

11222.

lej. 5



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**División de Estudios de Postgrado**

**Secretaría de Salud**

**Instituto Nacional de Medicina de Rehabilitación**

**POTENCIALES EVOCADOS SOMATOSENSORIALES  
INFORMACION NORMATIVA**

**TRABAJO DE INVESTIGACION CLINICA  
QUE PRESENTA LA  
DRA. MA. DOLORES GARIBALDI MATA  
PARA OBTENER EL TITULO DE  
E S P E C I A L I S T A E N  
M E D I C I N A D E R E H A B I L I T A C I O N**

**PROFESOR TITULAR DEL CURSO:**

**DR. LUIS GUILLERMO IBARRA I.**

**MEXICO, D. F.**

**FEBRERO DE 1987**

**TESIS CON  
FALLA DE ORDEN**



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 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.

## INDICE

NO.	CAPITULO	PAGINA
1.	Introducción . . . . .	1
2.	Antecedentes . . . . .	3
3.	Bases Anatomofisiológicas . . . . .	10
4.	Método . . . . .	16
5.	Resultados . . . . .	19
6.	Discusión . . . . .	28
7.	Resumen . . . . .	32
8.	Referencias . . . . .	33

## INTRODUCCION

Se define al potencial evocado como la fluctuación de la actividad eléctrica en sitios específicos del sistema nervioso central, registrada en respuesta a la estimulación deliberada de órganos sensoriales periféricos ó troncos nerviosos aferentes (44). Es decir, es la manifestación eléctrica de la recepción del cerebro de un estímulo externo y su respuesta a él. (10,11,30).

En la práctica, los sistemas sensoriales más utilizados son el visual, el auditivo, y el somestésico (10, 23, 31, 36, 37).

Durante los últimos quince a veinte años ha florecido el estudio y la aplicación clínica de los potenciales evocados somatosensoriales. El retraso con respecto a los potenciales auditivos y visuales se explica por el hecho de que anteriormente se dio prioridad a los componentes de latencia larga de los potenciales, de gran amplitud pero fácilmente alterables por factores psicológicos difíciles de controlar tales como inatención, somnolencia, efecto de anestésicos, etc.

En fechas más recientes se ha dirigido la atención a los potenciales de latencia corta, los cuales han --

resultado ser de morfología más consistente. Por otro lado, el avance tecnológico sobre todo en materia de transistores ha hecho más accesible el procedimiento. (9, 10, 11).

El registro de los potenciales evocados somatosensoriales constituye un método no invasivo que proporciona información objetiva, confiable y reproducible, acerca de la función de los sistemas y tractos sensoriales relacionados, independientemente de que haya alteración anatómica ó evidencia clínica de anormalidad.

## ANTECEDENTES

En relación al trabajo de potenciales evocados son de interés tanto las investigaciones en el campo de la electrofisiología como las que se refieren a la tecnología aplicada al estudio de los mismos.

Desde 1875 Caton describió actividad electroencefalográfica y potenciales evocados sensoriales en animales (18,71). Los potenciales evocados difieren de la actividad eléctrica espontánea del cerebro (EEG) en que guardan una relación temporal definida con la instalación del estímulo y tienen un patrón de respuesta constante de acuerdo a las estructuras nerviosas que se activan, las cuales se postulan como generadores (37,44).

Esta característica, aunada a la baja amplitud de los potenciales evocados (0.1 a 20 microvoltios) determina que para su registro sea necesario extraer la señal del ruido ó actividad de fondo (EEG, ECG) mediante el promedio de las respuestas contingentes al estímulo utilizando para ello computadoras sencillas. (11, 18, 30, 38).

En 1933 Gasser y Graham (16) registraron potenciales evocados por estimulación de la raíz dorsal de la médula de gatos.

La respuesta generada consiste en una secuencia de fenómenos eléctricos pequeños que pueden ser registrados desde el cuero cabelludo intacto del hombre, como lo reportó Davis en 1939 (18), y también desde las áreas cutáneas que recubren las apófisis espinosas y los nervios periféricos.

En 1947, Dawson describió por primera vez los potenciales evocados somatosensoriales registrados en cuero cabelludo por estimulación de nervios periféricos en las extremidades (18, 25), y posteriormente, en 1949 junto con Scott describió un procedimiento para la conducción nerviosa sensorial en el hombre (62) .

Teóricamente cualquier estímulo que provoca despolarización de un nervio periférico sensitivo ó mixto es de utilidad para evocar potenciales neuroeléctricos en el sistema nervioso central. Así, el potencial evocado somatosensorial puede ser inducido por un estímulo eléctrico ó fisiológico (e.g. estiramiento muscular), no obstante se prefiere el primero debido a que puede ser controlado medido, y produce potenciales de mayor amplitud y claridad.(13, 18). Ya en 1966 Liberson y colaboradores (16) registraron respuestas sumadas a la estimulación de nervio periférico con electrodos de superficie sobre la columna lumbar y cervical.

Pocos años más tarde, en 1969, Donaghy y Numoto documentaron el significado pronóstico de estos potenciales en lesiones medulares (25). Y en 1972 Perot fue de los primeros en sugerir que los potenciales evocados somatosensoriales podrían ayudar a evitar la lesión medular en intervenciones quirúrgicas en ó cerca de la médula (25).

La mayoría de los investigadores realizan la estimulación a los grandes nervios mixtos tales como el mediano, cubital, peroneo, y tibial posterior; y se prefieren los nervios mixtos porque los nervios sensitivos tienen una respuesta más pequeña y por lo tanto difícil de registrar (16, 17, 18, 24, 40, 43, 48, 61, 69).

En 1972, Cracco encontró una respuesta cervical de potenciales trifásicos inicialmente positivos que aumentaba su latencia en localizaciones más rostrales(16), y mientras tanto Nash demostró la relación directa entre hipotensión y deterioro de los potenciales (25, 53).

En lo que respecta a la tecnología es importante recordar que en 1950 se ideó el promediador de señales tal como se conoce actualmente, y por supuesto se ha ido modificando hacia sistemas más sofisticados.

Procede señalar aquí los términos utilizados para denominar a los potenciales evocados somatosensoriales.

Se llama componentes de latencia corta a aquéllos que se presentan menos de 30 milisegundos después de -- aplicado el estímulo, son de latencia media los que se presentan entre 30 y 75 milisegundos, y de latencia larga los que aparecen más de 75 milisegundos después de - la instalación del estímulo.

De acuerdo al sitio de origen del potencial en relación al sitio de colocación del electrodo de registro pueden ser: a) Potenciales cercanos, cuando se propagan de un origen cercano al electrodo de registro, y b) Potenciales lejanos, cuando lo hacen a partir de una neurona activa que está en contacto a través de un medio - conductor con el electrodo de registro colocado a distancia. (30, 42).

En la nomenclatura actual se denomina a cada onda por su polaridad. Por convención se considera positiva una deflexión hacia abajo, y negativa una deflexión hacia arriba. A esto se agrega la latencia absoluta de cada onda, por ejemplo P9, N20; o bien, se les ordena de acuerdo a la secuencia de su aparición, por ejemplo N1, N2, N3.

La dificultad con el primer sistema estriba en que los valores de latencia exacta varían de un laboratorio a otro, p. ej. la onda N13 de uno puede ser la onda N14 de otro. Sin embargo, resulta más adecuado en virtud de que cada componente tiene un generador nervioso específico, y hace más fácil la comparación con los resultados de otros laboratorios. Resulta indispensable la determinación de parámetros normales propios siempre que se inicia este tipo de estudios en un laboratorio.(11, 39, 41, 42, 43).

Los potenciales evocados somatosensoriales obtenidos por estimulación de la extremidad superior son técnicamente de registro más fácil en razón directa de la mayor distribución cortical y el mayor acceso al área somatosensorial.(42).

En el miembro superior el nervio más utilizado para estimulación es el nervio mediano y por lo tanto exige más información de normalidad y anormalidad respecto a los potenciales evocados somatosensoriales obtenidos de esta manera, motivo por el cual se considera el procedimiento más indicado para fines de estandarización.

La aplicación clínica de los potenciales evocados

se basa en su utilidad para:

- a) Demostrar una función anormal del sistema sensorial cuando resulta dudoso el examen neurológico.
- b) Demostrar la presencia de una alteración del sistema sensorial no sospechada clínicamente.
- c) Ayudar a definir la distribución anatómica de un proceso patológico.
- d) Monitorizar objetivamente los cambios en una situación dada del paciente durante un período de tiempo.

Se ha encontrado que los potenciales evocados somatosensoriales proporcionan información útil en una gran variedad de padecimientos: lesiones de nervios periféricos, lesiones de plexo braquial, plexopatías, radiculopatías, lesiones medulares, esclerosis múltiple, coma, muerte cerebral, lesiones de corteza sensorial, lesiones vasculares de tallo, traumatismo craneoencefálico, enfermedades desmielinizantes (p.ej. leucodistrofia), enfermedades degenerativas (esclerosis lateral amiotrófica), tumores intracraneales, y monitoreo intraoperatorio, son los más documentados con implicaciones muy importantes en el diagnóstico y pronóstico de todos los padecimientos enumerados. (3, 4, 10, 12, 14, 25, 30, 31, 32, 36, 38, 39, 41, 44, 49, 57, 67, 69, 70).

De lo anterior se desprende la necesidad del conocimiento, estudio y aplicación de los potenciales evocados somatosensoriales en el terreno de la medicina de - Rehabilitación ya que representa un método auxiliar para la evaluación del paciente, y en consecuencia es una ayuda para la planeación y establecimiento de metas en el tratamiento.

El propósito de la estandarización de los procedimientos para el registro y evaluación de la información del paciente es que los resultados sean comparables de una a otra prueba, y de un sujeto a otro, siendo por lo tanto confiables en la aplicación clínica.(11, 12, 18, 43, 44, 52).

## BASES ANATOMOFISIOLOGICAS

La intensidad de los estímulos utilizada para despertar los potenciales evocados somatosensoriales excita solamente las fibras mielinizadas más grandes en el nervio periférico (fibras propioceptivas y somestésicas cutáneas y subcutáneas, y axones motores alfa). No es posible estimular eléctricamente las fibras más pequeñas sin producir daño a la piel.

En la génesis de los potenciales evocados se proponen dos tipos de actividad neuroeléctrica: los potenciales de acción propagados en los axones del tallo y/o tractos nerviosos hemisféricos, y los potenciales post-sinápticos de núcleos subcorticales y neuronas corticales.

El potencial de acción es un potencial transmembrana de todo-o-nada provocado por despolarización neuronal. Viaja centrífuga ó centripetamente con respecto al cerebro.

Un electrodo de registro detecta la actividad eléctrica causada por el potencial de acción en proporción al contacto que tenga con él a través de un medio conductor como el líquido extracelular ó la piel.

Conforme se acerca el potencial de acción propagado al electrodo de registro, se ve un potencial inicialmente positivo; cuando la despolarización es directamente bajo el electrodo, se registra un potencial negativo. Cuando la despolarización retrocede desde el electrodo, se registra otro componente positivo del potencial de acción trifásico.

Al colocar un electrodo de tal manera que el potencial de acción vaya siempre hacia adelante, se registra sólo un potencial positivo. Esto es, la despolarización siempre se dirige hacia el electrodo de registro.

Los potenciales postsinápticos graduales son excitatorios subumbrales ó inhibitorios. Los excitatorios - llevan a la neurona cerca de su umbral de disparo y generan un potencial negativo extracelular en la sinapsis, con positividad relativa en puntos distales, mientras - que los inhibitorios generan lo opuesto ya que hiperpolarizan la membrana neuronal e impiden que se obtenga - el umbral de disparo. La mayoría de los potenciales postsinápticos que contribuyen a los potenciales evocados - son probablemente dendríticos ó dendro-somáticos.

Cuando se activan las neuronas corticales por estímulos sensoriales que llegan a corteza, los potenciales evocados se generan solamente por potenciales postsinápticos. (5, 30, 37, 65).

Los cuerpos celulares del sistema sensorial de fibras grandes yacen en el ganglio de raíz dorsal, sus procesos centrales viajan rostralmente en las columnas posteriores ipsilaterales de la médula y hacen sinapsis en los núcleos de la columna dorsal en la unión cervicomedular. Las fibras de segundo orden cruzan al lado opuesto poco después de su origen y van al núcleo receptor primario del tálamo (núcleo ventroposterolateral) a través del lemnisco medio. Las fibras de tercer orden continúan desde el tálamo a la corteza sensoriomotora frontoparietal. (12, 43).

El complejo talámico posterior se proyecta principalmente a tres áreas corticales:

1) Corteza postcentral ó primer área somatosensorial, que corresponde a las áreas 3, 1 y 2 de Brodmann. La estimulación eléctrica de esta área produce sensación de hormigueo, adormecimiento y calor en regiones específicas en el lado opuesto del cuerpo. La información transmitida a SI es táctil y propioceptiva, derivada principalmente del sistema lemnisco medio-columna dorsal, y se relaciona con la discriminación sensitiva.

2) Segunda área somatosensorial, que yace en el -- borde superior de la fisura silviana adyacente a la insula. La estimulación eléctrica de SII provoca las mismas sensaciones que en SI pero en forma bilateral.

3) El lóbulo parietal superior (áreas 5 y 7 de Brodmann) cuya estimulación tiene los mismos efectos pero al lado contralateral del cuerpo y frecuentemente sobre los dos lados. Es de particular importancia para la función discriminativa.

Se ha visto que estas áreas no son puramente sensitivas ya que reciben proyecciones corticales descendentes y esto puede influenciar el movimiento.(1, 2).

Diversos estudios sugieren que el sistema sensorial de fibras grandes lleva los impulsos responsables de los potenciales evocados somatosensoriales. Se considera que los potenciales de latencia corta se generan por descargas que atraviesan las columnas posteriores y lemnisco medial, y posiblemente los tractos espinocerebelosos.(12, 21, 22, 30).

La onda difásica positivo-negativa registrada en el punto de Erb posterior a estimulación de un nervio periférico del miembro superior se genera por la descarga -- ascendente en las fibras sensoriales y motoras conforme se aproxima y pasa a través del plexo braquial.

Los potenciales registrados desde la región lumbar inferior, después de estimulación de un nervio periférico en el miembro pélvico, se generan en la cauda equina y en las zonas de entrada de la raíz a la médula.

Respecto a la estimulación del miembro superior se asume que:

1. N11 se genera en la zona de entrada de la raíz a la médula cervical ó cerca de las columnas posteriores. (51).
2. La actividad negativa registrada de cuello y nuca aparece entre 12 y 14 milisegundos después del estímulo en muñeca, y la actividad positiva en cuero cabelludo a los 13 milisegundos aproximadamente, se generan en la columna dorsal y núcleos de la columna dorsal (cuneatus).
3. La gran actividad positiva registrada en cuero cabelludo a los 14 milisegundos se genera en el lemnisco medial en la médula.

No se sabe si estas ondas son pre ó postsinápticas, aunque P14 por supuesto es un potencial de tracto.

4. La actividad negativa entre 16 y 19 milisegundos posterior a estimulación del nervio mediano en la muñeca se genera en el tálamo (12). Poco después la actividad negativa localizada en cuero cabelludo parietal puede ser generada en las radiaciones tálamo-corticales (12, 22, 30) ó menos probable, en corteza primaria (12).

5. La positividad subsecuente (P22) se genera en la corteza sensorial parietal.

Con la estimulación del miembro inferior, no hay confirmación clínico-patológica de los sitios generadores por lo cual se postulan en base a los potenciales evocados somatosensoriales del miembro superior. Las correlaciones que se sugieren son:

1. La actividad negativa que se presenta 30 a 34 milisegundos después de la estimulación del nervio tibial posterior en el tobillo, y 25 a 28 milisegundos después de estimulación del nervio peroneo en la rodilla (la negatividad inicial dispersa) probablemente se generen en el tálamo. El equivalente a N18 del miembro superior. (12, 40, 47, 22).

2. La actividad positiva subsecuente que aparece 36 a 38 milisegundos después de estimulación del nervio tibial posterior en el tobillo, y 31 a 34 milisegundos posterior a estimulación del nervio peroneo en la rodilla, se genera en la corteza sensorial parietal. Es equivalente de P22 en el miembro superior. (12, 22, 40, 47).

## METODO

Se desarrolló el procedimiento para registro de potenciales evocados somatosensoriales en 31 sujetos voluntarios sin antecedentes de enfermedad neurológica, 20 del sexo femenino y 11 del sexo masculino, entre 15 y 41 años de edad (promedio 25.8) .

El estudio se realizó con el sujeto sentado en una habitación con temperatura ambiental de 22°C a 25°C y se utilizó el equipo de electromiografía TECA TE42 del Instituto Nacional de Ortopedia de la Secretaría de Salud, con los módulos: amplificador AAGMkIII, estimulador SC6, y promediador DAV62.

La estimulación se efectuó por medio de pulsos de onda cuadrada de 0.2 mseg de duración, con una frecuencia de 5 pulsos por segundo. Se estimuló el nervio mediano derecho en la muñeca con electrodos de copa Grass de 8 mm de diámetro a los cuales se les aplicó pasta conductora y fueron fijados con cinta adhesiva separados entre sí 2 a 3 cm con el cátodo proximal. La intensidad del estímulo se ajustó para producir una contracción submáxima pero vigorosa de los músculos de la eminencia tenar, y varió de 50 a 100 volts. El estímulo se disparó en forma sincrónica con el promediador.

Se registraron los potenciales evocados somatosensoriales con electrodos de copa de 10 mm de diámetro utilizando pasta conductora tipo bentonyta colocándose - en cuero cabelludo. De acuerdo al Sistema 10-20 Internacional para colocación de electrodos, se situó el electrodo activo en C3, el electrodo de referencia en A1 y el electrodo de tierra en CZ.

Se estableció una banda de frecuencia para el amplificador entre 3.2 Hz y 800 kHz (L.F. y H.F. respectivamente), con una sensibilidad de 50 microvolts por división, velocidad de barrido de 5 milisegundos por división, y tiempo de análisis de 40 milisegundos.

El promediador digital DAV62 se utilizó para sumar 512 y 1024 barridos, en dos ocasiones cada uno, con el dispositivo para rechazo automático de artefactos activado. Los registros se amplificaron de 8 a 16 veces después de la promediación.

La estimulación fue interrumpida cuando se apreció que el sujeto no estaba relajado, y al presentarse interferencia proveniente de los electrodos de registro ó los de estimulación al perder contacto con la piel.

Se midieron las latencias de los picos apreciables hasta 35 milisegundos después de la instalación del estímulo en cada promediación.

Para medir las latencias se utilizó un cursor en el osciloscopio, con una resolución de milisegundos y décimas de milisegundo.

Los registros promediados se imprimieron en papel fotosensible con igual amplificación a aquélla con la que se midieron.

Asimismo se tomaron fotografías para diapositivas con la graticula iluminada (cámara Olympus modelo OM10 de 35 mm, con lente de acercamiento número 3 y apoyada en tripié).

En el análisis de las ondas se superpusieron las diapositivas de primera y segunda vez, y se utilizó en el papel la escala del electromiógrafo disponible para este fin.

## RESULTADOS

Los potenciales evocados somatosensoriales de latencia corta obtenidos por estimulación a nervio mediano derecho, de acuerdo al análisis de los registros, mostraron como componentes constantes las siguientes ondas: P13, P14, N13, N14, N19, y P22 . Lo cual coincide con los datos respecto a promedio y desviación estándar que se muestran en las tablas 1 y 2, de ondas positivas y negativas respectivamente.

Para el análisis de los datos se tomaron como referencia las ondas cuya latencia se reporta en grandes series de pacientes, y posteriormente se comparó el resultado de éstas con el obtenido al analizar visualmente los registros.

La amplitud encontrada fue de 0.5 a 1.8 microvolts, la cual se midió de acuerdo a la calibración y a la amplificación que se dio posteriormente a cada registro.

A continuación se presentan algunos registros como ejemplo de las ondas más representativas, así como de la poca diferencia que se apreció entre la promediación de 512 barridos y la de 1024, ya que en su mayoría mostraron los mismos componentes.

TABLA 1. ONDAS POSITIVAS ENCONTRADAS EN LOS PES DE 31 SUJETOS NORMALES.

INSTITUTO NACIONAL DE ORTOPEdia S.S. MEXICO 1987.

ONDA	512 1a. vez			512 2a. vez			1024 1a. vez			1024 2a. vez		
	n	prom.	DE	n	prom.	DE	n	prom.	DE	n	prom.	DE
P8	16	6.96	0.996	13	7.57	0.503	9	7.24	1.10	10	7.34	0.907
P9	15	9.17	0.36	3	9.2	-	9	9.45	0.55	6	9.46	0.512
P11	14	10.96	0.31	13	10.79	0.415	13	10.94	0.37	10	10.85	0.365
P12	15	12.18	0.228	12	12.12	0.022	13	12.22	0.204	13	12.22	0.280
P13	9	13.18	0.23	10	13.02	0.401	15	13.08	0.313	11	13.08	0.351
P14	16	14.24	0.338	16	14.10	0.100	18	14.09	0.353	15	13.98	0.274
P15	21	16.64	1.47	19	16.44	2.108	18	16.6	1.275	20	16.53	1.561
P22	29	21.35	1.08	30	21.04	1.055	30	20.89	1.136	31	21.04	1.052
P24	10	24.14	0.357	9	23.89	0.623	8	23.93	0.501	14	23.72	0.736
P26	21	26.63	0.776	26	26.46	0.923	20	26.69	1.084	25	27.10	1.286
P31	25	30.91	0.98	26	31.22	1.975	24	30.91	1.833	23	32.10	2.609

PES = Potenciales evocados somatosensoriales

n = número de eventos

prom. = promedio

DE = desviación estándar

512 y 1024 = número de barridos promediados.

TABLA 2. ONDAS NEGATIVAS ENCONTRADAS EN LOS PES DE 31 SUJETOS NORMALES.  
 INSTITUTO NACIONAL DE ORTOPEDIA S.S. MEXICO 1987.

ONDA	512 1a. vez			512 2a. vez			1024 1a. vez			1024 2a. vez		
	n	prom.	DE	n	prom.	DE	n	prom.	DE	n	prom.	DE
N11	25	10.46	0.965	28	10.41	1.075	26	10.11	1.457	26	10.58	1.012
N13	21	12.86	0.424	20	12.82	0.46	16	12.96	0.319	15	12.92	0.414
N14	12	14.16	0.37	7	14.21	0.397	8	14.21	0.313	6	13.9	0.394
N15	23	16.01	0.648	24	16.07	0.887	26	15.64	0.79	26	15.73	1.199
N19	29	18.05	0.65	29	18.58	0.686	29	18.45	0.667	29	18.27	0.668
N20	22	21.24	1.038	16	21.2	1.106	21	21.34	1.235	23	21.14	1.076
N25	28	24.69	1.148	29	24.40	1.195	28	24.68	1.067	29	24.33	1.033
N29	23	28.4	0.831	21	28.44	0.81	20	28.21	1.057	23	28.26	1.035
N30	21	31.19	0.933	19	30.83	0.909	21	31.25	1.179	21	30.97	0.811
N34	18	34.83	1.273	25	34.04	1.489	17	34.45	1.512	18	34.38	1.610

PES = Potenciales evocados somatosensoriales  
 n = número de eventos  
 prom. = promedio  
 DE = desviación estándar  
 512 y 1024 = número de barridos promediados.

FIGURA 1

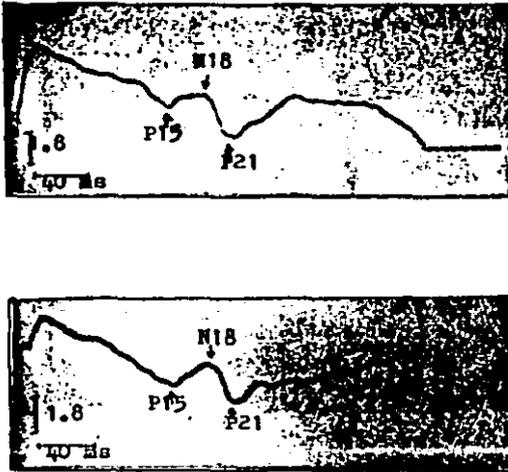
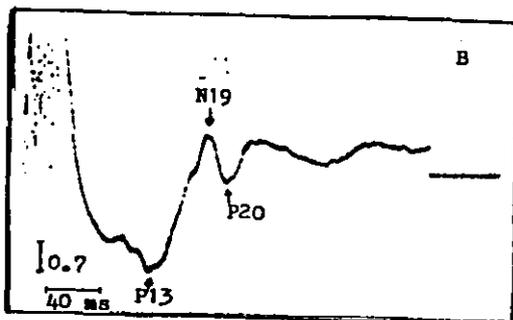
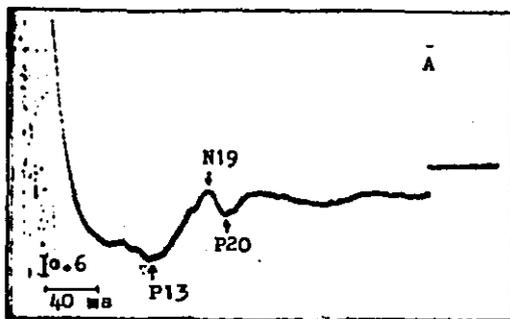


FIGURA 1. Se muestra el registro de PES (potencial evocado somatosensorial) de latencia corta con estímulo a N. mediano, con la promediación de 512 barridos. En A, la primera vez, en B la segunda, ambos multiplicados por 8. Las flechas indican los componentes mejor definidos.

FIGURA 2

Se muestra el efecto de la amplificación del registro de PES con el mismo número de barridos promediados: 1024, en A multiplicado por 8, en B por 32, en C es la segunda promediación de 1024 del mismo sujeto. Nótese el gran artefacto del estímulo en la parte inicial.



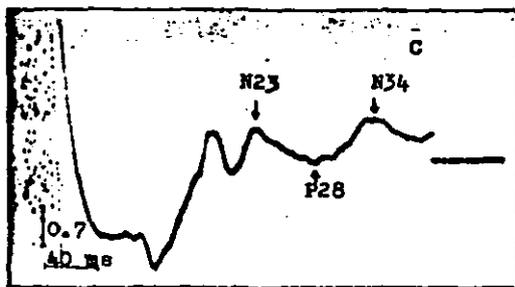


FIGURA 2. C (Ver texto antes)

FIGURA 3

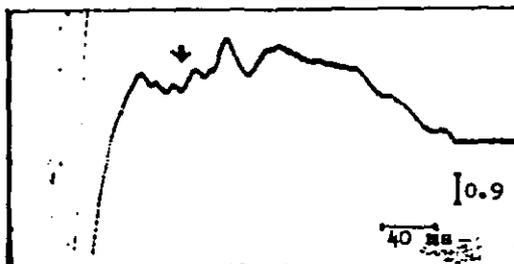


FIGURA 3. PES obtenidos por el promedio de 512 barridos, multiplicado por 16, que muestra numerosos - componentes entre N9 y N18 mal definidos y de valor dudoso.

FIGURA 4

Se ilustra la secuencia de los 4 registros de PES obtenidos en uno de los sujetos del estudio. En A y B se promediaron 512 barridos, primera y segunda vez respectivamente y ambas multiplicados por 8. En C y D se muestra el promedio de 1024 barridos, primera y segunda vez, multiplicados por 16. Se indican ondas definidas. En B las flechas indican más accidentes en el registro.

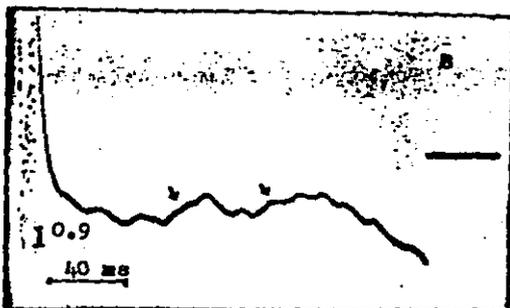
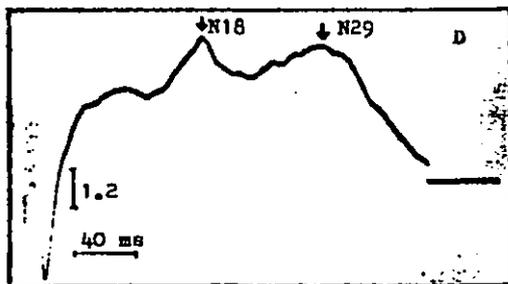
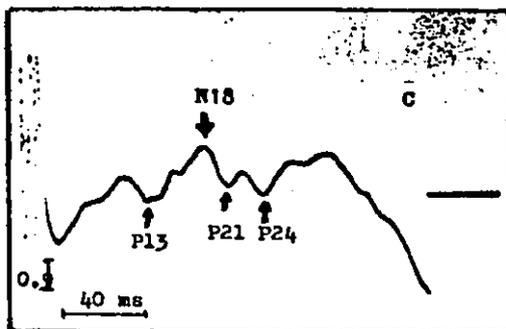


FIGURA 4. C y D



El presente estudio permite establecer como valores normales los que se muestran en la Tabla 3, para los potenciales evocados somatosensoriales de latencia corta con estimulación a nervio mediano y bajo las condiciones señaladas en el método.

TABLA 3  
VALORES NORMALES PARA PES DE LATENCIA CORTA  
CON ESTIMULACION A NERVIIO MEDIANO.  
INSTITUTO NACIONAL DE ORTOPEIDIA S.S. 1987.

ONDA	LATENCIA (Promedio - D.E.)
P11	10.885 - 0.366
P12	12.185 - 0.183
P13	13.09 - 0.323
N13	12.89 - 0.402
P14	14.10 - 0.266
N14	14.12 - 0.368
N19	18.45 - 0.661
P22	21.08 - 1.080

Fuente: Registros de PES realizados en el servicio de electromiografía del Instituto Nacional de Ortopedia. Febrero 1987.

- + PES = Potenciales evocados somatosensoriales.
- + D.E.= Desviación estándar.

## DISCUSION

La interpretación para aplicación clínica de los potenciales evocados somatosensoriales depende de un conocimiento adecuado de los mecanismos neurofisiológicos que en ellos intervienen (Ver capítulo 3), así como del dominio de las técnicas para su registro y procedimientos de evaluación.(65).

En cuanto al equipo coinciden los investigadores en el uso de electrodos de copa de 5 a 10 mm de diámetro de cloruro de plata/plata ó de oro (10, 13, 18, 41) especialmente para su colocación en cuero cabelludo. Los electrodos de aguja se desprenden fácilmente y presentan mayor impedancia.

Se recomienda la utilización de los siguientes filtros: L.F. de 1 a 30 Hz, H.F. 3 kHz. Los filtros utilizados en este estudio (L.F. 3.2, H.F. 800) así como la sensibilidad del amplificador se establecieron observando la claridad de las ondas obtenidas y la relación señal/ruido existente, en sujetos voluntarios que no se incluyeron en el estudio debido a las variaciones en la técnica aplicada a ellos para el registro.

Como señalé antes, el registro de potenciales evocados somatosensoriales de latencia corta con estimulación a nervio mediano, ha sido el más estudiado, y en la extensa literatura al respecto se reportan como ondas comunes las siguientes: N11, P13, P14, N16 a N19, y P22. Con excepción de N11, los resultados concuerdan con lo referido para muchos otros laboratorios. (11, 12, 18, 30, 39, 41, 42, 43, 48, 69).

Se apreciaron como ondas mejor definidas a P14, -- N19 y P22, cuyos generadores se han postulado a nivel de lemnisco medial para P14, radiaciones tálamocorticales para N19 y corteza sensorial para P22. Resultan entonces de utilidad en la evaluación de la vía sensorial a nivel de los segmentos mencionados.

La amplitud de los potenciales se observó con escasa variación entre los sujetos pero cabe hacer énfasis en el sentido de que es un parámetro muy variable y según los reportes resulta comparable sólo en el mismo individuo. Esto es, dos registros tomados en diferentes momentos con igual técnica y bajo las mismas condiciones, que muestren diferencias en la amplitud harán sospechoso de alteración al estudio.

La ausencia ó mala definición de P9 y P11 se debe a que estos componentes son similares en amplitud e idénticos en latencia en todas las localizaciones del registro cefálico, por lo tanto se cancelan al usar esta derivación C3-A1.

En los estudios más recientes se enfatiza la aplicación de estimulación bilateral simultánea, la cual da respuestas simétricas de todos los componentes de los potenciales evocados somatosensoriales entre los dos hemisferios en sujetos normales, y por ende permite la comparación de las respuestas registradas simultáneamente más que hacerlo en forma consecutiva donde pueden variar de una prueba a otra en el mismo sujeto.

Para cumplir con estos dos últimos puntos es recomendable contar con un mínimo de 4 canales ya que esto amplía y facilita la información obtenida.

El auxilio que prestan los potenciales en diversas entidades nosológicas ha sido documentado principalmente en las de tipo neurológico, y cada vez se presta más atención a su participación en el monitoreo intraoperatorio.

Dicho monitoreo se ha llevado a cabo sobre todo en cirugías de columna del tipo de la instrumentación de - Harrington para corrección de escoliosis, con el fin de vigilar la preservación de la función motora evaluándola indirectamente a través de la vía sensorial. Los detalles al respecto quedan fuera de los límites del presente estudio, pero constituyen un enfoque especial de máxima utilidad para prevenir lesiones medulares producidas durante la cirugía mencionada, y además son útiles para monitorizar otras condiciones intraoperatorias como por ejemplo hipoxia. (3,4,16,19,25,29,32,33,34,47, 53,63,66,68).

Por todo lo anterior resulta evidente el interés de los potenciales evocados somatosensoriales, siendo de particular importancia porque permite localizar anatómicamente lesiones no detectables por otros métodos no invasivos.

Actualmente se requiere de mucho mayor investigación para hacer posible la correlación entre las capacidades funcionales y los resultados de la prueba en un estado de recuperación particular, así como para estudiar la relación entre los signos neurofisiológicos y el beneficio potencial de un enfoque terapéutico, en especial dentro de la medicina de rehabilitación.

## RESUMEN

Se realizó el registro de potenciales evocados somatosensoriales con estimulación a nervio mediano derecho en 31 sujetos voluntarios sin antecedentes de patología neurológica. Se utilizó un montaje C3-A1 con tierra en CZ, se estimuló al nervio mediano en la muñeca con electrodos de copa; el estímulo fue de 0.2 ms de duración, a 5 pulsos por segundo, con intensidad entre 50 y 100 volts. Se promediaron 512 y 1024 barridos en dos ocasiones cada uno, con un tiempo de análisis de 40 milisegundos y con rechazo automático de artefactos.

Se determinaron como ondas mejor definidas P14, N19 y P22. Se establecieron valores normales para este estudio con el método señalado y bajo las condiciones establecidas para el mismo.

## REFERENCIAS

1. ADAMS R., VICTOR M.: Other disorders of somatic sensation. Chapter 8. Principles of Neurology. 2d Edition U.S.A. McGraw-Hill Book Co. 1981. pp 103-115.
2. ADAMS R., VICTOR M.: Pain. Chapter 7. Principles of Neurology. 2d Edition. U.S.A. McGraw-Hill Book Co. 1981 pp 89-96.
3. BROWN R., NASH C., BERILLA J., AMADIO M.: Cortical Evoked Potential Monitoring: A System for Intraoperative Monitoring of Spinal Cord Function. Spine 9:256-261, 1984.
4. BUNCH W., SCARFF T., TRIMBLE J.: Current Concepts Review Spinal Cord Monitoring. The Journal of Bone and Joint Surgery 65-A(5):707-710, June 1983.
5. CARPENTER R.H.: Nervios. Capítulo 2. Neurofisiología. 1a Edición. México. El Manual Moderno 1986 pp 23-56.
6. CARPENTER R.H.: Propiocepción. Capítulo 5. Neurofisiología. 1a. Edición. México. El Manual Moderno 1986 pp 121-132.
7. CARPENTER R.H.: Receptores y sinapsis. Capítulo 3. Neurofisiología. 1a. Edición. México. El Manual Moderno 1986 pp 57-99.
8. CARPENTER R.H.: Sensibilidad cutánea. Capítulo 4. Neurofisiología. 1a Edición. México. El Manual Moderno. 1986 pp 100-120.
9. CHIAPPA K., HARRISON J., BROOKS E., YOUNG R.: Brainstem Auditory Evoked Responses in 200 Patients with Multiple Sclerosis. Ann. of Neurol. 7:135-143, 1980.

10. CHIAPPA K.H.: Pattern Shift Visual, Brainstem Auditory, and Short-Latency somatosensory Evoked Potentials in Multiple Sclerosis. Neurology 30(2):110-123, July 1980.
11. CHIAPPA R.: Principles of Evoked Potentials, Chapter 1. Evoked Potentials in Clinical Medicine. 1st Edition U.S.A. N.Y. 1983 pp 1-23.
12. CHIAPPA R.: Short-Latency Somatosensory Evoked Potentials: Interpretation, Chapter 7. Evoked Potentials in Clinical Medicine. 1st. Edition U.S.A. N.Y. 1983 pp 251-297.
13. CHIAPPA R.: Short-Latency Somatosensory Evoked Potentials: Methodology, Chapter 6. Evoked Potentials in Clinical Medicine. 1st Edition. U.S.A. N.Y. 1983 pp 203-249.
14. CHODOROFF, LEE & HONET: Dynamic Approach in the Diagnosis of Thoracic Outlet Syndrome using Somatosensory Evoked Responses. Arch. Phys. Med. Rehabil. 66:3-6 Jan 1985.
15. COURCHESNE E.: Changes in P3 Waves with Event Repetition: Long Term Effects on Scalp Distribution and Amplitude. Electroenceph. and Clin. Neurophys. 45:754-766, 1978.
16. CRACCO R.Q.: Spinal Evoked Response; Peripheral Nerve Stimulation in Man. Electroenceph. and Clin. Neurophys. 35:379-386, 1973.
17. CRACCO J., CRACCO R., GRAZIANI L.: The Spinal Evoked Response in Infants and Children. Neurology 25:31-36 Jan 1975.
18. CRACCO J., CRACCO R.: Potenciales evocados somatosensitivos. Capítulo 6. De BOGACZ J.: Los potenciales evocados en el hombre. 1a. Edición. Argentina. "El Ateneo" 1985 pp 82-99.

19. CROFT T., BRODKEY J., NULSEN F.: Reversible Spinal Cord Trauma: A Model for Electrical Monitoring of Spinal - Cord Function. J. Neurosurg. 36:402-406, Apr 1972.
20. D'ANGELO CH., VAN GILDEN J., TAUB A.: Evoked Cortical Potentials in Experimental Spinal Cord Trauma. J.Neuro-surg. 38:332-336, March 1973.
21. DESMEDT J., CHERON G.: Central Somatosensory Conduction in Man: Neural Generators and Interpeak Latencies of the Far-field components recorded from Neck and Right or - Left Scalp and Earlobes. Electroenceph. and Clin. Neuro phys. 50:382-403, 1980.
22. DESMEDT J.: Generadores neurales de los componentes pre coces de los potenciales evocados somatosensitivos en el hombre. Capitulo 7. En BOGACZ J.: Los potenciales evocados en el hombre. 1a. Edición, Argentina. "El Ateneo" 1985 pp 100-119.
23. DIENER H., SCHEIBLER H.: Follow-up Studies of Visual Potentials in Multiple Sclerosis Evoked by Checkerboard And Foveal Stimulation. Electroenceph. and Clin. Neurophys. 49:490-496, 1980.
24. EISEN A., ELLEKER G.: Sensory Nerve Stimulation and Evoked Cerebral Potentials. Neurology 30:1097-1105, Oct 1980.
25. ENGLER G., SPIELHOLZ N., BERNHARD W., DANZIGER F., MERKIN H., WOLFF T.: Somatosensory Evoked Potentials During Harrington Instrumentation for Scoliosis. J. Bone and Joint Surg. 60-A(4):528-532, June 1978.
26. GILMAN S., WINANS S.: Dolor y temperatura. Capitulo 5. Lo esencial en neuroanatomía y neurofisiología clínicas. 6a. Edición. México. El Manual Moderno. 1984 pp 36-46.
27. GILMAN S., WINANS S.: Propiocepción y estereognosis. Cap. 6. Lo esencial en neuroanatomía y neurofisiología clínicas. 6a Edición. México El Manual Moderno 1984 pp 47-54.

28. GILMAN S., WINANS S.: Tacto, Capítulo 7. Lo esencial en-neuroanatomía y neurofisiología clínicas. 6a Edición México. El Manual Moderno. 1984 pp 55-58.
29. GONZALEZ E., HAJDU M., KEIM H., BRAND L.: Quantification of Intraoperative Somatosensory Evoked Potentials. Arch. Phys. Med. Rehabil. 65:721-725, Nov 1984.
30. GREENBERG R., DUCKER T.: Evoked Potentials in the Clinical Neurosciences. J. Neurosurg. 56:1-18, Jan 1982.
31. GREENBERG R., MAYER D., BECKER D., MILLER D.: Evaluation of Brain Function in Severe Human Head Trauma with Multimodality Evoked Potentials. J. Neurosurg. 47:150-162, Aug 1977.
32. GRUNDY B. et. al.: Intraoperative Hypoxia detected by Evoked Potential Monitoring. Anesthesia and Analgesia 60(6):437-438, June 1981.
33. GRUNDY B., NASH C., BROWN R.: Arterial Pressure Manipulation alters Spinal Cord Function during Correction of - Scoliosis. Anesthesiology 54(3):249-253, Mar 1981.
34. GRUNDY B., NELSON P., DOYLE E., PROCOPIO P.: Intraoperative Loss of Somatosensory Evoked Potentials predicts Loss of Spinal Cord Function. Anesthesiology 57:321-322, 1982.
35. HALL J., LEVINE CH., SUDHIR G.: Intraoperative Awakening to Monitor Spinal Cord Function during Harrington Instrumentation and Spine Fusion. The J. of Bone and Joint Surg. 60-A(4):533-536, June 1978.
36. HARMONY T., ALVAREZ A.: Evoked Responses After Head Trauma. Activ. Nerv. Sup. (Praha) 23(4):303-310, 1981.
37. IGARTUA G.L., SANCHEZ S.L., ARENAS R.C.: Los potenciales evocados y sus aplicaciones. Mexican 83. Nov. 23-25, 1983 pp 49.4.1.- 4.
38. JHONSON E., PETTY J.: EMG in Upper Motor Neuron Condition. Chapter 11. Practical Electromyography. 1st. Edition, U.S.A. Williams & Wilkins 1980 pp 284-285.

39. JIMENEZ G., ESCOBAR A.: Potenciales provocados en el diagnóstico neurológico. Comentario presentado en INNN Ago. 1983 pp 1-4 .
40. JONES S.J., SMALL D.G.: Spinal and Subcortical Evoked Potentials Following Stimulation of the Posterior Tibial Nerve in Man. Electroenceph. and Clin. Neurophys. 44:299-306, 1978.
41. KIMURA J.: Somatosensory Evoked Potentials, Chapter 19. Electrodagnosis in Diseases of Nerve and Muscle, Principles and Practice. 1st Edition. U.S.A. F.A.Davis 1984 pp 399-427.
42. KRAFT G.: Introduction to Terminology and Procedural Aspects of Evoked Potentials. Apuntes mimeografiados México 1985 pp 1-7.
43. KRAFT G.: Somatosensory Evoked Potentials from Upper Extremity Nerve Stimulation, Normal Data, Stimulation/Recording Techniques. Apuntes mimeografiados, México 1985 pp 1-6.
44. LEHMKUHL D.: Evoked Spinal, Brainstem and Cerebral Potentials, Chapter 6. En STILLWELL G.: Therapeutic Electricity and Ultraviolet Radiation. 3d Edition U.S.A. Williams & Wilkins 1983 pp 123-153.
45. LEVY W., YORK D.: Evoked Potentials from de Motor Tracts in Humans. Neurosurgery 12(4):422-429, Apr 1983.
46. LEVY W., YORK D., McCAFFREY, TARZEN F.: Motor Evoked Potentials from Transcranial Stimulation of the Motor Cortex in Humans. Neurosurgery 15(3):287-302, Sept 1984.
47. MACCABEE P., LEVINE D., PINKHASOV E., CRACCO R., TSAIRIS P.: Evoked Potentials Recorded from Scalp and Spinous Processes during Spinal Column Surgery. Electroenceph. and Clin. Neurophys. 56:569-582, 1983.

48. MACCABEE P., PINKHASOV E., CRACCO R.: Short Latency Somatosensory Evoked Potentials to Median Nerve Stimulation: Effect of Low-Frequency Filter. Electroenceph. and Clin. Neurophys. 55:34-44, 1983.
49. MACHIDA M., WEINSTEIN S., YAMADA T., KIMURA J.: Spinal Cord Monitoring. Spine 10(5):407-413, 1985.
50. MARTIN S., BLOEDEL J.: Evaluation of Experimental Spinal Cord Injury Using Cortical Evoked Potentials. J. Neurosurg. 39:75-81, July 1973.
51. MATTHEWS W.B. et al.: Cervical Somatosensory Evoked Responses in Man. Nature 252:230-232, Nov. 1974.
52. MOLNAR G.E.: Electrodiagnosis. Pediatric Rehabilitation. U.S.A. Williams & Wilkins 1985 pp 138-139.
53. NASH C., LORIG R., BROWN R.: Spinal Cord Monitoring during Operative Treatment of the Spine. Clin. Orthop. 126:100-105 1977.
54. NICOLET INSTRUMENTOS: Manual para potenciales evocados. México 1985 pp 1-16.
55. O'CONNOR S.J. et. al.: A Model Referenced Method for the Identification of Evoked Potential Component Wave Forms. Electroenceph. and Clin. Neurophys. 55:233-237, 1983.
56. PHILLIPS L., DAUBE J.: Lumbosacral Spinal Evoked Potentials in Humans. Neurology 30:1175-1183, Nov 1980.
57. PRITCHARD W.S.: Psychophysiology of P300. Psychological Bulletin 39:506-540, 1981.
58. REGAN D.: Electrical Responses Evoked from the Human Brain. Scientific American 241(6):134-146, Dec 1979.
59. REINER S.: Introduction to Recording Evoked Responses with the TD 10/20. Apuntes mimeografiados distribuidos por TECA U.S.A. 1983. pp 1-13.
60. RINZLER G.: The Ten-Twenty System and Electrode Placement in Evoked Potential Studies. Apuntes mimeografiados distribuidos por TECA, U.S.A. 1983 pp 1-3.

61. ROSSINI P., DISTEFANO E., STANZIONE P.: Nerve Impulse Propagation along Central and Peripheral Fast Conducting Motor and Sensory Pathways in Man. Electroenceph. and Clin. Neurophys. 60:320-334, 1985.
62. SMORTO M., BASMAJIAN J.: Nerve Conduction, Chapter 2, Clinical Electroneurography. U.S.A. Williams & Wilkins 1971 pp 3-45.
63. SPIELHOLZ N., ENGLER G., MERKIN H.: Spinal Cord Monitoring During Harrington Instrumentation. Bulletin of the American Society for Clinical Evoked Potentials 4(1): 12-16, Mayo 1986.
64. STARR A., HAMILTON A.: Correlation between confirmed Sites of Neurological Lesions and Abnormalities of Far-field Auditory Brainstem Responses. Electroenceph. and Clin. Neurophys. 41:595-608, 1976.
65. STRATTON D.E.: Vías sensoriales, Capítulo 8, Neurofisiología. 1a Edición México Ed. Limusa 1984 pp 205-215.
66. TAMAKI T. et. al.: Spinal Cord Monitoring as a Clinical Utilization of the Spinal Evoked Potentials. Clin. Orthop. 184:58-64, 1984.
67. TSUMOTO T., HIROSE N., NONAKA S., TAKAHASHI M.: Cerebrovascular Disease Changes in Somatosensory Evoked Potentials associated with Unilateral Lesions. Electroenceph.
68. VAUZELLE C., STAGNARA P., JOUVINROUX P.: Functional Monitoring of Spinal Cord Activity during Spinal Surgery. Clin. Orthop. 93:173-178, 1973.
69. YAMADA, KIMURA, YOUNG & POWERS: Somatosensory Evoked Potentials elicited by Bilateral Stimulation of the Median Nerve and its Clinical Application. Neurology 28:218-223 March 1978.
70. YAMADA T., MUROGA T., KIMURA J.: Tourniquet-induced Ischemia and Somatosensory Evoked Potentials. Neurology (Ny) 31: 1524-1529, Dec 1981.
71. YOUNG & CRACCO: Conduction in Central Motor Pathways. Ann. Neurol. 18(5):606-610, Nov 1985.