

Estudio de conducción nerviosa en población residente a gran altura

Study of nerve conduction in a population residing at high altitude

Charles Huamani^{1, a, b, c} , Carlos Pérez-Alviz^{1, 2, a} , Juan Acuña-Mamani^{1, 2, a} , Víctor Oré-Montalvo^{1, 2, a} , William Bayona-Pancorbo^{2, a} , Gladys Mateos-Loaiza^{2, d} , Daniela Collazos-Cachique^{1, e} 

RESUMEN

Objetivo: Determinar los valores normales de los parámetros de velocidad de conducción nerviosa (VCN) en residentes de una ciudad localizada a gran altitud. **Materiales y métodos:** Estudio observacional analítico aplicado a personas residentes en Cusco (ubicado a 3399 m s. n. m.) sin antecedentes comórbidos conocidos. Se evaluó la VCN motora de los nervios mediano, cubital, peroneo común y tibial, así como la VCN sensitiva, latencias y amplitudes de los nervios mediano, cubital y sural. **Resultados:** El estudio incluyó 56 participantes, con edad mediana de 24 (22-26) años. Las latencias de los nervios medianos, cubital y tibial anterior fueron menores de 5 ms; y las de los nervios peroneos, mayores de 5 ms. Las amplitudes de los nervios motores fueron superiores a 5 mV y las de los sensitivos estuvieron por encima de los 20 μ V. Las velocidades motoras estuvieron por encima de los 50 m/s y las sensitivas fueron mayores a 45 m/s. **Conclusión:** Se exponen cifras que pueden representar valores de referencia local de VCN obtenidos en población adulta joven residente en localidades de gran altura.

Palabras clave: neurofisiología; altitud/altura; valores normales.

ABSTRACT

Objective: To determine the normal values of nerve conduction speed (VCN, acronym in Spanish) parameters from people residing in a city localized at high-altitude. **Material and methods:** Analytical observational study of people without a comorbid history, residing in Cusco, a city located at 3399 meters above sea level. The motor VCN of the median, ulnar, common peroneal, tibial, and the sensory

Citar como:

Huamani C, Pérez-Alviz C, Acuña-Mamani J, Oré-Montalvo V, Bayona-Pancorbo W, Mateos-Loaiza G, et al. Estudio de conducción nerviosa en población residente a gran altura. *Rev Neuropsiquiatr.* 2024; 87(3): 208-214. DOI: 10.20453/rnp.v87i3.5243

Recibido: 05-02-2024

Aceptado: 16-02-2024

En línea: 30-09-2024

Correspondencia:

Charles Huamani
Teléfono: +511-9928714710
Contacto:
huamani.ca@gmail.com



Artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

© Los autores

© *Revista de Neuro-Psiquiatría*

¹ Universidad Andina del Cusco. Cusco, Perú.

² Hospital Nacional Adolfo Guevara Velasco. Cusco, Perú.

^a Médico neurólogo.

^b Alta especialidad en Neurología Vascular.

^c Magíster en Ciencias en Investigación Epidemiológica.

^d Licenciada en Enfermería.

^e Médica cirujana.

VCN of the median, ulnar, and sural nerves, their latencies and amplitudes, were evaluated. **Results:** The study included 56 participants, with a median age of 24 (22-26) years. The latencies of the median, ulnar, and anterior tibial nerves were <5 m/s, and of the peroneal nerves were >5 m/s. The amplitudes of the motor nerves were greater than 5mV and the sensory nerves were above $20\mu\text{V}$; the motor velocities were greater than 50m/s, and the sensory nerves were greater than 45m/s. **Conclusion:** Figures are presented reflecting local VCN reference values, obtained from a young adult population residing in high altitude localities.

Keywords: neurophysiology; altitude; normal reference values.

INTRODUCCIÓN

Los estudios neurofisiológicos incluyen una amplia variedad de exámenes, como la electromiografía, los potenciales evocados, las velocidades de conducción nerviosa (VCN), entre otras, y constituyen una extensión del examen neurológico. Entre estas, resaltan los estudios de conducción nerviosa, que incluyen a las VCN, latencias y amplitudes, y nos permiten valorar varios conjuntos de enfermedades, como mononeuropatías, radiculopatías, polineuropatías, entre otras (1, 2). Las causas de estas enfermedades son variadas y pueden ir desde enfermedades metabólicas (como diabetes o uremia), autoinmunes (como el síndrome de Guillain Barré), ocupacionales (como el síndrome del túnel del carpo), traumáticas, entre otras; por tanto, un buen estudio de VCN permite afianzar una sospecha diagnóstica.

El valor de la VCN se obtiene al calcular el tiempo que demora en producirse una onda generada a una distancia determinada. Las ondas que se producen se conocen como potenciales de acción muscular compuesta (PAMC) para los nervios motores, y potenciales de acción sensorial nervioso (PANS) para los nervios sensitivos. Para calcular la VCN motora se generan dos PAMC, uno proximal y otro distal al nervio a evaluar, se mide la distancia entre estos dos puntos y se divide entre el tiempo que demoró producirlas. Para calcular la VCN sensitiva se realiza una estimulación a 140 mm de un electrodo de registro y se calcula el tiempo que demora en producirse esta PANS, realizando la división (3). Además de apreciar la velocidad, el tiempo hasta ser reconocido el primer estímulo se denomina latencia, y también se puede apreciar el tamaño de las PAMC o PANS en milivoltios (mV), denominadas amplitudes. Estos parámetros nos permiten diferenciar, con algunas excepciones, si el problema subyacente podría ser de tipo desmielinizante (disminución de velocidades y

prolongación de latencias) o axonal (disminución de amplitudes) (4, 5).

Dado que algunas condiciones propias de la población podrían generar variaciones en los resultados o registros de las VCN, se recomienda que cada centro de neurofisiología determine los valores normales para cada población y sobre ellos se señale las variaciones que se considerarían enfermedades (6). Por ello, en una revisión de la American Association of Neuromuscular and Electrodiagnostic Medicine (AANEM) (7), se encontraron más de 7500 artículos, pero también se señaló que muchos de estos tuvieron problemas metodológicos, tales como tamaños de muestra pequeños, limitaciones para el control de temperatura, estudios retrospectivos, poblaciones con sintomatología, imprecisiones para la medición de las distancias de estimulación y medición, entre otros; por ello, la AANEM publicó su normativa para establecer valores de referencia de alta calidad para estudios de conducción nerviosa (6). Al evaluar los estudios publicados, fueron muy pocos (<15 estudios) los que cumplían con estos criterios normativos (7).

En el Perú, se han realizado algunos estudios que han incluido la VCN como parte de sus elementos diagnósticos, pero para considerar normal o alteradas las VCN se basaron en datos estandarizados en otros países (8, 9, 10). Es posible que algunas instituciones peruanas cuenten con su propia estandarización de valores normales para VCN, pero no pudimos encontrar publicaciones sobre estas. No contar con una correcta determinación de los valores normales de VCN en una población y, en particular, emplear valores de referencia de otras poblaciones podrían producir una disminución de la capacidad para identificar enfermedades. Por ello, nuestro objetivo consistió en determinar los valores normales de las VCN en personas clínicamente sanas y residentes de una ciudad a gran altitud.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y población

Se realizó un estudio transversal en adultos descritos como clínicamente sanos luego de una anamnesis, donde no reportaron antecedentes de comorbilidades personales diagnosticados o traumas recientes, y que señalaban residir por más de seis meses en la ciudad de Cusco, ubicada a 3399 m s. n. m.

En un estudio realizado en extremidades inferiores de adultos coreanos, se encontró que las latencias de las VCN del nervio peroneo común eran de $4,3 \pm 1,2$ ms, independientemente del género (11). Por ello, se realizó el cálculo de tamaño de muestra para una media poblacional en el programa PASS 11.0, considerando un intervalo de confianza del 95 %, con un margen de $\pm 0,5$ ms, y un poder estadístico de 90 %. Con ello, el tamaño de muestra fue de 64; sin embargo, dado que cada persona aporta dos nervios a evaluar (izquierdo y derecho), se decidió aplicar un efecto de diseño de 2 para obtener 64 pares de nervios. Se eligió el nervio peroneo común para este cálculo, no obstante, tamaños de muestra similares podrían ser obtenidos con otros nervios evaluados.

Dadas las características del estudio de VCN, el muestreo fue por conveniencia, realizando la invitación abierta por redes sociales y entre el personal del hospital, incluyendo a sujetos clínicamente sanos que acepten participar voluntariamente del estudio, mayores de

18 años y menores de 50 años, sin historial de alteraciones sensitivas o motoras en los nervios a evaluar, ni de traumas, fracturas o lesiones punzocortantes en el trayecto de los nervios a evaluar, también se excluyeron a las mujeres que indicaron gestación.

Técnicas e instrumentos de recolección

Para la recolección de las VCN se empleó el equipo digital Nihon Kohden, Neuropack, con el *software* MEB 08.11, en un ambiente aislado, y diseñado para la obtención de exámenes neurofisiológicos. Los sujetos participantes de la investigación ingresaron a los ambientes de estudio y se les midió la temperatura de la piel, ubicando el sensor de temperatura en el punto medio entre el electrodo activo y de referencia, manteniendo la temperatura en el rango de 31-35 °C. Para garantizar la estabilidad de la temperatura se empleó un radiador de calor en el ambiente de estudio durante todo el procedimiento.

Al participante, en decúbito dorsal sobre una camilla, se le procedió a colocar los electrodos para la evaluación de los distintos nervios, previa limpieza con pasta abrasiva. Se evaluaron las VCN motora de los nervios: mediano, cubital, peroneo común, tibial; así como las VCN sensitiva de los nervios mediano, cubital y sural. Los puntos anatómicos para la colocación de los electrodos de referencia se describen en la tabla 1, los cuales son recomendados por textos de neurofisiología (4) y van en concordancia con las recomendaciones de la AANEM.

Tabla 1. Referencias para la obtención de las velocidades de conducción nerviosa (4).

Potenciales de acción muscular compuesta				
Nervio	G1	G2	Estimulador	Distancia distal*
Mediano	En el vientre del abductor <i>pollicis brevis</i>	Sobre la primera articulación metacarpo falángica	Distal: al medio de la muñeca, entre los tendones del flexor del carpo radial y el palmar largo. Proximal: fosa antecubital, sobre el pulso de la arteria braquial.	7 cm
Cubital	En el vientre del abductor <i>digiti minimi</i>	Sobre la quinta articulación metacarpo falángica	Distal: al medio de la muñeca, adyacente al tendón del flexor <i>carpi ulnaris</i> . Proximal: distal 3-4 cm del epicóndilo medial.	7 cm
Peroneo común	El vientre del extensor <i>digitorum brevis</i>	Sobre la quinta articulación metatarso falángica	Distal: sobre la cara anterior del tobillo, ligeramente lateral al tendón tibial anterior. Proximal: debajo de la cabeza del peroné, pantorrilla lateral, 3 cm inferior a la cabeza del peroné.	7 cm
Tibial	Abductor <i>hallucis brevis</i> . 1 cm proximal y 1 cm inferior prominencia navicular	Sobre la primera articulación metatarso falángica	Distal: encima y atrás al maléolo medial. Proximal: en la mitad posterior de la rodilla, sobre el pulso poplíteo (fosa poplíteo).	7 cm

Potenciales de acción sensorial nervioso

Mediano	En el dedo índice. Sobre la articulación metacarpiano-falangeal.	Colocado 3-4 cm distal a G1 sobre la articulación interfalángica distal	Al medio de la muñeca, entre los tendones del flexor del carpo radial y el palmar largo.	14 cm
Cubital	En el dedo meñique. Sobre la articulación metacarpiano-falangeal.	Colocado 3-4 cm distal a G1 sobre la articulación interfalángica distal	Al medio de la muñeca, adyacente al tendón del flexor <i>carpi ulnaris</i> .	14 cm
Sural	Posterior al maléolo lateral.	Distal 3-4 cm	Pantorrilla lateral posterior.	14 cm

G1: electrodo activo; G2: electrodo de referencia.

* Distancia entre el punto de estimulación al electrodo de referencia para el estímulo distal.

La distancia desde el electrodo activo al punto de estimulación fue de 7 cm para los nervios motores y de 14 cm para los nervios sensitivos. Todos los estímulos que produjeron PAMC o PANS se verificaron con un segundo estímulo que debía tener las mismas características para ser considerado como válido (replicabilidad). Los estímulos que se emplearon fueron de hasta 50 mA para los nervios motores y de hasta 20 μ A para los nervios sensitivos, comenzando con la mitad de dicha intensidad hasta lograr la correcta identificación del potencial de acción. La visualización de los PAMC se hizo a 3 ms y 5 mV por división, mientras que para visualizar los PANS se hizo a 2 ms y 20 μ V. Los filtros de frecuencia del equipo para los nervios sensitivos fueron a 20 Hz (bajo) y a 2 kHz (alto); y para los nervios motores fueron a 2 Hz (bajo) y a 10 kHz (alto). Todos estos parámetros están en concordancia con las recomendaciones para obtener valores de referencia de alta calidad publicadas por la AANEM (6).

Análisis de datos

Los datos de la VCN se expresan en latencias (ms), amplitudes (mV para las PUMC y μ V para las PANS) y velocidades (m/s). Se evaluó la distribución normal de los valores obtenidos de las VCN a través de la prueba Shapiro-Wilk; no obstante, se conoce que estos valores tienen una asimetría positiva o curva desviada a la izquierda (6). Luego de la evaluación se decidió describir los valores como medianas con rangos

intercuartílicos. La base de datos se construyó en Excel, donde se colocaron los identificadores anónimos por cada paciente y los resultados de cada variable. Se evaluaron diferencias entre género para latencias, velocidades y amplitudes, a través de la prueba U de Mann-Whitney para datos no paramétricos, considerando como significativos los valores $p < 0,05$. El procesamiento de los datos se realizó empleando el programa estadístico STATA 16.1.

Aspectos éticos

El estudio contó con la aprobación del Hospital Nacional Adolfo Guevara Velasco (029-GRACU-ESSALUD-2024). Todos los participantes aceptaron voluntariamente realizar las evaluaciones correspondientes, dando su consentimiento para ello. El examen es de carácter no invasivo, y se les entregó una copia de sus resultados al final de cada procedimiento, con las explicaciones respectivas.

RESULTADOS

Incluimos a 56 participantes, dado que no completamos el tamaño de muestra calculado inicialmente. El poder estadístico con esta muestra corresponde a 86 %. La mediana de edad fue de 24 (22-26) años, y 22 (39 %) fueron varones. Los datos de las latencias distales, amplitudes y VCN obtenidos de 112 registros se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Valores de referencia de velocidad de conducción nerviosa en población adulta joven residente a gran altitud.

Nervio	Latencia distal (ms)	Amplitud (mV)	VCN (m/s)
PUMC			
Mediano	4,4 [4,1-4,8]	7,9 [6,1-11,5]	60,2 [57,0-68,2]
Cubital	3,6 [3,2-3,9]	8,3 [5,9-9,6]	62,7 [52,9-69,9]
Peroneo común	5,2 [4,3-6,5]	6,2 [5,9-7,2]	57,0 [53,9-57,3]
Tibial anterior	4,6 [4,2-5,4]	14,5 [12,5-18,6]	50,4 [50,3-53,8]
Amplitud (μV)			
PANS			
Mediano	3,0 [2,9-3,2]	22,9 [17,1-36,7]	45,8 [44,0-47,0]
Cubital	2,9 [2,8-3,0]	29,8 [24,1-58,1]	50,0 [47,0-50,7]
Sural	3,0 [2,8-3,1]	11,7 [10,6-20,1]	47,0 [45,8-49,3]

Las latencias de los nervios medianos, cubital y tibial anterior fueron menores de 5 ms, mientras que las de los nervios peroneos fueron mayores de 5 ms. Todas las amplitudes de nervios motores fueron superiores a 5 mV, y las velocidades estuvieron encima de 50 m/s, a diferencia de los nervios sensitivos, donde las amplitudes estaban encima de los 20 μ V si eran nervios mediano y cubital, y encima de los 10 μ V si eran nervios surales. En todos los casos, las velocidades de nervios sensitivos fueron mayores a 45 m/s. Cuando se evaluó según el género, las latencias, velocidades y amplitudes no difirieron entre hombres y mujeres ($p > 0,05$).

DISCUSIÓN

Nuestro estudio tiene como fortaleza presentar resultados de personas clínicamente sanas, jóvenes y residentes en una ciudad a gran altitud, quienes por sus características no suelen acudir a los laboratorios de neurofisiología para una evaluación, ya que este estudio no se considera de rutina. En ese sentido, representa una muestra apropiada para indicar los valores de VCN en personas sin enfermedad.

Los estudios de estandarización de las VCN y los valores normales locales fueron ampliamente publicados hasta el 2009 (7), desde entonces se han reducido las publicaciones de estas características, quizá por la aparente simplicidad de los resultados y el espectro de utilidad limitado. Ello es ajeno a la realidad, dado que gracias a estos resultados se pueden plantear puntos de corte específicos para que se puedan valorar enfermedades como el síndrome de túnel del

carpo. Sobre nuestros resultados, las latencias son discretamente más lentas y las amplitudes son más bajas que otras poblaciones, y muy parecidas a las de una población de estudiantes de Medicina de Nepal, aunque en dicho estudio solo se valoró el nervio peroneo (12); o al estudio realizado en adultos jóvenes de Corea, donde evaluaron los nervios motores peroneo y tibial y el sensitivo sural, destacando como principal diferencia la amplitud, que en promedio era de $26,8 \pm 15,5$ (11), siendo casi el doble de lo que encontramos nosotros. Respecto a los valores en miembros superiores, el estudio realizado en adultos (promedio de edad de 40 años) en Colombia sí muestra latencias más bajas (mediano: 3,1 ms; cubital: 2,5 ms) pero con velocidades similares (13), resultados que son similares a los hallados en la población pakistaní (14). Todas estas diferencias justifican la necesidad de realizar estudios para estandarizar los valores en cada población.

El impacto de la altitud en los estudios de VCN no ha sido correctamente descrito y tampoco identificamos estudios de estandarización en poblaciones que radiquen a gran altitud; sin embargo, se pueden hacer algunas hipótesis basadas en nuestros resultados y otros estudios. El efecto de la hipoxia inducida en ratas demostró la disminución de las VCN, mientras que el ejercicio las incrementó, y se logró cierta normalización al combinarlas, dando como recomendación mantenerse activo al estar expuesto a hipoxia (15). Estos resultados podrían no ser extrapolables a humanos, pero explicarían por qué, al incluir una población joven, nuestros resultados son tan parecidos a aquellos que viven a nivel del mar.

Dentro de los pocos estudios que existen en pobladores que viven a gran altitud, identificamos un estudio con 34 estudiantes de Nepal (4000 m s. n. m.), con un promedio de edad de 21 años; aunque solo evaluaron las VCN del nervio peroneo común, podemos decir que las velocidades ($54 \pm 4,6$ ms) y las amplitudes ($7,2 \pm 2,2$ mV) que encontraron son similares a nuestros resultados (12). Otra razón por la que la altitud podría afectar a las VCN es la temperatura disminuida crónicamente (16); no obstante, esta no sería una causal de la altitud, sino de la geografía de la ciudad, y podría ser un factor confusor en esta determinación, de todos modos controlamos la temperatura en las mediciones que realizamos. Aunque se ha estudiado el efecto de la altitud sobre diversos componentes del sistema nervioso, sobre todo el componente neurovegetativo debido a su asociación con arritmias y apneas (17), poco se conoce sobre la frecuencia de neuropatías en población que vive a gran altitud.

Las diferencias descritas podrían deberse, además, a aspectos locales, tales como el adecuado control de la temperatura ambiental y de los participantes, la impedancia de los equipos, la precisión en las mediciones, entre otros aspectos. Si bien lo más evidente es la diferencia de las poblaciones, la etnia ha mostrado ser un factor que muestra poca influencia en la variabilidad, aunque eventualmente podría ser relevante (18). De igual modo, las diferencias antropométricas y de género del paciente también pueden influenciar en las variaciones de los resultados de VCN (19, 20). Consideramos que nuestros resultados, aun cuando representan una primera publicación en población que reside a grandes altitudes, deben ser contrastados en otras regiones para usarlas como referencia.

El presente estudio tuvo limitaciones, y es que según las recomendaciones técnicas de la AANEM, todo estudio debe incluir al menos 100 sujetos de investigación para una adecuada determinación de los valores normales de VCN (6). Sin embargo, nuestra investigación se vio interrumpida por la pandemia por COVID-19, así que no completamos el tamaño de muestra recomendado por la AANEM; aun así, tenemos resultados con poca dispersión y el tamaño se ajusta al tamaño de muestra estimado para el cálculo de una media. Por otro lado, idealmente los estudios deberían ser realizados por neurólogos con subespecialidad en neurofisiología, pero en el Perú son muy pocos los neurólogos con dicha formación, por lo que se realizan los estudios intentando seguir de la mejor manera las recomendaciones de la AANEM. Por último, los

participantes se describen como clínicamente sanos sin que hayamos hecho pruebas diagnósticas para ellos; si bien esta es la metodología seguida en estudios observacionales transversales (datos provenientes de anamnesis), algunos participantes podrían tener enfermedades no diagnosticadas o no conocidas; sin embargo, nuestros resultados no son concordantes con registros de pacientes con neuropatías.

CONCLUSIÓN

Presentamos valores de referencia local de VCN obtenidos en población adulta joven que reside a grandes altitudes, cuyos resultados contrastan parcialmente con lo descrito en otras poblaciones, por lo que podrían ser de utilidad en la discriminación de enfermedades usando referentes locales.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Financiamiento: El estudio recibió subvención por parte de la Universidad Andina del Cusco para su ejecución.

REFERENCIAS

1. Elafros MA, Kvalsund MP, Callaghan BC. The global burden of polyneuropathy—In need of an accurate assessment. *JAMA Neurol* [Internet]. 2022; 79(6): 537-538. Disponible en: <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2022.0565>
2. Mirian A, Aljohani Z, Grushka D, Florendo-Cumbermack A. Diagnosis and management of patients with polyneuropathy. *CMAJ* [Internet]. 2023; 195(6): E227-E233. Disponible en: <https://doi.org/10.1503/cmaj.220936>
3. Huynh W, Kiernan MC. Nerve conduction studies. *Aust Fam Physician* [Internet]. 2011; 40(9): 693-697. Disponible en: <https://www.racgp.org.au/getattachment/629d74e6-4c1f-4690-b368-d1b8606ffc8f/Nerve-conduction-studies.aspx>
4. Preston DC, Shapiro BE. *Electromyography and Neuromuscular Disorders: Clinical-Electrophysiologic Correlations*. Elsevier Health Sciences; 2005.
5. Uncini A, Santoro L. The electrophysiology of axonal neuropathies: more than just evidence of axonal loss. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 2020; 131(10): 2367-2374. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2020.07.014>
6. Dillingham T, Chen S, Andary M, Buschbacher R, Del Toro D, Smith B, et al. Establishing high-quality reference values for nerve conduction

- studies: a report from the normative data task force of the American Association of Neuromuscular & Electrodiagnostic Medicine. *Muscle Nerve* [Internet]. 2016; 54(3): 366-370. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/mus.25204>
7. Chen S, Andary M, Buschbacher R, Del Toro D, Smith B, So Y, et al. Electrodiagnostic reference values for upper and lower limb nerve conduction studies in adult populations. *Muscle Nerve* [Internet]. 2016; 54(3): 371-377. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/mus.25203>
 8. Llamoca V, Mas G, Ortiz P. Características clínicas de los pacientes con diagnóstico electrofisiológico de síndrome de túnel del carpo en la atención ambulatoria del Hospital Nacional Arzobispo Loayza en el período 2010-2011. *Rev Soc Per Med Interna* [Internet]. 2016; 29(1): 14-21. Disponible en: https://medicinainterna.net.pe/images/REVISTAS/2016/numero_1/articulo_original2.pdf
 9. Portillo R, Lira D, Quiñónez M. Evaluación neurofisiológica y clínica en pacientes con diabetes mellitus. *An Fac Med Uni Nac Mayor San Marcos* [Internet]. 2005; 66: 11-18. Disponible en: <https://doi.org/10.15381/anales.v66i1.1334>
 10. Portillo R, Salazar M, Huertas MA. Síndrome del túnel del carpo: correlación clínica y neurofisiológica. *An Fac Med Uni Nac Mayor San Marcos* [Internet]. 2004; 65(4): 247-254. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832004000400006
 11. Kim JY, Kim E, Shim HS, Lee JH, Lee GJ, Kim K, et al. Reference standards for nerve conduction studies of individual nerves of lower extremity with expanded uncertainty in healthy Korean adults. *Ann Rehabil Med* [Internet]. 2022; 46(1): 9-23. Disponible en: <https://doi.org/10.5535%2Farm.21170>
 12. Shah SK, Subedi P, Dhakal R, Ghale S, Khatiwada P. Nerve conduction and surface electromyography of physically active healthy medical undergraduates of Nepal. *Int J Sci Health Res* [Internet]. 2022; 7(3): 242-249. Disponible en: <https://doi.org/10.52403/ijshr.20220735>
 13. Esteves EA, Guio SP, De los Reyes-Guevara CA, Cantor E, Habeych ME, Malagón AL. Reference values of upper extremity nerve conduction studies in a Colombian population. *Clin Neurophysiol Pract* [Internet]. 2020; 5: 73-78. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cnp.2020.02.001>
 14. Shivji Z, Jabeen A, Awan S, Khan S. Developing normative reference values for nerve conduction studies of commonly tested nerves among a sample Pakistani population. *J Neurosci Rural Pract* [Internet]. 2019; 10(2): 178-184. Disponible en: https://doi.org/10.4103/jnrp.jnrp_370_18
 15. Erken HA, Erken G, Çolak R, Genç O. Exercise and DHA prevent the negative effects of hypoxia on EEG and nerve conduction velocity. *High Alt Med Biol* [Internet]. 2013; 14(4): 360-366. Disponible en: <https://doi.org/10.1089/ham.2012.1125>
 16. Rana PV. Neurological syndromes at high altitude part-II. *Ann Neurosci* [Internet]. 2010; 12(3): 60-66. Disponible en: <https://annalsofneurosciences.org/journal/index.php/annal/article/viewArticle/194/480>
 17. Gaur P, Sartmyrzaeva M, Maripov A, Muratali Uulu K, Saini S, Ray K, et al. Cardiac acclimatization at high altitude in two different ethnicity groups. *High Alt Med Biol* [Internet]. 2021; 22(1): 58-69. Disponible en: <https://doi.org/10.1089/ham.2020.0035>
 18. Fong SY, Goh KJ, Shahrizaila N, Wong KT, Tan CT. Effects of demographic and physical factors on nerve conduction study values of healthy subjects in a multi-ethnic Asian population. *Muscle Nerve* [Internet]. 2016; 54(2): 244-248. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/mus.25029>
 19. Stetson DS, Albers JW, Silverstein BA, Wolfe RA. Effects of age, sex, and anthropometric factors on nerve conduction measures. *Muscle Nerve* [Internet]. 1992; 15(10): 1095-1104. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/mus.880151007>
 20. Rivner MH, Swift TR, Malik K. Influence of age and height on nerve conduction. *Muscle Nerve* [Internet]. 2001; 24(9): 1134-1141. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/mus.1124>