

CORRELACIÓN ENTRE LA MEDICIÓN DEL FLUJO SANGUÍNEO DE LAS ACI EN SU PORCIÓN INFRAPETROSA Y EL POST LABEL DELAY DE PERFUSIÓN CEREBRAL UTILIZANDO MARCADOR DE SPIN ARTERIAL EN VOLUNTARIOS SANOS ENTRE 50-60 AÑOS EN RESONANCIA MAGNÉTICA

Bastián Reyes Pérez^{a*}

Luz González Suazo^a

Alinne García Miranda^a

Ayleen Bustos Romero^a

^aEstudiante de Tecnología Médica, Facultad de Medicina Clínica Alemana de Santiago - Universidad del Desarrollo.

Artículo recibido el 1 de septiembre, 2022. Aceptado en versión corregida el 21 de diciembre, 2022.

RESUMEN

Introducción: En Resonancia Magnética de Clínica Alemana, se realizan estudios de perfusión cerebral con la técnica Arterial Spin Labeling. En esta se encuentran preestablecidos cinco valores de Post Label Delay, el cual corresponde a un parámetro que indica un tiempo determinado desde el fin del periodo de etiquetado de la sangre hasta que se obtiene la imagen de perfusión cerebral, este valor se selecciona de acuerdo a la edad del paciente obteniendo en algunas ocasiones imágenes de calidad no esperada. **Objetivo:** Establecer un Post Label Delay óptimo, en relación con el flujo sanguíneo de las Arteria Carótida Interna, para evaluar perfusión cerebral con la técnica Arterial Spin Labeling, en la Clínica Alemana de Santiago en el año 2022. **Metodología:** Se utilizó la técnica Arterial Spin Labeling en 20 voluntarios sanos, entre 50 y 60 años, se adquirieron imágenes utilizando cinco valores de Post Label Delay preestablecidos por el equipo, estas fueron clasificadas cualitativamente como óptimas y no óptimas por dos neuroradiólogos expertos. **Resultado:** El Post Label Delay más óptimo para los rangos de flujo sanguíneo de las ACI fue el Post Label Delay 1025 y 1525 ms. **Discusión:** La literatura también plantea que en pacientes sanos un retraso de 1 segundo es adecuado. **Conclusión:** Con un flujo sanguíneo entre 120 - 224,85 ml/min, el Post Label Delay óptimo a utilizar corresponde a 1025 y 1525 ms, sin embargo, este se debe complementar con la velocidad de la sangre de las mismas arterias en un rango entre 21,58-69,93 cm/s. **Palabras clave:** Resonancia magnética, Flujo sanguíneo, Arteria carótida interna, Perfusión cerebral.

INTRODUCCIÓN

Arterial Spin Labeling (ASL) es una técnica emergente que permite medir la perfusión cerebral de un tejido usando un trazador endógeno como las moléculas de agua de la propia sangre arterial, de forma tal que permite evaluar el sistema vascular selectivamente sin la necesidad de aplicar medio de contraste intravenoso¹. En los resonadores de la marca General Electric® (GE), se realizan estudios de perfusión cerebral con dicha técnica, la cual proporciona cinco valores preestablecidos de Post Label Delay (PLD) a seleccionar por el operador, este último corresponde a un parámetro que indica un tiempo determinado desde el fin del periodo de etiquetado de la sangre hasta que se obtiene la imagen de perfusión cerebral². Sin embargo, se desconoce cuál es el PLD exacto a utilizar para cada paciente, obteniéndose en algunas situaciones imágenes de una calidad no esperada, alterando los resultados de perfusión³. Al no tener un parámetro referencial, repetir la secuencia ASL no garantiza un óptimo resultado, lo cual genera dificultad en el diagnóstico y retraso en el flujo de trabajo del servicio de imágenes⁴.

A partir de esto, surge la interrogante acerca de si ¿existe una relación entre el flujo sanguíneo en las ACI y el PLD de ASL que permita optimizar el resultado de la técnica? De esta forma, se plantea la

siguiente hipótesis: Existe una relación entre el flujo sanguíneo de las ACI en su porción infrapetrosa con el PLD utilizado en la técnica ASL, en estudios de perfusión cerebral con RM, en voluntarios sanos entre 50-60 años, en Clínica Alemana de Santiago en el año 2022. Para confirmar la veracidad de la hipótesis se buscó establecer un PLD óptimo para cada voluntario, se determinó el flujo sanguíneo de las ACI y la velocidad de la sangre de las mismas. Se evaluaron tanto cuantitativa como cualitativamente las imágenes de perfusión cerebral obtenidas a partir de cada voluntario.

METODOLOGÍA

Los investigadores realizaron a cada voluntario partícipe de la investigación una secuencia FLAIR axial y utilizando la técnica ASL adquirieron cinco imágenes de perfusión cerebral con los cinco PLD proporcionados por el equipo. Dos neuroradiólogos clasificaron dichas imágenes como óptimas y no óptimas. Por otro lado, los investigadores posicionaron un Region of Interest (ROI) en ambos centros semioviales, para así obtener una clasificación cuantitativa de perfusión cerebral. También, a través de la técnica PC, se obtuvo un reporte de la velocidad y flujo sanguíneo de la ACI tanto derecha como izquierda. Finalmente, para tener un escenario más preciso de los valores hemodinámicos del voluntario en el momento de la

*Correspondencia: bareyesp@udd.cl
2022, Revista Confluencia, 5(2), 39-41



perfusión cerebral que pudiesen condicionar la elección del PLD, se calculó el tiempo que tarda la sangre en circular desde C2 hacia el cuerpo caloso.

Este estudio es de carácter prospectivo debido a que la data de estudios de perfusión cerebral fue recopilada por los investigadores. También corresponde a un estudio no experimental, transversal y correlacional, porque el objetivo principal de este es describir la relación entre variables, tales como flujo sanguíneo de las ACI y el valor de PLD, con la finalidad de medirlas y analizarlas. Además, es cuantitativo debido a que las variables de la técnica ASL, secuencia PC y el PLD trabajan con datos numéricos.

La población utilizada corresponde a voluntarios sanos entre 50-60 años en Clínica Alemana de Santiago. El muestreo fue no probabilístico, por conveniencia, reclutando 20 voluntarios sanos, 13 mujeres y 7 hombres, entre 50-60 años en Clínica Alemana de Santiago en el año 2022.

En cuanto al método de selección de los participantes, como criterio de inclusión se consideró a voluntarios entre 50-60 años sanos que no presenten patología isquémica conocida. Como criterios de exclusión se establecieron antecedentes de estenosis, aneurismas, hipertensión no tratada, claustrofobia, prótesis e implantes de material no compatible con el resonador.

Las variables a estudiar fueron rango de PLD, flujo sanguíneo de las ACI, velocidad de la sangre en las ACI y la distancia que recorre el flujo desde C2 al cuerpo caloso, las cuales son de carácter independiente, mientras que el valor de perfusión en el mapa CBF es una variable dependiente.

Se utilizó un Resonador Signa Artist 1.5T marca General Electric®, software versión 29, una bobina Head Neck 19 ch (canales), sistema Enterprise Imaging 8.1.4.150, secuencia de flujo Phase Contrast, técnica 3D pCASL-ASL, las herramientas Flow Analysis y Viewer, oxímetro y programa estadístico IBM SPSS Statistics 25.

Para el análisis de los datos recopilados por los investigadores, se utilizó, en primer lugar, un Índice Kappa, el cual muestra cuantitativamente la concordancia entre los radiólogos que clasificaron las imágenes de perfusión cerebral. Por otro lado, se utilizó una tabla de contingencia que resume y relaciona las variables del estudio, es decir el flujo sanguíneo de las ACI con el PLD seleccionado como más óptimo para cada voluntario.

Esta investigación contó con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad del Desarrollo, el cual fue el encargado de autorizar la realización de exámenes a los voluntarios y utilización de los datos anonimizados de estos. Además, se siguieron las normas de bioseguridad, de esta forma se logró aplicar medidas que resguarden la seguridad de cada voluntario⁵⁻⁶.

RESULTADO

En la clasificación cualitativa de las imágenes ASL de cada voluntario, se informaron los valores de PLD más óptimos de 18 de 20 voluntarios, estableciendo una concordancia entre ambos radiólogos de $K=0,48$, lo que califica como moderado (Tabla 1).

Tabla 1: Índice de concordancia entre médicos radiólogos.

Concordancia Radiólogo B	Radiólogo A			Total
	Ninguna óptima	PLD 1025	PLD 1525	
Ninguna óptima	2	0	0	18
PLD 1025	0	7	4	8
PLD 1525	0	2	5	7
Total	2	9	9	20

Por otro lado, el reporte de Phase Contrast arrojó velocidades de las ACI que oscilan entre [21,58 - 69,93] cm/s y valores del flujo sanguíneo [105,45-224,45] ml/min. Al relacionar el flujo sanguíneo de ambas ACI y el PLD en la tabla de contingencia (Tabla 2), se estableció una tendencia por los valores de 1025 ms y 1525 ms. En cuanto al valor de perfusión en los mapas CBF, 6 de 18 imágenes óptimas se acercan al valor de perfusión normal.

Tabla 2: Clasificación de PLD más óptimo en relación al flujo de las ACI.

Tendencia de los valores	[105,45- 135,2] ml/min		[135,3- 165,1] ml/min		[165,2- 195,0] ml/min		195,1- 224,85] ml/min	
	RA	RB	RA	RB	RA	RB	RA	RB
1025	1	1	2	2	2	3	4	4
1525			3	3	3	2	3	3
2025								
2525								
3025								
Ninguno	2	2						

RA: Radiólogo A; RB: Radiólogo B.

Por último, se tabularon las distancias entre C2 hasta el cuerpo caloso de cada voluntario, con una media de 10,6 cm.

DISCUSIÓN

Se evidenció una tendencia por los valores de PLD 1025 ms y 1525 ms, valores respaldados por la literatura que recomiendan un retraso de 1 segundo⁷. Estos resultados contrastan con los parámetros utilizados actualmente, debido a que GE recomienda utilizar un PLD estándar de 2025 ms para la muestra⁸. Ahora bien, los voluntarios 4 y 6 no arrojaron una imagen como más óptima, en ellos la velocidad de las ACI se encontraba en rangos similares en comparación al resto de la muestra, por lo que se asume que la tendencia de aplicar un PLD más bajos debiera replicarse de igual manera. Sin embargo, estos voluntarios presentan los flujos sanguíneos más bajos, correspondientes a 120,9 ml/min y 105,45



ml/min respectivamente, por lo que esta variable afectó sus imágenes de perfusión cerebral, lo cual se explica por la baja cantidad de protones partícipes al momento de formar la imagen⁹.

Por una parte, con respecto a las mediciones en ambos centros semiovalares, la literatura plantea que en la sustancia blanca un valor de perfusión cerebral cercano $15,6 \pm 3,2$ ml/100 g/min para el hemisferio izquierdo y $15,2 \pm 4,8$ ml/100 g/min para el hemisferio derecho¹⁰. Sin embargo, las mediciones realizadas en la presente investigación arrojaron que no es posible afirmar que la perfusión cerebral es un criterio a considerar para la elección de un PLD óptimo, puesto que no se marcó una tendencia hacia valores de perfusión cerebral concordantes con la literatura en la data de imágenes de esta investigación.

Finalmente, en cuanto a la distancia que recorre la sangre desde C2 hasta el cuerpo caloso, se logró establecer que este último es un parámetro que no condiciona la elección del PLD, debido a que todos los valores obtenidos están cercanos a la media de 10,6 cm, por lo tanto, el tiempo que tarda la sangre en recorrer esta distancia tampoco varía significativamente entre voluntarios.

CONCLUSIÓN

Se logró concluir que con un flujo sanguíneo entre 120 ml/min - 224,85 ml/min, el PLD óptimo a utilizar corresponde a 1025 y 1525 ms. Sin embargo, este se debe complementar con la velocidad de la sangre de las mismas arterias que oscila en un rango entre 21,58-69,93 cm/s. No obstante, en valores de flujo sanguíneo bajo 120 ml/min ninguna imagen de perfusión será considerada óptima independiente de la velocidad de la sangre en las ACI y del PLD seleccionado. Además, este estudio se realizó con una muestra de solo 20 voluntarios, por lo tanto, sería interesante extrapolar la presente metodología a un número de voluntarios mayor y que abarque un rango etario más amplio, para así confirmar si las tendencias descritas se replican de igual forma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ortiz E, Banderas A, Unigarro L, Santillana P. Brain Oxygenation and Cerebral Blood Flow, A Comprehensive Literature Review. *Rev Ecuat Neurol* [Internet]. 2018 [citado el 18 de julio 2022];27(1):80-8. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_ar_text&pid=S2631-25812018000100080&lng=es
- Kimura H. 3D ASL Ready for Clinical Use. *Signa Pulse* [Internet]. 2010 [citado el 18 de julio 2022];1:8-11. Disponible en: <https://www.gehealthcare.de/-/jssmedia/15455d5a38eb4486b1751b9b85ad813e.pdf>
- Sánchez M, Campos M, Guijo M, García S, García A, Garrido J. Papel de la perfusión por resonancia magnética en patología tumoral cerebral. *SERAM* [Internet]. 2018 [citado el 18 de julio 2022];1-24. Disponible en: <https://piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/1252>
- Hernandez-Garcia L, Lahiri A, Schollenberger J. Recent progress in ASL. *Neuroimage* [Internet]. 2019 [citado el 18 de julio 2022];187:3-16. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.12.095>
- Salgado J. Conocimiento de las medidas de bioseguridad en personal de salud. *Horiz Med* [Internet]. 2017 [citado el 18 de julio 2022];17(4):53-7. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.24265/horizmed.2017.v17n4.09>
- Cerda J, Villaroel L. Evaluación de la concordancia inter-observador en investigación pediátrica: Coeficiente de Kappa. *Rev Chil Pediatr* [Internet]. 2008 [citado el 18 de julio 2022];79(1):54-8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0370-41062008000100008>
- Ying H, Fajin M, Li Q, Liu X, Rongbo MD. Effect of post-labeling delay on regional cerebral blood flow in arterial spin-labeling MR imaging. *J Med* [Internet]. 2020 [citado el 18 de julio 2022];99(27):20843. Disponible en: <https://doi.org/10.1097%2FMD.00000000000020463>
- Gai ND, Butman JA. Determining the optimal postlabeling delay for arterial spin labeling using subject-specific estimates of blood velocity in the carotid artery: Optimal Postlabeling Delay for pCASL. *J Magn Reson Imaging* [Internet]. 2019 [citado el 18 de julio 2022];50(3):951-60. Disponible en: <https://doi.org/10.1002%2FjMRI.26670>
- Taneja K, Liu P, Xu C, Turner M, Zhao Y, Abdelkarim D. Quantitative Cerebrovascular Reactivity in Normal Aging: Comparison Between Phase-Contrast and Arterial Spin Labeling MRI. *Front Neurol* [Internet]. 2020 [citado el 18 de julio 2022];11(758):1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00758>
- Pohmann R. Accurate, localized quantification of white matter perfusion with single-voxel ASL. *Magn Reson Med* [Internet]. 2010 [citado el 18 de julio 2022];64(4):1109-13. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/mrm.22476>

