



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

“EFICACIA DE LA TERAPIA EN CÁMARA HIPERBÁRICA EN LA REDUCCIÓN DE CAMBIOS INFLAMATORIOS EN PIEL Y TEJIDO CELULAR SUBCUTÁNEO EN PACIENTES POSOPERADOS DE RINOPLASTIA: HOSPITAL SAN JOSÉ, QUERÉTARO DE 1º DE ABRIL 2025 AL 30 DE JUNIO DEL 2025.”

Tesis

Que como parte de los requisitos
para obtener el Diploma de la

ESPECIALIDAD EN RINOLOGÍA Y CIRUGÍA PLÁSTICA FACIAL

Presenta:

Edith América Calderón Papías

Dirigido por:

Doctor Carlos Villa Rojas

Querétaro, Qro. a 20 de Enero del 2026

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



**Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina**

**“EFICACIA DE LA TERAPIA EN CÁMARA HIPERBÁRICA EN LA
REDUCCIÓN DE CAMBIOS INFLAMATORIOS EN PIEL Y TEJIDO CELULAR
SUBCUTANEO EN PACIENTES POSOPERADOS DE RINOPLASTIA:
HOSPITAL SAN JOSÉ, QUERÉTARO DE 1º DE ABRIL 2025 AL 30 DE
JUNIO DEL 2025.”**

Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la
Especialidad en Rinología y Cirugía Plástica Facial

Presenta:

Dra. Edith América Calderón Papías

Dirigido por:

Dr. Carlos Villa Rojas

Med. Esp. Carlos Villa Rojas
Presidente

Med. Esp. Franklin Rios Jaimes
Secretario

Med. Esp. Marco Einar Mondragón Ángeles
Vocal

Med. Esp. Jesús Rafael Benítez Gómez
Suplente

Med. Esp. Nicolás Camacho Calderón
Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro.
Fecha de aprobación por el Consejo Universitario (Noviembre 2025).
México.

Resumen

Introducción: La rinoplastia es uno de los procedimientos más frecuentes en cirugía plástica y se asocia a cambios inflamatorios relevantes en la piel y el tejido celular subcutáneo (TCS) durante el periodo postoperatorio. Aunque existen diversas estrategias terapéuticas para disminuir esta respuesta inflamatoria, la eficacia de la oxigenoterapia hiperbárica como coadyuvante en este contexto no cuenta con evidencia científica sólida, lo que limita su indicación clínica.

Objetivo: Evaluar el efecto de la oxigenoterapia hiperbárica sobre el espesor de la piel y TCS nasal en pacientes sometidos a rinoplastia primaria.

Material y métodos: Se realizó un estudio experimental, analítico, prospectivo, comparativo y longitudinal. Se incluyeron pacientes de 18 a 60 años sometidos a rinoplastia primaria como procedimiento único en el Departamento de Rinología y cirugía Plástica Facial del Hospital San José, durante el periodo del 1 de abril al 30 de junio del 2025. Se realizaron mediciones ultrasonográficas del espesor de la piel y TCS en rinion, suprapunta y punta nasal preoperatoria y a 1, 3 y 6 meses postoperatorios. Se analizaron como efectos fijos el tiempo, el uso o no de cámara hiperbárica y su interacción, utilizando la edad como covariable de ajuste. Dada la distribución no paramétrica de las variables, se emplearon modelos lineales mixtos para el análisis. El estudio fue aprobado por los comités de investigación correspondientes y se obtuvo consentimiento informado.

Resultados: El tiempo de seguimiento postoperatorio se asoció de manera significativa con la disminución del espesor de piel y TCS en todas las regiones anatómicas evaluadas. No se observaron diferencias significativas en el espesor cutáneo asociado al uso de cámara hiperbárica. En el TCS de la punta nasal se identificó un efecto principal significativo del uso de cámara hiperbárica ($p=0.016$) con mayores valores promedio en el grupo en la que se utilizó, sin interacción significativa con el tiempo. La edad no mostro asociación significativa con ninguna de las variables analizadas.

Conclusiones: La evolución temporal postoperatoria fue el principal determinante de los cambios en el espesor de la piel y TCS tras la rinoplastia. EL uso de la cámara hiperbárica no modificó de manera consistente estos parámetros, observándose un efecto estadísticamente significativo únicamente en el TCS de la punta nasal, el cual debe interpretarse con cautela.

Palabras clave: rinoplastia, oxigenoterapia hiperbárica, espesor cutáneo, TCS, ultrasonido.

Summary

Introduction: Rhinoplasty is one of the most frequently performed procedures in aesthetic surgery and is associated with significant inflammatory changes in the skin and subcutaneous tissue during the postoperative period. Although several therapeutic strategies have been proposed to reduce this inflammatory response, the effectiveness of hyperbaric oxygen therapy as an adjunct in postoperative recovery has not been sufficiently supported by robust scientific evidence, limiting its clinical indication in this setting.

Objective: To evaluate the effect of hyperbaric oxygen therapy on skin and subcutaneous tissue thickness in patients undergoing primary rhinoplasty.

Materials and method: An experimental, analytical, prospective, comparative, and longitudinal study was conducted. Patients aged 18 to 60 years who underwent primary rhinoplasty as a single procedure at the Department of Rhinology and Facial Plastic Surgery of Hospital San José between April 1 and June 30, 2025, were included. Ultrasonographic measurements of skin and subcutaneous tissue thickness were obtained at the rhinion, supratip, and nasal tip at 1, 3, and 6 months postoperatively. Fixed effects included postoperative follow-up time, use of hyperbaric oxygen therapy, and their interaction, with age included as an adjustment covariate. Due to non-normal data distribution, linear mixed-effects models were used. The study was approved by the corresponding institutional review boards, and informed consent was obtained from all participants.

Results: Postoperative follow-up time was significantly associated with a reduction in skin and subcutaneous tissue thickness in all anatomical regions evaluated. No significant differences in skin thickness were observed between patients who received hyperbaric oxygen therapy and those who did not. A significant main effect of hyperbaric oxygen therapy was identified in subcutaneous tissue thickness at the nasal tip ($p=0.016$), with consistently greater mean values in the treated group, without a significant interaction with time. Age was not significantly associated with any of the analyzed variables.

Conclusion: Postoperative temporal evolution was the primary determinant of changes in skin and subcutaneous tissue thickness following rhinoplasty. Hyperbaric oxygen therapy did not consistently modify these parameters, with a statistically significant effect observed only in subcutaneous tissue thickness at the nasal tip, which should be interpreted with caution.

Key words: rhinoplasty, hyperbaric oxygen therapy, skin thickness, subcutaneous tissue, ultrasound.

Dedicatorias

A Dios, por colocarme en el camino donde he podido crecer, por darme fortaleza para atravesar las dificultades y por sostenerme incluso en los momentos en los que más lo he necesitado.

A mi familia, a mi papá, mi mamá y mi hermano, por su amor incondicional, por cada esfuerzo y por el apoyo constante que me ha permitido alcanzar mis metas. Gracias a ustedes, este logro fue posible.

A mi psicóloga Ale, por ayudarme a comprender mejor la situaciones que he enfrentado y a mirar los retos desde una perspectiva más clara y constructiva.

A mis amigos y amigas, por su apoyo y acompañamiento, sin importar la distancia.

Agradecimientos

A mi maestro el Doctor Marco Einar Mondragón Ángeles, por las enseñanzas brindadas durante mi formación académica y quirúrgica, por su compromiso con el desarrollo de esta especialidad. Su ejemplo como cirujano y su participación en el proceso de acreditación han representado una aportación relevante para mí y la Otorrinolaringología y Cirugía de Cabeza y Cuello a nivel nacional, siendo un referente nacional de la Cirugía Plástica Facial en México.

A Todos los maestros de la Subespecialidad:

Dr Hector López de Nava

Dr Rafael Benitez

Dra Gloria Covarrubias

Dr Ricardo Torres

Dra Perla Mondragon

Dr Rosalina Silva

Dr Wilfrido Curiel

Dr Renato Mondani

Dr Oscar Aguilar

Dra Lorena Garcia

Un agradecimiento especial al Doctor Carlos Villa Rojas, director de esta tesis, por haberme recibido y acompañado con generosidad en un momento profesional complejo. Agradezco profundamente la confianza depositada en mí al integrarme en su práctica médico-quirúrgica, permitiendome participar activamente en sus cirugías y en la atención de sus pacientes. Su paciencia, empatía y ejemplo profesional han sido una guía en mi formación y en el médico que aspiro ser.

A mis compañeros residentes R más y R menos, por las enseñanzas y el trabajo en equipo.

A mis compañeros de generación, que se volvieron mis amigos, incluso parte de mi familia: Chirino, Andrea, Alexia, Talia y Cristian.

Índice

Contenido	Página
Resumen	I
Summary	II
Dedicatorias	III
Agradecimientos	IV
Indice	
Indice de cuadros	
Abreviaturas y siglas	
I. Introducción	1
II. Antecedentes/ estado del arte	2
II. 1 Cirugía plastica y cámara hiperbárica	2
III. Fundamentación teórica	5
II. 1 Capas que conforman la nariz	5
III. 2 Características de la piel	9
III. 3 Zonas de la nariz según el espesor de la piel	12
III. 4 Puntos anatómicos externos de referencia en la nariz	14
III. 5 Rinoplastia abierta	15
III. 6 Proceso inflamatorio	15
III. 7 Factores que aumentan la probablidad de cambios en la respuesta inflamatoria después de una rinoplastia	18
III. 8 Ultrasonido de piel y tejido celular subcutáneo de nariz	23
IV. Hipótesis o supuestos	25
V. Objetivos	25
V. 1 General	25
V. 2 Específicos	25
VI. Material y metodos	26
VI.1 Tipo de investigación	26
VI.2 Población o unidad de análisis	26
VI.3 Muestra y tipo de muestra	26
VI.4 Criterios de selección	26
VI.5 Variables del estudio	28
VI.6 Técnicas e instrumentos	29
VI.7 Procedimientos	29
VI.7. 1 Análisis estadístico	29
VI.7. 2 Consideraciones éticas	30
VII. Resultados	31
VIII. Discusión	38

IX.	Conclusiones	39
X.	Propuestas	40
XI.	Bibliografía	41
XII.	Anexos	46

Índice de cuadros

Cuadro		Página
Fig 1	Capas de la cubierta nasal	7
Fig 2	Disección de cadáver con estructuras vasculares teñidas	7
Fig 3	Esquema de corte seccional de la piel	10
Fig 4	Esquemas representando las subunidades nasales y las zonas clasificadas por grosor de la piel nasal	13
Fig 5	Puntos anatómicos externos de la nariz.	14
Fig 6	Fases de cicatrización	17
Graf 1	media estimada en mm de la piel en rinion.	32
Graf 2	media estimada en mm de la piel en punta nasal.	33
Graf 3	media estimada en mm de la piel en suprapunta nasal.	34
Graf 4	media estimada en mm de Tejido Celular Subcutáneo en rinion.	35
Graf 5	media estimada en milímetros de Tejido Celular Subcutáneo en punta nasal.	36
Graf 6	media estimada en milímetros Tejido Celular Subcutáneo en suprapunta nasal.	37
Tab 1-13	Tablas de análisis de resultados	48

Abreviaturas y siglas

ADN: ácido desoxirribonucleico

ARN: ácido ribonucleico

ATA: presiones atmosféricas

cm: centímetros

CO: Monóxido de carbono

EE. UU.: Estados Unidos

EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica

ICC: coeficientes de correlación intraclase

ISAPS: Sociedad Internacional de Cirugía Plástica y Estética

kHz: kilohercio

mg: miligramos

mm: milímetros

pO₂: oximetría transcutánea

SMAS: sistema musculo aponeurótico superficial

TCS: tejido celular subcutáneo

TOHB: terapia de oxígeno hiperbárico

I. Introducción

En el ámbito de la cirugía plástica, la rinoplastia es uno de los procedimientos realizados con mayor frecuencia. En cuanto a su frecuencia, la rinoplastia se encuentra entre las cirugías estéticas más realizadas a nivel mundial. Según la Sociedad Internacional de Cirugía Plástica y Estética (ISAPS), en su encuesta global de procedimientos estéticos de 2023, la rinoplastia ocupó el quinto lugar entre las cirugías estéticas más comunes, con un total de 1,148,559 procedimientos realizados en todo el mundo, 60,489 rinoplastias realizadas en México. (International Society of Aesthetic Plastic Surgery (ISAPS, 2024)

Durante el lapso de enero a diciembre de 2024, en el Departamento de Rinología y Cirugía Plástica Facial se llevaron a cabo un total de 404 cirugías, de las cuales 71% correspondió a rinoplastias.

Durante la rinoplastia, la hinchazón y los hematomas postoperatorios pueden afectar significativamente los resultados estéticos, lo que puede generar insatisfacción tanto en el cirujano como en el paciente. (Al Arfaj, 2015; Erdur et al., 2020). Aunque existen diversas estrategias terapéuticas para mitigar esta inflamación, la eficacia de la terapia de oxígeno hiperbárico (TOHB) en este contexto aún no ha sido suficientemente respaldada por la literatura científica. Esta falta de evidencia sólida representa un desafío para los profesionales de la salud que buscan optimizar el proceso de recuperación y mejorar los resultados postquirúrgicos en pacientes sometidos a rinoplastia.

II. Antecedentes

II.1 Cirugía Plástica y Cámara Hiperbárica

La técnica de mejorar la perfusión y oxigenación mediante la rotación de un colgajo de piel tiene raíces antiguas, utilizada por Sushruta en el siglo VI a.C. en su famosa rinoplastia india, donde introdujo el colgajo frontal, conocido actualmente como el colgajo indio. Siglos después, en 1895, Haldane evidenció los beneficios de la terapia de oxígeno hiperbárico (TOHB) a 2 ATA para tratar la intoxicación por monóxido de carbono (CO), y casi un siglo más tarde, en 1999, la TOHB fue integrada en la medicina convencional como una herramienta terapéutica. (Klein & Guha, 2014)

En cirugía plástica, la TOHB se utiliza principalmente para mejorar la cicatrización de heridas y reducir las complicaciones postoperatorias. Dado que muchas heridas crónicas no cicatrizan debido a la hipoxia tisular, generalmente causada por isquemia, la TOHB juega un papel crucial al aumentar la oxigenación y, por ende, estimular la curación. Además, la TOHB tiene efectos que favorecen la angiogénesis, reducen el edema y mejoran la función de los neutrófilos, lo que ayuda a mitigar infecciones.

Mecanismos de acción de la TOHB:

1. **Hiper-oxigenación:** Aumenta la concentración de oxígeno disuelto en la sangre, mejorando la oxigenación tisular.
2. **Disminución del edema:** Reduce el edema en un 20% mediante la vasoconstricción y la reabsorción de fluidos.
3. **Aumento de la hidroxilación:** Facilita la síntesis de colágeno, mejorando la cicatrización de las heridas.
4. **Angiogénesis:** Estimula la formación de nuevos vasos sanguíneos, esenciales para la curación.

5. **Actividad bactericida:** Incrementa la capacidad para combatir infecciones.

6. **Deposición de colágeno:** Promueve la formación de colágeno, crucial para la cicatrización.

7. **Producción de óxido nítrico:** Aumenta en el tejido diana, facilitando la curación.

8. **Mejora de la oxigenación:** El aumento de la presión de oxígeno facilita la oxigenación de áreas isquémicas, eliminando puntos ciegos de hipoxia en la herida.

9. **Aumento de presión de oxígeno (pO₂) tisular:** Incrementa la oxigenación en el tejido central de la herida, favoreciendo la cicatrización, aunque los tratamientos frecuentes pueden resultar poco rentables.

Evidencia clínica de la TOHB: Numerosos ensayos clínicos respaldan la eficacia de la TOHB, mostrando mejoras en tasas de amputación, la incidencia de infecciones y la mejora en los valores de oximetría transcutánea (TcPo₂). Aunque los ensayos suelen ser de tamaño reducido, sus resultados son aplicables a pacientes del mundo real que podrían necesitar intervenciones para salvar extremidades. La TOHB se administra mediante la exposición del paciente a una cámara hiperbárica, donde respira oxígeno al 100 % a presiones atmosféricas superiores al nivel del mar (2 ATA hasta 2.4 ATA). Si bien tiene una baja incidencia de efectos secundarios, los más comunes incluyen barotrauma ótico leve a moderado.

Indicaciones para la oxigenoterapia hiperbárica aprobadas por la Administración de Alimentos y Medicamentos de EE. UU. para su comercialización y uso.

Condiciones:

- Enfermedad por descompresión
- Intoxicación por monóxido de carbono

- Embolia gaseosa o aérea
- Síndrome compartimental por aplastamiento y otras isquemias traumáticas

agudas

- Miositis y mionecrosis por clostridios
- Tratamiento adyuvante de heridas problemáticas seleccionadas
- Osteomielitis crónica refractaria
- Anemia por hemorragia excepcional
- Infecciones necrosantes de tejidos blandos
- Lesión tisular tardía por radiación (necrosis de tejidos blandos y ósea)
- Quemaduras térmicas
- Injertos y colgajos de piel comprometidos (isquémicos)
- Absceso intracraneal (Fife, Eckert, & Carter, 2016)

Beneficios de la TOHB en cirugía plástica:

1. **Mejora de la cicatrización de heridas:** Al aumentar la oxigenación de los tejidos, la TOHB favorece la proliferación de fibroblastos y la síntesis de colágeno, acelerando la curación de heridas quirúrgicas, especialmente en pacientes con heridas crónicas o complicadas.

2. **Reducción de infecciones:** La TOHB tiene propiedades bactericidas, especialmente contra bacterias anaerobias, lo cual es crucial para prevenir infecciones postoperatorias.

3. **Disminución del edema y la inflamación:** La TOHB induce vasoconstricción, reduciendo el edema y la inflamación postoperatoria, lo que acelera la recuperación y mejora el confort del paciente.

4. **Estímulo de la angiogénesis:** Estimula la formación de nuevos vasos sanguíneos, mejorando el suministro de nutrientes y oxígeno a los tejidos dañados, esencial para una recuperación eficiente.

Complicaciones y criterios de exclusión:

Aunque las complicaciones graves asociadas con la TOHB son raras, incluyen dolor de oído, ansiedad por confinamiento, disnea, y en casos más graves, miopía temporal, daño sinusal o barotrauma pulmonar. Estos riesgos pueden mitigarse mediante las pausas de aire que se realizan durante el tratamiento. Además, existen ciertos criterios de exclusión para la TOHB, tales como diagnóstico psiquiátrico (depresión mayor, demencia), insuficiencia cardíaca congestiva grave, EPOC avanzada, y trastornos convulsivos, entre otros. Estas exclusiones deben evaluarse caso por caso. (Klein & Guha, 2014)

III. Fundamentación teórica

III.1 Capas que conforman la nariz.

Sobre la estructura ósea y cartilaginosa de la nariz se encuentran cinco capas de tejido, cada una con características y funciones específicas:

- **Piel:** Es la capa más externa, y su grosor varía según la región de la nariz. Suele ser más delgada y móvil en la mitad superior, mientras que en la porción distal tiende a ser más gruesa y adherente. El grosor promedio de la piel es mayor en el surco nasofrontal (1.25 mm) y menor en el rinion (0.6 mm). Su función principal es actuar como barrera protectora frente a las agresiones externas, además de intervenir en los procesos de cicatrización y regeneración después de procedimientos quirúrgicos.

- **Capa areolar superficial:** También conocida como tejido subcutáneo laxo, está compuesta por tejido conectivo con fibras de colágeno y elastina, lo que le confiere flexibilidad. Esta capa alberga estructuras vasculares de predominio arterial y linfáticas de pequeño calibre que contribuyen a la irrigación y drenaje de la piel. Su función principal es permitir la movilidad de la piel sobre las capas más profundas, así como facilitar la distribución de fluidos y células inmunológicas.

- **Capa fibromuscular:** En esta capa se localiza el sistema musculo aponeurótico superficial nasal (SMAS nasal), una estructura clave que participa en los movimientos nasales y en la transmisión de fuerzas mecánicas hacia la piel. Esta interacción influye directamente en la dinámica facial y contribuye a la apariencia estética de la nariz.

- **Capa areolar profunda:** Se trata de una capa de tejido conectivo denso que sirve como separación entre el SMAS y las estructuras más profundas de la nariz. Funciona como un plano de deslizamiento, permitiendo la movilidad entre la capa fibromuscular y el soporte osteocartilaginoso. Además, proporciona protección a estructuras vasculares relevantes, ya que a través de esta capa transcurre el plexo venoso nasal.

- **Capa pericondríca/perióstica:** Es la capa más profunda, encargada de recubrir y proteger el cartílago y el hueso nasal. Además de brindar soporte estructural, cumple un papel fundamental en la nutrición de estos tejidos. El pericondrio favorece la regeneración del cartílago, mientras que el periostio participa activamente en los procesos de reparación ósea, especialmente tras traumatismos o intervenciones quirúrgicas.

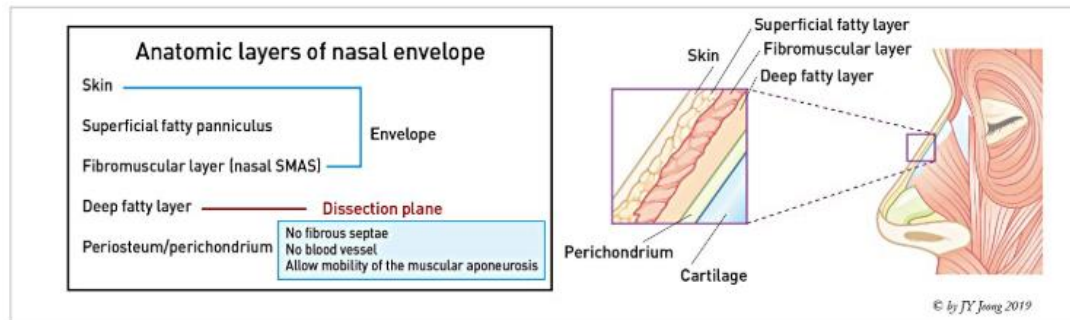


Figura 1: capas de la cubierta nasal. (Kim, 2019)

La irrigación sanguínea de la nariz se encuentra principalmente en la capa de grasa superficial, localizada por encima del SMAS nasal. Debido a esto, en procedimientos quirúrgicos como la rinoplastia, la disección debe realizarse por debajo de esta capa para evitar comprometer la vascularización, asegurando una adecuada perfusión de los tejidos blandos y reduciendo el riesgo de necrosis o problemas en la cicatrización. (Eytan & Wang, 2021; Kim, 2019; Oneal & Beil, 2010; Toriumi, Mueller, Grosch, Bhattacharyya, & Larrabee, 2015)



b



c



d



Figura 2: Disección de cadáver con estructuras vasculares teñidas. (a) vista lateral de la arteria alar (b) vista de base la arteria columelar (c) arterias dorsal y lateral. (d) vena dorsal nasal.

III.2 Características de la piel

La piel está compuesta por dos capas principales: la epidermis, que forma la superficie externa, y la dermis, situada debajo de esta. Ambas capas están separadas por la membrana basal, que actúa como una estructura de transición entre ellas. Esta capa protectora recubre todo el cuerpo. La dermis, a su vez, se conecta con el tejido graso subcutáneo y los músculos profundos a través de fibras que las mantienen unidas. Es importante resaltar que la piel presenta una notable variabilidad, no solo entre diferentes individuos, sino también dentro de la misma persona, ya que puede variar según la edad, las características étnicas y raciales, los hábitos de higiene y la actividad sebácea, entre otros factores. Estas diferencias incluyen variaciones en el color, el grosor, la textura y la distribución de estructuras como los folículos pilosos y las glándulas sebáceas. En las áreas donde la elasticidad y la capacidad de distensión son más limitadas, la piel tiende a ser más gruesa y presenta una mayor proporción de tejido fibroso y glándulas sebáceas. (Baker, 2022; Kim, 2019; Klatsky & Manson, 1983)

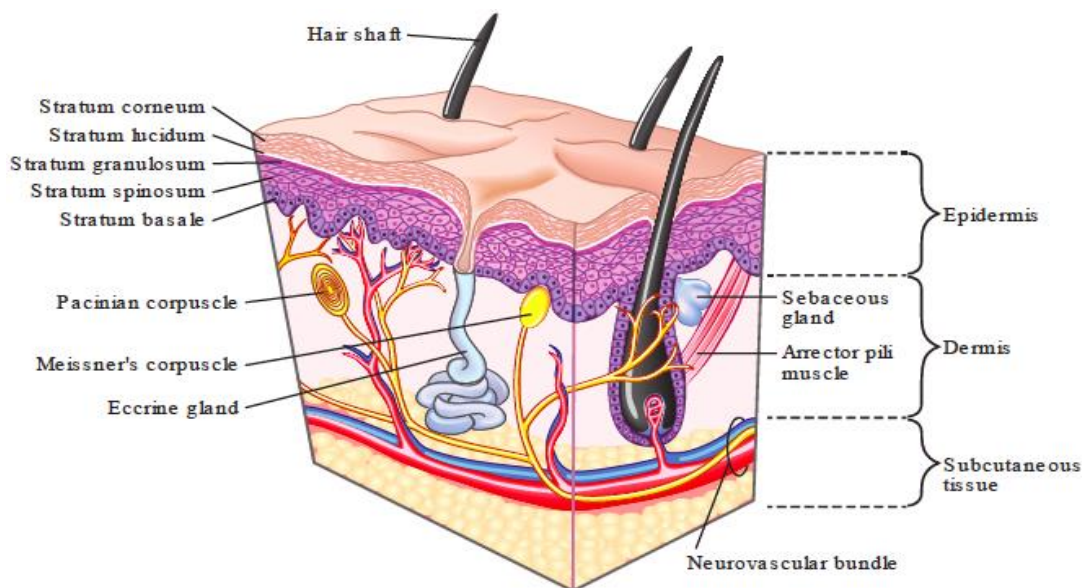


Figura 3. Esquema de corte seccional de la piel.

Epidermis:

La epidermis, que representa la capa más superficial de la piel, está formada por un epitelio escamoso, estratificado y queratinizado, el cual se encuentra en constante proceso de renovación. En cuanto a sus anexos, en la región nasal la punta se caracteriza por tener un predominio de glándulas sebáceas, mientras que la piel del dorso nasal es, por lo general, más delgada y menos sebácea. A medida que se asciende hacia el rinion, esta piel se vuelve aún más fina, y luego se torna más gruesa nuevamente al aproximarse a la glabella. Cabe señalar que es esta capa epidérmica la que suele inflamarse cuando la piel sufre algún tipo de agresión o daño. (Baker, 2022; Papel, 2016) Un estudio realizado en Arabia concluyó que los pacientes con piel nasal gruesa pueden enfrentar dificultades durante la rinoplastia. Esta piel, rica en glándulas sebáceas y tejido subcutáneo, dificulta la obtención de los resultados deseados en el postoperatorio. La piel gruesa se asocia con una menor capacidad de contracción, lo que puede llevar a una formación excesiva de tejido cicatricial, así como a un drenaje linfático deficiente, lo que provoca edema y equimosis. (Aldosari, 2021)

Unión Dermo-Epidérmica:

La epidermis se conecta con la dermis a través de una estructura específica de la membrana basal llamada unión dermoepidérmica. Esta zona está compuesta por fibras de anclaje que no solo mantienen ambas capas unidas, sino que también aportan soporte, tensión y resistencia a la piel. (Baker, 2022; Kosins & Obagi, 2017)

Dermis:

La dermis es una estructura de tejido conectivo situada entre la epidermis y el tejido graso subcutáneo. Está conformada por diversas células y componentes del tejido conectivo, y se organiza en dos capas: la dermis papilar, que es superficial y relativamente delgada, y la dermis reticular, ubicada en una zona más profunda y de mayor grosor. Desde el nacimiento, la dermis es fina, pero su espesor aumenta progresivamente hasta alrededor de la cuarta o quinta década de vida, para luego disminuir gradualmente. Entre sus funciones destacan la protección frente a traumatismos externos, el almacenamiento de agua, la regulación de la temperatura corporal y la participación en la percepción sensorial mediante terminaciones nerviosas y receptores. Además, aporta a la piel propiedades clave como resistencia a la tensión, elasticidad, flexibilidad y volumen. (Baker, 2022; Kosins & Obagi, 2017; Papel, 2016)

Tejido Celular Subcutáneo:

Compuesto por almohadillas grasas, la región más delgada se localiza a nivel del rinion, mientras que la más gruesa se halla en el nasión.

Las almohadillas adiposas en la parte superior y la pared lateral de la nariz están firmemente unidas a la dermis. La almohadilla de grasa interdomal se sitúa caudalmente a la grasa de la suprapunta y entre ambos cartílagos laterales inferiores en sus porciones medial y media. Los ligamentos dermocartilaginoso de Pitanguy y el interdomal se encuentran en la parte inferior de la nariz. (Kim, 2019).

El grosor promedio de los tejidos blandos en la estructura nasal tiende a aumentar con la edad, excepto en el rinion. Este incremento es estadísticamente significativo en las regiones inferiores de las paredes laterales nasales, los lóbulos alares y la suprapunta. Incluso después de la muerte, la piel de la nariz mantiene su forma y propiedades características, especialmente en la zona de la punta nasal. (Cho, Kim, Yeo, Kim, & Jang, 2011; Özkan, Yeşil, Bayramiçli, & Bayramiçli, 2020)

III. 3 Zonas de la nariz según el espesor de la piel.

En las disecciones realizadas en cadáver, se observó que el grosor promedio de la piel era mayor en el surco naso-frontal (1.25 mm) y menor en el rinion (0.6 mm). (Oneal & Beil, 2010)

Según Burget, se describen tres zonas de la nariz basadas en el espesor de la piel y el TCS:

Zona I:

Incluye el dorso superior y las paredes laterales de la nariz. La piel en esta zona se caracteriza por ser lisa, delgada, con escasa presencia de glándulas sebáceas y por presentar una movilidad fácil al tacto.

Zona II:

Se extiende desde 1.5 cm por encima de la suprapunta e incluye la punta nasal, la suprapunta y los lóbulos alares dentro de un margen alar de 4 mm. En esta zona, la piel es más rígida, de mayor grosor (aproximadamente entre 6 y 10 mm) y presenta una alta concentración de glándulas sebáceas.

Zona III:

Comprende el margen alar de 4 mm, los triángulos blandos, la mitad inferior del lóbulo, la infrapunta y la columela. La piel en esta zona es lisa, delgada, con pocas glándulas sebáceas y se encuentra firmemente adherida a las estructuras profundas de cartílago y tejido graso, lo que le confiere menor movilidad. Gracias a esta delgadez, las cruras media, medial y el surco intercrural son visibles a través de la piel. (Burget, 1995; Kim, 2019)

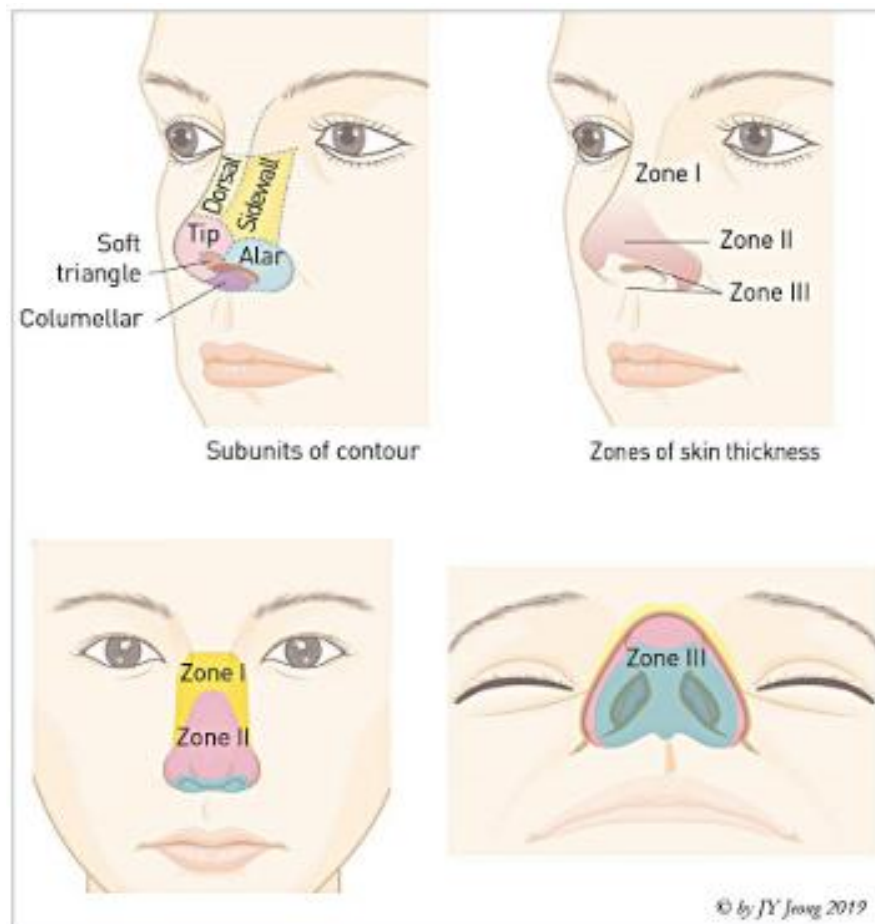


Figura 4: Esquemas representando las subunidades nasales y las zonas clasificadas por grosor de la piel nasal. Zona II es la de mayor grosor.

Se observa que la piel es más delgada y móvil en los tercios superiores de la nariz, mientras que es más gruesa y adherente en el tercio distal del lóbulo nasal. (Jewett BS, 2011; Farrior E, 2012).

III. 4 Puntos anatómicos externos de referencia en la nariz

Se destacan varios puntos anatómicos externos importantes en la nariz, de entre ellos:

1. Rinion: Es la unión ósteo-cartilaginosa en el dorso nasal.

2. Suprapunta: Esta área se considera una subárea de la punta nasal y se caracteriza por una ligera depresión en el dorso, sirviendo como una zona de transición entre la punta nasal y el dorso.

3. Punta nasal: Está formada por los cartílagos laterales inferiores en su región domal.

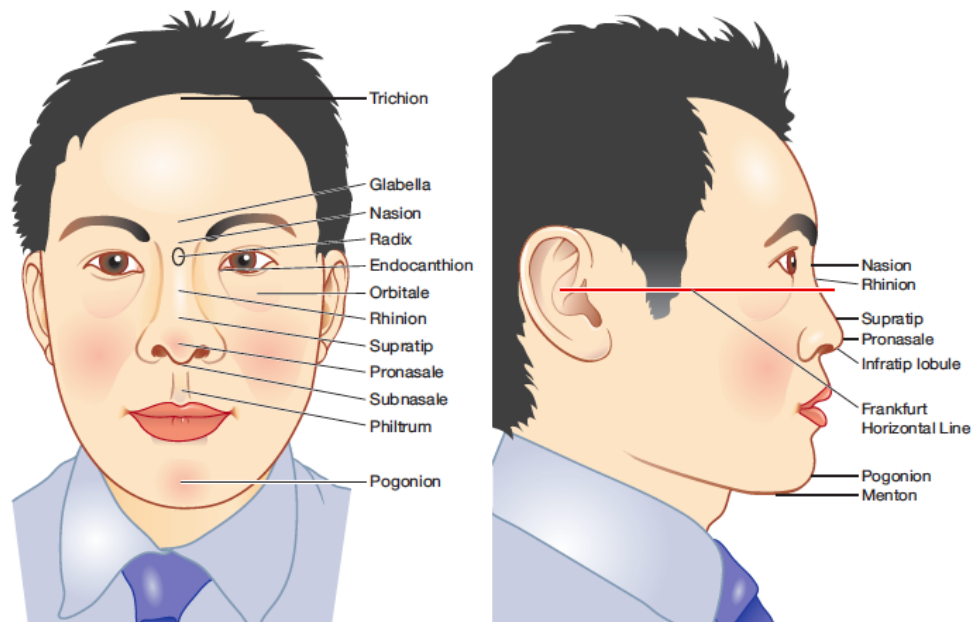


Figura 5: Puntos anatómicos externos de la nariz. (Park, Sethi, Kwan OO, & Loh, 2015)

III. 5 Rinoplastia abierta

En rinoplastia se reconocen dos abordajes principales: el externo (también llamado rinoplastia abierta) y el interno (conocido como rinoplastia cerrada o endonasal). La diferencia fundamental entre ambos radica en el grado de exposición y visualización directa de las estructuras nasales. El abordaje endonasal, al requerir una disección quirúrgica menos extensa, suele asociarse con un menor edema postoperatorio. Durante la técnica abierta, los planos de disección pueden incluir distintas capas: subcutáneo, submuscular, suprapericóndrico, supraperióstico, subperióstico y subpericóndrico. (Lopez-Ulloa, Plowes-Hernández, Ortiz-Moreno, & Montes-Bracchini, 2016; Neves, Zholtikov, Cakir, Coşkun, & Arancibia-Tagle, 2021; Toriumi et al., 2015)

Los principios fundamentales para reducir el edema y la equimosis posoperatorios incluyen la aplicación de técnicas quirúrgicas atraumáticas y una disección anatómica precisa.(Bautista, Kim, Meer, & Ramesh, 2021)

Por su parte, la rinoplastia abierta se reserva para indicaciones específicas, como la enseñanza y la investigación, ya que permite una mejor exposición anatómica. Esta visualización directa facilita la formación de los residentes al hacer posible observar detalladamente la anatomía nasal y ejecutar las maniobras quirúrgicas planificadas de forma simultánea (Momeni & Gruber, 2016).

III. 6 Proceso inflamatorio

El edema nasal posrinoplastia es el resultado de la liberación inducida quirúrgicamente de factores inflamatorios, lo que conduce a una mayor permeabilidad en la vasculatura del tejido nasal.(Pavri, Zhu, & Steinbacher, 2016) Se desarrolla cuando la tasa de formación de líquido intersticial supera la tasa de drenaje de este líquido hacia los sistemas linfático y venoso. El edema localizado

se produce como resultado de (1) aumentos locales de la permeabilidad vascular, (2) retorno venoso que provoca un aumento de la presión capilar, o (3) obstrucción linfática. Además, se presenta hinchazón secundaria a hemorragia intersticial y fibrosis temprana. (Toriumi et al., 2015) Aunque las fases del edema se superponen continuamente, dividir las para su estudio facilita la descripción y evaluación. (Papel, 2016)

Fase inflamatoria:

Esta etapa se caracteriza por la vasodilatación y la activación de la respuesta celular, con una duración aproximada de 24 a 48 horas. Tras la incisión inicial, se activan las plaquetas, se liberan factores de crecimiento y se reclutan células como monocitos, neutrófilos, macrófagos tisulares y fibroblastos. Todos estos procesos requieren un adecuado suministro de oxígeno para favorecer la producción de colágeno.

Fase proliferativa:

Durante esta fase se lleva a cabo la epitelización, la síntesis de colágeno por parte de los fibroblastos, la contracción de la herida y la formación de nuevos vasos sanguíneos (neovascularización). Esta etapa inicia alrededor de las 24 horas posteriores a la lesión y puede extenderse hasta por cuatro semanas. La hipoxia local estimula a los macrófagos a liberar factores angiogénicos, lo que favorece la formación de nuevos canales vasculares. Conforme aumenta el aporte de oxígeno a través del nuevo flujo sanguíneo, disminuye el estímulo angiogénico, reduciendo así la vascularidad de la cicatriz. Por otro lado, la vasculogénesis representa una respuesta más sistémica ante el daño tisular.

Fase de maduración y remodelación:

Esta última fase implica la reorganización y maduración del colágeno.

Durante las primeras 4 a 5 semanas posteriores a la lesión, los fibroblastos continúan multiplicándose y aumentando la síntesis de colágeno. Sin embargo, el proceso de remodelación puede prolongarse hasta por un año. En este periodo, la cicatriz adquiere mayor resistencia, disminuye su tamaño y se reduce el eritema. La piel se vuelve más clara, suave y menos prominente. La reabsorción del agua en los tejidos adyacentes permite una mejor organización de las fibras colágenas. La remodelación puede completarse entre los 12 y 18 meses, alcanzando entre el 70 % y el 80 % de la resistencia tensil de la piel sana. Aproximadamente a los tres meses después de una rinoplastia, la producción de colágeno se aproxima al 80 % en comparación con la piel no lesionada, aunque nunca se alcanza el 100 % de su resistencia original. (Janis & Harrison, 1972; Papel, 2016)

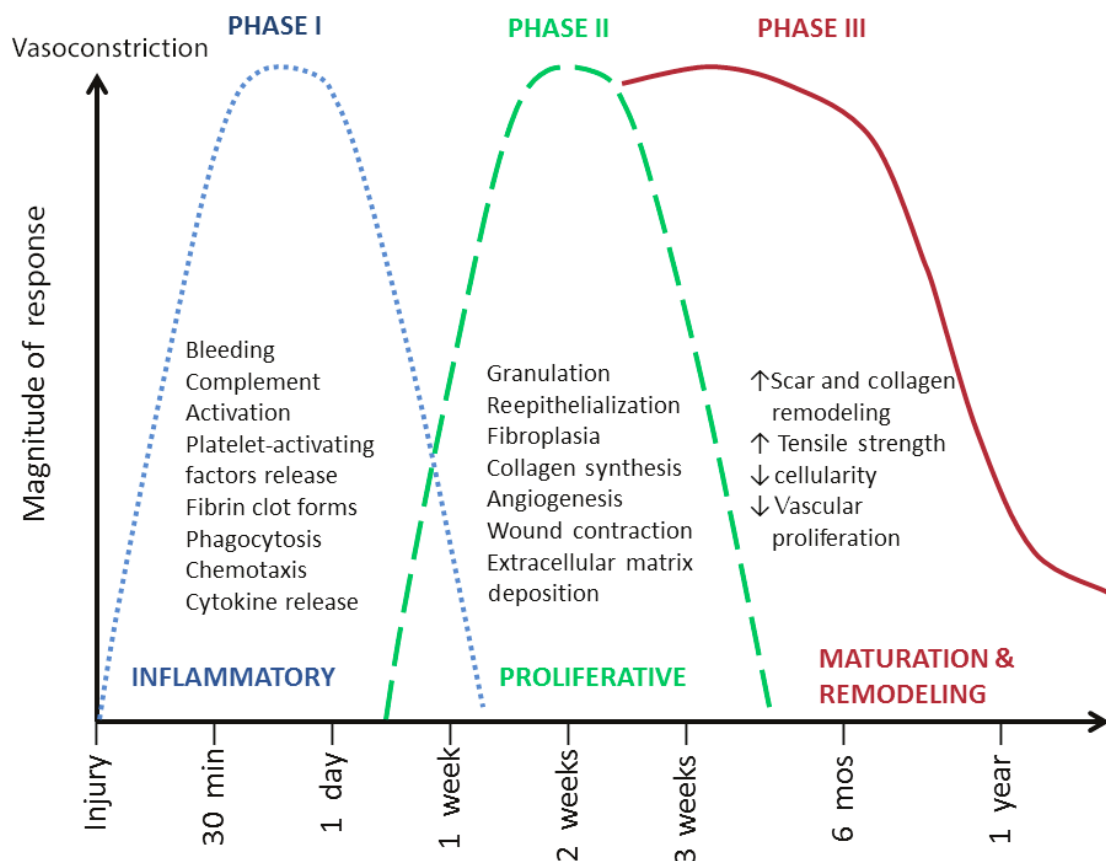


Figura 6: Fases de cicatrización. (Papel, 2016)

Aunque gran parte del edema inicial suele resolverse durante las primeras semanas posteriores a una rinoplastia, como se ha descrito previamente en la bibliografía, las fases del proceso inflamatorio indican que este puede extenderse por más de un año. No obstante, es importante señalar que esta afirmación se ha sustentado principalmente en observaciones anecdóticas, ya que antes del estudio realizado por Pavri no se había documentado de manera objetiva la evolución del edema posquirúrgico a la rinoplastia a lo largo del tiempo. Pavri llevó a cabo una investigación en la que se realizó un seguimiento objetivo del proceso de resolución del edema posterior a la rinoplastia, utilizando estereofotogrametría tridimensional seriada. Los resultados mostraron que el volumen del edema disminuyó aproximadamente dos tercios durante el primer mes, alcanzando una reducción del 95 % en el segundo mes y del 97.5 % al finalizar el primer año. El volumen final representó cerca del 84.4 % del volumen posoperatorio inicial. A pesar de estos hallazgos, los autores sugieren que se requieren estudios con un seguimiento mayor a un año para confirmar si los cambios observados continúan siguiendo el patrón de función inversa identificado en esta investigación. (Pavri et al., 2016)

III. 7 Factores que aumentan la probabilidad de cambios en la respuesta inflamatoria después de una rinoplastia.

Isquemia e hipoxia:

La reducción de la presión de oxígeno en los tejidos subcutáneos aumenta las tasas de infección en la herida y disminuye la producción de colágeno, lo que prolonga el tiempo de inflamación. Este fenómeno puede ser causado por diversos factores, como el dolor, el frío, el miedo, el consumo de nicotina, los agonistas α_1 , los antagonistas β y la hipovolemia. (Janis & Harrison, 1972)

Infecciones:

La presencia de bacterias en el lecho de una herida puede interferir negativamente en cada una de las fases del proceso de cicatrización. La proliferación bacteriana prolonga el estado inflamatorio y altera la función de los leucocitos mediante la liberación de factores de virulencia, lo que también impacta la formación adecuada del tejido de granulación. Aunque en ciertos casos las bacterias pueden estimular una producción mínima de colágeno, cuando su concentración supera los 10^3 organismos por mililitro, la cicatrización se ve considerablemente retrasada. Una excepción relevante son los estreptococos β -hemolíticos, cuya sola presencia en una herida puede ser indicativa de infección. (Janis & Harrison, 1972)

En el contexto de la rinoplastia, la literatura reporta una tasa global de infección que varía entre el 0 % y el 4 %. Estas infecciones pueden manifestarse en distintos niveles de gravedad, desde cuadros leves como celulitis de los tejidos blandos hasta la formación de abscesos. Aunque las infecciones cutáneas y de tejidos blandos son poco frecuentes en este tipo de procedimientos, pueden alterar significativamente todas las fases del proceso inflamatorio. En casos excepcionales, podrían derivar en complicaciones severas, como abscesos cerebrales o meningitis; sin embargo, estos escenarios son extremadamente poco comunes. (Eytan & Wang, 2021).

Tabaquismo:

Diversos componentes presentes en el tabaco interfieren negativamente en las distintas fases del proceso de cicatrización. La nicotina actúa como un potente vasoconstrictor y favorece la agregación plaquetaria, lo que puede generar isquemia local y formación de trombos. Por otro lado, el monóxido de carbono, cuya afinidad por la hemoglobina es 200 veces mayor que la del oxígeno, forma carboxihemoglobina y disminuye significativamente el transporte de oxígeno hacia los tejidos lesionados.

A esto se suma el efecto del cianuro de hidrógeno, que interfiere con el metabolismo oxidativo celular y limita aún más el aporte adecuado de oxígeno.

Como resultado de estos efectos combinados, se produce una reducción notable en la oxigenación del lecho de la herida, lo cual retrasa la regeneración tisular. En este contexto, Sarin y colaboradores reportaron que fumar un solo cigarrillo puede disminuir el flujo sanguíneo cutáneo hasta en un 42 %, lo que refuerza la relación directa entre el tabaquismo y la alteración del proceso de cicatrización. (Janis & Harrison, 1972)

Diabetes:

La hiperglucemia tiene un impacto negativo significativo en los procesos de cicatrización, ya que interfiere con la síntesis adecuada de proteínas y enzimas, lo que conduce a su disfunción. Esta alteración compromete múltiples mecanismos fisiológicos, incluyendo la oxigenación tisular, el flujo sanguíneo y la respuesta inmunológica. Además, los niveles elevados de glucosa en sangre favorecen un ambiente propicio para el crecimiento bacteriano, dificultan la migración celular y disminuyen la eficacia de los leucocitos, especialmente de los neutrófilos y macrófagos. Todo esto en conjunto puede retrasar el proceso de regeneración tisular, aumentar el riesgo de infecciones y prolongar el tiempo de cicatrización. (Janis & Harrison, 1972)

Deficiencia nutricional:

La desnutrición proteica severa tiene un impacto considerable en el proceso de cicatrización, ya que el catabolismo tisular supera la capacidad reparadora del organismo. Este desequilibrio puede observarse en enfermedades como el cáncer o en el alcoholismo crónico, donde las reservas nutricionales se encuentran gravemente disminuidas. En estos casos, la administración de aminoácidos esenciales puede contribuir a restaurar adecuadamente la cicatrización de las heridas.

Además de las proteínas, diversos micronutrientes actúan como cofactores clave en este proceso. La vitamina A, por ejemplo, participa activamente en la epitelización, el cierre de heridas y la síntesis de colágeno. Su deficiencia puede disminuir la tasa de producción de colágeno y retrasar la reticulación de sus moléculas. Se recomienda una dosis de 25,000 UI por vía oral al día antes de la cirugía y durante los cuatro días posteriores.

La vitamina C también cumple una función esencial, ya que actúa como cofactor en la hidroxilación de lisina y prolina, pasos fundamentales en la síntesis del colágeno. Aunque su requerimiento diario es de 60 mg, la evidencia sobre los beneficios adicionales de su suplementación en pacientes sin deficiencia no es concluyente.

Por otro lado, la vitamina E puede tener un efecto negativo sobre la cicatrización al reducir la producción de colágeno y la resistencia a la tracción de la herida, aunque su impacto clínico parece ser limitado. La vitamina K, por su parte, es fundamental para la coagulación, ya que actúa como cofactor en la síntesis de los factores II, VII, IX y X.

Entre los oligoelementos más relevantes en la reparación tisular se encuentran el zinc y el hierro. El zinc, en particular, es parte integral de numerosas enzimas involucradas en la síntesis de ARN, ADN y colagenasa. El magnesio también desempeña un papel importante como cofactor en las enzimas que intervienen en la síntesis de proteínas y colágeno, y ha sido utilizado en algunas formulaciones tópicas para favorecer la cicatrización. (Janis & Harrison, 1972; Papel, 2016)

Medicamentos:

Los corticosteroides desempeñan un papel importante en el control de la respuesta inflamatoria, motivo por el cual su uso está ampliamente indicado en diversas condiciones clínicas. Sin embargo, en el contexto de la cicatrización de heridas, su efecto antiinflamatorio puede tener implicaciones relevantes. Al reducir la inflamación, los esteroides pueden interferir en las fases iniciales del proceso reparativo, disminuir la epitelización y limitar la producción de colágeno, lo que en ciertos casos podría aumentar el riesgo de dehiscencia de las incisiones quirúrgicas o favorecer la aparición de infecciones. Aunque estos efectos no contraindican su uso de manera general, sí es importante considerar cuidadosamente su administración en el periodo perioperatorio, valorando siempre el equilibrio entre sus beneficios clínicos y el posible impacto sobre la reparación tisular. (Janis & Harrison, 1972; Papel, 2016)

Radiación:

Los pacientes sometidos a radioterapia tienen un alto riesgo de cicatrización deficiente debido a efectos como la endarteritis obliterante, que reduce la producción de colágeno y disminuye la resistencia a la tensión de las heridas. Esto, junto con otros posibles alteraciones bioquímicas a nivel molecular, impacta la cicatrización.

El principal efecto de la radiación es el daño al ADN, causado por partículas subatómicas que generan rupturas en la cadena del ADN o alteran su estructura. Además, los radicales libres formados durante este proceso afectan las proteínas y membranas celulares. Aunque las enzimas reparadoras intentan mitigar el daño, este a menudo supera las capacidades de reparación del cuerpo, lo que lleva a microvascularidad alterada, fibrosis y atrofia.

La radiación también produce efectos agudos, como estasis y oclusión de la vasculatura, edema endotelial y trombosis, que deterioran la proliferación, migración y contracción de los fibroblastos. Esto retrasa la cicatrización, disminuye la resistencia de la herida y aumenta el riesgo de infecciones y dehiscencia.

Además, la radiación solar también daña el ADN y crea radicales libres, lo que impacta negativamente en la irrigación microvascular, causando estasis, oclusión, edema endotelial y trombosis, lo que, a largo plazo, provoca fibrosis y atrofia de la piel nasal. (Baker, 2022; Janis & Harrison, 1972; Papel, 2016)

III. 8 Ultrasonido de piel y tejido celular subcutáneo de nariz

El ultrasonido utiliza ondas sonoras de alta frecuencia, inaudibles para el oído humano, con una frecuencia superior a 20,000 ciclos por segundo (20 kHz). Estas ondas son alteradas por los distintos tejidos, los cuales pueden reflejarlas directamente o dispersarlas en forma de ecos antes de que lleguen al transductor. Los ecos reflejados desde las capas más profundas son más atenuados que los de las capas superficiales. Al recibir estos ecos en el transductor, es posible reconstruir un mapa bidimensional de los tejidos (Caypinar Eser, Ilhan, & Cengiz, 2018)

La ecografía es un método diagnóstico seguro e inofensivo que permite realizar estudios repetidos sin riesgos ni la necesidad de preparaciones previas. Este procedimiento es fácilmente accesible y ha evolucionado con el tiempo. Desde su primer uso en 1979 mediante ecografía en modo A (amplitud), hasta la ecografía en modo B (brillo), la cual se ha convertido en la más utilizada debido a que ofrece imágenes transversales de los tejidos subyacentes, mejorando la precisión en la medición del grosor de la piel y cicatrices al reducir la ambigüedad en las interfaces tisulares. La ecografía de alta frecuencia permite una medición detallada, diferenciando estructuras como la epidermis y la dermis.

Este método no solo es seguro y no invasivo, sino también rentable y eficiente, con ventajas como portabilidad, imágenes en tiempo real y ausencia de radiación. Sin embargo, su precisión depende de la habilidad del operador y de factores como la colocación del transductor, la frecuencia del ultrasonido y la compresión cutánea. (Águila Carbelo, Esquivel Sosa, & Rodríguez González, 2019; Meikle, Kimble, & Tyack, 2022; Nemati, Banan, Alizadeh, Leili, & Kerdari, 2013)

Un estudio realizado por Chen y colaboradores examinó la validez y confiabilidad del ultrasonido cutáneo en pacientes con esclerosis sistémica, demostrando que el grosor de la piel medido por ultrasonido está bien correlacionado con el grosor histológico. Además, tanto en la evaluación del grosor como de la rigidez de la piel, la reproducibilidad intra observador e inter observador fue excelente, con coeficientes de correlación intraclase (ICC) de 0.9 y 0.8, respectivamente. Estos resultados respaldan el uso del ultrasonido cutáneo en la práctica clínica para pacientes con esclerosis sistémica, así como su posible aplicación en ensayos clínicos y en otras patologías de la piel o para evaluar el grosor cutáneo en distintos contextos clínicos. (Chen et al., 2020)

Por otro lado, Aaron Kosins y colaboradores realizaron un estudio sobre la medición del grosor de la piel y el TCS mediante ultrasonido en la región nasal, encontrando variabilidad en el espesor en diferentes puntos anatómicos nasales. Este hallazgo sugiere que los diferentes espesores pueden predisponer a cambios inflamatorios en la piel en un mismo paciente. (Kosins & Obagi, 2017)

IV. Hipótesis

Hipótesis de trabajo: El uso de terapia de cámara hiperbárica reduce los cambios inflamatorios en la piel y el tejido celular subcutáneo en pacientes posoperados de rinoplastia en el Hospital San José.

Hipótesis nula: El uso de terapia de cámara hiperbárica aumenta los cambios inflamatorios en la piel y el tejido celular subcutáneo en pacientes posoperados de rinoplastia en el Hospital San José.

Hipótesis alterna: El uso de terapia de cámara hiperbárica no modifica los cambios inflamatorios en la piel y el tejido celular subcutáneo en pacientes posoperados de rinoplastia en el Hospital San José.

V. Objetivos

V. 1 Objetivo General

Evaluar la eficacia del uso de terapia de cámara hiperbárica en la reducción de los cambios inflamatorios en la piel y tejido celular subcutáneo en pacientes posoperados de rinoplastia en el Hospital San José de Querétaro en el periodo comprendido del 1º de abril al 30 de junio del 2025.

V. 2 Objetivos específicos

- Medir los cambios inflamatorios de la piel y tejido celular subcutáneo en pacientes posoperados de rinoplastia en los que se aplicó terapia de cámara hiperbárica una semana antes de la cirugía, y al mes, 3 y 6 meses posteriores a la intervención.

- Medir los cambios inflamatorios obtenidos en pacientes en los que no se aplicó terapia de cámara hiperbárica una semana antes de la cirugía, al mes, y a los 3 y 6 meses posteriores a la cirugía.
- Comparar los cambios inflamatorios obtenidos en pacientes de ambos grupos

VI. Material y métodos.

VI.1 Tipo de investigación

Se realizó un estudio experimental, analítico, prospectivo, alternante, comparativo y longitudinal.

VI.2 Población o unidad de análisis

La población de estudio estuvo conformada por todos los pacientes de 18 años a 60 años que acudan al departamento de Rinología y Cirugía Plástica Facial del Hospital San José y que fueron sometidos a rinoplastia como procedimiento único en el periodo comprendido del 1º de abril al 30 de junio del 2025.

VI.3 Muestra y tipo de muestra

La muestra estuvo constituida por todos los pacientes que cumplieron con criterios de inclusión y que fueron sometidos a rinoplastia primaria durante el periodo de estudio. Se utilizó un muestreo no probabilístico, por conveniencia.

VI.4 Criterios de selección

Criterios de inclusión:

1. Pacientes tratados con una rinoplastia primaria abierta.
2. Edad comprendida de 18 años a 60 años

3.Ambos sexos.

4.Pacientes que autoricen su participación y firmen el consentimiento informado

Criterios de exclusión:

1.Pacientes con tabaquismo activo

2.Pacientes con patologías comórbidas

3.Pacientes con lesiones cutáneas

4.Pacientes que presenten algún trauma nasal durante su recuperación

5.Pacientes con antecedente de consumo de esteroides sistémicos en los últimos 2 meses.

6.Pacientes a los que se sometieron a tratamientos dermatológicos para adelgazar la piel, en los últimos 6 meses

Criterios de eliminación:

1.Pacientes que abandonaron el estudio

2.Pacientes que presentaron complicaciones

3.Pacientes tratados con esteroides sistémicos durante el estudio.

4.Pacientes que fueron tratados con algún desinflamatorio tópico en el periodo posoperatorio.

VI.5 Variables del estudio

Nombre de la variable	Definición conceptual	Definición operacional	Naturaleza	Escala de medición	Escala
Edad	Tiempo transcurrido en años desde que una persona nace	Se expresa en años cumplidos al inicio del estudio y se verifica con la fecha de nacimiento	Cuantitativa independiente	años	años
Sexo	Concepto que permite catalogar a una persona en mujer o hombre	Masculino genero del hombre. Femenino genero de la mujer	Cualitativa dicotómica independiente	Nominal	Masculino Femenino
Cámara hiperbárica	Tratamiento médico que consiste en exponer al paciente a oxígeno puro en una cámara sellada a una presión mayor que la presión atmosférica al nivel del mar (1.4 atmosferas).	cantidad de sesiones de cámara hiperbárica que recibe cada paciente, así como la duración y la frecuencia de estas sesiones.	Cualitativa dicotómica independiente	Binaria	1= reciben cámara hiperbárica 0=no reciben cámara hiperbárica
Espesor de PN y TSC	Cantidad medible del espesor de la piel y el tejido celular subcutáneo, por medio de Ultrasonido.	Se expresa en milímetros.	Cuantitativa Dependiente	Continua	Milímetros
Tiempo de evaluación	Periodo en el cual el paciente es valorado con Ultrasonido, a partir del inicio del estudio.	Se expresa en meses cumplidos a partir de iniciado el estudio. Se verifico por medio de la base de datos y el paciente. Antes de la cirugía, 1 mes, 3 meses y 6 meses	Cuantitativa Dependiente	Discreta	Meses

VI.6 Técnicas e instrumentos

Se realizaron mediciones ultrasonográficas del espesor de la piel y del tejido celular subcutáneo, con los pacientes en decúbito supino, aplicando un gel sobre la nariz para mejor conducción y se colocando el transductor ultrasonográfico en las regiones anatómicas de interés: rinion, suprapunta y punta nasal.

VI.7 Procedimientos

Prevía autorización del Comité de Ética en Investigación del Hospital San José y del Comité de Investigación de la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro, se incluyeron pacientes sometido a rinoplastia primaria como procedimiento único. A todos los participantes se les solicitó la firma del consentimiento de informado.

Las mediciones ultrasonográficas del espesor de piel y TCS se realizaron en cuatro momentos: preoperatorio, y al mes, 3 y 6 meses de postoperatorio. Los datos obtenidos fueron registrados en una base de datos en formato Excel.

Los pacientes fueron divididos de manera alternante en dos grupos:

- Grupo A: pacientes que recibieron TOHB
- Grupo B: pacientes que no recibieron TOHB

VI.7.1 Análisis estadístico

Se evaluó la distribución de las variables mediante pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, de manera estratificada por grupo y momento de seguimiento (1, 3 y 6 meses). Dado que la mayoría de las variables presentó desviaciones significativas de la normalidad, no fue posible utilizar ANOVA tradicional para medidas repetidas.

En consecuencia, se emplearon modelos lineales mixtos, los cuales permiten un mejor manejo de la dependencia entre observaciones, son más robustos ante desviaciones de la normalidad y facilitan la inclusión de covariables y efectos aleatorios. En los modelos se consideraron como efectos fijos el tiempo de seguimiento postoperatorio, el uso de cámara hiperbárica y la interacción entre ambas variables, utilizando la edad como covariable de ajuste.

Las variables cuantitativas se describieron mediante media y desviación estándar o mediana y rango intercuartil, según su distribución. Las variables cualitativas se expresaron como frecuencias y porcentajes. Se consideró un valor de $p < 0.05$ como estadísticamente significativo, con un nivel de confianza del 95%. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS versión 23 para Windows.

VI.7. 2. Consideraciones éticas

El estudio se realizó conforme a los principios de la Declaración de Helsinki y sus actualizaciones, así como a la normativa ética vigente en investigación biomédica con seres humanos. El protocolo fue sometido a evaluación y aprobado por el Comité de Investigación del Hospital San José y la Facultad de Medicina de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Se garantizó el respeto a los derechos humanos de los participantes, la confidencialidad de la información y el uso exclusivo de los datos con fines de investigación. Todos los pacientes recibieron información detallada sobre la naturaleza del estudio, los posibles riesgos y beneficios, y firmaron el consentimiento informado, asegurándoles que su decisión de participar o no no afectaría la calidad de su atención médica.

VII. Resultados

Se analizaron un total de 50 pacientes. En cuanto a las variables demográficas el promedio de edad en mujeres fue de 28.83 ± 8.22 años vs 32.3 ± 8.35 años en hombres, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre el grupo de hombres y mujeres ($p=0.239$), el 80% de la población estuvo compuesta por mujeres ($n=50$, $M=40$, $H=10$). Asimismo, la edad entre los pacientes que sí utilizaron cámara hiperbárica y los que no la utilizaron fue homogénea, no se identificaron diferencias significativas en la edad entre ambos grupos ($p=0.458$) ($Sí=30.15 \pm 7.78$ años, $No=28.29 \pm 9.31$ años).

Se analizó la distribución de las variables de cambio de espesor de la piel y el TCS utilizando pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnoff y Shapiro-Wilk), de manera estratificada por grupo y momento de seguimiento (1-3-6 meses).

En dicho análisis fue evidente como la mayoría de las variables presentó desviaciones significativas de la normalidad, por lo tanto no fue posible utilizar la prueba ANOVA tradicional para medidas repetidas, tomando esto en consideración se optó por el uso de modelos lineales mixtos, los cuales permiten un mejor manejo de la dependencia entre observaciones, son más robustos cuando se presentan desviaciones de la normalidad y facilitan la inclusión de covariables y de efectos aleatorios, lo que permite una estimación con mayor validez para el análisis de cambios en el tiempo y la comparación entre grupos.

Se analizaron los cambios en el espesor de la piel y el TCS en distintas regiones de la nariz: rinion, suprapunta y punta. En todos los modelos se incluyeron como efectos fijos el tiempo de seguimiento postoperatorio, el uso de cámara hiperbárica y la interacción entre ambas variables, la edad fue utilizada como covariable de ajuste.

Espesor de la piel

Al analizar el comportamiento de la piel en la región del rinion fue evidente la existencia de cambios significativos en el espesor de la piel a medida que pasaba el tiempo, siendo menor el espesor en el último periodo.

En la región del rinion, el modelo mostró un efecto significativo del tiempo de seguimiento postoperatorio ($p < 0.001$), en el espesor de la piel, siendo menores las medias en el grosor en el último periodo de seguimiento. No se identificaron diferencias significativas asociadas al uso de cámara hiperbárica ($p = 0.749$). Gráfico 1.

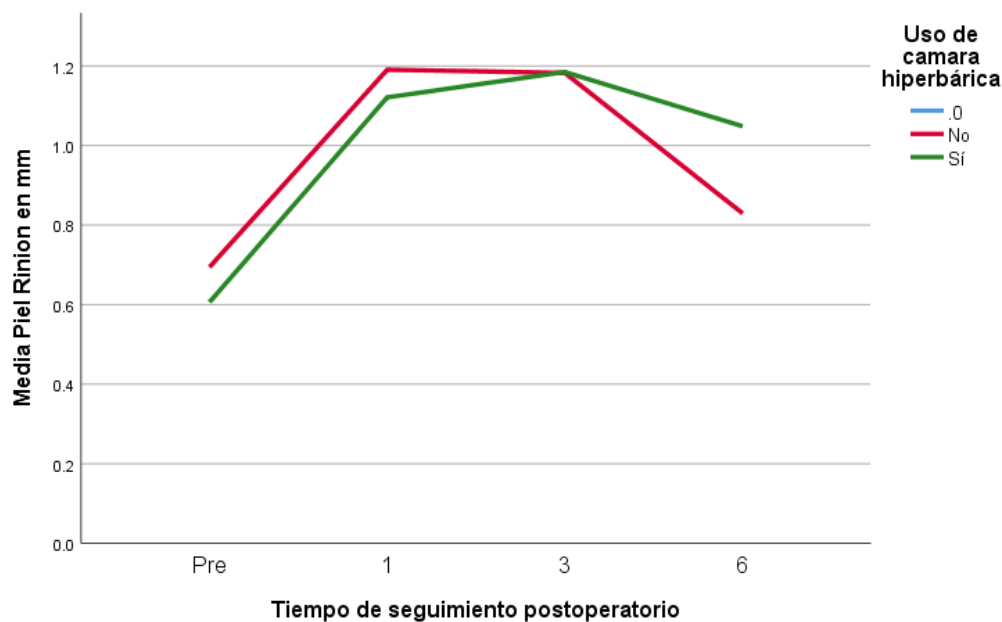


Gráfico 1: media estimada en mm de la piel en rinion.

En la región de la punta nasal de manera similar, se observó un efecto significativo del tiempo de seguimiento en el espesor de la piel en mm ($p < 0.001$), no se observaron diferencias significativas entre los grupos con cámara hiperbárica y sin cámara hiperbárica ($p = 0.632$), ni una interacción significativa entre el tiempo de

seguimiento y el uso de cámara hiperbárica ($p=0.215$), en concordancia con el modelo anterior el tiempo representa el factor más importante en el espesor de la piel en el seguimiento postoperatorio, sin contribuciones significativas de la cámara hiperbárica en dicha variable. Gráfico 2.

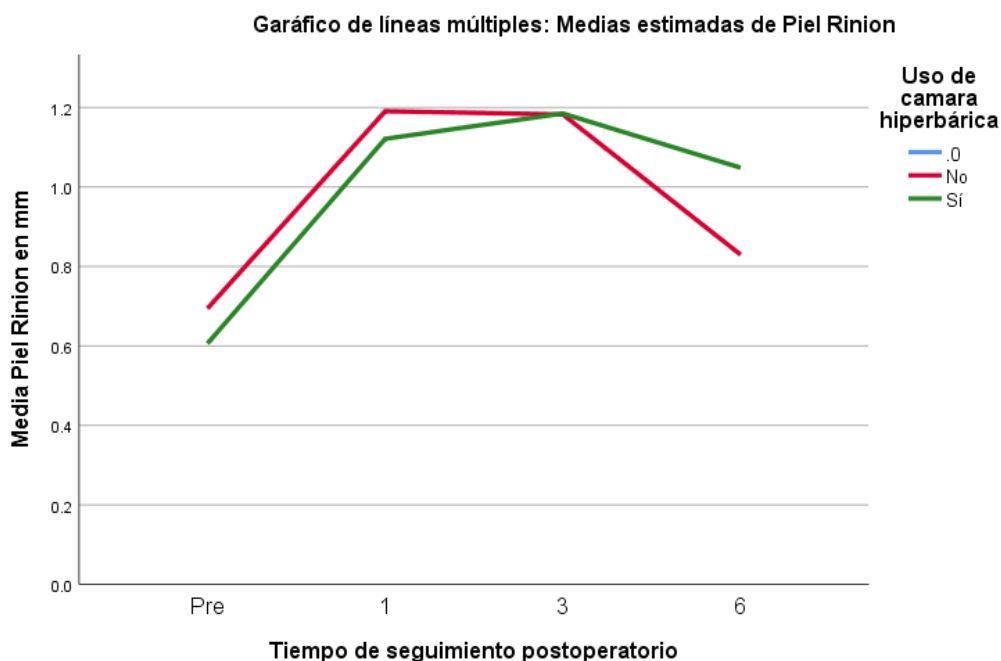


Gráfico 2: media estimada en mm de la piel en punta nasal.

La región suprapunta nasal, mostró también cambios significativos con el avance del tiempo ($p=0.001$). No se observaron diferencias significativas asociadas al uso de cámara hiperbárica ($p=0.188$), ni interacciones significativas entre el tiempo y el uso de cámara hiperbárica ($p=0.612$). Gráfico 3.

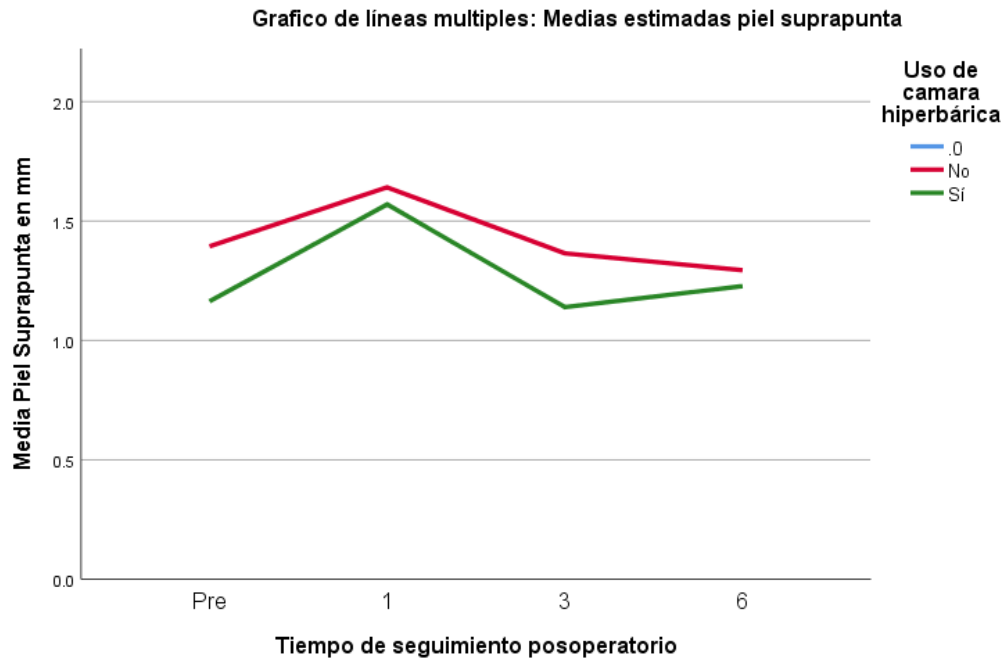


Gráfico 3: media estimada en mm de la piel en suprapunta nasal.

En ninguno de los modelos anteriores existió una relación entre la edad y el grosor cutáneo.

Tejido celular subcutáneo

En el análisis del TCS la región del rinion presentó cambios significativos con el transcurso del tiempo ($p < 0.001$), sin diferencias significativas asociadas al uso de cámara hiperbárica ($p = 0.124$), ni interacciones entre el tiempo y la utilización de cámara hiperbárica ($p = 0.540$). Gráfico 4.

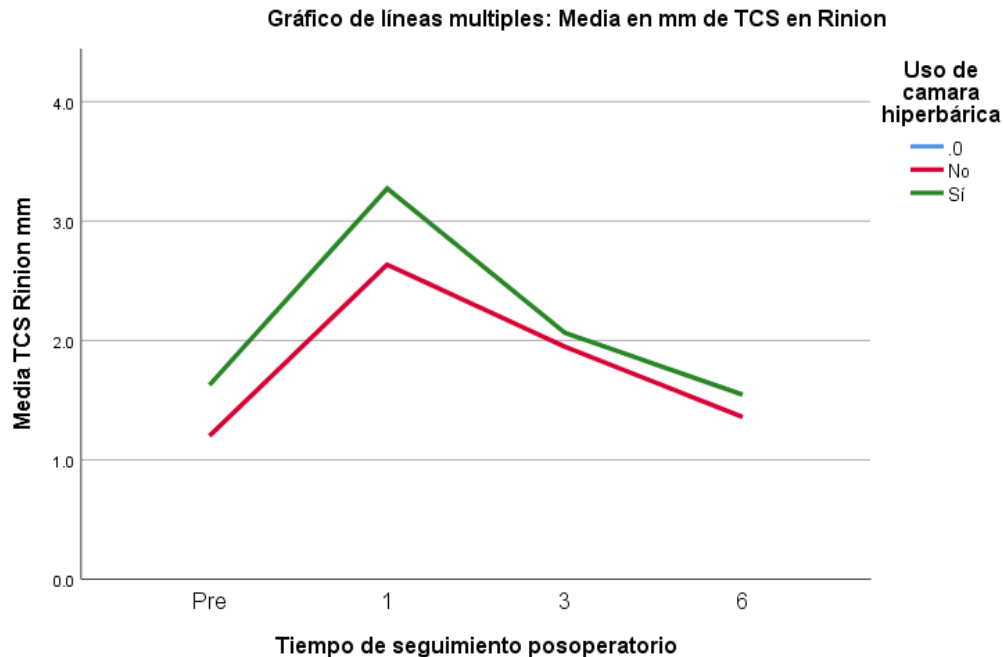


Gráfico 4: media estimada en mm de Tejido Celular Subcutáneo en rinion.

De manera concordante, el análisis del espesor del TCS de la punta nasal se vio beneficiado por la evolución en el tiempo de seguimiento postoperatorio ($p < 0.001$). Adicionalmente se observó un efecto principal significativo del uso de cámara hiperbárica ($p = 0.016$), lo que indica diferencias globales en el espesor del TCS entre los pacientes que utilizaron cámara hiperbárica y los que no. Gráfico 5. Las medias marginales estimadas mostraron que los pacientes que no utilizaron cámara hiperbárica presentaron un espesor promedio menor del TCS en la punta nasal en comparación con aquellos que sí la utilizaron, de manera consistente a lo largo del seguimiento postoperatorio. No se identificó una interacción significativa entre el tiempo de seguimiento y el uso de cámara hiperbárica ($p = 0.293$).

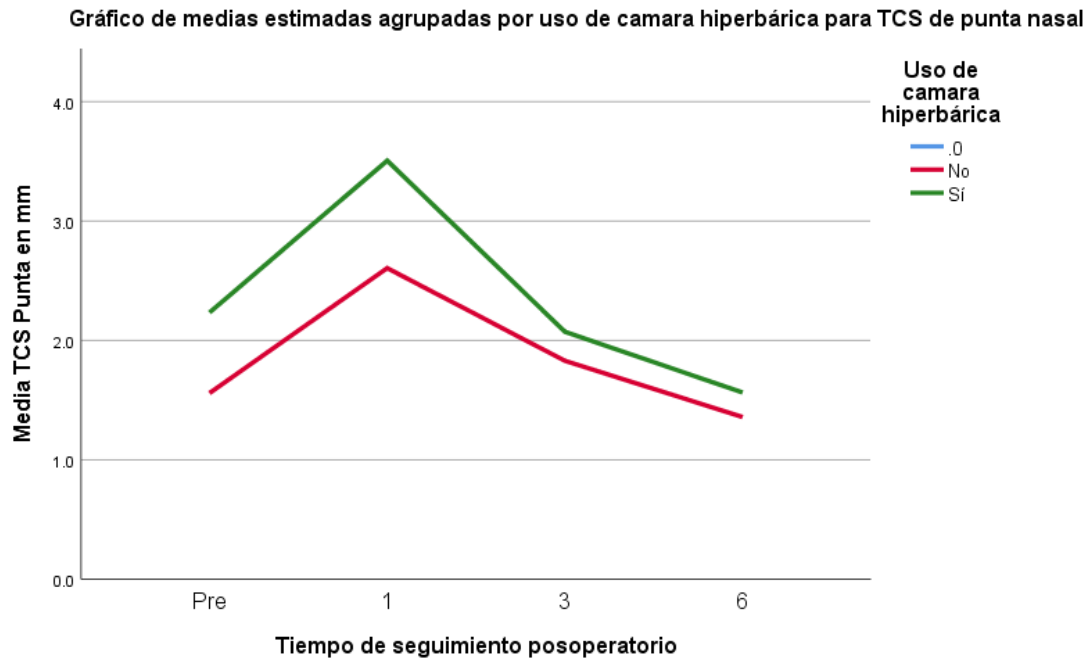


Gráfico 5: media estimada en milímetros de Tejido Celular Subcutáneo en punta nasal.

Finalmente, en el TCS de la región suprapunta mostró una evolución temporal paralela, siendo beneficiado por el tiempo ($p < 0.001$), sin un efecto del uso de cámara hiperbárica ($p = 0.393$), ni una interacción significativa entre el tiempo y el uso de cámara hiperbárica ($p = 0.136$). Gráfico 6.

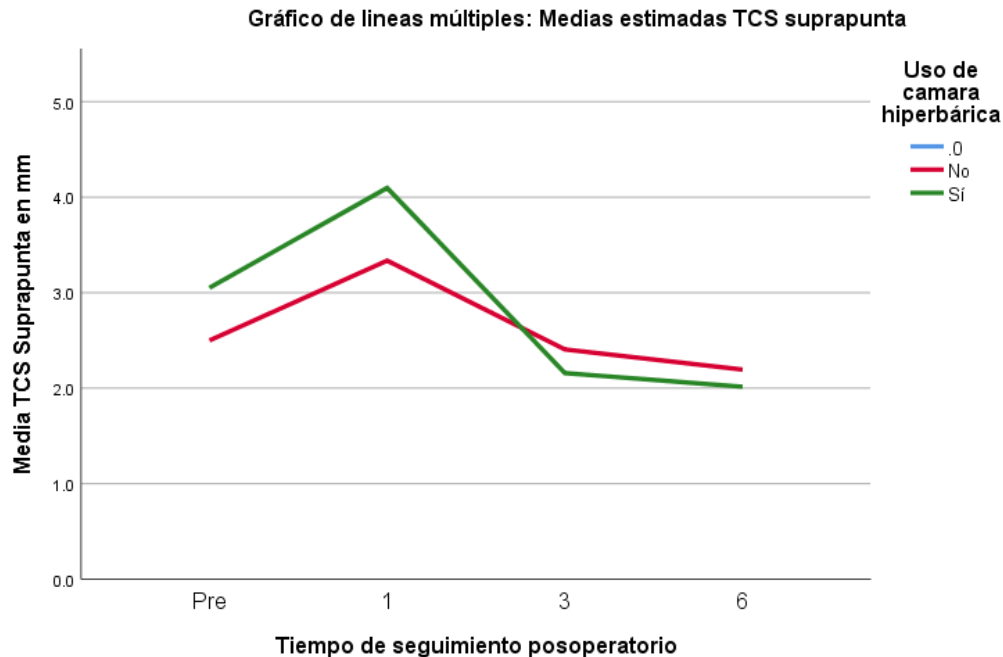


Gráfico 6: media estimada en milímetros Tejido Celular Subcutaneo en suprapunta nasal.

De manera global hubo contribución del tiempo en el espesor cutáneo y del TCS en todas las regiones anatómicas. Al analizar las medias marginales estimadas de espesor cutáneo y de TCS estas fueron menores en el grupo que no usó cámara hiperbárica, sin embargo, desde el punto de vista estadístico no hubo diferencias entre los grupos, únicamente en el grupo de TCS-punta hubo diferencias estadísticamente significativas y estas fueron en contra de la cámara hiperbárica, mostrando un grosor significativamente menor del TCS los pacientes que no utilizaron cámara.

En el apartado de anexos se incluyen las tablas de comparación de medias entre muestras independientes y las tablas de las medias estimadas y de efectos fijos tipo III, para una interpretación detallada de los resultados.

VIII. Discusión

En concordancia con lo descrito en la literatura internacional, el espesor de la piel y TCS presentó variaciones significativas a lo largo del seguimiento. Este comportamiento es consistente con la evolución esperada del proceso de cicatrización postoperatoria en rinoplastia, caracterizada por una disminución progresiva del edema tisular y una mejoría gradual en la remodelación intersticial. (Muhammad, 2023)

Estudios recientes han explorado el uso de TOHB como tratamiento coadyuvante para favorecer la cicatrización y recuperación en cirugía plástica, reconstructiva y estética. No obstante, el número de investigaciones disponibles es limitado y la calidad de la evidencia resulta variable, debido principalmente a la heterogeneidad metodológica de los protocolos empleados.

Una revisión sistemática en el ámbito plástico-reconstrutivo describe posibles beneficios de la TOHB sobre la cicatrización, la reducción de riesgo de infección y viabilidad tisular en el periodo postquirúrgico. Sin embargo, los autores enfatizan la necesidad de ensayos clínicos con diseños más rigurosos que permitan establecer con mayor precisión la magnitud del efecto y definir indicaciones clínicas específicas. (Ríos-Gómez, Gómez-Ortega , Cardona & De la Hoz-Valle, 2023)

En el contexto de la cirugía estética facial, un estudio de casos y controles evaluó los desenlaces relacionados con la recuperación y la presencia de complicaciones en pacientes con y sin TOHB. Si bien se destacó su potencial como terapia adyuvante, no fue posible demostrar un efecto estadísticamente significativo. (Neel, 2023)

En conjunto, gran parte de la evidencia disponible se basa en reportes anecdóticos y asociaciones sustentadas en modelos fisiopatológicos con posible traducción clínica.

Sin embargo, hasta el momento, los estudios no han logrado demostrar de manera consistente los efectos benéficos atribuidos a esta terapia. (Aguilar, 2024; Parnis, 2024; Zhou, 2023; Mink, Batenburg & Maars, 2024)

En el análisis del presente estudio no se observaron interacciones significativas entre el tiempo de seguimiento y el uso de cámara hiperbárica. En la mayoría de los modelos lineales mixtos, la TOHB no modificó la evolución longitudinal del espesor cutáneo ni del TCS. Las diferencias puntuales identificadas fueron más compatibles con un desplazamiento de los promedios globales, posiblemente relacionado con la concentración de valores extremos.

El hallazgo de un efecto principal significativo de la cámara hiperbárica sobre el TCS de la punta nasal, con medias marginales consistentemente mayores en el grupo que recibió TOHB, debe interpretarse como una asociación global ajustada. No es posible establecer una relación causal, debido a la presencia de grupos desiguales y a la posibilidad de confusión residual, particularmente por la acumulación de casos con valores extremos en dicho grupo.

IX. Conclusiones

1. El espesor de la piel y del tejido celular subcutáneo presentó cambios significativos a lo largo del seguimiento postoperatorio en todas las regiones anatómicas evaluadas.
2. El uso de la cámara hiperbárica no se asoció con cambios significativos en el espesor de la piel ni del tejido celular subcutáneo a lo largo del tiempo.
3. Las medias marginales estimadas mostraron mayores valores promedio de espesor en el grupo que utilizó cámara hiperbárica. No obstante, este hallazgo debe interpretarse con cautela, ya que el grupo que recibió oxigenoterapia hiperbárica presentó una sobrerrepresentación del género femenino, así como una mayor proporción de pacientes en comparación con el grupo control (33 vs 17), lo que podría haber influido en los valores promedio observados.

4. Desde el punto de vista estadístico, el efecto principal del uso de la cámara hiperbárica alcanzó significancia estadística únicamente en el tejido celular subcutáneo de la punta nasal, con un mayor espesor promedio en los pacientes que utilizaron oxigenoterapia hiperbárica en comparación con aquellos que no la recibieron.

5. La edad no se asoció de manera significativa con el espesor de la piel ni del tejido celular subcutáneo.

X. Propuestas

En el presente estudio se identificó que, a lo largo del seguimiento, la evolución observada fue consistente con el proceso fisiológico esperado de cicatrización posterior a una rinoplastia primaria realizada como procedimiento único.

Si bien la TOHB ha sido propuesta como una terapia coadyuvante para optimizar la recuperación postquirúrgica, los resultados de este estudio no demostraron un beneficio clínico significativo sobre la desinflamación media objetivamente, particularmente al analizar su efecto longitudinal.

Considerando las limitaciones del presente trabajo, incluyendo el tamaño muestral, la heterogeneidad de los grupos y la distribución desigual de variables biológicas, se considera necesario el desarrollo de estudios futuros con poblaciones más amplias, grupos más homogéneos y una mejor cuantificación de factores biológicos potencialmente confusores.

Hasta contar con evidencia más robusta, la recomendación derivada de este estudio es no indicar de manera rutinaria el uso de cámara hiperbárica en pacientes sometidos a rinoplastia primaria como procedimiento quirúrgico único, priorizando un seguimiento adecuado y el curso natural del proceso de cicatrización.

XI. Bibliografía

- Águila Carbelo, M., Esquivel Sosa, L., & Rodríguez González, C. (2019). Historia y desarrollo del ultrasonido en la Imagenología. *Acta Médica Del Centro*, 13(4), 601–615. Retrieved from <https://revactamedicacentro.sld.cu/index.php/amc/article/view/1054>
- Aguilar, H. A., et al. (2024). Experience of hyperbaric chamber usage in aesthetic plastic surgery practice for recovery and complication prevention. *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*.
- Al Arfaj, A. M. (2015). The use of nasal packing post rhinoplasty: Does it increase periorbital ecchymosis? A prospective study. *Journal of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 44(June), 5–8. <https://doi.org/10.1186/s40463-015-0075-5>
- Aldosari, B. (2021). Is Nasal Skin Thickness a Prognostic Indicator to Postoperative Edema and Ecchymosis? *Ear, Nose and Throat Journal*, 100(4), NP206–NP209. <https://doi.org/10.1177/0145561319868452>
- Baker, S. R. (2022). *Local flaps in facial reconstruction*. Elsevier.
- Bautista, S. A., Kim, D. H., Meer, E., & Ramesh, S. (2021). Update on Modalities for Reducing Preoperative and Postoperative Swelling. *Advances in Cosmetic Surgery*, 4(1), 225–236. <https://doi.org/10.1016/j.yacs.2021.02.008>
- Burget, G. C. (1995). Aesthetic Reconstruction of the Tip of the Nose. <https://doi.org/10.1111/j.1524-4725.1995.tb00209.x>
- Caypinar Eser, B., Ilhan, A. E., & Cengiz, B. (2018). Evaluation of A Well-Known Technique with Ultrasound: Dorsal Grafting in Rhinoplasty. *Aesthetic Plastic Surgery*, 42(1), 264–274. <https://doi.org/10.1007/s00266-017-0956-2>

- Chen, C., Cheng, Y., Zhu, X., Cai, Y., Xue, Y., Kong, N., ... Liang, M. (2020).
 Ultrasound assessment of skin thickness and stiffness: The correlation with
 histology and clinical score in systemic sclerosis. *Arthritis Research and
 Therapy*, 22(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s13075-020-02285-x>
- Cho, G. S., Kim, J. H., Yeo, N. K., Kim, S. H., & Jang, Y. J. (2011). Nasal skin
 thickness measured using computed tomography and its effect on tip surgery
 outcomes. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 144(4), 522–527.
<https://doi.org/10.1177/0194599811398936>
- Erdur, Z. B., Öktem, F., İnci, E., Yener, H. M., Gözen, E. D., Birben, A., ... Engin,
 B. (2020). Effect of Nasal Skin Type on Skin Problems following Rhinoplasty.
Facial Plastic Surgery, 36(5), 643–649. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1713792>
- Eytan, D. F., & Wang, T. D. (2021). Complications in Rhinoplasty. *Clinics in Plastic
 Surgery*. <https://doi.org/10.1016/j.cps.2021.07.009>
- Fife, C. E., Eckert, K. A., & Carter, M. J. (2016). An Update on the Appropriate
 Role for Hyperbaric Oxygen: indications and Evidence. *Plastic and
 Reconstructive Surgery*, 138(3S), 107–116.
<https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000002714>
- International Society of Aesthetic Plastic Surgery (ISAPS). (2024).
AESTHETIC/COSMETIC PROCEDURES. ISAPS On Survey. Retrieved from
https://www.isaps.org/media/rxnfqibn/isaps-global-survey_2023.pdf
- Janis, J. E., & Harrison, B. (1972). Wound Healing: Part I. Basic Science, 9–17.
<https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000002773>

- Kalaaji, A., Dreyer, S., Schnegg, J., Sanosyan, L., Radovic, T., & Maric, I. (2019). Assessment of rhinoplasty outcomes with FACE-Q rhinoplasty module: Norwegian linguistic validation and clinical application in 243 patients. *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*, 7(9).
<https://doi.org/10.1097/GOX.0000000000002448>
- Kim, T. K. (2019). Surgical anatomy for Asian rhinoplasty, 20(3), 147–157.
- Klatsky, S. A., & Manson, P. N. (1983). Aesthetic Rhinoplasty in Patients with Thick Nasal Skin. *Annals of Plastic Surgery*, 11(1), 10–16.
- Klein, K. C., & Guha, S. C. (2014). Cutaneous wound healing: Current concepts and advances in wound care. *Indian Journal of Plastic Surgery*, 47(3), 303–317. <https://doi.org/10.4103/0970-0358.146574>
- Kosins, A. M., & Obagi, Z. E. (2017). Managing the Difficult Soft Tissue Envelope in Facial and Rhinoplasty Surgery. *Aesthetic Surgery Journal*, 37(2), 143–157.
<https://doi.org/10.1093/asj/sjw160>
- Lopez-Ulloa, F., Plowes-Hernández, O., Ortiz-Moreno, C., & Montes-Bracchini, J. (2016). Abordaje integral de Fausto López Infante * para cirugía endonasal, 61(4), 271–279.
- Meikle, B., Kimble, R. M., & Tyack, Z. (2022). Ultrasound measurements of pathological and physiological skin thickness: A scoping review protocol. *BMJ Open*, 12(1). <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-056720>
- Mink van der Molen, D. R., Batenburg, M. C. T., Maarse, W., et al. (2024). Hyperbaric oxygen therapy and late local toxic effects in patients with irradiated breast cancer: A randomized clinical trial. *JAMA Oncology*, 10(4),

464–474. <https://doi.org/10.1001/jamaoncol.2023.6776>

Momeni, A., & Gruber, R. P. (2016). Primary open rhinoplasty. *Aesthetic Surgery Journal*, 36(9), 983–992. <https://doi.org/10.1093/asj/sjw093>

Muhammad, L. N. (2023). Guidelines for repeated measures statistical analysis with basic science research considerations. *Journal of Clinical Investigation*, 133(11), e171058. <https://doi.org/10.1172/JCI71058>

Neel, O. F., et al. (2023). Assessing the efficacy of hyperbaric oxygen therapy on facelift outcomes: A case-control study comparing outcomes in patients with and without hyperbaric oxygen therapy. *Aesthetic Surgery Journal Open Forum*, 5, ojad065. <https://doi.org/10.1093/asjof/ojad065>

Nemati, S., Banan, R., Alizadeh, A., Leili, E. K., & Kerdari, H. (2013). Ultrasonographic evaluation of long-term results of nasal tip defatting in rhinoplasty cases. *Laryngoscope*, 123(9), 2131–2135. <https://doi.org/10.1002/lary.23862>

Neves, J. C., Zholtikov, V., Cakir, B., Coşkun, E., & Arancibia-Tagle, D. (2021). Rhinoplasty Dissection Planes (Subcutaneous, Sub-SMAS, Supra-perichondral, and Sub-perichondral) and Soft Tissues Management. *Facial Plastic Surgery*, 37(1), 2–11. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1723825>

Oneal, R. M., & Beil, R. J. (2010). Surgical Anatomy of the Nose. *Clinics in Plastic Surgery*, 37(2), 191–211. <https://doi.org/10.1016/j.cps.2009.12.011>

Özkan, M. Ç., Yeşil, F., Bayramiçli, İ., & Bayramiçli, M. (2020). Soft tissue thickness variations of the nose: A radiological study. *Aesthetic Surgery*

- Journal*, 40(7), 711–718. <https://doi.org/10.1093/ASJ/SJZ320>
- Papel, I. D. (2016). *Facial Plastic and Reconstructive Surgery* (Fourth Edi). Thieme Medical Publishers Inc.
- Park, S. S., Sethi, D. S., Kwan OO, K. K., & Loh, I. (2015). *Rhinoplasty dissection Manual. A text on Dissection, Anatomy and Technique*. Endo Press.
- Parnis, J., et al. (2024). The role, safety, and efficacy of hyperbaric oxygen therapy in aesthetic practice: An evidence-based review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 23(6), 1940–1944. <https://doi.org/10.1111/jocd.16228>
- Pavri, S., Zhu, V. Z., & Steinbacher, D. M. (2016). Postoperative Edema Resolution following Rhinoplasty: A Three-Dimensional Morphometric Assessment. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 138(6), 973e-979e. <https://doi.org/10.1097/PRS.0000000000002760>
- Ríos-Gómez, M., Gómez-Ortega, V., Cardona, C., & De la Hoz-Valle, J. A. (2023). Hyperbaric oxygen therapy in plastic aesthetic and reconstructive surgery: Systematic review. *Surgical Techniques Development*, 12(1), 43–52. <https://doi.org/10.3390/std12010003>
- Toriumi, D. M., Mueller, R. A., Grosch, T., Bhattacharyya, T. K., & Larrabee, W. F. (2015). Vascular Anatomy of the Nose and the External Rhinoplasty Approach.
- Zhou, D., Fu, D., Yan, L., & Xie, L. (2023). The role of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of surgical site infections: A narrative review. *Medicina (Kaunas)*, 59(4), 762. <https://doi.org/10.3390/medicina59040762>

XII. Anexos

XII. 1. Carta consentimiento de informado investigación



Departamento de Rinología, Cirugía Plástica Facial
y Medicina Estética

"CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO"



Querétaro a _____ del mes de _____ 2025.

Yo _____ acepto participar en el proyecto de investigación titulado "EFICACIA DE LA TERAPIA EN CÁMARA HIPERBÁRICA EN LA REDUCCIÓN DE CAMBIOS INFLAMATORIOS EN PIEL Y TEJIDO CELULAR SUBCUTÁNEO EN PACIENTES POSOPERADOS DE RINOPLASTIA: HOSPITAL SAN JOSÉ, QUERÉTARO".

El personal médico del Departamento de Rinología y Cirugía Plástica Facial del Hospital San José me ha explicado de forma clara y precisa en qué consiste el procedimiento. Sin tener dudas sobre los beneficios, acepto y comprendo que, durante el curso del estudio, es importante comunicar cualquier proceso infeccioso, uso de medicamentos no indicados, exposición solar intensa o algún incidente posterior a mi cirugía en la nariz.

Acepto que se me realice en este Hospital un ultrasonido de mi nariz antes de la cirugía, al mes, 3 y 6 meses posteriores a la misma, lo cual no repercute en mi salud, al ser un estudio inocuo.

Comprendo que en el transcurso del estudio podré solicitar información actualizada sobre la investigación y el investigador responsable.

El investigador principal me ha asegurado que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio, y que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados de forma confidencial.

Dentro de los beneficios de ser parte de este estudio se encuentran la evaluación de los cambios inflamatorios de la nariz y la información precisa sobre la evolución postoperatoria, así como obtener los beneficios de tratamiento con oxígeno hiperbárico como es potenciar los sistemas naturales de nuestro organismo para la reparación de tejidos, la revascularización y la producción de colágeno, mejorando la lucha contra microorganismos patógenos, fortaleciendo el sistema inmunológico y ayudando al cuerpo a acelerar su curación.

Autoriza Paciente
Nombre y firma

Medico Informante
Dra. Edith América
Calderón Papías

Medico Titular
Dr. Carlos Villa Rojas

XII. 2. Carta de consentimiento de informado cámara hiperbárica

"CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO CAMARA HIPERBARICA"	
Querétaro a _____ del mes de _____ 2025.	
Yo _____ como paciente en pleno uso de mis facultades, libre y voluntariamente, DECLARO que he sido debidamente INFORMADO/A y autorizo ser sometida a terapia de cámara hiperbárica .	
Información general La terapia de inhalación de oxígeno a altas dosis, en periodos cortos y bajo una presión aumentada en una cámara completamente presurizada, ofrece múltiples beneficios para la salud. Debido al aumento de presión y la mayor concentración de oxígeno, la hemoglobina se satura de oxígeno tanto en la sangre venosa como en la arterial. Esto produce varios efectos positivos, como la estimulación de la angiogénesis, mejorando la formación de nuevos vasos sanguíneos; la potenciación de la fagocitosis y granulocitosis, fortaleciendo el sistema inmunológico para combatir infecciones; y la vasoconstricción, que reduce el edema. Además, tiene una acción bacteriostática sobre anaerobios y bactericida sobre anaerobios no esporulados, estimula la formación de células madre, tiene un efecto inmunomodulador, aumenta la tolerancia a la glucosa, disminuye el volumen de burbujas en embolias gaseosas y estimula la formación de óxido nítrico. Cualquier patología que cause hipoxia en los tejidos puede beneficiarse del oxígeno hiperbárico. El objetivo es que al respirar oxígeno hiperbárico potenciemos los sistemas naturales de nuestro organismo para la reparación de tejidos, la revascularización y la producción de colágeno, mejorando la lucha contra microorganismos patógenos, fortaleciendo el sistema inmunológico y ayudando al cuerpo a acelerar su curación hasta un 50% más rápido.	
¿Cómo funciona? El paciente se introduce en la cámara hiperbárica de la cual se presuriza inyectando aire del ambiente purificado y comprimido hasta alcanzar la presión establecida por el especialista en medicina hiperbárica, respirando oxígeno a altas concentraciones en un tiempo de exposición (isopresión) de alrededor de 60 minutos como promedio.	
Usted debe saber que no debe llevar ningún producto cosmético, cremas, esmalte de uñas etc. Debe utilizar ropa de 100% de algodón durante la sesión en la cámara. No puede entrar en la cámara con ningún objeto electrónico, móvil, Tablet, iPod etc.	
RIESGOS Las posibles complicaciones que se describen a continuación son poco frecuentes y suelen presentarse en largas exposiciones en cámara hiperbárica, en cualquier caso, son leves y transitorias. Lesiones barotraumáticas en tímpano, senos paranasales y pulmones. Crisis jacksonianas. Efectos oculares: miopía hiperbárica que revierte espontáneamente en unos días y aceleración de cataratas ya establecidas, no produciéndose este efecto en el ojo sano. Edema agudo de pulmón en pacientes cardiopatas o con fracción de eyección bajas.	
Consiento que actualmente NO tengo ningún síntoma de algún proceso infeccioso de vías respiratorias o del oído, que no padezco de sinusitis, claustrofobia, neumotórax, cataratas, neuritis óptica, epilepsia o crisis convulsivas, EPOC, cardiopatía descompensada, antecedente de cirugía torácica o de oídos, estoy en tratamiento con los siguientes medicamentos: Doxorubicina, Disulfiram, Cisplatino, Acetato de Mafenida, sulfato de bleomicina, quimioterapia; o estoy embarazada.	
Reconozco que no se me ha dado garantía alguna por parte de cualquier persona con respecto a los resultados que se puedan obtener. DOY CONSENTIMIENTO AL TRATAMIENTO entendiéndolo, por otra parte, mi derecho a revocar esta autorización en cualquier momento.	
_____ Paciente o Persona Autorizada a Firmar por el Paciente	
Fecha _____	Testigo _____

XII. 3. Hoja de recolección de datos de Excel

ID	Nombre	Edad	Sexo	Fecha_cirugía	Tiempo	Región	Piel_mm	TCS_mm	TCH
001					Pre	Rhinion			
001					Pre	Suprapunta			
001					Pre	Punta			
001					1m	Rhinion			
001					1m	Suprapunta			
001					1m	Punta			
001					3m	Rhinion			
001					3m	Suprapunta			
001					3m	Punta			
001					6m	Rhinion			
001					6m	Suprapunta			
001					6m	Punta			
002					Pre	Rhinion			
002					Pre	Suprapunta			
002					Pre	Punta			
002					1m	Rhinion			
002					1m	Suprapunta			
002					1m	Punta			
002					3m	Rhinion			
002					3m	Suprapunta			
002					3m	Punta			
002					6m	Rhinion			
002					6m	Suprapunta			
002					6m	Punta			

XII. 4. Tablas de análisis de resultados

Pruebas de efectos fijos de tipo III^a

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	50.180	59.249	.000
Camara_hiperbarica *	3	48.000	1.544	.215
Tiempo				
Camara_hiperbarica	1	47.408	.233	.632
Tiempo	3	48.000	9.400	.000
Edad	1	47.000	1.152	.289

Tabla 1 a. Variable dependiente: Piel Punta

1. Uso de camara hiperbárica * Tiempo de seguimiento posoperatorio^a

Uso de camara hiperbárica	Tiempo de seguimiento posoperatorio	Media	Desv. Error	gl	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
No	1	1.029 ^b	.113	47.276	.801	1.257
	2	1.600 ^b	.164	48.026	1.270	1.930
	3	1.082 ^b	.088	47.645	.904	1.260
	4	.870 ^b	.073	47.750	.723	1.017
Sí	1	.918 ^b	.081	47.208	.755	1.082
	2	1.358 ^b	.118	47.987	1.121	1.595
	3	1.158 ^b	.063	47.559	1.030	1.285
	4	.979 ^b	.052	47.671	.874	1.084

Tabla 2: a. Variable dependiente: Piel Punta

b. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: Edad en años cumplidos = 29.52.

Pruebas de efectos fijos de tipo III^a

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	48.029	89.497	.000
Tiempo *	3	48.000	1.523	.221
Camara_hiperbarica				
Tiempo	3	48.000	26.267	.000
Camara_hiperbarica	1	47.296	.104	.749
Edad	1	46.999	.809	.373

Tabla 3: a. Variable dependiente: Piel Rinion

1. Tiempo de seguimiento postoperatorio * Uso de camara hiperbárica^a

Tiempo de seguimiento		Intervalo de confianza al 95%				
postoperatorio	Uso de camara hiperbárica	Media	Desv. Error	gl	Límite inferior	Límite superior
1	No	.690 ^b	.075	47.586	.540	.840
	Sí	.608 ^b	.054	47.499	.500	.716
2	No	1.186 ^b	.133	47.988	.920	1.453
	Sí	1.123 ^b	.095	47.942	.932	1.315
3	No	1.178 ^b	.098	47.930	.981	1.375
	Sí	1.187 ^b	.070	47.858	1.046	1.328
4	No	.825 ^b	.094	47.756	.636	1.015
	Sí	1.051 ^b	.068	47.681	.915	1.187

Tabla 4: a. Variable dependiente: Piel Rinion

b. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: Edad en años cumplidos = 29.52.

Pruebas de efectos fijos de tipo III^a

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	14.531	51.024	.000
Tiempo *	3	441.904	.606	.612
Camara_hiperbarica				
Tiempo	3	441.904	5.351	.001
Camara_hiperbarica	1	17.908	1.876	.188
Edad	1	14.248	.038	.848

Tabla 5: a. Variable dependiente: Piel Suprapunta

Estimaciones^a

Tiempo de seguimiento		Intervalo de confianza al 95%				
posoperatorio	Media	Desv. Error	gl	Límite inferior	Límite superior	
1	1.279 ^b	.082	89.279	1.116	1.442	
2	1.606 ^b	.095	83.444	1.417	1.794	
3	1.252 ^b	.067	39.275	1.117	1.388	
4	1.261 ^b	.067	40.329	1.125	1.397	

Tabla 6: a. Variable dependiente: Piel Suprapunta

b. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: Edad en años cumplidos = 29.52.

Pruebas de efectos fijos de tipo III^a

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	49.826	41.426	.000
Camara_hiperbarica *	3	48	1.278	.293
Tiempo				
Camara_hiperbarica	1	47.613	6.281	.016
Tiempo	3	48	19.003	.000
Edad	1	47.000	.393	.534

Tabla 7: a. Variable dependiente: TCS Punta

1. Uso de camara hiperbárica * Tiempo de seguimiento posoperatorio^a

Uso de camara hiperbárica	Tiempo de seguimiento posoperatorio	Intervalo de confianza al 95%				
		Media	Desv. Error	gl	Límite inferior	Límite superior
No	1	1.566 ^b	.224	47.511	1.115	2.017
	2	2.613 ^b	.342	47.947	1.925	3.302
	3	1.837 ^b	.212	47.683	1.410	2.264
	4	1.366 ^b	.155	47.547	1.054	1.678
Sí	1	2.230 ^b	.161	47.430	1.906	2.553
	2	3.502 ^b	.246	47.901	3.008	3.996
	3	2.069 ^b	.152	47.599	1.763	2.375
	4	1.560 ^b	.111	47.485	1.336	1.783

Tabla 8: a. Variable dependiente: TCS Punta

b. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: Edad en años cumplidos = 29.52.

2. Tiempo de seguimiento posoperatorio^a

Tiempo de seguimiento posoperatorio	Intervalo de confianza al 95%				
	Media	Desv. Error	gl	Límite inferior	Límite superior
1	1.898 ^b	.138	47.370	1.620	2.175
2	3.058 ^b	.211	47.866	2.634	3.481
3	1.953 ^b	.130	47.537	1.690	2.215
4	1.463 ^b	.095	47.438	1.272	1.655

Tabla 9: a. Variable dependiente: TCS Punta

b. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: Edad en años cumplidos = 29.52.

Pruebas de efectos fijos de tipo III^a

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	63.137	79.423	.000
Camara_hiperbarica *	3	48	.728	.540
Tiempo				
Camara_hiperbarica	1	48.025	2.453	.124
Tiempo	3	48	8.626	.000
Edad	1	47	.213	.646

Tabla 10: a. Variable dependiente: TCS Rinion

1. Uso de camara hiperbárica * Tiempo de seguimiento posoperatorio^a

Uso de camara hiperbárica	Tiempo de seguimiento posoperatorio	Intervalo de confianza al 95%				
		Media	Desv. Error	gl	Límite inferior	Límite superior
No	1	1.196 ^b	.168	48.029	.857	1.535
	2	2.631 ^b	.559	48.000	1.508	3.755
	3	1.943 ^b	.190	48.059	1.562	2.324
	4	1.355 ^b	.132	47.679	1.089	1.621
Sí	1	1.629 ^b	.121	47.951	1.386	1.872
	2	3.275 ^b	.401	47.990	2.468	4.081
	3	2.066 ^b	.136	47.991	1.792	2.339
	4	1.547 ^b	.095	47.592	1.356	1.738

Tabla 11: a. Variable dependiente: TCS Rinion

b. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: Edad en años cumplidos = 29.52.

Pruebas de efectos fijos de tipo III^a

Origen	gl de numerador	gl de denominador	F	Sig.
Intersección	1	67.737	51.579	.000
Camara_hiperbarica *	3	37.857	1.963	.136
Tiempo				
Camara_hiperbarica	1	36.698	.746	.393
Tiempo	3	37.857	10.368	.000
Edad	1	69.727	.010	.922

Tabla 12: a. Variable dependiente: TCS Suprapunta prequirúrgico.

1. Uso de camara hiperbárica * Tiempo de seguimiento posoperatorio^a

Uso de camara hiperbárica	Tiempo de seguimiento posoperatorio	Media	Desv. Error	gl	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
No	1	2.501 ^b	.305	31.898	1.880	3.123
	2	3.337 ^b	.495	66.019	2.349	4.325
	3	2.407 ^b	.225	18.431	1.935	2.880
	4	2.196 ^b	.207	2698140.884	1.790	2.601
Sí	1	3.051 ^b	.219	31.858	2.605	3.496
	2	4.096 ^b	.355	65.972	3.387	4.805
	3	2.157 ^b	.162	18.377	1.818	2.496
	4	2.014 ^b	.148	10116994.590	1.724	2.305

Tabla 13: a. Variable dependiente: TCS Suprapunta

b. Las covariables que aparecen en el modelo se evalúan en los valores siguientes: Edad en años cumplidos = 29.52.