



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:

“SUTURAS”

Zaira Leal Remedios

Tutor: Gerson Reyes Abreu

GRADO EN ENFERMERÍA

Facultad de Ciencias de la Salud - Sección de Enfermería

Sede de La Palma

Universidad de La Laguna

Junio de 2021

RESUMEN

Las suturas han estado en nuestra historia desde hace milenios, convirtiéndolas, dada su importancia en el ámbito de la salud, en un dispositivo indispensable en el día a día de los sanitarios de todo el mundo. Nuestro objetivo es realizar una línea cronológica, a través de una revisión bibliográfica descriptiva e histórica, acerca de cómo evolucionó este dispositivo desde nuestros antepasados.

El comienzo fue en la era cavernícola, donde se dieron los primeros indicios de la manufacturación de éstas y continuó su avance a través de las Antiguas Grandes Civilizaciones. Sin embargo, debido a factores como la escasa tecnología de la época, pocos instrumentos y la intervención de instituciones religiosas, el avance de la medicina fue más lento hasta el siglo XX, donde crece de nuevo de forma constante. Nuestra búsqueda de información culmina con un análisis de las suturas actuales y, además, con aquellas que están siendo desarrolladas e investigadas en estos momentos con la última tecnología, siempre con la intención de mejorar e innovar.

Se realiza una revisión de los documentos que, según nuestros criterios de búsqueda y palabras clave, nos han salido gran cantidad de artículos que nos han permitido realizar una cronología básica de la sucesión de eventos y personajes que han intervenido en la creación, modificación y perfección de estos dispositivos. Se han utilizado varias bases de datos de donde hemos sacado la mayor información posible de cientos de artículos, lo que ha resultado en el descarte y posterior selección de aquellos que nos resultaron válidos para realizar el seguimiento.

PALABRAS CLAVE: suturas, desarrollo, enfermería, medicina, revisión.

ABSTRACT

Sutures have been in our history for many years, making them, given their importance in the health field, an indispensable device in the day-to-day life of healthcare professionals around the world. Our objective is to make a chronological line, through a descriptive and historical bibliographic review, about how this device is evolved with our ancestors. The beginning was in the cave era, giving the first indications of the manufacture of them and continued its advance through the great ancient civilizations. However, due to factors such as the limited technology of the time, few instruments and the intervention of religious institutions, it caused that the advance of medicine until practically the 20th century was not something more rapid and constant. Our search for information culminates with an analysis of the current sutures and, in addition, with those that are currently being developed and investigated with the latest technology, always with the intention of improving and innovating. The beginning was in the caveman age and it continued its advance through the great ancient civilizations. However, due to factors such as the limited technology of the time, few instruments and the intervention of religious institutions, they caused that the advance of medicine until practically the 20th century was not something faster. Our search for information culminates with an analysis of the current sutures and, also, with those that are currently being developed and investigated with the latest technology, always with the intention of improving and innovating.

A review of the documents is carried out that, according to our search criteria and keywords, we have obtained a large number of articles that have allowed us to make a basic chronology of the succession of events and characters that have intervened in the creation, modification and perfection of these devices. Several databases have been used from those we have obtained as much information as possible from hundreds of articles, which has resulted in the discarding and subsequent selection of those that were valid for us to carry out the follow-up.

KEY WORDS: sutures, development, nursing, medicine, review.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
PRINCIPAL	3
ESPECÍFICOS:	3
METODOLOGÍA.....	4
CRITERIOS DE INCLUSIÓN	4
ESTRATEGIA BÚSQUEDA.....	4
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	5
ANÁLISIS DATOS BIBLIOMÉTRICOS	5
ANÁLISIS DE CONTENIDO	8
ANTIGUAS CIVILIZACIONES	8
1890 – 1940	18
1940 – Actualidad.....	21
CONCLUSIONES.....	39
BIBLIOGRAFÍA	40
ANEXOS	45
ANEXO 1. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA.....	45
ANEXO 1.1. Diagrama de flujo: Estrategia de búsqueda	45
ANEXO 1.2. Diagrama de flujo: Estrategia de búsqueda en la base de datos PUBMED.....	46
ANEXO 1.3. Diagrama de flujo: Estrategia de búsqueda en la base de datos MEDLINE.	47
ANEXO 1.4. Diagrama de flujo: Estrategia de búsqueda en la base de datos SCIELO.	48
ANEXO 1.5. Diagrama de flujo: Estrategia de búsqueda en la base de datos GOOGLE ACADÉMICO.....	49
ANEXO 2. Contenido de análisis bibliométrico de los documentos seleccionados.	50

INTRODUCCIÓN

Las suturas son uno de los dispositivos más versátiles y usados de la medicina, desde la antigüedad hasta el día de hoy ⁽¹⁾. Hay que hacer un matiz acerca de la definición de la palabra sutura, ya que, esta se tiene por aquel material formado por hilo y aguja, con el cual se "sutura", pero la realidad es que, el término sutura se refiere a aquello que junta los bordes de una herida y esta se mantiene cerrada hasta que ha curado ⁽²⁾.

Desde el inicio de las suturas, hace unos 52.000 años atrás en el tiempo, hasta el día de hoy, las suturas han sido, y seguirán usándose a lo largo del mundo y durante mucho tiempo más, ya que, aunque su evolución a lo largo de la historia ha cambiado la manera de curar y cerrar las heridas, es cierto que su posible desaparición no es factible, debido a que, a pesar de haber cientos de dispositivos diferentes para cerrar ya sea un corte, un desgarro o cualquier lesión, no hay, de momento, ninguna manera de cerrarlas sin "suturar".

Como ya se mencionó anteriormente, el inicio comenzó entre el 50.000 y 30.000 Antes de Cristo (AC) ^(1,2), siendo hace tales años cuando se comenzó a experimentar con la trepanación y las suturas.

Desde ese entonces, con las Antiguas Civilizaciones, la evolución de las suturas tuvo un desarrollo lento a lo largo de los milenios. Aun así, hubo evidentes progresos a medida que avanzaban los siglos. Se fueron olvidando costumbres antiguas como la "*Ludable Pus*", donde en vez de tratar la herida, se procedía a crear su infección y así se fueron buscando las mejores formas para curar y cerrar heridas, tanto por observación como por experimentación ⁽³⁾.

Los materiales usados para el hilo de sutura fueron tan variados que incluso se llegó a usar alambres de oro y cabezas de hormigas negras ^(3,4).

El siglo XX comenzó con la industrialización y comercialización del Catgut, el cual fue el material por excelencia durante varios siglos, usado por muchos personajes importantes a lo largo de la historia, como fueron Galeno de Pérgamo o Joseph Lister ⁽³⁾. Fue a partir de este siglo donde la medicina tuvo un avance ejemplar, dando como resultando en el desarrollo de la primera sustancia anestésica local no adictiva, la procaína (1905), los antibióticos (1928) y el esparadrapo (1962) ⁽¹³⁾.

Otros grandes avances de la medicina se han visto potenciados por las guerras, las cuales tienen su beneficio en los conocimientos de grandes afecciones. El tratamiento de los soldados heridos tiene mejoras que aún se siguen usando. Las pérdidas de sangre se vieron subsanadas con la cauterización, cuando anteriormente se usaba aceite hirviendo, para posteriormente usar ligaduras para cauterizar y, actualmente, con torniquetes y otros dispositivos más avanzados se ha evitado que cientos de soldados heridos de gravedad perezcan en la batalla ⁽¹³⁾.

Actualmente, con cientos de estudios e investigaciones en busca de nuevas formas de suturar, la diversidad que hay ahora no se podrá comparar a la que habrá dentro de unos años. La búsqueda de la sutura ideal sigue en activo, pero en su defecto, la aparición de suturas que desprenden medicamentos o aquellas que no necesitan de nudos harán que el cierre de heridas sea una experiencia para el paciente totalmente diferente.

OBJETIVOS

PRINCIPAL

Analizar la evolución de las suturas a lo largo de la historia.

ESPECÍFICOS:

- Recolectar la información que existe acerca de las mismas.
- Elaborar líneas temporales del tema.
- Establecer una cronología de la evolución de las suturas.
- Comprobar cómo ha sido su progreso.

METODOLOGÍA

Se ha realizado una revisión bibliográfica histórica para recabar toda la información posible con el objetivo de conocer e interpretar la evolución del tema seleccionado, así como la información y las diferentes investigaciones que se están llevando a cabo actualmente.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Artículos en español e inglés.
- Artículos cuyo tema principal sean las suturas, concretamente, la información que recabase su historia o evolución.
- Artículos de cualquier región.
- Artículos con acceso abierto y texto completo.
- Artículos de cualquier año.
- Artículos que contuviesen las palabras clave en su título, resumen o que contuviesen una frase en concreto a lo largo del documento.

ESTRATEGIA BÚSQUEDA

La estrategia de búsqueda se concentró primordialmente en llevar a cabo una lectura inicial de todos los títulos y resúmenes de los artículos encontrados por los motores de búsqueda de PUBMED, SCIELO, MEDLINE y GOOGLE ACADÉMICO. Siendo en esta primera visualización que se descartan aquellos que no concuerdan con la temática que estamos buscando, aquellos que no se encuentran en los idiomas expuestos o que no contienen un texto completo abierto para finalmente, hacer una lectura en profundidad de los que hemos seleccionado.

Las palabras clave usadas fueron: suturas, desarrollo, enfermería, medicina y revisión, tanto en español como en inglés. Además, se usaron en la búsqueda, los descriptores y calificadores de los Tesauros específicos de cada base de datos y además los operadores booleanos tipo "AND". Específicamente en Google Académico tuvimos que realizar la búsqueda con frases completas con las palabras clave, ya que solo con las últimas, la cantidad de documentos era inmensa y no era posible reducirla.

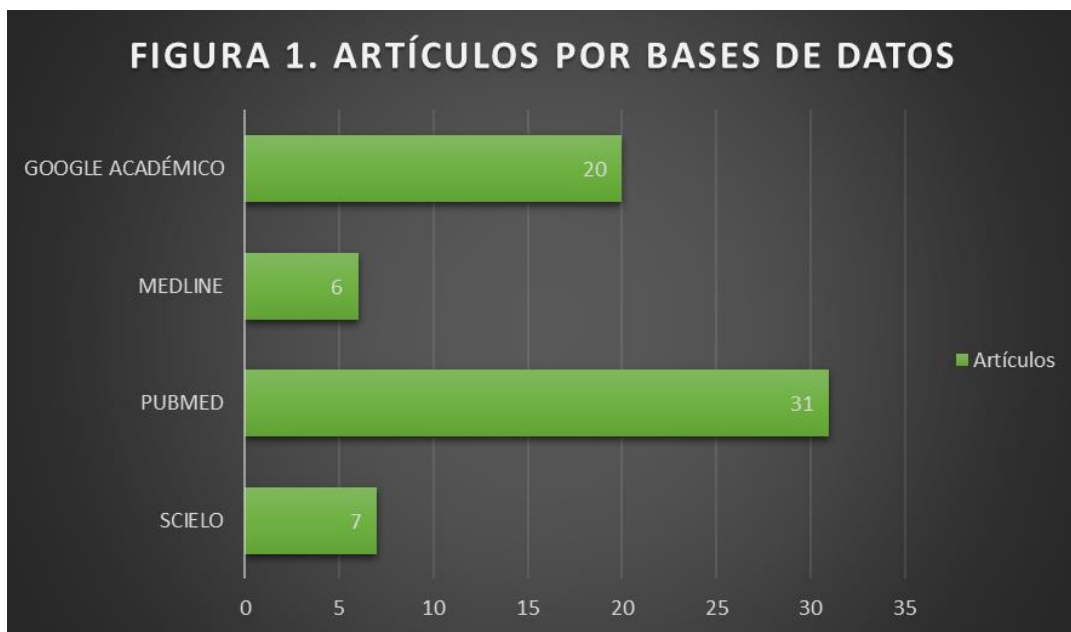
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La búsqueda realizada nos aportó un total de 2905 artículos, de los cuales, según los criterios de inclusión, fueron 64 los seleccionados. Las búsquedas realizadas por bases de datos están reflejadas en diagramas de flujo. (ANEXO 1)

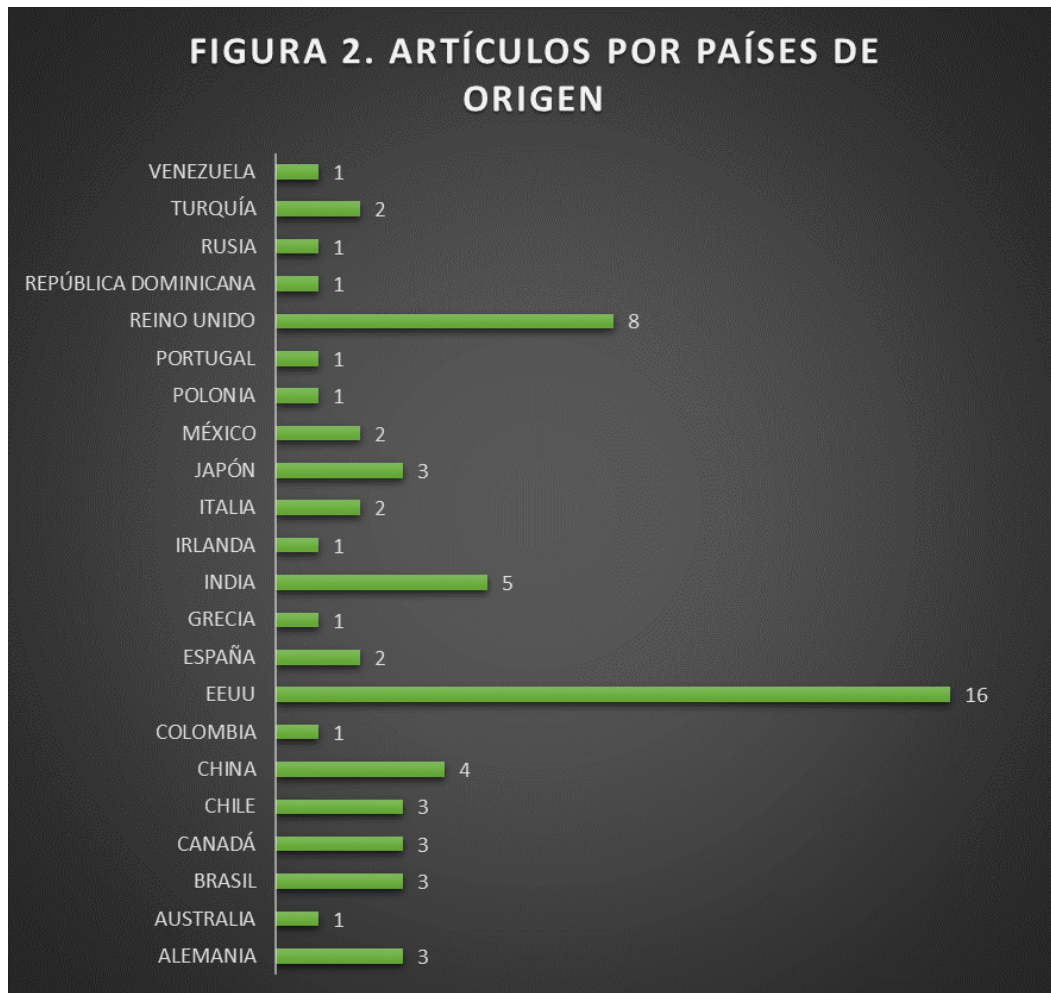
ANÁLISIS DATOS BIBLIOMÉTRICOS

El análisis bibliográfico llevado a cabo, se basó en las siguientes variables: base de datos, revista, autores, país de procedencia, idioma, año. (ANEXO 2)

Con respecto a las bases de datos, la que más artículos en relación con nuestro tema nos ha aportado ha sido PUBMED (n=31), siguiendo a Google Académico (GA) (n=20), después a SCIELO (n=7) y, por último, MEDLINE (n=6). (FIGURA 1)



Con respecto al país de procedencia de los artículos, la diversidad entre ellos es bastante evidente, lo que da a entender que es un tema que tiene bastante investigación e información, aunque destacan Los Estados Unidos (n=16) y Reino Unido (n=8). (FIGURA 2)



Con respecto al año de publicación, como se quería realizar una revisión histórica, no se establecieron criterios de exclusión en fechas específicas, por lo que se han encontrado documentos bastante antiguos. Considerando los últimos 10 años (2010 – 2020), sin contar este ya que no se encontraron artículos tan actuales, tenemos un total de 52, por lo que gran parte de la información es relativamente nueva. Previo al 2010 tenemos un total de 13 artículos, los cuales tienen fechas un poco diversas, entre las que destacan las más antiguas (1949, 1973, 1975, 1982 y 1994). El resto son a partir del año 2000. (FIGURA 3)



ANÁLISIS DE CONTENIDO

ANTIGUAS CIVILIZACIONES

Si retrocedemos en el tiempo, hasta lo que sería el primer indicio de la sutura, nos remontaríamos entre los años 50.000 y 30.000 AC. Sobre estas fechas datan lo que serían las primeras agujas con un pequeño agujero, presuponiéndose que eran utilizadas para la costura. Un poco más avanzado en el tiempo, ya en el 20.000 AC, estas agujas eran predominantemente de hueso, el cual fue el material predilecto hasta el Renacimiento.

Se puede entender que estas agujas con ojo se utilizaran para coser prendas, pero la probabilidad de que se usaran para las heridas es bastante alta también. En Europa, Egipto y Perú se han encontrado unos cráneos del Neolítico con signos de trepanación, procedimiento antiguo por el cual se abría el cráneo. Dada la época y este procedimiento, se entendería que la persona no sobreviviese, aunque estos cráneos demuestran lo contrario. En ellos se observa un crecimiento óseo desde el borde del orificio, lo que indica que, tras el procedimiento, la persona no solo sobrevivió, sino que vivió considerable tiempo después, por lo que, se entiende que, de alguna manera, el cuero cabelludo debió ser suturado para cubrir la herida. ^(1, 2, 3)

A lo largo de los siglos se han utilizado una amplia variedad de materiales diferentes de uso como hilo de sutura entre los que podemos encontrar: seda, lino, algodón, crin de caballo, tendones e intestinos de animales, alambres de materiales preciosos ⁽⁴⁾, cáñamo, fascia, pelo, tiras de lino, cerdas de cerdo, juncos, hierbas ⁽⁵⁾, espinas vegetales, cabezas de hormigas negras, fibras de corteza o cabello ⁽³⁾. El material de sutura más antiguo conocido y utilizado en los seres humanos data el 1100 AC, mientras que el material más antiguo utilizado en tejido humano vivo se remonta al 600 AC ⁽⁶⁾.

Algunos de estos materiales como la seda, el lino y las tripas eran lubricados en aceite y vino antes de la aplicación, para reducir el arrastre del tejido y crear un cierre de herida más limpio ⁽¹⁷⁾. Aunque en otros sitios como en Egipto, las tiras de lino, que eran el material predilecto en este lugar, eran cubiertas con miel y harina, ya que conocían las propiedades bactericidas de la miel ⁽³⁾.

La mitología, como bien es sabido, tiene grandes bases en la medicina, gracias a su expresión sociocultural, simbólica y ética, además de sus acciones autónomas, laicas, apolíticas y racionales. La mitología griega que data del 1200 AC hasta el 800 AC ya menciona méritos médicos de origen mitológico, como puede ser Homero en las obras de la Ilíada y la Odisea, del siglo VIII AC.

Las prácticas que se describen son reducidas a suturas heridas en los momentos de enfrentamientos bélicos. Destaca Apolo, el cual suturaba estas heridas de guerra, actuando como médico de los Dioses.

Apolo aprende estas artes quirúrgicas del centauro llamado Quirón, que es otro personaje que se dedica a socorrer a los heridos mortales de la batalla. Es de este famoso personaje, Quirón, de donde provienen las palabras medicas que designan al quirófano y el artificio de este ⁽⁷⁾.

Cambiando de la mitología a los hechos escritos, el primer documento médico conocido fue revelado por Edwin Smith (1822 – 1906), el cual lleva su nombre. El papiro Edwin Smith data de muchas fechas diferentes, pero entre el 3000 – 2000 AC es un término medio. Aunque su datación no es lo más importante, sino su contenido. Escrito en Egipto, este papiro es el texto quirúrgico más antiguo conocido. Con más de 15 pies de largo (aproximadamente 4 metros y medio), y con más de 500 líneas de texto y 48 ilustraciones de tratamientos de traumatología.

⁽⁸⁾

En este papiro la sutura es nombrada en varios de los 48 casos descritos al detalle. Un ejemplo con respecto a una laceración: “si encuentras esa herida abierta y su sutura suelta, debes juntar para él la herida con dos tiras de lino”. ⁽⁴⁾ Por otro lado, aunque usaban las tiras de lino, también hay una mención especial a las hormigas negras gigantes, usadas en el Antiguo Egipto, aunque en otras civilizaciones sudamericanas y en la India también eran usadas, como una especie de grapas. Se sujetaban a los bordes de la herida con sus mandíbulas hasta que mordiesen los bordes, cerrando la herida, para que luego el cirujano separase la cabeza del cuerpo y dejando la herida sellada para que sanase. ⁽⁹⁾

Sin embargo, el primer documento que detalla únicamente las técnicas de sutura es el “Samhita”, escrito por el cirujano plástico indio Acharya Sushruta alrededor del 500 AC. ⁽⁸⁾ Mesopotamia y la India estuvieron en estrecha comunicación, siendo así que Sushruta describió diversos procedimientos quirúrgicos, señalando que las enterotomías se “lavan con leche, se lubrican con mantequilla y se sutura con la cabeza de hormigas”, mencionando así a las hormigas como grapas. Además de esto, también en la India se han encontrado agujas, rectas y curvas, así como redondas y triangulares, por lo que la sutura como tal también se realizaba.

⁽³⁾

Este gran cirujano describió el uso de pelo, lino y fibras de cáñamo para las suturas, detallando también cómo se utilizaban melones y pieles de animales para el entrenamiento de suturas ⁽¹⁾. Para intervenciones más específicas, como la rinoplastia, la amigdalectomía, la amputación y la reparación de fístulas anales describió el uso de cuerda de arco, hecha del intestino de oveja. Este material, el catgut, era de fácil acceso a los músicos, que eran utilizados para los instrumentos de cuerda. ⁽⁸⁾

Tras esto, pasarían casi 200 años antes de que la lógica en el pensamiento médico fuera revivida por Hipócrates y sus estudiantes.

Nacido en el 460 AC, Hipócrates, hijo de un curandero laico, realizó diversos escritos que no hacían mucha referencia a la cirugía, pero en los momentos que sí la mencionaba, recomendaba siempre a los poderes curativos de la naturaleza, queriendo que estos se usasen plenamente. ⁽⁸⁾ No obstante, cerca del 500 AC, destacó la importancia de cerrar las heridas, defendiendo la ligadura de los vasos sangrantes. ⁽¹⁰⁾

La enseñanza de Hipócrates acerca de las heridas fue principalmente, que las heridas secas curaban más rápido y adecuadamente si los bordes de esta se mantenían juntos, aunque él utilizaba la cauterización para conseguir la hemostasia. Otras contribuciones importantes, además de las mencionadas, fueron sus descripciones clínicas y el repudio que hizo a los tratamientos que eran basados en la tradición, los cuales dejaban a un lado la racionalidad. ⁽²⁾

SIGLOS I – III

A partir del 300 AC fue cuando empezaron a contribuir conjuntamente los aspectos quirúrgicos como los disciplinares de la medicina.

No fue hasta el 25 AC, fecha en la cual nació Aurelius Cornelius Celsus, periodista y médico romano que escribió sobre el 30 DC, una obra enciclopedia de 50 volúmenes, titulada "De Re Medicina", alzándose como un monumento a la medicina grecorromana. Entre las anotaciones y escritos más destacables fue, que al hacer ligaduras alrededor de los vasos sanguíneos, se conseguía controlar la hemostasia que aun hoy, muchos cirujanos imitan el pensamiento de Celso cuando colocan una.

Acerca de las suturas, describió que debían ser "suaves y no demasiado retorcidas, para que sean más fáciles para la parte", aunque no se sabe si se refería al lino o a la lana. ⁽²⁾ Celso prefería el hilo suave de lana o seda y limpiaba la herida con vinagre, vino o agua fría, el cual fue descrito por Hipócrates.

También describió los síntomas de una herida infectada, entre los que se encuentran el calor, el rubor, el tumor y el dolor; y que aún se sigue enseñando en las escuelas de medicina. Separó las heridas recientes de las úlceras crónicas y sugirió suturar las primeras, describiendo los clips metálicos. ⁽⁹⁾

Mas de 50 años después, Galeno de Pérgamo (131 – 211 DC), médico del imperio Romano, se convirtió en el coloso que dominó la medicina en los siglos venideros. ⁽²⁾ Su popularidad se hizo más que evidente por la habilidad que tenía para curar los tendones rotos de los gladiadores, usando cuerda intestinal como sutura y pudiéndoles ofrecer volver a la arena. ^(1, 2, 8, 11)

Escribió un libro, "De Methodo Medendi", en el cual menciona al catgut, escribiendo en una de sus páginas: "en muchos lugares bajo el dominio romano se puede obtener seda, especialmente en las grandes ciudades donde hay muchas mujeres ricas. Si no existe tal oportunidad, elija entre el material donde estaba viviendo, el menos putrescible como catgut delgado". Esta es la primera referencia que se hace al catgut, aunque Galeno ya dejó claro en otros textos que ya era conocido de antes.

Todavía es utilizado hoy en día y representa casi la mitad de uso de todas las suturas y ligaduras, aunque su característica más importante, que es que se absorben por las enzimas corporales, no se descubrió hasta el siglo XVIII. Asimismo, también se describe la documentación de una posibilidad médica con el hilo de seda, así como el uso de diferentes materiales como suturas, y cómo las ligaduras deben ser de un material que no se pudra fácilmente, mencionando las que se importaban de la Galia, suponiéndose que se refería o al lino o al hilo celta. ^(2, 10, 11, 12)

Tanto Hipócrates como Galeno reconocieron dos tipos de heridas principales: una seca y limpia que curaba como primera intención y otra, sucia y que requería de drenaje antes de que tuviera lugar la curación. ⁽²⁾

SIGLOS IX – X

Hasta prácticamente el siglo IX no se realizaron grandes descubrimientos, ya que, en la Edad Media, la medicina y otras ciencias se estancaron debido a las prohibiciones que se realizaron por parte de los cleros. Especialmente en la medicina, no se permitió ningún acto quirúrgico que incluyera un derramamiento de sangre, por lo tanto, el manejo quedó a cargo de los monasterios. Aunque si hubo contribuciones europeas por parte de la Scuola Salernitana, gracias a la influencia de Ruggero Salerno y Rolando de Parma, que se anexaron al principio galénico del manejo supurativo de la cicatrización, empleando la manteca de cerdo para lograr ese fin.

Por otro lado, durante el siglo VIII, en la hemostasia de heridas y vasos que sangraban se utilizaba aceites calentados, logrando así la cauterización y, además, el daño de la piel circundante. ⁽⁸⁾

Como se mencionó anteriormente, poca evolución hubo desde Galeno hasta el siglo IX, en el cual nació Rhazes (850 – 923), el cual comenzó su carrera de juglar y narrador de historias y terminó siendo el primer gran médico árabe. Fue conocido por ser el primero en utilizar el término "kitgut", aunque fue Galeno el primero en experimentar con el "catgut", fue Rhazes quien acuñó el término. ^(2, 8)

La palabra árabe "kit" significa "el violín de un maestro de danzas". En aquellos tiempos, las cuerdas del violín se llamaban "Kitstrings", siendo elaboradas con intestinos de las ovejas. Rhazes utilizó estas cuerdas para suturas y el término de "tripa quirúrgica" finalmente fue reemplazado por "catgut", que es lo que conocemos hoy en día. ⁽¹⁴⁾

Por otra parte, otra figura árabe importante que nació 50 años después de la muerte de Rhazes fue Ali Ibn Sina, o por su nombre en latín, Avicena (980 – 1037). No comenzó sus estudios de medicina directamente, sino que comenzó como un erudito religioso que recitaba el Corán de memoria con 10 años. Tras haber dirigido su atención a la medicina, pronto se estableció como una autoridad médica. Sin embargo, todavía tenía tiempo para escribir sobre filosofía, historia natural, matemáticas, derecho y, por supuesto, medicina solamente con 20 años. Realizó sus prácticas en lo que hoy conocemos como Irán. Se le comenzó a llamar el Príncipe de los Médicos. La contribución de Avicena al desarrollo de la sutura fue su comprensión de que los materiales tradicionales como el hilo de lino, cuando se usaban en presencia de una infección grave como en la reparación de una fístula anal, tendían a descomponerse rápidamente. En busca de un material más adecuado, recurrió a las cerdas de cerdo e inventó la primera sutura monofilamento. ^(2, 8, 15)

SIGLOS XIV – XVI

Prácticamente 300 años después, Guy de Chauliac (1300 – 1367) se convirtió en el cirujano francés más grande del siglo XIV. Él reprobaba el uso de las cabezas de hormigas en las suturas de intestinos, prefiriendo el uso de puntos, en los cuales invertía los bordes de la unión, presentando una superficie más grande de curación y prevenía las fugas. ⁽²⁾

Otro gran cirujano francés, Ambroise Paré (1510 – 1590), nació en un hogar humilde y, aun así, se convirtió en cirujano militar con 27 años. ⁽⁸⁾ Demostró uno de los grandes eventos del siglo. En el siglo XIV, con la introducción de la pólvora y el arcabuz en las guerras, surgieron las heridas de bala. Se creía erróneamente que la pólvora causaba envenenamiento y, por lo tanto, su manejo fue el de utilizar aceite hirviendo para ejercer un efecto antídoto y cauterizador.

Su primer trabajo fue en el Chateau de Villane y consistía, entre otras cosas, en curar heridas de bala. En su afán por hacerlo bien en su primer trabajo, siguió el método establecido para tratar tales heridas, que, como se mencionó, era la aplicación directa de aceite hirviendo y melaza tras abrir la herida con un trozo de madera. Para su horror, aunque realmente fue una suerte, el suministro de aceite y melaza se acabó, viéndose obligado a improvisar con una mezcla de huevo y agua de rosas para calmar la carne herida.

Para su sorpresa a la mañana siguiente, los pacientes a los que había tratado con el bálsamo estaban muchísimo mejor que los tratados con el aceite. Gracias a esto, comenzó una campaña para acabar con lo que consideraba una “miserable forma de quemar y asar”.

Las grandes contribuciones que realizó se debieron en gran parte a reinventar métodos utilizados antiguamente. Con respecto a las suturas, solo las utilizaba si la herida era grande o tenía afectado el musculo. Asimismo, también advirtió sobre los peligros de dejar espacios muertos al suturar muy superficialmente en las heridas profundas. Hay que añadir que también describió un tipo de sutura “en seco” para la cara, la cual consistía en pegar tiras de yeso a ambos lados de la herida, para luego coserlas, siendo esto meramente estético. ⁽²⁾

La amplia experiencia, así como el conocimiento que tenía en heridas de guerra no tenía comparación alguna en la época. Además de lo ya mencionado, Paré también apostó por la limpieza y drenado de heridas, además de realizar ligaduras en vez de cauterizarlas con alquitrán hirviendo o hierros calientes para detener el sangrado. ⁽¹⁰⁾

En esta época, las ligaduras no eran absorbibles y, por supuesto, no estériles. Los cirujanos a menudo dejaban el final de estas por fuera de la herida. ⁽¹²⁾ Por otra parte, en Francia, la importancia de los fabricantes de tripas fue reconocida por Luis XIV, el cual otorgó patentes de cartas a los gremios cuyos miembros suministraban fabricantes de raquetas, relojeros, músicos, fabricantes de ballestas y cirujanos. ⁽¹⁹⁾

SIGLO XVIII

Ya en el siglo XVIII, John Hunter (1728-1793) fue el fundador de la cirugía experimental, así como de la patología quirúrgica. Su opinión acerca de las suturas era que básicamente eran inadecuadas y que, en caso de ser necesarias, debían ser suturas interrumpidas. Siempre prefería vendar o pegar yeso sobre la herida, en la medida de lo posible. Posiblemente, su mayor contribución fue la de ser maestro de maestros, aunque su valor no fue reconocido hasta que sus alumnos saltaran a la fama. ⁽²⁾

Las propiedades de absorción eran un tema del que poco se sabía, hasta que el médico estadounidense Philip Syng Physick (1768 – 1837) comenzó a conferenciar sobre el tema en las escuelas de medicina de Filadelfia. Su formación la realizó en Edimburgo antes de viajar a Londres y estudiar con John Hunter, convirtiéndose en el primer profesor de cirugía en la Universidad de Pensilvania. ⁽⁸⁾

Siguiendo las enseñanzas de John Hunter con las tiras adhesivas, él experimentó con las tiras de cuero. Observó que las tiras de este material se disolvían tras el contacto con los fluidos que salían de las heridas. Esto cambió su forma de ver las suturas, ya que una ligadura que eventualmente se disolviese en el cuerpo serían un gran beneficio.

Siguió experimentando con los diferentes materiales, comenzando con una ligadura de piel a un caballo, el cual fue exitoso. Tras esto, siguió con el pergamino, el cuero barnizado, el tendón y el catgut, aunque descubrió que este último no se disolvía con la misma facilidad. Estos experimentos fueron históricos, ya que nadie se habría imaginado la posibilidad de una sutura que cumpliera su función y, a la larga, desapareciera por si sola. ⁽²⁾

SIGLO XIX

Tanto el siglo XVIII como el XIX fueron los que más aportes contribuyeron al manejo de las heridas puesto que durante ese tiempo, se comenzaron a resolver los 3 grandes desafíos que limitaban el manejo de las heridas: el dolor, la infección y la hemorragia.

Durante la primera mitad del siglo XIX, el avance se había limitado por la presencia del dolor, que imposibilitaba manipular la herida adecuadamente. Fue Horace Wells, un joven dentista de Boston, el que observó como el óxido nítrico utilizado en los circos con fines cómicos, fue capaz de abolir el dolor en un individuo que lo había inhalado y que, posteriormente, se había herido la pierna durante un espectáculo. ⁽¹³⁾

Volviendo a las suturas, el uso del alambre de plata fue popularizado por James Marion Sims (1813 – 1884) para las fístulas vesicovaginales. La reparación de esta afección fracasó con el uso de cromo y seda debido a la inflamación, por lo que fue en 1858 cuando describieron por primera vez el uso de este alambre en el Discurso de Aniversario a la Academia de Medicina de Nueva York. En esta conferencia, dieron a conocer que, tras 50 años usando la sutura de plata en sus hospitales, las estadísticas de mortalidad en las grandes operaciones habían disminuido considerablemente.

Sims no inventó la sutura de plata, pero fue quien la presentó al público médico mundial. Sus experiencias originaron que una fístula vesicovaginal fuese exitosa por primera vez, después de que cientos de esclavos sufrieran múltiples intentos fallidos de reparación de fístulas. ⁽⁸⁾

El uso de suturas fue generalizado en el siglo XIX, siendo las infecciones recurrentes a esta práctica. La mayoría de los cirujanos de la época preferían cauterizar las heridas a arriesgar la muerte del paciente con una infección por la sutura. ⁽⁸⁾ Debemos tener en cuenta que, el catgut quirúrgico no es fácil de hacer. En aquella época, y aun actualmente, la materia prima, el intestino de oveja, varía de un animal a otro en calidad, ancho y dureza; varía según la edad, la alimentación..., y no se puede agrupar para obtener uniformidad. En su estado natural está cargado de bacterias, tanto patógenas como no patógenas. El principal problema radica en su completa esterilización sin la destrucción de las propiedades naturales del intestino. ⁽¹⁹⁾

Los descubrimientos que hizo Joseph Lister (1827-1912), cirujano británico, marcaron un antes y un después en la historia. Fue Lister quien demostró por primera vez la capacidad de absorción del catgut, además de esterilizar sus suturas. ⁽¹⁹⁾

En 1868, el año anterior a su llegada a la Universidad de Edimburgo como profesor de cirugía clínica, Joseph Lister ató experimentalmente catgut alrededor de la arteria carótida derecha de un ternero. Tras 30 días, el animal fue sacrificado y Lister examinó la ligadura. El experimento reveló que el catgut no estaba presente, sino que había sido reemplazado por tejido vivo, demostrando que el catgut podía ser absorbido por el cuerpo.

Lister fue el primero en establecer la conexión entre la presencia de gérmenes, que el decretó como "malas influencias de la atmosfera impura", y la infección. Supuso que, si las bacterias que quedaban en los huecos de la sutura pudiesen ser eliminadas, el material podría ser dejado in situ de forma segura. ⁽⁸⁾ Se dio cuenta del riesgo de introducir en las heridas la infección mediante el uso del catgut "crudo". Los registros indican que en 1869 se estaba usando una solución acuosa de fenol como agente esterilizante para el catgut, que sería eficaz como tal, pero dejaría a las suturas en una condición debilitada. Así que Lister utilizó una solución de fenol con aceite de oliva, lo que evitaría la pérdida de resistencia a la tracción, no sería tan "esterilizado" aunque sería "antiséptico" y, lo que es más importante, sería menos peligroso que el material no tratado. También participó en el proceso para "endurecer" el catgut, es decir, para que su absorción fuese retrasada en los tejidos. Lo realizó mediante la cromización, mezclando fenol y una solución de ácido crómico en la que se remoja el catgut durante diversos periodos de tiempo. ⁽¹⁹⁾

Lister tuvo en cuenta los descubrimientos de Luis Pasteur, de cómo los microorganismos responsables de la infección no solamente se encontraban en el aire, sino en cualquier objeto que estuviera en contacto con la herida. También sabía que, aunque Pasteur había descubierto que el calor en el punto de ebullición destruía algunos microorganismos, no podía ser aplicado a una herida, por lo que se dedicó a buscar alguna sustancia química que realizase ese efecto, descubriendo entonces el ácido carbólico, con el cual recomendó lavarse las manos antes y después de cada operación, así como con todo el material que iba a ser utilizado en la intervención.

Su primer experimento en un ser humano, el 12 de diciembre de 1867, con su nueva técnica de sutura, señaló que: "la curación tuvo lugar sin ninguna supuración y con notable ausencia de hinchazón o sensibilidad". Como se mencionó anteriormente, usó el ácido carbólico para limpiar todo el material de sutura, los instrumentos, los apósitos y las heridas. Con estas medidas, logró reducir la tasa de infecciones y sus resultados fueron publicados en el British Medical Journal en 1870, naciendo en ese momento, la práctica de la antisepsia.

Además, inició un cambio fundamental en la preparación de materiales de sutura cuando empapó el catgut en una solución de ácido carbólico en cinco partes de aceite de oliva con una cantidad muy pequeña de agua difundida a través de ella. Infeliz por las cualidades de manejo de catgut, desarrolló el catgut crómico en 1881. ⁽⁸⁾

1890 – 1940

El concepto de la antisepsia, ya mencionado antes, realmente fue propuesto por William Halsted. Introdujo los guantes de goma en el Hospital Johns Hopkins en 1890, además de por William Hunter, cuando adoptó el uso de las mascarillas de gasa en 1900. Hoy en día, Halsted es recordado por sus normas en cirugía, las cuales defendían el manejo suave de los tejidos, una hemostasia meticulosa y por las suturas de seda interrumpidas. ⁽²⁾

A la llegada del siglo XX, los cambios y diversidad de procedimientos quirúrgicos provocaron la necesidad de industrializar y comerciar la producción de este tipo de material. Asimismo, la sutura comenzó a ser comercializada con fotografías que dramatizaban el arte de la cirugía, siendo el fotógrafo estadounidense Lejaren Hiller, autor que recreaba las escenas de la historia de la cirugía utilizando actores disfrazados. Él mismo interpretó a Phillip Syng Physick, Celso, Ambroise Paré y más otros. Recibió, en 1937, el premio Edward Bok por su publicidad. Gracias a él, aumentaron las ventas de suturas, además de recibir múltiples contratos para el ejército de los Estados Unidos en la 2ª Guerra Mundial. ⁽⁸⁾

La industrialización del catgut ya estaba plenamente establecida en Alemania, ya que en las industrias de salchichas se utilizaba los intestinos de oveja. Se utilizaron muchos métodos de esterilización, aunque Claudio marcó un antes y un después cuando introdujo la esterilización con yodo en 1902, lo que se convertiría en el método estándar de preparación del material durante casi medio siglo.

Con la llegada de la Primera Guerra Mundial, Gran Bretaña se quedó en la inconveniente situación de no tener prácticamente industria del catgut. Algunos cirujanos de Edimburgo, previniendo los problemas, solicitaron al farmacéutico George Merson, la fabricación de este material. En esta época, Merson comenzó a vender suturas con agujas sin ojos, en las que el hilo estaba incorporado a la aguja. Estos productos patentados se llamaron “Mersutures” y redujeron el daño al tejido que causaba el tirar de una doble hebra de material. ⁽²⁾ Posteriormente, diseñó las agujas rectas y curvas, creando finalmente Ethicon Ltd. ⁽³⁾

Moynihan en 1912 describió las condiciones que debería reunir la sutura ideal:

1. Acabado monofilamento
2. Manejo fácil
3. Reacción mínima del tejido
4. Resistencia a la tensión alta
5. Anudado fácil y seguro
6. Absorbible, con periodo de absorción predecible y estéril.

Además de estas condiciones, más tarde se añadieron las de mínima predisposición a la infección y mínimo efecto memoria. ⁽⁴⁾

Alrededor de 1930, para crear menos reacción tisular, arrastre y mejor cicatrización, se desarrollan las primeras suturas poliméricas sintéticas. Estos materiales redujeron, gracias a su capacidad para reducir la acumulación de las bacterias, las infecciones. ⁽⁶⁾ Aun en esta época, a pesar del desarrollo de las suturas sintéticas, el catgut fue el material absorbible básico, aunque cuando se necesitaba un material no absorbible usaban seda y algodón. ⁽⁸⁾

También en 1930 tiene lugar la traducción del papiro de Edwin Smith. Como fue mencionado anteriormente, este documento histórico data entre el 3000 - 2500 AC, aunque fue descubierto por Edwin Smith y realizó pocas traducciones de este, se lo dejó a su hija en 1906, quien lo legó a la Sociedad Histórica de Nueva York (NYHS) y no fue hasta que James Henry Breasted lo tradujo al completo en 1930, tras una década de trabajo. ⁽²³⁾

En 1931, según la Ley de Sustancias Terapéuticas, así como las reglamentaciones posteriores, los fabricantes que ofrecían catgut quirúrgico estéril para la venta, debían tener una licencia del Ministerio de Salud. Según los términos, las autoridades deben aprobar las instalaciones donde se realiza la esterilización, así como la cualificación del personal técnico y los procesos utilizados. Las muestras de cada lote esterilizado debían testarse con pruebas bacteriológicas aprobadas antes de proceder a su venta. ⁽¹⁹⁾

En 1934, Allan Oldfather Whipple demostró como una sutura inadecuada en un órgano en particular, puede tener consecuencias graves para los pacientes. Whipple uso catgut como material de sutura en su primera resección de Vater. Fue la dehiscencia anastomótica que condujo al fallecimiento del paciente, observada al 2 día de la intervención, siendo que la sutura había sido degradada por las enzimas del jugo pancreático. 5 meses después, Whipple reemplazo el catgut por sutura de seda, definiendo un nuevo estándar para este procedimiento.

⁽¹⁾

El embalaje de suturas en tubos de vidrio llenos de líquido para la esterilización de estas fue reemplazada a finales de la década de los 50 por la irradiación gamma. ⁽⁸⁾

La estandarización en tamaño de sutura fue instituida por la Farmacopea de los Estados Unidos en 1937. ⁽⁸⁾

Desde que se comenzaron a realizar procedimientos quirúrgicos en los hospitales, la enfermería siempre se ha visto involucrada en la preparación de los hilos y agujas. Actualmente, con el uso de hilos listos para usar, las agujas ya instaladas y en envases adecuados y estériles, ya la tarea más fundamental es la elección entre la gran diversidad del mercado. ⁽¹⁸⁾

1940 – ACTUALIDAD

40 – 70

Hacia 1940, el uso de la poliamida y el poliéster comienza, siendo el nylon el que más destacó, para ser el primer material sintético disponible para suturar. ^(18, 59) Desafortunadamente, el nylon tiene una memoria significativa y no es muy flexible, lo que hace que sea difícil trabajar con él.

La línea temporal nos lleva hasta 1942, que fue cuando los cianoacrilatos fueron sintetizados por primera vez por el Dr. Harry Coover, iniciando una de las suturas más innovadoras. Sin embargo, estos no ganaron fama hasta 1958, conociéndose por ser un pegamento superfuerte y de secado rápido, que fue comercializado por el mismo doctor. Fue durante la Guerra de Vietnam (1955 - 1975), cuando muchos de los soldados llevaban "Superglue" para reparaciones rápidas de equipos en el campo de batalla. Inevitablemente, cuando los soldados eran heridos y sangraban, llamaban por necesidad de ser atendidos y, pronto se descubrió la capacidad excepcional que poseía el pegamento de cianoacrilato para mantener las heridas cerradas, ya que se polimerizaba y se endurecía al exponerlo a la humedad. ⁽²²⁾

Fueron finalmente los cirujanos de campo quienes comenzaron a rociarlo sobre las heridas antes de hacer algún traslado a los hospitales del ejército, salvando muchas vidas. Pasó mucho tiempo hasta que el pegamento obtuvo la aprobación de la Administración de Drogas y Alimentos de los Estados Unidos para uso médico.

Tras esto, cientos de estudios han ido buscando y mostrando todas las propiedades de estos adhesivos, presentado ventajas para piel y mucosas y, además, para los niños, ya que no es necesario el uso de anestesia y no hay que eliminar las suturas. El octil-2-cianoacrilato, la mejora del inicial cianoacrilato, ahora se usa en todo el mundo en hospitales, principalmente para reparaciones menores de heridas superficiales y donde el uso de suturas resultaría poco práctico o difícil. ^(22, 27)

Los pegamentos basados en el cianoacrilato fueron los primeros adhesivos utilizados en la especialidad de la oftalmología, siendo utilizados "fuera de etiqueta", es decir, sin la aprobación de la FDA u otra autoridad reguladora. Estos adhesivos eran citotóxicos en tejidos oculares, poseían una textura rugosa y eran muy opacos, por lo tanto, no permitían la evaluación de la curación. ⁽⁴³⁾

A finales de la década de los 50, el embalaje de suturas en tubos de vidrio con líquido fue reemplazado por la irradiación gamma para la esterilización de las suturas. ⁽⁸⁾ Ya desde esta época, se investiga la sutura antimicrobiana, incluyendo a la plata. ⁽³³⁾

Dadas las desventajas que conllevan los nudos, sería una ventaja encontrar una técnica de sutura con hilo que no dependiese de nudos para su funcionamiento adecuado. ⁽⁶⁾

En 1950, el Dr. Lengemann, un médico austriaco, introdujo un nuevo tipo de sutura de alambre de púas para la cirugía de tendón. Esta sutura consistía en un alambre de tantalio trenzado con una aguja curva en el extremo proximal y una aguja de corte recto en el extremo distal. Tenía una pequeña púa en forma de V semiflexible que estaba anclada en la superficie del tendón y actuaba para mantener los extremos del tendón juntos. En el momento de la curación completa, la sutura, junto con la púa, fueron sacadas del tendón y la piel. Esta sutura fue introducida en los Estados Unidos por el Dr. Jennings, por lo cual la sutura se conoció erróneamente como sutura Jennings en lugar del Dr. Lengemann, su inventor.

En 1954, el Dr. Sterling Bunnell propuso el uso de un dispositivo de anclaje, que llamó la sutura Bunnell's Gig Pull-Out basado en el principio del anzuelo para la captura de peces. Fue un diseño similar a la sutura de Lengemann desarrollándola para acelerar y simplificar el suturamiento de tendones. Le pareció útil en extensas reparaciones primarias, en la inserción del tendón en el hueso y, a veces, en la sutura del tendón que no fuera en la inserción. Sin embargo, no se ha encontrado ningún otro artículo que describiera su uso.

En 1955, Jennings informó de su experiencia clínica con 30 reparaciones de tendones flexores. Los resultados fueron calificados como buenos, justos y pobres por los criterios descritos por el Dr. Jennings en el artículo. ⁽⁵³⁾

En la década de los 60, los químicos desarrollaron más de 40 nuevos polímeros sintéticos absorbibles. ⁽⁸⁾ A lo largo del tiempo, el catgut se fue haciendo más impopular, ya que la disponibilidad de las suturas sintéticas absorbibles dejaba a este en un mal lugar. En 1962, en los Estados Unidos, se inició el desarrollo de las suturas sintéticas absorbibles, utilizando la tecnología polimérica. Se tuvo que investigar acerca de un polímero que no fuese tóxico para el cuerpo, se degradara en el momento apropiado y que no tuviese una gran reacción tisular.

Fueron Frazza y Schmitt los que sintetizaron por primera vez ácido poliglicólico y probaron el material, que fue absorbido con éxito. Esta sutura trenzada multifilamento de ácido poliglicólico salió al mercado como Dexon® y en 1970 fue aceptado por la Administración de Drogas y Alimentos (FDA) y lanzado para uso quirúrgico general como el primer material de sutura absorbible polimérico. Esta marca continuó innovando con su sutura, creando nuevas generaciones, como Vicryl® o PDS®, caracterizadas por mejores propiedades de retención del tejido. ^(1, 6)

Mientras que los orígenes de la sutura de púas como se conocen hoy en día se inician con el Dr. John H. Alcamo, que presentó su idea a la oficina de patentes de los Estados Unidos en 1956, recibéndola en 1964, definiéndose como “una sutura tan formada que evita el deslizamiento en incisiones o heridas suturadas”. Esta sutura fue descrita con púas colocadas secuencialmente a lo largo de la longitud del hilo. Las púas cambian de dirección en un punto cerca del centro del hilo para crear una imagen especular de las púas en la dirección opuesta. Cuando se envuelve alrededor de los tejidos, una extremidad ancla a la otra y cierra la herida o mueve los tejidos hacia el centro del hilo, creando nuevos gradientes de tensión y compresión. Sin embargo, a pesar de haber registrado la patente, no fue descrito su uso en cirugía. ^(6, 31, 46, 53)

No obstante, no fue hasta que el Dr. A.R. McKenzie en 1967 describiera los primeros informes del uso clínico de esta sutura, cuando la usó para reparar tendones lacerados en las palmas de las manos y los dedos. En comparación con la reparación regular de la sutura, las púas proporcionan múltiples puntos de anclaje, lo que permite una distribución más uniforme de las fuerzas de retención de tejidos. La sutura de púas, debido a esta característica teóricamente favorable, ha visto un reciente resurgimiento en el uso en la reparación de heridas. ^(31, 37)

En 1968, Peter C. Shaw del Guy's Hospital de Londres, describió el uso de una sutura de alambre de púas, que consistía en un alambre trenzado que tenía una aguja de corte recta en cada extremo. En el centro del alambre hay dos conjuntos de cuatro púas metálicas orientadas hacia direcciones opuestas, cada conjunto tiene sus púas apuntando lejos de la aguja hasta su extremo. Esta sutura se utilizó en tendones de humanos cadavéricos y en una serie de operaciones en un modelo canino. Las pruebas indicaron que la sutura de púas tiene un mejor agarre en el tendón que el cable estándar utilizado en ese momento. ⁽⁵³⁾

El uso tradicional de la sutura con hilo requiere la formación de nudos que sujete el tejido adecuadamente y con la suficiente tensión. No obstante, se sabe tanto clínica como experimentalmente, que los nudos provocan una respuesta inflamatoria prolongada, formando un tejido cicatricial y el hilo pierde su fuerza en el nudo. Además, se necesita un tiempo considerable para anudar de forma segura y que la tensión quede estable, siendo la prolongación en la operación un inconveniente, además de la exposición a bacterias que supone. Un estudio realizado en 1986 mostró que los nudos más apretados pueden ser peores para la cicatrización de heridas que los sueltos, siendo que cuando se atan demasiado fuerte, pueden causar hipoxia localizada, reducción de la proliferación de fibroblastos y superposición excesiva de tejido, lo que lleva a una menor resistencia en la herida. (6, 46)

70 – HOY

En 1975 se introdujo un nuevo material absorbible, una de las nuevas generaciones que provinieron de Dexon®, una sutura multifilamento trenzado, compuesta químicamente por un copolímero de poliglactica, conociéndole comercialmente como Vicryl®.

Posteriormente, en 1981, se introdujo un polímero nuevo, el polidioxanona. Se introdujo en una sutura monofilamento con capacidades de manejo mejoradas en comparación con sus predecesores, Dexon® y Vicryl®. Su nombre comercial fue el de PDS® y poseía características de manipulación mejoradas, así como una inflamación tisular mínima. (6)

A finales de la década de los 80, los autores rusos Sulamanidze describieron una elevación de tejidos con las suturas de púas. Lo llamaron APTOS (Sutura Anti-Ptosis), siendo la Ptosis la debilidad de los párpados superiores y que caen sobre el ojo. Esta fue modificada para volverse bidireccional, ya que la original era con dientes simples. Sulamanidze afirmó que la elevación de tejidos con la sutura APTOS es simple, efectivo y rápido. (26)

El Dr. Gregory Ruff (1994), uno de los pioneros de la sutura de púas, comenzó a trabajar en la idea de usarla en intervenciones con aplicaciones cosméticas. Se ideó la sutura absorbible, ya que no sería necesario quitarla y, al no requerir de nudos y ser subdérmica, el resultado estético al no dejar la cicatriz de los nudos, que son los que promueven la reacción tisular del cuerpo extraño sería el adecuado, siendo la estética de las suturas convencionales uno de los mayores problemas de esta.

La elevación de tejidos se encuentra en su tercera década de evolución, aunque los efectos secundarios a largo plazo y sus complicaciones también deben considerarse. La última generación de suturas de púas para el soporte de tejidos blandos está disponible como material absorbible y no absorbible con varias longitudes y diferentes tipos de agujas con incrustaciones.

(17, 26)

Por otro lado, sus patentes fueron adquiridas por Quill Medical en 2002, inspirado por el trabajo del Dr. Gregory Ruff y siendo comercializada como Quill™ Knotless Tissue-Closure Device. Sin embargo, no fue hasta 2004 que la FDA aprobó su uso. Posteriormente, en 2009 se introdujo la sutura de púas unidireccionales con bucle fijo V-Loc™ y en 2013 se cambió a un bucle variable para facilitar la fijación. (46)

Las suturas de púas se han aplicado a numerosos campos, parte de, como ya hemos comprobado, de la cirugía estética, también ha sido usada con éxito en urología, cirugía general, ortopédica, ginecología, entre otras, teniendo la ventaja principal de ser una sutura que se coloca en menos tiempo, aunque también se demostraron mayores complicaciones postoperatorias. (35)

Las suturas trenzadas de poliglactin fueron introducidas por primera vez en 1992, recordando que su investigación comenzó en la década de los 50, teniendo que abrirse paso a través del gran escepticismo que hubo por su supuesto beneficio. (34)

Las suturas tuvieron una repercusión especialmente importante en la especialidad de la ginecología. La hemorragia postparto continúa siendo una de las principales causas de mortalidad materna alrededor del mundo. Fue en 1997 cuando Christopher B. Lynch ideó la sutura de compresión uterina, siendo el primero en reportar que 5 mujeres que fueron suturadas sobrevivieron tras una hemorragia postparto, casos que documentó y describió en el *British Journal of Obstetrics and Gynaecology*. Posteriormente, la sutura de Cho en el 2000 o la sutura de Hayman, también llamada la B-Lynch modificada, fue descrita en 2002.

Estas suturas no solo tuvieron el avance de evitar la muerte de la madre, sino que también preservaban el útero y la fertilidad, evitando así las histerectomías que se realizaban previamente. En 2007 se realizó una revisión sistemática que reportó un 91.7% de éxito con las suturas de compresión. (30, 32, 38, 39, 47)

SELLADORES

Con respecto a los adhesivos tisulares (fabricado con material sintético) y los pegamentos (fabricados con materiales naturales), en la práctica se pueden dividir en:

- Compuestos biológicos naturales (fibrina, a base de gelatina)
- Compuestos biológicos sintéticos. ⁽⁴⁵⁾

Selladores derivados de polímeros sintéticos

- A base de poliuretano
- A base de PEG
- A base de polímeros

Selladores a base de biopolímeros naturales

Los selladores derivados de biopolímeros naturales poseen muchas ventajas sobre los materiales sintéticos, incluyendo la biocompatibilidad superior, la reducción de la respuesta inmunitaria y la degradabilidad in vivo. Por lo tanto, el desarrollo de selladores derivados de polímeros naturales ha sido un área de investigación activa durante las últimas dos décadas y algunos de los sistemas de selladores desarrollados han sido aprobados por Food and Drug Administrative (FDA) para ciertas aplicaciones quirúrgicas, aunque continúan teniendo dificultades para minimizar los pasos del proceso de fabricación y lograr la biocompatibilidad.

^(45, 55)

- Selladores a base de polipéptidos/proteínas
 - Selladores de fibrina
 - A base de colágeno y gelatina
 - A base de albúmina
- Selladores a base de polisacáridos
 - A base de Chitosán
 - A base de Dextran
 - A base de sulfato de condroitina ⁽⁴⁵⁾

Los adhesivos sintéticos, en concreto el cianoacrilato, requieren de una hidratación mínima para polimerizar y establecer. Este adhesivo solo es posible usarlo externamente debido a la reacción inflamatoria que causa, debido a sus subproductos tóxicos. ^(50, 55)

Los pegamentos de fibrina actúan imitando los eventos finales de la cascada de coagulación, convirtiendo el fibrinógeno en fibrina. Es un producto derivado de la sangre, siendo absorbible, fácil de usar y pudiendo ser mantenido a temperatura ambiente o en una nevera. A diferencia del pegamento de cianoacrilato, el pegamento de fibrina forma un sello liso a lo largo de toda la longitud del borde de la herida y, por lo tanto, proporciona una mayor comodidad postoperatoria al paciente con menos complicaciones. Se han utilizado también pegamentos de fibrina mezclado con antibióticos, siendo bien tolerado y no tóxico, teniendo alguna capacidad de actividad antimicrobiana. El principal inconveniente de su uso es el riesgo de transmisión de enfermedades de donantes de sangre agrupados y de un solo donante. La preparación más segura es mediante el uso de la propia sangre del paciente para preparar el pegamento de fibrina. Es costosa y la donación autóloga requiere al menos 24 horas para el procesamiento. El producto resultante a menudo tiene concentraciones variables, lo que resulta en un rendimiento impredecible. ⁽⁵⁰⁾

Se ha demostrado que, en caso de injertos, este pegamento puede aumentar la supervivencia de pacientes con problemas vasculares, ya que se ha comprobado que el aumento de la fibrina disminuye la probabilidad de fallo del injerto y puede inducir la angiogénesis, la formación de nuevos vasos sanguíneos. ⁽⁴⁸⁾

En 2004, Koranyi informó del uso de pegamento de fibrina en lugar de las suturas convencionales en un trasplante conjuntival en la cirugía del pterigión, el cual es un trastorno del crecimiento de la superficie ocular en la conjuntiva. Esta cirugía causó menos dolor postoperatorio y acortó significativamente la cirugía. En el metaanálisis realizado, se descubrió que el pegamento fue más eficaz para reducir la tasa de recurrencia, aunque no la tasa de complicaciones. ⁽⁴⁰⁾

Durante las últimas dos décadas, se ha desarrollado una nueva familia de adhesivos inspirada en la observación de la fuerte adhesión de algunas criaturas marinas, como los mejillones a superficies sólidas. Los mejillones pueden secretar un adhesivo proteico que funciona en ambientes marinos típicos y no pierde las propiedades de adhesión incluso en solución salina. ⁽⁴⁵⁾

Los adhesivos químicos tienen propiedades únicas, como son un efecto bacteriostático, hemostático, biodegradación, biocompatibilidad y fácil manipulación. Sin embargo, todo tiene sus inconvenientes, en este caso, los adhesivos ofrecen una menor resistencia a la tensión y muestran cierta toxicidad a algunos pacientes. ⁽²⁷⁾

Cierto es que el tiempo que requiere el uso del adhesivo es bastante menor que con el uso de la sutura con hilo, siendo indicado por otros autores que este tipo de adhesivo promueve una hemostasis inmediata, acortando el procedimiento operatorio y sin intervenir en el proceso de reparación y sin signos de supuración o necrosis en la herida. ⁽²⁹⁾

No obstante, el uso de adhesivos tisulares está contraindicado en mordeduras animales; heridas estelares; heridas con evidencia de infección, gangrena o ulceración; superficies mucosas o a través de uniones mucocutáneas; áreas de alta humedad o cabello denso; y áreas de alta tensión como las articulaciones. ⁽⁵²⁾

SUTURAS MECÁNICAS

Las suturas mecánicas consisten en suturar mediante instrumentos que introducen grapas o clips en el tejido. Su uso ha sido mencionado en varias ocasiones a lo largo de la historia, pero su descubrimiento como tal, no se ha descrito. Sin embargo, en 1977, el Instituto Proctológico de Moscú, introdujo los primeros instrumentos de la sutura mecánica, intentando disminuir las complicaciones que se asocian a las anastomosis y la reducción del tiempo de operación en las cirugías colorrectales por cáncer. Según se dice, los inicios de la sutura mecánica comenzaron con las cirugías colorrectales, aunque gracias a sus beneficios se amplió su uso con éxito a otros procedimientos tanto gastrointestinales como toracoabdominales y dérmicos. ^(14, 28)

Las grapas son particularmente útiles en el entorno del trauma cuando se atiende a pacientes con historias médicas desconocidas porque se minimiza el riesgo de lesión por pinchazo de aguja. Las desventajas de las grapas percutáneas incluyen la migración bacteriana al lecho de la herida y las molestias durante la eliminación de grapas. ⁽⁵⁸⁾

La grapa absorbible es una novedosa forma de cierre que combina las virtudes del cierre subcuticular con la velocidad y precisión de la entrega de grapas percutáneas. Mantienen el 40% de su fuerza a los 14 días y son completamente absorbidos durante un período de meses (vida media del tejido de 10 semanas). ⁽⁵⁸⁾

Actualmente, están fabricadas en acero inoxidable y combinan una gran fuerza de tensión y una baja incidencia de reacción de reacción tisular y de complicaciones infecciosas. ⁽¹⁴⁾

Existen 3 tipos de suturas mecánicas:

- **Grapadora cutánea:** indicada para uso tópico como en cuero cabelludo, tronco y extremidades, siendo muy útiles en pacientes poco colaboradores.
- **Grapadoras internas:** dispositivos utilizados en cirugía abierta como en cirugía digestiva, hemorroides, anastomosis y en endoscopias.
- **Dispositivos aplicadores de clips:** se utilizan para ligaduras de vasos o ligadura de otras estructuras internas, como conducto cístico. También se utilizan para afrontamiento de piel o celular subcutáneo. ⁽²⁴⁾

Las suturas se han clasificado según el Real Decreto número 1591, de 16 de octubre del 2009, por el que se regulan los productos sanitarios y la normativa europea. En esta clasificación podemos ver que se han dividido en 3 categorías, atendiendo a los riesgos potenciales que pueden derivarse de su utilización. Según este Decreto, una clasificación bastante aceptada sería la siguiente:

- Clase I estéril: suturas adhesivas cutáneas.
- Clase IIa estéril: adhesivos tisulares, grapadoras cutáneas.
- Clase IIb: Suturas No Absorbibles.
- Clase III: Suturas Absorbible ⁽²⁴⁾

Aún hoy en día, se sigue buscando la sutura ideal, la cual fue descrita por Moy y col en 1992. Esta debe ser:

- Tener propiedades de manipulación estables
- No provocar respuesta tisular
- Formación de nudos sólidos
- Tener fuerza de tracción adecuada
- No perforar el tejido
- Ser estéril
- No ser electrolítico
- No ser alérgico
- Barato ^(20, 22)

Sin embargo, hoy por hoy, el desarrollo de suturas cada vez más avanzadas tiene investigaciones a lo largo del mundo, habiendo un aumento exponencial en el avance de las suturas que liberen fármacos que mejoren el proceso de cicatrización y curación. Sin embargo, los intentos de desarrollar suturas que eluden drogas se han limitado por la falta de suficiente resistencia a la tracción, liberación sostenida de drogas o escala necesaria para la viabilidad comercial.

La incorporación de fármacos en suturas tiene más importancia cuando se aplican en órganos internos, donde la administración de fármacos directamente es más complicada, pudiendo ser anestésicos, analgésicos, antiinflamatorios o antibióticos, lo que proporciona una vía directa y eficiente para la administración de fármacos.

Para ello, la sutura modificada debe contener ciertos principios:

- Ser de tamaño adecuado,
- Ser de alta resistencia para resistir la rotura y la colonización bacteriana
- Proporcionar un suministro sostenido de medicamentos. ⁽⁵⁴⁾

El desarrollo de estas suturas con propiedades adicionales para mejorar la cicatrización de heridas se ha convertido en un área de investigación dentro de la medicina. Algunos de los procesos por los cuales se está procediendo a este desarrollo son:

ELECTROSPINNING

Introducida a principios de la década de 1900, mediante este proceso se pueden incorporar fármacos o agentes bioactivos en la solución polimérica durante la fabricación de la sutura. En esta técnica, polímeros y biomateriales se mezclan y luego se enrollan en fibras, las cuales pueden comprender diámetros entre 5 y 500 nanómetros.

Este proceso utiliza un campo eléctrico de alta potencia para producir fibras con poros más pequeños y más superficie. Se han hecho diferentes intentos para controlar la cinética de liberación de fármacos; alterar las interacciones fármaco-polímero puede reducir la liberación rápida de fármacos, siendo que este sistema podría prevenir la liberación abrupta del fármaco, pudiendo ser liberado de forma sostenida.

RECUBRIMIENTO DIP

Esta es una técnica relativamente fácil y se utiliza comúnmente para las suturas antimicrobianas. En el recubrimiento de inmersión, las suturas se sumergen en el fármaco durante un período de tiempo y luego se secan. El triclosán es un antiséptico de amplio espectro con excelente actividad contra bacterias Gram-positivas y Gram-negativas.

INJERTO DE RADIACIÓN

El injerto de radiación se ha comprobado como un método eficaz para impartir propiedades específicas en suturas poliméricas. En el momento pre-irradiación, la sutura polimérica se irradia inicialmente en vacío o en presencia de un gas inerte mediante el cual se generan radicales libres, donde un monómero adecuado se injerta a esta sutura y a partir de entonces la sutura injertada está inmersa en la solución de drogas. ⁽²¹⁾

SUTURAS MODIFICADAS

Las suturas funcionalizadas, es decir, modificadas con drogas, micropartículas o con nanomateriales en su estructura para inhibir o curar, se han investigado activamente para el tratamiento de heridas de tejidos blandos en la última década y tienen diversos productos estudiados: (25, 63)

- Péptidos antimicrobianos
- Iones metálicos (Ag⁺, Cu²⁺)
- Polímeros
 - Quitosano
 - Poli (ácido acrílico) / poli (cloruro de dimetildialilamonio)
 - Poliuretano con nanopartículas
- Nanomateriales
 - Nanopartículas de palta
 - Nanopartículas de dióxido de titanio
 - Nanopartículas de dióxido de cerio
 - Nanopartículas de plata con hidrocoloide
 - Nanopartículas de plata con palapolilisina hiperramificada
- Antisépticos
 - Triclosán y clorhexidina
 - Yodoformo y caléndula
- Fármacos
 - Clorhidrato de levofloxacina
 - Diclofenaco
 - Vancomicina
 - Octenidia
- Otros
 - Amonio cuaternario
 - Cianoacrilato

Todos estos materiales han sido estudiados como productos antibacterianos para inhibir las bacterias presentes en la boca, destinadas a la cirugía oral. Siempre uno de los principales objetivos del estudio es que, al modificar las suturas con estos agentes, estas se mantengan o se maximicen sus características físicas (resistencia a la tracción, resistencia a la tensión del nudo y rigidez de flexión) así como de manipulación (fricción superficial y arrastre del tejido), en comparación con las suturas sin modificar. ⁽²⁵⁾

La infección en el sitio de una herida quirúrgica no sólo pone en peligro el proceso de cicatrización de heridas deseado, sino que también podría evolucionar en condiciones potencialmente mortales, especialmente en pacientes en estado crítico. Al igual que otras infecciones relacionadas con dispositivos médicos implantados, la formación de biofilm es el proceso clave para la patogénesis de las contaminaciones relacionadas con la sutura. ⁽⁶⁰⁾

Las suturas recubiertas con triclosán, biocida de amplio espectro que ha sido utilizado durante más de 30 años en una amplia gama de productos de consumo como pasta de dientes, enjuagues bucales y jabones, han sido destinadas para reducir las Infecciones en el Sitio Quirúrgico (ISS), aquellas infecciones que ocurren en los 30 días siguientes a la cirugía o al año en caso de las cirugías de prótesis. A bajas concentraciones, el triclosán suprime el crecimiento de numerosas bacterias, y a concentraciones más altas, puede matar rápidamente bacterias. Obtuvo su aprobación por la FDA en 2002, siendo que su aplicación fue un éxito. Los estudios in vitro e in vivo han demostrado la eficacia de las suturas recubiertas de triclosán en la matanza de bacterias asociadas con los ISS e inhibiendo la colonización del material de sutura, con un estudio que demuestra una reducción del 66% en la colonización bacteriana. ^(33, 34, 49, 57, 60)

La sutura, independientemente del tipo o ubicación dentro del lecho de la herida, está contaminada en el momento de la colocación, lo que resulta en adherencia bacteriana y posterior formación de biofilm. Si este proceso eventualmente conduce a la infección se rige en parte por condiciones microambientales dentro del lecho de la herida. Esta hipótesis también se basa en la presencia o ausencia de factores selectivos de riesgo de huésped y la competencia relativa de los procesos intrínsecos de defensa de heridas. Es poco probable que esta sea la única vía para la infección por heridas, pero la presencia de un biocida potente como el triclosán en la superficie de una sutura potencialmente anticiparía la capacidad de patógenos microbianos selectivos para adherirse a la superficie de sutura, creando un nidus potencial para la infección de heridas. ⁽⁵⁷⁾

También se han realizado estudios con el antimicrobiano octenidina, siendo establecida en soluciones antisépticas para piel y heridas, recomendándose como una posible alternativa en caso de resistencia al triclosán. Tiene una actividad de amplio espectro, que incluye patógenos comunes de infecciones de heridas, como bacterias multirresistentes. Sigue en estudios, ya que la única sutura antimicrobiana comercializada es la recubierta con triclosán.

(61)

Aunque también se están dando líneas de investigación en los materiales naturales, debido a su biocompatibilidad y propiedades antimicrobianas. Entre estos materiales, el quitosano ha ganado atención no solo por su actividad antimicrobiana sino también por sus propiedades curativas. Además, es difícil desarrollar resistencia bacteriana, ya que la actividad antimicrobiana del quitosano destruye la membrana celular de las bacterias a través de la interacción electrostática. Junto con el quitosano, el extracto de hoja de olivo y el aloe vera poseen propiedades antibacterianas, así como actividades antifúngicas y antivirales. (62)

Aunque las suturas antimicrobianas son más costosas que las suturas convencionales, se ha demostrado que sí son efectivas para la prevención de los SSI, lo que reduce los costos relacionados con la cirugía, con la estancia hospitalaria, requieren de menos cuidados e intervenciones de enfermería además de la necesidad de tomar menos medicamentos. (41, 42, 44)

Después de varios años de investigación y desarrollo, la primera sutura antibacteriana, Vicryl Plus, fue aprobada en 2002 por la FDA para reducir el riesgo de infecciones en el sitio quirúrgico. Además, el uso de recubrimiento de triclosán se extendió a otros materiales de sutura para superar la adherencia bacteriana y prevenir o reducir las infecciones en el sitio quirúrgico. Estudios in vivo sobre suturas recubiertas de triclosán exhibieron inhibición significativa de colonias bacterianas en su superficie cerca del sitio infectado sin comprometer la propiedad mecánica de la sutura. (56)

También se están dando sustancias alternativas como la clorhexidina para el recubrimiento de suturas. Siendo una biguanida antiséptica con actividad bacteriana que ha sido ampliamente usada desde finales de la década de los 40. Se absorbe escasamente en superficies cutáneas y mínimamente por vía percutánea. Se necesitan estudios in vivo, ensayos de investigación clínica grandes y comparativos para validar la eficacia de las suturas recubiertas de CHX, lo que permite su uso en la práctica clínica. (44)

En otro estudio, las suturas fueron recubiertas con un medicamento antiinflamatorio no esteroideo (AINE), el ibuprofeno, preparado en el disolvente orgánico diclorometano, siendo así, la sutura podría hincharse durante la inmersión en la solución, permitiendo que más fármaco se difundiera profundamente en el núcleo de la sutura. En consecuencia, el medicamento fue liberado durante 7 días con diferentes cantidades de carga dependiendo del tiempo de inmersión. (63)

También se están abriendo otros campos de investigación más innovadores, entre los que se incluyen las células madre o una sutura que monitoriza la herida. Estas innovaciones se abren paso para nuevas posibilidades para la cura de heridas o de enfermedades. La cantidad de posibilidades que surgirán de estas investigaciones, sabremos de ellas en unos años.

Suturas de semillas de células madre

Las suturas recubiertas de factores de crecimiento o células madre, podrían utilizarse como modo de entrega de estos componentes biológicos en el sitio deseado. El objetivo principal de la sutura de semillas de células madre es aumentar el número de estas células en el sitio lesionado para acelerar la regeneración y reparación del tejido. Aunque, retener las propiedades mecánicas y físicas deseadas de tales suturas sería un desafío importante.

Las suturas con factores de crecimiento y/o células madre se pueden utilizar como sustituto de los andamios en ingeniería de tejidos y medicina regenerativa. La alta resistencia significativa de reparación, la resistencia a la formación de brechas y la curación rápida con resultados clínicos mejorados en la reparación del tendón pueden ampliar su uso para lesiones ortopédicas críticas.

Suturas inteligentes - Memoria de forma y suturas elásticas

Las suturas inteligentes son filamentos preestirados de material inteligente (forma temporal) por encima de la temperatura crítica y se establecen en forma temporal enfriándose por debajo de su temperatura crítica. Esto facilita la sutura para cambiar su forma con el aumento de la temperatura ya sea en condiciones corporales o utilizando la fuente externa. Las suturas inteligentes ejercen una gran flexibilidad y con una propiedad mecánica significativa para formar un nudo autoaprimente para un cierre efectivo de la herida. Además, la incorporación de agentes terapéuticos, profilácticos y diagnósticos dentro de las composiciones poliméricas de suturas inteligentes puede avanzar en su función en el campo médico.

Suturas electrónicas

Las suturas electrónicas con la capacidad de monitorear, detectar y actuar las respuestas biológicas típicas en el cuerpo serían muy útiles para mejorar el monitoreo localizado de la salud de los tejidos. Se ha informado sobre el desarrollo de una sutura electrónica inteligente con sensores de silicio flexibles y ultraíntinas integrados en polímeros o tiras de seda para la monitorización de heridas. El material de sutura estaba estampado en forma de serpentina y el diseño incluye dos sensores de temperatura de silicón y nanomembrana de platino junto con microcalentador hecho de oro. La sutura electrónica puede medir con precisión la temperatura elevada que se puede utilizar para identificar el estado de infección y también ayuda en el mantenimiento de la temperatura ideal para apoyar el proceso de curación con microcalentadores en el sitio de la herida. La sutura electrónica fabricada era altamente flexible, facilitando el enhebrado sin esfuerzo en agujas quirúrgicas con considerable fuerza de tracción y anudada sin degradación del dispositivo en el ratón.

Las suturas electrónicas van ganando impulso, con sensores adicionales para monitorear el pH, exudados de heridas, bacterias, oxígeno y enzimas junto con el sistema de monitoreo de temperatura pueden facilitar un monitoreo preciso y una mejor curación de heridas agudas y crónicas. Aunque se han identificado varios marcadores potenciales para la cicatrización de heridas, sólo pocos marcadores de heridas como pH, oxígeno, ácido úrico, hemoglobina, infección (incluyendo temperatura y olor) y actividad de proteasa se utilizan para la aplicación del sensor en la actualidad para monitorear y controlar el sitio de la herida. ⁽⁵⁶⁾

CREMALLERA QUIRÚRGICA

Otro método de cierre de heridas novedoso es la cremallera quirúrgica (*zipper surgery*), una combinación de poliéster microporoso y una cremallera que está recubierta con adhesivo, que proporciona una fuerza uniforme en el borde de la herida para facilitar el proceso de curación natural de la incisión.

Como ya se ha mencionado, la sutura convencional puede crear tensiones en los bordes de la herida, así como contribuir a una circulación inadecuada y apoyar la adhesión bacteriana a las suturas quirúrgicas con un riesgo potencial para las infecciones postoperatorias. Inevitablemente las huellas por el paso de la aguja dejan la puerta abierta rutas de entrada a través de la sutura.

Al usar este sistema de cierre no invasivo, se considera que el riesgo de infección es menor debido a que no se perfora la piel en ningún momento. Tras la cirugía, la cremallera permite una inspección de la herida sin complicaciones y no hay necesidad de usar vendajes. Mantiene sus propiedades adhesivas durante al menos 10 días y rutinariamente no se abre hasta la extracción de esta. ⁽³⁶⁾

Sin embargo, con este dispositivo se disminuye el tiempo utilizado para el cierre, así como el costo del tiempo y el tiempo de quirófano. No obstante, tuvo una incidencia similar de complicaciones postoperatorias, aunque su resultado estético fue mejor.

Otro producto, parecido a la cremallera, corresponde a una tela adhesiva, que permitiría cerrar cortes o heridas de hasta 5 centímetros. Es de forma rectangular y en el centro tiene un elastómero de silicona que promueve su cierre, siempre siendo en zonas de baja tensión. Es usado frecuentemente por los dermatólogos y tiene bastantes similitudes con la cremallera. ⁽⁶⁵⁾

Los recientes avances en técnicas de nanofabricación han contribuido significativamente a la aparición del campo de la electrónica flexible y biodegradable. Una dirección futura potencial puede ser combinar adhesivos de tejido polimérico con electrónica biodegradable para crear adhesivo de tejido inteligente. Tal adhesivo inteligente puede monitorear el proceso de curación y el ambiente del sitio de lesiones para posibles infecciones e inflamaciones. En general, se espera que, por las nuevas funcionalidades añadidas a los adhesivos de tejido, serán más populares y pueden reemplazar grapas quirúrgicas y suturas en una gama de operaciones. ⁽⁵¹⁾

Actualmente, como se ha visto a lo largo del documento, hay innumerables opciones para suturas. Por lo tanto, para elegir adecuadamente un tipo de sutura, es necesario comprender las características de cada uno de los diferentes tipos. No hay sutura conocida que posea todas las cualidades que debería tener la sutura ideal, sin embargo, junto con una buena técnica, la elección adecuada para cada incisión puede ayudar a mejorar los resultados estéticos. Si bien hay muchas propiedades para suturas, lo más importante es ser capaz de determinar qué suturas son mejores para escenarios clínicos individuales. ⁽⁶⁴⁾

Es inevitable pensar en el papel de la enfermería en la evolución de las suturas. Desde que se comenzaron a realizar los procedimientos quirúrgicos en instituciones hospitalarias, la enfermería se ha involucrado en la preparación tanto de hilos como agujas en las intervenciones. Actualmente, la diversidad como el uso de suturas de hilo con correctas propiedades físicas, agujas ya preinstaladas, en un empaque apropiado y debidamente esterilizado ha facilitado las tareas de la enfermera de quirófano con respecto hace algunos años. ⁽¹⁸⁾

CONCLUSIONES

Se ha evidenciado la importancia que han tenido las suturas a lo largo de la historia, significando que desde hace milenios, su uso ha significado la innovación y, a su vez, la curación de personas. Esencialmente, nuestros objetivos eran sintetizar la gran cantidad de información que había sobre el tema, así como de realizar una línea cronológica de la misma, para tener una visión más clara de lo que sería la evolución de un dispositivo médico tan usado como son las suturas. Aunque hasta el siglo XX no hubo grandes avances en lo que respecta al ámbito médico, se puede ver como desde el inicio de los tiempos, el pensamiento crítico e investigador predominó en algunas personas de la antigüedad, consiguiendo que se dejaran atrás épocas anticuadas y con pensamientos obsoletos.

En este documento se muestra cómo se inició el arte de las suturas, pero no como acaba, ya que sigue siendo uno de los principales centros de investigación actuales, siempre buscando "la sutura ideal" o, aquella que más se le parezca y más beneficios tenga. Actualmente, tenemos un repertorio bastante amplio de suturas, pudiendo elegir cual es la adecuada a cada situación y paciente. Sin embargo, no podemos imaginar cómo serán las del futuro, aunque podemos tener claro que será bastante más tecnológicas y modernas de las que tenemos actualmente. La explosión de la tecnología y su continua mejora, guía a su vez a la evolución médica, de la cual no podemos imaginar cuales podrían ser los nuevos inventos del mañana ni adonde deparará este ímpetu por la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Marcin Gierek, Katarzyna Kuśnierz, Paweł Lampe, Gabriela Ochała, Józef Kurek, Bartholomew Hekner et al. Absorbable sutures in general surgery - review, available materials, and optimum choices. *Pol Przegl Chir.* 2018, no. 2, s. 26-29.
2. Mackenzie D. The History of Sutures. *Medical History.* Cambridge University Press; 1973;17(2):158–68.
3. Dr. Lorenzo de la Garza Villaseñor. Bisturías, agujas y suturas: La evolución del material básico de la cirugía. *Cir Gen.* 2008;30(4):224-230.
4. Benito Pedregosa D., Janè-Salas E., Estrugo-Devesa A., Princep Arisó C., Moreno Vicente J., Marí Roig A. et al. Adherencia bacteriana en los materiales de sutura de uso habitual en cirugía bucal. Revisión sistemática. *Av Odontoestomatol.* 2020; 36(1): 11-19.
5. N A Swanson, T A Tromovitch. Suture materials, 1980s: properties, uses, and abuses. *Int J Dermatol.* 1982; 21(7):373-8.
6. Dattilo, Philip P Jr. Knotless Bi-directional Barbed Absorbable Surgical Suture. 2003.
7. González José E, Camejo M Zoraida. Mitología y Medicina I: Dioses griegos primigenios de la Medicina Occidental. *Salus.* 2014; 18(3): 33-40.
8. Tyler M Muffly, Anthony P Tizzano, Mark D Walters. The history and evolution of sutures in pelvic surgery. *J R Soc Med.* 2011;104(3):107-12.
9. Panagiota Kripouri, Dimitrios Filipou. Sutures in Antiquity. *J Surg.* 2018.
10. Sahoo C, Ramana D, Satyanarayana K. A DISCUSSION ON SUTURE AND LIGATURE. *INTERNATIONAL JOURNAL OF MEDICAL LABORATORY RESEARCH.* 2017.
11. Chris Holland, Keiji Numata, Jelena Rnjak-Kovacina, F Philipp Seib. The Biomedical Use of Silk: Past, Present, Future. *Adv Healthc Mater.* 2018; 8(1).
12. Cutajar, L. Sutures and ligatures in surgery. *The St. Luke`s Hospital Gazette.* 1975; 10(1), 51-53.
13. Kelvin Manuel Piña Batista. Principios de habilidades y técnicas quirúrgicas básicas. 1º. Punto Rojo Libros, 2019.
14. Tróchez PA. Suturas. *AsoColDerma.* 1994; (2):52-8.
15. Sogi, K. B. C., Kumar, P., Kailas, C. T., & Chandrasekhar, R. L. (2019). Isoamyl-2-cyanoacrylate with subcuticular polyamide suture for skin closure in elective surgical procedures: Comparison of cosmetic outcome. *International Journal of Surgery,* 3(1), 33-36.

16. Peter W Madden, Igor Klyubin, Mark J Ahearne. Silk fibroin safety in the eye: a review that highlights a concern. *BMJ Open Ophthalmology*. 2020; 5(1).
17. Dattilo Jr, P. P., King, M. W., Cassill, N. L., & Leung, J. C. Medical textiles: application of an absorbable barbed bi-directional surgical suture. *JTATM*. 2002; 2(2), 1-5.
18. Ribeiro AR, Graziano KU. Sutures and the operating room nurse: criteria in forecasting the need for sutures and provisioning according to nature of the hospital institution. *Rev. Esc. Enferm. USP* 2003; 37(4):61-8.
19. Holder, E. J. The story of catgut. *Postgraduate medical journal*. 1949; 25(287), 427.
20. A. Abildayev, Zh.A. Semzhanova, L.Sh. Abdullayeva, A.Y. Aitberdiyeva. COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF MODERN SUTURE MATERIAL (REVIEW). Kazakhstan National Medical University named after S.D. Asfendiyarov. 2018.
21. Joseph, B., George, A., Gopi, S., Kalarikkal, N., & Thomas, S. Polymer sutures for simultaneous wound healing and drug delivery—a review. *International journal of pharmaceutics*. 2017; 524(1-2), 454-466.
22. Jones, C. D., Ho, W., Samy, M., Boom, S., & Lam, W. L. Comparison of glues, sutures, and other commercially available methods of skin closure: A review of literature. *Medical Research Archives*. 2017; 5(7).
23. Yousef, J., Leow, S. K. H., & Morrison, W. Plastic surgery in antiquity: an examination of ancient documents. *European Journal of Plastic Surgery*. 2021; 1-10.
24. Núñez Castro D, Pacheco Sancho D, Sánchez Monter D, Pacheco Pizarro D. Materiales de Sutura de elección (absorbibles y no absorbibles) en la práctica de medicina y cirugía general. *Revista de la Facultad de Medicina de la Universidad de Iberoamérica*. 2018.
25. Lara-Juárez D, García Contreras R, Arenas-Arrocena M. Suturas funcionalizadas con nanomateriales para cirugía oral: revisión sistemática. *Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial*. 2018. p. 33-40.
26. Joana de Pinho Tavares, Carlos Augusto Costa Pires Oliveira, Rodolfo Prado Torres, Fayez Bahmad Jr. Facial thread lifting with suture suspensión. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2017; 83(6):712-719.
27. Lins RD, Gomes RC, Santos KS, Silva PV, Silva RT, Ramos IA. Use of cyanoacrylate in the coaptation of edges of surgical wounds. *An Bras Dermatol*. 2012;87(6):871-6.
28. Dr. Fernando Germain P., Jocelyn Cortés R., Beatriz Villavicencio. Análisis de las complicaciones de la anastomosis ileo-cólica grapada. *Técnica de Barcelona. Rev. Chilena de Cirugía*. 2009; 61(1), 48-51.

29. Vásquez B, Schencke C, Rodríguez C, Veuthey C, del Sol M. Comparación entre Etilcianoacrilato y Sutura Convencional en el cierre de incisiones de Piel de Conejo (*Oryctolagus cuniculus*). *Int. J. Morphol.* 2012; 30(3): 797-802.
30. Matsuzaki S, Jitsumori M, Hara T, Matsuzaki S, Nakagawa S, Miyake T et al. Systematic review on the needle and suture types for uterine compression sutures: a literature review. *BMC Surg.* 2019;19(1):196.
31. Shah A, Rowlands M, Au A. Barbed Sutures and Tendon Repair-a Review. *Hand (N Y).* 2015;10(1):6-15.
32. Matsuzaki S, Endo M, Tomimatsu T, Nakagawa S, Matsuzaki S, Miyake T et al. New dedicated blunt straight needles and sutures for uterine compression sutures: a retrospective study and literature review. *BMC Surg.* 2019; 19(1):33.
33. Ahmed I, Boulton AJ, Rizvi S, Carlos W, Dickenson E, Smith NA et al. The use of triclosan-coated sutures to prevent surgical site infections: a systematic review and meta-analysis of the literature. *BMJ Open.* 2019 ;9(9).
34. Leaper D, Wilson P, Assadian O, Edmiston C, Kiernan M, Miller A et al. The role of antimicrobial sutures in preventing surgical site infection. *Ann R Coll Surg Engl.* 2017;99(6):439-443.
35. Yifei Lin, Sike Lai, Jin Huang, Liang Du. The Efficacy and Safety of Knotless Barbed Sutures in the Surgical Field: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Scientific Reports.* 2016.
36. Chen D, Song J, Zhao Y, Zheng X, Yu A. Systematic Review and Meta-Analysis of Surgical Zipper Technique versus Intracutaneous Sutures for the Closing of Surgical Incision. *PLoS One.* 2016; 9;11(9).
37. Zhang W, Xue D, Yin H, Xie H, Ma H, Chen E, Hu D, Pan Z. Barbed versus traditional sutures for wound closure in knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep.* 2016; 25;6.
38. Maria Lúcia Moleiro, Jorge Braga, Maria João Machado, Luís Guedes-Martins. Uterine Compression Sutures in Controlling Postpartum Haemorrhage: A Narrative Review. *Ordem dos Médicos.* 2020.
39. Milena Garofalo, Glenn D. Posner. Towel Uterus Model for Uterine Compression Sutures Technical Skills Training: A Review of Literature and Development of a Performance Rubric. *Cureus.* 2018; 10(6).
40. Lan A, Xiao F, Wang Y, Luo Z, Cao Q. Efficacy of fibrin glue versus sutures for attaching conjunctival autografts in pterygium surgery: a systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis of evidence. *Oncotarget.* 2017; 20;8(25).

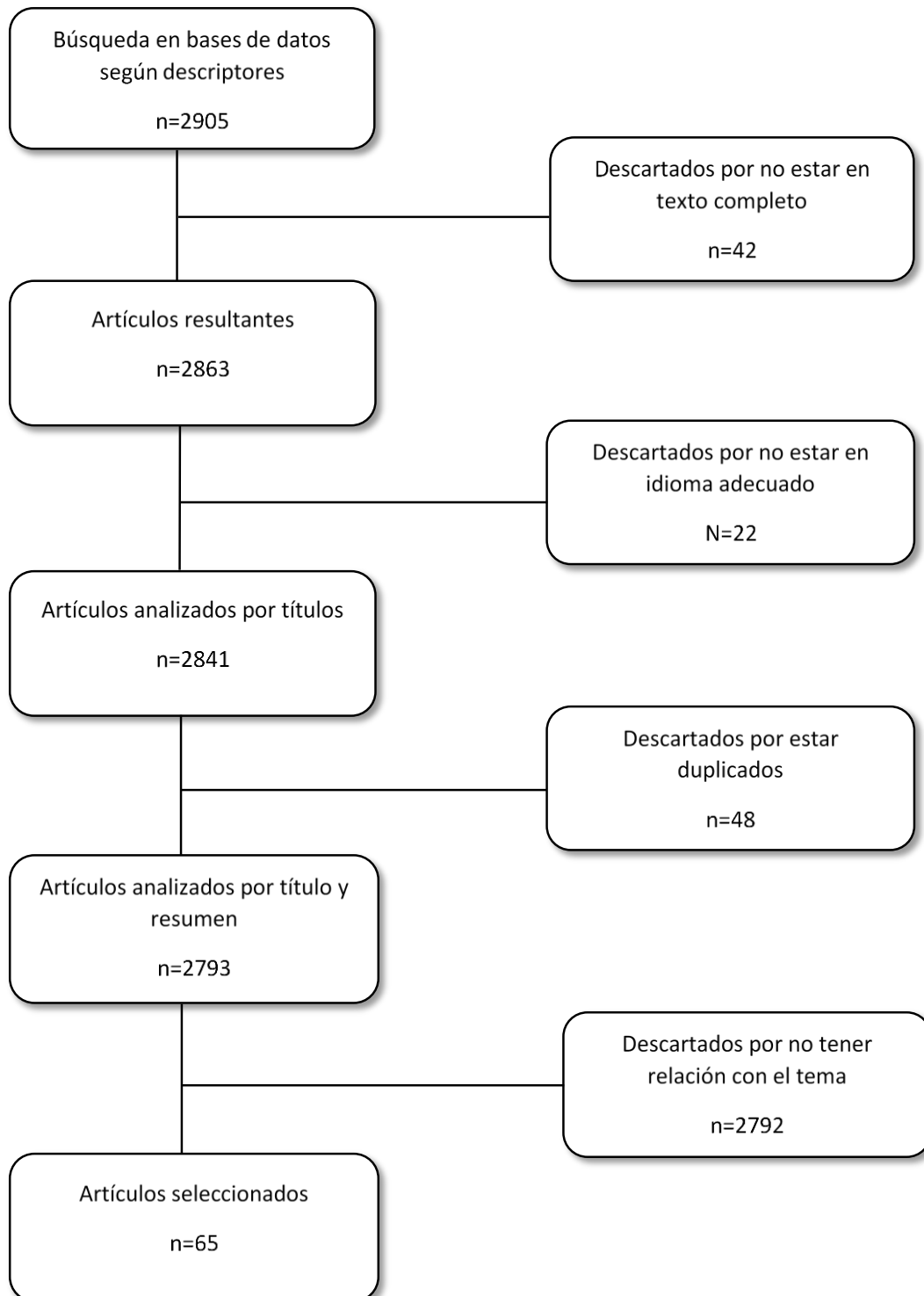
41. Antibacterial Sutures for Wound Closure After Surgery: A Review of Clinical and Cost-Effectiveness and Guidelines for Use [Internet]. Ottawa (ON): Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. 2014.
42. Cochetti G, Abraha I, Randolph J, Montedori A, Boni A, Arezzo A et al. Surgical wound closure by staples or sutures?: Systematic review. *Medicine (Baltimore)*. 2020; 19;99(25).
43. Trujillo-de Santiago G, Sharifi R, Yue K, Sani ES, Kashaf SS, Alvarez MM et al. Ocular adhesives: Design, chemistry, crosslinking mechanisms, and applications. *Biomaterials*. 2019; 197:345-367.
44. Wu X, Kubilay NZ, Ren J, Allegranzi B, Bischoff P, Zayed B et al. Antimicrobial-coated sutures to decrease surgical site infections: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Microbiol Infect Dis*. 2017;36(1):19-32.
45. Nasim Annabi, Kan Yue, Ali Tamayol, Ali Khademhosseini. Elastic sealants for surgical applications. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. 2015; 95 (27-39).
46. Greenberg JA, Goldman RH. Barbed suture: a review of the technology and clinical uses in obstetrics and gynecology. *Rev Obstet Gynecol*. 2013;6(3-4):107-15.
47. Matsubara S, Yano H, Ohkuchi A, Kuwata T, Usui R, Suzuki M. Uterine compression sutures for postpartum hemorrhage: an overview. *Acta Obstet Gynecol Scand*. 2013;92(4):378-85.
48. Paw E, Vangaveti V, Zonta M, Heal C, Gunnarsson R. Effectiveness of fibrin glue in skin graft survival: A systematic review and meta-analysis. *Ann Med Surg (Lond)*. 2020; 56:48-55.
49. K. Brett and C. Arg. Triclosan in Single Use Medical Devices for Preventing Infections: A Review of Clinical Effectiveness, Safety and Guidelines. Canadian Agency for Drugs and Technologies in Health. 2019.
50. Panda A, Kumar S, Kumar A, Bansal R, Bhartiya S. Fibrin glue in ophthalmology. *Indian J Ophthalmol*. 2009;57(5):371-9.
51. Annabi N, Tamayol A, Shin SR, Ghaemmaghami AM, Peppas NA, Khademhosseini A. Surgical Materials: Current Challenges and Nano-enabled Solutions. *Nano Today*. 2014; 9(5):574-589.
52. Beam JW. Tissue adhesives for simple traumatic lacerations. *J Athl Train*. 2008;43(2):222-4.
53. Gussous YM, Zhao C, Amadio PC, An KN. The resurgence of barbed suture and connecting devices for use in flexor tendon tenorrhaphy. *Hand (N Y)*. 2011;6(3):268-75.

54. Kashiwabuchi F, Parikh KS, Omiadze R, Zhang S, Luo L, Patel HV et al. Development of Absorbable, Antibiotic-Eluting Sutures for Ophthalmic Surgery. *Transl Vis Sci Technol.* 2017;6(1):1.
55. Kim K, Lee H, Hong S. TAPE: A Biodegradable Hemostatic Glue Inspired by a Ubiquitous Compound in Plants for Surgical Application. *Journal of Visualized Experiments.* 2016.
56. Dennis C, Sethu S, Nayak S, Mohan L, Morsi YY, Manivasagam G. Suture materials - Current and emerging trends. *J Biomed Mater Res A.* 2016;104(6).
57. Charles E. Edmiston Jr. PhD, Frederic C. Daoud MD, David Leaper MD. Is there an evidence-based argument for embracing an antimicrobial (triclosan)-coated suture technology to reduce the risk for surgical-site infections?: A meta-analysis. *Surgery.* 2013; 154 (1); 89-100.
58. Tajirian AL, Goldberg DJ. A review of sutures and other skin closure materials. *J Cosmet Laser Ther.* 2010 ;12(6):296-302.
59. Bloom BS, Goldberg DJ. Suture material in cosmetic cutaneous surgery. *J Cosmet Laser Ther.* 2007; 9(1):41-5.
60. Ercan UK, İbiş F, Dikyol C, Horzum N, Karaman O, Yıldırım Ç, Çukur E, Demirci EA. Prevention of bacterial colonization on non-thermal atmospheric plasma treated surgical sutures for control and prevention of surgical site infections. *PLoS One.* 2018; 13(9).
61. Obermeier A, Schneider J, Föhr P, Wehner S, Kühn KD, Stemberger A, Schieker M, Burgkart R. In vitro evaluation of novel antimicrobial coatings for surgical sutures using octenidine. *BMC Microbiol.* 2015; 15:186.
62. Ayşe Işık, Elif Alyamaç Seydibeyoğlu. Effect of Natural Antimicrobial Agents on the Characteristics of Surgical Sutures. *DEU FMD.* 2020; 22 (64).
63. Lee EJ, Huh BK, Kim SN, Lee JY, Park CG, Mikos AG et al. Application of Materials as Medical Devices with Localized Drug Delivery Capabilities for Enhanced Wound Repair. *Prog Mater Sci.* 2017; 89:392-410.
64. Rose J, Tuma F. Sutures And Needles. *StatPearls.* 2020.
65. Faustino Alonso, Hilda Rojas. Suturas: lo usual y lo nuevo. *Rev. Chilena Dermatol.* 2014; 30 (2): 180 -183.

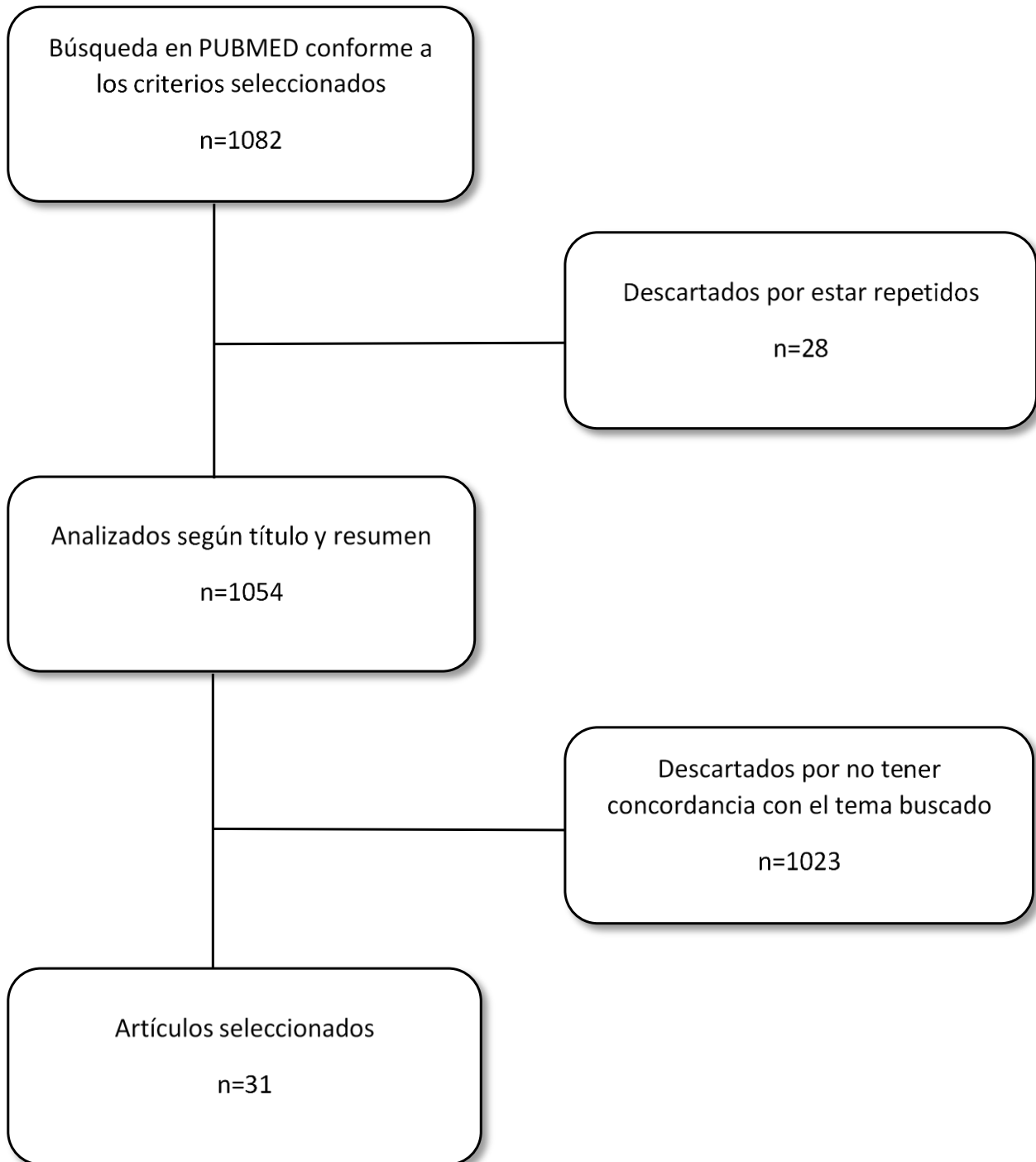
ANEXOS

ANEXO 1. ESTRATEGIAS DE BÚSQUEDA

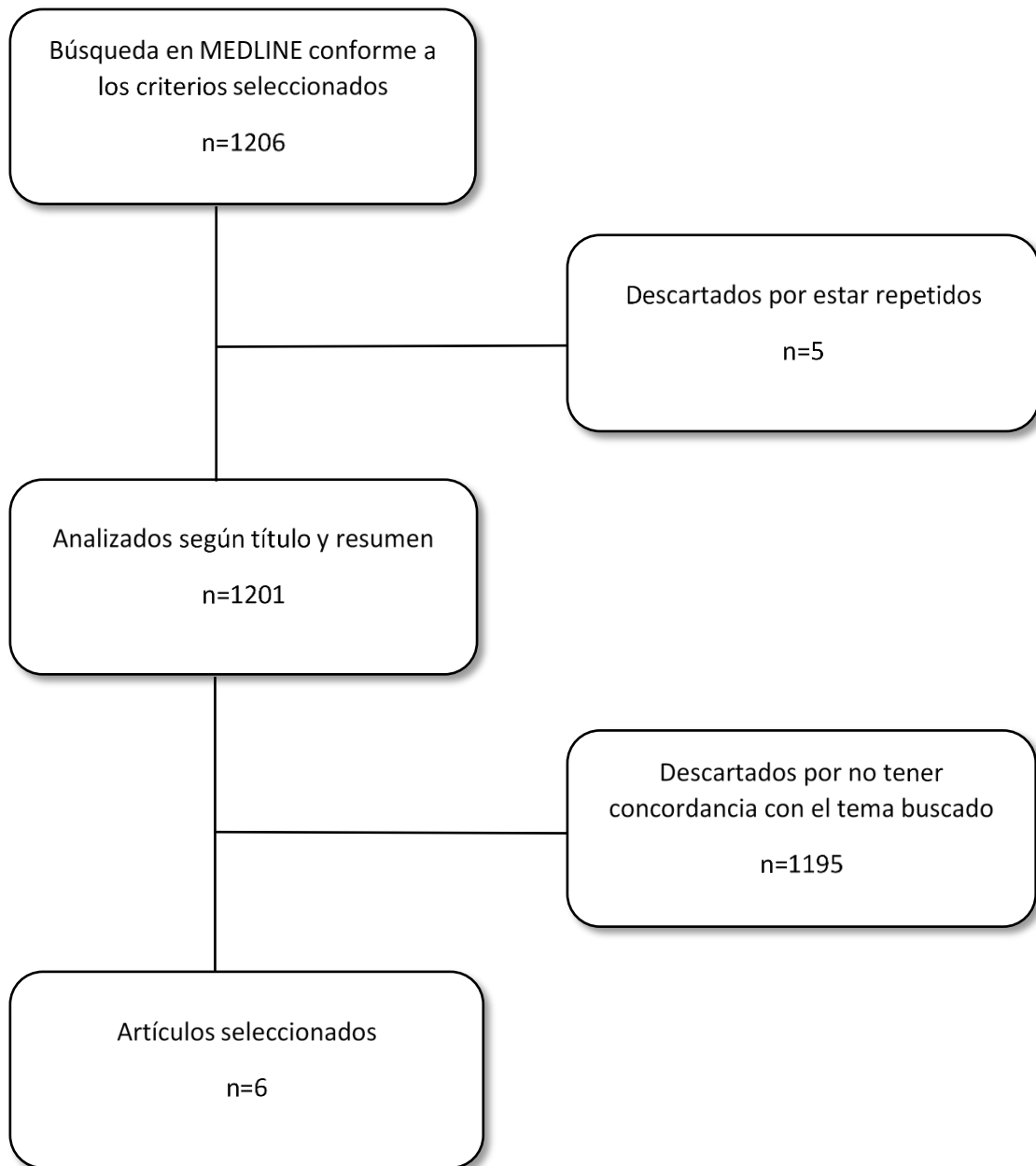
ANEXO 1.1. DIAGRAMA DE FLUJO: ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA



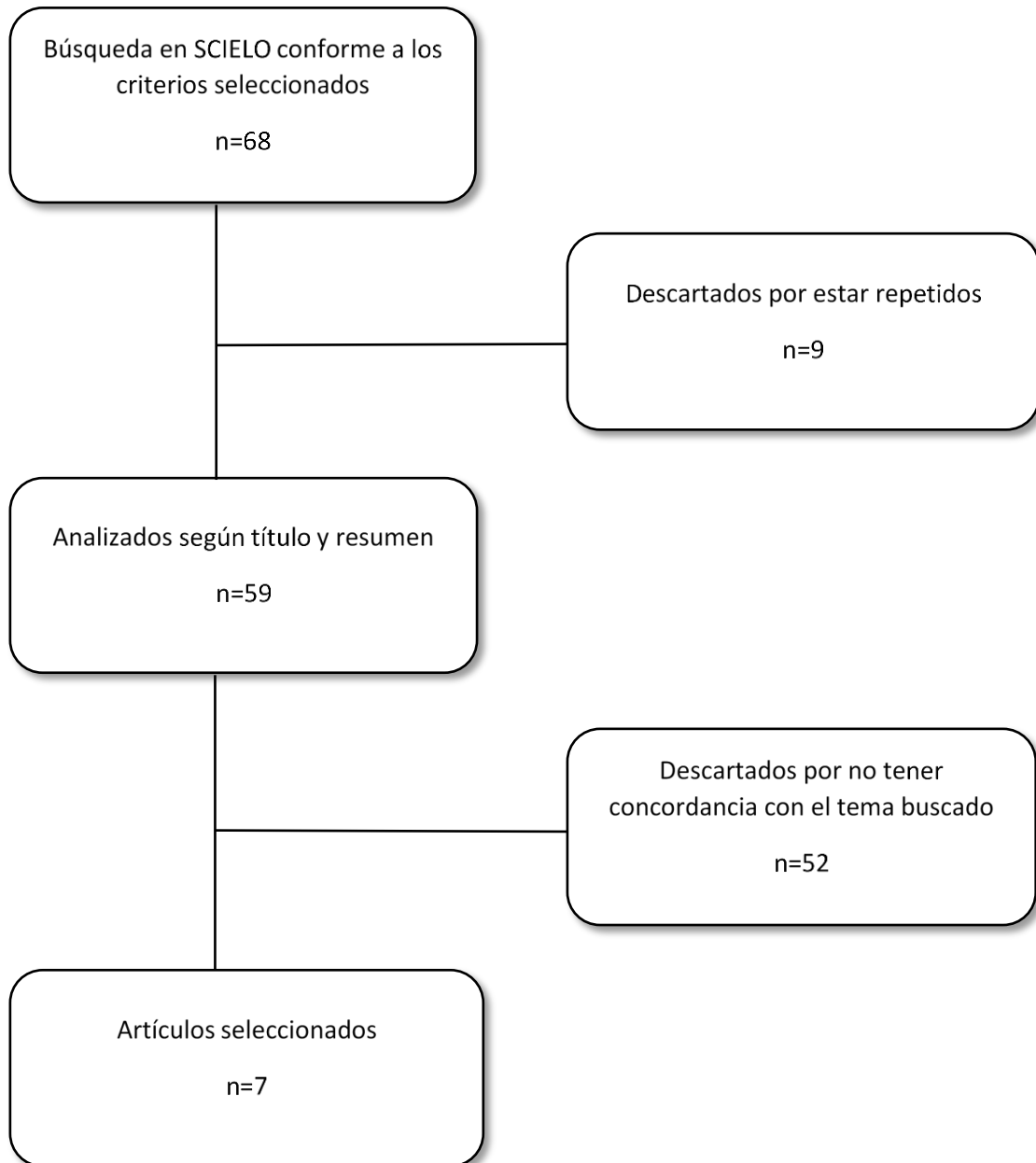
ANEXO 1.2. DIAGRAMA DE FLUJO: ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS PUBMED.



ANEXO 1.3. DIAGRAMA DE FLUJO: ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS MEDLINE.



ANEXO 1.4. DIAGRAMA DE FLUJO: ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS SCIELO.



ANEXO 1.5. DIAGRAMA DE FLUJO: ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA EN LA BASE DE DATOS GOOGLE ACADÉMICO.



ANEXO 2. Contenido de análisis bibliométrico de los documentos seleccionados.

D	BASE DE DATOS	REVISTA	AUTORES	PAÍS	IDIOMA	AÑO
1	PUBMED	Polish Journal Of Surgery	Marcin Gierek, Katarzyna Kuśnierz, Paweł Lampe, Gabriela Ochała, Józef Kurek, Bartłomiej Hekner, Katarzyna Merkel, Jakub Majewski	Polonia	Inglés	2018
2	GA	Cambridge University Press	David Mackenzie	Reino Unido	Inglés	1973
3	GA	Cirujano General	Dr. Lorenzo De La Garza Villaseñor	México	Español	2008
4	SCIELO	Avances En Odontostomatología	D. Benito Pedregosa, E. Jané-Salas, A. Estrugo-Devesa, C. Princep Arisó, J. Moreno	España	Español	2020
5	PUBMED	International Society Of Tropical Dermatology	Swanson Na, Tromovitch Ta.	Reino Unido	Inglés	1982
6	GA	Textile Management And Technology	Philip Paul Dattilo, Jr.	Estados Unidos	Inglés	2002
7	SCIELO	Salus	José E. González, Zoraida Camejo M.	Venezuela	Español	2014
8	PUBMED	Journal Of The Royal Society Of Medicine	Muffly Tm, Tizzano Ap, Walters Md.	Reino Unido	Inglés	2011
9	GA	Journal Of Surgery	Panagiota Kripouri, Dimitrios Filippou	Grecia	Inglés	2018
10	GA	International Journal Of Medical Laboratory Research	Chinmaya Keshari Sahoo, D.Venkata Ramana, Kokkula Satyanarayana	India	Inglés	2017

11	PUBMED	Advanced Healthcare Materials	Chris Holland, Keiji Numata, Jelena Rnjak-Kovacin, F. Philipp Seib	Alemania	Inglés	2012
12	GA	The St. Luke`S Hospital Gazette	Cutajar, L	Reino Unido	Inglés	1975
13	GA	Punto Rojo Libros	Kelvin Manuel Piña Batista	República Dominicana	Español	2019
14	GA	Revista Colombiana De Dermatología	Tróchez, Pablo A	Colombia	Español	1994
15	GA	International Journal Of Surgery Science	Dr. Kbc Sogi, Dr. Pradeep Kumar J, Dr. Kailas Ct And Dr. RI Chandrasekhar	India	Inglés	2018
16	PUBMED	Bmj Open Ophthalmology	Madden Pw, Klyubin I, Ahearne Mj.	Irlanda	Inglés	2020
17	GA	Journal Of Textile And Apparel, Technology And Management	Philip P. Dattilo, Jr, Martin W. King, Nancy L. Cassill, Jeffrey C. Leung.	Estados Unidos	Inglés	2002
18	GA	Revista De La Facultad De Enfermería De La Usp	Anita Romano Ribeiro I; Kazuko Uchikawa Graziano	Brasil	Inglés	2003
19	GA	Post Graduate Medical Journal	Eldred J. Holder, Ph.D., B.Pharm., Ph.C.	Reino Unido	Inglés	1949
20	GA	Kazakhstan National Medical University Named After S.D. Asfendiyarov	D.A. Abildayev, Zh.A. Semzhanova, L.Sh. Abdullayeva, A.Y. Aitberdiyeva	Rusia	Inglés	2018

21	GA	International Journal Of Pharmaceutics	Blessy Josepha, Anne George, Sreeraj Gopi, Nandakumar Kalarikkal, Sabu Thomas	India	Inglés	2017
22	GA	Medical Research Archives	Christopher David Jones, Weiguang Ho, Michael Samy, Steven Boom, Wee Leon Lam	Reino Unido	Inglés	2017
23	GA	European Journal Of Plastic Surgery	Justin Yousef & Sean Kwang Howe Leow & Wayne Morrison	Alemania	Inglés	2020
24	GA	Revista De La Facultad De Medicina De La Universidad De Lberoamérica	Dra. Mónica Núñez Castro, Dr. José David Pacheco Sancho, Dr. Marco Sánchezmonter, Dr. Julio Pacheco Pizarro.	México	Español	2018
25	SCIELO	Revista Española De Cirugía Oral Y Maxilofacial	Diana Lara-Juárez, René García-Contreras, M ^a Concepción Arenas-Arocena	España	Español	2018
26	SCIELO	Arquivos Brasileiros De Oftalmologia	Joana De Pinho Tavares, Carlos Augusto Costa Pires Oliveira, Rodolfo Prado Torres	España	Español	2017
27	SCIELO	Anais Brasileiros De Dermatologia	Ruthinéia Diógenes Alves Uchá Linsi; Raquel Christina Barboza Gomesi; Kátia Simone Alves Dos Santosi; Paula Vanessa Da Silvaii; Renata Torres Moreira Da Silvaii; Ianny Alves Ramos	Brasil	Inglés	2012
28	SCIELO	Revista Chilena De Cirugía	Dr. Fernando Germain P., Ints. Jocelyn Cortés R., Beatriz Villavicencio V	Brasil	Inglés	2009
29	SCIELO	International Journal Of Morphology	Vásquez, B; Schencke, C; Rodríguez, C; Veuthey, C; Del Sol, M.	Chile	Español	2012

30	PUBMED	BMC Surgery	Matsuzaki S, Jitsumori M, Hara T, Matsuzaki S, Nakagawa S, Miyake T, Takiuchi T, Kakigano A, Kobayashi E, Tomimatsu T, Kimura T.	Japón	Inglés	2019
31	PUBMED	Hand (N Y)	Ajul Shah, Megan Rowlands, And Alexander Au	Estados Unidos	Inglés	2015
32	PUBMED	BMC Surgery	Shinya Matsuzaki, Masayuki Endo, Takuji Tomimatsu, Satoshi Nakagawa, Satoko Matsuzaki, Tatsuya Miyake, Tsuyoshi Takiuchi, Aiko Kakigano, Kazuya Mimura, Yutaka Ueda, Y Tadashi Kimura	Japón	Inglés	2019
33	PUBMED	BMJ Open	Imran Ahmed, Adam Jonathan Boulton, Sana Rizvi, William Carlos, Edward Dickenson, Na Smith, And Mike Reed	Reino Unido	Inglés	2019
34	PUBMED	Annals Of The Royal College Of Surgeons Of England	Leaper D, Wilson P, Assadian O, Edmiston C, Kiernan M, Miller A, Bond-Smith G, Yap J.	Reino Unido	Inglés	2017
35	PUBMED	Scientific Reports	Yifei Lin, Sike Lai, Jin Huang, And Liang Du	China	Inglés	2016
36	PUBMED	Plos One	Chen D, Song J, Zhao Y, Zheng X, Yu A.	China	Inglés	2016
37	PUBMED	Scientific Reports	Wei Zhang, Deting Xue, Houfa Yin, Hui Xie, Honghai Ma, Erman Chen, Dongcai Hu And Zhijun Pan	China	Inglés	2016
38	PUBMED	Ordem Dos Médicos	Moleiro Ml, Braga J, Machado Mj, Guedes- Martins L.	Portugal	Inglés	2019

39	PUBMED	Cureus	Milena Garofalo And Glenn D Posner	Canadá	Inglés	2018
40	PUBMED	Oncotarget	Aihua Lan, Feifan Xiao, Yun Wang, Zhen Luo, And Qixin Cao	China	Inglés	2017
41	PUBMED	Canadian Agency For Drugs And Technologies In Health	No Authors Listed	Canadá	Inglés	2014
42	PUBMED	Medicine	Cochetti G, Abraha I, Randolph J, Montedori A, Boni A, Arezzo A, Mazza E, Rossi De Vermandois Ja, Cirocchi R, Mearini E.	Italia	Inglés	2020
43	PUBMED	Biomaterials	Trujillo-De Santiago G, Sharifi R, Yue K, Sani Es, Kashaf Ss, Alvarez Mm, Leijten J, Khademhosseini A, Dana R, Annabi N.	Estados Unidos	Inglés	2019
44	PUBMED	European Review For Medical And Pharmacological Sciences	Onesti Mg, Carella S, Scuderi N.	Italia	Inglés	2018
45	PUBMED	European Journal Of Pharmaceutics And Biopharmaceutics	Annabi N, Yue K, Tamayol A, Khademhosseini A.	Estados Unidos	Inglés	2015
46	PUBMED	Reviews In Obstetrics & Gynecology	Greenberg Ja, Goldman Rh.	Estados Unidos	Inglés	2013
47	PUBMED	Acta Obstetricia Et Gynecologica Scandinavica	Matsubara S, Yano H, Ohkuchi A, Kuwata T, Usui R, Suzuki M.	Japón	Inglés	2013

48	PUBMED	Annals Of Medicine And Surgery	Paw E, Vangaveti V, Zonta M, Heal C, Gunnarsson R.	Australia	Inglés	2020
49	PUBMED	Canadian Agency For Drugs And Technologies In Health	Kendra Brett, Charlene Argáez	Canadá	Inglés	2019
50	PUBMED	Indian Journal Of Ophthalmology.	Panda A, Kumar S, Kumar A, Bansal R, Bhartiya S.	India	Inglés	2009
51	PUBMED	Nano Today	Annabi N, Tamayol A, Shin Sr, Ghaemmaghami Am, Peppas Na, Khademhosseini A.	Estados Unidos	Inglés	2014
52	PUBMED	Journal Of Athletic Training	Beam Jw	Estados Unidos	Inglés	2008
53	PUBMED	Official Journal Of The American Association For Hand Surgery.	Gussous Ym, Zhao C, Amadio Pc, An Kn.	Estados Unidos	Inglés	2011
54	PUBMED	Translational Vision Science & Technology	Fabiana Kashiwabuchi, Kunal S. Parikh, Revaz Omiadze, Shuming Zhang, Lixia Luo, Himatkumar V. Patel, Qingguo Xu, Laura M. Alférez, Hai-Quan Mao, Justin Hanes, Y Peter J. Mcdonnell	Estados Unidos	Inglés	2017
55	PUBMED	Journal Of Visualized Experiments		Estados Unidos	Inglés	2016
56	MEDLINE	Journal Of Biomedical Materials Research.	Dennis C; Sethu S; Nayak S; Mohan L; Morsi Yy; Manivasagam G	India	Inglés	2016

57	MEDLINE	Surgery	Edmiston Ce Jr; Daoud Fc; Leaper D	Estados Unidos	Inglés	2013
58	MEDLINE	Journal Of Cosmetic And Laser Therapy	Tajirian Al, Goldberg Dj	Estados unidos	Inglés	2010
59	MEDLINE	Journal Of Cosmetic And Laser Therapy	Bloom Bs, Goldberg Dj	Estados unidos	Inglés	2007
60	MEDLINE	Plos One	Utku Kürşat Ercan, Fatma Ibiş, Caner Dikyol, Nesrin Horzum, Ozan Karama, Çağla Yildirim, Elif Çukur, Emine Afra Demirci	Turquía	Inglés	2018
61	MEDLINE	Bmc Microbiology	A. Obermeier, J. Schneidrr, P. Föhr, S. Wehner, K.-D. Kühn, A. Stemberger, M. Schieker And R. Burgkart	Alemania	Inglés	2015
62	GA	Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi	Ayşe Işık, Elif Alyamaç Seydibeyoğlu	Turquía	Inglés	2020
63	PUBMED	Progress In Materials Science.	Lee Ej, Huh Bk, Kim Sn, Lee Jy, Park Cg, Mikos Ag, Choy Yb.	Estados Unidos	Inglés	2017
64	GA	Statpearls	Jessica Rose; Faiz Tuma.	Estados Unidos	Inglés	2020
65	GA	Revista Chilena De Dermatología	Faustino Alonso, Hilda Rojas	Chile	Español	2014