



FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA

CONOCIMIENTOS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE
MARCHA - FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA 2019

Línea de investigación:

Salud pública

Tesis para optar el título profesional de licenciado en Tecnología Médica
en la especialidad de Terapia Física y Rehabilitación

Autor:

Bohorquez Leguia, Gabriel Enrique Elias

Asesora:

Leiva Loayza, Elizabeth Inés
(ORCID: 0000-0002-5965-8638)

Jurado:

Castro Rojas, Miriam Corina
Chero Pisfil, Zoila Santos
Mesta de Paz Soldán, Fabiola

Lima - Perú

2021

Referencia:

Bohorquez, G. (2021). *Conocimientos sobre la implementación de un laboratorio de marcha - Facultad de Tecnología Médica 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5348>



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA

CONOCIMIENTOS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN LABORATORIO DE MARCHA-FACULTAD DE TECNOLOGÍA MÉDICA 2019

Línea de investigación: Salud pública

Tesis para optar el título profesional de licenciado en Tecnología Médica en la especialidad
de Terapia Física y Rehabilitación.

Autor

Bohorquez Leguia, Gabriel Enrique Elias

Asesor

Leiva Loayza, Elizabeth Inés

(ORCID: 0000-0002-5965-8638)

Jurado

Castro Rojas, Miriam Corina

Chero Pisfil, Zoila Santos

Mesta de Paz Soldán, Fabiola

Lima – Perú

2021

DEDICATORIA:

Quiero dedicar la presente investigación a Dios, mi Madre Juana, hermanas, mi sobrina, G.C, mi padre, familia y amigos quienes son los pilares importantes en mi vida, quienes inculcaron en mí las bases de la responsabilidad, respeto, y superación. De manera muy especial a mi tía Julia, quien me guía desde el cielo a cada uno de ellos en forma especial por estar a mi lado en cada momento y juntos hoy empezar este nuevo camino en mi carrera profesional.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi admiración y total agradecimiento a la especialista Mg. Elizabeth Inés Leiva Loayza por brindar y compartir su tiempo, dedicación y conocimiento en el asesoramiento y desarrollo de la presente tesis.

A los colaboradores, alumnos, y talento humano de mi alma mater la Universidad Nacional Federico Villarreal que apoyaron en los diferentes procesos de realización de la tesis.

A mi querida ciudad del Cusco que me brinda las oportunidades de desarrollarme día a día en mi profesión, atendiendo a la población que requiere del servicio de fisioterapia.

Índice

| | |
|---|----|
| Resumen (palabras clave) | v |
| Abstrac (Key words)..... | vi |
| I. Introducción | 1 |
| 1.1 Descripción y formulación del problema | 2 |
| 1.2 Antecedentes | 4 |
| 1.3 Objetivos | 9 |
| 1.4 Justificación..... | 10 |
| II. Marco Teórico | 12 |
| 2.1 Bases teóricas sobre el tema de invesigacion..... | 12 |
| III. Método | 24 |
| 3.1 Tipo de investigación | 24 |
| 3.2 Ámbito temporal y espacial | 24 |
| 3.3 Variables. | 24 |
| 3.4 Población y muestra | 25 |
| 3.5 Instrumentos | 25 |
| 3.6 Procedimientos | 26 |
| 3.7 Análisis de datos | 26 |
| IV. Resultados | 28 |
| V. Discusión de resultados..... | 37 |
| VI. Conclusiones | 40 |
| VII. Recomendaciones | 41 |
| VIII. Referencias | 42 |
| IX. Anexos. | 43 |

RESUMEN

En la actualidad los laboratorios de marcha cumplen un papel importante en la formación de los nuevos profesionales de terapia física, así como también en la atención a las diferentes necesidades de los pacientes que requieren de evaluaciones más objetivas, en un futuro contar con una herramienta tan importante y esencial ayudará en diferentes competencias del perfil fisioterapéutico. **Objetivo:** el presente estudio tuvo como objetivo determinar el grado de conocimiento de los alumnos de terapia física sobre la implementación de un laboratorio de marcha en la facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal. **Método:** el método de la investigación se trata de un estudio con enfoque observacional, alcance descriptivo y de corte transversal, en el que han participado un total de 148 alumnos de la especialidad de Terapia Física y Rehabilitación de la Universidad Nacional Federico Villarreal, pertenecientes desde el primer año hasta el cuarto año de formación académica. **Resultados:** los resultados hallados de las dimensiones de conocimiento sobre la definición de un laboratorio de marcha con mayor puntuación como: Función de un laboratorio de marcha (74,3%), desempeño profesional de un terapeuta físico dentro del laboratorio (70,9%) y conocimiento sobre la existencia de laboratorios de marcha (77,0%), representan un nivel ALTO de desconocimiento; **Conclusión:** como conclusión podemos decir que se encontró que toda la población encuestada ha coincidido positivamente en que con la implementación de un laboratorio de marcha se fomentará el interés por la investigación.

Palabras clave: laboratorio de marcha, grado de conocimiento, equipos tecnológicos.

Abstract

Currently, the marching laboratories play an important role in the training of new physical therapy professionals, as well as in the attention to the different needs of patients who require more objective evaluations, in the future have such a tool Important and essential will help in different competencies of the physiotherapeutic profile. **Objective:** the objective of this study was to determine the degree of physical therapy students' knowledge about the implementation of a marching laboratory in the Faculty of Medical Technology of the Federico Villarreal National University. **Method:** the research method is a study with an observational approach, descriptive scope and cross-sectional scope, in which a total of 148 students of the specialty of Physical Therapy and Rehabilitation of the National University Federico Villarreal have participated, from the first year to the fourth year of academic training. **Results:** the results of the knowledge dimensions on the definition of a gait laboratory with a higher score such as: Function of a gait laboratory (74.3%), professional performance of a physical therapist within the laboratory (70.9%) and knowledge about the existence of walking laboratories (77.0%), represents a HIGH level of ignorance; **Conclusion:** in conclusion we can say that it was found that the entire population surveyed has positively agreed that with the implementation of a marching laboratory, interest in research will be encouraged.

Keywords: gait laboratory; degree of knowledge, technological equipment.

I. Introducción

Es la marcha humana una actividad compleja que ha sido elemento de diferentes investigaciones, debido a la serie de movimientos que la comprenden y a los factores que influyen sobre ella., como el contacto en el suelo, la superficie de desplazamiento, descargas de peso, rangos articulares, gravedad, acción muscular, entre otros.

Los diversos patrones durante el ciclo de marcha han sido estudiados durante tiempos remotos hasta la actualidad, modificando los materiales de su análisis, que al inicio era observacional con lo cual los datos obtenidos eran insuficientes para la identificación de componentes intrínsecos y extrínsecos de una zancada así mismo en las alteraciones del movimiento humano, por ello se crearon e implementaron nuevas tecnologías que optimicen el proceso de análisis y el resultado sea más preciso, como las cámaras fotográficas y videogrametría.

El laboratorio de marcha es un aula inteligente compuesta de sistemas y herramientas de medición de alta precisión que permite al investigador, alumno, y profesional correspondiente monitorizar los diferentes gestos de movimiento en la deambulación, consiguiendo resultados cuantificados de los patrones cinéticos, cinemáticos, dinámicos, activación muscular, gasto energético, y desplazamiento del centro de gravedad durante el movimiento.

Este complejo posibilita al diagnóstico, tratamiento, implementación de equipos de ayuda de rehabilitación y seguimiento en diferentes patologías relacionadas a la marcha.

La formación universitaria en la especialidad de terapia física y rehabilitación en el Perú mejora constantemente y evoluciona favorablemente con las diferentes actualizaciones en los métodos de evaluación y tratamiento para los pacientes. Es así como el universitario se enfrenta diariamente a nuevas investigaciones y avances tecnológicos que mejoran su formación profesional; es importante mencionar que a nivel regional los estudiantes de la especialidad

realizan trabajos dentro de diferentes gabinetes y áreas de temáticas específicas como lo es laboratorio de marcha, obteniendo así mayor experiencia con equipos virtuales que complementan en la toma de decisiones y mejoran los conceptos aprendidos. Conocer el nivel de conocimiento de los alumnos de la Universidad Nacional Federico Villarreal en la especialidad de terapia física sobre un ambiente que analice la locomoción humana de manera virtual es importante ya que se podrá observar la información que se imparte durante los años de carrera, así como también la capacidad de investigación que presenta el alumno para mejorar como futuro profesional.

1.1 Descripción y formulación del problema

En la actualidad la tecnología ha evolucionado favorablemente para el desarrollo de nuevas investigaciones, a lo cual la especialidad de terapia física no ha sido ajena. Siendo de suma importancia incorporar a la preparación profesional de los alumnos el manejo de nuevas herramientas tecnológicas de alta precisión. El laboratorio de marcha es una herramienta tecnológica que analiza el movimiento especialmente la locomoción humana, permite medir objetivamente en tiempo real los diferentes componentes de la marcha (ángulos, fuerza, presiones, longitud, entre otros.), realiza una valoración biomecánica detallada y precisa en las áreas clínicas, deportivas y laboral, convirtiéndose en una herramienta indispensable en la toma de decisiones para el tratamiento fisioterapéutico.

En el Perú, según el proyecto de ley 01555/2016-CR – Art.12, se menciona que “dentro de las funciones del fisioterapeuta es participar en investigaciones científicas destinadas a la renovación o construcción de conocimiento que contribuya de su objetivo de estudio, al desarrollo de su quehacer profesional, a la salud general, así como al desarrollo de la sociedad y necesidades del país. Sin embargo, actualmente se carece de instrumentos que permitan a los fisioterapeutas poder desarrollar estudios y pruebas científicas objetivas y cuantificables de las diferentes afecciones del movimiento que aquejan a la población”. Dentro de la formación

profesional del fisioterapeuta peruano se ha dejado de lado el manejo y aprendizaje de nuevas tecnologías y sistemas de software que son el complemento adecuado al conocimiento teórico académico; realizando una comparación a nivel regional con respecto a la preparación universitaria, estudiantes de países como Chile, Colombia, México, Argentina, Brasil, Costa Rica, y Uruguay realizan prácticas pre profesionales dentro de laboratorios especializados al análisis del movimiento humano como parte de la malla curricular de diferentes cursos que se imparten durante la etapa de formación universitaria, permitiéndoles desarrollar nuevos conceptos analíticos precisos y objetivos en la evaluación, diagnóstico y elaboración de programas de tratamiento fisioterapéuticos de mayor complejidad, exactitud y científico.

La realidad que sucede con el conocimiento del universitario peruano en la especialidad de terapia física y rehabilitación sobre herramientas tecnológicas que actualmente se aplican en las diferentes funciones profesionales aún se encuentran en vías de desarrollo, con análisis empíricos no cuantificables, y eso se debe a la poca información local y falta de interés por la investigación. Es por ello que, frente a esta deficiencia, aparece el interés hacia esta problemática con la finalidad de conocer el grado de conocimiento de los alumnos con respecto a un laboratorio de análisis de marcha, así como también obtener la opinión sobre la importancia de implementar en un futuro próximo dicho ambiente dentro de la facultad de Tecnología Médica en la Universidad Nacional Federico Villarreal y los beneficios que conlleva para el estudiante.

1.1.1 Problema general y específicos

Problema General

¿Qué grado de conocimiento tienen los alumnos de la carrera de Terapia Física de la Facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal referente a la implementación de un Laboratorio de Marcha?

Problemas Específicos

¿Cuánto conocen los alumnos sobre las tecnologías, requerimientos y sistemas de software que se necesitan para la implementación de un laboratorio de marcha en la facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal?

¿Qué opinan los alumnos sobre los beneficios de la implementación de un Laboratorio de Marcha en la Facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal para la evaluación, diagnóstico y tratamiento fisioterapéutico?

¿Cuáles son los beneficios para la formación de los alumnos de la carrera de terapia que conlleva la implementación de un laboratorio de marcha en la facultad de tecnología médica para la Universidad Nacional Federico Villarreal?

¿Cuáles son los factores que originan la viabilidad de adquisición e implementación de un laboratorio de análisis de marcha en la facultad de tecnología médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal?

1.2 Antecedentes

1.2.1 Antecedentes nacionales

Cuadros (2016) en su investigación “Desarrollo e implementación de un sistema de análisis de paso mediante la utilización de sensores inerciales”, presenta como objetivo: diseñar e implementar una herramienta que analice la locomoción humana a través de sistemas tecnológicos como son los acelerómetros, giroscopios y magnetómetros y que se puedan emplear dentro de áreas de terapia física y rehabilitación. El sistema de análisis de locomoción humana va a permitir que se realicen capturas del movimiento humano y proporcionara con datos cuantificables las alteraciones de la marcha y también que se pueda llevar un seguimiento de la evolución en la fisioterapia. La incorporación del hardware estará acompañada de un software que permita cumplir las funciones de análisis, captura y almacenaje de la marcha de los pacientes. Los instrumentos del laboratorio brindan la medición cuantitativa de la deambulacion de la persona con discapacidad y el seguimiento en el tratamiento de terapia física hacia las diferentes personas que lo requieran. El sistema de

harvard que se empleó permite el análisis gráfico y numérico de la información mediante acelerómetros, giroscopios y magnetómetros, así como también permite la configuración de la calibración de sensores, manipulación de datos y guardar las capturas de movimiento. Este sistema pretende emplearse en un futuro próximo en el Instituto Nacional de Rehabilitación. Beltrán (2015) presenta en su tesis que lleva por título “Plataforma computacional de captura y representación del movimiento en 3D para apoyo a la rehabilitación de la marcha”, como objetivo principal: Implementar un framework de visualización de posturas humanas a partir de puntos 3D adquiridos con un dispositivo de captura de movimiento Kinect para apoyar el análisis del proceso de rehabilitación de la marcha, y como objetivos específicos: Implementar el prototipo de captura de puntos 3D a través del equipo de captura de movimiento Kinect, implementar un conjunto de clases y métodos que permitan la representación gráfica en 3D de los puntos capturados por Kinect, desarrollar el framework de visualización 3D de los puntos capturados por Kinect, validar el framework de visualización 3D mediante la comparación de grabaciones de las ejecuciones de movimiento. La metodología de la tesis es Scrum [Sutherland, 2007] debido, principalmente, a que permite ver cómo se encuentra el avance o estado del producto para cada determinado tiempo (en inglés: sprint) gracias a las entregas parciales y regulares del producto final. Esto es importante porque es el producto el que, finalmente, genera valor al presente proyecto. Asimismo, otro motivo de la elección de Scrum es porque sugiere documentar, solamente, aquello que agregue valor al proyecto actual y apoyarse de otras metodologías para suplir los aspectos que Scrum no cubre. Finalmente, Scrum define roles y actividades las cuales se procederá a detallar a continuación, siendo así un trabajo experimental de corte transversal.

El autor concluye que el presente trabajo ha logrado modificar y unificar diversas herramientas para poder lograr la captura del movimiento humano y registrarla en un archivo a modo de creación de historial de terapias que ejecuten los pacientes. Asimismo, también

permite la representación de estos movimientos en un visualizador tridimensional en el cual se puede manipular la cámara de visión y el flujo de reproducción para poder permitir al terapeuta revisar, cuantas veces necesite, la ejecución de un ejercicio determinado realizado por un paciente. Finalmente, gracias al historial construido, se puede realizar una comparación cuantitativa del progreso del paciente y, de esto, se permite obtener un análisis estadístico que permita realizar otros tipos de estudios al terapeuta acerca de la evolución del progreso del paciente.

1.2.2 Antecedentes internacionales

Según Haro (2014) en la investigación titulada “Laboratorio de análisis de marcha y movimiento”. Instituto teletón de Santiago – Chile nos dice que, con el pasar del tiempo, el ingreso de los sistemas computacionales y la informática, se ha podido obtener modernos y novedosos sistemas digitales que analizan el movimiento humano. Si bien el estudio del movimiento corporal es muy amplio, es la locomoción el segmento que más pruebas y estudios ha tenido, así como también las alteraciones de la misma. Los resultados analizados cuantitativamente de la marcha, significan una herramienta de investigación y aprendizaje, cabe recalcar que será de un uso importante para las áreas clínicas ya sea en el tratamiento de sus alteraciones o para un estudio poblacional. La tecnología con la que cuenta el laboratorio de análisis de marcha viene permitiendo a los investigadores una correcta comprensión de los mecanismos alterados en diferentes lesiones como lo son en las parálisis cerebrales, mielomeningocele, lesiones de la medula, enfermedades neuromusculares, entre otras. Esta moderna tecnología ha sido vital para poder evaluar en el tiempo, modificar, controlar y direccionar de manera más óptima los tratamientos, además de observar los resultados de manera funcional, para así determinar los mejores resultados y la optimización de los recursos humanos y tecnológicos.

Para los autores Uribe-Fernández et al. (2017) en su trabajo de tesis: “Concordancia

entre las escalas clínicas y los índices derivados del laboratorio de análisis del movimiento en el estudio de la marcha en niños con insuficiencia motora de origen central (IMOC)” tienen como principal objetivo de investigación, determinar una comparación de congruencia entre las evaluaciones con escalas clínicas y las escalas de un laboratorio de análisis de movimiento humano, el tipo de metodología empleada en la investigación es transversal y retrospectivo, este trabajo se hizo con una población de 104 niños que oscilaban entre las edades de 5 y 16 años, todos con un diagnóstico médico de Parálisis cerebral, en ellos se aplicaron tres tipos de escalas tanto clínicas que evalúan la locomoción y otras digitales en 3D de la marcha humana que se realizó dentro del laboratorio que cuenta con un equipo tecnológico SMART-D/BTS y dos plataformas de fuerza.

Llegándose a obtener como resultados que, comparando las escalas aplicadas, se halló que el valor más elevado de kappa (0,416) se obtuvo al enfrentar FAQ y FMS a 50 m, significando así una lo que demostró una congruencia moderada. Los demás resultados kappa al comparar las escalas de ambas evaluaciones llegaron a ser inferior a 0,4. Al comparar las escalas según el porcentaje de acuerdo, hallamos que el mayor fue entre FMS y GPS con el 62,5%, seguido del 60,5% entre FAQ y FMS.

Ambos investigadores coligen en que no porque una relación sea aceptable, debe ser sinónimo de una alta congruencia para la clasificación de los pacientes en un mismo nivel de compromiso. La baja congruencia de una cantidad mayoritaria de escalas son indicadores de que los análisis de marcha en los pacientes con parálisis cerebral deben ser complementarios además de evaluar con escalas clínicas sobre las actividades funcionales, calidad de vida y con la evaluación de un laboratorio de análisis de marcha.

Tovar-Hernández et al. (2019) realizaron un trabajo de investigación de corte transversal, el cual titularon: “Evaluación de pacientes con alteración de la marcha de origen neurológico: Análisis en tres dimensiones con órtesis de tobillo-pie”, en la parte introductoria

del trabajo mencionan que entre las principales causas que originan una alteración en la marcha que se relacionan con daños neurológicos es por la enfermedad cerebro vascular en sus diversos tipos de afectación; ya que esta lesión genera un deterioro en el desarrollo normal funcional, así como en la calidad de vida. Cuando se prescribe el uso de una órtesis tobillo-pie (OTP), se hace con la finalidad de ayudar a disminuir las alteraciones de la marcha, es por ello que su uso y recomendación es importante en el proceso de rehabilitación.

La investigación tiene como objetivo evaluar los avances de rehabilitación en la locomoción humana con y sin OTP de los pacientes con daños neurológicos. El programa se realizó con una población con alteración de la marcha de origen neurológico, analizadas en servicios ambulatorios. Los datos obtenidos nos muestran que las variables cinemáticas de los 3 planos en los 13 pacientes no presentan diferencias relevantes entre una locomoción con y sin OTP.

Para Mesa (2019) en su tesis “Protocolos de captura y procesamiento para análisis de marcha en el Laboratorio Integrado de Análisis de Movimiento de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte”, tiene como objetivo general: implementar un protocolo de evaluación con distintos procedimientos que deben aplicarse en el análisis de la marcha humana dentro del laboratorio integrado de Análisis de movimiento (LIAM) de la Institución Universitaria Escuela Nacional del Deporte, así mismo los objetivos específicos son: reconocer cada tipo de procedimiento para la captura y el proceso analítico de los resultados dentro del LIAM y así poder estandarizarlo. para la estandarización de cada uno de ellos, precisar, generar y realizar protocolos que sirvan para mejorar la calidad de los procedimientos acompañados de sus datos informativos, determinar a partir de los datos obtenidos unas guías de evaluación que se deberán aplicar dentro del laboratorio, dichas guías deberán presentar de manera específica y efectiva los conocimientos concretos que resuman la aplicación adecuada del sistema de captura, importante también es generar exámenes piloto para su verificación y

retroalimentación. La metodología del estudio fue observacional y descriptiva, la población fue de 9 personas en un intervalo de tiempo de dos semanas, en las evaluaciones los participantes eran enviados desde la Fundación Clínica Infantil Club Noel y deportistas de la IU END, es así como se pudo concretar con los objetivos de número poblacional variado, para obtener diversas perspectivas para la aplicación en el protocolo. Los resultados que se tienen son: a la hora de concentrarse en la captura se observó una respuesta totalmente positiva con una explicación de movimiento, requerimiento o postura del 55,6% Muy clara y un 44,4% Clara; también desde los puntos de vista del orden y el tiempo se lograron resultados positivos, en cuestión de tiempo la opinión de los usuarios fue de 66,7% en un desarrollo Rápido y 33,3% en un desarrollo Regular, mientras que para el orden del desarrollo de la prueba se dio una opinión de 55,6% Ordenado y de 44,4% Muy ordenado.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar el grado de conocimiento de los alumnos de terapia física sobre la implementación de un laboratorio de marcha en la facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

1.3.2 Objetivos específicos

Conocer cuánto saben los alumnos sobre las tecnologías, requerimientos y sistemas de software que se necesitan para la implementación de un laboratorio de marcha en la facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Conocer las opiniones de los alumnos sobre los beneficios que conlleva la implementación de un laboratorio de análisis de marcha en la facultad de tecnología médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Establecer los beneficios para la formación de los alumnos de terapia física que conlleva la implementación de un laboratorio de análisis de marcha en la facultad de tecnología médica

para la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Identificar los factores que originan la viabilidad de adquisición e implementación de un laboratorio de análisis de marcha en la facultad de tecnología médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal

1.4 Justificación.

El presente trabajo de investigación justifica su relevancia debido a que es un estudio de innovación e inédito con respecto al área de tecnología dentro de la especialidad de terapia física además de que no se encuentra registro de antecedentes de estudios con que se relacionen de forma temática. Servirá también como una herramienta de vital importancia en la formación profesional de los alumnos de la carrera de terapia física y rehabilitación en las diferentes asignaturas que llevan como base de estudio el movimiento corporal humano y la marcha permitiéndoles competir académicamente con alumnos de los países de la región, la experiencia que tendrá el estudiante dentro del laboratorio de marcha será beneficioso en el manejo y aprendizaje de programas virtuales de evaluación, promoviendo el interés por la investigación. Durante la investigación para la realización de la tesis se ha indagado en los diferentes syllabus de las universidades de la región y habiéndose encontrado que se realizan horas prácticas dentro de un laboratorio de biomecánica. Contar con un gabinete especializado dentro de la facultad de tecnología médica en la Universidad Nacional Federico Villarreal elevará el prestigio académico ya que funcionará como base para la elaboración y ejecución de proyectos que realizarán los alumnos y plana docente, aprovechando la maquinaria tecnológica y sistemas en 3D podrá analizar fuerza, rangos musculares y articulares, alteraciones posturales y tipos de movimiento corporal. Con respecto al área social, contar con un laboratorio de marcha va a beneficiar en la evaluación, diagnóstico y tratamiento de patologías que aquejan a la población, el laboratorio facilitará el desarrollo de programas de tratamiento. Es importante también mencionar que en el país existe literatura de investigación relacionada con el tema presentado

sin embargo se ha de mencionar que los estudios se encuentran relacionado con el área de la ingeniería biomédica y robótica.

Limitaciones y viabilidad

El presente estudio se logró viable gracias a la ayuda y las capacitaciones realizadas, el cual facilitará la realización del presente proyecto.

Accesibilidad para conocer los equipos que conforman un laboratorio de análisis de marcha.

Accesibilidad a cursos de capacitación para la manipulación de instrumentos tecnológicos y evaluación de marcha en un laboratorio, por el Hogar Clínica San Juan de Dios.

Una de nuestras limitaciones que encontré fue el poco acceso al manejo del programa virtual de análisis 3D, otras limitaciones que se contó para el presente estudio fue la escasa bibliografía en nuestro idioma, ya que los datos encontrados se hallan en lenguas extranjeras, Sin embargo, para esta problemática se requirió de la ayuda de profesionales fisioterapeutas peruanos, colombianos y mexicanos quienes brindaron información traducida.

II. Marco Teórico

2.1 Bases teóricas sobre el tema de investigación.

2.1.1 *Locomoción humana normal*

La marcha es la representación del desplazamiento del hombre de un punto a otro, esta actividad es descrita como un proceso de series de movimientos alternantes y rítmicos de los miembros inferiores y del tronco, que trasladan hacia adelante el centro de gravedad.

Existen diferentes terminologías que hacen referencia a esta actividad, como, por ejemplo, “sucesión de pasos”, “movimientos por sucesión alternante del apoyo de un pie o de los dos”, “marcha bipodal”, entre otros, sin embargo, todos convergen en que la marcha humana es más un proceso aprendido que un reflejo innato.

Para lograr con éxito el desarrollo de la marcha el niño experimenta muchas etapas desde su nacimiento, desde posturas en prono, supino, cuatro puntos, sedente, y es hasta los 8 meses que el niño consigue la capacidad de bipedestación unos momentos de corta duración si se les da ambas para su apoyo, a los 10 meses de manera espontánea logra colocarse de pie si ubica un punto donde sujetarse, a los 12 meses realiza la marcha con apoyo y a los 15 meses logra la locomoción de manera individual. El patrón de marcha de una persona madura aproximadamente entre los 7 y 9 años, ya que en edades previas el niño experimenta cambios a través de su sistema neuromusculoesquelético, hasta llegar a un control neural.

Al ser la marcha una serie de movimientos particulares, se pueden observar diferentes gestos de movimiento para esta actividad, sin embargo estas diferencias se encuentran dentro de los parámetros establecidos en cada fase de la marcha.

2.1.2 *Características generales de la marcha.*

Desplazamiento vertical del centro de gravedad

El centro de gravedad sufre cambios de ascenso y descenso durante las fases de la marcha. La mayor altura del punto se alcanza cuando la extremidad de soporte está en el

punto medio de la fase de apoyo. El mayor descenso ocurre en el doble soporte. El desplazamiento total en el sentido vertical del punto de apoyo en el adulto, raramente excede los 5 cm. (Vera, 2006, p.32)

Desplazamiento lateral del centro de gravedad

En la transferencia de peso de un hemisferio a otro ocurre una desviación de la pelvis y tronco hacia la extremidad de apoyo. El movimiento oscilante que realiza el centro de gravedad es aproximadamente 5 cm.

Aumento de la base de sustentación.

En la marcha humana la base de sustentación aumenta entre 5 a 10 cm. La longitud del paso largo en un adulto con locomoción normal se define como la distancia por el contacto de talón de un pie y el siguiente impacto de talón del mismo pie, con un valor aproximado de 156 cm.

Longitud de paso se delimita por el contacto de talón de un pie hasta el contacto de talón del pie contralateral, con un valor aproximado de 78 cm.

La anchura del paso largo se determina por la distancia entre la línea media de un pie y la línea media del otro pie, con un valor de 8 cm \pm 3,5 cm.

El ángulo de desviación normal de la punta del pie hacia afuera es de unos 6,7° a 6,8°.

Descenso horizontal de la pelvis

El descenso de la pelvis alrededor de las articulaciones coxofemorales ocurre hacia el lado contralateral de la extremidad que se encuentra en fase de apoyo.

2.1.3 Ciclos de la marcha humana.

El ciclo de la marcha empieza desde que el pie contacta con el suelo y finaliza en el siguiente apoyo del mismo pie con respecto al suelo. Los dos mayores componentes del ciclo de la marcha son: la fase de apoyo y la fase de balanceo. Un pie se encuentra en fase de apoyo cuando se encuentra en contacto con el suelo y en fase de balanceo cuando se encuentra

oscilante. (ver anexo A)

Porcentaje de tiempo gastado durante cada ciclo de la marcha, a una velocidad normal es:

Fase de apoyo: 60% del ciclo

Fase de balanceo: 40% del ciclo

Doble apoyo: 20% del ciclo

Con el aumento de la velocidad de la marcha hay un aumento relativo en el tiempo gastado en la fase de balanceo, y con la disminución de la velocidad una relativa disminución. La duración del apoyo doble disminuye conforme aumenta la velocidad de la marcha

2.1.3.1 Subdivisión de la fase de apoyo

Existen cinco componentes dentro de la fase de apoyo, los cuales son: contacto de talón, apoyo plantar, apoyo medio, elevación de talón y despegue de ortejos y pie.

El contacto de talón hace referencia desde que el talón de la pierna en ejecución toca el suelo. El apoyo plantar es el descenso total del pie sobre el suelo, exactamente el antepié. El apoyo medio se caracteriza cuando el trocánter mayor se alinea de forma vertical con el centro del pie, observado desde un plano sagital. La elevación del talón sucede cuando el área del calcáneo deja de contactar con la superficie, y el despegue de ortejos y pie sucede desde que se pierde el contacto y es previo a la fase de aceleración.

2.1.3.2 Subdivisiones de la fase de balanceo

La fase de balanceo se compone de tres intervalos, los cuales son: aceleración, balanceo medio y desaceleración. Dichas subfases equivalen a un tercio en esta fase. La primera subfase o llamada también aceleración, se caracteriza por una veloz aceleración del pie, que viene de la última fase de apoyo. El tercio medio de esta fase de balanceo tiene como principal carácter en que la carga de peso se traslada hacia la otra extremidad que se encuentra en contacto con el suelo, moviéndose hacia adelante de la misma. La última subfase de la fase de balanceo corresponde a la desaceleración del miembro inferior que se desplaza velozmente

hasta llegar al final del intervalo.

2.1.4 Análisis cinemático de la marcha

Fase de apoyo

Análisis del contacto de talón y el punto de apoyo medio

- Tobillo

El momento inicial empieza desde que el talón contacta con la superficie, el juego articular del tobillo se encuentra en neutro, entre la flexión dorsal y plantar. Inmediatamente con el contacto del calcáneo, dicha articulación sigue un movimiento de plantiflexión. Mientras que el pie está apoyado en el suelo, el tobillo pasa de 0° a 15° de flexión. En este momento también la tibia y otras estructuras del miembro inferior que se encuentra en ejecución, rotan de forma anterior sobre el pie fijo. En la subfase de apoyo medio el tobillo pasa a 5° de flexión dorsal.

- Rodilla

Previo contacto de talón con la base, la rodilla se encuentra en total extensión. Una vez que se ejecuta la primera subfase de la fase apoyo, esta articulación empieza a flexionarse y es con este grado de libertad que acompaña hasta el apoyo plantar. Cuando el pie está en posición total de apoyo la rodilla ha alcanzado 20° grados aproximadamente y comienza a realizar un movimiento opuesto. En esta subfase de apoyo medio la articulación femorotibial pasa de los 20 ° a 10° de flexión, pero con un movimiento dirigido a la extensión.

- Cadera

En la primera subfase la articulación de la cadera ya se encuentra a 30° de flexión con respecto al fémur. Simultáneamente al continuar con la siguiente subfase se aprecia que la cadera realiza un movimiento opuesto. Con el pie plano en la base, se observa que la flexión se ha reducido en 10°. En el apoyo medio dicha articulación disminuye aproximadamente toda la flexión para llegar a una posición neutra.

Análisis entre el apoyo medio y despegue del pie.

- Tobillo

Durante el apoyo medio la dorsiflexión del tobillo incrementa velozmente unos 5°. Cuando se levanta el talón del suelo, la dorsiflexión aumenta 10°. Mientras el pie se encuentra entre las subfases de levantamiento de talón y pie, la correlación angular entre la tibia y el astrágalo son en sentidos opuestos. De los 15° actuales que tiene el tobillo continúa el mismo movimiento hasta llegar a los 35°, una vez que el pie dejó por completo el contacto con el suelo, esta articulación pasa a 20° de plantiflexión.

- Rodilla

Durante el apoyo medio, la rodilla se encuentra a 10° de flexión, pero con dirección hacia la extensión. Una vez que el calcáneo pierde contacto con la base de apoyo la rodilla se encuentra a 4° de extensión. Cuando los ortejos empiezan a dejar de contactar el suelo, dicha articulación se mueve en dirección de flexión, hasta llegar a los 40° aproximadamente.

- Cadera

En la fase de apoyo medio la cadera que está en posición neutra, empieza a moverse en sentido a la extensión. Al levantamiento de tacón, tiene una posición de 10° a 15° de extensión. Cuando ya no hay contacto del talón con el suelo, dicha extensión aumenta 5° más. Inmediatamente cuando los ortejos dejan la superficie y por acción de la flexión de rodilla, la cadera pasa a una posición neutral nuevamente pero ahora con dirección a la flexión.

Fase de balanceo

Análisis entre el despegue del pie y balanceo medio

- Tobillo

Durante el despegue del pie con respecto al suelo y la fase media del balanceo, la posición inicial del pie que es de una plantiflexión pasa a una neutra.

- Rodilla

En esta fase la rodilla que se encuentra en una flexión 40° aproximadamente aumenta en el mismo sentido de movimiento hasta unos 65°

- Cadera

Mientras que el pie inicia la fase de balanceo la cadera, que inicia en una posición

pseudoneutral, se flexiona hasta unos 30°, manteniéndose así hasta la fase media del balanceo.

Análisis entre la fase de media de balanceo y el contacto del talón.

- Tobillo

En esta fase la articulación se mantiene en una posición neutra.

- Rodilla

En esta subfase, la rodilla realiza una extensión y se mantiene así hasta que el talón vuelva a contactar el suelo.

- Cadera

Durante esta fase, la cadera no muestra cambio angular significativo.

2.1.5 Análisis cinético de la marcha

La actividad muscular de los miembros inferiores en la marcha humana

Las funciones que desarrollan los músculos en la locomoción son diversas, siendo las más importantes: el músculo como estructura disipante, órgano de frenado debido a la viscoelasticidad, órgano acelerador de las estructuras óseas, y como órgano de equilibrio.

2.1.5.1 Esfuerzo muscular durante ambas fases de la marcha.

Durante la fase de apoyo

En esta primera etapa del ciclo, existen fuerzas de compresión que someten al miembro inferior, debido a que el peso corporal recae sobre un solo miembro. Es en esta fase en que la musculatura registra una actividad intensa, denominando así a los músculos activos, como de “apoyo”.

Dichas contracciones van a servir para la amortiguación del impacto del talón con respecto al suelo, al igual que el del antepié.

A nivel de la articulación de la rótula, los cuádriceps realizan contracción concéntrica, anticipándose a evitar una flexión demasiado exagerada. Los glúteos y abductores de pelvis se contraen excéntricamente para poder estabilizar la cadera.

Durante la fase de oscilación.

En la fase complementaria del ciclo de la marcha, también conocida como fase de balanceo, el tamaño del miembro inferior se reduce para poder adelantarse al pie que se encuentra en apoyo. El esfuerzo muscular, es de baja intensidad, pero de un control alta para el frenado que está a cargo de los isquiotibiales.

Cuando empieza esta fase oscilatoria, los músculos como el recto anterior, se van a desenvolver con dos papeles, tanto como acelerador y de frenado en la cadera, así mismo los aductores ayudan a su flexión y colocan en una rotación a la pierna.

La flexión de rodilla, no es dependiente de la actividad de los músculos posteriores de la pierna. Son los cuádriceps quienes tienen el mando y permiten funcionar como un doble péndulo a la pierna que se encuentra oscilante. Cuando ya está por finalizar esta fase, los cuádriceps actúan excéntricamente para controlar la extensión de la rodilla.

2.1.6 Sistemas tecnológicos de análisis

2.1.6.1 Sistema de videos

Resultan de una mezcla entre las cámaras de video y el magnetoscopio, ambos otorgan facilidad para observar al paciente en evaluación, además de poder detener la imagen que se proyecta. Se puede conformar por dos cámaras integradas a una mesa, donde se podrá visualizar en los planos sagital y frontal a la persona. Este sistema brinda datos cualitativos ya que solo es de análisis visual, por ende, subjetivo.

Las grabaciones digitales en una primera instancia consisten en digitalizar las grabaciones del video, con esta proyección se puede obtener información más concreta, ya que usan tecnología como la: *3D-Vision*, *Peak Performance* y *Ariel*, y el material *SAGA3DV*.

2.1.6.2 Sistema de marcadores

Activos

Entre algunos ejemplos tenemos: *Light emitting diods* o *LED* que emiten una señal

infrarroja. Permitiendo así marcar puntos anatómicos. A medida que se van marcando los puntos, estos se detectan a través de receptores fotoelectrónicos.

Pasivos

Están hechos a base del material *Scotch Lite*, micro esferas de cristal. Los más utilizados son: *Vicon System*, *Motion Analysis*, *Elite* y *Saga 3*. La tecnología de estos marcadores ha evolucionado favorablemente en las últimas décadas.

Sin embargo, el más utilizado actualmente es el *Vicon System*, conformado por cinco cámaras, dos plataformas de fuerza y un sistema electromiográfico con diez canales.

2.1.6.3 Sistema integrado de análisis clínico de la locomoción humana

Conformados por un programa analítico del movimiento en 3D *Vicon*, dos plataformas de fuerza AMTI con muchos grados de movimiento, y el equipo electromiográfico.

Sistema Vicon

Requiere de marcadores de forma esférica que tengan un diámetro entre 5 y 25 mm. Es importante definir el tipo de movimiento a analizar, así como también el segmento donde será colocado el marcador. Es importante mencionar que este sistema tiene una ventaja con sus diseños anteriores, ya que evita el cableado de conexiones eléctricas. Las cámaras ubicaran y registrarán a los marcadores que están en el individuo a través de su iluminación infrarroja. Cuentan con receptores CCD, que tienen frecuencias entre 50 y 240 Hz. Sin embargo, para el análisis de la locomoción humana se emplea 50 Hz. La resolución digital de las cámaras es de 800x590 pixeles, además tienen un obturador electrónico y estroboscopio infrarrojo. En las cámaras aparecerán unas manchas luminosas, lo cual indica que son los marcadores recepcionados. Dichos puntos serán digitalizados.

Para poder realizar un adecuado cálculo de las coordenadas tridimensionales hay que dividir las en etapas que son: alineación y calibración de cámaras, obtención de coordenadas 2D, cálculo de coordenadas 3D y verificación de los marcadores.

Plataformas de fuerza

Son herramientas esenciales para el estudio de apoyos en el suelo. Facilitan el cálculo de los resultados que se obtienen de las fuerzas de reacción con respecto al apoyo, al igual que el momento de fuerza en torno a un punto, que casi siempre es al centro del equipo. Este sistema calcula los puntos de referencia del lugar de donde se genera la resultante de las fuerzas de reacción con respecto al apoyo usando la fórmula de *Koenig*.

$$\overrightarrow{M}_0(\overrightarrow{F}) = \overrightarrow{M}_A(\overrightarrow{F}) + \overrightarrow{OA} \wedge \overrightarrow{F}$$

$$\begin{bmatrix} M_X \\ M_Y \\ M_Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} M_{AX} \\ M_{AY} \\ M_{AZ} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_X \\ a_Y \\ a_Z \end{bmatrix} \wedge \begin{bmatrix} F_X \\ F_Y \\ F_Z \end{bmatrix}$$

Gracias a este teorema, se podrá obtener las coordenadas: a_x y a_y , sabiendo que a_z corresponde a un dato del fabricante. Se obtiene entonces:

$$\begin{cases} a_x = (F_x a_z - M_y) / F_z \\ a_y = (F_y a_z + M_x) / F_z \end{cases}$$

Este momento lleva por nombre “*baricentro de las fuerzas de apoyo o centro de presiones*” (center of pressure) se dispone pues:

(F_x , F_z , F_y) indicador de la fuerza de reacción al apoyo ejercido por el pie sobre la plataforma de fuerza

(M_x , M_y , M_z) para el par correspondiente

(a_x , a_y) para el punto de aplicación de la fuerza.

Tipos de plataformas disponibles

Hay una variedad de plataformas todos ellos se diferencian por el uso de los sensores. Dichos sensores fabricados de cuarzo (kistler) o de galgas de fuerzas (AMTI, Bertec, Logalex).

Las medidas recomendadas para la observación objetiva analítica de la locomoción en niños son de de 508 x 464 mm.

Sistema electromiográfico

La función de la electromiografía (EMG) se basa en registrar la carga eléctrica que generan los músculos cuando realizan algún tipo de contracción. Sin embargo, la poca amplitud de la EMG hace requerir de amplificadores distintivos de elevada impedancia de entrada que actúen sobre la ganancia, el ancho de banda, etc. Estos amplificadores se colocan próximos a los electrodos para así enviar información de registro eléctrico amplificado al sistema de registro.

2.1.6.4 Programa informático de análisis clínico de la marcha VCM

Es un programa preciso que ayuda a analizar clínicamente la marcha que otorga actualiza y crear una edición específica para cada persona en evaluación - “informe de pacientes”, y así poder obtener una base de datos fácilmente utilizable para un estudio comparativo y estadístico. Los datos antropométricos se relacionan con los datos 3D lo cual permite valorar la posición de los centros articulares y cuantificar los desplazamientos de los segmentos de los miembros inferiores en los tres planos. Se visualizan entonces cinesiogramas que representan el desplazamiento de los segmentos óseos bajo distintos ángulos.

Parámetros espaciotemporales

Para obtener los resultados, se cuantifica los datos obtenidos de las plataformas de fuerza y del análisis cinemático. Después se evalúa los parámetros por zancada, el tiempo estimado por fase de marcha y fuerza de apoyo.

Fuerzas de reacción al apoyo.

Una vez obtenidos los resultados de la plataforma, el dispositivo que se ubica lateralmente proporciona el valor y dirección de la fuerza en el plano frontal, esto nos indica donde se ubica el apoyo (borde externo o interno del pie). (ver anexo D)

El componente anteroposterior indica donde se ejerce la fuerza durante la locomoción.

El punto inicial indica la fuerza de detención o frenado, es decir que corresponde a la fuerza que ejerce el talón al contacto con el suelo. El pico numero dos representa la propulsión y energía de la parte anterior del pie pero en dirección contraria a la marcha. (ver anexo E)

El componente vertical se desglosa en tres componentes. El componente uno indica la fuerza que sucede cuando el talón impacta contra el suelo. En una locomoción normal dicha fuerza oscila entre el 110% y 120% del peso humano. La parte profunda de la curva representa el momento donde el pie se encuentra apoyado totalmente en la base. El componente o pico numero dos es indicativo de la energía que se utiliza para elevar el pie y continuar a la fase 2 de la marcha. (ver anexo F)

La ubicación del vector fuerza representa la distribución de la fuerza de apoyo que se ejerce en el pie, al igual que el del pie con respecto al piso.

2.1.7 Laboratorio de marcha

Un laboratorio de marcha representa un conjunto de sistemas y equipos tecnológicos, los cuales permiten obtener una base de datos de los diversos gestos, patrones tanto cinéticos como cinemáticos, el trabajo muscular, el desgaste de energía durante un movimiento específico, entre otros. Dentro de un laboratorio de análisis de marcha, se puede realizar trabajos de estudios clínicos en diversas patologías y así cuantificar aquellos gestos alterados de la locomoción. Es un aula inteligente donde las profesiones como, fisioterapia, medicina, ortopedia, pueden realizar sus trabajos de investigación donde puedan identificar alteraciones del aparato locomotor. Dentro del laboratorio de marcha no solo se puede evaluar la marcha patológica, sino también realizar una evaluación del gesto del movimiento en deportistas de alto rendimiento, programas de amputados, con la finalidad de potenciar la musculatura que mayor gasto energético va a realizar durante la disciplina correspondiente, al igual que poder corregir un gesto no adecuado, para evitar lesiones a futuro.

En el ámbito de la fisioterapia un laboratorio de marcha ayuda al profesional para una evaluación precisa y cuántica, necesaria para poder ejecutar y realizar un programa de rehabilitación de prevención, tratamiento y seguimiento del paciente. Los datos de la locomoción humana se pueden obtener en los tres planos corporales y estas variables son:

Ángulos de cadera, rodilla y pie.

Momentos y potencia articular.

Actividad de contracción muscular.

Fuerzas de Reacción en el piso.

Parámetros Espacio Temporales.

Longitudes Musculares.

III. Método

3.1 Tipo de investigación

Se trata de un estudio con enfoque observacional, alcance descriptivo y de corte transversal, en el que han participado alumnos de la facultad de Tecnología Médica de la especialidad de Terapia Física y Rehabilitación de la Universidad Nacional Federico Villarreal, también diversas fuentes de syllabus de universidades de la región que cuenten con la especialidad en evaluación además de diversas fuentes de investigación como son: Libros revistas, folletos, manuales, internet, CD, bibliografía y encuestas realizadas a la muestra, ya que se expondrán el grado de conocimiento de los alumnos con respecto a n laboratorio de marcha, se especificará la estructura tecnológica necesaria para su funcionamiento e implementación, junto con la codificación de sus componentes, además se muestra la opinión de los alumnos encuestados con respecto a la importancia de la implementación del Laboratorio de Análisis de marcha.

3.2 Ámbito temporal y espacial

El presente trabajo de tesis se realizó en la facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal en el distrito de El Agustino en el presente año 2019, con la participación del grupo de alumnos de la especialidad de Terapia Física y Rehabilitación de la escuela de Terapias de Rehabilitación, quienes a través de sus respuestas permitieron obtener los distintos resultados sobre las preguntas de opinión.

3.3 Variables.

Las variables son independientes y cualitativas

V1: Grado de conocimiento: Es la relación cognitiva entre el hombre y las cosas que le rodean. Consiste en obtener información acerca de un objeto, la cual lleva a determinar una decisión. Esta variable toma los valores de alto, medio y bajo.

V2: Laboratorio de marcha: Es la herramienta tecnológica que permite obtener con

precisión resultados de evaluación con respecto a la locomoción humana. Se realiza un detallado de tipos de laboratorios y costos de implementación. Esta variable toma los valores de alto, medio y bajo.

3.4 Población y Muestra

Población: alumnos de la facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal

Muestra: alumnos de la especialidad de terapia física y Rehabilitación de la Facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

3.5 Instrumentos

Para evaluar el grado de conocimiento de los alumnos se empleó la técnica de encuesta y de instrumento un cuestionario, el cual consta de datos generales y específicos, con preguntas de alternativas dicotómicas. Los datos generales constan de 3 preguntas: carrera profesional, año de formación y sexo. Los datos específicos constan de 14 preguntas sobre la definición de un laboratorio de marcha, herramientas tecnológicas que se emplean, herramientas de evaluación de la marcha, función del fisioterapeuta dentro de un laboratorio de marcha. En cuanto a las respuestas, todos los ítems cuentan con alternativa múltiple para marcar con un aspa “x” en uno de los paréntesis de acuerdo a lo que el alumno conoce y considera como su respuesta adecuada. El instrumento fue realizado por el investigador (ver anexo H). Para la validez estadística se usó el programa SPSS 23. El presente trabajo tiene como base la recolección de datos bibliográficos actualizados sobre el tema de laboratorios de análisis de marcha, a su vez se obtuvieron información de syllabus de diferentes universidades de la región como de Argentina, Colombia, Brasil, y de Chile que muestran dentro de su plan curricular dentro de su formación profesional los cuales están en los anexos respectivos.

3.6 Procedimientos

3.6.1 Procedimientos para la recolección de datos

Lo primero que se realizó fue aplicar el cuestionario, con el previo consentimiento de los alumnos. Durante los meses de mayo y junio se procedió a asistir a la Facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal para identificar a los alumnos de la especialidad de Terapia Física y Rehabilitación y así explicar el motivo de mi visita. El instrumento se desarrolló durante 30 minutos aproximadamente y se aplicó por cada año de formación, excepcionando a los alumnos del quinto año ya que estos se encuentran cursando el internado profesional en diferentes sedes hospitalarias que quedan fuera de la facultad.

3.6.2 Procesamiento de datos

Una vez que los formularios fueron resueltos por los alumnos se procedió a la tabulación de los datos en una matriz utilizando el programa SPSS 23, codificando con “1” las respuestas correctas y con “2” las respuestas incorrectas. Para la clasificación de costos de implementación de un laboratorio se procedió a la evaluación de diferentes precios de herramientas e implementos que lo conforman, así como también presupuestos de empresas que brindan el servicio de maquinarias tecnológicas para fisioterapia.

3.7 Análisis de datos

Los datos obtenidos de las encuestas fueron procesados en el programa SPSS 23. La clasificación cuantificada del grado de conocimiento de los alumnos con respecto al laboratorio de marcha, es:

- Bajo: 0% – 30%
- Medio: 31% a 60
- Alto: 61% a 100%

La clasificación cuantificada de la opinión de los alumnos con respecto a la

implementación de un laboratorio de marcha, es:

- Mala: 0% al 30%
- Regular: 31% al 60%
- Buena: 61% al 100%

Tabulados los datos numéricos y porcentualmente, se analizaron.

IV. Resultados

Tabla 1

Nivel de conocimiento de que es un laboratorio de marcha.

| | | | AÑO DE FORMACIÓN | | | | Total |
|--|----|--------------------|------------------|-------------|------------|------------|--------|
| | | | Primer año | segundo año | Tercer año | Cuarto año | |
| ¿Sabe que es un laboratorio de análisis biomecánico de marcha? | SI | Recuento | 5 | 9 | 10 | 11 | 35 |
| | | % del total | 19,2% | 18,4% | 28,6% | 28,9% | 23,6% |
| | NO | Recuento | 21 | 40 | 25 | 27 | 113 |
| | | % del total | 80,8% | 81,6% | 71,4% | 71,1% | 76,4% |
| | | | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 |
| Total | | % dentro del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

En la tabla N°1 se observa que solo el 23,6% de la población tiene conocimiento de que es un laboratorio de marcha, lo cual según la clasificación que se ha asignado para saber el grado de conocimiento de los alumnos, representa un nivel BAJO; mientras el 76,4% refiere que desconoce que es un laboratorio de marcha, representando así un nivel ALTO.

(Fuente: Elaboración propia.)

Tabla 1

Nivel de conocimiento de la función de un laboratorio de marcha.

| | | | AÑO DE FORMACIÓN | | | | Total |
|---|----|-------------|------------------|-------------|------------|------------|--------|
| | | | Primer año | segundo año | Tercer año | Cuarto año | |
| ¿Había escuchado usted antes de la función de un laboratorio de análisis de marcha previo a recibir la información otorgada por el ponente? | SI | Recuento | 4 | 11 | 9 | 14 | 38 |
| | | % del total | 15,4% | 22,4% | 25,7% | 36,8% | 25,7% |
| | NO | Recuento | 22 | 38 | 26 | 24 | 110 |
| | | % del total | 84,6% | 77,6% | 74,3% | 63,2% | 74,3% |
| | | | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 |
| Total | | % del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

En la tabla N° 2 se observa que el 25,7% de alumnos encuestados SI ha oído de la función de un laboratorio de marcha, lo cual representa un nivel BAJO; mientras que el 74,3% de la población NO ha oído con anterioridad sobre la función de un laboratorio de marcha, lo cual representa un nivel ALTO.

(Fuente: Elaboración propia.)

Tabla 2

Grado de conocimiento sobre el desempeño profesional del fisioterapeuta en un laboratorio de marcha.

| | | | AÑO DE FORMACIÓN | | | | Total |
|---|----|-------------|------------------|-------------|------------|------------|--------|
| | | | Primer año | segundo año | Tercer año | Cuarto año | |
| ¿Conoce usted sobre el trabajo de un fisioterapeuta dentro de un laboratorio de análisis de marcha? | SI | Recuento | 2 | 13 | 14 | 14 | 43 |
| | | % del total | 7,7% | 26,5% | 40,0% | 36,8% | 29,1% |
| | NO | Recuento | 24 | 36 | 21 | 24 | 105 |
| | | % del total | 92,3% | 73,5% | 60,0% | 63,2% | 70,9% |
| Total | | Recuento | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 |
| | | % del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

En la tabla N°3 se observa que de la población encuestada el 70,9% NO conoce el desempeño profesional de un fisioterapeuta dentro de un laboratorio versus un 29,1% que SI conoce. Los datos reflejan que el nivel de conocimiento es BAJO a comparación del desconocimiento que es ALTO.

(Fuente: Elaboración propia.)

Tabla 3

Conocimiento de herramientas tecnológicas para el análisis de la marcha.

| | | | AÑO DE FORMACIÓN | | | | Total |
|---|----|-------------|------------------|-------------|------------|------------|-------|
| | | | Primer año | segundo año | Tercer año | Cuarto año | |
| ¿Conoce de otras herramientas tecnológicas que analicen la marcha humana? | SI | Recuento | 1 | 7 | 14 | 18 | 40 |
| | | % del total | 3,8% | 14,3% | 40,0% | 47,4% | 27,0% |
| | NO | Recuento | 25 | 42 | 21 | 20 | 108 |
| | | % del total | 96,2% | 85,7% | 60,0% | 52,6% | 73,0% |
| Total | | Recuento | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 |

| | | | | | |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| % del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|

La tabla N°4 refleja que el 27,0% (40) de la población encuestada tienen un nivel de conocimiento BAJO sobre herramientas para el análisis de la marcha, un 73,0% (108) tiene un nivel ALTO de desconocimiento; sin embargo, los alumnos del tercer y cuarto año presentan un nivel MEDIO.

(Fuente: Elaboración propia.)

Tabla 4

Elaboración de trabajos de investigación dentro de un laboratorio de marcha

| | | | AÑO DE FORMACIÓN | | | | Total |
|--|----|-------------|------------------|-------------|------------|------------|--------|
| | | | Primer año | Segundo año | Tercer año | Cuarto año | |
| En un futuro con la implementación de un laboratorio de análisis de marcha dentro de la facultad de tecnología médica, considera usted: ¿Qué será de su uso para realizar trabajos de investigación? | SI | Recuento | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 |
| | | % del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| | | Recuento | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 |
| Total | | % del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

En la tabla N° 5 podemos observar que de los encuestados el 100% considera que podrá realizar diversos tipos de investigaciones en el laboratorio de marcha. El resultado muestra un nivel de opinión BUENA.

(Fuente: Elaboración propia.)

Tabla 5

Calidad en el nivel académico universitario como consecuencia de la implementación de un laboratorio de marcha.

| | | | AÑO DE FORMACIÓN | | | | Total |
|--|----|-------------|------------------|-------------|------------|------------|-------|
| | | | Primer año | segundo año | Tercer año | Cuarto año | |
| ¿Cree usted que la universidad elevará su excelencia | SI | Recuento | 26 | 48 | 35 | 38 | 147 |
| | | % del total | 100,0% | 98,0% | 100,0% | 100,0% | 99,3% |
| | NO | | | | | | |

| | | | | | | |
|--|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| académica con la implementación de laboratorio de marcha para la formación de profesionales en terapia física? | Recuento | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| | % del total | 0,0% | 2,0% | 0,0% | 0,0% | 0,7% |
| Total | Recuento | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 |
| | % del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

En la tabla N°6 se puede apreciar que del total de la población encuestada solo el 0,7% equivalente a 1 alumno, opina que la universidad NO elevará su nivel académico con la implementación de un laboratorio de marcha, mientras que el 99,3% que equivale al total de la población menos 1, opina que SI habrá un cambio positivo en la formación académica de los profesionales de terapia física. Se refleja también que la opinión de la población es BUENA casi en su totalidad.

(fuente: elaboración propia.)

Tabla 6

Sistemas de valoración para la marcha humana y su importancia

| | | | AÑO DE FORMACIÓN | | | | Total |
|--|----|--------------------|------------------|-------------|------------|------------|--------|
| | | | Primer año | segundo año | Tercer año | Cuarto año | |
| ¿Cree usted que, en la evaluación de la locomoción humana de pacientes, es irrelevante el empleo de un laboratorio de marcha, ya que existen otros métodos para su valoración? | SI | Recuento | 3 | 4 | 5 | 2 | 14 |
| | | % dentro del total | 11,5% | 8,2% | 14,3% | 5,3% | 9,5% |
| | NO | Recuento | 23 | 45 | 30 | 36 | 134 |
| | | % dentro del total | 88,5% | 91,8% | 85,7% | 94,7% | 90,5% |
| Total | | Recuento | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 |
| | | % del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Se puede apreciar en la Tabla N°7, que el 90,5% de alumnos encuestados considera que NO es irrelevante el empleo de un laboratorio de marcha para la evaluación en pacientes, mientras que un 9,5% no lo considera importante ya que existen otros métodos de valoración. El nivel de opinión BUENO es superior.

(Fuente: Elaboración propia.)

Tabla 7

Inversión de un laboratorio de marcha dentro de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

| | | | AÑO DE FORMACIÓN | | | | Total |
|--|----|-------------|------------------|-------------|------------|------------|--------|
| | | | Primer año | segundo año | Tercer año | Cuarto año | |
| ¿Considera usted que la universidad debería invertir en la implementación de un laboratorio de análisis de marcha? | SI | Recuento | 26 | 48 | 35 | 37 | 146 |
| | | % del total | 100,0% | 98,0% | 100,0% | 97,4% | 98,6% |
| | NO | Recuento | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| | | % del total | 0,0% | 2,0% | 0,0% | 2,6% | 1,4% |
| Total | | Recuento | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 |
| | | % del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

Se observa en la tabla N°8, con respecto a que, si la universidad debería invertir en la implementación de un laboratorio de marcha, el 98,6% de la población encuesta opina que SI, lo cual se interpreta como una opinión de nivel BUENO; mientras que el 1,4% indica que NO se debe invertir en un laboratorio de marcha. (Fuente: Elaboración propia)

Tabla 8

Evaluación fisioterapéutica dentro de un laboratorio de marcha, opinión.

| | | | AÑO DE FORMACIÓN | | | | Total |
|--|----|--------------------|------------------|-------------|------------|------------|--------|
| | | | Primer año | segundo año | Tercer año | Cuarto año | |
| ¿Cómo parte del proceso de evaluación fisioterapéutica, usted recomendaría a los pacientes asistir a un laboratorio de análisis de marcha para que puedan ser atendidos y obtengan diagnóstico según lo requieran? | SI | Recuento | 26 | 47 | 35 | 38 | 146 |
| | | % dentro del total | 100,0% | 95,9% | 100,0% | 100,0% | 98,6% |
| | NO | Recuento | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| | | % dentro del total | 0,0% | 4,1% | 0,0% | 0,0% | 1,4% |
| Total | | Recuento | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 |
| | | % dentro del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

En la tabla N°9 se puede observar de la población total encuestada, el 98,6% opina que, SI recomendaría a sus pacientes asistir a un laboratorio de marcha para una evaluación fisioterapéutica, mientras que el 1,4% NO lo considera recomendable.

Tabla 9

Existencia del laboratorio de marcha, grado de conocimiento.

| | | | AÑO DE FORMACIÓN | | | | Total |
|--|----|--------------------|------------------|---------|--------|--------|--------|
| | | | Primer | segundo | Tercer | Cuarto | |
| | | | año | año | año | año | |
| ¿Sabía usted que en el Perú existen dos laboratorios de análisis de marcha, ubicados en la ciudad de Lima? | SI | Recuento | 8 | 11 | 7 | 8 | 34 |
| | | % dentro del total | 30,8% | 22,4% | 20,0% | 21,1% | 23,0% |
| | NO | Recuento | 18 | 38 | 28 | 30 | 114 |
| | | % dentro del total | 69,2% | 77,6% | 80,0% | 78,9% | 77,0% |
| Total | | Recuento | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 |
| | | % dentro del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

En la tabla N°10 se observa que, el 23,0% de la población encuestada SI conoce que en la ciudad de Lima existen dos laboratorios de marcha (nivel BAJO); mientras que el 77,0% refiere que NO conoce del tema en cuestión (nivel: ALTO).

(Fuente: Elaboración propia)

Tabla 10

Criterio del alumno frente a las competencias fisioterapéuticas con la implementación de un laboratorio de marcha

| | | | AÑO DE FORMACIÓN | | | | Total |
|--|----|--------------------|------------------|---------|--------|--------|-------|
| | | | Primer | segundo | Tercer | Cuarto | |
| | | | año | año | año | año | |
| ¿Cree usted que con la implementación de un laboratorio de análisis de marcha en la facultad, el criterio clínico del alumno con respecto a la evaluación, observación | SI | Recuento | 26 | 48 | 35 | 37 | 146 |
| | | % dentro del total | 100,0% | 98,0% | 100,0% | 97,4% | 98,6% |
| | NO | Recuento | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 |

| | | | | | | |
|---|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| e impresión diagnóstica será más precisa? | % dentro del total | 0,0% | 2,0% | 0,0% | 2,6% | 1,4% |
| | Recuento | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 |
| Total | % dentro del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

En la tabla N°11, se obtiene como resultado que, del total de la población encuestada, el 98,6% considera que con la implementación de un laboratorio de marcha su criterio será más preciso con respecto a las competencias fisioterapéuticas; mientras que 1,4% NO lo considera beneficioso para su análisis profesional.
(Fuente: Elaboración propia.)

Tabla 11

Convenios institucionales con la implementación de un laboratorio de marcha.

| | | AÑO DE FORMACIÓN | | | | Total | |
|--|----|--------------------|-------------|------------|------------|--------|--------|
| | | Primer año | segundo año | Tercer año | Cuarto año | | |
| Piensa usted, ¿Que con la implementación de un laboratorio de marcha es conveniente que la universidad realice un convenio con el IPD y comité olímpico para la evaluación de sus deportistas? | SI | Recuento | 24 | 47 | 34 | 36 | 141 |
| | | % dentro del total | 92,3% | 95,9% | 97,1% | 94,7% | 95,3% |
| | NO | Recuento | 2 | 2 | 1 | 2 | 7 |
| | | % dentro del total | 7,7% | 4,1% | 2,9% | 5,3% | 4,7% |
| Total | | Recuento | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 |
| | | % dentro del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

En la tabla N°12 se observa que, del total de alumnos encuestados, el 95,3% SI cree conveniente que con la implementación se realicen convenios institucionales a comparación de un 4,7% que NO ve factible efectuar dichos convenios.
(Fuente: Elaboración propia.)

Tabla 12

Resultados objetivos de evaluaciones fisioterapéuticas a través de herramientas tecnológicas, opinión.

| | | | AÑO DE FORMACIÓN | | | | Total |
|--|--------------------|--------------------|------------------|-------------|------------|------------|-------|
| | | | Primer año | segundo año | Tercer año | Cuarto año | |
| ¿Opina usted que las herramientas tecnológicas y elementos 3D contribuyen a un resultado más exacto en las evaluaciones? | SI | Recuento | 26 | 47 | 35 | 38 | 146 |
| | | % dentro del total | 100,0% | 95,9% | 100,0% | 100,0% | 98,6% |
| | NO | Recuento | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 |
| | | % dentro del total | 0,0% | 4,1% | 0,0% | 0,0% | 1,4% |
| Total | Recuento | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 | |
| | % dentro del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | |

En la tabla N° 13 se observa, que el 98,6% SI considera que con herramientas tecnológicas y elementos 3D se obtienen resultados más exactos; y el 1,4% opina que los instrumentos tecnológicos NO contribuyen a la adquisición objetiva de resultados más precisos.
(Fuente: Elaboración propia.)

Tabla 13

Conocimiento de beneficios de los sistemas VICON, SYSTEM MOTIO Y PLATAFORMAS DE FUERZAS

| | | | AÑO DE FORMACIÓN | | | | Total |
|---|----|--------------------|------------------|-------------|------------|------------|-------|
| | | | Primer año | segundo año | Tercer año | Cuarto año | |
| ¿Conoce usted o había escuchado antes sobre los beneficios y funcionamiento de los sistemas de análisis VICON SYSTEM, MOTION, PLATAFORMAS DE FUERZAS? | SI | Recuento | 0 | 3 | 3 | 5 | 11 |
| | | % dentro del total | 0,0% | 6,1% | 8,6% | 13,2% | 7,4% |
| | NO | Recuento | 26 | 46 | 32 | 33 | 137 |
| | | % dentro del total | 100,0% | 93,9% | 91,4% | 86,8% | 92,6% |

| | | | | | | |
|-------|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Recuento | 26 | 49 | 35 | 38 | 148 |
| Total | % dentro del total | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

En la tabla N° 14 se observa que, el 7,4% de la población encuestada SI conoce y/o ha oído con anterioridad sobre los beneficios y funcionamientos de los diversos sistemas electrónicos de análisis de la marcha humana (VICON, SYSTEM MOTION, PLATAFORMAS DE FUERAZ); el 92,6% refiere que NO, este último dato representa un nivel ALTO de desconocimiento.

(Fuente: Elaboración Propia.)

V. Discusión de resultados

El presente trabajo de investigación pretendió averiguar el grado de conocimiento sobre el laboratorio de marcha en los alumnos de terapia física de la Facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal, así como también describir los sistemas, instrumentos y equipos necesarios para su implementación.

Para el objetivo: Determinar el grado de conocimiento de los alumnos de terapia física sobre la implementación de un laboratorio de marcha en la facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal

De acuerdo con los hallazgos obtenidos se encontró que predominó un nivel bajo en todos los años de formación. Es decir que un porcentaje alto de alumnos desconocen el concepto de sistemas de análisis de la locomoción humana, cual es el funcionamiento, cual es el desempeño profesional dentro de un laboratorio. Podemos demostrar a través de los resultados de las preguntas N° 1, 2, 3 y 10 formulado a los alumnos. Corroborado por lo siguiente:

El 76,9% de la población no tienen conocimiento de que es un laboratorio de marcha, 74,3% no conoce sobre las funciones que desarrolla, un 70,9% desconoce cuál es el desempeño profesional de un fisioterapeuta dentro un laboratorio de marcha y el 77,0% indica no conocer sobre su existencia.

Para el objetivo: Conocer cuánto saben los alumnos sobre las tecnologías, requerimientos y sistemas de software que se necesitan para la implementación de un laboratorio de marcha en la facultad de Tecnología Médica de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

El bajo conocimiento de instrumentos tecnológicos que evalúan la marcha humana por parte de los alumnos de terapia física, se corrobora a través de los resultados obtenidos de las

preguntas N° 4 y 14. Donde se evidencia que sistemas como VICON, SYSTEM MOTION, equipos optoelectrónicos son desconocidos por la población.

De los 148 alumnos encuestados, 108 (73%) manifiestan no conocer otras herramientas que analicen la marcha y 137 (92,6%) no han oído sobre los beneficios de los sistemas y softwares de análisis.

Para conocer la opinión de los alumnos con respecto a los beneficios en forma general de la implementación de un laboratorio de marcha en la facultad de Tecnología Médica, se ha basado en recurrir a los resultados de las preguntas N° 5,6,12 y 13. Donde se concluye que la opinión es BUENA, es decir que consideran de forma positiva para la universidad, investigación y nivel académico.

El 100% de la población es decir la totalidad de alumnos (148), opina que en un futuro con la implementación de un laboratorio de marcha se podrá realizar trabajos de investigación. El 99,3% opina que la universidad elevará su nivel académico en la formación de profesionales, el 95,3% también cree conveniente realizar convenio con instituciones deportivas, y el 98,6% ve beneficioso para obtener resultados más exactos y objetivos.

Para conocer las opiniones con respecto a los beneficios para la formación del perfil profesional de un terapeuta físico con la implementación de un laboratorio de marcha. Se ha recurrido a interpretar los resultados hallados de las preguntas N° 7, 8, 9 y 11. Observando así que la opinión es BUENA, ya que se considera importante en el proceso de evaluación, que es conveniente la inversión, ayudará en el criterio clínico del alumno y es recomendable para los pacientes.

De los 148 alumnos encuestados, 134 consideran que no es irrelevante el empleo de un laboratorio de marcha durante el proceso de evaluación fisioterapéutica, 146 alumnos indican que, si debería haber inversión en un aula inteligente de análisis de movimiento, 146 también opinan que durante su formación profesional y su experiencia en la atención de pacientes

recomendarían el uso de un laboratorio de marcha para las evaluaciones correspondientes y 146 también opinan que el criterio clínico para la impresión diagnóstica será más precisa con el empleo del laboratorio de análisis de la locomoción humana.

Con respecto a la identificación de los factores que originan la viabilidad de adquisición de instrumentos que conforman un laboratorio de marcha, el resultado obtenido ha sido positivo ya que se ha encontrado tesis que registran datos de equipos, softwares, y herramientas tecnológicas que cumplen con la función de evaluación en procesos de la marcha humana o actividades relacionadas con el movimiento corporal.

VI. Conclusiones

- Se encontró un resultado negativo en 6 de las 8 preguntas con respecto al grado de conocimiento de los alumnos de terapia física sobre un laboratorio de marcha; los cuales fueron, concepto, funcionabilidad, desempeño profesional y ubicación.
- Países de la región como Chile, Argentina, Brasil, Colombia, México y Uruguay cuentan con un laboratorio de análisis del movimiento dentro de sus instalaciones y exigen que los alumnos de terapia física interactúen dentro de esta aula inteligente y mejoren su experiencia y razonamiento clínico, a comparación de los alumnos de Perú, donde aún se evidencia carencia en la información de herramientas tecnológicas y tridimensionales.
- Aún existe poca información nacional sobre la valoración de la marcha humana en forma objetiva y cuantificada dentro de la especialidad de terapia física, ya que solo se han encontrado tesis relacionados al tema y experiencias dentro de un laboratorio de marcha en las ramas de ingeniería biomédica y de sistemas.
- La opinión de los alumnos de terapia física es positiva y buena con respecto a los beneficios sociales, profesionales y académicos que conllevará la implementación de un laboratorio de marcha.
- A pesar de que los alumnos encuestados representan una generación que crece con la modernidad y globalización tecnológica, no significa siempre que tengan conocimiento actualizado de herramientas y/o sistemas que colaboren con el análisis del movimiento.
- Toda la población encuestada ha coincidido positivamente en que con la implementación de un laboratorio de marcha se fomentará el interés por la investigación.
- La poca información relacionada con la presente investigación, limita a la población interesada en el tema, obtener mayor conocimiento de las nuevas herramientas tecnológicas y los beneficios que estas brindan para realizar un análisis más objetivo y cuantificado.

VII. Recomendaciones

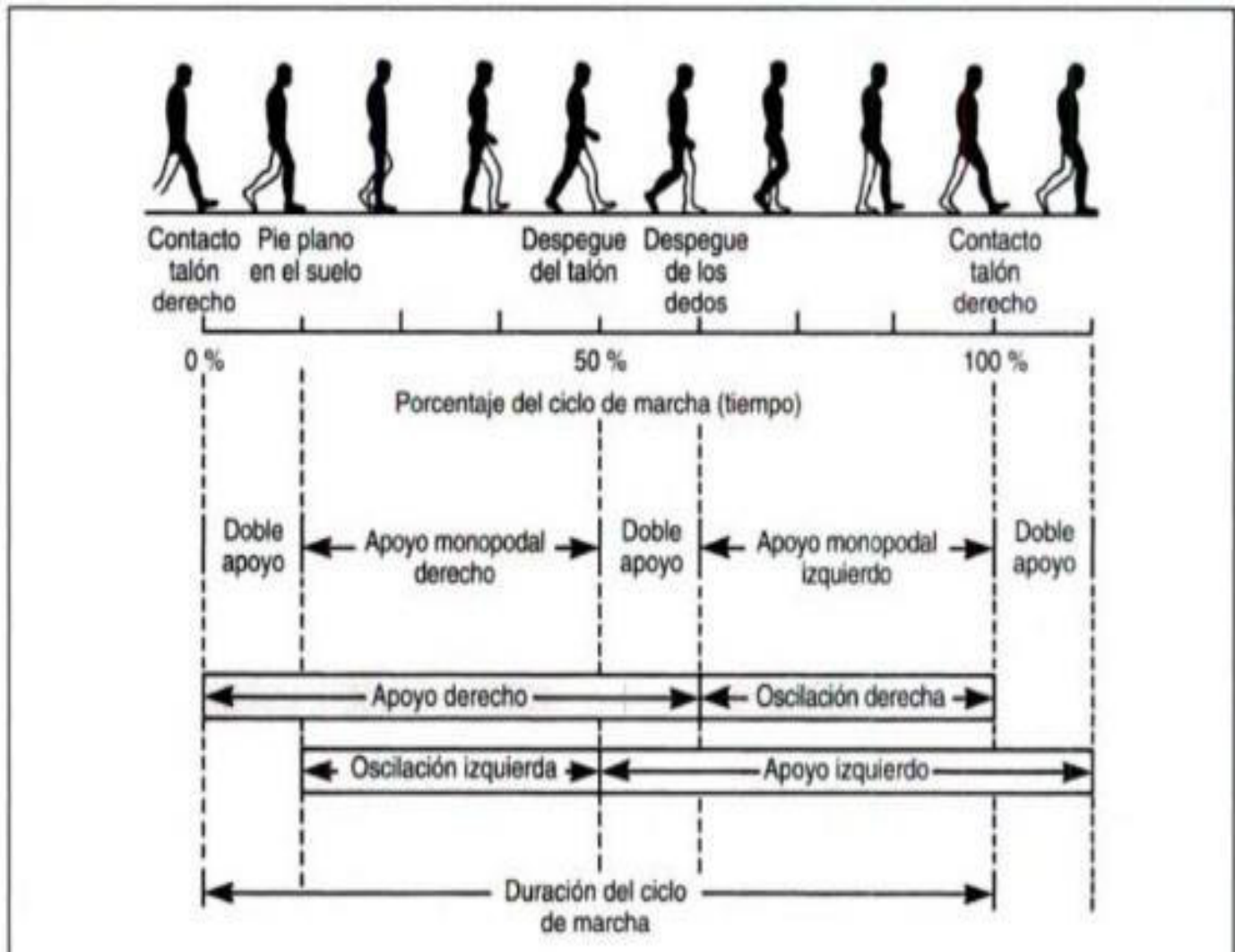
- Realizar más investigaciones a nivel local y nacional acerca de la importancia de la implementación de un laboratorio de marcha, los beneficios para los alumnos de terapia física
- La universidad debería invertir en implementar un laboratorio de marcha dentro de sus instalaciones, para que la experiencia clínica del educando compita a nivel internacional, además considerando que la opinión de los alumnos es positiva frente a la propuesta.
- Desarrollar más capacitaciones a los docentes y alumnos de terapia física y rehabilitación de la Universidad Nacional Federico Villarreal con respecto a la definición, funciones y beneficios de un laboratorio de análisis de marcha como parte de la formación de nuevos profesionales especializados.
- Como profesionales de terapia física y rehabilitación estamos en la obligación de incentivar a los nuevos profesionales (alumnos) que se forman en que conozcan de las nuevas herramientas tecnológicas que usan para el análisis biomecánico del movimiento (marcha humana).

VIII. Referencias

- Blanc, Y. (Ed.). (2002). *La marcha humana, la carrera y el salto: biomecánica, exploraciones, normas y alteraciones*. Masson.
- Cano de la Cuerda, Collado Vázquez. (Ed.). (2012). *Neurorehabilitación métodos específicos de valoración y tratamiento*. Panamericana
- Collado-Vázquez, S. (2004). *Análisis de la marcha humana con plataformas dinamométricas: influencia del transporte de carga*. Servicio de Publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid.
- Daza Lesmes, J. (2007) Evaluación clínico – funcional del movimiento. Médica Internacional.
- Éric Viel *et al.*, (2000). *La marcha humana la carrera y el salto biomecánica, exploraciones y alteraciones*. Masson.
- Fitzgerald, R. *et al.*, (2004) *Ortopedia Tomo I*. Panamericana.
- Frutos, J. B., Andrés, J. M., y Elvira, J. L. (2013). *Principios biomecánicos que intervienen en la ejecución del salto de altura*. Asociación Científico Cultural en Actividad Física y Deporte (ACCAFIDE).
- Montero, M. (2014) *Trastornos de la marcha como predictores precoces de discapacidad y fragilidad: En Dependencia en geriatría*. Salamanca.
- Ruiz, J. (2011) *Análisis del movimiento en el deporte*. Wanceulen S.L
- Sanchez – Lacuesta, J. (1993) *Biomecánica de la marcha normal y patológica*. Instituto de biomecánica de Valencia.
- Silvia Elizabeth Rodrigo. (2011) *Análisis Tridimensional de la Marcha Humana: Dinámica de la Marcha Humana*. Académica Española.
- Sharmann, S (2006) *Diagnóstico y tratamiento de las alteraciones del movimiento*. Paidotribo.
- Tolosa, I. (2013) *Lecciones de medicina Introducción al análisis de la marcha*. Universidad del Rosario.
- Viladot, A. (2000) *Lecciones básicas de biomecánica del aparato locomotor*. Springer Science & Business Media.
- Villadot, R., Cobi, O. y Clavell, S. (1991). *Ortesis y prótesis del aparato locomotor. Extremidad inferior I*. Masson.

IX. Anexos.

Anexo A: Ciclo de la marcha humana.



Anexo B: *Observación crítica del individuo al andar*

| | |
|--|---|
| (A) Actitud durante la marcha. | <p>0 = aspecto decidido, sin aprensión</p> <p>1 = centro de gravedad cabeza-brazo-tronco (CBT) un poco adelantado al despegar el talón, coordinación satisfactoria.</p> <p>2 = CBT permanentemente adelante un poco de incoordinación piernas/brazos.</p> <p>3 = CBT permanentemente por detrás del pie de apoyo, pasos muy dubitativos.</p> |
| (B) Variabilidad en la forma de andar | <p>0 = movimientos fluidos, iguales en longitud y en rapidez.</p> <p>1 = interrupción ocasional del ritmo.</p> <p>2 = ritmo imprevisible, ritmicidad alterada del balanceo de miembros superiores.</p> <p>3 = movimientos totalmente erráticos durante el desplazamiento.</p> |
| (C) Pérdidas de equilibrio importantes. | <p>0 = sin pérdidas de equilibrio importantes, desviación mínima de la rectitud admitida.</p> <p>1 = una sola desviación lateral en 30 m</p> <p>2 = dos desviaciones laterales en 30 m</p> <p>3 = tres o más desviaciones laterales en 30 m</p> |
| (D) Decisión en el contacto de talón. | <p>0 = ángulo marcado del tobillo e impacto directo</p> <p>1 = contacto del talón apenas visible</p> <p>2 = el pie se coloca directamente plano en el suelo</p> <p>3 = el antepié contacta antes que el retropié</p> |
| (E) Extensión de la cadera observable durante la deambulación. | <p>0 = extensión de la cadera visible en el momento de contacto del talón contralateral</p> <p>1 = angulación apenas visible</p> <p>2 = el muslo permanece vertical durante la fase de oscilación</p> <p>3 = la cadera permanece en flexión durante el apoyo y en el momento de contacto de talón.</p> |
| (F) Sincronía entre miembro superior y miembro inferior | <p>0 = sincronización satisfactoria</p> <p>1 = brazos y piernas asincrónicos durante el 25% de la distancia de 30m.</p> <p>2 = brazos y piernas observados fuera de fase durante el 50% de la distancia.</p> <p>3 = ausencia casi total de sincronía entre brazos y piernas.</p> |
| (G) Distancia entre los pies en el suelo (indicar izquierdo derecho) | <p>0 = el talón del pie de delante contacta con el suelo claramente por delante del antepié opuesto (de 15 a 20 cm)</p> <p>1 = el talón del pie de delante contacta con el suelo a menos de 10 cm del antepié opuesto.</p> <p>2 = el talón del pie de delante se coloca a nivel del antepié</p> <p>3 = el talón del pie de delante se coloca al lado del otro pie o por detrás de él.</p> |
| (H) Duración del doble apoyo. | <p>0 = duración breve del doble apoyo, no dubitativo.</p> |

1 = dudas perceptibles y frecuentes pero no constantes
2 = dudas constantes mucho antes de pasar de un pie de apoyo al otro.
3 = los tiempos de doble apoyo son largos erráticos como si el sujeto reflexionara antes de realizar el paso siguiente.

Resultados

Puntuación pésima ≥ 20

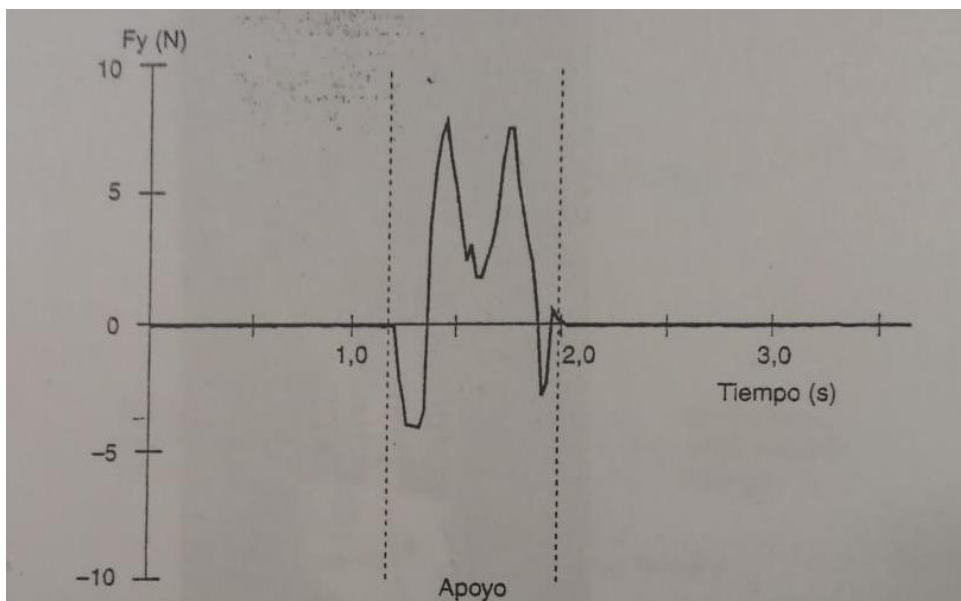
Puntuación mala = 16 a 18

Puntuación aceptable $\equiv 14$

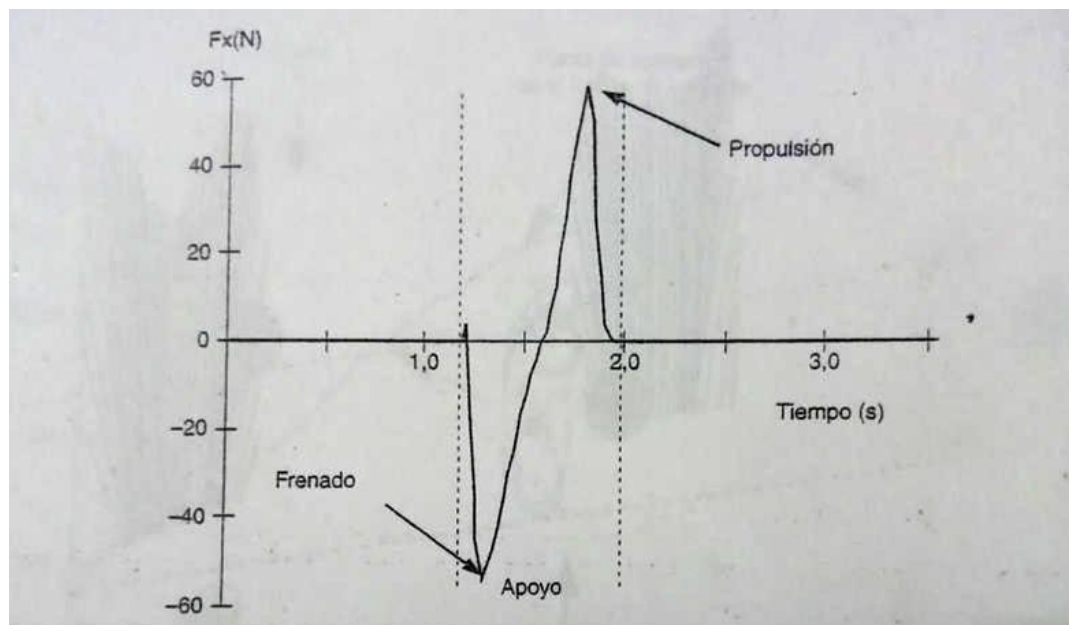
Anexo C. Tabla comparativa de los principales sistemas de análisis de movimiento.

| Tabla comparativa de los principales sistemas de análisis de movimiento. | | | | | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Sistema | ARIEL | PEAK | CODA3 | ELITE | SAGA 3 | Motion A | VICON |
| Ordenador | PC | PC | PC | PC | Mac | Sun/ PC | PC |
| Luz | Día | Día | IR | IR | IR | IR | IR |
| Marcadores | Pasivos | Pasivos | Activos | Pasivos | Pasivos | Pasivos | Pasivos |
| Frecuencia registro (hz) | 60 | 15 - 180 | 25 - 300 | 50 - 100 | 50 | 60 - 240 | 60 - 240 |
| Número de cámaras | 9 | 6 | 6 | 24 | 8 | 16 | 12 |
| Número de marcadores | 256 | 500 | 28 | Ilimitado | 64 | 400 | Ilimitado |
| Presición del sistema | 0,1 mm/3m | 0,3 mm/3m | 0,1 mm/3m | 0,3 mm/3m | 0,5 mm/1m | 0,1 mm/3m | 0,1 mm/3m |
| Resolución receptores | 720x480 | 640x480 | 181x1500 | ___ | 752x582 | 648x480 | 800x590 |

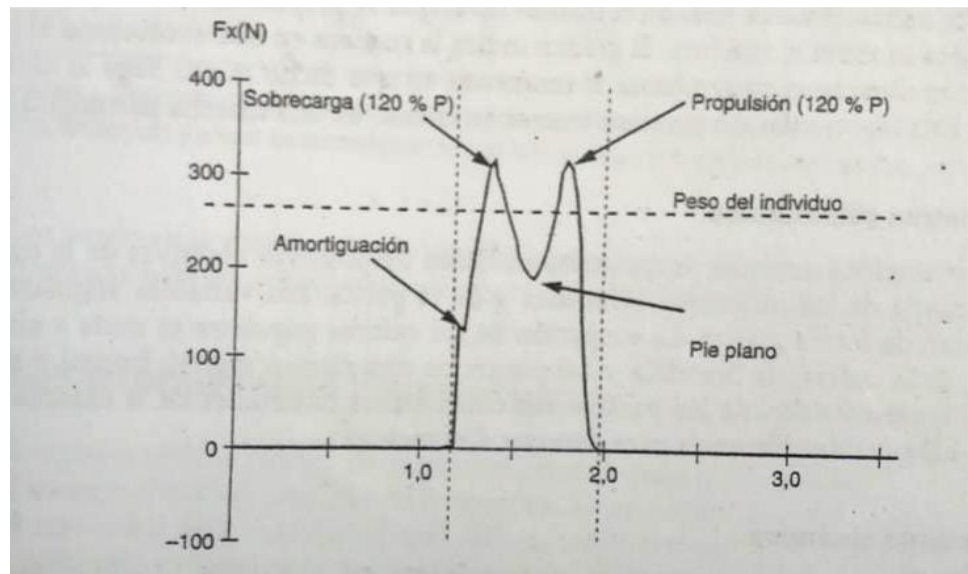
Anexo D. Parámetros espaciotemporales



Anexo E: Parámetros espaciotemporales



Anexo F: Parámetros espaciotemporales



Anexo G. Laboratorio de análisis de marcha.

Fuente: Clínica San Juan de Dios.



Anexo H. ENCUESTA

Implementación de un laboratorio de análisis de marcha

Carrera: _____ Año de formación: _____

Género: Masculino _____ Femenino _____

Responda las siguientes preguntas marcando con un aspa “X” sobre la(s) respuesta(s) que usted considere correcta.

1. ¿Sabe que es un laboratorio de marcha?

SI: _____ NO: _____

2. ¿Había escuchado usted antes de la función de un laboratorio de marcha previo a recibir la información otorgada por el ponente?

SI: _____ NO: _____

3. ¿Conoce usted sobre el trabajo de un fisioterapeuta dentro de un laboratorio de análisis de marcha?

SI: _____ NO: _____

4. ¿Conoce de otras herramientas tecnológicas que analicen la marcha humana?

SI: _____ NO: _____

5. En un futuro con la implementación de un laboratorio de análisis de marcha dentro de la facultad de tecnología médica, considera usted: ¿Qué será de su uso para realizar trabajos de investigación?

SI: _____ NO: _____

6. ¿Cree usted que la universidad elevará su excelencia académica con la implementación de laboratorio de marcha para la formación de profesionales en terapia física?

SI: _____ NO: _____

7. ¿Cree usted que, en la evaluación de la locomoción humana de pacientes, es irrelevante el empleo de un laboratorio de marcha, ya que existen otros métodos para su valoración?

SI: _____ NO: _____

8. ¿Considera usted que debería la universidad invertir en la implementación de un laboratorio de análisis de marcha?

SI: _____ NO: _____

9. ¿Cómo parte del proceso de evaluación fisioterapéutica, usted recomendaría a los pacientes asistir a un laboratorio de análisis de marcha para que puedan ser atendidos y obtengan diagnóstico según lo requieran?

SI: _____ NO: _____

10. ¿Sabía usted que en el Perú existen dos laboratorios de análisis de marcha, ubicados en la ciudad de Lima?

SI: _____ NO: _____

11 ¿Cree usted que, con la implementación de un laboratorio de análisis de marcha en la facultad, el criterio clínico del alumno con respecto a la evaluación, observación e impresión diagnóstica será más precisa?

SI: _____ NO: _____

12. Piensa usted, ¿Que con la implementación de un laboratorio de marcha es conveniente que la universidad realice un convenio con el IPD y comité olímpico para la evaluación de sus deportistas?

SI: _____ NO: _____

13. Opina usted, ¿que las herramientas tecnológicas y elementos 3D contribuyen a un resultado más exacto en las evaluaciones?

SI: _____ NO: _____

14. ¿Conoce usted o había escuchado antes sobre los beneficios y funcionamiento de los sistemas de análisis VICON SYSTEM, MOTION, PLATAFORMAS DE FUERZAS?

SI: _____ NO: _____