

## Trabajo Fin de Grado

Título:

***“Eficacia de la cámara termográfica como herramienta en el diagnóstico de pruebas de alergias cutáneas prick test en comparación con el método gráfico en niños de 4 a 6 años en el Hospital Infantil Niño Jesús.”***

Alumno: Andrea Díaz Díaz  
Director: Paloma Huertas Cebrián

Madrid, abril de 2018

# Índice

Resumen .....	3
1. Presentación .....	5
2. Estado de la cuestión.....	6
2.1 Fundamentación.....	6
2.1.1 Pruebas alérgicas .....	7
2.1.2 Termografía infrarroja.....	15
2.1.3 Termografía infrarroja aplicada a pruebas alérgicas.....	19
2.1.4 Papel de la enfermería .....	21
3. Justificación.....	22
4. Objetivos e hipótesis .....	23
4.1 Objetivo .....	23
4.2 Hipótesis .....	23
5. Metodología.....	24
5.1 Diseño de estudio.....	24
5.2 Sujetos de estudio .....	24
Población diana y accesible .....	24
Lugar del estudio.....	24
Criterios de inclusión y exclusión .....	24
Tamaño previsto de la muestra .....	25
5.3 Variables .....	25
5.4 Intervención a evaluar.....	27
5.5 Procedimiento de recogidas de datos .....	30
5.6 Fases del estudio, cronograma .....	31
5.7 Análisis de datos .....	31
6. Aspectos éticos.....	32
7. Limitaciones del estudio .....	33
8. Bibliografía .....	34
Anexo 1: Hoja recogida de datos. ....	39
Anexo 2: Hoja informativa tutores.....	40
Anexo 3: Consentimiento informado. ....	42
Anexo 4. Tabla de contingencia .....	43
Anexo 5: Hoja de recogida de datos de alérgenos .....	44

## Resumen

**Introducción:** Las respuestas alérgicas comúnmente se evalúan por la realización de pruebas cutáneas, en concreto por prick test, el método más habitual de lectura es el método gráfico, sin embargo, la interpretación de estos resultados es subjetiva y está demostrado que está sujeta a errores en función del enfermero que interprete, además, hasta los 7 años el sistema inmunológico de los niños no está totalmente desarrollado por lo que las reacciones pueden ser menores, provocando más errores de lectura. Por todo ello se propone la aplicación de la termografía infrarroja como herramienta capaz de captar las variaciones de temperatura que se producen en las reacciones alérgicas como una herramienta sensible y eficaz para la lectura de resultados del prick test.

**Objetivo:** Demostrar la eficacia de la cámara termográfica como herramienta en el diagnóstico de pruebas de alergias cutáneas prick test en comparación con el método gráfico en niños de 4 a 6 años en el Hospital Infantil Niño Jesús.

**Diseño de estudio:** Se propone un estudio cuasi-experimental prospectivo con 126 sujetos a los que se les realiza la prueba del prick test y se leen los resultados con la cámara termográfica y a través del método gráfico, estos resultados se comparan a través de una T-Student para muestras relacionadas.

**Palabras Claves:** Termografía, Hipersensibilidad, Pruebas Cutáneas.

## **Abstract**

**Introduction:** Allergic responses are commonly evaluated by skin testing, in particular with prick test, the most common method of reading is the graphical method, however, the interpretation of these results is subjective and is proven that It is subject to errors according to the nurse that interpret, in addition to 7 years children's immune systems is not fully developed so that reactions can be less producing more reading errors. Therefore, proposes the application of the infrared thermography as a tool capable of capturing the temperature variations that occur in allergic reactions as a sensitive and effective tool for reading the prick test results.

**Objective:** To demonstrate the efficacy of thermal imaging camera as a tool in the diagnosis of allergy tests, skin prick testing comparison with the graphical method in children 4 to 6years at the Hospital Infantil Niño Jesus.

**Study design:** proposes a prospective quasi-experimental study with 126 subjects that is proof of the prick test and read the results with thermal imaging camera and through the graphical method, comparing these results through a T-Student for related samples.

**Key words:** Thermography, hypersensitivity, testing skin

# 1. Presentación

Este tema ha sido elegido debido a que hace unos meses me tuvieron que realizar un prick test, observé con atención como la enfermera realizaba la técnica y la lectura de resultados, me pareció una prueba muy sencilla, pero al mismo tiempo, me di cuenta de que podría haber posibles errores, tanto a la hora de realizarla y sobre todo al realizar la lectura, por lo que comencé a leer más sobre el tema y encontré diversos artículos que demostraban mis percepciones, al igual que el intento de descubrir nuevas técnicas y tecnologías para evitar dichos errores, es cuando hallé la cámara termografía, tras leer mucho sobre estos temas, me di cuenta de que en ninguno de estos estudios se habían desarrollado con población infantil, y que precisamente esta, por su desarrollo incompleto del sistema inmunitario era la que más necesitaba dicha técnica, pues a día de hoy, continua habiendo falsos negativos y sobre todo en esta población, con dicha técnica de lectura de resultados, como se verá a continuación, además de intentar conseguir menores errores de lectura por este motivo, se han encontrado más limitaciones que con termografía infrarroja se subsanan.

Agradecimientos a:

- Diego Senovilla por estar apoyándome, dándome ánimos, pudiéndole dedicar menos tiempo del que se merece y aguantándome durante todos estos años, muchísimas gracias, ahora empezaremos a disfrutar de los km de bajada de la montaña.

-A mi familia, por haber podido dedicarles menos tiempo aún, habiendo pasado meses sin verlos y en especial a mi madre, Dulce, por creer siempre en mí y haberme educado junto con mi padre con los valores que tengo, haber visto siempre el lado positivo a estudiar y trabajar y aguantando y perdonado mi mal humor, os quiero mucho.

- A mi abuelita, que con 91 años verá este 1 de junio a su primer nieto graduarse de un título Universitario, me hace sentirme tan orgullosa...

- A mis bichos, en especial a mis gatitos, por haberlos tenido con mucha menos atención y todas las horas que se han pasado encima de los apuntes y en mi regazo estudiando durante los 4 años de carrera.

- A mi tutora Paloma Huertas, por haberme impartido una de las asignaturas más importante de la carrera y haberme acompañado, apoyado y contestado a todas y cada una de mis inquietudes en la menor brevedad posible en este último proceso del título.

## 2. Estado de la cuestión

### 2.1 Fundamentación

En un primer lugar fue necesario la documentación y la búsqueda de bibliografía, que apoyase con datos el estudio que queríamos llevar a cabo, para ello nos sumergimos en varias bases de datos como PubMed, EBSCO, Chrocane, Cinahl, Medline, Academic Search y SciELO.

En todas las bases se introdujeron los siguientes términos MeSh:

- Thermography
- Skin Tests
- Hypersensitivity

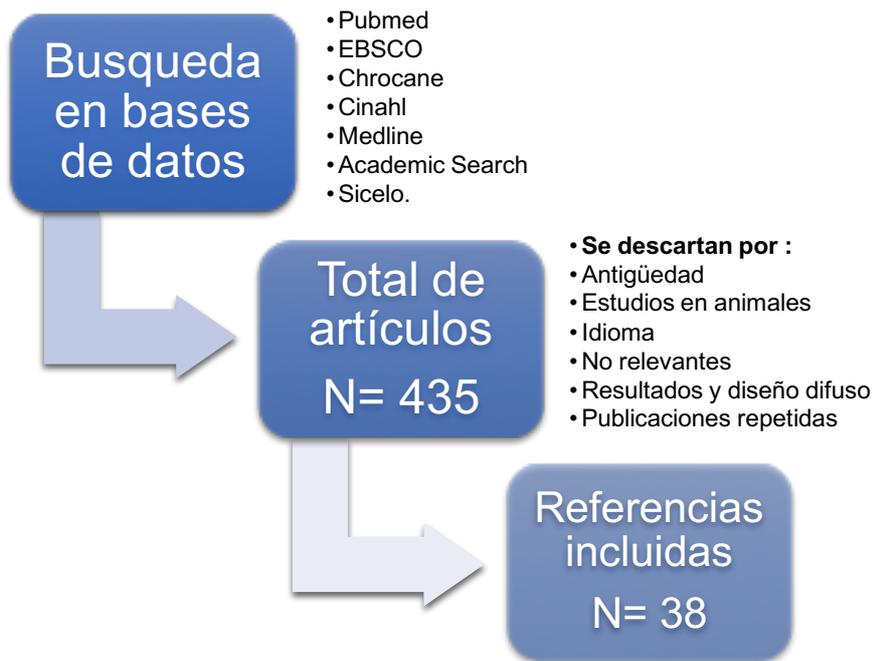
La búsqueda ha sido realizada desde octubre del 2017 a marzo del 2018, en las bases de datos ya mencionadas, para estas búsquedas se han utilizado los términos MeSh expuestos, se ha empleado el operador booleano AND con la finalidad de realizar búsquedas que contuvieran los dos o los tres términos para obtener bibliografía más precisa sobre los objetivos predispuestos, gracias a que no había demasiada información al respecto no ha sido necesario utilizar los operadores OR ni NOT.

Se ha utilizado el entroncamiento “nurs\*” para las bases PubMed y CINAHL con la finalidad de recuperar la palabra desde la raíz y obtener resultados de sus derivaciones.

Se han rechazado artículos por antigüedad y estudios en animales, por idioma han seleccionado los artículos en inglés y español y se descartan los demás idiomas, han sido rechazados también todos aquellos artículos que no eran relevantes para el objetivo, al igual que los que tenían resultados difusos o un inadecuado diseño, publicaciones repetidas y todos lo que el título o abstract no estaban relacionados.

Con la información obtenida se configuran los parámetros y requisitos que eran necesarios para la realización de nuestro proyecto de investigación.

Se expone un flujograma explicativo.



Para dar comienzo al estado de la cuestión, se habla en primer lugar de las pruebas de alergias.

### 2.1.1 Pruebas alérgicas

La prevalencia de las enfermedades alergias han ido en aumento, llegando a superar cifras superiores a 1 de cada 4 personas tiene alergia, los costes directos e indirectos al sistema sanitario son muy elevados, por lo que existe una preocupación hacia la búsqueda de técnicas diagnósticas precoces y de prevención (1).

Haciendo una reseña de los investigadores que nos han llevado hasta las pruebas de alergias modernas, debemos mencionar en primer lugar a Dr. Clemens Von Pirquet en 1905, fue el primero en nombrar el término “alergia” y describirla como una reacción inmunológica exagerada al contacto con un Antígeno (Ag), generando el organismo anticuerpos (Ac) (2).

Según la clasificación de Gell & Coombs, como muestra la tabla 1, las reacciones alérgicas pueden ser clasificadas en 4 grupos principales, dependiendo del sistema adaptativo inmunológico que se inicie y de la naturaleza del alérgeno (soluble o asociado a membranas).

Mecanismo HS	Causas	Pruebas cutáneas
<b>Urticaria aguda/contacto</b>		
Tipo I o inmediata IgE mediado	Alimentos, parásitos (anisakis y otros), medicamentos, picaduras himenópteros, animales, látex, plantas...	Prick-test ID
<b>Urticaria crónica</b>		
Tipo I o inmediata IgE mediado	Urticaria alérgica IgE mediada es muy rara	Atopic prick Test sueroautólogo
Tipo IIb Autoanticuerpos IgG o IgM	Urticaria autoinmune o idiopática son las más frecuentes	ID
<b>Dermatitis atópica</b>		
Tipo I Hiperproducción de IgE Tipo IV y otros	Alimentos, neuroalérgenos, bacterias	Atopic prick Epicutáneas
<b>Dermatitis proteica</b>		
Tipo I IgE mediado y Tipo IV	Alimentos como pescados, sepia, anisakis, frutas, etc Cualquier fuente proteica. Frecuente origen ocupacional	Prick-test Epicutáneas
<b>Dermatitis de contacto</b>		
Tipo IV o retardada clásica	Metales (níquel, cromo, cobalto), perfumes y otros cosméticos, contactantes laborales, etc	Epicutáneas
<b>Toxicodermias medicamentosas</b>		
Tipo I, II, III, IV	Cualquier medicamento. Los más frecuentes antibióticos betalactámicos y AINE	Prick-test ID Epicutáneas Fotoparche

**Tabla 1. Alergias cutáneas y mecanismos de HS según la clasificación de Gell y Coombs.**  
Elaboración propia a partir de Alamar Martínez R, 2012 (3).

Se diferencian en dos grandes grupos las pruebas alérgicas, en primer lugar, se encuentran las pruebas "in vitro", las cuales se realizan a través de una extracción sanguínea y se analizan en el laboratorio a través de Ac específicos IgE y mediadores de la inflamación (3). Por otro lado, encontramos las pruebas "in vivo", las cuales se dividen en: pruebas epicutáneas en parche, las cuales están orientadas a reacciones retardadas o de tipo IV que producen eczema en la piel y las pruebas intraepidérmicas (prick test) e intradérmicas, que están orientadas hacia reacciones de tipo I o reacciones inmediatas lo que provocan enrojecimiento y habón (3, 4).

Las pruebas in vivo se remontan a 1867 cuando el Dr. Charles Blackley observó que poniendo agua con polen sobre una piel dañada aparecía enrojecimiento, hinchazón y picazón en determinados sujetos, más tarde Schick y Cooke promovieron la prueba intercutánea (5), pero no fue hasta 1924 cuando Lewis y Grant no emplearon agujas hipodérmicas introduciendo el alérgeno, considerándose desde ese momento método diagnóstico (4).

Por otro lado, el prick test, al ser una prueba cutánea de tipo inmediato, se basa en reproducir las reacciones alérgicas HS (hipersensibilidad) tipo I, donde los Ac IgE específicos se fijan a los mastocitos de la piel, cuando entran en contacto con el Ag provoca la desgranulación mastocitaria liberando a los 5 minutos mediadores inflamatorios, principalmente histamina y triptasa, alcanzan su pico máximo a los 30 minutos (3, 6).

Los mediadores inflamatorios son los responsables de producir una vasodilatación de los capilares y vénulas cercanas, aumentando la temperatura y visiblemente podemos observar enrojecimiento, habón y eritema (7, 8).

Las pruebas de punción hoy en día son muy utilizadas debido a su rapidez diagnóstica, este diagnóstico va a ser evaluado con la clínica del paciente, pues una persona se considera alérgica si el resultado de la prueba es positivo y la acompaña una sintomatología. Otro de los motivos son los económicos debido a que conllevan un bajo coste (6, 8).

El prick test ha demostrado sensibilidad y especificidad similares a las pruebas "in vitro", sobre todo, aquellas que son realizadas con alérgenos purificados como profilina o proteína de transferencias de lípidos (9).

Esta prueba es considerada muy segura, debido a que la anafilaxia sistémica es muy rara (0,02 y 0,03%) por lo que ofrece menores reacciones adversas que la venopunción, aun así, es necesario disponer siempre de un tratamiento de emergencia (6,8,10).

En las siguientes líneas se hará referencia a cómo debemos de llevar a cabo la ejecución del Pick Test, teniendo en cuenta los controles y extractos alérgenos que se realizan, las lancetas que se usan para este fin, el material necesario y el procedimiento de realización e interpretación, para finalizar viendo cual será la posible interpretación de los resultados, factores que pueden alterar el resultado y las posibles limitaciones de este método tan extendido y común.

Los extractos alérgenos son las gotas que se ponen sobre la piel del usuario con el fin de identificar posibles HS a esas microorganismos o sustancias biológicas, algunos autores promueven el uso de baterías estandarizados y otros en cambio tienen en cuenta la historia clínica del paciente, en niños se utilizan de 8-10 alérgenos, no deben de ser irritantes, tóxicos ni estar caducados, por lo que hay que revisar periódicamente las fechas de caducidad y una temperatura (T°) de almacenamiento mantenida en nevera de 2-8 °C, todos ellos deben cumplir las normas internacionales de estandarización proviniendo de la fuente alérgica y en la misma proporción (3, 6).

Estos extractos alérgenos siempre deben ir acompañados en la prueba por soluciones de control, estas nos permiten observar que el usuario no tiene reacción al procedimiento de la prueba, evitar falsos positivos provocados por dermatografismo y falsos negativos debidos al uso de medicación, una enfermedad concomitante o debido a que él usuario no tenga una adecuada reacción a la histamina. La prueba está realizada legítimamente cuando el control negativo (solución salina glicerizada 50%) no provoca ninguna reacción y el control positivo (Cholhidrato de histamina a 10mg/ml) provoca una pápula  $\geq 3$ mm. El método de conservación es el mismo que el de los extractos alérgenos (3, 6, 11).

Las lancetas tipo puntura estandarizadas cuentan con unos topes que permiten no introducir más del 1 mm que tienen de espesor, así se evita sangrados y atravesar a capas inferiores de la piel, las comercializan distintos laboratorios y su composición puede ser de distintos materiales, hay estudios que demuestran que no hay variabilidad relevante en los resultados con el uso de unas lancetas a otras de distintas marcas comerciales (3, 12, 13).

Para enumerar todo el material necesario se ha realizado una tabla para poder observarlo de forma más sencilla y rápida (tabla 2).

Material necesario para el prick test	
<b>Material básico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Extractos alérgicos</li> <li>- Controles</li> <li>- Frigorífico donde contenga los extractos con termómetro de registro de temperaturas</li> <li>- Lancetas tipo puntura estandarizadas</li> </ul>
<b>Material complementario</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Guantes exentos de látex</li> <li>- Algodón y antiséptico incoloro</li> <li>- Cinta adhesiva</li> <li>- Bolígrafo dermatográfico</li> <li>- Hojas registro de resultados</li> <li>- Contenedor de material de contaminación biológica</li> <li>- Papel secante</li> <li>- Cronómetro</li> <li>- Solución hidroalcohólica</li> </ul>
<b>Material de emergencia</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Material para RCP* (tubos Guedel, ambú...)</li> <li>- Fuente de oxígeno</li> <li>- Fluidoterapia</li> <li>- Medicamentos: Adrenalina, antihistamínicos, corticoides sistémicos y tópicos</li> </ul>

**Tabla 2. Material necesario para el prick test.** Elaboración propia a partir de Alamar Martínez R, 2012 (3).

El procedimiento previo a la realización del prick test es el siguiente:

- Primero se identifica al enfermero que va realizar el procedimiento.
- Se comprueban que los extractos alérgenos y controles no están caducados y han mantenido la T° de conservación adecuada, se sacan del frigorífico para que alcancen T° ambiente antes de la realización del procedimiento.
- Comprobar que está todo el material básico repuesto para la realización de la prueba y para posibles emergencias.
- Comprobar la identidad del paciente y el consentimiento firmado debidamente cumplimentado.
- Preguntar a los padres o tutores legales sobre medicaciones administradas y si estas pueden interferir en el trascurso o resultados de la prueba.
- Comprobar que el usuario no tenga fiebre, asma, dermatografismo o enfermedad aguda que pueda interferir en la prueba.

- El enfermero valora y elegir la zona de realización de la prueba, hay que tener en cuenta el estado en el que se encuentre la piel, evitar zonas lesionadas para no enmascarar la prueba, por lo que, si estuviera dañada la cara volar del antebrazo se podría realizar en la parte superior de la espalda, generalmente la zona de elección es la cara flexionar del antebrazo debido a la comodidad que le proporciona al usuario (3, 4).

Hay estudios demuestran que la reactividad en la espalda es mayor gracias a la densidad de los macrocitos (14), en cambio, otros autores desaconsejan la realización en dicha zona en niños y manifiestan que la importancia clínica es irrelevante (6, 12).

Antes de proceder a realizar la prueba hay que informar adecuadamente al paciente y a sus padres o tutores legales sobre los posibles efectos buscados y los efectos adversos como picor, habón y enrojecimiento, indicarle que no se puede tocar ni rascarse, ofrecerles y animarles a preguntar y responder en lenguaje claro y apropiado.

A continuación, se mostrará la técnica de realización de prick test, según distintos protocolos.

- Sentar al paciente en posición cómoda, con el antebrazo mostrando la cara interna sobre la mesa.
- El enfermero ha de lavarse las manos y usar solución hidroalcohólica.
- Desinfectar suavemente la cara interna del antebrazo con antiséptico incoloro y dejar secar este (3, 4).
- Señalar con un rotulador dermatográfico el lugar de colocación de las gotas, en el mismo orden que se encontrarán en la hoja de registro para evitar posibles errores, estas deben distar unas de las otras, mínimo 2 cm, evitando así falsos positivos por el reflejo axónico de una reacción próxima altamente positiva o contaminación entre una gota y otra (15).

Las gotas deben comenzar a 5 cm por encima de la muñeca y hasta 3 cm inferior de la flexura del codo, ya que las otras zonas son menos reactivas, hay estudios que demuestran que el lado cubital es más reactivo que el lado radial (16).

- Se deposita una gota de cada extracto alérgico, sin llegar a tocar el dispensador con la piel del usuario, la primera gota siempre será el control negativo y la última siempre el control positivo.
- Tras todo esto, con una lanceta distinta para cada gota se presiona con un ángulo de 90° durante 1 segundo, lo suficiente para no provocar sangrados, debido a que este suceso podría inducir falsos positivos, y lo necesario para atravesar la dermis hasta la epidermis, introduciendo  $3.3 \times 10^{-6}$  ml de solución.

A los 2 minutos, el enfermero seca las gotas con papel de celulosa por absorción de estas, sin arrastrar y sin presionar, evitando también que al absorber contacten con otros extractos (3,4,6).

- El prick test como ya se ha comentado intenta reproducir reacciones alérgicas mediadas por el IgE, su lectura se ha de hacer entre los 15 y 20 minutos tras su realización, que es donde alcanza su punto máximo, en algunos pacientes hay una reacción tardía por lo que se podría leer tras 30 minutos, si la reacción ocurre a las 24 horas de la realización del prick test, se les indica que se fotografíe la zona y vuelva al día siguiente para su evaluación, estos casos no suelen ser frecuentes. Se considera una reacción positiva cuando la pápula tiene un diámetro  $\geq 3$  mm del control negativo, si la pápula es menor tendrá relevancia según la clínica manifestada por el paciente del paciente (3, 4, 6).

La técnica de registro se puede hacer por diversos métodos, entre los que se encuentran el método gráfico, semi-cuantitativo y cuantitativos.

El método gráfico es el método más extendido en la práctica clínica gracias a su bajo coste, sencillez, rapidez y utilidad, el enfermero marca el contorno del habón con un bolígrafo dermatográfico de punta fina, sobrepone un fragmento de cinta adhesiva traspasando así a la cinta el contorno del habón sobre los extractos positivos y los controles, esta cinta se pega en la hoja de registro sobre el alérgeno correspondiente (3, 4).

El método semi-cuantitativo tiene variantes, el método escandinavo se basa en la comparación entre el porcentaje de la pápula y el control positivo y el método Doan T Zeiss CR difiere en que lo compara con el control positivo.

Por último, el método cuantitativo se basa en la medición del área, el método más utilizado para esto es la planimetría, se basa en pegar la cinta anteriormente mencionada en un papel milimetrado (3).

A continuación, se va a exponer los factores que pueden alterar las pruebas:

- Asma aguda.
- Fiebre elevada.
- Problemas dermatológicos como urticaria activa, dermatitis atópica grave, dermatografismo intenso
- Medicaciones de fenotiazinas, antidepresivos tricíclicos, hidroxiacina, loratadina, terfenadina, cetirizina, azelastina (menos de 10 previos a las pruebas), ketotifeno (menos de 15 días previos), antihistamínicos (menos de 72 horas), antihistamínicos (menos de 7 días previos a las pruebas), corticoides y astemizoles (3 meses previos)

a la prueba), antiinflamatorios, descongestionantes nasales, ranitidina, corticoides sistémicos e inmunoterapia (3, 4, 14).

- Periodo refractario tras un proceso de anafilaxia.
- Pacientes que hayan usado descongestionantes nasales y antiinflamatorios (3).
- La edad del paciente va a condicionar la reactividad de la prueba, siendo menor en niños de 12-18 meses y en ancianos por la atrofia muscular (17).

En contraposición al método actual, la lectura tiene limitaciones, se ha demostrado que dependiendo de la persona que analice los resultados, estos pueden variar, ya que es una medición cualitativa y no cuantitativa, algunas personas inspeccionan visualmente la reacción y la comparan con el control positivo de histamina o control negativo, en cambio, otros intentan medir el área mediante planimetría. Poulsen manifestó que los procesos de mayor probabilidad de error son durante el dibujo de la pápula y la determinación del área de esta, McCann demostró que los resultados tienen variación interfísica en la puntuación y en la interpretación de los resultados. Dicha probabilidad de error podría reducirse aplicando nuevas tecnologías de lecturas cuantitativas (5, 7, 18).

Otra de las limitaciones que se encuentran en el prick test es cuando se realiza en edades tempranas, como se ha comentado anteriormente, las células cebadas pueden no ser tan reactivas como la de los adultos por lo que la reacción de habón o brote puede ser mucho más pequeña, pudiendo alterar los resultados con falsos negativos, en cambio, si esta lectura se realizara con TI (Termografía Infrarroja) se podría detectar reacciones levemente positivas debido a que la TI es capaz de detectar reacciones más pequeñas que las que se detectan visualmente, este aspecto se expondrá más adelante (3, 6, 17, 19, 20).

Como ya se ha referido, en el prick test, el eccema de la piel y la dermatitis atópica está contraindicado, debido a que puede alterar los resultados por la dificultad en la lectura de los resultados, más adelante, se verá como la TI es capaz de superar esta situación (4).

### **2.1.2 Termografía infrarroja**

La piel es el órgano más extenso del organismo, tiene función de protección y termorregulación la cual es controlada por el flujo sanguíneo.

La piel se divide en diferentes capas, desde el exterior al interior se encuentra la epidermis, cuya función es protección ante los agentes agresivos, la dermis, la cual contiene mecanorreceptores y terminaciones nerviosas que se extienden hasta la epidermis, estas dos capas conforman los sentidos de tacto, presión, vibración y calor. Por último, se encuentra la capa más interna, la hipodermis, compuesta por adipocitos encargados de la acumulación de grasa (21).

El ser humano es homeotermo, es decir, mantiene por sí mismo una  $T^{\circ}$  constante dentro de un rango, esto es debido a los mecanismos de termogénesis, mediante las reacciones metabólicas, por el que se suscita calor y termólisis, gracias esto el cuerpo pierde calor, estos mecanismos son controlados principalmente por el sistema nervioso simpático y por el hipotálamo, este es el principal responsable del mantenimiento y regulación de la temperatura central. La termólisis viene mediada por la respiración a través de vapor de agua, por la piel gracias a los fenómenos de radiación, conducción y convección y a través de los excrementos. La principal fuente de calor, es decir la termogénesis, proviene del metabolismo y actividad física de los órganos como cerebro, hígado, corazón y tejido musculo-esquelético, aunque también desatacan los escalofríos, la toma de alimentos calientes y el encontrarse en medios muy calientes (22, 23).

Como ya se ha mencionado la temperatura de la piel es gobernado por el flujo sanguíneo y este por el sistema nervioso autónomo, por lo que si no hay patologías la  $T^{\circ}$  tiene que ser simétrica en los dos lados del cuerpo (24).

Muchos estudios demuestran una correlación entre el aumento de la  $T^{\circ}$  local de la piel debido a procesos inflamatorios y de degradación tisular, estas hipótesis han sido probadas mediante TI a través de la cámara termográfica (25). La hipertermia en la inflamación viene dada, en primer lugar, por la vasoconstricción vascular, tras este proceso se produce una dilatación de las arteriolas que provoca un aumento del flujo capilar y una dilatación de los lechos capilares, lo que provoca un aumento de  $T^{\circ}$ , salida de proteínas del vaso, provocando por lo tanto una mayor viscosidad de la sangre y como tal un menor flujo sanguíneo (23).

En la tabla 3 se expone los momentos claves históricos sobre la TI y como ha ido evolucionando y avanzando a lo largo de los años hasta ahora.

Momento histórico	Científico/lugar	Acontecimiento
1593	J.B. Della Porta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Registro inicial de “calor reflejado”.</li> <li>- El calor humano se puede detectar por reflexión</li> </ul>
1800	W.Herschel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Descubrimiento de la radiación infrarroja.</li> <li>- El calor se comporta como luz.</li> </ul>
1840	J. Herschel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Imagen por radiación térmica.</li> <li>- Primer termograma = evapograma solar.</li> <li>- Descubrimiento del efecto termoeléctrico.</li> </ul>
1929	K. Tihanyi	Primer dispositivo capaz de mostrar representaciones de la temperatura: Evaporógrafo
1940	I.S. Bowen L.T. Clark	Primer sensor electrónico para radiación infrarroja.
1945	II Guerra Mundial	<p>Uso militar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de visión nocturna.</li> <li>- Dpositivos Sniperscope.</li> </ul>
1956	Ray Lawson	<p>Uso en salud:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnóstico de cáncer de mama.</li> <li>- Evaporógrafo.</li> </ul>
1959	Middlesex en Royal National Hospital	<p>Uso en salud:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de imagen infrarroja.</li> <li>- Monitorización de cambios de temperatura de la piel en enfermedades reumáticas.</li> </ul>
1972	Investigadores de Bath	Sistema de medición de isotermas en regiones anatómicas específicas.
1972	Creación de la asociación Europea de Termografía	Formulan directrices sobre el uso de la termografía, requisitos de preparación y condiciones para la formación de imágenes.
2000	Protocolo estándar y de buenas prácticas de la TI	Aparición del uso de la ROI así como la utilización de una referencia de la fuente externa.

**Tabla 3. Evolución de la TI.** Elaboración propia a partir de Enrique Sanchís, 2014 (23).

A día de hoy las cámaras termográficas (imagen 1 y 2) han conseguido una gran calidad de imagen y facilitación del uso de protocolos, es una tecnología económica, lo que resulta fácil y útil su uso en el ámbito sanitaria (23).

La TI ha sido de gran utilidad en el desarrollo de nuevas técnicas diagnósticas eficientes en el ámbito de la sanidad y la medicina, cabe destacar el diagnostico de afecciones de la piel, cáncer de mama, alergias, quemaduras, ginecológicas, cardiológicas, lesiones musculoesqueléticas pie diabético, detectar problemas neurológicos, entre muchos otros. Se ha de destacar el uso en otros ambitos como el de la seguridad vial, ciencias medio ambientales, mantenimiento industrial, en ingeniería, automoción, control de plagas y muchos más, por lo que es una herramienta la cual cada día se está aplicando a nuevas técnicas y está en pleno auge (26).

La TI es una técnica no invasiva y no ionizante, por lo que no provoca daño alguno en el cuerpo humano, capta la radiación infrarroja que emite la microcirculación de la piel y la transforma en una imagen que representa la distribución de calor de un objeto con una alta sensibilidad y sin necesidad de contacto con el cuerpo (5, 24, 27, 28).

El ojo humano es capaz de ver sólo una pequeña parte de la radiación electromagnética, lo que se denomina la porción visible, en cambio, el rango de longitud de onda de la energía infrarroja está entre 0.7-100  $\mu\text{m}$  , dependiendo de la  $T^\circ$ , el color de la piel o si está quemada, las longitudes de onda de emisión y su emisividad varía sutilmente, el rango es de 2- 20  $\mu\text{m}$ , a 37°C la máxima longitud de onda emitida por un humano es de 9.3  $\mu\text{m}$ , esto conlleva a la confirmación de la utilidad, por lo que son muy eficaces para visualizar las funciones y estructuras de las diferentes capas, incluido las más profundas de la piel (23, 26).

La cámara tiene gran utilidad para detectar y cuantificar disparidades de  $T^\circ$  procedentes de procesos patológicos como inflamación (25).

Las imágenes de la cámara termografía pueden ser valoradas cualitativamente, un enfermero realiza un análisis visual de la imagen y cuantitativamente que es el método más utilizado, basado en la medición a través de un software, es decir, se analiza automáticamente la distribución de la  $T^\circ$  ROI (Región de interés) y tras esto se realiza un análisis estadístico, estas imágenes se pueden guardar y monitorizar y realizar a través del software comparaciones de patrones de  $T^\circ$  (29).

Para que la ITI (Imagen térmica infrarroja) captada por la cámara termográfica sea considerada valida ha de tener una serie de requisitos:

- No tocar ni manipular la ROI durante el tiempo de aclimatación a la ITI

- El sujeto no debe haberse duchado mínimo en dos horas previas a la prueba.
- El sujeto no ha de tener fiebre  $\geq 38^{\circ}\text{C}$
- No usar cremas, lociones, hielo en la ROI ni ejercicio físico moderado 3 horas previas a la prueba
- No usar antiinflamatorios 3 horas previas a la prueba.
- La medición ha de realizarse según un protocolo de actuación que tenga en cuenta y controladas las distintas variables, como la  $T^{\circ}$  ambiental, el flujo de aire, humedad, distancia de la cámara, ángulo de la cámara, periodo de aclimatación y todo lo anterior mencionado (23).



**Imagen 1 y 2.** Cámara termográfica, imágenes de elaboración propia, 2018.

### **2.1.3 Termografía infrarroja aplicada a pruebas alérgicas**

En este apartado se va a analizar la distinta bibliografía existente sobre la TI aplicada en el área de las reacciones alérgicas, se observará los resultados obtenidos. Cabe destacar que, en toda la bibliografía existente a diferencia de este estudio, han sido realizado y probado en adultos, en ningún caso en niños.

En 1987 Uematsu realizó un estudio para observar el grado de inflamación que provocaba la histamina, es decir el control positivo que actualmente se utiliza para el prick test, esta reacción se determinó visualmente tras 10 minutos y a través de TI, concluyendo que visualmente el habón era más pequeño que el observado por termografía (19).

Este estudio hace pensar que, si en los niños las reacciones pueden ser menores por su sistema inmunológico inmaduro, una reacción visualmente poco acentuada podría pasar desapercibida y gracias a la TI podría ser detectada

En 1997 Bagnato propuso realizar dos grupos, uno control de alérgicos a la Parietaria y otro de no alérgicos ni atópicos, de edades comprendidas entre 22 y 46 años, realizaron dos capturas de imágenes, una, previa a la prueba y otra tras los 15 minutos, demostrando un aumento de  $T^{\circ}$  en los pacientes que eran alérgicos.

Para el adecuado funcionamiento de la cámara termografía se necesitan ciertas condiciones del ambiente, este proyecto ya las tuvo en cuenta, realizándose en una sala con una  $T^{\circ}$  de  $21^{\circ} \pm 2^{\circ}$  C, una humedad del  $50 \pm 5\%$ , ventilación del aire estabilizada a 0.3m/sec y una adaptación previa de 30 minutos al comienzo de la prueba. Consiguieron una correlación del 94% entre el diámetro del habón y la variación de  $T^{\circ}$  y una variabilidad menor del 5%, siendo así una técnica útil para aquellas situaciones que se requiera una mayor precisión diagnóstica (30). El aumento de  $T^{\circ}$  se produce unos minutos más tarde de observar visualmente el eritema y como es de esperar al depositar las gotas de los extractos la  $T^{\circ}$  se reduce, en cuestión de 2-3 minutos el aumento de  $T^{\circ}$  de las positivas aumenta con creces dicha disminución (28).

Rokita vinculó las fluctuaciones de la  $T^{\circ}$  de la piel con el tamaño de la reacción en comparación con la histamina y el tiempo tras el pinchazo, relacionándolo con una escala de 0 a 5, en este estudio quedaron excluidas las personas que hubieran tomado antihistamínicos y antidepressivos tricíclicos menos de 7 días previos a las pruebas y menos de 3 meses previos el uso de corticoides y astemizoles (7).

Más tarde, realizó un estudio comparando los resultados del prick test con lectura de resultados mediante TI y los resultados de IgE mediante determinación sanguínea, la sensibilidad, exactitud y especificidad en comparación a ambos son muy aceptables, aunque

la medición a través de la escala hace que sea menos potente que los medidos por áreas o diámetros con otras herramientas (31).

Se puede observar que el protocolo de condiciones de la sala y colocación de la cámara termografía es el mismo en todos los estudios, opta por un tiempo de aclimatación de 30 minutos previo a la realización del prick test, verifica la simetría de T° en ambos brazos, el antebrazo se posa sobre una mesa negra y la cámara está perpendicularmente a 30 cm de esta y encendida 20 minutos antes previos a la medición (10).

Se han realizado estudios en pruebas de alergia cutánea a través del test del parche, dando resultados muy optimistas, ya que además permite diferenciar las respuestas irritantes de las alérgicas, las cuales visualmente no se distinguen, debido a que la dermatitis, la piel atópica y las respuestas irritantes no produce un aumento de T° (32).

En la tabla 4 esclarece y resume distintas variables que se ha de tener en cuenta para el uso de la cámara termografía.

Variable	Datos	Referencias
Humedad	50 ± 5%	(21).
Flujo del aire	2 ms <sup>-1</sup>	(24).
Periodo de aclimatación	30minutos	(30, 10).
Temperatura	21 ± 2 <sup>a</sup> C	(20).
Ángulo y distancia de medición	Angulo de 90°, con una distancia al antebrazo de 30cm	(10).
Medicaciones y productos cutáneos previos	Si/No	(7).

**Tabla 4. Variables para la correcta utilización de la cámara termográfica.** Elaboración propia a partir de las referencias indicadas.

### **2.1.4 Papel de la enfermería**

Cabe destacar la gran importancia de la enfermería en la realización de los prick test, a continuación, se expondrán funciones propias de la profesión:

- Almacenamiento, adecuada conservación de los materiales, en especial de aquellos que necesitan un mantenimiento en un rango T° bajas, renovación del material, retirada del material caducado, entre otros.
- Controlar, reponer y conocer el carro de paradas.
- Reconocimiento y utilización del material necesario para la realización de la prueba.
- Conocer y localizar los lugares de aplicación de la prueba.
- Comprender y realizar perfectamente el desarrollo de la prueba.
- Saber y controlar el tiempo necesario para la lectura de la prueba
- Dominar y realizar adecuadamente las distintas técnicas de lecturas de resultados.
- Tener conocimientos de los medicamentos, contraindicaciones y complicaciones de los prick test.
- Identificar una reacción exacerbada de la prueba y saber actuar ante ella (33).

En la actualidad la TI se está utilizando en una amplia rama de profesiones, pero cabe destacar el uso que está desarrollando el papel de enfermería a través de esta herramienta tras una formación previa, se expone algunos ejemplos:

- Uso de la TI en la sala de triaje debido a que esta es más específica que la T° axilar (34).
- Uso de la TI para la detección precoz de la extravasación de quimioterapia intravenosa (35).
- Desarrollo de aplicación para el teléfono conectada con TI para la evaluación de la para la evaluación de úlceras por presión y del pie diabético a través de la detección de inflamación subclínica (36).
- Desarrollo de TI para detectar T° más baja en el borde de la herida por lo que predice un debilitamiento del desarrollo de las úlceras por presión (37).
- Investigaciones sobre la TI se puede utilizar para detectar la inflamación latente en las úlceras por presión y predecir el pronóstico de úlceras por presión en un entorno clínico (38).

Con todo lo anterior expuesto se propone este proyecto de investigación para poder seguir dando, desarrollando y mejorando las actividades de enfermería, siendo más precisas, sensibles y dando el mejor trato y tratamiento posible a los pacientes.

### 3. Justificación

El prick test es el método más utilizado en el diagnóstico de alergias por su economía, rapidez de resultados y su muy bajo riesgo, pero actualmente se detectan problemas que presenta el método gráfico convencional, está demostrado que tiene limitaciones en el diagnóstico, sobre todo en la lectura de resultado, ya que está evidenciado que en función del enfermero que los interprete pueden variar dichos resultados, también puede haber errores en la medición y dibujo del habón entre otros expuestos, esto se podría resolver con la aplicación de termografía infrarroja.

El prick test está contraindicado en algunas afecciones dermatológicas, como se ha visto anteriormente, debido a que no se distingue bien un resultado positivo de las lesiones tisulares, por lo que en esos casos el uso de la termografía infrarroja podría ser la solución.

Se ve la necesidad de desarrollar este proyecto en niños de 4-6 años debido a que aún no tienen plenamente desarrollado el sistema inmunitario por lo que los resultados de la prueba podrían mostrar falsos negativos y tras no haber bibliografía referente al uso de la termografía infrarroja en prick test ni en la prueba del parche en población menor de 18 años.

Se propone el uso de la termografía infrarroja por ser un método económico y no invasivo, por lo que el método diagnóstico continuaría siendo una prueba económica, rápida y con mayor precisión diagnóstica, sería necesario una pequeña formación para enfermería sobre el uso de la cámara termografía, estos conocimientos además pondrían ser aplicado a otras áreas de enfermería como la detección precoz del pie diabético, conocer si se está curando correctamente una úlcera y un gran abanico de posibilidades que van creciendo cada día con esta herramienta.

En las próximas líneas se tratará de dar solución, a las deficiencias de la lectura por medio del método gráfico del prick test y la propuesta de solventarlas con termografía infrarroja, explicando los procedimientos, concretando los datos y características de todas las partes que componen la investigación.

## **4. Objetivos e hipótesis**

### **4.1 Objetivo**

Eficacia de la cámara termográfica como herramienta en el diagnóstico de pruebas de alergias cutáneas prick test en comparación con el método gráfico en niños de 4 a 6 años en el Hospital Infantil Niño Jesús.

Los objetivos específicos de este proyecto son:

- Relacionar el aumento de T° captado por la cámara termografía y una reacción positiva en el prick test.
- Usar la cámara termográfica en el diagnóstico del prick test en niños de 4 a 6 años atendidos en el Hospital Infantil Niño Jesús, para esto será necesario llevar a cabo:
  - Comparar la sensibilidad diagnóstica entre la cámara termografía y el método gráfico.
  - Determinar el modelo más eficaz para el diagnóstico de prick test.

### **4.2 Hipótesis**

La cámara termografía es una herramienta más sensible en la lectura del prick test que el método gráfico.

La enfermera podrá medir los resultados de los prick test con mayor facilidad, de manera económica, no invasiva y con mayor seguridad.

El empleo de la cámara termográfica como herramienta de medición de resultados podrá ser implantado como técnica rutinaria en un futuro por demostrar mayor eficacia y sensibilidad diagnóstica.

## **5. Metodología**

### **5.1 Diseño de estudio**

Se propone un diseño cuasi-experimental prospectivo, es necesaria esta modalidad ya que la elección de sujetos no es aleatorizada, sino que dependerá de los tutores legales de los niños el querer participar o no.

El tipo de experimental es antes/después, debido a que se valora al sujeto antes de realizar el prick test, tomando una captura de imagen mediante la cámara termográfica, a continuación, se realizará el prick test, tras 15 minutos se volverá a tomar una imagen termográfica y en último lugar se realizará la lectura por el método gráfico y se compararán los datos obtenidos.

La duración del estudio será desde enero del 2019 a diciembre del 2019.

### **5.2 Sujetos de estudio**

#### **Población diana y accesible**

La población diana estará formada por todos los niños de ambos sexos entre 4 y 6 años que acudan a primeras consultas del servicio de alergología del Hospital Infantil Niño Jesús desde febrero hasta septiembre del 2019 que les sean prescritos el prick test ante la sospecha de alergia.

La población accesible será los niños cuyos padres acepten y firmen el consentimiento informado y cumplan los criterios de inclusión y exclusión.

#### **Lugar del estudio**

El lugar de realización del estudio será en el Hospital Infantil Niño Jesús, se acondicionará una sala donde se cumplan las condiciones especiales propuestas para la medición de la cámara infrarroja y para evitar posibles variaciones respecto a la medición del método gráfico se realizarán todos los procedimientos en dicha sala.

#### **Criterios de inclusión y exclusión**

Los criterios de inclusión son todos los niños de ambos sexos con edades comprendidas entre 4 y 6 años que acudan por primera vez al servicio de alergología del Hospital Infantil Niño Jesús y se les solicite mediante prescripción médica la prueba de alergia cutánea Prick test por sospecha de hipersensibilización, será necesario que los padres o tutores infantiles sean informados correctamente, firmen el consentimiento informado.

Los criterios de exclusión serán:

- Pacientes con asma agudo.
- Pacientes con problemas dermatológicos como urticaria activa, dermatitis atópica grave, dermatografismo intenso
- Pacientes con medicación de fenotiazinas, antidepresivos tricíclicos, hidroxiacina, loratadina, terfenadina, cetirizina, azelastina (menos de 10 previos a las pruebas), ketotifeno (menos de 15 días previos), antihistamínicos (menos de 72 horas), antihistamínicos (menos de 7 días previos a las pruebas), corticoides y astemizoles (menos de 3 meses previos a la prueba), antiinflamatorios, descongestionantes nasales, ranitidina, corticoides sistémicos e inmunoterapia.
- Pacientes tras haber sufrido un episodio de anafilaxia un mes antes de la medición.
- Pacientes que hayan usado descongestionantes nasales, antiinflamatorios
- Pacientes que hayan usado tras la ducha previa al estudio colonias, cremas o lociones.
- Pacientes que hayan usado ropa ajustada menos de 2 horas previas al estudio.
- No tocar ni manipular la ROI durante el tiempo de aclimatación a la ITI
- El sujeto no debe haberse duchado mínimo en dos horas previas a la prueba.
- El sujeto no ha de tener fiebre  $\geq 38^{\circ}\text{C}$ .
- No usar cremas, lociones, hielo en la ROI ni ejercicio físico moderado 3 horas previas a la prueba.
- El paciente no realice el periodo de aclimatación o de espera de lectura de la prueba.
- Negativa de firmar consentimientos informados los padres o tutores legales.

### **Tamaño previsto de la muestra**

El tamaño muestral se ha calculado con el fin de estimar una media, se ha tomado un nivel de confianza de 95%, una precisión de un 3% y una varianza de 250, todos estos parámetros concluyen en un tamaño muestral de 107 sujetos.

Se asume que durante el estudio habrá 15% de pérdidas de muestras por lo que el tamaño de muestra definitivo es de 126 sujetos.

### **5.3 Variables**

En los siguientes párrafos se va a describir las distintas variables que se van a recoger en el estudio, en la tabla 5 se muestra de forma esquemática.

- Incremento de  $T^{\circ}$  del control positivo: Es importante obtener el incremento de  $T^{\circ}$  que capta la cámara en el control positivo, debido a que, en dicho control debería de aparecer un aumento de la  $T^{\circ}$  provocada por la histamina, lo que produciría, como se ha explicado anteriormente, una vasodilatación capilar y por lo tanto un incremento

de T° en el área del habón que se observará en el método gráfico, dicho incremento será observado por la cámara termográfica y medido en °C.

- Incremento de T° de los alérgenos: es muy importante esta variable debido a que en ella se basa el objetivo principal del estudio, se necesita saber si existe un aumento de T° en otras áreas provocado por una reacción inmunitaria del Ag-Ac, lo que provoca una desgranulación mastocitaria que libera mediadores inflamatorios, estos provocan vasodilatación del vaso y por lo tanto un aumento de T° que podría ser captado por la cámara termográfica y comparar los resultados obtenidos con el método gráfico, demostrando así una adecuada captación de resultados positivos, dicha variables se medirá en °C.
- Formación de habón según método gráfico: una vez obtenido los resultados del método gráfico (Anexo 5), se medirá con una cinta milimetrada el diámetro de los habones obtenidos en los resultados positivos en cm, esta variable es muy importante para comparar a través de una T-Student con la variable incremento de T° de los alérgenos como se muestra en la tabla de contingencia (Anexo 4).
- Características demográficas: no se han encontrado referencias bibliográficas durante la búsqueda de información sobre la posible afectación de la lectura de resultados de la cámara termográfica en pieles no caucásicas, por lo que se introduce la variable ante la posibilidad de encontrarnos ante un posible sesgo.
- El sexo de los niños se codificará como se muestra en la tabla 5, dotando a los niños del número 0 y a las niñas del número 1.
- Edad: se va a medir como tiempo expresado en años desde el día de nacimiento hasta la actualidad, la edad y el sexo nos permite tener un mayor control de las variables del estudio, nos ofrece la capacidad de detectar algún sesgo o diferencia entre uno de los dos sexos y en las edades, al igual si las variables que estamos midiendo son representativas de ambos sexos o solo de uno de ellos.
- Cumple los criterios de inclusión/exclusión y variables de registro de la cámara: todas las variables y criterios de inclusión/exclusión están perfectamente descritos y es importante que se cumplan, se ha desarrollado en la hoja de recogida de datos (Anexo 2) los más importantes y destacables, es importante que todo el equipo los conozca y aplique, esta variable se registrará y se tendrá en cuenta únicamente si cumple o no los requisitos.

Variable	Tipo	Escala	Unidad de medida	Medición
Incremento de temperatura control positivo	Dependiente Cuantitativa Continua	Nominal	°C	Cámara de TI
Incremento de temperatura en alérgenos	Dependiente Cuantitativa Continua	Nominal	°C	Cámara de TI
Formación de habón según método gráfico	Independiente Cuantitativa Continua	Nominal	cm	Cinta milimetrada
Características demográficas	Independiente Cualitativa Dicotómica	Nominal		0= Caucásicos 1= No caucásicos
Sexo	Independiente Cualitativa Dicotómica	Nominal		0=Niños 1=Niñas
Edad	Independiente Cuantitativa Continua	Nominal	Años	Tiempo expresado en años.
Cumple criterios inclusión/exclusión y variables de registro de la cámara.	Independiente Cualitativa Dicotómica	Nominal		0= No 1= Sí

**Tabla 5. Variables del estudio.** Elaboración propia a partir Rikota y Bagnato, 1997, 2011 y 2016 (7, 10, 30).

## 5.4 Intervención a evaluar

En este estudio se va a tener en cuenta distintas intervenciones y controlar las diversas variables que pueden alterar los resultados, en primer lugar, la realización de dicho proyecto y mediciones se realizarán en una sala habilitada del Hospital Niño Jesús, un protocolo previo a la medición con la cámara termográfica, uno para las mediciones a través de la cámara termográfica, otro para la realización del prick test y uno finalmente para la lectura de resultados y administración de datos obtenidos.

Para la realización de las mediciones del presente proyecto de investigación se necesita una sala habilitada con este fin, donde no exista una entrada de luz directa ni flujos de aire, una  $T^{\circ}$  estable  $21 \pm 2^{\circ}\text{C}$  y una humedad de la sala aproximadamente del 50%, estas variables van a ser medidas y cuantificadas, para asegurarse un correcto uso de la cámara termográfica. Para evitar posibles sesgos se han establecido unos criterios de inclusión y exclusión que han de ser preguntados y controlados por la enfermera.

La cámara al ser tan sensible a la  $T^{\circ}$  necesita como se ha explicado previamente un periodo de aclimatación en la sala preparada, sin que el paciente tenga prácticamente actividad y roce sobre la zona de investigación, en este caso el antebrazo.

Previo a la realización del prick test el enfermero ha de cerciorarse de los siguientes aspectos:

- Identificarse en la hoja de recogida de datos. (Anexo 1)
- Encender la cámara termográfica 20 minutos previos a la primera medición.
- Comprobar que están los consentimientos debidamente cumplimentados, la correcta identificación del paciente y registrarlo en la hoja de recogida de datos.
- Sacar los excipientes de la nevera, atemperarlo a  $T^{\circ}$  ambiente y comprobar fecha de caducidad.
- Preguntar a los padres o tutores legales sobre medicaciones administradas y verificar si estas pertenecen a las registradas en los criterios de inclusión pueden interferir en el transcurso o resultados de la prueba.
- Verificar que el usuario no tenga fiebre, asma, dermatofismo o enfermedad aguda que pueda interferir en la prueba o se haya duchado posterior a dos horas previo a la prueba, registrar todo.
- Valorar el estado de la piel de la cara anterior del antebrazo.
- Anotar antecedentes y clínica de sospecha de alergia.

Protocolo de medición Termografía infrarroja:

- El paciente se sienta en mesa y una silla preparadas, la mesa ha de ser negra, en un ángulo de  $90^{\circ}$  se situará la cámara por encima de esta a 30cm, el niño posará el antebrazo sobre la mesa dejando visible la cara anterior de este, se tomará las imágenes con una cámara termográfica FLIR.
- Tras los 30 minutos de aclimatación en la sala preparada con las condiciones nombradas anteriormente, sin roces ni manipulaciones del antebrazo, se toma una imagen térmica con la que se comparará las variaciones térmicas.

- El enfermero gradará las imágenes en el ordenador conectado a la cámara termográfica, para poder extraer los datos de la temperatura de las imágenes medidas, se utiliza como herramienta el software que nos ofrece la cámara termográfica

#### Protocolo realización del prick test:

- Sentar al paciente en posición cómoda con el antebrazo mostrando la cara interna sobre la mesa.
- El enfermero anotará en la hoja de recogida de resultados los 8 extractos alérgenos utilizados, según el orden y posición.
- Lavado de manos y desinfección con solución hidroalcohólica.
- Desinfectar suavemente la cara interna del antebrazo con Clorhexidina 2% alcohólica y dejar secar.
- Señalar con un rotulador dermográfico el lugar de colocación de las gotas con el mismo orden que se encontrarán en la hoja de registro, para evitar posibles errores, estas deben distar unas de las otras, mínimo 2 cm entre sí, a 5 cm por encima de la muñeca y hasta 3 cm inferior de la flexura del codo
- La enfermera situará una gota de cada extracto alérgico de la casa comercial Hall Allergy, sin llegar a tocar el dispensador con la piel del usuario, la primera gota siempre será el control negativo y la última siempre el control positivo.
- Una vez que los extractos alérgicos estén sobre la piel, el enfermero con ayuda de una lanceta de la casa comercial Hall Allergy distinta para cada gota, se presiona con un ángulo de 90°, 1 segundo, lo suficiente para no provocar sangrados, que darían falsos positivos, y lo necesario para atravesar la dermis hasta la epidermis.
- A los 2 minutos el enfermero secará las gotas con papel de celulosa por absorción de estas, sin arrastrar y sin presionar, evitando también que al absorber contacten con otros extractos.

El paciente ha de esperar 15 minutos en las mismas condiciones que en la aclimatación para la toma de resultados mediante la captura de imagen termográfica, evitando el roce y se manipule el brazo.

#### Segunda toma de imágenes de termografía infrarroja:

- Se repite el mismo procedimiento que en la primera toma de imágenes.
- El enfermero seleccionará los puntos de la ROI que nos interesan, por lo que siempre se seleccionará el control positivo, el control negativo y todos aquellos puntos en los que se observe un aumento de  $T^a$ , en el mismo software se puede seleccionar la zona

de aumento de  $T^a$  calculándose el área, esta información se traspassa a la hoja de recogida de datos.

Tras esa toma, se realiza la lectura de según el método gráfico:

- Con un rotulador dermatográfico el enfermero delinear el habón.
- Con ayuda de una cinta adhesiva la posará sobre el rotulador y las pegará en la hoja de recogida de resultados según el alérgeno o control en el que se haya producido el habón y se medirá el diámetro del habón en cm con ayuda de una cinta métrica.

## **5.5 Procedimiento de recogidas de datos**

En las consultas de alergología del Hospital Niño Jesús, el médico facultativo ante sospecha de alergia que prescriba el prick test y atendiendo a los criterios de inclusión, se les ofrecerá a los padres la oportunidad de participar en el estudio, se les explicará el procedimiento, se les dará una hoja informativa (Anexo 2) con las recomendaciones a seguir para la realización de la prueba, donde se explicará en que consiste el proyecto y los peligros o posibles consecuencias que entraña la realización del prick test y el consentimiento informado (Anexo 3) seguidamente se les dará una cita para acudir a la realización del prick test.

En una segunda visita al hospital se dispondrá a la realización de la prueba, el enfermero realizará una pequeña anamnesis donde obtendrá las variables de características demográficas, sexo y edad y comprobará que han seguido todas las recomendaciones indicadas y lo registrará en la hoja de recogida de datos (Anexo 1), en esta misma hoja se registrará el cumplimiento del protocolo, los datos del fichero de la imagen termográfica, los resultados de la forma tradicional y las condiciones de la sala, cerciorándose de sus correctos parámetros, es imprescindible asegurarse que los padres han leído la hoja de información a tutores (Anexo 2), que han comprendido toda la información y han firmado el consentimiento informado (Anexo 3), con todo ellos el enfermero obtiene la información de si cumple o no los criterios de inclusión/exclusión y variables del registro de la cámara.

Tras esto el niño esperará con uno de los tutores en la sala durante 30 minutos, este periodo de aclimatación, se tomará la primera imagen térmica, con esta imagen se podrá comprar el aumento de  $T^o$  producido entre una primera imagen y la segunda, obteniendo las variables incremento de  $T^o$  del control positivo y el incremento de  $T^o$  de en alérgenos.

Se le realiza el prick test, tras 15 minutos se le tomará la segunda imagen y seguidamente se le realizará la lectura con el método gráfico, en este, se obtendrá las variables de si ha habido alguna reacción alérgica o no (Anexo 5). Todas estas variables serán introducido y tratados con programa SPSS versión 20.0 para Windows.

## 5.6 Fases del estudio, cronograma

<b>1º Fase:</b> Preparación material <b>Enero - Febrero 2019</b>	Acondicionamiento de la sala y acopio de herramientas y material.  Mientras está esta fase da a conocer el estudio a los médicos, para que estos, deriven al enfermero que explicará a las familias el proyecto.
<b>2º Fase:</b> Recogida de muestra <b>Febrero - Septiembre 2019</b>	Obtención de todas las muestras y la informatización de los datos obtenidos
<b>3º Fase:</b> Análisis de los datos e interpretación. <b>Octubre - Diciembre 2019</b>	Análisis estadísticos de los datos y su posterior interpretación con el fin de interpretar si los objetivos del estudio se han cumplido o no.

## 5.7 Análisis de datos

Análisis estadístico por tipo T de Student para muestras relacionadas, debido a que se quiere comparar las medias de un mismo grupo ante dos procedimientos diferentes, por un lado, la Tº captada por la cámara termográfica y por otro, los resultados obtenidos mediante diseño gráfico, para ello se va a utilizar programa SPSS versión 20.0 para Windows.

Se ha realizado una tabla de contingencia para ayudar a analizar y registrar las distintas asociaciones posibles entre las variables. (Anexo 4)

## **6. Aspectos éticos**

El proyecto se enviará al Comité de Ética en Investigación Clínica correspondiente para su aceptación con el desempeño de la Ley de Investigación Biomédica 14/2007 de 3 de Julio y acatando las proclamaciones de la declaración de Helsinki.

Este proyecto será puesto en marcha según el Real Decreto 223/2004, las normas internacionales ICH, la Ley 15/2002, básica reguladora de la autonomía del paciente y de derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica y la ley de Buenas Prácticas Clínicas vigentes hasta el momento.

El consentimiento informado, que incluye información sobre el manejo de los datos personales, será entregado a los tutores de los niños participante en el estudio donde se les asegura la protección de sus datos y la no utilización de estos para cualquier otro fin. La información obtenida se manejará de forma anónima, se asignará un numero de llegada al usuario, codificando así sus datos confidenciales, toda la información desde ese momento será tratada con dicho número de registro, garantizando e todo momento la privacidad según proclama la LOPD vigente, hasta el momento, y por poco tiempo, la llamada Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal.

Cabe destacar que, en el documento de consentimiento informado, incluye el correo electrónico y número de teléfono de contacto del investigador principal, responsable también de los cuestionarios y información personal derivadas del estudio, con el fin, de que cualquier participante pueda acceder, rectificar y cancelar el uso de sus datos.

## 7. Limitaciones del estudio

A continuación, se tratarán las limitaciones que tiene el estudio:

- El sistema inmunitario de los niños al igual que el de los ancianos está menos desarrollados, por lo que las células cebadas pueden ser menos reactivas o movilizarse en menor cantidad, pudiendo producir resultados en los prick test de falsos negativos, para ello se aplica la TI, con el fin de subsanar o reducir el número de errores.
- Es posible que la técnica del prick test no este correctamente realizada debido a que la fuerza y ángulo de punción con la lanceta no sea el adecuado, para ello se optará por enfermeros con experiencia en este ámbito con el fin de minimizar este posible error.
- Se pueden obtener falsos positivos o negativos debido a una mala realización de la técnica, al paciente o fuentes antialérgicas, para ello se utilizará extractos de calidad, personal de enfermería cualificado y con experiencia y se realiza un control positivo para poder observar una menor reacción a los alérgenos.
- El prick test positivo o negativo no es capaz según los métodos actuales de detectar la importancia clínica de la sensibilización.
- La modalidad del estudio es cuasi-experimental, debido a esto, no se tiene la certeza de que dicho estudio sea representativo de la población, porque asignación de pertenencia al estudio no es aleatorizada y por el número de variables que se tienen, estas pueden confundir la acción del tratamiento.

## 8. Bibliografía

- (1). Arruda Chaves Erika. Pruebas diagnósticas en alergia y su utilidad clínica. Rev Med Hered [Internet]. 2004 Abr [citado 2018 Feb 07] ; 15( 2 ): 113-117. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1018-130X2004000200010&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2004000200010&lng=es).
- (2). Richard Wagner. Clemens Von Pirquet, discoverer of the concept of allergy. Bull N Y Acad Med 1964;40(3):229-35.
- (3). Alamar Martínez R, Olaya Alamar V, Sierra Talamantes C, Zaragoza Ninet V. Prick-test en el diagnóstico de alergia cutánea. 2012; [Acceso 19 noviembre de 2017] Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/oaiart?codigo=4175707>.
- (4). Atkins D, Leung DYM. Diagnóstico de las enfermedades alérgicas. [Internet]. Comité de enfermería de la SEIAC; 2013; [Acceso 19 noviembre de 2017] Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/playcontent/3-s2.0-B9788480869591001358>.
- (5). Justo X, Díaz I, Gil JJ, Gastaminza G. Prick test: evolution towards automated reading. Allergy. 2016;71(8):1095-1102.
- (6). J Torres Borrego, M Fontán Domínguez. Pruebas diagnósticas en alergología pediátrica. [Internet]. Madrid: Asociación Española de Pediatría; 2013; [acceso 19 de diciembre de 2017]. Disponible en: [www.aeped.es/protocolos/](http://www.aeped.es/protocolos/).
- (7). Rokita E, Rok T, Tatoń G. Application of thermography for the assessment of allergen-induced skin reactions. Medical Physics. 2011;38(2):765-72.
- (8). Ruëff F, Bergmann K, Brockow K, Fuchs T, Grübl A, Jung K, et al. Skin tests for diagnostics of allergic immediate-type reactions. Guideline of the German Society for Allergology and Clinical Immunology. Pneumologie. 2011;65(8):484-95.
- (9). Berroa F, Gastaminza G, Saiz N, Azofra J, Gamboa PM, Vela C, et al. In vivo and in vitro techniques in the diagnosis of lipid transfer protein sensitization. Ann Allergy Asthma Immunol. 2013;111(6):571-73.

- (10). Rok T, Rokita E, Tatoń G, Guzik T, Śliwa T. Thermographic assessment of skin prick tests in comparison with the routine evaluation methods. *Postepy Dermatol Alergol*. 2016-6;33(3):193-98.
- (11). Mothes N, Valenta R, Spitzauer S. Allergy testing: the role of recombinant allergens. *Clin Chem Lab Med*. 2006; 44:125-32.
- (12). Nelson HS, Rosloniec DM, McCall LI, Ikle D. Comparative performance of five commercial prick skin test devices. *J Allergy Clin Immunol* 1993; 92(5): 750-6.
- (13). Arruda Chaves Erika. Pruebas diagnósticas en alergia y su utilidad clínica. *Rev Med Hered* [Internet]. 2004 Abr [citado 2018 Feb 07] ; 15( 2 ): 113-117. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1018-130X2004000200010&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1018-130X2004000200010&lng=es)
- (14). Scherer K, Grize L, Schindler C, Surber C, Bircher AJ. Reaction pattern to histamine and codeine in a human intradermal skin test model. *Clinical & Experimental Allergy*. 2007;37(1):39-46.
- (15). Bousquet J, Heinzerling L, Bachert C, Papadopoulos NG, Bousquet PJ, Burney PG, et al. Practical guide to skin prick test in allergy to aeroallergens. *Allergy*. 2012; 67 (1):18-24.
- (16). García Robaina JC, Matheu Delgado V, Sánchez Machín J, et al. Técnicas diagnósticas in vivo. In: Peláez A, Dávila I.J. *Tratado Alergología SEAIC Tomo I*. Madrid: Ed Ergon; 2007. p.115-8.
- (17). Peters A.T, Kim J.S. Diagnóstico de hipersensibilidad inmediata. En: Grammer Leslie C, Greenberger PA, editores. *Enfermedades alérgicas Patterson*. 7ª ed. Madrid: Aula Médica; 2010. p.134-7.
- (18). McCann WA, Ownby DR. The reproducibility of the allergy skin test scoring and interpretation by board-certified/board-eligible allergists. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2002;89(4):368-71.
- (19). Uematsu T, Takiguchi Y, Mizuno A, Sogabe K, Nakashima M. Application of thermography to the evaluation of the histamine skin test in man. *J Pharmacol Methods*. 1987;18(2):103-10.

- (20). Padron GT, Hernandez-Trujillo V. Discordance Between Aeroallergen Specific Serum IgE and Skin Testing in Children Younger than 4 Years. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2013 ;110(6):438-43.
- (21). Sonza A, Robinson CC, Achaval M, Zaro MA. Whole body vibration at different exposure frequencies: infrared thermography and physiological effects. *TheScientificWorldJournal* 2015; 45 (2):65-7.
- (22). Hanna EG, Tait PW. Limitations to Thermoregulation and Acclimatization Challenge Human Adaptation to Global Warming. *Int J Environ Res Public Health* 2015 15;12(7):8034-74.
- (23). Sanchis-Sanchez E, Vergara-Hernandez C, Cibrian RM, Salvador R, Sanchis E, Codoner-Franch P. Infrared thermal imaging in the diagnosis of musculoskeletal injuries: a systematic review and meta-analysis. *AJR Am J Roentgenol* 2014 ;203(4):875-82.
- (24.) Haddad DS, Brioschi ML, Arita ES. Thermographic and clinical correlation of myofascial trigger points in the masticatory muscles. *Dento maxillo facial radiology* 2012 ;41(8):621-29.
- (25). Houghton VJ, Bower VM, Chant DC. Is an increase in skin temperature predictive of neuropathic foot ulceration in people with diabetes? A systematic review and meta-analysis. *J Foot Ankle Res*. 2013;6(1):31.
- (26). Gurjarpadhye AA, Parekh MB, Dubnika A, Rajadas J, Inayathullah M. Infrared Imaging Tools for Diagnostic Applications in Dermatology. *SM J Clin Med Imaging*. 2013;110(6):438-43.
- (27). Pencue Fierro EL, Bravo Montenegro DA, Patiño Velasco MM. Análisis de termografías infrarrojas dinámicas mediante técnicas de procesamiento de imágenes. *Ciencia en Desarrollo* 2015 ;6(1):127-32.
- (28). Stüttgen G, Flesch U, Witt H, Wendt H. Thermographic analysis of skin test reaction using AGA thermovision. *Arch Dermatol Res*. 1980;268(2):113-28.
- (29). Dibai-Filho AV, Guirro EC, Ferreira VT, Brandino HE, Vaz MM, Guirro RR. Reliability of different methodologies of infrared image analysis of myofascial trigger points in the upper trapezius muscle. *Braz J Phys Ther* 2015 Mar;19(2):122-8.

- (30). Bagnato GF, Gulli S, Denuzzo G, Di Cesare E, Sansotta C, D'Ambrosio FP, et al. Measurement of allergen-induced skin reactions by computerized dynamic telethermography (CDTT). *J Investig Allergol Clin Immunol*. 1997;7(4):238-41.
- (31). Rok T, Rokita E, Tatoń G, Guzik T, Śliwa T. Thermographic imaging as alternative method in allergy diagnosis. *J Therm Anal Calorim*. 2017;127(2):1163-70.
- (32). Baillie AJ, Biagioni PA, Forsyth A, Garioch JJ, Mcpherson D. Thermographic assessment of patch-test responses. *The British Journal Of Dermatology*. 1990;122(3):351-60.
- (33). Tosao Sánchez A, Oliván Gonzalvo G, Fleta Zaragozano J. Papel del Diplomado en Enfermería en la aplicación e interpretación de las pruebas cutáneas alérgicas en la infancia. *Enfermería Científica* 1990;1(1):100-1.
- (34). Ataş Berksoy E, Bağ Ö, Yazici S, Çelik T. Use of noncontact infrared thermography to measure temperature in children in a triage room. *Medicine (Baltimore)* 2018;97(5).
- (35). Matsui Y, Murayama R, Tanabe H, Oe M, Motoo Y, Wagatsuma T, et al. Evaluation of the Predictive Validity of Thermography in Identifying Extravasation With Intravenous Chemotherapy Infusions. *J Infus Nurs* 2017 ;40(6):367-74.
- (36). Kanazawa T, Nakagami G, Goto T, Noguchi H, Oe M, Miyagaki T, et al. Use of smartphone attached mobile thermography assessing subclinical inflammation: a pilot study. *J Wound Care* 2016 ;25(4):180-2.
- (37). Kanazawa T, Kitamura A, Nakagami G, Goto T, Miyagaki T, Hayashi A, et al. Lower temperature at the wound edge detected by thermography predicts undermining development in pressure ulcers: a pilot study. *Int Wound J* 2016;13(4):454-60.
- (38). Nakagami G, Sanada H, Iizaka S, Kadono T, Higashino T, Koyanagi H, et al. Predicting delayed pressure ulcer healing using thermography: a prospective cohort study. *J Wound Care* 2010;19(11):465-70.

## **Anexos**

### Anexo 1: Hoja recogida de datos.

IDENTIFICACIÓN		ID:	Enfermero:
Día y hora:			
Nombre sujeto:		Nombre tutor:	
Sexo		Edad:	
Teléfono		Nº Registro:	
<b>PARTICIPACIÓN</b>			
Criterios inclusión		Criterios exclusión	
<input type="checkbox"/> Edad 4-6 años <input type="checkbox"/> Consentimiento informado. <input type="checkbox"/> Prescripción facultativa del prick test.		<input type="checkbox"/> Reposo imposible <input type="checkbox"/> Consumo fármacos <input type="checkbox"/> Contacto en el periodo de espera <input type="checkbox"/> Ducha en las últimas 2 horas <input type="checkbox"/> Fiebre ( $\geq 38^{\circ}\text{C}$ ) <input type="checkbox"/> Lesión en ROI de ambas extremidades <input type="checkbox"/> Uso de productos cutáneos <input type="checkbox"/> Asma agudo <input type="checkbox"/> Afecciones cutáneas	
ANAMNESIS			
<b>CUMPLIMIENTO DE PROTOCOLO CAMARA TERMOGRÁFICA</b>			
Distancia:		Ángulo:	
T°:		Humedad:	
Ausencia de flujos:		Tiempo de aclimatación:	
Ausencia elementos extraños (joyas): Si/No		Tiempo de lectura de la prueba:	
<b>REGISTRO IMAGEN</b>			
Nombre del fichero		Hora	
Incidencias/comentarios:			

## **Anexo 2: Hoja informativa tutores.**

### **Información inicial**

Se ha invitado a participar a la persona bajo su tutela en el estudio *“Eficacia cámara termográfica como herramienta en el diagnóstico de pruebas de alergias cutáneas prick test en comparación con el método gráfico en niños de 4 a 6 años en el Hospital Infantil Niño Jesús.”*

Antes de dar cualquier información usted debe saber que la participación en dicho estudio es completamente voluntaria, puede decidir participar o no participar en cualquier momento, el hecho de retirarse o no participar no le cohibirá de ningún derecho que tiene como usuario del sistema sanitario.

Cualquier dato obtenido durante el estudio de carácter personal y confidencial quedan almacenados en una base de datos de acceso único al personal de investigación, estando por separado la información personal de la clínica, protegido por la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal, y la Ley 41/2002 básica reguladora de la autonomía del paciente y derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.

Se le habrá facilitado una autorización que deberá firmar si está de acuerdo tras recibir toda la información y desea que la persona bajo su tutela participe en este estudio de investigación. Cualquier duda póngala en conocimiento del equipo.

### **¿Qué se quiere estudiar?**

El objetivo del estudio es demostrar la eficacia de la cámara termográfica como herramienta en el diagnóstico de pruebas de alergias cutáneas prick test en comparación con el método gráfico en niños de 4 a 6 años. La termografía infrarroja es una técnica totalmente no invasiva. El prick test es una prueba de reacción cutánea con el fin de averiguar si hay una hipersensibilización ante un alérgeno.

### **Riesgos del estudio.**

El prick test es una técnica bastante segura, solo el 0.02-0.03% de las pruebas realizadas ocurre un proceso de anafilaxia severa.

El fin del prick test es la búsqueda de reacciones tipo habón, irritación, prurito, rojez.

El uso de la cámara termográfica no le supondrá ninguna molestia ni riesgo para la salud añadido, esta técnica es totalmente inocua y no lesiva.

### **Beneficios del estudio**

Aumenta las probabilidades de que la lectura del prick test sea más segura, dando lugar a menos falsos negativos.

En un futuro se espera que esta técnica y herramienta se convierta en un instrumento diagnóstico útil para la lectura de los prick test.

### **Entidades participantes**

El estudio cuenta con la participación de la Universidad Pontificia de Comillas y el Hospital Infantil Niño Jesús, si tienen alguna duda puede contactar con:

Andrea Díaz Díaz (investigadora principal)  
Departamento de Enfermería, Universidad Pontificia de Comillas  
C/ San Juan de Dios s/n 28350 (Ciempozuelos)  
Correo electrónico: smile.andrea@hotmail.com

### **Comunicación de los resultados**

Los resultados de la prueba se los comunicará su médico.

Si desea una copia de las imágenes todas puede solicitarlas a través del correo electrónico.

### **Anexo 3: Consentimiento informado.**

Durante el estudio cualquier dato obtenido de carácter personal y confidencial quedan almacenados en una base de datos de acceso único al personal de investigación, estando por separado la información personal de la clínica, protegido por la Ley Orgánica 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal, y la Ley 41/2002 básica reguladora de la autonomía del paciente y derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica.

He leído, se me ha informado y he entendido toda la información. Voluntariamente doy mi consentimiento para que \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_, sobre quien tengo la tutela legal participe en el estudio "Eficacia de la cámara termográfica como herramienta en el diagnóstico de pruebas de alergias cutáneas prick test en comparación con el método gráfico en niños de 4 a 6 años en el Hospital Infantil Niño Jesús".

He recibido copia del documento de información de tutores.

Nombre y apellidos del tutor legal: \_\_\_\_\_

DNI tutor legal: \_\_\_\_\_

Madrid, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019

Firma del tutor legal.

#### Anexo 4. Tabla de contingencia

Resultados Prick test	Resultados método gráfico
+	+
-	-
+	-
-	+

**Tabla 5.** Tabla de contingencia. Elaboración propia.

**Anexo 5: Hoja de recogida de datos de alérgenos**

Control negativo

---

---

---

---

---

---

---

---

Control positivo

---

---

---

---

---

---

---

---

