

بررسی حجم و ابعاد کره چشم و عوامل مرتبط با آن با استفاده از MRI؛ کرمانشاه سال ۱۳۹۲

سمیه کرانی^۱، رضا ماستری فراهانی^{۱*}، فاطمه فدایی فتح ابادی^۱، ناصر ولایی^۲، فرهاد نعلینی^۳،
سپهر فیضی^۴، محسن نوروزیان^۱

^۱ گروه بیولوژی و علوم تشریحی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

^۲ دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دندانپزشکی

^۳ گروه رادیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه

^۴ گروه چشم پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی

چکیده

سابقه و هدف: با توجه به اهمیت اطلاع از حجم و ابعاد کره چشم در طرحهای درمانی و جراحی و همین طور خلع اطلاعاتی در مورد حجم کره چشم در ایران این تحقیق در کرمانشاه در سال ۱۳۹۲ انجام گرفت.

روش بررسی: پژوهش حاضر به روش توصیفی انجام شد و ۶۰ فرد سالم از میان افرادی که برای انجام ام آر آی به مرکز تصویر برداری بیمارستان امام رضا در شهر کرمانشاه مراجعه کرده بودند، مورد مطالعه قرار گرفتند. شرط ورود به این مطالعه برای افراد تایید پزشکان مرکز مبنی بر سلامت دستگاه بینایی فرد و عدم وجود ضایعات پاتولوژیک موثر بر چشم بر اساس تصاویر بدست آمده از ام آر آی بود. پس از انجام تصویربرداری، اطلاعات بر روی سی دی ذخیره و با استفاده از نرم افزارهای کامپیوتری محورهای طولی و عرضی و حجم کره چشم اندازه گیری و نقش عوامل سن و جنس و سمت راست و چپ چشم با استفاده از آزمون تی تست مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: این مطالعه بر روی ۶۰ نفر زن و مرد با میانگین سنی $38/9 \pm 10/9$ انجام گرفت و حجم کره چشم 785 ± 5593 میلی‌متر مکعب، محور طولی چشم $22/06 \pm 1/46$ و محور عرضی $21/93 \pm 1/17$ میلی‌متر به دست آمد. سن و جنس و سمت چشم روی این ابعاد و حجم کره چشم نقشی نداشت ($P < 0/4$).

نتیجه‌گیری: به نظر می‌رسد که حجم و ابعاد کره چشم در جامعه ایرانی احتمالاً متفاوت از دیگر کشورها باشد؛ لذا انجام تحقیقات بیشتر جهت بررسی پیشنهاد می‌گردد.

واژگان کلیدی: کره چشم، حجم، ابعاد، MRI.

مقدمه

اطلاع از ساختارهای آناتومیکی و محل و عملکرد اجزا بدن و تفاوت‌های نژادی در آناتومی چشم در دسترسی بالینی و درمان

بیماری‌ها ضروری می‌باشد (۱). همچنین درک این ساختارها در بدن انسان به رشد تکنیک‌های تصویری پزشکی از جمله رادیولوژی اولترا سونوگرافی و MRI و CT Scan کمک می‌کند (۲). چشم از اجزای اساسی حس بینایی است و بعضی بیماری‌ها مانند ماکروفتالمی، میکروفتالمی، هایپرمتری، میوپی، استیگماتیسم و پیرچشمی که بر روی ابعاد چشم تاثیر می‌گذارند

آدرس نویسنده مسئول: تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده پزشکی، گروه بیولوژی و

علوم تشریحی، دکتر رضا ماستری فراهانی (e-mail: realmastery@hotmail.com)

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۳/۵

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۵/۱۴

و یا باعث مشکلات دیداری می‌شوند (۳). بیماری Coats، سل چشمی و اتافک اولیه هایپرپلاستیک مقاوم از جمله بیماری‌هایی هستند که منجر به کاهش حجم کره چشم می‌شوند. گلوکوما یا آب سیاه منجر به افزایش حجم کره چشم می‌شود (۴). بنابراین به منظور تعیین ابعاد و اندازه‌های چشم از روش‌های مختلفی مثل رادیوگرافی، آنژیوگرافی، اولتراسونوگرافی، سی تی اسکن، ام آر آی و فتوگرافی استفاده می‌شود. در حال حاضر تکنیک‌های تصویربرداری نوری روش‌های عمده‌ای در تحقیقات چشم هستند، اما دارای محدودیت‌هایی در تشخیص و پیش‌آگاهی هستند. ولی تصاویر حاصل از ام آر آی وضوح تصویری بالاتری دارند و محدودیت‌های سایر روش‌ها را نداشته و امکان مطالعه و نفوذ بافت نرم را فراهم می‌آورند و تکنیک‌های آن برای مطالعه مکانیسم بیماری‌ها و تاثیر درمان بسیار مفید می‌باشد (۵،۹). همچنین تصاویر ام آر آی در اندازه‌گیری‌های فاصله، سطح و حجم و همچنین تعیین ضخامت شبکیه در موارد نرمال و بیمارانی با بیماری‌های چشمی کاربرد دارد (۱۰). استفاده از ساختارهای سه بعدی به منظور بررسی اشکال مورفولوژیک و موقعیت آناتومیک و دفورمیتی و ناهنجاری‌های چشمی نقش مهمی در تشخیص و برنامه ریزی‌های جراحی و پیش‌بینی نتایج آن دارد و کاربرد این تکنیک‌های سه بعدی در جراحی‌های ترمیمی و پلاستی به محدودیت اسکن‌های دو بعدی غلبه نموده که امکان مشاهده ساختارهای سر و صورت را از زوایای مختلف و ارزیابی طول و ابعاد پارامترهای آن را با نرم افزارهای خاص فراهم نموده است (۱۱،۱۳). لذا به منظور دسترسی به اطلاعات آناتومیکی چشم که به جراحان در درمان و بازسازی ساختارهای چشمی و تفاوت‌های پاتولوژیک چشم و تومورها کمک می‌کند (۵) و از آنجا که اطلاع دقیقی از حجم و ابعاد کره چشم در ایران نداشته این مطالعه بدین منظور در کرمانشاه انجام گرفت. در مطالعه حاضر سعی شده که با استفاده از ام آر آی در افراد سالم با سنین مختلف و در هر دو جنس ابعاد و حجم کره چشم مورد بررسی قرار گیرد.

ترمیم شکستگی‌ها و سابقه جراحی و سندروم‌های مادرزادی ثبت شدند و افرادی که سوابق مذکور را داشتند از مطالعه حذف شدند. دستگاه ام آر آی مورد استفاده در این مطالعه مدل فیلیپس ساخت کشور هلند ۱ تسلا با مانیتور LCD ۲۰ اینچ با ضخامت ۵ میلی‌متر بود. پس از انجام تصویربرداری تصاویری که فاقد چرخش و ارتیفکت‌ها بودند و گزارش ام آر آی پزشک مرکز نرمال بودن آن را تأیید کرده بود، مورد بررسی قرار گرفت. در مرحله بعد تصاویر در سی دی ذخیره گردید و با برنامه‌های کامپیوتری ابعاد و حجم چشم اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری در مقطعی انجام شد که قطر قدامی خلفی گلوب و لنز در بیشترین حد بودند. تعیین محور طولی چشم در نمای آگزیمال برابر با محور یست که از سطح قدامی قرنیه تا دیواره خلفی مشیمیه کشیده می‌شود و عرض آن برابر با فاصله بین دو نقطه بینی و تمپورال چشم در نمای آگزیمال است. در تعیین حجم چشم از فرمول زیر استفاده شد (۵):

$$V = \frac{4}{3} \pi \left[\frac{(anterior - posterior diameter + transverse diameter/2)}{2} \right]^2$$

لازم به ذکر است اندازه‌گیری‌ها توسط دونفر و دوبار انجام شد، سپس میانگین آن ثبت گردید.

به دلیل ملاحظات اخلاقی در این پژوهش به جای استفاده از نام افراد از کدهای مخصوص برای بررسی تصاویر ام آر آی و پرسشنامه آنها استفاده شد. انجام تحقیق برای افراد مورد بررسی دانشگاهی اجباری نبود و هزینه‌ای را بر آنها تحمیل ننمود. همچنین از کمیته اخلاق دانشگاه شهید بهشتی رضایت‌نامه دریافت گردید.

داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS-۱۶ مورد ارزیابی قرار گرفت و با استفاده از آمار توصیفی و آزمون t برای مقایسه میانگین اندازه‌های مختلف در هر دو جنس و همچنین مقایسه دو چشم راست و چپ استفاده شد و سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

در این مطالعه، ۱۲۰ چشم در شصت نفر فرد سالم با میانگین سنی (±) انحراف معیار) ۳۸/۹±۱۰/۹ با حداقل ۲۳ سال سن و حداکثر ۶۳ سال سن ارزیابی شدند. سن مردان ۴۰/۴±۱۰/۳ و سن زنان ۳۷/۴±۱۱/۴ سال بود.

ابعاد کره چشم بر حسب شاخص‌ها و به تفکیک جنس در جدول ۱ ارائه شده است و نشان می‌دهد که این شاخص‌ها در هر دو چشم چپ و راست در مردان بیشتر از زنان بود، اما اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود (p=۰/۶).

مواد و روشها

در این مطالعه توصیفی، ۶۰ نفر از افراد مراجعه کننده به مرکز ام آر آی بیمارستان ۵۰۰ تختخوابی امام رضا در شهر کرمانشاه بررسی شدند. بدین منظور پرسشنامه‌هایی برای تمام کسانی که با درخواست ام آر آی به مرکز تصویربرداری مراجعه کردند، تهیه شد که در آن سن، جنس، سابقه بیماری‌های تیروئیدی، اندوکرینی، تروما به صورت و چشم، تورم چشمی و

آماری معنی‌دار نبود. جدول ۳ به مقایسه حجم چشم راست و چپ به تفکیک جنسیت پرداخته است.

جدول ۴. میانگین حجم چشم به تفکیک جنسیت

جنس	میزان	CV
زن (n=۳۱)	۵۴۶۷±۸۵۴	۱۵/۶
مرد (n=۲۹)	۵۷۳۰±۶۴۷	۱۱/۳

بحث

در این مطالعه، میانگین حجم کره چشم ۵۵۹۳±۷۸۵ میلی‌متر مکعب، محور طولی چشم ۲۲/۰۶±۱/۴۶ و محور عرضی ۲۱/۹۳±۱/۱۷ میلی‌متر بود و در سن و جنس و چشم چپ و راست باهم تفاوتی نداشتند. تنوع در اندازه ساختارهای چشمی از یک شخص به شخص دیگر زیاد، اما تفاوت بین دو چشم در یک جمعیت نرمال کم می‌باشد (۱۴، ۱۵). حجم کره چشم اساساً تحت تاثیر سن و جنس قرار می‌گیرد (۱۶، ۱۸). رشد چشم در رحم شروع و تا سن ۱۸ ماهگی این رشد سریع ادامه دارد و به دنبال آن سرعت رشد کاهش می‌یابد (۱۷)، به طوری که حجم کره چشم از ۳ سانتیمتر مکعب در تولد به ۶ سانتی متر مکعب در ۲۴ ماهگی در هر دو جنس می‌رسد و پس از آن تا سن ۱۸ تا ۳۰ سالگی این افزایش ۳ سانتی متر مکعبی در هر سال ادامه دارد و این افزایش در سن ۱۸ تا ۳۰ سالگی به حداکثر ۹ تا ۱۰ سانتی متر مکعب می‌رسد. کاهش در حجم چشم در سنین بالاتر اتفاق می‌افتد (۱۶، ۱۸). در طی دوران رشد، حجم کره چشم در پسرها از دخترها اندکی بیشتر است و این تفاوت در سراسر زندگی باقی می‌ماند (۱۶، ۱۵).

حد نرمال محور طولی بر اساس مطالعات در محدوده ۲۴/۰۹ - ۲۲/۶ میلی‌متر است. اندازه محور طولی چشم با افزایش سن کاهش می‌یابد که بلندترین طول آن در محدوده سنی ۱۷-۳۰ سالگی و کمترین آن در سن ۷۰ سالگی گزارش شده است (۱۹، ۲۰). دکتر هاشمی میانگین محور طولی چشم ۶۳۱۱ نفر را در شاهرود در محدوده سنی ۴۰ تا ۶۴ سالگی با استفاده از روش‌های بیومتریکی در یک مطالعه مقطعی، ۲۳/۲۸ میلی‌متر برای کل افراد، ۲۳/۴۱ میلی‌متر برای مردان و ۲۲/۹۵ میلی‌متر برای زنان ذکر می‌کند (۲۱). در حالی که در مطالعه ما، میانگین در مردان ۲۲/۲۸ و در زنان ۲۱/۸۳ میلی‌متر است. لازم به ذکر است که محدوده سنی و همچنین روش‌های اندازه‌گیری و تعداد حجم نمونه‌ها و منطقه جغرافیایی در این

جدول ۱. ابعاد کره چشم بر حسب شاخص‌ها به تفکیک جنس

شاخص	میزان	C.V
محور طولی چشم راست		
زن	۲۱/۸±۱/۶*	۷/۳
مرد	۲۲/۰۲±۱/۰۵	۴/۸
محور طولی چشم چپ		
زن	۲۱/۹±۱/۶	۷/۳
مرد	۲۲/۵±۱/۷	۷/۵
محور عرضی چشم راست		
زن	۲۱/۸±۱/۱	۴/۹
مرد	۲۲/۲±۱/۱	۴/۹
محور عرضی چشم چپ		
زن	۲۱/۶±۱/۲	۵/۵
مرد	۲۲/۱±۱/۲	۵/۴

* میانگین±انحراف معیار؛ واحد به میلی‌متر

میانگین حجم چشم در کل ۱۲۰ چشم (راست و چپ) ۵۵۹۸/۵ میلی‌متر مکعب، در کره چشم چپ ۵۶۳۱/۵ و در کره چشم راست ۵۵۶۵/۴ میلی‌متر بود. میانگین حجم کره چشم چپ مردان ۵۷۸۹/۳ و حجم کره چشم راست آنها ۵۶۷۰/۶ میلی‌متر مکعب بود. میانگین حجم کره چشم چپ زنان ۵۴۷۳/۸ و سمت راست آنها ۵۴۶۰/۳ میلی‌متر مکعب بود. بنابراین حجم کره چشم راست و چپ در مردان نسبت به زنان بیشتر بود، ولی این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. حجم کره چشم بر حسب چپ و راست، به تفکیک گروه‌های سنی در جدول ۲ ارائه شده است و نشان می‌دهد با افزایش سن از ۲۰ تا ۴۰ سالگی حجم چشم افزایش یافته و بعد از چهل سالگی کاهش می‌یابد، اما این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار نیست (p=۰/۴).

جدول ۲. حجم کره چشم بر حسب گروه‌های سنی

گروه سنی (سال)	میزان	CV
۲۰-۳۰ (n=۱۶)	۵۳۹۱±۷۲۳*	۱۳/۴
۳۰-۴۰ (n=۱۶)	۵۶۴۳±۹۵۰	۱۶/۷
۴۰-۵۰ (n=۲۱)	۵۷۱۱±۷۵۰	۱۳/۱
۵۰+ (n=۷)	۵۵۹۴±۳۱۱	۵/۵
جمع	۵۵۹۴±۷۶۶	۱۳/۷

* میانگین±انحراف معیار؛ واحد به میلی‌متر مکعب

حجم چشم بر حسب جنس در جدول ۳ ارائه گردیده و نشان می‌دهد که حجم چشم مردان به میزان ۲۶۳ میلی‌متر مکعب و حدود ۵ درصد بیشتر از زنان بود، اما این اختلاف به لحاظ

میلی‌متر مکعب گزارش کرده است (۲۴) که از میانگین حجم کره چشم در هردو چشم و در هر دو جنس در این مطالعه بزرگ‌تر می‌باشد. Chau و همکاران میانگین حجم را ۶۷۰۰ میلی‌متر مکعب گزارش کردند و ارتباط معنی‌داری بین حجم کره چشم با جنسیت نیافتند (۲۵) که با نتایج این مطالعه همخوانی دارد. میانگین کره حجم چشم در مطالعات Galluzzi و Acer و Laurence به ترتیب ۶۰۱۸، ۷۰۶۰ و ۶۶۹۰ میلی‌متر مکعب بود (۳، ۲۴، ۲۶) که از میانگین حجم جامعه در این مطالعه بیشتر می‌باشد. در این مطالعه، کمترین حجم نرمال کره چشم ۳۳۸۱/۳ میلی‌متر مکعب و بیشترین آن ۶۸۷۹/۲ میلی‌متر مکعب می‌باشد و افزایش حجم چشم متأثر از سن است و تا چهل سالگی افزایش می‌یابد، ولی از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد. مقایسه این نتایج با نتایج تحقیقات دیگر مورد بحث، اختلاف آماری معنی‌داری را نشان می‌دهد. این تفاوت‌ها را می‌توان به تفاوت در تعداد حجم نمونه و تفاوت در روش نمونه‌گیری و تفاوت‌های وراثتی و نژادی و سنی و فاکتورهای ژنتیکی مرتبط دانست. همچنین تفاوت در حجم کره چشم مردان نسبت به زنان را می‌توان به بزرگ‌تر بودن جثه مردان نسبت داد. این مطالعه سوگیری نداشته است و از آنجا که در ایران در تعیین حجم چشم و ابعاد آن تحقیقات کمی صورت گرفته لذا به تحقیقات بیشتری در این زمینه نیاز هست تا بدین وسیله به شناخت و تشخیص زودتر و به موقع بیماری‌هایی که حجم چشم را تحت تاثیر قرار می‌دهند، کمک کرده باشیم. در این مطالعه، محدوده نرمال حجم کره چشم با ام آر آی در کرمانشاه در سال ۱۳۹۲ به دست آمد. به هر حال در یک جمع بندی به نظر می‌رسد که حجم و ابعاد کره چشم در ایران متفاوت از سایر کشورهاست که بررسی‌های بیشتری را توصیه می‌نماید.

دو مطالعه متفاوت است و در مطالعه دکتر هاشمی حجم چشم اندازه‌گیری نشده است.

همچنین Warriar و همکاران میانگین محور طولی را در افراد ۶۰ تا ۶۹ سال ۲۲/۷۵ میلی‌متر گزارش کرده‌اند (۱۹). Fotedar و همکاران در محدوده سنی ۵۹ تا ۶۴ سال میانگین محور طولی را ۲۳/۶۰ میلی‌متر گزارش کرده‌اند (۲۰) که از میانگین محور طولی در این مطالعه بزرگ‌تر می‌باشد. این تفاوت را می‌توان هم به تفاوت در حجم نمونه و روش اندازه‌گیری و محدوده سنی و همچنین منطقه جغرافیایی مرتبط دانست.

دکتر Igbinedion در سال ۲۰۱۳ به بررسی حجم نرمال کره چشم به وسیله سی تی پرداخته است که نتایج آن نشان می‌دهد که ارتباط معنی‌داری بین افزایش سن و حجم در هر دو چشم وجود دارد که این افزایش حجم از بچگی تا حدود سن ۵۰ سالگی ادامه می‌یابد. (۵) که در این مطالعه نیز تایید می‌گردد. در مطالعه مشابه دیگری که توسط Hahn انجام شده، حجم کره چشم دارای رشد سریع از تولد تا ۲ سالگی است و بعد از آن افزایش تدریجی تا سن ۳۰ سالگی ادامه دارد و بعد از آن حجم کره چشم کاهش می‌یابد (۱۶).

در این مطالعه میانگین حجم کره چشم در هردو چشم ۵۵۹۸/۵ میلی‌متر مکعب می‌باشد و در مطالعات دیگر میانگین حجم کره چشم به ترتیب ۵۲۸۲ و ۵۰۱۸ میلی‌متر مکعب گزارش گردیده (۵، ۲۳) که از میانگین حجم در این مطالعه بزرگ‌تر می‌باشد. در مطالعه دیگری که توسط Acer و همکاران در ترکیه در سال ۲۰۱۱ به منظور تخمین حجم چشم و کره چشم با استفاده از سی تی اسکن انجام شده، میانگین حجم کره چشم راست را در زنان $7450 \pm 1/19$ و چشم چپ را $7450 \pm 1/25$ و در مردان حجم کره چشم راست را $7320 \pm 0/74$ و کره چشم چپ را $7610 \pm 1/04$

REFERENCES

1. Fawehinmi HB, Ligha AE, Chikwu P Orbital Dimensions of Nigerian Adults. *Jobiomed Afr* 2008; 6:1-2.
2. Novit M. Facial, upper facial, and orbital index in Batak, Klaten, and Flores students of Jember University Dent J. (*Maj.Ked.Gigi*) 2006; 39:116-19.
3. Galluzzi P, Venturi C, Cerase A. Coat's disease: smaller volume of the affected globe. *Radiology* 2001;221:64-69.
4. Misra M, Rath S. Computed tomographic method of axial length measurement of emmetropic Indian eye a new technique. *Indian J Ophthalmol* 1987;35: 17-21.
5. Igbinedion BO, Ogbeide OU. Measurement of normal ocular volume by the use of computed tomography. *Niger J Clin Pract* 2013; 16: 315-19.
6. Ciardella AP, Borodoker N, Costa DL, Huang SJ, Cunningham ETJr, Slakter JS. Imaging of the posterior segment of the eye. *Ophthalmol Clin North Am* 2002; 15:281-96.
7. Townsend KA, Wollstein G, Schuman JS. Clinical application of MRI in ophthalmology. *NMR Biomed* 2008; 21:997-1002.

8. Berkowitz BA, Roberts R. Prognostic MRI biomarkers of treatment efficacy for retinopathy. *NMR Biomed* 2008; 21:957-67.
9. Fanea L, Fagan AJ. Review: magnetic resonance imaging techniques in ophthalmology. *Mol Vis* 2012;18:2538-60.
10. Bahn MM, Gordon RE, Wippold FJ, Grand MG. Findings of retinitis on gadolinium-enhanced turbo fluid attenuated recovery images. *Retina* 1998; 18:164-68.
11. Katsumata A, Fujishita M, Maeda M, Arijii Y, Arijii E, Langlais RP. 3D-CT evaluation of facial asymmetry. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005;99:212-20.
12. Park SH, Yu HS, Kim KD, Lee KJ, Baik HS. A proposal for a new analysis of craniofacial morphology by 3-dimensional computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006;129:600.e23-34.
13. Ji Y, Qian Z, Dong Y, Zhou H, Fan X. Quantitative morphometry of the orbit in Chinese adults based on a three-dimensional reconstruction method. *J Anat* 2010;217:501-506.
14. Forbes G, Gehring DG, Gorman CA, Brennan MD, Jackson IT. Volume measurements of normal orbital structures by computed tomographic analysis. *AJR Am J Roentgenol* 1985;145:149-54.
15. Mafee MF, Pruzansky S, Corrales MM, Phatak MG, Valvassori GE, Dobben GD, et al. CT in the evaluation of the orbit and the bony interorbital distance. *AJNR Am J Neuroradiol* 1986;7:265-69.
16. Hahn FJ, Chu WK. Ocular volume measured by CT scans. *Neuroradiology* 1984;26:419-20.
17. Brémond-Gignac D, Cussenot O, Deplus S, Peuchmar M, Ferkadji L, Emaleh M, et al. computation of eyeball growth by magnetic resonance imaging. *Surg Radiol Anat* 1994;16:113-15.
18. Fledelius HC, Christensen AC. Re-appraisal of the human ocular growth curve in fetal life, infancy, and early childhood. *Br J Ophthalmol* 1996; 80: 918-21.
19. Warrier S, Wu HM, Newland HS, Muecke J, Selva D, Aung T, et al. Ocular biometry and determinants of refractive error in rural Myanmar: the Meiktila Eye Study. *Br J Ophthalmol* 2008; 92:1591-94.
20. Fotedar R, Wang JJ, Burlutsky G, Morgan IG, Rose K, Wong TY, et al. Distribution of axial length and ocular biometry measured using partial coherence laser interferometry (IOL Master) in an older white population. *Ophthalmology* 2010; 117: 417-23.
21. Hashemi H, Khabazkhoob M, Mirafteb M, Emamian M, Shariati M, Abdolahinia T. The distribution of axial length, anterior chamber depth, lens thickness, and vitreous chamber depth in an adult population of Shahroud, Iran. *BMC Ophthalmology* 2012; 12:50.
22. Wong TY, Foster PJ, Hee J, Ng TP, Chew SJ. Variation in ocular biometry in an adult Chinese population in Singapore: The Tanjong pager survey. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2001;42:73-80.
23. de Graaf P, Knol DL, Moll AC, Imhof SM, Schouten-van Meeteren AY, et al. Eye size in retinoblastoma: MR imaging measurements in normal and affected eyes. *Radiology* 2007;244:273-82.
24. Acer N, Mehmet D, Tolga U, Hidir P, Atilla G. Estimation of the eyeball and orbital volume using the cavalieri principle on computed tomography images. *Balkan Med J* 2011; 28: 184-88.
25. Chau A, Fung K, Pak K, Yap M. Is eye size related to orbit size in human subjects? *Ophthalmic Physiol Opt* 2004;24:35-40.
26. Lim LS, Yang X, Gazzard G, Lin X, Sng C, Saw SM, Qiu A. Variations in eye volume, surface area, and shape with refractive error in young children by magnetic resonance imaging analysis. *Invest Ophthalmol Vis Sci* 2011;52:8878-83.