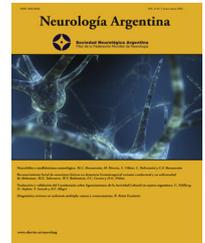




Sociedad Neurológica Argentina  
Filial de la Federación Mundial  
de Neurología

# Neurología Argentina

www.elsevier.es/neurolarg



## Artículo original

# Utilidad de los diapasones en la exploración neurológica, ¿son todos iguales?



Josefa Pérez Lucas<sup>a,\*</sup> y Elena Miñano Guillamón<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Servicio de Neurología, Hospital Universitario del Sureste, Arganda del Rey, Madrid, España

<sup>b</sup> Servicio de Neurología, Hospital Universitario Rey Juan Carlos, Madrid, España

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 11 de febrero de 2021

Aceptado el 1 de mayo de 2021

Palabras clave:

Polineuropatías

Exploración neurológica

Diapasón

Especificidad

Sensibilidad, Sensibilidad vibratoria

### R E S U M E N

**Introducción:** La exploración de la parestesia es esencial en la exploración neurológica, existiendo distintos métodos, empleados más por tradición que por evidencia de su utilidad. Nos proponemos analizar la sensibilidad (S) y la especificidad (E) de los métodos más frecuentes en nuestra práctica clínica.

**Sujetos y método:** Incluimos a pacientes con solicitud de EMG por sospecha de polineuropatía (PNP) sensitiva durante 4 meses. Inicialmente exploramos sensibilidad vibratoria en maléolo lateral con 2 diapasones: uno convencional (DC) de 128 Hz, anotando el tiempo en segundos desde activación hasta umbral sensitivo, y otro tipo Rydel-Seiffer (DRS), anotando el valor de escala en umbral sensitivo. Posteriormente, se realizó ENG para diagnóstico de PNP.

**Resultados:** Veinticuatro pacientes (45,8% mujeres; edad media 57 años), de los que 8 (33%) fueron diagnosticados de PNP en EMG. No existían diferencias en sexo y altura entre grupos; sí en edad, siendo mayores los afectados. Se objetivó una correlación estadísticamente significativa entre la amplitud del potencial sensitivo en el nervio sural y el valor resultado de los diapasones.

El área bajo la curva de DC fue del 67% (41-93%) y de DRS fue del 86%(70-100%).

Puntos de corte óptimo para DC: 9 s (S 67%, E 75%) y para DRS 6 (S 73%, E 87%).

Método cualitativo (siente-no siente vibración): S 25%, E 100%.

**Conclusiones:** Dado el fácil manejo y la mejor sensibilidad del DRS, este diapason se muestra como el más adecuado para la práctica clínica. Además, el diagnóstico de PNP en estudios neurofisiológicos es muy poco probable si el resultado de esta exploración es normal.

© 2021 Sociedad Neurológica Argentina. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

### Use of forks revisited: Which one should we use them?

#### A B S T R A C T

**Aims:** We use different methods to explore vibratory sensitivity with quantitative or qualitative tuning forks, with little written evidence of their sensitivity (S) and specificity (E), and cut-off values. We propose to analyze the usefulness of these tests.

Keywords:

Polyneuropathies

Neurologic examination

\* Autor para correspondencia.

Correos electrónicos: [jpljosefa88@gmail.com](mailto:jpljosefa88@gmail.com) (J. Pérez Lucas), [elenamguillamon@gmail.com](mailto:elenamguillamon@gmail.com) (E. Miñano Guillamón).

<https://doi.org/10.1016/j.neuarg.2021.05.001>

1853-0028/© 2021 Sociedad Neurológica Argentina. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Tuning fork  
Specificity  
Sensitivity  
Vibratory sensation

**Subjects and methods:** We include patients with an ENG request for suspected sensory polyneuropathy (PNP) for 4 months. Prior to the diagnostic test, we explore vibratory sensitivity in lateral malleolus (LM) with 2 tuning forks: one 128 Hz conventional fork (CF), recording time in seconds from its activation to patient's sensitive threshold, and the Rydel-Seiffer tuning fork (RSF), noting the scale value in patient's sensitive threshold. Subsequently, ENG was performed for diagnosis of PNP. Data were analyzed using the statistical package SPSS. **Results:** 24 patients (45.8% women; mean age 57 years), of which 8 (33%) were diagnosed with PNP in ENG. There were no differences in sex and height between PNP/normal results, although in age, the affected were older.

A statistically significant correlation was observed between sural sensory nerve action potential (SNAP) amplitude and the resulting value of the tuning forks (Graph 1).

The area under the CF's curve was 67% (41-93%) and the RSF's was 86% (70-100%) (Graph 2).

Optimum cut-off points for CF: 9 s (S67%, E 75%) and for RSF 6 Hz (S73%, E87%).

Qualitative method (feel/no-feel vibration): S25%, E100%

**Conclusions:** In our experience, given the easy handling and better sensitivity of RSF, this tuning fork is shown as the best option for clinical use. Additionally, the diagnosis of PNP in ENG is quite unlikely if tuning fork results are normal.

© 2021 Sociedad Neurológica Argentina. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introducción

En neurología, la exploración clínica es una de las piedras angulares en la toma de decisiones, tanto para la solicitud de pruebas diagnósticas como para indicar tratamientos. Por lo tanto, es esencial conocer los distintos métodos exploratorios, su sensibilidad y especificidad, de cara a conseguir la máxima eficiencia en nuestro trabajo diario y poder tomar decisiones con base en nuestra probabilidad de acierto o error.

Una de las herramientas más utilizadas en neurología es el diapasón, instrumento dieciochesco<sup>1,2</sup> que tiene como característica principal su capacidad para vibrar siempre a la misma frecuencia, produciendo, por lo tanto, siempre la misma nota musical, aunque a diferentes intensidades o amplitudes de onda. El diapasón fue descrito por primera vez como herramienta para la exploración de la sensibilidad en 1889, por el médico alemán Heinrich Rumpf<sup>3</sup>. Poco después, en 1903, Rydel y Seiffer publicaron un artículo explicando su nuevo diapasón modificado de cara a conseguir una medición de la sensibilidad vibratoria más objetiva<sup>4</sup>. Se basaron, como ellos mismos explican en el artículo original<sup>4</sup>, en un método desarrollado por G. Gradenigo, médico veneciano pionero en el desarrollo de la Otolología. Este método se basa en una ilusión óptica, en la que, en función de la amplitud de onda o intensidad de la vibración, observamos el triángulo dibujado en las sordinas de un tamaño distinto, graduado en una escala adyacente.

Hoy en día, estos 2 diapasones son ampliamente utilizados en nuestra práctica clínica, aunque sin demasiada evidencia sobre su sensibilidad o especificidad y las distintas formas de uso.

El objetivo de este trabajo es aumentar la información de la que disponemos en la práctica clínica para utilizar los distintos diapasones en la exploración de la sensibilidad vibratoria, principalmente para el diagnóstico de polineuropatía (PNP) sensitiva de fibra gruesa, al tener un método diagnóstico de

referencia fácil y asequible como es el estudio electroneurofisiológico.

Para ello, hemos realizado un análisis de la sensibilidad y la especificidad del diapasón convencional y el diapasón Rydel-Seiffer para el diagnóstico de la PNP sensitiva utilizando como estándar de referencia el estudio neurofisiológico; además, hemos analizado el mejor punto de corte de los diapasones convencional de 128 Hz y tipo Rydel-Seiffer. Los diapasones utilizados se pueden observar en la [figura 1](#).

## Sujetos y método

Se incluyó a todos los pacientes que acudieron a la consulta para realización de un estudio neurofisiológico por sospecha de polineuropatía sensitiva derivados del Servicio de Neurología, mayores de 18 años, que aceptaron participar tras la firma de consentimiento informado. Fueron reclutados durante 4 meses consecutivos, del 1 de noviembre del 2018 al 30 de marzo del 2019.

Inicialmente, realizamos una exploración neurológica a cada paciente, incluyendo fuerza, reflejos osteomusculares bicipitales, rotulianos y aquileos, sensibilidad táctil y algésica, y estudio de la parestesia siguiendo 3 métodos:

1. Siente/no siente: con el diapasón convencional de 128 Hz, activándolo siempre de la misma manera y colocándolo en el maléolo lateral del paciente, se registra si el paciente siente o no la vibración en su activación máxima.
2. Método habitual: con el diapasón convencional de 128 Hz, activándolo siempre de la misma manera y colocándolo en el maléolo lateral del paciente, se registra el tiempo en segundos desde activación hasta el umbral sensitivo del paciente, anotando cero si no es capaz de percibir la vibración de intensidad máxima.



**Figura 1 – Diapasones utilizados en el estudio: a la izquierda, diapasón convencional (DC) (128 Hz); a la derecha, diapasón Rydel-Seiffer (64/128 Hz).**

- Método Rydel-Seiffer: con el diapasón Rydel-Seiffer (64 Hz), activándolo hasta conseguir que vibre con una amplitud tal que no se pueda ver el triángulo, se coloca sobre el maléolo lateral del paciente y se registra el punto de la escala que se corresponde con el umbral sensitivo del paciente.

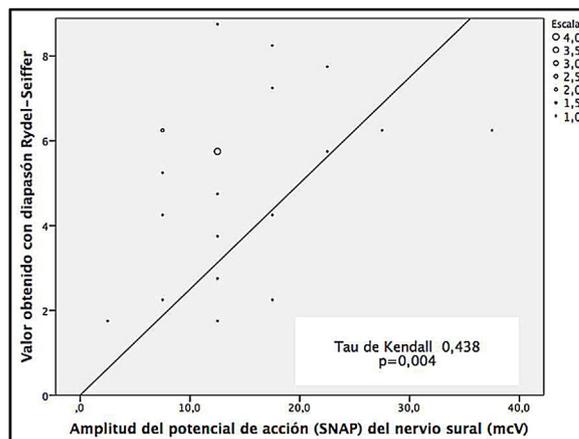
Se eligió el maléolo lateral para la exploración de la sensibilidad por su fácil acceso en las consultas rutinarias, sin quitarse el calzado, y estos métodos exploratorios por ser los más habituales en nuestra práctica clínica habitual.

Posteriormente, se realiza el estudio neurofisiológico solicitado con el electromiógrafo Medelec Sinergy, marca comercial registrada de Oxford Instruments, en una habitación a temperatura estable de 23°C. El protocolo habitual de estudio de PNP incluye: estimulación del nervio sural (línea media de pierna, cara posterior, a 14 cm de registro posterior a maléolo lateral); estimulación del nervio peroneo superficial (cresta anterior de la tibia, a 14 cm de registro en cara anterior de la articulación del tobillo); estimulación del nervio radial (cara dorsal de antebrazo, a 10 cm del registro en cara dorsal de primer dedo); estimulación del nervio peroneo profundo (a nivel de la articulación del tobillo, distal a la cabeza del peroné y en fosa poplíteica, con registro superficial sobre músculo pedio); estimulación del nervio mediano (entre tendones del músculo palmar mayor y palmar largo a 8 cm del registro sobre el músculo abductor corto del pulgar, así como estímulo en fosa antecubital) y registro electromiográfico con aguja de

**Tabla 1 – Datos epidemiológicos de pacientes incluidos**

	Diagnóstico PNP	Resultado normal	
Edad, media (DE)	69 (13)	51 (15)	p = 0,01
Mujer, n (%)	5 (62,5)	6 (37,5)	p = 0,39
Altura, m (DE)	1,65 (0,08)	1,66 (0,08)	p = 0,72

DE: desviación estándar; n: número de sujetos; m: media; PNP: polineuropatía.



**Figura 2 – Correlación tau de Kendall entre el valor obtenido con el diapasón Rydel-Seiffer y el valor del potencial de acción sensitivo obtenido en nervio sural.**

músculos tibial anterior, gastrocnemio medial, vasto lateral de cuádriceps, primer interóseo dorsal y deltoides. Los valores normales utilizados se obtuvieron del libro *Electromyography and Neuromuscular Disorders*<sup>5</sup>.

Por último, se realizó un análisis estadístico de los datos recogidos utilizando el paquete estadístico IBM Corp., SPSS® Statistics.

## Resultados

Se incluyó a 24 pacientes, con un ligero predominio masculino (mujeres 45,8%), sin encontrarse diferencias en cuanto al sexo ni altura entre el grupo diagnosticado de PNP y los que no. La edad media fue de 57 años y la altura media de 1,6 m. El grupo de los pacientes con diagnóstico de PNP (n=6) presentaban una edad superior al grupo que no afectado de PNP (n=18). Todos los datos epidemiológicos se muestran en la [tabla 1](#).

Se objetivó una correlación estadísticamente significativa entre la amplitud del potencial sensitivo en nervio sural y el valor resultado de los 2 tipos de diapasones, como se puede ver en las [figuras 2 y 3](#), mejor para el diapasón Rydel-Seiffer.

Los resultados del estudio de curva COR pueden verse en la [figura 4](#) y la [tabla 2](#). En esta prueba, solo el diapasón Rydel-Seiffer alcanzó significación estadística, con un área bajo la curva de 0,86 (0,70-1,0).

Como se ve en la [tabla 3](#), la sensibilidad del diapasón Rydel-Seiffer, si elegimos el 6 como punto de corte, es la mejor, con un valor de 0,73, manteniendo una especificidad de 0,87. El diapasón convencional, con el método siente/no siente, aporta menos a la exploración, con una sensibilidad del 0,25, por lo

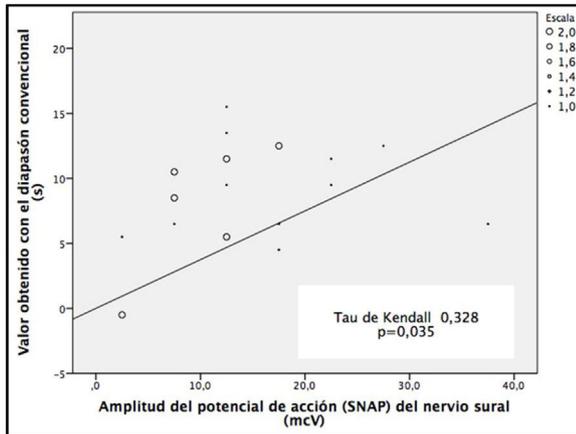
**Tabla 2 – Área bajo la curva COR de los diapasones Rydel-Seiffer y convencional**

Variables de resultado los test	Área	Error estándar <sup>a</sup>	Significación estadística <sup>b</sup>	Intervalo de confianza del 95%	
				Límite inferior	Límite superior
Sensibilidad vibratoria con diapason Rydel-Seiffer	0,858	0,80	0,006	0,701	1,0
Sensibilidad vibratoria con diapason convencional	0,667	0,132	0,197	0,409	0,925

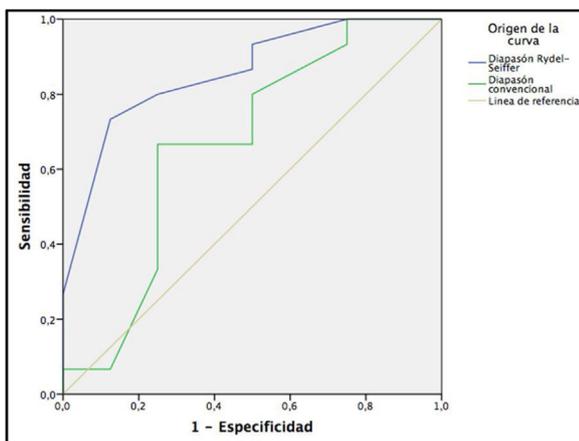
<sup>a</sup> Bajo el supuesto no paramétrico.  
<sup>b</sup> Hipótesis nula: área verdadera = 0,5.

**Tabla 3 – Coordenadas de la curva COR de los diapasones Rydel-Seiffer y convencional**

Variables de resultado los test	Positivo si es ≤	Sensibilidad	1-Especificidad
Valor de la sensibilidad vibratoria medido con diapason Rydel-Seiffer	3,5	0,87	0,50
	4,5	0,80	0,25
	5,5	0,73	0,13
	6,5	0,27	0,00
Valor de la sensibilidad vibratoria medido con diapason convencional	6,5	0,80	0,50
	7,5	0,67	0,50
	9	0,67	0,25
	10,5	0,47	0,25



**Figura 3 – Correlación tau de Kendall entre el valor obtenido con el diapason convencional y el valor del potencial de acción sensitivo obtenido en nervio sural.**



**Figura 4 – Curva COR de los diapasones Rydel-Seiffer y convencional.**

que no ha sido incluido en la gráfica COR ni en las tablas. Sin embargo, si se utiliza el método habitual de contabilización del tiempo, considerando patológicos valores por debajo de 9 segundos, la sensibilidad aumenta a un 0,67, con una especificidad de 0,75.

**Discusión**

Este estudio valora el uso del diapason para el estudio de la sensibilidad vibratoria, comparando la eficacia de 2 tipos de diapasones y 3 métodos exploratorios distintos para diagnosticar polineuropatía sensitiva.

Para ello, comparamos los resultados en la exploración clínica de 2 grupos de pacientes homogéneos en sexo y altura, clasificados en función del resultado del estudio electroneurofisiológico. Como se observa en los resultados, existe una diferencia estadísticamente significativa en la edad media de los 2 grupos a comparar. Este es un dato relevante, pues está descrito que el umbral sensitivo desciende con la edad de forma fisiológica<sup>5,6</sup>. Dado que la causa más frecuente de polineuropatía es la diabetes mellitus<sup>7</sup>, y su incidencia aumenta con la edad<sup>8</sup>, en una muestra aleatoria de la población esta diferencia de edad se va a observar con mucha probabilidad.

La amplitud del potencial sensitivo del nervio sural refleja la cantidad de axones sensitivos susceptibles de ser despolarizados y, por lo tanto, sanos de este nervio<sup>5</sup>. El hecho de que exista correlación entre este valor y el umbral sensitivo explorado con diapasones nos informa de que, ante la sospecha de PNP, el resultado de la exploración con diapasones puede ser una medida indirecta del grado de afectación de las fibras mielínicas.

Probablemente, el hecho de que la correlación sea mejor para el diapason Rydel-Seiffer es una medida indirecta de su mayor fiabilidad, lo que se confirma con el análisis del área bajo la curva del análisis COR, pues nos indica una mayor utilidad de este diapason como test diagnóstico. No hemos encontrado estudios comparativos entre ambos diapasones en la bibliografía que nos permitan comprobar la

reproducibilidad de estos resultados, aunque creemos que es un dato muy relevante para el clínico.

En cuanto a los puntos de corte, el del diapasón convencional está estipulado en 11 s si el diapasón se sitúa sobre el talón del paciente, reduciendo el umbral en 2 s por cada década por encima de los 40 años<sup>6</sup>. En nuestro estudio, la edad media global fue de 57 años, por lo que para esta muestra coincide el punto de corte de 9 s.

El punto de corte óptimo del diapasón Rydel-Seiffer no está tan bien estipulado en la literatura. Martina et al.<sup>9</sup> publicaron un estudio similar al nuestro, aunque comparando los resultados de este diapasón con un vibrómetro electrónico, en pacientes con y sin PNP con diagnóstico clínico y electro-neurofisiológico, con un punto de corte óptimo de 4 sobre 8 en la escala visual para miembros inferiores. Para este punto de corte, explorando en primer dedo del pie, consiguen una sensibilidad del 0,76 y una especificidad del 0,95, similares a las nuestras. Puede que la diferencia en el punto de corte radique en el lugar de la exploración, pues otros estudios que exploran la sensibilidad en el primer dedo del pie obtienen resultados similares<sup>10-12</sup>. Sin embargo, no hemos encontrado estudios que valoren este punto de corte en maléolo para poder comprar, un lugar mucho más accesible en las consultas rutinarias.

## Conclusiones

Tanto el diapasón convencional como el Rydel-Seiffer tienen utilidad en la práctica clínica y resulta poco probable que un estudio neurofisiológico evidencie PNP si su resultado es normal, aunque el método siente/no siente se muestra prácticamente inútil.

Por otra parte, como se evidencia en nuestro estudio, dado el fácil manejo y mejor fiabilidad del diapasón Rydel-Seiffer, este se muestra como el más adecuado para la práctica clínica.

## Financiación

La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenientes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Al Dr. Francisco Cabrera Valdivia, por su ayuda e introducción al estudio de la neurofisiología.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Feldmann H. Die Geschichte der Stimmgabel-Teil 1: Die Erfindung der Stimmgabel, ihr Weg in der Musik und den Naturwissenschaften. *Laryngo-Rhino-Otol.* 1997;76:116-22, <http://dx.doi.org/10.1055/s-2007-997398>.
2. Pearce JMS. Early days of the tuning fork. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1998;65, <http://dx.doi.org/10.1136/jnnp.65.5.728>, 728-728.
3. Calne DB, Pallis CA. Vibratory sense: a critical review. *Brain.* 1966;89:723-46, <http://dx.doi.org/10.1093/brain/89.4.723>.
4. Rydel A, Seiffer W. Untersuchungen über das Vibrationsgefühl oder die sog „Knochensensibilität“ (Pallästhesie). *Arch Für Psychiatr Nervenkrankh.* 1903;37:488-536, <http://dx.doi.org/10.1007/BF02228367>.
5. Preston DC, Shapiro BE. *Electromyography and neuromuscular disorders: clinical-electrophysiologic correlations.* 3rd ed. London; New York: Elsevier Saunders; 2013.
6. McGee SR. *Evidence-based physical diagnosis.* 3rd ed. Philadelphia: Elsevier/Saunders; 2012.
7. Hughes R. Investigation of peripheral neuropathy. *BMJ.* 2010;341, <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.c6100>, c6100-c6100.
8. Saeedi P, Petersohn I, Salpea P, Malanda B, Karuranga S, Unwin N, et al. Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas 9th edition. *Diabetes Res Clin Pract.* 2019;157:107843, <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2019.107843>.
9. Martina ISJ, van Koningsveld R, Schmitz PIM, van der Meche FGA, van Doorn PA. Measuring vibration threshold with a graduated tuning fork in normal aging and in patients with polyneuropathy. *J Neurol Neurosurg Psychiatry.* 1998;65:743-7, <http://dx.doi.org/10.1136/jnnp.65.5.743>.
10. Cettomai D, Kwasa J, Kendi C, Birbeck GL, Price RW, Bukusi EA, et al. Utility of quantitative sensory testing and screening tools in identifying HIV-associated peripheral neuropathy in Western Kenya: Pilot testing. *PloS One.* 2010;5:e14256, <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0014256>.
11. De Simone R, Rabitti PG, de Feo EM, Manguso F, Piscopo G, Scionti L. Proposal of a new method for the use of the Rydel-Seiffer tuning fork in the screening of diabetic polyneuropathy. A pilot study. *Diabetes Res Clin Pract.* 2015;108:e21-4, <http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2015.02.026>.
12. Lai S, Ahmed U, Bollineni A, Lewis R, Ramchandren S. Diagnostic accuracy of qualitative versus quantitative tuning forks: Outcome measure for neuropathy. *J Clin Neuromuscul Dis.* 2014;15:96-101, <http://dx.doi.org/10.1097/CND.000000000000019>.