

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA



**COLORIMETRÍA COMO PREDICTOR DE VIABILIDAD DE
COLGAJOS LIBRES**

Por

DRA. AMÉRICA ESPINOZA MARIAN

**Como requisito para obtener el grado de
Especialista en**

CIRUGÍA PLÁSTICA ESTÉTICA Y RECONSTRUCTIVA

Enero 2021

COLORIMETRÍA COMO PREDICTOR DE VIABILIDAD DE COLGAJOS LIBRES

Aprobación de la tesis:

Dr. Sergio Armando Pérez Porras
Director de la tesis

Dr. med. Yanko Castro Govea
Coordinador de Enseñanza

Dr. MCM. Gabriel Angel Mecott Rivera
Coordinador de Investigación

Dr. med. Mauricio Manuel García Pérez
Jefe de Servicio o Departamento

Dr. med. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado

DEDICATORIA Y/O AGRADECIMIENTOS

A mis papás y hermanos, por ser y siempre estar. Porque aun conociéndome siguen apoyándome en todas mis decisiones, por seguirme a donde quiera que vaya, por ayudarme a encontrar el camino cuando las cosas no se veían muy claras, porque a pesar de mis ausencias, sé que me hacen presente en sus vidas y en sus actos.

A mis abuelos, siempre presentes en mi vida y ahora en mi corazón.

A mis tías y primas, también a mis tíos y primos, pero ellas son mayoría; por ser mi inspiración, uno de mis grandes motivos para llegar lejos y hacer cosas grandes.

A mis sobrinos que son puro amor, ternura e inocencia, dándole luz a los días difíciles.

A mis amigos, maestros, compañeros, Hospital Universitario y a todos los que confiaron en mi y me apoyaron para cumplir este sueño.

A la ciudad de Monterrey que me recibió estos años como un hogar.

A Rocío, Celeste, Sonia y Catalina.

Gracias, esto es por y para ustedes.

TABLA DE CONTENIDO

Capitulo I	Pagina
1. RESUMEN -----	1
Capitulo II	
2. INTRODUCCIÓN -----	4
Capitulo III	
3. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS -----	20
Capitulo IV	
4. OBJETIVOS -----	21
Capitulo V	
5. MATERIAL Y MÉTODOS -----	22
Capitulo VI	
6. RESULTADOS -----	28
Capitulo VII	
7. DISCUSIÓN -----	34
Capitulo VIII	
8. CONCLUSIÓN -----	44
Capitulo IX	
9. DECLARACIONES -----	45
Capitulo X	
10. BIBLIOGRAFÍA -----	46
Capitulo XI	
10. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO -----	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Tabla demográfica	29

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráficas	Página
1. Colgajos 1-10 -----	30
2. Colgajos con trombosis -----	32
3. Colgajos viables -----	33

LISTA DE ABREVIATURAS

mm: milímetros

nm: nanómetros

Cols. : colaboradores

vs : versus

Dr: Doctor

UANL: Universidad Autónoma de Nuevo León

E. : Eleuterio

USA: United States of America. Estados Unidos de América

c/u: cada uno

CIE: Comisión Internacional de Eclairage

ALT: Anterolateral de Muslo

DIEP: Perforante de Epigástrica Inferior Profunda

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

La transferencia de tejido libre microquirúrgico se considera un procedimiento reconstructivo confiable en la actualidad; con tasas de éxito del 91 al 99%; sin embargo, la pérdida del mismo resulta muy mórbido para el paciente y un costo alto para la institución. Se produce como consecuencia de una disminución de la capacidad de administrar oxígeno al tejido transferido antes de la arborización y la neovascularización, por compromiso del flujo arterial o venoso. La detección clínica influye importantemente en el éxito del rescate, con tasas de rescate que disminuyen de 62.2 a 21.4% si se reconocen después de 16 horas. Se requieren métodos de seguimiento objetivos, eficaces, no invasivos y de bajo costo para mejorar las tasas de éxito de los colgajos.

OBJETIVO

Determinar la utilidad diagnóstica de los cambios de color en colgajos libres respecto a la sobrevida del colgajo libre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se incluyeron 10 pacientes de ambos sexos que requirieron realización de colgajos libres durante el período de diciembre de 2018 a julio de 2020; y se realizaron mediciones con colorímetro.

Se tomaron lecturas CIELAB con colorímetro FRU en el centro del colgajo libre en pacientes de cualquier edad, ambos sexos:

Las mediciones se realizaron antes de iniciar la cirugía en el sitio donador, al momento de concluir la cirugía, cada hora durante las primeras 24 horas; cada 2 horas de las 24 a las 48 horas; cada 3 horas de las 48 a las 72 horas; cada 4 horas de las 72 a las 96 horas y cada 8 horas de las 96 a las 120 horas postoperatorias.

Fue suspendida la toma de colorimetría en aquellos colgajos que fue necesario reexplorarlos quirúrgicamente obteniendo la última medición inmediatamente antes de proceder a la reexploración.

* La determinación del color se realizó antes de la monitorización con Doppler.

* Se correlacionaron los cambios de color secuenciales con el estatus del colgajo a los 5 días de realizado el colgajo

* Se consideró que el colgajo sobrevivió cuando a los 21 días permaneció en el sitio receptor.

* Se consideró que el colgajo se perdió cuando tuvo que removerse del sitio receptor antes de los 21 días por motivos vasculares.

RESULTADOS

Se realizaron evaluaciones con colorimetría en 11 colgajos en 9 pacientes; de los cuales 5 fueron hombres, 4 fueron mujeres. Se excluyó un paciente (masculino) por no concluir las evaluaciones por traslado a otro hospital, quedando 10 pacientes en el estudio. Se realizaron 4 colgajos

radiales, 3 colgajos anterolaterales de muslo, 2 colgajos de la perforante de la arteria epigástrica inferior profunda (DIEP) y 1 colgajo lateral de brazo. De los 10 colgajos, 6 de éstos permanecieron en el sitio receptor hasta después del día 21; 4 requirieron reexploración quirúrgica por fallas vasculares por lo que en el momento que se detectó la necesidad de reintervención fueron suspendidas las tomas de colorimetrías.

CONCLUSIONES

La colorimetría es un método que promete dar una orientación objetiva acerca del estatus del colgajo, según este estudio más característicamente cuando se está instaurando una trombosis venosa; debido a que en este estudio no tuvimos trombosis arteriales no podemos saber si hay alguna importancia clínica en la evolución de esta circunstancia. Además en los colgajos viables no se observó un patrón específico en los valores obtenidos durante la vigilancia de los colgajos.

INTRODUCCIÓN

El colgajo libre es un tejido que se traslada de una área del cuerpo a un sitio receptor, con el pedículo vascular, manteniendo así la perfusión sanguínea. Se han descrito distintos tipos de colgajos, cutáneos, músculo-cutáneos, osteocutáneos y fasciocutáneos¹. La cirugía plástica, la microcirugía y los colgajos se ha visto influido en la evolución y progreso en el modo de reconstruir heridas graves; en 1902, Alexis Carrel fue el primero en llevar a cabo un colgajo libre, mismo que consistió en una transferencia de un segmento vascularizado de intestino a la región cervical en un perro². Malean y Bunche realizaron el primer colgajo libre en humano en 1972, cubriendo una herida de espesor total en cuero cabelludo con un colgajo de epiplón³.

Amplios defectos tisulares son causados posterior a traumas severos, quemaduras o resección extensa de tumores, originando un daño importante a la función, la forma y la estética en áreas determinadas. La utilización de colgajos libres autólogos, que actualmente es considerada el estándar de oro, logra la reconstrucción de defectos durante o posterior a la cirugía mejorando la calidad de vida del paciente, con altas tasas de éxito en muchos hospitales. Estas altas tasas de éxito dependen de múltiples factores, entre las que se incluyen la experiencia y habilidad técnica, así como la vigilancia y manejo posquirúrgicos. Aunque la evaluación clínica continúa siendo el método de elección para la evaluación posterior a la

cirugía, la experiencia y la subjetividad dependen de quien realiza el seguimiento. Por lo tanto, en el mercado se han desarrollado nuevas tecnologías, tales como monitores de oxígeno percutáneos, perfusión de tinte fluorescente y monitores de flujo, para valorar la perfusión y viabilidad del colgajo y aumentar la exactitud y objetividad de la evaluación del colgajo. Esto, sin embargo, no ha sido determinado aún de acuerdo a su verdadera utilidad. Múltiples variables pueden ocasionar la pérdida del colgajo, por lo que, la calidad anastomótica determina, en gran medida, el éxito de la reconstrucción⁴.

Al haber una disminución del flujo de oxígeno al tejido trasladado antes de la arborización y la neovascularización se origina falla del colgajo; ésta puede ser ocasionada por múltiples causas; sin embargo, todas originan un compromiso del flujo arterial o venoso. Las causas venosas pueden deberse a compresión extrínseca o trombosis dentro de la anastomosis venosa, mientras que las fallas arteriales son casi universalmente trombóticas. Las causas de compresión venosa generalmente se deben a una torsión del vaso, hematoma o absceso. Se ha descrito que la falla venosa es más frecuente; sin embargo, la distribución propuesta entre el compromiso arterial y venoso es muy variado. Al existir una trombosis, la posibilidad de rescate se debe en mayor medida a la detección clínica oportuna, con tasas de éxito del rescate de colgajo que van de 62.2 a 21.4% si se detecta posterior a las 16 horas. Por lo que se han utilizado y desarrollado múltiples métodos de control postoperatorio con el fin de mejorar la supervivencia de los colgajos⁵. Se han descrito técnicas de monitorización; varían en complejidad, costo, invasividad y viabilidad. En

1975, Creech y Miller sugirieron que la técnica ideal de monitoreo de los colgajos libres debía ser inofensiva para el paciente, rápida, precisa, confiable y relevante. Actualmente ningún método de monitorización ha logrado cumplir con todos los parámetros propuestos, sí se ha logrado un importante avance en el mismo. En este estudio, proporcionaremos una actualización sobre la literatura más reciente publicada sobre técnicas de monitoreo de colgajos⁶.

Las técnicas convencionales para la monitorización de los colgajos consisten en:

Observación clínica: en la actualidad es considerada como el estándar de oro durante el periodo de vigilancia; pero, ésta se basa en datos subjetivos. Los parámetros evaluados incluyen el tiempo de llenado capilar, la coloración cutánea, la turgencia tisular y la temperatura, se realizan también algunas maniobras como punciones en la isla cutánea para valorar el color y la velocidad del sangrado. La observación clínica requiere una vigilancia estrecha y experiencia por parte del observador; sin embargo, en la mayoría de los casos el personal a cargo de la vigilancia postquirúrgica no tiene la máxima experiencia y se encuentra con múltiples responsabilidades a su cargo que pueden afectar de manera negativa en la evaluación de los colgajos. Además, múltiples observadores pueden tener opiniones contradictorias entre sí acerca de lo observado durante las evaluaciones. Por todo esto, la observación clínica no siempre es confiable, requiriendo técnicas más objetivas⁷.

Temperatura: se realiza toma y registro de ésta en la superficie de la isla cutánea comparándose con piel normal; es de las técnicas más sencillas de seguimiento posoperatoria; sin embargo, no existe un consenso acerca de la relación que hay entre la temperatura del colgajo y el compromiso de éste o la temperatura del colgajo y el índice de éxito del rescate. Baudet et al. encontraron que 10 colgajos libres con un descenso abrupto de 3°C en la isla cutánea sugería trombosis arterial, mientras que un descenso de entre 1°C y 2°C era una sugerente de compromiso venoso⁸. Acland describió que una temperatura del colgajo menor a 30° C era un signo infalible de compromiso⁹. En el estudio de Khouri y Shaw, un descenso de 1.8° C sugirió compromiso vascular¹⁰. Chen et al. describieron una que un compromiso arterial presentaba una disminución de la temperatura más rápida y en mayor medida que en los colgajos con falla venoso. Además, describieron que a mayor descenso de temperatura, había menos posibilidades de un reversibilidad posterior a la reexploración y maniobras de rescate del colgajo. La temperatura del colgajo puede alterarse por diferentes motivos, como el efecto invernadero, factores propios del colgajo, factores de transferencia de calor, y factores propios de la evaluación. La monitorización de la temperatura es útil en la evaluación del colgajo, siendo un complemento de otras técnicas de vigilancia¹¹.

Las sondas implantables: se utilizan para monitorizar las anastomosis vasculares de manera cualitativa y en tiempo real brindando información acerca del flujo sanguíneo. Se utilizan en colgajos sin isla cutánea⁷.

La espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS): es muy poco utilizada, en menos de 5% de los seguimientos, pero se reconoce cada vez más como una forma sensible de medir la saturación de oxígeno en los tejidos (StO₂), reflejando la perfusión neta y el consumo de Oxígeno. Este método proporciona datos continuos tanto cuantitativos como objetivos⁷.

Aproximadamente el 75% de los cirujanos utilizan un Doppler de mano y el 16% un Doppler implantable. Son múltiples las técnicas y algoritmos de monitorización complementarios para la vigilancia clínica, y ninguno es evidentemente superior a otro. La vigilancia clínica, la temperatura, el ultrasonido Doppler y la prueba de punción permite tasas de salvamento de hasta 77%^{6,7}. A pesar de que el examen clínico y la monitorización con Doppler manual continúan siendo el estándar de oro para la vigilancia postquirúrgica en microcirugía, se han utilizado muchas otras técnicas de monitorización.

La sonda Doppler implantable permite la detección temprana de la falla anastomótica; aún así, no ha demostrado tener resultados superiores respecto a los métodos convencionales de monitorización. Las técnicas de monitorización ha tenido importantes avances; sin embargo, la pérdida de los colgajos continúa catastrófica y como ha sido mencionó, el tiempo de reintervención desde el inicio de la falla hasta la reparación es inversamente proporcional la probabilidad de éxito en el salvamento del colgajo.

El color de la piel se determina en gran medida por la distribución vascular a este nivel así como a la pigmentación.

Actualmente, la valoración del color de la piel está limitada a una evaluación con una escala de evaluación de cicatriz. Aunque útiles, estas escalas ordinales solo proporcionan sistemas de calificación relativa en los que la asignación de valores es inherentemente subjetiva y, en consecuencia, variable entre los observadores. En la última década, se han desarrollado varios instrumentos comerciales para cuantificar la extensión del eritema y la pigmentación de la piel sana. Estos son: espectrofotómetros de reflectancia de barrido¹, instrumentos colorimétricos de triestímulo² y medidores de reflectancia simples de banda estrecha³. De estos, los instrumentos más prácticos, debido a su portabilidad, son probablemente el Minolta Chromameter® y el DermaSpectrometer®. El Chromameter de Minolta es un colorímetro triestímulo, que utiliza el sistema $L^* a^* b^*$, mientras que el Espectrómetro Derma se basa en una reflectancia simple de banda estrecha con un índice de eritema, (E) y un índice de melanina (M). Los parámetros a^* y E se utilizan para la evaluación de la vascularización, mientras que los parámetros M, L^* y b^* se utilizan para la evaluación de la pigmentación⁴. Algunos estudios probaron la confiabilidad de los instrumentos en la piel sana^{5,6}. pero falta literatura sobre la confiabilidad de estos instrumentos para la evaluación de la cicatriz.

El colorímetro es un instrumento que por medio de espacios de color puede expresar el color de un objeto usando algún tipo de anotación como números, y esto para expresar y comunicar los colores de manera objetiva.

El espacio de color $L^* a^* b^*$, También referido como CIELAB, es ampliamente utilizado para evaluar el color de un objeto. Los simples adjetivos no nos ayudan a poder cuantificarla intensidad de algún eritema o sus cambios de color ya sea por congestión vascular o disminución de la irrigación arterial, para esto se requieren equipos especializados que puedan medir el color. La primera cuantificación del color de la piel fue en 1939 por Edward and Duntley, quienes obtuvieron información específica de diferentes tipos de pigmento¹².

Las observaciones visuales y las evaluaciones subjetivas carecen de precisión con respecto a la comunicación de la información del color. Por lo tanto, investigaciones científicas recientes se han basado en la medición instrumental de las propiedades ópticas de la piel mediante espectroscopia de reflectancia, y los datos espectrales resultantes se han utilizado para proporcionar información cuantitativa sobre los componentes de la piel, generalmente en términos de índices eritematosos o de melanina.

Los cromóforos de la piel se han denominado, de forma un tanto imprecisa, "colores de piel", pero esta terminología puede inducir a error en un contexto científico porque no distingue entre las sustancias pigmentadas de la piel y la sensación visual real de los colores. Ambos son importantes en estudios clínicos y científicos y ambos pueden cuantificarse mediante espectroscopia de reflectancia. Sin embargo, la última, es decir, la medición de la apariencia, ha recibido mucha menos atención clínica que la primera.

Los métodos de reflectancia se han aplicado ampliamente en estudios de las características cromáticas de la piel en el contexto de la

genética humana. La colorimetría de filtro se ha utilizado en un grado limitado para designar la extensión del eritema, pero para mediciones de color completas se ha demostrado que tales métodos pueden dar resultados que difieren sistemáticamente de los basados en la espectrofotometría de barrido. Parece que no ha habido informes de la evaluación del color de la piel mediante la aplicación de espectroscopia de reflectancia según los principios establecidos por la Comisión Internacional de Eclairage (CIE) para la medición del color de superficies con los resultados dados en términos de Parámetros de espacio de color CIE 1976 $L^* a^* b^*$ (CIELab). La descripción del aspecto de la piel en estos términos daría una medida objetiva de la percepción visual de los colores y tendría la ventaja adicional de permitir especificaciones cuantitativas de la magnitud de las diferencias o cambios de color percibidos.

El sistema CIE se aplica únicamente a la medición de la apariencia y no hace suposiciones sobre la naturaleza o las cantidades de los pigmentos que puedan estar presentes. Tiene reconocimiento internacional, por lo que la especificación de los parámetros del espacio de color CIELab para la piel tendría un valor particular para los médicos que realizan evaluaciones visuales de varios fenómenos que, aunque pueden ser evidentes, pueden ser difíciles de describir de manera realista en las comunicaciones de diagnóstico. Debido a que los parámetros del espacio de color CIELab se calculan a partir de espectros de reflectancia medidos, los mismos datos espectrales también pueden usarse en estudios fisiológicos y bioquímicos para determinar la concentración de cromóforos en la piel.

Evaluación del color

La información de color puede adquirirse y comunicarse de diversas formas; sin embargo, en un contexto científico existen requisitos de coherencia independientes del tiempo, la distancia y el idioma.

Aunque la persona promedio puede distinguir varios miles de colores, la descripción de las observaciones visuales mediante el uso de términos generales de color es la menos satisfactoria en términos de precisión. La gama de nombres en los que se puede confiar en que las personas estarán de acuerdo es muy limitada y no existe una forma sencilla de utilizar observaciones visuales para describir las diferencias entre colores.

Las evaluaciones de color basadas en comparaciones visuales con conjuntos de muestras de colores, conocidas como sistemas de orden de color, pueden aumentar significativamente la confiabilidad del rango de designaciones de color. El sistema de orden de colores de Munsell es el más antiguo y quizás el más reconocido, pero hay varios otros, incluido uno basado en el sistema Munsell y diseñado específicamente para diferenciar los colores de la piel. No existe un sistema de orden de colores estándar internacional acordado y sólo en unos pocos casos se han establecido relaciones entre los diversos sistemas.

Incluso si existe acuerdo sobre la aplicación de cualquier sistema, su utilidad depende de su disponibilidad y continuidad de publicación sin alteraciones en el tiempo. Las comparaciones de colores también pueden implicar el problema del metamerismo. Esto ocurre cuando dos colores coinciden en un conjunto de condiciones, pero no coinciden en un segundo conjunto de condiciones. El metamerismo iluminante es el tipo más

importante y puede ocurrir, por ejemplo, cuando dos colores metaméricos coinciden con la "luz del día" pero no con la luz "artificial". El metamerismo del observador se exhibe cuando dos colores metaméricos parecen coincidir para una persona pero no para otra. La visión del color de las personas difiere en mayor o menor medida y también se sabe que cambia con la edad de una persona. El daltonismo en diversas formas no es infrecuente y las personas afectadas no pueden participar en la coincidencia visual de colores y tienen una comprensión limitada de la información del color basada en sistemas de orden de color. El metamerismo geométrico ocurre cuando se observan cambios de geometría y la estructura de la superficie física de una muestra difiere de la de la referencia. Los sistemas de orden de color son más confiables cuando se usan en condiciones fijas de iluminación para igualar los colores de superficies relativamente planas que están pigmentadas uniformemente. Son menos apropiados para muestras que son heterogéneas en estructura de superficie. Una limitación particular de los sistemas de orden de color es que solo identifican colores individuales y no proporcionan una forma de especificar la naturaleza o magnitud de las diferencias de color.

Las limitaciones de las observaciones visuales, en principio, pueden superarse mediante la evaluación instrumental de colores y diferencias de color según el sistema de medición de color establecido por el CIE. Este sistema se ha vuelto ampliamente utilizado con la disponibilidad de instrumentación espectrofotométrica de reflectancia confiable que se ajusta a la recomendación de la CIE para la medición del color de superficies.

El color percibido de un objeto depende de 1) la naturaleza de la luz que ilumina, 2) su modificación por interacción con el objeto y 3) las características de la respuesta del observador. El sistema CIE define las condiciones de la siguiente manera. 1) Las distribuciones de energía espectral relativas de varios iluminadores, conocidos como iluminador estándar CIE, se especifican y están disponibles como tablas publicadas. 2) La modificación de un iluminador por interacción con el objeto se mide con un espectrofotómetro de reflectancia que tiene una configuración óptica que se ajusta a las recomendaciones de CIE y proporciona un espectro visible expresado como las fracciones de intensidad de luz incidente reflejada en el rango de longitud de onda 400-700 nm. 3) La naturaleza de la visión humana del color se ha cuantificado con el fin de medir el color en términos de las tres funciones de coincidencia de color x , y y z . Se requieren tres porque se ha descubierto que la visión del color es tricromática: un solo color percibido puede considerarse como resultado del efecto de tres estímulos separados en la corteza visual. Sus valores numéricos están disponibles como tablas publicadas y se conocen colectivamente como un observador estándar CIE. Pueden considerarse simplemente como una descripción numérica de la visión humana del color. Desde un punto de vista práctico, su uso se ha hecho más conveniente mediante la incorporación de los valores tabulados dentro del software provisto con espectrofotómetros de reflectancia de medición de color. De manera similar, los valores tabulados si las distribuciones de energía espectral relativa de varios iluminadores CIE se proporcionan dentro del software porque no existen como fuentes físicas reales de luz dentro de la instrumentación.

La instrumentación moderna de medición de color normalmente incorpora hardware y software de microordenador de modo que las mediciones espectrales y los cálculos posteriores se integran para producir una copia de los resultados en unos pocos segundos. Sin embargo, los valores triestímulos de los colores son difíciles de relacionar con la experiencia de verlos. Además, en cualquier estudio que implique comparaciones, contrastes o cambios, los valores de triestímulo no permiten directamente medir la diferencia entre dos colores. Esta preocupación se ha superado ahora mediante el uso de los valores triestímulos para calcular los valores del espacio de color CIELab. Las manipulaciones matemáticas que convierten los valores de triestímulo en valores de espacio de color CIELab permiten considerar que los colores existen en un espacio tridimensional aproximadamente uniforme en el que cada color particular tiene una ubicación única definida en términos de sus coordenadas cartesianas con respecto a los ejes L^* a^* b^* .

El valor L^* medido de un color ha sido recomendado por el CIE como correlación psicométrica si el atributo de color percibido visualmente de "luminosidad", al cual los términos descriptivos asignados podrían incluir las palabras "claro", "oscuro", etc. En otras palabras, L^* mediría el cambio a lo largo de una escala de grises de negro a blanco que varía visualmente de manera perceptualmente uniforme. La escala L^* , que va de 0 para un negro teórico a 100 para un blanco perfecto.

Las coordenadas a^* y b^* pueden estar relacionadas conceptualmente con la teoría del color del oponente de Hering, que se basaba en la proposición de que la retina del ojo contiene canales de color

del oponente que distinguen los colores de acuerdo con sus atributos de color rojo-versus-verde y amarillo-versus-azul.

Así, el uso de coordenadas CIELab permite medir los tres atributos de un color por el que se distingue visualmente.

El espacio CIELab no sólo es más conveniente que los valores triestímulos con respecto a su relación conceptual con la experiencia real de ver los colores, sino que tiene la importante ventaja de proporcionar un medio para medir las diferencias entre dos colores. Su diferencia de color se calcula, utilizando geometría de coordenadas, como la longitud de la línea que une sus posiciones de coordenadas¹³.

El Minolta Chromameter CR-221-R (Minolta Camera Co., Osaka, Japón) es un instrumento colorimétrico que contiene una lámpara de xenón como fuente de luz. La luz reflejada perpendicularmente a la piel se recoge mediante fotodetectores con filtros coloreados para un análisis del color del triestímulo a 450, 560 y 600 nm, utilizando el sistema $L^* a^* b^*$, de acuerdo con los sistemas de color CIE. L^* expresa brillo (varía entre 0 para blanco y 100 para negro), a^* representa valores de color de verde a rojo (los valores negativos indican verde y los valores positivos son rojos) y b^* designa los valores de azul a amarillo (los valores negativos indican azul y valores positivos amarillos). El Chromameter necesita conexión a una computadora. Después de la calibración en una placa blanca, la sonda de 8 mm se aplica a la piel simplemente por el peso del instrumento. Después de presionar el botón del obturador, los resultados se pueden leer inmediatamente en el monitor.

DEFINICION DEL PROBLEMA

En la actualidad, uno de los métodos de seguimiento del colgajo post operatorio es la evaluación clínica por algún experto; sin embargo, esto representa una evaluación subjetiva. Intentamos realizar una monitorización objetiva de los cambios de color de los colgajos libres con colorimetría, relacionarlo con su sobrevida y determinar si este método de monitorización puede ser utilizado como método de seguimiento en un futuro de los colgajos libres.

ANTECEDENTES

Existe una problemática en el seguimiento post operatorio de los colgajos libres para detectar de manera temprana y objetiva cualquier alteración que existe dentro de nuestro colgajo que pueda estar afectando su implantación a la zona receptora. Cuando ocurre una trombosis, la posibilidad de salvarlo es altamente dependiente de la detección clínica temprana, las posibilidades de recuperar este bajan de 62.2% a 21.4% si no es reconocido en las primeras 16 horas⁵, esto enfatizando en la importancia de la monitorización y vigilancia de los colgajos post operatorios. A pesar de que la falla en colgajos libres es rara (5%), los resultados son de alta morbilidad si no son reconocidos de manera temprana¹⁴.

La manera ideal de evaluar la evolución de algún colgajo sería por métodos no invasivos, que sea aplicable a todos los colgajos y que nos den resultados de manera temprana si se está ocurriendo algún tipo de alteración. Actualmente existe una lucha por buscar nuevos métodos que nos ayuden a detectar de manera temprana una alteración en el colgajo, estas tecnologías

aplicadas a este problema son el doppler implantable, microdialysis, Eulerian, angiografía con fluorescencia, espectroscopia, de estos los que mas significancia tuvieron fueron espectroscopia y el doppler implantable¹⁴. Anteriormente se han realizado una revisión sistemática para la evaluación con espectroscopia infrarroja (NRS) en el monitoreo de colgajos post operatorios en el cual se incluyeron 8 estudios contando con un total de 701 procedimientos de colgajos libres en 629 pacientes usando el NRS, y en el grupo control hubo 433 procedimientos de colgajos libres en 430 pacientes en el cual no se uso NRS, no hubo diferencia significativa en la tasa de alteraciones arteriales pero si hubo una diferencia en la tasa de salvamento de los colgajos y de falla de colgajos¹⁵, lo que nos indica que el uso de tecnologías con medidas objetivas sobre los colgajos es mejor que la evaluación subjetiva realizada de manera clínica y observadora por los médicos. La evaluación clínica de un experto sobre la piel es subjetiva agregando todas las variaciones que pueden existir como la luz del lugar, en un estudio multicéntrico realizado en el 2015 quiso evaluar el uso de un colorímetro contra la evaluación subjetiva de dos investigadores entrenados evaluando la piel de la parte interna de el brazo en 10 diferentes edificios usando las clasificación de colores Munsell convertida a Individual Typology Angle. La piel del mismo sitio anatómico fue evaluado igualmente por un colorímetro se encontró una correlación positiva entre los resultados de arrojados entre los valores de Munsell y del colorímetro¹⁶; esto implica que no es necesaria la presencia de un experto en la evaluación de la piel y sus alteraciones, el uso de tecnologías como el colorímetro son de igual utilidad, agregando que estas dan resultados mas objetivos y le dan la posibilidad a

más personal del área de la salud poder evaluar estas alteraciones sin la necesidad de contar con un experto. En un estudio comparativo se realizó una evaluación de cicatrices analizando su revascularización y pigmentación, se le dio a una serie de observadores una escala del 1 al 10 para que analizaran estas cicatrices de acuerdo a que tan revascularizada y pigmentada se encontraba comparando estos resultados con los arrojados por el colorímetro que evalúa de manera objetiva todos estos datos, se observó ser de mayor confianza la evaluación general del color de las cicatrices con el colorímetro que la de los observadores¹⁷. En otro estudio realizado en Portugal se comparó el colorímetro con otro aparato llamado Antera® 3D que usa un sistema similar al del colorímetro sólo que en lugar de tener 3 ondas de color evaluadas tiene siete; al comparar resultados en evaluaciones de eritema inducido por UVB y la disminución de la reflectancia a causa de un aumento en el bronceado, estos dos tuvieron una correlación similar en ambos parámetros¹⁸.

III

JUSTIFICACIÓN

La falla de algún colgajo por la detección tardía de alguna alteración en su irrigación trae altas morbilidades e incomodidades al paciente al tener que realizar otro colgajo; actualmente el estándar de oro para la monitorización de un colgajo libre se basa en mediciones subjetivas como la evaluación clínica de un experto; al no contar con un método objetivo para la evaluación de un colgajo, estamos buscando encontrar la relación entre las mediciones del colorímetro y la evaluación del colgajo y en un futuro usarlo como método objetivo de evaluación y hacer una detección mas temprana de alteraciones vasculares.

HIPÓTESIS

- A. **Hipótesis alterna:** Los cambios de color en un colgajo libre tienen una correlación alta con la viabilidad del colgajo libre.

- B. **Hipótesis nula:** Los cambios de color en un colgajo libre no tienen una correlación alta con la viabilidad del colgajo libre.

OBJETIVOS

Valorar el proceso de recuperación de los pacientes con fractura de metacarpianos, posterior al tratamiento de las mismas con la reducción abierta + la colocación de mini placas y tornillos vs. la colocación de tornillo canulado por mínima invasión, comparando la recuperación de la fuerza y rangos de movimiento de las articulaciones metacarpofalángicas, bajo manejo ambulatorio en el Hospital Universitario “Dr. José E. González” de la UANL.

A. **Objetivo general:** Determinar la utilidad diagnóstica de los cambios de color en colgajos libres respecto a la sobrevida del colgajo libre en pacientes del *Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González” de la Universidad Autónoma de Nuevo León*.

B. **Objetivos particulares:**

- Determinar el color del colgajo libre inicial y cada hora durante las primeras 24 horas, cada 2 horas de las 24-48 horas, cada 3 horas de las 48-72 horas, cada 4 horas de las 72-96 horas y cada 8 horas de las 96-120 horas
- Determinar el color final
- Correlacionar los cambios de color con el estatus del colgajo

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño metodológico del estudio

Estudio

- Observacional
- Descriptivo
 - Retrospectivo
 - Longitudinal

Población de estudio

- Se incluyeron todos los pacientes a quienes se les realizaron colgajos libres, excepto los colgajos osteocutáneos, realizados durante el período de diciembre de 2018 a julio de 2020; y se realizaron mediciones con colorímetro.

Criterios de inclusión

- Paciente operado de colgajo libre
- Cualquier edad
- Ambos sexos

Criterios de exclusión

- Paciente operado de colgajos pediculados

- Pacientes operados de colgajos osteocutáneos libres

Criterios de eliminación

- Pacientes que no se pueda realizar evaluación colorimétrica

Metodología

Se incluyeron todos los pacientes a quienes se le realizaron colgajos libres, excepto los colgajos osteocutáneos, realizados durante el período de diciembre de 2018 a julio de 2020; y se realizaron mediciones con colorímetro.

Se explicó al paciente que se le realizaría una serie de tomas de lecturas con el colorímetro, un método sencillo, no invasivo con el objetivo es la medición del color de su colgajo, el cual no representa ningún riesgo para el paciente y el posible desarrollo de alguna complicación. En los casos de pacientes menores, se buscó al tutor / representante legal para la autorización de la toma de lecturas.

Se tomaron lecturas CIELAB con colorímetro marca FRU (China) en el centro del colgajo libre en pacientes de cualquier edad, ambos sexos:

Colorimetría

* Limpieza de la isla de piel del colgajo con solución estéril

Las tomas se realizaron en el centro de la isla cutánea.

Con el colorímetro FRU, el dispositivo de toma de color, se colocó en el centro del colgajo, haciendo contacto con la piel y presionando el único botón del dispositivo obteniendo las mediciones de los 3 ejes de color.

Las mediciones se realizaron antes de iniciar la cirugía en el sitio donador, al momento de concluir la cirugía, cada hora durante las primeras 24 horas; cada 2 horas de las 24 a las 48 horas; cada 3 horas de las 48 a las 72 horas; cada 4 horas de las 72 a las 96 horas y cada 8 horas de las 96 a las 120 horas postoperatorias.

Fue suspendida la toma de colorimetría en aquellos colgajos que fue necesario reexplorarlos quirúrgicamente obteniendo la última medición inmediatamente antes de proceder a la reexploración.

* La determinación del color se realizó antes de la monitorización con Doppler.

La monitorización se realizó de acuerdo al protocolo que se realiza en nuestro servicio, evaluación clínica donde se valora la coloración de la piel del colgajo libre; observando palidez en caso de haber disminución del flujo arterial condicionando una coloración más clara, llenado capilar retardado y disminución o ausencia de sangrado a la punción; en caso de congestión

venosa el color de la piel del colgajo se torna a un color oscuro/violáceo, con llenado capilar turgente y sangrado aumentado a la punción. La monitorización estándar se llevó a cabo además con Doppler.

Diferencia de Color

* Al realizar la medición del color, se obtuvieron los valores L,a,b mismos que se vaciaron en Hoja de cálculo Excel (Excel 2019 (v19.0))

* Se correlacionaron los cambios de color secuenciales con el estatus del colgajo a los 5 días de realizado el colgajo

Determinación del Viabilidad del Colgajo

* La reoperación se decidió por parte del equipo de microcirugía.

* Se definió como palidez del colgajo al cambio de coloración del mismo a color más claro que el postquirúrgico inmediato acompañado de llenado capilar disminuido (> 3 segundos) y ausencia de sangrado posterior a punción del centro del colgajo.

* Se definió como congestión del colgajo al cambio de coloración del mismo a color más oscuro (violáceo) que el postquirúrgico inmediato acompañado de llenado capilar aumentado (< 2 segundos) y sangrado venoso y aumentado posterior a punción del centro del colgajo.

* Se consideró que el colgajo sobrevivió cuando a los 21 días permaneció en el sitio receptor.

* Se consideró que el colgajo se perdió cuando tuvo que removerse del sitio receptor antes de los 21 días por motivos vasculares.

* En este estudio no se recolectaron ni almacenaron muestras de sangre o tejido de algún tipo por lo que no se utilizó material biológico sujeto de investigación para investigaciones futuras.

* Las diferencias de color en la piel se evaluaron mediante el cálculo de la distancia euclidiana entre el valor inicial (postoperatorio inmediato) y los valores obtenidos en cada toma

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}.$$

* Se realizaron gráficas de la diferencia de color en base a las mediciones de los ejes (L*A*B).

MÉTODOS DE EVALUACIÓN

En la estadística descriptiva se reportaron frecuencias y porcentajes para variables cualitativas y medidas de tendencia central (media y desviación estándar, mediana y rango intercuartílico).

En la estadística inferencial se evaluó la distribución de la muestra por medio de la prueba de Kolmogorov-Smirnov. Para evaluar variables categóricas se utilizaron la prueba de Chi-cuadrado de Pearson. Para comparar valores

cuantitativos pareados se utilizaron pruebas de T-student pareada y/o Wilcoxon. Se realizaron correlaciones de Pearson y/o Spearman entre datos cuantitativos. Para evaluar desenlaces se realizaron regresiones logísticas binarias, áreas bajo la curva y valores de precisión diagnóstica (sensibilidad, especificidad, valor predictivo positivo y valor predictivo negativo) para determinar viabilidad del colgajo basado en la colorimetría.

Se consideraron significativos los valores de $p < 0.05$.

IBM Corp. Released 2011. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 20.0.
Armonk, NY: IBM Corp

A todos los pacientes se les asignaron números de identificación para conservar la confidencialidad; de acuerdo al número de protocolo obtenido y número de ingreso del paciente.

Debido a que este protocolo involucró un método de evaluación no invasiva no requirió especial atención para población vulnerable.

RESULTADOS

Se realizaron evaluaciones con colorimetría en 11 colgajos en 9 pacientes; de los cuales 5 fueron hombres, 4 fueron mujeres. Se excluyó un paciente (masculino) por no concluir las evaluaciones por traslado a otro hospital, quedando 10 pacientes en el estudio. Se realizaron 4 colgajos radiales, 3 colgajos anterolaterales de muslo, 2 colgajos de la perforante de la arteria epigástrica inferior profunda (DIEP) y 1 colgajo lateral de brazo. De los 10 colgajos, 6 de éstos permanecieron en el sitio receptor hasta después del día 21; 4 requirieron reexploración quirúrgica por fallas vasculares por lo que en el momento que se detectó la necesidad de reintervención fueron suspendidas las tomas de colorimetrías.

Colgajo 1: requirió reexploración en la hora 11 encontrándose trombosis venosa

Colgajo 2: requirió reexploración en la hora 102 encontrándose trombosis venosa

Colgajo 3: permaneció en sitio receptor después de los 21 días

Colgajo 4: permaneció en sitio receptor después de los 21 días

Colgajo 5: requirió exploración en la hora 6 encontrándose trombosis de ambas venas

Colgajo 6: requirió reexploración en la hora 2 encontrándose trombosis venosa

Colgajo 7: permaneció en sitio receptor después de los 21 días

Colgajo 8: permaneció en sitio receptor después de los 21 días

Colgajo 9: permaneció en sitio receptor después de los 21 días

Colgajo 10: permaneció en sitio receptor después de los 21 días

El 100% (4 colgajos) de las fallas en los colgajos libres fue por trombosis venosa.

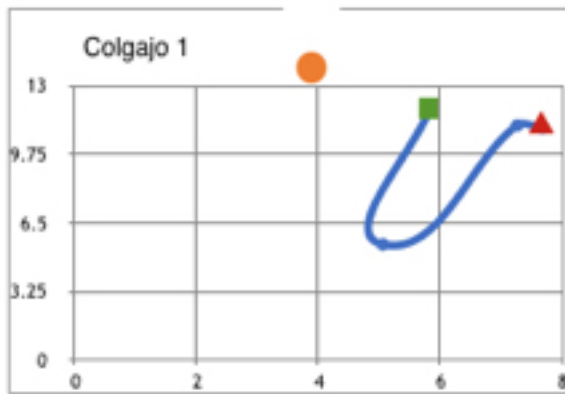
En la gráfica de colgajos libres que se hicieron mediciones por colorimetría que requirieron reexploración por presentar trombosis venosa, el valor final y con el que se decidió la reexploración se encontraba en el plano cartesiano entre 7 y 9 en el eje X y entre 4.8 y 15.5 en el eje Y.

En los 6 colgajos viables no se observó un patrón específico de ubicación en el plano cartesiano al concluir las mediciones colorimétricas.

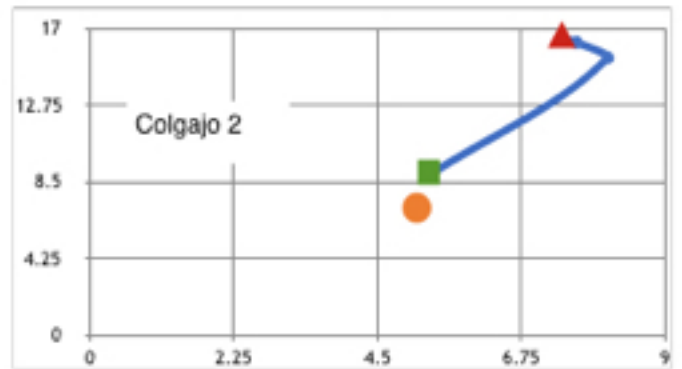
No hubo colgajos que requirieran reexploración por trombosis arterial.

#	Paciente	Género	Edad	Colgajo	Área receptora
1	FJSG	Masculino	45	Radial	Mandíbula
2	FJSG	Masculino	45	ALT Derecho	Mandíbula
3	TM	Femenino	74	Radial	Mandíbula
4	MJM	Masculino	21	Lateral de brazo	Dorso de mano
5	FO	Femenino	41	Radial	Talón
6	FJSG	Masculino	45	ALT Izquierdo	Mandíbula
7	AMP	Masculino	18	ALT	Mano
9	EMEZ	Femenino	30	DIEP	Mama
10	SCM	Femenino	48	DIEP	Mama
11	JCEC	Masculino	53	Radial	Nariz

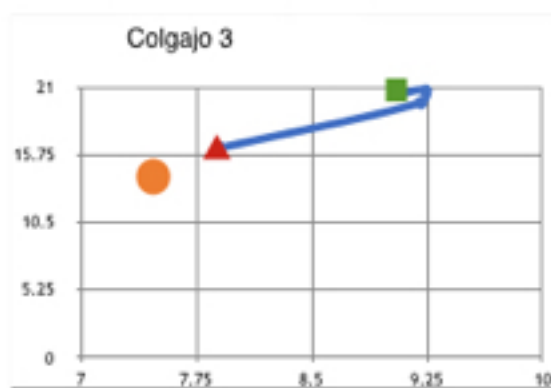
Tabla1. Tabla demográfica



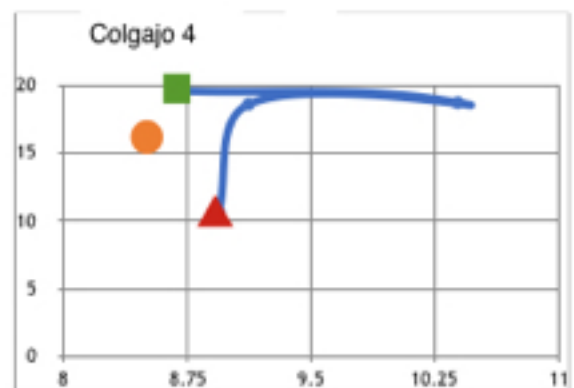
Gráfica 1a.



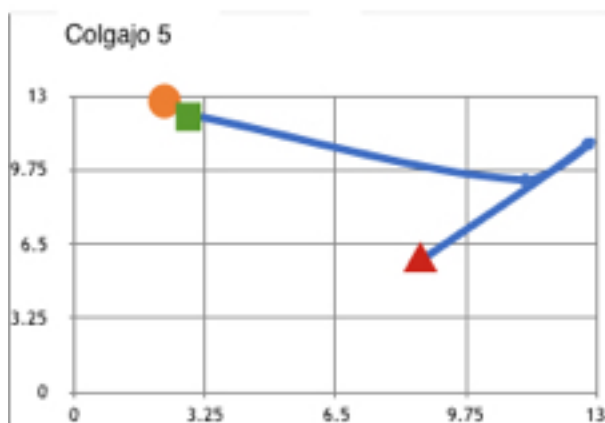
Gráfica 1b.



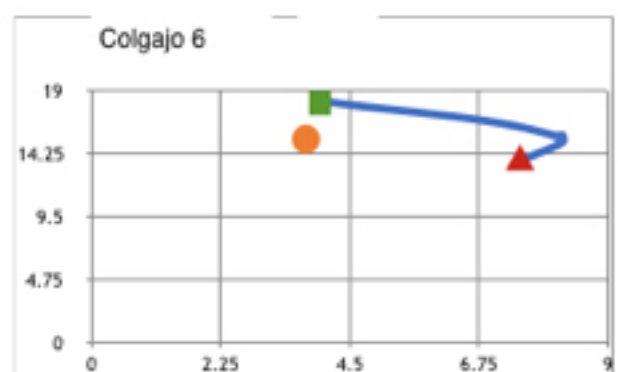
Gráfica 1c.



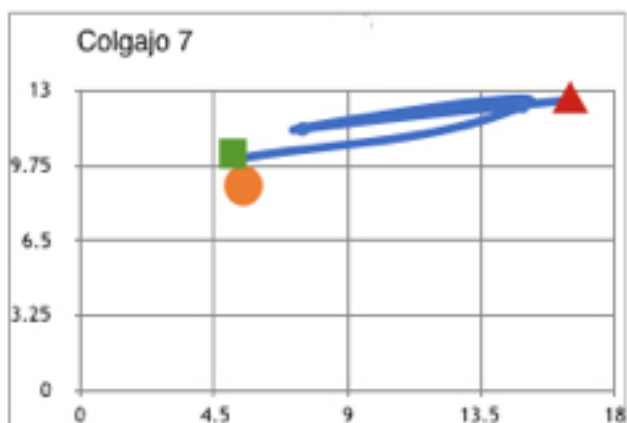
Gráfica 1d.



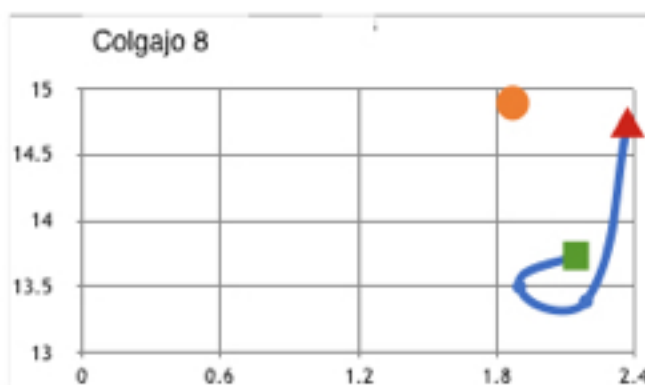
Gráfica 1e.



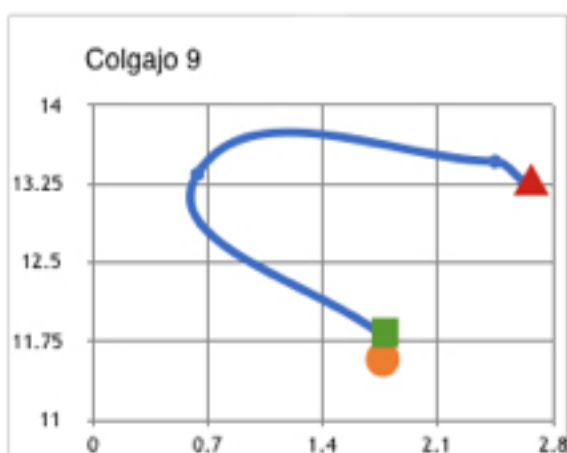
Gráfica 1f.



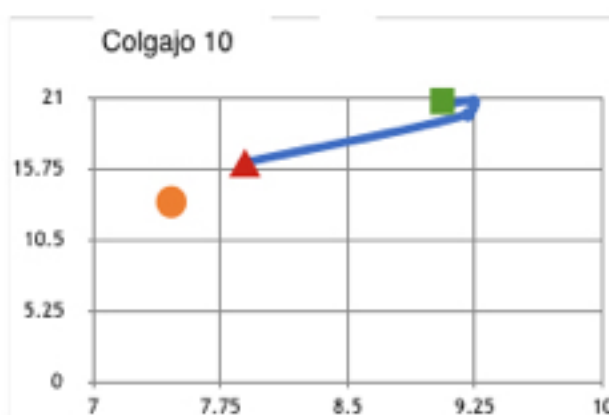
Gráfica 1g.



Gráfica 1h.

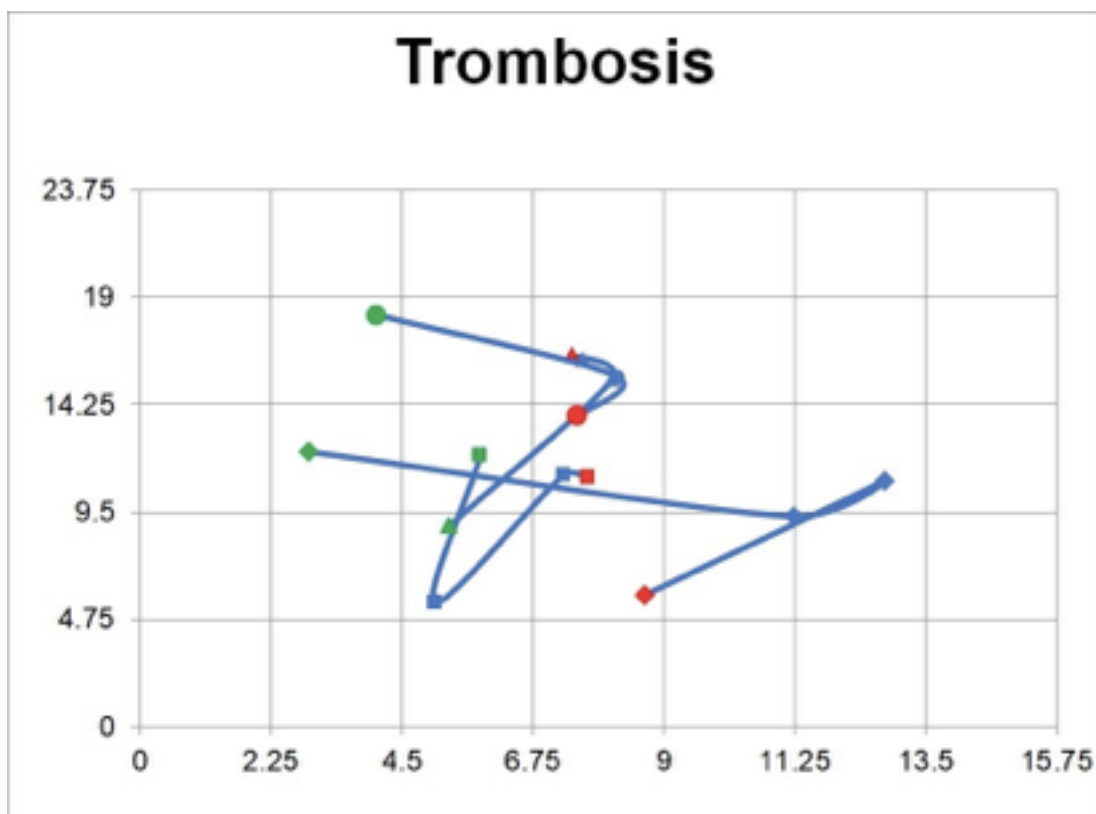


Gráfica 1i.



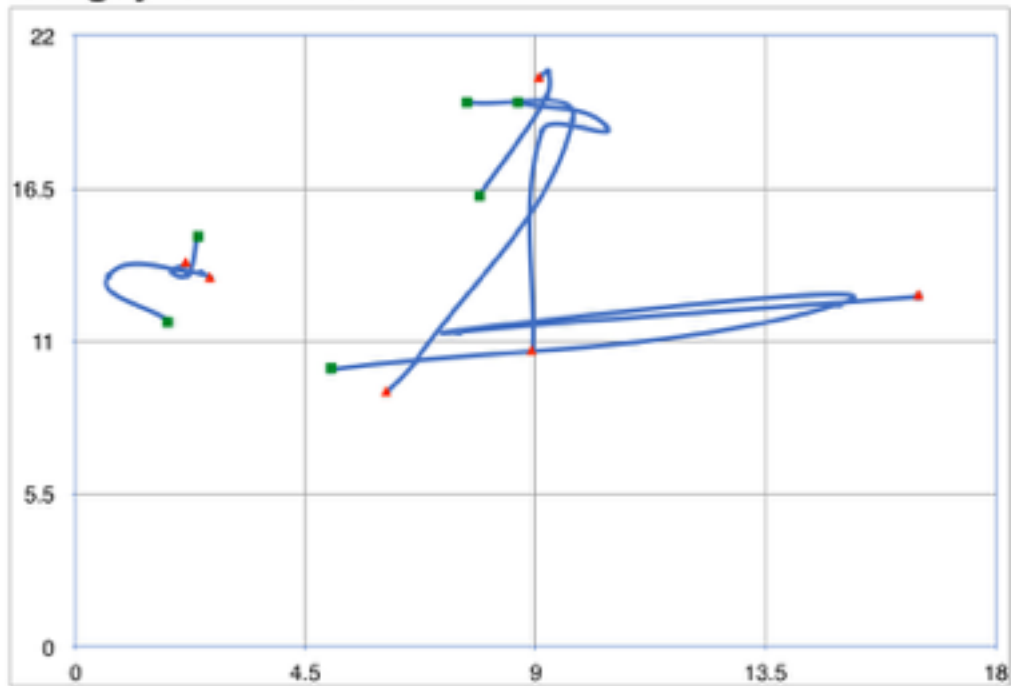
Gráfica 1j.

Gráfica 1a, 1b, 1e, 1f. Curva obtenida de las mediciones colorimétricas en el seguimiento postoperatorio. El círculo naranja es la medición colorimétrica basan preoperatoria del sitio donador, el cuadro verde es la medición colorimétrica inicial postoperatoria y el triángulo rojo es la última medición que se realizó. Gráficas 1a, 1b, 1e, 1f: Colgajos que presentaron trombosis venosa en horas 11, 102, 6 y 2, respectivamente; en el eje a* los valores se encuentran 6.75 y 9 positivo. Gráficas 1c, 1d, 1g, 1h, 1i, 1j; colgajos viables hasta el 5° día y en el sitio receptor posterior a los 21 días.



Gráfica 2. Se observan las curvas de los colgajos que presentaron trombosis venosa, en el eje a* la última medición de colorimetría previo a la reexploración los valores se encuentran entre 6.75 y 9 positivo. El cuadro verde es la medición colorimétrica inicial postoperatoria y el triángulo rojo es la última medición que se realizó previo a la reexploración.

Colgajos viables



Gráfica 3. Se observan las curvas de los colgajos viables hasta el 5º día de la evaluación colorimétrica y en el sitio receptor posterior a los 21 días. El cuadro verde es la medición colorimétrica inicial postoperatoria y el triángulo rojo es la última medición colorimétrica del seguimiento postoperatorio.

DISCUSIÓN

La transferencia de tejido libre microquirúrgico se considera un procedimiento reconstructivo confiable en la actualidad¹¹; que si bien en centros microquirúrgicos la tasa de éxito de los colgajos libres es del 91 al 99%, la pérdida o falla del mismo resulta muy mórbido para el paciente y con un costo alto para la institución. El fallo del colgajo libre se produce como consecuencia de una disminución de la capacidad de administrar oxígeno al tejido transferido antes de la arborización y la neovascularización; aunque hay una multitud de causas, todas éstas conducen a un compromiso del flujo arterial o del flujo venoso. Si bien, la enseñanza común es que el compromiso venoso es más frecuente, los datos sobre la causa de la falla del colgajo son limitados y la distribución descrita de las fallas arteriales vs. venosas es bastante variada. Al producirse una trombosis, la detección clínica influye importantemente en el éxito del rescate, con tasas de rescate que disminuyen de 62.2 a 21.4% si se reconocen después de 16 horas⁶. Debido a la gran importancia del reconocimiento temprano, se han desarrollado numerosas estrategias para maximizar la supervivencia de los colgajos. Existen técnicas tanto subjetivas como objetivas; algunos métodos objetivos que se han desarrollado tienen el inconveniente que son invasivos y costosos por lo que en nuestro medio no son fáciles conseguir; además ninguno es claramente superior a los métodos tradicionales de monitorización.

La clínica es la herramienta de monitorización más utilizada pero es subjetiva, ésta se basa principalmente en cambios de color; sin embargo, el color de la piel está determinado en gran parte por la distribución de los vasos sanguíneos y la pigmentación en la piel, entre otros factores, que si bien pueden no ser tan obvios entre un observador y otro, pueden diferir también en la relevancia que le da cada uno de ellos. Actualmente, la evaluación del color se limita a una evaluación con una escala de evaluación de cicatriz; que si bien, estas escalas ordinales son útiles, sólo proporcionan sistemas de calificación relativa con valores subjetivos, por lo tanto, variable entre observadores⁷.

Las diferencias de color entre los individuos se identificaron en términos de uno, dos o los tres parámetros del espacio de color. Debido a que el método es cuantitativo y los principios reconocidos internacionalmente, estos parámetros de espacio de color se proponen para la comunicación inequívoca de información sobre el color de la piel que se relaciona directamente con observaciones visuales de importancia clínica o interés científico¹³.

El Chromameter de Minolta es un colorímetro triestímulo, que utiliza el sistema $L^* a^* b^*$. El parámetro a^* se utiliza para la evaluación de la vascularización, mientras que los parámetros L^* y b^* se utilizan para la evaluación de la pigmentación⁴. Algunos estudios probaron la confiabilidad de los instrumentos en la piel sana^{5,6} pero falta literatura sobre la confiabilidad de estos instrumentos para la evaluación de la cicatriz.

Los principios de medición del color establecidos por la Commission International d'Eclairage (CIE) se han aplicado ampliamente a la piel²⁰.

Las observaciones visuales y las evaluaciones subjetivas carecen de precisión con respecto a la comunicación de la información del color. Por lo que las investigaciones científicas se han basado en la medición instrumental de las propiedades ópticas de la piel mediante espectroscopia de reflectancia, y los datos espectrales resultantes se han utilizado para proporcionar información cuantitativa sobre los componentes de la piel, generalmente en términos de índices eritema o de melanina.

Los cromóforos de la piel se han denominado, de forma un tanto imprecisa, "colores de piel", pero esta terminología puede inducir a error en un contexto científico porque no distingue entre las sustancias pigmentadas de la piel y la sensación visual real de los colores. Ambos son importantes en estudios clínicos y científicos y ambos pueden cuantificarse mediante espectroscopia de reflectancia.

La colorimetría de filtro se ha utilizado en un grado limitado para designar la extensión del eritema, pero para mediciones de color completas se ha demostrado que tales métodos pueden dar resultados que difieren sistemáticamente de los basados en la espectrofotometría de barrido. La descripción del aspecto de la piel en estos términos daría una medida objetiva de la percepción visual de los colores y tendría la ventaja adicional de permitir especificaciones cuantitativas de la magnitud de las diferencias o cambios de color percibidos.

El sistema CIE se aplica a la medición de la apariencia y no hace suposiciones sobre la naturaleza o las cantidades de los pigmentos que puedan estar presentes. Tiene reconocimiento internacional, por lo que la especificación de los parámetros del espacio de color CIELab para la piel

tiene un valor particular para los médicos que realizan evaluaciones visuales de varios fenómenos que pueden ser difíciles de describir de manera realista en las comunicaciones de diagnóstico.

Con respecto a la información de color en un contexto científico existen requisitos de coherencia independientes del tiempo, la distancia y el idioma.

Aunque la persona promedio puede distinguir varios miles de colores, la descripción de las observaciones visuales mediante el uso de términos generales de color es la menos satisfactoria en términos de precisión. La gama de nombres en los que se puede confiar en que las personas estarán de acuerdo es muy limitada y no existe una forma sencilla de utilizar observaciones visuales para describir las diferencias entre colores.

Las comparaciones de colores también pueden implicar el problema del metamerismo; es decir, cuando dos colores coinciden en un conjunto de condiciones, pero no coinciden en un segundo conjunto de condiciones, tal como el metamerismo de iluminación, el metamerismo del observador y el metamerismo geométrico. Los sistemas de orden de color son más confiables en condiciones fijas, por lo que son menos apropiados para muestras y que sólo identifican colores individuales.

Las limitaciones de las observaciones visuales pueden superarse mediante la evaluación instrumental de colores y diferencias de color según el sistema de medición de color establecido por el CIE, utilizado con la disponibilidad de instrumentación espectrofotométrica de reflectancia.

El color percibido de un objeto depende de 1) la naturaleza de la luz, 2) su modificación por interacción con el objeto y 3) las características de la respuesta del observador.

Las manipulaciones matemáticas que convierten los valores de triestímulo en valores de espacio de color CIELab permiten considerar que los colores existen en un espacio tridimensional aproximadamente uniforme en el que cada color particular tiene una ubicación única definida en términos de sus coordenadas cartesianas con respecto a los ejes L^* a^* b^* . El valor L^* medido de un color ha sido recomendado por el CIE como correlación psicométrica si el atributo de color percibido visualmente de "luminosidad", al cual los términos descriptivos asignados podrían incluir las palabras "claro", "oscuro", etc. En otras palabras, L^* mediría el cambio a lo largo de una escala de grises de negro a blanco que varía visualmente de manera perceptualmente uniforme. La escala L^* , que va de 0 para un negro teórico a 100 para un blanco perfecto.

Las coordenadas a^* y b^* pueden estar relacionadas conceptualmente con la teoría del color del oponente de Hering, que se basaba en la proposición de que la retina del ojo contiene canales de color del oponente que distinguen los colores de acuerdo con sus atributos de color rojo-versus-verde y amarillo-versus-azul¹³.

Así, el uso de coordenadas CIELab permite medir los tres atributos de un color por el que se distingue visualmente. El espacio CIELab no solo es más conveniente que los valores triestímulos con respecto a su relación conceptual con la experiencia real de ver los colores, sino que tiene la importante ventaja de proporcionar un medio para medir las diferencias entre

dos colores. Su diferencia de color se calcula, utilizando geometría de coordenadas, como la longitud de la línea que une sus posiciones de coordenadas^{15,16}.

Los valores de color se han obtenido utilizando espectroscopia de reflectancia, expresados en términos de valor L^* del espacio de color, ángulo de tono y valores de croma. Las diferencias en la visión tricromática del color entre individuos se identifican en términos de uno, dos o los tres parámetros del espacio de color CIE: valor L^* , valor a^* y valor b^* (CIELAB). El valor L^* , que se correlaciona con la luminosidad percibida y va desde el negro absoluto (0) al blanco absoluto (+100), es el más sensible de los valores tricromáticos al cambio de color de la piel. Debido a que el método es cuantitativo y los principios son reconocidos internacionalmente, estos parámetros de espacio de color se proponen para la comunicación inequívoca de información sobre el color de la piel que se relaciona directamente con observaciones visuales de importancia clínica o interés científico²¹.

A pesar de los grandes avances en el monitoreo de los colgajos, el fallo de los colgajos sigue siendo un problema y como ha sido reportado anteriormente el tiempo de reintervención desde su comienzo hasta la reparación microvascular está inversamente relacionado con la probabilidad de salvar el colgajo, por lo que es importante utilizar un método de monitorización de colgajos libres que sea objetivo, no invasivo y de un costo accesible.

Por lo tanto, decidimos realizar un estudio donde se pudiera evaluar de manera objetiva el color, con el fin de eliminar el sesgo que da la

observación clínica individual y la experiencia personal, entre otras variables. En este sentido, decidimos usar el colorímetro, un aparato que en cada medición ubica el color en un punto específico en el espacio tridimensional de color basándose en tres ejes independientes; de esta manera las variables que dependieran de la apariencia apreciativa se anularían.

Se decidió realizar la toma de la colorimetría antes de la evaluación clínica con llenado capilar y la exploración Doppler para protocolizar la evaluación, además para evitar alteraciones en las características de la piel por manipulación del tejido y modificación en la microvasculatura del mismo. El sitio de elección de la toma de la colorimetría se decidió de manera unánime en el centro del colgajo; aunque al ser un colgajo libre planeado adecuadamente de acuerdo al área de irrigación del vaso principal cualesquier punto debía responder de la misma manera en el mismo momento.

A pesar de que la iluminación no influir en la medición colorimétrica, observamos que la presión con la que se aplicaba el colorímetro, el tiempo de opresión en el tejido antes de pulsar el botón del colorímetro podía modificar ligeramente las mediciones en el colorímetro, esto debido a la manipulación que se genera en el tejido, alterando la microvasculatura cutánea; sin embargo, se requiere un estudio de validación para evaluar las modificaciones que se obtienen debido al tiempo y fuerza con que se presiona el tejido. Dicho lo anterior, sugerimos encender el colorímetro antes de colocarlo sobre la isla cutánea, recargar el mínimo peso del aparato

sobre el colgajo e inmediatamente presionar el botón para la toma de la medición, retirar inmediatamente el colorímetro de la isla.

Se incluyeron a pacientes con colgajos libres, debido a que se tiene una mayor posibilidad de tener cambios vasculares de origen arterial y venoso. Sin embargo en este estudio el 100% (4 colgajos) de las fallas en los colgajos libres fue por trombosis venosa. No hubo colgajos que requirieran reexploración por trombosis arterial.

En la gráfica de colgajos libres que se hicieron mediciones por colorimetría que requirieron reexploración por presentar trombosis venosa, el valor final y con el que se decidió la reexploración se encontraba en el plano cartesiano entre 7 y 9 en el eje X y entre 4.8 y 15.5 en el eje Y, que de acuerdo a la ubicación del color orienta hacia una tonalidad morada. Coincidente con la clínica que al presentar una trombosis venosa condiciona congestión en el colgajo observando una coloración marmórea y más oscura a la vista del observador, acompañándose de llenado capilar aumentado y sangrado rápido a la punción de la isla cutánea.

Se decidió realizar las mediciones con la frecuencia mencionada en la sección de material y métodos porque las primeras 48 horas posteriores a la realización de colgajos son las más críticas en cuanto a la falla vascular y debido a que la detección temprana de ésta influye importantemente en el rescate de los colgajos. Las mediciones se realizaron de acuerdo al protocolo que efectuamos en el servicio para seguimiento de colgajos libres.

Fueron excluidos del estudio aquellos pacientes que fueron operados de colgajos con sitio receptor intraoral por la imposibilidad de acceder con el

colorímetro a dicha área y todos aquellos que el colgajo era difícil acceso para el colorímetro, que si bien el diámetro mínimo necesario para la colorimetría debía ser mayor a 4cm², el acceso a la isla cutánea debía ser superficial; fueron excluidos los colgajos con isla cutánea menor a 4 cm² y aquellos cuya naturaleza del sitio receptor mantenía la isla cutánea en constante humedad. Fue excluido un paciente que fue trasladado a otra unidad hospitalaria y no pudo completarse el seguimiento por las 120 horas requeridas.

En los 6 colgajos viables a los 5 días de seguimiento y a los 21 días de posquirúrgico, no se observó un patrón específico de trayecto y ubicación en la última medición del plano cartesiano al concluir las mediciones colorimétricas.

Se decidió reexplorar el colgajo en el momento en que la evaluación clínica se observó congestión venosa, palidez, aumento o retardo en el llenado capilar o ausencia de flujo Doppler independientemente de los resultados colorimétricos; los colgajos tuvieron mediciones en el cuadrante que se veía en los que tenían congestión desde 1 ó 2 horas previo a su detección por evaluación clínica; lo que nos hace pensar que el colorímetro sí detecta cambios en el color previo a la evaluación clínica.

Se requieren estudios más amplios para evaluar la función de la colorimetría como método de seguimiento como predictor de viabilidad de colgajos libres.

El colorímetro es un aparato que evalúa el color de manera objetiva, además detecta cambios de color mínimos, lo que ayuda a que cambios minúsculos en la coloración de la isla cutánea puedan ser detectados de manera temprano e intervenir de manera oportuna; las mediciones se hicieron con una frecuencia elevada las primeras 72 horas lo que nos ayudó a que las fallas vasculares se evaluaran con periodos muy cortos de tiempo. Sin embargo, la muestra no eran tan grande como esperábamos, además la falla vascular fue exclusivamente venosa, que si bien coincide con la literatura en cuanto a que la mayoría de las fallas vasculares en los colgajos libres es venosa, probablemente una muestra mayor podría darnos un panorama más amplio de esta circunstancia, ya sea con alguna falla arterial donde se evidencien otros cuadrantes en plano cartesiano de los colores o la confirmación de la evidente superioridad de la falla venosa en los colgajos libres. La evaluación de cada colgajo fue llevada a cabo por 5 médicos; debido a la intensidad y frecuencia con que deben realizarse las mediciones durante las 120 horas posteriores a la realización del colgajo no es posible que sea realizada por la misma persona, pero deben personas capacitadas en la medición y uso del colorímetro.

VIII

CONCLUSIÓN

La colorimetría es un método que promete dar una orientación objetiva acerca del estatus del colgajo, según este estudio más característicamente cuando se está instaurando una trombosis venosa; debido a que en este estudio no tuvimos trombosis arteriales no podemos saber si hay alguna importancia clínica en la evolución de esta circunstancia. Además en los colgajos viables no se observó un patrón específico en los valores obtenidos durante la vigilancia de los colgajos.

Se requieren estudios más extensos y con mayor número de casos para evaluar la colorimetría como predictor de viabilidad de colgajos libres.

DECLARACIONES

Todos los procedimientos se realizaron de acuerdo con los estándares éticos del comité responsable para la experimentación en humanos de nuestra institución.

No se obtuvo el Consentimiento Informado por ser un estudio retrospectivo

No hay conflictos de intereses. No se recibió apoyo financiero para este estudio.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Townsend, C. M., Beauchamp, R. D., Evers, B. M., & Mattox, K. L. (n.d.). Sabiston textbook of surgery: the biological basis of modern surgical practice.
2. SEIDENBERG, B., ROSENAK, S., HURWITT, E. and SOM, M., 1959. Immediate Reconstruction of the Cervical Esophagus by a Revascularized Isolated Jejunal Segment. *Annals of Surgery*, 149(2), pp. 162-171.
3. McLEAN, D. and BUNCKE, H., 1972. AUTOTRANSPLANT OF OMENTUM TO A LARGE SCALP DEFECT, WITH MICROSURGICAL REVASCULARIZATION. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 49(3), pp. 268-274.
4. Siemionow, M. and Arslan, E., 2004. Ischemia/reperfusion injury: A review in relation to free tissue transfers. *Microsurgery*, 24(6), pp. 468-475.
5. Yang, J., Kuo, Y., Hsieh, C. and Jeng, S., 2007. The Use of Radial Vessel Stump in Free Radial Forearm Flap as Flap Monitor in Head and Neck Reconstruction. *Annals of Plastic Surgery*, 59(4), pp.378-381.
6. Disa JJ, Cordeiro PG, Hidalgo DA. Efficacy of conventional monitoring techniques in free tissue transfer: an 11-year experience in 750 consecutive cases. *Plast Reconstr Surg* 1999;104(01):97–101.

7. Lohman, R., Langevin, C., Bozkurt, M., Kundu, N. and Djohan, R., 2012. A Prospective Analysis of Free Flap Monitoring Techniques: Physical Examination, External Doppler, Implantable Doppler, and Tissue Oximetry. *Journal of Reconstructive Microsurgery*, 29(01), pp.051-056.
8. BAUDET, J., LEMAIRE, J. and GUIMBERTEAU, J., 1976. TEN FREE GROIN FLAPS. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 57(5), pp. 577-595.
9. Harrison, D., Girling, M. and Mott, G., 1981. Experience in Monitoring the Circulation in Free-Flap Transfers. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 68(4), pp.543-553.
10. Khouri, R. K., and Shaw, W. W. Monitoring of free flaps with surface-temperature recordings: Is it reliable? *Plast. Reconstr. Surg.* 89: 495, 1992.
11. Chen, K., Mardini, S., Chuang, D., Lin, C., Cheng, M., Lin, Y., Huang, W., Tsao, C. and Wei, F., 2007. Timing of Presentation of the First Signs of Vascular Compromise Dictates the Salvage Outcome of Free Flap Transfers. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 120(1), pp.187-195.
12. Edwards, E. and Duntley, S., 1939. The pigments and color of living human skin. *American Journal of Anatomy*, 65(1), pp.1-33.
13. Weatherall, I. and Coombs, B., 1992. Skin Color Measurements in Terms of CIELAB Color Space Values. *Journal of Investigative Dermatology*, 99(4), pp.468-473.
14. Cervenka, B. and Bewley, A., 2015. Free flap monitoring. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*, 23(5), pp. 393-398.

15. Chen, Y., Shen, Z., Shao, Z., Yu, P. y Wu, J. (2016). Free flap monitoring by near infrared spectroscopy. *Annals Of Plastic Surgery* , 76 (5), 590-597. doi: 10.1097 / sap.0000000000000430.
16. Wright, C., Wilkes, M., du Plessis, J., Reeder, A. y Albers, P. (2015). In multiple situational light settings, visual observation for skin color assessment is comparable to colorimeter measurement. *Research and skin technology* , 22 (3), 305-310. doi: 10.1111 / srt.12261.
17. Draaijers, L., Tempelman, F., Botman, Y., Kreis, R., Middelkoop, E. y van Zuijlen, P. (2004). Color evaluation in scars: tristimulus colorimeter, simple narrow-band reflectance or subjective evaluation?. *Burns* , 30 (2), 103-107. doi: 10.1016 / j.burns.2003.09.029.
18. Matias, A., Ferreira, M., Costa, P. y Neto, P. (2015). Biometric measurements of skin color, redness of the skin and melanin: comparative study between Antera®3D, Mexameter® and Colorimeter®. *Research and skin technology* , 21 (3), 346-362. doi: 10.1111 / srt.12199.
19. Chen, K., Mardini, S., Chuang, D., Lin, C., Cheng, M. y Lin, Y. et al. (2007). The time of presentation of the first signs of vascular compromise dictates the rescue result of free flap transfers. *Plastic and reconstructive surgery* , 120 (1), 187-195. doi: 10.1097 / 01.prs.0000264077.07779.50.
20. Huang, W., Wang, Y., Hung, K., Hsieh, P., Fu, K. y Dai, L. et al. (2018). High correlation between skin color according to the CIELAB color space, the proportion of epidermal melanocytes and the melanin content of melanocytes. *Peerj* , 6 , e4815. doi: 10.7717 / peerj.4815.

21. Stevenson, J., Weatherall, I., Litilejohn, R. y Seman, D. (1991). A comparison of two different instruments for measuring CIELAB deer values and color assessment by a trained panel. *New Zealand Journal of Agricultural Research* , 34 (2), 207-211. doi: 10.1080 / 00288233.1991.10423361.

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

América Espinoza Marian

Candidata para el Grado de

Especialista en Cirugía Plástica Estética y Reconstructiva

Tesis: **COLORIMETRÍA COMO PREDICTOR DE VIABILIDAD DE COLGAJOS LIBRES**

Campo de estudio: Ciencias de la Salud.

Biografía: Nacida en Hermosillo, Sonora el 4 de Julio de 1987, hija de Reynaldo Espinoza Negrete y Norma Dolores Marian Arnold

Educación: Egresada de la Universidad de Sonora, Departamento de Medicina, grado obtenido Médico General en 2011.

Experiencia profesional: Egresada de Cirugía General del programa del Hospital Central Sur de Alta Especialidad de PEMEX, Universidad Autónoma de México en Ciudad de México de Marzo de 2013 a Febrero del 2017.

Residente del programa de Cirugía Plástica Estética y Reconstructiva en el Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González" en Monterrey, Nuevo León, de Marzo 2017 a Febrero 2021

**“COLORIMETRÍA COMO PREDICTOR DE
VIABILIDAD DE COLGAJOS LIBRES”.**

Por

DR. AMÉRICA ESPINOZA MARIAN

**Como requisito para obtener el grado de
Especialista en**

CIRUGÍA PLÁSTICA ESTÉTICA Y RECONSTRUCTIVA

Asesor: Dr. Sergio Armando Pérez Porras

Enero 2021