



11 202 71
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

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

EXACTITUD DEL PULSOOXIMETRO EN LA
ANEMIA ISOVOLEMICA

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGIA

P R E S E N T A :

DRA. ISABEL MARIA DEL CARMEN
SANCHEZ VAZQUEZ

ASESORA: DRA. CECILIA MENDOZA POPOCA
JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIA
DR. TOMAS DECTOR JIMENEZ

MEXICO, D. F.

1995

FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

Para que pueda ser he de ser otro,
salir de mí, buscarme entre los otros,
los otros que no son si yo no existo,
los otros que me dan plena existencia.

Octavio Paz

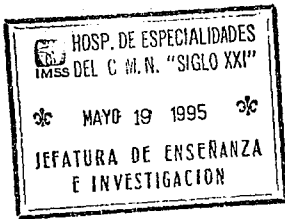
Agradezco ante todo a Dios, por lo que me ha dado para llegar a ser lo que soy, por darme la familia que todos - pueden envidiar y de la que estoy muy orgullosa, a mis - abuelos que sin estar presentes siguen mis pasos a cada momento, sin dejar que equivoque el camino, a mis Maestros que me motivaron, me dieron su confianza y compartieron sus experiencias y conocimientos durante mi formación -- Profesional.

Agradezco en forma muy especial al Dr. Tomas Déctor Jiménez, jefe del Servicio del Departamento de Anestesiología por el apoyo y confianza que siempre me brindo - durante mi estancia como Residente en el Hospital de Especialidades Centro Medico Nacional Siglo XXI.

Estas líneas están dirigidas a una persona muy especial que es más que mi profesora y asesora de tesis, es una persona admirable desde el punto de vista profesional y como ser humano que tuvo mucho que ver en lo que soy en este momento.

A una gran amiga con cariño, respeto y admiración dedico esta tesis.

Gracias Dra. Cecilia Ursula Mendoza Popoca.



AUTORIZACION

Wal

DR. NIELS WACHER RODARTE.
JEFE DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION DEL HOSPITAL DE
ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPULVEDA" DEL CENTRO
MEDICO NACIONAL SIGLO XXI.

C. J. Jimenez

DR. TOMAS DECTOR JIMENEZ.
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ANESTESIOLOGIA Y JEFE
DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGIA DEL HOSPITAL DE
ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPULVEDA" DEL CENTRO
MEDICO NACIONAL SIGLO XXI.

C. Cecilia Ursula Mendoza Pooca

DRA. CECILIA URSULA MENDOZA POOCA.
PROFESOR ASESOR DE TESIS Y NEUROANESTESIOLOGA,
MEDICO DE BASE DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES
"DR. BERNARDO SEPULVEDA" DEL CENTRO MEDICO
NACIONAL SIGLO XXI.



I N D I C E

Resumen	1
Introducción	3
Material y Metodos	5
Resultados	7
Discusión	9
Conclusión	13
Cuadro 1 Diagnostico	14
Cuadro 2 Datos Demograficos	15
Grafica 1 valores de Hematocrito	16
Grafica 2 correlación SaO ₂ y SpO ₂	17
Grafica 3 correlación entre FC y FP	18
Bibliografía	19

EXACTITUD DEL PULSOOXIMETRO EN LA ANEMIA ISOVOLEMICA.

*Dra. Isabel María del Carmen Sánchez Vázquez.

**Dra. Cecilia U. Mendoza Popoca.

***Dr. Tomas Dector Jiménez.

RESUMEN.

Se estudiaron 25 pacientes (9 hombres y 16 mujeres) con un promedio de edad de 53.08 ± 15.30 años sometidos a distintos procedimientos neuroquirúrgicos. Todos fueron monitorizados con pulsoximetría y canulación de la arteria radial con la finalidad de comparar los valores de saturación de oxígeno obtenidos por ambos métodos y la influencia que sobre estos pudieran tener distintos cifras de hematocrito. En el contraste de estos valores se encontró una correlación estadísticamente significativa independientemente de los valores de hematocrito, estableciendo de acuerdo a nuestros resultados que las lecturas proporcionadas por el oxímetro de pulso son confiables aún en situaciones de anemia.

SUMMARY.

We studied 25 patients (9 males, 16 females) with an average age of 53.08 ± 15.30 years that were submitted to different neurochirurgical procedures. All of them were monitorized through pulse oximetry and cannulation of radial artery with the purpose to compare the values obtained with both methods and the influence that transanesthetic anemia could have over

them. We found no difference between both methods despite the diminishing values of hematocrit. Thereafter we established the security of the use of pulse oximetry even in transanesthetic anemia situations.

*Residente de Tercer Año de la Especialidad de Anestesiología.
Hospital Especialidades CMN Siglo XXI. I.M.S.S.

**Médica de base del departamento de Anestesiología. Hospital
de Especialidades CMN Siglo XXI. I.M.S.S.

***Médico Jefe de Servicio y Titular del Curso de Anestesiología.
Hospital de Especialidades CMN Siglo XXI. I.M.S.S.

INTRODUCCION.

La oximetría se ha convertido en los últimos años en una práctica extendida en anestesia y se recomienda en todas las situaciones en las cuales pacientes anestesiados, sedados o deteriorados tiene el riesgo de presentar hipoxia (1). La oximetría ha tenido profundos efectos en medidas de seguridad y en asuntos legales relacionados con accidentes por hipoxia del paciente. La pulsooximetría ha tenido y tiene numerosos y variados usos: monitorización de la circulación, pruebas clínicas (Allen), diagnóstico de distintas alteraciones a través de la onda pletismográfica del pulso, guía en distintos aspectos terapéuticos, etc. Sin embargo, también tiene sus limitaciones basadas principalmente en las interferencias de tipo eléctrico con los coaguladores quirúrgicos, interferencias con los ventiladores mecánicos y falta de exactitud en ciertas condiciones clínicas como la bradicardia, hipotensión y vasoconstricción (2,5), situaciones que frecuentemente están relacionadas con un descenso en las cifras de hematocrito. A este respecto y en la actualidad, no se han reportado estudios en humanos en los que se debe conocer la efectividad del pulsooxímetro con la disminución transoperatoria del hematocrito.

Con estos antecedentes nos propusimos investigar la exactitud y credibilidad del pulsooxímetro a diferentes cifras de hematocrito durante distintos procedimientos neuroquirúrgicos, ya que este tipo de intervenciones, principalmente en manejo de enfermos con malformaciones arteriovenosas y aneurismas, es frecuente el sangrado masivo. En el manejo de aneurismas, es parte importante

la teoría llamada de las 3H's (hipertensión, hemodilución, hipervolemia)(9), por lo que es práctica recomendada permitir la disminución del hematocrito hasta un valor de 30%, para iniciar la transfusión, todo esto con la finalidad de prevenir y manejar el vasoespasmó tan frecuente en el aneurisma cerebral. Así pues en estos pacientes es de vital importancia saber si con la pulsooximetría tenemos la seguridad y certeza de que la saturación de la hemoglobina está siendo convenientemente registrada.

MATERIAL Y METODOS.

El estudio se realizó en el departamento de anestesiología del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional Siglo XXI, con la autorización del comité de Investigación local y con el consentimiento por escrito de los pacientes.

Se estudiarán 25 pacientes (9 hombres, 16 mujeres), con edad promedio de 53.08 ± 15.30 sometidos a diferentes procedimientos neuroquirúrgicos entre los que predominaron las alteraciones vasculares cerebrales (malformaciones arteriovenosas y aneurismas) (Cuadros 1 y 2.).

Al llegar los pacientes a la sala de quirófanos a todos los pacientes se les verificó su catéter central corroborando su localización por Rx y su permeabilidad, posteriormente se continúa con monitoreo tipo I, para valorar las funciones vitales cada 5 minutos con un monitor Via-com 612 valorando ECG, trazo Electrocardiográfico, Frecuencia cardíaca, Tensión arterial, Oxímetro de pulso para valorar saturación de oxígeno, PVC para valorar volemia y Frecuencia respiratoria por método visual y corroborando ventilación adecuada con estetoscopio Litman.

Posteriormente de haber tomado constantes vitales basales, se procede a la Inducción Anestésica, una vez intubado el paciente e indicado la anestesia general se continúa con el monitoreo tipo II, se conecta a Capnógrafo a un monitor Via-com 612 y se canaliza venas periféricas con punzo 14 regularmente 2

vias permeables con solución fisiologica 0.9%, posteriormente se canaliza la arteria con previa prueba de Allen para monitoreo de presión arterial media sensada con monitor Via-612 y toma de determinantes de gases arteriales además se coloca sonda Foley para valorar funciones renales.

Una vez registradas las primeras constantes basales e iniciada la anestesia general se inició hipervolemia con Solución Fisiológica al 0.9% y hemodilución, en base a PVC y hematocrito respectivamente.

Se consideraron como valores basales de hematocrito, saturación arterial de oxígeno (SaO_2), Saturación del pulso de Oxígeno (SpO_2), frecuencia cardiaca (FC) y frecuencia del pulso (FP), los primeros registrados a través de pulso oximetría y muestra de sangre arterial obtenida con una fracción de oxígeno al 100%, antes de iniciado el procedimiento quirúrgico.

Se registró el hematocrito en diferentes tiempos en el transcurso de la cirugía, coincidiendo con los momentos en que por la importancia del sangrado, se consideró que habria cambios en aquel. Al mismo tiempo se registrarón la SpO_2 y la SaO_2 , obtenida en la misma muestra que el hematocrito. En cada uno de los tiempos también se registrarón la FP y FC.

Se contrastaron los valores de SpO_2 y SaO_2 así como FP y FC para distintas cifras de hematocrito y el análisis estadístico se hizo a través de la prueba de correlación de r Pearson. Se consideró estadísticamente significativo un valor de p 0.05.

RESULTADOS.

Valores de Hematocrito.

Además del valor basal se consideraron 6 valores mas en los cuales el promedio y la desviación estandar fuerón como sigue:

Basal $38.21 \pm 4.35 \%$, primera muestra $37.85 \pm 3.92 \%$, segunda muestra $37.46 \pm 3.88 \%$, tercera muestra $37.12 \pm 3.55\%$, cuarta muestra $35.78 \pm 3.41 \%$, quinta muestra $34.62 \pm 3.25\%$, sexta muestra $34.06 \pm 3.29\%$ (Grafica 1).

Correlación entre SaO_2 y SpO_2 .

Se llevó al cabo el contraste de los valores absolutos y relativos de SaO_2 y SpO_2 para distintos hematocritos los cuales fueron: basal $SaO_2:99.54 \pm 0.49\%$, $SpO_2:97.68 \pm 2.00\%$; muestra 1: $SaO_2:99.59 \pm 0.5\%$, $SpO_2:98.72 \pm 0.8\%$; muestra 2: $SaO_2:99.60 \pm 0.43\%$, $SpO_2:98.6 \pm 1.55\%$; muestra 3: $SaO_2:99.05 \pm 2.86\%$, $SpO_2:98.36 \pm 3.5\%$; muestra 4: $SaO_2:99.19 \pm 2.04\%$, $SpO_2:98.76 \pm 2.16\%$; muestra 5: $SaO_2:99.66 \pm 0.28\%$, $SpO_2:98.56 \pm 2.02\%$; muestra 6: $SaO_2:99.52 \pm 0.33\%$, $SpO_2:98.6 \pm 0.81\%$ y en cada uno de los contrastes se obtuvo valores de p estadísticamente significativos. (Gráfica 2).

Correlación entre FC y FP.

Para estos parámetros se siguió el mismo procedimiento y sus valores absolutos y relativos fueron como sigue: Basal: FC 81.36 ± 14.34 FP 81.44 ± 14.34 . Primera muestra: FC 79.72 ± 15.95 FP 79.84 ± 16.09 . Segunda muestra: FC 76.28 ± 12.14 FP $76.36 \pm$

12.57, Tercera muestra: FC 73.72 ± 12.03 FP 73.48 ± 12.22 ; Cuarta muestra: FC 74.64 ± 11.9 FP 75.44 ± 11.91 ; Quinta muestra: FC 73.28 ± 11.6 FP 72.96 ± 11.70 ; Sexta muestra: FC 77.82 ± 12.79 FP 77.12 ± 12.6 , encontrándose en todos los casos, después de realizar el contraste una correlación cuya p siempre fué estadísticamente significativa. (Gráfica 3).

DISCUSION.

Actualmente se considera a la pulsooximetría el estándar de vigilancia en su más relevante sentido. Ha sido demostrado que la pulsooximetría reduce la posibilidad de las complicaciones de la hipoxemia dada la rapidez con que se puede hacer el diagnóstico de la misma (2,3). Desde el principio de la década de los 80 ha sido una monitorización generalizada durante el transoperatorio dado que proporciona datos valorando la oxigenación de la sangre y esta información se obtiene fácil, continuamente y de manera no invasiva.

Las bases sobre las cuales se desarrolló la oximetría, tal como la conocemos ahora, no son tan recientes como pudiera pensarse. En 1875 Karl von Vierordt espectroscópicamente midió el consumo de oxígeno en su mano por el cambio de transmisión de la luz roja cuando se aplicaba un torniquete (2). Karl Matthos en Leipzig cerca de 1936, desarrolló el primer medidor de saturación auricular y fue el primero en usar dos amplitudes de onda in vivo para compensar las variaciones de la intensidad de la luz a través del grosor de los tejidos (1). En 1932 Glenn Millikan trabajando en el laboratorio de Barcroft en Cambridge Inglaterra, había usado fotoceldas cubiertas con filtros púrpuras y amarillos para medir la saturación in vitro (1,2).

La pulsooximetría fue inventada en 1972 por Takao Aoyagi en Nikon Kohden Corp; esta investigación había desarrollado la medición del gasto cardiaco por dilución de tinte empleando

un densitómetro en pieza auricular. Las variaciones pulsátiles hicieron imposible la extrapolación para obtener exactitud; Aoyaji minimizó las variaciones del pulso balanceando eléctricamente la señal de la luz roja con una señal de luz infrarroja en donde el tinte no se absorbiera (1,2).

Los pulsooxímetros actuales son esencialmente pletismógrafos de longitud de onda múltiple. La pulsooximetría está basada en dos principios físicos: primero, la absorción de la luz de la hemoglobina oxigenada es diferente de la hemoglobina reducida en las dos longitudes de onda de los oxímetros y segundo la absorción de las dos longitudes de onda tienen un componente pulsátil, el cual es el resultado del volumen sanguíneo arterial fluctuando entre la fuente y el detector (1,4)

Sin embargo recientemente se cuestionó la necesidad del monitoreo de la pulsooximetría, ya que se mencionaba la baja posibilidad de efectos secundarios significativos con una desaturación media de oxígeno (14). A este cuestionamiento hubo numerosas respuestas en las que, si bien son aceptadas las limitaciones de la pulsooximetría (5) se concluye que representa un insuperable medio de diagnóstico temprano y no invasivo de hipoxemia, así como una manera de favorecer el pronóstico postoperatorio del paciente.

Entre las limitaciones reconocidas de la pulsooximetría se encuentra los falsos registros obtenidos con cambios importantes en el hematocrito que traen como consecuencia vasoconstricción e hipotermia, factores capaces de dificultar la función de los rayos infrarrojos para captar la señal de la oxihemoglobina.

bina.

En nuestro medio hospitalario se llevan a cabo procedimientos anestésico quirúrgicos en los cuales el riesgo y la posibilidad de sangrado masivo transoperatorio es frecuente, como ocurre en cirugía abdominal (esplenectomías, cirugía de hígado y vías biliares, pancreatocotomías); en cirugía de riñón (necrotomías, tumoraciones renales); en angiología (aneurismas de aorta abdominal, exploraciones arteriales), situaciones muchas de ellas en las que no es común la monitorización invasiva, es decir la canulación arterial para determinar la saturación de oxígeno (SaO_2), y aún en los casos en los que si se lleva a cabo éste método no es continuo o sea, proporciona información intermitente (4), y el tiempo en minutos que tardamos en obtener el resultado varía dependiendo de muchas circunstancias. Por todas estas razones es de suma importancia saber la exactitud y seguridad que nos puede proporcionar el pulsooxímetro (SpO_2) en una situación de urgencia por una hemorragia masiva transoperatoria no prevista.

Lee y colaboradores realizaron un modelo experimental en perros comparando pulsooximetría y oximetría arterial con distintos hematocritos, encontrando que a un hematocrito entre 10 y 15%, la seguridad de ambos métodos es equivalente y por debajo del 10% de hematocrito el pulsooxímetro tiene un error de $5.4 \pm 18.8\%$ (6). Sendak y colaboradores también en un estudio con perros promovieron hipoxia y desaturación obteniendo una diferencia media entre SpO_2 y SaO_2 de $5.5 \pm 4.2\%$ (7).

Tradicionalmente se ha considerado como cifra de hematocrito en humanos el 30%, sabiendo que la cifra menor permitida para asegurar un adecuado transporte de oxígeno (8).

Los resultados obtenidos en nuestro estudio demostrarán una correlación altamente significativa tanto para SaO_2 y SpO_2 como para FP y FC ($p < 0.001$), con valores promedio de $98.46 \pm 0.37\%$ para SpO_2 , $99.46 \pm 0.24\%$ para SaO_2 , 76.66 ± 3.12 para FP y 76.61 ± 3.05 para FC, los cuales nos hablan de la seguridad y exactitud de la pulsioximetría para la evaluación de estos parámetros, aún en situación de cambios importantes en el hematocrito; con lo que podemos concluir que este tipo de monitorización no invasiva puede ser un método empleado con toda confianza en cualquier procedimiento anestésico aún en los que ocurran hemorragias transoperatorias graves, en los medios en los que no sea posible contar con determinaciones de saturaciones de Oxígeno por medición directa a través de una muestra arterial.

CONCLUSIONES.

Actualmente los avances tecnológicos han beneficiado enormemente el área medica en las multiples especialidades; en el área de Anestesia, estos avances como es la pulsooximetría a dado grandes ventajas garantizando un monitoreo continuo, no invasivo barato a largo plazo, que consiste en la pletismografía de longitud de onda multiple que puede utilizarse en cualquier tipo de cirugía.

El uso actual del pulsooxímetro puede llegar a evitar complicaciones, teniendo un margen de seguridad y gran confiabilidad casi del 100%; comparando diferentes hematocritos, se pudo observar que unicamente por debajo del critico hay variaciones en la saturación reportada comparada con la saturación arterial directa y que sus limitaciones son minimas refiriendonos a la interferencia con otros aparatos.

Con esto podemos concluir que la pulsooximetría es otro recurso más en Anestesia, para el monitoreo continuo, que tiene grandes beneficios y es confiable, tanto para el paciente como para la tranquilidad del médico.

CUADRO 1.- DIAGNOSTICOS.

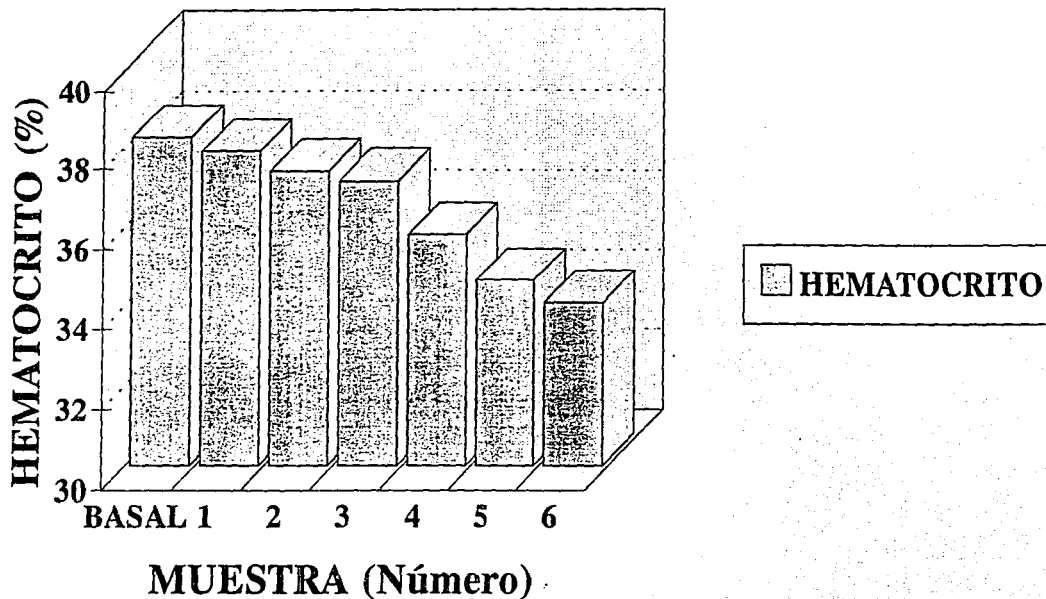
DIAGNOSTICO	NUMERO
Meningioma	8
Aneurisma	8
Adenoma de Hipófisis	4
Astrocitoma	2
Cordoma del Clivus	2
Neuralgia del Trigémino	1
Total	25

CUADRO 2. DATOS DEMOGRAFICOS.

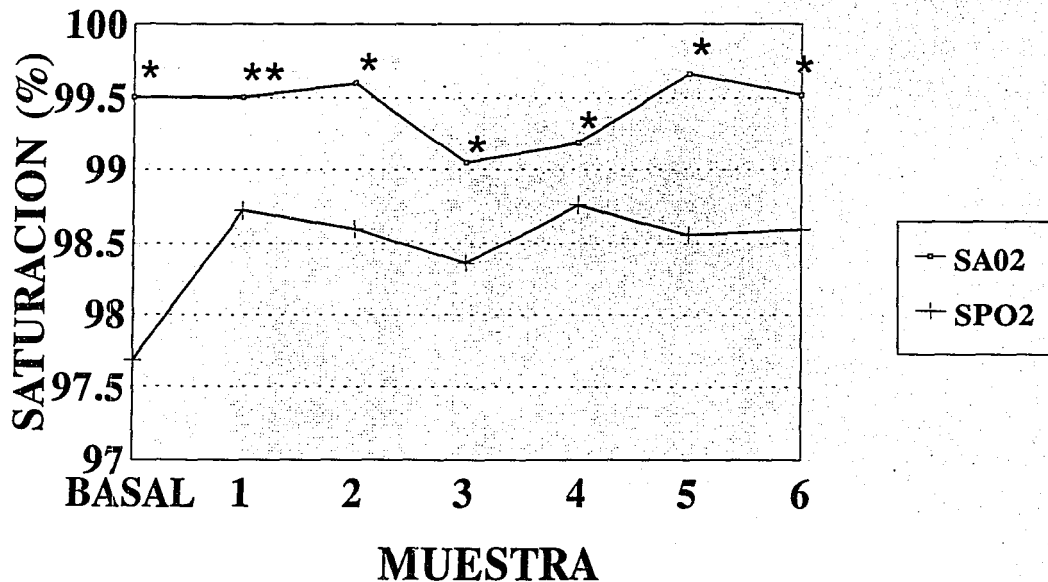
SEXO (Mujeres/Hombres)	16/9
EDAD (años)	53.08 ± 15.30
ASA 1/2/3	17/7/1

GRAFICA 1.

VALORES DE HEMATOCRITO

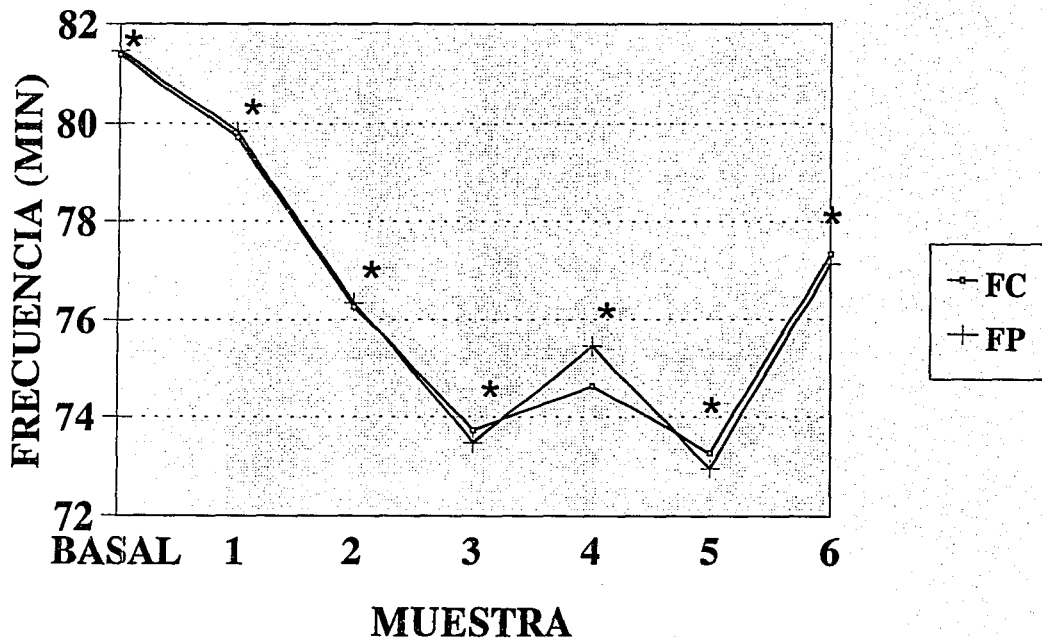


GRAFICA 2. CORRELACION SAO2 Y SPO2



* $p < 0.01$
** $p < 0.02$

GRAFICA 3.- CORRELACION ENTRE FC Y FP



* P < 0.001

- 1.-Tremper KK, Barker SJ: Pulse Oximetry. *Anesthesiology* 1989;70: 98-108.
- 2.-Severinghaus JW. Pulseoximetry: Uses and limitations en Anual refresher course lectures. Ed American Society of Anesthesiologists 1990. pp 122.
- 3.-Eichhorn JH. Pulse oximetry as a standard of practice in anesthesiology 1993;78:423-426.
- 4.-Mihm FG, Halperin BD. Noninvasive detection of profound arterial desaturation using a pulse oximetry device. *Anesthesiology* 1985;62:85-87.
- 5.-Jones RDM, Lawson AD, Gunawardene WMS et al. An evaluation of prolonged oximetric data acquisition. *Anaesth Intens Care* 1992;20:303-307.
- 6.-Lee S, Tremper KK, Baker S. Effects on anaemia on pulse oximetry and continuous mixed venous hemoglobin saturation monitoring in dogs. *Anesthesiology* 1991;75:118-122.
- 7.-Sendakr MJ, Harris AP, Donham RT. Accuracy of pulse oximetry during arterial oxyhemoglobin in dogs. *Anesthesiology* 1988;68: 111-114.
- 8.-Lebowitz PW. Manejo de líquidos en : Técnica de anestesiología. Massachusetts General Hospital. Ed. Limusa México. 1983. pp 131-133.

- 9.-Cottrell JE,Smith DS.Cerebral Aneurysms:Anesthetic considerations en:Anesthesia and neurosurgery.Ed.Mosby.St.Louis.1994. pp 376-406.
- 10.-Gilbert N:Cálculo de la población si se conoce la desviación estandar en Estadística.Ed.Interamericana.México,1980.pp132-134.
- 11.-Nickerson BG,Sarkisian C,Tremper K:Bias and precision of pulse oximeters and arterial oximeters.Chest 1988;93:515-517.
- 12.-Moller JT,Pedersen T et al:Randomized evaluation of pulse oximetry in 20,802 patients:I Anesthesiology 1993;78:436-444.
- 13.-Moller JT,Jahannesen NW et al:Randomized evaluation of pulse oximetry in 20802 patients:II.Anesthesiology 1993: 78:445-453.
- 14.-Keats AS:Anesthesia Mortality in perspective.Anesthesia 1990;45:566.