ساخت و طراحی وسیله تثبیت کننده سر برای استریوتاکتیک رادیو سرجری جهت نصب بر تخت شتابدهنده نپتون 10 PC

علیرضا خوش‌بین خوش‌نظر[1*]، سید محمد تقی بحرینی طوسی[2]، عبدالرضا هاشمیان[3]، سیدمحمدحسین بحرینی طوسی[2]، رهام سالک[4]

۱- استادیار گروه فیزیک پزشکی و بیوشیمی دانشگاه علوم پزشکی گلستان

۲- استاد گروه فیزیک پزشکی، مرکز تحقیقات فیزیک پزشکی، پژوهشکده بوعلی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

۳- استادیار گروه فیزیک پزشکی، مرکز تحقیقات فیزیک پزشکی، پژوهشکده بوعلی، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

۴- استادیار گروه انکولوژی- رادیوتراپی، بخش رادیوتراپی بیمارستان امام رضا(ع)، دانشگاه علوم پزشکی مشهد

تاریخ دریافت نسخه اصلاح شده: ۸٤/۸/۲۲ **تاریخ پذیرش مقاله: ۸٤/۱۱/۸**

چکیده

مقدمه: استریوتاکتیک رادیو سرجری روشی برای تابش متمرکز بر ضایعات داخل مغزی است. امروزه رادیوسرجری برپایه شتابدهنده به دو روش نصب بر تخت یا بر پایه انجام می‌شود. در روش اول نیاز به وسیله‌ای برای تثبیت سر بیمار به تخت درمان و جابجا کردن آن با دقت لازم می باشد. در مقاله حاضر، به ساختمان این وسیله که توسط مؤلفین طراحی و ساخته شده است و نیز آزمون های پذیرش جهت بررسی امکان استفاده از آن در درمان پرداخته شده است.

مواد و روشها: وسیله تثبیت سر بر اساس مشخصات تخت شتابدهنده خطی نپتون 10 PC و عملکرد مورد نیاز طراحی و ساخته شد. این وسیله بطور عمده از آلومینیوم ساخته شده است و شامل چهار بخش اصلی: تسمه اتصال به تخت، ساختار پایینی با چهار حرکت، ساختار بالایی با دو حرکت مجهز به یک قفل و دو دسته و یک حلقه نصب قاب استریو تاکتیک می‌باشد. بعنوان آزمون پذیرش وسیله ساخته شده، دقت جابجایی، ثبات مکانیکی و دقت ایزوسنتریک این مجموعه مورد سنجش قرار گرفت.

نتایج: نتایج بررسی‌ها حاکی از دقت جابجایی برابر ۱میلیمتر، عدم ثبات مکانیکی برابر ۱/۶۴ میلیمتر و عدم دقت ایزوسنتریک برابر۳/۲ میلیمتر با سطح اطمینان ۹۵٪ می باشد.

بحث و نتیجه گیری: بر طبق توصیه گزارش (۵۴ AAPM) وسیله تثبیت‌کننده سر باید بتواند سر را با دقت ۱ میلیمتر جابجا کند که دستگاه ساخته شده از این لحاظ کاملاً مطابق با توصیه مذکور می‌باشد.همچنین با در نظر گرفتن عدم دقت ایزو سنتریک که خود شامل عدم ثبات مکانیکی نیز می باشد، میتوان با اطمینان از این وسیله جهت درمان استریوتاکتیک استفاده کرد. (مجله فیزیک پزشکی ایران، دوره ۲، شماره ۷، تابستان ۸۴ : ۳۴-۲۷)

واژگان کلیدی: استریوتاکتیک رادیوسرجری، وسیله تثبیت سر، شتاب دهنده، دقت جابجایی، ثبات مکانیکی

۱- مقدمه

استریو تاکتیک رادیو سرجری[1] (SRS) با تابش دهی خارجی روشی مهم برای درمان ضایعات داخل جمجمه‌ای کوچک مثل: مالفورماسیون‌های شریانی- وریدی [۱]، تومورهای اولیه بدخیم و خوش خیم و متاستازهای منفرد [۲و۳] می باشد. در این روش که اولین بار در سال ۱۹۵۱ توسط لارس لکسل جراح اعصاب سوئدی ابداع شد [٤]، یک دوز بالای تابشی به ضایعه‌ای که به روش استریوتاکتیک مکان یابی شده است در یک نوبت (SRS) یا در چند نوبت (SRT) تحویل

1- Stereotactic Radio Surgery

* نویسنده مسؤول: علیرضا خوش بین خوش نظر

آدرس: گروه فیزیک پزشکی و بیوشیمی، دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی گلستان، akhoshbin@yahoo.com

تلفن: ۴۴۲۱۶۵۱- (۰۱۷۱) ۹۸+

می‌شود و در عین حال بافت‌های نرمال اطراف، دوز قابل تحمل دریافت می‌کنند.

استریوتاکتیک رادیوسرجری با دو روش استفاده از دستگاه اختصاصی گاما نایف و بر پایه شتابدهنده خطی انجام می‌شود. روش دوم که اولین بار بوسیله بتی و درچینسکی گزارش شده است [۵] به سه صورت نصب بر صندلی [٦]، نصب بر پایه [۷] و نصب بر تخت انجام شده است. از میان روش‌های مذکور روش اول کاملاً منسوخ شده است و روش دوم بدلیل احتمال برخورد گنتری با تخت و در نتیجه عدم امکان استفاده از قوس‌های تابشی خلفی کمتر مورد اقبال می‌باشد. با اینحال مزیت این روش مستقل بودن گنتری شتابدهنده از مجموعه نگهدارنده بیمار است [۸].

در حال حاضر روش برتر، نصب بر تخت می‌باشد که مزیت بزرگ آن آزادی عمل کامل در انتخاب طول قوس‌ها، زوایای شروع و پایان هر قوس و فاصله بین قوس‌های تابشی می‌باشد. دقت مکانیکی سیستم به شدت به دقت ذاتی چرخش تخت شتابدهنده بستگی دارد و بنابراین هر شتابدهنده‌ای برای این سیستم مناسب نمی‌باشد.

انتخاب وسایل لازم جهت روش SRS/T بستگی به روش مورد انتخاب، نوع شتابدهنده، سیستم تصویربرداری مورد استفاده و نیز سلیقه گروه درمانگر دارد.

برای راه اندازی روش استریوتاکتیک رادیوسرجری بر روی شتابدهنده خطی نپتون 10PC بیمارستان امام رضا(ع) مشهد روش نصب بر تخت انتخاب گردید و در طراحی قطعات سعی گردید ابزارهای رایج مورد استفاده در دنیا، مد نظر قرار گیرد.

یکی از وسایل ضروری در روش نصب بر تخت، وسیله‌ای است که از طریق آن سر بیمار به تخت درمان تثبیت گردد. این وسیله در بهترین حالت باید دارای ٦ درجه آزادی باشد [۹]، بطوریکه بتواند سر بیمار را در امتداد سه محور مختصات x , y و z جابجا کند و حول این سه محور بچرخاند. همچنین این وسیله، تحت عنوان وسیله تثبیت کننده سر، باید این قابلیت را داشته باشد که پس از حصول موقعیت مناسب برای سر بیمار آنرا در جای خود در طول درمان ثابت نگه دارد.

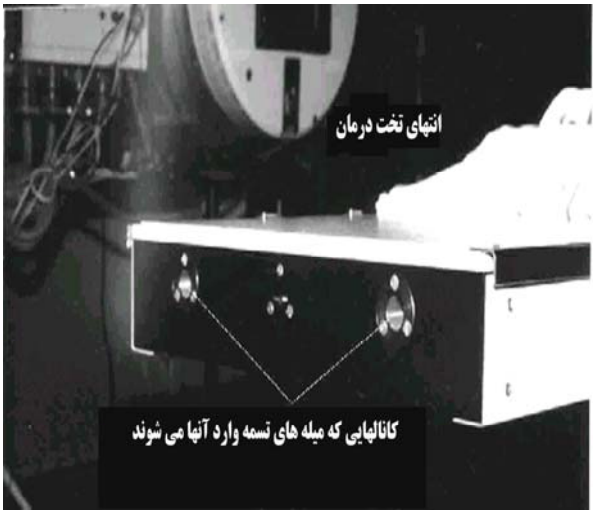
۲- مواد و روشها

۲-۱- تشریح ساختمان وسیله

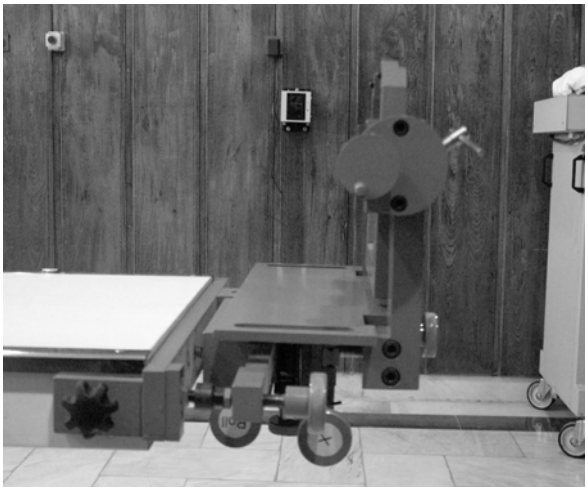
وسیله تثبیت کننده سر بجز یک قطعه متصل به تخت از آلومینیوم ساخته شده است و مشتمل بر ٦۷ قطعه می‌باشد. طراحی قطعات بر اساس نوع حرکات مورد نیاز و ابعاد فیزیکی تخت دستگاه شتابدهنده خطی مورد استفاده و بوسیله بسته نرم افزاری اتوکد صورت گرفت. وسیله تثبیت کننده سر دارای چهار بخش اصلی به شرح می باشد:

۲-۱-۱- تسمه اتصال به تخت: تنها بخش فولادی وسیله تثبیت سر است که باید مطابق با تختی باشد که به آن متصل می گردد. در قسمت انتهایی تخت درمان، شتابدهنده بطور متقارن و بفاصله مساوی از مرکز دو کانال وجود دارد که محل فرو رفتن دو میله از هر وسیله ای است که به آن متصل می گردد (شکل ۱ –الف).

با تبعیت از همین الگو دو میله از تسمه اتصال وارد کانال های مذکور می‌شود. تسمه اتصال دارای سه ضلع است که اضلاع طرفی آن از وسطی کوچکتر است. اضلاع طرفی بوسیله دو پیچ مشتی به طرفین انتهای تخت درمان ثابت می‌شوند (شکل ۱– ب).



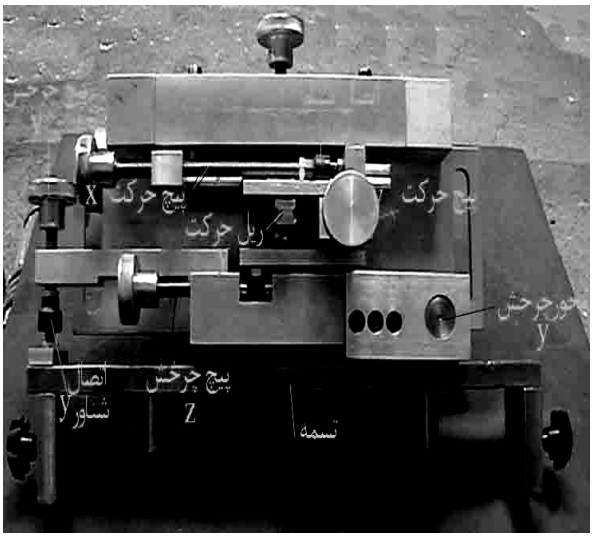
(۱- الف)



(۱- ب)

شکل۱- الف) انتهای تخت درمان شتابدهنده خطی مورد استفاده. ب)اتصال وسیله تثبیت کننده سر به کمک تسمه اتصال به تخت

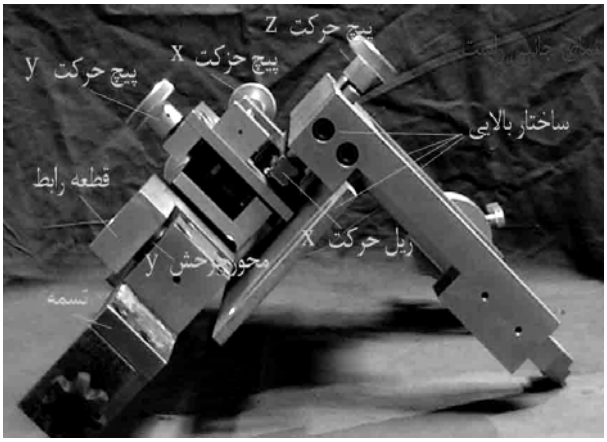
۲-۱-۲- ساختار پایینی: مستقیماً به مرکز تسمه وصل می‌شود و امکان دو حرکت خطی در راستای محورهای X و Y و دو حرکت چرخشی حول محورهای Y و Z را فراهم می‌آورد. محور X در امتداد خط واصل گوش‌ها، محور Y در امتداد خط واصل پشت سر و بینی و محور Z در امتداد خط واصل پاها و سر تعریف می‌شود. حرکات خطی توسط سیستم نقاله‌ای شامل دو بخش اعمال نیرو و هدایت حرکت انجام می‌شود. بخش اعمال نیرو برای حرکات خطی X و Y شامل پیچ‌هایی بطول ۱۶۵ و ۹۰ میلیمتر می‌شود که در انتها توسط اتصال های شناور M6×1.0 به بخش متحرک خود وصل می‌شوند. برای هدایت دقیق حرکات خطی از سیستم های ریل و واگن موجود در بازار استفاده گردید. سیستم‌های نقاله X و Y بر روی دو صفحه پایه در جهات عمود بر هم قرار دارند (شکل ۲).



شکل ۲- نمای خلفی از وسیله تثبیت سر

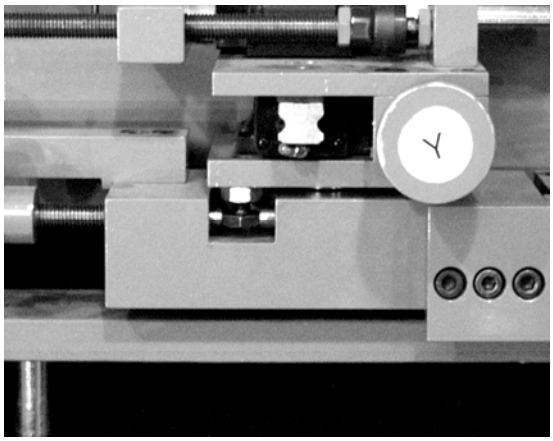
برای حرکات چرخشی نیاز به یک عامل ایجاد گشتاور زاویه ای و یک محور چرخش می‌باشد. برای ایجاد گشتاور زاویه‌ای حول محور Y از پیچی به طول ۱۰۰ میلیمتر استفاده شده است که در انتها از طریق یک اتصال شناور به تسمه اتصال تخت وصل می‌شود (شکل ۲).

محور چرخش Y میله‌ای به قطر ۳۰ میلیمتر است که در سمت راست ساختار پایینی قرار دارد (شکل۳).



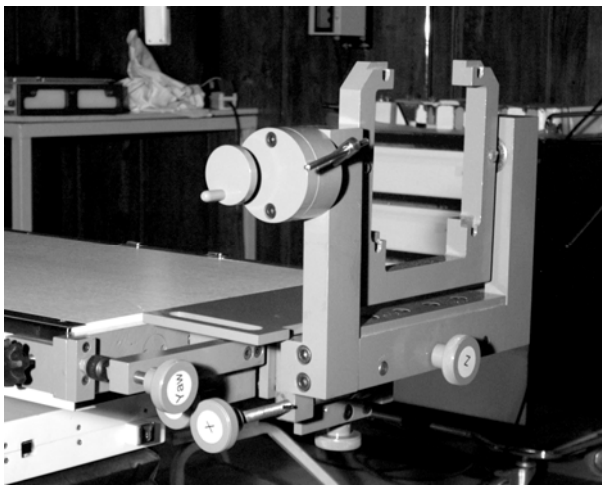
شکل ۳- نمای جانبی راست از وسیله تثبیت کننده سر

برای ایجاد چرخش حول محور Z از سیستم متفاوتی استفاده گردید. محور چرخش Z صفحه پایه سیستم نقاله Y را به قطعه در برگیرنده سیستم چرخش Z وصل می‌کند. در اینجا نیز برای ایجاد گشتاور زاویه‌ای از یک پیچ جهت اعمال گشتاور زاویه ای استفاده شده است. با این حال در انتهای پیچ رابط شناور وجود ندارد، بلکه انتهای پیچ بر زبانه ی عمودی برآمده از زیر صفحه پایه سیستم نقاله Y ، نیرو وارد می‌کند. این نیرو سبب چرخش صفحه پایه مذکور و به تبع آن کل مجموعه در خلاف جهت عقربه های ساعت می‌گردد. درست در مقابل پیچ چرخش Z یک دکمه که پشت آن فنری قوی وجود دارد بر انتهای زبانه عمودی در جهت مخالف نیرو وارد می‌کند تا در جهت حرکت عقربه‌های ساعت ایجاد گشتاور زاویه‌ای کند (شکل ٤).



شکل ٤- نمای نزدیک از سیستم چرخش حول محور z

۲-۱-۳- ساختار بالایی: شامل یک چهارچوبU شکل، یک جعبه دنده، یک صفحه پایه و سیستم نقاله حرکت خطی Z می‌شود. سیستم نقاله حرکت خطی z شامل یک پیچ بلند برای اعمال نیرو و دو میله راهنما جهت هدایت حرکت می‌شود که هر سه وارد ضلع تحتانی چهارچوب U شکل شده و به بخش بالایی ریل حرکت X متصل می‌شوند حلقه نصب قاب استریوتاکتیک از طریق محور کوچک به وجوه داخلی چهارچوب U شکل متصل می‌شود (شکل۵). در بخش خارجی ضلع چپ چهارچوب U شکل جعبه دنده قرار دارد. جعبه دنده حلقه نصب قاب استریوتاکتیک را به آهستگی حول محور X می‌چرخاند که شامل دو چرخ دنده کوچک و بزرگ با نسبت محیط ۲/۵ به ۱ می‌شود. نیروی چرخاننده توسط کاربر به چرخ دنده کوچک اعمال می‌گردد و چرخ دنده بزرگ آنرا از طریق محورهای کوچک در اختیار حلقه نصب قرار می‌دهد. جعبه دنده مجهز به قفلی است که مانع حرکت سر بیمار از موقعیت مورد نظر می‌گردد (شکل۵). صفحه پایه مانع تماس سر بیمار با ساختار پایینی می‌شود. همچنین در طرفین دارای دسته هایی است که حمل و نصب وسیله تثبیت سر را سهولت می‌بخشد.



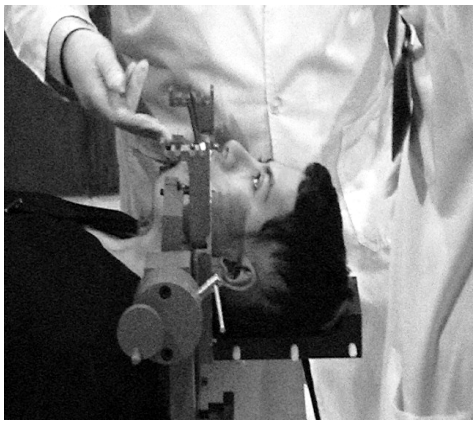
شکل ٥- حلقه نصب قاب استریو تاکتیک که بوسیله دو محور در چهار چوب U شکل قرار میگیرد.

۲-۱-٤- حلقه نصب قاب استریوتاکتیک: داخل چهارچوب U شکل قرار می‌گیرد و به شکل یک مربع بدون ضلع جلویی می‌باشد. در چهارگوشه خود دارای چهار فرورفتگی جهت تثبیت کوپلینگ‌هایی است که از سطح تحتانی قاب استربوتاکتیک خارج می‌شوند.

قاب استریوتاکتیک بخشی از مجموعه وسایل ساخته شده است که از یک سو به سر بیمار (بصورت تهاجمی یا غیرتهاجمی) متصل می‌شود و از سویی دیگر مکان یاب یا جعبه تمرکز دهنده استریوتاکتیک را روی خود نگه می‌دارد.

۲-۲- روش کار با وسیله تثبیت کننده سر

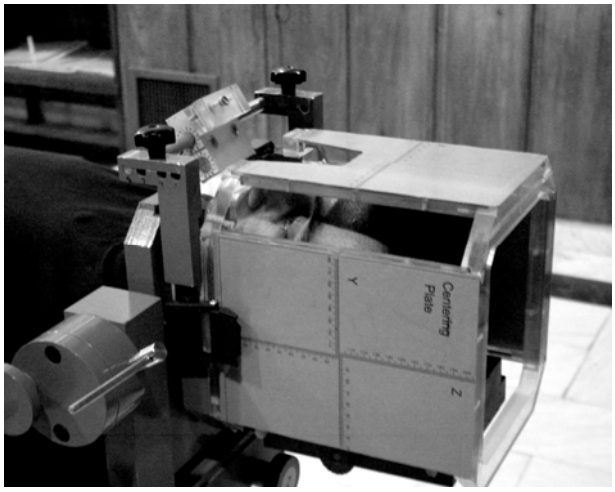
در استریوتاکتیک رادیوسرجری پس از اتصال قاب استریوتاکتیک به سر بیمار مکان یاب روی آن قرار داده می‌شود و از سر بیمار برشهای CT و MRI تهیه می‌شود. پس از انتقال تصاویر به نرم افزار سه بعدی طراحی درمان، مختصات استریوتاکتیک هدف بر اساس مکان علامت های ثابتی که مکان یاب در تصاویر ایجاد می‌کند، تعیین می‌شود. حال بیمار به همراه قاب استریوتاکتیک بر روی تخت درمان منتقل می‌شود. چهار کوپلینگ تحتانی قاب استریوتاکتیک وارد فرورفتگی‌های مربوطه در چهارگوشه حلقه نصب می‌شود و بدین ترتیب سر بیمار کاملاً به "وسیله تثبیت سر" متصل می‌شود (شکل٦).



شکل ٦- نحوه اتصال قاب استریوتاکتیک به حلقه نصب وسیله تثبیت کننده سر

در مرحله آخر جعبه تمرکز دهنده روی قاب استریوتاکتیک نصب می‌شود. جعبه تمرکز دهنده وسیله‌ای است که بر روی سه وجه جلویی و کناری خود محورهای مختصات استریوتاکتیک را نشان می‌دهد. از آنجا که سه شعاع لیزری کناری و سقفی یکدیگر را در ایزوسنتر شتابدهنده قطع می‌کنند وقتی لیزرها روی محورهای مختصات جعبه تمرکز دهنده انداخته می‌شوند عملاً هدف در ایزوسنتز شتابدهنده قرار می‌گیرد (شکل۷).

جابجا کردن بیمار تا رسیدن به موقعیت مطلوب ابتدا به وسیله موتورهای جابجا کننده تخت و سپس برای تنظیمات دقیق به کمک "وسیله تثبیت سر" انجام می‌شود.



شکل ۷- جعبه تمرکز دهنده که بر روی قاب استریوتاکتیک نصب شده است.محورهای مختصات استریوتاکتیک بر روی وجوه کناری و جلویی این وسیله نشان داده شده است.

۲-۳- آزمون پذیرش

برای آنکه وسیله ساخته شده به لحاظ امکان بکارگیری در درمان مورد ارزیابی قرار گیرد تحت " آزمون پذیرش" قرار گرفت. بطور کلی دقت مکانی درمان بستگی به پارامترهای متعددی دارد [۸] به شرح زیر:

- *ثبات و بی‌حرکتی سیستم چهارچوب استریوتاکتیک.*
- *ضخامت برش‌های تصویر و ابعاد پیکسل‌های آن.*
- *دقت فضایی یا ایزوسنتریک شتابدهنده.*
- *جابجائی مغز بین مراحل تصویربرداری و درمان.*

بدلیل کوچک بودن میدان تابشی و بالا بودن دوز تابشی توجه به مقوله آزمون‌های پذیرش از اهمیت خاصی برخوردار است. [۱۰]. در واقع موارد اول و سوم که بطور مستقیم یا غیرمستقیم با وسیله تثبیت سر در ارتباطند در این آزمون ها مورد بررسی قرار گرفتند. آزمون‌های پذیرش برای وسیله ساخته شده در این مطالعه بشرح زیر انجام گردید: ۱- دقت جابجایی، ۲- ثبات مکانیکی و ۳- دقت ایزوسنتریک.

۲-۳-۱- دقت جابجایی: سیستم نقاله وسیله تثبیت سر چنان ساخته شده است که با هر دور چرخش پیچ های نقاله به اندازه ۱/۲۵ میلیمتر جابجایی ایجاد کند. بنابراین با ۰/۸ دور چرخش باید ۱ میلیمتر جابجایی ایجاد کند. جعبه تمرکز دهنده با دقت ۱ ملیمتر مدرج شده است. برای بررسی دقت جابجایی، امکان جابجا نمودن جعبه تمرکز دهنده به اندازه ۱ میلیمتر توسط پیچ های نقاله X,Y,Z مورد بررسی قرار گرفت. با مشاهده مقدار حرکت شعاع لیزر بر روی محورهای مدرج جعبه تمرکز دهنده، دقت جابجایی در سه بعد مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲-۳-۲- ثبات مکانیکی: چنانچه در بخش تشریح ساختمان وسیله ذکر شد، جهت چرخش حول محور X یک جعبه دنده مجهز به قفل تعبیه شده است که قفل مانع حرکت سر پس از حصول موقعیت مناسب می‌شود. برای بررسی ثبات مکانیکی برای آنکه وسیله در شرایط طبیعی اعمال گشتاور وزن سر قرار داشته باشد از فردی خواسته شد تا روی تخت بخوابد و سر خود را روی تثبیت کننده سر قرار دهد. جعبه تمرکز دهنده پس از نصب روی قاب استریوتاکتیک آنقدر توسط سیستم نقاله وسیله تثبیت کننده سر جابجا گردید تا باریکه های لیزر کناری و سقفی روی مختصات ۱۰۰ از هر سه محور مختصات منطبق شود. سپس تخت در زوایای ۰، ۴۵، ۹۰، ۴۵- و ۹۰- درجه چرخانده شد و در هر چرخش مجدداً به زاویه صفر درجه برگردانده شد. مقدار جابجایی شعاع‌های لیزر از مختصات ۱۰۰ روی محور، نشانگر عدم ثبات مکانیکی در امتداد هر محور می‌باشد. این کار برای هر زاویه سه بار انجام شد. جابجایی خالص در هر بار چرخش از جذر مجموع مربع جابجایی در هر بعد (امتداد) بدست می‌آید. باید توجه داشت که میزان جابجایی خالص بدست آمده تابعی از ساختار مکانیکی تخت و وسیله تثبیت سر می باشد که با توجه به شیوه انتخاب شده برای بررسی عدم ثبات مکانیکی، تفکیک این دو از هم غیرممکن است.

۲-۳-۳- دقت ایزوسنتریک: بطور کلی یکی از مهمترین عواملی که بر دقت تحویل دوز در استریوتاکتیک رادیوسرجری تاثیر می‌گذارد دقت ایزوسنتریک مجموعه سخت افزاری درمان می‌باشد. هرچه محل برخورد محور چرخش تخت،کولیماتور و گنتری به نقطه نزدیک تر باشد دقت ایزوسنتریک بالاتر است. آزمون دقت ایزوسنتریک مهمترین آزمونی است که باید قبل از اقدام به استفاده از سیستم استریوتاکتیک برای درمان انجام داد [۱۱]. دقت ایزوسنتریک تابعی از دقت ایزوسنتریک شتابدهنده و ثبات مکانیکی وسیله تثبیت سر است. برای بررسی دقت ایزوسنتریک یک گوی سربی در ایزوسنتر مکانیکی شتابدهنده قرار داده شد و سپس از آن در زوایای مختلف از گنتری و تخت با تابش $100MU$ رادیوگراف های متعددی تهیه شد. فاصله مرکز تصویر از مرکز میدان تابشی نشانگر عدم دقت ایزوسنتریک است.

۳- نتایج

با بررسی دقت جابجایی بوسیله تثبیت کننده سر مشخص گردید که سیستم نقاله براحتی می تواند جابجایی باندازه ۱ میلیمتر را تأمین کند. لازم به توضیح است که عملاً به دلیل ضخامت باریکه لیزر حصول دقت بهتر از یک میلیمتر غیرممکن است. همچنین بررسی ثبات مکانیکی وسیله تثبیت سر نشانگر متوسط ۱/۲٦ میلیمترجابجایی با انحراف معیار ۰/۲۳ میلیمتر می‌باشد که در نتیجه با اطمینان ۹۵٪ عدم یقین ناشی از حرکت وسیله تثبیت سر و تخت برابر ۱/٦٤ میلیمتر خواهد شد (با فرض توزیع نرمال جابجایی وسیله).

نتایج آزمون دقت ایزوسنتریک حاکی از متوسط عدم دقت ایزوسنتریک ۱/۵۵ میلیمتر با انحراف معیار ۰/۹۹ میلیمتر میباشد که به این ترتیب با فرض توزیع نرمال عدم یقین ایزوسنتریک با اطمینان ۹۵٪ برابر ۳/۲ میلیمتر خواهد شد (جدول ۱).

جدول ۱- نتایج آزمون خطای ایزوسنتریک

زاویه گنتری	زاویه تخت	جابجایی ایزوسنتر mm
۰	۰	۰
۳۰	۰	۰
٦۰	۰	۱/٦
۹۰	۰	۰/۷۵
۱۲۰	۰	۲/۸
۱۵۰	۰	۲/۲
۱۸۰	۰	۲/۷۵
۳۳۰	۰	۰
۳۰۰	۰	۰/۷۵
۲۷۰	۰	۱/۵
۲٤۰	۰	۲
۱۸۰	۰	۲/۵
متوسط جابجایی =		۱/٤ ± ۱/۰۷۲ mm
۰	-٤۵	۱/۵
۰	-۹۰	۲/۵
۰	+٤۵	۱/۵
۰	+۹۰	۲/۵
متوسط جابجایی =		۲ ± ۰/۷۵ mm

٤- بحث

یکی از مهمترین عوامل موثر بر دقت درمان در استریوتاکتیک رادیوسرجری بر پایه شتابدهنده به روش نصب بر تخت دقت فضایی دستگاه درمان شامل شتابدهنده و سخت افزار استریوتاکتیک می باشد [۸] که در این امر دو عامل دقت ذاتی چرخش گنتری و ثبات مکانیکی دستگاه تثبیت سر و تخت سهیم می‌باشند. بر طبق توصیه گزارش AAPM ٥٤ دستگاه تثبیت سر باید بتواند قاب استریوتاکتیک متصل به سر را با دقت یک میلیمتر جابجا کند [۸].

با توجه به آنکه جعبه تمرکز دهنده با مقیاس یک میلیمتر مدرج شده است و سیستم نقاله دستگاه تثبیت کننده سر چنان طراحی شده است که با یک دور چرخش پیچ نقاله ۱/۲۵ میلیمتر جابجایی ایجاد می کند براحتی با چرخاندن ۰/۸ دور یک میلی‌متر جابجایی ایجاد می‌شود که مشاهدات عینی نیز آنرا کاملاً تایید می‌کند. بنابراین دقت جابجایی کچ استند کاملاً در محدوده توصیه شده قرار می‌گیرد.

در مورد ثبات مکانیکی، وسیله تثبیت کننده محدوده مشخصی در مراجع ذکر نشده است و آنچه دارای اهمیت است دقت ایزوسنتریک مجموعه سخت‌افزاری درمان می‌باشد که ثبات مکانیکی را نیز در بر می‌گیرد [۱۲].

متوسط عدم یقین ایزوسنتریک ۳/۲ میلیمتر شامل ۱/٦٤ میلیمترعدم ثبات مکانیکی مجموعه وسیله تثبیت کننده سر و تخت و ۱/٥٦ میلیمترعدم دقت ناشی از چرخش گنتری می باشد. متوسط عدم یقین ایزوسنتریک بدست آمده با مقدار توصیه شده ۲ میلیمتر تفاوت دارد که به نظر می رسد بخش معنی دار آن مربوط به تخت شتابدهنده و نه وسیله تثبیت سر باشد.

در واقع نتایج سایر محققین در مورد عدم یقین درمان در سیستم‌های استریوتاکتیک با شتابدهنده بروش نصب بر تخت نشاندهنده آن است که تخت شتابدهنده یکی از حلقه های ضعیف در زنجیره عوامل موثر است [۱۳] که به طور خاص در

مورد شتابدهنده مورد استفاده در این تحقیق، این امر می تواند محتمل‌تر باشد.

۵- نتیجه گیری

دستگاه تثبیت کننده سر بخشی از مجموعه سخت افزاری ساخته و طراحی شده جهت راه اندازی روش استریوتاکتیک رادیوسرجری می باشد. نتایج آزمون پذیرش انجام شده روی این وسیله حاکی از مناسب بودن عملکرد و ویژگی های آن جهت درمان رادیوسرجری بهمراه سایر وسایل ساخته شده می‌باشد. بعلاوه نتایج فوق مؤید امکان ساخت انواع ابزارهای لازم جهت روشهای نوین پرتو درمانی در داخل کشور می‌باشد.

٦- تشکر و قدردانی

بدین وسیله از همکاری صمیمانه پرسنل شرکت مهندسی پزشکی پویان و بخش رادیوتراپی بیمارستان امام رضا (ع) مشهد قدردانی می شود.

منابع

1. Steiner L, Leksell L, Greitz T, Forster DMC, Backlund E O. Stereotactic radiosurgery for cerebal arteriovenous malformations. Report of a case. Acta Chir Scand. 1972; 138(5): 459-464.

2. Backlund E O, Rahn T, Sarby B. Treatment of pinealomas by stereotactic radiation surgery. Acta Radiol. 1974; 13(4): 368-376.

3. Adler JR, Cox RS, Kaplan I, Martin DP. Stereotactic radiosurgical treatment of brain metastases. J Neurosurg. 1992; 76(3): 444-9.

4. Leksell L. The stereotactic method and radiosurgery of the brain. Acta Chir Scand 1951; 102(4): 316-9.

5. Betti O, Derechinsky V. Multiple beam stereotaxic irradiation. Neurochirurgie. 1983; 29(4): 295-8.

6. Barrow D L, Barkay R A, Crocker I, Mc Ginly P, Tindall G T. Stereotactic radiosurgery. J Med Assos Ga. 1990; 79(9): 667-676.

7. Lutz W, Winston K, Maleki N. A system for stereotactic radiosurgery with a linear accelerator. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1998; 14(2): 373-381.

8. AAPM (American Association of Physicists in Medicine), Report No 54 Strereotactic radiosurgery.

9. Luxton G, Zbiegniew P, Jozzef G, et al. Stereotactic radiosurgery: Principles and comparison of treatment methods. Neurosurgery. 1993; 32(2): 241-259.

10. Yeung D. Palta J. Fountanesi J. Kun L. Systematic analysis of error in target localization and treatment delivery in stereotactic radiosuregery (SR). Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1993; 28: 493-8.

11. Rozenweig D P, Schell M C. Quality assurance in linac- based stereotactic radiosurgery and radiotherapy. Med Dos. 1998; 23(3): 147-151.

12. Tsai JS .Buck BA, Svensson GK. Quality assurance in steretactic radiosurgery using a standard linear accelerator. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1991; 21(2): 737-748.

13. Kooy HM, Nedzi L A, Loeffler JS. Treatment planning for stereotactic radiosurgery of intracranial lesions. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 1991; 21(2): 683-693.