



CADI2018

CONGRESO ARGENTINO DE DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES

27 AL 29 DE SEPTIEMBRE 2018

Buenos Aires, Argentina  
Centro de Convenciones Buenos Aires



CLÍNICA  
MOGUILLANSKY

**MARCACIÓN MAGNÉTICA DE  
ESPINES ARTERIALES (ASL):  
PRINCIPIOS BÁSICOS,  
IMPLEMENTACIÓN, INTERPRETACIÓN  
CLÍNICA Y POTENCIALIDAD.**

Autores: Sergio Julio Moguillansky, María Carolina Berrogain, Ricardo Luis Gargiulo, Susana Torres Garcés, Sofía Anderle y María Victoria Cifuentes.

# MARCACIÓN MAGNÉTICA DE ESPINES ARTERIALES (ASL\*): PRINCIPIOS BÁSICOS, IMPLEMENTACIÓN, INTERPRETACIÓN CLÍNICA Y POTENCIALIDAD.

**Objetivos de aprendizaje:** Conocer principios básicos de la técnica y principales aplicaciones clínicas y potencialidades para realizar una correcta interpretación de las imágenes.

## Introducción:

- **Perfusión** se refiere al suministro de sangre a nivel capilar
- Se mide en mililitros por 100 grs. por minuto.
- Relacionada con el transporte de nutrientes y O<sub>2</sub> al cerebro.

Se han utilizado diferentes modalidades: RM, TC y MN (SPECT, PET).

La mayoría utiliza contraste exógeno,  
excepto  ASL

## Características generales ASL

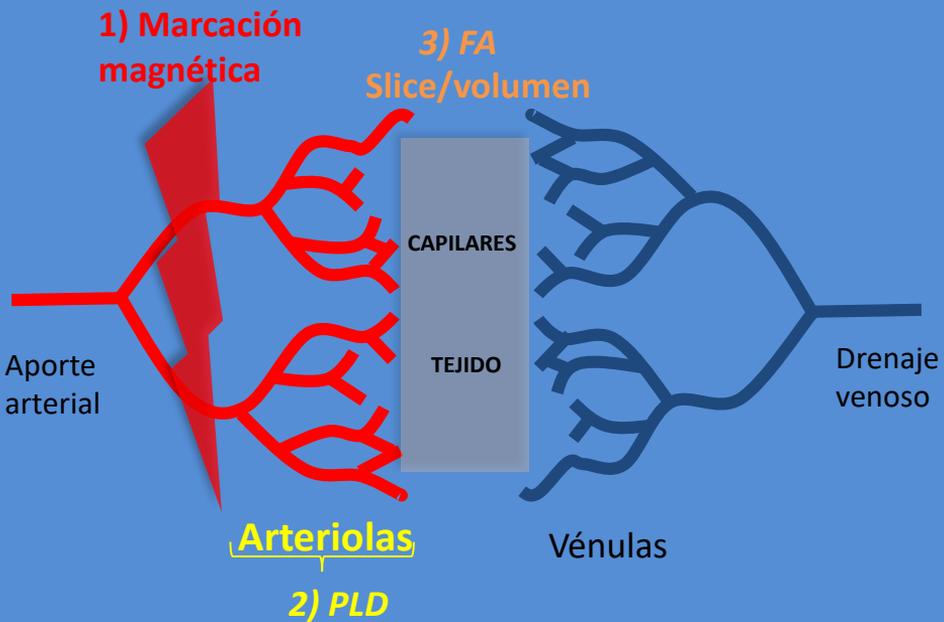
1. Medición cuantitativa **NO invasiva** de flujo sanguíneo cerebral (**FSC**).
2. Es una técnica de RM, por ende **NO** hay exposición a **radiación**.
3. Se puede realizar en insuficientes renales, no hay riesgo de FNS, es repetible y favorable en pediatría.
4. Menor susceptibilidad magnética (**Ca, aire, sangre, metales**) que las técnicas de perfusión DSC.

**Utiliza H<sub>2</sub>O arterial “magnetizada” como trazador endógeno**

\* Sigla en inglés: ASL. (Arterial Spin Labeling).

# MARCACIÓN MAGNÉTICA DE ESPINES ARTERIALES (ASL): PRINCIPIOS BÁSICOS, IMPLEMENTACIÓN, INTERPRETACIÓN CLÍNICA Y POTENCIALIDAD.

## Esquema tipo de los 3 periodos de cualquier secuencia ASL



*Lecho capilar del parénquima cerebral donde ocurre el intercambio de agua y nutrientes.*

- 1) Pulso de inversión de la magnetización longitudinal (IM) de las moléculas del agua vascular en arteria proximal.
- 2) Tiempo posmarcación o posinversión (PLD): Desde período 1 hasta adquisición de la imagen. Debe coincidir con el tiempo de intercambio de las moléculas de agua con los tejidos.
- 3) Fase de adquisición (FA) de la señal de los protones marcados en los tejidos.

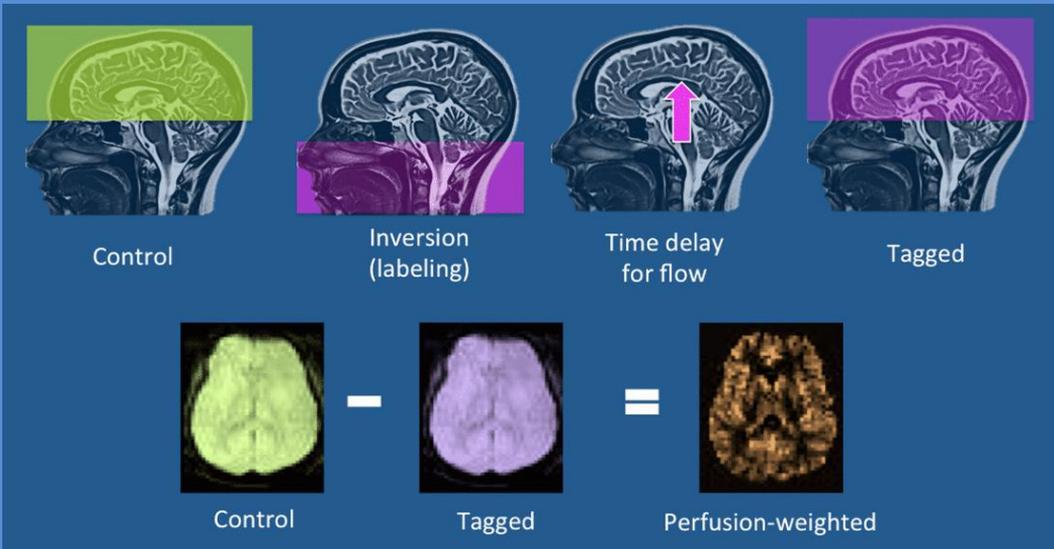
# Métodos de "Marcación" o sustracción T1

- ASL pulsado (PASL)
- ASL continuo (CASL)
- **ASL pseudo-continuo (PCASL):**  
**Estrategia de adquisición estandar recomendada por el "ISMRM Perfusion Study Group"**  
(Alsop DC et al. Magn Reson Med. 2015; DOI: 10.1002/mrm.25197)

## Esquemas en investigación

- ASL con velocidad selectiva (vsASL) (marcan protones que viajan a una determinada velocidad)
- ASL Territorial (se marcan protones de un vaso seleccionado)
- Multi PLD (calcula el tiempo de tránsito arterial hasta los tejidos)

## ¿Cómo se obtienen las Imágenes?



Cortesía del Dr. Allen D. Elster, MRIquestions.com

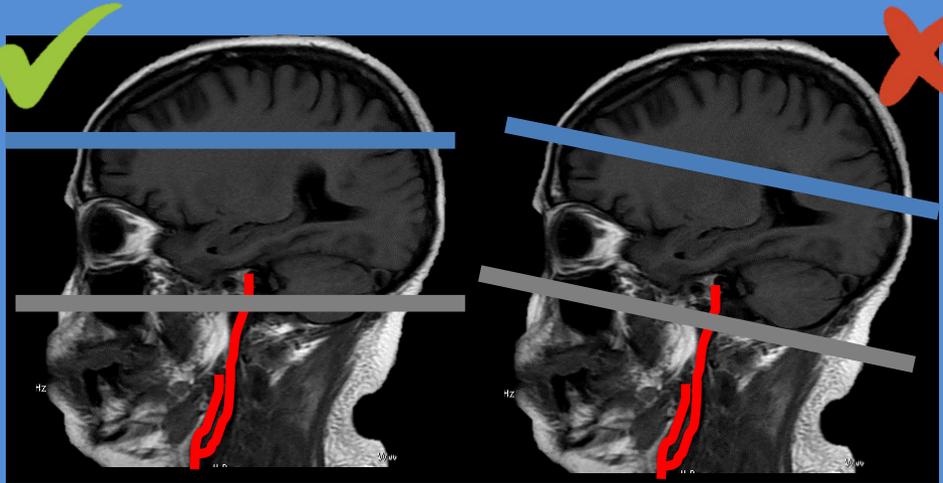
- 1) Siempre se adquieren 2 imágenes
  - a) Imágenes "marcadas" donde hay inversión de la magnetización de los protones arteriales.
  - b) Imágenes de control "no marcadas" sin inversión de la magnetización.
- 2) La diferencia de señal entre a) y b) (sustracción) es la imagen de perfusión ASL y es proporcional a la cantidad de magnetización invertida transportada a los tejidos.

# Calidad de imagen ASL Importante!!!!

Podemos y debemos intervenir en:

## 1) Eficiencia de marcado:

- ✓ El plano de marcado se debe posicionar perpendicular a los vasos carotídeos y vertebrales



## 2) Tiempo posmarcación o posinversión (PLD)

- ✓ Tiempo óptimo depende la edad y de las indicaciones clínicas

PCASL PLD	Valor
Neonatos y niños < 3a	2000-2500 ms
Niños y adolescentes	1500 ms
Sanos < 70 a	1800-2000 ms
Sanos > 70 a	2000 ms
Pacientes adultos	2000 ms
Pacientes ancianos	2500 ms

PCASL: ASL pseudocontinuo

PLD: Tiempo posmarcación o posinversión

# Conceptos generales para considerar en ASL

- 1) Sólo mide Flujo Sanguíneo Cerebral (FSC)
- 2) El  $H_2O$  difunde rápidamente entre los espacios intra (IV) y extravascular (EV) a nivel capilar donde se acumula.
- 3) Hay 2 constantes de tiempo importantes con consecuencias en la imagen
  - a) **Decaimiento T1 de la sangre arterial magnetizada**  
Dura aprox. 1-2 segundos dependiendo de la potencia de campo.  $1.5T \sim 1350$  mseg;  $3T \sim 1650$  mseg
  - b) **Tiempo de tránsito arteriovenoso (TTAV)**  
El tiempo de tránsito de una molécula de agua del lado arterial al venoso es de  $\sim 10$  seg mientras que el de un eritrocito (que es puramente IV) es de 1 seg.

**El decaimiento T1 es más rápido que el TTAV**

- 4) El espacio extravascular es 20 veces mayor que el IV y sólo una pequeña proporción de la señal proviene de agua magnetizada (2-3%) (baja relación señal/ruido)

**Debido al largo TTAV y el decaimiento T1 no se observa señal en lado venoso**

**La selección apropiada del tiempo de inversión (PLD) es nuestra responsabilidad!!**

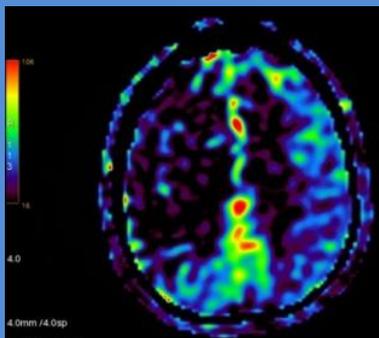
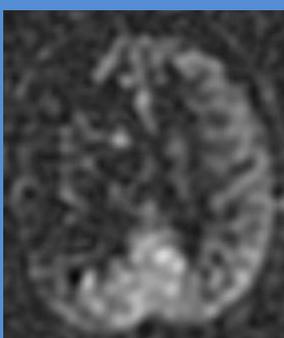
**PLD corto:** no hay tiempo para que los protones marcados lleguen a los tejidos

**PLD largo:**  $>$  decaimiento de T1,  $<$  señal y  $<$  relación S/R

## VASCULAR:

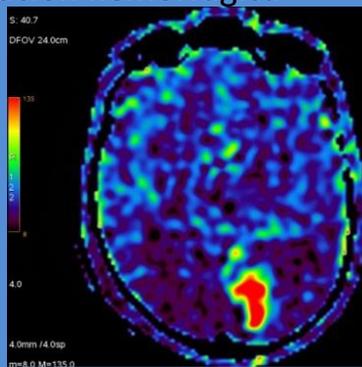
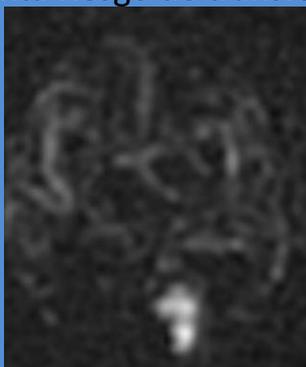
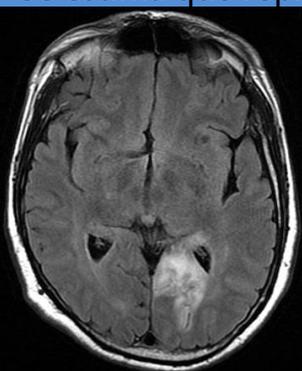
Alteración de la perfusión o retardo del tiempo de tránsito arterial por malformación, lesión u oclusión vascular.

**Enfermedad cerebro-vascular oclusiva:** Retardo de TTA del hemisferio ipsilateral al vaso ocluido. Paciente con hipoperfusión frontoparietal derecha por estenosis de la ACI der. Suplencia por colaterales. "Un PLD más largo hubiera demostrado perfusión simétrica"

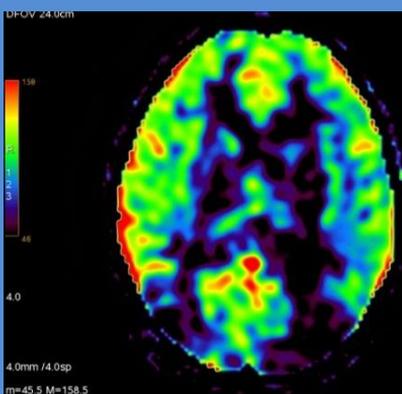
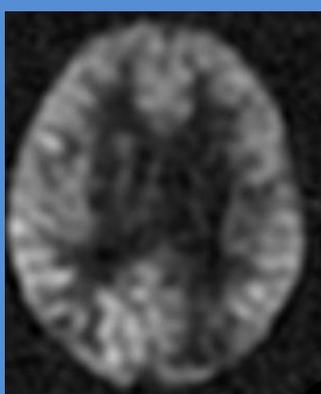
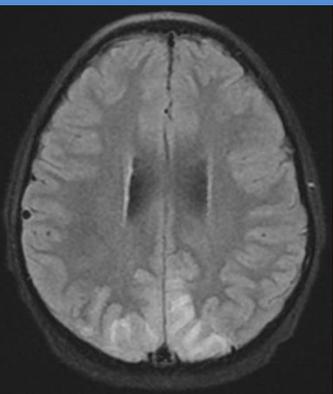


**Enfermedad cerebro-vascular: Hiperperfusión.** Puede ocurrir por recanalización espontánea del vaso ocluido, por terapia intraarterial o sistémica con aumento del FSC

Se estima que representa riesgo de transformación hemorrágica



**Encefalopatía posterior reversible:** Edema vasogénico con patrones característicos. La mayoría exhiben hipoperfusión con reducción del flujo sanguíneo cerebral. Paciente con leucemia linfoblástica aguda. Convulsiones. HTA.

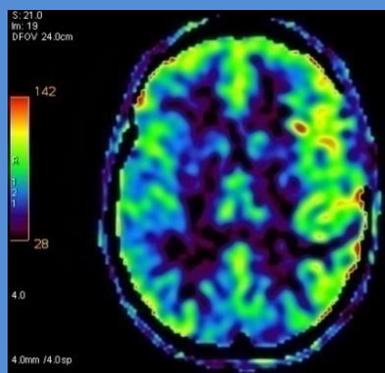
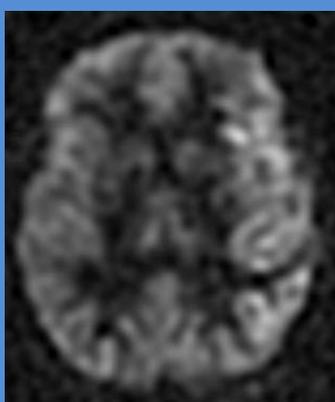
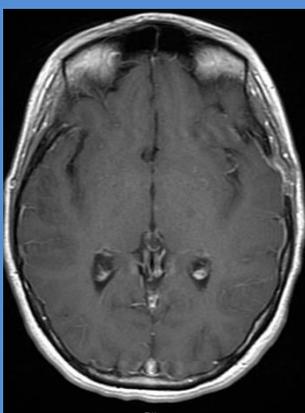
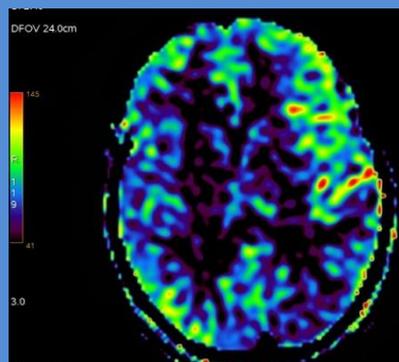
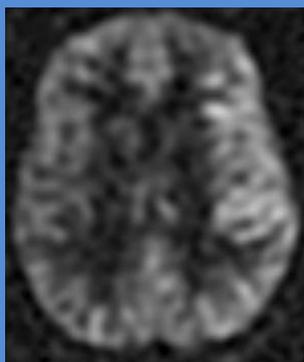


## VASCULAR:

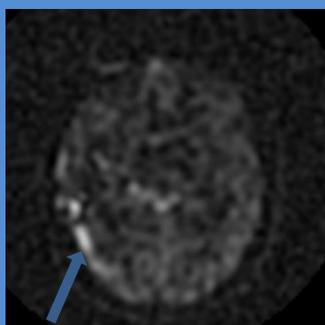
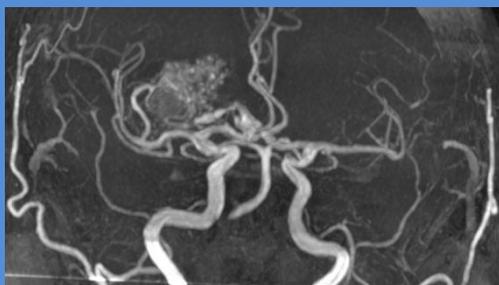


**Moya moya:**

**Pre-quirúrgico:** ASL puede detectar cambios en el FSC, circulación colateral y permeabilidad de la anastomosis. En este caso la obstrucción y lentitud del flujo indica artefacto de tránsito arterial (acumulación de espines)



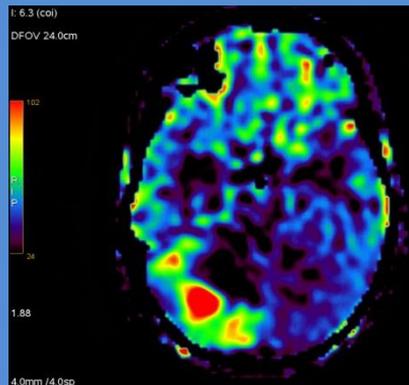
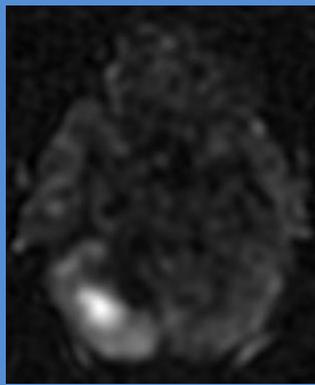
**Post encefalo-duro-arterio- sinangiosis:** La ausencia de cambios en la perfusión sugiere falla de la anastomosis.



**Malformación AV:** ASL es muy sensible para pequeñas malformaciones vasculares y particularmente importante en las fístulas durales. Al no existir capilares, no hay intercambio de “espines marcados” a nivel tisular, y se produce el pasaje directo y rápido de los mismos al lado venoso, y por lo tanto tenemos “venas blancas” (flecha).

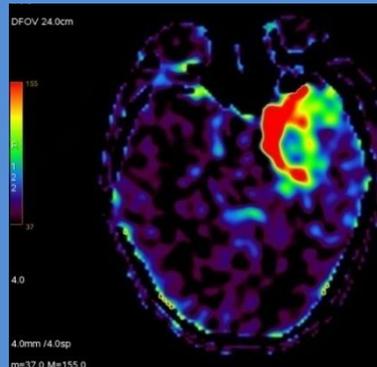
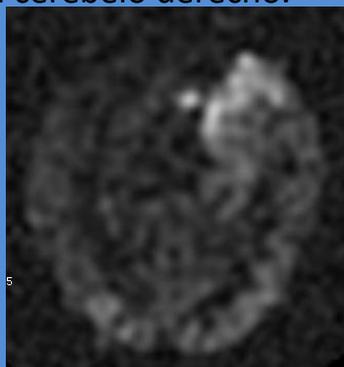
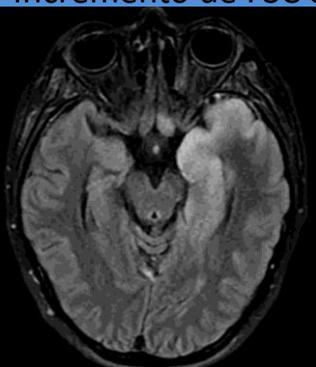
**Comentario:** recordar que “normalmente” el TTAV es lento (~ 10 seg), por lo que se produce el decaimiento T1 antes de llegar al lado venoso. Por el contrario en las MAV el TTAV es rápido y los espines marcados pasan a las venas que presentan hiperseñal.

## INFECCIOSA-INFLAMATORIA:



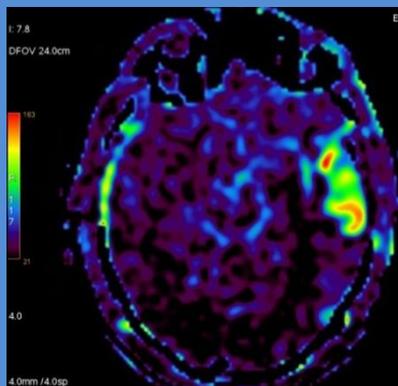
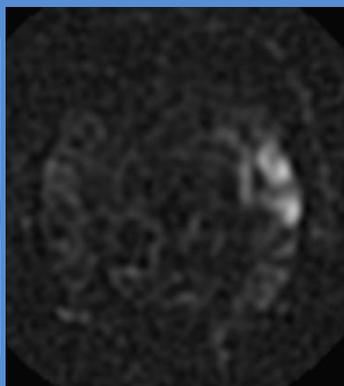
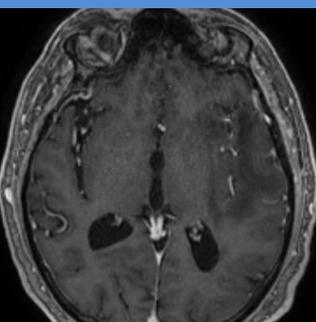
ASL puede proporcionar información adicional con respecto a la actividad y distribución de la enfermedad. En etapa aguda y subaguda los procesos inflamatorios se pueden asociar con hiperperfusión regional que se correlaciona con áreas de realce.

**Cerebelitis:** Paciente de 11 años con cefalea aguda y fiebre. Incremento de FSC en cerebelo derecho.



**Encefalitis herpética:** *Hiperperfusión*, incremento del flujo sanguíneo cerebral sobre la cara medial del lobulo temporal izquierdo.

## TUMORAL:

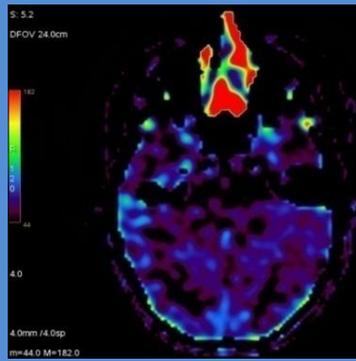


**Astrocitoma anaplásico:** *Hiperperfusión*, se observa incremento del flujo sanguíneo en sector lateral de la neoformación ubicada en proyección temporoinsular izquierda. La explicación a este fenómeno podría estar en la estrecha relación del mismo con los vasos meníngeos. Sin embargo no puede descartarse angiogénesis.

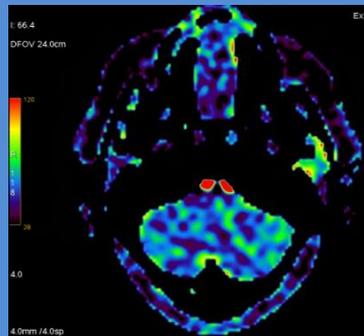
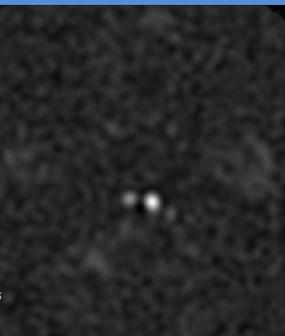
# ARTEFACTOS:



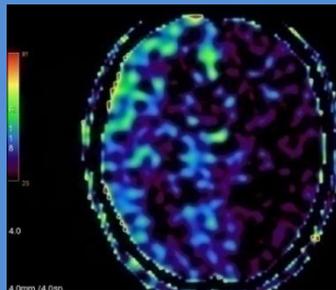
**Hiperperusión fisiológica regional:** por activación de la corteza visual. Variante normal del ASL (flechas).



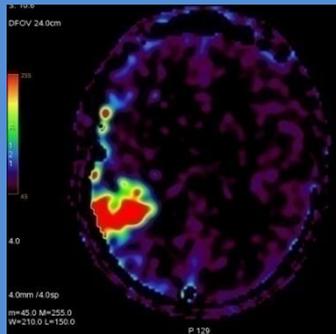
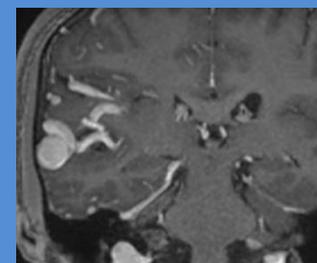
**Ciclo nasal:** Hiperperusión asimétrica de la mucosa nasal por edema transitorio.



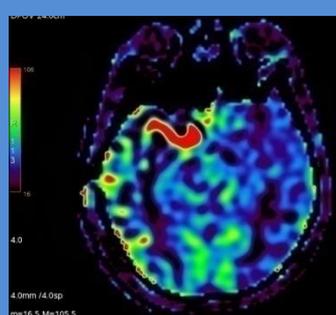
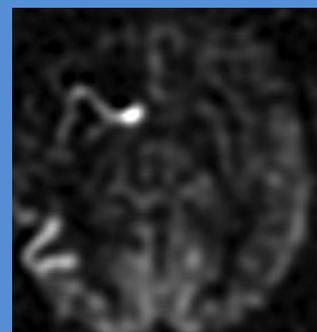
**“Marcación “del LCR:** “anillo de fuego” aumento de la señal perimedular por flujo pulsátil de LCR, en el plano de marcación.



**Artefacto de susceptibilidad magnética:** representa vacío de señal dado por elementos metálicos. En este caso amalgamas dentarias. Limitante cuando existe material neuroquirúrgico que impide la evaluación de recidiva o enfermedad residual.



**Señal ASL venosa:** Tránsito directo o rápido desde la arteria a vena (MAV). No se produce intercambio tisular con incompleta relajación en T1.



**Artefacto de tránsito arterial:** retardo del tránsito por estenosis de ACI. Aumento de la señal lineal o serpinginosa de vasos corticales y ACM por circulación colateral (flujo más lento)

# Conclusión

**ASL** es una técnica de **perfusión** cerebral que ofrece beneficios sobre las secuencias del mismo segmento.

La ausencia de radiación y de utilización de medios de contraste exógenos hacen especialmente atractiva a esta técnica para pacientes **vulnerables** tales como adultos mayores, pediátricos, oncológicos, pacientes con dificultad en el acceso venoso e insuficientes renales.

Son conocidas sus principales **aplicaciones** en enfermedades cerebro vasculares, en neuro-oncología entre otras, mejorando y permitiendo su diagnóstico temprano.

# Referencias

- 1- Lee S, Yun T, Yoo R, et al. MD Monitoring Cerebral Perfusion Changes after Revascularization in Patients with Moyamoya Disease by Using Arterial Spin-labeling MR Imaging. *Radiology*. 2018;288(2):565-57.
- 2- Deibler A, Pollock JM, Kraf RA, et al. Arterial Spin-Labeling in Routine Clinical Practice, Part 1: Technique and Artifacts. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008;29(7):1228-34.
- 3- Amukotuwa S, Yu C, Zaharchuk G. 3D Pseudocontinuous Arterial Spin Labeling in Routine Clinical Practice: A Review of Clinically Significant Artifacts. *J Magn Reson Imaging*. 2016;43(1):11-27 .
- 4- Wolf R, Wang J, Detre J, et al. Arteriovenous Shunt Visualization in Arteriovenous Malformations with Arterial SpinLabeling MR Imaging. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2008;29(4):681-7.
- 5- Grade M, Hernandez Tamames J, Pizzini F, et al. A neuroradiologist's guide to arterial spin labeling MRI in clinical practice. *Neuroradiology*. 2015;57(12):1181-202.
- 6- Alsop D, Detre J, Golay X, et al. Recommended Implementation of Arterial Spin-Labeled Perfusion MRI for Clinical Applications: A Consensus of the ISMRM Perfusion Study Group and the European Consortium for ASL in Dementia. *Magn Reson Med*. 2015;73(1):102-16.
- 7- Wong E. An Introduction to ASL Labeling Techniques. *J Magn Reson Imaging*. 2014;40(1):1-10
- 8- Ho ML. Arterial spin labeling: Clinical applications. *J Neuroradiol*. 2018 Jul 27. pii: S0150-9861(17)30227-4.