

ESTUDIOS ORIGINALES

Estudio retrospectivo de donantes y receptores de piel en el Hospital La Paz desde 2011 hasta marzo de 2021

Retrospective study of skin donors and recipients at Hospital La Paz from 2011 to March 2021

Ana Belén Villarrubia Martínez

Enfermera en Unidad de Cuidados Críticos del Hospital La Paz (Madrid)

VI Premios de Investigación CODEM 2022. Tercer premio.

Cómo citar este artículo: Villarrubia Martínez, A.B., Estudio retrospectivo de donantes y receptores de piel en el Hospital La Paz desde 2011 hasta marzo de 2021. *Conocimiento Enfermero* 23 (2024): 09-25.

Disponible en: <https://www.conocimientoenfermero.es/index.php/ce/article/view/285>

RESUMEN

Introducción. El "estándar de oro" para las quemaduras son los aloinjertos. En este estudio se analiza dicha técnica durante 10 años en el Hospital La Paz.

Objetivos. Estudiar la variación interanual de la superficie de piel donada, injertada y desechada. Analizar la relación entre la superficie corporal quemada (SCQ) con los cm² de piel injertados, con la duración de la estancia hospitalaria y con el resultado de alta o fallecimiento de los receptores. Estudiar la abundancia y porcentaje de los mecanismos lesionales y la tasa de contaminación por microorganismos.

Material y métodos. Estudio retrospectivo de 143 donantes cadavéricos y 62 receptores de piel de cadáver desde el año 2011 hasta marzo de 2021, en el Hospital La Paz.

Resultados/Discusión. La superficie de la piel donada e injertada aumentó significativamente hasta 2017 y disminuyó a partir de dicho año. La SCQ se correlacionó significativamente con la superficie de piel injertada, la duración de la estancia hospitalaria y fue significativamente mayor en los receptores que fallecieron. Los mecanismos lesionales más habituales fueron los producidos por llama en espacio cerrado. En cuanto a la contaminación por microorganismos, ésta fue mayor en la etapa de implantación que en la de procesamiento (10,32% vs 6,4%).

Palabras clave: quemadura; banco de piel; aloinjerto de piel de cadáver; receptor.

ABSTRACT

Introduction. The "gold standard" of burns are allografts. In this study, this technique was analyzed for 10 years at Hospital La Paz.

Objectives. To study the interannual variation of the donated, grafted and discarded skin surface. To analyze the relationship between the body surface area burned (SCQ) with the cm² of skin injected, with the length of hospital stay and with the outcome of discharge or death of the recipients. Study the abundance and percentage of injury mechanisms and the rate of contamination by microorganisms.

Material and methods. Retrospective study of 143 cadaveric donors and 62 recipients of cadaveric skin from 2011 to March 2021, at Hospital La Paz.

Results/Discussion. The surface of donated and injected skin increased significantly until 2017 and started from that year. SCQ was significantly correlated with injected skin area, length of hospital stay, and was significantly higher in recipients who died. The most common injury mechanisms were those caused by flame in a closed space. Regarding contamination by microorganisms, it was higher in the demonstration stage than in the processing stage (10,32% vs. 6,4%).

Keywords: burn; bank skin; cadaver skin allograft; receiver.

1. Introducción

Las quemaduras constituyen un problema de salud pública a nivel mundial y provocan alrededor de 180.000 muertes al año, de las cuales la mayoría se produce en los países de ingreso bajo y medio, y casi dos tercios, en las regiones de África y de Asia Sudoriental. Las quemaduras son una de las principales causas de morbilidad, que incluyen una hospitalización prolongada, desfiguración y discapacidad, lo que suele generar estigmatización y rechazo [1].

Las quemaduras son heridas causadas por lesiones térmicas, eléctricas, químicas por frío o por radiación. Éstas se pueden clasificar según sea su espesor, parcial o total [2]. En las primeras, la epidermis y la parte superficial de la dermis se han lesionado, la epitelización es rápida (10-14 días) y el riesgo de cicatrización hipertrófica es bajo. En contraposición, en las quemaduras de espesor total, las lesiones se extienden a partes más profundas de la dermis, la epitelización es mucho más lenta (3-6 semanas) y hay una alta incidencia de cicatrices hipertróficas; lo que usualmente requiere una intervención quirúrgica [2]. El autoinjerto de piel es el estándar de oro actual de la atención clínica [2,3,4,5]. Sin embargo, la falta de piel del propio paciente o la inadecuación de la herida para el autoinjerto pueden requerir el uso temporal de apósitos o sustitutos de piel para promover la curación de la herida, reducir el dolor, prevenir infecciones y cicatrices anormales [2,6].

Debido a que el autoinjerto no siempre es posible [3,5,6,8], se recurren a otras opciones de reemplazo de piel para el cuidado de las quemaduras que incluyen el aloinjerto: tejido trasplantado de un miembro genéticamente no idéntico de la misma especie que el receptor; el xenoinjerto: tejido trasplantado de una especie a otra especie; las células epiteliales cultivadas: crecimiento clonal de queratinocitos cultivados *in vitro* aplicados a la quemadura y los sustitutos de piel de bioingeniería comerciales que contienen células de diversos orígenes y materiales biodegradables que sirven como matrices para la adhesión y proliferación celular [2,9,10].

En el Hospital La Paz se usan diferentes métodos para el tratamiento de quemaduras. Des-

tacan los autoinjertos, usados en quemaduras de espesor parcial donde la piel del propio paciente mejora el cierre y la cicatrización [11,12]. Sin embargo, los problemas relacionados con el sitio donante, el dolor y la disponibilidad limitada, son los principales inconvenientes que llevó a los investigadores a trabajar en cultivos de queratinocitos [13]. Por su parte, el Hospital La Paz, está familiarizado con el uso de estos, obteniéndolos de una biopsia que es enviada al Centro Comunitario de Sangre y Tejidos del Principado de Asturias, donde se encargan de separar y cultivar esas células [14]. Mediante diferentes técnicas se obtienen láminas biogenerizadas artificialmente, aunque uno de los principales inconvenientes es que estas láminas son delgadas y extremadamente frágiles y, en ocasiones, difíciles de manipular, transferir y aplicar a la quemadura [15]. Se han utilizado también, alternativas ofrecidas por reemplazos dérmicos de ingeniería tisular para satisfacer la demanda de emergencia con bastante éxito ya que en el periodo que permanecen en el lugar de inserción promueven la cicatrización. A pesar de la disponibilidad de estos productos comerciales, todos sufren problemas de costo extremadamente alto, microestructura cutánea por debajo de lo normal e injerto inconsistente, especialmente en quemaduras de espesor total [13]. Se han realizado muchos esfuerzos para desarrollar sustitutos de piel sin la necesidad de donantes aunque hay que tener en cuenta que una lesión mayor de 4 cm de diámetro no sanará correctamente sin un implante [15]. A pesar de los grandes avances en el desarrollo de piel artificial, el sustituto de piel sintético o biológico definitivo todavía no existe. Por lo tanto, el uso de aloinjertos se seguirá utilizando como método de reemplazo durante muchos años [9].

De todos ellos, el aloinjerto de piel de cadáver se considera el estándar de oro cuando el autoinjerto no es posible [16,17,18,19,20] ya que permanece bastante tiempo antes de ser rechazado, debido al estado de inmunosupresión relativo del paciente quemado [13] y a que reduce la morbilidad, la estancia hospitalaria, el sufrimiento del paciente y, en muchos casos, preserva las extremidades y la vida [21,22,23,24]. Sin embargo, su uso presenta algunas desventajas,

incluyendo la abundancia y disponibilidad limitadas de donantes, la posible transmisión de enfermedades, el eventual rechazo por parte del receptor y su manejo, almacenamiento, transporte y costos asociados de provisión [2].

El procesamiento de los aloinjertos es fundamental primero, para asegurar una disponibilidad confiable en los centros de atención hospitalaria; ya que los aloinjertos se deben poder almacenar a largo plazo en bancos de tejidos manteniendo las propiedades esenciales del tejido como la viabilidad o la integridad estructural [25]. Además, en el procesamiento se facilita y optimiza el uso clínico dividiendo una donación en múltiples subunidades, que reduce el riesgo de transmisión de enfermedades [26]. Sin embargo, también conlleva riesgos, como son la contaminación microbiana ambiental, del operador o cruzada con otros tejidos, errores en la identificación y el etiquetado o daños en los tejidos o células que reducen la eficacia clínica [26].

Existen diferentes técnicas de preservación de aloinjertos para su almacenamiento a largo plazo en bancos de piel. Estas técnicas incluyen: el congelamiento, la liofilización, la vitrificación, pero de todas ellas, la glicerolización al 85% y la criopreservación son los principales métodos de almacenamiento y conservación [6]. Ambas técnicas tienen sus propias ventajas y desventajas, pero la diferencia esencial entre ellas es el nivel de viabilidad de los tejidos preservados, siendo mayor en la criopreservación [6,16]. La viabilidad es importante, ya que las células con un nivel más alto de viabilidad suministran más hormonas de crecimiento y citoquinas beneficiosas en la herida que cicatriza [27]. Desafortunadamente, la piel viable no se puede esterilizar, lo que aumenta el riesgo de contaminación por microorganismos [16,17]. En este sentido, otros aspectos como la seguridad antimicrobiana intrínseca del método de conservación y el coste, deberían ser criterios principales además de la viabilidad para la elección del método de conservación que se utilizará para los aloinjertos [16]. Es por esto, que la evaluación de las distintas técnicas y su comparación tiene una gran importancia para consensuar la mejor praxis en términos de seguridad y eficacia de los aloinjertos de piel para el cuidado de quemaduras. Pese a la im-

portancia de la etapa de procesamiento para el correcto almacenaje de aloinjertos en los bancos de piel y su eficacia clínica, no existe una armonización de la técnica [28]. En la UE, el uso de aloinjertos debe seguir la Guía de Buenas Prácticas (GPG) y cumplir con los requerimientos del Anexo IV de la Directiva 006/17/EC para garantizar la seguridad de los donantes y receptores.

El objetivo principal de este estudio ha sido por tanto la monitorización durante 10 años de la técnica de trasplante de piel mediante aloinjertos en la Unidad de Banco de Piel que forma parte de la Unidad de Quemados del Hospital La Paz, lo que reviste de gran importancia para una optimización la técnica. Concretamente se ha estudiado: 1. La variación interanual de la superficie de piel donada, injertada y desechada; 2. La relación de la Superficie Corporal Quemada (SCQ) con diversos parámetros clínicos; 3. La caracterización de los mecanismos lesionales y 4. La tasa de contaminación de los aloinjertos por microorganismos.

2. Material y métodos

2.1. Obtención y procesamiento de los aloinjertos

La obtención de aloinjertos se realiza con donantes cadavéricos, la extracción debe hacerse lo antes posible y siempre dentro de las 6 horas siguientes al fallecimiento, pudiendo ser pospuesta un máximo de 12 horas si se conserva el cadáver refrigerado a 4°C [11]. La piel se extrae de zonas no visibles por razones estéticas y éticas, limitándose principalmente a la espalda y las extremidades inferiores. Para la extracción, la piel se rasura y se lava con jabón quirúrgico y suero fisiológico estéril. A continuación, se aplica una preparación quirúrgica (gluconato de clorhexidina) y por último, se aplica isopropanol al 70% dejándolo secar. La piel se extrae con dermatomo eléctrico, sacando tiras de 7.5cm de ancho, 0.30-0.45 mm de grosor y de la mayor longitud posible [11].

La primera etapa empieza con la recolección, donde se aísla una muestra de piel al azar en un bote estéril para tres pruebas microbiológicas

estándar: cultivos aeróbicos, anaeróbicos y de hongos [11,29]. Con objeto de minimizar la contaminación bacteriológica, las zonas donantes se dividen en tres campos (espalda, extremidad inferior izquierda y derecha) y se recogen escalonadamente, de forma que se reduce la eventual contaminación cruzada del tejido obtenido. Finalizada toda la extracción, se disponen los contenedores en una nevera a 4°C, hasta su traslado al banco de piel. La piel tiene que permanecer mínimo 4 horas en los botes de recogida, sumergida en la solución antibiótica/antimicótica (penicilina 1000u/ml, estreptomycin 1000ug/ml, anfotericina B 25ug/ml). El almacenamiento de la piel de cadáver se realiza en el banco de piel, bajo la campana de flujo laminar y de forma estéril. Antes de iniciar el proceso, se cortará un trozo de piel y se recogerán 5 cc de líquido de recogida en un bote estéril, para enviarlo a microbiología como piel pre-procesamiento [11].

Durante el procesamiento que se inicia tras lavar esa piel pasando por tres recipientes estériles con suero fisiológico, se reservarán tres pequeños fragmentos para control bacteriológico, que se introducirán en los botes de saboraud dextroxa, saboraud cloranfenicol y tioglicolato [11]. Sobre cada lámina de unitul se colocan las tiras de piel, ajustándolo al tamaño de las tiras, hasta completar cinco tiras de piel. Luego se dobla a la mitad y se introduce en la bolsa de criopreservación, procediendo al sellado de ésta. A través del extremo de la bolsa de criopreservación se introduce unos 30 cc de solución criopreservante, extrayendo todo el aire y asegurando posteriormente su sellado. La solución criopreservante se compone de: medio de cultivo + glicerol 99% + albumina humana 20% [11]. La congelación se realiza mediante el siguiente descenso térmico: desde 4°C hasta -80°C, con un descenso de -1°C/min hasta llegar a -30°C y de -5°C/min hasta llegar a -80°C. Por último, una vez acabado el descenso térmico, se introducen en un tanque de nitrógeno en fase de vapor en espera de los controles de microbiología, si estos son negativos se ubican definitivamente en fase líquida a -196°C [11].

Para proceder a la etapa de implantación de la piel se realizará una descongelación al baño

maría entre 20-37°C con agitación intermitente. Una vez descongelada se extraerá el líquido criopreservante tomando una muestra para control bacteriológico preimplante. Después se lava con suero salino tres veces recogiendo el líquido del último lavado preimplante y una muestra de piel al azar [11].

2.2. Características de los donantes

Se revisaron todos los datos de los donantes de piel desde enero de 2011 hasta marzo de 2021. Los tres meses del año 2021 se suprimieron del estudio estadístico ya que no son una muestra representativa para comparar con el resto de los años, pero sí se utiliza de forma descriptiva. La lista de criterios de selección de donantes se basa sobre un análisis de riesgo relacionado con el uso del tejido en pacientes, es decir, para minimizar el riesgo de transmisión de enfermedades al receptor y garantizar la adecuada calidad de la piel para obtener resultados funcionales óptimos [26]. En total se obtuvieron datos de 453 bolsas de aloinjertos pertenecientes a 143 donantes, concretamente se recopiló: fecha de donación, superficie de piel donada y análisis microbiológico e identificación de los gérmenes responsables. También se anotó la etapa de contaminación: etapa de procesamiento (comprende desde la recolección en quirófano hasta su almacenamiento) y etapa de implantación (comprende desde la descongelación de esa piel hasta su posterior injertación).

2.3. Características de los receptores

Los datos que se recogieron de los 62 receptores de manera retrospectiva son los siguientes: fecha del injerto, edad, sexo, SCQ, mecanismo lesional de la quemadura, duración de la estancia hospitalaria, resultado de la hospitalización: alta/fallecimiento,

Los datos recopilados de los donantes y receptores provienen del Libro de Donantes y Receptores de la Unidad de Banco de Piel del Hospital La Paz y mediante las Historias Clínicas de los donantes y receptores.

2.4. Análisis estadísticos

La variación interanual de la superficie de piel donada, trasplantada y desechada, se analizó mediante una regresión lineal incluyendo el año de estudio como factor explicativo en el modelo, debido a que los valores en cada año son independientes entre sí. La superficie de piel trasladada al Hospital de Getafe, no se incluyó en este análisis debido a que sólo se tienen datos de tres años y es un tamaño muestral insuficiente para analizarlo estadísticamente, pero sí tendrá relevancia para el desarrollo de la discusión y aparecerá reflejado en la Figura 1 de la evolución temporal por años.

En cuanto a la relación entre la superficie corporal quemada (SCQ) con la superficie de piel injertada (cm²) se analizó mediante una correlación lineal de Pearson. Por otra parte, en la relación entre la SCQ con la duración de la estancia hospitalaria en días, se categorizó a los receptores según su porcentaje de SCQ (<30% vs ≥ 30%), del mismo modo que Guerrero-Torbay *et al.* [30] y se analizó mediante una t-student. La relación de SCQ con los receptores da-

dos de alta o fallecidos, se analizó mediante otra t-student.

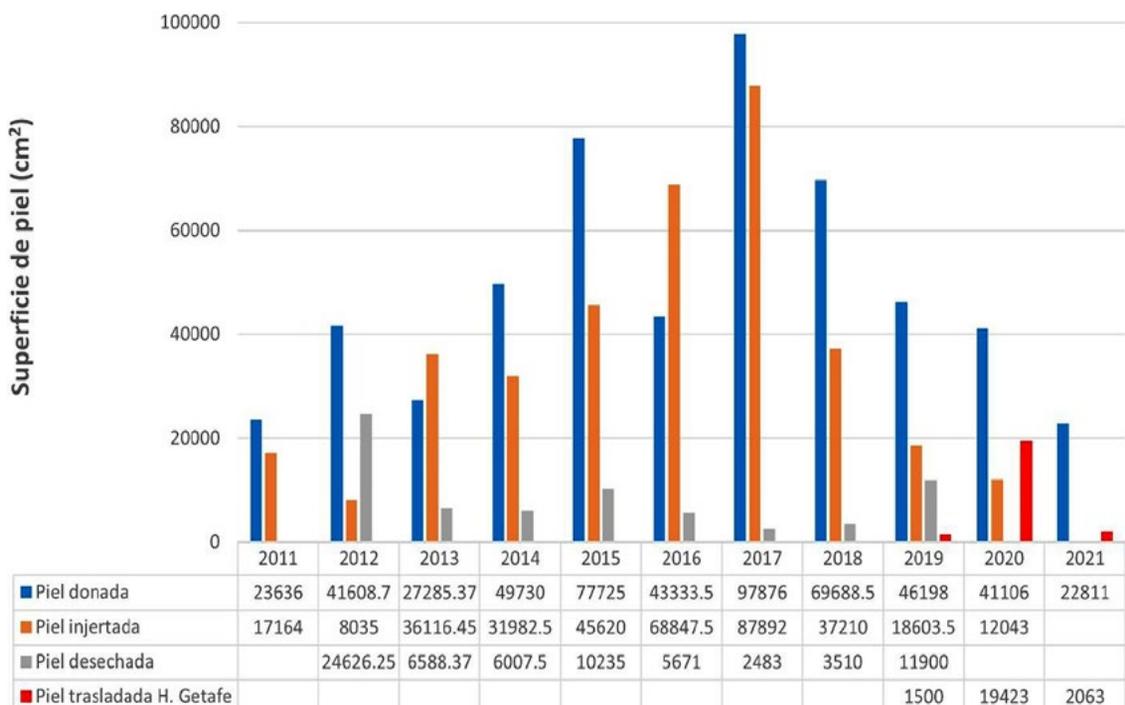
El resto de análisis y figuras son descriptivos y han sido realizados en el programa Microsoft Excel.

La asunción de normalidad se comprobará mediante la prueba de Shapiro-Wilk y el nivel de significancia (α) se fijará a 0.05 para todos los análisis. Estos análisis se realizarán con R [31]; para las regresiones lineales y ANOVAS se utilizará la función 'lm', mientras que para la correlación de Pearson se utilizará la función 'cor.test' dentro del paquete MASS [32].

2.5. Consideraciones éticas

El presente estudio está aprobado por el Comité de Ética en la Investigación del Hospital La Paz con el código HULP: PI-4780. Se solicitó consentimiento para el uso de los datos referentes a los donantes y receptores de este estudio. Se garantizó la confidencialidad ya que los datos de los donantes y receptores son anonimizados.

FIGURA 1. Superficie de piel donada, injertada, desechada y trasladada al Hospital de Getafe en cm² a lo largo de los años de estudio y hasta marzo de 2021.



3. Resultados

3.1. Objetivo 1

En cuanto a la variación temporal de la superficie total de piel donada en el Hospital La Paz, ésta aumentó significativamente hasta el año 2017 (Estimate \pm ES= 9879 \pm 3419; F1,5=8,35; $p=0,03$). A partir de este año, esta tendencia se

invierte y la superficie de piel donada anualmente disminuye hasta 2020 (Figura 1). En la Figura 1 también se representa la cantidad de piel donada hasta marzo de 2021. La variación temporal de la superficie de piel injertada por año sigue una tendencia similar a la de la piel donada; es decir, aumenta significativamente hasta el año 2017 (Estimate \pm ES= 12261 \pm 1956; F1,5= 39,3; $p=0,001516$) y disminuye a partir de

FIGURA 2. Total de piel en cm^2 almacenada en el tanque de nitrógeno líquido al final de cada año y hasta marzo de 2021.

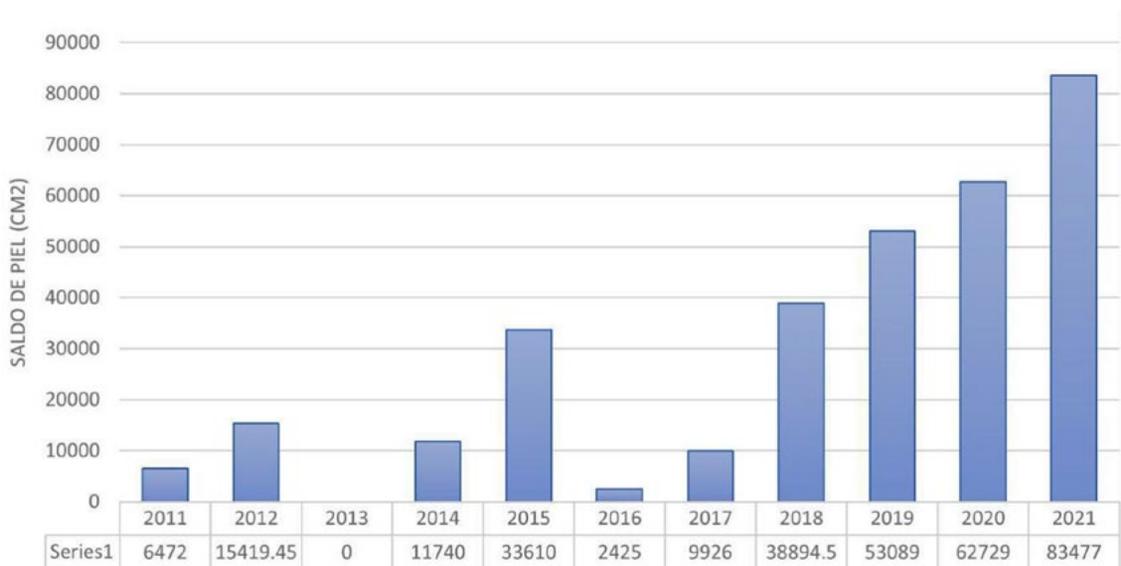


FIGURA 3. Superficie de piel injertada en relación a la superficie corporal quemada (SCQ).

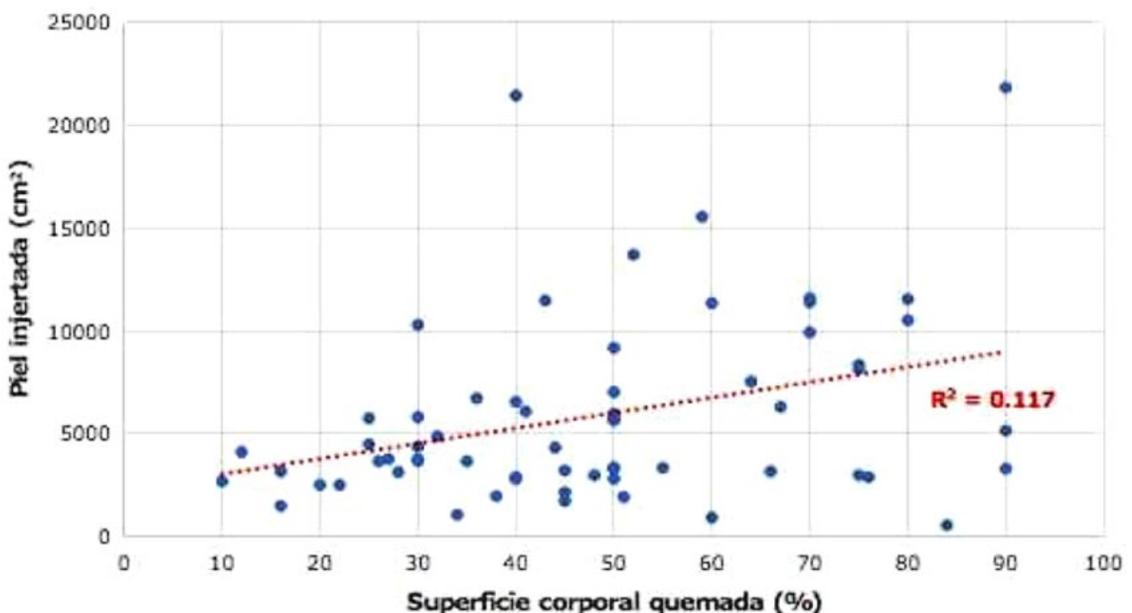
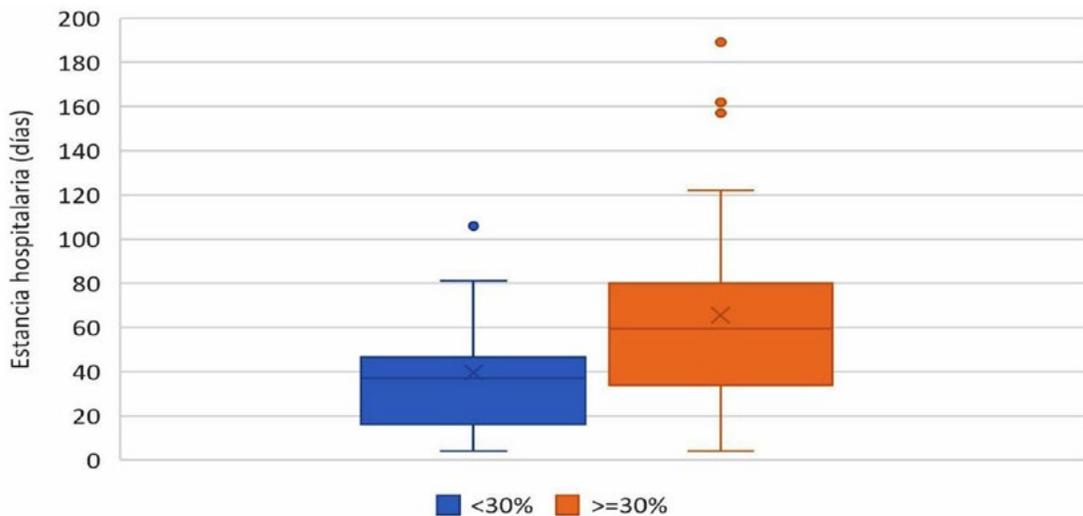
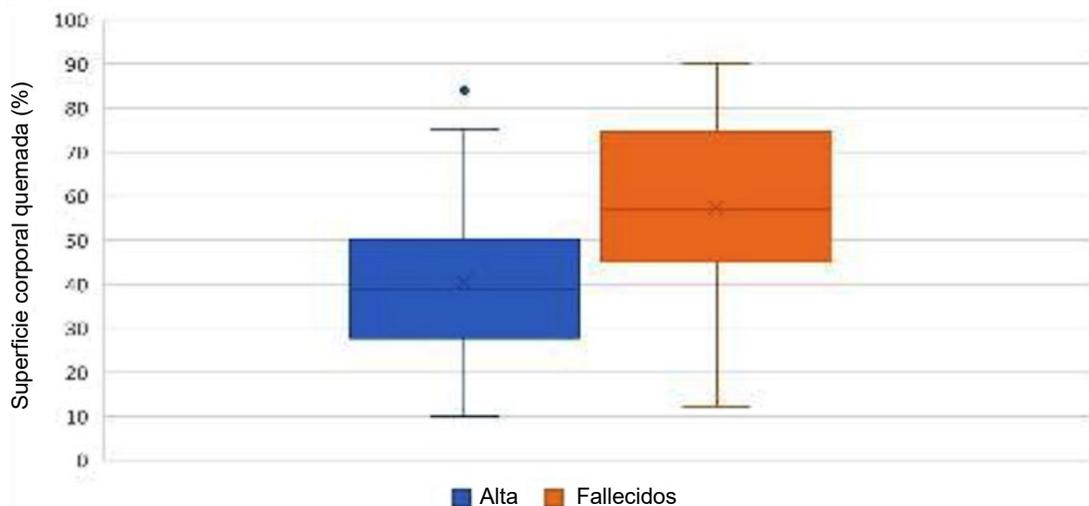


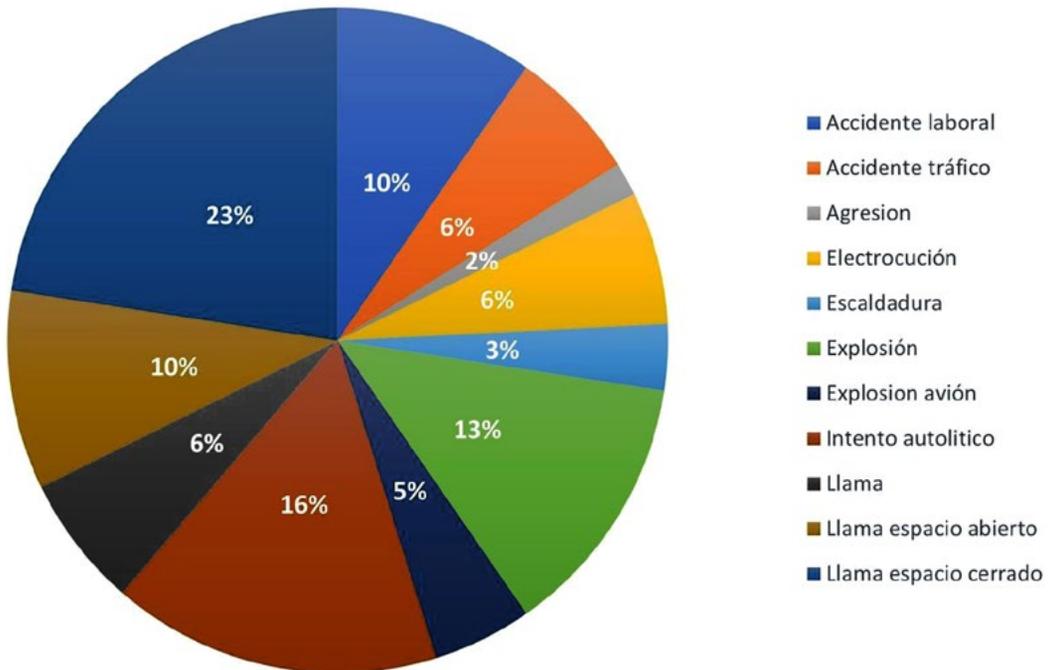
FIGURA 4. Duración de la estancia hospitalaria atendiendo al porcentaje de SCQ (<30% vs ≥ 30%).**FIGURA 5.** SCQ entre los pacientes dados de alta y los pacientes fallecidos.

dicho año (Figura 1). En el año 2021 no se realizó ningún injerto hasta marzo, véase Figura 1. La piel desechada, por el contrario, no presenta una tendencia clara a lo largo de los años de estudio (Estimate \pm ES= -1414 ± 1029 ; $F_{1,6} = 1,89$; $p = 0,22$). En la Figura 1 también se puede observar la superficie total de piel trasladada al Hospital de Getafe durante los años 2019, 2020 y hasta marzo del 2021.

En la Figura 2, se representa el total de piel en cm^2 almacenada al final de cada año en el tanque de nitrógeno líquido, a excepción del año 2021 donde se representa el total que quedó hasta el mes de marzo.

3.2. Objetivo 2

Existe una correlación directa significativa entre la SCQ y la superficie de piel injertada, $t = 2,88$, $gl = 60$, $p = 0,005$, $r = 0,35$ (Figura 3). Es decir, a mayor SCQ en el receptor, mayor superficie de piel injertada. La SCQ se relacionó significativamente con la duración de la estancia hospitalaria de los receptores. Concretamente, los receptores que tuvieron una SCQ de 30% o más, tuvieron una estancia hospitalaria mayor que los receptores que presentaron una SCQ menor de 30% ($t = 2,56$; $gl = 21,92$; $p = 0,02$) (Figura 4).

FIGURA 6. Incidencia de los mecanismos lesionales en los receptores de la unidad de quemados del Hospital La Paz.

En cuanto al efecto de la SCQ en el estatus de los pacientes al final de su estancia hospitalaria (alta/fallecimiento), se encontró que sí que hubo una diferencia estadística significativa entre los dos grupos de receptores. Los pacientes que fueron dados de alta tuvieron significativamente menor SCQ que los pacientes que fallecieron ($t=-3,46$; $gl=53,02$; $p=0,001$, Figura 5).

3.3. Objetivo 3

La media de edad de los receptores fue de 45,13. En el caso de las mujeres que fueron un total de 15, la media de edad fue de 52,06 y en el caso de los hombres, que fueron un total de 47, la edad media fue de 45,13.

El mecanismo lesional más habitual fue la llama en espacio cerrado con un 23% de los casos, seguido de los intentos autolíticos con un 16% y de la explosión con un 13%. Los accidentes laborales y las quemaduras por llama en espacio abierto son las siguientes más habituales con un 10% ambas. Resto de mecanismos tienen una incidencia menor del 10%, siendo el menos habitual la agresión, con un 2% (Figura 6).

3.4. Objetivo 4

En cuanto a la incidencia de microorganismos encontrados, se aislaron 18 especies de microorganismos y se identificaron otros 4 grupos hasta el nivel de género en un total de 68 bolsas, de las 453 analizadas. Esto supone una tasa de contaminación del 15% (Tabla 1). Si estratificamos dicho análisis por etapa, observamos que la tasa de contaminación en la etapa de procesamiento fue menor que en la de implantación (6,4% frente a 10,32%, Tabla 2). De estas 68 bolsas, 29 fueron detectadas en la etapa de procesamiento y, por lo tanto, descartadas para su uso como aloinjertos. Además de este descarte debido a la presencia de microorganismos, 36 bolsas de piel fueron desechadas por daños (7,95%) y 10 bolsas (2,21%) debido a otras causas: inestabilidad del paciente que impide una intervención quirúrgica, descongelación sin posterior uso, estudio médico, etc. Esto hace que del total de bolsas analizadas en la etapa de procesamiento se descartasen 75, por lo que el número de bolsas que se analizó en la etapa de implantación fue de 378 (Tabla 2). La composición de microorganismos en cada

TABLA 1. Total de bolsas con al menos un microorganismo y los más habituales. Nótese que en una misma bolsa se puede aislar más de una especie de microorganismo.

Abundancia y porcentaje de microorganismos	Total: 453
Total de bolsas con al menos un microorganismo	68 (15,01%)
<i>Staphylococcus sp.</i>	19 (27,94%)
<i>Staphylococcus epidermis</i>	5 (26,31%)
<i>Staphylococcus capitis</i>	1 (5,26%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	1 (5,26%)
<i>Candida sp.</i>	11 (16,18%)
<i>Candida albicans</i>	7 (63,64%)
<i>Candida parasilopsis</i>	1 (9,09%)
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	9 (13,24%)
<i>Bacillus sp.</i>	7 (10,29%)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	6 (8,82%)
<i>Proteus mirabilis</i>	4 (5,88%)
<i>Enterococcus faecium</i>	3 (4,41%)
<i>Enterococcus gallinarum</i>	3 (4,41%)
Hongos filamentosos	3 (4,41%)
<i>Pseudomona putida</i>	3 (4,41%)
<i>Streptococcus sp.</i>	3 (4,41%)
<i>Citrobacter freundii</i>	2 (2,94%)
<i>Enterobacter cloacae</i>	2 (2,94%)
<i>Enterococcus faecalis</i>	2 (2,94%)
<i>Escherichia coli</i>	2 (2,94%)
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	2 (2,94%)

una de las etapas no fue la misma. De las 29 bolsas descartadas en la etapa de procesamiento (Tabla 2), 13 se debió a la presencia de bacterias gram positivas (44,82%), 10 fueron descartadas por la presencia de hongos (34,48%) y 9 fueron positivas debido a bacterias gram negativas (31,03%). De las 39 bolsas con microorganismos detectadas en la etapa de implantación (Tabla 2), 24 son debidas a bacterias gram positivas (61,53%), 21 a bacterias gram negativas (53,84%) y 4 presentaron hongos (10,25%). Se aprecia, por lo tanto, que en una misma bolsa puede haber más de una especie de microorganismos.

El grupo de microorganismos con una mayor incidencia resultó ser *Staphylococcus coagulasa* representando un 27,94% de todos los microorganismos aislados; de todos ellos, *Staphylococcus epidermis* fue el más abundante suponiendo un 26,31%. El segundo microorganismo más abundante fueron los hongos pertenecientes al género *Candida sp.* suponiendo un 16,18%, siendo *Candida albicans* el más representado de todos ellos con un 63,64%. Los siguientes microorganismos que presentaron una mayor incidencia fueron *Pseudomona aeruginosa* (13,24%) y *Bacillus sp.* (10,29%). El resto de microorganismos presentaron una incidencia menor del 9%

TABLA 2. Bolsas con al menos un microorganismo en dos etapas. Nótese que en una misma bolsa se puede aislar más de una especie de microorganismo.

Abundancia y porcentaje de microorganismos	
Etapas de procesamiento	453 bolsas
Bolsas con al menos un microorganismo	29 (6,40%)
<i>Candida sp</i>	10 (34,48%)
<i>Candida albicans</i>	7 (70%)
<i>Bacillus sp</i>	3 (10,34%)
<i>Enterococcus faecium</i>	3 (10,34%)
<i>Streptococcus sp</i>	3 (10,34%)
<i>Citrobacter Freudii</i>	2 (6,90%)
<i>Enterobacter cloacae</i>	2 (6,90%)
<i>Enterococcus faecalis</i>	2 (6,90%)
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	2 (6,90%)
<i>Staphylococcus epidermis</i>	2 (6,90%)
<i>Escherichia coli</i>	2 (6,90%)
<i>Proteus mirabilis</i>	1 (3,45%)
Etapas de implantación	378 bolsas
Bolsas con al menos un microorganismo	39 (10,32%)
<i>Staphylococcus sp.</i>	17 (43,59%)
<i>Staphylococcus epidermis</i>	3 (17,65%)
<i>Staphylococcus aureus</i>	1 (5,88%)
<i>Staphylococcus capitis</i>	1 (5,88%)
<i>Pseudomona aeruginosa</i>	7 (17,94%)
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	6 (15,38%)
<i>Bacillus sp</i>	4 (10,26%)
Hongos filamentosos	3 (7,69%)
<i>Proteus mirabilis</i>	3 (7,69%)
<i>Pseudomona putida</i>	3 (7,69%)
<i>Enterococcus gallinarum</i>	3 (7,69%)
<i>Stenotrophomonas maltophilia</i>	2 (5,13%)
<i>Candida parasilopsis</i>	1 (2,56%)

en relación al total de microorganismos aislados (Tabla 1). Esta incidencia de microorganismos fue diferente en cada etapa; así en la etapa de procesamiento (Tabla 2), los microorganismos

más representados fueron los hongos del género *Candida sp.* con un 34,48%; mientras que en la etapa de implantación fueron los *Staphylococcus coagulasa* con un 43,59% (Tabla 2).

4. Discusión

Tanto la superficie de piel donada como injertada presentan una tendencia temporal muy acusada y similar durante los años de estudio, con un aumento significativo hasta el año 2017 y una disminución posterior. Una de las posibles causas de este aumento de las donaciones de piel hasta el año 2017, puede deberse a que la población es más conocedora de este tipo de posibilidad, ya que la donación de este órgano era “el gran desconocido” para la gente. Desafortunadamente, ni la comunidad médica y los sistemas de salud gubernamentales ni los medios han abordado la donación de tejidos como lo hacen para órganos [33]. Y en el caso de los pacientes fallecidos el hecho de que se informara a las familias de la posibilidad de la donación de piel fue uno de los principales motivos por los cuales dieron su consentimiento. Otra causa que puede explicar la tendencia ascendente de piel donada hasta el año 2017, es que en un principio el tanque de almacenamiento con nitrógeno líquido del Hospital La Paz estaba vacío, por lo que la capacidad de llenado del mismo hizo posible un aumento de las donaciones. Cuando se llega a un umbral cercano a la capacidad máxima de almacenamiento del tanque, se observa que la superficie de piel donada disminuye debido principalmente a la disminución del requerimiento por parte del Hospital La Paz, de esta piel. Ésta puede ser la causa de la disminución de las donaciones a partir del año 2017, ya que se va recogiendo la piel necesaria para los requerimientos que se precisan.

Es importante tener en cuenta que desde el año 2019 el uso de esta piel donada se extiende no solo a la Unidad de Quemados del Hospital La Paz, sino que también se deriva al Hospital de Getafe, pero a pesar de ello, se observa una disminución de los requerimientos de esta piel. Esto posiblemente, sea debido, a que a causa de la enfermedad por Coronavirus 19 (Covid 19) en los últimos años de estudio, no se han producido tantos accidentes que requieran el uso de este tipo de cirugía reconstructiva y, por tanto, ha ido disminuyendo la utilización. En la Figura 2, se puede apreciar que el tanque a partir de 2018 se encuentra más lleno, llegado a casi el

uso de las 18 parrillas que lo componen a principios de 2021.

Por otro lado, en el caso de la piel injertada este aumento progresivo en su uso hasta 2017 se puede deber a una mejora en la técnica y almacenamiento de esta piel que facilitó al Hospital La Paz nutrirse del uso de la piel procesada y almacenada por ellos mismos sin la necesidad de depender de otros hospitales como se realizaba anteriormente.

En el caso de la piel desechada, no hay ninguna variación temporal a lo largo de los años de estudio. La mayoría de esta piel desechada se debe a microorganismos que han aparecido durante la recogida de esta piel. También a la rotura o daño de la bolsa donde se guarda esta piel, por burbujas de aire que quedan dentro o por mala congelación y al requerimiento de manera urgente por algún receptor que posteriormente se descarte su uso, si este fallece y previamente se haya producido la descongelación. De manera que, las bolsas que contiene la piel para su almacenamiento pueden romperse o dañarse ya que pasan por diferentes etapas de enfriamiento llegando a alcanzar temperaturas muy bajas.

Como no puede ser de otra manera, la piel donada está para el uso de los pacientes que lo requieran y muchos de ellos se encuentran en una situación crítica que implica la necesidad de esta piel de forma urgente por lo que se descongela para su uso y puede ser que finalmente no se injerte por empeoramiento o inestabilidad del paciente.

La cantidad de piel injertada en cada paciente se relacionó significativamente con la SCQ (Figura 3). Este resultado es esperado, ya que a mayor superficie de piel quemada mayor es el requerimiento de aloinjertos para cubrir la quemadura; resultado que obtuvo en su momento Martínez-Flores *et al* [28]. Sin embargo, otros factores como la profundidad, la gravedad o la localización de la quemadura pueden afectar a la superficie de piel injertada que se necesite y son determinantes en la evolución del receptor. Del mismo modo, la SCQ se relacionó directamente con la duración de la estancia hospitalaria (Figura 4). Resultado que también obtuvo Guerrero-Torbay *et al.* [30]. Esto posiblemente se deba a que a mayor SCQ, mayor es el riesgo de sufrir

complicaciones, entre las cuales las infecciones intrahospitalarias juegan un papel muy importante debido a que en las quemaduras existen tejidos descubiertos y desvitalizados, que hacen a los pacientes quemados más susceptibles a la colonización por bacterias [34]. Además, las quemaduras extensas causan un notable incremento de mediadores inflamatorios y catecolaminas, lo que conlleva a su vez un incremento de la tasa metabólica de estos pacientes [35].

Del mismo modo, sí que hubo diferencias significativas en la SCQ entre los pacientes dados de alta y los fallecidos (Figura 5). Dicha mortalidad se justifica por la severa alteración del estado general que dichos pacientes sufren, las múltiples complicaciones que se asocian como el shock hipovolémico y la inhalación de humos que acompañan a las quemaduras, el shock séptico, las patologías directamente relacionadas con la extensión de las quemaduras y por la ausencia proporcional de zonas donantes para la cobertura de extensas superficies corporales expuestas [36].

Los resultados dan como mecanismo más habitual con un 23% las quemaduras producidas en ambientes cerrados, donde se encuentran los accidentes en domicilio producidos por cigarrillos, velas, aerosoles, por manipular productos inflamables que prenden la ropa o parte del mobiliario como los colchones, etc. Este resultado coincide con el obtenido por Guerrero-Torbay *et al.* [30] quienes encontraron que el domicilio era la localización con una mayor incidencia de accidentes por quemaduras. Esto puede deberse a que en el domicilio es dónde más accidentes se cometen por descuidos. El abuso de sustancias que deprimen el sistema nervioso central y que enlentecen la capacidad de respuesta y los reflejos, como pueden ser los medicamentos tranquilizantes, ansiolíticos y sedantes o el abuso de sustancias ilegales como la marihuana y el hachís, también podrían ser una causa lógica.

En siguiente lugar, con un 16% estarían los intentos autolíticos, mediante quemadura a lo bonzo en alguna ocasión. Este tipo de lesiones se explican en su mayoría a problemas psiquiátricos que los receptores presentaban previamente.

En tercer lugar, se encontrarían las explosiones con un 13% y la mayoría suelen ser por fuga

de gas o explosión de bombonas de gas y por la manipulación de gasolina. En este caso, podría ser por un problema en la instalación y funcionamiento de gas, también por la manipulación sin el debido conocimiento de determinados productos inflamables o el uso de instrumentos que puedan provocar una chispa.

Los siguientes mecanismos lesionales más habituales son los accidentes laborales y las quemaduras por llama en espacio abierto con un 10% ambos. En el caso de los accidentes laborales, las quemaduras son producidas por llama, electrocuciones con cables de alta tensión y escaldaduras al manipular tuberías con agua caliente. En la categoría de llama en espacio abierto, es común encontrar quemaduras producidas por barbacoas, hogueras, chimeneas etc.

Con menor incidencia de un 6%, se encontrarían tres mecanismos lesionales como son: accidentes de tráfico, electrocución y llama. Los accidentes de tráfico se producen en coche, moto y quad. Las electrocuciones son producidas por cables de alta tensión y en alguna ocasión van acompañados de caídas desde varios metros de altura, que agravan la situación. En el caso de la categoría llama no se especifica en las historias clínicas de qué manera se han producido, por lo que se categorizaron de esta manera.

Por último, con un 5%, 3% y 2%, estarían la explosión de avión/avioneta, escaldadura y agresión respectivamente. La explosión de avión/avioneta se refiere a una vez producido el aterrizaje, las escaldaduras suelen ser por accidentes cocinando o domésticos y la agresión se produce con líquido inflamable.

El mayor riesgo en los trasplantes de piel es la transmisión de enfermedades debido a la presencia de potenciales patógenos en los aloinjertos. Este riesgo aumenta por el hecho de que los pacientes que necesitan de trasplantes de piel suelen estar inmunodeprimidos [13,34,37]. Esto hace que la contaminación por microorganismos sea la causa principal de descarte de aloinjertos en los bancos de piel [38]. El porcentaje de contaminación de aloinjertos es muy variable, entre el 10 y el 95% [39] y depende en gran medida del método de recolección y procesamiento [40]. En nuestro estudio, el porcentaje de bolsas en las que se encontró al menos un

microorganismo fue del 15% aproximadamente (Tabla 1), lo que hace de la metodología del Hospital La Paz, muy segura en cuanto a la preservación de la esterilidad de las muestras de piel. El mayor riesgo por contaminación de microorganismos se produce en la etapa de procesamiento [41]; y para reducirlo se recomienda recolectar y procesar la piel por separado de distintas partes del donante e incubar dicha piel en una solución antibiótica/micótica durante al menos 96 horas a 4° C [38, 40,42]. Junto con el tiempo de exposición, la composición de dicha solución es muy importante para eliminar las colonias bacterianas y fúngicas [42,43, 44].

La metodología empleada en el Hospital La Paz efectivamente recoge las muestras de piel de tres zonas diferenciadas del donante disminuyendo el riesgo de contaminación cruzada [38]. Por otra parte, el tiempo que dichas muestras permanecieron sumergidas en una solución antibiótica/antimicótica a 4°C fue de al menos 4 horas. Germain *et al.* [40] observaron que incubando los aloinjertos recién recolectados durante 96 horas, se reducía la tasa de contaminación en un 16%. Esto puede deberse, a que muchos microorganismos se encuentran escondidos en los folículos pilosos y los antibióticos requieren de un tiempo prolongado para acceder a ellos [17,42,45]. Como ya se ha mencionado, la composición de la solución antibiótica/antimicótica es también un factor clave en la disminución de la contaminación bacteriana. En este sentido, el Hospital La Paz utiliza una solución antibiótica-anitmicótica formada por penicilina, anfotericida b y estreptomina. Esta combinación es eficaz para reducir la tasa de descarte debido a microorganismos, ya que la penicilina y la estreptomina son eficaces frente a bacterias gram-positivas, pero no son lo más adecuado para los *Staphylococcus coagulasa*, a pesar de ser bacterias gram-positivas [17,44]. Este hecho y procurando una mayor exposición a la solución antibiótica-anitmicótica, puede reducir la incidencia de *Staphylococcus coagulasa* (Tabla 1).

Cabe destacar, que los *Staphylococcus coagulasa* se han detectado en su mayoría en la etapa de implantación (Tabla 2). Este resultado es llamativo y puede deberse o bien a que se hayan producido nuevas contaminaciones en la

etapa de implantación, o bien a que dicho grupo de bacterias han sobrevivido al baño en la solución antibiótica/antimicótica de la etapa de procesamiento. En cuanto a la primera posibilidad puede deberse a una contaminación cruzada en el momento de la implantación, a que en el proceso de descongelación se perdiera la esterilidad, acentuado en ocasiones por la urgencia de la intervención o a una contaminación del líquido criopreservante o del suero de lavado. En cuanto a la segunda opción, se sabe que determinados microorganismos resisten a la solución antibiótica/antimicótica en la etapa de procesamiento. Este resultado ha sido también obtenido por Paolin *et al.* [43,46], donde *Staphylococcus coagulasa* supusieron el 81,4% y 70% de las nuevas contaminaciones tras el periodo de lavado en la solución antibiótica/antimicótica. Los *Staphylococcus coagulasa* se consideran compatibles con el uso de aloinjertos siempre y cuando la carga bacteriana sea pequeña [40]; ya que su patogenicidad depende de dicha carga bacteriana [39]. En pacientes inmunodeprimidos como es el caso de los necesitados de aloinjertos, el control de dichos microorganismos es si cabe aún más importante por la mayor facilidad que dichas bacterias tienen de generar una infección [37,47]. En este sentido, la incorporación de otros antibióticos de amplio espectro al cóctel antibiótico como la gentamicina, vancomicina, amikacina o ceftacidima se han probado muy eficientes en reducir la tasa de infección en más del 50% [17,42]. En el caso del Hospital La Paz, la tasa de contaminación y por tanto de descarte es muy reducida. Esto posiblemente se deba a la gran capacitación profesional del personal sanitario encargado de recolectar la piel en la etapa de procesamiento, que disminuyen la contaminación exógena desde el ambiente, considerada la mayor fuente de contaminación de los aloinjertos [43].

En cuanto a la composición e incidencia de microorganismos en las bolsas de piel, éstas han sido similares a las obtenidas por otros autores, así los *Staphylococcus coagulasa* han sido el grupo de microorganismos mayor representado en la mayoría de los estudios, posiblemente porque son bacterias que de forma natural se encuentran en la piel [17,19,38,40,43,44, 48].

5. Conclusión

El uso de aloinjertos se ha demostrado como el mejor tratamiento para las quemaduras de espesor total, ya que pese a los avances en el desarrollo de otras técnicas como sustituto, a día de hoy ninguna presenta las ventajas y las propiedades de los aloinjertos. Sin embargo, su principal limitante es la disponibilidad de piel de donante en muchos hospitales de referencia. Pese a que la creación del Banco de Piel de la Unidad de Quemados del Hospital de La Paz ha mejorado esta situación llegando incluso a suministrar piel a otros hospitales, sería necesaria la creación de nuevos bancos para su disposición siempre que sea necesario. Además, este estudio pone de manifiesto que junto con un buen protocolo de procesamiento, es también muy importante un personal bien formado para la recogida y procesamiento de la piel; para disminuir al máximo la tasa de contaminación y por tanto de descarte.

Agradecimientos

Quiero agradecer al Dr. José Manuel Añón Elizalde, jefe de servicio de Medicina Intensiva del Hospital La Paz, por su apoyo y orientación. De la misma manera, agradecer a Javier Bueno Enciso su ayuda con los análisis estadísticos. También quisiera agradecer a los enfermeros Sara Tomás Manzarbeitia, José Carlos Velasco Herrero, Isabel Gómez Merideño del Banco de Piel del Hospital La Paz por ayudarme a conocer la técnica de procesamiento de aloinjertos y su almacenamiento. Agradecer también, a Marta Pevida López del Banco de Tejidos e Ingeniería Tisular, Asturias, por la información facilitada en la técnica utilizada para la obtención de las láminas de bioingeniería artificial a partir de queratinocitos. Y, por último, agradecer a la Dra. María Bringas Bollada, médico intensivista del Hospital Clínico San Carlos, por su implicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización mundial de la salud. [Internet]. [consultado el 03 de Mar 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/burns>
2. Leon-Villapalos J, Eldardiri M, Dziejewski P. *The use of human deceased donor skin allograft in burn care*. Cell Tissue Bank. 2010;11(1):99-104. doi: 10.1007/s10561-009-9152-1.
3. Schlottmann F, Bucan V, Vogt PM, Krezdorn N. A Short History of Skin Grafting in Burns: From the Gold Standard of Autologous Skin Grafting to the Possibilities of Allogeneic Skin Grafting with Immunomodulatory Approaches. *Medicina (Kaunas)*. 2021 Mar 2;57(3):225. doi: 10.3390/medicina57030225. PMID: 33801228; PMCID: PMC7998351.
4. Pianigiani E, Tognetti L, Ierardi F, Mariotti G, Rubegni P, Cevenini G, et al. Assessment of cryopreserved donor skin viability: the experience of the regional tissue bank of Siena. *Cell Tissue Bank* 2016;17:241-53, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s10561-016-9550-0>.
5. Wang C, Zhang F, Lineaweaver WC. Clinical Applications of Allograft Skin in Burn Care. *Ann Plast Surg*. 2020 Mar;84(3S Suppl 2):S158-S160. doi: 10.1097/SAP.0000000000002282. PMID: 32028339.
6. Cleland H, Wasiak J, Dobson H, Paul M, Pratt G, Paul E, et al. Clinical application and viability of cryopreserved cadaveric skin allografts in severe burn: A retrospective analysis. *Burns [Internet]*. 2014;40(1):61-6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.burns.2013.05.006>.
7. Fletcher, J.L.; Caterson, E.J.; Hale, R.G.; Cancio, L.C.; Renz, E.M.; Chan, R.K. Characterization of Skin Allograft Use in Thermal Injury. *J. Burn Care Res*. 2013, 34, 168-175.
8. Chang CK, Bartkova J, Liao YS, Tzeng YS. Successful Treatment of Lower Limb Burn Wounds With Long-Term Survived Human Skin Allograft in an Immunosuppressed Patient: A Case Report. *Int J Low Extrem Wounds*. 2021 Jun;20(2):167-171. doi: 10.1177/1534734620904566. Epub 2020 Feb 10. PMID: 32037916.
9. Chaves-Rodríguez MI, Calvo-Castro LA, Alvarado-Meza R, Madrigal-Monge O, Ulloa-Fernández A, Centeno-Cerdas C. *Sustitutos e injertos de piel desarrollados por ingeniería de tejidos*. *Tecnología en Marcha*. 2015;28(1):46-57. Available from: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&id=10.15446/ta.2015.28.01.004

- =S0379-3982201500500046&Ing=en&nrm=iso>. ISSN 0379-3982. <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v28i5.2219>.
10. Alrubaiy L, Al-Rubaiy KK. Skin substitutes: a brief review of types and clinical applications. *Oman Med J*. 2009;24(1):4-6. doi:10.5001/omj.2009.2
 11. Protocolo interno del Hospital La Paz de procesamiento y almacenamiento de piel.
 12. Martínez-Santamaría L, Guerrero-Aspizua S, del Río M. Bioingeniería cutánea: aplicaciones preclínicas y clínicas. *Actas Dermosifiliogr*. 2012; 103:5-11. Available from: <https://www.actasdermo.org/es-skin-bioengineering-preclinical-clinical-applications-articulo-S157821901200042X>.
 13. Chua AWC, Khoo YC, Tan BK, Tan KC, Foo CL, Chong SJ. Skin tissue engineering advances in severe burns: review and therapeutic applications. *Burn Trauma [Internet]*. 2016;4:1-14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s41038-016-0027-y>.
 14. Protocolo interno del Centro Comunitario de Sangre y Tejidos de el Principado de Asturias.
 15. Beele H. Artificial skin: Past, present and future. *Int J Artif Organs*. 2002;25(3):163-73. doi:10.1177/039139880202500302.
 16. Hermans MHE. Preservation methods of allografts and their (lack of) influence on clinical results in partial thickness burns. *Burns*. 2011;37(5):873-81. doi:10.1016/j.burns.2011.01.007.
 17. Pirnay J-P, Verween G, Pascual B, Verbeken G, Corte PD, Rose T, et al. Evaluation of a microbiological screening and acceptance procedure for cryopreserved skin allografts based on 14 day cultures. *Cell Tissue Bank* 2011;13:287-95, doi:[http:// dx.doi.org/10.1007/s10561-011-9256-2](http://dx.doi.org/10.1007/s10561-011-9256-2).
 18. Dai C, Shih S, Khachemoune A. Skin substitutes for acute and chronic wound healing: an updated review. *J Dermatolog Treat [Internet]*. 2020;31(6):639-48. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/09546634.2018.1530443>
 19. Obeng MK, McCauley RL, Barnett JR, Heggors JP, Sheridan K, Schutzler SS. Cadaveric allograft discards as a result of positive skin cultures. *Burns*. 2001 May;27(3):267-71. doi: 10.1016/s0305-4179(00)00116-9. PMID: 11311520.
 20. Keswani SM, Mishra MG, Karnik S, Dutta S, Mishra M, Panda S, Varghese R, Virkar T, Upendran V. Skin banking at a regional burns centre-The way forward. *Burns*. 2018 Jun;44(4):870-876. doi: 10.1016/j.burns.2017.11.010. Epub 2018 Apr 13. PMID: 29661552.
 21. Leslie HW, Bottenfield S. *Donation, banking, and transplantation of allograft tissues*. *Nurs Clin North Am*. 1989 Dec;24(4):891-905. PMID:2685777.
 22. Fimiani M, Pianigiani E, Di Simplicio FC, Sbrano P, Cuccia A, Pompella G, et al. Other uses of homologous skin grafts and skin bank bioproducts. *Clin Dermatol*. 2005;23(4):396-402. doi:10.1016/j.clindermatol.2014.07.025.
 23. Chua A, Song C, Chai A, Chan L, Tan KC. The impact of skin banking and the use of its cadaveric skin allografts for severe burn victims in Singapore. *Burns [Internet]*. 2004 [cited 2021 Mar 20];30(7):696-700. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15475145/>. doi:10.1016/j.burns.2001.03.016.
 24. Choi YH, Cho YS, Lee JH, Choi Y, Noh SY, Park S, et al. Cadaver skin allograft may improve mortality rate for burns involving over 30% of total body surface area: a propensity score analysis of data from four burn centers. *Cell Tissue Bank [Internet]*. 2018;19(4):645-51. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10561-018-9715-0>
 25. Graham 3rd WP, Hamilton RW, Lehr HB. Versatility of skin allografts: desirability of a viable frozen tissue bank. *J Trauma* 1971;11(6):494-501.
 26. European Directorate for the Quality of Medicines & Health Care (EDQM). Guide to the quality and safety of tissues and cells for human application (4th Edn). 2019. Available from: <https://www.aebt.org/wp-content/uploads/2020/03/Guide-to-the-quality-and-safety-of-tissues-and-cells-CoE-4th-ed.pdf>.
 27. Kua, E.H.J., Goh, C.Q., Ting, Y. et al. Comparing the use of glycerol preserved and cryopreserved allogenic skin for the treatment of severe burns: differences in clinical outcomes and in vitro tissue viability. *Cell Tissue Bank* 13, 269-279 (2012). <https://doi.org/10.1007/s10561-011-9254-4>

28. Martínez-Flores F, Chacón-Gómez M, Madinaveitia-Villanueva JA, Barrera-Lopez A, Aguirre-Cruz L, Querevalu-Murillo W. El uso clínico de aloinjertos de piel humana criopreservados con fines de trasplante. *Cir Cir* [Internet]. 2015;83(6):485-91. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.circir.2015.06.004>
29. Martínez-Flores F, Sandoval-Zamora H, Machuca-Rodríguez C, Barrera-López A, García-Cavazos R, Madinaveitia-Villanueva JA. Banco de piel y tejidos: un modelo operativo para la recuperación y preservación de aloinjertos de piel y tejidos. *Cir Cir* [Internet]. 2016;84(1):85-92. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.circir.2015.06.021>
30. Guerrero-Torrey R., Palacios-Martínez J., Salamea-Molina P., Gilbert-Orús M., Chiquito-Freile MT. Análisis de la casuística de 5 años en la Unidad de Quemados del Hospital Luis Vernaza, Guayaquil, Ecuador. *Cir. plást. iberolatinoam*. 2014; 40(1): 107-113. doi: <https://dx.doi.org/10.4321/S0376-78922014000100015>.
31. R Core Team (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
32. Venables, W. N. & Ripley, B. D. (2002) *Modern Applied Statistics with S*. Fourth Edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0
33. Tavousi SH, Ahmadabadi A, Sedaghat A, Khaleghi E, Rashchi M, Bonakdaran Z. Skin allograft procurement and transplantation in Mashhad, Iran: Are burn patients' needs being met? *Cell Tissue Bank*. 2017;18(3):397-402.
34. Vargas Naranjo, Sócrates & Romero, Juan & Prada, Yaneth & Fonseca-Portilla, G. & Gallardo, W. (2009). Factores de riesgo para el desarrollo de infecciones intrahospitalarias en pacientes quemados. Hospital S. Juan de Dios, Costa Rica: Enero 2003-Diciembre 2005. Parte II. Cirugía Plástica Ibero-Latinoamericana. 35. 10.4321/S0376-78922009000400007.
35. Coban YK, Erkiliç A, Analay H. Our 18-month experience at a new burn center in Gaziantep, Turkey. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg* 2010;16(4):353-356.
36. González Alaña I, Aguilar Barrón P, Torrero López JV, Ferreiro González I, Gabilondo Zubizarreta FJ. Cobertura de grandes quemados con cultivo de queratinocitos: casuística de nuestra Unidad y protocolo de tratamiento. *Cir plást iberolatinoam* 2012;38(3):257-264.
37. Pianigiani E, Risulo M, Ierardi F, Sbrano P, Andreassi L, Fimiani M, et al. Prevalence of skin allograft discards as a result of serological and molecular microbiological screening in a regional skin bank in Italy. *Burns*. 2006;32: 348-51.
38. Gaucher S, Khaznadar Z, Gourevitch J-C-C, Jarraya M. Skin donors and human skin allografts: evaluation of an 11-year practice and discard in a referral tissue bank. *Cell Tissue Bank* 2015;17:119, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s10561-015-9528-3>.
39. Johnston C, Callum J, Mohr J, Duong A, Garibaldi A, Simunovic N, et al. Disinfection of human skin allografts in tissue banking: a systematic review report. *Cell Tissue Bank*. 2016;17(4):585-92.
40. Germain N, Hatzfeld AS, Pasquesoone L, Danze PM, Guerreschi P, Sendid B, et al. How to improve donor skin availability: Pragmatic procedures to minimize the discard rate of cryopreserved allografts in skin banking. *Burns* [Internet]. 2021;47(2):387-96. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.burns.2020.07.004>
41. Paolin A, Romualdi C, Romagnoli L, Trojan D. Analysis of potential factors affecting allografts contamination at retrieval. *Cell Tissue Bank*. 2017 Dec;18(4):539-545. doi: 10.1007/s10561-017-9667-9. Epub 2017 Oct 17. PMID: 29043523; PMCID: PMC5682874.
42. Mathur M, De A, Gore M. Microbiological assessment of cadaver skin grafts received in a Skin Bank. *Burn J Int Soc Burn Inj* 2008;35:1046, doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.burns.2008.04.001>.
43. Paolin A, Trojan D, Petit P, Coato P, Rigoli R (2017) Evaluation of allograft contamination and decontamination at the Treviso Tissue Bank Foundation: A retrospective study of 11,129 tissues. *PLoS ONE* 12(3): e0173154. doi:10.1371/journal.pone.0173154
44. Ireland L, Spelman D. Bacterial contamination of tissue allografts - experiences of the donor tissue bank of Victoria. *Cell Tissue Bank* 2005;6:181-9, doi:<http://dx.doi.org/10.1007/s10561-005-7365-5>.

45. Pianigiani E, Ierardi F, Cuciti C, Brignali S, Oggioni M, Fimiani M. Processing efficacy in relation to microbial contamination of skin allografts from 723 donors. *Burns* 2010;36:347-51, doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.burns.2009.04.020>.
46. Paolin, A., Montagner, G., Petit, P. et al. Contamination profile in allografts retrieved from multitissue donors: longitudinal analysis. *Cell Tissue Bank* 19, 809-817 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10561-018-9739-5>
47. Fariña, Norma & Carpinelli, Letizia & Samudio, Margarita & Guillén, Rosa & Laspina, Florentina & Sanabria, Ramona & Abente, Sonia & Rodas, Ladis & Mino de Kaspar, Herminia. (2013). *Staphylococcus coagulasa-negativa* clínicamente significativos: Especies más frecuentes y factores de virulencia. *Revista chilena de infectología*. 30. 480-488. 10.4067/S0716-10182013000500003.
48. Meneghetti KL, Do Canto Canabarro M, Otton LM, Dos Santos Hain T, Geimba MP, Corção G. Bacterial contamination of human skin allografts and antimicrobial resistance: A skin bank problem. *BMC Microbiol.* 2018;18(1):1-9. doi:10.1186/s12866-018-1261-1.