



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA DE KINESIOLOGIA

**“EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN TENS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA TERAPIA KINÉSICA POST QUIRÚRGICA EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA CARDIACA EN EL HOSPITAL HERNÁN HENRÍQUEZ ARAVENA”**

---

Tesis para optar al grado de  
Licenciado en Kinesiología

---

AUTORES: ANDRES JOFRE CANDIA  
VICTOR MARTINEZ FREDES

TEMUCO, ENERO DE 2011



UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

FACULTAD DE MEDICINA

CARRERA DE KINESIOLOGIA

**“EFECTIVIDAD DE LA APLICACIÓN TENS PARA  
LA OPTIMIZACIÓN DE LA TERAPIA KINÉSICA POST  
QUIRÚRGICA EN PACIENTES SOMETIDOS A CIRUGÍA  
CARDIACA EN EL HOSPITAL HERNÁN HENRÍQUEZ  
ARAVENA”**

---

Tesis para optar al grado de  
Licenciado en Kinesiología

---

AUTORES: ANDRES JOFRE CANDIA  
VICTOR MARTINEZ FREDES

PROFESOR GUIA: MONICA GAETE MAHN

TEMUCO, ENERO DE 2011

## AGRADECIMIENTOS.

*Agradecemos en forma especial a nuestra profesora guía, Klga. Mónica Gaete Mahn, por brindarnos su ayuda, apoyo, motivación y consejos, siempre procurando que nos sintiéramos libres al tomar las decisiones creyéramos más adecuadas a nuestro proyecto.*

*Gracias por el cariño, los buenos momentos y por ser una persona tan especial, sincera, con gran disposición y enteramente dedicada a sus alumnos y su trabajo.*

*Andrés y Víctor.*

*En primer lugar, agradezco a mi compañero Víctor, por su paciencia y disposición a trabajar en este proyecto.*

*Además agradezco a todos los que de una u otra forma me hicieron sentir su preocupación y apoyo durante todo este proceso, dándome ánimo para continuar a pasar de las dificultades.*

*Andrés*

*En primer lugar agradezco a mi familia y su incondicional entrega, apoyo y poner siempre a sus hijos en primer lugar, por haber entregado su cariño en los momentos difíciles y haber creado los momentos felices.*

*Mi madre Patricia, por acompañarme cada día y ser mi amiga incondicional, por entregarme su amor y cariño cada uno de mis días, gracias por hacer de mi una mejor persona.*

*Mi padre Víctor, por su amor, su preocupación y su gran ejemplo de responsabilidad y trabajo, por todos los esfuerzos que ha hecho por su familia y por haber descubierto en él un amigo incondicional y un ejemplo a seguir.*

*Mi hermano, por haberse transformado en mi ejemplo a seguir y aprender de él que las palabras muchas veces no sirven para demostrar el cariño, gracias por su amistad y cariño.*

*Familia Pilquiman Valdebenito, gracias por su amistad y cariño, por transformarse en parte de mi familia y por estar a mi lado todos estos años.*

*A mis amigos, Carla, Karina, Consuelo, Gonzalo, Jorge, Cristóbal, Andrés, Jonathan, Felipe, y Gonzalo por hacer que los momentos difíciles fueran más fáciles y que los momentos felices fueran aun más alegres, por su amistad, por su apoyo y sinceridad...*

*Víctor*

## RESUMEN

### **“Efectividad de la aplicación TENS para la optimización de la terapia kinésica post quirúrgica en pacientes sometidos a cirugía cardiaca en el Hospital Hernán Henríquez Aravena”**

**Objetivo:** Determinar la efectividad de la electro estimulación transcutánea (TENS) aplicada a pacientes intervenidos de cirugía cardiaca, para la optimización de la intervención kinésica post quirúrgica.

**Hipótesis:** La electro estimulación transcutánea (TENS) aplicada a pacientes intervenidos de cirugía cardiaca es efectiva en la optimización de la intervención kinésica post quirúrgica.

**Diseño:** Ensayo clínico controlado aleatorizado.

**Material y método:** El estudio se llevará a cabo en 124 pacientes sometidos a cirugía cardiaca que cumplan con los criterios de selección, y a quienes se les asignará aleatoriamente una intervención que podrá ser sólo la terapia basal de de rehabilitación kinésica post quirúrgica (grupo control), o la terapia de rehabilitación kinésica mas la aplicación de TENS (grupo experimental). Se medirá la intensidad de dolor diariamente mediante la escala EVA, medición de capacidades pulmonares al inicio y al final del estudio por medio de una espirometría, cantidad de analgésicos administrados, días de permanencia en el hospital y complicaciones respiratorias.

**Conclusión:** Los resultados de este estudio significarán un aporte para el tratamiento kinésico post quirúrgico, debido especialmente a que, el aumento del dolor, se relaciona directamente con el aumento de las complicaciones en la rehabilitación. Por lo tanto al controlar esto, se verá beneficiada también la intervención kinésica realizada al paciente y además su calidad de vida.

## INDICE DE CONTENIDOS.

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPITULO I.....</b>                                 | <b>7</b>  |
| <b>I.1. Introducción. ....</b>                         | <b>7</b>  |
| <br>   |           |
| <b>CAPITULO II.....</b>                                | <b>9</b>  |
| <b>II.1. Pregunta de investigación. ....</b>           | <b>9</b>  |
| <b>II.2. Objetivo General. ....</b>                    | <b>9</b>  |
| <b>II.3. Objetivos Específicos.....</b>                | <b>9</b>  |
| <br>   |           |
| <b>CAPITULO III.....</b>                               | <b>11</b> |
| <b>III.1. Búsqueda sistemática de información.....</b> | <b>11</b> |
| <b>III.1.1 Búsqueda en Textos.....</b>                 | <b>11</b> |
| <b>III.1.2 Búsqueda en bases de datos.....</b>         | <b>12</b> |
| <b>III.1.2.1 Base de datos Medline.....</b>            | <b>12</b> |
| <b>III.1.2.2 Biblioteca Cochrane Plus.....</b>         | <b>15</b> |
| <br>   |           |
| <b>CAPITULO IV.....</b>                                | <b>17</b> |
| <b>IV.Marco teorico.....</b>                           | <b>17</b> |
| <b>IV.1 Patologías cardiacas.....</b>                  | <b>17</b> |
| <b>IV.1.1 Cardiopatías coronarias.....</b>             | <b>18</b> |
| <b>IV.1.1.1 Factores de riesgo.....</b>                | <b>19</b> |
| <b>IV.1.1.2 Diagnostico.....</b>                       | <b>21</b> |
| <b>IV.1.1.3 Tratamiento.....</b>                       | <b>22</b> |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| IV.1.1.4   | Angioplastia coronaria: .....  | 22 |
| IV.1.1.5   | Cirugía cardiaca de revascularización (Bypass): .....                  | 23 |
| IV.1.2     | Valvulopatías.....   | 26 |
| IV.1.2.1   | Valvulopatías más comunes: .....                                       | 27 |
| IV.1.2.1.1 | Estenosis mitral.....  | 27 |
| IV.1.2.1.2 | Insuficiencia Mitral. ....   | 30 |
| IV.1.2.1.3 | Insuficiencia Aortica. ....  | 32 |
| IV.1.2.1.4 | Estenosis Aortica. ....  | 35 |
| IV.1.2.1.5 | Cirugía de remplazo valvular aórtico.....                              | 37 |
| IV.2       | Anestesia.....   | 39 |
| IV.2.1     | Definición.....  | 39 |
| IV.2.2     | Efectos de la anestesia general sobre el sistema<br>respiratorio. .... | 41 |
| IV.3.      | Dolor. ....  | 44 |
| IV.3.1     | Dolor agudo. ....  | 44 |
| IV.3.2     | Clasificaciones de dolor:.....   | 45 |
| IV.3.2.1   | Clasificación topográfica del dolor. ....                              | 45 |
| IV.3.2.2   | Clasificación del dolor según el origen: .....                         | 46 |
| IV.3.3     | Dolor postoperatorio. ....   | 48 |
| IV.3.4     | Complicaciones Postquirúrgicas. ....                                   | 50 |
| IV.3.4.1   | Complicaciones Respiratorias. ....                                     | 50 |
| IV.3.4.2   | Complicaciones cardiacas.....  | 50 |
| IV.3.4.3.  | Complicaciones endocrinas metabólicas. ....                            | 51 |
| IV.3.4.4   | Complicaciones digestivas. ....  | 52 |



|  |            |
|--|------------|
| IV.5.2.2 Insuficiencia cardíaca post operatorio: ..... | 77         |
| <b>CAPITULO V .....</b>                                | <b>79</b>  |
| <b>V. Propuesta proyecto investigación.....</b>        | <b>79</b>  |
| <b>V.1. Pregunta de investigación .....</b>            | <b>79</b>  |
| <b>V.1.1 Objetivo general. ....</b>                    | <b>79</b>  |
| <b>V.1.2 Objetivos específicos. ....</b>               | <b>79</b>  |
| <b>V.2. Justificación del estudio. ....</b>            | <b>80</b>  |
| <b>V.3. Diseño del estudio. ....</b>                   | <b>82</b>  |
| <b>V.3.1 Ensayo Clínico. ....</b>                      | <b>82</b>  |
| <b>V.3.2 Características del ensayo clínico: .....</b> | <b>83</b>  |
| <b>V.3.3 Ventajas y desventajas. ....</b>              | <b>83</b>  |
| <b>V.4. Muestra del estudio.....</b>                   | <b>85</b>  |
| <b>V.4.1 Población Diana.....</b>                      | <b>85</b>  |
| <b>V.4.2 Población Accesible .....</b>                 | <b>86</b>  |
| <b>V.4.3 Criterios de inclusión y exclusión .....</b>  | <b>86</b>  |
| <b>V.4.4 Estimación del tamaño de muestra.....</b>     | <b>87</b>  |
| <b>V.5 Asignación Aleatoria. ....</b>                  | <b>88</b>  |
| <b>V.6. Enmascaramiento. ....</b>                      | <b>89</b>  |
| <b>V.7. Variables y mediciones. ....</b>               | <b>91</b>  |
| <b>V.7.1 Variables de exposición.....</b>              | <b>91</b>  |
| <b>V.7.2 Variables de resultado. ....</b>              | <b>98</b>  |
| <b>V.7.3 Variables de control. ....</b>                | <b>101</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>V.8. Propuesta de análisis estadístico.....</b>         | <b>102</b> |
| <b>V.8.1 Hipótesis: .....</b>                              | <b>102</b> |
| <b>V.8.2 Manejo de datos.....</b>                          | <b>102</b> |
| <b>V.9. Consideraciones éticas.....</b>                    | <b>104</b> |
| <b>V.10. Administración y presupuesto del estudio.....</b> | <b>106</b> |
| <b>V.10.1 Recursos humanos.....</b>                        | <b>106</b> |
| <b>V.10.2 Gastos de operación. ....</b>                    | <b>108</b> |
| <b>V.10.3 Programa de actividades. ....</b>                | <b>108</b> |
| <b>V.10.4 Recursos y presupuesto.....</b>                  | <b>110</b> |
| <b>V.11. Cronograma de actividades (Carta Gantt).....</b>  | <b>112</b> |
| <b>V.12. Bibliografía.....</b>                             | <b>114</b> |
| <b>Anexo I. Carta de Consentimiento informado .....</b>    | <b>119</b> |

## **LISTA DE TABLAS.**

|  |    |
|--|----|
| Tabla N 1. Clasificación del dolor   | 48 |
| Tabla N° 2. Clasificación de las fibras nerviosas según sus Características. | 60 |
| Tabla N° 3. Modalidades de aplicación del T.E.N.S                            | 71 |

## **LISTA DE FIGURAS.**

|   |    |
|---|----|
| Figura N°1.<br>Esquema de la publicación original de Melzack and Wall en Science.<br>Esquema que explica la teoría de la compuerta. | 60 |
| Figura N° 2. Determinación del tamaño de muestra.   | 87 |
| Figura N° 3. Escala visual análoga.   | 99 |

# **CAPITULO I**

## **I.1. Introducción**

Actualmente en Chile, según cifras del Ministerio de Salud, se realizan anualmente cerca de 25.000 cirugías cardíacas y específicamente en la región de la Araucanía 1.327 intervenciones en el año 2009.

El dolor que se origina en el periodo post operatorio, acarrea una serie de respuestas que, si no son controladas adecuadamente, pueden traer serias complicaciones que afectarán directamente en la recuperación del paciente.

En este periodo el kinesiólogo es pieza clave, realizando ejercicios respiratorios y motores para prevenir la aparición de complicaciones post operatorias. Esta terapia puede verse afectada por la presencia de dolor postoperatorio. Por ello y otras razones que se comentarán más adelante, el presente Proyecto de Investigación tiene como objetivo determinar si la aplicación de electroestimulación transcutánea (TENS), herramienta que, como Kinesiólogos podemos utilizar diariamente, es efectiva sobre la optimización de la intervención kinésica en pacientes sometidos a cirugías cardíacas.

Los pacientes que sufren episodios de dolor agudo de gran duración e intensidad, están predispuestos a presentar problemas secundarios a la cirugía, que los llevarán, entre otras cosas, a aumentar su estadía en el servicio de salud y hacer más angustiosa su recuperación.

El tratamiento utilizado comúnmente para tratar el dolor post quirúrgico, se basa en distintos tipos de fármacos, entre ellos, la depresión respiratoria

provocada por los opioides o riesgos fisiológicos que se corren al utilizar antiinflamatorios no esteroideos en pacientes con úlceras gástricas, daño renal, alteraciones de la coagulación, entre otros.

El uso del TENS tiene grandes ventajas en comparación con el tratamiento farmacológico. Entre ellas destaca el hecho de no ser un método invasivo, presentar bajos riesgos en su aplicación y no presentar efectos adversos que puedan comprometer, de alguna forma, la integridad del paciente.

Este proyecto de investigación pretende determinar si la aplicación del TENS en pacientes sometidos a cirugía cardíaca optimiza la intervención kinésica post quirúrgica en este tipo de pacientes. Por ejemplo: si disminuye la intensidad del dolor, se disminuiría también la ingesta de fármacos, complicaciones pulmonares, podríamos realizar de una mejor manera las sesiones de ejercicios respiratorios y motores, y, finalmente, una disminución en los días de hospitalización en conjunto con una mejor rehabilitación para nuestros pacientes.

## **CAPITULO II**

### **II.1. Pregunta de investigación.**

¿Cuál es la efectividad del TENS en la optimización de la intervención kinésica post quirúrgica en pacientes sometidos a cirugía cardiaca en el servicio de cardiología del Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena de Temuco en el año 2011?

### **II.2. Objetivo General.**

- Determinar la efectividad de la electro estimulación transcutánea (TENS) aplicada a pacientes intervenidos de cirugía cardiaca, para la optimización de la intervención kinésica post quirúrgica.

### **II.3. Objetivos Específicos.**

- Determinar si el uso de la electroestimulación Transcutánea (TENS) disminuye los días cama en pacientes sometidos a cirugía cardiaca.
- Determinar si los pacientes requieren analgésicos después del 2° al 5° día postquirúrgico, al aplicarles electroestimulación Transcutánea (TENS).
- Determinar si el uso de la electroestimulación transcutánea (TENS) disminuye la intensidad del dolor en pacientes sometidos a cirugía cardiaca.

- Determinar si el uso de la electroestimulación transcutánea (TENS) ayuda a disminuir las complicaciones respiratorias post quirúrgicas en pacientes sometidos a cirugía cardiaca.

## **CAPITULO III**

### **III.1. Búsqueda sistemática de información.**

Al iniciar la búsqueda de información para el desarrollo de la investigación, inicialmente se planteó la siguiente pregunta de búsqueda:

**¿Es efectivo el uso de la electroestimulación transcutánea para mejorar la intervención kinésica post cirugía cardiaca?**

#### **III.1.1 Búsqueda en Textos.**

En un principio, la búsqueda fue enfocada a recolectar información sobre los procedimientos quirúrgicos en cirugías cardiacas y los efectos de la electroestimulación transcutánea (TENS). Para ello, se utilizaron principalmente textos obtenidos en la biblioteca de la facultad de medicina de la Universidad de la Frontera.

Los textos utilizados fueron:

1. Enfermedades del corazón y los vasos. Rojas Villegas F. Tercera edición año 2000 Editorial Mediterráneo.
2. Principios de Medicina Interna, Harrison, Vol II 15° Edición. Editorial Mc Graw Hill.
3. Medicina interna, Farreras P. Rozman C. 14edicion vol. 1, año 2000 Ediciones Harcourt internacional.

4. Manual de medicina física. M. Martínez Morillo. J.M Pastor Vega. F. Sendra Portero. 1998 Harcourt Brace de España, S.A.,2º. Madrid España.
5. El alivio del Dolor en la práctica clínica, Rabah E. Editorial Mediterráneo 2009.

Para la recolección de información referente al uso del TENS y las intervenciones kinésicas utilizadas en las cirugías cardiacas, se realizaron búsquedas principalmente en bases de datos de internet.

### **III.1.2 Búsqueda en bases de datos**

#### **III.1.2.1 Base de datos Medline.**

La primera base de datos consultada fue la de Medline a través de Pubmed en la página web [www.pubmed.com](http://www.pubmed.com)

- Los términos “Tens” y “Cardiac Surgery” se introdujeron al sistema Mesh (Medical Subject Headings), encontrándose ambos indexados.
- A continuación se procedió a la búsqueda Pubmed utilizando el operador boleano “AND” para incluir ambos términos de interés en los resultados.

La búsqueda arrojó 32 artículos. Luego de esto se establecieron límites de búsqueda:

- Artículos en inglés o español
- Estudios en humanos
- Artículos con texto completo.

Después de establecer los límites, los resultados se redujeron a 18 y determinando los artículos más adecuados para el objetivo de búsqueda encontramos los siguientes:

- “Effect of TENS on pain, medications, and pulmonary function following coronary artery bypass graft surgery.” Forster EL, Kramer JF, Lucy SD, Scudds RA, Novick RJ. Chest. 1994 Nov;106(5):1343-8.

- “Short-term Transcutaneous electrical nerve stimulation after cardiac surgery: effect on pain, pulmonary function and electrical muscle activity.” Cipriano G Jr, de Camargo Carvalho AC, Bernardelli GF, Tayar Peres PA. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2008 Aug;7(4):539-43. Epub 2008 Apr 16.

- “Comparison of continuous and intermittent Transcutaneous electrical nerve stimulation in postoperative pain management after coronary artery bypass grafting: a randomized, placebo-controlled prospective study.” Solak O, Emmiler M, Ela Y, Dündar U, Koçoıullari CU, Eren N, Gökçe IY, Cekirdekçi A, Kavuncu V. Heart Surg Forum. 2009 Oct;12(5):E266-71.

- “The role of Electroanalgesia in patients undergoing coronary artery bypass surgery.” Luchesa CA, Greca FH, Guarita-Souza LC, dos Santos JL, Aquim EE. Rev Bras Cir Cardiovasc. 2009 Sep;24(3):391-6.

Se realizó una segunda búsqueda utilizando los términos Mesh “Cardiac surgery procedures” y “physical Therapy modalities” con el operador booleano AND. Se encontraron 727 artículos.

También se establecieron límites de búsqueda:

- Ensayos clínicos, Meta-análisis, Ensayo controlado randomizado o Guías de práctica clínica.
- Artículos en humanos
- Artículos en español o inglés
- Artículos en adultos mayores a 19 años

La búsqueda arrojó 36 resultados de los cuales cuatro se consideraron relevantes para el tema de búsqueda.

- **“Does removal of deep breathing exercises from a physiotherapy program including pre-operative education and early mobilisation after cardiac surgery alter patient outcomes?”** Brasher PA, McClelland KH, Denehy L, Story I. Aust J Physiother. 2003;49(3):165-73.
- **“The effect of physical therapy on respiratory complications following cardiac valve surgery.”** Johnson D, Kelm C, Thomson D, Burbridge B, Mayers I. Chest. 1996 Mar;109(3):638-44.
- **“Efficacy of breathing and coughing exercises in the prevention of pulmonary complications after coronary artery surgery.”** Stiller K, Montarello J, Wallace M, Daff M, Grant R, Jenkins S, Hall B, Yates H. Chest. 1994 Mar;105(3):741-7.

- “Physiotherapy after coronary artery surgery: are breathing exercises necessary?” Jenkins SC, Soutar SA, Loukota JM, Johnson LC, Moxham J. Thorax. 1989 Aug;44(8):634-9.

### **III.1.2.2 Biblioteca Cochrane Plus.**

La segunda base de datos consultada fue la Biblioteca Cochrane plus mediante la pagina web [www.update-software.com/BCP/](http://www.update-software.com/BCP/). Los términos utilizados fueron TENS obteniendo 503 resultados en inglés y 14 en español. Posteriormente se agregó el término CARDIAC SURGERY obteniéndose 7 resultados solo en ingles, ya que al agregar el término CIRUGIA CARDIACA no se encontraron resultados. De los 7 artículos obtenidos en la última búsqueda, se consideraron relevantes los siguientes:

1. Control of acute postoperative pain by Transcutaneous electrical nerve stimulation after open cardiac operations: a randomized placebo-controlled prospective study.

Emmiler M, Solak O, Kocogullari C, Dundar U, Ayva E, Ela Y, Cekirdekci A, Kavuncu V. Department of Cardiovascular Surgery, Afyon Kocatepe University, School of Medicine, Afyon, Turkey. Heart Surg Forum. 2008; 11(5):E300-3.

2. Short-term Transcutaneous electrical nerve stimulation after cardiac surgery: effect on pain, pulmonary function and electrical muscle activity.

**Gerson Cipriano, Jr.<sup>a,\*</sup>, Antonio Carlos de Camargo Carvalho<sup>b</sup>, Graziella França Bernardelli<sup>b</sup> and Paulo Alberto Tayar Peres<sup>b</sup>**

Interact CardioVasc Thorac Surg 2008; 7:539-543.  
doi:10.1510/icvts.2007.168542

© 2008 European Association of Cardio-Thoracic Surgery

3. Use of Transcutaneous electrical nerve stimulation in the control of postoperative chest pain after cardiac surgery.

Use of Transcutaneous electrical nerve stimulation in the control of postoperative chest pain after cardiac surgery. J Cardiothorac Vasc Anesth. 1991 Dec; 5(6):589-91.

## **CAPITULO IV.**

### **IV.MARCO TEORICO**

#### **IV.1 Patologías cardiacas**

Las patologías o enfermedades cardiovasculares constituyen la principal causa de muerte en la población adulta en la mayoría de los países y son un gran problema de la salud pública por su alta prevalencia.

En los países en vías de desarrollo, como el nuestro, se espera que su frecuencia siga aumentando, porque han ocurrido cambios económicos y demográficos que estarían contribuyendo al incremento de los factores de riesgo.

En Chile, las enfermedades cardiovasculares constituyen la primera causa de muerte, con tasas de alrededor de 28%. A pesar de que no se aprecia un significativo aumento de su frecuencia, se ha informado un incremento de la prevalencia de obesidad y sus factores condicionantes, de hipertensión arterial, hipercolesterolemia y tabaquismo.<sup>1</sup>

### **IV.1.1 Cardiopatías coronarias.**

Las cardiopatías coronarias se pueden definir como un estrechamiento de los vasos sanguíneos que suministran sangre y oxígeno al corazón. También se conoce como cardiopatía isquémica la cual se debe casi siempre a una disminución del flujo sanguíneo a través de las arterias coronarias. Esta reducción del flujo coronario es secundario, en la mayoría de los casos, a lesiones ateroscleróticas que ocurren cuando se forma una placa de ateroma en las paredes de las arterias, lo cual hace que éstas se estrechen. A medida que las arterias coronarias se estrechan, el flujo de sangre hacia el corazón puede hacerse más lento o detenerse, causando angina, la manifestación más típica de cardiopatía coronaria. Esta puede ser estable o inestable:

La angina estable corresponde a un dolor, habitualmente retroesternal, de carácter opresivo que puede o no irradiarse hacia hombros, zona interescapular, cuello, mandíbula y brazos. Su característica más importante es ser desencadenado por algún factor, (frío, actividad, emoción) y de corta duración, aliviando con el reposo. Tiene una evolución lenta en el tiempo.

Por el contrario la angina inestable, es un dolor o malestar que no se relaciona a esfuerzos necesariamente, es en general más prolongado y no desaparece con el reposo. Su evolución es rápidamente progresiva. Se diferencia del infarto al miocardio ya que en esta no existe necrosis del tejido. Además de la angina, los pacientes pueden presentar dificultad respiratoria, infarto agudo al miocardio u otros síntomas. Sin embargo, la embolia, el

espasmo o la arteritis coronaria pueden ser causa de isquemia, y sus síntomas son, generalmente, indistinguibles de los producidos por la arterosclerosis.<sup>2</sup>

En Chile, las enfermedades isquémicas del corazón (EIC) son la primera causa de muerte: en el año 2004, fallecieron 7.967 personas por dicha patología, lo que representa una tasa de 49.5 por 100.000 habitantes y un 9.2% de todas las defunciones. Sin embargo, es necesario señalar que la mortalidad por esta causa es mayor en hombres que en mujeres y que ha disminuido en los últimos 14 años, puesto que la tasa de mortalidad por EIC en 1990 era de 59.9 por 100.000 habitantes.<sup>3</sup>

#### **IV.1.1.1 Factores de riesgo**

- **Edad:** Aproximadamente 4 de cada 5 muertes debidas a una enfermedad cardíaca se producen en personas mayores de 65 años de edad. A medida que pasan los años, la actividad del corazón tiende a deteriorarse. Aumenta el grosor de las paredes cardiacas, las arterias pueden endurecerse, disminuir su flexibilidad y, por lo tanto, el corazón no puede bombear la sangre tan eficientemente como antes.

- **Sexo:** Los hombres tienen mayor riesgo que las mujeres de sufrir un ataque al corazón. La diferencia es menor cuando las mujeres comienzan la menopausia. Investigaciones demuestran que el estrógeno, actúa como factor protector. Después de esta edad el riesgo cardiovascular es aproximadamente igual en hombres y mujeres con otros factores de riesgo similares.

- **Historia Familiar:** La mayoría de las enfermedades cardíacas son hereditarias, al igual que algunos de los factores de riesgo que las predisponen.
  
- **Colesterol LDL elevado:** Cuando la sangre contiene demasiadas lipoproteínas de baja densidad (LDL), éstas se acumulan sobre las paredes de las arterias formando una placa de ateroma e iniciando así la aterosclerosis. Cuando esto se produce en las arterias coronarias que riegan el corazón, existe un mayor riesgo de sufrir un ataque al corazón.
  
- **Hipertensión Arterial:** Su efecto inicial puede ser el daño sobre la célula endotelial, haciéndola más vulnerable, lo que permitiría la puesta en marcha de la cascada biológica que da lugar a la placa de ateroma y un segundo mecanismo sería el ser junto al colesterol, tabaco o catecolaminas elementos necesarios para producir el fenómeno de ruptura de la placa de ateroma, responsable de los síndromes coronarios agudos.<sup>4</sup>
  
- **Diabetes mellitus:** La hiperglicemia producida, produce daño en las paredes arteriales, lo que aumenta el proceso aterosclerótico, aumentando el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular. El **riesgo cardiovascular** de una persona diabética de padecer un **evento cardiovascular** se iguala al de una persona no diabética que haya tenido un infarto.

- **Tabaquismo:** Los productos químicos del tabaco, como el monóxido de carbono, nicotina y alquitrán, generan daño en las paredes de los vasos. Esto contribuye a la acumulación de placa. Además afecta los niveles de colesterol, fibrinógeno (aumenta riesgo de formación de coágulos), altera el ritmo cardiaco y produce contracción arterial.
  
- **Obesidad:** La obesidad produce un aumento de factores de riesgo de enfermedad cardiovascular, como son la hipertensión, diabetes y el aumento de los niveles de colesterol.
  
- **Sedentarismo:** El riesgo aumenta porque el ejercicio físico ayuda a controlar los niveles de colesterol, la diabetes y causa una disminución de la presión arterial. El ejercicio además fortalece el músculo cardíaco y flexibiliza las arterias.
  
- **Estrés:** Estudios demuestran que los individuos con personalidad tipo A tienen mayor probabilidad de presentar eventos cardiovasculares.<sup>5</sup>

**IV.1.1.2 Diagnóstico.** Para el diagnóstico de cardiopatía coronaria, la angiografía coronaria se ha mostrado como el método de elección para el estudio anatómico de las arterias coronarias, siendo actualmente el único procedimiento disponible para definir con detalle toda la anatomía vascular coronaria endo-luminal.<sup>6</sup>

Para ello, se introduce un delgado catéter dentro de una arteria del brazo o de la ingle hasta las arterias coronarias. Se inyecta dentro de las arterias coronarias un medio de contraste a través del catéter, lo que permite visualizar su contorno en una pantalla. La cineangiografía (sucesión de radiografías) proporciona imágenes claras de las cavidades cardíacas y de las arterias coronarias pudiendo así, detectar lesiones o cambios en la dirección del flujo sanguíneo.<sup>7</sup>

#### **IV.1.1.3 Tratamiento.**

Dentro del tratamiento de las cardiopatías coronarias, encontramos el uso de fármacos, como antagonistas del calcio, antiarrítmicos, anticoagulantes orales, nitratos, inhibidores de enzima convertidora y b-bloqueadores. Además, es de suma importancia que el tratamiento sea acompañado de una educación hacia el paciente, con el fin de disminuir los factores de riesgo existentes y con esto tratar la causa de la enfermedad y no solo los síntomas.

En último caso, cuando las terapias farmacológicas no son efectivas, se utilizan técnicas quirúrgicas, las cuales pueden ser:<sup>7</sup>

#### **IV.1.1.4 Angioplastia coronaria:**

Este procedimiento consiste en la introducción de un catéter, generalmente por la arteria femoral, hasta el punto de obstrucción de los vasos coronarios producto de la placa de ateroma, allí se infla el balón ubicado en la punta del catéter y por medio de la compresión ejercida por el balón sobre la pared arterial y la placa de ateroma se produce una fisuración, denudación del

endotelio y una elongación de la pared sana, aumentando así el lumen y permitiendo una mejor circulación sanguínea.

En algunos casos se prefiere la utilización de un stent o endoprotesis vascular, técnica que consiste en la colocación de un pequeño tubo de malla o metal con el fin de prevenir una reestenosis de la arteria afectada.<sup>8</sup>

#### **IV.1.1.5 Cirugía cardiaca de revascularización (Bypass):**

Está indicada en pacientes que, a pesar de los tratamientos farmacológicos, continúan presentando angina de pecho que interfiere con su calidad de vida. Además se indica cuando los efectos colaterales del tratamiento son inaceptables.

La cirugía de bypass coronario es la intervención cardiaca más común y consiste en la utilización de una sección de otro vaso, comúnmente vena safena, arteria mamaria interna o arteria radial, para sortear la obstrucción de la arteria coronaria, permitiendo así la irrigación del músculo cardíaco y el correcto funcionamiento del corazón.

El abordaje de esta cirugía es la estereotomía media vertical, donde el esternón se secciona por la mitad longitudinalmente permitiendo el abordaje del corazón. En estas cirugías se utiliza, comúnmente, una máquina de circulación extracorpórea, la cual reemplaza la función del corazón durante la intervención quirúrgica, oxigena la sangre, además de enfriarla para producir una hipotermia y posterior detención del corazón, para facilitar la intervención.

Si se decide utilizar la vena safena, se realiza una incisión en la parte interna de la pierna, para obtener una sección de la vena. Posteriormente un extremo se suturará a la aorta y el otro a la arteria coronaria, distal a la zona obstruida.

En la utilización de la arteria mamaria interna, sólo se debe unir el extremo distal a la zona del miocardio que se quiera irrigar, ya que el otro extremo se encuentra unido a la aorta.

Esta cirugía sigue siendo asociada con tasas de mortalidad menores que el tratamiento con stent y también se asocia con menores tasas de muerte o infarto de miocardio y revascularización repetida.<sup>8</sup>

Dentro de las complicaciones quirúrgicas que se pueden presentar, en el período transoperatorio podemos encontrar HTA, estados hipotensivos, isquemia, arritmias, complicaciones respiratorias, hiperglicemia y paro cardíaco. En el periodo post operatorio, también destaca HTA, procesos isquémicos, arritmias, además se agregan posibles infecciones en el lugar de la incisión.<sup>9</sup>

La elección de angioplastia o bypass, dependerá del tipo de lesión, calidad de los vasos y la situación clínica del paciente. La angioplastia está indicada si las lesiones afectan a uno o dos vasos, son lesiones circunscritas, no calcificadas y técnicamente abordables. En cambio la cirugía de bypass se considera de elección cuando existen lesiones de tronco común de la arteria coronaria izquierda, enfermedad de tres vasos o en lesiones de difícil abordaje.

A pesar de que la angioplastia es rápida, de menor costo y con un periodo de recuperación menor, tiene un porcentaje entre un 25 a 30% de reestenosis por lo que estos pacientes deben ser reintervenidos con otra angioplastia o con cirugía de bypass, la cual tiene mayor costo, un tiempo de recuperación más prolongado, una revascularización más completa y una menor necesidad de revascularizaciones.<sup>9</sup>

## **IV.1.2 Valvulopatías.**

Las valvulopatías son afecciones que comprometen las válvulas cardíacas. Son variables en severidad, forma de aparición, etiología, comportamiento, compromiso miocárdico y tratamiento.

Las valvulopatías pueden afectar las cuatro válvulas del corazón, siendo en general más frecuentes de las válvulas mitral y aórtica. Hasta hace pocos años, las secuelas reumáticas explicaban la gran mayoría de los casos. En la actualidad, hay un aumento importante de las valvulopatías secundarias a cambios degenerativos, isquémicos o infecciosos.

De acuerdo al tipo de lesión, las valvulopatías pueden deberse a estenosis, insuficiencia, o también pueden ser lesiones mixtas (estenosis + insuficiencia).

**Estenosis:** La válvula no se abre completamente y la circulación sanguínea se dificulta, por lo tanto el corazón se sobrecarga. Esta estenosis se produce por un engrosamiento, endurecimiento o fusión de las valvas cardíacas.

**Insuficiencia:** Por otro lado se puede deber a una regurgitación o insuficiencia, la cual se produce por el cierre incompleto de la valva, trayendo como consecuencia un reflujo de la sangre hacia la cámara anterior. El corazón, al intentar compensar la disminución de sangre eyectada, se sobre esfuerza, y con el tiempo finalmente se produce una dilatación.

#### **IV.1.2.1 Valvulopatías más comunes:**

##### **IV.1.2.1.1 Estenosis mitral.**

La estenosis mitral como definición es "el conjunto de cambios funcionales y clínicos que acompañan a la reducción del área valvular Mitral."<sup>10</sup>

Es de etiología mayoritariamente reumática (> 95%), además, 2 de cada 3 casos son mujeres.

Según el área valvular afectada, las estenosis se pueden clasificar en leves, moderadas o severas. El orificio de la válvula mitral en el adulto es normalmente de 4 a 6 cm<sup>2</sup>. No se producen alteraciones hemodinámicas significativas hasta que el área valvular queda reducida a la mitad, entre 1,5 y 2,5 cm<sup>2</sup> (estenosis mitral leve), sólo se produce sintomatología durante el esfuerzo. Cuando el área oscila entre 1 y 1,5 cm<sup>2</sup> se habla de estenosis mitral moderada y por debajo de 1 cm<sup>2</sup> de estenosis mitral severa.<sup>11</sup>

Cuando el área mitral disminuye, se produce una resistencia al vaciamiento de la aurícula izquierda que se manifiesta como una diferencia de presión diastólica entre aurícula izquierda y ventrículo y secundariamente, se produce un aumento de la presión de aurícula izquierda. Con el tiempo la aurícula izquierda se hipertrofia y la dilatación auricular puede desencadenar fibrilación auricular, que dificulta aún más el llenado por dos mecanismos: aumento de la frecuencia ventricular y pérdida de la contribución auricular.

Además, la elevación de la presión en la aurícula izquierda se transmite retrógradamente hacia los capilares pulmonares, produciendo edema pulmonar y, a largo plazo, desencadenando una hipertensión pulmonar.

Habitualmente, los síntomas de la estenosis mitral generalmente se presentan mucho tiempo después de ocurrido el episodio de fiebre reumática, aproximadamente 10 años después, por lo que las manifestaciones clínicas suelen presentarse entre la tercera y cuarta décadas de vida.<sup>11</sup>

Los síntomas de la estenosis mitral son secundarios a la hipertensión de la aurícula izquierda y lo que esto pueda desencadenar. Se puede presentar disnea y angina, asociadas a congestión pulmonar; edema pulmonar agudo; hemoptisis e insuficiencia cardíaca derecha.

La insuficiencia mitral habitualmente se diagnostica mediante el examen físico por presencia de un soplo característico. En casos más complejos, un electrocardiograma y una radiografía de tórax pueden mostrar la dilatación del ventrículo izquierdo. El examen que proporciona mayor información es el ecocardiograma, siendo el método de diagnóstico por excelencia. Es una técnica de obtención de imágenes mediante ultrasonidos que permite visualizar la válvula defectuosa y determinar la gravedad del problema. Confirma el diagnóstico con gran sensibilidad; da una buena imagen de la válvula y del aparato subvalvular, estima el área valvular y su gradiente y tiene muy buena correlación con los hallazgos del sondeo cardíaco.

El tratamiento de esta enfermedad depende principalmente del grado de estenosis del paciente y sus síntomas.

En todos los pacientes se debe prevenir la endocarditis infecciosa y la fiebre reumática.<sup>11</sup>

Los pacientes asintomáticos con un área mitral mayor a 1.4 cm<sup>2</sup> deben manejarse con medidas generales: Evitar esfuerzos competitivos, limitar la ingesta de sal, uso de diuréticos, tratamiento enérgico de las complicaciones infecciosas y de las arritmias, etc. En casos de fibrilación auricular, debe usarse tratamiento anticoagulante y digitálicos.

La valvulotomía mitral quirúrgica está indicada en pacientes, generalmente jóvenes, con Estenosis Mitral pura, cuyo orificio efectivo sea menor de 1,3 cm<sup>2</sup> que presenten síntomas o hipertensión pulmonar y una válvula relativamente bien conservada, sin gran calcificación, engrosamiento valvular o fusión de los velos. La valvuloplastia percutánea con balón es una buena alternativa a la valvulotomía mitral en ausencia de trombos en la aurícula izquierda.

Esta técnica consiste en la introducción de 1 o 2 catéteres con balones inflables al orificio mitral, mediante cateterismo de la aurícula derecha y perforación del septum interauricular. Estos balones al ser inflados, producen una fractura de eventuales nódulos cálcicos obteniendo un aumento significativo del área mitral.<sup>11</sup>

La sustitución valvular está indicada en pacientes con EM severa sintomática, con insuficiencia mitral asociada a desestructuración grave de la válvula y, en caso que la clase funcional sea buena, siempre que exista

hipertensión pulmonar, insuficiencia cardíaca derecha secundaria a la valvulopatía o antecedentes embólicos de repetición pese a anticoagulación oral permanente.

**IV.1.2.1.2 Insuficiencia Mitral.** La insuficiencia valvular mitral es la incapacidad de la válvula mitral para prevenir la regurgitación de sangre desde el ventrículo izquierdo hacia la aurícula izquierda durante la sístole, lo que puede deberse a una alteración funcional o anatómica del aparato valvular mitral.<sup>12</sup>

La insuficiencia mitral es multietiológica a diferencia de la Estenosis Mitral y es más frecuente en pacientes varones. En un tercio de los pacientes se debe a una cardiopatía reumática crónica. Entre las causas no reumáticas se cuentan la IM congénita, la rotura de las cuerdas tendinosas o perforación valvular en una endocarditis, la rotura o disfunción de un músculo papilar en un infarto, la dilatación del anillo secundaria a dilatación del ventrículo izquierdo y el prolapso valvular mitral.

Además puede tener una instalación aguda o crónica. En el caso de la insuficiencia mitral aguda, existe un reflujo de sangre hacia la aurícula izquierda la cual no está adaptada para recibir volumen, por lo tanto se producirá un aumento de la presión hacia los capilares pulmonares, produciendo edema pulmonar, además de hipertensión pulmonar y, esta última,

repercutirá sobre el ventrículo y aurícula derecha. En estas condiciones, el débito sistólico está deprimido.

En la insuficiencia mitral crónica, el reflujo produce una dilatación paulatina y progresiva de la aurícula derecha, la cual “amortigua” los cambios de presión debido a su gran distensibilidad. Estas insuficiencias, no determinan aumentos importantes en la presión de los capilares pulmonares ni en la arteria pulmonar.

En ambas insuficiencias, el reflujo hacia la aurícula izquierda hace que el ventrículo izquierdo esté sometido a una sobrecarga de volumen lo cual se expresará con una dilatación e hipertrofia excéntrica.

El principal síntoma de la insuficiencia mitral crónica es la fatiga rápida, o cansancio frente a los esfuerzos. En la insuficiencia mitral aguda, son comunes, la hipertensión y edema pulmonar, disnea y arritmias.

El tratamiento para esta patología se basa en técnicas quirúrgicas, ya sea de reparación valvular o de recambio valvular.

En ambas, la vía de abordaje es la esternotomía media. El pericardio es incidido longitudinalmente hacia la derecha su línea media, fijando sus bordes solo del lado derecho a la piel bajo tensión, basculando el corazón y facilitando así la exposición del aparato valvular mitral. Se utiliza una máquina de circulación extracorpórea para suplir el bombeo de sangre durante la intervención.<sup>12</sup>

Si la cirugía es de reparación producto de la rotura de cuerdas tendíneas, es posible efectuar una reparación con preservación de la integridad del aparato valvular mitral. Cuando la lesión afecta al velo posterior, esta es fácilmente

reparable efectuando una sutura de los velos con material fino y de alta resistencia. Si la lesión afecta al velo anterior, se efectúa una transferencia de cuerdas desde el velo posterior hacia el anterior.

En lesiones del músculo papilar producto de un infarto miocárdico, se puede suturar la cabeza del músculo afectado a la porción del músculo adyacente o a la pared ventricular subyacente.

En el remplazo valvular mitral se utilizará una válvula mecánica o biológica, y esta dependerá de la edad del paciente, prefiriéndose prótesis mecánicas en pacientes menores a 70 años ya que tienen una duración más prolongada. Se debe realizar el remplazo con conservación de las cuerdas tendíneas del velo posterior e idealmente parte de las del velo anterior con el fin de mantener la geometría de la cavidad. Este remplazo valvular se efectuará en casos donde no sea posible realizar una reconstrucción del aparato mitral.<sup>12</sup>

#### **IV.1.2.1.3 Insuficiencia Aortica.**

La insuficiencia aortica (IA), se entiende como el reflujo de la sangre desde la aorta hacia el ventrículo izquierdo durante la diástole. El mecanismo puede ser variable, e ir desde una dilatación severa de la aorta, con velos indemnes, hasta una alteración de los velos propiamente tales por distintas patologías. Es más frecuente en hombres y, generalmente, en pacientes mujeres que presentan IA, existe valvulopatía mitral asociada.

Al igual que la insuficiencia mitral, la insuficiencia aortica se puede clasificar en aguda, la cual es generalmente grave, o crónica, cuya gravedad dependerá del volumen regurgitante y de la respuesta del ventrículo izquierdo.

Esta es una patología de etiologías variables. En la IA aguda, lo más frecuente es la endocarditis infecciosa, seguida de disección aortica. En el caso de la IA crónica la causa más frecuente es la enfermedad reumática.

En los pacientes con IA se produce un paso diastólico de sangre en sentido retrógrado desde la aorta hacia el ventrículo ocasionando un descenso de la presión diastólica aórtica y un aumento del volumen diastólico del ventrículo y una sobrecarga de volumen. En la IA crónica el ventrículo es capaz de responder ante la sobrecarga de volumen dilatándose, de manera que puede alojar un mayor volumen de sangre sin aumento importante de la presión. Mientras la contractilidad miocárdica es adecuada, el gasto se mantiene, y la fracción de eyección permanece normal (60%). Cuando el ventrículo se encuentra muy dilatado desciende su distensibilidad, aumenta la presión diastólica y se reduce la contractilidad, disminuyendo la fracción de eyección el volumen sistólico anterógrado y el gasto cardíaco. El deterioro de la función ventricular a menudo precede a la aparición de los síntomas. En estadios avanzados puede haber una importante elevación de la presión de la aurícula izquierda, de la PCP, de la presión arterial pulmonar, de la presión del ventrículo derecho y una disminución del gasto cardíaco en reposo.<sup>11</sup>

Frecuentemente la IA se manifiesta con sensación de palpitaciones, presencia de angina, además se describe mareo postural cuando la presión diastólica se encuentra muy disminuida. En fases avanzadas se produce limitación de la reserva cardiaca, evidenciado por disnea de esfuerzo. Si la IA es crónica, los pacientes pueden permanecer asintomáticos por 10 a 20 años después que se establezca la enfermedad.

La terapia médica para la insuficiencia aórtica crónica incluye el uso de vasodilatadores. El objetivo del uso de estos agentes farmacológicos es reducir la postcarga para, en lo posible, salvaguardar el ventrículo izquierdo. La fracción regurgitante puede que no cambie significativamente, debido a que el gradiente entre las presiones aórtica y ventricular es usualmente bajo en el inicio del tratamiento. El uso de estos vasodilatadores sólo se indica en pacientes quienes, además de la IA, cursan con hipertensión.

La opción quirúrgica de preferencia es el reemplazo de la válvula aórtica. Es una operación a corazón abierto, requiriendo que el individuo sea puesto en un bypass cardiopulmonar. De no haber contraindicaciones absolutas, todos aquellos con IA aguda severa, deberían ser intervenidos quirúrgicamente. En el futuro, se espera que sea factible el reemplazo de la válvula aórtica por vía percutánea.

#### **IV.1.2.1.4 Estenosis Aortica.**

La estenosis valvular aórtica es la valvulopatía más frecuente y es predominante en varones. Además es la forma más habitual de obstrucción de salida del ventrículo izquierdo.

Como definición, la estenosis aortica es la obstrucción o dificultad para el vaciamiento normal de la sangre desde el ventrículo izquierdo a la aorta. Las etiologías más frecuentes son: Congénita, reumática y degenerativa (fibrocálcica). Además, la obstrucción se puede presentar en tres niveles:

- 1. Supravalvular:** de origen congénito.
- 2. Subvalvular:** en la miocardiopatía hipertrófica o en la estenosis aórtica subvalvular congénita aislada.
- 3. Valvular:** es la forma más frecuente. La estenosis aórtica congénita se debe a la presencia de una válvula ya anormal desde el nacimiento, pero que no tiene por qué ser estenótica inicialmente, sino que con los años se engruesa y calcifica precozmente estrechando el orificio aórtico. La EA calcificada idiopática o senil degenerativa es la forma más frecuente en los ancianos.

En general, el proceso de engrosamiento y fibrosis de los velos, con reducción de su apertura durante el sístole, es un proceso lento, de años de evolución, que impone al ventrículo un aumento creciente de la resistencia a su vaciamiento ("post-carga"), sin aumentos del volumen de eyección, lo que desencadena una hipertrofia que inicialmente no tiene dilatación de la cavidad: hipertrofia concéntrica.

El área normal de la válvula aórtica es de 2,5 a 3,6 cm<sup>2</sup>. No se produce un gradiente significativo hasta que el área se reduce a la mitad. Se habla de EA grave cuando la superficie valvular es inferior a 0,5 cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> de superficie corporal.

La hipertrofia ventricular origina una disminución de la distensibilidad, por lo que la entrada en fibrilación auricular determina un deterioro hemodinámico importante. El paciente con EA puede vivir asintomático largo tiempo incluso durante el ejercicio.

En fases finales se produce fracaso y dilatación del ventrículo izquierdo con caída del volumen sistólico y del gasto cardíaco.

Suele existir un largo periodo de latencia antes de la aparición de los síntomas, durante el cual la estenosis va progresando. Los síntomas principales son la angina, el síncope y la disnea de esfuerzo. La angina es el síntoma más frecuente. El síncope suele ser de esfuerzo y ortostático. La disnea de esfuerzo por insuficiencia cardíaca izquierda es el síntoma de peor pronóstico. La disnea paroxística nocturna, la ortopnea y el edema pulmonar, así como los síntomas debidos a bajo gasto cardíaco (cianosis, debilidad, fatigabilidad), no aparecen hasta fases avanzadas de la enfermedad. La más grave manifestación de la EA es la muerte súbita, que aparece en un 10 a 20% de los casos, la mayoría de las veces en individuos previamente sintomáticos, pero en el 3 a 4% puede ser la primera manifestación de la enfermedad.<sup>13</sup>

El tratamiento de la estenosis aortica consiste en el alivio de la sobrecarga mecánica impuesta al ventrículo izquierdo por medio del recambio valvular o valvuloplastía.

En los pacientes con Estenosis aortica leve o moderada se indica control periódico con electrocardiograma y ecocardiograma.

En los pacientes con estenosis aórtica significativa sintomática, está indicada la cirugía de reemplazo valvular. En algunos pacientes poco sintomáticos puede plantearse la cirugía cuando el gradiente transvalvular es muy importante (gradiente medio  $> 64$  mmHg) en particular si el paciente no quiere cumplir con las limitaciones de la actividad física o tiene limitaciones para realizar controles médicos periódicos.

#### **IV.1.2.1.5 Cirugía de reemplazo valvular aórtico.**

La cirugía de reemplazo valvular aórtico consiste en la colocación de una prótesis, mecánica o biológica, en reemplazo de la válvula afectada. El tipo de prótesis dependerá principalmente de la edad del paciente.

La vía de acceso al corazón es la esternotomía media vertical. Además, se utiliza la circulación extracorpórea, conectando una cánula en la aorta ascendente, para el retorno arterial y la canulación de ambas venas cavas para el retorno venoso. Se induce a hipotermia sistémica entre  $25^{\circ}$  a  $30^{\circ}$  más la inyección de solución cardiopléjica a  $4^{\circ}\text{C}$  en las arterias coronarias. Con esto, se evita el daño de las células miocárdicas. Para acceder a la válvula aortica se

recomienda una incisión oblicua desde el seno no coronario hacia la cara anterior y lateral izquierda de la aorta en una extensión prácticamente 2/3 del diámetro total de la aorta. Retraídos los bordes de la aorta se explora la válvula y, confirmando la necesidad de remplazo, por la existencia de calcificación y deformación, se procede a researla. Se introduce la prótesis y se sutura en el anillo valvular. Una vez suturada la prótesis, se comprueba su adecuado funcionamiento y que no exista obstrucción por el tejido remanente. Luego del aseo de la cavidad aortica y ventricular, se procede al cierre de la aorta y posteriormente se reinicia la perfusión cardiaca. Comúnmente el corazón late espontáneamente, y si fibrila, se debe cardioverter con un golpe eléctrico.

Antes de cerrar el tórax, se dejan cables de marcapaso epicardicos transitorios en la aurícula derecha y el ventrículo derecho para estimulación secuencial, si llegara a ser necesario. Se deja un tubo de drenaje en la cavidad pericardíaca y otro en el mediastino. Posteriormente se cierra el esternón.<sup>14</sup>

## **IV.2 Anestesia.**

Todos los pacientes sometidos a cirugías torácicas deben ser analizados previamente a esta, para descartar posibles complicaciones, tanto antes como después de la cirugía, siendo las principales: el sitio de incisión, enfermedad obstructiva pulmonar, tiempo prolongado de anestesia, tabaquismo, tos y obesidad.<sup>15</sup>

Las complicaciones que se generan por el efecto de la anestesia, afectan principalmente al sistema respiratorio deprimiéndolo y generando problemas postquirúrgicos, debido a esto es muy importante conocer los distintos tipos de anestesia y sus mecanismos de acción, para así disminuir las posibles complicaciones pueda generar.<sup>16</sup>

### **IV.2.1 Definición.**

La anestesia es un acto médico controlado en el que usan fármacos para bloquear la sensibilidad táctil y dolorosa de un paciente, sea en todo o parte de su cuerpo, ya sea con o sin compromiso de conciencia, además de amnesia.

Existen principalmente tres tipos de anestesia:

- Anestesia local: Donde sólo se elimina la sensibilidad dolorosa de una pequeña zona del cuerpo, generalmente la piel.
- Anestesia locoregional: Se elimina la sensibilidad de una región o de uno varios miembros del cuerpo. Esta puede ser:
  - Troncular Actuando a nivel de un nervio o plexo nervioso.

- Neuroaxial: actúa bloqueando el impulso doloroso a nivel de la médula espinal, y a su vez puede ser:
  - Epidural o peridural: el anestésico se introduce en las proximidades de la médula, en el espacio epidural, sin perforar la duramadre. Tiene una instauración menos rápida que la intratecal, por lo tanto, los cambios hemodinámicos debidos al bloqueo simpático se instauran, también, más lentamente.
  - Intratecal o intradural: se perfora la duramadre y la aracnoides, y se introduce el anestésico en el espacio subaracnoideo, mezclándose con el líquido cefalorraquídeo.
  - Regional intravenosa o bloqueo de Bier: mediante una compresión, se vacía de sangre un miembro y se ocluye con un torniquete, rellenándolo posteriormente con una solución de anestésico local inyectada por vía venosa; así se produce la anestesia de ese miembro sin que el anestésico local llegue a la circulación general, gracias al torniquete.
  - Anestesia general: Se produce un estado de inconsciencia mediante la administración de fármacos hipnóticos por vía intravenosa (Anestesia total intravenosa), inhalatoria (Anestesia total inhalada) o por ambas a la vez (balanceada). Actualmente se realiza combinación de varias técnicas, en lo que se llama anestesia multimodal. Los componentes fundamentales que se deben garantizar durante una anestesia general son: hipnosis, analgesia, amnesia, control autonómico y relajación muscular.<sup>17</sup>

La anestesia general persigue varios objetivos:

- Analgesia o abolición del dolor, para lo cual se emplean fármacos analgésicos.
- Protección del organismo a reacciones adversas causadas por el dolor, como la reacción vagal; para ello, se emplean fármacos anticolinérgicos como la atropina y otros.
- Pérdida de conciencia mediante fármacos hipnóticos o inductores del sueño, que duermen al paciente, evitan la angustia y suelen producir cierto grado de amnesia;
- Relajación muscular mediante fármacos relajantes musculares, derivados del curare para producir la inmovilidad del paciente, reducir la resistencia de las cavidades abiertas por la cirugía y permitir la ventilación mecánica artificial mediante aparatos respiradores que aseguran la oxigenación y la administración de anestésicos volátiles en la mezcla gaseosa respirada.<sup>17</sup>

#### **IV.2.2 Efectos de la anestesia general sobre el sistema respiratorio.**

Los efectos de la anestesia en el sistema respiratorio, en general se derivan de la acción depresora sobre el sistema nervioso central y el uso de agentes bloqueadores neuromusculares.

Los principales efectos sobre el sistema respiratorio relatan pérdida de la protección de la vía aérea, principalmente al producir una disminución de los reflejos en la vía aérea, como la tos y el cierre glótico, frente a la presencia de

cuerpos extraños, saliva, vómito u otro. Este reflejo esta mediado por la inervación del árbol traqueobronquial por el SNA, el cual al ser sometido a anestesia, disminuye su actividad. Es por ello, que en los pacientes que se someten a anestesia general, la vía aérea debe ser manejada, debiendo ser intubados.

Además, el uso de agentes intravenosos y/o inhalatorios causan una depresión del centro de control respiratorio, por lo tanto disminuye la respuesta ventilatoria frente a una disminución de la presión de oxígeno, caída del pH y aumento de la presión de CO<sub>2</sub>. Esto lleva la mayoría de las veces a una disminución en la ventilación, hipoxia e hipercapnia, la mayoría de las veces poniéndolos en riesgo vital.<sup>18</sup>

Así los pacientes sometidos a anestesia general deben ser apoyados parcial o totalmente en la ventilación.

La disminución de la capacidad residual funcional tiene que ver con el ascenso diafragmático que ocurre durante la cirugía es provocada por los siguientes factores:

- Posición supina
- Inducción de la anestesia
- Parálisis
- Anestesia superficial y espiración forzada
- Aumento de la resistencia de la vía aérea
- Administración excesiva de fluidos
- Disminución de la remoción de secreciones.

Al disminuir los volúmenes pulmonares durante la anestesia, existirán zonas con baja ventilación y, por lo tanto, aumentará el riesgo que se produzcan atelectasias en pacientes sometidos a cirugías con anestesia general.<sup>18</sup>

### **IV.3. Dolor.**

El dolor puede describirse como una sensación subjetiva, con distintas interpretaciones o dimensiones en cuanto a cómo se percibe, cuáles son sus características o cualidades. No es posible dar una definición exacta, precisa y real del dolor. La Asociación Internacional para el Estudio del Dolor (IASP-1979) establece como válida la siguiente definición: *“El dolor es una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada a lesiones reales o potenciales de los tejidos, o descrita en términos de los daños producidos por tales lesiones”*.<sup>19</sup>

#### **IV.3.1 Dolor agudo.**

Es una compleja gama de sensaciones que son seguidas de algún daño tisular, lesión o enfermedad, que tiene evidencia de actividad nociceptiva, esta actividad es captada o percibida por el sistema nervioso, es de corta duración, representa una señal biológica de una lesión y se acompaña de ansiedad y signos autonómicos como sudación, palidez, midriasis, taquipnea, taquicardia, etc. Sin embargo, algunos tipos de dolor agudo pueden persistir por la falta de tratamiento eficaz, y llegar a transformarse en dolor crónico.

El dolor agudo se asocia a respuestas autonómicas, psicológicas y conductuales, en conjunto provocado por estímulos nocivos a nivel de la piel, estructuras somáticas superficiales y profundas o viscerales, disfunción muscular o visceral. Si fisiopatología es en general bien comprendida: hay una

injurias tisulares, activación de nociceptores, a una serie de cascadas de eventos relacionados a la liberación de neuromedadores algógenos y proinflamatorios, el disparo de mecanismos homeostáticos endógenos antinociceptivos y conducción de la información a través de vías neurales hacia centros nerviosos superiores. En definitiva, constituye los procesos de percepción, transducción, transmisión, modulación periférica y medular y procesamiento central.<sup>19</sup>

### **IV.3.2 Clasificaciones de dolor:**

#### **IV.3.2.1 Clasificación topográfica del dolor.**

El dolor puede clasificarse según la zona o el sitio en el cual se presenta el dolor y si este dolor se propaga o se localiza en la zona en la que se percibe o se manifiesta o hasta donde se puede irradiar.

**Dolor localizado:** está confinado al sitio de origen. La localización del dolor guarda relación con su origen (cutáneo, somático, visceral); el dolor cutáneo es siempre un dolor localizado.

**Dolor irradiado:** se transmite a lo largo de un nervio, extendiéndose a partir del sitio de origen. El dolor de origen somático (el que se origina en hueso, nervios y músculos) y algunos dolores de origen visceral pueden irradiarse. Por ejemplo, el dolor de un espasmo muscular, que es somático, suele extenderse gradualmente a partir del punto de origen; lo mismo ocurre con el dolor del nervio ciático (conocido como “ciática”), que suele irradiarse a la pierna.

**Dolor referido:** se siente en una parte del cuerpo distante a la del sitio de origen, y es característico de algunos dolores de origen visceral. Se diferencia del irradiado en que este último se extiende a lo largo de un trayecto nervioso, mientras que el dolor referido se percibe en una zona distante de su lugar de origen. Ejemplos típicos son el dolor que se siente en los brazos o en el cuello cuando se produce un infarto de miocardio, o el dolor referido al hombro que acompaña a la inflamación de la vesícula biliar.

#### **IV.3.2.2 Clasificación del dolor según el origen:**

Fundamentalmente según el origen existen dos tipos de dolor, el dolor somático y el visceral. A modo general podemos decir que el dolor somático puede ser superficial o profundo, el dolor superficial que incluye estructuras superficiales de la piel y tejido subcutáneo, en tanto el dolor profundo incluye huesos, nervios, músculos y tejidos de sostén de estas estructuras, por otra parte el dolor visceral refiere a los órganos internos y vísceras de nuestro organismo.

**Dolor somático superficial o cutáneo:** tiene como lugar de origen o podemos decir que nace en la piel y sus estímulos principales son el calor o frío intensos, el corte, estiramiento excesivo, la inflamación. El dolor es vivo, bien localizado y da origen a reacciones consistentes en aumento de actividad muscular (lucha o evasión) y descarga del sistema simpático.

**Dolor somático profundo:** se origina o nace en los músculos, aponeurosis, tendones, articulaciones, periostio; sus estímulos son semejantes a los del dolor somático superficial, incluyendo la inflamación y además la isquemia muscular. Es un dolor sordo, pero bastante bien localizado, que da nacimiento a reacciones consistentes en quietud, acompañada de contracturas musculares que fijan la región dolorosa, y manifestaciones viscerales como bradicardia acompañada de sudores.

**Dolor visceral:** tiene origen en los órganos internos y sus estímulos son distintos a los del dolor superficial, siendo los principales la distensión o dilatación brusca, el espasmo o contracción del músculo liso, en particular si existe isquemia, la que puede ser provocada por el mismo espasmo por compresión vascular y los irritantes químicos, especialmente en el caso de la inflamación. El dolor es sordo, vago, sin localización precisa y se acompaña de reacciones de quietud, con contractura muscular de inmovilización, bradicardia, hipotensión arterial, sudoración, náuseas y aún vómitos.<sup>20</sup>

| <b>DOLOR</b>                          | <b><u>Somático</u></b>  | <b><u>Visceral</u></b>   |
|---------------------------------------|---|--|
| <b>TIPOS</b>                          | <i>Superficial</i> (cutáneo- mucoso)<br><i>Profundo</i> (osteo-articulo-<br>muscular)         | <i>Visceral localizado</i><br><i>Visceral referido</i><br><i>Parietal localizado</i><br><i>Parietal referido</i> |
| <b>LOCALIZACIÓN</b>                   | Bien localizado   | Pobremente localizado  |
| <b>IRRADIACIÓN</b>                    | Puede seguir la distribución de un nervio somático.   | Difusa   |
| <b>CARÁCTER</b>                       | Brusco y definido.  | Vago, tipo cólico o continuo, a veces sordo.   |
| <b>RELACIÓN CON EL ESTÍMULO</b>       | Duele el sitio injuriado, en la localización del estímulo.                                    | Puede doler un área alejada, siendo referido.  |
| <b>PERIORIZIDAD</b>                   | Generalmente constante.<br>En ocasiones, periódico.   | Generalmente periódico.<br>En ocasiones, constante.  |
| <b>SÍNTOMAS AUTONÓMICOS ASOCIADOS</b> | Estímulo simpático. En caso del Dolor Somático Profundo, puede asociarse algún síntoma vagal. | Estímulo vagal.  |

Tabla N 1. *Clasificación del dolor.*

#### **IV.3.3 Dolor postoperatorio.**

Se define como un dolor agudo que se manifiesta luego de que el paciente termina la intervención quirúrgica. El dolor postoperatorio va a depender de múltiples factores que afectaran la intensidad o la duración de este, la personalidad del paciente, experiencias previas, aspectos culturales, étnicos y genéticos, estado anímico, la relación del médico con el paciente y las expectativas sobre el proceso quirúrgico pueden influir en como el paciente reacciona frente al dolor o lo predispuesto que esta a sufrir episodios de dolor por experiencias anteriores, el dolor posquirúrgico también se puede ver afectado por la posición en las que está el paciente durante la cirugía y luego de

esta, las técnicas quirúrgicas y las indicaciones médicas postoperatorias. La anestesia juega un rol fundamental en esta etapa, ya que la técnica anestésica o la aplicación de esta dentro del quirófano, antes o después influirá de manera directa en la sensación de dolor del paciente.

La localización de la zona que donde se realiza la incisión o la herida quirúrgica también es un aspecto muy importante a tener en cuenta al momento de referirnos al dolor luego de la cirugía, ya que la posterior movilización del paciente luego de la cirugía aumentara el dolor en mayor o menor cantidad dependiendo de la zona anatómica en la que se encuentre el procedimiento quirúrgico, dejando en claro que la cirugía de tórax o de articulaciones grandes son mucho más dolorosas que las cirugías abdominales, porque se altera el patrón respiratorio, por poner un ejemplo, generando complicaciones posquirúrgicas, viéndose afectados principalmente los sistemas respiratorios, cardiacos, endocrinos, digestivos y la parte psicológica del paciente, lo que nos puede llevar a una recuperación más lenta y un malestar general en el paciente.<sup>21</sup>

### **IV.3.4 Complicaciones Postquirúrgicas.**

#### **IV.3.4.1 Complicaciones Respiratorias.**

La función respiratoria es una de las funciones que se ve más afectada y de manera inmediata luego de un procedimiento quirúrgico con una incidencia entre el 5 y el 25% cuando la zona torácica, hoy se estima que las complicaciones respiratorias son causa del 25% de las muertes postquirúrgicas, esto se justifica mediante la presencia de cambios radiológicos que dejan en claro la presencia de atelectasias, neumonía, derrame pleural o neumotórax, también se manifiestan cambios físicos como tos, taquipnea, expectoración, fiebre y cianosis, las cuales se manifiestan generalmente después de una cirugía cardiaca.

El dolor postoperatorio es uno de los grandes responsables junto con la anestesia de este deterioro o disminución de la función respiratoria, mezclados con otros factores como son la edad, el tabaquismo, el estado nutricional.<sup>21</sup>

#### **IV.3.4.2 Complicaciones cardiacas.**

Las complicaciones cardiovasculares son una de las causas más importantes de mortalidad postoperatoria generando cerca del 23% de las muertes en el postquirúrgico. Estas son producidas por la liberación de catecolaminas por la hiperactividad simpática por el dolor existente luego de la cirugía, lo cual lleva a un aumento de la frecuencia cardiaca y de la resistencia

vascular periférica, lo cual nos lleva a un aumento de la presión arterial media y un mayor consumo de oxígeno por parte del miocardio, lo cual puede causar problemas en un paciente sano y complicaciones graves en un paciente con patologías, lo cual puede llevar a un paciente de esta condición a una descompensación aguda, propiciando un infarto o una falla cardiaca en el postquirúrgico inmediato, debido a que este es el periodo donde el dolor tiene su manifestación más aguda y suele alcanzar una mayor intensidad. La disminución del flujo sanguíneo a consecuencia de la hiperactividad simpática, interfiere en la correcta cicatrización, los trastornos vasculares periféricos secundarios y la inmovilidad del paciente llevan al paciente a una mala circulación, lo cual propicia la formación de trombos y el posterior riesgo de la formación de una trombosis venosa profunda, que puede tener llevar a la muerte del paciente, por lo que es importante la realización de terapia kinésica.<sup>21</sup>

#### **IV.3.4.3. Complicaciones endocrinas metabólicas.**

El procedimiento quirúrgico en sí y todo lo que este implica genera una respuesta endocrino metabólica, siendo el dolor postoperatorio uno de los principales responsables de esta respuesta, que es consecuencia de la activación del sistema simpático y de la estimulación del eje endocrino hipotalámico-hipofisario-suprarrenal. La estimulación nociceptiva directa a través de las fibras nerviosas, así como la liberación de mediadores del dolor por los tejidos dañados en la zona de la intervención quirúrgica y la intervención de los

macrófagos, se genera la estimulación de sustancias hormonales, esta estimulación se refleja en el aumento de secreción de catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), hormonas hipofisarias anteriores y posteriores. La estimulación hipotalámica lleva a un aumento de la agregación plaquetaria y de la coagulación, que favorece la aparición de flebotrombosis y trastornos vasculares locales, esto es acompañado de un aumento de la liberación de cortisol, aldosterona y glucagón, que nos lleva a una alteración neurohumoral, la cual se traduce en una hiperglicemia, glucosuria, oliguria, retención hidrosalina, lo que estimula el sistema de la renina-angotensina, un incremento en la lipólisis, liberación de ácidos grasos, aumento de los cuerpos cetónicos, ácido láctico, aumento del consumo de oxígeno y depresión del sistema inmune, a consecuencia de todos estos cambios se produce un aumento de la frecuencia cardíaca, inotropismo y resistencia periférica, lo cual prolonga la estancia del paciente en las dependencias hospitalarias luego de la cirugía.<sup>21</sup>

#### **IV.3.4.4 Complicaciones digestivas.**

La actividad digestiva se encuentra disminuida en el postoperatorio a consecuencia de la hiperactividad simpática y los reflejos segmentarios, que son accionados por los estímulos nociceptivos y la inactividad del paciente en el postquirúrgico inmediato, por lo tanto, las complicaciones digestivas vienen determinadas directamente por el descenso de la actividad digestiva, llevando a distensión abdominal, náuseas, vómitos, íleo paralítico, provocando una mala digestión de los alimentos consumidos o la intolerancia a estos, todo esto también a consecuencia del aumento del tono de los esfínteres y de las

secreciones intestinales, con una inhibición y disminución de la motilidad gastrointestinal a nivel del estómago y el colon.

Las complicaciones digestivas a su vez, generan problemas con el tratamiento analgésico postoperatorio, ya que si este se trata con opioides, el sistema digestivo se deprime aun más generando nauseas y vómitos.

Por ello aquí es de gran importancia el tratamiento con el TENS, ya que ayuda a la disminución del dolor sin afectar o aumentar los problemas generados en el sistema digestivo por los otros anestésico o analgésicos y utilizados para la disminución del dolor, ya que no se aplica de vía oral o alguna vía que afecte directamente el sistema digestivo.<sup>21</sup>

#### **IV.3.4.5 Complicaciones Psicológicas.**

La percepción del dolor y las reacciones psicológicas frente al dolor quedan en evidencia en cambios de personalidad al ingreso hospitalario del paciente, lo cual influye en los estados de ánimo, adhesión, el temor a enfrentar un procedimiento quirúrgico y sentir dolor luego de que se realice este. Las complicaciones psicológicas pueden comprenderse de manera más clara como una experiencia fundamentalmente emocional que se diferencia de una sensación física. Estos factores emocionales, cognitivos y motivacionales a los cuales se ve expuesto el paciente son controlados por el sistema nervioso central, por ello que se entienden como mecanismos psicológicos y no físicos.

Las reacciones psicológicas que manifiestan los pacientes ante el dolor, se ven manifestadas en emociones como la angustia, el miedo, la depresión y la ansiedad, generándose de cierto modo un círculo vicioso, donde el paciente

pasa de un estado anímico al otro generando periodos de ansiedad, que lleva a las personas a periodos de estrés, lo cual aumenta el dolor, generando rechazo a familiares, tratamiento y personal médico, incluso llegando a situaciones de agresividad y agitación, sobre todo en pacientes más jóvenes.

Todas estas complicaciones dificultan la recuperación de los pacientes aumentando el tiempo de hospitalización y la sensación de dolor, por lo cual es de gran importancia el apoyo psicológico y una buena educación al paciente antes de cualquier procedimiento quirúrgico en el cual se le expliquen los riesgos y beneficios de el procedimiento que se le realizara, se le enseñe las técnicas y el tratamiento kinésico que se le realizara luego de la cirugía para una mejor adhesión del paciente a este y la pronta y mejor recuperación de este y la pronta vuelta sus actividades de la vida diaria.<sup>21</sup>

## **IV.4. Electroestimulación Neural Transcutánea (TENS).**

### **IV.4.1 Definición.**

El término T.E.N.S proviene de las iniciales del término en inglés “Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation”, es decir “Estimulación Eléctrica Transcutánea de los Nervios”. Consiste en la aplicación de electrodos sobre la piel con el objetivo de estimular las fibras nerviosas gruesas A-alfa mielínicas de conducción rápida; esta activación desencadena, a nivel central, la puesta en marcha de los sistemas analgésicos descendentes de carácter inhibitorio sobre la transmisión nociceptiva vehiculizada por las fibras amielínicas de pequeño calibre, obteniéndose de esta forma, una reducción del dolor.

En otras palabras se trata de realizar una estimulación sensitiva “diferencial” por vía transcutánea, de fibras propioceptivas táctiles a gran velocidad de conducción con la mínima respuesta de las fibras nociceptivas de conducción lenta y de las fibras motoras eferentes.

El desarrollo del TENS está basado directamente en el trabajo innovador de Melzack y Wall (1965) acerca de la teoría de la compuerta y su modulación para el dolor. Investigaciones acerca de los cambios patológicos que ocurrían en los nervios después de lesiones llevaron a la justificación científica de la aplicación de impulsos eléctricos a los nervios dañados para modificar sus respuestas anormales.

El TENS es una corriente de baja frecuencia si se compara con el espectro de frecuencias eléctricas disponibles para usos terapéuticos. En la

mayoría de los casos el TENS funciona mediante una corriente alterna, caracterizada por una duración e intervalo de fases ajustables, así que también puede variar la frecuencia. La duración de fase suele ser muy breve, variando entre los 10 y 250  $\mu\text{seg}$ .<sup>22, 23</sup>

#### **IV.4.2 Bases Teóricas.**

Todas las fibras nerviosas aferentes poseen la capacidad de influir en la actividad de otras similares, por medio de un proceso de inhibición presináptica mutua. Melzack y Wall observaron una compuerta para controlar impulsos sensoriales en el asta dorsal de la medula espinal, dicha compuerta se abría por actividad de las fibras aferentes nociceptivas finas, que facilitan la transmisión nociceptiva y era cerrada por la actividad de fibras mecano receptoras no nocivas gruesas, con lo que disminuía la transmisión de impulsos nociceptivos.

Si se aplican estímulos eléctricos graduados en un nervio mixto, las primeras fibras en activarse serán las de diámetro grande. De esta manera, es bastante fácil inducir una andanada importante pero no de impulsos dolorosos y con un pequeño generador de corriente.<sup>24</sup>

Al aplicar TENS se aplica una corriente eléctrica a las terminaciones nerviosas de la piel, que viaja hacia el cerebro a lo largo de las fibras nerviosas selectivas. Es decir, fibras A (gruesas) o puertas de la localización espacial propioceptivas.

Siguiendo la teoría del dolor de Melzack y Wall, estas fibras deben pasar a través de un segmento de la médula espinal, la sustancia gelatinosa que contiene células especializadas implicadas en la transmisión nerviosa. Estas células T también sirven como uniones de transmisión para aquellas fibras que llevan la sensación del dolor hacia el tálamo o “el centro del dolor” del cerebro.

Las fibras C (delgadas) ofrecen una velocidad de transmisión que es considerablemente más lenta que las fibras A. De este modo, la señal a lo largo de las fibras A normalmente alcanza el cerebro antes que la transmisión por las fibras C. Ambas fibras y sus transmisiones respectivas deben pasar a través de las mismas células T en la médula espinal, con una preponderancia de la llegada de las fibras A debido al mayor número presente en el sistema y a la velocidad rápida de transmisión.

Si consideramos la célula T como una puerta a través de la cual deben pasar estas señales, es lógico pensar que una sobrecarga de transmisión por las fibras A pueda bloquear la llegada de la transmisión por las fibras C lentas que llevan al cerebro la señal de dolor. De esta forma, una señal de dolor podría bloquearse de forma eficaz mediante el mecanismo de la compuerta en el interior de la célula T. El dolor, por lo tanto, disminuiría y/o se bloquearía enteramente en el paciente.

Para producir el efecto de la compuerta, debemos incrementar la transmisión por las fibras A sin aumentar la transmisión por las fibras C. los investigadores han demostrado que las fibras A responden en mayor grado que las otras fibras a la llegada fásica, es decir, las formas de onda que no se sienten en el organismo como continuas, y que generalmente contienen múltiples fases de modo positivo/ negativo.

Por el contrario, las fibras C aparentemente reaccionan mejor a las formas de ondas continuas, o a las que se sienten en el organismo como continuas, como podría ser una corriente alterna de alta frecuencia debido a que al ser demasiado alta su frecuencia, el organismo no puede distinguir estímulos individuales, sintiéndola como una corriente continua.

La vía de acceso del TENS la proporcionan las fibras gruesas y mielinizadas A $\beta$ . Estas fibras de conducción rápida son altamente sencibles a la estimulación eléctrica y conducen el impulso eléctrico rápidamente hacia la médula espinal.<sup>23</sup>

La estimulación con el TENS de las fibras aferentes puede proporcionar un mecanismo para mantener la puerta cerrada antes estímulos dolorosos. Este proceso inhibitorio posiblemente modula la entrada sensorial a la médula espinal. La utilización de la TENS puede distorsionar la función del sistema nervioso bloqueando una de sus entradas. Cuanto más cerca se coloque el TENS a la zona dañada, mayor será la probabilidad de inhibir de forma apropiada los estímulos nocivos.<sup>25</sup>

Los circuitos inhibidores mediados por fibras A $\beta$  están dispuestos de forma segmental, de manera que se necesita estimulación segmental de baja intensidad. Otros circuitos inhibidores polisegmentados, mediados por las fibras aferentes A $\delta$  y C requieren estímulos de mayor intensidad, como en el dolor miofascial o los puntos gatillos para su activación.<sup>26</sup>

| Características | Categoría | Eferentes<br>Fibras<br>sensoriales<br>y motoras<br>( <i>Erlanger &amp;<br/>Gasser</i> ) | Aferentes<br>Fibras<br>sensoriales<br>( <i>Lloyd</i> ) | Diámetro<br>de la fibra<br>(micras) | Velocidad de<br>conducción<br>(m/s) |
|-----------------|-----------|---|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Mielínica       | Gruesa    | A-alfa  | I a  | 13 - 22                             | 70 - 120                            |
| Mielínica       | Gruesa    | A-alfa  | I b  | 13 - 22                             | 70 - 120                            |
| Mielínica       | Gruesa    | A-beta  | II   | 8 - 13                              | 40 - 70                             |
| Mielínica       | Gruesa    | A-gamma   |  | 4 - 8                               | 15 - 40                             |
| Mielínica       | Delgada   | A-delta   | III  | 1 - 4                               | 5 - 15                              |
| Mielínica       | Delgada   | B   |  | 1 - 3                               | 3 - 14                              |
| Amiélínica      | Delgada   | C   | IV   | 0,2 - 1                             | 0,2 - 2                             |

Tabla N° 2. Clasificación de las fibras nerviosas según sus características.

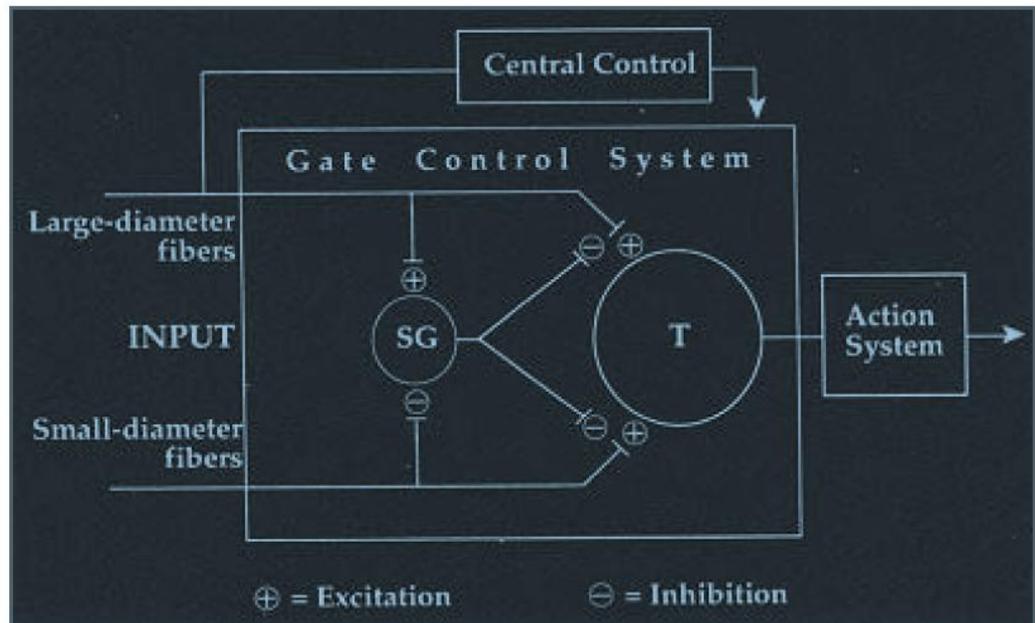


Figura N°1.

*Esquema de la publicación original de Melzack and Wall en Science. Esquema que explica la teoría de la compuerta.*

#### **IV.4.3 Mecanismos Neurofisiológicos del TENS.**

Dependiendo del nivel de acción, los mecanismos de modulación del dolor se pueden dividir en nivel periférico, medular y supramedular.

- **A nivel periférico:**

- A. Modificación del umbral del receptor**

El TENS aplicado en su modalidad convencional, modifica el umbral de percepción del receptor cutáneo. A pesar que no se conoce con certeza el mecanismo neurofisiológico, se piensa que pueda deberse a modificaciones en los potenciales de membrana

- B.-Bloqueo nervio periférico local:**

El TENS aplicado con frecuencias supramáxima, entre 250-500 Hz, favorece el bloqueo de los impulsos dolorosos a través de las fibras nerviosas periféricas.<sup>27</sup>

- C.-Bloqueo periférico antidrómico:**

Se ha observado también efecto de bloqueo por estimulación antidrómica sobre las fibras C y A  $\delta$ . En estos casos, dado el umbral del nervio o rama periférica, la estimulación debe ser de alta intensidad, con el riesgo de aumentar el dolor, si se llega al umbral de las fibras nociceptivas

- **A nivel medular:**

**A.-Bloqueo de circuitos autosostenidos de la medula espinal (ME)**

El TENS a frecuencia alta aplicado en largas sesiones y por tiempo prolongado provocaría una ruptura o bloqueo definitivo de circuitos neuronales viciosos del dolor, que se desarrollan y son autosostenidos por un pool neuronal de la ME que se autoexcitan perpetuamente.

**B.-Control espinal en la sustancia gelatinosa de Rolando (SGR)**

La teoría de Melzack y Wall o de "control de puerta de entrada", dice que las fibras aferentes tipo A, mielinizadas de mayor diámetro conducen los impulsos nerviosos provenientes de la estimulación de receptores del tacto y presión, y las fibras de tipo C, de menor diámetro y amielínicas, conducen los impulsos nociceptivos de los estímulos provocados en los receptores y terminaciones libres. Estas 2 vías convergen en interneuronas de la SGR. Cuando predominan las aferencias, en frecuencia e intensidad, por las fibras de tipo  $A\alpha$  y  $A\beta$ , de rápida conducción, los impulsos facilitan por medios de axones colaterales, a las interneuronas de las láminas II y III del asta posterior, las cuales a su vez inhiben presinápticamente a las neuronas T, por tanto se bloquea el paso de los impulsos nociceptivos hacia niveles superiores del Sistema Nervioso Central (SNC). El efecto opuesto ocurre si predomina la función a través de las fibras C y  $A\delta$ , que son de menor velocidad de conducción. El mecanismo de acción del TENS es básicamente aumentar la estimulación sobre las fibras mielinizadas. Esto provoca un bloqueo de los

impulsos dolorosos por un mecanismo de inhibición presináptica, mediado a través de encefalinas. Este efecto se produce principalmente con la aplicación de TENS, modalidad convencional (50-100 y hasta 200 Hz).

### **C.-Activación del control inhibitorio difuso medular segmentario**

Otro mecanismo que explica la modulación del dolor con el TENS comprende lo que se denomina control inhibitorio difuso nociceptivo (CIDN).<sup>28</sup>

En este caso las respuestas evocadas a través de impulsos dolorosos continuos convergen hacia las neuronas del asta dorsal de la ME, las que pueden ser suprimidas efectivamente con la estimulación cutánea intensa. Esta estimulación intensa activaría el sistema de CIDN espinal y su efecto se facilitaría por la acción de influencias supraespinales que provocan el bloqueo de los impulsos a nivel de la ME. Este bloqueo ocurre aún cuando predomine la activación de las fibras de menor diámetro y los estímulos nociceptivos no sufran variación.

- **A nivel supramedular**

#### **A.-Liberación de opiodes endógenos**

La estimulación a frecuencias sobre 250 hasta 500 Hz, logra aumentar el umbral de percepción del dolor, actuando en el neuroeje sobre los sistemas neuronales liberadores de opiodes endógenos. En estos casos los impulsos ascienden por el neuroeje y activan la alerta consiente del dolor. Ciertos axones dentro del sistema ascendente hacen sinopsis en núcleos de la formación

reticular medular (FRM), estos a su vez transmiten los impulsos a la región gris periacueductal del mesencéfalo (SGPA) que libera altas concentraciones de opiodes endógenos.

## **B.-Activación de mecanismos inhibitorios descendentes**

### **1.-Activación de la vía serotoninérgica**

Con el TENS de alta frecuencia, además de la liberación de endorfinas, se tiene otro mecanismo de modulación del dolor.

El uso del TENS con estímulos intensos y breves que activa las fibras neurales profundas, produce lo que se ha denominado “analgesia por estimulación”, y forma parte del conocido fenómeno de contrairritación. Esta modalidad de aplicación va a estimular y activar, fundamentalmente, los mecanismos inhibitorios descendentes del dolor. Anatómicamente, las áreas involucradas son el tronco encefálico, el cual recibe aferencias de todo el cuerpo y hace sinapsis con múltiples niveles espinales y corticales, luego la activación de la SGPA por intermedio de los axones eferentes, hacen sinapsis con los núcleos raphe magnus y reticulares magnocelularis) dentro de la médula oblonga. Las eferencias de estos grupos nucleares, que tiene como neurotransmisor a la serotonina, desciende a través de funículos dorsolateral de la ME para hacer sinapsis con neuronas encefalolinérgicas, que inhiben la transmisión espinal por bloqueo de la liberación de la sustancia P, un polipéptido neurotransmisor de la información nociceptiva. Esta interacción

neural es la completa el circuito de retroalimentación negativo que modula la llegada y la transmisión de los estímulos nociceptivos. La aplicación es 1ero en zonas distantes y vecinas y finalmente en los puntos de mayor sensibilidad miocutánea

## **2.-Activación de vías endorfinicas**

Con el TENS de baja frecuencia (2 Hz) se ha demostrado que se facilitan los sistemas de inhibición descendente del dolor y se ha visto que es la única modalidad que aplicada por largo tiempo produce un aumento gradual del umbral del dolor. Esta modalidad de aplicación tiene un tiempo de inducción menor y es bloqueado por naloxona, lo que nos dice que su efecto es mediado por sustancias opiodes.

## **C.-Ruptura de los circuitos reverberantes de la SGPA**

En los casos de dolor crónico, se sabe que se originan en la SGPA circuitos neuronales reverberantes, autosostenidos, aun en ausencia de los estímulos nociceptivos. El TENS, sobre todo el de alta frecuencia, o el de alta intensidad y pulsos breves, rompe esos circuitos centrales que mantienen el dolor crónico. En estos casos en TENS facilita y activa directa e indirectamente las vías de inhibición descendentes del dolor dentro de la SGPA y regiones vecinas del mesencéfalo.<sup>24</sup>

#### **D.-Liberación de otras sustancias endógenas**

La activación de la SGPA por el TENS también favorece la activación de otras sustancias endógenas, similares a la morfina y endorfinas, que actúan inhibiendo la transmisión nociceptiva. Se ha mencionado también a la dopamina, acetilcolina y otros. Los efectos inhibitorios de los sistemas descendentes, en estos casos, se logran principalmente con TENS de alta intensidad y baja frecuencia.

**IV.4.4 TENS en el tratamiento del dolor agudo.** La utilización del TENS para el tratamiento del dolor agudo a brindado muy buenos resultados y ha sido demostrado en muchas publicaciones en las cuales se ha valorado su efecto en distintas situaciones de dolor. En muchos de los estudios se ha seguido una metodología bien diseñada. La utilización del TENS se ha utilizado con el fin de tratar el dolor consecutivo a una gran variedad de procedimientos quirúrgicos. Diversos estudios, que se han enfocado en medir los efectos del TENS en el dolor, han incluido otros resultados, como el uso de analgésicos, índices de función respiratoria y la incidencia de complicaciones postoperatorias como íleo adinámico y atelectasias. Otros estudios, a pesar de que confirmaron la disminución en el consumo de opioides después de la operación, no demostraron mejoría en la función pulmonar.

La utilización TENS en el periodo postoperatorio resulta eficaz para disminuir el dolor y puede llegar a mejorar algunos índices objetivos de la función respiratoria, cardíaca paz de cumplir una función analgésica por si

sola. En la mayoría de los casos el TENS solo no es suficiente como único tratamiento analgésico, pero no debe pasarse por alto que puede ser un importante recurso complementario contra el dolor agudo. A semejanza de fármacos como los AINEs, el TENS prácticamente no tiene complicaciones y aminora en una medida considerablemente el dolor en el periodo postoperatorio.

#### **IV.4.5 Eficacia de la electroestimulación neural transcutánea.**

En una gran cantidad de estudios se ha intentado predecir de cierto modo el éxito o fracaso del TENS para el alivio del dolor, en base a las características del paciente o en parámetros de esta intervención, como serian la duración de las ondas y de los pulsos. Al parecer, ningún elemento predictivo físico del paciente tiene utilidad sustancial, como tampoco la consideraciones técnicas sobre los impulsos eléctricos. La experiencia indica que el TENS se ha utilizado con éxito en muchos cuadros clínicos distintos. La depresión, las tensiones psicosociales abrumadoras y problemas psíquicos manifiestos incrementan la posibilidad de que el procedimiento sea ineficaz.

*“Estudios han demostrado que la eficacia del TENS varia de persona en persona y también depende del tipo de TENS utilizado. Las diferencias encontradas varían según la distinta forma de la onda, a la frecuencia y a la intensidad aplicada”<sup>29</sup>*

A modo general todos los tipos de TENS son útiles como analgésicos, pero hay pacientes que responden solamente a un tipo de neuroestimulación y no a otra y esto es netamente dependiente de la tolerancia y aceptación que tiene el paciente por tratamiento que se le aplica, así como la respuesta fisiológica mas optima que tiene cada persona a este tratamiento.

Desde el punto de vista clínico y tecnológico los TENS más eficaces son lo que emiten ondas cuadradas y en espiga, los demás son útiles en la medida que la terapia con éstos fracasa.

Según las observaciones estadísticas y clínicas, por lo general la duración de los efectos del TENS es por corto tiempo (30 a 120 minutos) para el 80% de los casos y 20% presentan liberación prolongada o definitiva del dolor.<sup>29</sup>

#### **IV.4.6 Factores que aumentan la eficacia del TENS.**

La efectividad del uso del TENS depende de la apropiada aplicación de la técnica, la que debe considerar los siguientes aspectos:

##### **IV.4.6.1 Evaluación cuidadosa y continua del paciente.**

##### **IV.4.6.2 Selección del área cutánea.**

Localizar los puntos precisos y buena aplicación de los electrodos es un objetivo fundamental para optimizar el tratamiento con el TENS. Se recomienda tener un buen conocimiento de los puntos motores, puntos gatillos, puntos de acupuntura, puntos neurales periféricos, según corresponda a cada caso y cada paciente. Es importante recordar que el dolor puede venir de

estructuras profundas o superficiales, puede ser local, irradiado o referido, y a veces puede ser transmitido por el Sistema Nervioso Periférico y Autónomo.

La impedancia de los tejidos cutáneos aumenta si la separación de los electrodos es amplia. La intensidad de la corriente de pulso disminuye si los electrodos están muy separados. Ahora, al aumentar la intensidad de la corriente por efecto de la ley de Ohm, la impedancia cutánea disminuye.

La impedancia de la interface electrodo-piel se reduce con un buen gel conductor, lo que a su vez también permite limitar el voltaje a niveles constantes y terapéuticos.

La capacitancia cutánea y subcutánea varía según la temperatura local y ambiental, por lo tanto, también se modifica la impedancia de la piel, es así que al tener la superficie con baja temperatura la impedancia aumenta. Esto se puede compensar con un aumento de la intensidad de la corriente aplicada por el TENS.<sup>29</sup>

#### **IV.4.6.3 Selección del TENS.**

Calidad del equipo y accesorios es lo más importante, luego lo ideal es que el equipo sea modificable con respecto al tipo de onda, regulable en frecuencia, duración, amplitud e intensidad para poder obtener los mejores resultados según varíen los pacientes y las distintas molestias que éste presente.

#### **IV.4.6.4 Ajuste óptimo de los parámetros del TENS.**

La finalidad de realizar un ajuste óptimo del TENS es asegurarse que la electroestimulación sea selectiva a las unidades periféricas sensoriales aferentes

y no involucren a la masa neural motora. Debe evitarse la contracción muscular, dado que puede fracasar su uso y en algunos casos aumentar el dolor.

Con respecto a la selección de las fibras aferentes, recordemos que ellas tienen un periodo refractario y de acomodación a los estímulos mayor que las fibras aferentes motoras. Sabemos también que las fibras motoras responden mejor a pulsos de 25 pps y duraciones de 500 microsegundos, en tanto las aferentes sensoriales se activan mejor con frecuencias más altas (70 a 150 pps) y ondas de 130 o menos microsegundos de duración.

Las frecuencias de estimulación hasta 100 hz no producen adaptación considerable porque las fibras se activan directamente y no a través de los receptores de membrana.

Según las características de los umbrales de excitación neuronal de las fibras, sabemos que las fibras sensoriales se activan con estímulos eléctricos de menor intensidad y amplitud. Por consiguiente, si se aumenta el estímulo a altos niveles, se estimularán las fibras motoras y luego las nociceptivas que presentan un mayor umbral de excitación-activación. En estos casos al paciente le puede aumentar el dolor, tanto por la fatiga muscular como por la estimulación directa.<sup>29</sup>

*Modalidades de aplicación*

|                             | <b>Convencional</b>                | <b>Baja frecuencia</b>              | <b>Breve -Intenso</b>                                       | <b>Burst</b>   |
|-----------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---|--|
| <b>Parámetros</b>           |                                    |                                     |   |  |
| <b>Duración del pulso</b>   | <b>50 – 200<br/>microsegs</b>      | <b>150 – 300<br/>microsegs</b>      | <b>150 – 500<br/>microsegs</b>                              | <b>50 – 200<br/>Microsegs</b>                        |
| <b>Frecuencia</b>           | <b>70 – 150 hz</b>                 | <b>1 – 4 hz</b>                     | <b>50 – 150 hz</b>  | <b>70 – 100 hz<br/>1 – 3 hz.</b>                     |
| <b>Amplitud</b>             | <b>Según<br/>sensación.</b>        | <b>Elevada/<br/>Motora</b>          | <b>A penas<br/>tolerable</b>                                | <b>Sensitiva/<br/>Motora</b>                         |
| <b>Mecanismo de acción</b>  | <b>T. compuerta,<br/>M.medular</b> | <b>Liberación de<br/>endorfinas</b> | <b>Liberación de<br/>endorfinas de<br/>Contraírritación</b> | <b>Liberación de<br/>endorfinas y<br/>M. medular</b> |
| <b>Analgesia</b>            | <b>Rápida poco<br/>duradera</b>    | <b>Lenta y<br/>duradera</b>         | <b>Potente pero<br/>poco duradera</b>                       | <b>Rápida y<br/>duradera.</b>                        |
| <b>Tiempo de aplicación</b> | <b>30 – 60 y mas</b>               | <b>20 – 30<br/>minutos</b>          | <b>Pocos minutos</b>  | <b>20 – 30<br/>minutos</b>                           |

Tabla N° 3. *Modalidades de aplicación del T.E.N.S*

#### **IV.4.6.5 Considerar la percepción y acomodación del paciente**

Es muy importante tener un gran cuidado al aplicar la técnica estimulación. Considerando los distintos cambios en la frecuencia del TENS durante la aplicación, aumentando gradualmente la tolerancia a estímulos más

fuertes. En estos casos son muy útiles los TENS con pulsos de amplitud o frecuencia modulada.<sup>29</sup>

**IV.4.6.6 Evaluar las condiciones cutáneas.** Es muy importante realizar una exploración física de la piel para encontrar, antecedentes de hipersensibilidad, alergia o procesos patológicos actuales o en remisión. No olvidar la calidad del tejido subcutáneo, generalmente a mayor cantidad de tejido adiposo, se requiere de un pulso de mayor duración.<sup>29</sup>

**IV.4.6.7 Feedback con el paciente.**

Es de gran importancia preguntar al paciente en todo momento sobre experiencias previas traumáticas o accidentales con la electricidad. Lo mismo al estar en la sesión. Además de la educación sobre el tipo de modalidad terapéutica, sus efectos, sus desventajas.<sup>29</sup>

➤ **Indicaciones clínicas.**

El mayor éxito de la aplicación del TENS se obtiene en el dolor agudo postoperatorio. Algunos autores han utilizado el TENS de forma continua por 48 a 72 horas después de finalizada la intervención quirúrgica. Por lo general el paciente es instruido a controlar la intensidad del estímulo según sea su necesidad. En algunos estudios han cuantificado la efectividad por medio de la respuesta informada por el paciente, por el uso de medicación analgésica, la incidencia de íleo paralítico, el porcentaje de pacientes con atelectasias o reducción de la compliance respiratoria y de los días de hospitalización.

La liberación o reducción significativa del dolor alcanza al 85-90%. Los estudios demuestran que hay mejor capacidad vital, menor volumen residual, menor frecuencia de atelectasias y escasas complicaciones broncopulmonares. También se observa una menor incidencia del íleo intestinal, la deambulacion y el alta del paciente a su casa es más precoz.

Durante el periodo de hospitalización se puede reducir en un 50% o más el uso de analgésicos.<sup>29</sup>

#### **IV.4.6.8      Contraindicaciones y efectos adversos.**

No se deben utilizar el TENS en las personas que tengan colocados marcapasos cardíacos, por el riesgo de que los impulsos eléctricos generados inhiban la función de esos aparatos. Epilepsia, los tres primeros meses de embarazo. Asimismo, los electrodos no deben colocarse sobre las arterias carótidas, por el peligro de estimular el reflejo del seno carotideo y causar bradicardia e hipotensión. El efecto adverso más común, y quizá el único del TENS, es la irritación de la piel en la zona de los electrodos, lo que se resuelve si se cambia el tipo de electrodo, se cambia periódicamente el sitio de estimulación o se utiliza un tipo diferente de gel.<sup>29</sup>

## **IV.5 Terapia kinésica postquirúrgica.**

En todas las cirugías torácicas, vemos como se ve afectada la mecánica ventilatoria, lo cual incrementa el riesgo de que se presenten complicaciones respiratorias en el periodo postoperatorio. El trabajo kinésico postquirúrgico tiene como objetivo la mejoría de la ventilación y el aumento de oxígeno, disminución del consumo de oxígeno, fluidificar y drenar secreciones, mejorar la dinámica y mecánica ventilatoria, prevención de aparición de escaras, prevenir debilidad muscular, fortalecer la musculatura torácica, favorecer el retorno venoso, aumentar la frecuencia cardiaca, disminución del dolor y el retorno a las actividades cotidianas lo antes posible además del tratamiento de las complicaciones que se puedan presentar.

La anestesia hace que el trabajo kinésico tenga un rol fundamental, ya que los cambios en la mecánica ventilatoria se producen en el momento en que el paciente es anestesiado y se inicia la intervención quirúrgica. Debido a esto se genera inmovilidad, lo que lleva a una debilidad muscular y el dolor provoca una disminución de los volúmenes pulmonares; la respiración se vuelve superficial, y esto, favorece a la acumulación de secreciones, aumentando aun más el riesgo que se presenten complicaciones.

Las principales complicaciones respiratorias que se presentan al momento que el paciente sale de la cirugía son: atelectasias, neumonía, derrame pleural, neumotórax, parestesia diafragmática.

En cuanto a la parte motora, debido a la inmovilidad y el reposo en cama se pueden generar fenómenos tromboembólicos, fatiga, disminución del

rendimiento físico, atrofas musculares y una sensación de percepción de esfuerzo o cansancio debido a la posición vertical que presenta el paciente al estar en la camilla.

#### **IV.5.1 Complicaciones respiratorias:**

Son la principal causa de morbilidad después de procedimientos quirúrgicos mayores y la segunda causa más común de muerte post operatoria en mayores de 60 años. Los pacientes de mayor edad o ancianos tienen mucho más riesgo debido a la menor distensibilidad y sus altos volúmenes de cierre residual y su espacio muerto, todo lo cual se transforma en un factor predisponente que lleva a atelectasias y complicaciones respiratorias.<sup>30</sup>

##### **IV.5.1.1 Atelectasias:**

Es la complicación pulmonar más frecuente, afectando a 25 % de pacientes con intervención quirúrgica. Es más común en personas de edad avanzada, con sobrepeso y en quienes fuman o tienen síntomas de enfermedades respiratorias. Se presenta con mayor frecuencia en las primeras 48 horas, después de la operación y es causa de 90 % de los episodios febriles durante este período.<sup>31</sup>

##### **IV.5.1.2 Neumonía post operatoria:**

Es la causa más común de muerte post quirúrgica, causando directamente o contribuyendo al deceso de estos pacientes. Las manifestaciones clínicas de la neumonía post operatoria son fiebre, taquipnea, aumento de las

secreciones y cambios físicos que sugieren consolidación pulmonar. Una radiografía de tórax generalmente muestra consolidación parenquimatosa localizada. La mortalidad total por neumonía post operatoria varía de 20 – 40 %.

#### **IV.5.1.3 Derramen pleural post operatorio y neumotórax:**

Es bastante común la formación de un derrame pleural muy pequeño después de operaciones abdominales altas y la mayoría de los casos no tiene importancia clínica. Los pacientes con líquido peritoneal libre durante la operación y aquellos con atelectasias post operatoria son más susceptibles a desarrollar derrames.<sup>32</sup>

#### **IV.5.2 Complicaciones cardíacas:**

Pueden poner en peligro la vida, su frecuencia disminuye mediante la preparación preoperatoria adecuada por parte del kinesiólogo. La presencia de arritmias, angina inestable, insuficiencia cardíaca o hipertensión grave también afecta la morbilidad post operatoria y deben ser corregidas antes de la operación, cuando sea posible. La enfermedad valvular, sobre todo la estenosis aórtica, altera la capacidad del corazón para responder a la mayor demanda del período post operatorio. Antes de la cirugía un cardiólogo deberá evaluar a los cardiópatas.

#### **IV.5.2.1 Arritmias post operatorias:**

Se relacionan con factores reversibles, como hipopotasemia, hipoxemia miocárdica. Las arritmias supra ventriculares suelen tener pocas consecuencias grave, pero pueden disminuir el gasto cardiaco y el flujo sanguíneo coronario.<sup>33</sup>

**IV.5.2.2 Insuficiencia cardíaca post operatorio:** La insuficiencia ventricular y el edema pulmonar se presentan en 4 % de pacientes mayores de 40 años sometidos a procedimientos quirúrgicos generales con anestesia general. La causa más frecuente es la sobrecarga de líquidos. Otras causas son infartos post operatorios del miocardio y arritmias que producen una frecuencia ventricular elevada.

Para el tratamiento de cada posible complicación el kinesiólogo cuenta con una variada gama de técnicas kinésicas que ayudan a cumplir los distintos objetivos antes planteados y sus respectivas técnicas:

Mejorar la ventilación y aumentar el oxígeno a través de técnicas posicionales y ejercicios respiratorios para mejorar la ventilación; Disminuir el consumo de Oxígeno mediante la disminución del trabajo respiratorio, realizando postura de inclinación o apoyo anterior y ejercicios respiratorios y la disminución del trabajo corporal general, con ejercicios de relajación y ajustes de trabajo; Fluidificar y drenar secreciones a través del drenaje postural clásico o modificado, optimización de la tos, compresiones, vibraciones y percusiones; mejorar la dinámica y mecánica ventilatoria mediante ejercicios respiratorios como: respiración con labios fruncidos, respiración diafragmática o abdominal, respiración torácica o costal, utilización de dispositivos como el Triflo o

espirómetro como incentivo ; disminuir el dolor con la utilización del TENS (Electro Estimulación Neural Transcutánea); para la prevención de la aparición de escaras y debilidad muscular, el favorecimiento de retorno venoso, el aumento de la frecuencia cardiaca y el fortalecimiento de la musculatura torácica se utilizaran ejercicios motores, con el fin de mejorar estas capacidades a través de movilizaciones pasivas, activo asistidas y activas de extremidades inferiores y superiores, aumentando la cantidad e intensidad, se realizara la bipedestación y sedestación del paciente progresivamente para llevarlo a la marcha, progresando a subir escaleras hasta un piso, además se relazarán ejercicios de palanca en extremidades superiores para el objetivo específico para prevenir la debilidad de la musculatura torácica según la tolerancia al dolor del paciente.<sup>7</sup>

## **CAPITULO V**

### **V. Propuesta proyecto investigación**

#### **V.1. Pregunta de investigación**

¿Cuál es la efectividad del TENS en la optimización de la intervención kinésica post quirúrgica en pacientes sometidos a cirugía cardiaca en el servicio de cardiología del Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena de Temuco en el año 2011?

##### **V.1.1 Objetivo general.**

- Determinar la efectividad de la electro estimulación Transcutánea (TENS) aplicada a pacientes intervenidos de cirugía cardiaca, para la optimización de la intervención kinésica post quirúrgica.

##### **V.1.2 Objetivos específicos.**

- Determinar si el uso de la electroestimulación Transcutánea (TENS) disminuye los días cama en pacientes sometidos a cirugía cardiaca.
- Determinar si los pacientes requieren analgésicos después del 2° al 5° día postquirúrgico, al aplicarles electroestimulación transcutánea (TENS).
- Determinar si el uso de la electroestimulación transcutánea (TENS) disminuye la intensidad del dolor en pacientes sometidos a cirugía cardiaca.

- Determinar si el uso de la electroestimulación transcutánea (TENS) ayuda a disminuir las complicaciones respiratorias post quirúrgicas en pacientes sometidos a cirugía cardíaca.

## **V.2. Justificación del estudio.**

Este estudio se basa en la necesidad de implementar una intervención para mejorar la optimización de la terapia kinésica en pacientes que se someten a cirugía cardíaca, ya que muchas veces se presentan complicaciones y molestias que se deben principalmente al dolor, afectando las maniobras terapéuticas y retrasando el tiempo de recuperación de los pacientes.

A nivel del sistema respiratorio, la anestesia provoca principalmente una disminución en los volúmenes pulmonares e inhibición del reflejo de la tos. En consecuencia los pacientes presentan complicaciones post quirúrgicas como atelectasias e infecciones respiratorias por lo cual es necesaria la intervención kinésica para tratarlas.

Por otro lado, la utilización de fármacos analgésicos para controlar las molestias y el dolor de los pacientes sometidos a estas cirugías produce efectos secundarios a nivel del sistema respiratorio y digestivo principalmente, acarreando así más complicaciones para el paciente, aumentando su tiempo de recuperación y en consecuencia, los días de permanencia en el hospital, debido a estas razones es que el T.E.N.S jugaría un rol fundamental y una herramienta de gran apoyo para el trabajo kinésico, ya que este no deprime el sistema respiratorio y digestivo, como la mayoría de los fármacos analgésicos que se le administran a los pacientes luego de una cirugía de esta envergadura.

Al lograr disminuir el dolor mediante la aplicación de TENS, se podría realizar una mejor intervención kinésica, además no sería necesaria la aplicación de grandes cantidades de analgésicos, por lo que disminuirían las complicaciones en el proceso de recuperación del paciente y en consecuencia, los costos económicos, podríamos lograr generar una disminución en los días camas del paciente y la cantidad de analgésicos consumidos, si logramos optimizar el trabajo kinésico, recuperando a nuestro paciente de una manera más rápida y mejor, obteniendo mejores resultados, tanto a largo como a corto plazo.

Es por esto que el TENS utilizado en estos pacientes ayudaría en el control del dolor, facilitando el trabajo kinésico, además de la disminución de administración de analgésicos y la optimización del tratamiento, mejorando con esto la capacidad de atención del sistema de salud y más aún, las intervenciones a los pacientes.

### **V.3. Diseño del estudio.**

Ensayo clínico controlado aleatorizado enmascarado es el diseño ideal para desarrollar nuestro estudio frente a los demás diseños, ya que nos proporciona un alto grado de evidencia científica, evita los potenciales sesgos durante la colección de datos y su evaluación y nos permite realizar la comparación entre nuestro grupo control y el grupo en el cual se realizará la intervención.

El objetivo del estudio es comprobar si el efecto de la electro estimulación transcutánea contribuye a optimizar el trabajo kinésico post quirúrgico en pacientes intervenidos con cirugía cardiaca por cardiopatías coronarias y valvulopatías, separados en dos grupos; grupo experimental que recibe el tratamiento farmacológico de base, el tratamiento kinésico y la aplicación de la electro estimulación transcutánea, el grupo control que recibe el tratamiento farmacológico base, el tratamiento kinésico y la electro estimulación transcutánea como placebo. Debido a las características que presenta nuestro estudio concluimos que el mejor diseño de investigación para este caso sería un ensayo clínico, por las ventajas que presenta este tipo de diseño.<sup>34</sup>

#### **V.3.1 Ensayo Clínico.**

El ensayo clínico es un estudio de tipo experimental y prospectivo, donde el investigador realiza una intervención para luego medir resultado y

comparar los efectos y el valor de una o más intervenciones, versus un control, en seres humanos el cual recibe una o ninguna intervención y los resultados de esta sujetos a conveniencia pueden ser extrapolados a la población en general.

Los ensayos clínicos también son estudios analíticos, que nos permiten y nos da la capacidad de razonar sobre la hipótesis que planteamos, pudiendo esta ser aprobada o descartada según los resultados y el análisis que se obtengan de estos.

### **V.3.2 Características del ensayo clínico:**

**Controlado:** compara los efectos de la intervención entre un grupo que la recibe y otro que actúa como control.

**Aleatorizado:** la asignación de los sujetos a la exposición se realiza en base al azar, cada sujeto tiene la misma probabilidad de pertenecer a un grupo o a otro.

**Enmascarado:** se refiere a que los pacientes, los tratantes, los evaluadores u otros participantes del estudio, no conocen la intervención a la que está sometido cada paciente.

### **V.3.3 Ventajas y desventajas.**

Son estudios experimentales controlados, donde el investigador diseña un protocolo de investigación, en el cual define los mecanismos de control que regirán antes y durante el desarrollo de la fase experimental con el objeto de cuidar la seguridad de los pacientes del estudio en experimentación.

- Son estudios prospectivos; la ejecución del estudio ocurren a lo largo del tiempo, durante un periodo definido y estimado conveniente por el investigador, quien participa desde el inicio de inicio, manipulando la variable independiente, hasta el final del experimento, analizando la variable dependiente y que resultado aporta esta.
- El ensayo clínico controlado, dentro de sus ventajas es el único diseño de investigación que nos permite comprobar hipótesis causales.
- Los ensayos clínicos por el hecho de ser estudios experimentales permiten caracterizar la naturaleza preventiva o terapéutica de diferentes intervenciones médicas.
- Los ensayos clínicos, al ser estudios experimentales nos permiten conocer y cuantificar la aparición de efectos colaterales o secundarios no deseados, por consecuencia de la intervención del estudio que se realiza.

### **Desventajas.**

- Su alto grado de complejidad al momento de realizarlos, ya que manipular la variable independiente, determinar causalidad y experimentar con seres humanos otorga a los ensayos clínicos un alto grado de complejidad.
- Complejidad: La posibilidad de manipular la variable independiente, determinar causalidad y experimentar en seres humanos, confiere a los ensayos clínicos un alto grado de complejidad.

- Los ensayos clínicos experimentales tienen un alto costo, ya que requieren el uso de productos biológicos, farmacológico o procedimientos terapéuticos y de control y monitoreo o seguimiento, todos estos implican la demanda de gastos.
- Generan una gran demanda de tiempo para realizar este tipo de estudio.<sup>34</sup>

#### **V.4. Muestra del estudio.**

Para realizar un ensayo clínico es necesaria la identificación de la población diana, a la cual va dirigida el estudio, de esta se selecciona la población accesible, es decir, la que se encuentra disponible para la realización de la investigación. Estos sujetos deben ser consultados sobre su deseo de participar en el proceso y para esto deben contar con toda la información necesaria para tomar una decisión informada.

**V.4.1 Población Diana:** es el grupo de personas o población a la cual va proyectado el estudio o a los cuales se puede generalizar el estudio, en el caso de nuestro estudio está enfocado a todas las personas intervenidas quirúrgicamente, por cardiopatías coronarias y valvulopatías en general.

**V.4.2 Población Accesible:** se define como el subconjunto de pacientes de la población diana, se define por las características específicas necesarias disponibles para el estudio, esta estaría dada en nuestro caso por los habitantes de la comuna de Temuco que sean intervenidos quirúrgicamente en el Hospital Hernán Henríquez Aravena por Cardiopatías coronarias o Valvulopatías en el año 2011.

#### **V.4.3 Criterios de inclusión y exclusión:**

##### **Criterios de inclusión.**

- Pacientes intervenidos de cirugía cardíaca de recambio valvular o que sean sometidos al primer by pass coronario.
- Firmar el consentimiento informado.
- Edad de los pacientes entre 40 y 70 años.

##### **Criterios de exclusión**

- Que el paciente presente cirugías cardíacas previas.
- Presencia de alteraciones mentales.
- Presentar contraindicaciones al tratamiento con TENS.
- Personas con marcapasos.
- Mujeres en el primer trimestre de embarazo.
- Personas con hipersensibilidad cutánea.

#### V.4.4 Estimación del tamaño de muestra.

The screenshot shows the 'Datos y resultados' (Data and results) window of the 'Epidat 3.1' software. It contains input fields for risk percentages, confidence level, and power, along with a table of calculated sample sizes.

| Datos de entrada             |        | Resultados             |  |
|------------------------------|--------|------------------------|--|
| Riesgo en expuestos (%)      | 30,000 | Nivel de confianza (%) | 95,0   |
| Riesgo en no expuestos (%)   | 10,000 | Calcular               | <input checked="" type="radio"/> Tamaño de muestra |
| Razón no expuestos/expuestos | 1,000  |                        | <input type="radio"/> Potencia                     |
|                              |        | Potencia (%)           | Mínimo: 80,0                                       |
|                              |        |                        | Máximo: 90,0                                       |
|                              |        |                        | Incremento: 10,0                                   |

| Potencia (%) | Ji-cuadrado         | Tamaño de muestra |              |
|--------------|---------------------|-------------------|--------------|
|              |                     | Expuestos         | No expuestos |
| 80,0         | Sin corrección      | 62                | 62           |
|              | Corrección de Yates | 72                | 72           |
| 90,0         | Sin corrección      | 82                | 82           |
|              | Corrección de Yates | 92                | 92           |

Figura N° 2. Determinación del tamaño de muestra.

El cálculo del tamaño de la muestra se realizó utilizando el programa estadístico “Epidat 3.1”.

- Riesgo en expuestos: Se refiere al porcentaje de disminución del dolor, obtenido de un estudio previo similar, del grupo al que se le aplicó la terapia con TENS.
- Riesgo en no expuestos: Se refiere al porcentaje de disminución del dolor, obtenido de un estudio previo similar, del grupo control.
- Razón no expuestos/expuestos: En este caso es 1, ya que por cada sujeto en el grupo experimental, habrá uno en el grupo control.
- Nivel de confianza: El nivel de confianza en salud comúnmente es de 95%.

- Potencia del estudio: Se trabajará con una potencia mínima del 80% para que éste sea válido.

Basado en los datos ingresados en el programa “Epidat 3.1”, se determinó un tamaño muestral, para cada grupo de 62 sujetos. Es decir, un total de 124 pacientes sometidos a cirugía cardíaca que cumplan con los criterios de inclusión y exclusión, los cuales serán aleatorizados en dos grupos, uno experimental y otro de control.

## **V.5 Asignación Aleatoria.**

Los pacientes que participarán del estudio, previo cumplimiento de los criterios de inclusión, deberán ser asignados, ya sea al grupo experimental o al de control, de manera aleatoria.

La aleatorización se puede definir como la asignación por medio del azar de los individuos de investigación a uno de dos o más grupos de intervención, con el objetivo de comparar estas intervenciones sobre las variables de desenlace que son de interés.

El fin de este proceso persigue disminuir las diferencias que puedan generarse al constituir los distintos grupos de individuos a los que se asignarán las intervenciones. Se recurre a la aleatorización para lograr que las diferencias naturales existentes entre los individuos puedan quedar igualmente distribuidas en los diferentes grupos de experimentación.

Esta aleatorización requiere una base sobre el azar para asignar las intervenciones ya que de esta forma se obtendrán pruebas válidas de significancia estadística. Al realizar un ensayo clínico se deben utilizar métodos verificables de aleatorización, para luego, poder demostrar que la asignación se mantuvo libre de sesgos.

La asignación aleatoria puede realizarse por diferentes métodos:

- Asignación aleatoria simple.
- Aleatorización en bloques balanceados.
- Muestreo aleatorio estratificado.
- Muestreo aleatorio por conglomerados.
- Muestreo polietápico.

Para la aleatorización en este estudio se utilizará la asignación aleatoria simple, mediante un sobre sellado, el cual se abrirá al momento en que el paciente ingrese al estudio.

## **V.6. Enmascaramiento.**

El enmascaramiento es una condición impuesta sobre un procedimiento específico para intentar guardar el conocimiento del tratamiento asignado, el curso del tratamiento u observaciones previas.<sup>35</sup>

El conocimiento de las intervenciones que se realizaran, puede influir las actitudes de los sujetos involucrados en la investigación; del operador que

administra dicha intervención, de los sujetos que recibe la intervención y del analista de resultados que procesa la información resultante de la intervención. Este procedimiento previene determinados sesgos en las diversas etapas del ensayo clínico y protege la secuencia después de la asignación al grupo de tratamiento.

Existen básicamente tres niveles de enmascaramiento, entre los cuales se encuentran el simple, en donde la identidad de las intervenciones se oculta al conocimiento del individuo participante del estudio; el doble, donde además del individuo participante, la identidad es desconocida por el administrador de la intervención y será triple ciego si además de lo mencionado anteriormente se agrega el desconocimiento de la persona que procesa los datos.

Ya que es indispensable, por el tipo de intervención, que los sujetos tratantes conozcan las terapias que deben aplicar a cada paciente, éstos no podrán ser enmascarados. Además los pacientes tampoco podrán ser enmascarados ya que se someterán a intervenciones diferentes entre los dos grupos, y podrían comentar las diferencias en el tratamiento por lo cual el enmascaramiento no sería válido. Por lo tanto, se procederá a realizar un enmascaramiento ciego simple, sometiendo a cegamiento sólo a la persona que realice las mediciones.

## **V.7. Variables y mediciones.**

Las variables son todo aquello que se puede medir, controlar o estudiar en una investigación. También puede afirmarse que las variables son características, atributos, rasgos, cualidades o propiedad o propiedad que se dan en individuos, grupos u objetos. Es decir, las variables son características observables de algo y, a la vez, son susceptibles de cambio o variación.<sup>36</sup>

### **V.7.1 Variables de exposición.**

Es la variable que condiciona, explica o determina la presencia de otro fenómeno y puede ser manipulada por el investigador. En nuestro caso esta variable será definida por la aplicación del T.E.N.S.

#### **Protocolos de tratamiento:**

**(A). Grupo control:** se le administraran la cantidad de fármacos analgésicos que sean necesarios siguiendo el protocolo que se utiliza en el Hospital Hernán Henríquez Aravena de Temuco. Este protocolo consiste en administrarle a los pacientes infusión de Fentanyl 1mg/250ml en solución glucosalina endovenosa a término el primer día, Ketoprofeno endovenoso 100 mg cada 8 horas hasta el segundo día postquirúrgico y paracetamol 1gr cada 8 horas, hasta el alta hospitalaria del paciente o hasta que este no lo requiera. Se llevara el registro de la cantidad de fármacos que se ingieran por un lapso de 5 días, para la posterior

comparación entre ambos grupos. También se les aplicara el tratamiento kinésico de rehabilitación cardiaca.

- **Protocolo de rehabilitación cardiaca Hospital Hernán Henríquez Aravena.**

**Fase 1:** Fase hospitalaria y recuperación de intervenciones cardiovasculares (día 1 a 9)

Se divide habitualmente: En la sala UCI y Durante el resto de la hospitalización

**Objetivos:**

- Ayudar al paciente progresivamente a caminar.
- Preparar al paciente, familia para una vida sana disminuyendo riesgos cardiovasculares.
- Disminuir los trastornos psicológicos y emocionales.
- Empezar a identificar y modificar los factores de riesgo.
- Crear una actitud positiva que motive al paciente a adquirir un compromiso a largo plazo con su salud.

**Evaluaciones:**

- Escala de Borg: Nos indica la percepción que tiene el paciente sobre el ejercicio realizado.
- ECG: Permite conocer las alteraciones del funcionamiento del corazón durante el ejercicio.

- Además de las evaluaciones se necesita conocer la historia clínica previa del paciente en RC.

Movilidad pasiva, activo asistido y activo libre de todas las extremidades dependiendo del caso.

## **DIA 1**

- Movilización activa asistida de EEII y EESS en decúbito supino, 2 a 3 veces al día con repeticiones de 10 veces.
- Ejercicio supervisado: Dorsiflexión plantar activa (10 veces)
- Movimiento circular del pie (10 veces)
- Enseñanza de una adecuada respiración diafragmática
- Uso del Triflo, cada 1 hora.
- Actividades al lado de la cama: sedestación, 5 a 10 min en el borde de la cama.
- Durante este primer día, al paciente se le indicará el propósito de la rehabilitación cardíaca.

## **DIA 2**

- Ejercicio supervisado: Movimiento activo de todas las extremidades en cama (10 veces).
- Hombros: aducción, abducción, flexión, extensión, rotación interna y extrema.
- Rodillas y codos: flexión y extensión Pies: movimientos circulares activos.
- Ejercicios de respiración diafragmática.
- Utilización de Triflo
- Actividad al lado de la cama: Traslado y sedestación en sillón dos veces al día durante 20 minutos en silla cómoda.

## **DIA 3**

- Ejercicios supervisados (2 a 3 veces al día) Movimiento activo de todas las extremidades en la cama (10 veces)
- Actividades al lado de la cama: Sentar al paciente en silla dos veces al día durante 60 minutos. Comer con brazos y espalda apoyados.
- Ejercicio activo de EEII en posición bípeda
- Triflo cada 1 hora
- Técnicas para aumentar ventilación en sedestación, palancas.
- Marcha por pasillo.

#### **DIA 4**

- Ejercicio supervisado:
- Movimiento activo de todas las extremidades en la cama.
- Luego sentar al paciente y que realice movimientos de extensión y flexión (10 veces).
- Actividades al lado de la cama: El paciente recibirá su alimentación en la silla con apoyo de los brazos.
- El paciente podrá realizar actividades de higiene personal.
- Marcha por pasillo con acompañamiento.

#### **DIA 5**

- Ejercicio supervisado.
- Movimiento activo de las extremidades con el paciente sentado en silla. Luego movimientos de flexión y extensión contra resistencia. 10 a 15 veces (0.5 kgs)
- El paciente caminará 15 mts. o durante 3 minutos en su habitación (2 veces al día).
- Técnicas para aumentar ventilación en sedestación.
- Triflo horario.
- Movilización activa asistida de EEII en posición bípeda
- Marcha por pasillo, podría subir y bajar peldaños hasta un piso.

## **DIA 6 y 7**

- El paciente en posición de pie realizará ejercicios de: abducción de piernas (10 veces).
- Movimiento de rotación de brazos (10 veces).
- Movimientos laterales del cuerpo (10 veces).
- Movimientos de cintura llevando la mano derecha a la rodilla izquierda y viceversa (10 veces).
- Actividad al lado de la cama: El paciente se debe estimular a que permanezca sentado por más de dos horas; si lo tolera lo puede hacer más tiempo.
- Caminará de 60 a 75 mts. (2 veces al día). Subirá y bajará las escaleras de un piso (1 vez).

## **DIA 8 Y 9**

- Actividad al lado de la cama: Caminará de 75 a 120 mts. (2 veces al día).
- Mientras permanece sentado ejecutará movimientos de flexión tocando con los dedos de la mano los dedos de los pies.
- Caminará por el cuarto y el pasillo en ropa cómoda.
- Subir y bajar escalera, 2 pisos.
- Actividad al lado de la cama: Caminará de 120 a 160 mts.

- También lo hará por el cuarto las veces que lo desee y tolere.
- Explicarle al paciente beneficios y reacciones adversas de los medicamentos cardiovasculares a utilizar en casa. Explicarle al paciente sobre las relaciones sexuales postinfarto.

**(B). Grupo Experimental:** Se le administrará el mismo tratamiento de fármacos analgésicos del grupo control, también se les aplicara el tratamiento kinésico de rehabilitación cardiaca que se realiza en el Hospital Hernán Henríquez Aravena de Temuco, ambos descritos en el protocolo del grupo control, adicionalmente a estos pacientes se les aplicara la terapia con T.E.N.S. que es el objeto de nuestro estudio.

Los pacientes serán tratados con un T.E.N.S modelo TS-1211 en Convencional, con una onda asimétrica cuadrada bifásica a una frecuencia de 150 pulsos por segundo y una duración del pulso de 200 micro segundos ( $\mu$ s), esta modalidad nos entrega una acción sensitiva, con un mecanismo de acción de teoría de la compuerta y modulación medular, tiene un efecto analgésico de acción rápida y poco duradera en el tiempo. La ubicación de los 2 primeros electrodos, que provienen del primer canal del T.E.N.S se ubicaran en un extremo de la incisión a 2 centímetros de esta, los otros dos electrodos, que provienen del segundo canal del T.E.N.S se ubicaran en el otro extremo de la incisión, también a 2 centímetros de la incisión. Los electrodos serán previamente esterilizados, para evitar contaminar la incisión, la Intensidad del

T.E.N.S se aumentara gradualmente en ambos canales, hasta que el paciente sienta una fuerte pero no desagradable sensación de cosquilleo, por lo cual será muy importante el Feedback con el paciente y aclararle que la sensación no debe ser en ningún caso dolorosa o desagradable y que el paciente sea capaz de indicar hasta donde tolera el T.E.N. S sin sentir malestar.

Una vez que el paciente a salido de la cirugía, los efectos de los anestésicos preoperatorios desaparezcan (estimación que se realizara según la vida media de éstos), se iniciara la sesión con T.E.N.S por un lapso de el día 2 al 5 postquirúrgico. El T.E.N.S se aplicara durante 25 minutos, cada dos horas durante los días antes especificados, previamente iniciado el tratamiento se medirá el dolor del paciente con la escala visual análoga (EVA), para obtener la medición basal y se medirá rutinariamente todos los días antes de la ultima aplicación diaria del T.E.N.S. Este procedimiento de aplicación del tratamiento se realizará por el kinesiólogo tratante, las mediciones basales, diarias y finales se llevaran a cabo por otro kinesiólogo, que cumplirá el rol de evaluador, hasta el 5 día postquirúrgico, con fin de obtener la medición final y poder realizar la comparación de ambos grupos al final del procedimiento.

#### **V.7.2 Variables de resultado.**

La variable de resultado es la que nos permite medir los resultados de la manipulación de la variable de exposición, los resultados del diseño de investigación se generan por la interacción de ambas variables. La variable de resultado es el factor que es observado y medido para

determinar el efecto de la variable de exposición. En nuestro caso tendremos como variables de resultado:

- **Dolor:** lo mediremos en intensidad de dolor mediante la escala visual análoga (E.V.A), la cual tiene dos caras, una de ellas visible al paciente, donde se encuentra en un extremo la frase “ningún dolor” y en el otro “el peor dolor que haya sentido”. Por el otro lado de la escala se encuentra la graduación de 0 a 10 cm, la cual sirve a los investigadores para cuantificar el dolor que refiere o siente el paciente. La escala presenta una sensibilidad de 1mm. Para que la disminución del dolor sea significativa, la diferencia clínica mínimamente importante debe ser de 1.2 mm.<sup>37</sup>

En el grupo experimental se realizará un medición al principio (una vez que los efectos de los analgésicos preoperatorios desaparezcan) y también mediciones diarias antes de la última aplicación de T.E.N.S y una medición final el día que el paciente sea dado de alta. Al grupo control se le realizarán las mismas mediciones que al grupo experimental, con la diferencia que a este no se le aplicará T.E.N.S y se le efectuarán momentos antes de que finalice la jornada laboral de los evaluadores.



Figura N° 3. *Escala visual análoga.*

- **Administración de analgésicos:** Se registrara y medirán la cantidad de fármacos analgésicos que se administran a cada paciente durante el 2° y 9° día postquirúrgico, estableciendo una comparación entre el grupo exposición y el control. Los fármacos que se medirán son Fentanyl, Ketoprofeno y Paracetamol.
- **Días de permanencia en el Hospital:** se realizara un seguimiento donde se cuantificara y medirá la cantidad de días de permanecía de los pacientes de los grupos exposición y control hasta que reciban el alta médica del servicio de cirugía, estableciendo una diferencia o comparación entre ambos grupos, mediante los días promedio de cada grupo.
- **Problemas broncopulmonares:** Se realizará un seguimiento diario de los pacientes hasta el día del alta médica del servicio de cirugía, donde se registraran y analizaran la cantidad de problemas respiratorios que pudiese presentar los pacientes de cada grupo, para establecer promedios y poder comparar a ambos grupos.
- **Volúmenes y capacidades pulmonares:** medidos a través de una espirometria realizada antes de la cirugía y una final cuando haya terminado la intervención del T.E.N.S, que nos dará como resultados los valores de cada persona para poder analizar los resultados y comparar entre los grupos exposición y control. (variable resultado)

- Volúmenes: Volumen corriente (500 ml), Volumen de reserva inspiratoria (3000 ml), Volumen de espiratoria (110 ml), Volumen residual (1200 ml). Volúmenes normales.
- Capacidades: Capacidad inspiratoria (3500 ml), Capacidad residual funcional (2300 ml), Capacidad vital (4600 ml), Capacidad pulmonar (5800 ml). Capacidades normales.

Todos los volúmenes y capacidades pulmonares son aproximadamente. Un 20% a 25 % menores en mujeres que en hombres.<sup>38</sup>

### **V.7.3 Variables de control.**

Son los factores o variables que son controlados por el investigador para eliminar o neutralizar cualquier efecto que podrían tener de otra manera en los resultados de nuestra investigación o que puedan afectar de manera indirecta nuestros resultados. En nuestra investigación serán las siguientes:

- Edad
- Sexo
- Peso
- Talla
- Índice de masa corporal
- Tipo de cirugía
- Sedentarismo v/s actividad
- Factores de riesgo

## **V.8. Propuesta de análisis estadístico.**

### **V.8.1 Hipótesis:**

#### **Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)**

No existen diferencias estadísticamente significativas que demuestren la efectividad de la electro estimulación transcutánea (TENS) aplicada a pacientes intervenidos de cirugía cardiaca para la optimización de la intervención kinésica post quirúrgica.

#### **Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>)**

Existen diferencias estadísticamente significativas que demuestren la efectividad de la electro estimulación transcutánea (TENS) aplicada a pacientes intervenidos de cirugía cardiaca para la optimización de la intervención kinésica post quirúrgica.

### **V.8.2 Manejo de datos.**

#### **Análisis descriptivo**

Se realizará, una descripción de los valores y puntuaciones obtenidas para cada una de las variables medidas en la muestra para, posteriormente,

describirlas a través de tablas. En el análisis descriptivo se incluirán tanto medidas de tendencia central y de dispersión, como promedio y Desviación estándar, utilizando tablas para su representación.

Además serán comparadas descriptivamente las características iniciales entre los dos grupos que conforman el estudio, a través de medidas de tendencia central y de dispersión.

### **Análisis inferencial.**

Para el análisis de las variables cuantitativas, se utilizará la **prueba de *t-student*** para muestras independientes y distribución normal de resultados con varianzas iguales o desiguales, debido a que permite evaluar si dos grupos difieren entre sí respecto a sus promedios.

Para realizar el análisis intragrupos, se utilizará la **prueba *t pareada***, con el objetivo de evaluar si el cambio en las variables al inicio y después del tratamiento es estadísticamente significativo en cada uno de los grupos.

El nivel de significación para las pruebas estadísticas será de un 5%.

## **V.9. Consideraciones éticas.**

Se considerarán los siguientes aspectos éticos para la realización de este estudio:

- Los individuos que participen en el estudio podrán negarse a participar de él o retirarse en cualquier momento si así lo estimen conveniente, por lo tanto su participación será voluntaria.

- Se velará por el cumplimiento de los principios éticos generales, bajo los cuales debe realizarse cualquier investigación científica con seres humanos:

- Respeto a las personas: Supone el trato a las mismas como seres autónomos, capaces de tomar sus propias decisiones, y que los sujetos cuya autonomía se encuentre disminuida tengan especial protección.

- Beneficencia: El trato a las personas debe ser en base al respeto por sus decisiones, protegiéndolas del daño y asegurando su bienestar.

- Justicia: En una investigación debe asegurarse que el beneficio obtenido de ésta, no será aplicado sólo a las clases más favorecidas sino a todos los grupos sociales susceptibles a beneficiarse de ella.

- Igualdad en la selección de los datos, ya que los sujetos que participarán en el estudio cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión, y esta

selección fue justa y no discriminatoria, por lo tanto todos los individuos tendrán la misma posibilidad de ser elegidos para el estudio. Además, por medio de la aleatorización, los pacientes podrán ser parte del grupo de control o bien del grupo experimental, teniendo las mismas posibilidades de ser designado en uno de los grupos.

- El investigador deberá aclarar cualquier duda o entregar información adicional a los sujetos sobre cualquier tipo de interrogante relacionada con la investigación que se genere en el inicio o durante el transcurso de ella.
- Se asegurará a los participantes del estudio la confidencialidad de la información recolectada, como también el acceso a ella por parte de los participantes, una vez finalizada la investigación.
- Se contará con la firma de un consentimiento informado por parte de los pacientes que participen en el estudio, el cual incluirá los objetivos, resultados esperados, beneficios y posibles riesgos que éste presente.

## **V.10. Administración y presupuesto del estudio.**

### **V.10.1 Recursos humanos.**

#### **Equipo de trabajo:**

- Investigador principal (Kinesiólogo A)
- Kinesiólogo B
- Kinesiólogo C
- Estadístico

#### **Definición de roles:**

A continuación se detallará el equipo de profesionales necesarios para llevar a cabo el estudio junto con sus roles específicos.

#### **Kinesiólogo A:**

- Corresponde al investigador principal, coordinador general y responsable del estudio.
- Elaboración de pautas que regirán el proceso.
- Supervisará el normal cumplimiento del cronograma de actividades establecido.
- Reclutamiento del equipo de trabajo que participará en el estudio.
- Reclutará la muestra según criterios de inclusión y exclusión.

- Aplicará el consentimiento informado a cada sujeto.
- Elaboración de conclusiones del estudio.

Kinesiólogo B:

- Aplicará las técnicas de tratamiento a todos los pacientes del estudio, tanto los del grupo Control como los del Grupo Experimental.
- Deberá entrenarse y actualizarse en la aplicación de las terapias.

Kinesiólogo C:

- Confirmará el cumplimiento de los criterios de selección de sujetos.
- Evaluará y registrará en fichas clínicas las mediciones basales y las variables de desenlace antes y después del tratamiento en ambos grupos del estudio.

Estadístico:

- Asignará aleatoriamente los tratamientos de los pacientes.
- Ingresará los resultados del estudio a la base de datos.
- Realizará el análisis estadístico de los datos obtenidos de los pacientes y de los resultados de las intervenciones.

### **V.10.2 Gastos de operación.**

La aplicación de los tratamientos, Terapia convencional y aplicación del TENS, se realizarán en dependencias del Hospital Dr. Hernán Henríquez Aravena de Temuco, Chile.

### **Materiales y equipamiento**

Para realizar la investigación se necesitará contar con los siguientes materiales.

- Dispositivo de Electro Estimulación Transcutánea.
- Insumos básicos (luz, papelería, etc.).
- Comunicaciones.

### **V.10.3 Programa de actividades.**

ETAPA 1:

- Conformación del equipo de profesionales que participarán en el estudio.
- Adquisición de los equipos de trabajo.
- Reuniones con los profesionales, indicaciones de roles y planificación detallada del estudio.

- Actualización y entrenamiento de los kinesiólogos, tratante y evaluador.

#### ETAPA 2:

- Selección de la muestra.
- Aleatorización de los tratamientos y conformación de los grupos de control y experimental.
- Mediciones basales y de las variables de control.
- Aplicación de los tratamientos a los pacientes.
- Mediciones de las variables de resultado.

#### ETAPA 3:

- Ingreso de los resultados obtenidos a la base de datos.
- Análisis estadístico de los resultados obtenidos.
- Elaboración del informe final del estudio con sus resultados y conclusiones.

#### **V.10.4 Recursos y presupuesto.**

| <b>Recurso</b>                | <b>Monto Mensual</b> | <b>Monto</b>        |
|-------------------------------|----------------------|---------------------|
| Kinesiólogo A                 | \$ 200.000           | \$ 1.600.000        |
| Kinesiólogo B                 | \$ 200.000           | \$ 1.600.000        |
| Kinesiólogo C                 | \$ 200.000           | \$ 600.000          |
| Estadístico                   |                      | \$ 500.000          |
| <b>Total Recursos Humanos</b> |                      | <b>\$ 4.250.000</b> |

#### **Equipamiento técnico.**

| <b>Recurso</b>                     | <b>Cantidad</b> | <b>Monto total</b> |
|------------------------------------|-----------------|--------------------|
| Equipo TENS modelo TS-1211         | 5               | \$ 245.000         |
| Equipos computacionales            | 2               | \$ 450.000         |
| <b>Total Equipamiento Técnico.</b> |                 | <b>\$ 695.000</b>  |

#### **Recursos administrativos.**

| <b>Recurso</b>                        | <b>Monto</b>        |
|---------------------------------------|---------------------|
| Resmas de hojas.                      | \$ 15.000           |
| Carpetas Archivadoras                 | \$ 30.000           |
| Fotocopias e impresiones              | \$ 70.000           |
| <b>Total Recursos Administrativos</b> | <b>\$ 300.000</b>   |
| <b>Total general del estudio</b>      |                     |
| <b>Total general</b>                  | <b>\$ 5.245.000</b> |

### V.11. Cronograma de actividades (Carta Gantt)

|             | 2011 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
|-------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| Actividades | Mar  | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |   |   |
| Etapa 1     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| I           | ■    | ■   |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| II          | ■    | ■   |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| III         |      | ■   | ■   |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| IV          |      | ■   | ■   |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| Etapa 2     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| V           |      |     | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   |   |   |
| VI          |      |     | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   |   |   |
| VII         |      |     | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   |   |   |
| VIII        |      |     | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   |   |   |
| IX          |      |     | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   | ■   |   |   |
| Etapa 3     |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |   |   |
| X           |      |     |     |     |     |     |     |     | ■   | ■   |   |   |
| XI          |      |     |     |     |     |     |     |     |     | ■   | ■ |   |
| XII         |      |     |     |     |     |     |     |     |     |     | ■ | ■ |

ETAPA 1:

- I Conformación del equipo.
- II Adquisición de equipos de trabajo.
- III Reuniones y planificación con los profesionales.
- IV Capacitación de los kinesiólogos.

ETAPA 2:

- V Selección de los pacientes.
- VI Aleatorización de los tratamientos y conformación de los grupos
- VII Mediciones basales y de las variables de control.
- VIII Aplicación de los tratamientos a los pacientes.
- IX Mediciones de las variables de resultado.

ETAPA 3:

- X Ingreso de resultados a la base de datos.
- XI Análisis estadístico.
- XII Elaboración del informe final.

## V.12. Bibliografía.

1. Patricia Bustos M<sup>1</sup>, Hugo Amigo C<sup>1</sup>, Antonio Arteaga Ll<sup>2</sup>, Ana María Acosta B<sup>2</sup>, Roberto J Rona<sup>3</sup>. Factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en adultos jóvenes Revista Médica de Chile v.131 n.9 Santiago sep. 2003
2. Farreras P. Rozman C. Medicina interna, 14edición vol. 1, año 2000
3. Ministerio de Salud Pública de Chile. <http://www.minsal.cl>.
4. Erling F, Shah P, Fuster V. Coronary Plaque Disruption. Circulation 1995; 92: 657-671.
5. Francisco Palmero\*, Alicia Breva y Matilde Espinosa. Efectos psicofisiológicos del estrés real y ficticio en sujetos tipo A y tipo B. Dpto. de Psicología Básica. Universitat Jaime I. Castellón 1994, 10(2), 157-164
6. Ugalde H, Ramírez A, Dussailant G, Ayala F, García S, Silva A, Farias E. Coronary angiography: indications, results and complications in 5.000 consecutive patients. Rev Méd Chile 2007; 135: 829-838
7. [http://www.msd.es/publicaciones/mmerck\\_hogar/seccion\\_03/seccion\\_03\\_015.html](http://www.msd.es/publicaciones/mmerck_hogar/seccion_03/seccion_03_015.html)
8. Hannan E, Wu C, Walford G, Culliford A, Gold J, Smith C, Higgins R, Carlson R, Jones R, Drug-Eluting Stents vs. Coronary-Artery Bypass Grafting in Multivessel Coronary Disease. Number 4. Volume 358:331-341 january 24, 2008

9. Morlans K, Saínz H, González-Prendes C, Morlans J “Complicaciones trans y posoperatorias inmediatas en la cirugía de revascularización coronaria” Rev Cubana Cardiol Cir Cardiovasc 1996;10(1).
10. [http://escuela.med.puc.cl/paginas/cursos/tercero/IntegradoTercero/mec-231\\_Clases/mec-231\\_Cardiol/Cardio3\\_10.html](http://escuela.med.puc.cl/paginas/cursos/tercero/IntegradoTercero/mec-231_Clases/mec-231_Cardiol/Cardio3_10.html)
11. Dr. Alberto Puchol Calderón\* y Dr. Jaime Fernández de Bobadilla Ossorio\*\* Las valvulopatías.
12. Rodríguez E. Insuficiencia Valvular Mitral. Revista de Posgrado de la VI<sup>a</sup> Cátedra de Medicina- Agosto 2002.Nº 118 –
13. Carabello BA, Crawford FA. Valvular heart disease. New Eng J Med 1997; 337 (1): 32-41.
14. Rojas Villegas F. Enfermedades del corazón y los vasos. Tercera edición. Editorial Mediterráneo. Año 2000
15. Horswell JL: Anesthetic Techniques for Thoracoscopy. Ann Thorac Surg. 56: 624-9, 1993.
16. Spivack S, Shinozaki T, Albertini JJ, Deane R: Preoperative Prediction of Postoperative Respiratory Outcome. Chest. 109:1222-30, 1996.
17. Bonofiglio, Francisco Carlos y Casais, Marcela N. Me van a anestesiarse. Las respuestas a sus dudas sobre la anestesia. 2006. Buenos Aires: Ediciones sobre el hospital. ISBN 13978-987-23092-1-3 y 10987-23092-1-3
18. Doi M, Ikeda K. Respiratory effects of sevoflurane. Anesth Analg 1987;66:241-4

19. M. Martínez Morillo. J.M Pastor Vega. F. Sendra Portero. Manual de medicina física. Madrid España. Harcourt Brace de España, S.A. Juan Álvarez Mendizábal 2º.1998
20. Merskey H and N. Bogduk "Pain Terms, A Current List with Definitions and Notes on Usage" (pp 209-214) Classification of Chronic Pain, Second Edition, edited by, IASP Press, Seattle, © 1994
21. Muñoz-Blanco F, Salmerón J, Santiago J, Marcote C. Complications of postoperative pain. Rev Soc Esp Dolor 2001; 8: 194-211
22. Maya Martin. E.U de Ciencias de la Salud – Fisioterapia. Universidad de Sevilla.
23. Melzack, R. y Wall, P.D. (1965) Pain Mechanisms: A new Theory. Science, nº 150, pp. 971- 979.
24. Melzack R, Wall PD. Pain a central inhibitory balance theory. Mayo Clin Proc 1975; 50:685-690.
25. Woolfe, C. J. (1989) Segmental afferent fibre-induced analgesia. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) an vibration, in Wall, Textbook of pain, pp 884- 896. Churchill Livingstone, Edinburgh.
26. Frampton, V. M (1996) Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation. Clayton's Electrotherapy 10<sup>th</sup> Edition. Saunders Company Ltd, London, pp 287-305.
27. Fields H L & Basbaum A I. Brain stem control of spinal pain transmission neurons. Annu. Rev. Physiol. 40:1217-48,1978.

28. Besson, J. M., & LeBars, D. (1978). Effects of morphine on the transmission of painful messages at the spinal level. 1978 pp. 103-124. New York: Raven Press.
29. Meza J. Diferencias entre dos modalidades de tratamiento usados en el control del dolor agudo postoperatorio de cirugías torácicas: Electroestimulación neural transcutánea (TENS) y tratamiento farmacológico convencional. Temuco, Universidad de la frontera, 2004
30. Espinoza M. Complicaciones en el Servicio de Cirugía General del Hospital Escuela “Manolo Morales Peralta“. 1993
31. Bruce S. Cuttler, MD, Mitchell P. Fink, MD. Postoperative complications in patients with disabling psychiatric illnesses or intellectual handicaps, 1436 – 1441. Archives of Surgery, Vol. 125, No. 11; November, 1990.
32. Schwartz, Shires, Spencer. Principios de Cirugía. 5ta Edición 1991. Tomo I y II.
33. Peter J. Fabri. Iatrogenic Injury to the Bile Duct. Archives of Surgery. No. 125, No. 8. August 1988.
34. <http://escuela.med.puc.cl/Recursos/recepidem/estExper03.htm>
35. Schulz K, Grimes D. Blinding in randomised trials: Hiding who got what. Lancet 2002;359:696-700.
36. <http://aquifue.files.wordpress.com/2007/01/11-constructos-variables-e-hipotesis.pdf>. Metodología de la investigación. Constructos, variables e hipótesis. Autor: Guillermo Briones
37. Knox H. Todd MD, MPH, Joseph P. Funk MD. The Minimum Clinically Important Difference in Physician–assigned Visual Analog Pain Scores..

Article first published online: 29 SEP 2008.

[http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.15532712.1996.tb03402.x/ab](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.15532712.1996.tb03402.x/abstract)

stract

38. West. John B. Fisiología respiratoria, 8º edición. Editorial Lippincott Williams & Wilkins. Barcelona España. Año 2009

## **Anexo I. Carta de Consentimiento informado**

### **Consentimiento informado.**

Por medio de este consentimiento se le invita a participar de este estudio que tiene como objetivo determinar la efectividad de la electroestimulación transcutánea (TENS) aplicada a pacientes intervenidos de cirugía cardiaca, para la optimización de la intervención kinésica post quirúrgica.

La investigación consta de dos grupos de tratamientos, con diferentes técnicas en cada uno. Es importante mencionar que los pacientes pueden ser asignados al azar a cualquiera de estos dos grupos, lo que significa que tienen la misma probabilidad de formar parte del grupo de intervención (grupo que recibe la terapia con TENS+ terapia convencional de rehabilitación kinésica post quirúrgica) o del grupo control (grupo que solo recibe terapia convencional de rehabilitación post quirúrgica). La aplicación del TENS solo puede presentar molestias mínimas durante la terapia, las cuales serán transitorias.

De tener éxito esta terapia, el paciente tendrá una disminución del dolor y en consecuencia una optimización de la intervención kinésica realizada posterior a la cirugía cardiaca. Al participar en este estudio, usted nos

proporcionará datos, los cuales serán utilizados con fines científicos y que serán medidos a través de preguntas en relación al dolor que usted siente y además la realización de una espirometría consistente en seguir instrucciones, soplando en una maquina. Cabe mencionar que todos los procedimientos serán realizados por personal capacitado.

En este estudio participarán 124 pacientes, todos sometidos a cirugía cardiaca de recambio valvular o cirugía de by pass. Es importante mencionar que sus datos personales no serán difundidos en los resultados con el objetivo de resguardar su confidencialidad.

Aun cuando usted acepte colaborar en esta investigación, tiene todo el derecho de retirarse de ésta cuando lo estime conveniente.

“Yo,

.....  
....., declaro que mi firma en este documento significa que he entendido el objetivo, procedimientos y beneficio de esta investigación; que han sido respondidas satisfactoriamente mis pregunta; que he tenido tiempo necesario para leer y entender lo previamente descrito; que voluntariamente estoy de acuerdo en participar en este estudio y que he recibido una copia de este documento.”

Firma Participante.

Firma Investigador.