بررسی SG دو نیم کره در حالت عادی و ادم و ارتباط آن با آب بافت مغز در رت

دکتر مهدی نعمت بخش *، دکتر فریدون حسنوند **، دکتر جواد وردی ***
نپتون سلطانی ****

خلاصه

سابقه و هدف : افزایش آب بافت مغز رابطه مستقیم با شدت ادم مغزی دارد و تعیین حجم آب موجود (Water Content, WC) بافت مغزی بسیار حایز اهمیت است. با توجه به این که تغییرات WC همراه با تغییرات (Specific Gravity ,SG) بافت می‌باشد ، این تحقیق به منظور تعیین SG دو نیم‌کره در حالت عادی و ادم و به منظور ارتباط آن با آب بافت مغز در رات انجام گرفت.

مواد و روشها : پس از ایجاد موقعیت با استفاده از روش شناسی MARMAROU ، تحقیق به روش تجربی صورت پذیرفت . با استفاده از پارافین و برموبنزن یک ستون مایع از لایه‌های مختلف و با SGهای متفاوت تهیه و ارتباط بین SG و ارتفاع در این ستون تعیین گردید. نمونه بافت نیم‌کره‌های مغز رت پس از بیهوشی در دو گروه شاهد و آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. در گروه آزمایش شریانهای کاروتید به مدت ۳۰ دقیقه بسته شدند. WC مغز در هر دو نیم‌کره و در هر دو گروه به روش کلاسیک خشک نمودن بافت تعیین و هم چنین با استفاده از ستون مایع ، SG هر نمونه اندازه‌گیری گردید و ارتباط بین SG و WC بافت تعیین شد. جهت ارزیابی این ارتباط ، یک گروه ده تایی رت که شریان‌های کاروتید آنها به مدت ۱۵ دقیقه بسته گردیده مورد بررسی قرار گرفت. WC به دو روش خشک نمودن بافت و استفاده از ارتباط به دست آمده بین SG و WC تعیین و مقایسه شد.

یافته‌ها : نتایج نشان می‌دهد که هم WC و هم SG بافت مغز در هر دو نیم کره در دو گروه آزمایش و شاهد تفاوت معنی داری وجود دارد ($P<0/05$). ارتباط خطی بین SG و WC در دو نیمکره ($r^2=0/99$) و هم چنین مقدار SG بافت خشک SGs مغز در دو نیم‌کره به دست آمد.ارزیابی ارتباط بین SG و WC نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در WC تعیین گردیده به‌روش کلاسیک خشک‌نمودن‌بافت‌و WC محاسبه‌شده‌بااستفاده‌از SG وجود ندارد.

نتیجه‌گیری : استفاده از پارافین و برموبنزن و ایجاد یک ستون مایع رابطه معنی داری را بین ارتفاع ستون و SG نشان داد که نشانگر مناسب بودن این مایع مخلوط جهت تعیین SG است. بین رابطه WC و SG در دو نیم کره تفاوت وجود دارد.تحقیقات بیشتربرای پاسخ‌گویی‌به این تفاوت،به ویژه‌در اجزا هر دو نیم کره توصیه می‌شود.

واژگان کلیدی : آب بافت مغز ، وزن ویژه ، نیم کره مغز ، ادم مغزی

* دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی اصفهان، گروه فیزیولوژی
** دکترای داروساز
*** دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی کاشان ، گروه فیزیولوژی و فارماکولوژی
**** دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی ـ درمانی بندرعباس ، گروه فیزیولوژی و فارماکولوژی

مقدمه

افزایش حجم آب (WC) مغز سبب زیاد شدن فشار داخل مغز (Intra Cranial Pressure/ICP) و به مفهوم ادم اختلالاتی را در سیستم اعصاب مرکزی ایجاد می‌نماید (۱،۲). ادم مغزی به هر شدتی که ایجاد شود معمولاً شروع آن با به هم خوردن و اختلال در تعادل استارلینگ می‌باشد (۳). افزایش فشار هیدروستاتیک مویرگی ، آسیب آندوتلیوم عروق و ایسکمی حاد از جمله عواملی هستند که WC در نواحی مختلف مغز در حالت عادی و بحرانی متفاوت گزارش شده است (۴،۵) و شدت ادم رابطه مستقیم با آن دارد هر چند که تجمع آب در بافت‌های مغز در حالت ادم یکسان نیست و ماده سفید در جریان ادم آسیب بیشتری می‌پذیرد (۱،۴) . از این رو اندازه‌گیری WC مغز به منظور تعیین شدت ادم از دیرباز مورد توجه محققین بود (٦). در روش کلاسیک به وسیله خشک نمودن ، نمونه اندازه‌گیری می‌شد که مستلزم صرف وقت زیاد بود. نلسون و همکارانش با استفاده از (Specific Gravity/SG) روش تعیین WC مغز را ارایه دادند (۷). از این پدیده دیگران نیز استفاده کرده و ارتباط خطی بین SG و WC مغز (۸) ، تعیین کمیت ادم شبکیه (۹)، ارتباط بین SG و چگالی سی تی اسکن (۱۰) ، ارتباط بین حجم خون و SG (۱۱) و ارتباط بین هماتوکریت و SG (۱۲) را نشان دادند. SG در نواحی مختلف مغز، متفاوت گزارش شده است هر چند که تفاوت بسیار ناچیز می‌باشد. Picozzi و همکارانش برای نواحی پیشانی (Frontal) ، آهیانه (Parietal) ، پس‌سری (Occipital) ، تالاموس و مخچه در موش صحرایی به ترتیب SG بافت را ۱/۰۴۹۴ ، ۱/۰۴۹۴، ۱/۴۹۰ ، ۱/۰۴۸۵ و ۱/۰۵۱۶ گزارش کردند (۱۲) در حالی که اعداد ۱/۰۴۰۸ ، ۱/۰۴۱۶ ، ۱/۰۳۷۶ ، ۱/۰۲۸۹ جهت کورتکس، ماده سفید ، پل مغزی و ساقه مغز در گربه تعیین گردیده است (۱۳). به هر حال اندازه‌گیری SG در موارد گوناگون توسط دیگران انجام پذیرفت (۱۴،۱۵،۱٦). Marmarou و همکارانش با استفاده از متفاوت بودن SG مایعات (کروزن Kerosene و برموبنزن Bromobenzene) و مخلوط نمودن این دو ، یک ستون مایع با لایه‌های مختلف به‌گونه‌ای به وجود آوردند که هر یک از لایه‌های مایع دارای SG خاص و مشخصی است. SG در سطح ستون مایع پایین و در قاعده ستون حداکثر مقدار خود را دارد و تغییرات SG در طول ستون کاملاً خطی است (۱۳).

با توجه به تناقضات موجود در مورد SG نواحی مختلف مغز ، به منظور تعیین SG دو نیم‌کره در حالت عادی و ادم و به منظور ارتباط آن با آب بافت مغز ، این تحقیق روی رت انجام گرفت.

مواد و روشها

پس از ایجاد موقعیت (Set up) تحقیق بر مبنای روش Marmarou ، این پژوهش به روش تجربی (Experomental) وبشرح مراحل زیر صورت پذیرفت :

تهیه ستون مایع جهت اندازه‌گیری SG بافت- جهت تهیه ستون ، کاملاً از روش Marmarou (۱۳) و با استفاده از پارافین و برموبنزن پیروی شد. در روشهای قبلی هیچ گاه از پارافین استفاده نشده بود و انتخاب پارافین در این بررسی با توجه به SG آن که کمتر از ۱ و قابل اختلاط با برموبنزن است ، به عمل آمد. به طور خلاصه روش تهیه ستون عبارتست از :

الف: SG پارافین و برمو بنزن با استفاده از رابطه :

(رابطه ۱) $SG = \frac{\text{وزن پیکنومتر پر از مایع مورد آزمایش}}{\text{وزن همان پیکنومتر پر از آب مقطر}}$

به ترتیب برابر با ۰/۸۸۶±۰/۰۰۲ و ۱/۵۴±۰/۰۰۴۱ تعیین گردید.

ب - نظر به این که تغییرات SG بافت مغز در حالت طبیعی با ادم بسیار کم است ازاین‌رو دو استوک A و B از مخلوط نمودن پارافین و برموبنزن با SG به ترتیب برابر با ۰/۹۷۵ و ۱/۰۶۵ بااستفاده‌ازرابطه‌زیر تهیه شد.

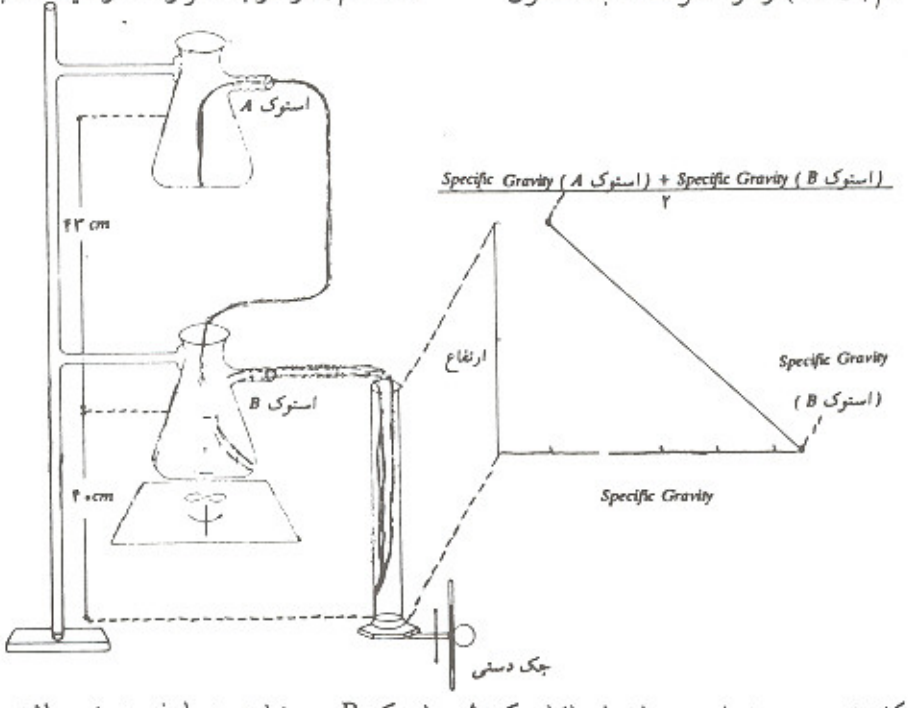
حجم استوک X × $\frac{SG(X)-SG(P)}{SG(M)-SG(P)}$ = برموبنزن لازم برای استوک X

حجم لازم برموبنزن برای استوک X - حجم استوک X - پارافین لازم برای استوک X

که در آن P پارافین، M برموبنزن و X استوک A یا B است. حجم‌های حاصل برای هر دو استوک مخلوط شد و SG آن براساس رابطه (۱) محاسبه و چنانچه برابر با SG مورد نظر (SG(A)=۰/۹۷۵، SG(B)=۱/۰۶۵) نبود براساس دستورالعمل Marmarou (۱۳) با اضافه نمودن برموبنزن و یا پارافین SG اصلاح گردید.

ج - جریان مایعی از استوک A (SG = ۰/۹۷۵) به استوک B (SG = ۱/۰۶۵) و از استوک B به ستون مدرج مطابق شکل (۱) برقرار شد به گونه‌ای که میزان جریان از استوک B به ستون مدرج دو برابر جریان از استوک A به استوک B باشد که به وسیله سعی و خطا با انجام چندین مرتبه آزمایش و تغییر قطر لوله‌ها انجام گرفت. به همان اندازه که مایع رفته رفته وارد ستون مدرج می‌شد، ستون به وسیله یک جک دستی پایین می‌آمد تا لوله همواره بر سطح مایع ستون مماس باشد و بدین ترتیب هر لایه مایع جمع آوری شده در ستون SG خاصی خواهد داشت.

د - جهت کالیبره نمودن ستون، مقداری سولفات پتاسیم انیدرید (K2So4) خالص را حداقل ۱۰ ساعت در داخل آون با درجه حرارت ۱۰۰ سانتی گراد گذاشته تاکاملاً خشک شود. مقادیر ۵/۹۹، ۵/۳۴، ۴/۷ و ۳/۴ گرم از سولفات پتاسیم انیدرید هر کدام در داخل ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر حل و SG محلول‌ها با استفاده از رابطه (۱) اندازه گیری گردید که به ترتیب برابر با ۱/۰۴۴۷، ۱/۰۳۸۶، ۱/۰۳۳ و ۱/۰۲۳۳ در درجه حرارت آزمایشگاه بود.



شکل ۱- تهیه ستون مایع - جریان مایع از استوک A به استوک B و در نهایت به طرف ستون می‌باشد.

از هر کدام از محلول‌های فوق که SG آنها مشخص گردیده به آرامی یک قطره (۱۵-۵ میکرولیتر) به داخل ستون مایع (قسمت ج) ریخته شد. پس از دو دقیقه قطره تقریباً در نقطه‌ای از ستون ثابت می‌ایستد که در این لحظه فاصله قطره از ته ستون (ارتفاع) تعیین شد و SG محلول نسبت به ارتفاع ترسیم گردید تا ارتباط بین SG و ارتفاع مشخص شود.

نمونه‌گیری- تعداد ۲۰ رت به طور راندوم انتخاب و به دو گروه ده تایی شاهد و آزمایش تقسیم و حیوانات با تیوپنتال سدیم (۶۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم) به صورت داخل صفاقی بیهوش شدند. در گروه شاهد بلافاصله و بدون این که آسیبی به بافت مغز برسد جمجمه برداشته شده و از هر نیم‌کره مغز نمونه‌گیری به عمل آمد (سعی گردید تا نمونه‌ها از بافت خاکستری و در تمام حیوانات از یک محل برداشته شود). هر نمونه به سرعت به دو قسمت تقسیم گردید. یک قسمت جهت اندازه‌گیری WC مغز به روش خشک شدن بافت، وزن گردید و در داخل آون بادرجه حرارت ۱۰۰ سانتی‌گراد گذاشته شد و روزانه وزن می‌شد تا وزن آنها ثابت گردد (حداقل پس از ۷۲ ساعت) . سپس WC مغز با استفاده از رابطه زیر تعیین شد :

$$WC\% = \frac{\text{وزن خشک شده} - \text{وزن اولیه مرطوب}}{\text{وزن اولیه مرطوب}} \times ۱۰۰$$ (رابطه ۲)

قسمت دیگر نمونه بلافاصله در ستون مایع انداخته گشت و پس از ۲ دقیقه (این زمان جهت همه نمونه‌ها یکسان بود) که نمونه در نقطه‌ای از ستون ثابت قرار گرفت. فاصله آن از قاعده ستون مشخص و با استفاده از ارتباط بین SG و ارتفاع که از قسمت قبل به دست آمده، SG بافت تعیین گردید.

در گروه ده تایی آزمایش پس از بیهوشی شریان‌های کاروتید در ناحیه گردن ایزوله و به منظور ایجاد ادم از طریق ایسکمی حاد به مدت ۳۰ دقیقه مسدود گردید. سپس همانند گروه شاهد نمونه‌برداری انجام و WC مغز و SG بافت مشخص و در هر دو نیم کره و هر دو گروه ارتباط بین WC و SG به دست آمد.

SG بافت خشک شده (SGs)- SGs از نظر تئوری در نوع حیوان مورد آزمایش مقدار ثابتی است و ارتباطی به شدت ادم و یا عدم ادم ندارد . نلسون رابطه زیر را جهت تعیین SGs ارایه داد :

$$SGs = \frac{D_x SG}{D_x SG - (SG-۱)W}$$ (رابطه ۳)

که در آن W و D به ترتیب وزن نمونه مرطوب و وزن نمونه خشک شده است. در تمام نمونه‌ها با استفاده از رابطه فوق SGs محاسبه گردید (۷).

ارزیابی ارتباط بین درصد آب و SG بافت مغز - به منظور ارزیابی ارتباط حاصل بین SG و WC در نیم کره‌ها یک گروه دیگر ده‌تایی رت انتخاب و همانند گروه آزمایش عمل شده منتهی به جای ۳۰ دقیقه ، شریان‌های کاروتید به مدت ۱۵ دقیقه بسته شدند. SG با استفاده از ستون و WC مغز به وسیله خشک شدن تعیین گردید. در این قسمت WC مغز هم چنین با استفاده از SG و رابطه‌های حاصل در قسمت ۲ محاسبه و بامقادیر به دست آمده به وسیله خشک نمودن بافت مقایسه شد.

یافته‌ها

ارتباط بین SG و ارتفاع ستون (X) به دنبال کالیبره شدن ستون به وسیله سولفات پتاسیم انیدرید با

استفاده از رگراسیون به فرم زیر به دست آمد :

(رابطه۴) $SG=۱/۰۵۹۳۹-۰/۰۰۰۴۸X \quad r^2=۰/۹۹۳۷$

همبستگی ($r^2=۰/۹۹۳۷$) نشانگر ارتباط مطلوب بین SG و ارتفاع ستون است.

معنی دار بودن ضریب X و ($P<۰/۰۵$) ضریب

جدول ۱ـ توزیع آب بافت مغز و SG به تفکیک نیم‌کره‌ها درحالت طبیعی وادم در رت در دانشکده پزشکی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

نیمکره / حالت بافت مغز	چپ		راست	
	درصد حجم آب (WC%)	Specific Gravity	درصد حجم آب (WC%)	Specific Gravity
طبیعی (n =۱۰)	۷۷/۷±۱/۴	۱/۰۴۶±۰/۰۰۲	۷۳/۹±۵/۱	۱/۰۴۶±۱۰۰
ادم (n=۱۰)	۸۰/۷±۲/۹	۱/۰۴۴±۰/۰۰۲	۷۷/۱±۲/۲	۱/۰۴۵±۰/۰۰۱
نتیجه آزمون	(P<۰/۰۱)	(P<۰/۰۱)	(P<۰/۹)	(P<۰/۰۰۵)

میزان SGs نیم‌کره چپ (n=۲۰) ۱/۲۶۵± و در نیم کره راست (n =۲۰) ۱/۲۴۴±۰/۰۴ بود که این اختلاف SGs دو نیمکره به لحاظ آماری معنی‌دار بود ($P<۰/۰۱$).

جدول (۱) مقادیر WC مغز و SGرا در هر دو نیمکره مغز رات نشان می‌دهد. افزایش WC مغز و کاهش SG در گروه آزمایش نسبت به گروه شاهد با استفاده از آزمون T-Student مورد قضاوت آماری قرار گرفت.

با توجه به این که بافت صد در صد مبتلا به ادم (همانند آب خالص) دارای SG =۱ است. مشخصات مرزی زیر وجود خواهد داشت :

اگر : WC% =۱۰۰ آنگاه: $\frac{۱}{SG}=۱$

اگر : WC% =۰ آنگاه: $\frac{۱}{SG}=\frac{۱}{SGs}$

مقدار SGs برای هر نیم کره در جدول (۲) ارایه شده است. با استفاده ازمشخصات مرزی فوق ، ارتباط خطی بین WC و $\frac{۱}{SG}$ ($WC=\frac{۱۰۰}{SGs-۱}-\frac{۱۰۰SGs}{SGs-۱}\cdot\frac{۱}{SG}$) در دو نیم کره به شرح زیر خواهد بود :

(رابطه۵) $WC\%_{\text{نیم‌کره چپ}}=-۳۷۶/۹۳+۴۷۶/۹۳\frac{۱}{SG} \quad r^2=۰/۹۹$

(رابطه۶) $WC\%_{\text{نیم‌کره راست}}=-۴۴۶/۶۲+۵۴۶/۶۲\frac{۱}{SG} \quad r^2=۰/۹۹$

تمام ضرایب از نظر آماری معنی دار است ($P<۰/۰۵$) . با این وجود جهت ارزیابی بیشتر رابطه‌های ۵ و ۶ مقادیر SG به روش ستونی و با استفاده از رابطه ۴ در ده حیوان که ۱۵ دقیقه شریان‌های کاروتید آنها بسته شده بود در بافت هر دو نیم کره اندازه‌گیری گردید. WC مغز به روش خشک نمودن بافت ، هم چنین با استفاده از رابطه‌های ۵ و ۶ در هر دو نیم کره محاسبه شد (جدول ۲) . قضاوت آماری مقایسه زوجها نشان می‌دهد که در دو روش تفاوت معنی‌داری بین WC تعیین گردیده در مغزوجود ندارد.

بحث

افزایش WC مغز SG بافت مغز راکاهش داده و تعیین آن می‌تواند دقیقاً شدت ادم را نشان دهد.

اندازه‌گیری SG به طور وسیعی در حالات گوناگون به منظور ارزیابی بافت‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (۱۷،۱۸،۱۹).

Marmarou (۱۳) با استفاده از مخلوط نمودن برموبنزن و کروزن و ایجاد یک ستون ، رابطه بین SG و ارتفاع ستون را به صورت زیر ارایه کرد :

SG=۱/۰۶۴۳۳۶-۰/۰۰۰۴۶۹۲ (رابطه ۷)

در این تحقیق که به جای کروزن از پارافین استفاده شد ارتباط بین SG و ارتفاع ستون کمی متفاوت است (رابطه ۴) که این تفاوت می‌تواند ناشی از استفاده پارافین باشد امّا ضریب همبستگی در رابطه ۴ نشانگر ارتباط بسیار مناسب بین SG و ارتفاع ستون با مایعات استفاده شده در این تحقیق است.

SGs در دو نیم کره (جدول ۲) متفاوت می‌باشد (P<۰/۰۵) که همین تفاوت منجر به یکسان نبودن رابطه ۵ و رابطه ٦ گردیده است. SGs در نیم کره چپ بیشتر از نیم کره راست است که نشانگر سنگین‌تر بودن بافت نیمکره چپ نسبت به نیم کره دیگر می‌باشد. قبلاً SGs برای کورتکس گربه برابر با ۱/۲٦±۰/۰۱۷، برای ماده سفید ۱/۱۴٦±۰/۰۰۹ و برای پل مغزی ۱/۱۴۴±۰/۰۱۳ گزارش شده (۱۳) امّا اشاره‌ای به متفاوت بودن SGs در دو نیمکره نگردیده است.

Nelson ، SGs را برای کورتکس موشهای کوچک (۲۳ گرم) برابر با ۱/۳۲±۰/۰۰۸ و برای موشهای بزرگتر (۴۵ گرمی) برابر با ۱/۳۰±۰/۰۰۴ بیان می‌دارد (۷). SGs نیم کره چپ حاصل در این بررسی با آنچه دیگران (۱۳) در کورتکس به دست آورده‌اند بسیار نزدیک است ولی شاید مشاهده ما در متفاوت بودن SGs در دو نیم کره به دلیل غالب بودن نیم کره چپ بر نیم کره راست باشد هر چند نمی‌توان به طور قطع تفاوتی در SGs دو نیم کره مغز قایل شد و احتمالاً پاسخ گویی دقیق‌تر لازم است که SGs در قسمت‌های گوناگون مغز مجزا نمونه‌برداری و اندازه‌گیری گردد. همین بحث در راستای WC دو نیم کره مطرح است. در هر دو نیم کره تفاوت معنی‌داری بین WC و SG در حالت شاهد و پس از ۳۰ دقیقه انسداد شریان‌های کاروتید وجود دارد. SG بافت خاکستری مغز در گربه و در حالت طبیعی قبلاً برابر با ۱/۰۴۰۸±۰/۰۰۲٦ گزارش شده بود (۱۳). از طرف دیگر میزان WC مغز گربه برای کورتکس ۸۰/۹٦±۰/۲ می‌باشد. در تحقیقات دیگران نیز در حالت نرمال و حالت ادم تفاوت معنی داری در SG مشاهده گردیده است (۱۴،۱٦،۲۰) و همگی نشانگر دقت استفاده از SG جهت تعیین WC مغز است. امّا پاسخ‌گویی به تفاوت SG و WC در دو نیم کره نیاز به مطالعات بیشتری در اجزا هر دو نیم کره به طور مجزا می‌باشد.

در رابطه‌های ۵ و ٦ ارتباط بین WC و عکس SG در دو نیم کره ارایه شده است. دو مطلب در اینجا حایز اهمیت است، یکی ارتباط بین این دو پارامتر که مطالعه ما نیز تایدی بر مطالعه دیگران بود (۷،۱۳). Marmarou برای کورتکس گربه رابطه زیر را به دست آورد:

$$WC\% = -۳۸۴/٦۲ + ۴۸۴/٦۲ \frac{۱}{SG}$$ (رابطه ۸)

که برای اجزای دیگر مغز گربه متفاوت بود(۱۳). مطلب دوم این که در بررسی ما برای نیم کره چپ (رابطه ۵) و برای نیم کره راست (رابطه ٦) دو رابطه متفاوت به دست آمد که تفاوت این دو رابطه ناشی از اختلاف SGs حاصل می‌باشد (جدول ۲).

جدول ۲ـ Specific Gravity (SG) و درصد حجم آب WC% مغز به وسیله خشک نمودن بافت و هم‌چنین به وسیله استفاده از رابطه ۵ (جهت نیم‌کره چپ) و رابطه ٦ (جهت نیم کره راست) در حیوانات آزمایشگاهی که شریانهای کاروتید آنها به مدت ۱۵ دقیقه مسدود بوده‌اند.

نیم کره	SG	WC% مغز (به وسیله خشک شدن بافت)	WC% مغز (به وسیله رابطه‌های ۵ و ٦)
راست (n=۱۰)	۱/۰۴٦±۰/۰۰۲	۷۵/۷±۲/۵	۷۵/۰٦±۰/۸
چپ (n=۱۰)	۱/۰۴۴±۰۰/۱	۷۸/۴±۳	۷۹/۹±۰/۷

مشاهده می‌گردد که میزان WC محاسبه و اندازه‌گیری شده به روش خشک کردن بافت در نیم‌کره‌ها با هم اختلاف ناچیزی دارند که طبعاً این اختلاف به لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد (NS). تفاوت ضرایب به‌دست آمده رابطه ۸ و رابطه ۵ هر چند قابل توجه نیست، احتمالاً این تفاوت می‌تواند به دلیل اختلاف SGs در بافت مغز دو حیوان باشد (۷،۱۳). هر چند در جدول ۲ دو رابطه فوق با ده حیوان دیگر ارزیابی گردید و تفاوت معنی‌داری را نشان نداد اما هنوز نیاز است تا اجزا هر دو نیم کره به طور مجزا و دقیق بررسی گردد تا بر یکسانی یا عدم تفاوت SGs، WC و SG دو نیم‌کره و مقایسه آن قضاوت دقیق‌تری کرد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از دکتر حجت الله علایی جهت راهنمایی‌های لازم، آقای حسن صادقی به خاطر همکاری در آزمایشها و خانم سهیلا شیردوانی جهت تایپ مقاله اعلام می‌دارند.

References:

1. Fishman RA. Brain edema. N Engl J of Med. 1975; 280: 706-711.
2. Miller JD. The management of cerebral edema. Br J Hosp Med. 1979; 21: 152-164.
3. Straling EH. On the absorption of fluid from connective tissue space. J Physiol. 1896; 19:312-321.
4. Adachi M. Feigin IL. Cerebral oedema and the water content of normal white matter. J Neurol Neurosurg Psychiat. 1966; 29: 446-450.
5. Harrison MJG. Brownbill D. Lewis PD. Ross RW. Cerebral edema following carotid artery ligation in the gerbil. Arch Neurol. 1973; 28: 389-391.
6. Plum F. Posner JB. Alvord EC. Edema and necrosis in experimental cerebral infarction . Arch Neurol. 1963; 9: 563-570.
7. Nelson SR. Mantz ML. Maxwell JA. Use of specific gravity in the measurement of cerebral edema. J Appl physiol. 1971; 30: 268-271.

8. Bothe HW. Bodsch W. Hossmann KA. Relationship between specific gravity, water content, and serum protein extravastion in various type of vasogenic brain edema . Acta Neuropathol (Berl). 1984; 64: 37-42.

9. Stefansson E. Wilson CA. Lightman SL. Kuwabara T. Palestine AG. Wagner HG: Invest Ophthalmol Vis Sci. 1987; 28: 1281-1289.

10. Bullock R. Smith R. Favier J. Brain specific gravity and CT scan density measurement after human head injury. J Neurosurg. 1985; 63: 64-68.

11. Shigeni T. Brock M. Shigeno S. Fritschka E. Cervos-navarro J. The determination of brain water content: microgravimetry versus drying weighing method. J of Neurosurg. 1982; 57: 99-107.

12. Picozzi P. Todd NV. Crockard AH. The role of cerebral blood volume change in brain specific gravity measurements. J Neurosurg. 1985; 62: 704-710.

13. Marmarou A. Poll W. Shulman K. Bhagavan H. A simple gravimetric technique for measurement of cerebral edema. J Neurosurg. 1978; 49: 530-537.

14. Crockard A. Iannotii F. Humstock AT. Smith RD. Harris RJ. Symon L. Cerebral blood flow and edema following carotid occlusion in the gerbil. Stroke. 1980; 11: 494-498.

15. Nath F. Galbraith S. The effect of mannitol on cerebral white matter water content. J Neurosurg. 1986; 65: 41-43.

16. Dempsey RJ. Combs DJ. Maley ME. Cowen DE. Roy MW. Donaldson DL. Moderate hypothermia reduces postischemic edema development. Neurosurgery. 1987; 21: 177-181.

17. Costello ML. Powell HC. Myers RR. Microgravimetric analysis of nerve edema. Muscle Nerve. 1982; 5: 261-264.

18. Zhuang J. Shackford SR. Schmoker JD. Pietropaoli JA. Colloid infusion after brain injury: effect on intracranial pressure, cerebral blood flow, and oxygen delivery. Crit Care Med. 1995; 23: 140-148.

19. Shohami E. Novikov M. Horowitz M. Long term exposure to heat reduces edema formation after closed head injury in the rat. Acta Neurochir Suppl (wien). 1994; 60: 443-445.

20. Dempsey RJ. Roy MW. Cowen DE. Maley ME. Lipoxygenase metabolites arachidonic acid and the development of ischemic cerebral oedema. Neurol Res.1986; 8: 53-56.