

ORIGINAL BREVERecibido: 25 de abril de 2017
Aceptado: 23 de febrero de 2018
Publicado: 22 de marzo de 2018**EXPOSICIÓN A PLAGUICIDAS ORGANOFOSFORADOS Y POLINEUROPATÍA PERIFÉRICA EN TRABAJADORES DE LA REGIÓN DEL MAULE, CHILE (*)****Ángela Grillo Pizarro (1), Eduardo Achú Peralta (1), María Teresa Muñoz-Quezada (2,3), Boris Lucero Mondaca (2,3).**

(1) Departamento de Kinesiología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica del Maule, Talca. Chile.

(2) Departamento de Psicología, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Católica del Maule, Talca. Chile.

(3) Centro de Investigación en Neuropsicología y Neurociencias Cognitivas, Universidad Católica del Maule. Chile.

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses

(*) Financiación: El siguiente estudio fue financiado por el proyecto del Fondo Nacional de Investigación en Salud de la Comisión Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICYT) de Chile, FONIS SA13I20019 y por el proyecto FONDECYT de iniciación 11150784 y por la Universidad Católica del Maule.

RESUMEN

Fundamentos. Los plaguicidas organofosforados (OP) se usan de manera masiva, por su bajo costo y por su baja persistencia, en el medio ambiente y su alta efectividad en el control de plagas de insectos, sin embargo, los trabajadores agrícolas, cuando se exponen a OP, presentan consecuencias negativas en su salud, principalmente de carácter neurológico. Por primera vez se reporta una investigación en población latinoamericana que estudió la asociación entre exposición laboral a OP y presencia de polineuropatía periférica en trabajadores agrícolas. El objetivo del estudio fue estimar la relación entre exposición laboral a plaguicidas organofosforados (OP) y presencia de polineuropatía periférica en trabajadores de la Región del Maule, Chile.

Método. Se realizó un estudio transversal analítico con 55 trabajadores agrícolas expuestos a OP y 58 trabajadores no agrícolas no expuestos. Se aplicó una prueba para la detección de polineuropatía periférica a través de la evaluación del umbral palestésico por método on-off. Para estimar la relación entre exposición a plaguicidas OP y polineuropatía periférica se realizó un modelo de regresión logística múltiple (intervalo de confianza del 95%).

Resultados. Un 26% del total de la muestra padecía de polineuropatía, con un 38% de casos positivos para el grupo expuesto y un 14% para el grupo no expuesto. El riesgo de desarrollar polineuropatía periférica fue 3,6 veces mayor en los trabajadores expuestos a OP que en los trabajadores no expuestos.

Conclusiones. Existe una asociación positiva entre la presencia de polineuropatía periférica y la exposición laboral crónica a OP, ajustando por edad y sexo.

Palabras clave. Plaguicidas organofosforados, Neuropatías periféricas, Exposición laboral, Trabajadores.

ABSTRACT**Exposure to organophosphate pesticides and peripheral polyneuropathy in workers from Maule Region, Chile**

Background. Organophosphate pesticides (OP) are used massively for their low cost, low environmental persistence and high effectiveness in insect pest control, however, agricultural workers, when exposed to OP, have negative consequences on their health mainly neurological. For the first time, a research is reported in a Latin American population that studied the association between labor exposure to OP and the presence of peripheral polyneuropathy in agricultural workers. The aim of the study was to estimate the relationship between occupational exposure to organophosphate pesticides (OP) and presence of peripheral polyneuropathy in workers in the Maule Region, Chile.

Method. We conducted a cross-sectional study with 55 agricultural workers exposed to OP and 58 non-agricultural workers not exposed. It was applied a test for the detection of peripheral polyneuropathy through palesthetic threshold assessment by on-off method. To estimate the relationship between exposure to OP pesticides and peripheral polyneuropathy, we used a multiple logistic regression model (95% confidence interval).

Results. 26% of the total sample had polyneuropathy, with 38% positive cases for the exposed group and 14% for the non-exposed group. The risk of developing peripheral polyneuropathy was 3.6 times higher in workers exposed to OP than in non-exposed workers.

Conclusions. There is a positive association between the presence of peripheral polyneuropathy and chronic occupational exposure to OP, adjusting for age and sex.

Key words. Organophosphate, Pesticides, Peripheral Nervous System Diseases, Occupational exposure, Workers.

Cita sugerida: Grillo Pizarro A, Achú Peralta E, Muñoz-Quezada MT, Lucero Mondaca B. Exposición a plaguicidas organofosforados y polineuropatía periférica en trabajadores de la región del Maule, Chile. Rev Esp Salud Pública. 2018;92:22 de marzo e201803006.

Correspondencia
María Teresa Muñoz-Quezada
Avenida San Miguel 3605 Talca
Región del Maule, Chile
mtmunoz@ucm.cl

INTRODUCCIÓN

Los organofosforados (OP) son plaguicidas que se utilizan masivamente en la agricultura para el control principalmente de insectos desde la restricción de los organoclorados⁽¹⁾. Son neurotóxicos, su uso inadecuado puede afectar la salud, derivando en una sintomatología diversa expresada, por lo general, en intoxicación aguda y crónica^(2,3,4, 5,6). Los signos clínicos pueden perdurar varios años y afectan al sistema nervioso central y periférico, con predominio del primero, encontrándose dentro de los síntomas más representativos las alteraciones neuroconductuales y el aumento de umbral vibrotáctil^(3,4,5,6,7,8,9).

La polineuropatía es una enfermedad que afecta a los nervios periféricos por diferentes causas y tiene una prevalencia mundial de 2% en la población general y aumenta a un 8% en adultos mayores de 55 años⁽¹⁰⁾. Existen pocos estudios que evalúen el efecto de la exposición crónica a OP en los nervios periféricos en humanos y que logren un consenso en sus resultados^(11,12,13,14,15).

La neuropatías de origen tóxico, como es el caso de la exposición a OP, son predominantemente sensitivas y el cuadro clínico está estrechamente ligado con el tipo de fibra afectada⁽¹⁵⁾. En el caso de fibras pequeñas no mielinizadas presentan síntomas de hipoalgesia, disminución de la sensibilidad térmica, parestesia dolorosa, entre otros; y en fibras sensitivas largas mielinizadas se observa aumento del umbral palestésico, ataxia sensorial, parestesia con adormecimiento o picazón, y arreflexia osteotendinosa^(10,13,14). Es importante detectar la neuropatía de manera precoz, para poder prevenir y disminuir al mínimo las complicaciones futuras.

En los últimos años, nuevos estudios han encontrado disminución en el grupo de expuestos a plaguicidas OP en la actividad motora^(11,14), síntomas claros de parestesia en guante⁽¹²⁾ y presencia de polineuropatía⁽¹³⁾.

Chile, como gran parte del mundo, utiliza ampliamente los plaguicidas^(15,16,17, 8), lo que ha generado el aumento de la exposición en la población, especialmente en los trabajadores del sector agropecuario que son los que más utilizan estos compuestos, por lo tanto, presentan mayores consecuencias negativas en su salud^(3,4,5,6,7,8,19).

La población agrícola representa el 13% de todos los ocupados en el país, concentrados principalmente en la Región del Maule, región que cuenta con una superficie de 30.296 km² y una población cercana a los 910.000 habitantes, principalmente residentes de la zona de los valles centrales. Está compuesta de cuatro provincias (Curicó, Talca, Linares y Cauquenes) y 30 comunas. La capital regional es la ciudad de Talca, durante el año 2015, poseía el índice de ruralidad más alto del país (33,6%). Su actividad principal es la silvoagropecuaria, que representa el 16% del Producto Interno Bruto. Aproximadamente el 30% del universo de los trabajadores de la región se dedican al sector agropecuario^(20,21), siendo la actividad vitivinícola la más importante, con un 40% de viñedos en la superficie regional.

La región del Maule es la segunda del país con mayor venta de plaguicidas con 10.310.633 kg/l⁽¹⁸⁾ y la venta de los insecticidas asciende a 2.962.137 kg/l. Los organofosforados son los más vendidos (52%), siendo el diazinon, clorpirifos, metidation, fosmet, metamidofos, clorpirifos/dimetoato, azinfos-metilo, profenofós, cadusafós y dimetoato, los organofosforados más utilizados (1.519.279 kg/l). Por otro lado, existen registros del año 2012 que señalan que las intoxicaciones agudas por plaguicidas en el Maule corresponden a un 25% de todo el país^(16,17), siendo los insecticidas OP los más frecuentes en estas intoxicaciones. En esta región, se ha encontrado evidencia de altos niveles urinarios de metabolitos diaquifosforados en escolares de escuelas básicas municipales, señalándose que la principal vía de exposición para este grupo son los alimentos

que consumen⁽⁹⁾, y encontrándose además una mayor proporción de estudiantes con discapacidad intelectual en escuelas municipales cercanas a predios agrícolas^(6,19). Un estudio que se realizó en esta zona, que evaluó la exposición a OP a través de un cuestionario de exposición y el desempeño neuropsicológico y motor de trabajadores agrícolas y no agrícolas, reveló que los trabajadores agrícolas expuestos a OP tuvieron un menor desempeño en la sensibilidad discriminativa ($p=0,009$) ajustada por años de educación y edad en comparación con los controles⁽¹⁷⁾. A partir de estos antecedentes, se escogió la región del Maule para el desarrollo del estudio con trabajadores agrícolas.

El objetivo del estudio consistió en estimar la relación entre exposición laboral a plaguicidas organofosforados (OP) y presencia de polineuropatía periférica en trabajadores de la Región del Maule, Chile. Evaluar la relación entre exposición OP y el riesgo de sufrir polineuropatía periférica permitiría reconocer esta problemática en poblaciones expuestas a estos plaguicidas y centrar esfuerzos en detectar a los afectados y prevenir futuras complicaciones. Cabe resaltar que en Latinoamérica y en Chile no existen estudios con estas características.

SUJETOS Y MÉTODOS

Se realizó un diseño transversal analítico con trabajadores agrícolas que debían tener mínimo un año ininterrumpido de desempeño en el área y trabajadores no agrícolas sin historial de exposición laboral que fuesen de la Región del Maule. El estudio se realizó durante los años 2014 a 2016. La población correspondió a 441.172 trabajadores de la Región del Maule, de los cuales 146.688 trabajaban en el área agrícola⁽²¹⁾. Se realizó una estimación del tamaño de muestra utilizando un estudio en el que se encontró presencia de neuropatía periférica sensorial en trabajadores aplicadores de plaguicidas con respecto a trabajadores no agrícolas⁽¹³⁾. Para realizar los cálculos se consideró una comparación de proporciones entre 2 grupos, con un test de significancia de 0,05 (dos colas), con una proporción es-

perada del grupo 1 de 0,40 y una proporción del grupo 2 de 0,09 y un poder del 80%. Con estos parámetros, la estimación muestral fue de 36 trabajadores por grupo. Además se consideró un sobre-muestreo de 20% en caso de abandono de los participantes o información incompleta, estimando finalmente un tamaño de muestra aleatorio mínimo $n=88$. Para contactar a los trabajadores se contó con el apoyo del Instituto de Desarrollo Agropecuario de Curicó, Servicio de Salud del Maule y el Hospital Regional de Talca, que entregaron los listados de los trabajadores que fueron seleccionados de forma aleatoria y contactaron con ellos por medio de los encargados de cada área de las instituciones mencionadas.

Una vez contactados los trabajadores, se les explicó en qué consistía la investigación, se les pidió que firmaran el consentimiento informado, se les otorgó un código de identificación, y finalmente debieron responder una ficha breve donde se les preguntaba su edad, sexo, lugar de trabajo, provincia donde vivían y trabajaban, para caracterizar su exposición, y conocer sus antecedentes de salud para aplicar los criterios de exclusión y decidir si participaban o no en el estudio. Los criterios de exclusión consistieron en el padecimiento previo de enfermedades neurológicas, psiquiátricas, metabólicas, un consumo excesivo de alcohol y/o de drogas, antecedentes de intoxicación aguda con OP e historial de familiares con alteraciones del sistema nervioso, ya que podían llevar a confundir el origen real de la polineuropatía. Finalmente, fueron evaluados en grupos de cinco personas, ubicadas cada una en una estación de evaluación dentro de los laboratorios de la Escuela de Kinesiología de la Universidad Católica del Maule.

La variable de interés correspondió a la presencia o ausencia de polineuropatía periférica, la cual que se midió a través del método on-off para el que se utilizó un diapason de 128 Hz. La variable fue medida en la prominencia ósea situada en el dorso del primer orotejo, justo proximal a la uña, entregando dos estímulos para el primer orotejo derecho y dos para el

izquierdo. Para cada uno de los estímulos se puntuaba el ingreso o cuando se posaba el diapason y el cese del estímulo o cuando dejaba de vibrar, otorgándose un punto por cada estímulo percibido inadecuadamente, ya fuera al inicio (on) o al cese (off), pudiendo obtener un máximo de cuatro puntos por pie y un máximo de 8 en toda la evaluación. El punto de corte para determinar la presencia de la patología fueron 5 puntos⁽²²⁾, para luego ser dicotomizada esta variable como trabajadores con polineuropatía, que correspondió a los que tenían una cantidad igual o superior a 5 respuestas percibidas inadecuadamente, y trabajadores sin polineuropatía, que fueron aquellos que tenían menos de 5 puntos.

La variable de exposición fue medida a través de la aplicación de un cuestionario, consultando a los trabajadores si trabajaban o no en faenas agrícolas, si estaban expuestos o no a plaguicidas organofosforados y hace cuantos años que estaban expuestos. Se analizaron estas 3 variables y fueron dicotomizadas en trabajadores agrícolas expuestos a pesticidas OP y trabajadores no agrícolas no expuestos. Otras variables que se controlaron fueron la edad, el sexo, la provincia de los trabajadores y los años de exposición a plaguicidas OP en los trabajadores.

Para el análisis estadístico, las variables dicotómicas y categóricas se expresaron como proporción y las variables continuas como medidas de tendencia central y de dispersión. En el análisis binario, se utilizó la prueba regresión logística simple.

Para estimar la relación entre exposición a plaguicidas OP y polineuropatía periférica ajustada por las variables de control (edad, sexo, provincia y años de exposición), se realizó un modelo de regresión logística múltiple (intervalo de confianza del 95%) con la variable de interés de polineuropatía periférica aplicando el método de eliminación backward.

Para la selección de las covariables se consideraron criterios teóricos y estadísticos quedando en los modelos de regresión logística las variables con un valor en la prueba z de $p \leq 0,10$. Para todos los análisis, se utilizó el programa estadístico STATA 12.0.

El protocolo de investigación y el consentimiento informado del estudio se aplicó voluntariamente a los participantes y contó con la aprobación del Comité de Ética Científico de la Universidad Católica del Maule.

RESULTADOS

De los 159 trabajadores reclutados, 113 cumplieron con los criterios de selección o lograron ser evaluados con la totalidad de las pruebas de medición. De este grupo, el número de los trabajadores agrícolas expuestos a plaguicidas OP correspondió a 55 (49%) y de los trabajadores no expuestos a OP correspondió a 58 (51%).

Los trabajadores expuestos a plaguicidas OP poseían una edad promedio de 50 años, con una desviación estándar de 14,3 años, un mínimo de 29 y un máximo de 75 años. En el caso de los trabajadores no expuestos, presentaron una edad promedio de 49 años, con una desviación estándar de 12 años, con un mínimo de 18 años y un máximo de 68 años. Un 52% de la muestra fueron hombres, 52% menores de 50 años y 81% de los trabajadores agrícolas provenían de la Provincia de Curicó.

Los trabajadores expuestos a plaguicidas OP presentaron la mayor cantidad de participantes que obtuvieron más de 5 errores en la prueba de cribado para neuropatía, dando positivo 21 (38%) de los trabajadores expuestos, mientras que 8 (14%) de la muestra no expuesta obtuvo un resultado positivo para polineuropatía los que suman un total de 29 trabajadores, lo que equivalió a un 26% de la población estudiada.

En el grupo de trabajadores agrícolas la mediana de años de exposición a plaguicidas OP fue de 18 años, con un mínimo de 1 año de exposición laboral y un máximo de 60 años. Al revisar los años de exposición según la presencia o ausencia de polineuropatía, se observó una mediana de 0 en los trabajadores sin neuropatía y una mediana de 5 en los trabajadores con polineuropatía.

Con respecto al rendimiento en la prueba de polineuropatía periférica (tabla 1) asociada a las variables sexo, edad, provincia, trabajador expuesto a plaguicidas OP y años de exposición, se observaron asociaciones significativas en todas las variables. De los trabajadores que presentaron polineuropatía periférica, un 76% eran hombres y un 24% mujeres, un 83% tenía la edad de 50 años o más, el 90% con polineuropatía pertenecía a la provincia de Curicó, un 72% de

los trabajadores estaba expuesto a plaguicidas OP y un 52% de los trabajadores con polineuropatía (n = 14), había estado expuesto durante 5 años o más a plaguicidas OP.

En la tabla 2 se observa una asociación estadísticamente significativa entre trabajadores expuestos a plaguicidas OP y un menor rendimiento en el examen sensitivo con respecto a la percepción del primer estímulo vibratorio de entrada en el primer oratejo derecho, el segundo estímulo vibratorio finalizado en el primer oratejo derecho, en el primer estímulo de entrada del primer oratejo izquierdo y en el segundo estímulo finalizado del primer oratejo izquierdo.

Al realizar el modelo de regresión logística (tabla 3) con la variable respuesta polineuropatía y la variable exposición a OP ajustado por edad, sexo, provincia y años de

Tabla 1				
Características de los trabajadores de la Región del Maule que participaron en la medición del umbral palestésico				
Variables		Sin polineuropatía (N=84) N (%)	Con polineuropatía (N=29) N (%)	OR (IC 95%)
Sexo	Hombre	37 (44)	22 (76)	0.25 (0.09-0.64)
	Mujer	47 (56)	7 (24)	
Edad	< 50 años	55 (65)	5 (17)	9.10 (3.14-26.36)
	> 50 años	29 (35)	24 (83)	
Provincia donde vive y trabaja	Talca	28 (33)	3 (10)	4.33 (1.20-15.55)
	Curicó	56 (67)	26 (90)	
Exposición a plaguicidas organofosforados en trabajadores	Trabajadores no expuestos	50 (60)	8 (28)	3.86 (1.53-9.72)
	Trabajadores expuestos	34 (40)	21 (72)	
Años de exposición a plaguicidas organofosforados	< de 5 años de exposición	57 (70)	13 (48)	2.45 (1.00-5.97)
	≥ de 5 años de exposición	25(30)	14 (52)	

Tabla 2
Examen sensitivo y medición del umbral palestésico

Exámen sensitivo		Trabajadores no expuestos a OP (n=58) N (%)	Trabajadores ex-puestos a OP (n=55) N (%)	OR (IC 95%)
Primer ortejo derecho primer estímulo de entrada	Percibido	55 (56)	44 (44)	4.58 (1.20-17.44)
	No percibido	3 (21)	11 (79)	
Primer ortejo derecho segundo estímulo de entrada	Percibido	50(53)	44 (47)	1.56 (0.57-4.23)
	No percibido	8 (42)	11 (58)	
Primer ortejo derecho primer estímulo finalizado	Percibido	31(56)	24 (44)	1.48 (0.70-3.11)
	No percibido	27 (47)	31 (53)	
Primer ortejo derecho segundo estímulo finalizado	Percibido	50 (60)	34 (40)	2.68 (1.25-5.75)
	No percibido	8 (28)	21 (72)	
Primer ortejo izquierdo segundo estímulo de entrada	Percibido	54 (55)	44 (45)	3.37 (1.01-11.33)
	No percibido	4 (27)	11 (73)	
Primer ortejo izquierdo primer estímulo de entrada	Percibido	52 (54)	45 (46)	1.92 (0.64-5.71)
	No percibido	6 (38)	10 (62)	
Primer ortejo izquierdo segundo estímulo finalizado	Percibido	30 (51)	29 (49)	0.96 (0.45-2.01)
	No percibido	28 (52)	26 (48)	
Primer ortejo izquierdo primer estímulo finalizado	Percibido	38 (60)	25 (40)	2.28 (1.06-4.86)
	No percibido	20 (40)	30 (60)	

OP: plaguicidas organofosforados

Tabla 3
Modelo de regresión logística en trabajadores agrícolas y no agrícolas, ajustado por edad y sexo

Polineuropatía ^a	Odd Ratio	Intervalo de confianza (95%)	
Trabajadores expuestos a plaguicidas organofosforados ^b	3,60	1,22	10,5
Edad ^c	9,32	3,02	28,7
Sexo ^d	0,4	0,13	1,19

^aPolineuropatía: Presenta polineuropatía = 1; No presenta polineuropatía = 0
^bTrabajadores expuestos a plaguicidas organofosforados (OP) = 1; Trabajadores no expuestos a OP= 0.
^cEdad: < 50 años = 0; > 50 años = 1
^dSexo: Hombre = 0; Mujer = 1

exposición, se observó que el modelo final consideró un ajuste significativo con las variables edad y sexo.

En la **tabla 3** se puede observar que existe una asociación positiva entre la presencia de polineuropatía y la exposición a OP en los trabajadores, existiendo un riesgo 3,6 veces mayor de presentar polineuropatía periférica en trabajadores expuestos a plaguicidas OP con respecto a los trabajadores no expuestos, ajustado por edad y sexo. Además, dentro de esta muestra, los trabajadores agrícolas que tenían una edad igual o mayor a 50 años tuvieron un riesgo 9,3 veces mayor de presentar polineuropatía que los trabajadores menores de 50 años. Las variables provincia y años de exposición quedaron fuera del modelo final al presentar un valor $p > 0,1$.

DISCUSIÓN

Este estudio confirma que la exposición a plaguicidas OP se relaciona con la presencia de polineuropatía periférica en trabajadores de la Región del Maule, controlando por edad y sexo. Los resultados muestran que existe una mayor presencia de polineuropatía distal de extremidad inferior en los trabajadores agrícolas con exposición crónica laboral a OP comparado con trabajadores sin exposición, presentando un riesgo 3,6 veces mayor de presentar esta enfermedad con respecto al grupo control (ajustado por edad y sexo), considerando que fueron excluidos todos aquellos participantes que presentaban factores confundentes para el origen de esta neuropatía, como son el consumo de alcohol y drogas, antecedentes de enfermedades neurológicas y diabetes mellitus, entre otros.

Si bien en el ajuste del modelo se incluye la variable sexo, la influencia de ésta es más bien marginal ($p = 0,100$), resultando de mayor significancia la variable de exposición anteriormente mencionada y la edad. La importancia de la variable edad es consistente en este caso con lo observado en otros estudios respecto al desarrollo de la neuropatía, cuya

sintomatología es esperable que aparezca a mayor edad. Por ende, se ajustó por edad en el presente estudio, observando que de todos modos se mantenía el efecto de la exposición respecto a sintomatología de neuropatía, esto quiere decir que el grupo de expuestos a OP con mayor edad, similares a los no expuestos, presentan una mayor presencia de síntomas de polineuropatía (**ver tabla 3**).

Los resultados obtenidos en este trabajo son similares a los datos arrojados por un estudio en la India⁽¹³⁾ donde un 40% de los aplicadores de plaguicidas presentaron síntomas de neuropatía versus solo un 9,1% en la población no expuesta (OR = 6,6; IC95% = 2,53-17,51) y un 21,4% de los aplicadores versus un 3% del grupo control dieron resultados positivos para polineuropatía. Los datos presentados en este estudio sumado a los antecedentes recién mencionados constituyen por tanto evidencia de la existencia de una asociación entre la exposición crónica a plaguicidas organofosforados y la presencia de síntomas de neuropatía sensorial.

La determinación de presencia de polineuropatía en el presente trabajo fue realizada mediante el método on-off que evalúa el umbral palestésico mediante la utilización de un diapason de 128 Hz. Se optó por este método ya que numerosos estudios al mencionar las alteraciones encontradas en población expuesta a plaguicidas y que suponían presencia de polineuropatía como posible alteración de la exposición crónica de bajo nivel, mencionaban la elevación del umbral vibratorio^(22,23), además de ser la herramienta disponible para estas evaluaciones con buena sensibilidad y especificidad^(24,25), aunque este mismo estudio tuvo también buenos resultados para la prueba del monofilamento, prueba que es sugerida en la guía clínica de diabetes mellitus tipo 2 del Gobierno de Chile para detectar la polineuropatía diabética⁽²⁶⁾, la que junto a la de origen neurotóxico son clasificadas como polineuropatías de carácter crónico y en las que hay un compromiso inespecífico y simétrico del sistema nervioso periférico⁽¹⁰⁾. Podría consi-

derarse para futuros estudios, complementar ambas pruebas, como es sugerido en la guía clínica para el diagnóstico de la polineuropatía diabética, con el fin de identificar a tiempo y con una evaluación integral, las alteraciones asociadas al sistema nervioso periférico en población ocupacional agrícola⁽²⁶⁾.

Una limitación importante que se podría mencionar respecto al presente estudio, se refiere a que la exposición fue caracterizada a partir de un cuestionario ocupacional. Lo recomendable para poder obtener una medición más eficaz de la exposición a plaguicidas OP es la utilización de biomarcadores (como por ejemplo, muestras de orina para la detección de residuos a partir del análisis de metabolitos dialquilfosfatos). Sin embargo, en estudios a nivel latinoamericano el uso de biomarcadores resulta difícil, principalmente por su alto costo, ya que los laboratorios que cuentan con la tecnología y los estándares de calidad para realizar análisis de este tipo de residuos específicos de muestras orgánicas humanas se encuentran en Estados Unidos y Europa.

Este estudio tuvo limitaciones asociadas a las diferencias sociodemográficas observadas entre trabajadores expuestos y no expuestos, que podría dificultar la comparación entre grupos, específicamente en cuanto al sexo y la provincia de origen en el caso de los expuestos. En este sentido cabe consignar que la mayor frecuencia de casos de polineuropatía que presenta la provincia de Curicó (90%) podría guardar relación más bien con la distribución de la muestra, la cual incluyó fundamentalmente participantes de esta zona (73%), debido a su mayor accesibilidad, siendo reclutados desde un programa gubernamental de apoyo a pequeños productores agrícolas. A su vez, en el caso del sexo existe una mayor cantidad de expuestos de sexo masculino (65%), lo cual es representativo de las condiciones propias de distribución de acuerdo al sexo del trabajo agrícola, donde quienes desempeñan labores asociadas a contacto más directo con plaguicidas y su aplicación son mayoritariamente hombres.

Otra limitación que es importante señalar, y que puede influir en la baja presencia de sintomatología asociada a la polineuropatía en la muestra, observada en la *tabla 1*, se refiere al efecto del trabajador sano, fenómeno frecuente en los estudios de salud ocupacional que apunta a la exclusión del trabajo de aquellos trabajadores que poseen una discapacidad o enfermedad o al ausentismo laboral por licencias médicas⁽²⁷⁾. Este aspecto se debería considerar en futuros estudios ya sea a través de la consulta a través de cuestionarios a las empresas o instituciones públicas encargadas de los trabajadores o a partir del seguimiento de un estudio prospectivo.

Finalmente, es importante advertir que el diseño transversal del estudio no apunta a predecir o inferir relaciones causales entre la exposición a organofosforados y presencia de polineuropatía, aspecto que se podría probar con un estudio longitudinal, sin embargo, este estudio aporta evidencia para plantear que la exposición ocupacional a plaguicidas OP se asocia con polineuropatía periférica ajustadas por las otras variables de interés vinculadas a dicha sintomatología. A partir de esto se propone fortalecer las “buenas prácticas” en el ámbito de la salud laboral, basada en la calidad de la evidencia científica, la legislación y la bioética⁽²⁸⁾, generando propuestas de políticas públicas en el ámbito de la salud de los trabajadores agrícolas enfocadas en mejorar los conocimientos, prácticas de manejo y uso de equipos de protección, restringiendo la venta de los plaguicidas OP más peligrosos (exigiendo que solo puedan acceder a estos plaguicidas trabajadores capacitados en su uso y certificados por materia), y educar a la población sobre las consecuencias de un manejo inadecuado. Los estudios previos realizados con escolares y trabajadores agrícolas en la región, demuestran que existen factores de riesgo ambientales, vinculados a la exposición laboral por la aplicación de plaguicidas, a vivir cerca de predios agrícolas y a la permanencia de residuos de plaguicidas en los vegetales que consume la población^(6,9,16,17). En este sentido, la fiscalización estatal es clave para reducir la exposición

ocupacional y que indirectamente afecta a la población general que consumen vegetales y que viven en comunidades rurales.

Se debe examinar este grupo poblacional como un foco de preocupación para el área de la prevención y rehabilitación neuromotora, con el propósito de prevenir las complicaciones en el desempeño funcional de estos trabajadores, interviniendo a través de la educación, enfocada en informar las consecuencias de esta exposición en la salud física y mental, y en enseñar a detectar algunos síntomas que pudiesen ser indicios o señales de alerta para esta enfermedad, así como medidas de cuidado cuando ya esté diagnosticada junto con la promoción de programas de ejercicios terapéuticos que ayuden a remediar sus secuelas, y orientar a reducir la exposición laboral a los agrotóxicos en los pacientes activos laboralmente.

BIBLIOGRAFÍA

1. Aurrekoetxea J, Zubero B, Jimenez C, Goñi F, Cambra K, Alonso E, et al. Plaguicidas y PCBs en suero en población general de Barakaldo posiblemente expuesta al hexaclorociclohexano entre 1947 y 2002. *Rev Esp Salud Publica*. 2011; 85(2): 189-204.
2. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Fourth national report on human exposure to environmental chemicals [online]; 2009 [consultado 26 mayo 2016]. Disponible en: <http://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/FourthReport.pdf>.
3. Karami-Mohajeri S, Nikfar S, Abdollahi M. A systematic review on the nerve-muscle electrophysiology in human organophosphorus pesticide exposure. *Hum Exp Toxicol*. 2014; 33(1): 92-102.
4. Muñoz-Quezada MT, Lucero BA, Barr DB, Steenland K, Levy K., Ryan PB, et al. Neurodevelopmental effects in children associated with exposure to organophosphate pesticides: A systematic review. *Neurotoxicology*. 2013; 39: 158-168.
5. Muñoz-Quezada MT, Lucero BA, Iglesias V, Muñoz MP, Cornejo C, Achu E, et al. Chronic exposure to organophosphate (OP) pesticides and neuropsychological functioning in farm workers: a review. *Int J Occup Environ Health*, 2016; 22(1): 68-79.
6. Muñoz Quezada M, Iglesias V, Lucero B. Exposición a organofosforados y desempeño cognitivo en escolares rurales chilenos: un estudio exploratorio. *Rev Fac Nac Salud Pública*. 2011; 29(3): 256-263.
7. Alavanja M, Hoppin J, Kamel F. Health effects of chronic pesticide exposure: cancer and neurotoxicity. *Annu Rev Public Health*. 2004; 25:155-197.
8. Costa LG. Current issues in organophosphate toxicology. *Clin Chim Acta*. 2006; 366: 1-13.
9. Muñoz Quezada MT, Iglesias V, Lucero B, Steenland K, Boyd Barr D, Levy K, et al. Predictors of exposure to organophosphate pesticides in schoolchildren in the Province of Talca, Chile. *Environ Int*. 2012; 47: 28-36.
10. Kraychete DC, Sakata RK. Neuropatías periféricas dolorosas. *Rev Bras Anestesiología*. 2011; 61(5): 649-658.
11. Starks SE, Hoppin JA, Kamel F, Lynch CF, Jones MP, Alavanja MC, et al. Peripheral nervous system function and organophosphate pesticide use among licensed pesticide applicators in the agricultural health study. *Environ Health Perspect*. 2012; 120(4): 515-520.
12. Starr JM, Scollon EJ, Hughes MF, Ross DG, Graham SE, Crofton KM, et al. Environmentally relevant mixtures in cumulative assessments: An acute study of toxicokinetics and effects on motor activity in rats exposed to a mixture of pyrethroids. *Toxicol Sci*. 2012; 130(2): 309-318.
13. Mathew P, Jose A, Alex RG, Mohan VR. Chronic pesticide exposure: Health effects among pesticide sprayers in Southern India. *Indian J Occup Environ Med*. 2015; 19(2): 95-101.
14. Boostani R, Mellat A, Afshari R, Derakhshan S, Saeedi M, Rafeemanesh E, et al. Delayed polyneuropathy in farm sprayers due to chronic low dose pesticide exposure. *Iran Red Crescent Med J* [online]. 2014 [consultado 25 mayo 2016]; 16(5): e5072. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4082521/pdf/ircmj-16-5072.pdf>
15. Zúñiga-Venegas L, Aquea G, Taborda M, Bernal, G, Pancetti F. Determination of the genotype and phenotype of serum paroxonase 1 (PON1) status in a group of agricultural and nonagricultural workers in the Coquimbo Region, Chile. *J Toxicol Environ Health. Part A*. 2015; 78(6): 357-368.
16. Muñoz-Quezada MT, Lucero B, Iglesias V, Muñoz MP. Vías de exposición a plaguicidas en escolares de la Provincia de Talca, Chile. *Gac Sanit*. 2014; 28(3): 190-195.
17. Muñoz-Quezada MT, Lucero B, Iglesias V, Muñoz MP, Achú E, Cornejo C, et al. Plaguicidas organofosforados y efecto neuropsicológico y motor en la Región del Maule, Chile. *Gac Sanit*. 2016; 30(3): 227-231.

18. Servicio Agrícola Ganadero. Informe de venta de plaguicidas de uso agrícola en Chile [online]; 2012 [consultado 20 noviembre 2016]. Disponible en: http://www.sag.cl/sites/default/files/declaracion_de_venta_de_plaguicidas_ano_2012.pdf
19. Muñoz MT. Uso de plaguicidas y discapacidad intelectual en estudiantes de escuelas municipales, Provincia de Talca, Chile. *Rev Fac Nac Salud Pública*. 2010; 28(1): 29-35.
20. Gobierno de Chile. Región del Maule [online]; 2015 [consultado 20 nov 2016]. Disponible en: http://www.gob.cl/cuenta-publica/2015/regional/2015_regional_07.pdf
21. Ministerio de agricultura. Panorama de la agricultura chilena [online]; 2012 [consultado 01 de diciembre de 2017]. Disponible en: http://www.odepa.cl/wp-content/files_mf/1401804820Panorama_agricultura_chilena_2012.pdf
22. Al-Geffari M. Comparison of different screening tests for diagnosis of diabetic peripheral neuropathy in Primary Health Care setting. *Int J Health Sci*. 2012; 6(2): 127-134.
23. O Conaire E, Rushton A, Wright C. The assessment of vibration sense in the musculoskeletal examination: Moving towards a valid and reliable quantitative approach to vibration testing in clinical practice. *Man Ther*. 2011;16(3): 296-300.
24. Buchanan D, Jamal G, Pilkington A, Hansen S. Clinical validation of methods of diagnosis of neuropathy in a field study of United Kingdom sheep dippers. *Occup Environ Med*. 2002; 59(2): 442-446.
25. Colomer J. Polineuropatías sensitivo-motoras. Asociación Española de Pediatría [online]. 2008 [consultado 25 mayo 2016]; 13: 88-94. Disponible en: <https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/13-polineurop.pdf>
26. Ministerio de Salud. Guía clínica diabetes mellitus tipo 2 [online]. Santiago: Gobierno de Chile Ministerio de Salud. 2010 [consultado 25 mayo 2016] Disponible en: <http://web.minsal.cl/portal/url/item/72213ed52c3e23d1e04001011f011398.pdf>
27. Peralta N, Godoi AG, Härter R, Miller L. Validez y confiabilidad del índice de capacidad para el trabajo en trabajadores del primer nivel de atención de salud en Argentina. *Salud Colect*. 2012; 8(2): 163-173.
28. Rodríguez CA. La salud de los trabajadores: entre la ciencia y la ética. *Salud Colect*. 2013; 9(2): 133-137.