



DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
POSGRADO EN ESPECIALIZACIÓN EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA

“Diferenciación del efecto de la auriculopuntura relacionado con la inervación del pabellón auricular mediante fotopletiografía y electrocardiografía”

Tesis:

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE
ESPECIALIZACIÓN EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA

Que presenta:

Med. Cir. Horacio Ramírez Saldaña

Matrícula: 2233805084

Correo: horacio.ramirezsalda@gmail.com

Director de tesis:

Dr. José Federico Rivas Vilchis

Asesor de tesis:

M. ESP. Moisés Salvador Castañeda Ramírez

Jurado:

- **Presidente:** Dr. Gerardo Blancas Flores
- **Secretario:** Dr. José Federico Rivas Vilchis
- **Vocal (es):** M. ESP. Moises Salvador Castañeda Ramírez

Iztapalapa, Ciudad de México, 13 de noviembre del 2025

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

El que suscribe **Med. Cir. Horacio Ramírez Saldaña**, alumno de la Especialización en Acupuntura y Fitoterapia, de la División de Ciencias Biológicas y de la Salud, de la Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa y autor de la tesis o idónea comunicación de resultados titulada: **Diferenciación del efecto de la auriculopuntura relacionado con la inervación del pabellón auricular mediante fotoplethysmografía y electrocardiografía.**

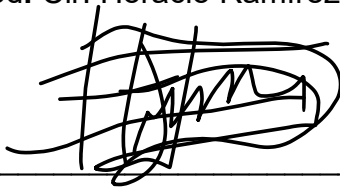
Declaro que:

1. La tesis o idónea comunicación de resultados que presento ante el jurado evaluador para la obtención del grado de ESPECIALISTA EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA es de mi autoría y original creación, producto del resultado de mi trabajo de investigación personal e individual; el cual cuenta con las correspondientes citas textuales del material bibliográfico utilizado y con el debido otorgamiento de los créditos autorales.
2. En la tesis o idónea comunicación de resultados no he reproducido párrafos completos; ilustraciones, fotografías, diagramas, cuadros y tablas, sin otorgamiento del crédito autoral y fuente correspondiente.
3. En consecuencia, relevo de toda responsabilidad a la Universidad Autónoma Metropolitana de cualquier demanda o reclamación que llegara a formular alguna persona física o moral que se considere con derecho sobre la tesis o idónea comunicación de resultados, respondiendo por la autoría y originalidad de la misma, asumiendo todas las consecuencias económicas y jurídicas si ésta no fuese de mi creación.

La presente declaración de originalidad se firma en la Ciudad de México el 13 de noviembre del 2025.

Atentamente

Med. Cir. Horacio Ramírez Saldaña

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above a horizontal line.

Nombre y firma del alumno

CARTA DE CONFIDENCIALIDAD

Ciudad de México, a 13 de noviembre de 2025.

Comisión Académica de la Especialización en Acupuntura y Fitoterapia
Presente

El que suscribe **Med. Cir. Horacio Ramírez Saldaña** alumno con número de matrícula **2233805084**, de la Especialización en Acupuntura y Fitoterapia de la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa (UAM-I), manifiesto mi compromiso de mantener de forma confidencial y de no utilizar, divulgar o difundir por ningún medio, en beneficio propio o de terceros, la información, la documentación y datos de toda índole a los que tenga acceso y reciba con motivo del proyecto de investigación con título: **Diferenciación del efecto de la auriculopuntura relacionado con la inervación del pabellón auricular mediante fotopletismografía y electrocardiografía** que se desarrolló en la: **la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa y en colaboración con la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Morelos**, lo anterior en términos del artículo 6, fracción V, de los *Lineamientos para el Acceso a la Información de la Universidad Autónoma Metropolitana*. Esta obligación subsistirá incluso después de haber obtenido el grado.

En caso de que contravenga este compromiso, la Universidad se reserva el derecho de ejercer las acciones civiles y penales que procedan y en consecuencia,

asumo cualquier responsabilidad por el manejo indebido o sin la previa autorización expresa de la UAM-I de la referida información o resultados, así como por los eventuales perjuicios que pudiese ocasionarse a esta Casa de Estudios.

Med. Cir. Horacio Ramírez Saldaña

COMITÉ TUTORAL

DIRECTOR DE LA IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

Dr. José Federico Rivas Vilchis

Profesor Titular C

Departamento de Ciencias de la Salud

Unidad Iztapalapa

Universidad Autónoma Metropolitana

ASESOR DE LA IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

Med. Cir., Esc. en Fit. Acup. Moisés Salvador Castañeda Ramírez

Profesor Asociado C

Departamento de Ciencias de la Salud

Unidad Iztapalapa

Universidad Autónoma Metropolitana

La parte experimental del estudio se realizó en la:

En la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa con la colaboración de la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma de Morelos.

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

A mis padres, porque estas pocas palabras no alcanzan para expresarles toda la gratitud y amor que siento por su apoyo, paciencia y aliento, que sirven en mi vida para poder seguir avanzando.

A mis hermanos, Sarai y Mauricio, porque somos, entre los 3 el futuro, y a mis amigos por su fe y confianza en mis capacidades.

A todos mis profesores de la especialidad, que me compartieron mucho durante toda mi formación, en especial al Dr. José Federico Rivas Vilchis, por su paciencia y compromiso con este trabajo, al Dr. Moisés S. Castañeda Ramírez, por su apoyo en el proyecto y en todos los trimestres de la especialidad, a la Dra.

Livia Gabriela Díaz Toral, por su gran disposición y cariño al enseñar y al Dr. Gerardo Blancas Flores, por su gran corazón y entendimiento. También a mis maestros clínicos: La Dra. Alejandra Aguirre, Montserrat Nuñez y Mara Nuñez porque por su disposición y ayuda, logré enamorarme más de la acupuntura; y al Dr Benjamin Antunez, porque me ayudó con su amistad y gran conocimiento en la fitoterapia clínica.

También, a todos mis pacientes por su gratitud, afecto y confianza.

RESUMEN

Introducción

Se describen en el pabellón auricular diversos puntos que son empleados en el tratamiento de numerosos trastornos, entre ellos, afecciones cardiovasculares. Además, existen datos experimentales acerca de modificaciones fisiológicas que produce la estimulación de estos puntos auriculares. En diversos libros y artículos académicos se describen la localización e indicaciones terapéuticas de los puntos auriculares. La oreja recibe inervación de la rama auriculotemporal del nervio mandibular, el nervio occipital menor, el nervio auricular mayor, la rama auricular del nervio vago o X par craneal y ramas del nervio facial o VII par. Sin embargo, no se han realizado estudios sistemáticos para examinar si los efectos cardiovasculares de los puntos tienen relación con su ubicación en la oreja y por lo tanto con su inervación. El punto auricular Corazón que se encuentra en una zona inervada por la rama auricular del nervio vago se emplea en el tratamiento de diversos trastornos cardiovasculares y en estudios experimentales se ha observado que produce modificaciones de las características del pulso arterial. El punto Ansiedad se encuentra en el lóbulo de la oreja en una zona inervada por el nervio auricular mayor y tiene algunas indicaciones terapéuticas probablemente relacionadas en parte con modificación de la actividad nerviosa simpática. Las modificaciones del volumen de pulso digital y la actividad electrocardiográfica son útiles para examinar el efecto de puntos de acupuntura y auriculopuntura con acción sobre el sistema cardiovascular.

Objetivo

El objetivo de este estudio fue comparar los efectos de los puntos auriculares Corazón y Ansiedad mediante un análisis cinético de las variables de la curva presión-volumen del pulso del volumen digital y su relación con el electrocardiograma.

Participantes y metodología

En sujetos sanos se realizó la medición del volumen del pulso digital. Se colocó un transductor de fotoplethismografía en el dedo medio de la mano izquierda. La señal se moduló y amplificó mediante el procesador amplificador MP150. La señal analógica obtenida se convirtió en un registro digital mediante el software AcqKnowledge (ACQ), Biopac Systems. Se tomó un registro continuo de 90 s que constó de un periodo basal de 20 s (1 – 20 s), un periodo transacupuntura de 10 s (21 – 30 s) y un periodo de posacupuntura de 60 s (31 – 90 s). A los participantes se les aplicó acupuntura en los puntos auriculares Corazón o Ansiedad de la oreja derecha. Se emplearon agujas de acupuntura estériles de 13 mm de longitud y 0.22 mm de diámetro, con mango de acero inoxidable (HBW, MABB, Silverstar, China). Se introdujo la aguja a una profundidad aproximada de 3 mm y no se realizó estimulación adicional; la aguja permaneció insertada durante 10 s. Se obtuvo la pendiente máxima de la curva de ascenso de la presión sistólica del VPD de los latidos estudiados, se analizó el área bajo la curva de cada ciclo cardiaco del VPD, se realizó la interpolación polinomial lineal para obtener un modelo cinético del efecto de los puntos auriculares estudiados. Para evaluar cambios entre la actividad eléctrica del corazón y la curva presión-volumen del VPD se

midieron los periodos entre la onda R del ECG y el inicio del periodo de eyección rápida de la sístole mecánica VPD. Se realizó una interpolación polinomial lineal para obtener un modelo cinético del efecto de los puntos estudiados respecto al área bajo la curva del volumen de los latidos estudiados. Se compararon los valores basales y posacupuntura para cada una de las subpoblaciones. Se calcularon los coeficientes de correlación según Pearson para analizar la vinculación entre variables. Los datos de los participantes y los valores de las variables se describen con su media $\pm$ DE. Se empleó la prueba *t-student* para la comparación de datos pareados del mismo sujeto. Para todas las pruebas se hizo un análisis de dos colas. Se consideró como significativa una $p < 0.05$.

Resultados

Respecto a la frecuencia cardiaca ninguno de los puntos estudiados ocasionó cambios significativos respecto a los valores basales. Por otra parte, la comparación de Pearson de los valores basales de la FC *versus* los periodos transacupuntura y posacupuntura mostró correlaciones positivas y altamente significativas en ambos puntos excepto en la comparación basal *versus* posacupuntura en el punto Ansiedad. En la comparación cinética del efecto de ambos puntos en la FC se encontró que en ambos casos se generó una curva cinética de tipo S sigmoidea. Respecto a la presión de pulso ninguno de los puntos estudiados ocasionó cambios significativos respecto a los valores basales. Por otra parte, la comparación de Pearson de los valores basales de la FC *versus* los periodos transacupuntura y posacupuntura solo mostró una correlación positiva y altamente significativa en la comparación basal *versus* posacupuntura para el

punto Corazón. En la comparación cinética del efecto de ambos puntos en la PP se encontró que en el caso del punto Corazón se generó una curva cinética de tipo hiperbólico. Mientras que en el caso del punto ansiedad se generó una curva cinética de tipo S sigmoidea.

Conclusiones

Los resultados de este trabajo muestran que el análisis de los resultados experimentales de cambios de las pendientes, áreas bajo la curva e interpolación lineal resultado de la estimulación con auriculopuntura del punto Corazón *versus* Ansiedad permiten diferenciar la secuencia de los cambios primarios y secundarios producidos por la auriculopuntura en dos puntos situados en zonas auriculares con innervación diferente. La estimulación de los puntos auriculares Corazón y Ansiedad situados en zonas auriculares con innervación diferente originan efectos cardiovasculares diferenciados. Los análisis cinéticos pueden permitir proponer mecanismos de acción de los puntos de acupuntura y mejorar su utilización clínica. Los resultados experimentales de este estudio avalan la necesidad del análisis cinético de los cambios cardiovasculares producidos con diversos puntos de acupuntura corporal y auriculoterapia utilizados en el tratamiento de diversas alteraciones cardiovasculares.

Palabras clave: auriculopuntura, punto auricular Corazón, punto auricular Ansiedad, volumen del pulso digital, interpolación lineal.

ABSTRACT

Introduction

Several points on the ear are described as useful in the treatment of numerous disorders, including cardiovascular conditions. In addition, there is experimental data on physiological changes produced by stimulation of these auricular points. The location and therapeutic indications of the auricular points are described in a few textbooks and academic articles. The ear receives innervation from the auriculotemporal branch of the mandibular nerve, the lesser occipital nerve, the greater auricular nerve, the auricular branch of the vagus nerve (CNX), and branches of the facial nerve (CNVII). However, no systematic studies have been conducted to examine whether the cardiovascular effects of the points are related to their location on the ear and therefore to their innervation. The auricular point Heart, which is in an area innervated by the auricular branch of the vagus nerve, is used in the treatment of various cardiovascular disorders, and in experimental studies it has been observed to produce modifications in the characteristics of the arterial pulse. The Anxiety point is located on the earlobe in an area innervated by the greater auricular nerve and has some therapeutic indications, probably related in part to modification of sympathetic nervous activity. Modifications in digital pulse volume and electrocardiographic activity are useful for examining the effect of acupuncture and auriculopuncture points acting on the cardiovascular system.

Objective

The objective of this study was to compare the effects of the Heart and Anxiety auricular points through a kinetic analysis of the pulse volume pressure-volume curve variables.

Participants and Methodology

Digital pulse volume was measured in healthy subjects. A photoplethysmography transducer was placed on the middle finger of the left hand. The signal was modulated and amplified using the MP150 amplifier processor. The analog signal obtained was converted into a digital recording using ACQ software from Biopac Systems. A 90-s continuous recording was taken, consisting of a 20-s baseline period (1–20 s), a 10-s transacupuncture period (21–30 s), and a 60-s postacupuncture period (31–90 s). Participants received acupuncture at the Heart or Anxiety auricular points on their right ear. Sterile acupuncture needles, 13 mm long and 0.22 mm in diameter, with stainless steel handles (Seirin Corporation, Shizuoka, Japan), were used. The needle was inserted manually to a depth of approximately 3 mm, without any additional stimulation; the needle remained inserted for 10 s. The maximum slope of the systolic pressure rise curve of the DVP was obtained from the studied heartbeats, the area under the curve of each cardiac cycle of the DVP was analyzed, and linear polynomial interpolation was performed to obtain a kinetic model of the effect of the studied auricular points. To evaluate changes between the electrical activity of the heart and the pressure-volume curve of the DVP, the periods between the R wave of the ECG and the onset of mechanical systole in the DVP were measured. Linear polynomial

interpolation was performed to obtain a kinetic model of the effect of the studied points on the area under the volume curve of the studied heartbeats. Baseline and posacupuncture for each of the subpopulations. Pearson correlation coefficients were calculated to analyze the association between variables. Participant data and variable values are described as mean $\pm$ SD. The student t-test was used to compare paired data from the same subject. A two-tailed analysis was performed for all tests. A $p < 0.05$ was considered significant.

Results

Regarding heart rate, none of the points studied caused significant changes from baseline. Furthermore, Pearson's comparison of baseline HR values versus the transacupuncture and posacupuncture periods showed positive and highly significant correlations at both points, except for the baseline *versus* postacupuncture comparison at the Anxiety point. A kinetic comparison of the effect of both points on HR showed a sigmoid S-shaped kinetic curve in both cases. Regarding pulse pressure, none of the points studied caused significant changes from baseline. Furthermore, comparison of Pearson of baseline HR values *versus* the transacupuncture and posacupuncture periods only showed a positive and highly significant correlation in the baseline *versus* posacupuncture comparison for the Heart point. A kinetic comparison of the effect of both points on PP showed a hyperbolic kinetic curve in the case of the Heart point. In the case of the Anxiety point, a sigmoid S-type kinetic curve was generated.

Conclusions

The results of this study show that the analysis of experimental results of changes in slopes, areas under the curve, and linear interpolation resulting from auriculopuncture stimulation of the Heart *versus* Anxiety points allows us to differentiate the sequence of primary and secondary changes produced by auriculopuncture at two points located in auricular areas with different innervation. Stimulation of the Heart and Anxiety auricular points, located in ear areas with different innervation, produces distinct cardiovascular effects. Kinetic analyses can help to propose mechanisms of action of acupuncture points and improve their clinical use. The experimental results of this study support the need for kinetic analysis of cardiovascular changes produced by various body acupuncture and auriculotherapy points used in the treatment of various cardiovascular disorders.

Key words: Auriculopuncture, Heart auricular point, Anxiety auricular point, digital pulse volume, spline.

PRINCIPALES ABREVIATURA Y ACRÓNIMOS

FC	Frecuencia cardiaca
VPD	Volumen de pulso digital
FPG	Fotopletismografía
ECG	Electrocardiograma
PAM	Presión arterial media
PP	Presión de pulso
PAS	Presión arterial sistólica
PAD	Presión arterial diastólica
Spline	Denominación en inglés para interpolación lineal
SNA	Sistema nervioso autónomo
$\int(y)dx$	Integral de y en x
ACQ	Software Acknowledge, Biopac Systems

ÍNDICE

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD	ii
CARTA DE CONFIDENCIALIDAD	iv
COMITÉ TUTORAL.....	vi
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS	viii
RESUMEN	ix
Introducción	ix
Objetivo.....	x
Participantes y metodología.....	x
Resultados	xi
Conclusiones	xii
ABSTRACT.....	xiii
Introduction.....	xiii
Objective	xiv
Participants and Methodology	xiv
Results.....	xv
Conclusions.....	xvi
PRINCIPALES ABREVIATURA Y ACRÓNIMOS.....	xvii
ÍNDICE.....	xviii
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Epidemiología.....	1
1.1.1 Hipertensión arterial.....	1
1.1.2 Fibrilación auricular.....	2
1.1.3 Insuficiencia vascular arterial.	3
1.1.4 Insuficiencia cardíaca.....	3
1.2 Fotopletismografía	4
1.3 Electrocardiografía.....	5
1.3.1 Componentes del equipo de ECG	5
1.3.2 Componentes del trazado del ECG	6
1.4 Auriculoterapia	7
1.4.1 Orígenes y evolución histórica.....	7
1.4.2 Bases embriológicas y neuroanatómicas	7

1.4.3 Anatomía funcional del pabellón auricular.....	9
1.4.4 Fundamentos fisiológicos de la auriculoterapia.....	10
1.4.5 Implicaciones cardiovasculares	11
1.4.6 Localización de puntos clínicos relevantes.....	11
CAPÍTULO 2 JUSTIFICACIÓN	14
CAPÍTULO 3 HIPÓTESIS.....	15
CAPÍTULO 4 OBJETIVOS	16
4.1 Objetivo general.....	16
4.2 Objetivos específicos	16
CAPÍTULO 5 POBLACIÓN Y METODOLOGÍA	17
5.1 Diseño y ámbito del estudio.....	17
5.2 Población.....	17
5.3 Aspectos éticos.....	17
5.4 Registro del volumen del pulso digital (VPD).....	18
5.5 Cálculo del cambio de velocidad del llenado arterial sistólico del VPD	19
5.6 Cálculo del área bajo la curva del volumen del pulso digital (VPD).....	19
5.7 Correlación de Pearson	21
5.8 Interpolación lineal polinomial o <i>spline</i>	21
5.9 Tratamiento con acupuntura auricular	22
5.10 Antecedentes del practicante.....	22
5.11 Protocolo del estudio.....	22
5.12 Comparaciones.....	23
CAPÍTULO 6 RESULTADOS.....	24
6.1 Frecuencia cardiaca (FC)	25
6.2 Presión de pulso	28
6.2.1 Interpolación lineal.	31
6.3 Pendiente sistólica.....	33
6.4 Áreas de los latidos en el VPD	35
6.5 Frecuencia cardiaca y actividad eléctrica del corazón	37
CAPÍTULO 7 DISCUSIÓN	39
7.1 Pendientes e integración y área bajo la curva del VPD	40
7.2 Componentes de área de la curva presión-volumen en cada ciclo del VPD.....	41
7.3 Interpolación lineal polinomial o <i>spline</i>	42
7.4 Efectos del punto corazón en la curva presión-volumen del VPD	42

CAPÍTULO 8 LIMITACIONES DEL ESTUDIO	45
CAPÍTULO 9 PERSPECTIVAS	46
CAPÍTULO 10 CONCLUSIONES	47
CAPÍTULO 11 REFERENCIAS.....	48
ANEXO A CONSENTIMIENTO INFORMADO	53

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Inervación de la oreja.....	9
Ilustración 2 Anatomía de la oreja	10
Ilustración 3 Punto Corazón	12
Ilustración 4 Punto Ansiedad.....	13
Ilustración 5 Registro característico del volumen del pulso digital (VPD) durante el periodo de registro de 90 s.	18
Ilustración 6 Volumen del pulso digital (VPD en línea discontinua) y pendiente (línea roja) del ascenso de la presión sistólica o fase eyección temprana	19
Ilustración 7 Área bajo la curva $\int(\text{VPD})dt$ de un ciclo del pulso de volumen digital.	20
Ilustración 8 Registro característico del volumen del pulso digital (VPD, en negro) y del electrocardiograma (ECG, en rojo).....	24
Ilustración 9 Registro característico del volumen del pulso digital (VPD) del periodo preacupuntura (16 -20 s), el periodo transacupuntura (21 – 30 s) y posacupuntura (31 – 40 s).....	25
Ilustración 10 Relación de los cambios de frecuencia cardiaca (FC) con la frecuencia cardiaca inicial en unidades absolutas. La línea negra corresponde a los cambios de la FC por la estimulación del punto Corazón y la línea roja con el punto Ansiedad del periodo trans.	28
Ilustración 11 Relación de la presión de pulso (PP) inicial en unidades absolutas con los cambios producidos por la acupuntura en el punto Corazón (línea negra) y en el punto Ansiedad (línea roja) durante el periodo transacupuntura.	31
Ilustración 12 Interpolación lineal o spline por su denominación en inglés de los cambios en la presión de pulso (PP) con la presión de pulso inicial. La línea negra corresponde a los cambios de la PP por la estimulación del punto Corazón y la línea roja con el punto.	32
Ilustración 13 Pendientes sistólicas de dos ciclos del volumen del pulso digital. Una pendiente mayor (línea negra) y una pendiente menor (línea azul).....	33
Ilustración 14 Cambios en las pendientes sistólicas provocados por la estimulación del punto Corazón (línea negra) o el punto Ansiedad (línea roja).....	34
Ilustración 15 Área de un ciclo del volumen de pulso digital (VPD) en línea continua y el valor de la integral de su área, es decir, $\int(\text{VPD})dt$, en línea punteada.	35
Ilustración 16 Valores de la integral de los ciclos del volumen del pulso digital (VPD) durante el periodo pre-, trans- y posauriculopuntura en el punto Corazón derecho.	36
Ilustración 17 Evaluación del periodo (línea azul) entre la onda R del ECG (línea en rojo) y el inicio de la elevación de la presión sistólica (S) en un ciclo cardiaco del VPD (VPD en negro).....	37
Ilustración 18 Efecto de los puntos auriculares Corazón y Ansiedad entre la actividad eléctrica del corazón y el inicio de la sístole en cada ciclo del volumen del pulso digital o periodo de contracción isovolumétrica del corazón.	38

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1 Correlaciones de Pearson entre los cambios en las frecuencias cardiacas basales versus los cambios trans- y posacupuntura consecutivos a la auriculopuntura en el punto Corazón de la oreja derecha de los participantes	26
Tabla 2 Correlaciones de Pearson entre los cambios en las frecuencias cardiacas basales versus las trans- y posacupuntura consecutivos a la auriculopuntura en el punto Ansiedad de la oreja derecha de los participantes.	27
Tabla 3 Correlaciones de Pearson entre los cambios en las presiones de pulso basales versus las trans- y pos-acupuntura consecutivos a la auriculopuntura en el punto Corazón de la oreja derecha de los participantes.	29
Tabla 4 Correlaciones de Pearson entre los cambios en las presiones de pulso basales versus las trans- y posacupuntura consecutivos a la auriculopuntura en el punto Ansiedad de la oreja derecha de los participantes.	30

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Epidemiología

Las enfermedades cardiovasculares (EC) representan actualmente la primera causa global de mortalidad, y constituyen un problema epidemiológico y económico de una enorme magnitud para los sistemas de salud nacional y mundial. De las EC destacan la hipertensión arterial, las arritmias (en particular la fibrilación auricular), la insuficiencia vascular arterial y la insuficiencia cardíaca; todas estas EC tienen factores de riesgo comunes. La comprensión de la distribución de las EC en la población y sus tendencias y factores de crecimiento permite definir la orientación de las políticas de salud y la mejoría de las estrategias de prevención.

1.1.1 Hipertensión arterial. La hipertensión arterial (HTA) es actualmente el factor de riesgo cardiovascular mundial más prevalente en la población. En el año 2019, se observó que más de 1,278 millones de adultos entre las edades 30 y 79 años vivían con esta patología en todo el mundo. El desafío actual que persiste —es el subdiagnóstico y el mal control de las cifras tensionales. Se estima que solo el 59 % de las mujeres y el 49 % de los varones que sufren de hipertensión son diagnosticados, y apenas el 23 % y 18 %, tenían cifras controladas de presión arterial (<140/90 mmHg), respectivamente (Iqbal, 2023).

Las enfermedades crónico-degenerativas se consideraban un problema casi exclusivo en países desarrollados; ahora, se observa un cambio de paradigma, y

el problema de las enfermedades crónico-degenerativas se extiende ahora hacia los países de ingresos medios y bajos.

En este contexto, las limitaciones en el acceso a diagnóstico y tratamiento favorecen que más del 88 % de las muertes atribuibles a presión arterial elevada ocurran en países de ingresos bajos y medios (Zhou y Cols. 2021). De esta manera, la hipertensión se ganó el calificativo de *amenaza silenciosa*; el aumento de la prevalencia de la hipertensión se vincula de manera clara con el envejecimiento poblacional, y con el deterioro deficiente de los hábitos higiénico-dietéticos que presenta la gran mayoría de la población en el mundo.

Por lo que respecta a México, la hipertensión es un gran problema de salud pública. De acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT, 2022) la prevalencia nacional fue de 47.8 %, y solo el 67 % de los pacientes hipertensos que se encontraron tenían diagnóstico previo. Aún más preocupante es que apenas 33.7 % de ellos alcanzaban cifras adecuadas de control, lo que evidencia marcadas deficiencias en el seguimiento y la adherencia terapéutica (Campos-Nonato y Cols., 2023).

1.1.2 Fibrilación auricular. La fibrilación auricular (FA) es considerada como la arritmia cardíaca más prevalente en la actualidad y una causa importante de morbi-mortalidad, especialmente en eventos tromboembólicos, insuficiencia cardíaca y de mortalidad prematura. Aunque los estudios globales específicos para esta patología posteriores a 2020 son escasos, datos previos a este año indicaron que afecta al menos a 33 millones de personas en el mundo, con una

prevalencia del 2 - 3 % en los países desarrollados, y presenta cifras menores (~0.5 %) en países de ingresos bajos y medios (Lip y Cols., 2020).

En México, la falta de registros clínicos adecuados y estudios actualizados de base poblacional limita el conocimiento actual sobre su impacto real. Sin embargo, su relevancia clínica es indiscutible por su asociación con otras patologías, como el accidente cerebrovascular isquémico.

1.1.3 Insuficiencia vascular arterial. La insuficiencia vascular arterial, aunque no siempre clasificada como entidad nosológica independiente, engloba patologías como la enfermedad arterial periférica (EAP) y el accidente cerebrovascular de origen aterotrombótico, que son consecuencias directas de la hipertensión, la dislipidemia, el tabaquismo y la diabetes mellitus. Si bien no se hallaron datos epidemiológicos recientes bajo esta categoría exacta, su frecuencia ha ido en aumento como reflejo de la expansión de los factores de riesgo cardiovascular no controlados.

1.1.4 Insuficiencia cardíaca. La insuficiencia cardíaca (IC) es de manera común la fase terminal de la gran mayoría de las enfermedades cardiovasculares. Se estima que al menos 64 millones de personas en el mundo viven actualmente con insuficiencia cardíaca (Lip y Cols., 2020). En estos casos, la hipertensión llega a preceder hasta el 90 % de los casos y es responsable directa de un 25 % del total de las insuficiencias cardíacas (Messerli y Cols. 2017)

En lo que respecta a la población mexicana, la presencia estimada de IC es difícil de cuantificar, debido a la falta de estudios recientes. Sin embargo, considerando el alto número de hipertensos sin control adecuado y la prevalencia creciente de

otras enfermedades metabólicas como diabetes, obesidad y dislipidemias, es plausible suponer que el número de pacientes con IC está en ascenso.

1.2 Fotopletismografía

El fotopletismógrafo es un dispositivo de medición no invasivo, es útil para la detección de cambios del volumen sanguíneo por medios ópticos y fue descrito por primera vez por Hertzman en 1938. El dispositivo consta de dos (IR)-LED infrarrojos (conectados en serie) como fuente de luz, y dos fototransistores (conectados en paralelo) como detectores. La fuente de luz se conduce mediante un pulso de frecuencia de 3 kHz. La señal de volumen de sangre pulsátil detectada por los fototransistores es modulada por la onda portadora. La salida de los fototransistores se filtra y amplifica. La señal resultante representa los cambios de la presión arterial que se presentan en el dedo donde se coloca el manguito. La variación de latido a latido de la señal se almacena en una PC usando una interfaz analógico-digital. La fotopletismografía da como resultado la obtención de una curva presión-volumen del pulso digital (VPD) o DVP por sus siglas en inglés (Takazawa y Cols., 1998). El contorno del VPD es el resultado de una interacción que se da entre el ventrículo izquierdo y la circulación sistémica. Este contorno presenta un pico sistólico temprano y un pico tardío, o punto de inflexión, que se presenta un tiempo corto después del primer pico al inicio de la diástole.

1.3 Electrocardiografía

El electrocardiograma (ECG) es una prueba que sirve como herramienta diagnóstica fundamental para evaluar la actividad eléctrica del corazón. Consiste en una gráfica que registra, mediante ondas y segmentos, el proceso de despolarización y repolarización cardíaca (Sampson y McGrath, 2015). En el caso de un ECG clínico se emplean de manera estándar 12 derivaciones y se tres derivaciones bipolares (I, II, III), tres derivaciones unipolares de los miembros (aVR, aVL, aVF) y seis derivaciones precordiales (V1-V6) (Sattar y Chhabra, 2023).

1.3.1 Componentes del equipo de ECG

El aparato de ECG consta de los siguientes componentes:

- **Electrodos.** Son sensores adheridos a la piel que transmiten señales del corazón hacia el equipo (Sattar y Chhabra, 2023).
- **Amplificadores biopotenciales.** Dispositivos que aumentan la amplitud de la señal manteniendo baja interferencia y alta relación señal/ruido ($>10\text{ M}\Omega$ de impedancia) (Carlevaro y asociados, 2014).
- **Filtros.** Eliminan ruidos de alta/baja frecuencia y rechazan interferencias de la red eléctrica (50/60 Hz) (Sattar y Chhabra, 2023).
- **Convertidor analógico-digital:** transforma señales analógicas en valores digitales para su procesamiento (Carlevaro y Cols., 2014).
- **Unidad de control y almacenamiento:** microcontrolador que maneja la adquisición, formatos de grabación y modos operativos; permite almacenar o imprimir los trazados (Sampson y McGrath, 2015).

- **Pantalla y/o impresora térmica.** Visualización en tiempo real y registro en papel para análisis clínico (Carlevaro y Cols., 2014).

1.3.2 Componentes del trazado del ECG

El trazado es una curva compuesta por los siguientes componentes, que se miden en 2 ejes, el eje X nos indica el tiempo en mm/s (milímetros de segundo), mientras que el eje Y nos indica el voltaje y se mide en mV.

- **Onda P.** Refleja la despolarización auricular (Sattar y Chhabra, 2023).
- **Intervalo PR.** Es el tiempo que transcurre entre el inicio de la onda P y el comienzo del QRS (Lara-Prado, 2016).
- **Complejo QRS.** Representa la despolarización ventricular, con duración normal de 75–105 ms y amplitud típica de 0.3–2 mV Sattar y Chhabra, 2023).
- **Segmento ST y onda T:** indican la repolarización ventricular (Lara, 2016).
- **Intervalo QT (y potencial onda U).** Representa la duración total de activación y recuperación ventricular.

1.4 Auriculoterapia

La auriculoterapia es una disciplina terapéutica derivada de la medicina tradicional y de estudios neuroanatómicos modernos. El término proviene de la lengua latín *aurícula* (oreja) y del griego *therapeia* (tratamiento), entendiéndose como la práctica terapéutica que utiliza el pabellón auricular como un microsistema terapéutico. En este pequeño espacio se proyecta un mapa somatotópico del cuerpo, donde órganos, sistemas y emociones pueden estimularse por medio de puntos específicos y obtenerse efectos terapéuticos (Sosa-Rosas, 2015).

1.4.1 Orígenes y evolución histórica

El uso de la oreja como área terapéutica tiene raíces muy antiguas, principalmente en las civilizaciones de China, Egipto, Grecia y Roma. Sin embargo, fue formalmente sistematizada en el siglo XX por el médico francés Paul Nogier, quien fue el que estableció una sistematización de la auriculomedicina a partir de estudios clínicos y anatómicos detallados (Nogier, 1981; Oleson y Nogier, 2005; Lipszyc, 1989).

1.4.2 Bases embriológicas y neuroanatómicas

Durante el desarrollo embrionario, el oído externo deriva del primero y segundo arcos faríngeos. A partir de ellos emergen tubérculos mesenquimatosos que migran desde la región cervical hacia la cabeza, formando el pabellón auricular definitivo.

Desde el punto de vista neurológico, la oreja es una región compleja, y por lo tanto también su inervación. Las diferentes áreas del pabellón auricular reciben estímulos sensoriales que hacen aferencias hacia el SN a través de alguno de los siguientes nervios, Ilustración 1:

- **Nervio auriculotemporal** (rama del V3) que inerva la región anterosuperior.
- **Nervio vago o X par craneal** a través de su rama auricular (nervio de Arnold) alcanza la zona posterior e interna.
- **Nervio facial o VII par craneal**: inerva porciones inferiores.
- **Nervios occipital menor y cervical transverso**: completan la inervación en zonas altas.

Esta inervación permite que el pabellón auricular tenga una respuesta sensorial muy amplia y variada (Karmody y Annino, 1995). En 1979, Bossy clasificó la aurícula en tres zonas funcionales: la somestésica (inervada por el trigémino y sistema simpático), la visceral (con predominio de inervación vagal) y el lóbulo (inervado por el plexo cervical superficial).

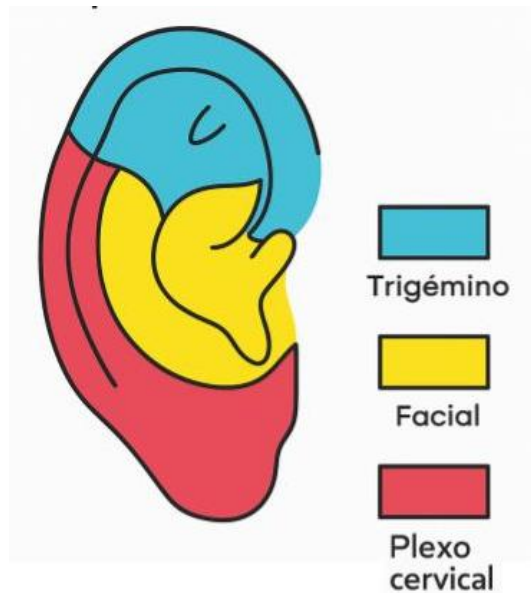


Ilustración 1 Inervación de la oreja

Existe una particularidad neuroanatómica en el área de la concha del pabellón auricular que es el único sitio en el cuerpo humano donde el nervio vago hace contacto superficial con la piel, lo que en teoría permite la modulación directa de funciones autónomas (Mercante y Cols., 2018).

1.4.3 Anatomía funcional del pabellón auricular

El pabellón auricular está conformado por cartílago elástico recubierto de una capa de piel delgada, y está constituido por diversas estructuras anatómicas, ver Ilustración 2, cada una asociada en la teoría de la auriculoterapia con zonas reflejas del cuerpo:

- Hélix y antihélix: delimitan el borde y pliegues principales.

- Concha (*cymba* y *cavum*): conecta con el conducto auditivo; el área central para la estimulación vagal.
- Trago y antitrago: Protegen la entrada del conducto auditivo.
- Lóbulo: región inferior, carente de cartílago, con rica vascularización (Hunter y Cols., 2009).



Ilustración 2 Anatomía de la oreja

1.4.4 Fundamentos fisiológicos de la auriculoterapia

A la fecha, ya existen diversos estudios que demuestran que la estimulación de puntos auriculares produce efectos reflejos sobre el sistema nervioso autónomo. En lo que respecta a la activación de terminales del nervio vago en la aurícula, la estimulación de puntos auriculares puede generar respuestas neurofisiológicas como la liberación de ciertos neurotransmisores como: glutamato, GABA, acetilcolina y serotonina en el núcleo del tracto solitario (NTS), afectando diversas

esferas mentales como el estado de ánimo, el apetito, el sueño y la percepción del dolor.

Además, se ha comprobado que este tipo de estimulación provoca la liberación de péptidos endógenos como β -endorfinas y encefalinas, con efectos analgésicos y ansiolíticos; además de modificación de la actividad simpática-parasimpática (Ikesono y Cols., 2003; Rivas-Vilchis y Cols. 2007).

1.4.5 Implicaciones cardiovasculares

La auriculoterapia también es capaz de modificar las variables cardiovasculares; esto realizándose a través del nervio vago y del plexo cervical que al ser estimulados pueden inducir una vasodilatación periférica y generar sensaciones de calor reflejo en zonas corporales relacionadas con los puntos tratados (Ionescu-Tirgoviste y Cols., 1991).

En 1972, Nogier identificó un fenómeno denominado señal autonómica vascular (N-VAS): que básicamente es un cambio súbito en la amplitud del pulso radial que ocurre tras la estimulación de zonas auriculares específicas.

Este efecto tiene fundamento también en el papel del óxido nítrico (NO), principal mediador vasodilatador derivado del endotelio, cuya acción se ve modulada de manera indirecta por la estimulación del nervio vago.

1.4.6 Localización de puntos clínicos relevantes

Uno de los puntos más usados en terapias relacionadas con disfunciones emocionales o cardiovasculares es el punto Corazón, ubicado en el centro de la concha cavum (Ilustración 3). Su estimulación se asocia con efectos sobre la frecuencia cardíaca, la ansiedad y las palpitaciones (Butt y Cols., 2020).



Ilustración 3 Punto Corazón

Por otra parte, los puntos del lóbulo de la oreja no han sido estudiado respecto a probables respuestas cardiovasculares cuando son estimulados.

El punto Ansiedad del lóbulo de la oreja se utiliza en diversas terapéuticas ansiolíticas y en caso de insomnio (Karst y Cols., 2007, Pilkington y Cols. 2007, Wang y Cols. 2001). Sin embargo, no se encuentran estudios referentes a sus probables acciones cardiovasculares (Ilustración 4).



Ilustración 4 Punto Ansiedad

CAPÍTULO 2 JUSTIFICACIÓN

Las enfermedades crónico-degenerativas no transmisibles (ECD) se han establecido no solo como una clara amenaza no solo para la salud humana, sino también para el desarrollo y el crecimiento económico. Entre las ECD, las enfermedades cardiovasculares representan un porcentaje muy importante. Las enfermedades cardiovasculares ocasionan una gran morbilidad y mortalidad en los países de PIB bajo y mediano, como México. La mitad de quienes mueren a causa de enfermedades crónicas no transmisibles están en la plenitud de sus años productivos y, por lo tanto, los daños por discapacidad y las vidas perdidas cada año son muy considerables (Gaziano, 2022; Fajardo-Dolci y Cols., 2021).

En la actualidad la acupuntura y la auriculoterapia se emplean de manera creciente en diversos países del mundo como parte de la medicina integrativa; y ambas muestran ser eficaces como tratamiento único o coadyuvante en numerosas alteraciones cardiovasculares; en especial, las relacionadas con los trastornos del sistema nervioso autónomo.

Estudios experimentales en animales y clínicos en humanos muestran que la auriculopuntura puede ejercer efectos importantes sobre el sistema cardiovascular; sin embargo, los estudios experimentales acerca de sus efectos y mecanismos son escasos.

CAPÍTULO 3 HIPÓTESIS

- La acupuntura manual en el punto auricular Corazón modifica la frecuencia cardiaca.
- La acupuntura manual en el punto auricular Corazón modifica la rapidez del aumento de presión en la etapa inicial del VPD.
- La acupuntura manual en el punto auricular Corazón modifica el trabajo en la curva de presión/volumen del volumen de pulso digital evaluado por medio del área bajo la curva presión-volumen.
- La acupuntura manual en el punto auricular Corazón modifica el periodo de contracción isovolumétrica en el ciclo cardiaco.
- La acupuntura manual en el punto auricular Ansiedad modifica la frecuencia cardiaca.
- La acupuntura manual en el punto auricular Ansiedad modifica la rapidez del aumento de presión en la etapa inicial del VPD.
- La acupuntura manual en el punto auricular Ansiedad modifica el trabajo en la curva de presión/volumen del volumen de pulso digital evaluado por medio del área bajo la curva presión-volumen.
- La acupuntura manual en el punto auricular Ansiedad modifica el periodo de contracción isovolumétrica en el ciclo cardiaco.

CAPÍTULO 4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Comparar los efectos en la circulación final de los puntos auriculares Corazón y Ansiedad mediante un análisis cinético de variables cardiovasculares.

4.2 Objetivos específicos

- Examinar el efecto del punto Corazón en la frecuencia cardiaca.
- Examinar el efecto del punto Corazón en el volumen del pulso digital.
- Examinar el efecto del punto Corazón en el trabajo en la curva de presión/volumen de los latidos del volumen de pulso digital evaluado por medio del área bajo la curva presión-volumen de cada ciclo cardiaco.
- Examinar el efecto del punto Corazón en el periodo de contracción isovolumétrica del ciclo cardiaco.
- Examinar el efecto del punto Ansiedad en la frecuencia cardiaca.
- Examinar el efecto del punto Ansiedad en el volumen del pulso digital.
- Examinar el efecto del punto Ansiedad en el trabajo en la curva de presión/volumen de los latidos del volumen de pulso digital evaluado por medio del área bajo la curva presión-volumen de cada ciclo cardiaco.
- Examinar el efecto del punto Ansiedad en el periodo de contracción isovolumétrica del ciclo cardiaco.

CAPÍTULO 5 POBLACIÓN Y METODOLOGÍA

5.1 Diseño y ámbito del estudio

Se realizó un estudio cinético experimental transversal. El estudio se llevó a cabo en colaboración con la Facultad de Enfermería de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

5.2 Población

Todos los sujetos de este estudio fueron voluntarios sanos reclutados mediante invitación. Se incluyeron diez sujetos sanos mujeres o varones, con edad entre 18 y 35 años; no fumadores, sin datos clínicos de enfermedades cardiovasculares, obesidad, sin entrenamiento deportivo de competencia. Todos ellos no recibieron medicaciones o tratamiento con acupuntura durante la semana previa al estudio.

5.3 Aspectos éticos

La Comisión de Ética de la División de Ciencias Biológicas y de Salud de la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana aprobó el estudio, que se ajusta a los principios de la versión revisada de la Declaración de Helsinki (Asociación Médica Mundial, 2024). A los sujetos se les proporcionó una explicación sobre los objetivos del estudio y se obtuvieron los consentimientos informados respectivos por escrito.

5.4 Registro del volumen del pulso digital (VPD)

Se colocó un transductor para fotopletimografía (BIOPAC Systems, TSD200) en dedo medio de la mano derecha. Este transductor transmite luz infrarroja de 860 ± 90 nm para obtener un registro del VPD. La frecuencia de respuesta del fotopletimógrafo fue plana a 10 Hz. La salida digital del fotopletimógrafo se registró utilizando un conversor de señal analógica a señal digital con una frecuencia de muestreo de 200 puntos por segundo (BIOPAC Systems, MP150); y con el empleo de la plataforma de análisis proporcionada por el *software AcqKnowledge v. 4.0*. Se obtuvo un registro de 90 segundos de cada participante (Ilustración 5).

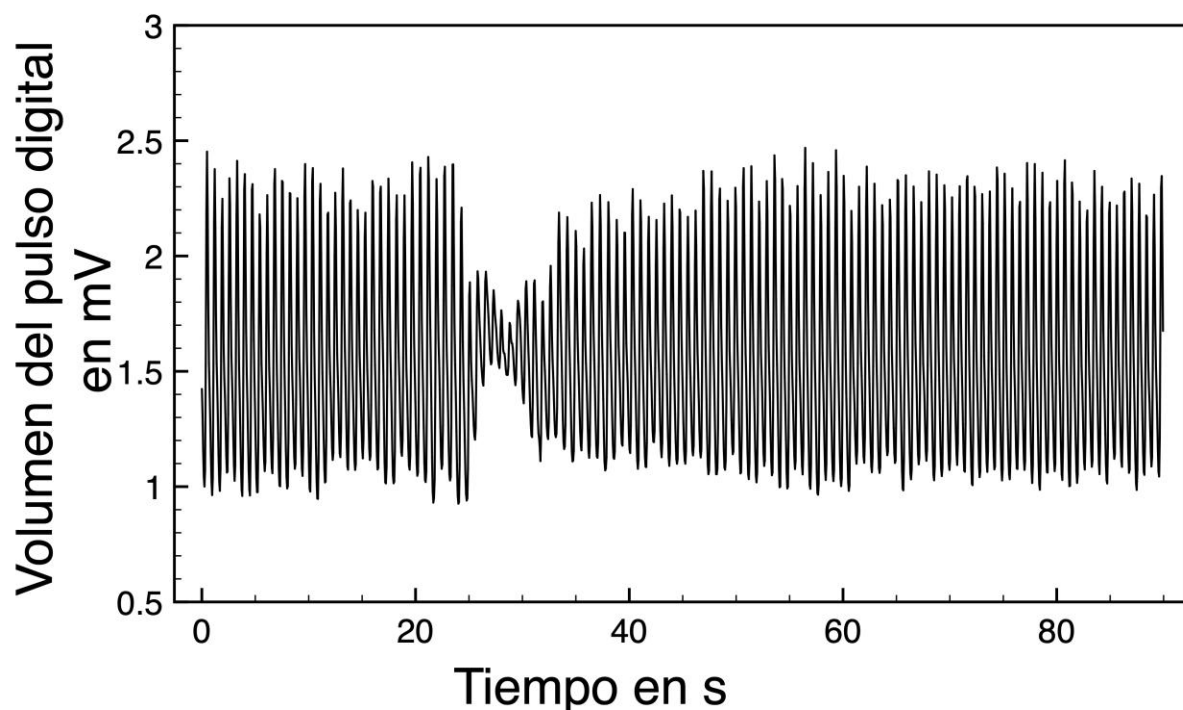


Ilustración 5 Registro característico del volumen del pulso digital (VPD) durante el periodo de registro de 90 s.

5.5 Cálculo del cambio de velocidad del llenado arterial sistólico del VPD

Para la estimación de los cambios de velocidad del periodo de llenado sistólico el VPD se calculó la pendiente inicial del ciclo de VPD correspondiente, Ilustración 6.

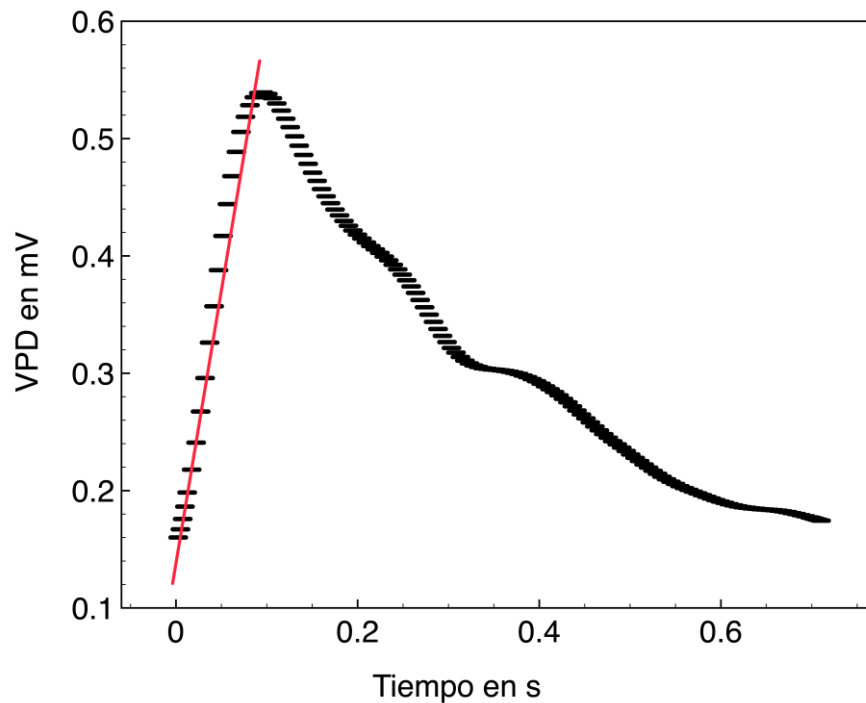


Ilustración 6 Volumen del pulso digital (VPD en línea discontinua) y pendiente (línea roja) del ascenso de la presión sistólica o fase eyección temprana.

5.6 Cálculo del área bajo la curva del volumen del pulso digital (VPD)

Para hallar el área bajo la curva de un ciclo de la curva del VPD se pueden utilizar métodos diferentes. El método más común es la *integración*, que se utiliza para hallar el área bajo cualquier curva continua (Ilustración 7).

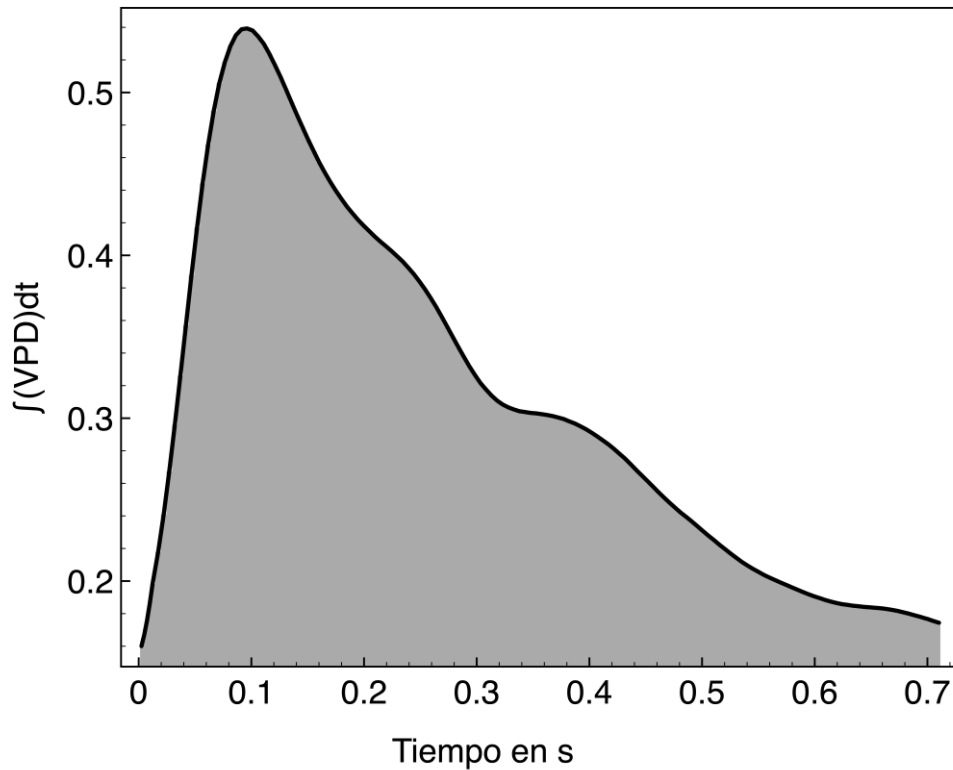


Ilustración 7 Área bajo la curva $\int(VPD)dt$ de un ciclo del pulso de volumen digital.

Para integrar el área bajo la curva de cada ciclo del VPD se empleó el método de la suma de Riemann. Esto implica tomar una pequeña sección de la curva y aproximar el área bajo esa sección con un rectángulo. El ancho del rectángulo es igual a la longitud de esa pequeña sección de la curva, y la altura es igual al valor de la función en ese punto. Este proceso se repite luego para cada pequeña sección de la curva hasta que se haya cubierto toda la curva. Para realizar la suma de Riemann se utilizó la aplicación web Plot2 (v.2.6.15, 2019 micw.org), se ingresó la función y los límites de integración en el eje x; de esta manera se obtuvo la $\int VPDdt$.

5.7 Correlación de Pearson

Se calcularon las correlaciones de Pearson y su valor estadístico para variables independientes. Esta correlación es una medida estadística que cuantifica la relación lineal entre dos variables continuas, indicando tanto la fuerza como la dirección de la asociación. Los valores cercanos a ± 1 indican una correlación perfecta, lo que significa que un aumento o disminución en una variable corresponde de manera directa a un aumento o disminución en la otra. Por otra parte, tenemos lo siguiente:

- Grado alto: corresponde a valores entre $\pm .50$ y ± 1 que sugieren una correlación fuerte.
- Grado moderado: corresponde a valores entre $\pm .30$ y $\pm .49$ que indican una correlación moderada.
- Grado bajo: valores inferiores a $\pm .29$ que se encuentra en el caso de una correlación débil.
- Sin correlación: un valor de cero implica que no existe relación.

5.8 Interpolación lineal polinomial o *spline*

Para construir las curvas cinéticas mediante la interpolación lineal polinomial o *spline* (por su denominación en inglés) del efecto de la auriculopuntura en los puntos Corazón o Ansiedad se tomaron los valores máximos del inicio de cada ciclo de las pendientes —ascenso sistólico; y respecto a las integrales, el valor del área del componente sistólico y el área total de cada ciclo para el periodo 15 – 40 s de cada registro.

5.9 Tratamiento con acupuntura auricular

Se aplicó acupuntura manual sin estimulación eléctrica o láser adicionales en los puntos auriculares Corazón o Ansiedad. Los puntos se localizaron en la oreja mediante referencias anatómicas de acuerdo con textos estándar de auriculoterapia (Hunter y Cols., 2009). La aguja se insertó de manera perpendicular al plano cutáneo a una profundidad de 3 mm durante 10 segundos. Se utilizaron agujas de acupuntura estériles de 13 mm - 0.22 mm, con mango de acero inoxidable (HBW, MABB, Silverstar, China)

5.10 Antecedentes del practicante

Un médico con más de un año de experiencia en acupuntura realizó todos los estímulos de auriculopuntura.

5.11 Protocolo del estudio

Las mediciones se llevaron a cabo después de un período de ayuno de 3 horas. Durante el estudio, los sujetos permanecieron en posición sedente. Después del registro de su información clínica, la firma del consentimiento informado y la explicación del protocolo, todos los sujetos estuvieron en reposo durante un período de 10 minutos antes de comenzar los registros. Las mediciones se tomaron dentro del periodo 11:00 — 14:00 horas, para estandarizar las condiciones con respecto a las variaciones circadianas cardiovasculares. Después del período de reposo, se colocó un fotopletismógrafo digital en el dedo índice de la mano derecha de cada sujeto. Para el registro electrocardiográfico se colocaron electrodos en el carpo de los brazos derecho e izquierdo y en el

tobillo de la pierna derecha, posteriormente, se verificó la calidad del registro y en caso necesario, se hicieron ajustes a los electrodos. A continuación, se prosiguió a la toma del registro Después de un periodo basal de registro de 20 segundos, se aplicó acupuntura en los puntos Corazón o Ansiedad del pabellón auricular derecho del periodo de los segundos 21-30 del registro; después de retirar la aguja, se continuó con el registro del VPD hasta completar 90 segundos.

5.12 Comparaciones

Los registros de cada sujeto en los periodos de estudio se graficaron mediante la aplicación Plot2, v.2.6.15 (Michael Wesemann, Berlín, Alemania, 2019). Se compararon los siguientes parámetros: a) los valores de las pendientes para el periodo de registro 16 — 40 s, Ilustración 9; b) los valores de las integrales para las áreas bajo la curva de cada ciclo durante el periodo de registro 15 — 40 s; c) las áreas bajo la curva durante el latido total y el periodo correspondiente a la sístole para el periodo de registro 15 — 40 s y c) la curva de interpolación lineal polinomial de los valores máximos de pendientes y áreas bajo la curva del periodo correspondiente a los ciclos durante el periodo de estimulación con auriculopuntura, periodo 21 – 30 s.

CAPÍTULO 6 RESULTADOS

En la Ilustración 8 se muestra un registro característico del volumen de pulso digital (VPD) y del electrocardiograma (ECG).

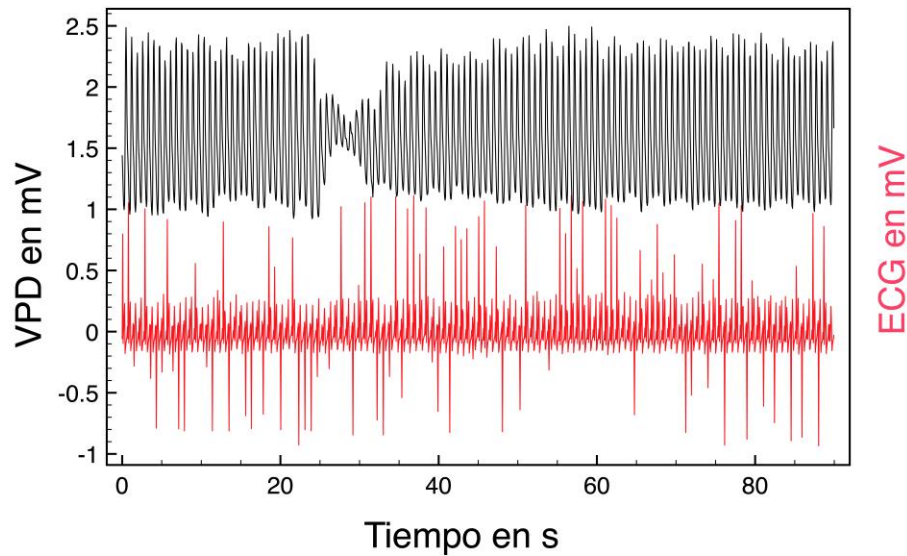


Ilustración 8 Registro característico del volumen del pulso digital (VPD, en negro) y del electrocardiograma (ECG, en rojo).

En la Ilustración 9 se muestra un segmento de 25 s del registro del VPD de la siguiente manera: cinco segundos de registro preacupuntura, 10 segundos de registro transacupuntura y 10 segundos de registro posacupuntura.

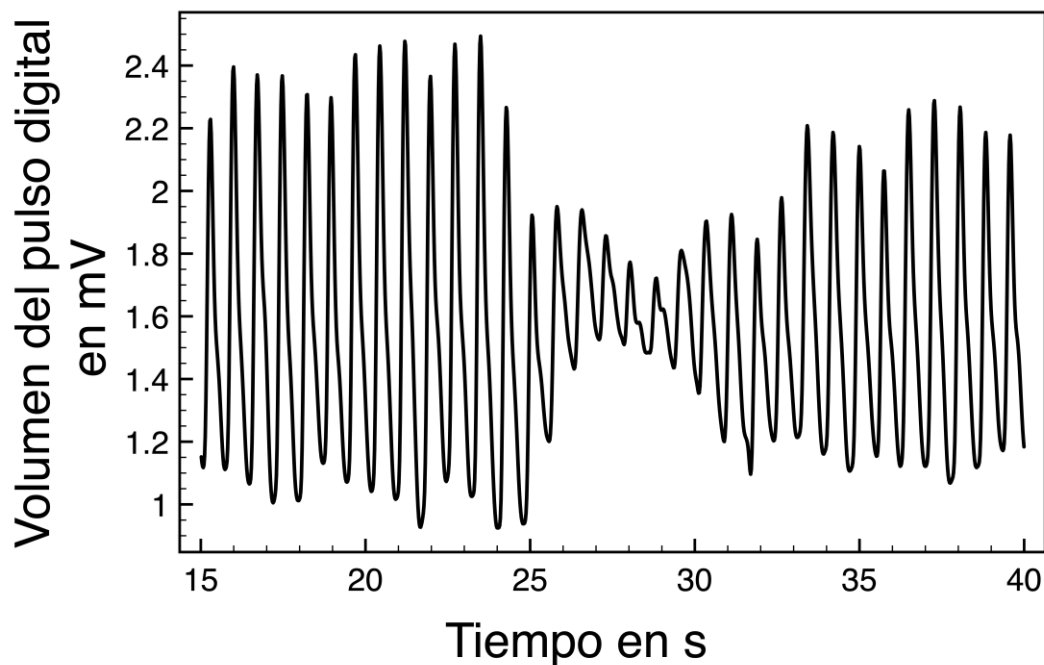


Ilustración 9 Registro característico del volumen del pulso digital (VPD) del periodo preacupuntura (16 -20 s), el periodo transacupuntura (21 – 30 s) y posacupuntura (31 – 40 s).

6.1 Frecuencia cardiaca (FC)

La auriculopuntura en el punto Corazón de la oreja derecha no ocasionó cambios significativos en los valores de la frecuencia cardiaca basal 81.2 ± 15.7 (media $\pm$ DE), en el periodo transacupuntura 82.4 ± 16.2 (media $\pm$ DE), $p = .58$; tampoco en el periodo posacupuntura 75.6 ± 14.8 (media $\pm$ DE), $p = .17$. Las correlaciones de Pearson entre los cambios en los valores de la frecuencia cardiaca basal y los valores trans- y posacupuntura en el punto Corazón se muestran en el Cuadro 1.

La auriculopuntura en el punto Ansiedad de la oreja derecha no ocasionó cambios significativos en los valores de la frecuencia cardiaca basal 81.2 ± 15.7 (media $\pm$ DE), en el periodo transacupuntura 74.9 ± 15.9 (media $\pm$ DE), $p = .88$; tampoco en el periodo posacupuntura 69.8 ± 14.5 (media $\pm$ DE), $p = .24$. Las correlaciones

de Pearson entre los cambios en las frecuencias cardiacas basales *versus* las trans- y posacupuntura en el punto ansiedad se muestran en el Cuadro 2.

Tabla 1 Correlaciones de Pearson entre los cambios en las frecuencias cardiacas basales versus los cambios trans- y posacupuntura consecutivos a la auriculopuntura en el punto Corazón de la oreja derecha de los participantes

Variable	r(8)	Valor P
FCb vs Δ FCt	0.92	< .001*
FCb vs Δ FCp	0.73	.032*
FCb= frecuencia cardiaca basal; Δ FCt= cambio de frecuencia cardiaca basal en el periodo transacupuntura; Δ FCp= cambio de frecuencia cardiaca basal en el periodo posacupuntura. r= coeficiente r de Pearson. *p < 0.05		

No obstante, que no se observaron cambios significativos en la FC secundarios a la estimulación del punto Corazón de la oreja derecha, si se observó una correlación de Pearson significativa entre los valores iniciales de la FC y los valores trans- y posacupuntura.

Tabla 2 Correlaciones de Pearson entre los cambios en las frecuencias cardiacas basales versus las trans- y posacupuntura consecutivos a la auriculopuntura en el punto Ansiedad de la oreja derecha de los participantes.

Variable	r(8)	Valor P
FCb vs Δ FCt	0.93	< .001*
FCb vs Δ FCp	0.46	.042*
FCb= frecuencia cardiaca basal; Δ FCt= cambio de frecuencia cardiaca basal en el periodo transacupuntura; Δ FCp= cambio de frecuencia cardiaca basal en el periodo posacupuntura. r= coeficiente r de Pearson. *p < 0.05		

No obstante, que no se observaron cambios significativos en la FC secundarios a la estimulación del punto Ansiedad de la oreja derecha, si se observó una correlación de Pearson significativa entre los valores iniciales de la FC y los valores transacupuntura y no significativa en el periodo posacupuntura.

El análisis de las correlaciones de Pearson entre los cambios en las frecuencias cardiacas basales *versus* las trans- y posacupuntura consecutivos a la auriculopuntura en los puntos Corazón o Ansiedad de la oreja derecha mostró un grado alto de correlación en ambas comparaciones.

Los cambios en la frecuencia cardiaca (FC) producidas por la estimulación de los puntos Corazón o Ansiedad con relación a la FC inicial se muestran en la Ilustración 10.

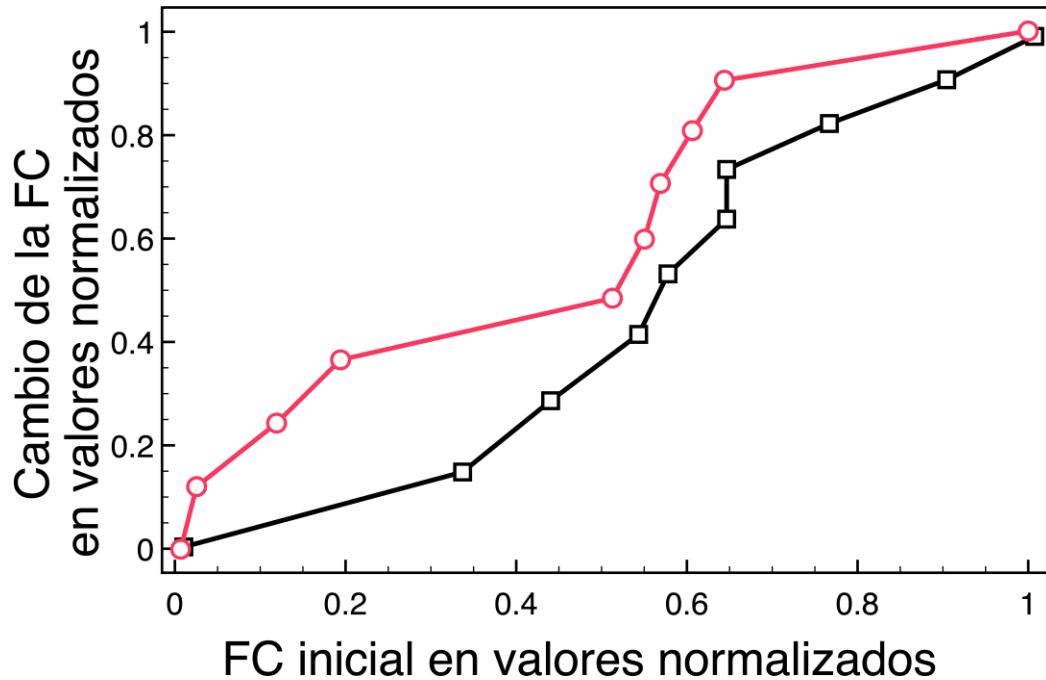


Ilustración 10 Relación de los cambios de frecuencia cardiaca (FC) con la frecuencia cardiaca inicial en unidades absolutas. La línea negra corresponde a los cambios de la FC por la estimulación del punto Corazón y la línea roja con el punto Ansiedad del periodo trans

6.2 Presión de pulso

La auriculopuntura en el punto Corazón de la oreja derecha no ocasionó cambios significativos en los valores de la presión del pulso $.35 \pm .39$ (media $\pm$ DE), en el periodo transacupuntura $.21 \pm .14$ (media $\pm$ DE), $p = .25$; tampoco en el periodo posacupuntura $.42 \pm .36$ (media $\pm$ DE), $p = .32$.

Las correlaciones de Pearson entre los cambios en los valores de la presión del pulso basal *versus* los trans- y posacupuntura consecutivos a la auriculopuntura en el punto Corazón se muestran en el Cuadro 3.

Tabla 3 Correlaciones de Pearson entre los cambios en las presiones de pulso basales versus las trans- y posacupuntura consecutivos a la auriculopuntura en el punto Corazón de la oreja derecha de los participantes.

Variable	r(8)	Valor P
PPb vs Δ PPt	.40	.25
PPb vs Δ PPp	.84	.002*
PPb= frecuencia cardiaca basal; Δ PPt= cambio de presión de pulso en el periodo transacupuntura; Δ PPp= cambio de presión de pulso en el periodo posacupuntura. r= coeficiente r de Pearson. *p < 0.05		

La auriculopuntura en el punto Ansiedad de la oreja derecha no ocasionó cambios significativos en los valores de la frecuencia cardiaca basal $.33 \pm .17$ (media $\pm$ DE), en el periodo transacupuntura $.29 \pm .21$ (media $\pm$ DE), p= .47; tampoco en el periodo posacupuntura $.62 \pm .47$ (media $\pm$ DE), p= .07.

Las correlaciones de Pearson entre los cambios en los valores de la presión del pulso basal *versus* los trans- y posacupuntura consecutivos a la auriculopuntura en el punto Ansiedad se muestran en el Cuadro 4.

Tabla 4 Correlaciones de Pearson entre los cambios en las presiones de pulso basales versus las trans- y posacupuntura consecutivos a la auriculopuntura en el punto Ansiedad de la oreja derecha de los participantes.

Variable	r(8)	Valor P
PPb vs Δ PPt	.63	.052
PPb vs Δ PPp	.47	.17
PPb= frecuencia cardiaca basal; Δ PPt= cambio de presión de pulso en el periodo transacupuntura; Δ PPp= cambio de presión de pulso en el periodo posacupuntura. r= coeficiente r de Pearson. *p < 0.05		

No se encontraron correlaciones significativas de Pearson entre los valores basales de la PP y los cambios producidos por la estimulación del punto Ansiedad de la oreja derecha

Los cambios en la presión de pulso (PP) producidas por la estimulación de los puntos Corazón o Ansiedad con relación a la PP inicial se muestran en la Ilustración 11.

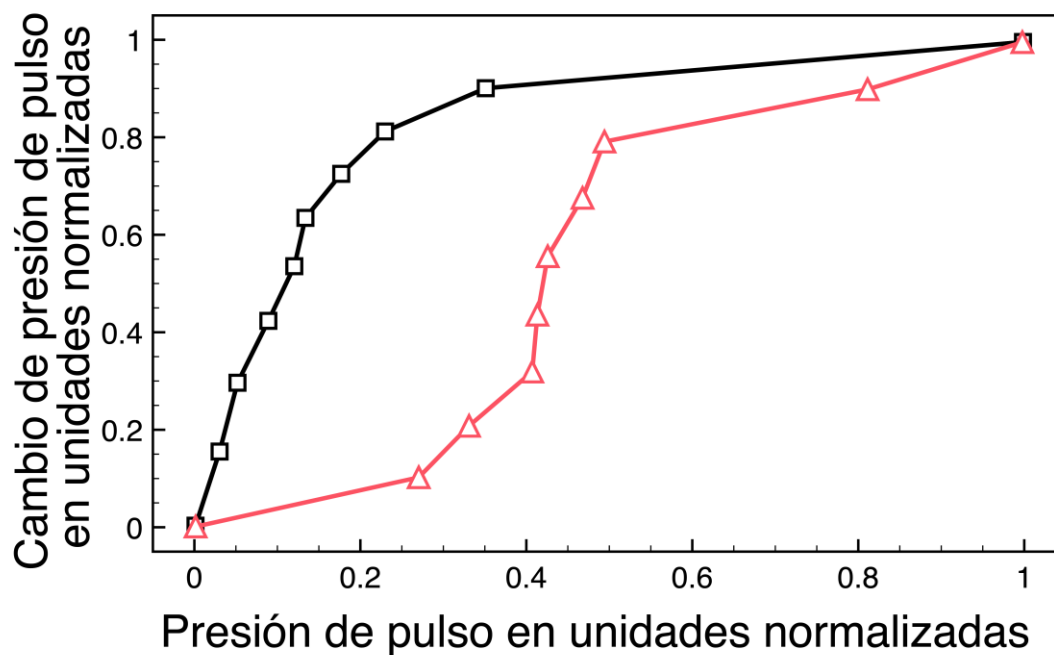


Ilustración 11 Relación de la presión de pulso (PP) inicial en unidades absolutas con los cambios producidos por la acupuntura en el punto Corazón (línea negra) y en el punto Ansiedad (línea roja) durante el periodo transacupuntura.

6.2.1 Interpolación lineal. La interpolación lineal o *spline* (por su denominación en inglés) de los cambios de presión de pulso por la estimulación

de los puntos de auriculopuntura Corazón o Ansiedad se muestran en la Ilustración 12.

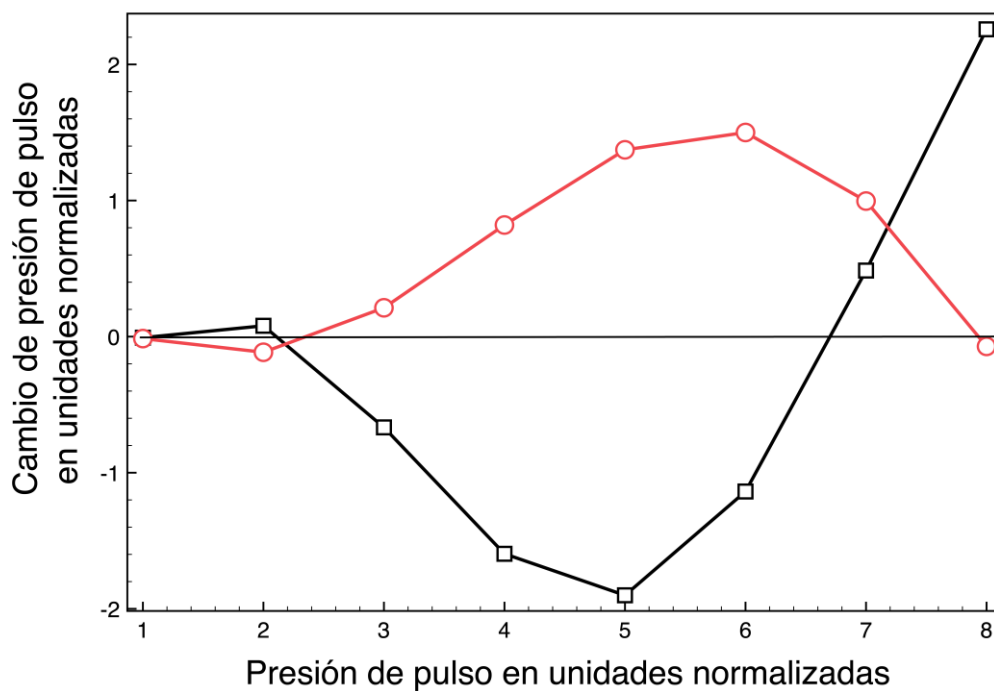


Ilustración 12 Interpolación lineal o spline por su denominación en inglés de los cambios en la presión de pulso (PP) con la presión de pulso inicial. La línea negra corresponde a los cambios de la PP por la estimulación del punto Corazón y la línea roja con el punto

El análisis comparativo por interpolación lineal de los cambios producidos por la acupuntura en los puntos Corazón y Ansiedad mostró efectos diferenciados en ambos puntos.

6.3 Pendiente sistólica

En la Ilustración 13 se muestra una comparación de dos pendientes sistólicas de dos ciclos del volumen de pulso digital.

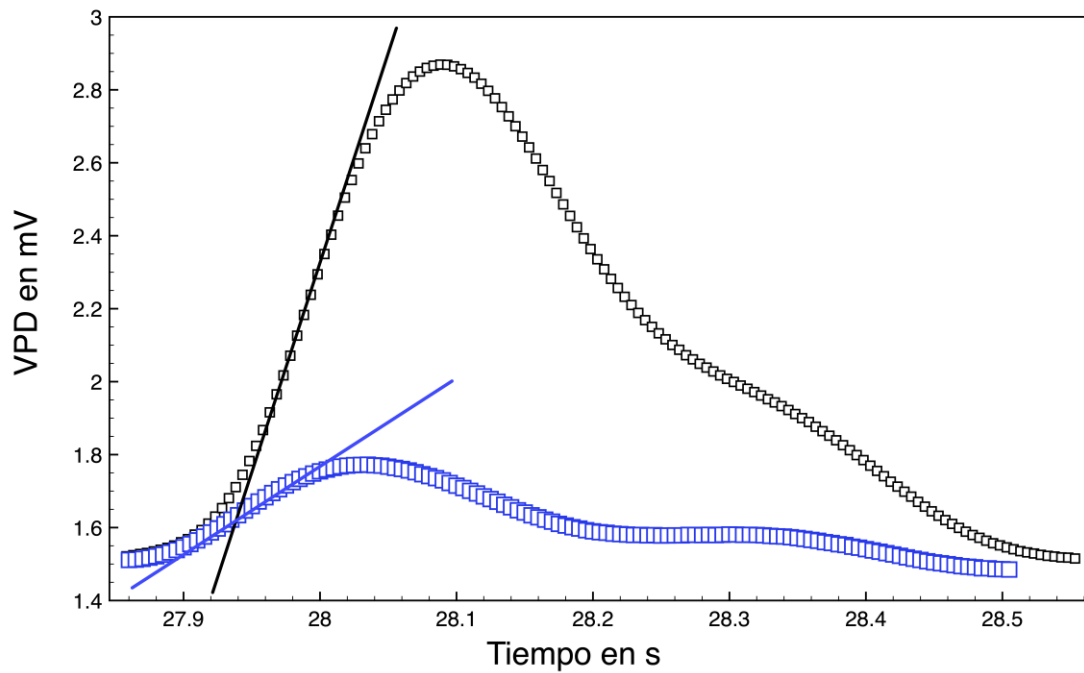


Ilustración 13 Pendientes sistólicas de dos ciclos del volumen del pulso digital. Una pendiente mayor (línea negra) y una pendiente menor (línea azul).

Los cambios en las pendientes sistólicas provocados por la estimulación de los puntos Corazón o Ansiedad con relación a los valores de pendiente iniciales se muestran en valores absolutos en la Ilustración 14.

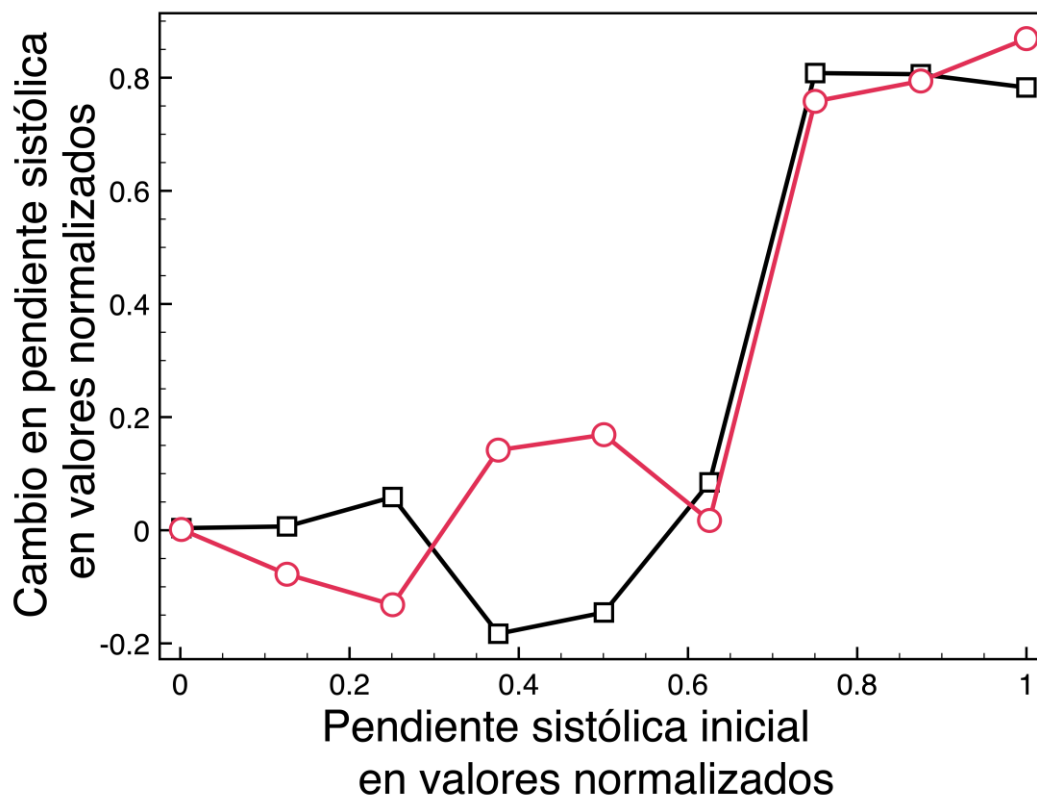


Ilustración 14 Cambios en las pendientes sistólicas provocados por la estimulación del punto Corazón (línea negra) o el punto Ansiedad (línea roja).

Los puntos Corazón y Ansiedad mostraron efectos contrarios en las pendientes sistólicas; considerando los valores absolutos en el rango medio de las pendientes sistólicas iniciales.

El valor de la pendiente sistólica se relaciona con la rapidez del aumento de presión vascular durante el inicio del periodo sistólico de llenado vascular o fase de eyección temprana.

6.4 Áreas de los latidos en el VPD

En la Ilustración 15 se muestra un ciclo del volumen de pulso digital (VPD) y el valor de la integral de su área.

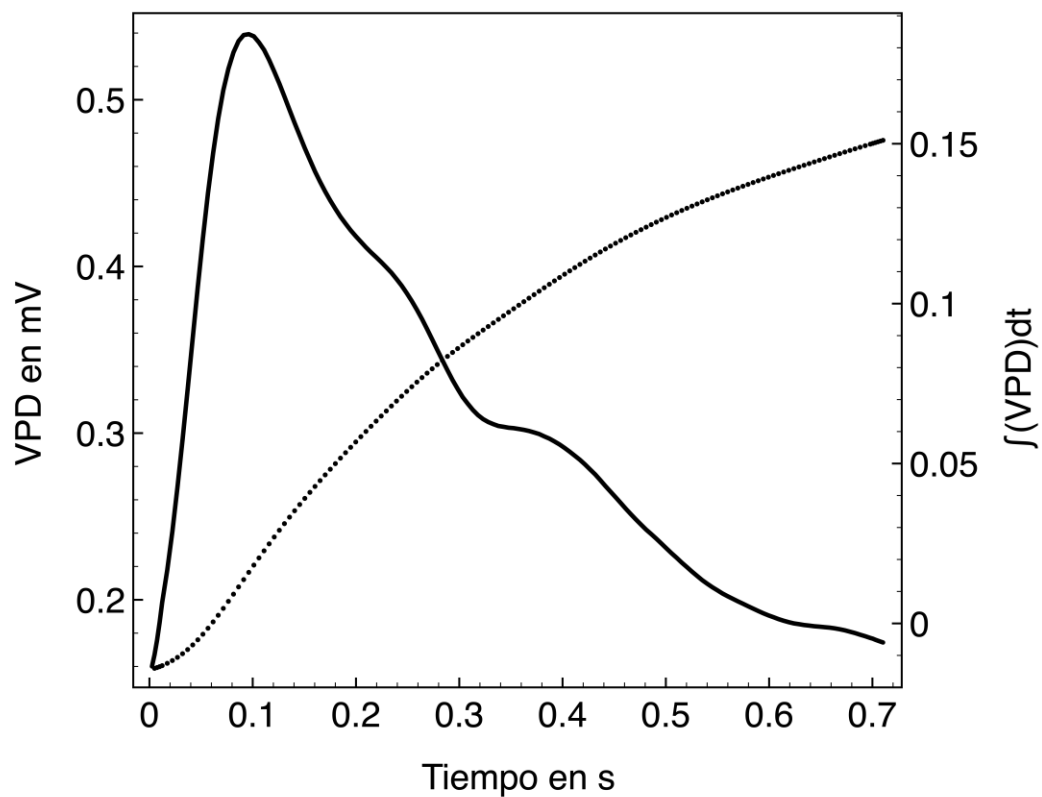


Ilustración 15 Área de un ciclo del volumen de pulso digital (VPD) en línea continua y el valor de la integral de su área, es decir, $\int (VPD)dt$, en línea punteada.

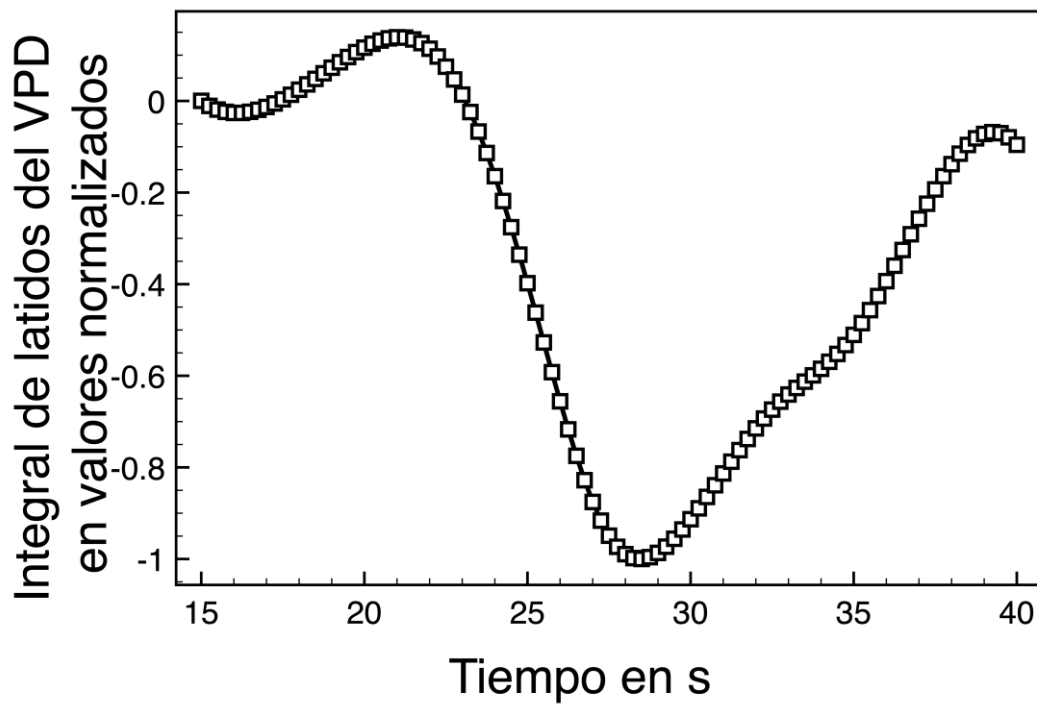


Ilustración 16 Valores de la integral de los ciclos del volumen del pulso digital (VPD) durante el periodo pre-, trans- y posauriculopuntura en el punto Corazón derecho.

El análisis de los cambios en los valores de la integral de los ciclos del VPD producidos por la estimulación del punto Corazón (Ilustración 16) mostró que se produjo una disminución del trabajo empleado en el llenado arterial.

6.5 Frecuencia cardiaca y actividad eléctrica del corazón

Para evaluar los cambios producidos por los puntos estudiados en la transducción eléctrico-mécanica, es decir, la sístole eléctrica y el inicio de la elevación de la presión sistólica en los ciclos del VPD se compararon los cambios de los periodos entre la onda del ECG y el inicio del aumento de la presión sistólica de los ciclos del VPD, ver Ilustración 17.

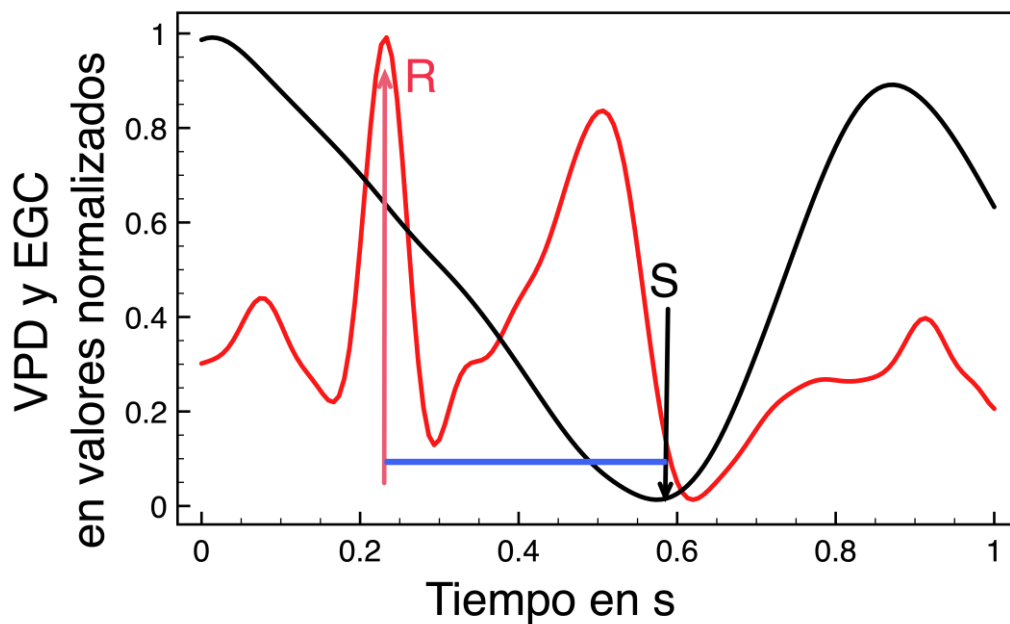


Ilustración 17 Evaluación del periodo (línea azul) entre la onda R del ECG (línea en rojo) y el inicio de la elevación de la presión sistólica (S) en un ciclo cardiaco del VPD (VPD en negro)

En la Ilustración 18 se muestra el efecto de los puntos auriculares Corazón y Ansiedad en el periodo entre la actividad eléctrica del corazón y el inicio de la sístole en el volumen del pulso digital o fase de eyección temprana, expresado

como: $\Delta \text{ ECG} - \text{R inicio sístole}$. Este periodo corresponde a la contracción isovolumétrica del corazón.

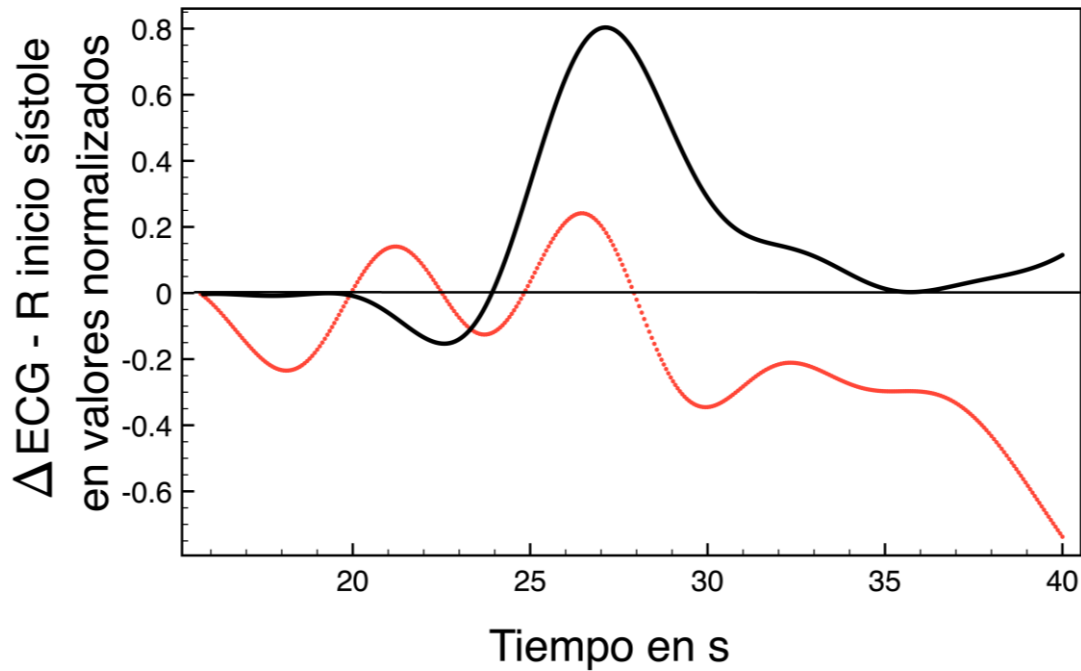


Ilustración 18 Efecto de los puntos auriculares Corazón y Ansiedad entre la actividad eléctrica del corazón y el inicio de la sístole en cada ciclo del volumen del pulso digital o periodo de contracción isovolumétrica del corazón.

En la Ilustración 19 se observa que el punto Corazón produjo un aumento marcado en el $\Delta \text{ ECG} - \text{R inicio sístole}$ que nos indica un retardo en el inicio del periodo sistólico del ciclo del VPD. Mientras que el efecto del punto Ansiedad fue mucho menos marcado.

CAPÍTULO 7 DISCUSIÓN

En este estudio cinético del efecto cardiovascular de los puntos Corazón y Ansiedad del pabellón auricular derecho mostró efectos diferenciados cardiovasculares entre los dos puntos. Los principales hallazgos de este estudio de carácter cinético fueron los siguientes:

Respecto a la frecuencia cardiaca ninguno de los puntos estudiados ocasionó cambios significativos respecto a los valores basales. Por otra parte, la comparación de Pearson de los valores basales de la FC *versus* los periodos transacupuntura y posacupuntura mostró correlaciones positivas y altamente significativas en ambos puntos, excepto en la comparación basal *versus* posacupuntura en el punto Ansiedad.

En la comparación cinética del efecto de ambos puntos en la FC se encontró que en ambos casos se generó una curva cinética de tipo S sigmoidea.

Respecto a la presión de pulso ninguno de los puntos estudiados ocasionó cambios significativos respecto a los valores basales. Por otra parte, la comparación de Pearson de los valores basales de la FC *versus* los periodos transacupuntura y posacupuntura solo mostró una correlación positiva y altamente significativa en la comparación basal *versus* posacupuntura para el punto Corazón.

En la comparación cinética del efecto de ambos puntos en la PP se encontró que en el caso del punto Corazón se generó una curva cinética de tipo hiperbólica. Mientras que en el caso del punto ansiedad se generó una curva cinética de tipo S sigmoidea.

Respecto a los métodos empleados, podemos afirmar que la fotopletismografía es un método simple para obtener una curva de la presión del volumen digital (VPD). El pulso del volumen digital (VPD) es el resultado de la interacción de dos variables principales: la eficacia de la contracción cardíaca y la distensibilidad del sistema arterial, principalmente el relacionado con grandes y medianos vasos arteriales. Los componentes fisiológicos de la curva presión-volumen del VPD pueden ser analizados mediante procesos de obtención de pendientes, integración e interpolación lineal o *spline* por su denominación en inglés.

7.1 Pendientes e integración y área bajo la curva del VPD

La pendiente es la medida de la tasa de cambio de una función, mientras que la integral es la medida del área bajo la curva en este caso del VPD. La pendiente explica la función en un punto específico, mientras que la integral acumula los valores discretos de una función en un rango de valores.

Las integrales se utilizan en diversos campos, entre ellos: el cálculo de distancia, área, volumen y trabajo. Por ejemplo, el trabajo realizado por una fuerza variable o la dinámica de fluidos se pueden calcular utilizando integrales. El área bajo la curva del VPD representa el trabajo cardiovascular durante cada ciclo de la variación presión-volumen vascular consecutiva a cada latido cardíaco. La integración nos permite analizar cada una de las áreas de los diferentes ciclos cardíacos del VPD. La obtención del área bajo la curva del ciclo del VPD mediante

la suma de Riemann es un método permite acercarse a la estimación del área real, que es la integral.

De esta manera, el análisis de las pendientes máximas mediante la derivación de la curva del VPD proporciona información acerca de la velocidad de los cambios de presión durante el ciclo de presión-volumen arterial. Los cambios de presión-volumen en cada ciclo cardiovascular se relacionan con la eficacia de la contracción cardíaca y el grado de distensibilidad del sistema arterial en especial de los grandes vasos.

Por otra parte, la integral del área bajo la curva de cada ciclo del VPD permite obtener información acerca del trabajo, en términos físicos, que se realiza durante las diferentes fases del ciclo circulatorio. El trabajo cardiovascular desarrollado durante las variaciones de la curva presión-volumen se relaciona directamente desde el punto fisiológico y clínico con el equilibrio disponibilidad-consumo de oxígeno y el trabajo cardíaco.

7.2 Componentes de área de la curva presión-volumen en cada ciclo del VPD

La pendiente inicial del llenado vascular corresponde a la eficacia de la sístole ventricular y la resistencia inicial arterial. Por otra parte, el valor total de la integral correspondiente a un ciclo corresponde al trabajo cardíaco y vascular implicado en cada ciclo del VPD.

7.3 Interpolación lineal polinomial o *spline*

La interpolación lineal es un método adecuado para el ajuste de curvas mediante polinomios lineales. Es útil para generar nuevos puntos de datos dentro del rango de un conjunto discreto de puntos de datos obtenidos experimentalmente. En matemáticas, una curva interpolada lineal polinomial o *spline* es una función definida por partes mediante polinomios.

La interpolación lineal polinomial o spline (por su denominación en inglés) se consigue mediante el empleo de la teoría polinomial. Las curvas interpoladas son curvas comunes en los campos del diseño y la biomedicina debido a la simplicidad de su construcción, la facilidad y precisión de su evaluación y su capacidad para aproximarse a formas complejas a través del ajuste de curvas relacionadas con el comportamiento de fármacos.

Proponemos que los niveles y fases de respuesta funcional con acupuntura pueden ser analizados mediante curvas interpoladas y por lo tanto creando modelos cinéticos del efecto de la acupuntura y auriculopuntura. Estos modelos cinéticos permiten a su vez proponer mecanismos de acción de la auriculopuntura y acupuntura.

7.4 Efectos del punto corazón en la curva presión-volumen del VPD

Resultados previos de este mismo grupo mostraron que la estimulación del punto Corazón de la oreja produjo inicialmente una disminución de la frecuencia

cardiaca, el volumen sistólico y el gasto cardiaco con un aumento secundario de la resistencia vascular periférica (Rivas-Vilchis y Cols., 2020). Estos autores proponen que el aumento en la resistencia vascular periférica es una respuesta secundaria a la reducción del gasto cardiaco.

Otros informes de estudios en humanos muestran que la acupresión en el punto Corazón produce una reducción significativa de la frecuencia cardiaca en voluntarios sanos (Gao y Cols., 2012); y la punción en el punto auricular Corazón también redujo la frecuencia cardíaca en atletas (Lin y Cols., 2011).

Además, en modelos experimentales con animales, el punto auricular Corazón mostró un efecto inhibitor sobre la presión arterial y la frecuencia cardíaca, y los autores proponen que este tratamiento regula la función cardiovascular activando neuronas sensibles a los barorreceptores en el núcleo del tracto solitario (Gao y Cols., 2011).

En consecuencia, la disminución observada en la velocidad de llenado en la etapa sistólica y el área bajo la curva del VPD pueden explicarse por una disminución en la actividad del sistema simpático o un aumento en el tono vagal como se ha informado en experimentos con estimulación de puntos auriculares (Lin y Cols., 2011; Gao y Cols., 2011; Gao y Cols., 2008; He y Cols., 2012).

Se puede proponer que la diferencia de los efectos cardiovasculares de ambos puntos se relaciona con las vías aferentes sensitivas propias de cada punto. En

el caso del punto Corazón se sabe que los relevos se llevan a cabo en el núcleo del tracto solitario y en el caso del nervio gran auricular, a través del tálamo.

CAPÍTULO 8 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Las limitaciones potenciales de este estudio son las siguientes:

- Se realizó una estimulación manual moderada con auriculopuntura en los puntos estudiados; no obstante: i) se lograron cambios definidos en las variables estudiadas y ii) se encontraron efectos diferenciados en cada punto.
- La muestra solo incluyó sujetos sanos, lo cual no permite extrapolar los resultados a personas con alteraciones de la distensibilidad arterial o la función cardíaca o hacer distinciones de los efectos de los puntos estudiados con respecto al sexo.

CAPÍTULO 9 PERSPECTIVAS

- Los perfiles cinéticos facilitarán la creación de modelos, los cuales, a su vez permitirán el estudio comparativo de las acciones cardiovasculares de puntos auriculares en zonas con diferente inervación.
- Los modelos cinéticos permiten proponer los mecanismos de acción involucrados en los efectos de los puntos de auriculopuntura y también los de acupuntura sistémica.
- La interpolación lineal permitiría proponer modelos cinéticos para otras variables fisiológicas modificadas por la acupuntura o la auriculopuntura.
- Esta metodología de análisis cinético puede caracterizar la rapidez y magnitud de respuesta de los puntos auriculares con acción cardiovascular.

CAPÍTULO 10 CONCLUSIONES

Los resultados experimentales de esta idónea comunicación acerca de los cambios de las pendientes, áreas bajo la curva e interpolación lineal resultado de la estimulación con auriculopuntura del punto Corazón o Ansiedad permiten diferenciar la secuencia de los cambios primarios y secundarios producidos por la auriculopuntura en estos dos puntos situados en zonas auriculares con inervación diferente. La estimulación de los puntos auriculares Corazón y Ansiedad situados en zonas auriculares con inervación diferente originaron efectos cardiovasculares diferenciados.

El análisis de Pearson mostró claramente, que el efecto de los puntos esta correlacionado de manera significativa con los valores iniciales de las variables. El análisis de pendientes, áreas bajo la curva e interpolaciones lineales posibilitó la diferenciación de los cambios primarios y secundarios tras la estimulación de los puntos Corazón y Ansiedad. Los análisis cinéticos ayudan en la comprensión de los probables mecanismos de acción de los puntos de acupuntura y a su vez a la optimización de su aplicación clínica. Los resultados también respaldan la importancia del análisis cinético en la evaluación de respuestas cardiovasculares clínicas inducidas por auriculopuntura y acupuntura sistémica.

CAPÍTULO 11 REFERENCIAS

1. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki de la AMM: principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos [Internet]. Ferney-Voltaire: AMM; 2024. <https://www.wma.net/es/polices-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>.
2. Bossy J. (1979) Review. Neural mechanisms in acupuncture analgesia. *Minerva Med.* 19; 70(24):1705-1715.
3. Butt MF, Albusoda A, Farmer AD, Aziz Q. (2020) The anatomical basis for transcutaneous auricular vagus nerve stimulation. *J Anat.* 236(4):588-611.
4. Carlevaro PF, Carlevaro L. El electrocardiograma. *Rev Urug Cardiol* [Internet]. 2014. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1688-04202014000300020
5. Campos-Nonato I, Oviedo-Solís C, Vargas-Meza J, Ramírez-Villalobos D, Medina-García C, Gómez-Álvarez E, y Cols. Prevalencia, tratamiento y control de la hipertensión arterial en adultos mexicanos: resultados de la ENSANUT 2022. *Salud Publica Mex.* 2023;65(Suppl 1):s169-80.
6. Fajardo-Dolci GE, Anda VD, Ortiz-Vázquez P, Olaiz-Fernández G. The burden of cardiovascular disease in Mexico 1990-2021: Summary of

- the Global Burden of Disease 2021 study. *Gac Med Mex.*
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38386874/>
7. Gaziano TA. Cardiovascular diseases worldwide. *Public Health Approach Cardiovasc. Dis Prev. Manag.* 2022;1:8-18.
 8. Gao XY, Wang L, Gaischek I, Michenthaler Y, Zhu B, Litscher G. Brain-modulated effects of auricular acupressure on the regulation of autonomic function in healthy volunteers. *Evid Based Complement Alternat Med.* 2012;2012:714391.
 9. Gao XY, Li YH, Liu K, Rong PJ, Ben H, Li L, Zhu B, Zhang SP. Acupuncture-like stimulation at auricular point Heart evokes cardiovascular inhibition via activating the cardiac-related neurons in the nucleus tractus solitarius. *Brain Res.* 2011;1397:19–27.
 10. Gao XY, Zhang SP, Zhu B, Zhang HQ. Investigation of specificity of auricular acupuncture points in regulation of autonomic function in anesthetized rats. *Auton Neurosci* 2008;138(1–2):50–6.
 11. He W, Wang X, Shi H, Shang H, Li L, Jing X, Zhu B. Auricular acupuncture and vagal regulation. *Evid Based Complement Alternat Med* 2012:397868.
 12. Hertzman AB. The blood supply of various skin areas as estimated by the photoelectric plethysmograph. *Am J Physiol* 1938;124:328-340.
 13. Hunter A, Frias JL, Gillessen-Kaesbach G, Hughes H, Jones KL, Wilson L. Elements of morphology: standard terminology for the ear. *Am J Med Genet A* 2009;149A(1):40-60.

14. Ikezono E, Ikezono T, Ackerman J. Establishing the existence of the active stomach point in the auricle utilizing radial artery tonometry. *Am J Chin Med.* 2003;31(2):285-94.
15. Ionescu-Tirgoviste C, Pruna S, Bajenaru O. The participation of the autonomic nervous system in the mechanism of action of acupuncture. *Am J Acup.* 1991;19(1):21-8.
16. Iqbal AM. Essential hypertension. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539859/>
17. Karmody CS, Annino DJ Jr. Embryology and anomalies of the external ear. *Facial Plast Surg.* 1995;11(4):251-6.
18. Karst M, Winterhalter M, Münte S, Francki B, Hondronikos A, Eckardt A, Hoy L, Buhck H, Bernateck M, Fink M. Auricular acupuncture for dental anxiety: a randomized controlled trial. *Anesthesia & Analgesia.* 2007;104(2):295-300.
19. Lara-Prado JI. El electrocardiograma: una oportunidad de aprendizaje. *Rev Fac Med (Méx).* https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422016000600039
20. Lin ZP, Chen YH, Fan C, Wu HJ, Lan LW, Lin JG. Effects of auricular acupuncture on heart rate, oxygen consumption and blood lactic acid for elite basketball athletes. *Am J Chin Med.* 2011;39:8–1131.
21. Lip GYH, Banerjee A, Boriani G, Chiang CE, Fargo R, Freedman B, y Cols. Global burden of atrial fibrillation. *Circ Res.* 2020;127(1):36-52.

22. Lipszyc M. Manual de auriculoterapia: con un apéndice de aurículo-laserterapia. Buenos Aires: Kier; 1989. p. 23-5.
23. Mercante B, Ginatempo F, Manca A, Melis F, Enrico P, Deriu F. Anatomico-physiologic basis for auricular stimulation. Medical acupuncture. 2018;30(3):141-50.
24. Messerli FH, Rimoldi SF, Bangalore S. The transition from hypertension to heart failure: contemporary update. JACC Heart Fail. 2017;5(8):543-51.
25. Nogier P, Nogier R. The man in the ear. París: Maisonneuve; 1985.
26. Oleson T, Nogier R. Auriculoterapia: sistemas chino y occidental de acupuntura auricular. 3.^a ed. México: Panamericana; 2005. p. 176.
27. Pilkington K, Kirkwood G, Rampes H, Cummings M, Richardson J. Acupuncture for anxiety and anxiety disorders—a systematic literature review. Acupuncture in Medicine. 2007;25(1-2):1-10.
28. Rivas-Vilchis JF, Hernández-Sánchez F, Castañeda-Ramírez MS. Kinetics of cardiovascular function changes elicited by auricular acupuncture in Heart point. Rev Int Acup (2020) 14(2):41-45.
29. Rivas-Vilchis JF, Hernández-Sánchez F, González-Camarena R, y Cols. Assessment of the vascular effects of PC6 (Neiguan) using the second derivative of the finger photoplethysmogram in healthy and hypertensive subjects. Am J Chin Med. 2007;35(3):427-36.
30. Sampson M, McGrath A. Understanding the ECG Part 2: ECG basics. British Journal of Cardiac Nursing. 2015;10(12):588-94.

31. Sattar Y, Chhabra L. Electrocardiogram. InStatPearls [Internet] 2023.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK549803/>
32. Sosa-Rosas MP. Auriculoterapia: una opción para sanar. Rev Dig Univ. 2015;16(9).
33. Takazawa K, Tanaka N, Fujita M, Matsuoka O, Saiki T, Aikawa M, Tamura S, Ibukiyama C. Assessment of vasoactive agents and vascular aging by the second derivative of photoplethysmogram waveform. Hypertension. 1998;32(2):365-70.
34. Wang SM, Kain ZN. Auricular acupuncture: a potential treatment for anxiety. Anesthesia & Analgesia. 2001;92(2):548-53.
35. Zhou B, Perel P, Mensah GA, Ezzati M. Global epidemiology, health burden and effective interventions for elevated blood pressure and hypertension. Nat Rev Cardiol. 2021;18(11):785-802.

ANEXO A CONSENTIMIENTO INFORMADO

Con fundamento a lo dispuesto en el reglamento respectivo de la Ley General de

Salud:

Yo:

Domicilio:

Teléfono:

Manifiesto que estoy en plena capacidad jurídica y uso de mis facultades y que no padezco enfermedades cardiovasculares hasta dónde llega mi conocimiento.

Me explicaron los responsables de la investigación la naturaleza y propósito de la investigación:

**Diferenciación del efecto de la auriculopuntura relacionado con la
inervación del pabellón auricular mediante fotopletismografía y
electrocardiografía**

Me describieron el procedimiento a realizar y los efectos adversos probables de la aplicación manual de la acupuntura en el punto Corazón de la oreja.

Declaro ciertos, todos los datos relativos a mi historia clínica, no habiendo omitido aspecto alguno de interés, quedando bajo mi responsabilidad, el no haber informado en el momento y en el tiempo oportuno al médico tratante acerca de algún(os) padecimiento(s), patologías, tratamientos terapéuticos, suministro de medicamentos u otras enfermedades en mi haber, que pudieran oponerse al

estudio mencionado. He sido informado(a) de que mis datos proporcionados para la realización de este estudio permanecerán protegidos y confidenciales, sólo para estricto uso de la investigación mencionada.

Otorgo mi consentimiento y acepto de manera voluntaria se me incluya en el estudio antedicho. Para los efectos y alcance legal a que haya lugar, firmo el presente CONSENTIMIENTO INFORMADO al margen y al calce.

MEXICO, D. F., a _____ de _____ del 2025.

Firma

Testigos

Nombre

Nombre

Firma

Firma

Domicilio

Domicilio



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

ACTA DE IDÓNEA COMUNICACIÓN DE RESULTADOS

No. 00056

Matrícula: 2233805084

Diferenciación del efecto de la auriculopuntura relacionado con la inervación del pabellón auricular mediante fotopletiografía y electrocardiografía.

En la Ciudad de México, se presentaron a las 11:00 horas del día 13 del mes de noviembre del año 2025 en la Unidad Iztapalapa de la Universidad Autónoma Metropolitana, los suscritos miembros del jurado:

DR. GERARDO BLANCAS FLORES
M. ESP. MOISES SALVADOR CASTAÑEDA RAMIREZ
DR. JOSE FEDERICO RIVAS VILCHIS

Bajo la Presidencia del primero y con carácter de Secretario el último, se reunieron a la presentación de la Idónea Comunicación de Resultados cuya denominación aparece al margen, para la obtención del diploma de:

ESPECIALIZACIÓN EN ACUPUNTURA Y FITOTERAPIA

DE: HORACIO RAMIREZ SALDAÑA

y de acuerdo con el artículo 79 fracción II del Reglamento de Estudios Superiores de la Universidad Autónoma Metropolitana, los miembros del jurado resolvieron:

Aprobar

Acto continuo, el presidente del jurado comunicó al interesado el resultado de la evaluación y, en caso aprobatorio, le fue tomada la protesta.



[Signature]

...HORACIO RAMIREZ SALDAÑA
ALUMNO

REVISÓ
[Signature]

...MTRA. ROSALBA SERRANO DE LA PAZ
DIRECTORA DE SISTEMAS ESCOLARES

DIRECTOR DE LA DIVISIÓN DE CBS

[Signature]

DR. JOSE LUIS GOMEZ OLIVARES

PRESIDENTE

[Signature]

DR. GERARDO BLANCAS FLORES

VOCAL

[Signature]

M. ESP. MOISES SALVADOR CASTAÑEDA
RAMIREZ

SECRETARIO

[Signature]

DR. JOSE FEDERICO RIVAS VILCHIS