Journal of Acoustical Engineering Society of Iran, Vol. 10, No. 2, 2023

(Research Article)
Estimation of internal jugular vein pressure in healthy individuals and patients with multiple sclerosis (MS) using ultrasound image processin

K. Rastegari[1, 2], M. Mokhtari-Dizaji[*1], M.H. Harirchian[3], H. Hashemi[4], N. Ayoubi-Yazdi[4], H. Saberi[4]

1. Department of Medical Physics, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University
2. Student Research Committee, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University
3. Iranian Center of Neurological Research, Imam Khomeini Hospital, Faculty of Medical Sciences, Tehran University of Medical Sciences
4. Department of Radiology, Faculty of Medical Sciences, Imam Khomeini Hospital, Tehran University of Medical Sciences

Received: 2023/01/10, Accepted: 2023/03/16

Abstract

Internal jugular vein pressure changes, as one of the central veins, indicate hemodynamic changes in the right side of the heart. Inflammation caused by MS (multiple sclerosis) causes the destruction of the endothelial layer of blood vessels. The aim of the study is to extract the pressure of the internal jugular vein from the changes in the diameter of the vein wall. 42 cases of internal jugular vein with relapsing MS (n=21) and healthy (n=21) groups were studied. Sequential B-mode ultrasound images with a minimum of 30 frames per second were recorded and stored from the jugular vein. The maximum and minimum diameters of the internal jugular vein were extracted from ultrasound images using the maximum gradient algorithm. By using the pressure-diameter relationship, internal jugular vein pressure was extracted. The maximum and minimum pressure of the jugular vein in the group of patients with MS were measured as 5.64 ± 1.62 and 5.05 ± 1.67 cmH_2O in the healthy group as 4.08 ± 1.12 and 3.58 ± 1.06 cmH_2O respectively ($p<0.05$). It is concluded that by using the processing of ultrasound images and estimating the temporal changes in diameter, it is possible to extract the pressure of the jugular vein.

Keywords: Internal jugular vein, Venous pressure, Ultrasound images, Multiple sclerosis disease.

pp. 70-76 (In Persian)

[*] Corresponding author E-mail: mokhtarm@Modares.ac.ir

مقاله پژوهشی

مجله انجمن مهندسی صوتیّات ایران
سال ۱۴۰۱، دوره: ۱۰، شماره: ۲، صفحات: ۷۰-۷۶

برآورد فشار ورید جاگولار داخلی افراد سالم و بیماران مبتلا به مالتیپل اسکلروزیز (اِمِاِس) با استفاده از پردازش تصاویر فراصدا

کیمیا رستگاری[۱،۲]، منیژه مختاری دیزجی[*۱]، محمدحسین حریرچیان[۳]، حسن هاشمی[۴]، نیلوفر ایوبی[۴]، هژیر صابری[۴]

۱. گروه فیزیک پزشکی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس

۲. کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس

۳. مرکز تحقیقات مغز و اعصاب ایران، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، بیمارستان امام خمینی (ره)، دانشگاه علوم پزشکی تهران

۴. گروه رادیولوژی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، بیمارستان امام خمینی (ره)، دانشگاه علوم پزشکی تهران

دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۲۰، پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵

چکیده

تغییرات فشار ورید جاگولار داخلی، به عنوان یکی از وریدهای مرکزی، نشان‌دهنده‌ی تغییرات همودینامیک در سمت راست قلب است. التهاب ناشی از بیماری اِمِاِس موجب تخریب لایه‌ی اندوتلیال عروق می‌شود، هدف از مطالعه، استخراج فشار ورید جاگولار داخلی از تغییرات قطر دیواره‌ی ورید است. ۴۲ مورد ورید جاگولار داخلی مبتلا به بیماری اِمِاِس عودکننده-بهبودیابنده (۲۱ فرد) و گروه سالم (۲۱ فرد)، مورد مطالعه قرار گرفتند. تصاویر متوالی فراصدایی مد بی با کمینه ۳۰ قاب (فریم) در ثانیه، از ورید جاگولار ثبت و ذخیره شدند. بیش‌ترین و کم‌ترین قطر ورید جاگولار داخلی، از تصاویر فراصدایی با استفاده از الگوریتم بیشینه گرادیان استخراج شدند. با استفاده از رابطه‌ی فشار-قطر، فشار ورید جاگولار داخلی استخراج شد. میانگین بیشینه و کمینه فشار ورید جاگولار در دو گروه بیماران مبتلا به اِمِاِس به ترتیب ۱٫۶۲± ۵٫۶۴ و ۱٫۶۷± ۵٫۰۵ سانتی‌مترآب و در گروه سالم به ترتیب ۱٫۱۲± ۴٫۰۸ و ۱٫۰۶± ۳٫۵۸ سانتی‌مترآب، برآورد شد (عددی کم‌تر از ۰٫۰۵). نتیجه‌گیری می‌شود با استفاده از پردازش تصاویر متوالی فراصدایی و برآورد تغییرات لحظه‌ای قطر، امکان استخراج فشار ورید جاگولار وجود دارد.

کلیدواژه‌ها: ورید جاگولار داخلی، فشار وریدی، تصاویر فراصدا، بیماری اِمِاِس.

۱. مقدمه

عملکرد ورید جاگولار داخلی، نشان‌دهنده‌ی چگونگی عملکرد سمت راست قلب است [۱]. از طریق به‌دست آوردن فشار ورید جاگولار داخلی به عنوان یکی از وریدهای مرکزی و هم‌چنین به‌دست‌آوردن تغییرات سرعت جریان خون آن، می‌توان به کیفیت عملکرد سمت راست قلب پی برد [۱]. به‌دست آوردن فشار ورید مرکزی یکی از الزامات در شرایط اورژانسی و در بخش مراقبت‌های ویژه پزشکی می‌باشد [۲]. این فشار هم‌چنین نشان‌دهنده‌ی فشار پرشدگی بطن راست و هم‌چنین میزان تقریبی حجم خون داخل عروق است [۳، ۴]. اطلاع از مقدار فشار ورید مرکزی می‌تواند در تشخیص و مدیریت بیماری‌های حیاتی از جمله نارسایی حاد کلیوی، نارسایی قلبی و غیره کمک‌کننده باشد [۴]. از طرفی در بیماری اِمِاِس[۱]، التهاب ناشی از آن موجب آسیب لایه‌ی اندوتلیال عروق مغزی می‌شود. آسیب لایه‌ی اندوتلیال، آزاد شدن عوامل پیش انعقادی و فعالیت‌های پلاکت‌ها را به دنبال دارد. تمامی این اتفاقات می‌تواند خطر ابتلا به ترومبوآمبولی را افزایش دهند [۵]. مطالعات زیادی به بررسی تغییرات عروقی در بیماران مبتلا به اِمِاِس پرداخته‌اند [۶]. وجود ارتباط بین افزایش شیوع بیماری‌های قلبی عروقی و بیماری اِمِاِس، توسط چندین

* نویسنده پاسخگو: mokhtarm@Modares.ac.ir

[1] MS; Multiple Sclerosis

مطالعه گزارش شده است [۵، ۷]. بررسی‌های انجام‌شده روی تغییرات همودینامیک ورید جاگولار داخلی در بیماران مبتلا به اِمِاِس، دارای نتایج ضد و نقیضی بوده است [۸-۹]. از آن‌جایی که بیماری اِمِاِس، عروق خونی را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۱۰]، اطلاع از فشار ورید جاگولار افراد مبتلا به اِمِاِس، می‌تواند در آگاهی از وجود یا عدم‌وجود تغییرات همودینامیکی در سامانه قلبی-عروقی این افراد، حائز اهمیت باشد.

روش‌های متعددی برای به‌دست‌آوردن فشار ورید مرکزی وجود دارد [۱۱]. یکی از این روش‌ها، استفاده از روش تهاجمی کاتترگذاری در یکی از وریدهای مرکزی است. این روش تهاجمی دارای عوارض جانبی است [۲، ۱۱-۱۲]. یکی دیگر از روش‌های محاسبه‌ی میزان فشار وریدی، به‌دست آوردن ارتفاع خون در ورید جاگولار است. این روش بسیار دشوار بوده و وابستگی زیادی به تعیین درست زاویه‌ی تخت بیمار و محاسبه‌ی دقیق زمان انتهای بازدم دارد [۲]. یکی از روش‌های غیرتهاجمی و آسان در برآورد فشار ورید مرکزی، اندازه‌گیری قطر ورید جاگولار داخلی با استفاده از تصاویر فراصدایی است. در سال ۲۰۱۵، در مطالعه اوگوم و همکاران [۱۲]، ضریب همبستگی بین مساحت ورید و فشار خون در ورید جاگولار داخلی، ۵۵ درصد گزارش شد. در سال ۲۰۰۹، در مطالعه دیگر [۱۱]، ضریب همبستگی قطر ورید جاگولار بیمار و فشار ورید مرکزی، در حالت سوپاین، در انتهای بازدم، ۸۱ درصد بیان شد. به‌منظور به‌دست آوردن قطر و مساحت ورید جاگولار داخلی، از روش‌های محاسبه‌ی دستی و یا محاسبه‌ی اتوماتیک توسط سامانه تصویربرداری فراصدایی، استفاده می‌شود [۱۲-۱۳]. با توجه به وجود تغییرات عروقی در اثر بیماری اِمِاِس، به‌منظور بررسی تغییرات همودینامیکی و چگونگی عملکرد سمت راست قلب این افراد، به‌دست آوردن فشار ورید مرکزی در افراد مبتلا به اِمِاِس از اهمیت ویژه‌ایی برخوردار است. در مطالعه‌ی حاضر، به‌منظور تخمین تغییرات لحظه‌ای قطر عروق، با استفاده از پردازش تصاویر فراصدایی، از الگوریتم بیشینه گرادیان استفاده می‌شود. با استفاده از این الگوریتم، تصاویر سونوگرافی از عروق در راستای طولی ثبت شد. پس از انتقال به رایانه‌ی شخصی و در محیط نرم‌افزار متلب، تجزیه و تحلیل می‌شوند [۱۴]. هدف از این مطالعه برآورد فشار وریدی افراد مبتلا به بیماری اِمِاِس و مقایسه آن با افراد سالم، با استفاده از استخراج تغییرات لحظه‌ایی قطر ورید جاگولار داخلی به کمک تصاویر فراصدایی است. به‌منظور استخراج تغییرات لحظه‌ایی قطر از الگوریتم گرادیان بیشینه استفاده می‌شود.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. انتخاب نمونه

۴۲ نمونه ورید جاگولار داخلی (۲۱ نمونه بیمار مبتلا به اِمِاِس عودکننده-بهبودیابنده[1] و ۲۱ نمونه سالم)، مورد آزمایش قرار گرفتند. نمونه‌های مورد بررسی زنان در محدوه‌ی سنی ۲۰ تا ۴۰ سال می‌باشند. معیارهای خروج این مطالعه شامل، وجود دیگر بیماری‌های سامانه عصبی، وجود مشکلات قلبی عروقی، دیابت، ورزشکاران حرفه‌ای و مصرف دخانیات است. روش انجام این مطالعه مورد تایید کمیته اخلاق دانشگاه تربیت مدرس قرار گرفت.

۲-۲. سامانه تصویربرداری

تصاویر سونوگرافی از عروق جاگولار بیماران و افراد سالم در بخش سونوگرافی بیمارستان امام خمینی (ره) تهران و توسط یک سونولوژیست انجام شد. تمامی تصاویر توسط دستگاه سونوگرافی (فیلیپس، یواِس‌اِی)[2]، مجهز به پروب آرایه خطی با محدوده بسامدی ۶-۱۲ مگاهرتز و امکان تصویربرداری دو-بعدی مد بی، مد اِم و داپلر، با بسامد نمونه‌برداری ۳۰ قاب (فریم) در ثانیه به‌دست آمد. بررسی‌های سونوگرافی با عمق تصویربرداری ۴ سانتی‌متر و عرض تصویر ۵ سانتی‌متر و ابعاد تصویر ۶۶۰ × ۸۴۰ پیکسل، انجام گرفت. با توجه به ابعاد تصویر بر حسب سانتی‌متر، ابعاد هر پیکسل در راستای عمودی و افقی، ۰/۰۶ میلی‌متر به‌دست آمد.

۲-۳. روش انجام کار

قبل از تصویربرداری تمامی نمونه‌ها به مدت ده دقیقه، به منظور ثابت شدن فشار خون و ضربان قلب، در حالت

[1] Relapsing-Remitting MS
[2] Philips, USA

استراحت قرار گرفتند. تصاویر سونوگرافی مد بی از وریدهای جاگولار داخلی به‌صورت طولی، در حد غضروف تیروئید و به مدت زمان ۴ ثانیه، ثبت شد. تصاویر ثبت‌شده با فرمت اِی‌وی‌آی[1]، به رایانه شخصی منتقل شدند. به منظور اندازه‌گیری قطر ورید جاگولار داخلی، تصاویر با استفاده از نرم‌افزار متلب و مجموعه الگوریتم‌های پردازش تصویر از جمله برنامه قاب قاب کردن (فریم فریم کردن) و برنامه‌ی استخراج تغییرات لحظه‌ایی قطر پردازش شد [۱۵].

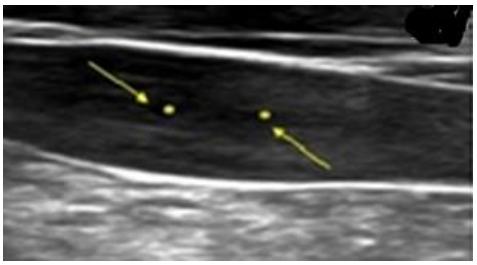
۲-۴. الگوریتم قاب قاب کردن تصاویر متوالی دو-بعدی

با استفاده از این برنامه، فیلم‌های سونوگرافی مورد نظر با فرمت اِی‌وی‌آی به تصاویر و قاب‌های (فریم‌های) متوالی با فرمت بی‌اِم‌پی[2] تبدیل و ذخیره می‌شوند. این برنامه، امکان استخراج ابعاد ماتریس تصویر و هم‌چنین تعداد قاب‌ها در هر ثانیه را فراهم می‌کند.

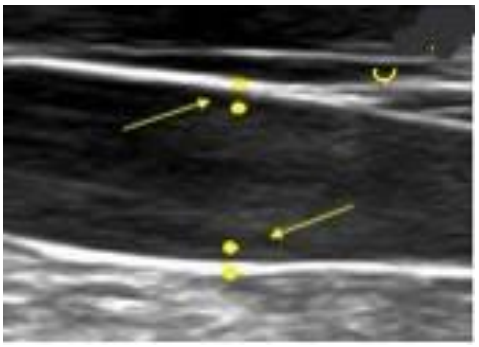
۲-۵. الگوریتم استخراج تغییرات لحظه‌ای قطر

به‌منظور اندازه‌گیری قطر ورید جاگولار داخلی در طول زمان تصویربرداری، برنامه‌ای به‌کار گرفته شد که تلفیقی از دو الگوریتم بیشینه‌ی گرادیان[3] و برنامه‌ریزی پویا[4] است [۱۴-۱۶]. اساس کار این برنامه، یافتن لبه‌های تصویر است. الگوریتم برنامه‌ریزی پویا، بهینه‌سازی تابع هزینه است که با یافتن بهترین خط متناظر با دیواره‌ی عروق انجام می‌شود. در روش گرادیان بیشینه ابتدا نقاطی روی لبه‌های بالایی و پایینی دیواره‌ی رگ انتخاب می‌شوند، سپس برنامه، نقاط تعیین‌شده در لبه‌های بالایی و پایینی رگ را دو به دو توسط پاره‌خط‌هایی به یکدیگر متصل می‌کند. در پایان این مرحله دو نیم‌رخ (پروفیل) بالایی و پایینی لبه‌ها حاصل می‌شود. برای هر کدام از دو نیم‌رخ و به کمک پنجره‌ی جستجو یک تابع هزینه تعریف می‌شود. خط به خط تصویر در راستای افقی اسکن می‌شود. هر خط با کم‌ترین تابع هزینه، بهینه بوده و به عنوان نقطه واقعی و متعلق به لبه در نظر گرفته می‌شود [۱۴-۱۵].

الگوریتم بیشینه گرادیان مسیری عمود بر مرز را جستجو کرده و نقاط با بیشینه گرادیان شدت را انتخاب می‌کند. نقاط مرجع در وسط رگ انتخاب می‌شوند. با اتصال این نقاط به هم و اسکن خط به خط تصویر، گرادیان برای هر یک از خطوط عمودی محاسبه می‌شود. جستجو برای یافتن بیش‌ترین گرادیان خط تصویر در چپ و راست خط تعریف‌شده در وسط شریان و در راستای عمود بر آن، انجام می‌شود [۱۴، ۱۶]. اعتبارسنجی این برنامه قبلاً انجام شده است [۱۶]. به منظور استفاده از الگوریتم اندازه‌گیری قطر ورید، پس از تبدیل فیلم به قاب‌های متوالی، ابتدا در اولین قاب، محدوده جستجوی مربوط به مختصات طولی ورید با استفاده از مارکرهای طولی، مطابق شکل ۱-الف مشخص می‌شوند. سپس مرزهای دیواره‌های قدامی و خلفی ورید جاگولار داخلی، به‌طور تقریبی و به‌صورت دستی با استفاده از دو مارکر جستجو در بالا و پایین دیواره‌های قدامی و خلفی مشخص می‌گردند. بدین ترتیب محدوده جستجو در راستای عرضی مطابق شکل ۱- ب، تعیین می‌شود.



(الف)



(ب)

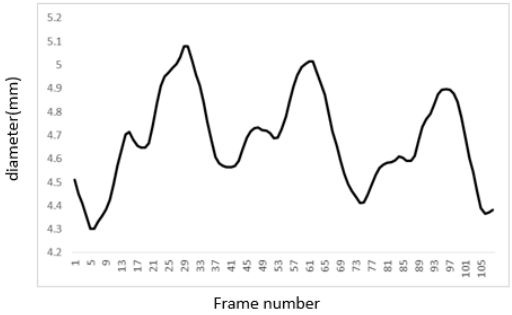
شکل ۱ (الف) محدوده طولی مورد بررسی در قسمت میانی لومن ورید جاگولار داخلی که در اولین قاب انتخاب می‌شود (ب) نقاط نشانه‌گذاری‌شده در دیواره قدامی و خلفی ورید جاگولار داخل.

[1] AVI
[2] BMP
[3] Maximum gradient
[4] Dynamic programming

پس از آن، نمودار تغییرات قطر بر حسب شماره‌ی قاب به‌دست آمد (شکل ۲). با استفاده از این نمودار، بیش‌ترین و کم‌ترین قطر ورید جاگولار داخلی در مدت زمان تصویربرداری برآورد شد. با توجه به رابطه بین فشار و قطر ورید جاگولار داخلی [۱۱]، فشار ورید مرکزی (برحسب سانتی‌مترآب[1])، با استفاده از قطر بیشینه ورید جاگولار داخلی (برحسب میلی‌متر)، در حالت سوپاین، با پردازش تصاویر متوالی فراصدایی و به‌صورت غیرتهاجمی برآورد شد. رابطه فشار-قطر به‌دست‌آمده از این مطالعه به‌صورت زیر می‌باشد:

$$P = -۰٫۰۱۸D^{۲} + ۱٫۱۲۵D - ۱٫۴۲۸$$

که D قطر رگ بر حسب میلی‌متر و P فشار رگ برحسب سانتی‌مترآب است. شبه‌سنج‌های قطر و فشار ورید جاگولار افراد مبتلا به بیماری اِمِاِس و افراد سالم استخراج شدند.



شکل ۲ نمودار تغییرات لحظه‌ای قطر ورید جاگولار بر حسب شماره‌ی قاب (فاصله‌ی هر دو قاب ۳۳ میلی‌ثانیه است).

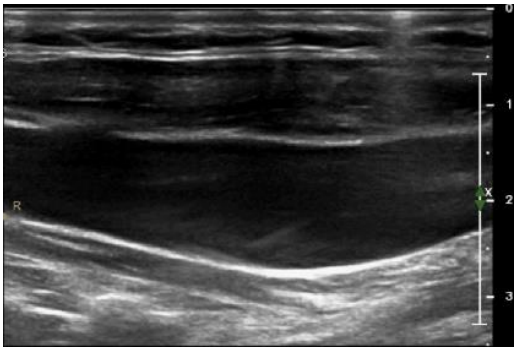
۲-۶. تجزیه و تحلیل آماری

وجود تفاوت معنی‌دار بین نتایج به‌دست‌آمده از دو گروه سالم و بیمار، از طریق آزمون تی-تست، با سطح معنی‌داری ۹۵ درصد بررسی شد.

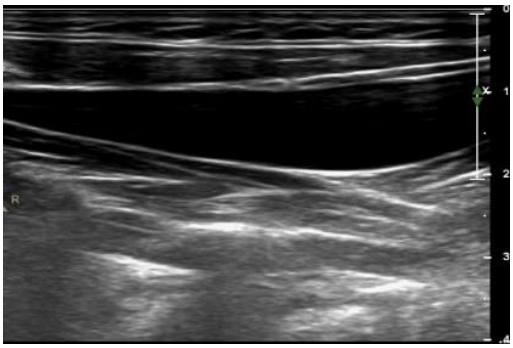
۳. نتایج

نمونه تصاویر مد بی از ورید جاگولار افراد مبتلا به اِمِاِس و افراد سالم در راستای طولی در شکل ۳ آمده است. تغییرات لحظه‌ای قطر ورید جاگولار بر حسب زمان، در افراد سالم و بیمار با استفاده از نرم‌افزار متلب و الگوریتم بیشینه گرادیان استخراج شد (شکل ۴).

میانگین بیش‌ترین و کم‌ترین قطر، به‌منظور کاهش خطا، در سه دوره تغییرات قطر به‌دست آمد. تمامی اندازه‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده است.

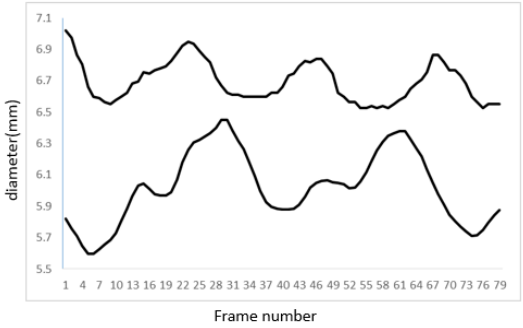


(الف)



(ب)

شکل ۳ تصویر طولی از (الف) ورید جاگولار داخلی بیمار مبتلا به اِمِاِس و (ب) ورید جاگولار داخلی فرد سالم.



شکل ۴ نمودار تغییرات قطر ورید جاگولار سالم (نمودار پایین) و جاگولار بیمار (نمودار بالا)، برحسب شماره‌ی قاب تصویر (فاصله هر دو قاب ۳۳ میلی‌ثانیه است).

از طریق رابطه‌ی موجود بین قطر و فشار ورید جاگولار داخلی (ورید)، بیش‌ترین و کم‌ترین فشار ورید جاگولار افراد سالم و بیمار استخراج و در جدول ۱ آمده است.

[1] cmH_2O

میانگین بیش‌ترین و کم‌ترین قطر ورید جاگولار داخلی افراد سالم، ۱٫۲۱ ± ۵٫۳۸ و ۱٫۱۲ ± ۴٫۸۵ میلی‌متر و میانگین بیش‌ترین و کم‌ترین قطر ورید جاگولار داخلی در افراد مبتلا به اِمِاِس به‌ترتیب ۱٫۸۷ ± ۷٫۱۵ و ۱٫۸۸ ± ۶٫۴۸ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. با استفاده از شبه‌سنج قطر به‌دست آمده، میانگین کم‌ترین و بیش‌ترین مساحت ورید جاگولار داخلی در افراد سالم و بیمار نیز به‌دست آمد. میانگین بیشینه و کمینه فشار ورید جاگولار در دو گروه بیماران مبتلا به اِمِاِس به‌ترتیب ۱٫۶۲± ۵٫۶۴ و ۱٫۶۷± ۵٫۰۵ سانتی‌مترآب و در گروه سالم به‌ترتیب ۱٫۱۲± ۴٫۰۸ و ۱٫۰۶ ± ۳٫۵۸ سانتی‌مترآب، برآورد شد. با توجه به نتایج به‌دست آمده در جدول ۱، تمایز معنی‌داری بین میانگین بیش‌ترین قطر و کم‌ترین قطر و هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین مساحت ورید جاگولار داخلی افراد سالم و مبتلا به بیماری اِمِاِس به‌دست آمد. پس از برآورد میانگین بیش‌ترین و کم‌ترین فشار ورید جاگولار، تمایز معنی‌داری میان گروه‌های سالم و بیمار مشاهده شد (عدد پی کوچک‌تر از ۰٫۰۵).

جدول ۱ میانگین قطر، مساحت و فشار به‌دست‌آمده از ورید جاگولار افراد سالم و بیمار.

شبه‌سنج‌ها	گروه سالم n=۲۱	گروه اِمِاِس n=۲۱	عدد پی
بیشینه قطر (میلی‌متر)	۵٫۳۸ (۱٫۲۱)	۷٫۱۵ (۱٫۸۰)	۰٫۰۰۱
کمینه قطر (میلی‌متر)	۴٫۸۵ (۱٫۱۲)	۶٫۴۸ (۱٫۸۸)	۰٫۰۰۱
بیشینه مساحت (میلی‌مترمربع)	۲۳٫۸۹ (۱۰٫۵۰)	۴۲٫۸۶ (۲۱٫۸۷)	۰٫۰۰۱
کمینه مساحت (میلی‌مترمربع)	۱۹٫۴۲ (۸٫۷۷)	۳۶٫۶۹ (۱۹٫۹۶)	۰٫۰۰۱
بیشینه فشار ورید (سانتی‌مترآب)	۴٫۰۸ (۱٫۱۲)	۵٫۶۴ (۱٫۶۲)	۰٫۰۰۱
کمینه فشار ورید (سانتی‌مترآب)	۳٫۵۸ (۱٫۰۶)	۵٫۰۵ (۱٫۶۷)	۰٫۰۰۲

متوسط تغییرات قطر و فشار در افراد سالم و بیمار مبتلا به اِمِاِس اندازه‌گیری شد. این نتایج در جدول ۲ آمده است.

متوسط تغییرات قطر و تغییرات فشار (تفاضل مقدار بیشینه و کمینه) در افراد سالم به‌ترتیب ۰٫۳۰ ±۰٫۵۳ میلی‌متر و ۰٫۲۷ ±۰٫۵۰ سانتی‌مترآب و متوسط تغییرات قطر و فشار در افراد بیمار اِمِاِس به‌ترتیب ۰٫۴۸ ±۰٫۶۷ میلی‌متر و ۰٫۴۴ ±۰٫۵۹ سانتی‌مترآب، اندازه‌گیری شد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، تمایز معنی‌داری میان تغییرات قطر و فشار در افراد سالم و بیماران مبتلا به اِمِاِس مشاهده نشد (عدد پی بزرگ‌تر از ۰٫۰۵).

جدول ۲ متوسط تغییرات قطر و فشار ورید جاگولار در دو گروه سالم و بیمار مبتلا به اِمِاِس عودکننده- بهبودیابنده.

شبه‌سنج‌ها	گروه سالم n=۲۱	گروه اِمِاِس n=۲۱	عدد پی
تغییرات قطر	۰٫۵۳ (۰٫۳۰)	۰٫۶۷ (۰٫۲۸)	۰٫۲۹
تغییرات فشار	۰٫۵۰ (۰٫۲۷)	۰٫۵۹ (۰٫۴۴)	۰٫۴۴

۴. بحث

به دلیل اهمیت فشار ورید مرکزی، به عنوان عامل نشان‌دهنده تغییرات همودینامیک سمت راست قلب و هم‌چنین عامل نشان‌دهنده‌ی میزان حجم خون قلب در پایان دیاستول، روش‌های متعددی به‌منظور دست‌یابی به این فشار به‌کار گرفته می‌شود. فشار وریدی، به‌عنوان عامل کمک‌کننده در تشخیص و مدیریت بیماری‌های حیاتی از جمله نارسایی حاد کلیوی، نارسایی قلبی و غیره، اطلاع از فشار ورید جاگولار افراد مبتلا به اِمِاِس، می‌تواند در آگاهی از وجود یا عدم وجود تغییرات همودینامیکی در سامانه قلبی عروقی این افراد، حائز اهمیت باشد [۱۷]. در مطالعات انجام‌شده روی فشار ورید مرکزی، محدوده‌ی طبیعی فشار ورید مرکزی (از جمله ورید جاگولار داخلی) در افراد سالم، ۳ تا ۶ سانتی‌مترآب (۲ تا ۵ میلی‌مترجیوه)، گزارش شده است [۱۸]. از دلایل افزایش فشار وریدی، می‌توان به نارسایی قلبی یا به عبارتی کاهش برون‌ده قلبی، افزایش حجم خون داخل عروقی، افزایش تون رگ‌های بزرگ در سراسر بدن (تون عروق به معنای درجه انقباض رگ، نسبت به حالت بیشینه گشادشدگی خودش می‌باشد) و کامپلیانس وریدی اشاره کرد [۱۹-۲۰]. در

مطالعه دوناهو و همکاران [۱۱]، با استفاده از تصاویر فراصدایی، مقطعی از ورید جاگولار داخلی بررسی شد و قطر ورید محاسبه شد. با اندازه‌گیری فشار وریدی از روش تهاجمی کاتترگذاری، ضریب همبستگی بین قطر ورید و فشار آن حاصل شد. در این مطالعه، ضریب همبستگی بین قطر و فشار ورید جاگولار، در حالت سوپاین و در انتهای بازدم، ۸۱ درصد برآورد شد. در مطالعه حاضر، پس از اندازه‌گیری تغییرات قطر ورید به‌صورت لحظه‌ای، با استفاده از رابطه‌ی به‌دست‌آمده از مطالعه دوناهو، تغییرات لحظه‌ای فشار، هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین فشار ورید جاگولار داخلی در حالت خوابیده، در بیماران مبتلا به اِمِاِس و افراد سالم، برآورد شد. اگر چه محدوده‌ی میانگین فشار به‌دست‌آمده در تمامی گروه‌های مورد بررسی، بین ۳ تا ۶ سانتی‌مترآب به‌دست آمد، اما به‌صورت کلی، بیشینه و کمینه فشار وریدی، در بیماران مبتلا به اِمِاِس، بیش‌تر از افراد سالم است، به‌طوری که فشار وریدی در افراد مبتلا به پی‌پی‌اِمِاِس[1]، بیش‌ترین و فشار وریدی در افراد سالم کم‌ترین مقدار مشاهده شد. این افزایش بیشینه و کمینه فشار وریدی در بیماران مبتلا به اِمِاِس، نسبت به افراد سالم به ترتیب ۳۱ و ۳۹ درصد مشاهده شد که می‌تواند یکی از عوامل نشان‌دهنده‌ی تغییرات همودینامیکی در سامانه قلبی عروقی افراد مبتلا به اِمِاِس باشد.

اندازه‌گیری قطر ورید جاگولار داخلی به‌عنوان یکی از وریدهای مرکزی، به منظور تخمین فشار وریدی، روشی ساده و غیرتهاجمی است. از طرفی با توجه به این موضوع که در بیماری اِمِاِس، التهاب ناشی از آن موجب تخریب لایه‌ی اندوتلیال عروق می‌شود [۲۱]، تغییرات حجم جریان خون در وریدها و به دنبال آن تغییرات قطر ورید، به شبه‌سنج‌های مختلفی از قبیل فاز تنفسی، ضربان قلب، پوزیشن بیمار و فشار ماهیچه‌های اطراف وریدها بستگی دارد [۲۲]. تمامی این عوامل می‌توانند بر دوره تغییرات قطر ورید برحسب زمان تأثیرگذار باشند. به‌طور معمول بیش‌ترین حجم جریان خون در ورید جاگولار داخلی (بیش‌ترین قطر ورید) در انتهای بازدم و کم‌ترین حجم جریان خون (کم‌ترین قطر) در انتهای دم مشاهده می‌شود.

[1] PPMS

با توجه به نمودار تغییرات لحظه‌ای قطر به‌دست‌آمده از ورید جاگولار داخلی، به‌نظر می‌رسد تغییرات قطر ورید بیش‌تر متأثر از ضربان قلب است و تنفس دخالت کم‌تری در تغییرات قطر وریدی در این حالت دارد. این نتیجه در مطالعه دیگری [۲۲] نیز اشاره شده است. بنابراین احتمال مشاهده‌ی تغییرات همودینامیکی در سامانه قلبی-عروقی این افراد وجود دارد. به‌منظور استخراج فشار وریدی افراد مبتلا به اِمِاِس و مقایسه آن‌ها با افراد سالم، در این مطالعه، از الگوریتم بیشینه گرادیان، برای تخمین تغییرات لحظه‌ای قطر ورید جاگولار داخلی استفاده شد. با استفاده از همبستگی تغییرات قطر و فشار وریدی، امکان استخراج فشار ورید جاگولار پیشنهاد شد. نویسندگان در ادامه از این شبه‌سنج برای بررسی تمایز افراد بیمار اِمِاِس در زیر گروه‌های بیماری استفاده خواهند کرد.

تقدیر و تشکر

این تحقیق قسمتی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته فیزیک پزشکی دانشکده علوم پزشکی دانشگاه تربیت مدرس است. نویسندگان از حمایت دانشگاه تربیت مدرس تشکر می کنند.

تضاد منافع

این مطالعه تضاد منافع ندارد.

فهرست منابع

[1] P.C. Balfour, J.A. Gonzalez, C.M. Kramer, “Non-invasive assessment of low-and intermediate-risk patients with chest pain,” Trends in Cardiovascular Medicine, vol. 27, no.3, pp.182-189, 2017.

[2] M. Avcil, M. Kapci, B. Dagli, I.K. Omurlu, E. Ozluer, K. Karaman, A. Yilmaz, C. Zencir, “Comparision of ultrasound-based methods of jugular vein and inferior vena cava for estimating central venous pressure,” International Journal of Clinical and Experimental Medicine, vol. 8, no. 7, pp. 10586-10594, 2015.

[3] B. Siva, A. Hunt, N. Boudville, “The sensitivity and specificity of ultrasound estimation of central venous pressure using the internal jugular vein,” Journal of Critical Care, vol. 27, no. 3, pp. 315e7-315e11, 2012.

[4] U.A. Baumann, C. Marquis, C. Stoupis, T.A. Willenberg, J. Takala, S.M. Jakob, "Estimation of central venous pressure by ultrasound," Resuscitation, vol. 64, no. 2, pp. 193-199, 2005.

[5] M.G. Caprio, C. Russo, A. Giugliano, M. Ragucci, M. Mancini, "Vascular disease in patients with multiple sclerosis: A review," Journal of Vasc Medicine Surg, vol. 4, no. 2, pp. 746-53, 2016.

[6] C. Confavreux, S. Vukusic, T. Moreau, P. Adeleine, "Relapses and progression of disability in multiple sclerosis," New England Journal of Medicine, vol. 343, no. 20, pp. 1430-8, 2000.

[7] M. D'haeseleer, M. Cambron, L. Vanopdenbosch, J. De Keyser, "Vascular aspects of multiple sclerosis," The Lancet Neurology, vol. 10, no. 7, pp. 657-666, 2011.

[8] P. Zamboni, R. Galeotti, E. Menegatti, A.M. Malagoni, G. Tacconi, S. Dall'Ara, I. Bartolomei, F. Salvi, "Chronic cerebrospinal venous insufficiency in patients with multiple sclerosis," Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry, vol. 80, no. 4, pp. 392-9, 2009.

[9] F. Doepp, F. Paul, J.M. Valdueza, K. Schmierer, S.J. Schreiber, "No cerebrocervical venous congestion in patients with multiple sclerosis," Annals of Neurology, vol. 68, no. 2, pp. 173-183, 2010.

[10] A. Minagar, W. Jy, J.J. Jimenez, J.S. Alexander, "Multiple sclerosis as a vascular disease," Neurological Research, vol. 28, no. 3, pp. 230-235, 2006.

[11] S.P. Donahue, J.P. Wood, B.M. Patel, J.V. Quinn, "Correlation of sonographic measurements of the internal jugular vein with central venous pressure," The American Journal of Emergency Medicine, vol. 27, no. 7, pp. 851-855, 2009.

[12] C. Ogum, S. Hariharan, D. Chen, "Non-invasive central venous pressure estimation by ultrasound-guided internal jugular vein cross-sectional area measurement," Biomedical Physics and Engineering Express, vol. 2, no. 2, pp. 25-24, 2016.

[13] K. Marr, D. Jakimovski, M. Mancini, E. Carl, R. Zivadinov, "Jugular venous flow quantification using Doppler sonography," Ultrasound in Medicine and Biology, vol. 44, no. 8, pp. 1762-1769, 2018.

[14] E. Soleimani, M. Mokhtari-Dizaji, H. Saberi, "Carotid artery wall motion estimation from consecutive ultrasonic images: Comparison between block-matching and maximum-gradient algorithms," The Journal of Tehran Heart Center, vol.6, no. 2, pp. 72-78, 2011.

[15] E. Soleimani, M. Mokhtari Dizaji, N. Fatouraee, H. Saberi, "Stress distribution analysis in healthy and stenosed carotid artery models reconstructed from in vivo ultrasonography," Ultrasonography, vol. 40, no. 3, pp. 428-441, 2021.

[16] M. Rafati, M. Mokhtari-Dizaji, H. Saberi, H. Grailu, "Automatic measurement of instantaneous changes in the walls of carotid artery with sequential ultrasound images," Physiology and Pharmacology, vol. 13, no. 3, pp. 308-18, 2009.

[17] S.K. Lin, Y.J. Chang, F.Y. Yang, "Hemodynamics of the internal jugular vein: an ultrasonographic study," Tzu Chi Medical Journal, vol. 21, no. 4, pp. 317-22, 2009.

[18] B. Siva, A. Hunt, N. Boudville; "The sensitivity and specificity of ultrasound estimation of central venous pressure using the internal jugular vein," Journal of Critical Care, vol. 27, no. 3, pp. 315-320, 2021.

[19] A. Najafi, "Control of vascular tone how is the degree of vascular constriction regulated?," Nursing and Midwifery Journal, vol. 4, no. 1, pp. 39-52, 2006.

[20] T. Sakaguchi, A. Hirata, K. Kashiwase, Y. Higuchi, T. Ohtani, Sakata Y, Yasumura, "Relationship of central venous pressure to body fluid volume status and its prognostic implication in patients with acute decompensated heart failure," Journal of Cardiac Failure, vol. 26, no. 1, pp. 15-23, 2020.

[21] E.M. Haacke, Y. Ge, S.K. Sethi, S. Buch, P. Zamboni, "An overview of venous abnormalities related to the development of lesions in multiple sclerosis," Frontiers in Neurology, vol. 12, no. 561458, pp. 1-17, 2021.

[22] M.M. Laganà, M. Di Rienzo, F. Rizzo, C. Ricci, S. D'Onofrio, L. Forzoni, P. Cecconi, "Cardiac, respiratory and postural influences on venous return of internal jugular and vertebral veins," Ultrasound in Medicine and Biology, vol. 43, no. 6, pp. 1195-204, 2017.