



# Diagnostic Value of Susceptibility Weighted Imaging in Sinus Venous Thrombosis

## ARTICLE INFO

### Article Type

Original Research

### Authors

Bagheri A.<sup>1</sup> MSc,  
Faeghi F.\* PhD,  
Rabbani M.<sup>2</sup> PhD,  
Jabbari K.<sup>3</sup> PhD

### How to cite this article

Bagheri A, Faeghi F, Rabbani M, Jabbari K. Diagnostic Value of Susceptibility Weighted Imaging in Sinus Venous Thrombosis. Quarterly of the Horizon of Medical Sciences. 2015;21(3):189-196.

\*Radiology Technology Department, Allied Medical Sciences School, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>1</sup>International Branch, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Radiology Department, Medicine School, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

<sup>3</sup>Medical Physics & Engineering Department, Medicine School, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran

### Correspondence

Address: Para Medical University, Darband Street, Tehran, Iran  
Phone: +982122718531  
Fax: +982122721150  
f.faeghi@yahoo.com

### Article History

Received: April 4, 2015

Accepted: June 24, 2015

ePublished: September 20, 2015

## ABSTRACT

**Aims** Magnetic resonance venography based on susceptibility weighted imaging (SWI) utilizes deoxygenated hemoglobin in veins as an intrinsic contrast medium. Magnetic susceptibility difference between deoxygenated hemoglobin, oxygenated hemoglobin and parenchyma lead to an excellent venous contrast. The purpose of this study was to evaluate the different magnetic resonance imaging sequences and susceptibility weighted imaging in the visualization of sinus venous thrombosis.

**Materials & Methods** This cross-sectional study was performed in Shafa Medical Imaging Center in Isfahan City, Iran, from August 2013 to September 2014 and 12 patients with sinus venous thrombosis were analyzed using MRI, SWI, and Phase contrast-magnetic resonance venography (PC-MRV).

**Findings** In all patients, sub-acute superior sagittal sinus, transverse and sigmoid sinuses thrombosis was most successfully detected during the susceptibility weighted imaging. In only one case, the sub-acute left transverse and sigmoid sinuses and left jugular vein of thrombosis was discernible with T1W. In 6 patients, sinus venous thrombosis was discernible with T2W in the sub-acute stage. PC-MRV showed the acute and sub-acute sinus venous thrombosis in all patients.

**Conclusion** Susceptibility weighted imaging has a high diagnostic value for detecting sub-acute superior sagittal sinus, transverse and sigmoid sinuses thrombosis.

**Keywords** Susceptibility Weighted Imaging; Magnetic Resonance Imaging; Venous Thrombosis

## CITATION LINKS

[1] Noninfective intracranial venous thrombosis [2] Cerebral venous and dural sinus thrombosis\*: State-of-the-art imaging [3] Diagnosis of cerebral venous thrombosis with echo-planar T2\*-weighted magnetic resonance imaging [4] Handbook on Cerebral Venous Thrombosis [5] Magnetic resonance imaging of cerebral venous sinus thrombosis [6] Diagnosis and Management of Cerebral Venous and Sinus Thrombosis [7] MRI and MRV in cerebral venous thrombosis [8] Magnetic resonance imaging evaluation of possible neonatal sinovenous thrombosis [9] Abbreviated moment-compensated phase encoding [10] Susceptibility weighted imaging in MRI: Basic concepts and clinical applications [11] MR high-resolution blood oxygenation level-dependent venography of occult (low-flow) vascular lesions [12] High-resolution BOLD venographic imaging: A window into brain function [13] Susceptibility weighted imaging (SWI) [14] Clinical applications of neuroimaging with susceptibility-weighted imaging [15] Basic study of susceptibility-weighted imaging at 1.5T. Acta Med Okayama [16] Susceptibility-weighted imaging: Technical aspects and clinical applications, part 1 [17] High-resolution susceptibility-weighted imaging at 3 T with a 32-channel head coil: Technique and clinical applications [18] Susceptibility-weighted imaging of the brain: current utility and potential applications [19] Susceptibility weighted imaging of the neonatal brain [20] Susceptibility-Weighted Imaging at Ultra-High Field (7 T) in the Evaluation of Brain Tumors [21] Susceptibility-weighted imaging for differential diagnosis of cerebral vascular pathology: A pictorial review [22] The value of T2\*-weighted gradient-echo MRI for the diagnosis of cerebral venous sinus thrombosis [23] Diagnostic value of T2\*-weighted gradient-echo MRI for segmental evaluation in cerebral venous sinus thrombosis [24] Cerebral venous thrombosis, pregnancy and oral contraceptives [25] Cerebral venous thrombosis [26] Cerebral venous thrombosis in adults [27] Imaging of cerebral venous thrombosis: Current techniques, spectrum of findings, and diagnostic pitfalls [28] Cerebral venous thrombus signal intensity and susceptibility effects on gradient recalled-echo MR imaging [29] MRI of clot in cerebral venous thrombosis: High diagnostic value of susceptibility-weighted images

## ارزش تشخیصی تصویربرداری پذیرفتاری مغناطیسی در ترومبوز سینوس‌های وریدی

اکرم باقری MSc

شعبه بین‌الملل، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

فریبرز فائق\* PhD

گروه تکنولوژی رادیولوژی، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

مسعود ربانی PhD

گروه رادیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

کیوان جباری PhD

گروه فیزیکی پزشکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

### چکیده

**اهداف:** ونوگرافی تشدید مغناطیسی براساس تصویربرداری پذیرفتاری مغناطیسی از دی‌اکسی‌هموگلوبین وریدها به‌عنوان ماده کنتراست ذاتی استفاده می‌کند. اختلاف پذیرفتاری مغناطیسی بین دی‌اکسی‌هموگلوبین، اکسی‌هموگلوبین و پارانشیم، کنتراست وریدی بی‌نظیری می‌دهد. هدف از این مطالعه، بررسی سکانس‌های مختلف تصویربرداری تشدید مغناطیسی و تصویربرداری پذیرفتاری مغناطیسی برای نمایش ترومبوز سینوس‌های وریدی بود.

**مواد و روش‌ها:** این مطالعه مقطعی، در مرکز تصویربرداری پزشکی شفا در شهر اصفهان از مرداد ۱۳۹۲ تا شهریور ۱۳۹۳ انجام شد و ۱۲ بیمار مبتلا به ترومبوز سینوس‌های وریدی با استفاده از تصویربرداری تشدید مغناطیسی، تصویربرداری پذیرفتاری مغناطیسی و ونوگرافی تشدید مغناطیسی با کنتراست فازی آنالیز شدند.

**یافته‌ها:** در همه بیماران، ترومبوز سینوس ساژیتال فوقانی، سینوس‌های عرضی و سیگموئید تحت حاد به‌طور موفقیت‌آمیزی در تصویربرداری پذیرفتاری مغناطیسی نمایش داده شد. فقط در یک مورد، ترومبوز سینوس‌های عرضی و سیگموئید چپ و ورید ژوگولار چپ در مرحله زمانی تحت حاد در تصاویر وزنی T1 قابل تشخیص بود. ترومبوز سینوس‌های وریدی تحت حاد در تصاویر وزنی T2 در ۶ بیمار قابل تشخیص بود. ونوگرافی تشدید مغناطیسی با کنتراست فازی ترومبوز سینوس‌های وریدی حاد و تحت حاد را در همه بیماران نشان داد.

**نتیجه‌گیری:** تصویربرداری پذیرفتاری مغناطیسی، ارزش تشخیصی بالایی در نمایش ترومبوز سینوس ساژیتال فوقانی، سینوس‌های عرضی و سیگموئید تحت حاد دارد.

**کلیدواژه‌ها:** تصویربرداری پذیرفتاری مغناطیسی، تصویربرداری تشدید مغناطیسی، ترومبوز سینوس‌های وریدی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۱/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۰۳

\* نویسنده مسئول: f.faeghi@yahoo.com

### مقدمه

ترومبوز سینوس‌های وریدی مغز، بیماری نادری است که از هر یک‌میلیون نفر، ۵ نفر به این بیماری مبتلا می‌شوند<sup>[1]</sup>. ترومبوز سینوس‌های وریدی، شایع‌ترین ترومبوزهای وریدی مغز هستند که دلالت بر انسداد ترومبوتیک یک یا چند سینوس سخت‌شامه‌ای مغز دارند. معمولاً سینوس ساژیتال فوقانی و بعد از آن سینوس عرضی درگیر می‌شود<sup>[2]</sup>. ترومبوز سینوس‌های وریدی مغز دارای طیف وسیع علائم بالینی و غیراختصاصی است، به همین دلیل تشخیص این بیماری توسط پزشکان چالش‌برانگیز است<sup>[3]</sup>. شایع‌ترین علائم و نشانه‌های ترومبوز وریدی مغز شامل؛ سردرد و ادم ناشی از افزایش فشار داخل مغزی، صرع، اختلالات موضعی عصبی و هوشیاری تغییر یافته است. این علائم (سردرد، تشنج، افزایش فشار داخل مغز) می‌توانند به‌تنهایی یا با هم وجود داشته باشند<sup>[4]</sup>.

تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI) به‌عنوان بهترین روش تصویربرداری غیرتهاجمی برای نمایش ترومبوزهای وریدی مغز شناخته شده است<sup>[5-8]</sup>. در MRI، مواد ترومبوتیک خصوصیت پیچیده‌ای در شدت سیگنال دارند که وابسته به مرحله زمانی ترومبوز (فوق حاد، حاد، تحت حاد و مرحله مزمن) و سکانس تصویربرداری است. شدت سیگنال ترومبوزهای وریدی مغز در فاز حاد یعنی طی ۵ روز اول از شروع علائم در تصاویر وزنی T1 (T1W) به‌صورت هم‌شدت با پارانشیم و در تصاویر وزنی T2 (T2W) با شدت سیگنال پایین نمایش داده می‌شود. این سکانس‌ها (T1W و T2W) طی روزهای اول در تشخیص ترومبوزهای وریدی مغز حساسیت کمتری نشان می‌دهند، بنابراین تشخیص ترومبوز از سیگنال مربوط به جریان طبیعی عروق در این سکانس‌ها بسیار ضعیف و دشوار است. در فاز تحت حاد بعد از تقریباً ۵ روز (۶ تا ۱۵ روز) لخته در تصاویر T1W و T2W با شدت سیگنال بالا نمایان می‌شود<sup>[2]</sup>.

تصویربرداری پذیرفتاری مغناطیسی (SWI)، یکی از تکنیک‌های نوین تصویربرداری تشدید مغناطیسی است که از یک سکانس پالسی گردادیان‌کو بر وزن T2\* استفاده می‌کند. معمولاً از روش جمع‌آوری سه‌بُعدی به‌دلیل SNR (نسبت سیگنال به نویز) بالاتر و ضخامت کوچک‌تر در مقایسه با دو‌بُعدی استفاده می‌شود. تکنیک‌های جبران جریان در SWI در هر سه جهت X، Y و Z به‌کار می‌رود تا اثرات فازی باقی‌مانده جریان خون حذف شود و با اطلاعات فاز پذیرفتاری مورد نظر اشتباه نشود<sup>[9, 10]</sup>.

این تکنیک در سال ۱۹۹۷ تحت عنوان ونوگرافی وابسته به سطح اکسیژن خون با قدرت تفکیک بالا معرفی شد<sup>[11, 12]</sup>، اما هاگه و همکاران در سال ۲۰۰۴ به‌دلیل کاربرد گسترده این تکنیک که فراتر از ارزیابی ساختارهای وریدی است، آن را تصویربرداری پذیرفتاری مغناطیسی نامیدند<sup>[13, 14]</sup>. در این تکنیک، اطلاعات بزرگی سیگنال (مگنیتود) و اطلاعات فازی با همدیگر ترکیب می‌شوند. تصاویر

T2W(FSE) فاقد سیگنال است و افزایش شدت سیگنال از جریان خون وریدی نشان‌دهنده وجود ترومبوز است. تصویربرداری با دستگاهی با قدرت ۱/۵ تسلا (زیمنس آوانتو؛ آلمان) انجام شد. برای انجام تصویربرداری مغز، از کویل ۸ کانال مخصوص تصویربرداری از سر استفاده شد. برای بررسی ترومبوز سینوس‌های وریدی مغز از تعدادی سکانس به شرح زیر استفاده شد:

۱- اگزپال T1 اسپین اکو

اندازه میدان (FOV) =  $24 \times 24$  سانتی‌متر؛

زمان تکرار (TR) = ۴۰۰ میلی‌ثانیه؛

زمان اکو (TE) = ۹ میلی‌ثانیه؛

ضخامت مقطع = ۵ میلی‌متر

۲- اگزپال، کروئال و ساژیتال T2 اسپین اکوی سریع

اندازه میدان (FOV) =  $24 \times 24$  سانتی‌متر؛

زمان تکرار (TR) = ۲۶۰۰ میلی‌ثانیه؛

زمان اکو (TE) = ۱۰۲ میلی‌ثانیه؛

ضخامت مقطع = ۵ میلی‌متر

۳- اگزپال T2\*SWI

اندازه میدان (FOV) = ۲۴۰ میلی‌متر؛

زمان تکرار (TR) = ۴۹ میلی‌ثانیه؛

زمان اکو (TE) = ۴۰ میلی‌ثانیه؛

ضخامت مقطع = ۲ میلی‌متر

زاویه انحراف = ۱۵ درجه؛

اندازه ماتریس =  $177 \times 256$ ؛

پهنای باند = ۸۰ کیلوهرتز بر پیکسل

۴- PC-MRV

زمان تکرار (TR) = ۷۸ میلی‌ثانیه؛

زمان اکو (TE) = ۱۰ میلی‌ثانیه؛

ضخامت مقطع = ۱/۳ میلی‌متر

زاویه انحراف = ۱۵ درجه؛

عامل کدگذاری سرعت (VENC) = ۱۰ سانتی‌متر بر ثانیه

آنژیوگرافی کانونشنال به‌عنوان استاندارد طلایی برای تشخیص ترومبوز سینوس‌های وریدی است، ولی این روش به‌دلیل تهاجمی بودن، در پژوهش مورد استفاده قرار نگرفت. PC-MRV به‌عنوان استاندارد مرجع به‌منظور تشخیص ترومبوز سینوس‌های وریدی مغز استفاده شد.

قابلیت نمایش ترومبوزهای وریدی در سکانس‌های مختلف MRI، PC-MRV و SWI توسط پزشک متخصص رادیولوژی و فیزیست تصویربرداری MRI به‌صورت چشمی مورد ارزیابی قرار گرفت. براساس مطالعات قبلی، نتایج به سه گروه تقسیم شدند و به هر گروه نمره‌ای تعلق گرفت. به گروهی از نتایج که قابل مشاهده و برای تشخیص کافی بود نمره ۲، به گروهی دیگر که به‌مقدار جزئی قابل مشاهده و برای تشخیص کافی نبود نمره یک و به گروه سوم

فازی شامل تغییرات فازی با فرکانس فضایی پایین است که در اثر عملکرد ناقص گرادیان، جریان‌های گردابی، حرکت شیء و بدتر از همه به‌دلیل تغییرات پذیرفتاری در حد فاصل هوا- بافت ایجاد می‌شود. تصاویر فازی با فیلتر بالاگذر با روش‌های پس‌پردازش روی تصاویر فازی اولیه ایجاد می‌شود. اگر چه تصاویر فازی با فیلتر بالاگذر نشان‌دهنده کنتراست بافت براساس پذیرفتاری هستند، اما آنها شامل فازهای داخل و خارج بافتی در اثر ناهمگنی‌های میدان مغناطیسی بوده که مانع افتراق واضح بافت‌های مجاور می‌شوند. بنابراین ماسک فازی از تصاویر فازی با فیلتر بالاگذر به‌وجود می‌آید و در تصاویر بزرگی سیگنال (مگنتیود) ضرب می‌شود تا در نهایت تصاویر SWI به‌وجود آید. معمولاً برای نمایش اطلاعات ونوگرافی SWI، پروجکشنی با شدت سیگنال پایین روی تصاویر SWI اعمال می‌شود تا تصاویر SWI با حداقل شدت پروجکشن (mIP) ایجاد شود [15-20]. SWI به‌خاطر حساسیت به اثرات پذیرفتاری دارای ارزش تشخیصی مکمل در نمایش لخته در ترومبوز سینوس‌های وریدی است [21].

هدف از این مطالعه، بررسی ارزش تشخیصی تصویربرداری پذیرفتاری مغناطیسی در نمایش ترومبوز سینوس‌های وریدی مغز بود. در این پژوهش به مقایسه سکانس‌های T1W، T2W، SWI و PC-MRI (ونوگرافی تشدید مغناطیسی با کنتراست فازی) در تشخیص ترومبوز سینوس‌های وریدی پرداخته شد.

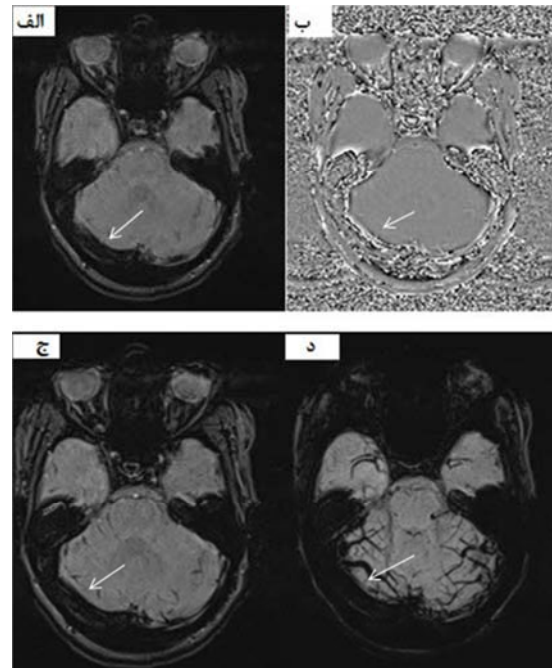
## مواد و روش‌ها

این مطالعه مقطعی، در مرکز تصویربرداری شفا در شهر اصفهان از مرداد ۱۳۹۲ تا شهریور ۱۳۹۳ انجام شد. نمونه‌های مورد مطالعه، ۱۲ بیمار مبتلا به ترومبوز سینوس‌های وریدی مغز (۱۱ زن و یک مرد) بودند که با هماهنگی پزشک متخصص مغز و اعصاب برای انجام MRI با پروتکل T1W، T2W، SWI و PC-MRV به مرکز تصویربرداری ارجاع داده شدند. SWI که چهار نوع تصویر دارد (مگنتیود، فاز، SWI و mIP SWI)، یک سکانس گرادیان‌اکو است که در آن مواد پارامغناطیسی مثل دی‌اکسی‌هموگلوبین، مت‌هموگلوبین، هموسیدرین و مواد دیامغناطیسی مثل کلسیم به‌صورت موضعی باعث ناهمگنی میدان مغناطیسی و ناهمفازی اسپین‌ها می‌شوند؛ در نتیجه مواد پارامغناطیسی و دیامغناطیسی در تصاویر SWI (SWI، mIP SWI و مگنتیود) با شدت سیگنال پایین دیده می‌شوند. جریان خون وریدی در تصاویر SWI با شدت سیگنال بالا نمایش داده می‌شود و کاهش شدت سیگنال قابل توجه از جریان خون وریدی نشان‌دهنده وجود ترومبوز است. جریان خون وریدی در PC-MRV با شدت سیگنال بالا نمایش داده می‌شود و فقدان سیگنال از جریان خون وریدی نشان‌دهنده وجود ترومبوز است. جریان خون وریدی در تصاویر T1W(SE) و

که غیرقابل تشخیص بودند نمره صفر تعلق گرفت [22, 23]. در نهایت، نتایج آن در اختیار متخصص اعصاب قرار گرفت تا روش صحیح درمان را برای بیماران فوق مشخص کند.

## یافته‌ها

بیماران مورد مطالعه شامل ۱۱ نفر زن (۹۱/۷٪) و یک نفر مرد (۸/۳٪) بودند. متوسط سنی نمونه‌ها  $40/92 \pm 12/14$  سال بود. ۸ نفر (۶۶/۶٪) براساس شرح حال گرفته‌شده، از قرص‌های ضدبارداری استفاده می‌کردند و ۱۰ نفر (۸۳/۳٪) از سردرد شکایت داشتند.



**شکل ۱** زن ۲۱ ساله‌ای (بیمار اول) با علایم سردرد، سرگیجه، حالت تهوع و استفراغ، مبتلا به ترومبوز سینوس‌های عرضی، سیگموئید و ورید ژوگولار راست در فاز تحت حاد (۶ تا ۱۵ روز از شروع علایم تا زمان تصویربرداری) بود. فلش سفید نشان‌دهنده وجود ترومبوز در سینوس‌های عرضی و سیگموئید راست است. وجود ترومبوز (متهموگلوبین) به‌عنوان یک ماده پارامغناطیس در سینوس‌های عرضی و سیگموئید باعث ایجاد خطوط تیره در این نواحی شده است. ترومبوز (ج) و SWI سینوس‌های عرضی و سیگموئید راست در تصاویر مگنیتود (الف)، (د) با کاهش شدت سیگنال قابل توجه مشاهده می‌شود. تغییرات MIP SWI سیگنال در تصویر فاز (ب) به‌دلیل مجاورت سینوس‌ها با استخوان‌های کالواریم قابل تشخیص نیست. ترومبوز ورید ژوگولار راست به‌دلیل آرتیفکت پذیرفتاری مغناطیسی حاصله از استخوان‌های تمپورال قابل تشخیص نیست.

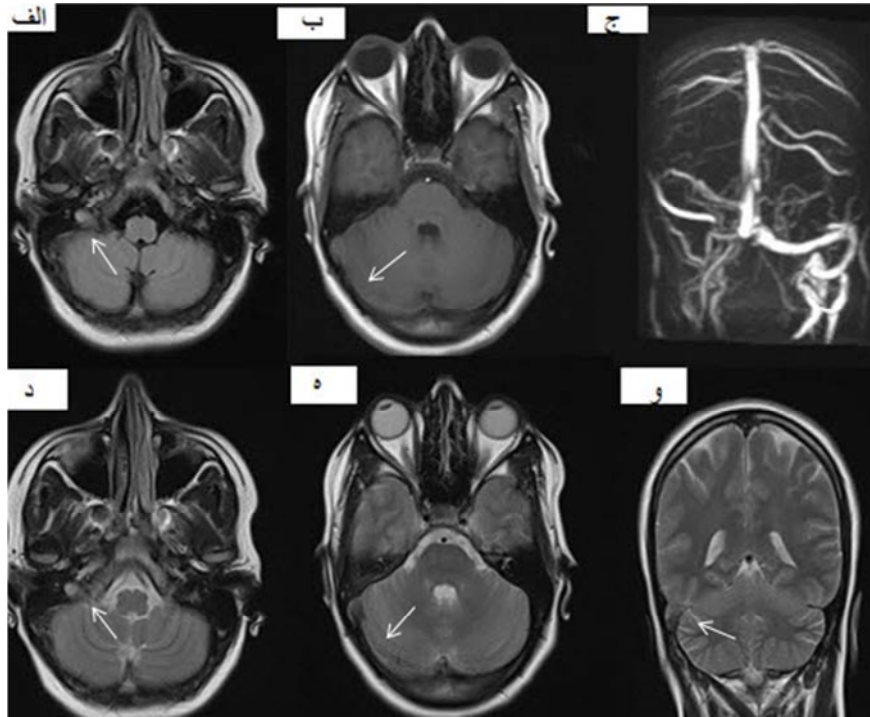
از ۱۲ بیمار مبتلا به ترومبوز سینوس‌های وریدی مغزی، ۳ نفر (۲۵٪) در فاز حاد (طی ۵ روز اول از شروع علایم تا زمان تصویربرداری) و ۹ نفر (۷۵٪) دیگر در فاز تحت حاد (۶ تا ۱۵ روز از شروع علایم تا زمان تصویربرداری) قرار داشتند. ۶ نفر مبتلا به ترومبوز سینوس ساژیتال فوقانی، ۲ نفر مبتلا به ترومبوز سینوس

ساژیتال تحتانی، ۳ نفر مبتلا به ترومبوز سینوس عرضی راست، ۳ نفر مبتلا به ترومبوز سینوس عرضی چپ، ۳ نفر مبتلا به ترومبوز سینوس سیگموئید راست، ۳ نفر مبتلا به ترومبوز سینوس سیگموئید چپ، ۲ نفر مبتلا به ورید ژوگولار راست، ۴ نفر مبتلا به ورید ژوگولار چپ و یک نفر مبتلا به ترومبوز سینوس مستقیم و ورید گالن در مرحله زمانی تحت حاد بودند. ۲ نفر مبتلا به ترومبوز سینوس عرضی چپ و یک نفر مبتلا به ترومبوز سینوس سیگموئید چپ در مرحله زمانی حاد بودند. نتایج مطالعه نشان داد که ترومبوز سینوس‌های وریدی، در سینوس ساژیتال فوقانی با فراوانی ۶ نفر (۵۰٪) و بعد از آن، در سینوس عرضی چپ با فراوانی ۵ نفر (۴۱/۷٪) شایع بود.

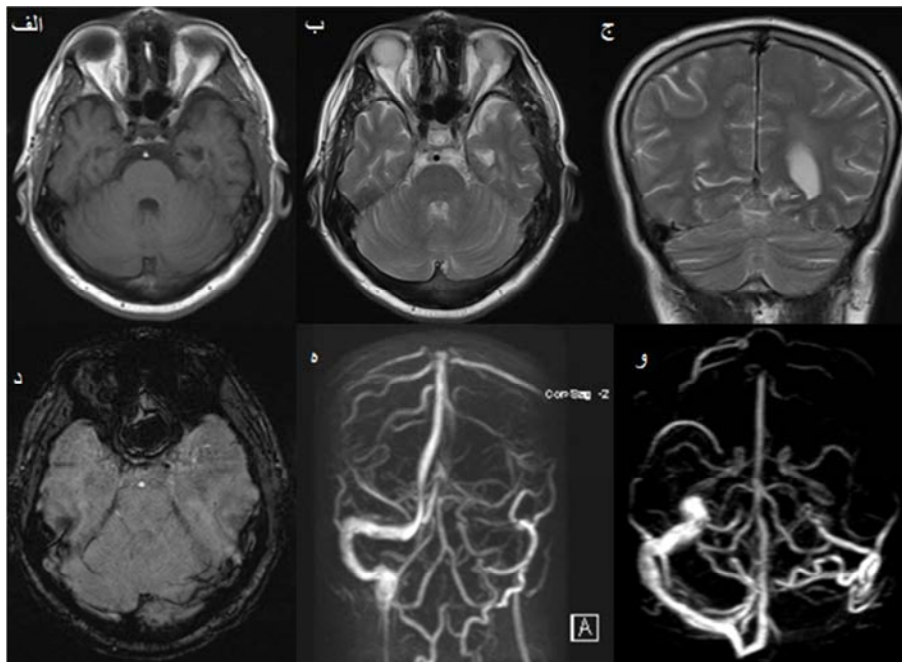
در سکانس T1W نمره صفر به ۵۰٪، نمره یک به ۴۱/۷٪ و نمره ۲ به ۸/۳٪ بیماران، در سکانس T2W نمره صفر به ۲۵٪، نمره یک به ۲۵٪ و نمره ۲ به ۵۰٪ بیماران، در سکانس SWI نمره صفر به صفر٪، نمره یک به ۲۵٪ و نمره ۲ به ۷۵٪ بیماران و در سکانس PC-MRV نیز نمره صفر به صفر٪، نمره یک به صفر٪ و نمره ۲ به ۱۰۰٪ بیماران تعلق گرفت.

ترومبوز سینوس‌های ساژیتال فوقانی، عرضی و سیگموئید در مرحله زمانی تحت حاد قابل تشخیص بودند (شکل‌های ۱ و ۴). ترومبوز سینوس‌های سیگموئید و عرضی در مرحله زمانی حاد به‌طور جزئی مشاهده شدند، ولی برای تشخیص کافی نبودند (شکل ۳). ترومبوز وریدهای ژوگولار به‌دلیل آرتیفکت پذیرفتاری مغناطیسی حاصله از استخوان‌های تمپورال قابل تشخیص نبودند (شکل ۱). یک مورد ترومبوز سینوس مستقیم در مرحله زمانی تحت حاد در داده‌ها وجود داشت که قابل تشخیص بود. دو مورد ترومبوز سینوس ساژیتال تحتانی در مرحله زمانی تحت حاد در داده‌ها وجود داشت که قابل تشخیص بودند (شکل ۴).

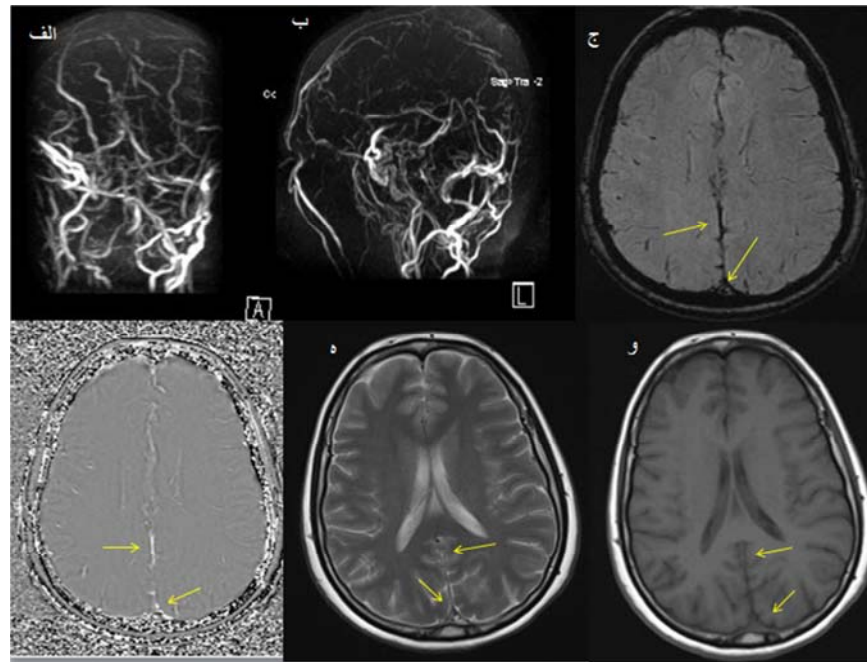
در تمام بیماران، ترومبوز سینوس‌های وریدی مغز در مراحل زمانی حاد و تحت حاد قابل تشخیص بودند (شکل‌های ۲، ۳ و ۴). یک مورد ترومبوز سینوس‌های عرضی و سیگموئید و ورید ژوگولار چپ در مرحله زمانی تحت حاد در تصاویر T1W قابل تشخیص بود. دو مورد ترومبوز سینوس ساژیتال فوقانی و یک مورد ترومبوز سینوس سیگموئید چپ و ورید ژوگولار چپ در مرحله زمانی تحت حاد در تصاویر T2W به‌طور جزئی مشاهده شد، ولی برای تشخیص کافی نبود. در بقیه موارد ترومبوز سینوس‌های وریدی در مرحله زمانی تحت حاد در تصاویر T2W قابل تشخیص بودند (شکل ۲). ترومبوز سینوس مستقیم در مرحله زمانی تحت حاد در تصاویر T2W قابل تشخیص بود. ترومبوز سینوس‌های سیگموئید و عرضی در مرحله زمانی حاد در تصاویر T1W و T2W قابل تشخیص نبودند (شکل ۳). ترومبوز سینوس ساژیتال تحتانی در مرحله زمانی تحت حاد در تصاویر T1W و T2W قابل تشخیص نبودند (شکل ۴).



**شکل ۲** بررسی سکانس‌های روتین MRI و PC-MRV در بیمار اول. ترومبوز ورید ژوگولار داخلی راست در تصویر T1W (الف) و T2W (د) دارای شدت سیگنال بالایی است، ولی ترومبوز سینوس‌های عرضی و سیگموئید راست در تصاویر T1W (ب) و T2W (ه) با شدت سیگنالی به‌صورت هم‌شدت با پارانشیم نمایش داده شده است. سینوس‌های جانبی و بخش قدامی سینوس ساژیتال فوقانی به‌ندرت در نمای اکزیال دیده می‌شوند. ترومبوز سینوس عرضی راست در برش کروئال T2 (و) دارای شدت سیگنال بالایی است. ترومبوز سینوس‌های عرضی و سیگموئید راست و ورید ژوگولار داخلی راست در تصویر MIP PC-MRV (ج) با فقدان سیگنال از جریان خون وریدی مشاهده می‌شود.



**شکل ۳** مرد ۵۴ساله‌ای (بیمار دوم) با علائم سردرد و تاری دید مبتلا به ترومبوز سینوس عرضی چپ در فاز حاد (طی ۵ روز اول از شروع علائم تا زمان تصویربرداری) بود. ترومبوز در تصاویر PC-MRV (ه و و) با فقدان سیگنال از جریان خون وریدی مشاهده می‌شود. ترومبوز (دی‌اکسی‌هموگلوبین) در تصاویر اکزیال T1W (الف) و اکزیال و کروئال T2W (ب و ج) قابل تشخیص نیست. لازم به ذکر است که حساسیت سکانس‌های T1W و T2W در نمایش ترومبوز در مرحله زمانی حاد کمتر است. ترومبوز در فاز حاد در T1W هم‌شدت با پارانشیم و در T2W دارای شدت سیگنال پایینی است. ترومبوز در تصویر SWI (د) دارای کاهش شدت سیگنال جزئی است، ولی برای تشخیص کافی نیست؛ بنابراین حساسیت SWI در نمایش ترومبوز سینوس عرضی در فاز حاد کمتر است.



**شکل ۴** زن ۵۴ ساله‌ای (بیمار سوم) با سردرد شدید میتلا به ترومبوز تمام سینوس‌های دورال در فاز تحت حاد بود. ترومبوز سینوس ساژیتال فوقانی در تصویر T2W (ه) با شدت سیگنال بالا و در تصویر T1W (و) هم‌شدت با پارانشیم است. ترومبوز سینوس ساژیتال تحتانی در تصاویر T1W و T2W (و و ه) قابل مشاهده نیست، به دلیل اینکه ضخامت برش‌های آنها ۵ میلی‌متر است. ترومبوز سینوس‌های ساژیتال فوقانی و تحتانی در تصویر SWI (ج) با کاهش شدت سیگنال قابل توجه مشاهده می‌شود و در تصویر فاز SWI (د) با شدت سیگنال بالا نمایش داده شده است. سکانس SWI در مقایسه با سکانس‌های اسپین‌اکو (T1W و T2W) به اثرات پارامغناطیسی ترومبوز حساسیت بیشتری دارد و ضخامت برش‌های سکانس SWI ۲ میلی‌متر است. ترومبوز سینوس‌های ساژیتال فوقانی و تحتانی در تصاویر PC-MRV (الف و ب) به صورت فقدان سیگنال از جریان خون وریدی سینوس‌ها مشاهده می‌شود.

## بحث

ترومبوز سینوس‌های وریدی، کمیاب و از عوامل مهم استروک است. اغلب، علایم غیراختصاصی بوده و به‌طور اختصاصی با ساختار وریدی درگیر، حضور سیستم کولترال سالم و افزایش فشار داخلی مغز مرتبط است [4].

در تحقیقی که توسط بوسر و گراسارد انجام شد، شیوع ترومبوز در زنان نسبت به مردان ۳ به یک اعلام شد که دلیل عمده آن را استفاده از قرص‌های ضدبارداری بیان کردند [24]. طبق نتایج آماری به‌دست‌آمده در پژوهش ما، شیوع این بیماری در زنان (۹۱/۷٪) بیشتر بود که این شیوع به‌دلیل استفاده از قرص‌های ضدبارداری بود. سردرد، شایع‌ترین و سریع‌ترین علامت بالینی ترومبوز سینوس‌های وریدی مغز است. نتایج مطالعه ما نشان داد که ۸۳/۳٪ بیماران مطالعه ما نیز از سردرد شکایت داشتند که این یافته موافق با نتایج مطالعه آمری و بوسر (۸۱٪ از ۱۱۰ مورد) و دایف (۸۲٪ از ۴۰ مورد) است [25, 26]. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که سینوس ساژیتال فوقانی (۵۰٪) شایع‌ترین محل ترومبوز سینوس‌های وریدی و بعد از آن سینوس عرضی چپ (۴۱/۶٪) بود. نتایج پژوهش ما موافق با نتایج مطالعه لیچ و همکاران است که سینوس ساژیتال فوقانی (۶۲٪) و سینوس عرضی چپ (۴۴/۷٪) به‌ترتیب شایع‌ترین محل ترومبوز از ۶۲۴ مورد بودند [27].

تحقیقات موجود درباره تشخیص ترومبوز سینوس‌های وریدی توسط SWI به‌صورت گزارش موردی است. اکثر تحقیقات با استفاده از سکانس T2\*W انجام شده است، به همین دلیل نتایج SWI در پژوهش ما با T2\*W در مطالعه‌های دیگر مقایسه می‌شود. نتایج پژوهش لیچ و همکاران نشان داد که حساسیت سکانس T2\*W گرادیان‌اکو در مقایسه با سکانس‌های اسپین‌اکو به اثرات پارامغناطیس بیشتر است. در این مطالعه، اثر پذیرفتاری ترومبوز وریدی (در سینوس‌های سخت‌شامه و وریدهای کورتیکال) در تکنیک گرادیان‌اکو نمایش داده شد. نتایج این مطالعه نشان داد که سکانس T2\*W گرادیان‌اکو و بررسی اثر پذیرفتاری ترومبوز در تشخیص ترومبوز در مرحله حاد کمک‌کننده است و این اثر در بخش وریدی در فاز حاد قابل توجه است که به اثرات پذیرفتاری دی‌اکسی‌هموگلوبین مرتبط می‌شد [28]. نتایج پژوهش ما نیز نشان داد که ترومبوز در مرحله زمانی حاد (دی‌اکسی‌هموگلوبین) و تحت حاد (مت‌هموگلوبین) یک اثر پذیرفتاری مغناطیسی تولید می‌کند و منجر به کاهش سیگنال در تصاویر SWI می‌شود و حساسیت SWI در مقایسه با سکانس‌های اسپین‌اکو (T1W و T2W) به اثرات پارامغناطیس بیشتر است.

ایدا و همکاران بیان کردند که T2\*SWI ارزش تشخیصی مکمل در تشخیص ترومبوزهای وریدی مغز دارد، به‌ویژه زمانی که

پیچیدگی فراوانی دارد، محدودیت‌هایی در روند انجام این پروژه به وجود آمد.

نتایج مطالعه ما نشان داد که تصویربرداری پذیرفتاری مغناطیسی ارزش تشخیصی بالایی در نمایش ترومبوز سینوس‌های ساژیتال فوقانی، سینوس‌های عرضی و سیگموئید تحت حاد دارد و بنابراین پیشنهاد می‌شود که SWI را به‌عنوان یک سکانس تکمیلی به سکانس‌های روتین MRI و MRV در تشخیص ترومبوز سینوس‌های وریدی اضافه کنیم. همچنین سکانس PC-MRV در نمایش ترومبوز سینوس‌های وریدی در مراحل زمانی حاد و تحت حاد بسیار مفید بود و پیشنهاد می‌شود که سکانس PC-MRV به‌عنوان استاندارد طلایی در تشخیص ترومبوز سینوس‌های وریدی در نظر گرفته شود. در این مطالعه با توجه به نقش و جایگاهی که تکنیک SWI در تشخیص ترومبوز سینوس‌های وریدی در مغز دارد، پیشنهاد می‌شود که این سکانس به‌عنوان یک سکانس تحقیقاتی و کاربردی در مراکز استروک و بیماری‌های عروقی مغزی مورد استفاده قرار گیرد. همچنین می‌توان با افزایش تعداد بیماران، اطلاعات دقیق‌تری در توانایی این سکانس در تشخیص سینوس‌های وریدی مغزی به‌طور دسته‌بندی‌شده به‌دست آورد. پیشنهاد دیگر به سایر پژوهشگران در این حوزه این است که در پژوهش‌های بعدی، در بیماران مبتلا به ترومبوز وریدی مغز، علاوه بر سکانس‌های روتین MRI، MRV و SWI از سکانس T2\*W گرادیان‌اکو کانوشنال استفاده کنند و یافته‌های به‌دست‌آمده از سکانس SWI با T2\*W گرادیان‌اکو کانوشنال مقایسه شود تا بتوان به نتایج بهتر و دقیق‌تری دست یافت.

### نتیجه‌گیری

تصویربرداری پذیرفتاری مغناطیسی، ارزش تشخیصی بالایی در نمایش ترومبوز سینوس ساژیتال فوقانی، سینوس‌های عرضی و سیگموئید تحت حاد دارد.

### تشکر و قدردانی: این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد

فناوری تصویربرداری پزشکی (گرایش MRI) شعبه بین‌الملل دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی است. مولفان مراتب سپاسگزاری خود را از معاونت محترم پژوهشی شعبه بین‌الملل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی و مرکز تصویربرداری شفا در اصفهان ابراز می‌دارند.

**تاییدیه اخلاقی:** پژوهش حاضر در شعبه بین‌الملل دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید بهشتی به شماره ۳۸۶/پ.ب/ع/۹۰ ثبت شد.

**تعارض منافع:** تعارض منافی وجود نداشته است.

**منابع مالی:** منابع مالی این طرح پژوهشی توسط نویسنده تامین شده است.

حساسیت سکانس‌های دیگر (T1W، T2W و FLAIR) کمتر است. نتایج مطالعه ما نیز نشان داد که SWI در مقایسه با T1W و T2W در نمایش ترومبوز سینوس‌های وریدی حساس‌تر بود<sup>[29]</sup>.

یون و همکاران نشان دادند که حساسیت سکانس T2\*W گرادیان‌اکو در مقایسه با سکانس‌های T1W، T2W و FLAIR به اثرات پارامغناطیس بیشتر است و سکانس‌هایی مانند فلایر و T1W با تزریق در نمایش ترومبوز در فاز حاد مفید نیستند. همچنین آنها بیان کردند که سکانس T2\*W گرادیان‌اکو دارای ارزش تشخیصی بالایی در تشخیص اولیه ترومبوز سینوس‌های وریدی است و تاثیر آن در فاز حاد در نمایش ترومبوز وریدهای مغزی بیشتر است که در تصاویر T2W با شدت سیگنال پایین نمایش داده می‌شود<sup>[22]</sup>. نتایج مطالعه ما نشان داد که سکانس PC-MRV در تشخیص ترومبوز سینوس‌های وریدی در مراحل حاد و تحت حاد بسیار مفید است. همچنین SWI در تشخیص ترومبوز سینوس‌های وریدی در مرحله تحت حاد مفید است، ولی در مرحله حاد مفید نیست.

نتایج مطالعه آنتینکایا و همکاران نشان داد که سکانس T2\*W گرادیان‌اکو ارزش تشخیصی بالایی در نمایش ترومبوز سینوس ساژیتال فوقانی، وریدهای عمقی و وریدهای کورتیکال در مرحله حاد و تحت حاد دارد. همچنین بیان کردند که این سکانس در نمایش ترومبوز در فاز مزمن ارزش تشخیصی ندارد. این اختلاف با اثر پذیرفتاری فرآورده‌های ناشی از شکست هموگلوبین در فاز حاد و تحت حاد مرتبط است<sup>[23]</sup>. ترومبوز سینوس‌های سیگموئید و عرضی در سکانس T2\*W گرادیان‌اکو به‌دلیل آرتیفکت پذیرفتاری قاعده جمجمه قابل تشخیص نیست، اما SWI ارزش تشخیصی بالایی در تشخیص ترومبوز سینوس‌های سیگموئید و عرضی در فاز حاد و تحت حاد داشت، ولی در فاز حاد به‌خوبی قابل تشخیص نبود. سکانس SWI در مقایسه با سکانس T2\*W در نمایش تعداد و اندازه ضایعات نواحی خلفی مغز بالاتر است، زیرا روش‌های پس‌پردازش روی تصاویر SWI انجام می‌شود. به همین دلیل مستعد آرتیفکت کمتری است و همچنین دارای آرتیفکت بلومینگ کمتری نسبت به T2\*W است.

از محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

(۱) مراکز تصویربرداری محدودی، قابلیت انجام تصویربرداری پذیرفتاری مغناطیسی را دارند و به‌دلیل مشکلات مراکز و همچنین تعدد بیماران، تعداد خیلی کمی از مراکز موجود به استفاده از این قابلیت دستگاه تمایل دارند، از این رو انجام این تکنیک تصویربرداری بسیار محدود شده است.

(۲) هزینه بالای تصویربرداری روتین و پذیرفتاری مغناطیسی و همچنین کمیاب‌بودن نوع بیماری، در کاهش تعداد بیماران این مطالعه نقش اساسی داشته است.

(۳) از آنجا که تصویربرداری پذیرفتاری مغناطیسی، تکنیک جدیدی در دانش تصویربرداری به‌حساب می‌آید و تفسیر داده‌های آن

## منابع

- Susceptibility-weighted imaging: Technical aspects and clinical applications, part 1. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2009;30(1):19-30.
- 17- Nair JR, Van Hecke W, De Belder F, Venstermans C, van den Hauwe L, Van Goethem J, et al. High-resolution susceptibility-weighted imaging at 3 T with a 32-channel head coil: Technique and clinical applications. *AJR Am J Roentgenol.* 2010;195(4):1007-14.
- 18- Robinson RJ, Bhuta S. Susceptibility-weighted imaging of the brain: current utility and potential applications. *J Neuroimaging.* 2011;21(4):189-204.
- 19- Meoded A1, Poretti A, Northington FJ, Tekes A, Intrapiromkul J, Huisman TA. Susceptibility weighted imaging of the neonatal brain. *Clin Radiol.* 2012;67(8):793-801.
- 20- Zee CS, Yan Ch. Susceptibility-Weighted Imaging at Ultra-High Field (7 T) in the Evaluation of Brain Tumors. *World Neurosurg.* 2012;77(5-6):654-6.
- 21- Tsui YK, Tsai FY, Hasso AN, Greensite F, Nguyen BV. Susceptibility-weighted imaging for differential diagnosis of cerebral vascular pathology: A pictorial review. *J Neurol Sci.* 2009;287(1-2):7-16.
- 22- Ihn YK, Jung WS, Hwang SS. The value of T2\*-weighted gradient-echo MRI for the diagnosis of cerebral venous sinus thrombosis. *Clin Imaging.* 2013;37(3):446-50.
- 23- Altinkaya N, Demir S, Alkan O, Tan M. Diagnostic value of T2\* -weighted gradient-echo MRI for segmental evaluation in cerebral venous sinus thrombosis. *J Clin Imaging.* 2015;39(1):15-9.
- 24- Bousser MG, Crassard I. Cerebral venous thrombosis, pregnancy and oral contraceptives. *Thromb Res.* 2012;130(Suppl.1):S19-22.
- 25- Ameri A, Bousser MG. Cerebral venous thrombosis. *Neurol Clin.* 1992;10(1):87-111.
- 26- Daif A, Awada A, al-Rajeh S, Abduljabbar M, al Tahan AR, Obeid T, et al. Cerebral venous thrombosis in adults. A study of 40 cases from Saudi Arabia. *Stroke.* 1995;26(7):1193-5.
- 27- Leach JL, Fortuna RB, Jones BV, Gaskill-Shiple MF. Imaging of cerebral venous thrombosis: Current techniques, spectrum of findings, and diagnostic pitfalls. *Radio Graphics.* 2006;26(Suppl.1):S19-41.
- 28- Leach JL, Strub WM, Gaskill-Shiple MF. Cerebral venous thrombus signal intensity and susceptibility effects on gradient recalled-echo MR imaging. *2007;28(5):940-5.*
- 29- Idbaih A, Boukobza M, Crassard I, Porcher R, Bousser MG, Chabriat H. MRI of clot in cerebral venous thrombosis: High diagnostic value of susceptibility-weighted images. *Stroke.* 2006;37(4):991-5.
- 1- Barnett HJ, Hyland HH. Noninfective intracranial venous thrombosis. *Brain.* 1953;76(1):36-49.
- 2- Linn J, Brückmann H. Cerebral venous and dural sinus thrombosis\*: State-of-the-art imaging. *Clin Neuroradiol.* 2010;20(1):25-37.
- 3- Selim M, Fink J, Linfante I, Kumar S, Schlaug G, Caplan LR. Diagnosis of cerebral venous thrombosis with echoplanar T2\*-weighted magnetic resonance imaging. *Arch Neurol.* 2002;59(6):1021-6.
- 4- Caso V, Agnelli G, Paciaroni M. *Handbook on Cerebral Venous Thrombosis.* Basel: Karger; 2008.
- 5- Connor SE, Jarosz JM. Magnetic resonance imaging of cerebral venous sinus thrombosis. *Clin Radiol.* 2002;57(6):449-61.
- 6- Kim BS, Do HM, Marks MP. Diagnosis and Management of Cerebral Venous and Sinus Thrombosis. *Semin Cerebrovasc Dis Stroke.* 2004;4(4):205-16.
- 7- Sajjad Z. MRI and MRV in cerebral venous thrombosis. *J Pak Med Assoc.* 2006;56(11):523-6.
- 8- Eichler F, Krishnamoorthy K, Grant PE. Magnetic resonance imaging evaluation of possible neonatal sinovenous thrombosis. *Pediatr Neurol.* 2007;37(5):317-23.
- 9- Cao G, Parker DL, Sherrill DS, Du YP. Abbreviated moment-compensated phase encoding. *Magn Reson Med.* 1995;34(2):179-85.
- 10- Haacke EM, Reichenbach JR. Susceptibility weighted imaging in MRI : Basic concepts and clinical applications. Canada: Wiley-Blackwell; 2011.
- 11- Lee BC, Vo KD, Kido DK, Mukherjee P, Reichenbach J, Lin W, et al. MR high-resolution blood oxygenation level-dependent venography of occult (low-flow) vascular lesions. *AJNR Am J Neuroradiol.* 1999;20(7):1239-42.
- 12- Reichenbach JR, Haacke EM. High-resolution BOLD venographic imaging: A window into brain function. *NMR Biomed.* 2001;14(7-8):453-67.
- 13- Haacke EM, Xu Y, Cheng YC, Reichenbach JR. Susceptibility weighted imaging (SWI). *Magn Reson Med.* 2004;52(3):612-8.
- 14- Sehgal V, Delproposto Z, Haacke EM, Tong KA, Wycliffe N, Kido DK, et al. Clinical applications of neuroimaging with susceptibility-weighted imaging. *J Magn Reson Imaging.* 2005;22(4):439-50.
- 15- Matsushita T, Anami D, Arioka T, Inoue S, Kariya Y, Fujimoto M, et al. Basic study of susceptibility-weighted imaging at 1.5T. *Acta Med Okayama.* 2008;62(3):159-68.
- 16- Haacke EM, Mittal S, Wu Z, Neelavalli J, Cheng Y-CN.