

**INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS MÉDICAS
CIUDAD DE LA HABANA
FACULTAD DE MEDICINA “ENRIQUE CABRERA”
HOSPITAL “JULIO DIAZ GONZALEZ”**

***Título: Pulsioximetría nocturna en pacientes
tetrapléjicos.***

Autor: Dra. Josefina Robles Ortíz

- * Especialista de Primer Grado en Medicina General Integral**
- * Residente de tercer año de Medicina Física y Rehabilitación**

Tutor: Dra. Yolanda Torres Deliss

Especialista de Segundo Grado en Neumología y profesora auxiliar

Asesora: Dra. Tatiana Taimí Crespo Díaz

Especialista de Primer Grado en Neumología

***Trabajo para optar por el título de Especialista de
Primer Grado en Medicina Física y Rehabilitación.***

AÑO 2004

Pensamiento.

“Sois la demostración viva de las maravillas de la virtud de la energía ... Habéis dado un gran ejemplo, que nos quisiéramos recalcar, porque puede enseñar el camino a todos: Habéis demostrado lo que un alma enérgica puede realizar, a pesar de los obstáculos aparentemente insuperables que impone el cuerpo.”

SS. el Papa Juan Pablo XXIII
con motivo de los juegos internacionales
de Store Mandeville, en Roma, en 1960

Dedicatoria.

. . . A mi familia, sostén y sentido de mi vida.

. . . A mi hija, por ser la energía inspiradora de cada amanecer.

. . . A mi esposo, por su apoyo y participación activa en este trabajo.

. . . A mi suegra, por ocupar en el hogar el lugar que he dejado y la toma de mis preocupaciones como suya.

. . . A mis padres, por su ayuda incondicional y amor sin límites.

. . . A mis hermanas y hermano por su apoyo y comprensión durante estos tres años.

Agradecimientos.

A la doctora Yolanda Torres Deliss por su colaboración, maestría y rigor científico durante la realización de esta investigación.

A la doctora Tatiana Taimí Crespo Díaz por su extraordinaria atención, dedicación y ayuda valiosa sin límite de tiempo en la ejecución de este trabajo.

Al licenciado Frank Andrés Hernández González por su cooperación experta sin ningún reparo.

Al doctor Luís Daniel Álvarez Ceballo y al ingeniero Amnarel Ortiz Suárez por su ayuda en la toma de datos que hicieron posible el trabajo.

Al licenciado Angel De Souza Torres, investigador agregado que colaboró en los análisis estadísticos de esta investigación.

Al ingeniero Lesby Fabrè Lorenzo por su incondicional apoyo en la presentación de la investigación.

A mis compañeros de residencia Viurnis, Leonardo, Ricardo, Miriela, Dagmara, Cansio y Jaime por su apoyo y amistad durante toda la especialidad.

A todos los pacientes lesionados medulares que permitieron este estudio, sin cuya colaboración no hubiese sido posible realizar este trabajo.

A todas aquellas personas que de una forma u otra nos alentaron y ayudaron en la investigación.

Resumen.

Las alteraciones respiratorias durante el sueño son comunes en pacientes tetraplégicos y puede estar acompañada con desaturaciones de oxígeno de manera significativa. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de la saturación de oxígeno durante el sueño en lesionados medulares cervicales teniendo en cuenta la intensidad de la lesión según la escala ASIA y se evaluó el comportamiento de las variables demográficas, antropométricas, espirométricas, oximétricas y de la fuerza de los músculos en los lesionados completos e incompletos. Se realizó un estudio descriptivo y prospectivo en 20 pacientes con diagnóstico de tetraplegia traumática que ingresaron en el hospital Julio Díaz en el período de julio del 2003 a abril del 2004 a los cuales se le estudió la función ventilatoria y la saturación de oxígeno nocturno, encontrándose un mayor porcentaje de lesiones incompletas (70 %) con respecto a las completas (30 %). No se encontraron diferencias significativas entre ambos grupos en cuanto a la edad, IMC, CC, LC, tiempo de lesión, VEF₁, CVF, VEF₁/ CVF, CV, PIM y PEM. Todos los pacientes mostraron un trastorno ventilatorio restrictivo. A pesar de que no se encontró ninguno con desaturaciones significativas de la oxihemoglobina, las lesiones completas presentaron un índice de episodio de desaturación por hora de sueño mayor que las incompletas y mostraron una correlación negativa significativa entre el ODI y la S_aO₂M.

Indice.

Resumen	
Introducción	1
Objetivos	6
Control semántico	7
Material y método	8
Recursos humanos y materiales necesarios	13
Análisis y discusión de los resultados	14
Conclusiones	21
Recomendaciones	22
Bibliografía	23
Anexos	

Introducción.

Una lesión o enfermedad grave de la médula espinal constituye sin duda una de las calamidades más devastadoras en la vida humana, esto puede comprenderse fácilmente si se da uno cuenta de la importancia fisiológica primordial de la médula, no sólo como transmisor principal de todos los impulsos y mensajes desde el cerebro a todas las partes de cuerpo y viceversa, sino también como centro nervioso por sí mismo, que controla funciones vitales como los movimientos voluntarios, la postura, la vejiga, los intestinos y la función sexual, así como la respiración, la regulación de la temperatura y la circulación sanguínea. Por consiguiente una sección o una lesión grave de la médula causada por un traumatismo o enfermedad, producen siempre una invalidez de gran magnitud desde el lugar de la lesión hacia abajo (1).

Los traumatismos constituyen una de las causas más importantes en las lesiones medulares, las cuales son provocadas con mayor frecuencia por accidentes de tránsito, caídas desde alturas, tiradas de cabeza en aguas pocas profundas, heridas por armas blancas o de fuego, accidentes deportivos y laborales (2, 3, 4).

Las lesiones medulares se comportan como una de las grandes epidemias de este siglo que afectan a nivel mundial a un número cada vez mayor de personas, su incidencia varía de un país a otro. Estas ocurren con mayor frecuencia en personas jóvenes cuyas edades oscilan entre 15 y 30 años, por tanto afectan fundamentalmente a individuos en etapas productivas de la vida y son 4 veces más frecuentes en los hombres que en las mujeres por estar expuestos los primeros, en sentido general, a actividades de mayor riesgo, donde no sólo se producen deficiencias, sino también discapacidad y minusvalía (2, 5, 3).

El mecanismo de producción de la lesión medular es complejo: rotación, hiperflexión, hiperextensión y fenómenos de estiramiento son movimientos que pueden producir la lesión. Microscópicamente se puede encontrar una médula

edematizada, equimótica, aplanada y comprimida pero en otros casos aparece aparentemente íntegro, además se encontrará alteraciones de los vasos así como de las raíces nerviosas que pueden estar estirada o seccionadas (4).

El nivel de la lesión en la médula espinal determinará los músculos de la respiración que están afectados. El diafragma es el músculo más importante que se utiliza para respirar, el mismo está localizado debajo de las costillas y separa el pecho del abdomen, el nervio frénico que va al diafragma está localizado a la altura de $C_3 - C_4$, si existe una lesión a este nivel el diafragma no funcionará normalmente (4, 6).

Los músculos intercostales están localizados entre las costillas, ayudando así al pecho a moverse para adentro y afuera cuando usted respire y tose. Los nervios que van a estos músculos están ubicados entre la $T_1 - T_{12}$, si su lesión está en la T_{12} o encima tendrá dificultades para respirar profundamente y la capacidad de toser se debilitará (6, 7).

Los músculos abdominales son los que trabajan cuando tienen una respiración forzada como es la tos, los nervios que van a este músculo se localizan de la T_7 a T_{12} , si la lesión en la medula espinal está encima de T_{12} la capacidad de toser disminuirá. Otro grupo de músculos, los llamados músculos de acceso, están localizados en el cuello, estos también pueden ayudar a respirar aumentando el volumen del diafragma al inspirar (6, 8).

La parálisis afectará una mayor o menor parte del cuerpo en dependencia del nivel de lesión, mientras más alta sea la misma mayor será la porción muscular paralizada y menos la cantidad de músculos funcionando (3).

El sistema respiratorio está involucrado invariablemente en las lesiones medulares cervical, si la lesión es C_3 existe una hipoventilación que precisa siempre respiración asistida (por afectación del nervio frénico). Las lesiones con diafragma

íntegro tienen respiración espontánea, pero las alteraciones de los músculos intercostales y abdominales hacen que la fase respiratoria no sean óptima, dando lugar a la no movilización de las secreciones, tos inefectiva, que pueden provocar obstrucción bronquial, atelectasia, neumonías e insuficiencia respiratoria y son las principales causas de muerte en estos pacientes (4, 9, 10).

Los pacientes con lesión medular cervical registran una morbimortalidad que depende de factores tales como el nivel de lesión, la gravedad (completa o incompleta), la edad, las asociaciones morbosas, el tipo de atención médica en el momento del accidente y el tiempo de evolución de la lesión (2). La alteración funcional respiratoria más frecuente es de tipo restrictivo con disminución de la compleansa toraco – pulmonar, movimiento paradójico del tórax y debilidad muscular respiratoria (9, 11, 12).

La determinación de la capacidad vital forzada (CVF) es una medida que permite evaluar la capacidad ventilatoria de manera rápida, sencilla y confiable (1). Su variación permite presumir la presencia de debilidad de los músculos espiratorios o del diafragma, la determinación de las presiones estáticas máximas caracterizan en forma diferencial el compromiso de los músculos inspiratorios y espiratorios (11, 13).

Numerosos estudios en los últimos años han demostrado que cuando existe debilidad de los músculos respiratorios aparecen episodios de hipoxemia e hipercapnia durante el sueño, en particular durante la fase de movimientos oculares rápidos (REM) (14, 15). La desaturación arterial de hemoglobina durante la noche se acompaña de una desorganización importante del sueño (15, 16), la importancia de esta desaturación se relaciona directamente con la pérdida de la capacidad vital y con la saturación arterial de hemoglobina diurna, así mismo es inversamente proporcional al grado de hipercapnia diurna (14, 16).

Las alteraciones de la relación ventilación / perfusión se han considerado también como causa importante de las desaturaciones de oxígeno durante el sueño. Entre los factores que influyen en su desequilibrio se encuentran la disminución de la capacidad vital forzada de la tos y de la aclaración bronquial nocturna con retención de secreciones (2, 4, 17).

Las alteraciones respiratorias durante el sueño son comunes en pacientes tetraplégicos y pueden estar acompañadas con desaturaciones de oxígeno de manera significativa, ésta última empeora la función cognitiva durante el día (18, 19, 20) además de que está asociada a diferentes factores como el índice de masa corporal (21, 22, 23), los ronquidos (24, 25, 26) y la circunferencia del cuello (corto y grueso) (27), que todo ello contribuye a la reducción ventilatoria (7, 17) y a desordenes respiratorios obstructivos durante el sueño, lo que es causa de muchos síntomas diurnos, como la somnolencia excesiva (28,29, 30, 31, 32).

Cuando las desaturaciones se repiten o duran mucho, la suma de tiempo pasado sin oxigenación puede provocar problemas cardiorrespiratorios tales como hipertensión arterial y pulmonar o arritmias cardíacas (fibrilación auricular), arritmia sinusal, bradicardia severa, asistolias y taquicardia (22, 23, 25, 33).

Al conocer la repercusión sobre el organismo causada por las alteraciones de los gases sanguíneos y dentro de estas las desaturaciones nocturnas se hace necesario la realización de estudios no invasivos como la oximetría de pulso. La pulsiosimetría permite la determinación de la saturación de oxígeno de la sangre arterial con límites de confianza del 95 % (34, 35, 36).

El conocimiento de estos trastornos es de interés mundial, sin embargo en la literatura nacional no se han encontrados trabajos que evalúen la desaturación nocturna en pacientes tetraplégicos. En nuestro hospital esta patología es un motivo frecuente de ingreso para tratamiento rehabilitador.

Este trabajo tiene la intención de aportar información a nuestros colegas e interesar la realización de estudios y especialmente dirigida a mejorar la atención del enfermo.

Objetivos.

General:

- ✓ Evaluar el comportamiento de la saturación de oxígeno durante el sueño en pacientes tetraplégicos.

Específicos:

- ✓ Identificar la intensidad de lesión medular en completa e incompleta entre los pacientes estudiados.
- ✓ Evaluar el comportamiento de las variables demográficas, antropométricas, de la fuerza de los músculos y de la ESE en los dos grupos de pacientes y compararlos entre sí.
- ✓ Identificar los pacientes según el grado de disfunción ventilatoria.
- ✓ Determinar la relación del ODI con las demás variables oximétricas.

Control semántico.

IMC: Índice de masa corporal.

CC: Circunferencia del cuello.

LC: Longitud del cuello.

PIM: Presión inspiratoria máxima.

PEM: Presión espiratoria máxima.

VEF₁: Flujo espiratorio en el primer segundo.

CVF: Capacidad vital forzada.

CV: Capacidad vital.

VEF₁/ CVF: Relación del flujo espiratorio con la capacidad vital forzada.

S_aO₂B: Saturación de oxígeno basal.

S_aO₂M: Saturación de oxígeno media.

VMS_aO₂: Valor mínimo de saturación de oxígeno.

ODI: Índice de episodio de desaturación por hora de sueño medido.

TS_aTO₂ < 90 %: Tiempo total de sueño con desaturaciones por debajo de 90.

ESE: Escala de somnolencia de Epworth.

SAOS: Síndrome de apnea obstructiva durante el sueño.

ATS: Asociación americana torácica.

ASIA: American Spinal Injury Association.

Material y método.

Se realizó un estudio de tipo observacional, descriptivo, transversal y prospectivo en 20 pacientes con diagnóstico de lesión medular cervical (tetraplegia) traumática, siguiendo los criterios para la evolución neurológica en el tiempo de la American Spinal Injury Association (escala ASIA) (37), que ingresaron en el Hospital Julio Díaz González durante el período comprendido entre julio del 2003 y abril del 2004 que cumplieron con los siguientes criterios:

Criterios de inclusión.

- Sexo masculino.
- Respiración espontánea.
- Sin traqueostomía o con traqueostomía cerrada.
- Estabilidad clínica (pacientes que no presentaran exacerbación de los síntomas ni modificación del tratamiento habitual durante al menos 1 mes antes de realizar el estudio.
- Saturación de oxígeno diurna mayor del 95 % (pulsioximetría).
- Columna vertebral alineada y sin órtesis torácica.

Criterios de exclusión.

- Enfermedades asociadas como: enfermedades respiratorias crónicas (cáncer de pulmón, fibrosis pulmonar, Bronquiectasias, micobacteriosis, asma bronquial, etc), cardiopatía congénitas, insuficiencia cardíaca izquierda, insuficiencia renal, insuficiencia hepática, diabetes mellitus y enfermedades neuromusculares.

Clasificación ASIA.

Lesión completa A: Ausencia sensitiva y motora en el segmento sacro S₄ – S₅.

Lesión incompleta B: Ausencia de función motora por debajo del nivel de lesión y se preserva la sensibilidad incluyendo S₄ – S₅.

Lesión incompleta C: Por debajo del nivel de lesión hay función motora no funcional en más de la mitad de los grupos musculares claves, hay función sensitiva en S₄ – S₅, contracción voluntaria del esfínter anal o contracción muscular voluntaria entre segmentos por debajo del nivel de lesión.

Lesión incompleta D: Hay función motora funcional en más de la mitad de los grupos musculares claves.

Lesión incompleta E: Recuperación sensitiva y motora normal.

A cada paciente se le solicitó por escrito el consentimiento informado para participar en la investigación (anexo 1).

A todos los pacientes se les estudió la función ventilatoria y la saturación nocturna de oxígeno, de tales enfermos se registraron los siguientes datos: edad, peso (kg), talla (m), IMC (índice de masa corporal), ASIA, tiempo de lesión, circunferencia (CC) y longitud del cuello (CL).

El estudio de la función ventilatoria se realizó en la mañana (entre 8 y 11 am) siguiendo la metodología del departamento de pruebas funcionales ventilatorio (PFV) mediante un neumotacógrafo portátil ponygraphic, obteniéndose las siguientes variables: el volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF₁), capacidad vital forzada (CVF) y la relación entre estas dos mediciones (VEF₁/CVF), además de la capacidad vital (CV).

Para la graduación de la limitación al flujo aéreo se utilizaron como valores de referencias los recomendados por la ATS.

Normal ----- 80 % o más
Ligero -----70 a 79 %
Moderado-----60 a 69 %

Moderadamente severo----- 50 a 59 %
Severo -----34 a 49 %
Muy severo -----menos de 34 %

La fuerza de los músculos respiratorios se evaluó midiendo la presión inspiratoria y espiratoria máxima (PIM y PEM) mediante el equipo ELKA, siguiendo los valores de las tablas de Rochester.

Se realizó la medición del cuello teniendo en cuenta la longitud, desde la inserción del lóbulo de la oreja hasta la línea media clavicular, dos centímetros por encima de la clavícula (punto ERB), y la circunferencia hasta la membrana del cartílago cricoideo.

La saturación arterial de oxígeno nocturna se midió mediante el oxímetro de pulso OXY 9800 de producción nacional, el cual fue innovado a sugerencia nuestra por los técnicos del departamento de electromedicina, al suprimirle las alarmas sonoras para saturación y pulso que avisan ante situaciones de peligro potencial, para evitar la interrupción del sueño del paciente. El equipo grava cada 10 segundos los datos de saturación y pulso promediados sobre los últimos 8 pulsos del paciente y permite detectar y señalar diversas situaciones de error que pueden producirse durante su funcionamiento mediante textos intermitentes en el display para su adecuada corrección.

La grabación se programó de acuerdo a la metodología expuesta en el manual del usuario, se utilizó un sensor de presilla que fue colocado en el dedo índice de todos los casos, previa evaluación del sistema arterial de la mano utilizada.

El monitoreo se inició teniendo en cuenta el horario habitual de sueño del paciente y se mantuvo durante toda la noche con un tiempo de registro mínimo aproximado de 180 minutos (TTM), con la observación directa de la investigadora o personal adiestrado (médicos o enfermeras) para la calidad del mismo.

La información registrada se archivó mediante el software OXYTREND, previamente en una microcomputadora como ficheros OXYs para su posterior procesamiento.

Del trazado nocturno se obtuvieron los siguientes índices:

1. Saturación arterial de oxígeno basal (S_{aO_2B}), registrada durante los primeros 5 minutos del trazado con el paciente despierto y en posición supina.
2. Saturación arterial de oxígeno media (S_{aO_2M}) durante el tiempo de registro.
3. Valor mínimo de saturación arterial de oxígeno (VMS_{aO_2}).
4. Porcentaje del tiempo de registro con saturación arterial de oxígeno menor del 90 % ($TS_{aTO_2} < 90 \%$)
5. Números de episodios de desaturación (disminución del nivel de saturación basal de al menos 4 % por hora del tiempo medido. Índice de desaturación de la oxihemoglobina (ODI)).

Para calcular los índices de saturación se abrieron los ficheros con extensión .oxy por medio del notepad de Windows y a continuación se copiaron y pegaron en excel de forma individual. Desde excel se abrió una macro que dividió la única columna de valores de saturación y pulso en dos columnas. La columna de saturación se procesó en cada caso por medio de la opción función (f) de excel, obteniéndose la saturación basal media y mínima. En el caso de la basal se promediaron los primeros 30 valores de saturación registrados que se corresponden con los primeros 5 minutos de la grabación.

El tiempo de registro en minutos (TTM) se calculó dividiendo el número de mediciones entre 6. El equipo graba 6 mediciones por minutos.

Para calcular el tiempo con saturación de oxígeno menor de 90 % ($TS_{aTO_2} < 90 \%$) y el ODI se utilizaron formulas matemáticas en excel.

La evaluación de la somnolencia diurna excesiva (SDE) se llevó a cabo mediante la escala de somnolencia de Epworth (ESE) (anexo 2), (29) es un cuestionario de 8 preguntas que ha sido propuesto como método alternativo para medir la somnolencia diurna en adultos. El cuestionario se contesta por el paciente sólo y que estima la probabilidad de quedarse dormido en 8 situaciones de la vida cotidiana reciente, cada pregunta se puntúa de 0 a 3 (de mayor a menor riesgo de quedarse dormido en cada una de las situaciones recogidas por las preguntas), por lo que se puede obtener un máximo de 24 puntos, para este estudio hemos utilizado la versión española de Epworth. Se sugiere una puntuación de 10 como límite de la normalidad.

Procesamiento estadístico.

Se creó una base de datos en FoxPro (DBIII) con los valores de todas las variables del estudio para cada uno de los pacientes y posteriormente se copió en excel para su procesamiento. Se le realizó un análisis de varianza ($p < 0,05$) para determinar la significación estadística entre los pacientes en grupos de diferentes intensidades de lesión. Se empleó la prueba de Newmank – Keuls test para la comparación múltiple de media (Montgomery, 1991) (38). Para probar la normalidad de los datos se empleó la prueba de Kolmogorov – Smirnov (Dixon and Massey, 1983) (39). Se realizó un análisis de correlación entre las magnitudes oximétricas y el ODI con el objetivo de determinar el grado de relación estadística entre estas magnitudes.

Recursos humanos y materiales necesarios.

Humanos: Investigador

Tutor

Asesor

Paciente

Técnico PFV

Especialista en Neumología dedicado a PFV

Estadístico

Materiales: Espirómetro

- Oxímetro de pulso
- Equipo ELKA.
- Pesa con tallímetro
- Microcomputadora con sistema Windows
- Disco de 3 1/2
- Papel 8 1/2 x11
- Bolígrafos
- Láminas de acetato
- Impresora

Análisis y discusión de los resultados.

Tabla # 1. Distribución de los pacientes según la intensidad de la lesión por la clasificación ASIA.

Grado de lesión		#	%
Completa		6 ^b	30
	B	1 ^a	5
Incompleta	C	6 ^a	30
	D	7 ^a	35
Total		20	100

Valores con letras distintas presentan diferencias significativas ($p < 0,05$), según prueba de Fisher.

Como se ha descrito en la literatura, las lesiones de la medula espinal son frecuentes en nuestro medio y dentro de ésta, los tetraplégicos. En nuestro estudio la distribución de los pacientes según la intensidad de la lesión por la clasificación ASIA (37) muestra una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los completos e incompletos (tabla #1) correspondiendo el mayor porcentaje a estos últimos, esto se corresponde a la mayor frecuencia de lesionados medulares incompletos tetraplégicos que ingresan en nuestro hospital coincidiendo estadísticamente con la literatura internacional revisada (19).

Tabla # 2. Comportamiento de las magnitudes antropométricas y demográficas según la intensidad de la lesión.

Intensidad de Lesión	Edad (años)	IMC	Tiempo de Lesión (meses)	CC (cm)	LC (cm)
Completa	27,5 ^a	22,8 ^a	24,8 ^a	39,0 ^a	14,6 ^a
Incompleta B	64,0 ^a	24,2 ^a	6,0 ^a	35,0 ^a	12,0 ^a
Incompleta C	28,5 ^a	23,4 ^a	42,5 ^a	39,1 ^a	12,8 ^a
Incompleta D	38,3 ^a	20,2 ^a	26,7 ^a	36,3 ^a	13,8 ^a
EE (±)	3,2	0,85	6,0	0,9	0,4
CV (%)	42,8	17,2	91,3	10,5	13,6

Medias (valores) con letras distintas presentan diferencias significativas ($p < 0,05$), según pruebas de Newman-Keuls.

El comportamiento de las características antropométricas y demográficas según la intensidad de la lesión se muestra en la tabla #2, en la misma se identifican los valores de la media para cada grupo estudiado.

Los resultados mostraron que no hay diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las intensidades de lesión para la edad, IMC, LC, CC y el tiempo de evolución de la lesión debido al alto grado de variabilidad de dichas magnitudes, sin embargo se puede observar una tendencia a valores más favorables en la completa en cuanto al período de lesión que fue de 24 meses.

En relación al promedio de edad era de esperar este comportamiento, pues generalmente las lesiones medulares traumáticas ocurren en individuos jóvenes en edad laboral, con profesiones de mayor riesgo, lo que coincide con la literatura revisada (3, 4).

Si analizamos el estado nutricional según el IMC se aprecia como en promedio nuestros pacientes se encontraron dentro del rango normal (IMC entre 18,5 – 24,9) (40).

Tabla # 3. Comportamiento de las variables espirométricas y de la fuerza muscular según la intensidad de la lesión.

Intensidad de la Lesión	VEF ₁	CVF	VEF1/CVF	CV	PIM	PEM
Completa	60,5 ^a	52,6 ^a	97,9 ^a	55,0 ^a	89,5 ^a	74,0 ^a
Incompleta B	47,0 ^a	38,0 ^a	96,0 ^a	45,0 ^a	42,0 ^a	36,0 ^a
Incompleta C	61,8 ^a	50,6 ^a	98,5 ^a	51,3 ^a	97,6 ^a	70,1 ^a
Incompleta D	63,1 ^a	58,4 ^a	92,9 ^a	57,0 ^a	83,5 ^a	66,2 ^a
EE (±)	3,46	3,21	1,49	3,36	6,45	4,56
CV (%)	25,27	26,94	6,95	27,79	32,94	29,89

Medias (valores) con letras distintas presentan diferencias significativas ($p < 0,05$) según pruebas de Newman-Keuls.

Los resultados del estudio de las variables espirométricas y de la fuerza de los músculos según la intensidad de la lesión se exponen en la tabla #3.

En alguna magnitudes tales como el PIM, VEF₁, CVF y CV se puede observar que la comparación estadística entre las diferentes intensidades de lesión podría existir diferencias significativas, pero en realidad tales diferencias no se manifiestan debido al alto grado de variabilidad presente en esta variable que solapan las diferencias existentes.

A pesar de no haber diferencias significativas con relación a la intensidad de la lesión se pudo observar una tendencia al mejoramiento de los valores en la completa e incompleta C y D. Este proceso puede ser resultado a que estos grupos tienen un mayor tiempo de evolución de la lesión y además han recibido

rehabilitación respiratoria. Está establecido que la función pulmonar mejora con la cronicidad de la lesión (11, 41, 42). Esta mejoría se atribuye a cambios en la flaccidez asociada con la fase inicial de shock espinal, al desarrollo de hipertonia de los músculos intercostales y abdominales y a una mejoría de la función de los músculos accesorios y del diafragma. Sin embargo Bach (43) y Kirshblum (44) aceptan que es difícil predecir la evolución funcional de los pacientes que no fueron rehabilitados.

Tabla # 4. Distribución de los pacientes en relación al grado de disfunción ventilatoria restrictiva según la intensidad de la lesión.

CVF	Completa		Incompleta	
	#	%	#	%
Normal	0	0	0	0
Ligera	1	5	2	10
Moderada	2	10	4	20
Mode-severa	0	0	2	10
Severa	1	5	6	30
Muy severa	2	10	0	0
Total	6	30	14	70

Luego de analizar el comportamiento de la CVF en ambos grupos (sin diferencias significativas, tabla anterior) se realizó la distribución de los pacientes en relación al grado de disfunción ventilatoria atendiendo a los criterios de la ATS (tabla #4). Como puede observarse todos nuestros pacientes mostraron un trastorno ventilatorio restrictivo dado por una CVF por debajo del 80 % distribuidos en los diferentes grados desde ligero hasta muy severo con excepción del grupo de lesión completa donde en el grado moderadamente severo no encontramos pacientes y en los de lesión incompleta en el grado muy severo donde no hubo pacientes.

Nuestros resultados coinciden con otros estudios en cuanto al tipo de disfunción ventilatoria que es fundamentalmente restrictiva en los pacientes con lesión medular que está en relación con la parálisis y debilidad de los músculos respiratorios intercostales, accesorios y abdominales y a una disminución de la distensibilidad torácica aproximadamente a un 70 % del valor normal (2,11).

En cuanto a la relación entre el grado de disfunción ventilatoria restrictiva y el tipo de lesión, ya sea completa o incompleta (que nuestro estudio no mostró diferencias significativas), no encontramos en la literatura revisada estudios al respecto.

Sin embargo, sí encontramos publicaciones donde se compara la CVF en relación a la localización de la lesión, ya sea cervical o torácica, como el realizado por Andrada y colaboradores, del Instituto de Rehabilitación Psicosfísica de Buenos Aires en el año 2001 (2) y que encontraron diferencias significativas entre ambos grupos con peores valores para los lesionados cervicales.

Tabla # 5. Comportamiento de las variables oximétricas según la intensidad de lesión y escala de somnolencia diurna de Epworth.

Intensidad de Lesión	S _a O ₂ B	S _a O ₂ M	VMS _a O ₂	TS _a TO ₂ < 90 %	TTM	ODI	ESE
Completa	98,0 ^a	96,8 ^a	67,1 ^a	1,0 ^a	376,0 ^a	5,0 ^a	7,3 ^a
Incompleta B	92,0 ^b	96,0 ^a	83,0 ^a	0,0 ^a	321,0 ^a	0,0 ^a	8,0 ^a
Incompleta C	97,5 ^a	94,5 ^a	74,5 ^a	0,34 ^a	352,1 ^a	2,9 ^a	6,3 ^a
Incompleta D	97,5 ^a	97,5 ^a	73,4 ^a	0,39 ^a	351,1 ^a	2,5 ^a	7,4 ^a
EE (±)	0,37	0,80	2,82	0,20	26,87	1,01	0,91
CV (%)	1,68	3,69	17,46	164,73	33,63	136,24	57,06

Medias (valores) con letras distintas presentan diferencias significativas (p< 0,05), según prueba de Newman-Keuls.

En la tabla #5 se muestran los datos obtenidos del registro pulsioximétrico nocturno y la escala de somnolencia de Epworth. El tiempo de grabación muy similar en ambos grupos fue de 5 horas aproximadamente. De los índices medidos sólo la S_{aO_2B} mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ambos grupos, siendo en los pacientes con lesión medular completa mayor (98 %) que en los pacientes lesionados incompletos B (92 %), siendo la S_{aO_2M} y VMS_{aO_2} muy similares en ambos grupos.

A pesar de no identificar pacientes desaturadores y encontrar un comportamiento similar del $TS_{aTO_2} < 90 \%$ y del ODI entre ambos grupos ($p > 0,05$) sí observamos una mayor tendencia de los lesionados completos a desaturar, dado a que permanecieron más tiempo con saturación de oxígeno por debajo del 90 % del sueño medido y además presentaron índices de saturación de la oxihemoglobina mayor con respecto a los incompletos.

La ESE aplicada no mostró diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre ambos grupos y los valores medios para cada uno se encontraron por debajo de 10.

En relación con estos resultados nuestro estudio difiere de otras investigaciones que sí han encontrado pacientes tetraplégicos con desaturaciones de la oxihemoglobina durante el sueño como el realizado por Flavell y colaboradores (15), muchas de estas caídas de la saturación de oxígeno nocturna han sido relacionada con episodio de apnea durante el sueño, encontrándose una mayor prevalencia de síndrome de apnea obstructiva durante el sueño (SAOS) en estos pacientes con respecto a la población general (18, 19, 22).

Con nuestros resultados, teniendo en cuenta el ODI y la ESE, es poco probable que existan entre nuestros pacientes casos de SAOS. No obstante para confirmar este tipo de enfermedad se necesitan estudios más sofisticados como la polisomnografía.

Tabla # 6. Matriz de correlación entre ODI e indicadores oximétricos en los grupos de pacientes de intensidad de Lesión completa e incompleta.

Variables	Lesión Completa	Lesión Incompleta
	ODI	ODI
S _a O ₂ B	- 0,06	- 0,04
S _a O ₂ M	- 0,83*	- 0,42
VMS _a O ₂	- 0,86*	- 0,34
TS _a TO ₂ < 90 %	0,90*	0,80*
TTM	0,65	- 0,11

* Valores con correlaciones significativas ($p < 0,05$) según la prueba de Kolmogorov – Smirnov.

En la tabla # 6 se representa una matriz de correlación entre el ODI y el resto de las variables del estudio oximétrico nocturno en los dos grupos de pacientes. En la misma podemos apreciar como para ambos grupos el ODI tuvo una correlación positiva significativa ($p < 0,05$) con la variable TS_aTO₂ < 90 %, lo cual es de esperar puesto que son 2 variables que de distinta forma evalúan el grado de desaturación de la oxihemoglobina durante el tiempo de registro y cuando una tiende a modificarse, la otra debe hacerlo de forma proporcional.

Por otra parte, en el caso de los lesionados completos existen una correlación significativa negativa ($p < 0,05$) entre el ODI y los valores de saturación media y mínimo, lo que significa que son inversamente proporcionales y por tanto los valores del ODI más elevado que mostraron estos pacientes están en relación con una peor oxigenación durante el sueño, lo que se evidencia en los valores más bajos de S_aO₂M y el VMS_aO₂ que presentaron estos pacientes.

Conclusiones.

- En los pacientes tetraplégicos estudiados se encontraron casos con desaturaciones poco significativas de la oxihemoglobina durante el sueño.
- Los pacientes con lesión medular completa desaturan más que los incompletos.
- Todos los pacientes estudiados mostraron un trastorno ventilatorio restrictivo de diferentes grados de intensidad.

Recomendaciones.

- Divulgar la utilidad de la oximetría de pulso durante el sueño en estos pacientes y otras patologías afines con la especialidad.
- Introducir nuevos métodos como la polisomnografía al estudio de patologías asociadas al sueño en pacientes con lesión medular.

Bibliografía.

- 1.- Guttman Luddwing. Aspectos neurofisiológicos y clínicos de las lesiones de la médula espinal, lesiones medulares, primera edición española, 1981, (245 – 267).
- 2.- Andrada, Laura; De Vito Eduardo L. Evaluación funcional respiratoria en pacientes con lesión medular traumática alta. Medicina. Vol. 61. No 5/1, 2001: 529-534
- 3.- Castillo Cuello JJ, Mena Quiñones PO. Epidemiología y prevención de las lesiones medulares. Cuadro clínico. Recuperación de las funciones de la médula. El discapacitado por lesión medular 2003:7-13.
- 4.- Moreno García I.: Síndrome del lesionado medular, Tratamiento, Rehabilitación y Cuidados Continuos.
- 5.- ICDH-2. International classification of functioning an disability Beta-2 draft, full Version. Geneve: World Health Organization, 1999.
- 6.- Instituto para la Rehabilitación e Investigación, Houston, Texas. Cuidados Respiratorios, Lesión de la Médula Espinal 1998(4-8).
- 7.- Bach JR. Chronic Alveolar Hypoventilation as a late complication of spinal cord injury. Spinal Cord Med 1995 oct; 18(4):255.
- 8.- Spungen AM, Grima DR, Lesser M, Bauman WA, Almenoff PL. Self – reported prevalence of pulmonary symptoms in subjects with spinal cord injury. Spinal Cord (1997) 35, 652-657.
- 9.- Hopman Mte, Van der Woude LVH, Dellmeijer AJ, Snoek G; Folgering HTM. Respiratory muscle strength and endurance in individuals with tetraplegia. Spinal cord. 1997; 35: 104-B
- 10.- Frankel HL, Coll JR, Charlifue SW, et al . Long-term survival in spinal cord injury: a fifty year investigations spinal cord. 1998, 36 : 266-274
- 11.- Gounden P. Static respiratory pressures in patients with post-traumatic tetraplegia Spinal cord 1997; 35: 43-47
- 12.- Maynard FM, Bracken MV, Cuesey G, Ditunno JF, Donovan WH Ducker TB et al International standards for neurological and functional classifications of spinal cord injury patients. Spinal cord 1997; 35: 266-274

- 13.- Roth EJ, Lu A, Primacks, Oken J, Nussbaums, Ber- Kowitz M, Powley S. Ventilatory function in cervical and high thoracic spinal cord injury. Relationship to level of injury and tone. *Am J phys Med Rehabil*. 1997; 76: 262-267
- 14.- Díaz-Lobato, S. Ruiz Cobos A., García Rio FJ, Villamor León. Fisiopatología de la insuficiencia respiratoria de origen neuromuscular. *Revista de Neurología* 2001; 32 (1) : 91-95
- 15.- Flavell H, Marshall R, Thornton AT, Clements PL, Antic R, McEvoy RD, Hipoxia episodes during sleep in high tetraplegia. *Arch phys Med Rehabil* 1992. Jul 73 (7): 623-627
- 16.- Bye PTP, Ellis ER, Issa FG, Donnelly PM, Sullivan CE. Respiratory failure and sleep on neuromuscular disease. *Thorax* 1990; 45: 241-247
- 17.- Short DJ, Stradling JR, Williams SJ. Prevalence of sleep apnea in patients over 40 years of age with spinal cord lesions. *Neurol Neurosurg psychiatry* 1992, 55 (11) :1032-1036
- 18.- Sajkov D, Marshall R, Walker P, Mykityn I McEvoy RD, Wale J, Flavell H, Marshall R, Thornton AT, Antic R. Sleep apnoea related hypoxia is associated with cognitive disturbance in patients with tetraplegia. *Spinal cord* 1999; 37 (1): 71-72
- 19.- Burns SP, Litte JW, Hussey JD, Lyman, Lakshminarayanan. Sleep apnea syndrome in chronic spinal cord injury: associated factors and treatment. *Arch Phys Med Rehabil* 2000; 81(10): 1334-9
- 20.- Wang TG, Wang YH, Tang FT, Lin KH, Lien IN. Resistive inspiratory muscle training in sleep disordered breathing of traumatic tetraplegia. *Arch Phys Med Rehabil* 2002 Apr; 83(4):491-6.
- 21.- Klefbeck B, Sternhag M, Weinberg J, Levi R, Hultlingc, Borg J. Obstructive sleep apneas in relation to severity of cervical spinal cord injury. *Spinal cord* 1998. 36 (9): 621-628
- 22.- Nieto Javier F. Apnea del sueño, obesidad e hipertensión arterial. *JAMA* 2000; 283: 1829-36, 1882-1
- 23.- Pressman Lovinger Sarah. Obesidad mórbida. *MEDLINE plus Enciclopedia Médica* 2001.
- 24.- Ayas NT, Epstein LJ, Lieberman SL, Ton CG, Larkin EK. Brown R, Garshick E. Predictors of loud snoring in persons with spinal cord injury. *Spinal cord injury Med* 2001, 24(1):30-34.

- 25.- SEPAR press. Los hombres tienen mayor tendencia que las mujeres a padecer apnea del sueño. Noticias de Neumología. 2000; 07:14. [6 de junio de 2003]. <http://www.spear.com/>.
- 26.- Santin Julia, Godoy Jaime. Trastornos del sueño de reciente descripción. Cuadernos de neurología; Vol XXII, 1997, Internet.
- 27.- Lastra AF. Barios Juan. Síndrome de apneas del sueño. Neurofisiología clínica. Perineuro 2003. internet.
- 28.- Bonekat HW, Andersen G, Squires J. Obstructive disordered breathing during sleep in patients with spinal cord injury paraplegia 1990. 28 (6):392-398
- 29.- Carmona Bernal C. Capote Gil F. Botebol Benhamou G. García López P. Sánchez Armengol A. Castillo Gómez J. Evaluación de la somnolencia diurna excesiva en conductores profesionales con sospecha de síndrome de apnea obstructiva durante el sueño. Archivos de bronconeumología. 2000 Vol 36(8): 436-440
- 30.- Mayos M, Hernández Plaza L. Farré A. Motas, Sanchis I. Efecto de la oxigenoterapia nocturna en el paciente con síndrome de apnea-hipopnea del sueño y limitación crónica al flujo aéreo. Arch bronconeumol 2001; 37: 65-68.
- 31.- Burns SP, Kapur V, Yin KS, Buhner R. Factors associated with sleep apnea in men with spinal cord injury: a population – based case – control study. Spinal cord 2001 jan, 39(1):15-22.
- 32.- Luk, Lee TC, Liang CL, Chen HJ. Delayed apnea in patients with mid – to lower cervical spinal cord injury. Spine 2000 jun 1; 25(11):1332-8.
- 33.- SEPAR press. La apnea del sueño constituye el principal factor de riesgo de recurrencia de la fibrilación auricular. Noticias de Neumología. 2003; 10:07. [6 de junio de 2003]. <http://www.spear.com/>.
- 34.- Maldonado D. Enfermedad pulmonar obstructiva crónica en: Fundamentos de Medicina, Neumología. Colombia. Corporación para investigaciones biológicas 1998; 345-369.
- 35.- Stockhammer E, Tobon A, Michel F, Eser P, Sheuler W, Baver W, Baumberger M, Muller W, Kakebeeke TH, Knecht H, Sach GA. Characteristics of sleep apnea syndrome in tetraplegic patients. Spinal Cord 2002 jun; 40(6):286-94.
- 36.- Martínez García MA, Soler Cataluña, Román Sánchez P. Uso secuencial de la pulsioximetría nocturna y la poligrafía respiratoria para el diagnóstico del síndrome de apneas – hipoapneas durante el sueño en pacientes con alta sospecha clínica. Arch Bronconeumol 2003; 39. 74-80.

- 37.- International Stands for Neurological and Functional Classification of Spinal Cord Injury. Uniform data system for medical rehabilitation. State University of New York , 232 parker hall, 3435 mun street, Buffalo, New York 142-145-3009 USA, 1996.
- 38.- Montgomery DC: Desing and analysis of experiments. 1991(3rd ed). New York: Wiley.
- 39.- Dixon WJ and Massey FJ: Introduction to statistical analysis (1983): 4th ed. New York Mc Graw – Hill.
- 40.- Instituto de Cardiología del Caribe: Calcule su índice de masa corporal. Página web: [enero de 2003]. <http://www.cardiocaribe.com>.
- 41.- Ledsome JR, Sharp JM. Pulmonary function in acute cervical cord injury. Am Rev Respir Dis 1981; 124:41-44.
- 42.- Mc Michan JC, Michel L, Westbrook PR. Pulmonary disfunction following traumatic quadriplegia. JAMA 1980; 243:528-531.
- 43.- Bach JR, Wang TG. Pulmonary function and sleep disordered breathing in patients with traumatic tetraplegia: a longitudinal study. Arch Phys Med Rehabil 1994; 75:279-284.
- 44.- Kirshblum SC, O'Connor KC. Predicting neurologic recovery in traumatic cervical spiral cord injury. Arch Phys Med Rehabil 1998; 79:1456-1466.

Anexo. 1

Consentimiento informado de participación.

El que subscribe _____, da su conformidad de participar en la investigación "Saturación de oxígeno durante el sueño en pacientes tetraplégicos".

Para obtener mi consentimiento he recibido una amplia explicación de la doctora Josefina Robles Ortiz, quien me ha informado acerca de los objetivos del trabajo que desarrolla, los posibles resultados y beneficios que se pueden obtener para mí y otras personas con mi padecimiento.

Se me ha informado además que el estudio no me somete a ningún riesgo y estoy de acuerdo a que se me practiquen las investigaciones que sean necesarias.

Se me explicó que la información referida a mi persona no será publicada en ningún caso.

Como he tenido suficiente tiempo e información acerca del estudio, he decidido formar parte de la investigación y para que así conste por mi libre voluntad firmo el presente consentimiento a los _____ días del mes de _____ del año_____.

Firma del paciente

Dra. Josefina Robles Ortiz

Anexo. 2

Escala de Somnolencia de Epworth.

- 1.- Sentado y leyendo
- 2.- Viendo la televisión
- 3.- Sentado, inactivo, en lugar público (Ej: un teatro, un acto público o una reunión)
- 4.- Como pasajero en un coche una hora seguida.
- 5.- Descansando echado por las tardes cuando las circunstancias lo permiten.
- 6.- Sentado charlando con alguien.
- 7.- Sentado tranquilamente después de una comida sin alcohol.
- 8.- En un coche, al pararse unos minutos en el tráfico.

Puntuación

1. Nunca se adormilaría.
2. Pocas posibilidades de que se adormilase.
3. Es posible que se adormilase.
4. Grandes posibilidades de que se adormilase.

Cada pregunta se evalúa de 0 a 3 puntos por lo que puede alcanzar un máximo de 24 puntos.