 33-52.

Monge Pereira, E., Molina Rueda, F., IM Diego, A., Cano De La Cuerda, R., De Mauro, A., & Miangolarra Page, J. C. (2014). Empleo de sistemas de realidad virtual como método de propiocepción en parálisis cerebral: guía de práctica clínica. *Neurología*, *29*(9), 550-559.

Montero, F. J. C., & Calderón, J. (2007). Fisiología aplicada al deporte: Editorial Tébar Flores, S.L.

Muñoz-Cardona, J. E., Henao-Gallo, O. A., & López-Herrera, J. F. (2013). Sistema de Rehabilitación basado en el Uso de Análisis Biomecánico y Videojuegos mediante el Sensor Kinect. *Tecno Lógicas*. Retrieved from: https://www.redalyc.org/html/3442/344234341004/

Navarro, G. (2003). Trabajo de propiocepción de hombro Una orientación práctica. *Apunts. Medicina de l'Esport*, *38*(142), 17-26.

Panesso, M. C., Trillos, M. C., & Tolosa Guzmán, I. (2009). *Biomecánica clínica de la rodilla*. Editorial Universidad del Rosario. Retrieved from: https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/3693/Documento%2039_Primeras%20artes%5b1%5d.pdf?sequence=4&isAllowed=y

Pereira, E. M., Rueda, F. M., Diego, I. A., De La Cuerda, R. C., De Mauro, A., & Page, J. M. (2014). Empleo de sistemas de realidad virtual como método de propiocepción en parálisis cerebral: guía de práctica clínica. *Neurología*, *29*(9), 550-559.

Peñasco-Martín, B., De los Reyes-Guzmán, A., Gil-Agudo, Á., Bernal-Sahún, A., Pérez-Aguilar, B., & De la Peña González, A. I. (2010). Aplicación de la realidad virtual en los aspectos motores de la neurorrehabilitación. *Rev Neurol*, *51*(481), 8.

Ramos Álvarez, J. J., López-Silvarrey, F. J., Segovia Martínez, J. C., Martínez Melen, H., & Legido Arce, J. C. (2008). Rehabilitación del paciente con lesión del ligamento cruzado anterior de la rodilla (LCA). Revisión. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte/International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, *8*(29).

Robles, B. (2011). La entrevista en profundidad: una técnica útil dentro del campo antropofísico. *Cuicuilco*, *18*(52), 39-49.

Segarra, V., Heredia, J. R., Peña, G., Sampietro, M., Moyano, M., Mata, F., ... & DA SILVA-GRIGOLETTO, M. E. (2014). Core y sistema de control neuro-motor: mecanismos básicos para la estabilidad del raquis lumbar. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, *28*(3), 521-9.

Sveistrup, H. (2004). Motor rehabilitation using virtual reality. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, *1*(1), 10.

Torres-Narváez, M., Sánchez-Romero, J., Pérez-Viatela, A., Arias, E. B., Villamil-Ballesteros, J., & Valero-Sánchez, K. (2018). Entrenamiento motor en el continuo de la realidad a la virtualidad. *Revista de la Facultad de Medicina*, *66*(1), 117-123.

Tortora, G. & Derrickson, B. (2012).*Principios de anatomía y fisiología*. Madrid, España: Medica Panamericana.

Vega, J. A. (1999). Propioceptores articulares y musculares. Biomecánica, VII(13), 79-93.

Zarza, C. (2014). Propiocepción y control neuromuscular en el fútblo infantil.

ANEXOS

Anexos 1: Encuesta

Edad:

Sexo: ( ) Femenino ( ) Masculino

1. **¿Cuál es el tiempo post-quirúrgico de su lesión?**

a) 1-7 días

b) 7-14 días

c) Más de 14 días

2. **¿Ha presentado previamente una lesión similar?**

a) Si

b) No

3. **¿Ha recibido rehabilitación después de la lesión?**

a) Si

b) No

4. **Tiene usted disminución visual importante**

a) Si

b) No

5. **Tiene usted disminución auditiva importante**

a) Si

b) No

6. **¿Sufre usted de vértigo?**

a) Si

b) No

Anexo 2: Mini BESTest Mini- BESTest: Test de Evaluación de los Sistemas del Balance

© 2005-2013 Oregon Health & Science University. All rights reserved

Ajustes posturales anticipatorios

Puntuación: / 6

Sentado a Parado

Instrucción: "Cruzar los brazos sobre el pecho. Trate de no usar las manos a menos que deba. No deje que su las piernas se apoyen en la parte posterior de la silla cuando se ponga de pie. Por favor, ponerse de pie ahora".

(2) Normal: Se para sin uso de las manos y se estabiliza independiente.

(1) moderado: Se para con uso de las manos de una sola vez.

(0) Severo: Imposibilidad para levantarse sin asistencia o varios intentos con uso de manos.

2. Parado en punta de pies

Instrucción: "colocar los pies ancho de los hombros. Coloque las manos sobre las caderas. Trate de subir tan alto como sea posible en sus dedos del pie. Voy a contar en voz alta a 3 segundos. Trate de mantener esta posición durante al menos 3 segundos. Mira hacia adelante. Subir ahora".

(2) Normal: Estable por 3 segundos en altura máxima.

(1) Moderado: Despega los talones pero no completa el ROM (menos que cuando se sostiene de manos) o evidente inestabilidad durante los 3 segundos.

(0) evero ≤ 3 segundos.

3. Parado sobre 1 pierna

Instrucción: "Mire hacia adelante. Mantenga las manos en las caderas. Levante la pierna del piso detrás de usted, sin tocar o descansar su pierna levantada sobre su otra pierna de apoyo. Permanecer de pie sobre una sola pierna, siempre que sea posible. Mira hacia adelante. Levantar ahora".

IZQ: Tiempo en segundos ensayo 1:

Trial 2:

(2) Normal: 20 segundos

(1) Moderado: Menor segundos.

(0) Severo: Incapaz de realizarlo

DER: Tiempo en segundos ensayo 1:

Trial (2)

(2) Normal: 20 segundos

(1) Moderado: Menor segundos.

(0) Severo: Incapaz de realizarlo.

Para puntuar cada lado por separado, utilice el ensayo con el tiempo más largo. 70 Para calcular la calificación secundaria y la puntuación total, utilice el lado [izquierda o derecha] con la puntuación numérica más baja. [Es decir, el lado peor].

Respuestas posturales Puntuación: / 6

4. Corrección compensatoria de paso a hacia adelante

Instrucción: "Párese con los pies separados, los brazos a los lados. Inclinarse hacia adelante en contra de mis manos más allá de sus límites hacia adelante. Cuando deje el apoyo, debe hacer lo que sea necesario, incluyendo la toma de un paso, para evitar una caída".

(2) Normal: Recupera independiente con un solo paso grande (un segundo paso de realimentación es permitido).

(1) Moderado: Más de un paso para recuperar el equilibrio.

(0) Severo: No hay paso, o podría caer si no es atrapado, o cae espontáneamente.

5. Corrección compensatoria de paso hacia atrás

Instrucción: "Párese con los pies separados, los brazos a los lados. Inclinarse hacia atrás contra mis manos. Cuando deje el apoyo, debe hacer lo que sea necesario, incluyendo la toma de un paso, para evitar una caída".

(2) Normal: Recupera independiente con un solo paso grande

(1) Moderada: Más de un paso para recuperar el equilibrio.

(0) Severo: No hay paso, o podría caer si no es atrapado, o cae espontáneamente.

6. Corrección compensatoria de paso hacia lateral

Instrucción: "Párese con los pies juntos, los brazos a los lados. Apoyarse en mi mano detrás de su límite de lado. Cuando deje el apoyo, debe hacer lo que sea necesario, incluyendo la toma de un paso, para evitar una caída".

IZQ:

(2)Normal:Recupera independientemente con un paso (cruzado o lateral).

(1) Moderado: Varios pasos para recuperar el equilibrio.

(0) Severo: Cae o no puede dar el paso use el lado con la menor puntuación para calcular la puntuación total y la subescala.

DER:

(2)Normal:Recupera Independientemente con 1 paso (cruzado o lateral).

(1) Moderado: Varios pasos para recuperar el equilibrio.

(0) Severo: Cae o no puede dar el paso.

Orientación Sensorial Puntuación: / 6

7. Parado sobre superficie estable, ojos abiertos

Instrucción: "Coloque las manos sobre las caderas. Coloque los pies juntos hasta que casi se toquen. Mire hacia adelante. Sea tan estable como sea posible y aun así, hasta que yo diga pare".

Tiempo en segundos:_____

(2) Normal: 30 Segundos.

(1) Moderado: < a 30 segundos.

(0) Severo: Incapaz.

8. Parado sobre superficie inestable, ojos cerrados

Instrucción: "Paso a la espuma. Coloque las manos sobre las caderas. Coloque los pies juntos hasta que casi se toquen. Sea tan estable como sea posible y aun así, hasta que yo diga pare. Voy a empezar a cronometrar cuando cierre los ojos".

Tiempo en segundos:_____

(2) Normal: 30 segundos.

(1) Moderado: < 30 segundos.

(0) Severo: Incapaz.

9. Parado sobre superficie inclinada, ojos cerrados

Instrucción: "Paso a la inclinación de la rampa. Por favor, parece sobre la inclinación de la rampa con sus dedos de los pies hacia la parte superior. Coloque los pies separados y sus brazos a los lados. Voy a empezar a cronometrar cuando cierre los ojos".

Tiempo en segundos:____

(2) Normal: Parado por 30 segundos y se alinea con la gravedad.

(1) Moderado: Parado por menos de 30 segundos o se alinea con la superficie.

(0) Severo: Incapaz de realizarlo.

Estabilidad de la marcha Puntuación: / 10

10. Cambios en la velocidad de la marcha

Instrucción: "Comience a caminar a su velocidad normal, cuando te diga" rápido ", camine tan rápido como le sea posible. Cuando yo digo "Lento", camine muy lentamente".

(2) Normal: Cambios significativos de velocidad sin perder el balance.

(3) Moderado: Incapaz de variar la velocidad de la marcha o alteraciones del balance.

(0) Severo: Incapaz de variar la velocidad y alteraciones en el balance.

11. Caminar con giros de cabeza – Horizontal

Instrucción: "Comience a caminar a su velocidad normal, cuando digo 'Derecha' gire la cabeza y mire a la derecha. Cuando digo 'Izquierda' gire la cabeza y mire hacia la izquierda. Trate de mantenerse caminando en línea recta".

(2) Normal: Gira la cabeza sin variar la velocidad y tiene buen balance.

(1) Moderado: Realiza giros de la cabeza pero disminuye la velocidad.

(0) Severo: Realiza giros de la cabeza pero pierde el balance.

12.Caminar y girar

Instrucción: "Empiece a caminar a su velocidad normal. Cuando le diga que 'gire y deténgase,' gire tan rápido como le sea posible, frente a la dirección opuesta, y se detendrá. Después de la vuelta, los pies deben estar juntos".

(2) Normal: Girar con los pies cerca, rápido (4 pasos) con buen balance.

(1) Moderado: Gira con los pies cerca, lento (> 4 pasos) con buen balance.

(0) Severo: No puede hacerlo con los pies cerca a ninguna velocidad sin desequilibrarse.

13.Paso sobre obstáculos

Instrucción: "Empiece a caminar a su velocidad normal. Al llegar a la caja, pase por encima de ella, no alrededor de ella y sega caminando. "

(2) Normal: Capaz de dar un paso sobre una caja con mínimos cambios de velocidad y buen balance.

(1) Moderado: Da el paso sobre la caja pero la toca o muestra un comportamiento cauteloso disminuyendo la velocidad de la marcha.

(0) Severo: No puede dar el paso sobre la caja o lo hace por el costado.

14. Time Up & Go con tarea dual

Instrucción TUG: "Cuando digo" ya ", levántese de la silla, camine a su velocidad normal a través de la cinta en el suelo, de la vuelta y volver a sentarse en la silla."

Instrucción TUG con Tarea dual: "contar hacia atrás de tres en tres a partir de ___. Cuando digo " Ya", levantase de la silla, caminar a su velocidad normal a través de la cinta.

TUG _____segundos TUG con tarea dual_____ segundos

(2) Normal: Ningún cambio notable

(1) Moderado: La tarea dual afecta la marcha (>10 %) o el conteo.

(0) Severo: Para de contar mientras camina o para la marcha mientras cuenta.

Al puntuar el punto 14, si la velocidad de la marcha del sujeto se desacelera más de un 10% entre el TUG sin y con tarea dual, la puntuación debe disminuirse en un punto.

Puntaje Total: _ /28

Instrucciones Mini – BESTest

Condiciones sujeto: Debe realizarse con zapatos planos o zapatos de tacón y calcetines

Equipamiento: Espuma 60 cm x 60 cm (densidad media espuma Tempur T41), rampa inclinada de 10 grados, silla stantard sin apoyo de brazos, silla firme con apoya brazos, dos cajas de 23 cm. De altura (caja de zapatos), cinta de marcar a tres metros de la silla.

Puntuación: La prueba tiene una puntuación máxima de 28 puntos de 14 artículos que son cada puntuación de 0 a 2. "0" indica el nivel más bajo de la función y "2" el más alto nivel de la función. Si un sujeto debe utilizar un dispositivo de ayuda para un ítem, anotar que el ítem es de una categoría inferior.

Si un sujeto requiere asistencia física para llevar a cabo un ítem, la puntuación es "0" para ese ítem.

En el ítem 3 (de pie sobre una sola pierna) y el ítem 6 (paso compensatorio - lateral), sólo se incluyen en el marcador por un solo lado (la peor puntuación).

En el ítem 3 (de pie sobre una sola pierna), seleccionar el mejor momento de los 2 ensayos [de un lado determinado] para la puntuación.

En el ítem 14 (timed up & go con tarea dual), si la marcha de una persona disminuye más del 10% entre el TUG sin y con una tarea dual, entonces la puntuación debe disminuirse en un punto.

Corte: Puntaje total 28 puntos

Sin diagnóstico neurológico: 26 (25-27)

Con diagnóstico neurológico: 18 (13-23)

Sin historia de caídas: 26 (25-27)

Con historia de caídas: 19 (15-24)

Diferencia mínima clínicamente importante: 4

1.Sentado a parado	Nota del inicio del movimiento y el uso de las manos del sujeto en el asiento de la silla, los muslos o el empuje de los brazos hacia adelante.
2.Parado en punta de pies	Permitir dos intentos al sujeto. Marcar el mejor intento. (Si sospecha que el sujeto está utilizando en toda su altura, pedir al paciente que al levantarse se sostenga de las manos del examinador.)
3.Parado sobre una pierna	Permitir que al sujeto dos intentos y registrar los tiempos. Registre el número de segundos que el sujeto puede contener hasta un máximo de 20 segundos. Detener el cronómetro cuando el sujeto mueve las manos de las caderas o pone un pie en el suelo. Repita del otro lado.
4.Corrección compensatoria de paso hacia adelante	Estar delante del sujeto con una mano en cada hombro y pedir al paciente que inclinarse hacia delante (asegúrese de que hay espacio para que el sujeto un paso adelante). Requerir al sujeto a inclinarse hasta los hombros y las caderas del sujeto están delante de los dedos del pie. Después de sentir el peso corporal del sujeto en sus manos, muy pronto liberar su apoyo. La prueba debe provocar un

	paso. NOTA: Esté preparado para atrapar al sujeto.
5.Corrección compensatoria de paso hacia atrás	Párese detrás del sujeto con una mano en cada escápula y pedir al paciente a inclinarse hacia atrás (Asegúrese de que hay espacio para el tema para retroceder.) Requerir al sujeto a inclinarse hasta los hombros y las caderas estén en la parte posterior de los talones. Después de sentir el peso corporal del sujeto en sus manos, muy pronto liberar su apoyo. Prueba debe provocar un paso. NOTA: Esté preparado para atrapar al sujeto.
6.Corrección compensatoria de paso hacia lateral	Párese a un lado del sujeto, coloque una mano en el lado de la pelvis del sujeto, y que el sujeto se inclina el cuerpo entero en sus manos. Requerir al sujeto a inclinarse hasta la línea media de la pelvis es más de la derecha (o izquierda) del pie y luego liberar repentinamente su cuerpo. NOTA: Esté preparado para atrapar al sujeto.
7.Parado sobre superficie estable, ojos abiertos	Registre el tiempo del sujeto cuando logró ponerse de pie con los pies juntos, hasta un máximo de 30 segundos
8.Parado sobre superficie inestable, ojos cerrados	Utilice la espuma de densidad media Temper, de 4 pulgadas de espesor. Ayude al sujeto en pisar la espuma. Registre el tiempo que el sujeto es capaz de pararse en cada condición a un máximo de 30 segundos. Tener el paso fuera de la

	espuma entre los ensayos. Voltear la espuma sobre entre cada prueba para asegurar que la espuma ha conservado su forma.
9. Parado sobre superficie inclinada, ojos cerrados	Ayudar al sujeto en la rampa. Una vez que el sujeto cierra los ojos, y comenzar a cronometrar en tiempo récord. Tenga en cuenta si hay oscilación excesiva.
10.Cambios en la velocidad de la marcha	Deje que el sujeto de 3-5 pasos a velocidad normal, y luego decir "rápido". Después de 3-5 pasos rápidos, diga "lento". Permita 3-5 pasos lentos antes de que el sujeto deje de caminar.
11.Caminar con giros de cabeza – horizontal	Deje que el sujeto de alcanzar una velocidad normal, y dar a los comandos "derecha, izquierda" cada 3-5 pasos. Anotar si usted ve un problema en uno u otro sentido. Si el sujeto tiene restricciones cervicales graves, permitiendo que la circulación cabeza y el tronco combinados.
12.Caminar y girar	Demostrar un giro de pivote. Una vez que el sujeto está caminando a velocidad normal, decir "girar y detenerse." Contar el número de pasos de "vuelta" hasta que el sujeto es estable. El desequilibrio puede ser indicado por postura amplia, paso a paso extra, o el movimiento del tronco.
13.Paso sobre obstáculos	Coloque la caja (9 pulgadas o 23 cm de altura) de 10 pies de distancia de donde el

	sujeto va a empezar a caminar. Dos cajas de zapato pegadas con cinta adhesiva funciona bien para crear este aparato.
14.Timed up & go con tarea dual	Utilice el tiempo del TUG para determinar los efectos de la tarea dual. El sujeto debe caminar una distancia de 3 metros.TUG: Tener el sujeto sentado con la espalda del sujeto frente a la silla. El tema será cronometrado desde el momento en que usted dice "Go" hasta que el sujeto se vuelve a sentarse. Detener el cronómetro cuando las nalgas del sujeto lleguen al fondo silla y la espalda del sujeto está en contra de la silla. La silla debe ser firme y sin brazos. TUG con tarea dual: Mientras está sentado, determinar qué tan rápido y con precisión el sujeto puede contar hacia atrás de tres en tres a partir de un número entre 90 y 100. A continuación, pedir al paciente contar a partir de un número diferente y después de unos números dicen "Go". El tiempo del sujeto es desde el momento en que dices "Go" hasta que el sujeto vuelve a la posición de sentado. La puntuación de la tarea dual que afecta el contar o caminar, si se ralentiza la velocidad (> 10%) del TUG y muestra nuevos signos de desequilibrio.

Tabla 4. Forma de plicación del Mini BESTest

	Actividad		Duración: 4 meses (Marzo- Junio, 2019) Fecha de inicio: 15 de Marzo													
			Marzo			Abril				Mayo				Junio		
		Semana	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
1	Definición del tema			x	x											
2	Recopilación de bibliografía			x	x		x		x	x	x	x				
3	Definición del problema				x											
4	Justificación del tema					x										
5	Planificación de objetivos del tema					x	x									
6	Metodología					x	x									
7	Definición de fuentes técnicas e instrumentos						x									
8	Realización de fuentes técnicas e instrumentos						x									
9	Planteamiento de la hipótesis							x								
10	Realización del marco teórico							x	x	x	x	x				
11	Tabla de operacionalización de variables							x								
12	Recolección de datos														x	x

Ingresos de $			**Egresos de $**					
Fuente	**Monto ($)**		**Recursos**	**Descripción**	**Cantidad**	**Inversión ($)**		
	Unitario	**Total**				**Unitario**	**Total**	**Comentarios**
Autofinanciamiento por parte de los investigadores	1250	1250	Recursos Humanos	Salud del personal	1	0	0	Total, de alimentación consumida durante la investigación
				Almuerzos	20	2.75	55	
Aportes de investigaciones	-	-	Equipos	Computador	1	0	0	Donado por un integrante
				Impresora	1	0	0	
Programas Planificados	-	-	Software	Programas Word, Excel	-	0	0	Incluido con el computador

Documentos	-	-	Papelería	Informes impresos y copias de test	150	0.05	7.50	Trabajos entregados por semana, y entrega de test a la población de estudio
Documentos y matriculas de universidad	-	-	Documentos	Pagos de titulación	1	1100	1100	
Equipo vinculado	-	-	Transporte	Pasajes y gasolina	20	1	20	Consumo total de transporte
Valor Total		**1250**	**Valor total**				**1532.50**	

Anexos 3: Consentimiento Informado

Consentimiento Informado

Fecha:

Yo ……, con documento de identidad C.I…….. certifico que he sido informado(a) con claridad y veracidad debida respecto al ejercicio académico que el estudiante me ha invitado a participar; que actuó consecuente, libre y voluntariamente como colaborador, contribuyendo a este procedimiento de forma activa. Soy conocedor(a) de la autonomía suficiente que poseo para retirarme u oponerme al ejercicio académico, cuando lo estime conveniente y sin necesidad de justificación alguna.

Que se respetara la buena fe, la confiabilidad e intimidad de la información por mí suministrada, lo mismo que mi seguridad física y psicológica.

……..…… ……..

Paciente Investigador

C.I: C.I: