مجله دانشکده پزشکی اصفهان **مقاله پژوهشی**
سال بیست و هشتم/شماره ۱۲٤/هفته چهارم اسفند ماه ۱۳۸۹
تاریخ دریافت: ۸۹/۸/۳ **تاریخ پذیرش:** ۸۹/۱۱/۹

تهیه‌ی مقاطع قابل انعطاف پلاستینیشن مغز انسان به وسیله‌ی رزین پلی استر اصلاح شده‌ی P_{87}

دکتر عباسعلی ربیعی[۱]، دکتر محمد حسین اسدی[۲]، دکتر ابراهیم اسفندیاری[۳]، منیر تقی‌پور[۴]، دکتر حسین بهادران[۵]، محسن ستایش[۶]، عاطفه شموسی[۷]، دکتر محمد مردانی[۸]، دکتر بهمن رشیدی[۱]، عطاءالله فتح الله پور[۷]

خلاصه

مقدمه: پلاستینیشن یک روش عالی برای کمک به نگهداری بافت‌های زیستی به صورت خشک، بی‌بو و بادوام می‌باشد. در این روش، آب و چربی از بافت خارج و پلی استر قابل پردازش جایگزین می‌شود. مقاطع پلاستینه‌ی مغز انسان که پیشتر تهیه شده بود شکننده و سنگین بود (روش استاندارد). هدف از این مطالعه، تهیه‌ی مقاطع پلاستینه‌ی انعطاف پذیر و سبک از مغز انسان بود.

روش‌ها: ابتدا دو مغز سالم انسان تهیه و در فرمالین ۱۰ درصد برای سه ماه ثابت سازی شد. نمونه‌ها به مقاطع ۳ میلی‌متری برش داده و با استون ۲۵- درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۴ هفته آبگیری شد. سپس مقاطع با پلی استر انعطاف پذیر p_{87} در اتاقک خلأ اشباع شدند. سرانجام هر مقطع در یک اتاقک مسطح که از دو صفحه‌ی شیشه‌ای تشکیل شده بود، توسط پلی استر p_{87} قالب گیری شد. شفافیت، وزن، انعطاف پذیری، حباب و شکستگی‌های واضح (Gross) در مقاطع تهیه شده با نمونه‌ی استاندارد مقایسه گردید. شفافیت، توسط دستگاه فتومتر اندازه گیری و وزن توسط ترازوی دیجیتال بررسی شد. حباب و شکستگی‌های واضح به وسیله‌ی مشاهده‌ی مستقیم و انعطاف پذیری بر اساس میزان خمش بررسی شد. از صفر تا ۴۵، از ۴۵ تا ۹۰، از ۹۰ تا ۱۳۵ و از ۱۳۵ تا ۱۸۰ درجه‌ی خمش با اعداد ۱، ۲، ۳ و ۴ مقیاس شدند.

یافته‌ها: میانگین نور عبوری مقاطع پلاستینه ۸۵ درصد و در روش استاندارد ۹۰ درصد بود. وزن مقاطع پلاستینه بین ۴۰۰-۲۰۰ گرم و در نمونه‌ی استاندارد۸۰۰-۶۰۰ گرم بود. حباب و شکستگی‌های واضحی در نمونه‌ی استاندارد دیده شد در حالی که هیچ حباب و شکستگی‌های واضحی در مقاطع پلاستینه دیده نشد. میانگین انعطاف پذیری مقاطع پلاستینه ۳ و در نمونه‌ی استاندارد ۱ بود.

نتیجه‌گیری: مقاطع قابل انعطاف پلاستینه‌ی مغز در مقایسه با نمونه‌ی استاندارد سبک و انعطاف پذیرتر می‌باشد.

واژگان کلیدی: پلاستینیشن، پلی استر، قابل انعطاف، P_{87}، رزین.

مقدمه

آناتومی یکی از مهم‌ترین دروس پایه در علوم پزشکی می‌باشد. برای تسهیل در یادگیری آناتومی استفاده از نمونه‌ها و مولاژها جهت ایجاد درک فضایی صحیح از اندام، احشاء و ... برای دانشجویان از زمان‌های بسیار دور یک امر رایج و متداول بوده است (۲-۱). بهترین گزینه در این روش‌ها استفاده از نمونه‌های طبیعی انسانی در سالن تشریح می‌باشد. عدم وجود نمونه‌های تازه و طبیعی، کمبود جسد، بوی نامطبوع سالن تشریح و مواد فیکساتیو مشکلات عرفی

[۱] استادیار، گروه آناتومی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
[۲] دانشیار، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران.
[۳] استاد، گروه آناتومی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
[۴] دانشجوی کارشناسی ارشد آناتومی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران.
[۵] استادیار، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج)، تهران، ایران.
[۶] کارشناس ارشد شیمی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
[۷] کارشناس ارشد آناتومی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
[۸] دانشیار، گروه آناتومی، دانشکده‌ی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.
نویسنده‌ی مسؤول: منیر تقی پور
Email: royataghipor@yahoo.com

و قانونی در جهت تهیه‌ی این نمونه‌ها از جمله مشکلات استفاده از سالن تشریح می‌باشد (۵-۳). پلاستینیش روشی نوین در حفظ و نگهداری نمونه‌های انسانی است که می‌تواند جایگزین سالن تشریح شود. از اجرای پلاستینیشن نزدیک به سه دهه می‌گذرد. پلاستینیشن برای اولین بار در سال ۱۹۸۷ توسط پروفسور Gounter von Hogens در دانشگاه هایدلبرگ آلمان ابداع گردید. این پروفسور آلمانی اولین کسی بود که پلی استر را در زمینه‌ی پلاستینیشن به کار برد (۶). پلاستینیشن به ۲ طریق انجام می‌پذیرد:

۱- پلاستینیشن حجمی

۲- پلاستینیشن مقطعی

در پلاستینیشن حجمی تمام یا بخش‌هایی از بدن مثل قلب یا مغز پلاستینه و در پلاستینیشن مقطعی از اندام و احشاء مانند قلب و یا مغز برش‌های سریالی، با ضخامتی در حدود میلی‌متر تهیه شده و در نهایت پلاستینه می‌شوند. این روش بیشتر بر روی احشایی مثل مغز انجام می‌گیرد که تشریح داخل آن‌ها ممکن نبوده است و یا به سختی انجام می‌پذیرد. به عنوان مثال مقاطع پلاستینه‌ی مغز که به طور عرضی، کرونال و یا ساژیتال برش داده شده‌اند، استفاده خاص خود را داشته است و برای مقایسه با مقاطع سی‌تی اسکن و MRI بسیار ارزشمند می‌باشند. در نتیجه عوامل بافتی فساد پذیر به وسیله‌ی مواد شیمیایی فساد ناپذیر جایگزین شده و ضمن حفظ خصوصیات مرفولوژیک می‌تواند در امور آموزشی مورد استفاده قرار گیرد (۷).

در سال ۱۳۸۰ در کارگاه پلاستینیشن دانشکده‌ی پزشکی، پلاستینیشن مقطعی توسط پلی استر سخت با نتایج مطلوب انجام شد، ولی به دلیل وزن بالا و شکنندگی بالا به مرور زمان در اثر استفاده‌های مکرر، نمونه ترک می‌خورد و می‌شکست (۳).

در این پژوهش تلاش شد پلاستینیشن مقطعی برای ساخت مقاطع مغز که قابل انعطاف باشد مورد آزمون قرار گیرد (۷) و با ایجاد تغییراتی در پلی استر معایب فوق بر طرف گردد. برای این منظور با به کار بردن مواد نرم کننده در ساختار پلی استر، انعطاف پذیری آن‌ها افزایش و در نتیجه احتمال شکستگی آن کاهش می‌یافت. از طرفی با کاهش ضخامت نمونه‌ها به ۳ میلی‌متر و وزن ۴۰۰-۲۰۰ گرم ضخامت و وزن آن‌ها در مقایسه با نمونه‌ی Hard کاهش یافته، در هنگام آموزش به صورت راحت و آسان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

روش‌ها

ابتدا نمونه‌های مغز تازه‌ی انسانی از پزشکی قانونی تهیه شده، سپس مراحل زیر به ترتیب انجام گرفت:

الف- فیکس کردن: به لحاظ فساد پذیر بودن نمونه‌های طبیعی انسان، روش‌هایی برای حفظ و نگهداری مغز و جلوگیری از فساد آن مرسوم بوده است. رایج‌ترین شیوه، استفاده از محلول‌های فیکساتیو می‌باشد. بنابراین نمونه در فرمالین ۱۰ درصد یا متانول ثابت سازی شد که ترجیحاً برای نمونه‌های مغزی به طور میانگین به مدت دو ماه در فرمالین ۱۰ درصد قرار گرفت (۶).

ب- برش: در این مرحله نمونه‌های مغز به وسیله‌ی دستگاه مخصوص کالباس‌بر، برش زده شد. در این روش، ابتدا نمونه‌ها به مدت دو ساعت زیر آب ولرم به طور کامل شستشو داده می‌شود تا مواد فیکساتیو که باعث تحریک مخاط چشم و بینی می‌شوند به طور کامل از بین رود. بعد از آن توسط کالباس‌بر، نمونه‌ها

به ضخامت حدود سه میلی‌متر برش داده شد (۶).

ج- آبگیری: از آن جا که آب عامل اصلی فساد بافتی است بایستی تمام آب موجود در بافت خارج گردد. همان طور که می‌دانیم خروج آب بافتی بدون جایگزین کردن آن با یک مایع جایگزین باعث خشکی، چروکیدگی و شکنندگی بافت خواهد شد. بنابراین در اولین مرحله، آب به وسیله‌ی یک مایع حد واسط جایگزین می‌گردد که این ماده‌ی حد واسط، اغلب استون است. به طور کلی، جایگزینی آب و چربی بافت توسط محلول آبگیری از طریق انتشار انجام می‌شود و نمونه تا زمانی داخل محلول آبگیری قرار می‌گیرد که درصد خلوص این محلول در داخل و خارج بافت برابر گردد و زمانی آبگیری کامل می‌شود که محتوای آب محلول آبگیری برای سه روز متوالی ثابت بماند.

نمونه توسط استون سرد که دمای آن حدود ۲۵ تا ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد زیر صفر است، آبگیری گردید. نمونه‌ای که در استون خالص (با درصد خلوص حدود ۹۹ درصد) قرار داده شده است، بخشی از آب موجود در خود را از دست می‌دهد و استون جایگزین آب از دست رفته می‌شود. بنابراین، درصد خلوص استون کم می‌شود و به ۹۵ درصد و یا ۹۰ درصد و ... می‌رسد. استون را ۵ تا ۱۰ بار تعویض نمودیم. در مراحل ابتدایی ممکن است نیازی به استفاده از استونومتر نباشد (۹-۸).

ج-۱- در پلاستینیشن، مرحله‌ی بعد از آبگیری Defattization می‌باشد (۱۰). برای نمونه‌های مغزی این مرحله انجام پذیر نمی‌باشد؛ چرا که بیشتر ماده‌ی سفید مغز (میلین) از چربی است و باعث حل شدن چربی بافت مغز می‌شود که متعاقب آن قوام بافت مغز از دست می‌رود.

د- اشباع با فشار: این مرحله در یک اطاقک خلأ انجام می‌شود. اطاقک خلأ دارای خصوصیات زیر است:

۱. درب آن شیشه‌ای می‌باشد و داخل آن را می‌توان دید.

۲. دارای یک شیر است که به پمپ وصل شده، توسط پمپ هوا به خارج کشیده می‌شود.

۳. دریچه‌ای که به فشار سنج وصل می‌شود تا بتوان فشار داخل محفظه را اندازه گیری کرد.

۴. شیر تعدیل، برای تنظیم فشار داخل محفظه است. در مرحله‌ی اشباع، نمونه را داخل پلی استر قابل انعطاف قرار داده، درب محفظه خلأ را می‌بندیم. با فعالیت پمپ، هوای داخل محفظه تخلیه و خلأ ایجاد می‌شود. در خلأ، استون تبخیر شده از بافت بیرون می‌رود و پلی استر به داخل بافت نفوذ می‌کند و جایگزین استون می‌شود. پلی استر در این مرحله فاقد مواد سخت کننده (Hardener) و شتاب دهنده (Accelerator) است. چون در این مرحله، هدف نفوذ پلی استر به داخل بافت است (۱۲-۱۱).

و- قالب گیری: این مرحله آخرین مرحله‌ی پلاستینیشن مقطعی می‌باشد. در ابتدا برای هر نمونه ۱۰۰ سی‌سی پلی استر انتخاب شد. سپس، دو ورقه‌ی شیشه‌ای با اندازه‌ی ۲۰ × ۲۰ سانتی‌متر و ضخامت ۲ میلی‌متر انتخاب گردید. شیشه‌ها به صورت موازی و به فاصله‌ی ۵ میلی‌متر از یکدیگر قرار گرفت. برای برقراری این فاصله، سیم‌های لاستیکی مخصوص در سه ضلع در بین دو شیشه قرار داده شد و یک طرف قالب باز ماند. برای استحکام قالب از گیره‌های مخصوصی که قادر به نگه داشتن دو شیشه به فاصله‌ی معین از یکدیگر می‌باشد، استفاده شد. بعد از تهیه‌ی این قالب، مقاطع مغز با ضخامت ۳ میلی‌متر از طرف باز شیشه‌ها در بین آن قرار می‌گیرد و سپس مخلوط

پلی استر، سخت کننده و شتاب دهنده که پیشتر آماده شده بود، در فضای بین دو قالب شیشه‌ای ریخته شد؛ به طوری که نمونه را کاملاً احاطه نمود. سرانجام پس از سه تا پنج روز، نمونه‌ها از بین قالب‌های شیشه‌ای خارج گردید (۱۴-۱۳).

یافته‌ها

مقاطع پلاستینه‌ی قابل انعطاف مغز، درجه‌ی زیادی از انعطاف پذیری را نشان می‌دهند که این انعطاف پذیری احتمال از بین رفتن آن‌ها در اثر شکستگی را کاهش می‌دهد و برای سالیان دراز به عنوان وسیله‌ی کمک آموزشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای نشان دادن قابلیت انعطاف از اعداد قراردادی ۱ تا ۴ استفاده می‌شود؛ به این صورت که انعطاف ۴۵-۰ درجه با عدد قراردادی ۱، انعطاف ۹۰-۴۵ درجه با عدد قراردادی ۲، انعطاف ۱۳۵-۹۰ درجه با عدد قراردادی ۳ و انعطاف ۱۸۰-۱۳۵ درجه با عدد قراردادی ۴ نشان داده می‌شود. انعطاف پذیری مقاطع پلاستینه‌ی قابل انعطاف مغز حداکثر ۱۲۰ درجه و انعطاف پذیری نمونه‌ی استاندارد صفر درجه می‌باشد که به ترتیب با عدد قراردادی ۳ و ۱ نشان داده می‌شود.

مقاطع پلاستینه قابل انعطاف مغز به دلیل تمایز و تفکیک کافی بین قسمت‌های مختلف مغز و عبور میزان بالای نور، شفاف بوده است و در نتیجه در آموزش قابل استفاده می‌باشد. برای اندازه گیری شفافیت نمونه از دستگاه فتومتر استفاده می‌شود که میزان نور عبوری را از ۱۰۰-۰ به صورت درصد نمایش می‌دهد. عدد صفر کمترین شفافیت و عدد صد بالاترین میزان شفافیت است که در این نمونه‌ها میزان نور عبوری به طور میانگین به میزان ۸۵ درصد می‌باشد.در نمونه‌ی استاندارد به طور میانگین به میزان ۹۰ درصد است.

مقاطع پلاستینه قابل انعطاف مغز به علت وزن کم (۴۰۰-۲۰۰ گرم) و انعطاف پذیری زیاد دارای شکنندگی کم و در نتیجه برای مدت طولانی قابل استفاده می‌باشد.

مقاطع پلاستینه قابل انعطاف مغز فاقد شکستگی واضح (Gross) می‌باشد که باعث کاهش استعداد شکستگی در نمونه می‌شود.

بحث

انعطاف پذیری مقاطع پلاستینه‌ی قابل انعطاف مغز حداکثر ۱۲۰ درجه می‌باشد که با عدد قراردادی ۳ نشان داده می‌شود و انعطاف نمونه‌های Hard، درجه‌ی یک یعنی صفر درجه می‌باشد. در اثر انعطاف پذیری زیاد این نمونه‌ها، شکستگی تا حد زیادی کاهش می‌یابد (۱).

شفافیت مقاطع پلاستینه‌ی قابل انعطاف مغز در دستگاه فتومتر به اندازه‌ی ۸۵ درصد می‌باشد، در حالی که شفافیت نمونه‌های Hard در این دستگاه ۹۰ درصد است. بنابراین، شفافیت نمونه‌های غیر قابل انعطاف بیشتر از نوع انعطاف پذیر می‌باشد ولی به دلیل تمایز و تفکیک زیاد بین قسمت‌های مختلف مغز، نوع انعطاف پذیر برای آموزش مناسب‌تر است (۱۵).

وزن مقاطع هم اندازه‌ی پلاستینه‌ی قابل انعطاف مغز در ترازوی معمولی بین۴۰۰-۲۰۰ گرم است، در حالی که وزن Hard بین ۸۰۰-۶۰۰ گرم است. بخشی از این تفاوت ناشی از این است که مقاطع پلاستینه‌ی Hard به اجبار دارای ضخامت بیشتر هستند و بخشی نیز که به ماهیت پلی استر مربوط می‌شود، بسیار شکننده است که برای جلوگیری از این امر مجبور به تهیه‌ی قالب ضخیم می‌باشیم ولی رزین، انعطاف پذیر و شکننده نیست (۱۶).

شکستگی واضح مقاطع پلاستینه‌ی قابل انعطاف مغز

از طریق مشاهده، کمتر از مقاطع Hard می‌باشد. بنابراین، میزان شکستگی این مقاطع کمتر می‌شود (۱).

نتیجه‌گیری

به دلیل انعطاف پذیری و شفافیت بالا و نیز وزن و ضخامت کمتر این نمونه‌ها، ماندگاری آن‌ها در سال‌های متمادی افزایش می‌یابد و می‌تواند به عنوان روشی مناسب و قابل قبول برای موارد آموزشی مورد استفاده قرار گیرد و بر روند ارتقای کیفیت آموزش تأثیر مثبت اعمال کند.

References

1. Shibanifar M. Plastination (Thesis). Isfahan: Isfahan University of Medical Science; 1995.
2. Asadi M. Study of Techniques for Natural Anatomic Models Fabrication in Museum and Bioplasty Style. Tehran: Tehran University of medical science; 1991.
3. Soleimani M. Atlas plastination. [Thesis]. Isfahan: Isfahan University of Medical sciences; 1997.
4. Hagen G. Preservation by plastination. J Int Soc Plastination 1994; 7: 3-7.
5. Morison W. Body plastination. 2nd ed. New York: Supply; 1990. p. 1026-30.
6. Rabiei A A. Fabrication of polymer and production of the whole human body with mass plastination method. [PHD Thesis]. Isfahan: Isfahan University of Medical Science; 2003.
7. Weber W. Sheet Plastination of the brain -p35 technique Filling method. J Int Soc Plastination 1992; 6: 29-33.
8. Roark R. High purity solvent recycling of acetone in the laboratory. J Int Soc Plastination 1992; 6(6): 20-1.
9. Robert W. Dehydration of speciment. J Int Soc Plastination 1992; 6(4): 35-7.
10. Hansen J. Essential Anatomy Dissector: Following Grant's Method. 2nd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
11. Hajian M, Esfandiari E. Production of modified polyester in anatomic field. Isfahan University of Medical Science 1993; 80-91.
12. Parkyn B, Lamb F, Clifton BV. Unsaturated Polyesters and Polyester Plasticizers. London: Iliffe books; 1967.
13. Considine MC, Considine GD. Van Nostrand Reinhold Encyclopedia of Chemistry. 5th ed. New York: Van Nostrand Rinhold company; 2006.
14. de Boer-van Huizen RT, Cornelissen CJ, Donke lar HJ. Sheet Plastination of the human. San Antoni: J Int Soc Plastination 2002; 6: 17.
15. Lim KKP, Sivasothi N. A guide to methods of preserving animal specimens in liquid preservatives. Available from: URL: http://preserve.sivasothi.com/
16. Weiglein AH. Preparing and using S10 and P35 brain slices. J Int Soc Plastination 1996; 10(1): 22-5.

Journal of Isfahan Medical School **Original Article**

Vol 28, No 124, 4th week, March 2011 Received: 25.10.2010 Accepted: 30.12.2010

Prepration of Flexible Plastinated Sheets of Human Brain by P_{87} Polyester

Abbas Ali Rabiei MD[1], Mohammad Hossein Asadi MD[2], Ebrahim Esfandiari MD[3], Monir Taghipour[4], Hossein Bahadoran MD[5], Mohsen Setayesh MSc[6], Atefeh Shamoosi MSc[7], Mohammad Mardani MD[8], Bahman Rashidi MD[1], Ataollah Fathollahpour MSc[7],

Abstract

Background: Plastination is an excellent technique which helps preserve biological specimens in a dry, odorless, and state. In this technique, water and fat are extracted from tissues and are replaced with curable polyester. Previously prepared plastinated sheets of human brain were fragile and heavy (standard method). The aim of this study was to prepare flexible and light plastinated sheets of human brains.

Methods: Two intact human brains were prepared and fixed in 10% formalin for 3 months. After. They were sliced into 3 mm thickness sheets and were dehydrated by acetone in -250C for 4 weeks. Then, the slices were impregnated by P_{87} flexible polyester in the vacuum chamber. Finally, each slice was cast in an individual flat chamber consisting of 2 standard glass plates by P_{87} flexible polyester. The transparency, weight, flexibility, bubbling and Gross fragility of the prepared sheets were compared with those of the standard method. The transparency was measured by photometer machine. Their weight was assessed by digital scale; Gross fragility and bubbling were assessed by direct observation. Flexibility of samples was investigated by the degree of bending zero to 45, 45 to 90, 90 to 135 and 135 to 180 degrees of bending were scaled 1, 2, 3 and 4, respectively.

Finding: Average light passing, flexible sheets was 85%, while in standard method was 90%. The weights of flexible sheets were 200-400 gr, and in standard method were 600-800 gr. Bubbling and gross fragility were observed in standard method, while no bubbling and gross fragility were observed in flexible sheets. The average flexibility of flexible sheets was, while in standard method was 1.

Conclusion: P_{87} polyester seems to provide lighter and more flexible brain sheets compared with the standard method.

Keywords: Plastination, Polyester, Flexible, P_{87}, Rezin.

[1] Assistant Professor, Department of Anatomic Sciences, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
[2] Associate Professor, School of Medicine, Baghiatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
[3] Professor, Department of Anatomic Sciences, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
[4] MSc Student, School of Medicine, Baghiatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
[5] Assistant Professor, School of Medicine, Baghiatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran.
[6] Chemist, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
[7] Anatimist, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
[8] Associate Professor, Department of Anatomic Sciences, School of Medicine, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
Corresponding Author: Monir Taghipour, Email: royataghipor@yahoo.com