



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú. Decana de América

Facultad de Medicina

Escuela Profesional de Tecnología Médica

**Medición de parámetros de flujo de líquido
cefalorraquídeo mediante resonancia magnética en
pacientes que acuden a un Instituto, Lima, 2021**

TESIS

Para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología
Médica en el área de Radiología

AUTOR

Segundo Abraham DÍAZ DÍAZ

ASESOR

Lic. Luis Frank BERNAL QUISPE

Lima, Perú

2022



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Díaz S. Medición de parámetros de flujo de líquido cefalorraquídeo mediante resonancia magnética en pacientes que acuden a un Instituto, Lima, 2021 [Tesis de pregrado]. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Escuela Profesional de Tecnología Médica; 2022.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Segundo Abraham, Díaz Díaz
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	73032498
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Luis Frank, Bernal Quispe
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	10143918
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-4955-646X
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Carmen Cecilia, Muñoz Barabino
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	07194769
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Isna Liz, Larico Pampamallco
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40173744
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Victor Manuel, Bernal Gonzales
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	41606896
Datos de investigación	
Línea de investigación	A.1.3.1. Salud Pública

Grupo de investigación	No aplica
Agencia de financiamiento	Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Vicerrectorado de Investigación y Posgrado. Programa de Promoción de Tesis de Pregrado. E18030044-PTPGRADO.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Lima Provincia: Lima Distrito: Cercado de Lima Latitud: -12.045567 Longitud: -77.0161086
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2021-2022
URL de disciplinas OCDE	Radiología, Medicina nuclear, Imágenes médicas https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#3.02.12



Universidad Nacional Mayor de San Marcos

Universidad del Perú, Decana de América

Facultad de Medicina

Escuela Profesional de Tecnología Médica

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"



Firmado digitalmente por FERNANDEZ GIUSTI VDA DE PELLA Alicia Jesus FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 08.07.2022 18:41:29 -05:00

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



Firmado digitalmente por SANDOVAL VEGAS Miguel Hernan FAU 20148092282 soft
Motivo: Soy el autor del documento
Fecha: 18.07.2022 18:27:58 -05:00

Conforme a lo estipulado en el Art. 113 inciso C del Estatuto de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (R.R. No. 03013-R-16) y Art. 45.2 de la Ley Universitaria 30220. El Jurado de Sustentación de Tesis nombrado por la Dirección de la Escuela Profesional de Tecnología Médica, conformado por los siguientes docentes:

Presidente: Dra. Carmen Cecilia Muñoz Barabino
Miembros: Mg. Isna Liz Larico Pampamallco
Mg. Víctor Manuel Bernal Gonzales
Asesor(a): Lic. Luis Frank Bernal Quispe

Se reunieron en la ciudad de Lima, el día 07 de julio del 2022, siendo las 11:00 horas, procediendo a evaluar la Sustentación de Tesis, titulado "**Medición de parámetros de flujo de líquido cefalorraquídeo mediante resonancia magnética en pacientes que acuden a un Instituto, Lima, 2021**", para optar el Título Profesional de Licenciado en Tecnología Médica en el Área de Radiología del señor:

SEGUNDO ABRAHAM DÍAZ DÍAZ

Habiendo obtenido el calificativo de:

15
(En números)

Quince
(En letras)

Que corresponde a la mención de: Bueno

Quedando conforme con lo antes expuesto, se disponen a firmar la presente Acta.

Presidente

Dra. Carmen Cecilia Muñoz Barabino
D.N.I: 07194769

Miembro

Mg. Isna Liz Larico Pampamallco
D.N.I: 140173744

Miembro

Mg. Víctor Manuel Bernal Gonzales
D.N.I: 41606896

Asesor(a) de Tesis

Lic. Luis Frank Bernal Quispe
D.N.I: 10143918

Datos de plataforma virtual institucional del acto de sustentación:

<https://us02web.zoom.us/j/83229833339?pwd=fyFA9eKK1yeWIZX9oZoH9B9VQP22eP.1T>

Av. Grau N° 755. Apartado Postal 529 – Lima 100 – Perú.

Central (511) 619-7000 - IP 4609. Email: eptecnologiamed.medicina@unmsm.edu.pe

Portal Web: <http://medicina.unmsm.edu.pe>

Dedicatoria

A mi querida madre quien siempre me apoyó a pesar de las dificultades económicas, a mis hermanos porque siempre estuvieron ahí apoyándome, a mis amigos más cercanos los cuales también me ayudaron a superar cada etapa y hoy poder llegar a este nivel.

Agradecimientos

A Dios, la fuente de todo conocimiento y quien cada día me da las fuerzas para seguir cumpliendo cada reto.

A mi familia (mi querida madre y mis hermanos) por apoyarme en todo mi proceso de formación universitaria y en la realización de este trabajo.

A los profesores del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas, en especial al Lic. Norvind Gamboa y Lic. Juan Chacaltana quienes me apoyaron en la recolección de datos.

A todos los docentes sanmarquinos que me brindaron su tiempo y esfuerzo para poder concluir mi tesis, en especial a la Dra. Cecilia Muñoz Barabino.

A mis amigos, colegas actualmente, y también amigos que se fueron sumando en el transcurso de cada etapa y me apoyaron en la realización de este trabajo de investigación.

A mi querida casa de estudios por permitir forjarme como profesional y poder cumplir uno de mis sueños.

ÍNDICE

LISTA DE TABLAS.....	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
CAPÍTULO I	1
Introducción.....	1
1.1 Descripción de los antecedentes.....	2
1.3 Objetivos	6
1.3.1 Objetivo general	6
1.3.2 Objetivos específicos	7
1.4 Bases teóricas	7
1.4.1 Base teórica	7
1.4.3 Formulación de hipótesis	15
CAPITULO II	16
Métodos	16
2.1 Diseño metodológico	18
2.1.1 Tipo de investigación.....	18
2.1.2 Diseño	18
2.1.3 Población.....	18
2.1.4 Muestra y muestreo	18
2.1.5 Variables	19
2.1.6 Técnica e instrumento de recolección de datos	19
2.1.7 Procedimiento y análisis de datos.....	21
2.1.8 Consideraciones éticas.....	21
CAPÍTULO III.....	22
Resultados	22
CAPÍTULO IV	33
Discusión	33
CAPÍTULO V	36

Conclusiones y recomendaciones	36
Referencias bibliográficas	38
ANEXOS	42
Anexo 1: Instrumento	42
Anexo 2: Consentimiento informado	43
Anexo 3: Solicitud de permiso (trámite virtual)	44
Anexo 4: Certificado de aprobación CIEI INCN	45
Anexo 5: Operacionalización de las variables	46
Anexo 6: Presentación de la Imagen de la secuencia en contraste de fase	48
ANEXO 7: Representación de la colocación del ROI	48
Anexo 8: Gráfica de flujo (ml/s) – tiempo (s).....	49
Anexo 9: Parámetros de adquisición	50
Anexo 10: Base de datos.....	51
Anexo 11: Reporte de control del resonador magnético	53

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Distribución porcentual de los pacientes según el Sexo	31
Tabla 2: Distribución porcentual de los pacientes según la Edad	31
Tabla 3: Distribución porcentual de los pacientes según el Volumen Sistólico del LCR	32
Tabla 4: Distribución porcentual de los pacientes según el Volumen del flujo hacia adelante del LCR	32
Tabla 5: Distribución porcentual de los pacientes según el Volumen del flujo inverso del LCR	33
Tabla 6: Distribución porcentual de los pacientes según la Fracción regurgitante del LCR	33
Tabla 7: Distribución porcentual de los pacientes según el Volumen sistólico absoluto del LCR ...	34
Tabla 8: Distribución porcentual de los pacientes según el Flujo medio del LCR	34
Tabla 9: Distribución porcentual de los pacientes según el Velocidad media del LCR	35
Tabla 10: Prueba de Normalidad: SHAPIRO WILK (tamaño de muestra =40 < 50)	36
Tabla 11: Valores de los parámetros de flujo del LCR	38

Resumen

Objetivo: Medir los parámetros de flujo de líquido cefalorraquídeo mediante la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética en los pacientes que acuden al Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas.

Metodología: El estudio es de tipo observacional, cuantitativo, de corte transversal con diseño descriptivo, no probabilístico por conveniencia. El tamaño de la muestra fue de 40 pacientes con indicación de resonancia magnética de cerebro que no evidenciaron lesión neurológica alguna.

Resultados: Las medidas encontradas en términos de media para distribución normal (p -valor > 0.05) y mediana para distribución no normal (p -valor < 0.05) fueron, Volumen sistólico en varones = 0.008 ml/min ($p = 0.171$), Volumen sistólico en mujeres = 0.006 ml/min ($p = 0.0211$), volumen de flujo hacia adelante en varones = 0.053 ml/min ($p = 0.078$), volumen de flujo hacia adelante en mujeres = 0.028 ml/min ($p = 0.000$), volumen de flujo inverso en varones = 0.061 ml/min ($p = 0.068$), volumen de flujo inverso en mujeres = 0.035 ml/min ($p = 0.038$), fracción regurgitante en varones = 86.250 % ($p = 0.000$), fracción regurgitante en mujeres = 77.550 % ($p = 0.000$), volumen sistólico absoluto en varones = 0.113 ml/min ($p = 0.075$), volumen sistólico absoluto en mujeres = 0.061 ml/min ($p = 0.010$), flujo medio en varones = 0.009 ml/s ($p = 0.410$), flujo medio en mujeres = 0.008 ml/s ($p = 0.151$), velocidad media en varones = -0.132 cm/s ($p = 0.252$) y velocidad media en mujeres = -0.116 cm/s ($p = 0.000$).

Conclusión: Los parámetros de flujo de líquido cefalorraquídeo mediante la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética fueron normales.

Palabras clave: Resonancia magnética, secuencia, líquido cefalorraquídeo (DeCs).

Abstract

Objective: To measure the flow parameters of cerebrospinal fluid by magnetic resonance phase contrast sequence in patients attending the National Institute of Neurological Sciences.

Methodology: The study is an observational, quantitative, cross-sectional, descriptive, non-probabilistic design by convenience. The sample size was 40 patients with indication of brain magnetic resonance imaging who did not show any neurological lesion.

Results: The measurements found in terms of mean for normal distribution (p -value > 0.05) and median for non-normal distribution (p -value < 0.05) were, Stroke volume in men = 0.008 ml/min ($p = 0.171$), Stroke volume in female = 0.006 mL/min ($p = 0.0211$), male forward flow volume = 0.053 mL/min ($p = 0.078$), female forward flow volume = 0.028 mL/min ($p = 0.000$), male forward flow volume = 0.028 mL /min ($p = 0.000$), male reverse flow = 0.061 mL/min ($p = 0.068$), female reverse flow volume = 0.035 mL/min ($p = 0.038$), male regurgitant fraction = 86.250% ($p = 0.000$), female regurgitant fraction = 77.550% ($p = 0.000$), male absolute stroke volume = 0.113 mL/min ($p = 0.075$), female absolute stroke volume = 0.061 mL/min ($p = 0.010$), male mean flow = 0.009 mL/s ($p = 0.410$), mean flow in women = 0.008 ml/s ($p = 0.151$), mean velocity in men = -0.132 cm/s ($p = 0.252$) and mean velocity in women = -0.116 cm/s ($p = 0.000$).

Conclusion: cerebrospinal fluid flow parameters by MRI phase-contrast sequence were normal.

Key Words: MRI, sequence, cerebrospinal fluid (DeCs).

CAPÍTULO I
Introducción

1.1 Descripción de los antecedentes

Existen enfermedades que afectan a la humanidad, la cual ha llevado a científicos e investigadores por encontrar técnicas que no solo traten la enfermedad, sino que ayuden al diagnóstico y/o pronóstico temprano. La gran parte de los métodos utilizados en sus inicios eran invasivos, los cuales generaban pánico en las personas entre otras consecuencias. Es por ello que, la captación y análisis de información obtenida mediante imágenes biomédicas, actualmente es muy usada como herramienta para detectar diversas patologías que se presentan en el ser humano; alcanzando un impacto mayor en el sector salud, y mayor importancia en neuroradiología (1).

Diversos estudios en el mundo resaltan la importancia de la resonancia magnética como método de diagnóstico no invasivo, en el estudio del líquido cefalorraquídeo, por ejemplo, gracias a la incorporación de nuevas secuencias, actualmente no solo se enfoca en dar información cualitativa, sino también cuantitativa. Ahmad, N., Salama, D. & Al-Haggar, M. (2021). Egipto. En su estudio titulado “Flujometría del líquido cefalorraquídeo por resonancia magnética en la evaluación de diferentes enfermedades neurológicas” tuvo como objetivo evaluar la utilidad de la flujometría de LCR por resonancia magnética para el diagnóstico de diferentes enfermedades neurológicas que causan anomalías en el flujo del LCR. Este estudio fue de tipo prospectivo e incluyó a 39 casos, 26 mujeres y 13 hombres, sus edades oscilaron entre 1 y 65 años, los cuales basándose en su historia clínica y la resonancia magnética convencional se subdividieron en cinco subgrupos; hidrocefalia de presión normal, hidrocefalia, hipertensión intracraneal idiopática, atrofia cerebral y malformación de Chiari tipo I. En sus resultados encontraron que los valores para pacientes con hidrocefalia de presión normal, malformación de Chiari e hidrocefalia, fueron más altos en comparación al grupo control. Por otro lado, los pacientes con atrofia cerebral mostraron valores más bajos. Al final concluyeron que la resonancia magnética proporciona un método fácil, preciso y no invasivo para el diagnóstico de diferentes enfermedades neurológicas que causan anomalías en el flujo del LCR (5).

Otro estudio realizado por Thomas Sartoretti y col. (2019). Suiza. Titulado “Dependencias del sexo y la edad en los parámetros de la dinámica del líquido cefalorraquídeo acueductal en sujetos sanos”. Tuvo como objetivo evaluar la influencia de la edad y el sexo en 10 parámetros de dinámica de flujo del líquido cefalorraquídeo medidos mediante la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética dentro del acueducto de Silvio a nivel del surco intercolicular. Este estudio prospectivo, incluyó a 128 sujetos sanos (66 mujeres y 62 varones). En sus resultados encontraron que los parámetros volumen sistólico, volumen de flujo hacia adelante, volumen de flujo inverso, volumen sistólico absoluto y flujo medio, están influenciados por el sexo y la edad; en cambio, los parámetros fracción regurgitante y velocidad media no están influenciados. Por lo tanto, concluyeron que, para establecimiento de valores de referencia confiables para uso clínico en estudios futuros, se debe considerar e incorporar el impacto del sexo y la edad (6).

Asimismo, Forner Giner y Col. (2014). España. Realizaron la investigación: “Estudio cuantitativo del flujo de líquido cefalorraquídeo mediante la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética: Método para identificar a los pacientes con hidrocefalia a presión normal”. Tuvo como objetivo valorar si la secuencia en contraste de fase por resonancia es herramienta útil en el diagnóstico de la hidrocefalia a presión normal, así como su diferenciación con otras afecciones neurológicas muy similares clínicamente. Estudio prospectivo e incluyó a 108 sujetos, de los cuales 61 eran sanos control, y 47 pacientes; 19 de ellos clasificados en el grupo de pacientes con enfermedad cerebrovascular isquémica y 28 pacientes dentro del grupo de hidrocefalia a presión normal. En los resultados se obtuvieron que los parámetros de la velocidad máxima diastólica, el flujo promedio y el volumen por ciclo mostraron diferencias significativas para separar a los pacientes con hidrocefalia a presión normal y con enfermedad cerebrovascular isquémica. Por lo tanto, concluyeron que la secuencia en contraste de fase por resonancia es muy útil para el diagnóstico precoz de los pacientes con hidrocefalia a presión normal.

En otro estudio realizado por Gorucu Y, Albayram S, Balci B, Hasiloglu ZI, Yenigul K, Yargic F y col. (2011). Turquía. Titulado “Dinámica del flujo del líquido cefalorraquídeo en pacientes con esclerosis múltiple: un estudio de resonancia magnética de contraste de fase”, tuvo como objetivo determinar si la dinámica del flujo de LCR se ve afectada en pacientes con esclerosis múltiple. El estudio de tipo prospectivo analizó a 40 pacientes con esclerosis múltiple y 40 controles sanos. En sus resultados encontraron volúmenes de flujo de LCR ($p=0,015$) y volumen sistólico ($p=0,010$) significativamente más altos en los pacientes con esclerosis múltiple en comparación con los controles. Concluyeron que los valores de los parámetros de flujo para pacientes con esclerosis múltiple eran significativamente más altos, debido a una dilatación ventricular (15).

Antecedentes previos en países de América respecto a medir y/o establecer parámetros de flujo normales del líquido cefalorraquídeo mediante la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética, son escasos, por lo que no existen tablas o guías de referencia para determinados valores.

En el Perú, la carga de enfermedad neurológica hasta el 2015 fue de 10%, siendo las principales causas: la migraña, enfermedad cerebrovascular, encefalopatía neonatal, enfermedad de Alzheimer y otras demencias. La carga de enfermedad valora el impacto que producen las enfermedades en una población integrando mortalidad y discapacidad en un solo indicador. Por lo tanto, teniendo en cuenta estos conceptos, podemos mencionar que estas enfermedades representan una causa importante de discapacidad aplicando al aumento de la esperanza de vida de la población entre otros factores (2). Es por ello que, como medida prioritaria a tomar para prevenir y luego tratar estas causas, la resonancia magnética al poder medir los pequeños cambios en el flujo sanguíneo que ocurren con la actividad del cerebro, puede utilizarse para examinar su anatomía funcional (determinando las partes del cerebro que están

manejando funciones críticas), evaluar los efectos del derrame u otras enfermedades o guiar el tratamiento cerebral.

En el Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas, desde que se abrió el servicio de resonancia hasta la actualidad, los exámenes realizados han aumentado considerablemente. Teniendo en cuenta que en el año 2014 se realizaron 4386 resonancias del sistema nervioso central y periférico (3), a comparación del año 2018 que se realizaron 12152 exámenes de resonancia magnética del sistema nervioso central y periférico (4). Hoy en día la resonancia magnética adquiere gran utilidad, puesto que tiene la ventaja de ser un método de diagnóstico no invasivo, por lo que se ha ido renovando e implementando de nuevas técnicas y/o secuencias de adquisición. Una de las técnicas y/o secuencias de neuroimagen implementadas en resonancia magnética es la secuencia en contraste de fase, la cual permite evaluar no solo al tejido cerebral, sino que también proporciona información cualitativa y cuantitativa de los fluidos en movimiento que están en el cerebro (sangre y líquido cefalorraquídeo). El estudio del flujo del líquido cefalorraquídeo, es una de sus principales aplicaciones, lo cual, si conociéramos los valores de normalidad, contribuiría en el diagnóstico de patologías que involucren alteraciones en el mismo. A pesar de la gran importancia y múltiples aplicaciones que se le podría dar si contáramos con estos registros, en nuestro país ninguna institución tiene registrado dichos valores, por lo que se opta no realizar la secuencia, desaprovechándose la oportunidad de poder contribuir con la salud de nuestros pacientes.

1.2 Importancia de la investigación

Tradicionalmente, la evaluación del líquido cefalorraquídeo se basó en procedimientos invasivos; tales como la punción lumbar, aunque es muy útil para diagnóstico médico y sobre todo seguro, muchas veces podría asociarse a complicaciones como hemorragia, radiculopatía lumbar, debilidad de las extremidades inferiores y dolor de cabeza posterior a la punción lumbar (8).

Otros estudios invasivos utilizados eran la mielografía, los estudios de radioisótopos o el control de la presión intracraneal, que nos permitían obtener información importante sobre las anomalías del líquido cefalorraquídeo en diferentes trastornos del sistema nervioso central, pero muchas veces generaba incomodidad en el paciente (9).

En nuestra población, la necesidad de encontrar una medición diagnóstica alternativa que no sea invasiva es altamente deseada. Aunque en los últimos años surgieron técnicas no invasivas que permitían la evaluación del líquido cefalorraquídeo, la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética se ha convertido en una técnica fundamental; ya que nos permite describir de manera más precisa y detallada su pulsatilidad proporcionándonos información cualitativa y cuantitativa (10).

Asimismo, en el Perú hay escasos estudios que proporcionen los valores de normalidad de los parámetros de flujo de líquido cefalorraquídeo; por lo tanto, al no contar con estos valores, los profesionales no pueden identificar cuando estos se encuentran alterados y es imposible comprobarlos.

Este trabajo de investigación será de base para que se realicen otras investigaciones donde se puede correlacionar con otros valores en las diferentes patologías, pero también, estos valores obtenidos servirán para que los profesionales especialistas en salud puedan utilizarlos en el diagnóstico de las patologías relacionadas con trastorno en la circulación de líquido cefalorraquídeo u otras patologías.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Establecer los parámetros de flujo de líquido cefalorraquídeo mediante la secuencia en contraste de fase por resonancia

magnética en los pacientes que acuden al Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas.

1.3.2 Objetivos específicos

- Medir el volumen sistólico del líquido cefalorraquídeo.
- Medir el volumen de flujo hacia adelante del líquido cefalorraquídeo.
- Medir el volumen de flujo inverso del líquido cefalorraquídeo.
- Medir la fracción regurgitante del líquido cefalorraquídeo.
- Medir el volumen sistólico absoluto del líquido cefalorraquídeo.
- Medir el flujo medio del líquido cefalorraquídeo.
- Medir la velocidad media del líquido cefalorraquídeo.

1.4 Bases teóricas

1.4.1 Base teórica

Líquido cefalorraquídeo

El sistema ventricular, junto con los espacios subaracnoideos craneal y espinal, contiene líquido cefalorraquídeo (LCR). Éste es producido por los plexos coroideos que se localizan en los ventrículos laterales y tercero y cuarto ventrículos. El líquido cefalorraquídeo cuando está en condiciones normales es incoloro, contiene escasas proteínas y unas pocas células. Su volumen en el conjunto de espacios ventriculares y subaracnoideo es de alrededor de 150 ml en adultos. Se produce continuamente a un ritmo suficiente para llenar estos espacios varias veces cada día. Por esto se requiere de un mecanismo eficiente para la circulación y reabsorción en el sistema venoso a través de las vellosidades aracnoideas, que se proyectan en el interior del seno sagital superior de la duramadre (11).

El líquido cefalorraquídeo es uno de los principales elementos que contiene el cráneo y contribuye con el 10% del volumen intracraneal. Respecto a sus funciones, ejerce efecto protector tanto para el cerebro como a la médula espinal. También realiza funciones de nutrición y transporte de sustancias del metabolismo cerebral (12).

El líquido cefalorraquídeo desempeña un papel importante en el mantenimiento de la homeostasis y en el sistema de depuración del cerebro. Además, hace de amortiguador y protege de traumatismos al sistema nervioso central (13).

Flujo del líquido cefalorraquídeo

El flujo del líquido cefalorraquídeo ocurre de los ventrículos laterales al tercero por el foramen de Monro, y al cuarto por el acueducto de Silvio; de aquí, puede salir por el agujero de Magendie (medial) o por el foramen de Lushka (lateral) hacia la cisterna magna. Este movimiento ocurre de manera pulsátil impulsado por sístole cardíaca, inhalación respiratoria y, en menor proporción, por el movimiento de los cilios de células endimarias (12).

El flujo del líquido cefalorraquídeo es pulsátil y sincrónico con el ciclo cardíaco, por lo que se puede utilizar la sincronización cardíaca para aumentar la sensibilidad. La compuerta cardíaca se puede proporcionar con dos métodos diferentes: compuerta prospectiva y compuerta retrospectiva. Pero en la activación retrospectiva se obtienen resultados más precisos respecto a la activación prospectiva (14).

La presión intracraneal depende directamente del volumen de los principales componentes de la cavidad del cráneo; sangre, líquido cefalorraquídeo y tejido nervioso, pero es independiente de la presión arterial. La presión del líquido cefalorraquídeo está regulada por la respiración; baja durante la inhalación y sube en la exhalación, lo que se acentúa si la respiración es profunda (12).

La obstrucción del flujo del líquido cefalorraquídeo dentro del sistema ventricular (p. ej.; por tumores) o del espacio subaracnoideo (p. ej.; por adherencias después de un traumatismo craneal o meningitis) conduce a una elevación de la presión del líquido cefalorraquídeo que provoca dilatación de los ventrículos llevando a una hidrocefalia. Los efectos clínicos son similares a la de un tumor cerebral y consisten en cefaleas, problemas de equilibrio y trastorno mental (11).

Parámetros cuantificables del líquido cefalorraquídeo

El análisis cuantitativo del flujo de líquido cefalorraquídeo se realiza en el software de angiografía por resonancia magnética de la secuencia en contraste de fase “Q-Flow” en la estación de trabajo de resonancia magnética con imágenes de plano sagital y axial obtenidas a nivel del acueducto de Silvio (ANEXO 6). Las imágenes de la secuencia en contraste de fase se transfieren al software Q-Flow. Después de un aumento suficiente de las imágenes (que está en una relación de aumento del 400%), se coloca manualmente una región de interés comúnmente conocido como ROI (ANEXO 7). Posteriormente se obtiene gráficos de flujo – tiempo, velocidad máxima - tiempo, velocidad media - tiempo y velocidad mínima – tiempo; para un latido cardíaco (ANEXO 8) (15).

Con la excepción de velocidad máxima – tiempo, en los demás gráficos los valores positivos (diastólico) indican valores que el flujo del líquido cefalorraquídeo es caudocraneal y los valores negativos (sistólico) es indicación de flujo del líquido cefalorraquídeo craneocaudal (15).

- **VOLUMEN SISTÓLICO (ml/min):** Volumen de flujo de líquido cefalorraquídeo neto (es decir, la diferencia entre “volumen de flujo hacia adelante” y “volumen de flujo hacia atrás”. Si el flujo neto de líquido cefalorraquídeo se dirige hacia el tercer ventrículo, los valores del volumen de flujo neto se evaluarán como positivos. Por el contrario, si se dirige hacia el cuarto ventrículo, los valores del volumen de flujo neto se consideran negativos.

- **VOLUMEN DE FLUJO HACIA ADELANTE (ml/min):** Volumen de flujo de líquido cefalorraquídeo caudocraneal, sucede durante la diástole.
- **VOLUMEN DE FLUJO INVERSO (ml/min):** Volumen de flujo de líquido cefalorraquídeo craneocaudal se da en la sístole.
- **FRACCIÓN REGURGITANTE (%):** Relación entre el volumen del flujo de líquido cefalorraquídeo caudocraneal y el volumen d flujo craneocaudal.
- **VOLUMEN SISTÓLICO ABSOLUTO (ml/min):** La suma del “volumen de flujo hacia atrás” y el “volumen de flujo hacia adelante”; es decir, el volumen total del líquido cefalorraquídeo que pasa a través del acueducto de Silvio.
- **FLUJO MEDIO (ml/s):** Cantidad de líquido cefalorraquídeo expresados en mililitros por segundo.
- **VELOCIDAD MEDIA (cm/s):** Velocidad media del flujo de líquido cefalorraquídeo [si los valores son positivos (diastólico) muestran flujo de líquido cefalorraquídeo caudocraneal, si son valores negativos (sistólico) el flujo de líquido cefalorraquídeo es craneocaudal.

Acueducto de Silvio

El acueducto de Silvio es un conducto de comunicación estrecho entre el tercer y el cuarto ventrículo, tiene, además un papel fundamental en el sistema ventricular del cerebro y cuando se interrumpe puede tener algunas manifestaciones clínicas muy significativas. Este conducto tiene unos 15 mm de longitud y un área de sección transversal media en el rango de 0.2 a 1.8 mm². Se encuentra subdividido en una parte anterior, un antro y una parte posterior (21).

Imágenes en resonancia magnética

Las imágenes en resonancia magnética las podemos obtener gracias a que en los tejidos biológicos hay prevalencia de hidrógeno cuyo núcleo es de gran importancia para el estudio. Existen protones alineados en paralelo al campo

magnético externo que crean un momento magnético neto alineado o longitudinal al campo magnético externo, un pulso de radiofrecuencia con la misma frecuencia que la precesión de los protones debido a la resonancia, también, pueden transferir energía a los protones. El pulso de radiofrecuencia es el que consigue que los protones precesen sincronizados, en fase (16).

La secuencia de pulsos se describe como una sucesión temporal de pulsos de radiofrecuencia, una de las más empleadas en resonancia magnética es el denominado espín-eco. Esta, se logra enviando un pulso de radiofrecuencia de 90° para mover la magnetización al plano transversal, seguido de un pulso de refase de 180° . Cuando el pulso de 90° se detiene, las fases de los espines empiezan a cambiar debido a las variaciones locales y esta dispersión de fase resulta en un decaimiento $T2^*$. Un nuevo eco, el espín-eco, aparece mientras los espines se refasan. Un tren de pulsos de 180° causa sucesivos refases cambiando repetidamente la dirección de los espines giratorios (17).

El máximo valor del espín-eco que sigue a cada pulso de 180° constituye un punto del decaimiento exponencial que describe la relajación $T2$. Por eso, un pulso de 90° seguido por pulsos de 180° entrega una envolvente del decaimiento $T2$ en la presencia del decaimiento $T2^*$, del cual $T2$ puede ser medido. El tiempo desde el centro del pulso de 90° al centro del espín-eco se conoce como tiempo de eco; $TE/2$ es el tiempo desde el centro del pulso de 90° al centro del pulso de refase de 180° . La secuencia de pulso es aplicada múltiples veces dependiendo del tamaño de la imagen y de la relación señal - ruido requerida. El tiempo de repetición, es definido como el tiempo desde el centro del pulso de 90° hasta el centro del siguiente pulso de 90° (18).

Resonancia magnética en contraste de fase

Los avances en la resonancia magnética, específicamente en las secuencias sensibles al flujo de líquidos como la secuencia en contraste de fase adquirida con sincronización cardíaca, han permitido analizar la dinámica del líquido cefalorraquídeo a través del acueducto de Silvio de manera cuantitativa. En la actualidad, la secuencia en contraste de fase es el método más utilizado para

el análisis del líquido cefalorraquídeo y de todos los fluidos y tejidos en movimiento al interior del cuerpo, por su capacidad para medir velocidades, sin necesidad de un medio de contraste o de cualquier otro método invasivo (19).

En la práctica clínica se utilizan de forma activa múltiples aplicaciones de la secuencia en contraste de fase. Uno de los usos clínicos más comunes es en la obtención de imágenes del flujo vascular cardíaco, en el que los datos se utilizan para evaluar la gravedad de la enfermedad valvular y cuantificar la fracción de derivación. En neurología, la secuencia en contraste de fase se puede utilizar para medir el flujo del líquido cefalorraquídeo. Esta medición puede ayudar en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades como la hidrocefalia por presión normal o también se puede utilizar para evaluar la gravedad en el caso de una estenosis, como la de las malformaciones de Chiari I. En el análisis vascular, se puede usar la secuencia en contraste de fase para visualizar el flujo arterial y venoso, y esta aplicación se usa con mayor frecuencia en el cerebro (20).

Aunque han surgido técnicas alternativas no invasivas en los últimos años, la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética sigue siendo fundamental para la evaluación del líquido cefalorraquídeo, tanto cualitativa como cuantitativa. La secuencia en contraste de fase por resonancia magnética se fundamenta en un gradiente bipolar (gradiente con la misma magnitud positiva y negativa y el mismo tiempo de aplicación de ambos), que se coloca en secuencia después del pulso de radiofrecuencia y antes de la recolección de datos durante el tiempo de eco. Si el lóbulo bipolar se aplica solo en un eje, el gradiente sensibiliza la imagen al flujo en una sola dirección. Sabiendo eso, aplicar el gradiente bipolar en los tres ejes es necesario para desarrollar una secuencia sensible al flujo independiente de la dirección (9).

El principio del gradiente bipolar es desarrollar un cambio de fase de espines que se mueven con una velocidad específica a lo largo de la dirección del eje.

Los espines que se mueven en la dirección del gradiente bipolar adquieren un cambio de fase neto positivo, mientras que los giros que se mueven en la dirección opuesta al gradiente adquieren un cambio de fase neto negativo. La cantidad de cambio de flujo neto adquirido es directamente proporcional a la velocidad del flujo y al tiempo de aplicación del gradiente bipolar. Por consiguiente, es muy importante elegir un parámetro de velocidad adecuado, codificación de velocidad (VENC), que se corresponda con la magnitud y el ancho del gradiente bipolar (18).

Un parámetro crucial de cada examen de la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética es el VENC, que está directamente relacionado con las propiedades del gradiente bipolar. La magnitud $|G|$ define el rango máximo positivo ($+\pi$) y negativo ($-\pi$) de cambio de fase. Subestimar el valor de VENC (el fluido tiene una velocidad más alta de lo supuesto) conduce a un artefacto de aliasing. Por esta razón es recomendable seleccionar un VENC ligeramente por encima de la velocidad media del fluido investigado. Un valor de velocidad típico es de 10 cm / s para el líquido cefalorraquídeo que atraviesa el agujero magno y de 8 cm / s para el líquido cefalorraquídeo que atraviesa el acueducto de Silvio (9).

La secuencia en contraste de fase por resonancia magnética consta de imágenes de magnitud y fase. La imagen de magnitud representa el flujo de líquido cefalorraquídeo visualizado como una señal brillante, mientras que los tejidos estacionarios están suprimidos, mostrados como un fondo negro. La imagen de fase está codificada por desplazamiento de fase (a través del plano o en el plano), con la señal blanca y la señal negra representando flujos hacia adelante y hacia atrás, respectivamente. El flujo del líquido cefalorraquídeo pulsátil se puede mostrar en ambos tipos de imágenes, gracias a la sincronización de la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética con el ciclo cardíaco. Se debe realizar una activación prospectiva o retrospectiva para mapear los datos de flujo pulsátil sobre la acción del corazón y para aumentar la relación señal - ruido (19).

Las imágenes de la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética de alta calidad dependen del ajuste fino entre el VENC, el tiempo de repetición y la relación señal - ruido. Sensibilizar una imagen a un flujo de líquido cefalorraquídeo de 5 – 8 cm / s requiere el uso de gradientes bipolares fuertes. Por lo tanto, es fundamental seleccionar rigurosamente los parámetros de secuencia adecuados (9).

- VENC: La codificación de velocidad, es un parámetro que debe especificarse antes de aplicar la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética. El VENC expresado en cm/s, debe elegirse para abarcar velocidades más altas que probablemente se encuentren dentro de la región de interés. El parámetro VENC ajusta la fuerza de los gradientes bipolares para que la velocidad máxima seleccionada corresponda a un cambio de fase de 180° en los datos. VENC, está inversamente relacionado con el tamaño de estos gradientes. Los gradientes más grandes crean más desfase y corresponden a valores más pequeños de VENC (20).

Si el VENC seleccionado se establece demasiado alto, el rango de flujos de la imagen abarcará solo un rango de cambio de fase limitado. La relación señal - ruido de la imagen y la calidad de los datos se verán afectadas. Las pequeñas diferencias de velocidad en los estudios de flujo no serán distinguibles y los vasos con flujo lento pueden ser imposibles de ver. En cambio si el VENC se selecciona demasiado bajo, es posible que se produzca artefacto de aliasing. Por lo tanto, la estimación adecuada de VENC es fundamental. El valor medio del VENC es de 10-20 cm/s para imágenes de flujo de líquido cefalorraquídeo estándar (14).

Aplicaciones clínicas de la secuencia en contraste de fase

La secuencia en contraste de fase por resonancia magnética se usa ampliamente para evaluar la hidrodinámica del líquido cefalorraquídeo en la:

- Hidrocefalia de presión normal.

- Malformaciones de Chiari tipo I.
- Siringomielia.
- Evaluación de post - procedimientos neuroquirúrgicos.
- Evaluación de la normalización del flujo del líquido cefalorraquídeo posquirúrgico.

De esta manera, la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética no solo sería útil en el diagnóstico de trastornos del sistema nervioso central, sino también en el seguimiento clínico posterior y en el pronóstico después del tratamiento (9).

1.4.2 Definición de términos

- **Resonancia magnética:** Es útil para describir cuantitativamente los diferentes parámetros del flujo del líquido cefalorraquídeo por las diferentes secuencias que se tiene (22).

- **Región de interés:** Es el parámetro físico el cual arrojará los valores del flujo del líquido cefalorraquídeo, el cual me servirá para tener el indicador adecuado (23).

- **Líquido cefalorraquídeo:** Es el medio anatómico donde se medirán los parámetros de flujo (23).

1.4.3 Formulación de hipótesis

En distintos trabajos basados en esta investigación, no pueden ser contrastados por la diversidad de equipos y software encontrados, por lo tanto, al ser una tesis descriptiva, no amerita una prueba de hipótesis; más sí demuestro la normalidad de la variable.

CAPITULO II

Métodos

2.1 Diseño metodológico

2.1.1 Tipo de investigación

El estudio fue de tipo cuantitativo, descriptivo y de corte transversal.

2.1.2 Diseño

Es un estudio de diseño no experimental, porque la información recopilada la obtuvimos sin manipular la variable; observacional, porque se registró cada acontecimiento sin intervenir en su curso natural; y, transversal porque las variables fueron medidas en una sola ocasión, por lo que no se le hizo seguimiento a ningún paciente.

2.1.3 Población

La población de estudio estuvo constituida por todos los pacientes que acudieron al servicio de resonancia magnética del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas en situación de normalidad.

2.1.4 Muestra y muestreo

Unidad de análisis: Pacientes que no evidenciaron lesión neurológica alguna.

Tamaño Muestral: representado por 40 pacientes, que luego de haber sido evaluados por resonancia magnética no evidenciaron lesión neurológica alguna y aceptaron participar.

Tipo de muestreo: No probabilístico, por conveniencia.

2.1.4.1 Criterios de inclusión

- Pacientes que luego de realizarse la resonancia magnética de cerebro y ser previamente evaluados, no evidencien lesión neurológica alguna.
- Pacientes programados en el servicio de resonancia magnética de entre 18 a 50 años.
- Paciente que firmaron el consentimiento informado para realizarse el examen.

2.1.4.2 Criterios de exclusión

- Pacientes que luego de realizarse la resonancia magnética y ser evaluados, evidencien alguna lesión neurológica.
- Pacientes que presenten artefactos (movimiento, aliasing, etc).

2.1.5 Variables

- Variable dependiente: Parámetros de flujo del líquido cefalorraquídeo.
- Variable independiente: Edad y sexo.

2.1.6 Técnica e instrumento de recolección de datos

- **Técnica de investigación:** Para nuestro estudio se ha empleado la observación como técnica de estudio.

- **Instrumento**

Se utilizó el resonador magnético de la marca Philips, modelo Achieva de 3T, del año 2010 de fabricación con la antena de cerebro de 32 canales.

La medición de los datos fue realizada mediante un software de post procesamiento de la versión Q FLOW del año 2016.

Se elaboró una ficha de recolección de datos estructurada por dos partes:

- La primera parte estuvo constituida por datos demográficos del paciente (edad y sexo).
- La segunda parte está constituida por el valor de cada parámetro de flujo del líquido cefalorraquídeo.

- **Plan de Recolección de datos:** Se envió una solicitud de permiso para realizar la investigación al director del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas. Luego, se presentó el proyecto ante el comité institucional de ética en investigación; al obtener el certificado de aprobación emitido por el comité de ética, procedimos a la recolección de datos.

En presencia de un médico radiólogo especialista en neuroradiología se empezó a recolectar la información. Cada paciente previamente recibía la

información necesaria respecto al estudio y firmaba el consentimiento informado, posteriormente pasaba a la sala del resonador donde era ubicado en la posición supino, se hizo el correcto centrado del paciente con la antena de cerebro de 32 canales y también se le colocó un sensor de pulso periférico compatible con el resonador en el dedo índice.

La adquisición de las primeras imágenes eran secuencias generales del protocolo de cerebro (FLAIR, DIFUSIÓN, etc), luego que las imágenes iniciales eran evaluadas por el médico radiólogo y determinaba que el paciente cumplía con los requerimientos del estudio (no presentar alteraciones neurológicas) y teniendo las consideraciones de normalidad en el acueducto de Silvio, se procedía a realizar la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética con los siguientes parámetros de adquisición: VENC = 15 cm/s, FOV = 150 x 150, grosor de corte = 4 mm, matriz = 256 x 178, vóxel = 0.59 / 0.84 / 4, tiempo de repetición = 11 s, tiempo de eco = 7.1 s y un tiempo de adquisición = 5.58 min (ANEXO 9).

Se ubicó la imagen adecuada a nivel del acueducto de Silvio que colinda ventralmente con el mesencéfalo, el antro con los colículos superior e inferior y, la pars posterior se conecta con la fosa romboidal del cuarto ventrículo (ANEXO 6). Inmediatamente después, se cargó las imágenes en el software de post procesamiento de Q FLOW en el cual colocamos el ROI de un área aproximada $\pm 0.11 \text{ cm}^2$ exclusivamente en el acueducto de Silvio para evitar extenderse a las regiones circundantes; de esta manera obtuvimos cada valor de los parámetros de flujo del líquido cefalorraquídeo (ANEXO 7).

Luego de concluida la recolección, se dispuso los datos en una base de Microsoft Excel para visualizarlos, luego se les exportó al SPSS versión 24 (Statistical Package for the Social Sciences).

2.1.7 Procedimiento y análisis de datos

El análisis descriptivo de las variables de estudio (parámetros de flujo de líquido cefalorraquídeo) que arrojó el ROI, al ser de tipo cuantitativo, se usó la media y la desviación estándar por tener una distribución normal.

Para una distribución no normal se obtuvo la mediana como tendencia central y el rango intercuartil como medida de dispersión.

También se llevó a cabo la prueba de normalidad de SHAPIRO WILK y se estableció si las variables tienen una distribución normal o no normal.

2.1.8 Consideraciones éticas

Para la ejecución del presente estudio se tuvo en cuenta los principios de la bioética que se constituyen en el soporte axiológico que ha de sustentar el desarrollo de todo trabajo de investigación científica. La realización de este no presentó ningún tipo de riesgo para la salud e integridad de los pacientes. Se otorgó el formato de consentimiento informado a cada uno de los pacientes que integraron la investigación considerando los aspectos éticos universales basados en la Declaración de Helsinki, respetándose la intimidad y confidencialidad de los registros del paciente. Cada paciente participó de manera voluntaria firmando el consentimiento informado; asimismo, se obtuvo la aprobación del comité de ética.

CAPÍTULO III

Resultados

TABLA 1: Distribución porcentual de los pacientes según el Sexo

Sexo	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
F	26	65,0	65,0
M	14	35,0	100,0
Total	40	100,0	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos obtenidos, en la Tabla 1, se pudo determinar que la población estuvo conformada por 35% (n=14) de pacientes de sexo masculino y un 65% (n=26) de pacientes de sexo femenino respectivamente.

TABLA 2: Distribución porcentual de los pacientes según la Edad del paciente

Edad (años)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
[18-20]	2	5,0	5,0
[21-30]	13	32,5	37,5
[31-40]	16	40,0	77,5
[41-50]	9	22,5	100,0
Total	40	100,0	

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 2, en lo que respecta a la edad del paciente, se determinó que, el 5% (n=2) fluctúa entre los 18 a 20 años, el 32.5% (n=13) entre los 21 a 30 años, el 40% (n=16) entre los 31 a 40 años y el 22.5% (n=9) de pacientes tienen edades entre los 41 a 50 años.

TABLA 3: Distribución porcentual de los pacientes según el Volumen Sistólico del LCR

Volumen sistólico (ml/min)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
[0-0,007]	25	62,5	62,5
[0,007- 0,014]	14	35,0	97,5
[0,014- 0,021]	1	2,5	100,0
Total	40	100,0	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos obtenidos, en la Tabla 3 se observa que, del total de la población materia de estudio, 35% (n=14) presenta un volumen sistólico del LCR entre 0.007 a 0.014 ml/min, 62.5% (n=25) lo presenta entre 0.000 a 0.007, 2.5% (n=1) entre 0.014 a 0.021.

TABLA 4: Distribución porcentual de los pacientes según el Volumen de flujo hacia adelante del LCR

Volumen de flujo hacia adelante (ml/min)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
[0,013-0,049]	28	70,0	70,0
[0,049-0,086]	9	22,5	92,5
[0,086-0,122]	3	7,5	100,0
Total	40	100,0	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos, en la Tabla 4 se puede establecer que, el 70% (n= 28) de pacientes posee un volumen de flujo hacia adelante del LCR entre los 0.013 a 0.049 ml/min, el 22.5% (n=9) lo posee entre los 0.049 a 0.086, el 7.5% (n=3) entre 0.086 a 0.122.

TABLA 5: Distribución porcentual de los pacientes según el Volumen de flujo inverso del LCR

Volumen de flujo inverso (ml/min)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
[0,014-0,055]	29	72,5	72,5
[0,055-0,095]	9	22,5	95,0
[0,095-0,136]	2	5,0	100,0
Total	40	100,0	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos obtenidos, la Tabla 5 establece que 72.5 % (n=29) de pacientes presenta un volumen de flujo inverso que fluctúa entre 0.014 a 0.055 ml/min, 22.5% (n=9) lo presenta entre 0.055 a 0.095, 5% (n=2) entre 0.095 a 0.136.

TABLA 6: Distribución porcentual de los pacientes según la Fracción regurgitante del LCR

Fracción regurgitante (%)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
[57.3-71.5]	5	12,5	12,5
[71.5-85.7]	19	47,5	60,0
[85.7-99.9]	16	40,0	100,0
Total	40	100,0	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos, en la Tabla 6 se puede establecer que, el 12.5% (n= 5) de pacientes posee una fracción regurgitante del LCR entre el 57.3 a 71.5%, el 47.5% (n=19) lo posee entre un 71.5-85.7%, de igual forma el 40% (n=16) lo posee entre un 85.7 a 99.9%.

TABLA 7: Distribución porcentual de los pacientes según el Volumen sistólico absoluto del LCR

Volumen sistólico absoluto (ml/min)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
[0,027-0,104]	28	70,0	70,0
[0,104-0,181]	10	25,0	95,0
[0,181-0,258]	2	5,0	100,0
Total	40	100,0	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos obtenidos, la Tabla 7 se establece que 70 % (n=28) de pacientes presenta un volumen sistólico absoluto del LCR que fluctúa entre 0.027 a 0.104 ml/min, 25% (n=10) lo presenta entre 0.104 a 0.181, 5% (n=2) entre 0.181 a 0.258.

TABLA 8: Distribución porcentual de los pacientes según el Flujo medio del LCR

Flujo medio (ml/s)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
[0-0,007]	18	45,0	45,0
[0,007-0,015]	19	47,5	92,5
[0,015-0,022]	3	7,5	100,0
Total	40	100,0	

Fuente: Elaboración propia

De los datos obtenidos, en la Tabla 8 se evidencia que, el 45% (n= 18) de pacientes participantes posee un flujo medio del LCR entre los 0.000 a 0.007 ml/s, el 47.5% (n=19) lo posee entre los 0.007 a 0.015, 7.5% (n=3) lo posee entre los 0.015 a 0.022.

TABLA 9: Distribución porcentual de los pacientes según el Velocidad media del LCR

Velocidad media (cm/s)	Frecuencia (n)	Porcentaje (%)	Porcentaje acumulado (%)
[-1.177--0,748]	1	2,5	2,5
[-0,748,-0,318]	1	2,5	5,0
[-0,318-0,111]	38	95,0	100,0
Total	40	100,0	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los datos obtenidos, la Tabla 9 establece que solo 2.5 % (n=1) de pacientes presenta una velocidad media del LCR que fluctúa entre -1.177 a -0.748 cm/s, al igual que otro 2.5% (n=1) que lo presenta entre -0.748 a -0.318, por el contrario, el 95% (n=38) de pacientes presenta este parámetro entre -0.318 a 0.111

TABLA 10: Prueba de Normalidad: SHAPIRO WILK (tamaño de muestra =40 < 50).

		Shapiro-Wilk		
	Sexo	Estadístico	gl	p-valor
VOLUMEN SISTÓLICO (ml/min)	Masculino	,913	14	,171
	Femenino	,906	26	,021
VOLUMEN DE FLUJO HACIA ADELANTE (ml/min)	Masculino	,889	14	,078
	Femenino	,840	26	,000
VOLUMEN DE FLUJO INVERSO (ml/min)	Masculino	,885	14	,068
	Femenino	,917	26	,038
FRACCIÓN REGURGITANTE (%)	Masculino	,340	14	,000
	Femenino	,338	26	,000
VOLUMEN SISTÓLICO ABSOLUTO (ml/min)	Masculino	,888	14	,075
	Femenino	,890	26	,010
FLUJO MEDIO (ml/s)	Masculino	,939	14	,410
	Femenino	,942	26	,151
VELOCIDAD MEDIA (cm/s)	Masculino	,924	14	,252
	Femenino	,629	26	,000

Fuente: Elaboración propia

Variables con presencia de Normalidad:

Se puede observar que los Volúmenes Sistólico, de flujo hacia adelante, de flujo inverso, sistólico absoluto, Flujo Medio y la Velocidad media en pacientes hombres y, el Flujo Medio en pacientes mujeres, tienen una Distribución normal. (p-valor > 0.05)

Variables sin presencia de Normalidad:

Se puede observar que los Volúmenes Sistólico, flujo hacia Adelante, flujo inverso, Volumen Sistólico Absoluto y la Velocidad media en pacientes mujeres y Fracción Regurgitante en hombres No tienen una Distribución normal. (p-valor < 0.05)

TABLA 11: Valores de los parámetros de flujo del LCR

	VOLUMEN SISTÓLICO (ml/min)		VOLUMEN DE FLUJO HACIA ADELANTE (ml/min)		VOLUMEN DE FLUJO INVERSO (ml/min)		FRACCIÓN REGURGITANTE (%)		VOLUMEN SISTÓLICO ABSOLUTO (ml/min)		FLUJO MEDIO (ml/s)		VELOCIDAD MEDIA (cm/s)		
	Masculi	Femeni	Masculi	Femeni	Masculi	Femeni	Masculi	Femeni	Masculi	Femeni	Masculi	Femeni	Masculi	Femeni	
Media	no 0.008	no 0.007	no 0.053	no 0.031	no 0.061	no 0.037	no 141.657	no 147.377	no 0.113	no 0.067	no 0.009	no 0.008	no -0.132	no -0.162	
Mediana	0.008	0.006	0.055	0.028	0.056	0.035	86.250	77.550	0.112	0.061	0.008	0.008	-0.161	-0.116	
Moda	0.01	0.01	,02 ^a	0.01	0.03	0.02	73, 70 ^a	68.50	,04 ^a	0.03	,00 ^a	0.01	-,22 ^a	-,16 ^a	
Desv. Desviación	0.004	0.005	0.029	0.019	0.030	0.018	215.621	240.906	0.059	0.036	0.005	0.005	0.089	0.234	
Rango	0.01	0.02	0.10	0.08	0.11	0.07	27.60	39.70	0.22	0.15	0.02	0.02	0.29	1.29	
Min	0.00	0.00	0.02	0.01	0.03	0.01	61.40	57.3	0.04	0.03	0.00	0.00	-0.24	-1.18	
Max	0.01	0.02	0.12	0.09	0.14	0.08	89.0	97.0	0.26	0.18	0.02	0.02	0.05	0.11	
Percentiles	25	0.007	0.004	0.034	0.015	0.041	0.021	78.875	72.750	0.075	0.036	0.006	0.005	-0.218	-0.178
	50	0.008	0.006	0.055	0.028	0.056	0.035	86.250	77.550	0.112	0.061	0.008	0.008	-0.161	-0.116
	75	0.012	0.009	0.060	0.037	0.070	0.048	93.875	89.575	0.130	0.086	0.013	0.011	-0.053	-0.044

Fuente: Elaboración propia

Volumen Sistólico:

- El volumen sistólico en los pacientes hombres tiene una media = 0.008 ml/min.
- El volumen sistólico en las pacientes mujeres tiene una mediana = 0.006 ml/min.

Volumen de flujo hacia adelante:

- El volumen de flujo hacia adelante en los pacientes hombres tiene una media = 0.053 ml/min.
- El volumen de flujo hacia adelante en las pacientes mujeres tiene una mediana = 0.028 ml/min.

Volumen de flujo inverso:

- El volumen de flujo inverso en los pacientes hombres tiene una media = 0.061 ml/min.
- El volumen de flujo inverso en las pacientes mujeres tiene una mediana = 0.035 ml/min.

Fracción Regurgitante %:

- La fracción regurgitante en los pacientes hombres tiene una mediana = 86.25%.
- La fracción regurgitante en las pacientes mujeres tiene una mediana = 77.55%.

Volumen Sistólico Absoluto:

- El volumen sistólico absoluto en los pacientes hombres tiene una media = 0.113 ml/min.
- El volumen sistólico absoluto en las pacientes mujeres tiene una mediana = 0.061 ml/min.

Flujo medio:

- El Flujo medio en los pacientes hombres tiene una media = 0.009 ml/s.
- El Flujo medio en las pacientes mujeres tiene una media = 0.008 ml/s.

Velocidad media:

- La velocidad media en los pacientes hombres tiene una media = -0.132 cm/s.
- La velocidad media en las pacientes mujeres tiene una media = -0.116 cm/s

CAPÍTULO IV

Discusión

El uso de la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética, se ha convertido en una técnica efectiva y sensible en el diagnóstico y seguimiento de diversas enfermedades del sistema nervioso que pueden estar afectando el correcto flujo del líquido cefalorraquídeo. Sin embargo, cuando evaluamos la dinámica del flujo, no solo es necesario optimizar parámetros de la secuencia misma (resolución espacial y/o resolución temporal); sino también, debemos considerar la intensidad del resonador magnético en el cual estamos obteniendo las imágenes, puesto que la implantación de gradientes más potentes en los equipos de resonancia minimizará el problema de las arritmias en el paciente (18).

De manera general se observó en los resultados que el mayor porcentaje de pacientes estuvo conformado por mujeres y los rangos de edad más representativos fueron entre 21 a 30 y 31 a 40 años (32.5 y 40 % respectivamente); muy similar a investigaciones realizadas como el de Gorucu y col (15), que tuvo una muestra conformada por 40 personas, de los cuales el mayor porcentaje fue mujeres con un rango de edades entre 36 a 43 años. Estas variables fueron tomadas en cuenta en la interpretación de cada parámetro de flujo del líquido cefalorraquídeo.

De acuerdo a los datos obtenidos para el volumen sistólico, el 62.5 % de la población estudiada, su valor oscila en el rango de 0 a 0.007 ml/min; datos que no son significativamente diferentes a los encontrados por Sartoretti y col (6), los cuales oscilan entre 0.011 a 0.015 ml/min. Podemos apreciar que luego de realizar un promedio a todos los valores del volumen sistólico obtenidos en nuestro estudio, estos no se encuentran tan alejados de estudios anteriores. Sin embargo, esta diferencia podría estar relacionada al software de post procesamiento utilizado para cada estudio. Software post procesamiento de la versión Q FLOW para nuestro estudio y el software IntelliSpace Portal versión 8 para el estudio de Sartoretti y col.

En cuanto a los valores de volumen de flujo hacia adelante, volumen de flujo inverso y volumen sistólico absoluto encontrados para nuestro estudio oscilan entre 0.028 – 0.053 ml/min, 0.035 – 0.061 ml/min y 0.061 – 0.113 ml/min, respectivamente; dichos valores no tienen una diferencia significativa con los resultados encontrados por Sartoretti y col (6), que fluctúan en los diferentes rangos 0.038 – 0.060 ml/min, 0.028 – 0.045 ml/min y 0.067 – 0.106 ml/min,

respectivamente. Estas similitudes en cuanto a estos parámetros podrían estar relacionadas a los rangos de edad tomados en cuenta para cada estudio; un rango de edad de 18 a 50 años en nuestro estudio y 17 a 50 años de edad para el estudio de Sartoretti y col.

En cuanto a los valores de la fracción regurgitante obtenidos para nuestro estudio están entre 77.550 - 86.250 %; mientras que en el estudio realizado por Gorucu y col (15) oscilan entre 90.6 – 93.5 %. A diferencia de los parámetros anteriores, estos se encuentran una diferencia más significativa la cual podría estar asociado entre otras, con la intensidad de campo del resonador y el tipo de antena utilizados; un resonador Philips modelo Achieva de 3T con una antena de cerebro de 32 canales utilizados en nuestro estudio y, un resonador Philips modelo Achieva de 1.5T con una antena de cerebro de 8 canales en el estudio de Gorucu y col.

En cuanto a los resultados encontrados para la velocidad media en nuestro estudio están entre -0.132 a -0.116 cm/s; mientras que en investigaciones realizadas como el de Gorucu y col (15), los valores encontrados para este parámetro se encuentran entre -0.055 a -0.003 cm/s. La diferencia entre ambos resultados también es significativa, esto podría de igual forma estar asociado a la intensidad de campo, antena y, por consiguiente, los parámetros propios utilizados para la secuencia (VENC, matriz, vóxel, etc).

En cuanto a los valores del flujo medio, en nuestro estudio oscilan entre 0.008 - 0.009 ml/s; valores no muy alejados de los obtenidos en otras investigaciones como en el estudio realizado por Sartoretti y col (6), los cuales tienen resultados entre 0.012 – 0.016 ml/s. Importante resaltar que ambos estudios son muy similares en cuanto a equipos y grupo etario utilizados.

Con respecto al sexo, podemos observar que en todos los parámetros de flujo del líquido cefalorraquídeo encontramos diferencias significativas; sin embargo, esto no sucede únicamente en nuestro estudio, sino también en los diferentes antecedentes bibliográficos mencionados anteriormente. Además, cada valor de los parámetros de flujo, se encuentran más alto en el sexo masculino con respecto al sexo femenino.

CAPÍTULO V

Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- El sexo y la edad son variables que influyen en los parámetros de flujo del líquido cefalorraquídeo.
- Los valores encontrados en este trabajo, servirán para ser tomados como referencia, respecto a pacientes con alguna enfermedad que altere la dinámica del flujo del líquido cefalorraquídeo.
- Los resultados obtenidos pueden variar según la intensidad del campo magnético, modelo de antenas, versión del software, tipo de sincronización cardíaca, modalidad de colocación del ROI y del operador que realiza el post proceso.

5.2 Recomendaciones

- Se sugiere ampliar el estudio con un tamaño de muestra mayor.
- Se recomienda futuras investigaciones, seguir teniendo en cuenta el sexo y la edad para adquirir diversos valores.
- Se sugiere comparar resultados con otros métodos de sincronización cardíaca, como el electrocardiograma (EKG).
- Se sugiere comparar los resultados con procesos patológicos que afectan la dinámica de flujo del líquido cefalorraquídeo.
- Se recomienda estandarizar valores dependiendo del equipo donde se realiza estos estudios (marca, modelo, intensidad de campo, antena y software de post procesamiento utilizados).

Referencias bibliográficas

1. De La Iglesia-Vayá M, Molina-Mateo J, Escarti-Fabra MJ, Martí-Bonmatí L, Robles M, Meneu T, et al. Técnicas de análisis de posproceso en resonancia magnética para el estudio de la conectividad cerebral. *Radiología*. 2011; 53(3), 236–245.
2. Alva-Díaz C, Huerta-Rosario A, Pacheco-Barríos K, Molina RA, Navarro-Flores A, Aguirre-Quispe W, et al. Enfermedades neurológicas en el Perú: un análisis sistemático del estudio de la carga global de enfermedades. *Arq. Neuro-Psiquiatr* [Internet]. 2020 [citado junio del 2021]. Recuperado a partir de: <https://doi.org/10.1590/0004-282X20200018>
3. Centro Neuro Quirúrgico del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas. Producción del centro Neuro Quirúrgico año: 2014, MINSA. Lima, Perú. Tabla N° 3: Consolidado de exámenes de apoyo al diagnóstico.
4. Oficina de estadística e informática del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas. Boletín estadístico de actividades de salud 2018, MINSA. Lima, Perú. Cuadro N° 37: Exámenes de apoyo al diagnóstico.
5. Ahmad, N., Salama, D. & Al-Haggar, M. Flujometría MRI LCR en la evaluación de diferentes enfermedades neurológicas. *Egipto J Radiol Nucl Med* 52, 53 (2021).
6. Sartoretti T, Wyss M, Sartoretti E, Reischauer C, Hainc N, Graf N, et al. Sex and age dependencies of aqueductal cerebrospinal fluid dynamics parameters in healthy subjects. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2019, 10(JUL), 1–13.
7. Forner Giner J, Sanz-Requena R, Flórez N, Alberich-Bayarri A, García-Martí G, Ponz A, et al. Estudio cuantitativo del flujo de líquido cefalorraquídeo mediante resonancia magnética en contraste de fase: Método para identificar a los pacientes con hidrocefalia a presión normal. *Neurología*. 2014; 29(2), 68–75.
8. Di Palma C, Goulay R, Chagnot S, Martinez De Lizarrondo S, Anfray A, Salaun JP, et al. Cerebrospinal fluid flow increases from newborn to adult stages. *Developmental Neurobiology*. 2018; 78(9), 851–858.

9. Korbecki A, Zimny A, Podgórski P, Szaśiadek M, & Bladowska J. Imaging of cerebrospinal fluid flow: Fundamentals, techniques, and clinical applications of phase-contrast magnetic resonance imaging. *Polish Journal of Radiology*. 2019; 84, 240–250.
10. Sakhare AR., Barisano G, & Pa J. Assessing test–retest reliability of phase contrast MRI for measuring cerebrospinal fluid and cerebral blood flow dynamics. *Magnetic Resonance in Medicine*. 2019; 82(2), 658–670.
11. Graf von Keyserlingk D. Neuroanatomie. In *Klinische Neurologie*; 2006. p. 3–31.
12. Aguirre-espinosa AC. Dinámica del líquido cefalorraquídeo y barrera hematoencefálica. 2015; 20(1), 60–64.
13. Spijkerman JM, Geurts LJ, Siero JCW, Hendrikse J, Luijten PR, & Zwanenburg JJM. Phase contrast MRI measurements of net cerebrospinal fluid flow through the cerebral aqueduct are confounded by respiration. *Journal of Magnetic Resonance Imaging*. 2019; 49(2), 433–444.
14. Battal B, Kocaoglu M, Bulakbasi N, Husmen G, Tuba Sanal H, & Tayfun C. Cerebrospinal fluid flow imaging by using phase-contrast MR technique. *British Journal of Radiology*. 2011; 84(1004), 758–765.
15. Gorucu Y, Albayram S, Balci B, Hasiloglu ZI, Yenigul K, Yargic F, et al. Cerebrospinal fluid flow dynamics in patients with multiple sclerosis: a phase contrast magnetic resonance study. *Funct Neurol*. 2011;26(4):215–22.
16. Schering. *IRM hecha fácil*, shering, 1995 (1): 6-58.
17. Dougherty G. *Digital Image Processing for Medical Applications*. California State University, Channel Islands. May 2009.
18. Florez N, Martí-Bonmatí L, Forner J, Arana E, & Moratal D. Valores de normalidad de la dinámica del flujo de líquido cefalorraquídeo en el acueducto de Silvio mediante análisis optimizado de imágenes de contraste de fase en resonancia magnética. *Radiologia*. 2009; 51(1), 38–44.

19. Serna Serna W, & Carmona Villada H. Medición Del Líquido Cefalorraquídeo Por Resonancia Magnética, Para Diagnóstico De Patologías Cerebrales. *Revista Colombiana de Física*. 2011; 42(3), 284.
20. Wymer DT, William F, Iii B, & Bhatia VK. Phase-Contrast MRI: Physics, Techniques, and Clinical Applications. 2020; 122–140.
21. Rubino JM, Hogg JP. Neuroanatomy, Cerebral Aqueduct (Sylvian). In: *StatPearls*. StatPearls Publishing; 2021.
22. Wymer D, Patel K, Burke W, Bhatia V. Phase-Contrast MRI: Physics, Techniques, and Clinical Applications. *RadioGraphics* 2020; 40:122–140.
23. Ahmad N, Salaama D, Al-Haggag M. MRI CSF flowmetry in evaluation of different neurological diseases. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine* (2021) 52:53.
24. Najafi, A., Sartoretti, T. D. J., Binkert, C. A., Sartoretti-Schefer, S., and Wyss, M. (2018). CSF flow quantification in the cerebral aqueduct using phase contrast MR – How to do it properly. *EPOS*. doi: 10.1594/ecr2018/C-1577.

ANEXOS

Anexo 1: Instrumento

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

INSTITUCIÓN: Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas.
INVESTIGADOR: Lic. TM Norvind Gamboa Muñoz; Bach. Segundo Abraham, Díaz Díaz.
ESTUDIO: "Medición de los parámetros de flujo de líquido cefalorraquídeo mediante resonancia magnética en contraste de fase en pacientes que acuden a un instituto, Lima, 2021".

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLUJO DE LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO
MEDIANTE RESONANCIA MAGNÉTICA EN CONTRASTE DE FASE EN PACIENTES
QUE ACUDEN A UN INSTITUTO, LIMA, 2021.

PACIENTE N°:

DATOS GENERALES:

1. Nombre y Apellidos:
2. Edad:
3. Sexo: MASCULINO ; FEMENINO



PARÁMETROS DE FLUJO DE LCR Y VALORES OBTENIDOS

PARÁMETROS DE FLUJO	VALOR OBTENIDO
Volumen Sistólico (ml/min)	
Volumen de flujo hacia adelante (ml/min)	
Volumen de flujo inverso (ml/min)	
Fracción regurgitante (%)	
Volumen sistólico absoluto (ml/min)	
Flujo medio (ml/s)	
Velocidad media (cm/s)	

Anexo 2: Consentimiento informado

Estimado Sr. (a. ita):

Somos el Lic.; y el estudiante del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas, responsables del trabajo de investigación titulado "MEDICIÓN DE PARÁMETROS DE FLUJO DE LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO MEDIANTE RESONANCIA MAGNÉTICA EN PACIENTES QUE ACUDEN A UN INSTITUTO, LIMA, 2021".

La presente es para invitarle a participar del estudio, el cual tiene como objetivos: Medir los parámetros de flujo de líquido cefalorraquídeo mediante resonancia magnética en contraste de fase en los pacientes que acuden al Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas.

El estudio consistirá en adicionar la secuencia en contraste de fase, que nos permitirá hacer las mediciones correspondientes de la investigación; esta secuencia será adicional al protocolo normal del estudio de resonancia magnética cerebral, el cual demandará un tiempo promedio de 5 min sumado al tiempo normal de adquisición.

La única circunstancia molesta la constituye el ruido que oír durante el examen por un tiempo más prolongado adicionado para el estudio.

Su participación es voluntaria y puede decidir retirarse del estudio en cualquier etapa del mismo, sin que esto afecte de alguna manera a la calidad de atención o tenga alguna repercusión en la evaluación que recibe dentro del INCN.

Por participar del estudio Ud. No recibirá ningún beneficio, salvo la satisfacción de contribuir con esta importante investigación.

El estudio NO demandará de ningún costo adicional.

Los Resultados, respetando la confidencialidad, serán publicados en artículos nacionales e internacionales.

Toda información brindada por el participante y obtenida mediante la ficha de recolección de datos será de carácter confidencial y será guardada en el establecimiento del servicio de resonancia magnética del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas.



Para mayor información se puede comunicar con la presidenta del comité de ética del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas, Lic. Sara M. Aparicio Aguilar, llamando al Tel. (01) 4117700 Anexo: 262 / o también con el investigador principal, Segundo Abraham Díaz, Cel. 970 515 810; Email: seabraham.diaz@gmail.com

Yo..... dejo constancia que se me han explicado en que consiste el estudio titulado "MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLUJO DE LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO MEDIANTE RESONANCIA MAGNÉTICA EN PACIENTES QUE ACUDEN A UN INSTITUTO, LIMA, 2021". Realizado por el Lic., y el estudiante.....

He tenido el tiempo y la oportunidad de realizar preguntas con relación al tema las cuales fueron respondidas de forma clara.

Sé que mi participación es voluntaria, que los datos que se obtengan se manejen confidencialmente y que en cualquier momento puedo retirarme del estudio.

Por lo anterior doy mi consentimiento voluntario para participar en el presente estudio.

Firma del paciente

Fecha:.....

DNI:.....

V2.0 19/10/2021

MINISTERIO DE SALUD
Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas
Fecha de Aprobación: 09/11/2021
Fecha de Caducidad: 08/11/2022
Lic. Sara M. Aparicio Aguilar
Presidenta del Comité Institucional de Ética en Investigación

1

Anexo 3: Solicitud de permiso (trámite virtual)

PERMISO PARA REALIZAR INVESTIGACIÓN

Solicitamos:

Permiso para obtención de información de investigación en el servicio de Resonancia Magnética en el Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas.

SR DIRECTOR

INSTITUTO DE CIENCIAS NEUROLÓGICAS

De mi consideración a presente, me dirijo a usted para saludarle cordialmente y hacerle esta solicitud manifestando lo siguiente:

Siendo alumno de la E. A. P. de Tecnología Médica de la especialidad de Radiología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, estoy realizando un proyecto de investigación planificado como parte del curso, para lo que requiero el permiso correspondiente para asistir al servicio de Resonancia Magnética, observar y analizar los estudios, informes de los pacientes que han asistido al servicio para realizarse el examen de Resonancia Magnética Cerebral en el periodo de agosto a diciembre del 2021. Datos de que me son necesarios, con los cuales poder cumplir con mi proyecto de investigación:

“MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE FLUJO DE LÍQUIDO CEFALORRAQUÍDEO MEDIANTE RESONANCIA MAGNÉTICA EN CONTRASTE DE FASE EN PACIENTES QUE ACUDEN A UN INSTITUTO, LIMA, 2021”

Este proyecto es realizado y presentado por el estudiante:



Díaz Díaz, Segundo Abraham

DNI: 73032498

Cel: +51 970 515 810

Bajo la asistencia y docente de curso. Agradezco su gentil cooperación y la gestión que le preste a este documento para la elaboración de este proyecto de investigación, sin otro en particular me despido de usted.

Lima 20 de Septiembre del 2021

Anexo 4: Certificado de aprobación CIEI INCN



PERÚ

Ministerio de Salud

Viceministerio de Prestaciones y Seguro en Salud

Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas



BICENTENARIO PERÚ 2021

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Hombres y Mujeres"
"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Comité de Ética

Presidenta

Lic. Sara María Aparicio Aguilar

Miembros Titulares

Med. Cir. Mario Cornejo Olivas

Mag. Néstor Flores Rodríguez

Lic. José Rodríguez Encalada

Lic. Piada Beatriz Burga Jesús

Med. Cir. Sheila Castro Suarez

Med. Cir. Jorge Ramírez Quiñones

Lic. Sor Marilley Ríos Dávila

Lic. Esther Gallardo Santa María

Med. Cir. Estela Quiroz Malca

Med. Cir. Levi Flores Guzmán

Med. Cir. Elison Sarapura Castro

Lic. Alicia Suarez Medina

Miembros Alternos

Med. Cir. Walter F. De la Cruz Ramírez

Lic. Obdulia M. Barrios Sulca

Med. Flor de María Ramírez Grande

Srta. Milagros Ocaña Gutiérrez

Secretaria

Alexandra J. Veliz Silva

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN CERTIFICADO DE APROBACIÓN N° 039-2021-CIEI-INCN

El Comité Institucional de Ética en Investigación del Instituto Nacional de Ciencias Neurológicas, ha revisado y **APROBADO** por unanimidad el Proyecto de Investigación:

"Medición de parámetros de flujo de líquido cefalorraquídeo mediante resonancia magnética en pacientes que acuden a un Instituto, Lima, 2021 ", presentado por los investigadores principales, Lic. en Tecnología Médica Norvind Eusebio Gamboa Muñoz y Bach. en Tecnología Médica Segundo Abraham Díaz Díaz.

Adjuntándose los siguientes documentos:

- ✓ **Proyecto de investigación**, V2.0 de fecha 19 de octubre de 2021.
- ✓ **Ficha de Recolección de datos**, v2.0 de fecha 19 de octubre de 2021.
- ✓ **Consentimiento Informado**, v2.0 de fecha 19 de octubre de 2021.

El Comité Institucional de Ética en Investigación, realizará una visita durante la ejecución del proyecto para ver las condiciones del lugar donde se realiza la investigación y el desarrollo de la misma.

La vigencia del proyecto de investigación regirá por el período de un año a partir de la fecha de expedición del presente certificado (del 09 de noviembre de 2021 al 08 de noviembre de 2022), cumpliendo el investigador principal con enviar el informe trimestral e informe final del proyecto.

Lima, 09 de noviembre de 2021

MINISTERIO DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS NEUROLÓGICAS

LIC. SARA M. APARICIO AGUILAR
PRESIDENTA DEL COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN

www.incn.gob.pe

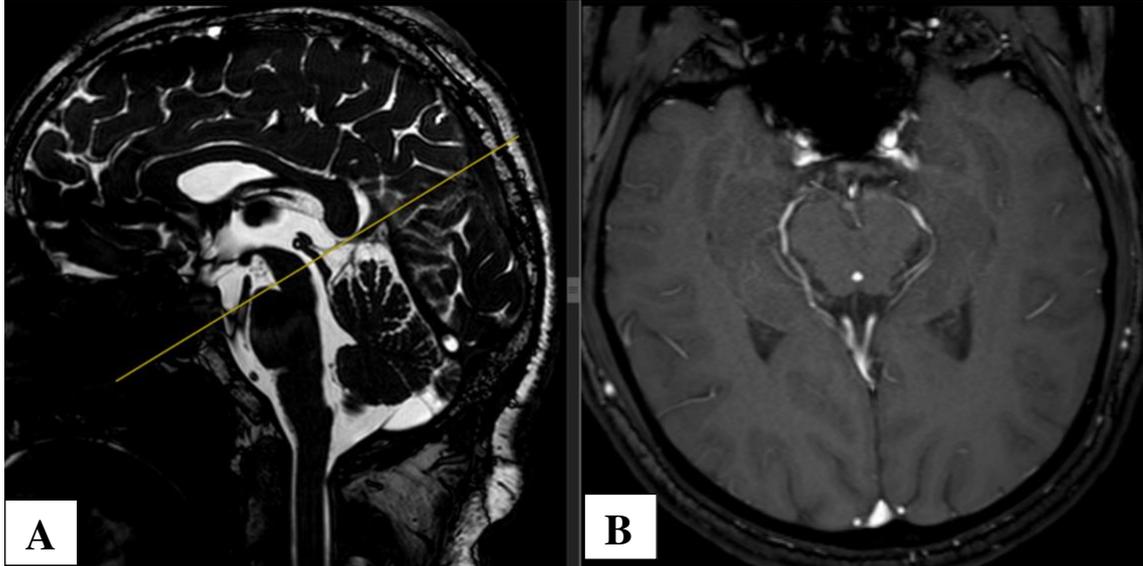
Jr. Ancash 1271
Barrios Altos
Lima – Perú
Telf.: (511) 4117700

Anexo 5: Operacionalización de las variables

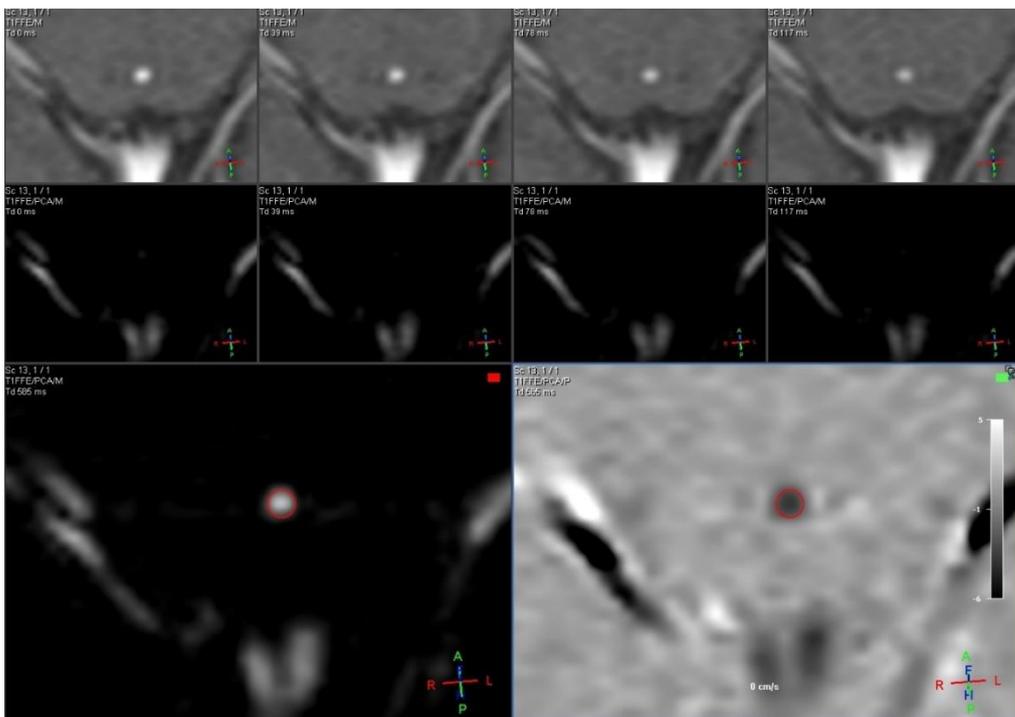
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	VALOR FINAL	INSTRUMENTO / FUENTE DE VERIFICACIÓN
Parámetros de flujo del líquido cefalorraquídeo	Son los indicadores que van a ser evaluados por la secuencia en contraste de fase por resonancia magnética	Valores normales de los parámetros de flujo Medidos en el acueducto de Silvio	Volumen de Flujo Sistólico	Diferencia entre volumen de flujo hacia adelante y volumen de flujo hacia atrás	Cuantitativa	Razón	Expresado en ml/min	Ficha de recolección de datos / Software Q FLOW
			Volumen de Flujo hacia Adelante	Volumen de flujo de LCR caudocraneal durante la diástole	Cuantitativa	Razón	Expresado en ml/min	
			Volumen de Flujo Inverso	Volumen de flujo de LCR craneocaudal durante la sístole	Cuantitativa	Razón	Expresado en ml/min	
			Fracción Regurgitante	Relación del volumen de flujo de LCR caudocraneal al volumen de flujo craneocaudal	Cuantitativa	Razón	Expresado en %	
			Volumen Sistólico Absoluto	Volumen total de LCR que pasa a través del acueducto cerebral	Cuantitativa	Razón	Expresado en ml/min	
			Flujo Medio	Volumen medio de flujo de LCR por segundo	Cuantitativa	Razón	Expresado en ml/s	
			Velocidad Media	Velocidad media del flujo de LCR	Cuantitativa	Razón	Expresado en Cm/s	

VARIABLES INTERVINIENTES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	VALOR FINAL	INSTRUMENTO / FUENTE DE VERIFICACIÓN
Edad	Tiempo que ha vivido una persona a partir de su nacimiento	Años que tiene cada paciente al momento de someterse al estudio	Edad	Nº Años de vida	Cuantitativa	Razón	18-20 21-30 31-40 41-50	Ficha de recolección de datos
Sexo	Categoría gramatical que indica el sexo biológico de las personas	Condición demográfica propio del Hombre (masculino), y de la mujer (femenino)	Sexo	Genero	Cualitativa	Nominal	Masculino Femenino	Ficha de recolección de datos

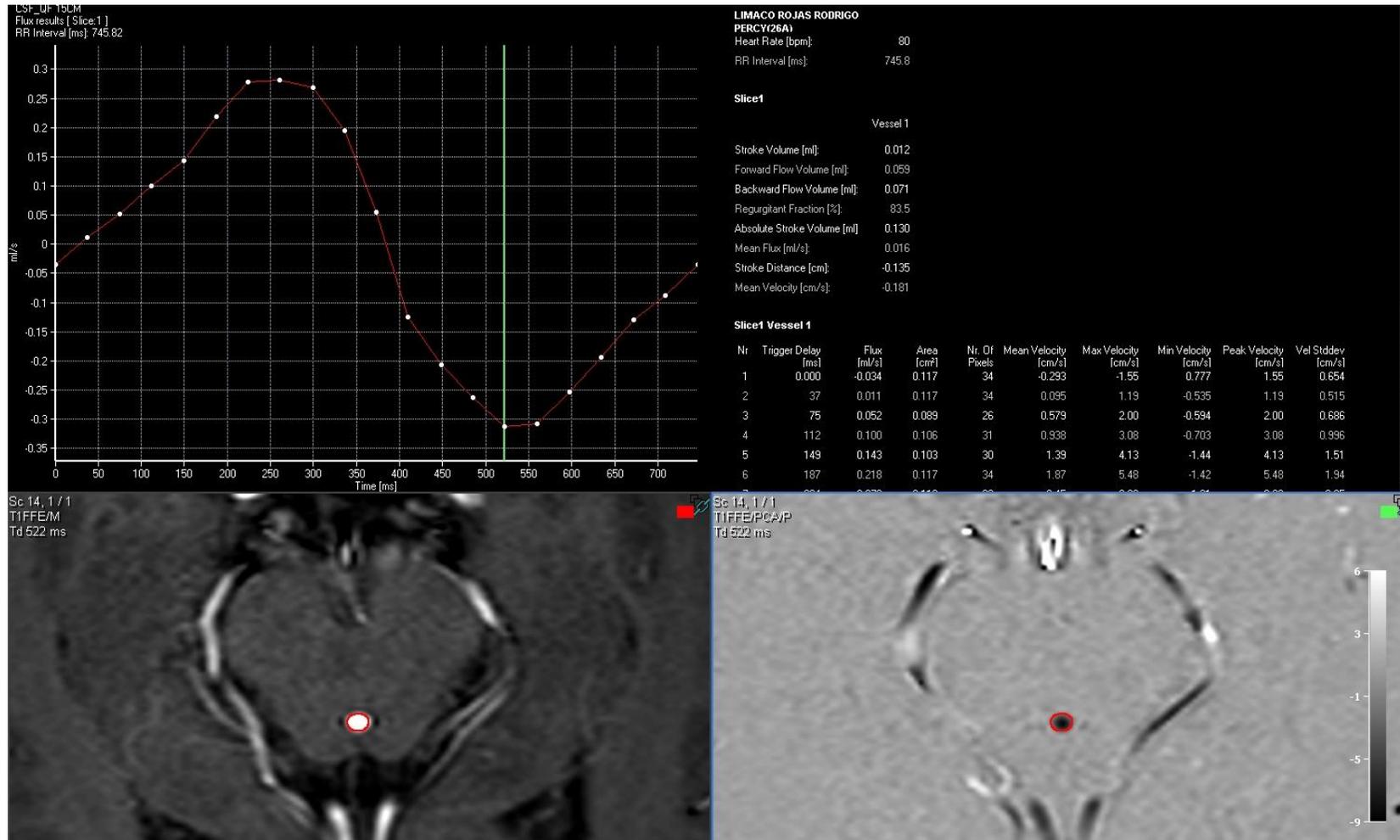
Anexo 6: Presentación de la Imagen de la secuencia en contraste de fase en el plano sagital (A) y axial (B) en posición perpendicular al acueducto cerebral, la cual es la que se utiliza para medir el flujo del líquido cefalorraquídeo.



ANEXO 7: Representación de la colocación del ROI con un área de $\pm 0.11 \text{ cm}^2$ en el acueducto de Silvio después de un zoom de las imágenes en el plano axial.



Anexo 8: Gráfica de flujo (ml/s) – tiempo (s).



Anexo 9: Parámetros de adquisición de la secuencia en contraste de fase

PARÁMETROS DE LA SECUENCIA EN CONTRASTE DE FASE POR RESONANCIA MAGNÉTICA	
Field of view (FOV)	150 x 150
Matriz	256 x 178
Grosor de corte	4 mm
Voxel de adquisición	0.6 x 0.8 x 4 mm
Voxel de reconstrucción	0.6 x 0.6 x 4 mm
Número de cortes	1
Tiempo de repetición (TR)	11 ms
Tiempo de eco (TE)	7.1 ms
Ángulo de inclinación	15 °
Promedios (NSA)	2
Ancho de banda	217 Hz
Codificación de velocidad (VENC)	15 cm/s
Sincronización cardíaca	Pulso periférico
Fases cardíacas	20
Tiempo de adquisición	5.58 min

Anexo 10: Base de datos

PACIENTE	SEXO		EDAD	PARÁMETROS DE FLUJO						
	M	F		VOLUMEN SISTÓLICO (ml/min)	VOLUMEN DE FLUJO HACIA ADELANTE (ml/min)	VOLUMEN DE FLUJO INVERSO (ml/min)	FRACCIÓN REGURGITANTE (%)	VOLUMEN SISTÓLICO ABSOLUTO (ml/min)	FLUJO MEDIO (ml/s)	VELOCIDAD MEDIA (cm/s)
	1	M			41	0.010	0.015	0.025	61.4	0.040
2	M		38	0.001	0.054	0.055	98.3	0.109	0.001	-0.015
3	M		26	0.007	0.019	0.025	73.7	0.044	0.008	-0.174
4		F	35	0.005	0.014	0.020	72.1	0.034	0.007	-0.136
5		F	35	0.009	0.024	0.033	73.3	0.057	0.011	-0.230
6	M		48	0.014	0.122	0.136	89.6	0.258	0.013	-0.148
7		F	30	0.007	0.061	0.069	89.3	0.130	0.008	-0.112
8		F	25	0.005	0.015	0.020	73.5	0.035	0.008	-0.119
9		F	30	0.000	0.059	0.059	99.9	0.119	0.000	-0.063
10		F	28	0.009	0.092	0.083	90.4	0.175	0.014	-0.046
11		F	48	0.001	0.013	0.014	96.0	0.027	0.001	-0.028
12		F	40	0.001	0.026	0.026	97.2	0.052	0.001	-0.021
13	M		19	0.001	0.057	0.057	99.1	0.114	0.001	0.048
14	M		26	0.012	0.059	0.071	83.5	0.130	0.016	-0.181
15		F	45	0.008	0.027	0.036	76.3	0.063	0.010	-1.177
16		F	39	0.006	0.014	0.020	68.5	0.034	0.008	-0.156
17		F	35	0.004	0.053	0.057	92.6	0.110	0.004	0.020
18		F	35	0.011	0.037	0.048	77.4	0.085	0.015	-0.121
19	M		27	0.013	0.055	0.068	80.6	0.123	0.014	-0.218
20	M		42	0.008	0.095	0.102	92.4	0.197	0.007	-0.237
21		F	43	0.004	0.033	0.037	88.7	0.070	0.005	-0.092
22		F	32	0.009	0.029	0.037	76.5	0.066	0.011	-0.035
23		F	31	0.006	0.034	0.040	84.2	0.074	0.007	-0.077

24		F	39	0.014	0.038	0.052	72.8	0.090	0.017	-0.299
25		F	39	0.004	0.031	0.027	87.3	0.058	0.005	0.111
26		F	28	0.006	0.014	0.020	68.5	0.034	0.008	-0.156
27	M		41	0.007	0.048	0.055	87.3	0.103	0.006	-0.058
28	M		25	0.006	0.041	0.047	87.8	0.088	0.006	-0.105
29		F	28	0.005	0.018	0.023	80.2	0.041	0.005	-0.104
30		F	32	0.005	0.018	0.023	77.7	0.041	0.005	-0.119
31		F	37	0.012	0.035	0.047	74.2	0.081	0.011	-0.295
32		F	32	0.001	0.046	0.047	97.0	0.093	0.001	-0.036
33	M		34	0.008	0.061	0.069	89.0	0.130	0.009	-0.099
34		F	34	0.007	0.015	0.021	69.1	0.036	0.008	-0.160
35		F	45	0.003	0.013	0.016	82.2	0.028	0.003	-0.109
36		F	50	0.007	0.019	0.026	72.6	0.045	0.008	-0.249
37		F	18	0.021	0.028	0.048	57.3	0.076	0.022	-0.402
38	M		24	0.007	0.039	0.046	85.2	0.085	0.007	-0.039
39	M		30	0.013	0.055	0.068	80.6	0.123	0.014	-0.218
40	M		25	0.007	0.019	0.025	73.7	0.044	0.008	-0.174

Anexo 11: Reporte de control del resonador magnético

PHILIPS

Reporte de Servicio

Orden de servicio: WO-05744564
 Número de Documento: WO-05744564_1
 Fecha de emisión: 20/04/2022
 Número de Caso: 0119498089

Vendido a:
 INSTITUTO NACIONAL DE
 CIENCIAS NEUROLOGICAS
 47-57
 Jr. Ancash
 LIMA 15001
 Lim PE

Enviar a:
 INSTITUTO NACIONAL DE
 CIENCIAS NEUROLOGICAS
 47-57
 Jr. Ancash
 LIMA 15001
 Lim PE

Detalles de Contacto:
 Teléfono: 01-707-4333

DETALLES DEL CLIENTE

Contacto: Ana Esteban Delgado
 Email: aesteband@inon.gob.pe
 Teléfono: +51982090135
 Celular: +51966358731

DETALLES DEL SERVICIO

Nombre del Ingeniero: Ivan Arones
 Fecha de creación: 02/04/2022
 Prioridad: 2-Equipo fuera de Uso
 Tipo de Evento: Incidente
 Número de Contrato: No aplica
 Plan de Servicio: No aplica
 Garantía: No aplica
 Orden de Compra del Cliente: costo 0

DETALLES DEL EQUIPO

Equipo: Achieva 3.0T 781277
 No. de Equipo: 58032550
 Número de Inventario: No aplica
 Número de Serie: 34290
 TechIdentNo: No aplica
 UDI: No aplica
 Sala/Área: No aplica

Problema Reportado : ANTENA DE CEREBRO ESTÁ CON FALLA, ABORTA SECUENCIA

DETALLE DE TAREAS

Tipo de Actividad	Actividad de Servicio	Fecha y Hora de Inicio	Fecha y hora de Fin	Duración (en Horas)
Viaje	Servicio en Sitio	19/04/2022 08:00 AM	19/04/2022 09:00 AM	1.00
Trabajo	Servicio en Sitio	19/04/2022 10:00 AM	19/04/2022 04:00 PM	6.00
Viaje	Servicio en Sitio	19/04/2022 04:00 PM	19/04/2022 05:00 PM	1.00
Duración total:				8.00

MATERIALES INSTALADOS / DESINSTALADOS

Código	Descripción	UDI	Número de Serie	Cantidad	Estado
452213203183	RF AMPL 3.0T AN8134	No aplica	1025-0659	1	Instalado

NOTAS DEL INGENIERO

Tipo	Descripción	Fecha de creación	Creado Por
Resolución	Se procede con el reemplazo del amplificador de radiofrecuencia. Se realizan las calibraciones completas correspondientes a dicho reemplazo, observando que todas se completan de manera satisfactoria. Se realiza un control de calidad de imagen PIQT el cual pasa satisfactoriamente. Se realizan adquisiciones con fantoma. Se presencia estudios con pacientes verificando que el equipo opera correctamente. Equipo Operativo.	18/04/2022	Ivan Arones

Orden de servicio: WO-05744564