

اندازه گیری قطر قدامی - خلفی ورید اجوف تحتانی توسط سونوگرافی به عنوان یک روش غیر تهاجمی در تخمین میزان فشار ورید مرکزی در بیماران بستری در بخش مراقبت های ویژه

دکتر رضا نفیسی مقدم^{۱*}، دکتر محمد رضا میرجلیلی^۲، دکتر نادر نوری ماجلان^۳

چکیده

مقدمه: تخمین حجم مایعات داخل عروقی در بیماران با جراحی های شدید و یا بستری در بخش مراقبت ویژه بسیار ضروری می باشد. در حال حاضر روش دقیق برای تخمین نیاز بدن به مایعات، اندازه گیری فشار ورید مرکزی (CVP) است که روش تهاجمی می باشد. از مدت ها قبل اندازه گیری قطر ورید اجوف تحتانی (IVC) توسط سونوگرافی به عنوان روش ساده و قابل دسترس جهت تخمین حجم مایعات داخل عروقی مطرح شده است. هدف از این مطالعه تخمین حجم مایعات مورد نیاز بیماران در بخش مراقبت ویژه است که با استفاده از اندازه گیری قطر قدامی - خلفی ورید اجوف تحتانی توسط سونوگرافی صورت گرفته و با فشار ورید مرکزی مقایسه می شود.

روش بررسی: این مطالعه از نوع توصیفی و به روش مقطعی صورت گرفته است. بیماران بستری در بخش مراقبت ویژه که به هر علتی کاتر ورید مرکزی داشته و علائمی از افزایش فشار دهلیز راست نداشته، انتخاب شدند. در حالت دم و بازدم فشار ورید مرکزی و همچنین توسط سونوگرافی قطر ورید اجوف تحتانی بیماران اندازه گیری شد. داده ها با استفاده از نرم افزار آمار SPSS و آزمون های آماري رگرسیون و ضریب همبستگی پیرسون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج: در بین ۵۰ بیمار میانگین فشار ورید مرکزی در هنگام دم $11/31 \pm 5/59$ سانتی متر آب و در هنگام بازدم $12/20 \pm 5/65$ سانتی متر آب بود. میانگین قطر ورید اجوف تحتانی در هنگام دم $7/71 \pm 3/56$ میلیمتر و در هنگام بازدم $11/97 \pm 3/28$ میلیمتر بود. بین فشار ورید مرکزی و قطر آن همبستگی وجود داشت و ضریب همبستگی آن در حالت دم $0/664$ ($p=0/001$) و در هنگام بازدم $0/495$ ($p=0/001$) بود. در این پژوهش رابطه خطی بین فشار و قطر ورید مرکزی وجود داشت. **نتیجه گیری:** اندازه گیری قطر ورید اجوف تحتانی به عنوان روش غیر تهاجمی و قابل اعتماد می تواند جهت تخمین حجم مایع داخل عروقی به کار رود.

واژه های کلیدی: قطر ورید اجوف تحتانی، سونوگرافی، فشار ورید مرکزی

مقدمه

شدید و یا بستری در بخش مراقبت های ویژه امری دشوار و حیاتی است^(۱). فاکتورهای بسیاری در حفظ تعادل بین فشار هیدروستاتیک عروق و اسمولاریته مایع خارج سلولی مؤثرند که در نهایت باعث تنظیم حجم مایعات بدن می شود. کاهش حجم مایعات داخل عروق می تواند باعث اختلال در کار دستگاه های

تنظیم حجم مایعات داخل عروقی در بیماران با جراحتهای

* نویسنده مسئول: استادیار گروه رادیولوژی
تلفن: ۰۳۵۱-۸۲۲۴۰۰۰ نمابر: ۰۳۵۱-۸۲۲۴۱۰۰

Email:nafisi@ssu.ac.ir

۲-۳ استادیار گروه بیماریهای داخلی

دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد
تاریخ دریافت: ۱۳۸۵/۳/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۵/۱۱/۱۲

ریوی که منجر به افزایش فشار دهلیز راست شود، نداشتند انتخاب شدند. در این روش بیمار به پشت خوابیده و فشار وریدی مرکزی (CVP) توسط کاتتر ورید مرکزی در حالت دم و بازدم تعیین شد. به طور همزمان قطر قدامی - خلفی ورید اجوف تحتانی توسط سونوگرافی ثبت گردید. اندازه گیری ها توسط یک نفر رادیولوژیست و با استفاده از دستگاه سونوگرافی Pie medical مدل 260 و با استفاده از پروب ۳/۵ مگا-هرتز در مقطع پاراساژیتال راست، قسمت سوپراپاتیک ورید اجوف تحتانی مشخص شده و قطر آن درست در بالای محل جدا شدن وریدهای کبدی تعیین گردید.

داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS و تست های آماری رگرسیون و ضریب همبستگی پیرسون (Pearson correlation) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و P کمتر از ۰/۰۵ معنی دار تلقی گردید.

نتایج

در طی این تحقیق بیمارانی که شرایط لازم را داشتند ۵۰ نفر بودند. این بیماران شامل ۵۴/۵٪ مرد (۲۷ نفر) و ۴۵/۵٪ زن (۲۳ نفر) می شدند. میزان فشار ورید مرکزی (CVP) دردم حداقل ۵ و حداکثر ۳۶ سانتی متر آب و در حالت بازدم این میزان حداقل ۶ و حداکثر ۲۸ سانتی متر آب بود. در بررسی سونوگرافی در هنگام دم حداقل قطر ورید اجوف تحتانی ۳ و حداکثر ۱۸ میلیمتر و در زمان بازدم این میزان حداقل ۷ و حداکثر ۲۰ میلیمتر بود. در جامعه مورد بررسی میانگین فشار ورید مرکزی در هنگام دم ۱۱/۳۱ سانتی متر آب با انحراف معیار ۵/۵۹ و در هنگام بازدم ۱۲/۲۰ سانتی متر آب با انحراف معیار ۵/۶۵ بود. میانگین قطر ورید اجوف تحتانی در هنگام دم ۷/۷۱ میلیمتر با انحراف معیار ۳/۵۶ و در بازدم ۱۱/۹۷ با انحراف معیار ۳/۲۸ بود. (جدول ۱).

جدول (۱): میانگین فشار ورید مرکزی و قطر ورید اجوف تحتانی در دم و بازدم

متغیرها	میانگین	انحراف معیار
فشار ورید مرکزی هنگام دم	۱۱/۳۱ سانتیمتر آب	۵/۵۹
فشار ورید مرکزی هنگام بازدم	۱۲/۲۰ سانتیمتر آب	۵/۶۵
قطر ورید اجوف تحتانی هنگام دم	۷/۷۱ میلیمتر	۳/۵۶
قطر ورید اجوف تحتانی هنگام بازدم	۱۱/۹۷ میلیمتر	۳/۲۸

گوارش، ادراری، عصبی، قلبی عروقی و در نهایت منجر به شوک گردد^(۱،۲،۳). مقدار نیاز بدن به مایعات را می توان با معاینات بالینی، تغییرات نبض و فشار خون و کنترل میزان ادرار تخمین زد. در حال حاضر روش دقیق برای تخمین نیاز بدن به مایعات، اندازه گیری فشار وریدی مرکزی (CVP) با گذاشتن کاتتر در ورید اجوف فوقانی از طریق ورید ژوگلار داخلی یا ساب کلارین است که این روش هرچند به صورت مستقیم می تواند فشار ورید مرکزی را اندازه گیری کند ولی تهاجمی بوده و ممکن است عوارضی مانند پنوموتوراکس، هموتوراکس، پارگی عروقی، ترومبوز وریدی، آمبولی ریه و تامپوناد قلبی به دنبال داشته باشد^(۲،۳،۴).

با توجه به مشکلات فوق، از مدت ها قبل اندازه گیری قطر ورید اجوف تحتانی (IVC) توسط سونوگرافی به عنوان روشی ساده و قابل دسترس جهت تخمین حجم مایعات داخل عروقی مطرح شد. مطالعات مختلف در بیمارانی که به صورت مزمن دیالیز می شوند نیز نشان داد که تغییرات قطر IVC و میزان فشرده شدن ورید Compressibility می تواند به عنوان شاخصی جهت برآورد وضعیت حجم مایعات داخل عروقی مورد استفاده قرار گیرد^(۵،۶). مطالعات مشابهی که بر روی بیماران بستری در بخش مراقبت های ویژه انجام شد ارتباط معنی داری بین قطر IVC و فشار ورید مرکزی نشان داد و نتیجه همه آنها این بود که قطر IVC می تواند به عنوان یک روش مکمل در تخمین میزان مایع داخل عروقی مورد استفاده قرار گیرد^(۶،۷،۸). در این بررسی برای تعیین مایع دریافتی مورد نیاز بیماران بخش مراقبت ویژه، با استفاده از سونوگرافی که روش غیرتهاجمی، قابل دسترس و بدون عارضه است، اندازه گیری قطر قدامی - خلفی ورید اجوف تحتانی برای تخمین میزان فشار ورید مرکزی مورد مطالعه قرار گرفته است.

روش بررسی

این مطالعه از نوع توصیفی و به روش مقطعی در بخش های مراقبت ویژه بیمارستان آموزشی شهید صدوقی از مهر ماه ۱۳۸۲ لغایت تیر ماه ۱۳۸۳ صورت گرفت. بیمارانی که به علل مختلف کاتتر ورید مرکزی داشتند و در معاینات بالینی و بررسی گرافی قفسه صدری و اکوکاردیوگرافی علایمی از بیماریهای قلبی و یا

جدول (۲): میزان همبستگی میان فشار ورید مرکزی در هنگام دم و بازدم با قطر ورید اجوف تحتانی هنگام دم و بازدم

فشار ورید مرکزی در دم	فشار ورید مرکزی در بازدم	قطر ورید اجوف تحتانی در دم	قطر ورید اجوف تحتانی در بازدم		
-	۰/۹۹۶	۰/۶۶۴	۰/۵۰۰	Y	فشار ورید مرکزی در دم
	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	P .Value	
۰/۹۹۶	-	۰/۶۶۴	۰/۴۹۵	Y	فشار ورید مرکزی در بازدم
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	P .Value	
۰/۶۶۴	۰/۶۶۴	-	۰/۸۶۹	Y	قطر ورید اجوف تحتانی در دم
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	P .Value	
۰/۵۰۰	۰/۴۹۵	۰/۸۶۹	-	Y	قطر ورید اجوف تحتانی در بازدم
۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	P .Value	

* مقدار ضریب همبستگی به صورت Y نشان داده شده است.

بحث

در این مطالعه میانگین فشار ورید مرکزی در حالت دم $۱۱/۳ \pm ۵/۵$ و در حالت بازدم $۵/۴۵ \pm ۱۲/۲$ سانتی متر آب بود. میانگین قطر IVC در هنگام دم $۳/۵۶ \pm ۷/۷۱$ و در حالت بازدم $۳/۳۸ \pm ۱۱/۹۷$ میلیمتر بود. هرچند در مطالعه Adler و همکاران در سال ۱۹۸۳ قطر نرمال IVC مشخص نشد ولی نشان داد که افزایش قطر IVC بیش از ۲۰ میلیمتر و عدم کلاپس ورید در هنگام دم علامت افزایش ورید مرکزی است.^(۹) Nakao و همکارانش در سال ۱۹۸۷ قطر IVC در افراد سالم را در حالت بازدم ۱۵ ± ۵ میلیمتر^(۱۰) و در مطالعه Hollerbach و همکارانش در سال ۲۰۰۱ قطر IVC را در هنگام دم $۱۰/۵ \pm ۵$ میلیمتر و در حالت بازدم ۴ ± ۱۴ میلیمتر گزارش کردند که این مطالعات با مطالعه فوق همسو است.^(۱۱) در سال ۲۰۰۰ طی مطالعه ای Ning و همکارانش ارتباط مستقیم بین قطر IVC را با میزان حجم مایع داخل عروقی نشان دادند.^(۱۲) این ارتباط توسط Chang و همکارانش در سال ۲۰۰۴ در بیماران مبتلا به نارسایی مزمن کلیه که دیالیز می شدند بررسی شد.^(۱۳،۱۴) در همین سال بر روی کودکان بستری در بخش مراقبت های ویژه مطالعه ای توسط Pershad و همکارانش انجام شد که نشان داد اکوکاردیوگرافی همراه با اندازه گیری قطر IVC روش دقیق و قابل اعتماد برای ارزیابی فونکسیون بطن چپ و حجم مایعات داخل عروق است.^(۱۵) Shizaki و همکارانش در سال ۲۰۰۴ طی مطالعه ای ارتباط خطی بین فشار ورید مرکزی و قطر IVC را نشان دادند.^(۱۶) در سال ۲۰۰۵ مطالعه

نتایج به دست آمده نشان داد که بین فشار ورید مرکزی و قطر آن در هنگام دم، همبستگی (correlation) وجود دارد و ضریب همبستگی آن (y=Coefficient of correlation) برابر ۰/۶۶۴ بود که با توجه به $P=۰/۰۰۱$ معنی دار است. در هنگام بازدم نیز ضریب همبستگی ۰/۴۹۵ محاسبه شد که از لحاظ آماری معنی دار است $P=۰/۰۰۱$ (جدول ۲).

بر اساس ضریب رگرسیون رابطه خطی بین فشار و قطر ورید مرکزی وجود دارد که به ازای هر واحد افزایش قطر ورید اجوف در هنگام دم ۱/۰۴۱ واحد به فشار ورید مرکزی اضافه می شود و در این رابطه $P=۰/۱۰$ و معنی دار نیست (جدول ۳).

جدول (۳): ضرایب رگرسیون ورید اجوف تحتانی با فشار ورید مرکزی در هنگام دم

مدل	B	خطای معیار	T	P.Value
ثابت	-۱/۷۱۴	۱/۵۳۴	-۱/۱۲	۰/۲۷
قطر ورید اجوف تحتانی در دم	۱/۰۴۱	۰/۱۸۱	۵/۷۵	۰/۱۰

جدول (۴): ضرایب رگرسیون ورید اجوف تحتانی با فشار ورید مرکزی در هنگام بازدم

مدل	B	خطای معیار	T	P.Value
ثابت	-۲/۶۸۷	۲/۷۸۰	-۰/۹۶۶	۰/۰۳
قطر ورید اجوف تحتانی در بازدم	۰/۸۲۶	۰/۲۲۴	۳/۶۹۵	۰/۰۰۱

در حالت بازدم به ازای هر واحد افزایش قطر IVC فشار ورید مرکزی ۰/۸۲۶ واحد بالا می رود. در این رابطه $P=۰/۰۰۱$ بوده و از لحاظ آماری معنی دار است (جدول ۴).

اندازه گیری شود دقیقتر از قطر IVC در زمان دم خواهد بود^(۲۴). در این مطالعه یک رابطه خطی بین CVP و قطر IVC به دست آمده به طوری که ازای هر واحد افزایش قطر IVC در هنگام دم، $1/0.4$ CVP واحد افزایش می یابد که از لحاظ آماری معنی دار نیست ($P=0/1$).

در حالت بازدم به ازای هر واحد افزایش قطر ورید اجوف تحتانی $0/826$ واحد CVP افزایش می یابد که با $P=0/001$ از لحاظ آماری معنی دار است. هر چند این یافته ها که با استفاده از ضریب رگرسیون خطی به دست آمد به صورت کمی عددی را برای تعیین فشار ورید مرکزی مشخص می کند ولی مطالعات دیگران نشان می دهد استفاده از اندکس کاوال و یا اندکس کلاپس پذیری معیار دقیق تری جهت نشان دادن میزان فشار ورید مرکزی می تواند باشد^(۲۵،۲۶).

Minutiello و همکارانش طی مطالعه ای که به جای قطر IVC از اندکس کاوال استفاده کردند به این نتیجه رسیدند که اندکس کاوال مساوی یا بیشتر از 20% ، دلیل فشار نرمال ورید مرکزی و اندکس کاوال کمتر از 20% ، نشان دهنده افزایش فشار ورید مرکزی است^(۲۵).

در سال ۲۰۰۲ Remes و همکارانش با استفاده از اندازه گیری قطر IVC، اندکس کلاپس پذیری (Collapsibility index) را به عنوان یک پارامتر برای سنجش هیدراسیون در بیماران همودیالیز مطرح کردند و نشان دادند که اندکس کلاپس پذیری بین $40-75$ درصد دلیل نرمال بودن میزان مایع داخل عروقی است^(۲۶).

Barbier و همکارانش در مطالعه سال ۲۰۰۴ تغییرات قطر IVC را به صورت Distensibility index به عنوان یک فاکتور پیشگویی کننده و دقیق جهت بررسی حجم مایع داخل عروقی مطرح کردند که در بیماران دچار شوک سپتیک و بستری در بخش مراقبت ویژه بخوبی قابل استفاده است^(۲۷).

نتیجه گیری

همان طوری که در مطالعات مشابه مشخص است اندازه گیری قطر IVC به عنوان روش غیر تهاجمی و قابل اعتماد برای تخمین حجم مایع داخل عروقی می تواند به کار رود ولی با توجه به اینکه واریاسیون نرمال قطر IVC به خصوص در حالت دم زیاد

و همکارانش که بر روی بیماران ترومایی انجام شد اثر مثبت اندازه گیری قطر IVC را در شناخت بیماران هیپوولمیک نشان داد^(۱۷).

Lyon و همکارانش در همین سال طی مطالعه ای که بر روی افراد داوطلب اهدای خون انجام دادند وجود رابطه معنی داری بین قطر IVC و حجم خون را نشان دادند و اندازه گیری قطر IVC را معیار قابل اعتمادی برای کاهش حجم خون حتی در مقادیر کم (450 سی سی) ذکر کردند^(۱۸). بر خلاف مطالعات فوق، در مطالعه Marcelino و همکارانش در سال ۲۰۰۴ رابطه معنی داری بین قطر IVC و فشار ورید مرکزی وجود نداشت^(۱۹). در مطالعه دیگری Feissel و دیگر همکاران نشان دادند که آنالیز قطر IVC روش ساده و غیر تهاجمی به منظور تخمین حجم مایع داخل عروقی در بیماران مبتلا به شوک سپتیک است. در این مطالعه اندازه گیری قطر IVC جهت تخمین حجم مایع داخل عروقی ارزش اخباری منفی 92% و ارزش اخباری مثبت 93% داشت^(۲۰).

میانگین فشار ورید مرکزی در افراد نرمال طی مطالعه ای بررسی که توسط Baumann و همکارانش صورت گرفت در حالت بازدم $13/6$ سانتی متر آب معادل 10 میلیمتر جیوه گزارش شد که نتایج آن با مطالعه حاضر همخوانی دارد^(۲۱). در طی بررسی، همبستگی بین قطر IVC و CVP در هنگام دم $0/664$ بود و از لحاظ آماری معنی دار بود. در هنگام بازدم نیز همبستگی بین قطر IVC و CVP $0/497$ بود که با توجه به $P=0/001$ از لحاظ آماری معنی دار است. مطالعه Mandelbaum و همکارانش ارتباط دقیق CVP با قطر IVC را هنگام بازدم با همبستگی $0/72$ نشان داد که نتایج با مطالعه انجام شده همخوانی دارد^(۲۲).

Samir Wafa و همکارانش در مطالعه ای در سال ۱۹۹۸ نشان دادند که قطر IVC در حالت بازدم می تواند به میزان شاخصی برای افتراق فشار نرمال از فشار بالای دهلیز راست به کار رود ولی همبستگی معنی دار بین قطر IVC و فشار متوسط دهلیز راست وجود نداشت^(۲۳). در سال ۲۰۰۲ Bendjelid و همکارانش نشان دادند که قطر IVC به صورت خطی با افزایش فشار دهلیز راست افزایش می یابد ($P=0/0001$). همچنین در این مطالعه مشخص شد که قطر IVC اگر در حالت بازدم و پایان دیاستولیک

را می توان به راحتی از تفاضل قطر IVC در حالت دم و بازدم تقسیم بر قطر IVC در حالت دم به دست آورد .

است، پیشنهاد می شود به جای قطر ورید اجوف تحتانی، تغییرات IVC به صورت Distensibility index جهت بررسی وضعیت همودینامیک بدن مورد استفاده قرار گیرد . این اندکس

References

- 1- Juha P.kokko, Volume disorders, Lee Goldman, Dennis Ausiello. *Cecil Textbook of Medicine* , Saunders .2004 , 22th ed: 669-676.
- 2- Andrew B.Peitzman, Brian G.Harbrecht, Timothy R. Billar, Shok , F.Charles Brunicardi , Dana K, Andersen , Timothy R.Billiar , David L.Dunn , *Schwartzs Principles of Surgery* , Mc Graw-hill . 2005 , 8th ed: 97-98.
- 3- Ronald V.Maier , Approach to the patient with shok , Dennis L.Kasper , Anthony S.Fauci , Dan L.Longo , Eugene Braunwald , Stephen L. Hauser , J. Larry Jameson , *Harrisons principles of Internal Medicine*, Mc Graw-Hill, 2005. 16th ed : 1601-1606.
- 4- Donald B.Downey , *The retroperitoneum and great vessels* , Carol M.Rumack , Stephanie R.Wilson , J.William Charhonneau , *Diagnostic ultrasound* . Mosby . 2003 , 3th ed. Vol 1 :478-480.
- 5-Tetsuka T, Ando Y, Ono S ,Asano Y. *change in inferior vena caval diameter detected by ultrasonography during and after hemodialysis*. ASAIO J . 1995 .Jan-Mar; 41(1): 105-10.
- 6-Rein AJ, Lewis N, Forst L, Gotsman MS, Lewis BS. *Echocardiography of the inferior vena cava in healthy subjects and in patients with cardiac disease*. Isr J Med Sci.1982 May; 18(5):581-5.
- 7-Krepel Hp, Nette Rw, Akcahusein E, Weimar W, Zietse R. *Variability of relative blood volume during haemodialysis*. Nephrology Dialysis Transplantation. 2000 May; 15(5): 673-9.
- 8-Motoyama S, Kitamura M ,Kibira S, Suzuki H, Kamata S, Saita R, et al . *dose central venous pressure reflect the circulating blood volume for the decrement of compliance just after esophagectomy?* Surgery today . 2000; 30(1): 11-15.
- 9-Adler C, Buttner W, Veh R. *Relations of the ultrasonic image of the inferior vena cava and central venous pressure* . Aktuelle Gerontology, 1983 Nov ; 13(6) : 209-13.
- 10-Nakao S, Come PC, Mckay RG, Ransil BJ. *Effects of positional changes on inferior vena caval size and dynamics and correlations with right-sided cardiac pressure*. Am J Cardiology . 1987 Jan 1;59(1) : 125-32.
- 11-Hollerbach S, Schultze K, Muscholl M, Scholmerich J. *Ultrasonography of the inferior vena cava in the diagnosis and monitoring of therapy in patients with chronic congestive heart failure*. Dt Sch Med Wochenschr. 2001 Feb 9; 126(6) : 129-33.
- 12-Ning JP, Xiao Y, Tao LJ, Cao ZH. *Measurement of the inferior vena cava diameter for estimating fluid status in hemodialysis patients*. Hunan Yike Da Xue 2000 Jun 28;25(3): 291-3.
- 13-Chang ST, Chen CL, Chen CC, Lin FC, Wu D. *Enhancement of quality of life with adjustment of*

- dry weight by echocardiographic measurement of inferior vena cava diameter in patients undergoing chronic hemodialysis.* Nephron Clin Pract. 2004 ; 97(3) :90-7.
- 14- Chang ST, Chen CL, Chen CC, Hung KC, *Clinical events occultence and the changes of quality of life in chronic haemodialysis patients with dry weight determined by echocardiographic method.* Int J Clin Pract. 2004 Dec; 58(12) : 1101-7.
- 15- Pershad J, Myers S, Plouman C, Rosson C, Elam K, Wan j and et al. *Bedside limited echocardiography by the emergency physician is accurate during evaluation of the critically ill patient.* Pediatrics. 2004 Dec; 114(6) : 667-71.
- 16- Ishizaki Y, Fukuoka H, Ishizaki T, Kino M, Higashino H, Ueda n and et al. *Measurement of inferior vena cava diameter for evaluation of venous return in subjects on day 10 of a bed-rest experiment.* J APPL Physiology. 2004 Jun;96(6) : 2179-86.
- 17- Yanagavva Y, Nislu K, Sakamoto T, Okada Y. *Early diagnosis of hypovolemic shock by sonographic measurement of inferior vena cava in trauma patients.* J Trauma. 2005 Apr;58(4): 825-9.
- 18- Lyon M, Blaivas M, Brannam L. *Sonographic measurement of the inferior vena cava as a marker of blood loss.* Am J Emergency Medicine. 2005 Jan; 23(1): 45-50.
- 19- Marcelino P, Frade F, Marum S, Fernandes AP, Ribeiro P, Lopes MG. *Cardiac Doppler variation with volume status changes in general intensive care.* Rev Portuguese Cardiology. 2004 Feb; 23(2): 183-96.
- 20- Feissel M, Michard F, Faller JP, Teboul JL. *The respiratory variation in inferior vena cava-diameter as a guide to fluid therapy.* Intensive Care Med. 2004 Sep; 30(9): 1834-7.
- 21- Baumann UA, Marguis C, Stoupis C, Willenoerg TA, Takala J, Jakob SM. *Estimation of central venous pressure by ultrasound.* Resuscitation. 2005 Feb; 64(2): 193-9.
- 22- Mandelbaum A, Ritz E. *Vena cava diameter measurement for estimation of dry weight in haemodialysis patients.* Nephrology Dialysis Transplantation. 1996;11 suppl 2:24-7.
- 23- Samir Wafa, Khaled A, Hameed EL. *Non invasive evaluation of right sides cardiac hemodynamics : A Echocardiographic and Doppler study.* Egypt Heart J. 1998;50(1):19-28.
- 24- Bendjelid K, Romand JA, Walder B, Suter PM, Fournier G. *Correlation between measured inferior vena cava diameter and right atrial pressure depends on the echocardiographic method used in patients who are mechanically ventilated.* J Am Society Echocardiography. 2002 Sep;15(9): 944 -9.
- 25- Minutiello L. *[non-invasive evaluation of central venous pressure derived from respiratory variations in the diameter of the inferior vena cava].* Minerva Cardioangiol. 1993 Oct;41(10): 433-7.
- 26- Remes O, Sulkova S. *Sonographic study of the diameter of the inferior vena cava for optimal ultrafiltration in hemodialysis.* Vnitr – Lek. 2002 Mar;48(3): 210-5.
- 27- Barbier C, Loubieres Y, Schmit C, Hayon J, Ricome JL, Jardin F and et al. *Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients.* Intensive Care Med. 2004 Sep;30(9): 1740-6.