مقاله تحقیقی

پلاستینیشن اندامهای فوقانی و تحتانی با تزریق پلیمر رنگی به داخل شریانها

غلامرضا دشتی .Ph.D*، عبدالرضا صباحی .Ph.D*، اردشیر ساکی .M.Sc*، مرتضی حاجیان .Ph.D**، ابراهیم اسفندیاری .Ph.D*

*گروه علوم تشریح دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

**دانشکده شیمی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

تاریخ وصول: آذر ماه ۸۱، تاریخ پذیرش: فروردین ماه ۸۲

چکیده

هدف: پلاستینیشن یک روش بی‌نظیر برای نگهداری بافتهاست که در سال ۱۹۷۸ توسط Gunter ابداع شد. در این روش، آب و چربی توسط پلیمرهای سفت شونده جایگزین می‌گردند و به‌دنبال آن نمونه‌هایی خشک، بدون بو، بادوام، با قوام، با استحکام و انعطاف‌پذیر حاصل می‌شوند.

مواد و روشها: این مطالعه تجربی - کاربردی است. از نظر آماری یک نمونه کافی است. جسد بدون وارث و مجهول‌الهویه از مرکز پزشکی قانونی تهیه شد و به روش زیر پلاستینه شد: ۱) تثبیت نمودن جسد، ۲) ساخت پلیمر رنگی و تزریق آن توسط پمپ هیدرولیک به داخل عروق، ۳) تشریح اندامهای فوقانی و تحتانی و جدا نمودن آنها از جسد، ۴) آبگیری توسط استون سرد، ۵) چربی‌گیری توسط استون گرم و قرار دادن نمونه در آب اکسیژنه ۳۳/۳ درصد برای شفاف‌شدن و سپس آبگیری مجدد توسط استون سرد، ۶) اشباع تحت فشار خلاء و ۷) پرداخت توسط نور و حرارت.

یافته‌ها: در گروه فیزیک پزشکی دانشکده پزشکی توسط دستگاه یونیورسال مدل (Universal DARTEC England IC 10) و در شرایط یکسان، ۸ قطعه از عضلات قسمتهای مختلف نمونه مورد مطالعه با قطعه‌ای از عضله گردنی نمونه آلمانی ساخت هایدلبرگ مقایسه شد و به ۹ نمونه در زمانهای متفاوت فشارهایی بین ۱ تا ۸۰ نیوتن در ۱۵ مرحله وارد شد و تفاوت استحکام و انعطاف‌پذیری آنها توسط نرم‌افزار SPSS و آزمون ONE WAY ANOVA مقایسه گردید.

نتیجه‌گیری: در مقایسه تک تک نمونه‌های ایرانی با نمونه آلمانی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0.05$) و از نظر استحکام و انعطاف‌پذیری نیز به یکدیگر شبیه بودند. در این تحقیق پلیمر رنگی ساخته شد و برای اولین بار از ابزار جدیدی به‌نام پمپ هیدورلیک[1] برای تزریق پلیمر رنگی به داخل عروق استفاده گردید که باعث رنگ‌آمیزی شریانها شد. وریدها از سطح رنگ‌آمیزی شده و برای اولین بار از آب اکسیژنه برای شفاف نمودن نمونه استفاده گردید.

واژه‌های کلیدی: پلاستینیشن، تثبیت کردن، آب‌گیری، چربی‌گیری، اشباع تحت فشار، پرداخت

مقدمه

متخصصان علوم تشریحی از گذشته‌های دور همواره در جستجوی روشی برای نگاهداری بافتهای نرم و متلاشی شونده بدن انسان و تهیه نمونه‌هایی با دوام، با قوام، با استحکام و قابل حمل و نقل بوده‌اند. Dikceaens Webrent در سال ۱۹۱۴ و Hokhster and Sheimaidel در سال ۱۹۲۴ با نگاهداری نمونه‌ها در پارافین تا حدودی به این هدف نزدیک شدند. این نمونه‌ها خشک، دارای ظاهری طبیعی و نسبت به تأثیرات

آدرس مکاتبه: اصفهان، دانشگاه علوم‌پزشکی اصفهان، دانشکده پزشکی، صندوق پستی ۳۱۳-۸۱۷۴۵ Email: dashti@med.mui.ac.ir

1- Hydraulic pump

مکانیکی مقاوم بودند. با این وجود دوام و قوام آنها زیاد نبود و در مقابل گرما حساس و قابل اشتعال بودند؛ تا اینکه روشی نوین در سال ۱۹۷۸ توسط یک آناتومیست از کشور آلمان به نام Gunter ابداع شد و آن را پلاستینیشن نامیدند [۱].

پلاستینیشن روشی نوین برای نگهداری بافتهای فاسدشدنی و از جمله بدن انسان است که طی آن، آب و چربی موجود در بافتها توسط پلیمرهایی سفت شونده (سیلیکون - پلی‌استر - اپوکسی) جایگزین می‌شود. در نتیجه این روش نمونه‌هایی خشک، بدون بو، با دوام، با قوام، با استحکام، با مقاومت بالا، طبیعی، واقعی، مقاوم به رشد باکتری و قارچ، قابل حمل و نقل و قابل لمس حاصل می‌شود [۲].

در این تحقیق از پلی‌استر و از روش P75 استفاده شد که با توجه به شفافتر بودن و ارزانتر بودن پلی‌استر نسبت به بقیه پلیمرها، نمونه ساخته شده نسبت به نمونه‌های قبلی شفافتر و ارزانتر است. در مطالعه حاضر برای اولین بار در دنیا ساخت پلیمر رنگی از رزین پلی‌استر و تزریق آن به داخل شریانها توسط پمپ هیدرولیک و رنگ‌آمیزی شریانها و وریدها انجام شده و آب اکسیژنه برای شفاف‌سازی بافتهای جسد به‌کار رفت که باعث شد سرعت و کیفیت یادگیری آناتومی اندامها افزایش یابد. در روشهای قبلی برای رنگ‌آمیزی عروق از لاتکس و ژلاتین و موم استفاده شده‌است [۳].

مواد و روشها

برای پلاستینیه نمودن اندامهای فوقانی و تحتانی با تزریق پلیمر رنگی به داخل شریانها مواد و وسایل زیر استفاده شد: ۱) جسد انسان، ۲) پلیمر (پلی‌استر)، ۳) سخت‌کننده (پراکسید ایتالیایی)، ۴) شتاب‌دهنده (کبالت)، ۵) خمیر رنگ مخصوص پلیمر قرمز و آبی، ۶) استون ۱۰۰ درصد (sheel آلمان)، ۷) فرمالین ۱۰ درصد، ۸) گلیسیرین، ۹) اتانول، ۱۰) پودر تیمول، ۱۱) فنول، ۱۲) سوند معده، ۱۳) پمپ هیدرولیک، ۱۴) دستگاه Universal test DARTEC (برای اندازه‌گیری خواص فیزیکی)، ۱۵) محفظه استون، ۱۶) پمپ خلاء، ۱۷) محفظه اشباع تحت فشار، ۱۸) وسایل دایسکت، ۱۹) استون متر، ۲۰) آب اکسیژنه ۳۳/۳ درصد، ۲۱) فشارسنج جیوه‌ای و ۲۲) سردخانه [۴ و ۵].

این پروژه یک طرح تجربی - کاربردی است و از نظر آماری یک نمونه کافی است. ابتدا جسد بدون وارث و مجهول‌الهویه از مرکز پزشکی قانونی تهیه و در محل گروه علوم تشریحی به‌ترتیب زیر پلاستینه شد:

الف) تثبیت جسد: اساس فراهم نمودن نمونه‌های خوب بافتی، تثبیت کامل نمونه است. اولین خاصیت تثبیت جسد، جلوگیری از گندیدگی، اتولیز و جلوگیری از رشد باکتری و قارچ است. ترکیب محلول ثابت‌کننده جسد شامل: اسیدفنیک یا فنول، فرمالین، الکل، گلیسیرین، آب، پودر تیمول است [۶].

ب) طرز ساخت پلیمر رنگی و تزریق پلیمر رنگی به داخل شریانها: طرز تهیه پلیمر رنگی برای تزریق به داخل شریانها و رنگ‌آمیزی وریدها به شرح زیر است:

۱- پلیمر (پلی‌استر رزین شفاف H150) ($(CH_2)x$-COO-R-) ۱۰۰ سی‌سی، ۲- خشک‌کننده (پراکسید ایتالیایی) ۱/۸ C_6H_5-COOOOC-C_6H_5 سی‌سی، ۳- شتاب‌دهنده (محلول کبالت) ۰/۱ Fe_2O_3-xH_2O سی‌سی، ۴- مواد رنگدانه‌ای (خمیر قرمز رنگ) Cobalt naphthanate ۲۵ گرم؛ ساخت شرکت بایر از کشور آلمان.

برای تزریق پلیمر رنگی به داخل شریانها از یک پمپ هیدرولیک ساخت امریکا با ظرفیت نیم لیتر و با قدرت ۲۸۱ نیوتن که در صنعت خودرو به‌کار می‌رود، به‌همراه یک رابط مخصوص و یک کاتتر (سوند معده) استفاده شد. پس از اطمینان از خشک‌شدن پلیمر تشریح اندامها به‌ترتیب زیر انجام شد [۷].

ج) تشریح: شامل نمایان کردن ساختمانهای تشریحی و خارج نمودن مواد زاید آن نظیر خون، چربی است. برای تشریح نمونه مورد تحقیق از متد کانینگهام استفاده شد [۸].

د) آب‌گیری: این مرحله به معنای جایگزین نمودن آب بافتی با یک حلال آلی دارای قابلیت مخلوط‌شدن با آب است. آب‌گیری به‌طور عمده توسط استون صورت گرفت. مقدار استون حدود پنج برابر وزن نمونه بود تا بهترین نتیجه از آب‌گیری حاصل شود [۲].

برای جلوگیری از چروکیدگی از روش خاصی به نام

آب‌گیری تدریجی استفاده شد و نمونه‌ها درون استون ۱۰۰ درصد و در دمای اتاق قرار داده نشد [۲].

آب‌گیری تدریجی: طی این روش نمونه در یک‌سری از محلولهای آبگیری با غلظتهای افزایش یابنده در دمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد قرار داده شد، به‌طوری که غلظت محلول اول ۷۰ درصد و محلول آخر ۱۰۰ درصد بود. طول مدت عبور از هر وان استون ۱۴ روز بود. وقتی محتوای آب نمونه کمتر از یک درصد شد یا به عبارتی وقتی غلظت استون به‌مدت دو الی سه روز در ۹۹ تا ۱۰۰ درصد ثابت باقی ماند، نشانه آن بود که آب‌گیری کامل شده و این کار توسط استون متر انجام گرفت [۲].

ه) چربی‌گیری: طی مرحله آب‌گیری مقدار بسیار کمی از چربی نمونه نیز حل می‌شود. چربی‌گیری توسط استون ۱۰۰ درصد، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۲ هفته انجام شد.

و) شفاف نمودن نمونه: برای شفاف نمودن نمونه، از آب اکسیژنه ۳۳/۳ درصد به‌مدت ۱۲ ساعت استفاده شد که آب اکسیژنه به‌علت انجام واکنشهای اکسیداسیون و احیاء در بافتها باعث شفاف‌سازی آنها شد. سپس برای دهیدراته شدن مجدد، نمونه درون استون ۱۰۰ درصد در دمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد به‌مدت دو هفته قرار داده شد [۹].

ز) اشباع تحت فشار: اشباع تحت فشار در سه مرحله انجام شد:

۱) مخلوط پلیمر واکنشی که دارای ترکیب زیر بود؛ پلی‌استری از مواد سخت‌کننده[1] و شتاب‌دهنده[2] با مقادیر زیر که به‌مدت ۱۵ دقیقه مخلوط شدند [۴]:

یک لیتر پلیمر (پلی‌استر شفاف H150)، ۱/۸ سی‌سی خشک‌کننده (پراکسید)، ۰/۱ سی‌سی شتاب‌دهنده (محلول کبالت) و ۲۰ سی‌سی گلیسرین (برای افزایش قابلیت انعطاف)

۲) نمونه آب‌گیری شده داخل وان اشباع‌سازی قرار داده شد.

۳) پمپ خلاء برای کاهش فشار استفاده شد و سبب گردید که حلال فرار، به‌صورت بخار از نمونه خارج شود و مخلوط پلیمر به داخل نمونه کشیده شود.

برای اشباع‌سازی مناسب مراحل الف و ب به‌صورت همزمان انجام شد [۴]. اشباع تحت فشار در دمای ۱۰-۸ درجه سانتی‌گراد، به‌مدت ۳۶ ساعت صورت گرفت. اشباع تحت فشار با مشاهده تشکیل حباب بر سطح مخلوط پلیمر و نیز درجه وکیوم اندازه‌گیری شد. وقتی فشار به پنج میلی‌متر جیوه رسید، وکیوم استون به‌طور کامل صورت گرفت [۴].

تجهیزات مورد استفاده در اشباع تحت فشار شامل: محفظه خلاء، پمپ خلاء، فشارسنج جیوه، دریچه تنظیم خلاء و لوله وکیوم بود [۴].

ح) پرداخت[3]: عبارتست از خشک کردن نمونه به نحوی که به راحتی قابل دست گرفتن و حمل و نقل باشد. در این روش پس از خارج کردن نمونه از درون محلول اشباع اجازه داده شد تا پلیمر اضافی از نمونه جدا شود (چکیده شود). سپس وضعیت آناتومیکی عناصر را درست و مرتب نموده و پرداخت در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و زیر اشعه UVA و نور فلوئوسنت صورت گرفت [۵].

ط) رنگ‌آمیزی وریدها: بعد از خشک‌شدن نمونه، رنگی با خمیر آبی رنگ (که قبلاً به روش آن اشاره شد) تهیه شد و وریدها که امکان به‌کارگیری پمپ هیدرولیک به‌دلیل پر بودن از لخته برای آنها نبود، با استفاده از قلم موی ظریف رنگ شدند.

ی) تهیه عکسهای نمونه: با استفاده از دوربین دیجیتال (Nikon 7500 ساخت ژاپن) از نماهای مختلف قطعات پلاستینه شده (اندامهای فوقانی و تحتانی) عکسبرداری شد (شکل ۱ و ۲).

یافته‌ها

توسط دستگاه یونیورسال مدل DARTEC IC 10 و در شرایط یکسان (سرعت (پنج میلی‌متر در دقیقه)، میزان نیروی وارده توسط فکهای دستگاه (۸۰-۱ نیوتن)، سطح مقطع، ضخامت بافت و دمای محیط) ۸ قطعه از عضلات قسمتهای مختلف نمونه مورد مطالعه با قطعه‌ای از عضله گردنی نمونه آلمانی ساخت هایدلبرگ توسط نرم‌افزار SPSS و آزمون ONE WAY ANOVA مقایسه و نتایج زیر حاصل شد (جدول ۱).

بین هیچ یک از نمونه‌های ایرانی و نمونه آلمانی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($P>0.05$) و میانگین و

1- Hardener
2- Accelerator
3- Curing

انحراف معیار هر کدام به تفکیک در جدول ۱ ذکر شده‌است. قطعاتی از نظر رشد قارچ و باکتری در آزمایشگاه میکروب‌شناسی بررسی شدند که رشدی مشاهده نگردید.

جدول ۱. مقایسه میانگین و انحراف‌معیار نمونه آلمانی و نمونه ساخته شده

گروهها	Mean±SD
۱ : نمونه آلمانی (استاندارد)، عضله گردنی	۰/۶۳±۰/۸۲*
۲ : نمونه ساخته شده، عضله گلوتئوس ماگزیموس	۱/۰۵±۰/۶۶*
۳ : نمونه ساخته شده، عضله تراپزیوس ۳	۰/۹۵±۰/۷۹*
۴ : نمونه ساخته شده، عضله رکتوس ابدومینوس	۰/۷۱±۰/۸۱*
۵ : نمونه ساخته شده، عضله چهار سر ران	۱/۱۷±۰/۹۳*
۶ : نمونه ساخته شده، عضله دو سر بازویی	۱/۳۳±۰/۹۶*
۷ : نمونه ساخته شده، پکتورالیس ماژور	۰/۶۲±۰/۷۲*
۸ : نمونه ساخته شده، عضله بین دنده‌ای	۱/۰۵±۰/۶۷*
۹ : نمونه ساخته شده، عضله گردنی	۰/۹۷۸۰±۰/۷۰۱۴*

*: P>0.05

بحث

برای اولین بار در ایران و همچنین در دنیا ساخت پلیمر رنگی از رزین پلی‌استر و تزریق آن به داخل شریانهای کل جسد به‌منظور پلاستینیشن توسط ابزاری به نام hydraulic pump device انجام گرفت که با طراحی این پمپ هر نوع پلیمر رنگی را با هر غلظتی، می‌توان در عروق جسد تزریق نمود. برای اولین بار در ایران و همچنین در دنیا از آب اکسیژنه برای شفاف نمودن نمونه‌ها قبل از مرحله اشباع تحت فشار استفاده شد که نتیجه بسیار مطلوبی به‌دست آمد و نمونه حاصل شفاف و طبیعی بوده و توان رقابت با نمونه آلمانی را دارد.

در مقایسه تک‌تک نمونه‌های ساخته شده با نمونه آلمانی از لحاظ آماری هیچ اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>0.05) و از نظر استحکام و انعطاف‌پذیری شبیه بودند. نمونه ساخته شده نسبت به نمونه آلمانی دارای قوام، استحکام و انعطاف‌پذیری مناسبی است [۱۰].

نمونه‌های پلاستینه شده اندامهای فوقانی و تحتانی در رشته‌های پزشکی، پیراپزشکی، توانبخشی، رادیولوژی، نورولوژی، پاتولوژی، جراحی دست، مراکز نوار عصب و عضله (NCV-[1]EMG-[2]) کاربرد فراوانی دارند [۱۱].

References

1. **Hagnes GV.** Preservation by plastination. Body world plastination. 1994, pp 1-3

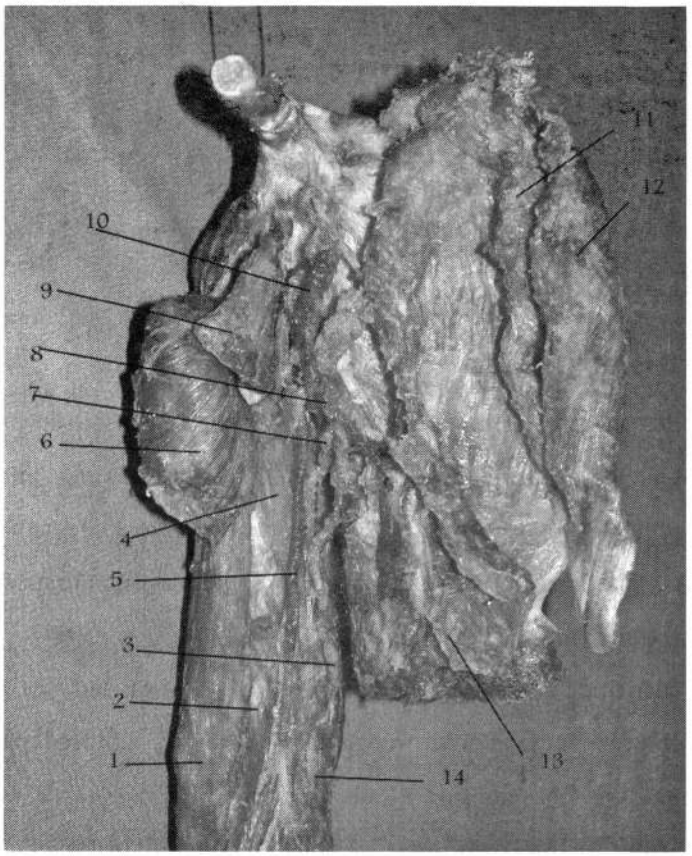
and gelatin and plaster and rubber and plastic anatomical method. JISP. 2000; 15(1): 30-35

۲. **محمود شیبانی‌فر.** پلاستینیشن. پایان نامه پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، آذرماه ۱۳۷۴، صفحات ۵-۱ و ۳۲-۱۵

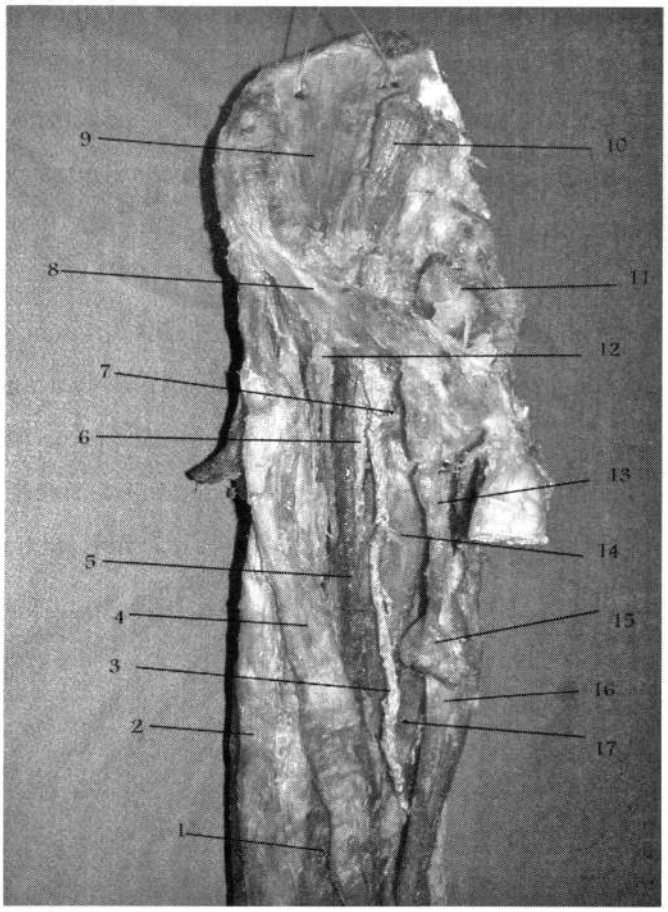
3. **Orly R.** Wax and gelatin and plaster and rubber and plastic anatomical method. JISP. 2000; 15(1): 30-35
4. **Henry RW, Nel PPC.** Forced impregnation for standard S10 method. JISP. 1993; 7(1): 32-31
5. **Weiglein AH, Henry RW.** Curing of polymer-biodur S10. JISP. 1993; 7(1): 32-35
6. **Dale PA.** Fixation is the key to good tissue preservation. JISP. 1994; 1: 7-11
7. **Mcquillen P.** Use of plastinated in teaching region al anesthetic technique. JISP. 1994; 8(1): 15-18
8. **Romanes GJ.** Dissection of upper and lower limbs cunninhams manual of practical-anatomy, oxford medical pub. 1986; 1: 22-209
9. **Ripani M, Bassi A, Monico P.** Monitoring and enhancement of fixation, dehydration, forced impregnation and cure in the standared S10. JISP. 1994; 8(1): 3-6
10. **Glover R.** Plastination of anatomical material. Anat Embryol. 1984; 175: 411-421
11. **Wittaker G.** Plastination in teaching Anatomy Australian Optometrical Association Conference, 25-26th Dec. 1995, perth, Australia

1- Nerve Conduction Velo City

2- Electromyography



شکل ۱. نمای قدامی آگزیلا، کتف، بازو.
۱- عضله دو سربازویی، ۲- عضله براکیالیس، ۳- عصب مدین، ۴- عضله کوراکوبراکیالیس، ۵- شریان براکیال، ۶- عضله پکتورالیس ماژور، ۷- عضله ترس مینور، ۸- شریان ساب اسکاپولار، ۹- عضله پکتورالیس مینور، ۱۰- شریان اگزیلاری، ۱۱- عضلات رومبوئید، ۱۲- عضله ذوزنقه‌ای، ۱۳- عضله لاتیسموس دورسی، ۱۴- عضله سه سر بازویی



شکل ۲. نمای تحتانی. ۱- عضله واستوس مدیالیس، ۲- عضله رکتوس فموریس، ۳- ورید سافنوس بزرگ، ۴- عضله سارتوریوس، ۵- شریان فمورال، ۶- ورید فمورال، ۷- عضله پکتینئوس، ۸- لیگامان اینگوئینال، ۹- عضله ایلیاکوس، ۱۰- عضله پسواس ماژور، ۱۱- مثانه، ۱۲- عصب فمورال، ۱۳- طناب اسپرماتیک، ۱۴- عضله ابداکتور لانگوس، ۱۵- بیضه، ۱۶- عضله گراسیلیس، ۱۷- عضله ابداکتور ماگنوس