



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES  
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI  
INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

**EVALUAR LA UTILIDAD DE LA OXIMETRIA DE  
PULSO DESPUES DE ANESTESIA GENERAL EN LA  
SALA DE RECUPERACION.**

**TESIS DE POSGRADO**  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGIA**  
**P R E S E N T A :**  
**DR. RICARDO MENDOZA CORTES**



ASESOR DE TESIS:

DRA. AMELIA GOMEZ ROSALES.

MEXICO, D. F.,

1996



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**AUTORIZACION**

*[Handwritten signature]*

---

**DR. TOMAS L. DECTOR JIMENEZ**  
JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA HE CMN S XXI

*[Handwritten signature]*

---

**DR. NIELS HANSEN WACHER RODARTE**  
JEFE DE LA DIVISION DE EDUCACION E INVESTIGACION MEDICA



## INDICE

AGRADECIMIENTOS	1
RESUMEN	2
SUMARY	3
INTRODUCCION	4
MATERIAL Y METODOS	7
RESULTADOS	8
DISCUSION	9
CONCLUSIONES	10
CUADROS Y GRAFICAS	11
BIBLIOGRAFIA	18

**AGRADECIMIENTOS :**

**A DIOS.  
POR SUS BENDICIONES.**

**A MIS PADRES, QUIENES FORJARON  
EN MI LO QUE HOY SOY.**

**A MIS MAESTROS, MIL GRACIAS.**

**A MI HIJITA, QUIEN DESDE EL VIENTRE DE MI  
ESPOSA ME AYUDO A ESFORZARME.**

**A MI ESPOSA POR SU AMOR Y COMPRESION**

**A MIS HERMANOS, GRACIAS.**

## **EVALUAR LA UTILIDAD DE LA OXIMETRIA DE PULSO DESPUES DE ANESTESIA GENERAL EN LA SALA DE RECUPERACION**

### **AUTORES**

**\*DR. RICARDO MENDOZA CORTES  
\*\* DRA. AMELIA GOMEZ ROSALES  
\*\*\* DR. TOMAS L. DECTOR JIMENEZ**

### **RESUMEN:**

El presente estudio compara las lecturas del oxímetro de pulso en pacientes sometidos a anestesia general.

Se estudiaron 100 pacientes sometidos a anestesia general ASA I y II asignados a 2 grupos.

Grupo I se les administro oxígeno por puntas nasales y Grupo II respirando oxígeno al 21%.

De acuerdo a la edad y hemoglobina de los pacientes, no se encontraron diferencias significativas.

De los valores obtenidos de SpO<sub>2</sub> observamos diferencia significativa en los diferentes tiempos de administración de O<sub>2</sub> a los 15', 30', 45' y 60' con respecto al grupo control (f=181, p=0.0001). Se midió también TA, FC, FR y Temperatura, no encontrando diferencias significativas en los 2 grupos.

\* Residente del tercer año del curso de especialización en anestesiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.

\*\* Médico anesthesiólogo adscrita al servicio de anestesiología del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS y profesora adjunta del curso de anestesiología.

\*\*\* Jefe del servicio de anestesiología del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI del IMSS.

Profesor titular del curso de especialización de anestesiología del mismo hospital.  
I.M.S.S México D.F.

## **SUMMARY:**

The present study compares the measures of the pulse oximeter in patients under general anesthesia.

It was studied 100 patients that received general anesthesia, with ASA I and II, that were separated in 2 groups.

The group I received O<sub>2</sub> by nasal tinge and for group II breathing O<sub>2</sub> at 21%.

According with the age and hemoglobin of the patients there were not significant differences,

From the values obtained of SpO<sub>2</sub> we found significant differences between each time of O<sub>2</sub> administration at 15', 30', 45' and 60' in comparison of control group ( $f=181, p=0.0001$ ).

It was also measured BP, P, BF and Temperature and we didn't find significant differences at the 2 groups.

Key Words: Pulse oximeter, general anesthesia, nasal tinge, SpO<sub>2</sub>.

## INTRODUCCION:

El oxímetro de pulso es un monitor no invasivo que determina de manera confiable y continua la saturación de oxígeno arterial en el momento preciso que está sucediendo, lo cual permite una vigilancia adecuada de la oximetría tisular. (1,2,3,4,5,6).

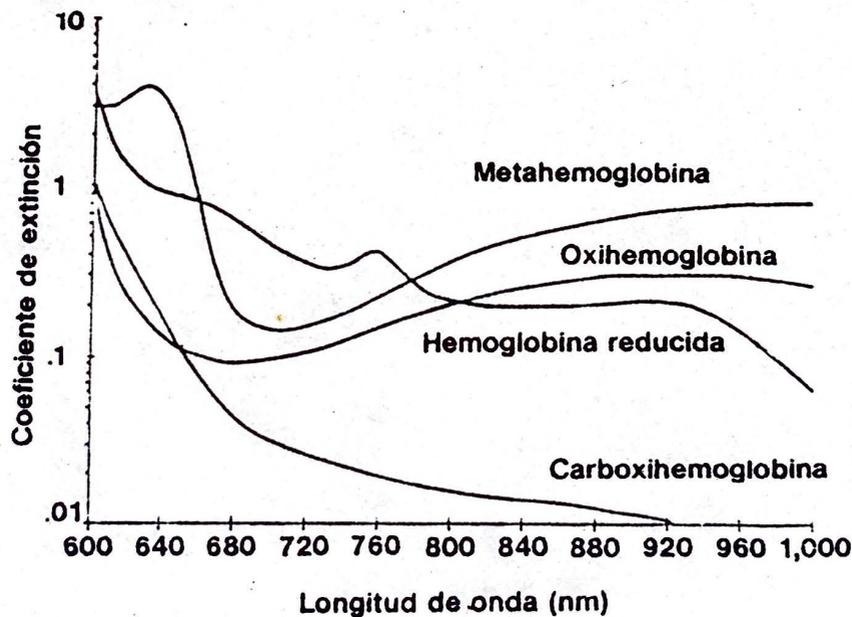
En 1935 Mathes (2,7) investiga el transporte de oxígeno, basado en técnicas de transmisión de la luz, por lo que se le considera el padre de la oximetría.

En 1942 Millikan acuñó el término de oximetría (2,11) ; más tarde Wood y Geraci (2,12) mejoran las ideas del oxímetro de Millikan.

Es en 1975 cuando Nikajima y colaboradores (2,13) introducen el oxímetro de pulso al relacionar la absorción de la luz roja y la infrarroja con el pulso, permitiendo así determinaciones aproximadas de la saturación de hemoglobina. Es así como en los Estados Unidos a principios de los 80's se introduce la oximetría de pulso con la utilización de diodos emisores de luz (LED) de bajo costo e inclusive desechables (2,13).

La oximetría se basa en lo que se conoce como curvas de extinción de la hemoglobina (1,2).

Las curvas de la siguiente figura corresponden a la oxihemoglobina y a la hemoglobina reducida (Desoxihemoglobina).

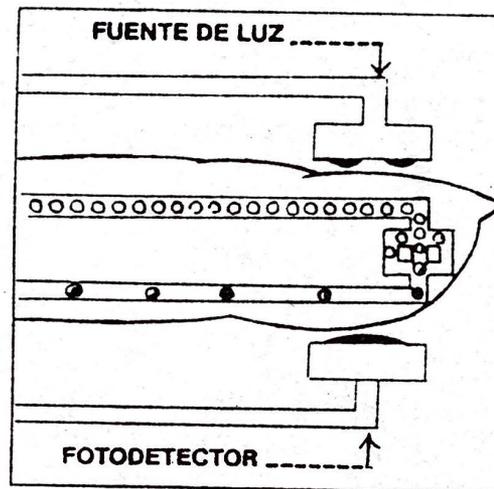


En eje horizontal se mide la longitud de la onda de la luz, extendiéndose a 450 nm (región azul del espectro) hasta 1000 nm (cerca de la región infrarroja). El eje vertical es el coeficiente de extinción, el cual se encuentra sobre una escala logarítmica; se entiende por extinción la absorción de la luz por una sustancia dada de acuerdo a su concentración y longitud del curso de la luz (1,2),

El transductor del oxímetro de pulso está compuesto por dos partes: La fuente de luz y opuesto a ella el fotoreceptor.

El transductor de luz posee dos LED, los cuales emiten longitudes de onda de la luz regularmente de 660 nm a 940 nm; ésta luz que incide por un lado de la punta del dedo es modificada al ser absorbida por los tejidos que atraviesa, los cuáles incluyen eritrocitos que contienen hemoglobina oxigenada y desoxigenada (1,2).

La absorción puede ser constante en un sitio dado excepto por la absorción del volumen sanguíneo proveniente del pulso arterial. (14).



Esta variación en la absorción es convertida en una onda pletismográfica en la frecuencia roja e infrarroja. La relación entre las amplitudes de estas ondas es directamente proporcional a la saturación de oxígeno.

el fotodetector recoge la información en forma de luz y la convierte en corriente, la cuál es a su vez enviada a un microprocesador localizado en el oxímetro a través de los cables unidos al transductor (1,2).

Antes de que el oxímetro fuera inventado, en las salas de recuperación se valoraba lo adecuado e la oxigenación al buscar cianosis, manifestación universal básica de hipoxia; la cuál aparecía después de que el 15% de la hemoglobina se desaturaba (1).

El oxímetro de pulso ha venido a revolucionar el campo de la medicina crítica al reducir el trauma al paciente, proporcionando información rápida y reduciendo costos.

Este tipo de monitorización en conjunto con la capnografía podría reducir la necesidad de gasometrías pero no de reemplazarlas en algunos pacientes. El propósito de la oximetría en las salas de recuperación es la valoración rápida y oportuna de la saturación arterial de oxígeno como un aviso de saturación inadecuada (16,17,18,19,20).

Los problemas respiratorios son comunes en el periodo posoperatorio ya que el laringoespasma, la apnea y el broncoespasmo son observados en uno de cada 30 pacientes (15,16,17,18,19,20).

La hipoxia transitoria puede no ser de significancia clínica en el paciente joven, más puede producir cambios cardiovasculares marcados en el paciente anciano (1,18).

La administración de oxígeno a través de puntas nasales se puede administrar en los pacientes, ocasionándoles molestias mínimas.

Las puntas nasales llevan incorporadas dos pequeñas salientes que se introducen aproximadamente un centímetro en las fosas nasales y se sostienen mediante una cinta elástica a la cabeza del paciente, debiendo cambiarse cada 6 a 8 hrs.

La concentración inspirada de oxígeno dependerá del flujo de oxígeno, el volumen corriente, del flujo inspiratorio y del espacio muerto (o sea, del volumen de la nasofaringe).

Durante el periodo comprendido entre la espiración y la inspiración, el oxígeno llena el espacio muerto anatómico. La respiración a través de la boca no es tan efectiva como la introducción de oxígeno por vía nasal.

Una regla para conocer la  $FiO_2$  aproximada que se consigue con unas puntas nasales es considerar que para cada L/min. de flujo de oxígeno la  $FiO_2$  se modificará alrededor de 0.03 a 0.04. Los flujos de oxígeno por arriba de 6 L/min. ( $FiO_2 = 44\%$ ) ya no elevan significativamente la  $FiO_2$  en la mayoría de los casos debido a que el espacio muerto anatómico está lleno de oxígeno. La única manera de conseguir una  $FiO_2$  mayor es aumentar el tamaño del reservorio mediante una mascarilla o tienda de oxígeno.

Con la aplicación de oxígeno por puntas nasales alcanzamos una  $SpO_2$  del 90 al 99% dependiendo de las condiciones mencionadas (21).

A una  $pO_2$  de 40 torr la hemoglobina está saturada con oxígeno aproximadamente 75%; a 70 torr la hemoglobina saturada será del 94.1% y con una  $pO_2$  de 100% torr la hemoglobina tiene una saturación del 97.4% (22).

## **MATERIAL Y METODOS**

**El presente estudio compara las lecturas del oxímetro del pulso en pacientes sometidos a anestesia general a los que se les aplica oxígeno por puntas nasales a 4ltsx' y a las lecturas del oxímetro de pulso en los pacientes sometidos a anestesia general sin aplicación de oxígeno en la sala de recuperación.**

**El estudio es un ensayo clínico controlado en pacientes sometidos a anestesia general en el Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI del I.M.S.S. que pasaron a la sala de recuperación y reunían los criterios de selección; de los meses de marzo a agosto de 1995. La aplicación de oxígeno proviene de una toma de la sala de recuperación a través de puntas nasales estandar a 4 lts x' (35%) medido en el flujometro de la toma durante una hora,**

**La saturación de oxígeno se considera lo que marque el oxímetro de pulso en porcentaje, siendo válida cuando se acompañe de una onda positiva en el pletismografo.**

**Los criterios de inclusión que deben reunir los pacientes serán ASA I y II, de 20 a 50 años, cualquier sexo, de 45 a 80 kg, sometidos a anestesia general, extubados, con SpO<sub>2</sub> mayor de 90%; criterios de no inclusión son: pacientes con patología pulmonar, asmáticos, tabaquismo positivo y con inestabilidad hemodinámica y los criterios de exclusión: que cursen con complicaciones pulmonares, que requieran reintubación, inestabilidad hemodinámica, revascularización o remodelación.**

**La muestra es de 100 pacientes dividida en 2 grupos de manera aleatoria previo consentimiento del paciente.**

**Se revisó al paciente a su ingreso al quirófano para determinar que reuniera los criterios de selección, una vez terminada la anestesia y el paciente paso a recuperación se tomaron y anotaron signos vitales basales y oximetría sin colocación de puntas nasales a todos los pacientes. Una vez determinado por oximetría y exploración que no existió compromiso alguno se procedió a la colocación de puntas nasales en el grupo I con el flujo de O<sub>2</sub> continuo medido en el flujometro de la toma a 4 litros por minuto (35%) y el grupo II sin O<sub>2</sub> complementario vigilando que no se comprometiera su oxigenación (90% SpO<sub>2</sub>).**

**Las mediciones se hicieron cada 15 minutos de oximetría y signos vitales en ambos grupos y se anotaron las mediciones para realizar el estudio.**

## RESULTADOS

Se estudio una muestra de 100 pacientes sometidos a anestesia general endovenosa y balanceada, clasificados como ASA I y II. Se asignaron al azar a dos grupos de tratamiento.

Grupo I, a los que se les administro O<sub>2</sub> oxigeno suplementario por puntas nasales a 4 litros por minuto; Grupo II control que se les dejo respirando oxigeno al 21%.

De acuerdo a la edad no se encontraron diferencias significativas entre el grupo I y el grupo II ( $\bar{x} \pm DE$ )  $29.86 \pm 6$  Y  $30.36 \pm 6.24$  respectivamente (tabla 1).

Se registraron cifras de hemoglobina para determinar si existía alguna alteración. No se encontraron diferencias significativas en ésta determinación para ambos grupos de tratamiento, siendo de  $13.5 \pm 2.15$  para el grupo I y de  $14.45 \pm 1.86$  para el grupo II.

De los valores obtenidos de SpO<sub>2</sub> observamos diferencia significativa en los diferentes tiempos de administración de O<sub>2</sub> a los 15', 30', 45' y 60' con respecto al grupo control. (F= 181, p=0.0001), (Gráfica No. 1).

Se midieron otras variables como tensión arterial sistólica, tensión arterial diastólica, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y temperatura no encontrando diferencias significativas de éstas variables (Gráficas 2-6).

## DISCUSION

Ningún otro aparato eléctrico había logrado esparcirse con tanta rapidez y aceptación dentro y fuera de la sala de operaciones como lo ha hecho el oxímetro de pulso. Siendo éste un monitor no invasivo que determina de manera confiable y continua la SpO<sub>2</sub> en el momento que esta sucediendo, permitiendo una adecuada vigilancia de la oxigenación tisular. El cambio de la sangre al saturarse el oxígeno, es debido a las propiedades ópticas de la molécula de hemoglobina y más específicamente a la porción del heme. A medida que la sangre se desoxigena se vuelve menos permeable a la luz roja. El tejido pierde entonces su apariencia rosada, tomando un tinte azulado; así el oxímetro sólo tiene que medir lo "azul" de la sangre arterial e interpretarlo en términos de saturación (1).

La hipoxia transitoria puede no ser de significancia clínica en el paciente joven, más puede producir cambios cardiovasculares marcados en el paciente anciano (1,18). Ésto puede evitarse administrando oxígeno suplementario (1,20).

Durante el periodo comprendido entre la espiración y la inspiración el oxígeno llena el espacio muerto anatómico; la respiración a través de la boca no es tan efectiva como la introducción de oxígeno por vía nasal (21,22).

Para conocer la FiO<sub>2</sub> aproximada que se consigue con puntas nasales, es considerar que para cada litro por minuto de flujo de oxígeno la FiO<sub>2</sub> se modificará alrededor de 0.03 a 0.04. A una pO<sub>2</sub> de 40 torr la hemoglobina esta saturada con oxígeno aproximadamente 75%; a 70 torr la hemoglobina saturada será 94.1% y con 100 torr aproximadamente 97.4% (22).

El estudio que realizamos en 100 pacientes divididos en dos grupos, con y sin aplicación de oxígeno a 4 litros por minuto demostró diferencias significativas en los diferentes tiempos de administración de oxígeno con una elevación significativa de la SpO<sub>2</sub> en el grupo al cual se le aplico oxígeno, similar a lo reportado en la literatura (1,22).

Las otras variables medidas, tensión arterial sistólica, tensión arterial diastólica, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria y temperatura no mostraron diferencias significativas (gráfica 1) por lo que determinamos que trabajando dentro de los límites de seguridad de SpO<sub>2</sub> no tenemos alteraciones en estas variables hemodinámicas (gráficas 2 - 6).

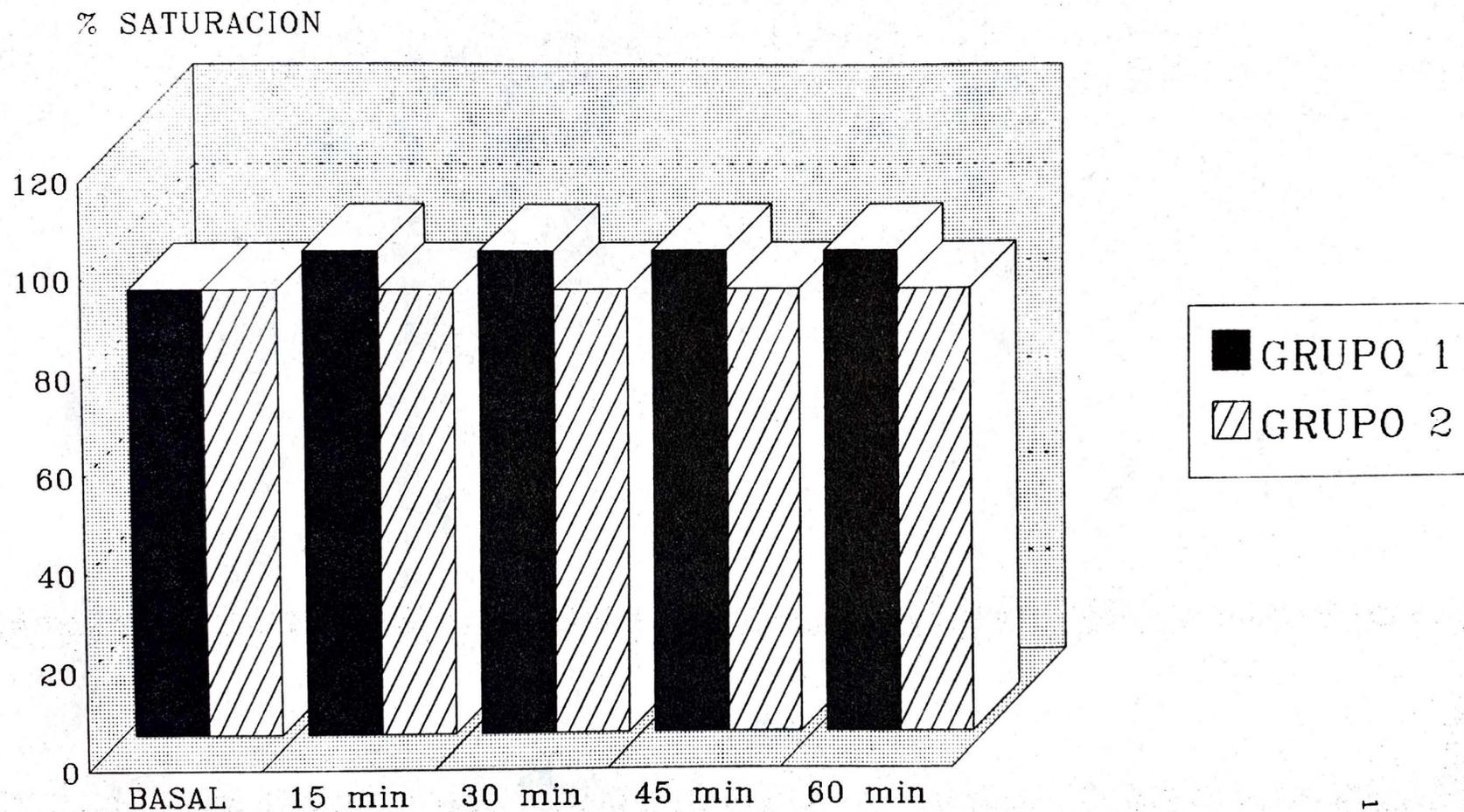
## **CONCLUSIONES**

- 1. - La aplicación de oxígeno a 4 litros por minuto por puntas nasales aumenta la SpO<sub>2</sub> en el paciente sometido a anestesia general endovenosa o inhalatoria en el posoperatorio.**
- 2. - El mantener la SpO<sub>2</sub> con FiO<sub>2</sub> al 21% no modifica las constantes vitales: tensión arterial sistólica, tensión arterial diastólica, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y temperatura.**

**TABLA 1.****UTILIDAD DE LA OXIMETRIA DE PULSO EN SALA DE RECUPERACION  
CARACTERISTICAS GENERALES DE LA MUESTRA**

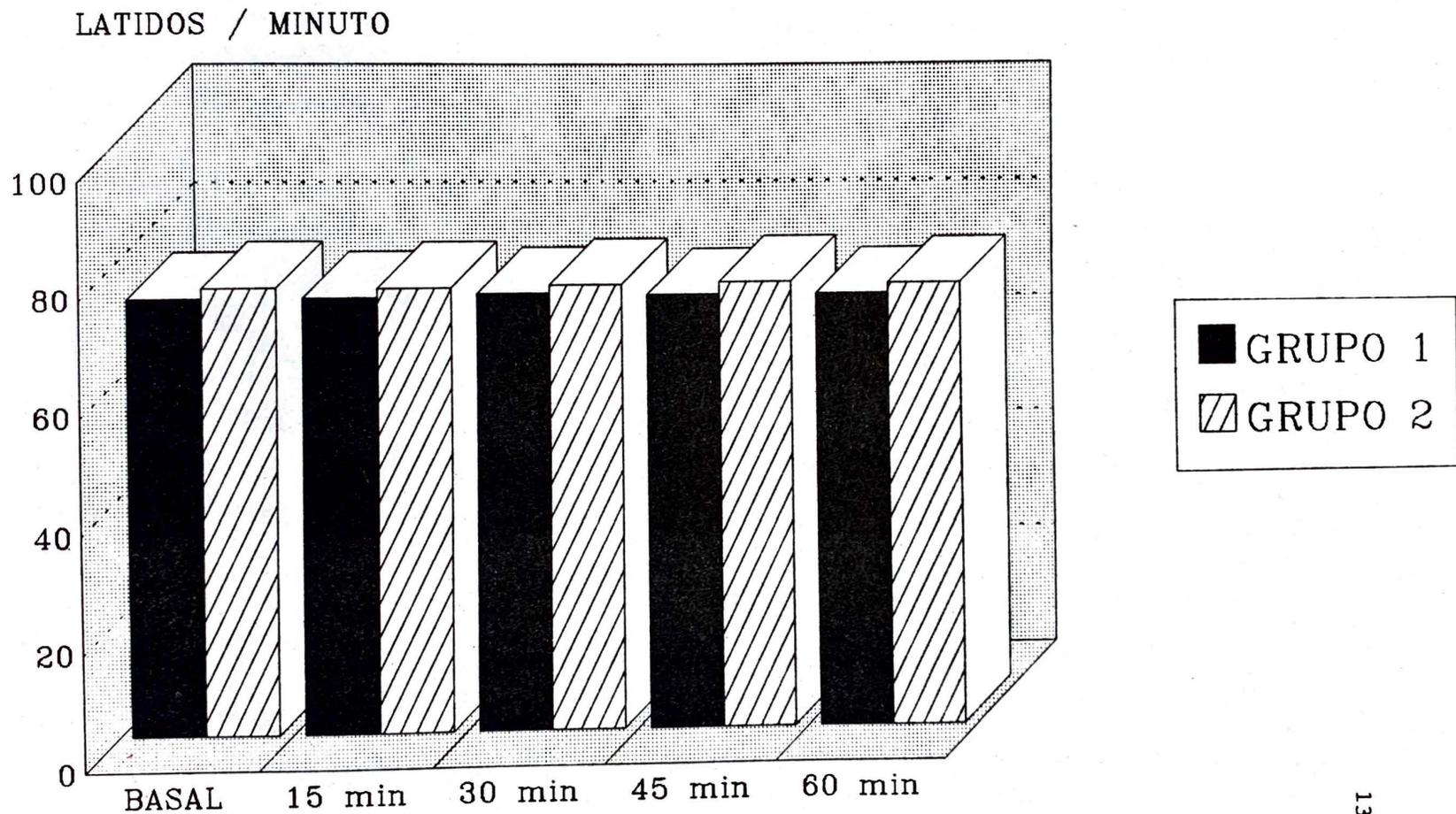
	<b>GRUPO I (n=50)</b>	<b>GRUPO II (n=50)</b>	<b>VALOR p</b>
<b>EDAD</b>	<b>29.86 ± 6</b>	<b>30.36 ± 6.24</b>	<b>NS</b>
<b>PESO</b>	<b>63.08 ± 10.73</b>	<b>64.52 ± 10.74</b>	<b>NS</b>
<b>HEMOGLOBINA</b>	<b>13.53 ± 2.15</b>	<b>14.45 ± 1.86</b>	<b>NS</b>
<b>SEXO</b>	<b>FEMENINO = 23</b>	<b>FEMENINO = 21</b>	
	<b>MASCULINO = 27</b>	<b>MASCULINO = 29</b>	

# UTILIDAD DE LA OXIMETRIA DE PULSO EN SALA DE RECUPERACION SATURACION DE OXIGENO



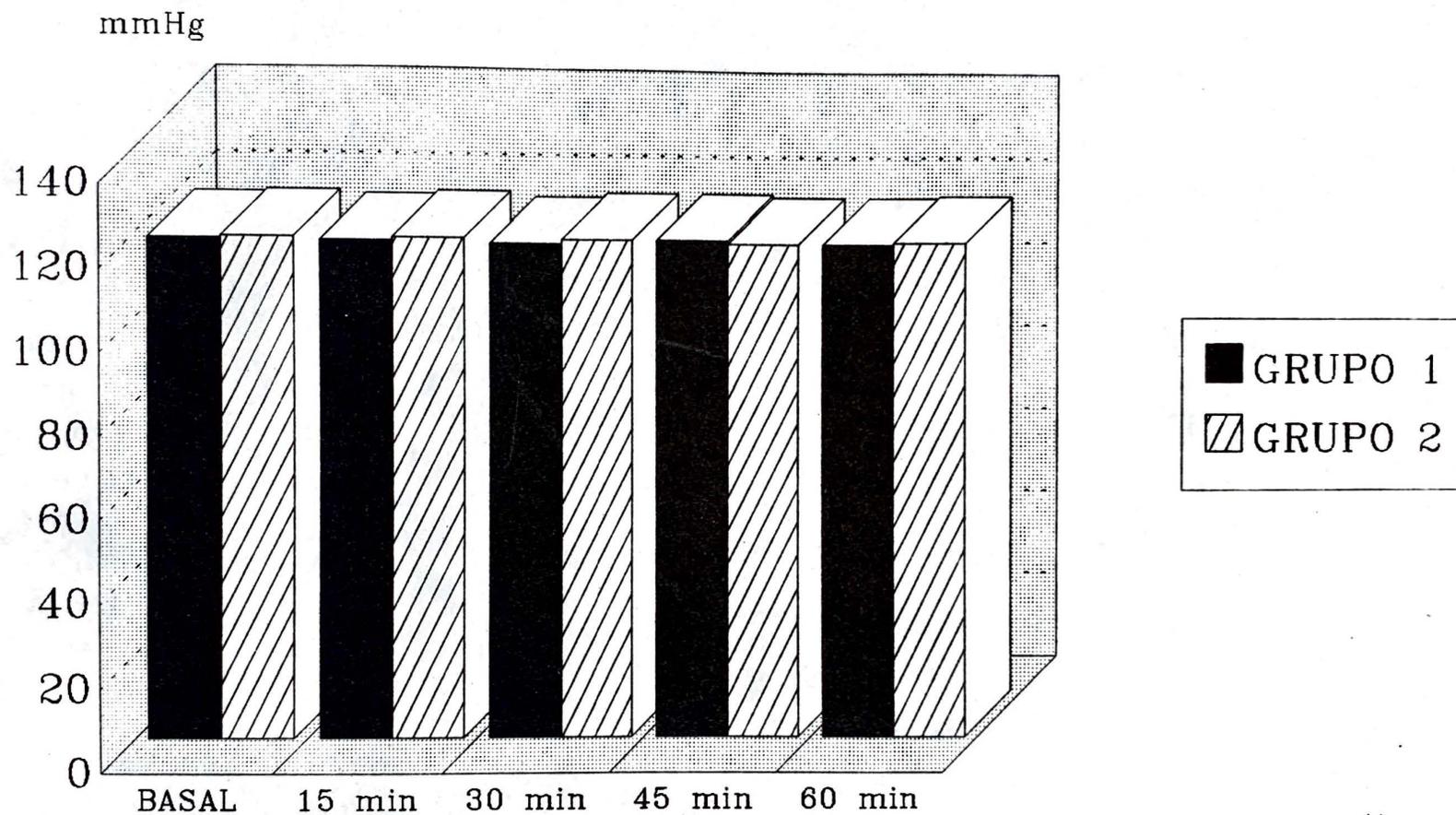
GRAFICA 1.  
SERVICIO ANESTESIOLOGIA  
HE CMN SXXI 1995

UTILIDAD DE LA OXIMETRIA DE PULSO EN SALA DE RECUPERACION  
FRECUENCIA CARDIACA



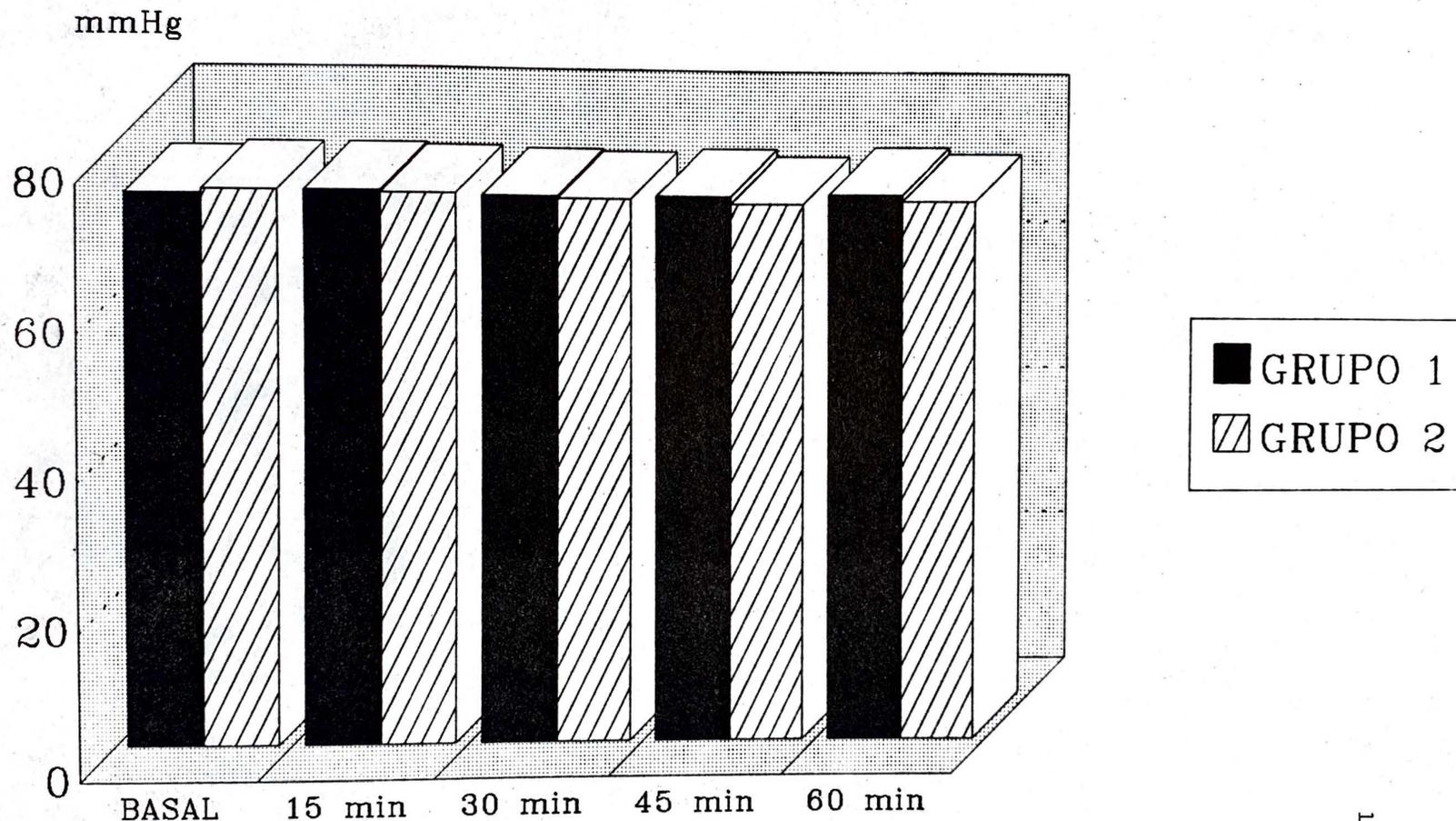
GRAFICA 4.  
SERVICIO ANESTESIOLOGIA  
HE CMN SXXI 1995

UTILIDAD DE LA OXIMETRIA DE PULSO EN SALA DE RECUPERACION  
TENSION ARTERIAL SISTOLICA



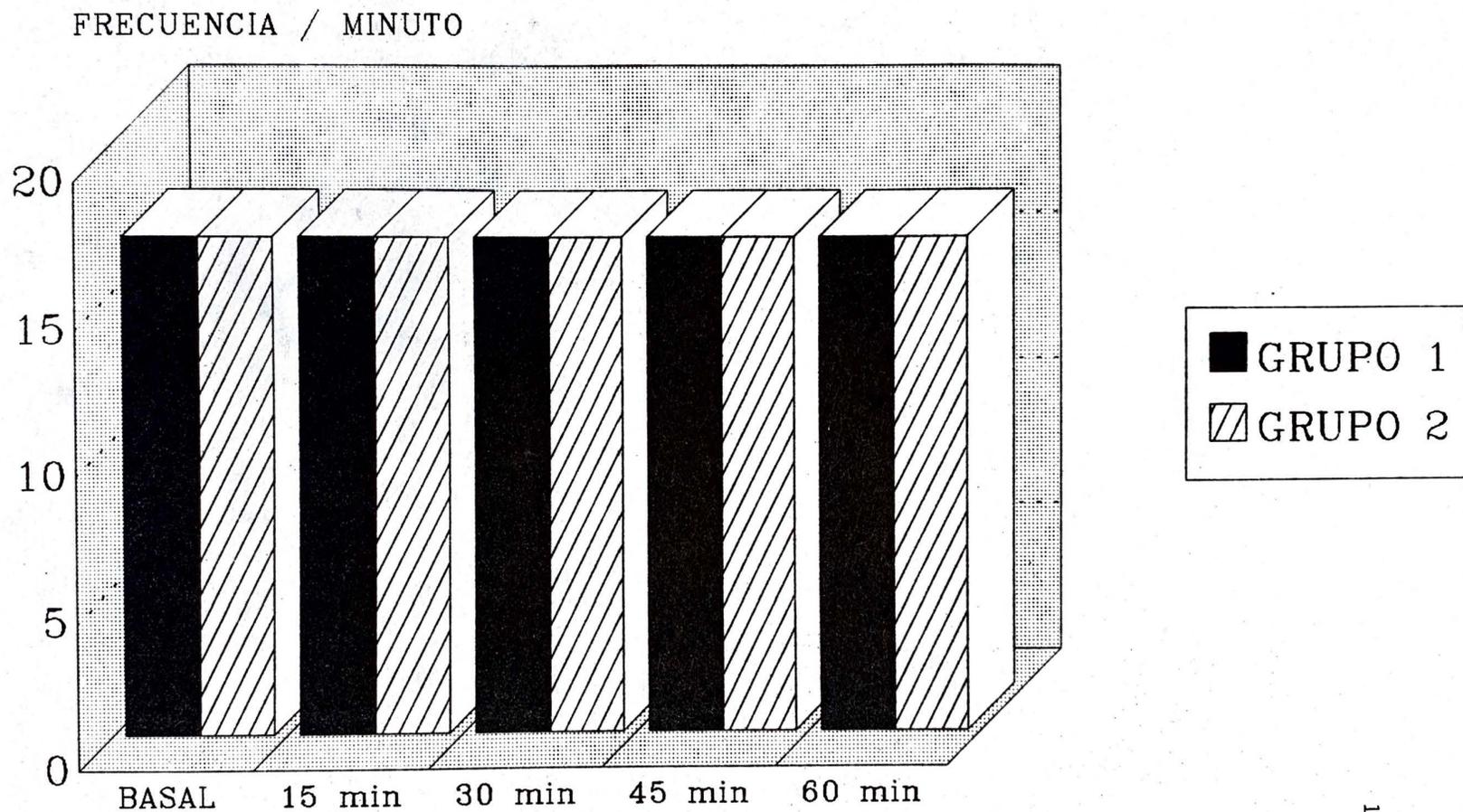
GRAFICA 2.  
SERVICIO ANESTESIOLOGIA  
HE CMN SXXI 1995

# UTILIDAD DE LA OXIMETRIA DE PULSO EN SALA DE RECUPERACION TENSION ARTERIAL DIASTOLICA



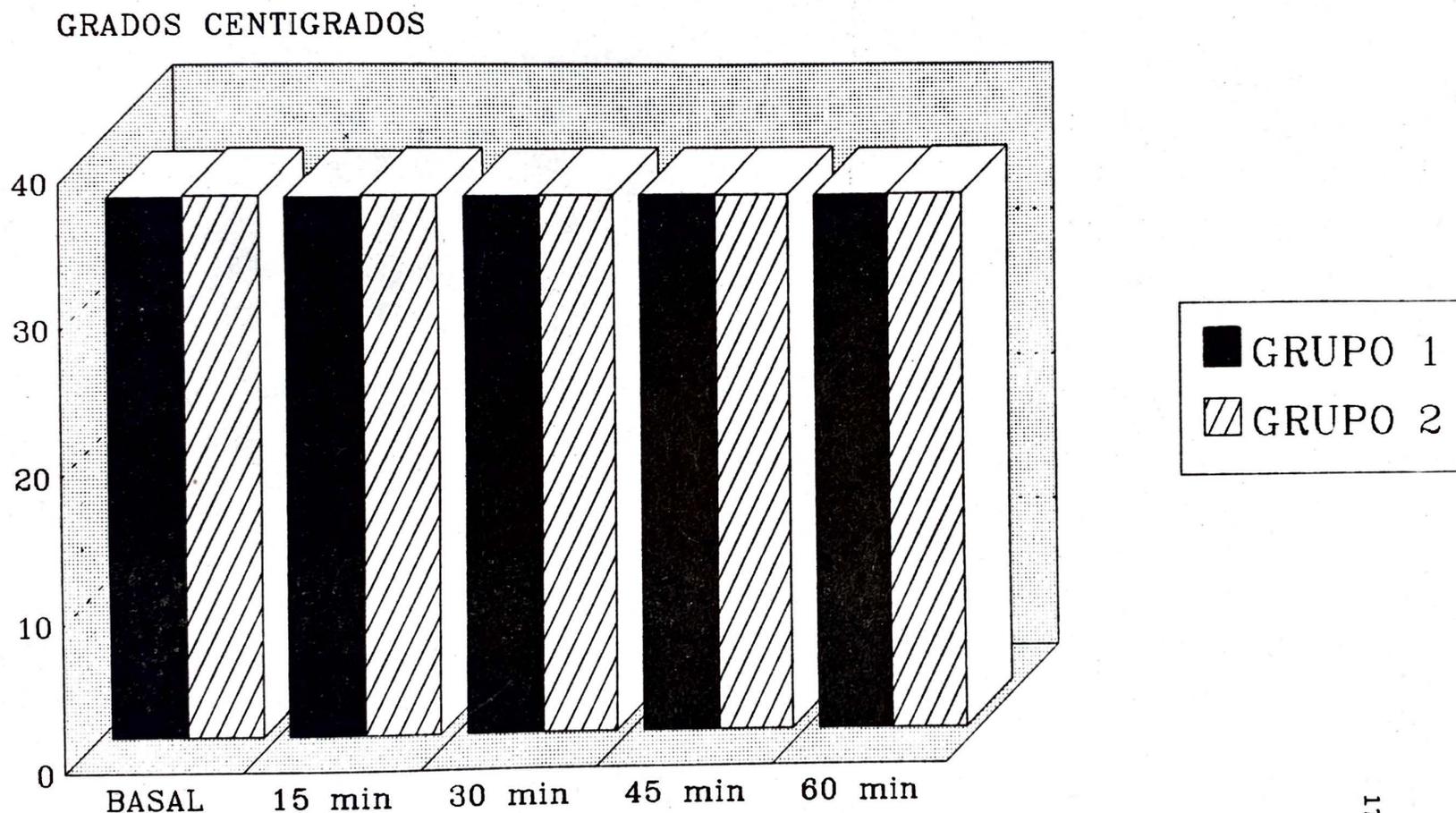
GRAFICA 3.  
SERVICIO ANESTESIOLOGIA  
HE CMN SXXI 1995

# UTILIDAD DE LA OXIMETRIA DE PULSO EN SALA DE RECUPERACION FRECUENCIA RESPIRATORIA



GRAFICA 5.  
SERVICIO ANESTESIOLOGIA  
HE CMN SXXI 1995

# UTILIDAD DE LA OXIMETRIA DE PULSO EN SALA DE RECUPERACION TEMPERATURA



GRAFICA 6.  
SERVICIO ANESTESIOLOGIA  
HE CMN SXXI 1995

## BIBLIOGRAFIA

1. - J. Antonio Aldrete, Anestesiología teórico práctica, 1992, Vol. II cap 76; 1441-1450.
2. - Julien F. Biebuyck, M.B., Pulse Oximetry, Anesthesiology, 1989, vol 70; 98-108.
3. - Charles J. Cote M.D., A single blind study of combined pulse oximetry and capnography in children, Anesthesiology 1991, vol. 74, 980-987.
4. - Jakob T. Moller M.D., Randomized evaluation of pulse oximetry in 20 802 patients I, Anesthesiology 1993, vol. 78, 436-444.
5. - Jakob T. Moller M.D., Randomized evaluation of pulse oximetry in 20 802 patients II, Anesthesiology 1993, vol 78, 445-453.
6. - American Society of anesthesiologists Inc., Pulse oximetry as a standard of practice in anesthesia, Anesthesiology 1993; vol. 78, 423-426.
7. - Matthes, K., Untersuchungen über die Sauerstoffbindungen des menschlichen arterienblutes, Arch. Exp. Path. Pharmacol. 1935, 179-698-711.
8. - Kramer, K. Verfahren zur kontinuierlichen Messung des Sauerstoffgehalts in strömendem Blut an un eröffneten Gefäßen Z. Biol. 1935 vol. 96, 61-75.
9. - Squire J.R. Instrument for measuring quantity of blood and its degree of oxygenation in web of the hand Clin. Sci 1940 vol. 4, 331-339.
10. - Goldie, E.A.G. Device for continuous indication of oxygen saturation of circulating blood in man. J. Sci Instrum 1942, 19-23.
11. - Millikan G. Continuous measurement of oxygen saturation in man Am J. Physiol 1941. ,133-390.
12. - Wood, E. Geraci, J.E. Photoelectric determination of arterial oxygen saturation in man Lab clin med 1949 vol. 34, 387-401.
13. - Nikajima, S. Performances of new pulse wave earpiece oximeter. Respi, Cir 1975. vol. 23, 41-45.
14. - N.S. Trier, MD. Pulse oximeter failure rates: effects of low perfusion. Anesthesiology 1993. vol. 79, 248.
15. - D.M. Heyman. Anesthesia and analgesia 1992. vol. 74, 83.
16. - Jaime Canet. Anesthesia and analgesia 1989. vol. 69, 207-212.
17. - Jakob Trier Moller MD. Hypoxemia in the postanesthesia care unit: observer study. Anesthesiology 1990. vol. 73, 890-895.

- 18.- Jeffrey B. Cooper,ph D. Effects of information feedback and pulse oximetry on the incidence on anesthesia complications. *Anesthesiology* 1987. vol. 67, 687-694.
- 19.- Guillermo Bosques Nieves Saturación de oxígeno durante la recuperación posanestésica. *Rev. Mexicana de anestesiología* 1994. vol. 17, 35-38.
- 20.- AT Rheineck Leyssius,MD. Influence of pulseoximeter lower alarm limits on the incidence of hypoxemia in the post anesthesia care unit. *Anesthesiology* 1988. vol. 69, 106-109.
- 21.- Robert A. Smith Tratamiento respiratorio mecánico. Ronald D. Miller 1986 Vol. 3, 2019.
- 22.- Michael G. Levitzky ph. D. Ed. Uteha, 2a. edición 1993., 172-173.