



**Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá**

**Pablo Emilio Ballesteros Becerra**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Medicina, Departamento de Medicina Física y Rehabilitación  
Bogotá, D.C., Colombia  
2022

**Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá**

**Pablo Emilio Ballesteros Becerra**

Proyecto para optar al título de:  
Especialista en Medicina Física y Rehabilitación

Director  
Nixon Calambás

Línea de investigación:  
Electrodiagnóstico y enfermedades neuromusculares

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Medicina, Departamento de Medicina Física y Rehabilitación  
Bogotá, D.C., Colombia

2022

A Dios, por sobre todas las cosas,  
Pidiendo superar esta difícil situación de salud.

A mi familia y a quienes están cerca de mí,  
Gracias por estar siempre presentes.

## **Declaración de obra original**

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.



Pablo Emilio Ballesteros  
MEDICINA FÍSICA Y REHABILITACIÓN  
U.N.A.L.  
C.C. 81074152

---

Pablo Emilio Ballesteros Becerra

Fecha 30 de Enero de 2023

## **Agradecimientos**

Esta tesis es el fruto del trabajo y la constancia por adquirir mis sueños, lo que no hubiera sido posible sin el apoyo de tantas personas que siempre estuvieron a mi lado motivándome en cada momento, y guiándome en la construcción de este camino para lograr ser médico fisiatra.

A Dios, por su infinito amor, porque, sin él, nada es posible, por darme esta oportunidad de especializarme en el momento en el que él lo consideró oportuno para mí, en su tiempo, que es perfecto. Solo él es el dueño de mi vida.

A la Virgen María, mi madre querida, que siempre está conmigo guiando mi camino por este mundo y llevándome siempre bajo su manto.

A mis padres, Pablo Ballesteros y Bernarda Becerra, mis ángeles en el cielo.

A mi madre en la tierra, aquella compañera incondicional, mi tía Herminia Becerra.

A mi novia Claudia, por creer en mí y estar apoyándome siempre sin importar los obstáculos que se presenten.

A aquellos que me enseñaron que, en este mundo, no hay nada imposible, pues hay que trabajar duro por lo que se quiere alcanzar.

A mi hermana, Quiquina, quien es el más claro ejemplo de que, en la vida, hay que hacer sacrificios para alcanzar las metas propuestas.

A mis docentes y compañeros de residencia, aquellos que me brindaron sus conocimientos y me acompañaron en este proceso de formación.

A todos aquellos que, de una u otra manera, se cruzaron en mi camino y me han dejado infinitas enseñanzas; espero haber dejado un hermoso recuerdo en ellos.

## Resumen

### **Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá**

Los potenciales evocados son técnicas diagnósticas que, mediante estímulos sensitivos (visuales, auditivos o táctiles eléctricos) y el registro de las respuestas cerebrales que estos provocan, valoran la integridad de las vías sensitivas estimuladas. Así, si el estímulo visual, auditivo o la sensación eléctrica no producen la onda esperable en el tiempo y lugar adecuados, es posible que exista un obstáculo en esa vía nerviosa, de este modo, pueden existir lesiones ocultas y difíciles de localizar por medio de otros métodos paraclínicos; esto lo hacen un examen de gran utilidad en participantes con enfermedades neurodegenerativas, esclerosis múltiple, Parkinson y el Alzheimer. Por otro lado, se ha estudiado en patologías como la esclerosis lateral amiotrófica ELA, las demencias y las diferentes ataxias.

Los potenciales evocados proveen importante información complementaria al examen clínico. Los defectos de conducción producen cambios en la latencia sin mayor cambio en la configuración y las diferencias interoculares son probablemente el marcador más conspicuo de disfunción del nervio óptico. (Ojeda, s.f., p. 129)

En este sentido, el objetivo de este estudio es evaluar los patrones de potenciales evocados visuales de patrón reverso en mayores de 18 años, con el fin de estimar cuáles son los rangos máximos y mínimos, la media y la mediana para las latencias N75 y P100, y la amplitud N75

## VIII

- P100. Así, se realizará un estudio de corte transversal longitudinal descriptivo, esto con 138 participantes mayores de 18 años que asisten a los servicios en una institución en Bogotá, con el uso del equipo de electrodiagnóstico de la marca Cadwell Sierra Wave.

El desarrollo de este estudio aportará a los profesionales de diferentes áreas, como medicina física y rehabilitación, oftalmología, neurología y medicina interna, una herramienta de diagnóstico y seguimiento de toda patología visual como causa principal, o seguimiento de sus comorbilidades de una manera temprana, lo que contribuirá a los principios de calidad, oportunidad y eficacia en el manejo de patologías que afecten la salud visual en una institución en la ciudad de Bogotá.

**Palabras clave:** potenciales evocados visuales patrón reverso, latencia N75, latencia P100, amplitud N75-P100.

## **Abstract**

### **Reference values of visual evoked potentials with reverse pattern in a population older than 18 years in an institution in Bogotá**

The Evoked potentials are diagnostic techniques that, through sensory stimuli (visual, auditory, or electrical tactile) and the recording of the brain responses that these elicit, assess the integrity of the stimulated sensory pathways. Thus, if the visual or auditory stimulus or the electrical sensation does not produce the expected wave at the appropriate time and place, it is possible that there is an obstacle in that nervous pathway, thus, there may be hidden lesions that are difficult to locate by means of other paraclinical methods; this makes it a very useful test in participants with neurodegenerative diseases, multiple sclerosis, Parkinson's and Alzheimer's. On the other hand, it has been studied in pathologies such as amyotrophic lateral sclerosis, ALS, dementia and different ataxias.

The Evoked potentials provide important complementary information to the clinical examination. Conduction defects produce changes in latency without much change in configuration, and interocular differences are probably the most conspicuous marker of optic nerve dysfunction. (Ojeda, s.f., p. 129)

In this sense, the objective of this study is to evaluate the patterns of reverse pattern visual evoked potentials in people over 18 years of age, in order to estimate the maximum and minimum ranges, the mean and the median for the N75 and P100 latencies, and the amplitude N75 - P100. Thus, a descriptive longitudinal cross-sectional study will be carried out, this with 138 participants over 18 years of age who attend services in an institution in Bogotá, with the use of electrodiagnostic equipment from the Cadwell Sierra Wave brand.

The development of this study will provide professionals from different areas, such as physical medicine and rehabilitation, ophthalmology, neurology and internal medicine, with a diagnostic and monitoring tool for all visual pathologies as the main cause, or early monitoring of their comorbidities. which will contribute to the principles of quality, opportunity and efficiency in the management of pathologies that affect visual health in an institution in the city of Bogotá.

**Keywords:** reverse pattern visual evoked potentials, N75 latency, P100 latency, N75-P100 amplitude.

**Tabla de contenido**

1	Introducción.....	1
2	Marco teórico.....	3
2.1	Historia .....	4
2.2	Consideraciones embriológicas y anatómicas .....	9
2.3	Aspectos fisiológicos de la vía visual.....	12
2.4	Introducción a los potenciales evocados.....	14
2.5	Clasificación de los potenciales visuales.....	16
2.6	Utilidades de los potenciales visuales de patrón reverso.....	18
2.7	Descripción de los potenciales evocados visuales de patrón reverso .....	21
2.7.1	<i>Variables que influyen en los registros .....</i>	<i>23</i>
2.7.2	<i>Electrodos .....</i>	<i>24</i>
2.7.3	<i>Estímulos.....</i>	<i>25</i>
2.7.4	<i>Tamaño de los estímulos.....</i>	<i>28</i>
2.7.5	<i>Luminancia y contraste.....</i>	<i>29</i>
2.7.6	<i>Parámetros de registro .....</i>	<i>30</i>
2.7.7	<i>Protocolo de registro.....</i>	<i>33</i>
2.7.8	<i>Elaboración de los potenciales evocados visuales de patrón reverso</i>	<i>35</i>
2.7.9	<i>Notificación de resultados del electromiógrafo.....</i>	<i>38</i>
2.7.10	<i>Resultado descriptivo de los valores .....</i>	<i>39</i>

2.8	Ventajas de los potenciales evocados visuales de patrón reverso .....	42
2.9	Desventajas de los potenciales evocados visuales de patrón reverso .....	42
2.10	Situación epidemiológica mundial.....	43
2.11	Situación epidemiológica a nivel nacional .....	44
2.12	Situación epidemiológica de la salud visual en Bogotá D.C. ....	45
3	Planteamiento del problema.....	49
4	Justificación de la investigación .....	52
5	Objetivos.....	53
5.1	Objetivo general.....	53
5.2	Objetivos específicos .....	53
6	Marco metodológico .....	54
6.1	Diseño .....	54
6.2	Población y muestra.....	54
6.2.1	<i>Población de estudio.....</i>	<i>54</i>
6.2.2	<i>Muestra .....</i>	<i>54</i>
6.3	Muestreo .....	55
6.4	Criterios de inclusión.....	55
6.5	Criterios de exclusión .....	56
6.6	Recolección de la información .....	57
6.6.1	<i>Técnicas y procedimientos de la investigación.....</i>	<i>57</i>
6.6.2	<i>Evaluación del potencial evocado visual.....</i>	<i>58</i>
6.6.3	<i>Procedimiento.....</i>	<i>59</i>

	6.6.4	<i>Estimación del potencial evocado visual de patrón reverso</i>	61
	6.6.5	<i>Prueba piloto</i>	63
	6.7	Definición operativa de las variables	64
7		Análisis estadístico	66
8		Consideraciones éticas	67
9		Resultados esperados	71
	9.1	Generación de bienes	71
	9.2	Generación de productos	71
	9.3	Generación de servicios	71
	9.4	Impacto esperado	72
	9.4.1	<i>Aporte al conocimiento</i>	72
	9.4.2	<i>Aporte a la investigación científica</i>	72
10		Definición de recursos	73
	10.1	Talento humano	73
	10.2	Institución	74
	10.3	Presupuesto	74
11		Cronograma	75
12		Resultados	76
	12.1	Latencia N75 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo	81
	12.2	Latencia P100 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo	83
	12.3	Latencia N145 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo	85

XIV

12.4	Amplitud N75 – P100 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo .....	86
12.5	Evaluación por grupo etareo .....	88
12.6	Alteraciones refractivas .....	94
12.7	Diámetro fronto-occipital y perímetro cefálico .....	97
13	Limitaciones .....	100
14	Discusión .....	101
15	Conclusiones.....	104
16	Referencias.....	106
17	Anexos .....	118

**Lista de tablas**

<b>Tabla 1</b> Parámetros del equipo.....	38
<b>Tabla 2</b> Medidas y criterios de Potenciales Evocados Visuales .....	40
<b>Tabla 3</b> Datos normales de PEVPR .....	41
<b>Tabla 4</b> Los valores normales de los componentes de PEV en estudios previos....	41
<b>Tabla 5</b> Variables .....	64
<b>Tabla 6</b> Talento humano .....	73
<b>Tabla 7</b> Presupuesto .....	74
<b>Tabla 8</b> Cronograma de actividades.....	75
<b>Tabla 9</b> Características de los pacientes estimación de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.....	76
<b>Tabla 10</b> Ocupación del tamizaje de la búsqueda de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución de tercer nivel de Servicios de Salud de atención en Bogotá. ....	79
<b>Tabla 11</b> Latencia N75 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.....	81

<b>Tabla 12</b> Rango de Onda P100 OD – OI en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.....	83
<b>Tabla 13</b> Rango de Onda P100 OD – OI en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.....	84
<b>Tabla 14</b> Latencia N145 Ojo Derecho e Izquierdo en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.....	85
<b>Tabla 15</b> Amplitud N75 – P100 OD – OI.....	86
<b>Tabla 16.</b> Comparación de los parámetros VEP entre sujetos femeninos y masculinos en los ojos derecho e izquierdo en población mayor de 18 años en una institución en Bogotá. ....	88
<b>Tabla 17</b> Comparación de los parámetros VEP entre los grupos de edad en los ojos derecho e izquierdo en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá. ....	89
<b>Tabla 18</b> Parámetros VEP N75, P100, N145 y Amplitud N75- P100 en Ojo Derecho (OD) Y Ojo Izquierdo (OI) por grupos decenales de edad de 18 a 47 años en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.....	90
<b>Tabla 19</b> Parámetros VEP N75, P100, N145 y Amplitud N75- P100 en Ojo Derecho (OD) Y Ojo Izquierdo (OI) por grupos decenales de edad de 48 a 77 años en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.....	91

<b>Tabla 20</b> Comparación de los Trastornos Refractivos versus VEP N75, P100, N145 y Amplitud N75- P100 en Ojo Derecho (OD) Y Ojo Izquierdo (OI).....	96
<b>Tabla 21</b> Perímetro fronto – occipital y Perímetro cefálico de los pacientes estudiados para estimación de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.....	97
<b>Tabla 23</b> Diámetro fronto-occipital y cefálico por sexo en los ojos derecho e izquierdo en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá. ....	98
<b>Tabla 24</b> Diámetro fronto-occipital y cefálico por sexo en los ojos derecho e izquierdo .....	98

### Lista de figuras

<b>Figura 1</b> Diagrama simplificado del equipo de potenciales evocados.....	22
<b>Figura 2</b> Disposición de electrodos según el Sistema 10.....	25
<b>Figura 3</b> Estimulaciones Pattern-Reversal.....	28
<b>Figura 4</b> Tamaño en grados de ángulo visual.....	28
<b>Figura 5</b> Componentes del Potencial Evocado Visual.....	31
<b>Figura 6</b> Presentación tabla de resultados.....	38
<b>Figura 7</b> Presentación de gráfico de ondas en pantalla.....	39
<b>Figura 8</b> Tamaño de la muestra para la frecuencia en una población.....	55
<b>Figura 9</b> Equipo Cadwell Sierra Wave.....	58
<b>Figura 10</b> Posición neutra Potencial Evocado Visual (PEV).....	59
<b>Figura 11</b> Ubicación de electrodos.....	60
<b>Figura 12</b> Sexo del tamizaje de la búsqueda de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá. ....	77
<b>Figura 13</b> <i>IMC del tamizaje de la búsqueda de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá. ....</i>	<i>77</i>
<b>Figura 14</b> Nivel educativo del tamizaje de la búsqueda de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.....	78

<b>Figura 15</b> Localidad de procedencia del tamizaje de la búsqueda de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.....	80
<b>Figura 16</b> Latencia N75 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.....	82
<b>Figura 17</b> Latencia P100 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.....	84
<b>Figura 18</b> Amplitud N145 Ojo Derecho e Izquierdo sexo femenino.....	87
<b>Figura 19</b> Amplitud N145 Ojo Derecho e Izquierdo sexo masculino .....	87
<b>Figura 20</b> Latencia de N75 por grupos etarios.....	92
<b>Figura 21</b> Latencia de P100 por grupos etarios .....	93
<b>Figura 22</b> Amplitud de N75-P100 por grupos etarios .....	93
<b>Figura 23</b> Alteraciones refractivas en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.....	94
<b>Figura 24</b> Alteraciones refractivas más comunes en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.....	95
<b>Figura 25</b> Proporción de Diámetro fronto-occipital en PEV .....	99

**Lista de anexos**

<b>Anexo 1</b> Consentimiento informado .....	118
<b>Anexo 2</b> Registro de datos.....	119

### Lista de Símbolos y abreviaturas

Símbolo	Término	Unidad SI
%	Porcentaje	
ON	Estímulos luminosos	Encendido
OFF	Extinción del estímulo	Apagado
ON/OFF	Aparición y extinción del estímulo	Encendido /apagado
P100	Frecuencia de onda P100, pico con variación sucesiva de la polaridad negativa – positiva – negativa respectivamente	milisegundos
N75	Tiempo transcurrido desde que se genera el estímulo visual hasta que llegan las señales al córtex visual.	milisegundos
N145	Área de asociación de la corteza	milisegundos
O1	Electrodo Activo	
Oz	Región occipital medial	
O2	Electrodo Activo	
Fz	Electrodo de referencia	
Cz	Región centralHz	
Pz	Región parietal medial	
F	Región Frontal	
C	Región Central	
T	Región Temporal	
P	Región Parietal	
O	Región Occipital	

<b>Símbolo</b>	<b>Término</b>	<b>Unidad SI</b>
A1	Lóbulos del pabellón auricular	
A2	Lóbulos del pabellón auricular	
cd/m <sup>2</sup>	Unidad de medida usada para el brillo	Unidad de luminancia
+	Positivo	Ánodo
-	Negativo	Cátodo

### Símbolos con letras griegas

<b>Símbolo</b>	<b>Término</b>	<b>Unidad SI</b>	<b>Definición</b>
μs	Milisegundo	ms	1 ms = 0,001 segundo
kΩ	Kiloohmios	Kiloohmios	Unidad de resistencia eléctrica equivalente a mil ohmios
Hz	Hertz	Hz.	Unidad de frecuencia equivalente a 1 ciclo por segundo

### Subíndices

<b>Subíndice</b>	<b>Término</b>
ms	Milisegundo
min	Minuto
PEV	Potenciales evocados visuales
m	Metro
cm	Centímetro

## **1 Introducción**

Los potenciales evocados visuales son una respuesta electrofisiológica generada por la estimulación visual de la corteza occipital, esto al explorar la vía visual desde la mácula hasta la corteza occipital para estudiar la integridad de la vía visual (Catalá y Castany, 2005). Entre las pruebas electrofisiológicas realizadas, se encuentran los estímulos basados en modificaciones de iluminancia, como los tipos flash, y los estímulos basados en modificaciones de contraste, como los potenciales evocados estructurados reversibles o de patrón reverso y los estructurados tipos *on/off* (Holopigian y Hood, 2003; Odom et al., 2016; Sánchez y Muñoz, 2012).

Entre las diversas pruebas de potenciales visuales para la evaluación óptica de la función nerviosa, la más útil y sensible son los potenciales visuales de patrón reverso, esto consta, generalmente, de un tablero de ajedrez en blanco y negro, lo que requiere un nivel de fijación y cumplimiento por parte del evaluado, proporcionando información de la función de las células ganglionares maculares y retinianas (Bach et al., 2013).

La evaluación del sistema visual a través de los potenciales visuales de patrón reverso es importante para la evaluación objetiva del estado funcional del nervio óptico y la vía postquiasmática, lo que conduce al diagnóstico de diversas patologías de la vía visual, tales como la neuropatía óptica tóxica, el albinismo ocular, los defectos del campo visual, los daños del nervio óptico en los casos de glaucoma, la esclerosis múltiple, la ceguera cortical,

las enfermedades degenerativas del sistema nervioso central, como ataxia de Friedreich, las compresiones del nervio o del quiasma óptico secundaria a tumores; esto funciona como método de evaluación del campo visual (Borrego y Trujillo, 1985; Creel y Yu, 2019; Sánchez y Muñoz, 2012). En el ejercicio profesional como médicos fisiatras, las pruebas electrofisiológicas de potenciales visuales de patrón reverso se realizan con frecuencia, así en la actualidad está basado en parámetros internacionales por ello se desea conocer el comportamiento de dichos estándares en la población que acude a una institución en Bogotá.

En este orden de ideas, el presente estudio pretende determinar los rangos de los valores considerados como normales de los potenciales evocados de patrón reverso, estudiando éstos, en un centro integrado de servicios de salud, con el objetivo de hallar cuales son los valores de normalidad en una institución en Bogotá, situación que puede contribuir en parámetros de referencia en la praxis médica y con ello contribuir a las decisiones diagnósticas y potencialmente terapéuticas de las diferentes especialidades médicas que se apoyan en dichos estudios.

## **2 Marco teórico**

La evaluación electrofisiológica a partir de potenciales evocados visuales es uno de los métodos diagnósticos más utilizado en la evaluación de la vía visual, lo que representa un papel importante en la batería diagnóstica de muchas especialidades médicas que se relacionan con las patologías primarias y secundarias de la vía visual.

Entre los potenciales evocados visuales se encuentran aquellos que pueden ser estimulados con sensaciones luminosas conocidas como flash y estructuradas con damero, tales como los tipos de patrón reverso, esto genera ondas en la corteza cerebral las cuales son registradas por electrodos colocados de manera muy precisa en el cráneo lo que representa una medida equitativa y reproducible de la actividad de la vía visual desde la mácula, los fotorreceptores, las células bipolares y ganglionares hasta el córtex occipital, proporcionando datos cuantificables de latencia y amplitud (Creel, 2019; de Santiago, 2013; Friendly et al., 1986).

Con el pasar de los años se ha visto el aumento en la prescripción de los potenciales evocados visuales de patrón reverso en la población adulta, esto como método diagnóstico y de seguimiento, por ello los diferentes grupos de neurofisiología, oftalmología y medicina física y rehabilitación ven la importancia de establecer protocolos para estandarizar los valores normales para la estimación de anormalidades, lo anterior con el objetivo de dar un diagnóstico y/o un seguimiento adecuados al médico tratante.

Existen evidencias importantes en la investigación aplicada a otros grupos poblacionales en el mundo, esto producto de la investigación empírica y las series de casos, lo que constituye una motivación personal de establecer estándares dirigidos a la población bogotana.

Actualmente, uno de los objetivos de la realización de los potenciales evocados visuales de patrón reverso es obtener reproducciones específicas de ondas negativas y positivas, y de ellas valorar de manera muy objetiva datos de latencias y la amplitud (unilateral, bilateral, relación interocular) y así de forma eficaz determinar el estado de la vía visual (vía retino-cortical) desde la recepción en la retina hasta la percepción de la corteza visual, lo que indica el grado de permeabilidad de las vías ópticas desde las células ganglionares hasta el córtex occipital.

De esta manera se puede determinar la presencia de un posible trastorno de la vía retino cortical, por lo tanto es preciso diferenciar entre la disfunción de retina y/o el nervio óptico como causa de anormalidad, también y aunque de manera menos sensible permiten la detección de disfunción de las células ganglionares causadas por el glaucoma, las neuropatías ópticas y otras patologías visuales primarias (Bach et al., 2013).

## **2.1 Historia**

Respecto con la historia de los estudios de los potenciales evocados su desarrollo va en paralelo con la evolución de la electroencefalografía, así se inició con el registro en papel hasta el procesamiento de las señales electrofisiológicas que se observan actualmente.

Las primeras publicaciones sobre neurofisiología visual fueron divulgadas en 1875 por Richard Catón, el primero en observar la aparición de modificaciones eléctricas corticales esto luego de estímulos luminosos en el perro. Durante los 30 años posteriores el registro de

los potenciales cerebrales solo se realizó en animales pues en el hombre al ser registrados en el cráneo los electrodos se localizaban a gran distancia del tejido cerebral activo con lo que se obtenía una respuesta débil (Sánchez y Muñoz, 2012).

En esta línea de ideas, en 1906, la aparición del galvanómetro marcó el inicio de una nueva era de los registros y en 1925 Pradvich Neminski realizó registros a través del cráneo intacto. Por su parte Hans Berger en 1924 efectuó el primer registro de la actividad cerebral humana acuñando el término “electroencefalograma” en una operación de neurocirugía y asimismo en 1929, describió y clasificó los términos de onda alfa y beta (Creel y Yu, 2019; Pérez, 1999).

Por otro lado, Fischer y Formuller en 1932 describieron en animales, las respuestas corticales provocadas por la luz y confirmaron que el ritmo alfa en un electroencefalograma podría acentuarse exponiendo los ojos a un flash de determinada frecuencia. Posteriormente Bartley y Bishof en 1933 obtuvieron una respuesta al estimular directamente el nervio óptico, igualmente, Adrián y Mathews en 1935 demostraron experimentalmente que la actividad alfa tiene un predominio occipital con lo que lograron registrar las respuestas corticales a estímulos luminosos. Los registros de potenciales evocados visuales se estudiaron en animales, así en 1950 Chang y Kaada describieron las áreas corticales visuales en el gato y el conejo (Mancebo, 2015; Norcia et al., 2015; Sánchez y Muñoz, 2012).

Al iniciar las técnicas fotográficas, Dawson en 1947 diseñó la técnica de superposición fotográfica, esta obtuvo una deflexión vertical proporcional con el potencial evocado, así con

esta técnica Cobb en 1959 definió el tiempo de culminación de las diferentes ondas. En 1951, Dawson mejoró su técnica y demostró un dispositivo de promediación de señales, más adelante realizó un estudio matemático obteniendo la amplitud media de cada punto. Asimismo, en un estudio posterior en 1952 Monnier registró respuestas corticales mediante las derivaciones bipolares alrededor del occipucio e introdujo el concepto de “tiempo retino cortical”.

Por otro lado, entre 1956 y 1961 Remond realizó la sumación utilizando condensadores que tradujeron las respuestas bajo una forma cartográfica en mapas espaciales lo que llevó a que en 1957 Barlow y Armingotn ejecutaran registros de las respuestas sobre una banda magnética (Heckenlively y Arden, 2006).

En 1961, Ciganek describió la primera nomenclatura de base y la morfología de los potenciales evocados visuales esto mediante la técnica de Dawson, pero modificada, así utilizó números romanos para la identificación de ondas con lo que registró una derivación bipolar parietooccipital que denominó I, II, II, IV, V y VI con latencias medias aproximadas de 40, 55, 75, 95, 116, 135 y 195 ms, respectivamente. En 1965, Gastaut y Regis emplearon numeración arábica con los números 2, 3, 4,5 y 6 con lo que describieron una nueva al inicio de la secuencia que designaron con el número 1, por su parte en 1965 Spehlmann realizó la estimulación con damero para registro de potenciales visuales evocados en humanos por ello utilizó como estímulo la inversión de los colores blanco y negro de los cuadros en un tablero de ajedrez; fue el primer autor en describir la P100. En 1969, Dustman y Beck utilizaron una

secuencia alfabética para denominar la secuencia de ondas descritas por Ciganek (Heckenlively y Arden, 2006; Mancebo, 2015).

En los años siguientes la complejidad de la nomenclatura creció, sin embargo la mayoría de los componentes identificaron un componente negativo o positivo y usaron una latencia media para la onda como subíndice o alternativamente un sistema de numeración secuencial, así Van Hasselt indicó que los primeros componentes de la latencia de 10 ms corresponden con el nervio óptico y Gross et al (1967) sugirieron que las primeras ondas de los potenciales visuales evocados reflejaban la entrada de la corteza visual a través de las fibras geniculcarinas.

En una serie de estudios, Harding y sus colaboradores en 1974 identificaron los componentes de los potenciales evocados subcorticales esto mediante las letras N y P para describir las oscilaciones (negativo o positivo) y la numeración ordinal para expresar la posición dentro de la secuencia con ello demostraron que podían ser obtenidos por estimulación de flash y estimulación de patrón inverso. Asimismo, usaron luminancia con cuadros rojos y verdes en participantes con trauma del nervio óptico con lo que obtuvieron respuesta y utilizaron como verificación un tablero con cuadros blancos y negros lo que presentó respuestas máximas a 12 grados del ángulo visual; esto mostró una clara visión lo que sería totalmente consistente con el potencial que surge del cuerpo geniculado lateral.

El tipo de patrón de tablero de ajedrez de patrón invertido ahora comúnmente utilizado debe su origen a la obra de Spekreijse y Cobb autores que usaron esta técnica para identificar la

respuesta promedio a una inversión del tablero de ajedrez, la respuesta al inicio y la compensación de los patrones de estos componentes los que se conocen generalmente por su polaridad y latencia; el componente P100 se convirtió en el componente de onda mejor estudiado mostrando una oscilación positiva aproximadamente a los 100 ms de la presentación del estímulo (Borrego y Trujillo, 1985; Heckenlively y Arden, 2006).

En este sentido, Dustmann y Beck (1966) realizaron el primer estudio visual de potenciales evocados visuales con flash con lo que encontraron que en los primeros seis años de vida hay aumento constante de la amplitud seguido esto de una disminución gradual de la misma alrededor de los 15 años; después de esto permanecen sin cambios hasta los 60 o 70 años donde se observa un aumento de la amplitud de los componentes tempranos y la disminución de los componentes posteriores.

En 1960, se publicó un estudio de potenciales evocados visuales en bebés donde se mostró una forma de morfología simple consistente en una onda positiva breve alrededor de los 180 ms seguidos de una onda negativa, además se observó en bebés prematuros que las ondas positivas iniciales aparecen alrededor de las 35 semanas de gestación (Heckenlively y Arden, 2006).

La gran diversidad de técnicas y la variabilidad de respuestas hizo que en 1995 la Sociedad Internacional de Electrofisiología Clínica de la Visión estandarizara una serie de procedimientos para el registro de potenciales evocados visuales donde se normalizó la base

tecnológica y el protocolo clínico para su realización e interpretación (International Society for Clinical Electrophysiology of Vision [ISCEV], s.f).

## **2.2 Consideraciones embriológicas y anatómicas**

Embrionariamente desde la cuarta semana de gestación se inicia la formación de los órganos visuales en el periodo de organogénesis así durante este periodo las células de las capas primarias ectodermo, mesodermo y endodermo se combinan para la formación de los diferentes órganos. El ojo se desarrolla como una extensión del cerebro anterior y se deriva de tres láminas embrionarias primitivas como el ectodermo superficial que incluye su derivación con la cresta neural, el ectodermo neural y el mesodermo; esta última no hace parte en la formación del ojo (Riordan y Cunningham, 2000; Sadler, 2009).

Al inicio del periodo somítico comienzan a formarse las diferentes estructuras oculares derivadas de las distintas capas embrionarias, asimismo en el ectodermo superficial se da inicio a la formación del cristalino, la glándula lagrimal, el epitelio corneal, la conjuntiva con sus glándulas anexas y la epidermis de los párpados. Del ectodermo neural, se origina el cuerpo vítreo, el epitelio del iris, el cuerpo ciliar, la retina, el esfínter y el componente dilatador del músculo pupilar, el nervio óptico y los nervios craneales que inervan el ojo y la órbita. El mesodermo ayuda a la creación del cuerpo vítreo, los músculos extraoculares y palpebrales, el endotelio vascular, ocular y orbitario (Riordan y Cunningham, 2000).

La conexión visual humana entre la retina, el núcleo tiroideo geniculado lateral y la corteza visual se forma parcialmente durante la mitad de la gestación y se desarrolla durante y después de este periodo. Así, la maduración de la corteza visual se caracteriza por la aparición de potenciales evocados positivos que ocurre entre las semanas 36 y 40 y continúa después del nacimiento (Salihagić y Predojević, 2012).

El ojo humano es un sistema convergente sensible a la luz formado este por un dioptrio esférico y un lente que concentra y enfoca una imagen invertida sobre la capa sensitiva del polo posterior del globo ocular, en la visión normal la córnea refracta los rayos luminosos y el cristalino enfoca las imágenes en la fovea (Mancebo, 2015).

Anatómicamente la vía visual está conformada por un órgano de receptor, un sistema de conducción, las vías ópticas y un área de procesamiento; las anteriores están conformadas por la retina, el nervio óptico, el quiasma óptico, el núcleo geniculado lateral, las radiaciones ópticas, la corteza occipital y el área de integración (Latarjet y Ruiz, 2019).

La excitación de las células visuales retinianas provoca una serie de reacciones que desembocan en fenómenos eléctricos, estos propagan estímulos sensoriales a lo largo de la vía óptica hasta la corteza occipital. Entre las estructuras de percepción se encuentra la retina que es un derivado del diencefalo y su función es la transducción de la luz en señales eléctricas que el cerebro puede procesar y codificar la información visual por sus estructuras neuronales y está compuesta por cinco clases básicas de neuronas tales como los

## **Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá**

---

fotorreceptores, las células horizontales, las células bipolares, las células amacrinas y las células ganglionares.

Existen dos tipos de células fotorreceptores: los conos y los bastones, estos se pueden dividir en dos segmentos, es decir la retina macular o central que incluye una gran concentración de conos y la retina periférica con una extensión 1000 veces superior pues abarca gran cantidad de bastones en comparación con los conos cuya densidad disminuye desde el centro a la periférica (Catalá y Castany, 2005; Riordan y Cunningham, 2000).

Otro componente de importancia son las estructuras de transmisión, como las siguientes.

1. Célula bipolar de CAJAL.
2. La célula ganglionar o multipolar.
3. La diencefalocortical.

La primera célula bipolar de CAJAL “conecta con las terminaciones sinápticas de los fotorreceptores y transmite señales a las células ganglionares” (Portal Retina, s.f., párr. 1).

En la segunda neurona, la célula ganglionar o multipolar el cuerpo celular es intrarretiniano lo que establece uniones bipolares y junto con el diencefalo forma el nervio, el quiasma y las cintillas ópticas; estos están dispuestos como eslabones de una cadena y conectados entre sí por células horizontales y células amacrinas conteniendo elementos nutritivos para el funcionamiento normal de las células nerviosas (Catalá y Castany, 2005).

La tercera neurona, la diencefalocortical se ubica en el cuerpo celular y se encuentra el cuerpo geniculado externo lo que conduce el estímulo visual desde el diencefalo hasta el córtex occipital

donde terminan todas las fibras con función visual de las ganglionares retinianas (Catalá y Castany, 2005).

Entre las estructuras de percepción, la mácula se prolonga en el polo occipital del córtex y ocupa una superficie alrededor de 10.000 veces mayor de la que ocupa la retina, asimismo en la estimulación monocular el potencial de acción va a los dos lóbulos occipitales (Catalá y Castany, 2005).

### **2.3 Aspectos fisiológicos de la vía visual**

El procesamiento de los estímulos visuales se inicia cuando el cerebro procesa la información en paralelo, esto por medio de tres sistemas independientes. El primero procesa la información acerca de la forma, el segundo procesa información del color y el tercero procesa movimiento, localización y organización espacial (Mohamad, 2009; Sellán, 1991).

Cuando un estímulo luminoso incide sobre la retina el impulso luminoso se convierte en señal eléctrica con lo que se genera en la primera capa de la retina, la sinapsis del epitelio pigmentario, los conos y los bastones; este impulso pasa por la capa de células bipolares, la capa de células amacrinas y las células ganglionares.

Las terminaciones de esta última forman las raíces del nervio óptico las que se prolongan constituyen el tracto óptico y cruzan con el lateral, con ello se forma el quiasma óptico; estas se dividen en dos brazos denominados “cintillas ópticas” (Hall y Hall, 2020; Jiménez, 2015; Sánchez y Muñoz, 2012).

Por otra parte, las fibras que proceden del lado nasal se cruzan en el quiasma óptico y las fibras del lado temporal siguen un trayecto ipsilateral, parte de estas fibras presenta una conexión con el ganglio geniculado externo y el tálamo óptico formando posteriormente las radiaciones de Gratiolet que van a la corteza occipital en las áreas 17,18 y 19 de Brodman. Esta última, también llamada córtex visual primario pertenece al área de dispersión de las radiaciones ópticas, asimismo las áreas de integración y de respuesta motrices son las áreas peri-estriadas o área 18 y las para-estriadas o área 19 (Hall y Hall, 2020; Jiménez, 2015; Sánchez y Muñoz, 2012).

Las modalidades de respuesta a la luz desde el punto de vista funcional corresponden con tres tipos de células ganglionares tales como las ganglionares tipos *ON* que responden a estímulos luminosos, las ganglionares tipos *OFF* que responden solo a la extinción del estímulo y las ganglionares tipos *ON/OFF* que responden a la aparición y la extinción del estímulo. Un estudio lumínico incide sobre un área concreta de la retina lo que estimula una única célula ganglionar, esto se denomina “campo receptor”, también se conocen dos tipos de células ganglionares que atienden sus diferentes propiedades de conducción de los estímulos descritos por Cleland estas son células ganglionares tónicas o sostenidas que responden durante toda la duración de un estímulo largo y sostenido y las células

ganglionares fásicas o transitorias que responden a variaciones temporales de los estímulos (Sánchez y Muñoz, 2012).

Los potenciales evocados visuales de estimulación estructurada dependen en gran medida de la función visual central pues representan la actividad eléctrica cortical generada por la estimulación de la retina central. Las proyecciones centrales se realizan por dos sistemas diferentes: el sistema fotópico y el sistema escotópico; la primera a nivel del córtex occipital y la segunda son proyecciones difusas subcorticales y corticales (Sánchez y Muñoz, 2012).

#### **2.4 Introducción a los potenciales evocados**

Los potenciales evocados son señales bioeléctricas detectadas en áreas del sistema nervioso central y periférico, estas pueden utilizarse para evaluar las funciones del sistema nervioso central y se generan como ondas electrofisiológicas en respuesta a estímulos que inducen a cambios en la actividad eléctrica. Lo anterior da como resultado registros de ondas cuyo análisis permite estudiar las diferentes actividades nerviosas tales como la función sensorial periférica y la integridad de las vías sensoriales de proyección del sistema nervioso o ambas (Mancebo, 2015).

Según la procedencia del estímulo los potenciales evocados se clasifican en endógenos y exógenos. Los potenciales endógenos o potenciales evocados de larga latencia se originan una vez que el estímulo ha alcanzado la corteza primaria entre los 100 y los 1 000 ms estos no son una respuesta obligatoria a los estímulos y están relativamente insensibles a los

cambios físicos del estímulo que los genera pues varían en amplitud, latencia y distribución lo que depende de cómo los individuos procesen la información, son útiles para el estudio de diversas variables cognitivas. Entre otros se encuentran los potenciales de intención y de anticipación, así el más estudiado es la denominada “P300” (Donchin et al., 1984; Sellán, 1991).

Los potenciales exógenos o de corta latencia están estrechamente relacionados con las características del estímulo pues se obtienen en zonas localizadas de la corteza cerebral y presentan parámetros en latencia y amplitud constantes; estos se originan en las vías aferentes que comunican los órganos sensoriales con la corteza primaria. Asimismo, presentan una relación entre el estímulo y la respuesta electrofisiológica medida que aparece determinada por las características intrínsecas del estímulo y la vía sensitiva estimulada con ello presentan una velocidad de conducción específica, lo que depende del número de sinapsis, el tipo de axones y la localización de los generadores componentes de la onda. Por otro lado se clasifican según la vía sensorial estimulada en visuales, auditivos y somatosensoriales y son de gran utilidad en el diagnóstico clínico como prueba de integridad anatómica y funcional de los sistemas sensoriales aferentes (Mancebo, 2015; Misulis y Fakhoury, 2001; Sellán, 1991).

En el entorno actual los potenciales visuales han incrementado su interés clínico como medio diagnóstico en patologías visuales y disfunciones de la vía visual, las que son cada vez más frecuentes en la práctica médica. Por el momento estas pruebas proporcionan una valiosa

herramienta sobre el funcionamiento de la vía visual lo que no puede ser reemplazado por ningún otro tipo de estudio.

Así es una herramienta que permite detectar alteraciones en el sistema nervioso central lo que posibilita la localización topográfica de la lesión en algunos casos. Entre las múltiples ventajas, permite evidenciar los cambios que aún no se expresan clínicamente y de igual manera se puede realizar en un corto periodo y no es una técnica invasiva.

## **2.5 Clasificación de los potenciales visuales**

Los potenciales evocados visuales se clasifican según la técnica utilizada para estimular la vía visual; actualmente el más usado es el damero, este como método de estimulación por su mayor sensibilidad y estabilidad intra e intersujetos en la respuesta registrada por ello se han estandarizado de la siguiente manera para el registro de potenciales evocados visuales, esto conforme con la ISCEV (Odom et al., 2016).

- Potenciales evocados visuales estructurados reversibles o *Pattern Reversal*: son provocados por tablero de ajedrez por cuadros grandes, esto con un grado, rango aceptable de 0,8 a 1,2 (60 min de arco) y pequeño 0,25 con rango aceptable de 0,2 a 0,3 (15 min de arco), con lo que mantienen la luminancia media del campo estimulado constante.

## Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá

---

- Potenciales evocados visuales dentro/fuera u *onset / offset*: son generados por damero de cuadros grandes (60 min de arco) o pequeños (15 min de arco), con lo que mantienen la luminancia promedio del campo estimulado constante.
- Potenciales evocados visuales flash: son provocados por un aumento breve de luminancia subyacente a un campo visual de, al menos, 20 grados.

En la práctica clínica, se realizan distintos protocolos y procedimientos especializados para el registro de potenciales evocados visuales que no son regulados por la ISCEV, como los siguientes (Mancebo, 2015; Odom et al., 2010).

- PEV con gafas LED (LED Google).
- PEV multifrecuencia (*multi-frequency*).
- PEV con hemicampos (*hemi-field*).
- PEV multicanal (*multi-channel*).
- PEV binoculares (*dichoptic*).
- PEV en estado estacionario (*steady-state*).
- PEV de barrido (*sweep*).
- PEV cromáticos (*chromatic*).
- PEV con movimiento (*motion*).

La evaluación del sistema visual, electrofisiológicamente, incluye diversidad de técnicas, entre las más utilizadas, para fines clínicos y de investigación, se encuentran los potenciales

evocados visuales estructurados reversibles o *Pattern Reversal*; estos proporcionan una información importante en el diagnóstico respecto con la funcionalidad integral de la vía visual.

## **2.6 Utilidades de los potenciales visuales de patrón reverso**

La evaluación electrofisiológica del sistema visual tiene un papel importante en el diagnóstico y el seguimiento de patologías visuales, así los potenciales visuales de patrón reverso son un medio importante para obtener datos reproducibles y cuantitativos de la función de las vías visuales anteriores y posteriores que se registran desde el cuero cabelludo sobre la corteza visual; esto ayuda a ver la integridad de la vía visual central en todos los niveles incluidos, como el ojo, la retina, el nervio óptico y la corteza occipital.

Los potenciales evocados visuales son sensibles a la captación de una conducción normal de la vía visual, por ello se pueden utilizar para evaluar la vía visual con la cooperación del paciente pues requiere fijación y enfoque. No se pueden utilizar en neonatos o adultos que posean problemas en el enfoque, esto debido a la opacidad del medio ocular y la dificultad de seguir instrucciones. Entre las limitaciones técnicas los potenciales evocados visuales logran una respuesta global pero no brindan datos topográficos específicos sobre el funcionamiento de la vía visual (de Santiago, 2013; Walsh et al.,2005).

En cualquier patología que altere el receptor, la vía visual o el córtex sea cualquiera su naturaleza provoca cambios en la respuesta del potencial evocado visual. En los potenciales

evocados visuales de patrón reverso presentan una respuesta mixta, lo que muestra actividad en las células ganglionares y algunas neuronas de la retina; las patologías que se encuentran son trastornos de receptor y vías o de vías y/o córtex sensibles al sistema fotópico o patrón geométrico, para éstas, se pueden observar cuadros disociados o convergentes (Celesia, 2006; Teijeira et al., 1998).

Entre los cuadros disociados de anomalías potenciales evocados de patrón geométrico, se encuentran las patologías de medios transparentes tales como la refracción y la opacidad, la degeneración fovea, la afectación del nervio óptico en su parte central y la ambliopía. Un cuadro convergente indica siempre un trastorno visual mayor combinado entre las afectaciones del potencial evocado con patrón geométrico y estímulo flash; en este grupo se encuentran las patologías como las cataratas y la degeneración macular senil, la retinopatía con degeneración macular, las lesiones traumáticas y vasculares del nervio óptico, y las atrofas ópticas (Pescosolido et al., 2015; Teijeira et al., 1998).

Entre las utilidades clínicas de los potenciales visuales de patrón reverso, se encuentran diferentes patologías: las maculopatías que ayudan a diferenciar entre maculopatías y neuropatías. En las neuropatías ópticas secundarias con enfermedades desmielinizantes se observa un retraso en la latencia de la onda P100 y amplitudes poco marcadas; en esta patología, se ha demostrado que hay mayor sensibilidad de los potenciales evocados de patrón reverso en comparación con la resonancia magnética sobre todo en las neuropatías antiguas al diagnosticar la esclerosis múltiple (Catal y Vincent, 2007; Cheung et al., 2020; Pihl et al., 2017; Rodríguez et al., 2012).

En las neuropatías tóxicas, como alcohol, tabaquismo, toxicidad por etambutol, cisplatino y deferoxamina, los potenciales evocados de patrón reverso presentan una disminución de la amplitud con ligero retraso de la latencia de onda P100, lo que es útil en el diagnóstico y el seguimiento de dicha patología (Catalá y Castany, 2005; Pollock et al., 1988).

En las neuropatías ópticas inflamatorias, se encuentran alterados los potenciales evocados visuales de patrón reverso, lo que es útil en el diagnóstico diferencial del papiledema en fases tardías; en los tumores como los gliomas, se encuentra la abolición del potencial evocado visual. En las enfermedades neurodegenerativas, pueden evaluarse enfermedades como la esclerosis múltiple, el Parkinson y el Alzheimer, asimismo, se han estudiado en patologías como la esclerosis lateral amiotrofia, las demencias y las diferentes ataxias (Catalá y Castany, 2005; González et al. 2015; Rodríguez et al., 2012).

Además, los potenciales evocados visuales de patrón reverso se han utilizado para evaluar, objetivamente, la agudeza visual como diagnóstico diferencial ante trastornos psicógenos que el paciente puede experimentar cuando se enfrenta a situaciones traumáticas de su vida cotidiana (de Souza et al., 2016).

Se considera que los valores del registro que se obtienen en la realización de los potenciales visuales evocados de patrón reverso deben estar ligados con el resto de los datos del examen clínico, así, si se demuestra que la agudeza visual y el campo visual son normales, y hay alteración de los potenciales visuales, existirían algunas secuelas por afectación anterior de

los nervios ópticos por alguna enfermedad desmielinizante; el retraso de la onda P100 respecto con los valores estimados normales indicaría una neuritis óptica anterior. Si se detecta una onda P100 desdoblada, esto indica un episodio de neuritis que ha afectado solo una parte de la fibra, igualmente, si no se identifica el P100, se ha presentado un episodio de neuritis óptica en el pasado. Esto sugiere que si la agudeza visual, el campo visual y los potenciales visuales evocados están alterados, no se puede determinar el tipo y el origen de la patología existente, posiblemente debido a una alteración de los medios transparentes de la retina o la vía visual (Paranhos et al., 1998; Sánchez y Muñoz, 2012).

Los potenciales evocados visuales de patrón reverso se consideran como una parte del examen clínico oftalmológico, éstos no son específicos de cada patología, pero ayudan a la orientación diagnóstica debido a su alta sensibilidad y objetividad.

## **2.7 Descripción de los potenciales evocados visuales de patrón reverso**

En los potenciales evocados visuales de patrón reverso, se prefiere, para la mayoría de los propósitos clínicos, por ser el patrón menos variable en forma de onda y tiempo, un protocolo de un solo canal de registro con un electrodo occipital de línea media para evaluar la función prequiasmática ósea y los nervios ópticos anteriores al quiasma óptico (Odom et al., 2016).

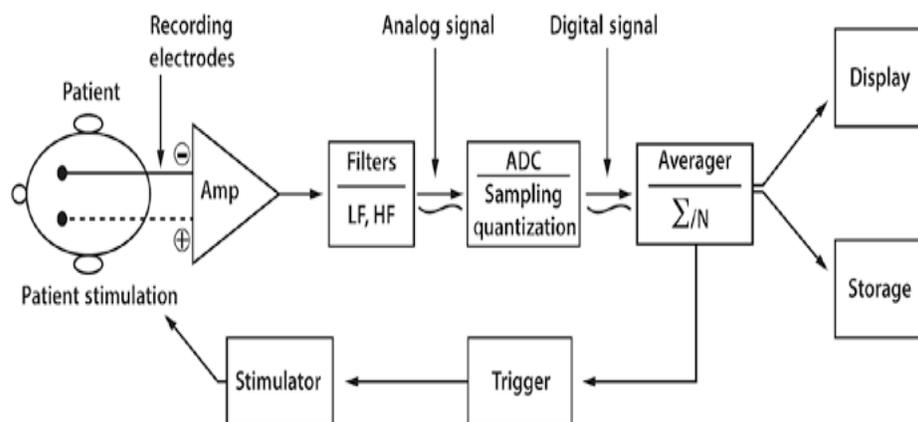
Para la implementación de la técnica para pruebas clínicas, los potenciales evocados visuales de patrón reverso han sido regulados por los estándares de la ISCEV, la que establece protocolos mínimos para el registro clínico básico, donde se define la tecnología básica, el

protocolo clínico, la medición y los informes. Los principios básicos de los equipos de potenciales evocados presentan tres componentes diferentes, éstos son los siguientes.

1. Estimulador para proporcionar un estímulo específico.
2. Sistema de amplificación y filtro.
3. Convertidor análogo a digital con resultados.

En este sentido, el estimulador está conectado físicamente, por tal motivo, está bloqueado en tiempo a promediación, lo anterior se esquematiza en la Figura 1 (Markand, 2020).

**Figura 1** Diagrama simplificado del equipo de potenciales evocados



*Nota.* Tomado de *Clinical Evoked Potentials*, por Markand, 2020

El origen de las señales en los potenciales de patrón reverso está determinado por la ubicación de los electrodos, las características del estímulo visual y el estado de adaptación visual. Por ello, los estándares electrofisiológicos incluyen recomendaciones sobre el estado de adaptación retiniana del paciente, como la adaptación a la oscuridad y la luz, las características del estímulo, como las dimensiones, la intensidad, la frecuencia del parpadeo

y la frecuencia de inversión del patrón, y los registros del potencial eléctrico, donde se tienen en cuenta los electrodos adecuados y la posición de los electrodos (Whatham et al., 2014).

### ***2.7.1 Variables que influyen en los registros***

Entre las variables para la toma de los potenciales evocados visuales de patrón reverso, se describe la edad, donde se observa que, posterior a los 60 años, la latencia de P100 aumenta; esto es importante para distinguir la anormalidad en el anciano, así, la amplitud que disminuye con la edad no cambia o aumenta. Por su parte, el sexo femenino en la menopausia se encuentra un P100 más corto de latencia a diferencia del sexo masculino de edad similar; es probable que la agudeza visual inferior a 20/20 reduzca la amplitud y aumente la latencia. Así, el tamaño de la pupila no afecta el patrón del potencial evocado visual (Celesia et al., 1987; Dion et al., 2013; Misulis y Fakhoury, 2001; Sokol et al., 1981; Yilmaz et al., 1998).

En personas sanas, no se observan cambios en la latencia de la P100 con el aumento de temperatura ni con el ejercicio, así, las enfermedades desmielinizantes pueden provocar, con el ejercicio, reducción en la amplitud, lo que afecta la vía óptica (Teijeira et al., 1998).

En la superficie estimulada en relación con el campo visual, se evidencia que la onda P100 en realidad es generada por un ángulo de visión de 10 grados y las respuestas de Oz recopiladas corresponden con la visión central, así, en cualquier cambio de la distancia, se puede generar un cambio del ángulo visual y del potencial (Beydoun et al., 1997; Sánchez y Muñoz, 2012).

### **2.7.2 Electrodo**

Para detectar la señal electrofisiológica de los potenciales evocados visuales, se considera la colocación de electrodos de plata, cloruro de plata o electrodos de superficie de oro. La piel debe estar limpia y utilizar gel electroconductor para garantizar una conexión buena y estable, así, la impedancia de contacto entre el electrodo y la piel debe ser inferior a 5 k $\Omega$  medidos entre 20 y 40 Hz, esto sin que haya diferencias superiores al 20 % entre electrodos. Los electrodos en el cuero cabelludo se colocan de acuerdo con el sistema internacional 10/20; según este sistema, se distribuye sobre el cráneo dividiendo en porciones del 10 % o el 20 %.

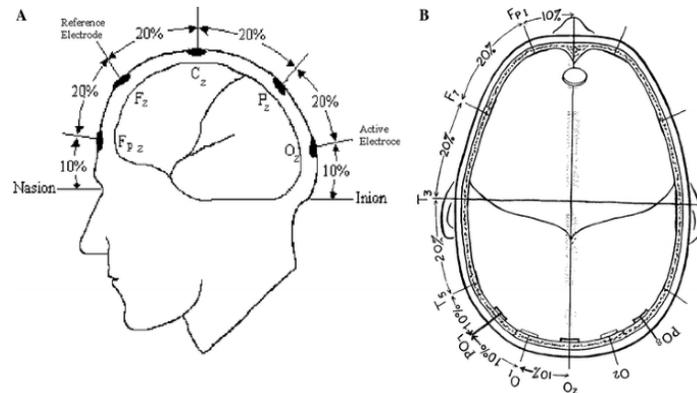
Las medidas van sobre la línea media siguiendo dos direcciones: la primera es anteroposterior, esta va desde el nasión y el inión, y la segunda dirección es de izquierda a derecha, esta sigue el plano coronal entre mastoides. Los electrodos activos O1, Oz y O2 se ubican en el cuero cabelludo del lóbulo occipital sobre la corteza visual en Oz, el electrodo de referencia Fz se ubica sobre la línea media del lóbulo frontal y el electrodo de masa conectado a tierra se sitúa en un punto relativamente indiferente como la frente, el vértice superior de la bóveda craneal, los lóbulos de la oreja y los mastoides (Creel y Yu, 2019; Odom et al., 2016).

La configuración de los electrodos del sistema 10/20, utilizada en potenciales evocados visuales, se muestra en la Figura 2; asimismo, las abreviaturas que pueden ser empleadas son

## Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá

las siguientes: F (región frontal), C (región central), T (región temporal), P (región parietal), O (región occipital). A1 y A2: lóbulos del pabellón auricular, Fz, Cz, Pz, Oz y electrodos de la línea media; los números impares de los electrodos siempre se colocan a la izquierda (Akay, 2012).

**Figura 2** Disposición de electrodos según el Sistema 10



*Nota.* Tomado de *ISCEV standard for clinical visual evoked potentials: (2016 update)*, por Odom et al., 2016

### 2.7.3 Estímulos

Las características del estímulo se presentan de una modalidad específica, este debe ser abrupto y de corta duración, exactamente controlado en intensidad, ser constante y consistente (Markand, 2020). Entre las características de estimuladores que tienen la propiedad de estimular la mácula que se proyecta al cuerpo geniculado y al córtex visual primario, se tienen las pantallas de televisión, éstas utilizan tubos de imagen mediante circuitos generadores de patrones, asimismo, presentan ventajas, por ejemplo, son suficientemente grandes y brillantes, pueden generar imágenes horizontales y verticales de diferentes tamaños, presentan diferentes velocidades y puede usarse para estímulos de

hemicampos o cuadrantes visuales sin desplazamiento del punto fijo; los patrones pueden retroceder o aparecer y desaparecer en alternancia con una iluminación difusa o fondo oscuro.

El patrón de estímulo puede ser mezclado con un programa de televisión, como un dibujo animado, para mantener a los niños mirando la pantalla de forma fija; el inicio del estímulo de patrón de televisión es más lento que el obtenido con otros patrones generadores, lo que explica la diferencia de latencias entre pruebas de distintos sitios. Los cambios de imagen de la televisión progresan en líneas horizontales desde la parte superior hacia la inferior, a través de frecuencias de 50 a 60 Hz en 20 milisegundos (Misulis y Fakhoury, 2001). También se pueden encontrar estímulos como los diodos de luz, estos son montados en una matriz cuadrada que forma cuadros de luz en un patrón de tablero de ajedrez que intercambia de encendido y apagado; como desventajas, cabe añadir que son elementos invariables de tamaño, campo con un estímulo pequeño, luz de color y baja luminancia.

El estímulo estándar es un tablero de ajedrez o damero de alto contraste, este consiste en un cuadrado equilátero que consta de un número igual de cuadros blancos y negros que reproducen ciclos de inversión abrupta de un patrón de estimulación, esto con una frecuencia de 1 Hz; los estímulos con patrón se definen por el ángulo visual subtendido por el lado en grados o minutos de arco en el ojo de 1 grado, lo que es igual a 60 minutos.

Los estímulos se pueden generar con una distancia de visión entre 50 y 150 cm para obtener una dimensión de campo adecuada en cualquier tamaño físico de pantalla, así, un cuadro de

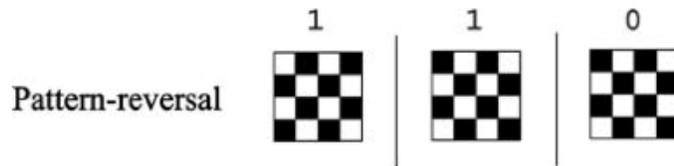
tablero de ajedrez individual suele tener un ángulo visual de 30 segundos, con ocho grados para todo el estímulo o pantalla de video (Odom et al., 2016; Soiti et al., 2014).

El patrón de ajedrez está formado por 16 casillas, ocho negras y ocho blancas, con una relación de aspecto entre ancho y alto que no debe exceder 4:3, igualmente, el tamaño del campo debe ser de, al menos, 15 grados en su dimensión más estrecha, y todos sus cuadros o casillas pasan de blanco al negro o de negro a blanco de modo sincrónico (Figura 3). Los potenciales evocados visuales de patrón reverso de tablero de ajedrez son obtenidos, normalmente, en dos segundos, así, en la tasa más lenta de estimulación no se obtiene ningún cambio en el potencial (Misulis y Fakhoury, 2001; Odom et al., 2016).

Para el protocolo de inversiones de patrón reverso, la combinación de blanco y negro en fase inversa cambia de manera abrupta, es decir, de negro a blanco y de blanco al negro sin ningún cambio en la luminancia de la pantalla, lo que debe sincronizarse con el promediador y diseñarse para evitar artefactos de luminancia transitoria. En la prueba de potenciales evocados visuales, se debe especificar el ancho de verificación, la tasa de estímulo, el número de inversiones promediadas, la luminancia media y el tamaño del campo.

Por lo tanto, en la estimulación *Pattern Reversal*, la respuesta visual es más lenta, esto debido, principalmente, a la estimulación de las neuronas parvocelulares (Odom et al., 2016; Rossini, 1992).

**Figura 3** Estimulaciones Pattern-Reversal

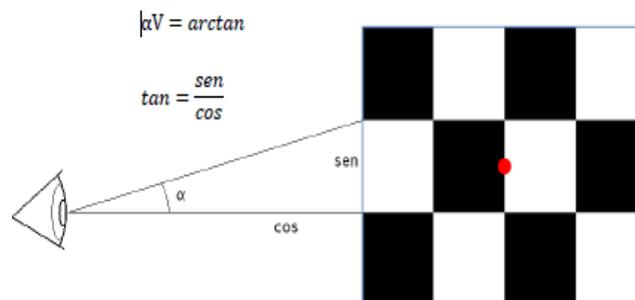


*Nota.* Tomado de *Análisis avanzado de las señales de los potenciales evocados multifocales aplicados al diagnóstico de las neuropatías ópticas*, por de Santiago, 2013

#### 2.7.4 Tamaño de los estímulos

El tamaño del campo visual estimulado corresponde con el ángulo de visión expresado en grados, esto consiste en la proyección de dos líneas imaginarias que se extienden desde el punto de visión en el ojo a los extremos del objeto observado, lo que está determinado por el tamaño del estímulo, así, la distancia de visión se puede ajustar para lograr un campo de visión adecuado (Figura 4) (Mancebo, 2015).

**Figura 4** Tamaño en grados de ángulo visual



*Nota.* Tomado de *Electrofisiología cortical en retinosis pigmentaria*, por Mancebo,

2015

Las dimensiones del campo estimulado y cada cuadro del damero se expresan por su tamaño angular en grados y/o minutos, estos parámetros miden el ángulo sólido de la visión; la frecuencia espacial se expresa en ciclos por grado, lo que significa el número de cuadrados del damero por grado de visión y es inversamente proporcional a la dimensión angular de los cuadrados (Teijeira et al., 1998).

### ***2.7.5 Luminancia y contraste***

La luminancia y el contraste del estímulo deben ser uniformes en todo el campo visual, aceptando hasta un 30 % de diferencia entre el centro y la periferia. El contraste es la diferencia de luminancia o el brillo de las áreas oscuras y claras divididas por las sumas de su luminancia, así, un bajo contraste disminuye la amplitud de P100 y aumenta la latencia; una mayor luminancia disminuye la latencia P100 y aumenta la amplitud del potencial (Drislane, 2007).

La luminancia no es una de las variables más importantes, pero debe mantenerse constante a lo largo de la realización y entre los participantes para su estandarización en el laboratorio. La luz de los cuadrados utilizados en algunos estudios es más oscura que los cuadrados en otros laboratorios, así, la luminancia del fondo no es crítica siempre que se utiliza una iluminación de habitación tenue o normal. La iluminancia ambiental es la medida de las luminancias tomadas en varios puntos alrededor del dispositivo de estimulación, esta debe ser la misma para todas las grabaciones, de este modo, debe mantenerse lo más constante

posible y mantener las luces brillantes fuera de la vista directa de los sujetos (Odom et al., 2016).

Los estímulos basados sobre las modificaciones de contrastes que no presenten modificaciones de la luminancia del entorno pueden variar en función de diversos parámetros, tales como la forma de los contrastes como los cuadrados blancos y negros, la porción del campo visual estimulado, la frecuencia espacial de la estimulación y la modulación temporal de las alternancias (Sánchez y Muñoz, 2012).

#### ***2.7.6 Parámetros de registro***

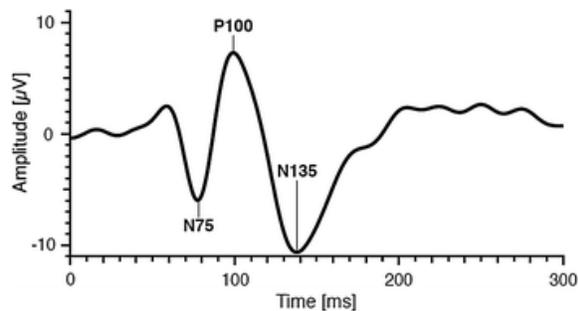
La señal se almacena por la diferencia de potencial entre cada electrodo activo y la referencia que se considera neutra con un valor numérico. Los amplificadores deben estar eléctricamente aislados del paciente y cumplir con las normas de seguridad vigentes para el sistema de registro médico, las que se usan con una impedancia de entrada mínima de 10 M $\Omega$  en el rango de 50 a 60 Hz. Los filtros analógicos deben establecerse entre los rangos de 1 a 100 Hz, así, los filtros que suprimen las señales de frecuencia están contraindicados porque pueden reducir la distorsión de la señal.

Algunas veces, se observan interferencias electromagnéticas que dificultan la obtención del potencial, estas se pueden eliminar protegiendo o modificando el equipo, así, hasta la reorganización de los cables de los electrodos puede ser beneficiosa. La señal análoga debe ser digitalizada a una frecuencia de muestreo mínimo de 1 000 Hz por segundo, con una

resolución mínima de 12 bits, asimismo, el tiempo de análisis mínimo, que es la duración del barrido después del estímulo, es de 250 ms, y el número mínimo de barrido, que son los segmentos de análisis, muestra un promedio que debe ser igual o superior a 64 ms (Brigell et al., 1998; Creel y Yu, 2019; Odom et al., 2016).

La nomenclatura utilizada para definir los registros se identifica como la polaridad de la onda, donde N es negativo y P es positivo, y el número que indica el tiempo en milisegundos que tarda en producirse la respuesta. El registro del potencial evocado visual de patrón inverso genera una onda con características, la que es formada por una deflexión negativa que se origina alrededor de los 75 ms llamados como N75, seguida esta de una sobresaliente onda positiva con latencia media de 100 ms, es decir, P100; se encuentra un segundo componente negativo entre 135 a 145 ms, aproximadamente, conocido como N135 o N145 (Figura 5), y una segunda onda positiva que se genera sobre los 200 ms, conocidos estos como P200 (Iragui, 2009; Mancebo, 2015; Misulis y Fakhoury, 2001).

**Figura 5** *Componentes del Potencial Evocado Visual*



*Nota.* Tomado de *Evoked Potentials*, por Akay, 2012

El N75 se origina en la corteza visual primaria, por otro lado, el origen del componente de la P100 es controvertido, pues se genera, principalmente, en áreas visuales extra-estriadas, mientras la mayoría refiere que se genera en la corteza estriada. El N145, que ha sido menos estudiada, identifica su origen en la corteza visual extra-estriada, así, otros autores concluyeron que surge de la corteza calcarina o las áreas estriadas y extra-estriadas (di Russo et al., 2005; Shigeto et al., 1998).

Los principales parámetros de análisis de los potenciales evocados visuales son la morfología, la amplitud y la latencia, de este modo, la morfología muestra la distribución de las diferentes oscilaciones que lo componen, igualmente, están condicionados por los valores de amplitud y latencia. La amplitud es expresada en microvoltios, lo que expresa los valores de diferencia de potencial eléctrico existente entre las áreas del cuero cabelludo donde están ubicados los electrodos del dipolo.

La amplitud generada se ve afectada por la colocación de la cisura calcarina en relación con el inión, así, el grosor del hueso craneal y la conductividad de la superficie por las diferencias anatómicas entre individuos presentan problemas de variabilidad entre los sujetos (de Santiago, 2013; Mancebo, 2015).

La latencia es el tiempo expresado en milisegundos que transcurre desde la presentación del estímulo hasta la generación de la respuesta en la corteza estriada, donde se observa el pico máximo de oscilación de onda. La latencia permite detectar y cuantificar procesos de inflamación, desmielinización y neurodegeneración, igualmente, la latencia representa,

cualitativamente, las variaciones de la conducción que decrece en las fibras desmielinizantes por el cambio de conducción saltatoria a conducción continua (Misulis y Fakhoury, 2001). En tal marco, la latencia puede medirse en tres formas diferentes: monocular, interocular y progresión. La latencia monocular es empleada en el registro de potenciales evocados visuales de patrón reverso, puesto que mide el retraso del estímulo para un único ojo de un individuo, por ello, es utilizada para la detección de defectos en el campo visual, sea por lesiones en las células ganglionares o en el nervio óptico (de Santiago, 2013).

#### ***2.7.7 Protocolo de registro***

En el procedimiento de registro que se realiza, de forma habitual, en los diferentes laboratorios electrofisiológicos, se han utilizado varios métodos para el registro, con el fin de evaluar la función visual. El protocolo de los potenciales visuales de patrón reverso se elige con base en los síntomas, la historia del paciente y otra información disponible; la interpretación del registro debe ser considerada dentro de un contexto clínico del paciente.

En el registro de los potenciales visuales de patrón reverso, se cuenta con parámetros de estimulación y técnicas de registro como las siguientes (Paranhos et al., 1998; Shigeto et al., 1998).

1. El patrón de tablero de ajedrez utilizado para la grabación de potenciales evocados visuales de patrón reverso: el monitor debe ser colocado a una distancia de, al menos, 70 cm del nivel de los ojos; la distancia comúnmente empleada es de 100 cm con rango de 75 a 150 cm.

2. Tipo de estímulo alternado blanco y negro: estos, durante el registro, se invierten abruptamente, así, los negros se convierten en blancos y los blancos se convierten en negros, lo que proporciona la estimulación visual necesaria.
3. Los cuadros blancos y negros deben ser de alto contraste, por ello, se recomienda un contraste de más del 80 %.
4. Se utiliza una tasa de reversión menor de cuatro reversiones por segundo, lo que corresponde a ser menor de dos ciclos por segundo.
5. La luminancia de la pantalla debe ser mayor de  $50 \text{ cd/m}^2$ , pues no debe haber ningún cambio en la luminancia total de la pantalla durante las reversiones de los registros.
6. Obtener, en el potencial evocado visual de patrón reverso, dos tamaños de registros diferentes que van entre 40 a 60 segundos grandes, y pequeños entre 10 a 15 segundos de arco visual.
7. El tamaño de campo visual completo debería ser, al menos, de 150 grados del ángulo visual. El cálculo del ángulo visual se debe multiplicar por la elevación del cuadrado del damero en mm por 3 450, y dividir el trayecto entre el ojo y

## **Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá**

---

la pantalla en mm, con lo que se logra el ángulo visual en minutos; para lograr grados, se divide por 60 (Ojeda, s.f).

8. El paso de banda del sistema debe establecerse en 1-300 Hz.
9. El tiempo de análisis después del estímulo debe ser de 250 mseg.
10. El número de los promedios por réplica depende de la relación señal – ruido que va entre 100 a 200 estímulos.
11. El número de registros debe ser, al menos, dos promedios para demostrar la reproducibilidad del potencial evocado visual de patrón reverso.

### ***2.7.8 Elaboración de los potenciales evocados visuales de patrón reverso***

En todo procedimiento de electrodiagnóstico, se deben poseer los elementos necesarios para su realización, esto desde la programación del equipo para potenciales evocados visuales hasta el entrenamiento del personal para la toma del estudio y los registros. Es preciso contar con un monitor que permita cambiar el tamaño de los cuadros, las secciones de la pantalla, la velocidad de reversión de los cuadros, y la suficiente calidad para conservar un nivel invariable de intensidad luminosa y contraste. Se debe tener un destello de luz para controlar la intensidad, la duración y la frecuencia del estímulo (Ojeda, s.f).

Antes de la realización del estudio, se debe hacer la preparación del paciente antes de la anamnesis de causa de prescripción del examen, así, debe estar la pupila en estado natural, ni midriático ni miótico; posteriormente, se hace el montaje o colocación de electrodos de disco fijo adheridos al cuero cabelludo con crema conductora, el más utilizado es el Cz – Oz (región central medial – región occipital medial) con electrodo a tierra ubicado en la frente, igualmente, deben utilizarse electrodos laterales en el sujeto que se va a hacer una estimulación parcial del campo visual y el defecto conocido en campos visuales. (Markand, 2020) (Ojeda, s.f).

- Canal 1: Oz (región occipital medial) a referencia.
- Canal 2: Pz (región parietal medial) a referencia.
- Canal 3: a la derecha del inión 5 cm por encima y 5 cm lateral.
- Canal 4: a la izquierda del inión 5 cm por encima y 5 cm lateral.

En participantes que no presenten ninguna patología ni trastorno visual, se usa protocolo de dos canales de la siguiente manera.

- El electrodo activo (+) se debe colocar en Oz (región occipital medial).
- El electrodo de referencia (-) se debe colocar en Cz (región central).
- El electrodo de tierra en región frontal.

Es importante contar con el ambiente propicio para la realización del estudio, es decir, se debe contar con un sitio adecuado que no interfiera en la luminancia y el contraste; se continúa de la siguiente manera.

## **Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá**

---

1. Se coloca al paciente sentado en una silla con un nivel visual horizontal hacia el monitor.
2. Instruir al paciente para mirar en un punto en el centro del tablero de ajedrez a lo largo de la prueba.
3. Mantenerse alerta y concentrado, constantemente, en el tablero de ajedrez.
4. Se realiza estimulación monocular y el ojo no estimulado debe estar cubierto por un parche opaco a prueba de luz.

Es necesario tener en cuenta, en la realización del examen, los siguientes factores.

- No colocación de gotas oculares durante o antes de la prueba.
- Permitir el uso de gafas o lentes correctivos durante la prueba.
- Realizar un examen clínico donde se evalúe la agudeza visual.
- El paciente debe permanecer en una posición cómoda para ayudar a reducir los movimientos musculares y los artefactos.

El protocolo se debe ajustar el equipo para la prueba convencional con los siguientes parámetros, esto según

Tabla 1 Parámetros del equipo (Cadwell Laboratories, 2010).

**Tabla 1** Parámetros del equipo

<b>Filtro (Hz)</b>	<b>2 – 100 Hz</b>
Tipo de estímulo	Checks
Número de cuadros	32
Rata de estímulo (Hz)	2.11
Número de promediaciones	100
Escala de tiempo ( $\mu\text{V}/\text{división}$ )	25
Amplificación ( $\mu\text{V}/\text{división}$ )	1.8
Rechazo (%)	0

*Nota.* Tomado de *Software Cadwell Sierra, Summit*, por Cadwell Laboratories, 2010

### 2.7.9 Notificación de resultados del electromiógrafo

El estudio debe contar con los datos de identificación del paciente, así, el motivo del envío del estudio y el resultado se informan como normales, anormales o atípicos, esto previa evaluación de las latencias de una forma cualitativa; el reporte debe documentar la tabla de resultados (

Figura 6 Presentación tabla de resultados

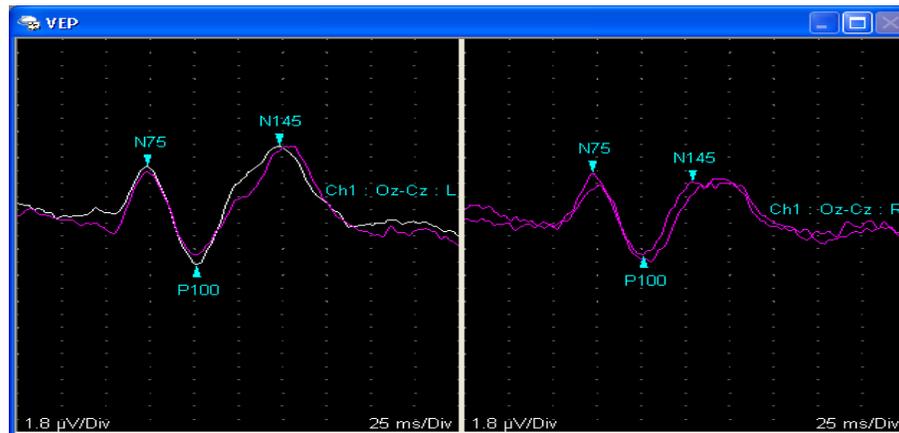
) y los gráficos de ondas en pantalla (Cadwell Laboratories, 2010).

**Figura 6** Presentación tabla de resultados

Defined Measurements				
Trace	N75 (ms)	P100 (ms)	N145 (ms)	N75-P100 ( $\mu\text{V}$ )
Results for Right Side → Ch1 : Oz-Cz : R	72.3	101.2	128.9	11.18
Results for Left Side → Ch1 : Oz-Cz : L	73.4	101.2	148.0	13.39
Calculated L - R Values → L-R	1.2	0.0	19.1	2.21

*Nota.* Tomado de *Software Cadwell Sierra, Summit*, por Cadwell Laboratories, 2010

**Figura 7** Presentación de gráfico de ondas en pantalla



*Nota.* Tomado de *Sierra®Wave®EMG/VCN/PE Specifications*, por Cadwell Laboratories, 2008

### 2.7.10 Resultado descriptivo de los valores

En los estudios de potenciales evocados visuales de patrón reverso, se identifican tres tipos de ondas con variación de polaridad, así, se presenta una secuencia negativa, positiva y negativa, respectivamente, con latencias de los picos de 70 ms, 100 ms y 135-145 ms, donde la P100 es la primera onda positiva que se observa con una latencia de 100 ms, por ello, es la más constante y útil en el registro. La amplitud del P100 se mide desde el pico de N75 hasta el pico de P100; la latencia normal de P100 varía entre 89 y 114 ms con una amplitud de tres a 21 y un rango de diferencia máxima entre los dos ojos de seis msec (Markand, 2020; Ojeda, s.f).

En los potenciales evocados visuales de patrón reverso, los criterios de medición y anormalidad son los siguientes.

**Tabla 2** Medidas y criterios de Potenciales Evocados Visuales

<b>Medidas /anormalidades</b>	
<b>Latencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Latencias N75, P100 y N145.</li> <li>b. Diferencia de P100 interocular.</li> </ul>
<b>Amplitud</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Amplitud de P100.</li> <li>b. Relación de amplitud de P100 interocular (usualmente grande/pequeño).</li> <li>c. Relación de amplitud interhemisférica (usualmente grande/pequeño).</li> </ul>
<b>Criterios de anormalidad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Ausencia total del potencial evocado visual.</li> <li>b. Latencia de P100 con media de +3SD.</li> <li>c. Diferencia de latencia interocular P100 de al menos 10 mseg.</li> <li>d. Relación de amplitud interocular P100 sobre dos.</li> </ul>

*Nota.* Tomado de *Clinical Evoked Potentials*, por Markand, 2020

En esta línea de ideas, se han encontrado estudios que han recopilado múltiples resultados de varios autores, donde se evidencia la variabilidad entre estudios, así, el ejemplo de la de la Table 3 y Tabla 4 Los valores normales de los componentes de PEV en estudios previos muestra la importancia de estandarizar dichos valores en la población bogotana. (Mahjoob et al., 2019; Markand, 2020).

## Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá

**Tabla 3** Datos normales de PEVPR

Check Size	N75 LAT.	P100 LAT.	N145 LAT.	N100 LAT.	P100 AMP
<b>55</b>	$\bar{x} = 72.9$	$\bar{x} = 100.58$	$\bar{x} = 139.75$	$\bar{x} = 100.9$	$\bar{x} = 8.92$
	SD = 3.15	SD = 3.21	SD = 9.95	SD = 4.15	SD = 3.88
	N = 62	N = 62	N = 61	N = 56	N = 62
<b>30</b>	$\bar{x} = 77.71$	$\bar{x} = 102.35$	$\bar{x} = 141.37$	$\bar{x} = 101.55$	$\bar{x} = 7.54$
	SD = 3.76	SD = 4.02	SD = 9.44	SD = 3.54	SD = 3.32
	N = 62	N = 62	N = 61	N = 55	N = 62
<b>15</b>	$\bar{x} = 81.87$	$\bar{x} = 105.08$	$\bar{x} = 142.30$	$\bar{x} = 104.09$	$\bar{x} = 4.41$
	SD = 5.21	SD = 6.17	SD = 10.11	SD = 4.52	SD = 1.98
	N = 55	N = 56	N = 52	N = 37	N = 54

\*AMP amplitud, LAT latencia, PEVPR potenciales evocados visuales de patrón reverso, Check Size en minutos, latencia evaluada en mseg y amplitudes en  $\mu\text{V}$ .

*Nota.* Tomado de *Clinical Evoked Potentials*, por Markand, 2020

**Tabla 4** Los valores normales de los componentes de PEV en estudios previos

Authors	Size of stimulus (min of arc)	Gender	N75 latency (ms)	P100 latency (ms)	N135 latency (ms)	Amplitude of N75-P100 ( $\mu\text{V}$ )
Shibasaki y Kuroiwa (1982)	45	Total	67.8 $\pm$ 4.08	92.5 $\pm$ 4.4	136.0 $\pm$ 12.1	
Celesia et al. (1987)	15	Total	75.5 $\pm$ 4.1	98.1 $\pm$ 4.4		9.9 $\pm$ 5.9
Tandon y Sharma (1989)	30	Female	70.8 $\pm$ 3.7	94.7 $\pm$ 5.0		8.7 $\pm$ 4.7
	5		71.32 $\pm$ 6.3	91.07 $\pm$ 7.4	117.04 $\pm$ 10.0	6.8 $\pm$ 2.7
Sharma et al. (2015)	Not mentioned	Male	75.72 $\pm$ 7.8	95.38 $\pm$ 6.8	124.75 $\pm$ 10.5	6.4 $\pm$ 2.3
		Female	63.05 $\pm$ 6.5	88.78 $\pm$ 8.9		6.37 $\pm$ 0.6
		Male	66.34 $\pm$ 7.9	93.41 $\pm$ 0.6		5.70 $\pm$ 0.4

\*(ms): microsecond; ( $\mu\text{V}$ ): micro volt.

*Nota.* Tomado de *Normative values of visual evoked potentials in Northeastern of Iran*, por Mahjoob et al., 2019

## **2.8 Ventajas de los potenciales evocados visuales de patrón reverso**

La utilización de los potenciales evocados visuales de patrón reverso en la evaluación de la vía visual se ha mencionado por su sensibilidad con múltiples beneficios, estos han llevado a su utilización más frecuente en el campo de la neurofisiología.

- Prueba no invasiva de fácil realización.
- Permiten realizar un seguimiento evolutivo de la progresión de la enfermedad, así como la eficacia del tratamiento.
- Funciona como elemento de aproximación al pronóstico funcional de patologías.
- La evaluación de patologías visuales en casos de difícil resultado mediante pruebas subjetivas y en participantes con sospecha de simulación de patología visual.

## **2.9 Desventajas de los potenciales evocados visuales de patrón reverso**

Los estudios de potenciales evocados visuales de patrón reverso, en su exploración visual, deben valorarse en un contexto global y según las circunstancias del paciente, así, existe la posibilidad de realizar un diagnóstico definitivo; entre las desventajas, es posible mencionar las siguientes.

- Técnica inadecuada del registro, lo que ocasiona diagnósticos incorrectos, como la equivocación en la colocación de electrodos.

- Sesión demasiado extensa y agotadora del paciente por el tiempo de los estímulos, lo que llevaría a la incomodidad del paciente y provocaría diversos movimientos musculares.

## **2.10 Situación epidemiológica mundial**

La Organización Mundial de la Salud [OMS] (2019) señaló que “al menos 2 200 millones de personas tienen deficiencia visual o ceguera, de estos casos, más de 1 000 millones podrían haberse evitado” (párr. 1); por tal motivo, las personas viven con deficiencia visual por no recibir una atención oportuna. En el mundo, existe un déficit de 189 000 000 de personas con deficiencia visual leve y 217 000 000 con deficiencia visual de moderada a grave; a pesar de la frecuencia, la patología ocular es poco reconocida por el servicio de salud, así, estas patologías son importantes debido al gran impacto que pueden tener en el trabajo y en la capacidad laboral. La patología visual en el mundo se triplicará en un futuro, esto por el envejecimiento de la población, los cambios del estilo de vida y la limitación a la atención oftalmológica.

Entre las patologías más frecuentes a nivel mundial en adultos, se encuentra la retinopatía diabética y la degeneración macular relacionada con la edad, esta última debido al envejecimiento de la población a nivel mundial (OMS, 2019).

La evaluación del sistema visual en la actualidad tiene diversidad de técnicas, estas incluyen la electrofisiología visual como parte importante en el diagnóstico y el seguimiento de las diferentes patologías visuales. Dentro de las diversas técnicas electrofisiológicas, se cuenta

con los potenciales evocados visuales de patrón reverso, lo que es realizado por números laboratorios de electrofisiología; esto presenta deficiencia en su interpretación al no contar con valores normativos, lo que lleva a errores en el diagnóstico y el seguimiento de patologías visuales. Por lo anterior, la ISCEV recomienda que se establezcan los valores estandarizados para cada institución y sus parámetros de registro.

Diferentes publicaciones a nivel mundial han determinado los valores normativos y los parámetros del registro de los potenciales evocados visuales, de este modo, se ha observado que países como Irán y Bulgaria han realizado estudios en poblaciones sanas, con ello, han determinado los valores normativos de sus poblaciones para aplicar sus propios parámetros y colocarlos como referentes para cada país (Mahjoob et al., 2019; Mermeklieva, 2019).

### **2.11 Situación epidemiológica a nivel nacional**

En Colombia, la prevalencia de las patologías visuales está estrechamente relacionada con un nivel socioeconómico y educativo bajo, lo que incrementa con la edad y es más frecuente en la población masculina.

Los análisis de situación, a nivel nacional, se centran en las enfermedades no transmisibles, asimismo, un pequeño porcentaje se relaciona con enfermedades visuales, así, demográficamente, las zonas con más alteraciones visuales son Antioquia, Cundinamarca, Santander y Valle. Respecto con la discapacidad visual, para el periodo 2009-2014, el número de personas con discapacidad en el país llegó a 2 004 464, es decir, individuos con discapacidad visual permanente, cifra que ha aumentado, gradualmente, a lo largo de los

años, con un incremento del 7,08 %. De acuerdo con el análisis de la situación visual en Colombia, los factores que más afectan son el envejecimiento, el estilo de vida y otros riesgos asociados con morbilidades, como la diabetes mellitus y otras patologías de alta prevalencia (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 2017).

En Colombia, la evaluación del sistema visual a través de la electrofisiología visual, respecto con los registros de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso, no presenta hallazgos estadísticos de patologías visuales, así como valores normativos en las diferentes instituciones de neurofisiología, esto pese a la realización de estos exámenes de manera frecuente.

### **2.12 Situación epidemiológica de la salud visual en Bogotá D.C.**

En su estudio, Reyes y Castillo (2018) tuvieron el siguiente objetivo.

Realizar un análisis y una revisión de la cobertura de salud visual ofrecida por parte de las políticas y planes del Gobierno Distrital de Bogotá (...) En los datos recolectados, se puede observar que el evento que presentó la mayor cantidad de personas atendidas en el 2015 fue el astigmatismo, con 105.942 pacientes y un promedio de 2,4 consultas por persona, seguido por la hipermetropía, con 46.570 pacientes y un promedio de 2,2 consultas; por otra parte, el evento que registró el menor número de personas atendidas fue la baja visión, con un total de 1287 pacientes y un promedio de consultas por individuo de 1,9.

Aunque se observa un incremento en la cobertura de atención —pasa de 6,76% en el 2014 a un 11,78% en el 2016, esta sigue siendo muy baja, ya que no llega ni siquiera al 50% de las

consultas que se deberían desarrollar. Las hipótesis que intentan explicar este fenómeno se enfocan en una disponibilidad insuficiente de recursos humanos en oftalmología o en la insuficiencia de actividades de demanda inducida a los servicios de salud visual por parte de los aseguradores.

El evento que presentó menor número de atenciones fue el glaucoma de ángulo cerrado, con un promedio de 1,6 consultas realizadas por 1.399 pacientes. En lo que respecta al año 2016, el astigmatismo siguió ocupando el primer lugar (68.135 personas, con un promedio de 1,5 consultas); en segundo lugar, se halló la hipermetropía, con 26.050 pacientes y un promedio de 1,4 consultas; Al igual que el año anterior, la baja visión presentó el menor número de personas atendidas (747 en total) y, adicionalmente, el menor número de atenciones por evento (903 consultas con un promedio de 1,2 por persona) (...) En el 2010, la Dirección de Censos y Demografía reportó una población bogotana de 189.177 habitantes con discapacidades en diferentes estructuras o funciones corporales; entre éstas, vale la pena tener en cuenta las referentes a movilidad (52,6%), problemas del sistema nervioso (40,2%), dificultades en la audición (15,2%), dificultades en el habla (12,7%) y problemas en los ojos (38,6%). (pp. 45-65)

De la población de 189.177 personas en condición de discapacidad que representaba el 2,5% del total de los habitantes de la ciudad, el 40,7% era del género masculino y el 59,3%, del género femenino. Al verificar los valores por estrato socioeconómico, se observó que el estrato 2 presentó un mayor número de personas discapacitadas (46,4%), seguido del estrato

3 (37,9%), mientras el estrato 6 registró el menor número de personas en esta condición (0,04%).

Kennedy es la localidad que presentó el mayor porcentaje de población con discapacidad (15,5%), seguida de Rafael Uribe Uribe (10,4 %) y Bosa (9,2%). Entre tanto, La Candelaria registró solo un 0,8% y Sumapaz, un 0,1% del total de población con discapacidad de Bogotá. Al centrar la atención en los datos referentes a la visión, que representaban el 38,6% (73.063 habitantes) de la población con discapacidad visual, un 84,7% (61.918 personas) reportó que, a pesar de usar corrección óptica, continúan en su condición de discapacidad y un 5,6% de esta población (4.113 habitantes) requiere de la ayuda de otra persona. Por otra parte, un 20,2% (14.795 personas) presentó un problema visual que al corregirse les permitió realizar actividades diarias y laborales de manera independiente. Es importante destacar que, de la población con discapacidad visual, un 4,1% (3.014 habitantes) eran menores de edad entre los 0 y los 18 años. De acuerdo con la encuesta realizada por el DANE (40), del total de la población con discapacidad visual, un 34,1% (24.940 habitantes) recibió un proceso de rehabilitación por parte de un optómetra. (Reyes y Castillo, 2018, p. 65)

En otro estudio, Dabian y Peña (2020) cuantificaron la discapacidad visual y la ceguera. La metodología utilizada fue una evaluación rápida de errores de refracción (RARE, por sus siglas en inglés), se realizó una encuesta transversal basada en la comunidad, utilizando 50 conglomerados, seleccionados al azar, de 10 localidades de Bogotá que reflejan el estado socioeconómico de la ciudad. La población entrevistada fue mayor de 15 años y sometidos a un examen visual (...) La prevalencia de errores refractivos no corregidos fue de 12,5 %

(95 % CI, 11,3-13,7 %), la prevalencia de Discapacidad Visual (DV) fue de 19,3 % (95 % CI, 17,8-20,8 %). Los distritos de Bosa y Usme (estrato socioeconómico 1 y 2) tuvieron la prevalencia más alta de DV, con 27,2% y 25,8% respectivamente. Adicionalmente, se encontró que los participantes mayores de 65 años tenían una probabilidad significativamente mayor de tener discapacidad visual ( $p < .001$ ). (pp. 26-27)

### **3 Planteamiento del problema**

La evaluación del sistema visual incluye múltiples estudios electrofisiológicos de diversas técnicas, pero la más útil y sensible son los potenciales visuales de patrón reverso, esto consiste en la medición de la respuesta retiniana central ante un estímulo estructurado, con un diodo de emisión de luz constante que alterna el blanco y negro (Markand, 2020; Ojeda s.f).

Por otro lado, tiene un gran valor clínico y se puede utilizar en participantes con patrones anormales, para diferenciar trastornos de la disfunción retiniana y del nervio óptico, así como para detectar y controlar las disfunciones de las células ganglionares de la retina (Odom et al., 2016).

A nivel mundial, se han encontrado cerca de 100 estudios sobre la realización de potenciales evocados visuales de patrón reverso, éstos indican la técnica, los tipos de estímulos y las interpretaciones morfológicas; para cada laboratorio electrofisiológico y población, los valores son diferentes, esto sugiere que se debe hacer investigación específica para determinar esos valores, esto a partir de estudios concretos de otros países como Cuba, Brasil, México, España, Bulgaria e Irán (González et al., 2004; Mahjoob et al., 2019; Mermeklieva, 2019; Moreira y de Figueiredo, 2005; Oliveros y Castrillón, 2013; Rodríguez y Rodríguez, 2014).

En Colombia, esto se ha convertido en un examen de prescripción frecuente realizado por fisiatras, oftalmólogos y neurofisiólogos, todo mediante diversas técnicas con criterios de

normalidad diferentes, lo que conlleva a errores en el diagnóstico y dificulta la eficacia en los tratamientos médicos.

Por su parte, Toro et al. (1985) Estudiaron la importancia de los potenciales evocados, el diagnóstico y los usos, por ello, concluyeron que, sin lugar a dudas, los potenciales evocados constituyen una importante ayuda clínica en la evaluación dinámica del paciente neurológico; respecto con el estudio clínico de potenciales evocados y bandas oligoclonales en esclerosis múltiple, concluyeron que el valor diagnóstico de los potenciales evocados y el grado de positividad fue del 100 % en 30 participantes. “Esto es lo que todos los autores han encontrado y lo que nosotros queríamos comprobar con este estudio (...) En las lesiones ocultas, definitivamente los potenciales somato sensoriales dieron unas cifras más altas que los visuales y de tallo” (p. 153).

En este sentido, Borrego y Trujillo (1983) estudiaron un diseño de un sistema y la construcción de un módulo para la medición de potenciales evocados, así como otras aplicaciones en neurofisiología, lo que constituye las bases tecnológicas de elaboración de un sistema con varias aplicaciones en neurofisiología. Recientemente, Lizarazo et al. (2009) Realizaron la investigación titulada “valores promedio del potencial visual evocado en participantes de la Clínica de Optometría de la Universidad de La Salle en edades entre los 15 años y 50 años con el equipo LKC Technologies”, así, al comparar los valores del PVE en hombres respecto con las mujeres, no hallaron diferencias estadísticamente significativas, pese a ello, los valores son ligeramente mayores en hombres.

## **Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá**

---

En la actualidad, los potenciales visuales de patrón reverso son un complemento del examen clínico de las patologías visuales y las neurológicas, pues su evaluación se convierte en una valiosa herramienta electrofisiológica a considerar, así, se observa que algunos aspectos de su parametrización se basan en estándares de laboratorios de neurofisiología europeos, orientales y de Norte América, situación que llevó a pensar ¿Son estos los valores estándares para un laboratorio de neurofisiología de una institución en Bogotá ?

Debido a las diferencias de los laboratorios de neurofisiología desde el punto de vista de estructura arquitectónica y su diseño interior dado por la iluminación, inmobiliario, colocación del equipo, acompañado de los aspectos geográficos, étnicos y poblacionales, como el protocolo de la realización del examen, nos ha llevado analizar si los potenciales evocados visuales de patrón reverso se han interpretado adecuadamente para detectar alteraciones neurofisiológicas teniendo en cuenta las condiciones estructurales, ambientales, físicas y del protocolo de realización de los laboratorios de neurofisiológica.

Consciente de esta problemática, es imprescindible la interpretación de los registros de los potenciales evocados visuales de patrón reverso en forma correcta teniendo en cuenta diferentes aspectos descritos anteriormente, es por ello, se realizará el análisis de los resultados obtenidos, con el fin de establecer los valores de referencia estándares en un laboratorio de neurofisiología en una institución en Bogotá que contribuyan a interpretar, correctamente, los registros electrofisiológicos, específicamente, en el laboratorio de neurofisiología de una institución de salud en Bogotá. Todos estos aspectos sugieren la realización de este estudio con la pregunta de investigación ¿Cuáles son los valores normales de referencia en el estudio electrofisiológico, llamado potenciales evocados visuales de patrón reverso, en una población de participantes en una institución en Bogotá

#### **4 Justificación de la investigación**

La presente investigación nace de la necesidad de la valoración objetiva de la vía visual a través del análisis y la correcta interpretación de señales neurofisiológicas de los potenciales visuales de patrón reverso en un laboratorio de neurofisiología en una institución de salud para estandarizar y caracterizar los criterios de referencia teniendo en cuenta diferentes aspectos físicos, estructurales, ambientales y la técnica de realización de los mismo, para establecer cuáles de estos valores son realmente específicos de normalidad, las diferenciaciones estadísticas que sugieren anormalidad que coadyuven a un complemento de la clínica y el pronóstico funcional visual del paciente. Por otra parte, es imprescindible poseer unos valores de normalidad para cada laboratorio de neurofisiología de los potenciales visuales de patrón reverso que estandarizaran valores de referencia que determinarán el estado funcional de la vía visual.

En una búsqueda bibliográfica citando los términos “valores de referencia de potenciales visuales de patrón reverso” en Pubmed se encontraron cerca de 111 artículos publicados desde 1981 a 2022, por ello se considera que hace falta investigación y publicaciones en revistas indexadas abiertas que permitan establecer los potenciales visuales de patrón reverso lo que sugiere que esta investigación será beneficiosa para obtener una línea de referencia neurofisiológica y una correcta interpretación de estos estudios.

## **5 Objetivos**

### **5.1 Objetivo general**

Evaluar los patrones de potenciales evocados visuales de patrón reverso en mayores de 18 años, con el fin de estimar cuáles son los rangos máximos y mínimos, la media y la mediana para las latencias N75 y P100, y de la amplitud N75-P100.

### **5.2 Objetivos específicos**

1. Evaluar las diferencias significativas entre los valores normales por sexo.
2. Identificar si existen diferencias significativas por grupos etarios de los valores obtenidos en los potenciales evocados visuales.
3. Describir las diferencias de las latencias N 75, P100 y la amplitud N75–P100 interocular.
4. Evaluar si los trastornos refractivos pueden afectar los valores de los potenciales evocados visuales.
5. Determinar si el diámetro fronto occipital se relaciona con los valores de latencias N75 y P100

## **6 Marco metodológico**

### **6.1 Diseño**

Para cumplir con el objetivo propuesto se llevará a cabo un estudio descriptivo de corte transversal en adultos mayores de 18 años, estos sin antecedentes y diagnóstico actual de patologías relacionadas con el sistema visual, excepto de índole refractivo, así se les realizará el estudio electrodiagnóstico de potenciales evocados visuales de patrón reverso.

### **6.2 Población y muestra**

#### **6.2.1 Población de estudio**

La población de estudio serán adultos hombres y mujeres mayores de 18 años, Se utilizará un muestreo no-probabilístico por conveniencia utilizando voluntarios como sujetos de la investigación, en una institución de salud en Bogotá.

#### **6.2.2 Muestra**

Con base en el universo de atenciones de potenciales evocados visuales de una institución de salud en Bogotá en el 2021, equivalente con +/- 20 atenciones mensuales multiplicado por 12 meses, la población total sería ( $N = 240$ ), con una frecuencia hipotética de variación factor del resultado en la población ( $p$ ) del 30 % +/-5, con un límite de confianza del 100 % (absoluto +/-%) y un efecto de diseño de uno al 95 %.

Por lo tanto, se necesita 138 participantes según lo recomendado por Quentin y Hamilton (2021).

### 6.3 Muestreo

Para la realización de la investigación, se utilizará un muestreo no-probabilístico por conveniencia utilizando voluntarios como sujetos de la investigación

**Figura 8** *Tamaño de la muestra para la frecuencia en una población*

Tamaño de la muestra para la frecuencia en una población	
Tamaño de la población (para el factor de corrección de la población finita o fcp) (N):	240
frecuencia % hipotética del factor del resultado en la población (p):	30% +/- 5
Límites de confianza como % de 100 (absoluto +/- %) (d):	5%
Efecto de diseño (para encuestas en grupo-EDFF):	1
Tamaño muestral (n) para Varios Niveles de Confianza	
Intervalo Confianza (%)	Tamaño de la muestra
95%	138
80%	88
90%	117
97%	150
99%	168
99.9%	191
99.99%	203
Ecuación	
Tamaño de la muestra $n = [EDFF * N * p(1-p)] / [(d^2 / Z^2_{1-\alpha/2} * (N-1) + p*(1-p)]$	
Resultados de OpenEpi, versión 3, la calculadora de código abierto SSPropor	
Imprimir desde el navegador con ctrl-P	
o seleccione el texto a copiar y pegar en otro programa	

*Nota.* Tomado de *Estadísticas de código abierto para la salud pública*, por Sullivan et al.sf

### 6.4 Criterios de inclusión

- Adultos ( $\geq 18$  años)
- Atender y aceptar la invitación a participar de forma voluntaria
- Ser parte de la comunidad hospitalaria de la institución en la que se realizará el estudio (acompañantes de pacientes, personal asistencial médico y paramédico,

personal académico rotante, personal administrativo, personal de vigilancia, personal de servicios generales).

## **6.5 Criterios de exclusión**

Los participantes serán excluidos del estudio si se presentan uno o más de los criterios expuestos a continuación.

1. Personas con alteraciones primarias de la vía visual.
2. Personas con antecedentes de enfermedades crónicas no transmisibles.
3. Personas con antecedentes de enfermedad infecciosa con potencial compromiso neurológico.
4. Personas con antecedente de exposición a alcohol y psicoactivos. Personas de más de 14 bebidas de cinco onzas de algún producto de licor (cerveza, vino, aguardiente; y en mujeres siete veces a la semana según el NIH de Estados Unidos).
5. Personas en tratamiento farmacológico actual de anticonvulsivantes, esteroides, psiquiátrico, radio y quimioterapia.
6. Personas con antecedentes de enfermedades neurológicas (incluye enfermedades neurodegenerativas) retraso mental, secuelas de trauma cráneo encefálico o de enfermedad cerebro vascular.
7. Personas con evaluación oftalmológica no satisfactoria.
8. Personas que no acudan a la valoración oftalmológica.
9. Personas con problemas refractivos que, en el momento del estudio, no cuenten con sus elementos correctivos (gafas y/o lentes) o más de 2 años de la prescripción.

## **6.6 Recolección de la información**

### **6.6.1 Técnicas y procedimientos de la investigación**

Se realizarán convocatorias activas y dirigidas a las personas que deseen participar en el estudio a través de volantes y afiches, se tendrán en cuenta a los acompañantes de pacientes en los servicios de consulta externa, al personal médico y paramédico, personal académico rotante en la institución, el personal administrativo y asistencial, el personal de vigilancia y servicios generales que convergen en una institución de salud de la ciudad de Bogotá.

Una vez cautivada la población y previa explicación del estudio se realizará el registro de información sociodemográfica y antecedentes para determinar si cumplen o no con los criterios de inclusión del estudio. A la población seleccionada se le explicará en qué consiste el estudio y la técnica de registro, se les leerá el consentimiento informado y de la toma firma, luego, se les hará una explicación sobre el estudio de los potenciales evocados visuales, cómo se realiza el examen y los beneficios que pueden obtener al participar en la investigación, para dar paso a la medición de potenciales evocados visuales. Las personas con corrección de la visión, se someterán al estudio con el uso de su corrección visual antes de cubrir el ojo no estimulado con un parche ocular; en el caso de encontrar algún tipo de alteración, se le informará al paciente de manera confidencial los resultados de su examen, posteriormente y un plazo no mayor a 21 días los participantes tendrán una evaluación oftalmológica general con el fin de establecer un diagnóstico de la salud visual y con ello completar el cumplimiento de los criterios de inclusión, en caso de evaluación no satisfactoria por parte de oftalmología se comentará de manera privada los resultados para la toma de medidas necesarias.

### 6.6.2 Evaluación del potencial evocado visual

El potencial evocado visual tiene una duración aproximada de 20 minutos que se realizará con el equipo Cadwell Sierra Wave por ser más sensible y específico.

**Figura 9** *Equipo Cadwell Sierra Wave*

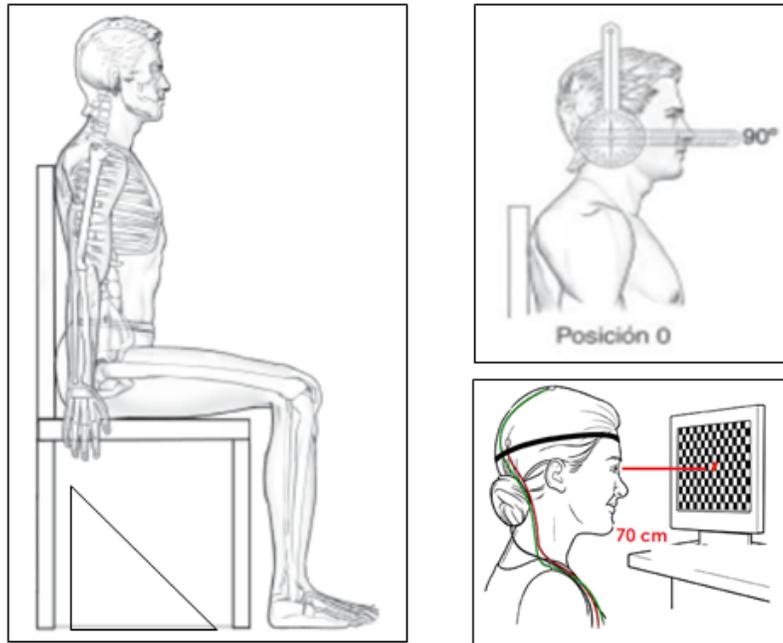


*Nota.* Tomado de *Equipo Cadwell Sierra Wave*, por Portal Bimedis, s.f

Se registrarán los potenciales evocados visuales de inversión de patrón en una habitación oscura y silenciosa, para ello, el participante se sentará frente a una pantalla de televisión a una distancia de 70 cm, con la columna cervical en posición neutra (Figura 10), así, se realizará el protocolo establecido en la institución para la realización de toma de registro de los potenciales evocados visuales; si presenta algún trastorno refractivo y usa corrección visual, se realizará el estudio con dichos elementos. Para el cálculo del ángulo visual de posicionamiento del participante, se debe multiplicar la altura del cuadrado del damero en milímetros, en este caso, 20 mm, por 3 450, y dividir por la distancia entre el ojo y la pantalla en milímetros; se tomarán 70 cm (en los estudios se encuentra descrito que debe de ir de 50

cm a 100 cm, en promedio), así, se obtendrá el ángulo visual en minutos. Para obtener los grados, se divide por 60 según lo indicó Ojeda (s.f).

**Figura 10** Posición neutra Potencial Evocado Visual (PEV)



*Nota.* Adaptado de Campellone et al., s.f y Taboadela, 2007.

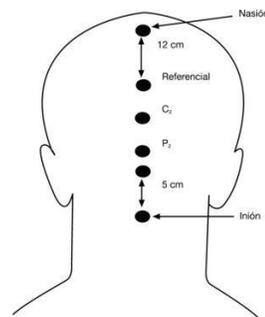
### 6.6.3 Procedimiento

Para iniciar se limpia el cuero cabelludo con gel preparador de piel Nuprep gel ® (en la ubicación del electrodo). Las impedancias de contacto entre el electrodo y la piel deben ser inferiores a 5 kilo ohmios ( $k\Omega$ ), para reducir la interferencia eléctrica, las impedancias de contacto entre el electrodo y la piel no deben diferir en más de 1  $k\Omega$  entre electrodos.

Los electrodos en el cuero cabelludo deben colocarse en relación con los puntos de referencia óseos en proporción con el tamaño de la cabeza y de acuerdo con el sistema internacional 10/20 (Departamento de Fisiología de la Universidad Nacional Autónoma de México, 2019) (Figura 11). Las medidas de la línea media anterior/posterior se basan en la distancia entre el nasión y el inión sobre el vértice, asimismo el electrodo activo se coloca en el cuero cabelludo occipital sobre la corteza visual en Oz con el electrodo de referencia en Fz.

En este orden de ideas, se debe colocar un electrodo separado y conectarlo a tierra. Las posiciones de los electrodos de tierra comúnmente utilizadas incluyen la frente y el electrodo de tierra, así el electrodo activo (+) se debe colocar en Oz (región occipital medial) y el electrodo de referencia (-) se debe colocar en Cz (región central).

**Figura 11** Ubicación de electrodos



*Nota.* Tomado de *Neurofisiología de la diabetes mellitus: Estudio de los potenciales evocados visuales y auditivos en una muestra de niños entre 6 y 16 años*, por López et al., 2011

Respecto con la ubicación de electrodos activos y de referencia para respuestas estándar, el electrodo activo está ubicado a lo largo de la línea media en Oz, el electrodo de referencia está situado en la ubicación Fz y el subíndice z indica una posición en la línea media.

#### **6.6.4 Estimación del potencial evocado visual de patrón reverso**

Todos los estímulos de patrón estándar son tableros de ajedrez en blanco y negro de alto contraste, estos consisten en cuadrados con lados iguales cuyas esquinas se encuentran, los estímulos pueden generarse en una pantalla, con la distancia de visualización típicamente entre 50 cm y 150 cm, ajustada esta para obtener los tamaños de verificación requeridos y un tamaño de campo adecuado para cualquier tamaño físico de pantalla de visualización (Odom et al., 2016).

La respuesta evocada se registra mediante la colocación de electrodos de disco fijo adheridos al cuero cabelludo con crema conductora, con el siguiente montaje con tres electrodos colocados de la siguiente forma: el electrodo activo (+) se debe colocar en Oz (región occipital medial), el electrodo de referencia (-) se debe colocar en Cz (región central) y el electrodo de tierra en región frontal; la impedancia de los electrodos se mantiene, estrictamente, por debajo de los 5 k $\Omega$  (Odom et al., 2016).

Respecto con la técnica para obtener potenciales evocados visuales de patrón reverso el paciente se debe sentar en una silla estándar para posición neutral, es decir con la espalda a 90 ° como se ve en la Figura 10, para obtener el cálculo del ángulo visual, se utiliza la fórmula de Ojeda (s.f), de este modo, se requiere una pantalla de 17 pulgadas con dameros de 20 mm para obtener un ángulo de visión no superior a 40 grados. Por otro lado, esto se calcula a una distancia de 70 cm al nivel de los ojos, previamente se instruye al participante para mirar fijamente en un punto en el centro del tablero de ajedrez a lo largo de la prueba donde se debe mantener alerta y concentrado. Si el participante lleva gafas de corrección el examen

de potenciales evocados visuales se realizará con su montura y fórmula oftalmológica, después de la colocación de los electrodos según los estándares de la ISCEV para potenciales evocados visuales clínicos (actualización de 2016).

Posteriormente se procederá a oscurecer el cuarto de examen; previamente se ocluye el campo visual del ojo que no se va a evaluar esto puede hacerse con un parche ocular. Más adelante, se aplicará estimulación visual monocular de cuadros reversibles en un tablero de ajedrez que aparecerá en la pantalla donde el cuadro blanco se vuelve negro y el negro se vuelve blanco con una frecuencia de dos en un segundo.

Este estímulo tipo *Checks* se presenta por separado en cada ojo al campo visual completo. La respuesta recogida por los electrodos es amplificada 1,8 microvoltios ( $\mu\text{V}$ ) por división y la velocidad de barrido (escala horizontal en milisegundos por división) lo que se muestra en la parte inferior izquierda y derecha de esta ventana respectivamente.

Se promediarán 100 barridos con escala de tiempo de 25  $\mu\text{V}$ /división de duración y rata de estímulo de 2,11 Hz. Así, si durante el registro de las respuestas aparecen artefactos, el examinador puede interrumpir manual o automáticamente la interferencia. Para garantizar la exactitud de las respuestas, se realizarán, previamente, dos ensayos de prueba.

Igualmente se identificarán las latencias mínimas y máximas de los potenciales N75, P100 y N135, así como la amplitud pico a pico del potencial P100 calculada y la amplitud desde el pico N75 hasta el pico P100 (Ojeda, s.f).

Los puntajes obtenidos de cada sujeto serán sometidos a análisis de frecuencias expresados en proporciones, por otro lado se realizarán gráficas de medidas de tendencia central y dispersión, así como análisis descriptivos de todos los hallazgos de las variables a evaluar, esto mediante el uso de medidas estadísticas paramétricas.

#### **6.6.5 Prueba piloto**

Su objetivo es estandarizar la técnica a realizar de los potenciales evocados visuales de patrón reverso, así como observar los posibles factores de punto de vista estructural y ambientales que puedan alterar la realización del examen, entre algunos se encuentra el desnivel del piso, el espacio, la distancia del paciente con el monitor, la luz de la habitación, los ruidos externos, los posibles imprevistos con la corriente eléctrica, entre otros.

Además, se requiere establecer tiempos de aplicación del consentimiento informado previa lectura de los objetivos de la investigación y firma de aceptación de participación, así como los tiempos de evaluación de los potenciales evocados visuales de patrón reverso.

Por lo anterior se realizará una prueba piloto con una población de 10 participantes con el fin de determinar los tiempos y estimar la duración total de la recolección de la muestra calculada (N= 138 participantes); esto se realizará como simulacro previo a la investigación final, con el propósito de contribuir a disminuir los posibles sesgos y los errores en la obtención de los datos que pueden orientar a mejorar la metodología planteada.

La metodología de la prueba piloto consistirá además de evaluar la captación del paciente en la búsqueda en los diferentes servicios por ello se podrán estimar las posibles limitaciones en la búsqueda de los participantes e identificar los tiempos de captación del participante así como los de los potenciales evocados visuales.

## 6.7 Definición operativa de las variables

**Tabla 5** *Variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Edad</b>	Años	Ultimo año cumplido en años.	Cuantitativa nominal
<b>Sexo</b>	Condición masculino o femenina	Sexo con el que se identifica un individuo.	Cualitativa, nominal, dicotómica
<b>Índice de Masa Corporal</b>	Medida que relaciona el peso y la estatura del cuerpo humano	kg/m <sup>2</sup>	Cuantitativa nominal
<b>Nivel Educativo</b>	Referencia a los estudios de la persona. Se divide en siete categorías: escolaridad no terminada, primaria, bachiller, técnico, tecnólogo, universitario, maestría y doctorado.	Primaria, bachiller, técnico, tecnólogo, universitario, posgrado, especialización, maestría y doctorado. No tener nivel educativo.	Cualitativa nominal
<b>Localidad</b>	Corresponde con una división administrativa o territorial formada por un núcleo de población, sea una aldea, pueblo, ciudad.	Localidades del distrito capital	Cualitativa nominal
<b>Problemas refractivos</b>	Son problemas de visión que se producen cuando la forma del ojo no permite enfocar bien.	Sí No	Cualitativa, nominal, dicotómica
<b>Latencia N75</b>	Frecuencia de onda N75; se refiere al tiempo transcurrido desde que se genera el estímulo visual hasta que llegan las señales al córtex visual. Componente negativo entre 60 milisegundos y 80 milisegundos.	75 milisegundos	Cuantitativa, categórica
<b>Latencia P100</b>	Frecuencia de onda P100, pico con variación sucesiva de la polaridad negativa – positiva – negativa respectivamente.	100 milisegundos	Cuantitativa, categórica

**Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá**

<b>Amplitud N75- P100</b>	La P-100, o primera positividad que ocurre en latencia alrededor de los 100 ms, es la más constante y útil en el estudio clínico. Su latencia normal varía entre 89 y 114 ms con una amplitud de 3-21 $\mu$ V.	100 milisegundos Amplitud expresada en micro voltios $\mu$ V	Continua, ordinal medida en microvoltios
<b>Diferencia N75 interocular derecho e izquierdo</b>	Comparación de las respuestas obtenidas por la estimulación monocular de cada ojo derecho e izquierdo de la onda N75.	75 milisegundos Amplitud expresada en micro voltios $\mu$ V ojo derecho e izquierdo	Cuantitativa, categórica
<b>Diferencia P100 interocular ojo derecho e izquierdo</b>	Comparación de las respuestas obtenidas por la estimulación monocular de cada ojo derecho e izquierdo de la onda P100.	100 milisegundos Amplitud expresada en micro voltios $\mu$ V ojo derecho e izquierdo	Cuantitativa, categórica
<b>Diferencia amplitud N75- P100 interocular derecho e izquierdo</b>	Amplitud, la máxima variación de tensión respecto con la posición de reposo o basal debida al estímulo presentado. Comparación de las respuestas obtenidas por la estimulación monocular de cada ojo derecho e izquierdo de amplitud N75 – P100.	Amplitud expresada en micro voltios $\mu$ V	Continua, ordinal medida en microvoltios
<b>Determinar si el diámetro frontooccipital</b>	Corresponde a la medición desde el centro del cráneo en la parte frontal hasta el centro en la parte occipital	Centímetros	Cuantitativa Ordinal medida en centímetros

## 7 Análisis estadístico

Debido al diseño del estudio, se presentará inicialmente una estadística descriptiva de acuerdo con la naturaleza de las variables utilizadas (presentadas en la Tabla 5). Se evaluará la normalidad de los datos por métodos gráficos y con la prueba de Shapiro–Wilk, considerando el tamaño de muestra mínimo propuesto. Una vez hecho lo anterior, se utilizarán medidas de tendencia central y de dispersión (media y desviación estándar y mediana y rango inter-cuartil) para variables continuas según si cumplen o no con una distribución normal. De la misma manera, para las variables discretas, se presentarán como porcentajes (frecuencias relativas) y valores absolutos (frecuencias absolutas).

Se analizarán las diferencias entre grupos (v. g. hombres vs mujeres; con problemas refractivos vs sin problemas refractivos; 18-25 años vs >25 años) con pruebas de T de Student, Kruskal-Wallis o U de Mann-Whitney de acuerdo con la distribución paramétrica o no paramétrica de las variables continuas y pruebas de Chi cuadrado, de Fisher o ANOVA para las variables categóricas. Un valor  $p < 0,05$  será el umbral de significancia estadística.

## **8 Consideraciones éticas**

Este protocolo obedece la ética de la investigación en seres humanos establecida por la Asociación Médica Mundial de acuerdo con la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, s.f).

En esta declaración establece que “la investigación biomédica en seres humanos debe ser realizada solo por personas científicamente calificadas y bajo la supervisión de un profesional médico competente” (Universidad de Chile, s.f., párr. 12). Por lo tanto en esta investigación se preservarán con exactitud los datos de los resultados obtenidos y se garantizará la protección de los datos recolectados pues se utilizarán solo para fines académicos y de investigación.

Asimismo el estudio se realizará en concordancia con los criterios que establece el Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (1993) en su Resolución 8430 de 1993.

**Artículo 5:** en toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberá prevalecer el criterio de respeto a la dignidad del ser humano sujeto de estudio, asegurando la protección de sus derechos y su bienestar.

**Artículo 6:** la investigación que se realice en seres humanos se deberá desarrollar conforme a los siguientes criterios:

a. Se ajustará a los principios científicos y éticos que la justifiquen.

- b. Se fundamentará en la experimentación previa realizada en animales, en laboratorios o en otros hechos científicos.
- c. Se realizará solo cuando el conocimiento que se pretende producir no pueda obtenerse por otro medio idóneo.
- d. Deberá prevalecer la seguridad de los beneficiarios y expresar claramente los riesgos (mínimos), los cuales no deben, en ningún momento, contradecir el Artículo 11 de esta resolución.
- e. Contará con el consentimiento informado y por escrito del sujeto de investigación o su representante legal con las excepciones dispuestas en la presente resolución.
- f. Deberá ser realizada por profesionales con conocimiento y experiencia para cuidar la integridad del ser humano bajo la responsabilidad de una entidad de salud, supervisada por las autoridades de salud, siempre y cuando cuenten con los recursos humanos y materiales necesarios que garanticen el bienestar del sujeto de investigación.
- g. Se llevará a cabo cuando se obtenga la autorización: del representante legal de la institución investigadora y de la institución donde se realice la investigación; el Consentimiento Informado de los participantes; y la aprobación del proyecto por parte del Comité de Ética en Investigación de la institución.

**Artículo 8:** en las investigaciones en seres humanos se protegerá la privacidad del individuo, sujeto de investigación, identificándolo solo cuando los resultados lo requieran y este lo autorice.

**Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá**

---

**Artículo 10:** el grupo de investigadores o el investigador principal deberán identificar el tipo o tipos de riesgo a que estarán expuestos los sujetos de investigación.

**Artículo 11:** Para efectos de este reglamento las investigaciones se clasifican en las siguientes categorías. (pp. 1-3)

En este orden de ideas, el presente estudio se clasificó como una investigación con riesgo mínimo. Investigación con riesgo mínimo: son estudios prospectivos que emplean el registro de datos a través de procedimientos comunes consistentes en: exámenes físicos o psicológicos de diagnóstico o tratamientos rutinarios, entre los que se consideran: pesar al sujeto, electrocardiogramas, pruebas de agudeza auditiva, termografías, colección de excretas y secreciones externas, obtención de placenta durante el parto, recolección de líquido amniótico al romperse las membranas, obtención de saliva, dientes desiguales y dientes permanentes extraídos por indicación terapéutica, placa dental y cálculos removidos por procedimientos profilácticos no invasores, corte de pelo y uñas sin causar desfiguración, extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con frecuencia máxima de dos veces a la semana y volumen máximo de 450 ml en dos meses excepto durante el embarazo, ejercicio moderado en voluntarios sanos, pruebas psicológicas a grupos o individuos en los que no se manipulará la conducta del sujeto, investigación con medicamentos de uso común, amplio margen terapéutico y registrados en este Ministerio o su autoridad delegada, empleando las indicaciones, dosis y vías de administración establecidas y que no sean los medicamentos que se definen en el Artículo 55 de esta resolución.

**Artículo 14:** se entiende por Consentimiento Informado el acuerdo por escrito, mediante el cual el sujeto de investigación o en su caso, su representante legal, autoriza su participación en la investigación, con pleno conocimiento de la naturaleza de los procedimientos, beneficios y riesgos a que se someterá, con la capacidad de libre elección y sin coacción alguna. (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia, 1993, p. 3).

En este sentido, la participación en este estudio será voluntaria y la autorización en su participación se realizará a través de la firma del consentimiento informado de quien ingrese al estudio; la identidad de los participantes se mantendrá en reserva y en las bases de datos estos se identificarán mediante un código. La publicación de los resultados se hará en medios científicos reconocidos a nivel nacional e internacional.

### **Conflicto de intereses**

Los investigadores no expresan ningún conflicto de intereses en la realización de este trabajo.

### **La Propiedad Intelectual**

La propiedad intelectual estará regulada según lo consignado en el acuerdo 035 de 2003 del consejo académico de la Universidad Nacional de Colombia

## **9 Resultados esperados**

### **9.1 Generación de bienes**

El desarrollo de este estudio aportará a los profesionales de diferentes áreas, como medicina física y rehabilitación, oftalmología, neurología y medicina interna, una herramienta de diagnóstico y seguimiento de toda patología visual como causa principal o de seguimiento de sus comorbilidades de una manera precoz, lo que contribuye a los principios de calidad, oportunidad y eficacia en el manejo de patologías que afecten la vía visual.

### **9.2 Generación de productos**

Los resultados obtenidos en el estudio se utilizarán para elaborar un texto de carácter informativo a la sociedad científica interesada (artículo en revista indexada en diferentes idiomas)

### **9.3 Generación de servicios**

Con el desarrollo de este estudio, se podrá establecer la importancia de contar con valores de referencia de los potenciales evocados visuales de patrón reverso como medio diagnóstico y de seguimiento a personas con alguna patología visual aplicada a una población en la ciudad de Bogotá.

## **9.4 Impacto esperado**

### **9.4.1 Aporte al conocimiento**

Se pretende establecer la importancia de los potenciales evocados visuales de patrón reverso como una herramienta válida, confiable y de fácil aplicación para la evaluación de participantes con patologías visuales, así como los trastornos visuales secundarios a sus comorbilidades.

### **9.4.2 Aporte a la investigación científica**

Los resultados de esta investigación serán un punto de partida para futuras investigaciones sobre los valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en los diferentes laboratorios de neurofisiología en Bogotá y Colombia.

## Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá

### 10 Definición de recursos

#### 10.1 Talento humano

Está conformado por un investigador principal, asesor temático, oftalmólogo y asesor metodológico estos estarán distribuidos según la Tabla 6.

**Tabla 6** *Talento humano*

Investigador	Función dentro del proyecto	Dedicación Horas / Semana	Tiempo de dedicación meses	Salario mes
<b>Nixon Calambás</b>	Asesor temático	2	8	\$ 0
<b>Pablo Emilio Ballesteros Becerra</b>	Recolección de datos y asistencias asesorías	8	3	\$ 1 333 333
<b>Ana Milena Valdés</b>	Evaluaciones oftalmológica	6	1	\$ 4 800 000
<b>Franklin Alejandro Rico Mendoza Epidemiología</b>	Asesor Metodológico	6	1	\$ 0
<b>Total mes</b>		16		\$ 6 133 333

Los comentarios y respuestas en cuanto a aspectos metodológicos hechas al proyecto fueron revisados por un equipo asesor, en contexto de la asignatura "Asesoría en investigación clínica (Cód. 2028520)" del programa de Maestría en Epidemiología de la Universidad Nacional de Colombia. Los aportes se han trabajado en forma de asesoría y aplican para el proceso de construcción del protocolo de investigación. Se notifica que excede los alcances de la asesoría aspectos relacionados con la ejecución del proyecto, una vez este se encuentre

aprobado para su realización por parte del Comité Institucional local de donde se realice el estudio.

## 10.2 Institución

El proyecto se llevará a cabo en el servicio de electrodiagnóstico de una institución de tercer nivel de atención de servicios de salud de la ciudad de Bogotá

## 10.3 Presupuesto

No se requiere financiación, pues los costos serán asumidos por el investigador, asimismo, no se presenta conflicto de intereses entre el investigador y la institución de tercer nivel de atención de servicios de salud de la ciudad de Bogotá

**Tabla 7** *Presupuesto*

<b>Rubro</b>	<b>Investigador</b>	<b>Valor</b>	<b>Total</b>
<b>Personal</b>	10 horas a la semana	\$ 16 000 000	\$ 16 133 333
<b>Epidemiólogo</b>	Tres meses	\$ 3 000 000	\$ 3 000 000
<b>Asesor</b>			
<b>Equipo</b>	Computador	\$ 1 500 000	\$ 1 500 000
<b>Bibliografía</b>	Artículos originales	\$ 500 000	\$ 500 000
<b>Publicación</b>	Presentación en	\$ 6 000 000	\$ 6 000 000
<b>difusión de</b>	congresos nacionales e		
<b>resultados</b>	internacionales		
<b>Materiales</b>	Fotocopias, disco duro	\$ 500 000	\$ 500 000
<b>Total</b>			\$ 27 633 333

## 11 Cronograma

**Tabla 8** *Cronograma de actividades*

Etapas	Tiempo en meses												
	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	11 m	12 m	13 m
<b>Planificación</b>													
Elección del tema													
Revisión bibliográfica													
Elaboración anteproyecto													
<b>Organización</b>													
Presentación de anteproyecto													
Entrega del proyecto al Comité Ético													
<b>Ejecución</b>													
Recolección de Información													
<b>Análisis datos</b>													
Procesamiento de los datos y análisis de los resultados													
Presentación Final													
<b>Informe final</b>													

## 12 Resultados

Fueron realizados la medición de los Potenciales Evocados Visuales (PEV) en población mayor de 18 años en una institución de tercer nivel de Servicios de Salud de atención en Bogotá; Se realizaron un total de 250 exámenes diagnósticos, el 80,4% cumplieron los criterios de inclusión, para un total de 201 pacientes. En los 201 pacientes tamizados de los cuales el 64% fueron de sexo femenino y el 36% masculino. Se halló que la edad media fue de 43.72 años, (DS 1,05816) IC 95% (41.6348 - 45.80798) años con un rango entre los 18 y 75 años.

El peso medio fue de 66.91 kg entre 45 y 90 kilogramos y una talla media de 1.65 m con rangos de altura de 1.48 m y 1.85 m, el Índice de Masa Corporal indica que el 46% es normal rango del (17.56 – 24.80), Obesidad grado 1 el 7% rango del (30,02 – 32) y el 47% sobrepeso rango del (24.91 – 29.75); ver grafica adjunta.

**Tabla 9** Características de los pacientes estimación de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.

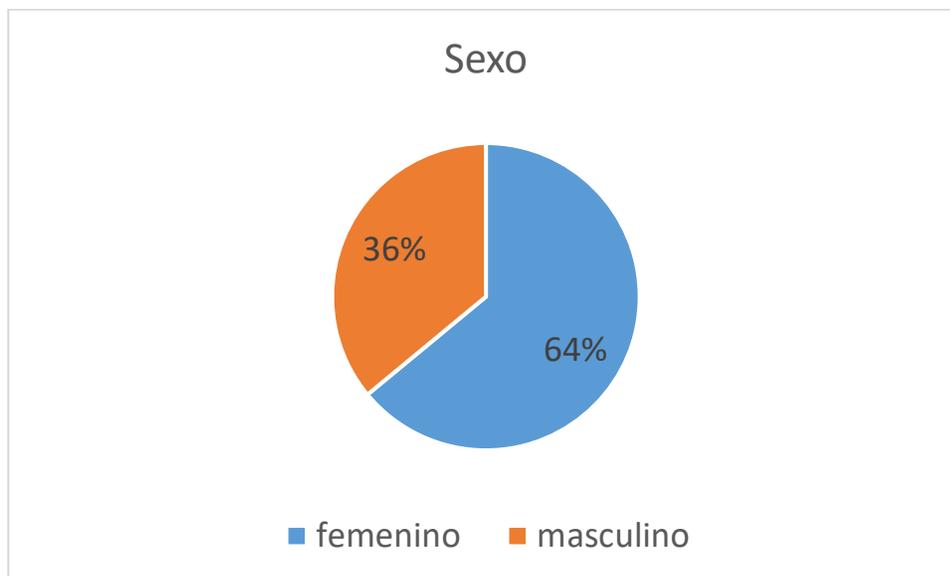
Variable	N	Mínimo	Máximo	MEDIA ± DS	T de Student	Valor de p
Edad	201	18	75	43,72 ± 15	41.61- 45.78	0,0001
Talla cm	201	1,48	1,85	1,63 ± 0,06	1.62 - 1.63	0,0001
Peso KG	201	45	90	66,91 ± 10,6	65.43 - 68.38	0,0001
IMC	201	17,57	32	24,89 ± 3,7	24.37 - 25.40	0,0001

D.E: Desviación estándar

Nota: Elaboración propia

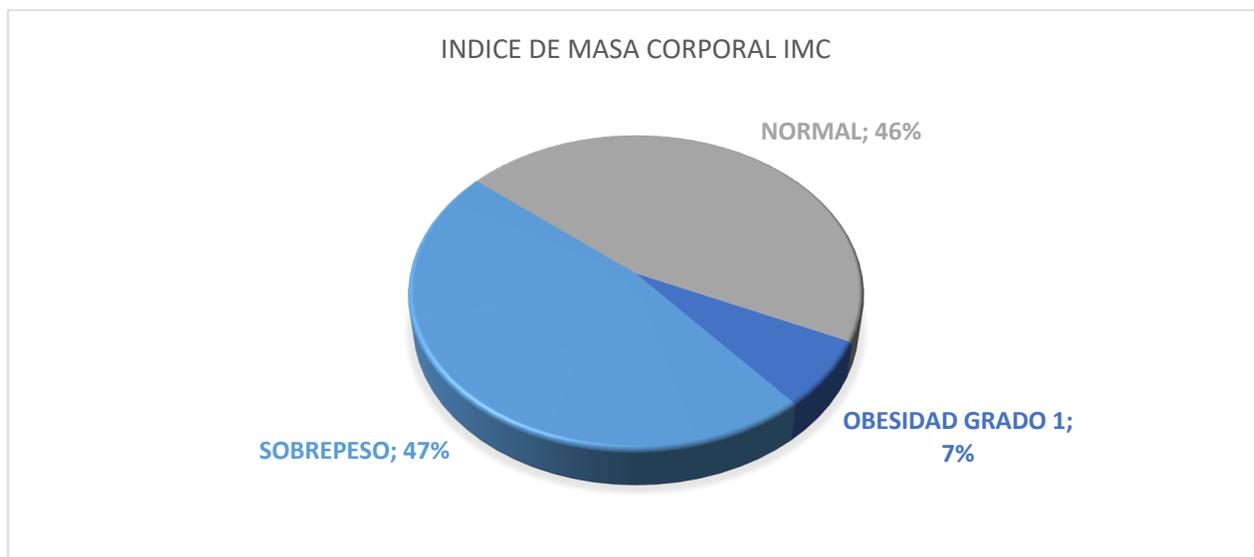
## Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá

**Figura 12** Sexo del tamizaje de la búsqueda de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.



Nota: Elaboración propia

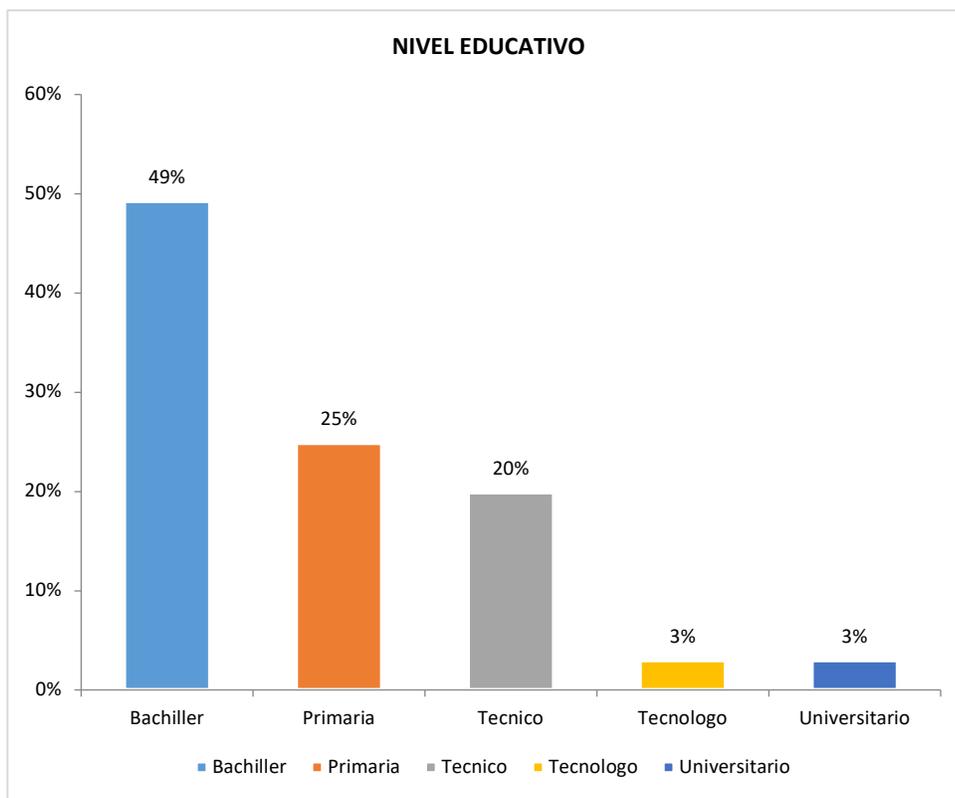
**Figura 13** IMC del tamizaje de la búsqueda de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.



Nota: Elaboración propia

Del total de pacientes tamizados se pudo establecer que el nivel educativo más predominante fue bachiller con el 49%, de todos los pacientes tamizados se evidencia que tiene algún nivel educativo mínimo (Grafica 2).

**Figura 14** Nivel educativo del tamizaje de la búsqueda de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.



Nota: Elaboración propia

### **Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá**

En cuanto a la ocupación el 33% de los pacientes tamizados correspondió a amas de casa, el 15% estudiantes y con porcentajes inferiores al 10% otras ocupaciones como se aprecia en la tabla 10.

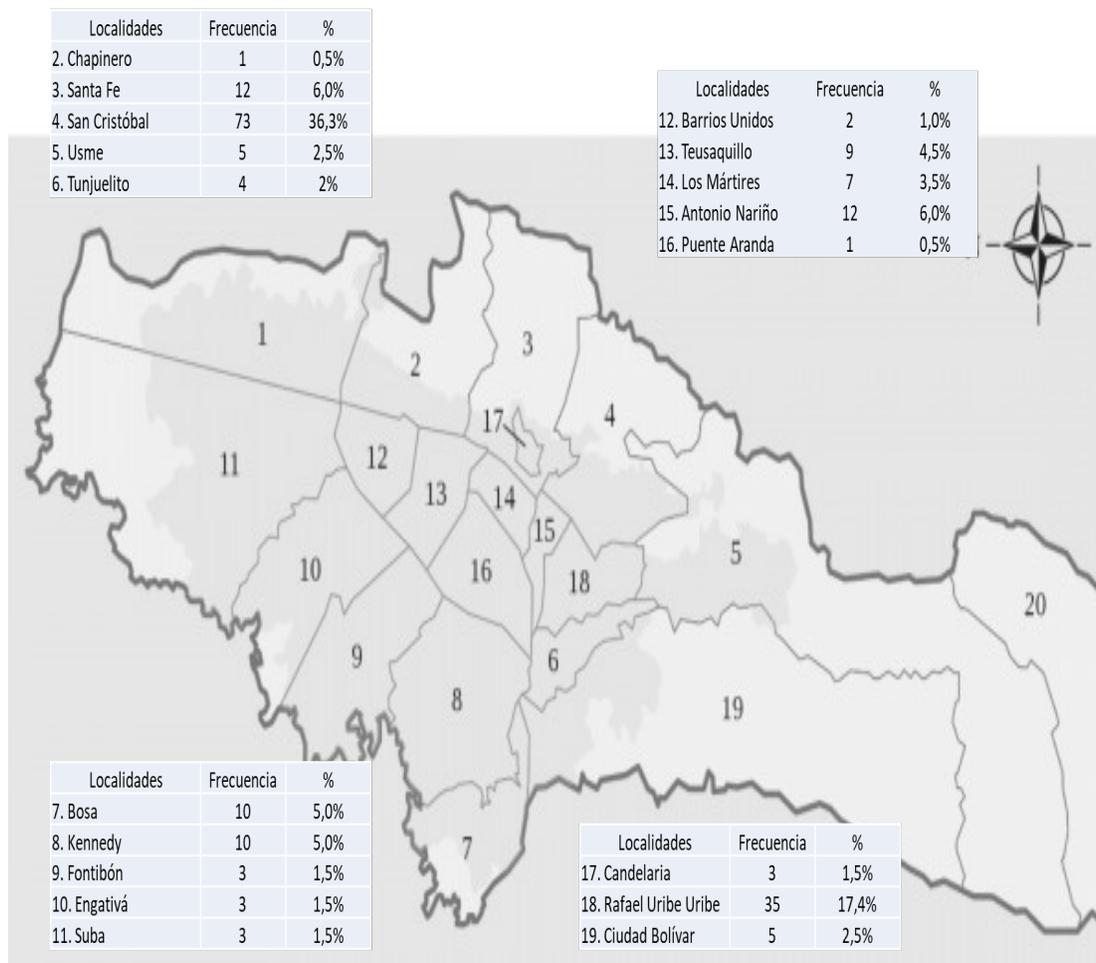
**Tabla 10** Ocupación del tamizaje de la búsqueda de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución de tercer nivel de Servicios de Salud de atención en Bogotá.

Ocupación	Frecuencia	Porcentaje
Ama de Casa	66	33%
Estudiante	30	15%
Comerciante	14	7%
Oficios varios	12	6%
Vendedor	9	4%
Auxiliar de Enfermería	8	4%
Cesante	8	4%
Conductor	6	3%
Confección	6	3%
Mecánico	6	3%
Secretaria	5	2%
Auxiliar Administrativo	4	2%
Electricista	4	2%
Mensajero	4	2%
Auxiliar Contable	3	1%
Administradora de Empresas	2	1%
Pensionado	2	1%
Zapatero	5	2%
Auxiliar de Archivo	1	0,5%
Auxiliar de Cocina	1	0,5%
Contador	1	0,5%
Despachador	1	0,5%
Mantenimiento	1	0,5%
Mercaderista	1	0,5%
Mesera	1	0,5%
<b>Total</b>	<b>201</b>	<b>100,0</b>

Nota: Elaboración propia

La distribución geográfica de los pacientes evaluados fue en un 99% perteneciente a Bogotá D.C., 1% municipios aledaños al distrito capital, en 18 localidades ver Figura 15

**Figura 15** Localidad de procedencia del tamizaje de la búsqueda de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.



Fuente: Elaborado por los autores

## Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá

### 12.1 Latencia N75 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo

Se observó en el ojo derecho que el 11% tienen rangos inferiores de onda de 69 ms, su media es de 62 DS 7, los valores normales se comportaron entre 70 y 89 ms el rango de onda con el 70%, con medias de 81 DS 6; el rango mayor de 91 ms correspondió al 19% media 94 DS 7.

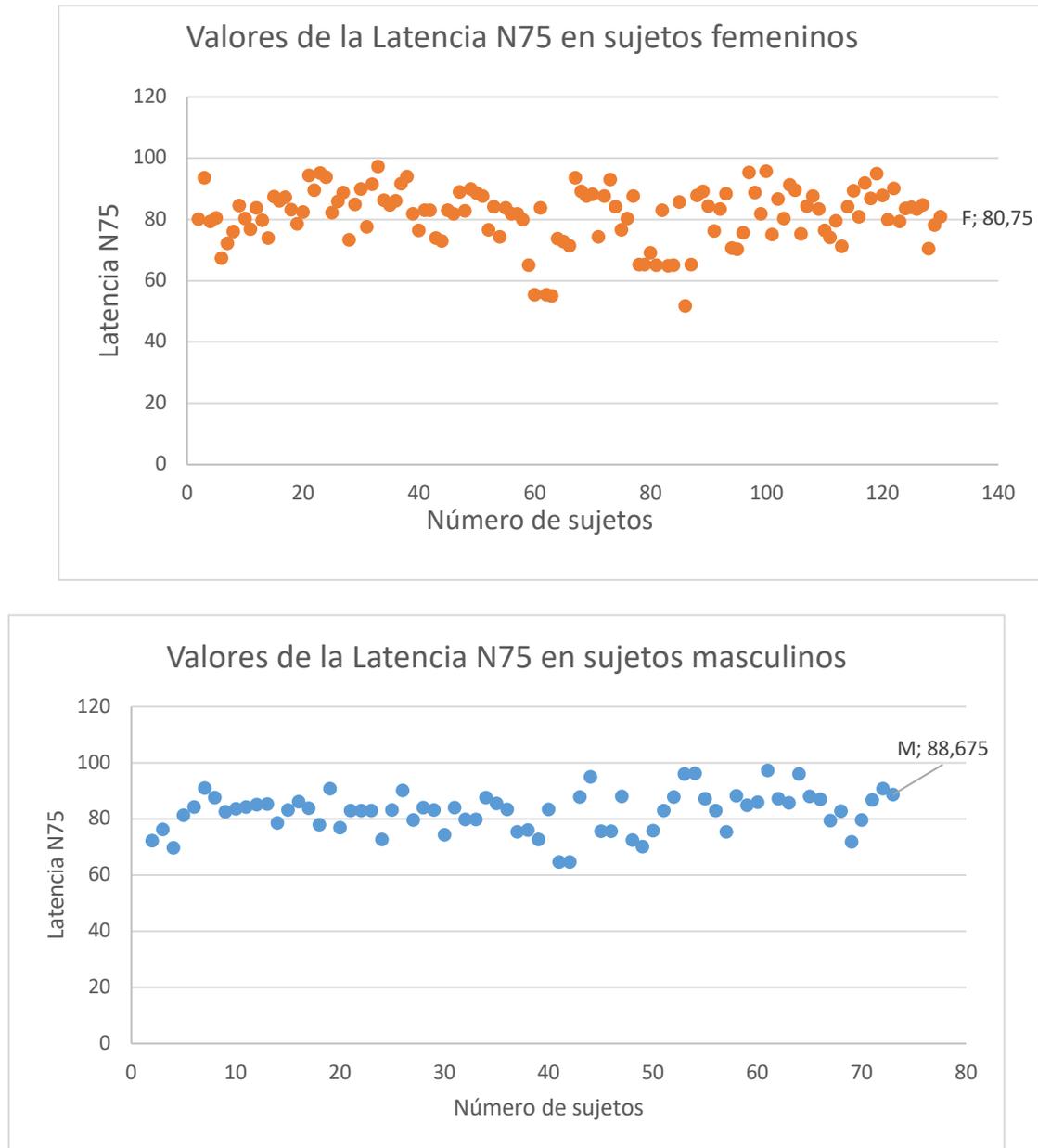
En cuanto al ojo izquierdo se obtuvo que los rangos de onda N75, el 6% fueron inferiores al rango, con una media de 68 DS 5, T Student (63,44 – 72,55), el valor normal de onda fue de 72% con una media de 82 DS = 5; T Student (81,38 - 82,61) t el rango superior a 91 ms fue del 22%. En el total de observaciones 128 se obtuvo una media de 82.1 DS 8.5 con un rango mínimo de 46.85 a máximo de 98,7; Los valores sugieren diferencia estadística significativa ver (Tabla 12 y Figura 18).

**Tabla 11** Latencia N75 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.

Latencia N75												
Ojo Derecho							Ojo Izquierdo					
RANGOS DE ONDA	N	%	MEDIA ± DS	RANGO MIN - MAX	T de Student	Valor de p	N	%	MEDIA ± DS	RANGO MIN - MAX	T de Student	Valor de p
MENOR DE 69 ms	17	13%	60,47 ± 6,59	(46 A 68,9)	10,68 - 23,31	0.0001	17	13%	68 ± 5	(51,7 - 69)	63,44 - 72,55	0.0001
70 A 90 ms	81	70%	154 ± 6	(70 ,2- 90,9)	80,16 - 81,83	0.0001	81	63%	82 ± 5	(69,4 - 90,9)	81,38 - 82,61	0.0001
MAYOR DE 91 ms	30	19%	93 ± 7	(91 - 98,7)	93,02 - 94,97	0.0001	30	23%	87 ± 18	(91,8 - 99,1)	67,38 - 68,61	0.0001
Total	128	100 %	82,1 ± 8,5	( 46,85 - 98,7)	80.30 - 82.29	0.0001	128	100 %	82,1 ± 8,5	(51,7 - 99,1)	80.40 - 82.19	0.0001

Nota: Elaboración propia

**Figura 16** Latencia N75 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.



Nota: Elaboración propia

## Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá

### 12.2 Latencia P100 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo

Con valores entre 61.7 a 126.4 la latencia P100 en ojo derecho, tiene una media de 93 y una DS de 7, se hallan 2 escalas diferentes en la primera tabla 13, se observó que el 89% son valores normales con una baja proporción de alteraciones en la movilidad en menor de 95 ms fue del 2% y en superior a 120 ms fue del 9%. En cuanto al ojo izquierdo se agruparon dentro de los valores normales el 95% dejando valores inferiores del 2.5% en menor de 95 ms y mayor de 120 ms, se consideran estadísticamente significativas.

**Tabla 12** Rango de Onda P100 OD – OI en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.

P100												
Ojo Derecho							Ojo Izquierdo					
RANGOS DE ONDA	N	%	MEDIA ± DS	RANGO MIN - MAX	T de Student	Valor de p	N	%	MEDIA ± DS	RANGO MIN - MAX	T de Student	Valor de p
MENOR DE 95 ms	4	2%	80 ± 16	(61,7 - 90,75)	61,02 - 62,97	0.0001	5	3%	68 ± 5	66 - 93,2	63,44 - 72,55	0.0001
95 A 120	191	89%	111 ± 6	(98,2 - 120,3)	80,16 - 81,83	0.0001	190	95%	82 ± 5	95,7 - 120,5	81,38 - 82,61	0.0001
MAYOR DE 120	20	9%	133 ± 11	(121,05 - 136,4)	93,02 - 94,97	0.0001	5	3%	87 ± 18	122,6 - 136,0	67,38 - 68,61	0.0001
Total	215	100%	93 ± 7	(61,7 - 136,4)	92.05 - 93.94	0.0001	200	100%	111 ± 7,27	66 - 136,05	109.98 - 112.01	0.0001

Nota: Elaboración propia

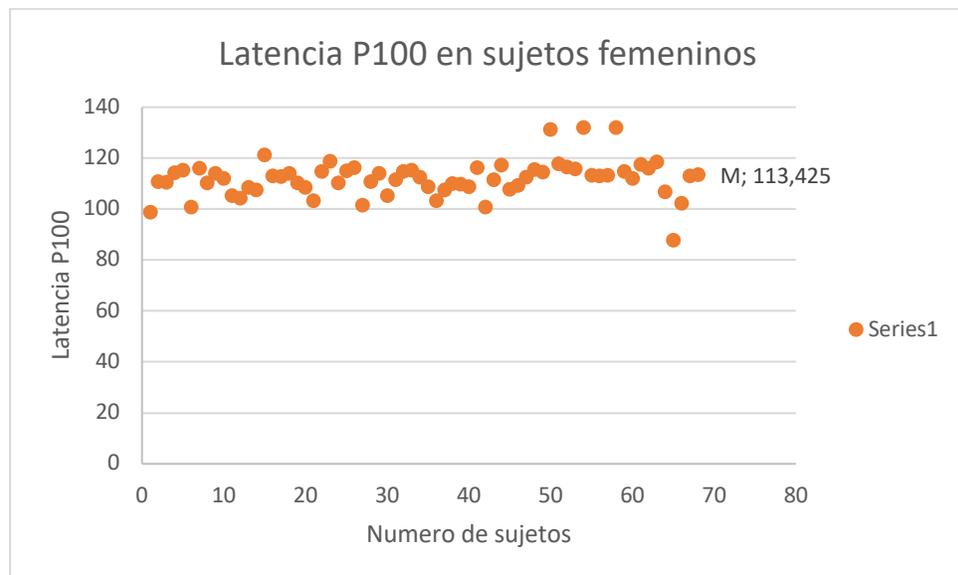
En la tabla 14 se agrupó en torno a la media 81 y DS = 6 el 60% de la población evaluada, rangos anormales o de mayor movilidad se observaron en el grupo de mayores de 114 ms con el 38% con una media de 84 y una DS de 7, los valores menores de 89 ms corresponden al 1%, estos datos indican significancia estadística.

**Tabla 13** Rango de Onda P100 OD – OI en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá

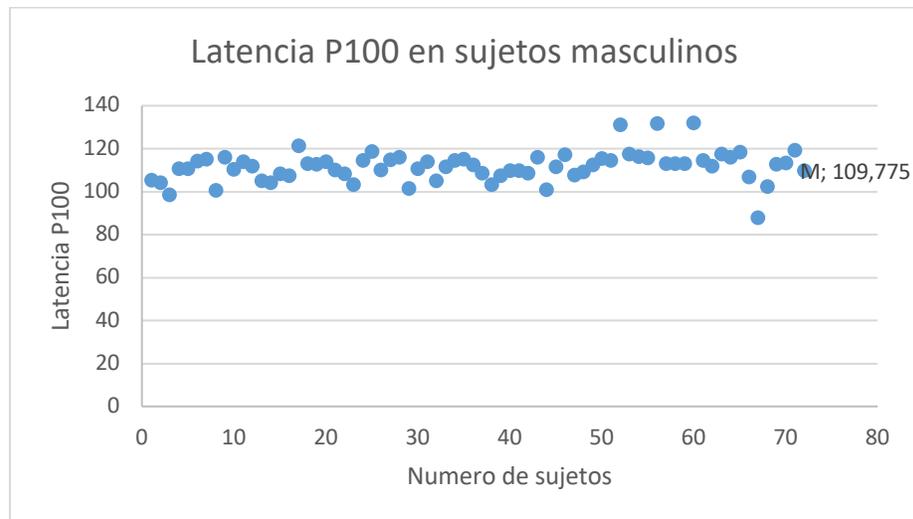
Ojo Derecho							Ojo Izquierdo					
RANGOS DE ONDA	N	%	MEDIA ± DS	RANGO MIN - MAX	T de Student	Valor de p	N	%	MEDIA ± DS	RANGO MIN - MAX	T de Student	Valor de p
MENOR DE 89 ms	3	1%	62 ± 7	61,7 - 89,2	61,02 - 62,97	0000.1	1	0,5%	82 ± 5	65.9 - 66	63,44 - 72,55	0000.1
90 A 113	12 1	60%	81 ± 6	(90,75 - 113)	80,16 - 81,83	0000.1	12 3	61%	82 ± 5	90,6 - 119,5	81,38 - 82,61	0000.1
MAYOR DE 114	77	38%	94 ± 7	(114,5 - 136,45)	93,02 - 94,97	0000.1	77	38%	87 ± 18	114,5 - 136,05	67,38 - 68,61	0000.1
Total	20 1	100 %	111 ± 8,41	(61,7 - 136,45)	109.83 - 112.17	0000.1	20 1	100 %	111 ± 7,27	66 - 136,05	109.98 - 112.01	0000.1

Nota: Elaboración propia

**Figura 17** Latencia P100 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.



## Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá



Nota: Elaboración propia

### 12.3 Latencia N145 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo

Se halló diferencias en las medidas de las latencias N145 entre ojo derecho e izquierdo la media total oscila con una media de 142.4 con más o menos 11.5 desviaciones estándar de los 190 pacientes, con un rango mínimo de 104,5 y el máximo en 171.2. Estas diferencias son estadísticamente significativas.

**Tabla 14** Latencia N145 Ojo Derecho e Izquierdo en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.

N145												
Ojo Derecho							Ojo Izquierdo					
RANGOS DE ONDA	N	%	MEDIA ± DS	RANGO MIN - MAX	T de Student	Valor de p	N	%	MEDIA ± DS	RANGO MIN - MAX	T de Student	Valor de p
MENOR DE 120 ms	5	4%	108,2 ± 4,58	104,5 - 120	107.54 - 108.85	0,0000	8	6%	114,6 ± 5,7	104,5 - 120	113.80 - 115.39	0,0000
120,1 a 150 ms	138	70%	138,7 ± 7,21	121,7 - 150	137.66 - 139.73	0,0000	157	123%	138,8 ± 8	121,7 - 150	137.68 - 139.91	0,0000
MAYOR DE 151 ms	47	19%	157,3 ± 5,73	150,25 - 171,2	156.48 - 158.12	0,0000	34	27%	139,3 ± 7,6	150,25 - 171,2	140.23 - 142.36	0,0000
Total	190	100%	142,4 ± 11,5	104,5 - 171,2	140.75 - 144.04	0,0000	199	155%	141,3 ± 11,6	104,5 - 171,2	139.67 - 142.92	0,0000

Fuente: Elaborado por los autores

## 12.4 Amplitud N75 – P100 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo

El 96% de la totalidad de datos presentaron valores normales entre los rangos de onda 3.1 – 2 ( $\mu\text{V}$ ) con una media de  $9.58 \pm 4.58$  desviaciones estándar, estas medidas son estadísticamente significativas, valores que indican menores variaciones el 2% media  $5.73 \pm \text{DS} = 4.37$ , así como variaciones de onda superiores a los 21 ( $\mu\text{V}$ ) fueron del 1,7% ver tabla 16 y figura 21.

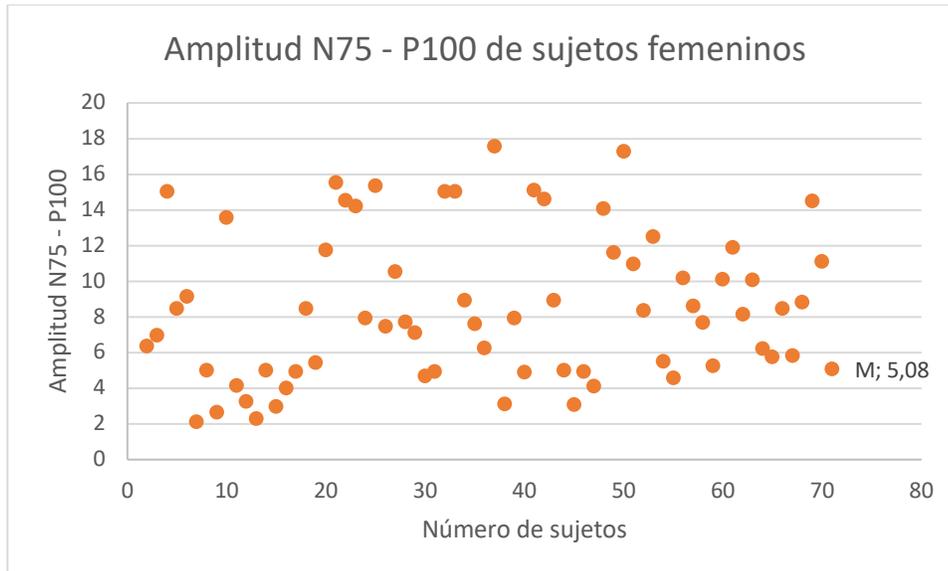
**Tabla 15** Amplitud N75 – P100 OD – OI

Amplitud N75- P100												
RANGOS DE ONDA	Ojo Derecho						Ojo Izquierdo					
	Frec	%	MEDIA	DS	T de Student	Valor de p	Frec	%	MEDIA	DS	T de Student	Valor de p
MENOR DE 3 ( $\mu\text{V}$ )	8	2,0%	5,73	4,37	5.30 - 6.15	0,0001	14	3,5%	2,62	0,25	2.59 - 2.64	0,0001
DE 3,1 A 21 ( $\mu\text{V}$ )	387	96,3%	9,58	3,72	9.21 - 9.94	0,0001	383	95,3%	9,28	3,75	8.91 - 9.64	0,0001
MAYOR DE 21 ( $\mu\text{V}$ )	7	1,7%	15,63	1,35	15.49 - 15.76	0,0001	5	1,2%	22,60	1,21	22.48 - 22.71	0,0001
Total	402	100%	9,60	4,58	9.15 - 10.04	0,0001	402	100%	9,22	4,14	8.81 - 9.62	0,0001

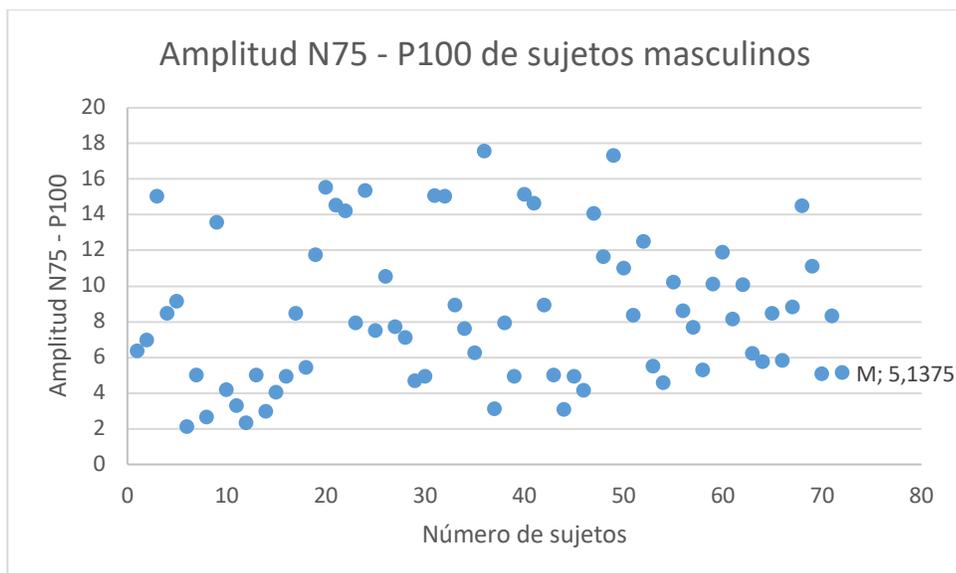
DS Desviación estándar para los rangos de onda Amplitud N75 P100 OD – O

## Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá

**Figura 18** Amplitud N145 Ojo Derecho e Izquierdo sexo femenino



**Figura 19** Amplitud N145 Ojo Derecho e Izquierdo sexo masculino



La tabla 16 muestra las comparaciones de los valores de VEP entre hombres y mujeres (ojo derecho y ojo izquierdo). Independientemente del ojo y del valor de VEP estimado, los análisis estadísticos no muestran diferencias significativas entre hombres y mujeres. Las

latencias medias de las ondas N75, P100 y N145 son proporcionalmente mayores en las mujeres que en los hombres; dichos valores no tienen significancia estadística. En cambio, la amplitud de la onda P100 fue mayor en las mujeres que en los hombres en ambos ojos.

**Tabla 16.** Comparación de los parámetros VEP entre sujetos femeninos y masculinos en los ojos derecho e izquierdo en población mayor de 18 años en una institución en Bogotá.

Variable	Ojo derecho				p - valor*	Ojo izquierdo				p - valor*
	Femenina (n = 129)		Masculino (n = 72)			Femenino (n = 129)		Masculino (n = 72)		
	Media ± SD	(Mínimo - Máximo)	Media ± SD	(Min-Max)		Media ± SD	(Mínimo - Máximo)	Media ± SD	(Min-Max)	
N75 Latencia (ms)	81.12 ± 10.19	(46,85 - 97,75)	81.42 ± 9.01	(54,5 - 98,7)	0,6716	82,14 ± 7.91	(56,15 - 95,95)	82,12±8,93	(56,45 - 99,1)	0,4391
Latencia P100 (ms)	110,33 ± 9,02	(61,7 - 121,05)	110-49 ± 7-71	(62,65 - 127,85)	0,6568	111,71 ± 5,67	(93,02 - 122,65)	111,33 ± 6,61	(90,65 - 136,05)	0,3012
N145 Latencia (ms)	141,96 ± 11,96	(104,5 - 168,4)	142,73 ± 11,35	(114,75 - 171,2)	0,5323	141,70 ± 12,11	(1,6,6 - 165,4)	146,93 ± 54,75	(111,3 - 644,75)	0,7958
Amplitud N 75 P 100 (µV)	9.55± 4,576	(2,67 - 25,90)	9.49± 4,50	(2,27- 18,33)	0,1504	9.20±4.03	(1,95-21,2)	9.15±4.01	(1,60- 20,95)	0,3008

\*p - valor de la comparación de sexos.

Fuente: Elaborado por los autores.

## 12.5 Evaluación por grupo etareo

Al comparar los valores de VEP entre las personas < 40 años y las ≥ 40 años, el análisis estadístico arroja diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en ojo izquierdo en latencia P100, N75 y Amplitud N 75 P 100 (µV) en contravía los resultados del ojo derecho basado en las mediciones de los VEP considerado (Tabla 17).

## Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá

**Tabla 17** Comparación de los parámetros VEP entre los grupos de edad en los ojos derecho e izquierdo en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.

Variable	Ojo derecho				p - valor*	Ojo izquierdo				p - valor*
	< 40 años (n = 121)		≥ 40 años (n = 80)			< 40 años (n = 121)		≥ 40 años (n = 80)		
	Media ± SD	(Mínimo - Máximo)	Media ± SD	(Min-Max)		Media ± SD	(Mínimo - Máximo)	Media ± SD	(Min-Max)	
N75 Latencia (ms)	81,5 ± 7,84	(51,55-93,95)	72,0 ± 7,8	(54,3 - 84,7)	0,4279	81,43 ± 8,12	(51,75 - 96,3)	82,58 ± 8,83	(56,45 - 99,1)	0,588
Latencia P100 (ms)	110,10 ± 9,32	(61,7 - 119,4)	111,86 ± 7,71	(90,75 - 155,45)	0,06030	110-33 ± 5-91	(96,1 - 124,2)	111,85 ± 8,003	(90,6 - 136,05)	<0.0000001
N145 Latencia (ms)	142,17 ± 11,82	(106,25 - 171,2)	142,89 ± 11,17	(114,75 - 171,1)	0,5949	142,17 ± 11,82	(106,25 - 171,2)	141,05 ± 11,01	(117,6 - 164,65)	<0.0000001
Amplitud N 75 P 100 (µv)	±		±		0,8964	±		±		<0.0000001

\*p - valor de la comparación de sexos.

Fuente: Elaborado por los autores.

El comportamiento de la amplitud de la onda P100 [Tabla 18 y 19] fue significativamente menor en el grupo de edad de 18 a 27 años en comparación con los otros grupos de edad ( $P < 0,001$ ). Esto podría deberse al proceso degenerativo del sistema neural óptico en la edad adulta.

**Tabla 18** Parámetros VEP N75, P100, N145 y Amplitud N75- P100 en Ojo Derecho (OD) Y Ojo Izquierdo (OI) por grupos decenales de edad de 18 a 47 años en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.

Latencias	Grupo de edad						valor p*
	18 a 27 años ( n = 45)		28 a 37 años ( n = 27)		38 a 47 años ( n = 36)		
	Media ± SD	(Min-Max)	Media ± SD	(Min-Max)	Media ± SD	(Min-Max)	
N75 OD (ms)	81,3 ± 8,64	51,55-91,45	82,12 ± 0,56	69,9-93,95	83,93 ± 15,06	54,5-96,9	0,00001
N75 OI (ms)	81,06 ± 9,17	51,75-96,3	82,3 ± 3,00	69,55-90,1	84,18 ± 17,25	56,45-99,1	0,00001
P100 OD (ms)	110,9 ± 8,18	51,75-96,3	110,93 ± 10,60	98,25-119,4	112,03 ± 19,30	61,7-136,2	0,00001
P100 OI (ms)	109,8 ± 5,31	51,75-96,3	111,17 ± 13,54	99-124,2	114,16 ± 27,08	96,1-136,05	0,00001
N145 OD (ms)	143,3 ± 11,3	51,75-96,3	142,97 ± 31,71	122,75-171	148,32 ± 28,70	121,7-171,2	0,00001
N145 OI (ms)	140,6 ± 11,17	51,75-96,3	141,61 ± 28,17	117,6-164,65	145,68 ± 31,60	118,75-171,25	0,00001
Amplitud N75- P100 (uV) OD	9.34± 4.04	2.31-17.86	9.58 ± 4.69	3.01 – 18.02	9.52 ± 4.65	1.45 – 26.6	0,00001
Amplitud N75- P100 (uV) OI	9.25 ± 4.19	1.37- 18.6	9.19 ± 4.25	2.76 – 17.8	9.18 ± 4.20	2.56 - 22	0,00001

\*p - valor de la comparación de grupos etarios decenales

Fuente: Elaborado por los autores

De acuerdo a los resultados de la tabla 19 se observan los rangos de edad de 48 a 77 años donde se observan variaciones relevantes en especial en el grupo de edad de 68 a 77 años, sugiere este resultado daños del sistema neural óptico asociado con la edad, dada la significancia estadística ( $p = 0.00001$ ).

**Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá**

---

**Tabla 19** Parámetros VEP N75, P100, N145 y Amplitud N75- P100 en Ojo Derecho (OD) Y Ojo Izquierdo (OI) por grupos decenales de edad de 48 a 77 años en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.

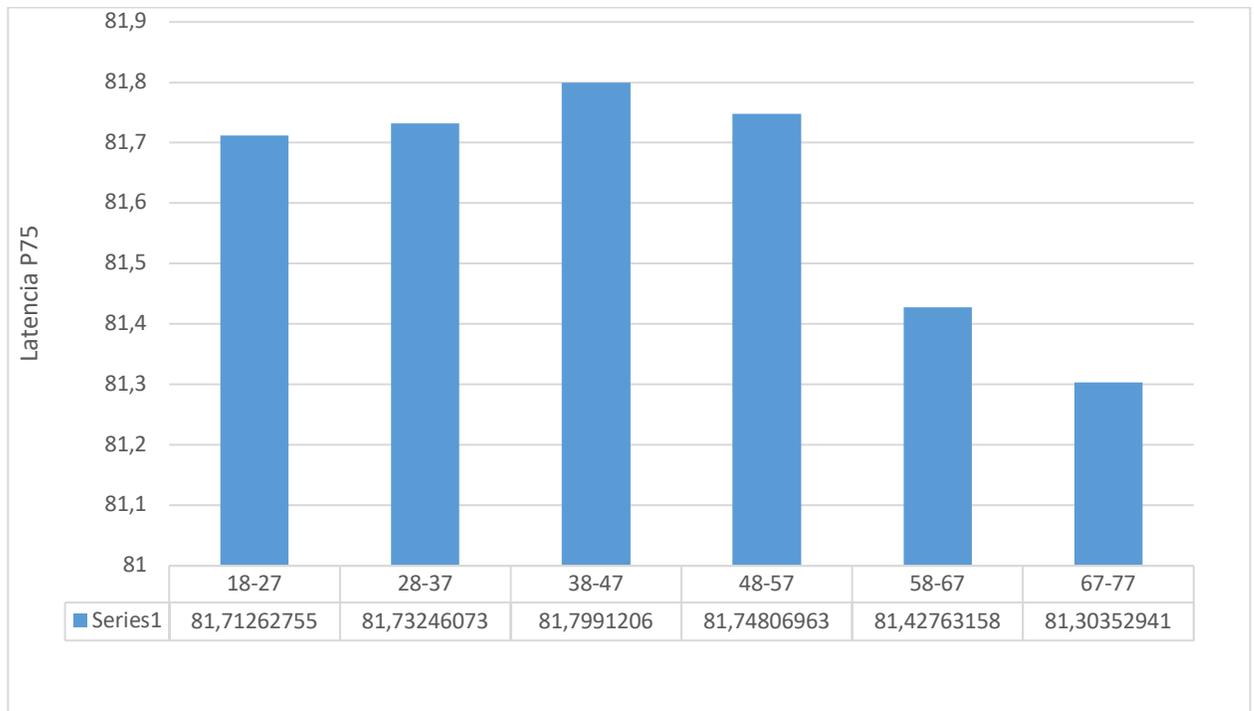
Latencias	Grupo de edad						valor p*
	48 a 57 años ( n = 49)		58 a 67 años ( n = 37)		68 a 77 años ( n = 5)		
	Media ± SD	(Min-Max)	Media ± SD	(Min-Max)	Media ± SD	(Min-Max)	
N75 OD (ms)	80,67 ± 6,18	46,85-97,7	77,94 ± 5,58	54-98,7	87,18 ± 9,22	73,65-95,7	0,00001
N75 OI (ms)	82,02 ± 2,26	61,3-94,25	80,43 ± 3,78	56,15-94	87,78 ± 3,99	72,85-98,65	0,00001
P100 OD (ms)	111,05 ± 6,82	98,6-119,6	111,12 ± 4,98	90,75-155,45	109,70 ± 12,19	89,25-119,15	0,00001
P100 OI (ms)	111,26 ± 2,72	95,7-119,1	110,34 ± 1,59	66-119,5	110,34 ± 7,91	90,6-118,95	0,00001
N145 OD (ms)	141,01 ± 0,95	124,75-157,05	137,50 ± 15,09	106,55-154,25	140,87 ± 36,38	104,5-162,9	0,00001
N145 OI (ms)	150,75 ± 3,95	111,3-144,75	138,95 ± 16,12	106,6-159,75	142,40 ± 25,24	104,5-164,45	0,00001
Amplitud N75- P100 (uV) OD	9.54 ± 4.70	1.21 – 21.4	9.96 ± 4.93	2.23 – 23	9.72 ± 4.85	2.1- 18.02	0,00001
Amplitud N75- P100 (uV) OI	9.15 ± 4.26	2.01 – 21.4	9.47 ± 4.44	2.39 – 23.9	9.31 ± 4.37	1.57 – 15.4	0,00001

\*p - valor de la comparación de grupos etarios decenales

Fuente: Elaborado por los autores

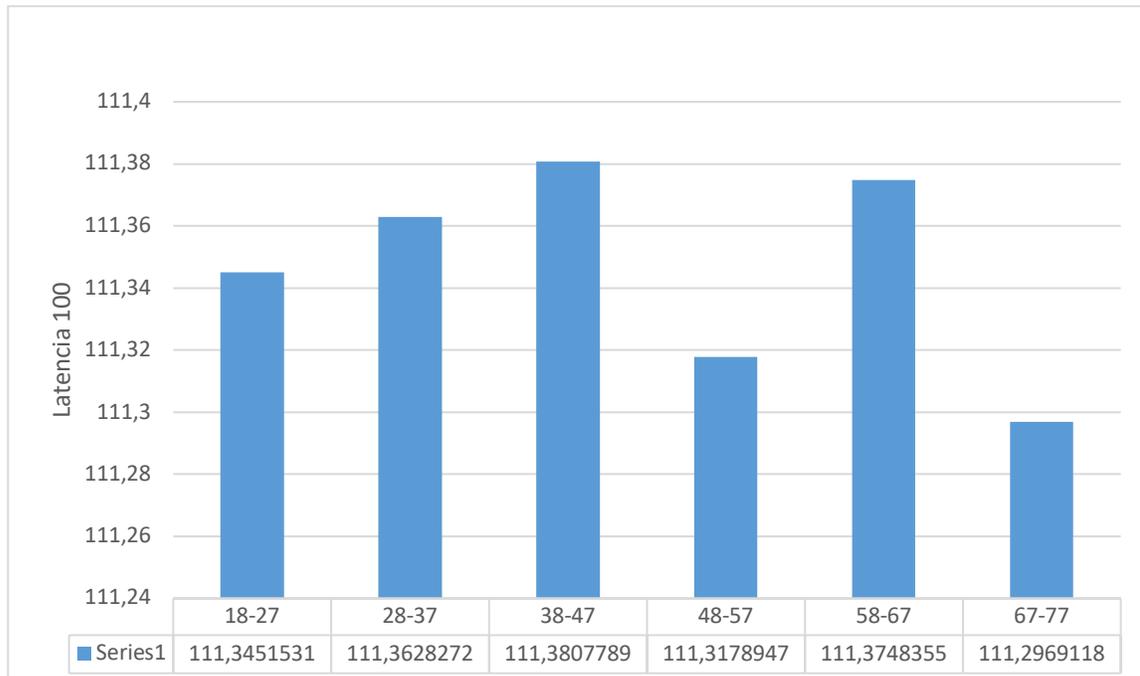
La Tabla 20 propone en la descripción del Índice de Masa Corporal IMC que no hay hallazgos con diferencias entre los sujetos con un IMC normal ( $\leq 24,9$  kg/m<sup>2</sup>) y los que tenían un IMC elevado ( $> 24,9$  kg/m<sup>2</sup>) los resultados no evidencian significancia estadística en lo que respecta a los valores de VEP.

**Figura 20** Latencia de N75 por grupos etarios

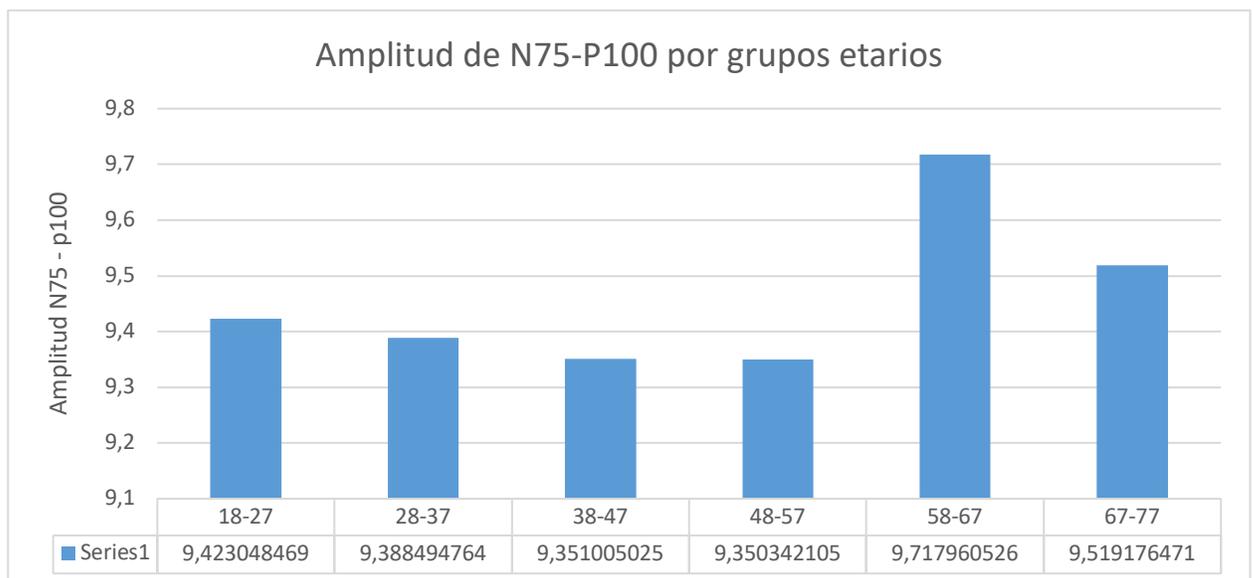


## Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá

**Figura 21** Latencia de P100 por grupos etarios



**Figura 22** Amplitud de N75-P100 por grupos etarios



## 12.6 Alteraciones refractivas

El 63% (127) pacientes tiene complicaciones refractivas, siendo el evento más frecuente la presbicia con el 18% (37), seguido de Astigmatismo y Miopía con el 15% (31) pacientes respectivamente; de ellos el 64% no usa lentes y el 36% restante si los usan ver Figura 16.

**Figura 23** Alteraciones refractivas en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.

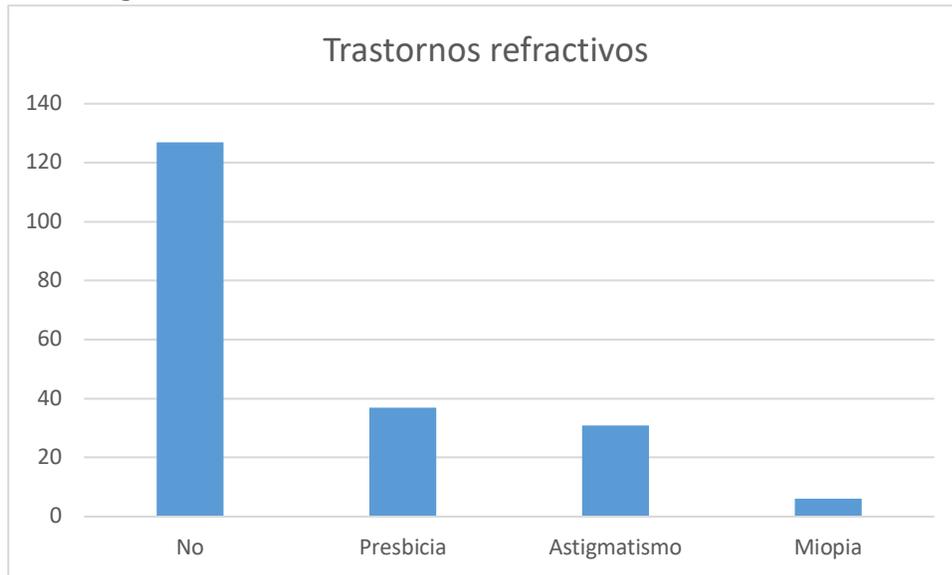


Nota: Elaboración propia

## Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá

---

**Figura 24** Alteraciones refractivas más comunes en tamizaje de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá



Nota: Elaboración propia

Con respecto a las fechas de la última prescripción se hallan entre 1 y 24 meses. El 100% manifiesta estar sano al momento de la evaluación de los potenciales evocados no consumir bebidas alcohólicas, fumar o usar sustancias psicoactivas.

**Tabla 20** Comparación de los Trastornos Refractivos versus VEP N75, P100, N145 y Amplitud N75- P100 en Ojo Derecho (OD) Y Ojo Izquierdo (OI).

	ASTIGMATISMO				MIOPIA				PRESBICIA			
	Media	D.E.	T Test	Valor de <i>p</i>	Media	D.E.	T Test	Valor de <i>p</i>	Media	D.E.	T Test	Valor de <i>p</i>
N75 (ms) Ojo Derecho primer registro	85,06	7,74	83.98 - 86.13	0,0001	83,98	6,57	82.21 - 84.04	0,0001	79,10	10,18	77.67 - 80.50	0,0001
N75 (ms) Ojo Izquierdo	84,60	15,91	82.38 - 86.81	0,0001	87,10	5,15	86.38 - 87.81	0,0001	81,13	16,84	78.78 - 83.47	0,0001
P100 (ms) Ojo Derecho	111,68	13,50	109.80 - 113.55	0,0001	111,07	3,99	110.51 - 111.62	0,0001	109,88	12,82	108.09 - 111.66	0,0001
P100 (ms) Ojo Izquierdo	112,59	18,51	110.01 - 115.16	0,0001	115,53	7,27	114.51 - 116.54	0,0001	109,00	16,01	106.77 - 111.22	0,0001
N145 (ms) ojo derecho	144,37	12,43	142.64 - 146.09	0,0001	150,57	10,56	149.10 - 152.03	0,0001	137,55	10,83	136.04 - 139.05	0,0001
Latencia N145 (ms) Ojo izquierdo	143,04	67,92	133.59 - 152.48	0,0001	153,10	3,89	152.55 - 153.64	0,0001	138,56	10,66	137.07 - 140.04	0,0001
Amp. N75-P100 (uV) Ojo Derecho	8,39	3,63	7.88 - 8.89	0,0001	9,58	4,85	8.90 - 10.25	0,0001	9,60	5,19	8.87 - 10.32	0,0001
Amp. N75-P100 (uV) Ojo Izquierdo	8,80	3,64	8.29 - 9.30	0,0001	7,79	3,70	7.27 - 8.30	0,0001	9,42	5,27	8.687 - 10.15	0,0001

\**p* - valor de la comparación de trastornos refractivos

Nota. Elaboración propia

Se observó que la latencia N75 en OD - OI ante la presencia de astigmatismo es superior con respecto a miopía y presbicia media 85.06 y 74.60 D.E. = 7.74 y 15.91, respectivamente estos datos indican que son estadísticamente significativos, en cuanto a las latencias P100, N145 & la Amplitud N75 P100, se evidencian valores un poco más altos con respecto a miopía y presbicia, estas medidas son estadísticamente significativas ver (Tabla 21).

### 12.7 Diámetro fronto-occipital y perímetro cefálico

De los evaluados se obtuvo una media de perímetro fronto occipital en centímetros de 19.84, rango mínimo 17 cm y máximo 27 cm. En cuanto al perímetro cefálico se obtuvo una media de 51.97 cm. con un rango mínimo de 49 a un máximo de 60 cm. (Tabla anexa)

**Tabla 21** Perímetro fronto – occipital y Perímetro cefálico de los pacientes estudiados para estimación de valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá

Variable	N	Mínimo	Máximo	MEDIA ± DS	T de Student	Valor de p
Perímetro Fronto-Occipital. Cm	201	17	24	19,84 ± 1,14	19.68 - 19.99	0,0001
Perímetro Cefálico. Cm	201	49	60	51,97 ± 1,70	51.73 - 52.20	0,0001

D.E: Desviación estándar

Nota: Elaboración propia

**Tabla 22** Diámetro fronto-occipital y cefálico por sexo en los ojos derecho e izquierdo en población mayores de 18 años en una institución en Bogotá.

Variable	(n = 201)		T de Student	Hombres (N = 72)		T de Student	Mujeres (N = 129)		T de Student	Valor de P
	n (%)	Media ± SD		n (%)	Media ± SD		n (%)	Media ± SD		
Perímetro fronto occipital (cm)	*	19,84 ± 1,14	19.68 - 19.99	*	20,5 ± 1,07	20.35 - 20.64	*	19,41 ± 0,95	19.27 - 19.54	0,0001
Perímetro cefálico (cm)		51,97 ± 1,70	51.73 - 52.20		52,8 ± 1,8	52.54 - 53.05		54.2±1.9	53.93 - 54.46	

\*p - valor de la comparación de sexos.

Fuente: Elaborado por los autores.

**Tabla 23** Diámetro fronto-occipital y cefálico por sexo en los ojos derecho e izquierdo

Variable	(n = 201)		T de Student	Hombres (N = 72)		T de Student	Mujeres (N = 129)		T de Student	Valor de P
	n (%)	Media ± SD		n (%)	Media ± SD		n (%)	Media ± SD		
Perímetro fronto occipital (cm)	*	19,84 ± 1,14	19.68 - 19.99	*	20,5 ± 1,07	20.35 - 20.64	*	19,41 ± 0,95	19.27 - 19.54	0,0001
Perímetro cefálico (cm)		51,97 ± 1,70	51.73 - 52.20		52,8 ± 1,8	52.54 - 53.05		54.2±1.9	53.93 - 54.46	

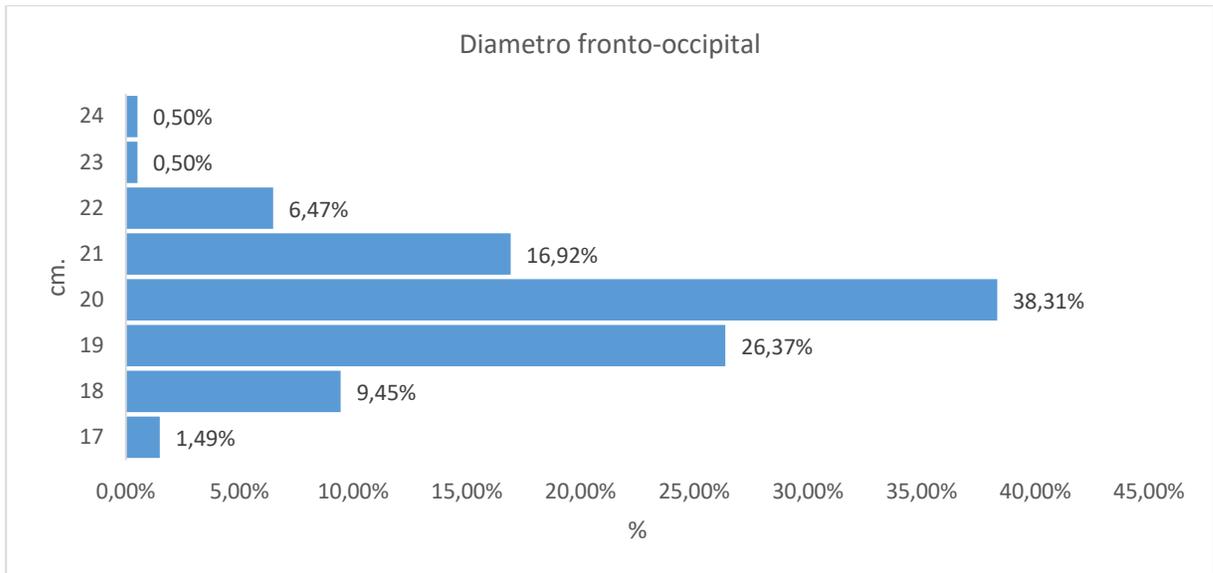
\*p - valor de la comparación de sexos.

Nota. Elaboración propia

## Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá

El diámetro fronto occipital tiene un rango mínimo de 17 a 24 cm, el 38.31% de los pacientes tienen 20 cm, la media es de 20.5 +/- D.E. = 2,4 cm.

**Figura 25** Proporción de Diámetro fronto-occipital en PEV



Nota. Elaboración propia

Se evidenció que los hombres, presentaron una tendencia similar a las mujeres que se diferencia por 1.59 centímetros con una media de  $20,5 \pm 1,07$  cm frente a las mujeres que fue de  $19,41 \pm 0,95$  ( $P < 0,001$ ), estas medidas son estadísticamente significativas.

### 13 Limitaciones

La principal desventaja del estudio es su imposibilidad para hacer inferencias de causalidad, fundamentalmente por la ambigüedad temporal que surge al medir simultáneamente la exposición y la enfermedad.

El tamaño muestra fue insuficiente en algunos de los parámetros donde no presento diferencias estadísticamente significativas.

Sesgo de selección por que los pacientes atendidos no son iguales al resto de los habitantes del distrito capital.

## 14 Discusión

El examen potenciales evocados de patrón reverso es un procedimiento importante para evaluar la función visual y es muy sensible para evaluar las lesiones del nervio óptico y del quiasma óptico (JL., 2009). La activación de la función visual córtex se produce principalmente a través del campo visual central.

La Potenciales evocados visuales puede verse alterada si existe una anomalía en cualquier nivel de la vía visual, incluyendo el ojo, la retina, el nervio óptico, la radiación óptica y la corteza occipital (Odom JV, 2010 )

El estudio que fue realizado en un laboratorio de electrofisiología de un hospital de III nivel en Bogotá se centró en sujetos con una edad media de 43,72 años, un total de 201 pacientes distribuidos en 64% mujeres, otros estudios se han realizado en sujetos jóvenes con igual proporción de sexo como sugiere Sharma R, Joshi S, Singh KD, Kumar A. en patiala en la India (Sharma R, 2015; ) y Navneet KK, Kiran S. et al coinciden en querer determinar los potenciales evocados visuales en Senegal. De este modo se tiene en cuenta la variación de las respuestas relacionadas con el sexo y la edad.

En nuestra serie, en comparación con las mujeres, encontramos que las mujeres tenían medias elevadas de latencias de las ondas N75, P100 y N145 y medias bajas de amplitud de la onda P100 en contraposición del artículo publicado por Marcellin Bugeme, Olivier Mukuku, Marième Soda et al, en el Congo cuyos resultados son mayores en hombres y el tamaño de muestra es inferior (N = 40) (Mukuku, 2020).

Sharma et al. Realizó en 100 estudiantes de medicina sanos de Government Medical College, Patiala en el grupo de edad de 17 a 20 años, en el que había 50 hombres y 50

mujeres. Los parámetros antropométricos que incluyen edad, altura, peso, IMC, BSA y perímetro cefálico se registraron en todos los sujetos; Nuestros resultados son diferentes en cuanto al sexo, predominando las mujeres fueron quienes presentaron latencias N75, P100 y N145 estadísticamente más altas que en los hombres. Coincide la amplitud de P100 fue mayor en las mujeres que en los hombres, estas cifras tienen significancia estadística ( $p = <0.0000001$ ) en relación con la edad mayor de 40 años en ojo izquierdo.

En resumen, las diferencias de sexo en el sistema visual humano, aunque controvertidas, son Innegables N75 Latencia (ms), Latencia P100 (ms) y N145 Latencia (ms) en nuestro estudio son mínimamente superiores en sexo femenino en ambos ojos, más difiere en Amplitud N 75 P 100 ( $\mu v$ ) que fue mayor en OD en hombres. Hallamos diferencias en la Amplitud N 75 P 100 ( $\mu v$ ) en menores de 40 años en OD la media es de 140,89 con IC 95% (114,75 - 171,1), OD la media es de 145,76 con un IC 95% (106,6 - 644,75) en mayores de 40 años sin evidencia de significancia estadística, se destaca la aparición de significancia estadística ( $p = <0.0000001$ ) en OI en menores de 40 años con medias de 145,76 IC 95% (106,6 - 644,75), Así mismo en mayores de 40 años media de 142,17 IC 95% (106,25 - 171,2) y valor de  $p = <0.0000001$ , indica significancia estadística.

La ausencia de significación de estos resultados en nuestro estudio está relacionada con el reducido tamaño de la muestra.

El análisis de la relación entre el IMC y las latencias potenciales evocados visuales no mostró ninguna asociación significativa. Gupta, et al. (Gupta S, 2016;).

**Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá**

---

El presente estudio proporciona valores de potenciales evocados visuales (PEV) en el laboratorio de electrofisiología de la institución de III nivel de complejidad en la ciudad de Bogotá D.C. fluctúan entre (46,85 - 98,7 ms) para la Latencia N75 Ojo Derecho y Ojo Izquierdo (51,7 - 99,1 ms).

Los valores que se obtienen de nuestro estudio para rango de onda P100 en ojo derecho presento un rango entre (61.7 y 155.4) con una media de 93 y una Desviación estándar de 7, en cuanto al ojo izquierdo el rango estimado fue (66 - 136,05) con una media de 111 +/- desviación estándar 7.27 ambas estimaciones resultaron ser estadísticamente significativas.

Las latencias N145 en ojo derecho tuvieron un rango mínimo de 104,5 y un rango máximo de 171.2 con una media de 142.4 más o menos una desviación estándar de 11.5, en ojo izquierdo se presentó un rango mínimo de 114.6 y un máximo de 171.2 con una media de 141.3 +/- desviación estándar 11.16 las dos estimaciones resultaron ser estadísticamente significativas.

## 15 Conclusiones

El presente estudio propone valores de normalidad para los estudios de potenciales evocados visuales con patrón reverso más frecuentemente utilizados en nuestro medio, para un laboratorio de electrodiagnóstico en Bogotá, a partir de una muestra significativa de pacientes. Los puntos de corte propuestos en este estudio pueden utilizarse como guía para determinar estudios de la vía visual en esta población, haciéndolos muy útiles en la evaluación de los pacientes con sospecha de alteración de esta.

Con los resultados encontrados se observó que los potenciales evocados visuales es una técnica diagnóstica objetiva y confiable que debe ser evaluada en una población mayor, puesto que los resultados de la investigación sugieren que el 19.6% tiene resultados anormales y que se presentan como normales en las latencias N75, P100, N145 y la amplitud N75- P100, este hallazgo pone de manifiesto que cada laboratorio de electrodiagnóstico requiere una estandarización de criterios para detectar a tiempo cualquier alteración.

La interpretación de los resultados obtenidos en los registros de los potenciales visuales con patrón reverso, necesita tener los valores referentes específicos para cada laboratorio de electrodiagnóstico, debido a que a nivel mundial existen grupos poblacionales características fenotípica, como genotípicas, que pueden derivar en alteraciones visuales como neurológicas, y al ser detectados de forma oportuna se pueden realizar de intervenciones tempranas, evitando complicaciones neurodegenerativas y mejorando así en gran medida la calidad de vida.

## **Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá**

---

Los valores de latencia y amplitud de los potenciales evocados visuales de patrón reverso encontrados en nuestro trabajo son estadísticamente significativos comparados con otros estudios realizados a nivel nacional e internacional con variaciones tanto en rangos a nivel superior como inferior que se pueden ampliar analizando en trabajo similares a futuro evaluando otros laboratorios de electrofisiología de Bogotá y el país.

Por otra parte comparando los resultados de los pacientes en nuestro estudio no encontramos diferencias significativas estadísticas al comparar los sexos, los diferentes grupos etarios y la diferencia interocular entre ojo derecho e izquierdo para los valores de N45-P100-N145. A pesar de las limitaciones por el tipo de estudio y su metodología y haciendo una comparación con estudios previos a nivel nacional e internacional consideramos que no hay una diferencia significativa en los valores de potenciales visuales de patrón reverso en dichas poblaciones, por lo que a nuestro criterio consideramos se deja la base para la realización de estudios con muestras más significativas para ser referencia a nivel global de los diferentes laboratorios de electrodiagnóstico a nivel mundial .

## 16 Referencias

- Akay, A. (2012). *Evoked Potentials*. IntechOpen. 10.5772/33368
- Asociación Médica Mundial. (s.f). Declaración de Helsinki de la AMM - Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.  
<https://www.wma.net/es/policias-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
- Bach, M., Brigell, M., Hawlina, M., Holder, G., Johnson, M., McCulloch, D., . . . Viswanathan, S. (2013). ISCEV standard for clinical pattern electroretinography (PERG): 2012 update. *Documenta Ophthalmologica*, 126(1), 1-7. 10.1007/s10633-012-9353-y
- Beydoun, A., Drury, I., y Vanderzant, C. (1997). Relative value of the inion and mid-parietal locations as additional recording sites in pattern reversal visual evoked potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 369-374. 10.1016/s0168-5597(97)00037-3
- Borrego, C., y Trujillo, J. (1983). Diseño de un sistema y construcción de un módulo para la medición de potenciales evocados y otras aplicaciones en neurofisiología. *Acta Médica Colombiana*, 8(5), 255-264.
- Borrego, C., y Trujillo, J. (1985). Potenciales evocados visuales: datos normativos y aplicaciones clínicas. *Acta Médica Colombiana*, 10(3), 113-124.

- Brigell, M., Bach, M., Barber, C., Kawasaki, K., y Kooijman, A. (1998). Guidelines for calibration of stimulus and recording parameters used in clinical electrophysiology of vision. Calibration Standard Committee of the International Society for Clinical Electrophysiology of Vision (ISCEV). *Documenta Ophthalmologica*, 95(1), 1-14. 10.1023/a:1001724411607
- Cadwell Laboratories. (2008). Sierra®Wave®EMG/VCN/PE Specifications.
- Cadwell Laboratories. (2010). Software Carwell Sierra. VEP Basic Steps.
- Campellone, J., Fraser, M., y Kent, T. (s.f). *StayWell Videoteca*. <https://demo.staywellhealthlibrary.com/spanish/video-library/content/videos-v2/miastenia-grave/>
- Catal, J., y Vincent, G. (2007). Curso de Pruebas Electrofisiológicas.
- Catalá, J., y Castany, M. (2005). Pruebas electrofisiológicas ¿Qué, cuando, cómo y por qué? 2ª parte. *Annals d'oftalmologia: òrgan de les Societats d'Oftalmologia de Catalunya*, 13(2), 76-90.
- Celesia, G. (2006). Chapter 41 Role of clinical neurophysiology in the diagnosis and management of visual disorders. *Supplements to Clinical Neurophysiology*, 59, 311-316. 10.1016/S1567-424X(09)70045-5
- Celesia, G., Kaufman, D., y Cone, S. (1987). Effects of age and sex on pattern electroretinograms and visual evoked potentials. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 161-171. 10.1016/0168-5597(87)90023-2

- Cheung, E., Hafner, J., Ching, Y., Coward, S., Lofts, A., Parratt, J., y Ng, K. (2020). Large check size pattern reversal visual evoked potentials – Full and sectorial field stimulation in multiple sclerosis and controls. *Journal of Clinical Neuroscience*, 181-187. 10.1016/j.jocn.2020.01.045
- Creel, D. (2019). Visually evoked potentials. En K. Levin, y P. Chauvel, *Handbook of Clinical Neurology* (págs. 501-522). s/e.
- Creel, D., y Yu, M. (2019). Visually Evoked Potentials. En M. Yu, D. Creel, y A. Iannaccone, *Handbook of Clinical Electrophysiology of Vision* (págs. 19-28). Springer.
- Dabian, D., y Peña, F. (2020). Prevalencia y causas de ceguera y discapacidad visual en Colombia. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 18(2), 21-30. <https://doi.org/10.19052/sv.vol18.iss2.3>
- de Santiago, L. (2013). Análisis avanzado de las señales de los potenciales evocados multifocales aplicados al diagnóstico de las neuropatías ópticas. En G. Ros, J. Aguado, M. Hidalgo, y A. Guerrero, *Cuartas Jornadas de Jóvenes Investigadores de la Universidad de Alcalá* (págs. 219-224). Editorial Universidad de Alcalá.
- de Souza, T., Sacai, P., Berezovsky, A., Martins, D., Song, S., y Ríos, S. (2016). Pattern-reversal visual evoked potentials as a diagnostic tool for ocular malingering. *The Arquivos Brasileiros de Oftalmologia and I*, 79(5), 303-307. 10.5935/0004-2749.20160087
- Departamento de Fisiología de la Universidad Nacional Autónoma de México. (2019). *Manual Sistema 10/20 Internacional*. <http://fisiologia.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2019/09/UTI-pr%C3%A1ctica-7-a.-Electroencefalograma.-AnexoManual.pdf>

- di Russo, F., Pitzalis, S., Spitoni, G., Aprile, T., Patria, F., Spinelli, D., y Hillyard, H. (2005). Identification of the neural sources of the pattern-reversal VEP. *NeuroImage*, 24(3), 874-886. 10.1016/j.neuroimage.2004.09.029
- Dion, L., Muckle, G., Bastien, C., Jacobson, S., Jacobson, J., y Saint Amour, D. (2013). Sex differences in visual evoked potentials in school-age children ¿What is the evidence beyond the checkerboard? *International Journal of Psychophysiology*, 88(2), 136-142. 10.1016/j.ijpsycho.2013.03.001
- Donchin, E., Heffley, E., Hillyard, S., Loveless, N., Maltzman, I., Ohman, A., . . . Siddle, D. (1984). Cognition and event-related potentials. II. The orienting reflex and P300. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 425(1), 39-57. 10.1111/j.1749-6632.1984.tb23522.x
- Drislane, F. (2007). Visual Evoked Potentials. En A. Blum, y S. Rutkove, *The Clinical Neurophysiology Primer* (págs. 461-473). Humana Press.
- Dustmann, R., y Beck, E. (1966). Visually evoked potentials: amplitude changes with age. *Science*, 151, 1013-1015. 10.1126/science.151.3713.1013
- Friendly, D., Weiss, I., Barnet, A., Saumweber, R., y Walker, J. (1986). Pattern-Reversal Visual-Evoked Potentials in the Diagnosis of Amblyopia in Children. *American Journal of Ophthalmology*, 102(3), 329-339. 10.1016/0002-9394(86)90007-3
- González, J., Pita, C., Wolters, C., Padrón, A., Finalé, A., Galán, L., . . . Lencer, R. (2015). Specificity and sensitivity of visual evoked potentials in the diagnosis of schizophrenia: Rethinking VEPs. *Schizophrenia Research*, 166(1), 231-234. 10.1016/j.schres.2015.05.007

- González, N., Escobar, E., Escamilla, C., y Escobar, D. (2004). Potenciales evocados multimodales en pacientes con esclerosis lateral amiotrófica. *Revista Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación*, 42(6), 477-486.
- Gross, E., Vaughan, H., y Valenstein, E. (1967). Inhibition of visual evoked responses to patterned stimuli during voluntary eye movements. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 22(3), 204-209. 10.1016/0013-4694(67)90222-2
- Gutiérrez, C., y Teus, M. (2010). *Patología del nervio óptico*. Servicio de Oftalmología. Hospital Universitario Príncipe de Asturias: [http://www.med-informatica.net/TERAPEUTICA-STAR/PatologiaNervioOptico\\_Actualizacion00590068\\_LR.pdf](http://www.med-informatica.net/TERAPEUTICA-STAR/PatologiaNervioOptico_Actualizacion00590068_LR.pdf)
- Hall, J., y Hall, M. (2020). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology (Guyton Physiology)*. Elsevier.
- Heckenlively, J., y Arden, G. (2006). *Principles and practice of clinical electrophysiology of vision*. The MIT Press.
- Holopigian, K., y Hood, D. (2003). Electrophysiology. *Ophthalmology Clinics of North America*, 16(2), 237-251. [https://doi.org/10.1016/S0896-1549\(03\)00006-3](https://doi.org/10.1016/S0896-1549(03)00006-3)
- International Society for Clinical Electrophysiology of Vision. (s.f). *Standards, Guidelines and Extended Protocols*. <https://iscev.wildapricot.org/standards>
- Iragui, M. (2009). Tests electrofisiológicos en el estudio de la patología visual. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 32(3), 93-103. <https://doi.org/10.23938/ASSN.0146>
- Jiménez, F. (2015). *Aplicaciones clínicas de los potenciales evocados visuales y del electrorretinograma. [Tesis de Doctorado]*. Universidad Complutense de Madrid.
- Latarjet, M., y Ruiz, A. (2019). *Anatomía humana*. Editorial Médica Panamericana.

- Lizarazo, J., Rodríguez, M., y Medrano, S. (2009). Valores promedio del potencial visual e promedio del potencial visual evocado en pacientes de la ocado en pacientes de la Clínica de Optometría de la Universidad de La Salle en edades entre los 15 años y 50 años con el equipo LKC Technologies. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 7(2), 67-76. <https://doi.org/10.19052/sv.1060>
- López, M., Portellano, J., Martínez, R., y Pérez, J. (2011). Neurofisiología de la diabetes mellitus: Estudio de los potenciales evocados visuales y auditivos en una muestra de niños entre 6 y 16 años. *Avances en Diabetología*, 27(2), 61-66. 10.1016/S1134-3230(11)70010-2
- Mahjoob, M., Heravian, J., Mirzajani, A., Ehsaei, A., y Jafarzadehpur, E. (2019). Normative values of visual evoked potentials in Northeastern of Iran. *Journal of Optometry*, 12(3), 192-197. 10.1016/j.optom.2018.12.001
- Mancebo, R. (2015). *Electrofisiología cortical en retinosis pigmentaria*. [Tesis de Doctorado]. Universidad de Granada.
- Markand, O. (2020). *Clinical Evoked Potentials*. Springer.
- Mermeklieva, E. (2019). Reference values of pattern reversal visual evoked potentials in Bulgarian population. *European Journal of Ophthalmology*, 29(6), 600-605. 10.1177/1120672118802545
- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (1993). Resolución 8430 de 1993. [Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la nvestigación en salud].

- Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia. (2017). *Lineamiento para la implementación de actividades de promoción de la salud visual, control de alteraciones visuales y discapacidad visual evitable (estrategia visión 2020)*. Dirección de Promoción y Prevención: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/ENT/lineamientos-salud-visual-2017.pdf>
- Misulis, K., y Fakhoury, T. (2001). *Spehlmann's Evoked Potential Primer*. Butterworth-Heinemann.
- Mohamad, A. (2009). *Análisis de potenciales evocados mediante procesamiento de imágenes. [Tesis de Maestría]*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- Moreira, R., y de Figueiredo, L. (2005). Estudio Normativo do Potencial Evocado Visual por Padrão Reverso. *Journal of Epilepsy and Clinical Neurophysiology*, 11(4), 171-175. <https://doi.org/10.1590/S1676-26492005000400004>
- Norcia, A., Appelbaum, L., Ales, J., Cottureau, B., y Rossion, B. (2015). The steady-state visual evoked potential in vision research: A review. *Journal of Vision*, 15(6). <https://doi.org/10.1167/15.6.4>
- Odom, J., Bach, M., Brigell, M., Holder, G., McCulloch, D., y Tormene, A. (2010). ISCEV standard for clinical visual evoked potentials (2009 update). *Documenta Ophthalmologica*, 120(1), 111-119. 10.1007/s10633-009-9195-4
- Odom, J., Bach, M., Brigell, M., Holder, G., McCulloch, D., Mizota, A., y Tormene, A. (2016). ISCEV standard for clinical visual evoked potentials: (2016 update). *Documenta Ophthalmologica*, 133(1), 1-9. 10.1007/s10633-016-9553-y

- Ojeda, E. (s.f). *Potenciales evocados visuales y electroretinograma*.  
<http://www.acnweb.org/guia/g7cap15.pdf>
- Oliveros, C., y Castrillón, C. (2013). Diseño de un Software de Estímulo para pERG y pPEV para un Sistema de Diagnóstico de Retinopatías. En J. Folgueras, T. Aznielle, C. Calderón, S. Llanusa, J. Castro, H. Vega, . . . R. Rodríguez, *V Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2011* (págs. 331-334). Springer.
- Organización Mundial de la Salud. (2019). *La OMS presenta el primer Informe mundial sobre la visión*. <https://www.who.int/es/news/item/08-10-2019-who-launches-first-world-report-on-vision>
- Paranhos, F., Katsum, O., Arai, M., Nehemy, M., y Hirose, T. (1998). Paranhos FRL, Katsumi O, Arai M, Nehemy MB, Hirose T. Pattern reversal visual evoked response in retinitis pigmentosa. *Documenta Ophthalmologica*, 96(4), 321-331. 10.1023/a:1001853420082
- Pérez, E. (1999). Valor clínico de la exploración electrofisiológica ocular, electrorretinografía y potenciales evocados visuales, en los diferentes estadios evolutivos de las cataratas con relación a su pronóstico visual postoperatorio. [Tesis de Doctorado]. Universidad Complutense de Madrid.
- Pescosolido, N., Barbato, A., Stefanucci, A., y Buomprisco, G. (2015). Role of Electrophysiology in the Early Diagnosis and Follow-Up of Diabetic Retinopathy. *Journal of Diabetes Research*, 1-9. <https://doi.org/10.1155/2015/319692>
- Pihl, G., Falck, M., y Lautrup, J. (2017). Multifocal visual evoked potentials in optic neuritis and multiple sclerosis: A review. *Clinical Neurophysiology*, 128(7), 1234-1245. 10.1016/j.clinph.2017.03.047

- Pollock, V., Volavka, A., Goodwin, D., Gabrielli, W., Mednick, S., Knop, J., y Schulsinger, F. (1988). Pattern reversal visual evoked potentials after alcohol administration among men at risk for alcoholism. *Psychiatry Research*, 26(2), 191-202. 10.1016/0165-1781(88)90074-1
- Portal Bimedis. (s.f). *Cadwell Sierra Wave 4ch*. <https://es.bimedis.com/cadwell-sierra-wave-4ch-m518486>
- Portal Retina. (s.f). *Células de la retina II*. <http://retina.umh.es/webvision/spanish/otrascel.html>
- Quentin, C., y Hamilton, R. (2021). Reference ranges for clinical electrophysiology of vision. *Documenta Ophthalmologica*, 143(2), 155-170. 10.1007/s10633-021-09831-1
- Reyes, J., y Castillo, A. (2018). Cobertura del servicio público en salud visual en Bogotá, capital cosmopolita. *Ciencia y Tecnología para la Salud Visual y Ocular*, 16(1), 45-71. <https://doi.org/10.19052/sv.4792>
- Riordan, P., y Cunningham, E. (2000). *Vaughan y Asbury. Oftalmología general*. McGraw Hill.
- Rodríguez, D., Almarcegui, C., Dolz, I., Pablo, L., y García, E. (2012). Aplicación de las pruebas electrofisiológicas en el estudio de enfermedades neurológicas con afectación visual. *Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología*, 87(10), 311-314. <https://dx.doi.org/10.1016/j.oftal.2012.09.001>
- Rodríguez, I., y Rodríguez, O. (2014). Asociación entre las asimetrías cerebrales por estimulación visual con las lateralizaciones en humanos. *Revista de Ciencias Médicas La Habana*, 20(1).

- Rossini, P. (1992). Evoked potential manual: a practical guide to clinical applications, 2nd revised edition. - E.J. Colon and S.L. Visser (Eds.). *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 82(1).
- Sadler, T. (2009). *Langman. Embriología Medica*. Lippincott Williams y Wilkins.
- Salihagić, A., y Predojević, M. (2012). Fetal neurophysiology according to gestational age. *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine*, 17(5), 256-260. 10.1016/j.siny.2012.05.007
- Sánchez, A., y Muñoz, L. (2012). Electrofisiología ocular. Archivos de la Sociedad Española de Oftalmología, 87(12), 415-416. <https://dx.doi.org/10.1016/j.ofal.2011.11.009>
- Sellán, C. (1991). Registro de los potenciales evocados: aproximación a los componentes P300 y N400. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 44(3), 317-322.
- Sharma, R., Joshi, S., Singh, K., y Kumar, A. (2015). Visual evoked potentials: normative values and gender differences. *Journal of Clinical and Diagnostic*, 12-15. 10.7860/JCDR/2015/12764.6181
- Shibasaki, H., y Kuroiwa, Y. (1982). Pattern reversal visual evoked potentials in Japanese patients with multiple sclerosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 45(12), 1139-1143. 10.1136/jnnp.45.12.1139
- Shigeto, H., Tobimatsu, S., Yamamoto, T., Kobayashi, T., y Kato, M. (1998). Visual evoked cortical magnetic responses to checkerboard pattern reversal stimulation: a study on the neural generators of N75, P100 and N145. *Journal of the Neurological Sciences*, 156(2), 186-194. 10.1016/s0022-510x(98)00026-4

- Soiti, C., Shinoda, K., Matsumoto, H., Funada, H., Sasaki, K., Minoda, H., . . . Mizota, A. (2014). Pattern Visual Evoked Potentials Elicited by Organic Electroluminescence Screen. *BioMed Research International*, 1-7. <https://doi.org/10.1155/2014/606951>
- Sokol, S., Moskowitz, A., y Towle, V. (1981). Age-related changes in the latency of the visual evoked potential: influence of check size. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 559-562. 10.1016/0013-4694(81)90232-7
- Sullivan, K., Dean, A., y Mir, R. (s.f). *Estadísticas de código abierto para la salud pública*. <https://www.openepi.com/SampleSize/SSPropor.htm>
- Taboadela, C. (2007). *Goniometría. Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales*. Asociart ART.
- Tandon, O., y Sharma, K. (1989). Visual evoked potential in young adults a normative study. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 33(4), 1-5.
- Teixeira, J., Montes, C., Díaz, E., y González, S. (1998). Potenciales evocados visuales (PEV). Perspectivas actuales. *Revista Neurológica*, 26(151), 451-458. <https://doi.org/10.33588/rn.26151.981050>
- Toro, J., Vallejo, E., Cuellar, Z., y Guzmán, M. (1985). Estudio clínico de potenciales evocados y bandas oligoclonales en esclerosis múltiple. *Acta Médica Colombiana*, 10(4), 145-154.
- Universidad de Chile. (s.f). *Declaracion de Helsinki de la Asociacion Medica Mundial*. <https://www.uchile.cl/portal/investigacion/centro-interdisciplinario-de-estudios-en-bioetica/documentos/76030/declaracion-de-helsinki-de-la-asociacion-medica-mundial>

- Walsh, P., Kane, N., y Butler, S. (2005). The clinical role of evoked potentials. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 76(2), 16-22. 10.1136/jnnp.2005.068130
- Whatham, A., Nguyen, V., Zhu, Y., Hennessy, M., y Kalloniatis, M. (2014). The value of clinical electrophysiology in the assessment of the eye and visual system in the era of advanced imaging. *Clinical and Experimental Optometry*, 97(2), 99-115. 10.1111/exo.12085
- Yilmaz, H., Erkin, E., Mavioğlu, H., y Sungurtekin, U. (1998). Changes in pattern reversal evoked potentials during menstrual cycle. *International Ophthalmology*, 22(1), 27-30. 10.1023/a:1006165126702

## 17 Anexos

## Anexo 1 Consentimiento informado

	<b>Consentimiento Informado</b>
<b>Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá</b>	
<b>CONSENTIMIENTO INFORMADO</b>	
<p><b>1. INFORMACION PARA EL PACIENTE</b></p> <p>El programa de especialización de medicina física y rehabilitación de la universidad nacional de Colombia en convenio con la subred centro oriente se encuentra realizando una investigación titulada Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años. El presente documento tiene como finalidad hacerle conocer los detalles del estudio y solicitarle su consentimiento informado para participar en él. Antes de que usted decida participar por favor lea este consentimiento cuidadosamente y haga todas las preguntas que necesite de manera que comprenda lo que implica la participación en la investigación.</p> <p>El objetivo de esta investigación es Determinar los valores normales del examen de potenciales evocados visuales de patrón reverso para esta institución. El proyecto consiste en realizar una evaluación visual con un equipo de electrodiagnostico que consiste en la colocación de electrodos sobre el cuero cabelludo con un gel, se le cubrirá un ojo y mirará unos cuadros a través de un televisor, el cual se repetirá el procedimiento en cada ojo su duración del examen será de aproximadamente 10 minutos y posteriormente se realizará un examen de oftalmología para determinar que no presente problemas visuales.</p> <p>Su participación en este estudio es de carácter libre y voluntario, pudiendo solicitar ser excluido de esta investigación y que sus intervenciones no sean consideradas en esta investigación sin justificación previa ni perjuicio para usted. La información obtenida será totalmente confidencial, y su identidad no será revelada en ningún medio.</p> <p>Este estudio no tiene beneficios directos para usted. En este sentido, producto de su participación no se generan incentivos económicos ni de ningún tipo. Cabe destacar también que su participación en este estudio tampoco tiene asociado ningún tipo de costo para usted.</p> <p>En la realización del estudio puede ocasionar enrojecimiento de la piel y alguna sensación molesta en el área. Toda la información que se recabe de esta investigación estará siempre resguardada y al cuidado de la Investigador Responsable, será guardado en un computador. si el resultado se encuentra anormal será informado a usted si lo solicita.</p> <p>De tener alguna duda del estudio usted puede contactarse al número de teléfono 3013610003 y al correo electrónico <a href="mailto:peballesteros@unal.edu.co">peballesteros@unal.edu.co</a> o al presidente del comité de ética en investigación de la subred al correo de electrónico <a href="mailto:comitedeetica@subredcentrooriente.gov.co">comitedeetica@subredcentrooriente.gov.co</a>.</p>	
<p><b>2. DECLARACION DEL CONSENTIMIENTO</b></p> <p>Yo, _____ con documento de identificación No. _____, expedida en _____, por medio del presente acepto participar en el presente estudio que lleva por título Valores de referencia de potenciales evocados visuales con patrón reverso en una población mayor de 18 años en una institución en Bogotá, es un proyecto de tesis de la Especialidad de Medicina Física y Rehabilitación, conducida como investigador principal por Pablo Emilio Ballesteros Becerra y asesor metodológico por el Doctor Nixon Calambas.</p> <p>Mi participación en la investigación es completamente voluntaria, he comprendido el objetivo, las condiciones de mi participación y se me aclararon las dudas que surgieron con respecto a mi participación en la investigación. Reconozco que la información que provea en el curso de esta investigación es estrictamente confidencial y anónima. Además, esta será usada solo con fines de difusión científica.</p> <p>He sido informado(a) de que puedo hacer preguntas sobre el proyecto en cualquier momento y que puedo retirarme del mismo cuando así lo decida, sin tener que dar explicaciones ni sufrir consecuencia alguna por tal decisión.</p>	
<p><b>FIRMA DEL PARTICIPANTE</b></p> <p>Nombre: _____</p> <p>C.C.: _____</p> <p>Contacto: _____</p> <p>Fecha: _____</p>	<p><b>FIRMA DEL TESTIGO:</b></p> <p>Nombre: _____</p> <p>C.C.: _____</p> <p>Contacto: _____</p> <p>Fecha: _____</p>
<p><b>FIRMA DEL INVESTIGADOR:</b></p> <p>Nombre: _____</p> <p>C.C.: _____</p> <p>Contacto: _____</p> <p>Fecha: _____</p>	
Elaborado por: <i>Pablo Emilio Ballesteros</i>	Revisado por: <i>Nixon Calmabas</i>
VERSION 2.0: 2022-08-24	

### Anexo 2 Registro de datos

	Registro de Datos	Página 1
	"valores de referencia de potenciales evocados visuales de patrón reverso en una institución de tercer nivel de Servicios de Salud de la ciudad de Bogotá."	

Objetivo de la Investigación consiste en evaluar patrones de potenciales evocados visuales de patrón reverso en hombres y mujeres mayores de 18 años, con el fin de estimar cuales son los rangos máximos, mínimos, media y mediana para la latencia (P. 100) y estimar valores de referencia en Personas acompañantes o participantes en una institución de tercer nivel de Servicios de Salud de la ciudad de Bogotá.

El examen de PEV tiene una duración de 20 minutos en total, no necesita preparación, no es invasivo, no causa ningún tipo de dolor; consiste en mirar un punto fijo en una pantalla y exige colocar electrodos en la cabeza fijados con cinta adhesiva y una crema especial. **\*\* Por favor lea el consentimiento informado o pida que se lo lean, pregunte sus dudas y firme con su nombre.**

Fecha: 

Día	Mes	Año
-----	-----	-----

Nombre y Apellido: \_\_\_\_\_

Sexo: Masculino: \_\_\_\_ Femenino: \_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_ años Identificación: \_\_\_\_\_

Teléfonos: 1. \_\_\_\_\_ 2. \_\_\_\_\_ Nacionalidad \_\_\_\_\_

Localidad: \_\_\_\_\_ Barrio: \_\_\_\_\_

Ocupación \_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_ KG Talla \_\_\_\_ cm Fronto-Occipital- \_\_\_\_ cm.

Cuál es tu Nivel Educativo

Escolaridad no terminada	
Primaria	
Bachiller	
Técnico	
Tecnológico	
Universitario	
Maestría	
Doctorado	

Presenta alguna enfermedad que comprometa su visión, en caso afirmativo cual SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ ¿Cuál?: \_\_\_\_\_

Es usuario de lentes SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ ¿Por qué?: \_\_\_\_\_ Cuando fue la última prescripción: \_\_\_\_\_

Padece algún tipo de enfermedad, SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ ¿en caso afirmativo cual ¿Cual?: \_\_\_\_\_

Consume algún SI \_\_\_\_ NO \_\_\_\_ medicamento ¿Cuál?: \_\_\_\_\_

Elaborado por: <i>Pablo Emilio Ballesteros</i>	Aprobado por:
Revisado por: <i>Nixon Calmabas</i>	Fecha de Realización: 2022-02-20

Consumo alguna de las siguientes sustancias:

Bebidas alcohólicas: SI: \_\_\_\_\_ NO: \_\_\_\_\_  
 Fuma: SI: \_\_\_\_\_ NO: \_\_\_\_\_  
 Sustancias psicoactivas SI: \_\_\_\_\_ NO: \_\_\_\_\_

Fecha del estudio: día \_\_\_\_\_ Mes \_\_\_\_\_ Año \_\_\_\_\_

Resultados y valores del estudio

	Derecho	Izquierdo
Latencia N75		
Latencia P100		
Amplitud N75-P100		
Diferencia latencia P100		
Diferencia amplitud N75- P100		

Resultado se considera

Normal \_\_\_\_\_

Anormal \_\_\_\_\_

#### Valoracion oftalmología

Fecha de Valoración: día \_\_\_\_\_ Mes \_\_\_\_\_ Año \_\_\_\_\_

Satisfactoria: SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_ Diagnostico \_\_\_\_\_

Cumple criterio de inclusión

SI \_\_\_\_\_ NO \_\_\_\_\_

Elaborado por: <i>Pablo Emilio Ballesteros</i>	Aprobado por:
Revisado por: <i>Nixon Calmabas</i>	Fecha de Realización: 2022-02-20