رابطهٔ طول فشار عضلات ارادی در سنین مختلف زن (*)

نگارش

دکتر ناصر گیتی

استاد دانشکده پزشکی تهران

بین سه‌دوره اصلی نمواونتوژنتیك(۱) (تولد ـ نمو وتکامل ـ پیری)اطلاعات راجع بدوره پیری نسبتاً کمتر ازدوره دیگراست. بقسمی که گاهی از اوقات اساساً تشخیص اختلالات عملی نتیجه سیر قهقرائی فیزیولوژیك از تغییرات مرضی دردوران کهولت امرمشکلی میشود.

در بین تغییرات فیزیولوژیك دوره پیری مطالعه ظرفیت عملی عضلات ارادی که تقریباً ثلث وزن بدن را تشکیل میدهند نه تنها از نظر علم پزشکی بلکه‌از نظر اجتماعی واقتصاد صنعتی نیز حائز اهمیت است.

تحقیقات روبینسون (۲) و کوتلت(۳) و ریجس(٤) والفاند (٥) نشان‌داده که قدرت عضلانی‌پس‌از نمودردوره بلوغ به‌یك حداکثری درحدود سن ۳۰ و ٤۰رسیده سپس شروع به‌نقصان مینماید.

منظور ازتحقیقات‌ما تعیین اثر پیری درروی خاصیت ارتجاعی (٦) و قدرت انقباضی (۷) عضلات ارادی بتوسط تحلیل وتفسیر دیاگرام «طول ـ فشار» عضله‌در حال سکون وانقباض میبود.

روش کار

تجربیات مـا درروی عـضله ادوکتور کوتاه شست یك گـروه زنان جوان (پرستاران دانش‌آموز) درسنین ۱۸ - ۲٤ ویك گروه زنان مسن در سنین ٤٥ - ٦۱

---

* ـ خلاصه رساله‌ای که بر اساس یکی از کارهای تحقیقاتی نویسنده در دانشگاه پنسیلوانیا ومرکز طبی اینشتن (فیلادلفیا) نوشته شده وبرای اخذ درجه دکتری علوم طبی از دانشکده فوق در اول ژوئیه ۱۹۵۳ تسلیم دانشگاه مزبورشده‌است.

۱ – ontogenetique ۲– Robinson ۳ – Quetlet
٤ – Reijs ٥– Ulfand ٦ – elasticité
۷ – contractilité

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2025-04-20]

انجام داده شد . تمام این زنان از نظر سیستم‌عصبی وعضلانی سالم بودند . بین این دو گروه از نظروزن وسطح بدن‌طول می‌نیمم وما کزیمم‌عضله‌تفاوت‌قابل‌ملاحظه‌ای وجود نداشت .

عضله نزدیك کننده کوتاه شست بدودلیل انتخاب گردید :

۱) بتوسط حرکات ابدو کسیون‌وآدو کسیون شست میتوان طول الیاف‌این عضله را که ازدوقسمت مورب وعرضی تشکیل شده زیاد و کم نمود .

۲) این عضله بعـلاوه اولین عضلات بین استخوانی تنها عضلات تنارین (۱) هستند که از کوبیتال عصب میگیرند واگر قبول کنیم که عمل ابدو کسیون اولین عضله بین استخوانی پشت‌دستی بتوسط عمل ادو کسیون اولین بین استخوانی کف دستی خنثی میشود لذا ادو کسیون شست حاصله از تحریك عصب کوبیتال منحصراً نمودار انقباض عضله ادو کتور کوتاه‌شست میباشد .

ساعد وشست بتوسط اسباب مخصوصی ثابت نگاهداشته میشد بقسمی که فقط بند اول‌شست میتوانست روی استخوان متاکارپ خم شود .

طول عضله ادو کتور بتوسط بالا وپائین بردن شست درحول میله‌قائمی‌تغییر داده میشد . نظر باینکه اندازه گیری طول مطلق الیاف‌عضله ازروی پوست غیر ممکن بود تغییرات طول خطی که بطور قراردادی در کف دست ترسیم میکردیم با قبول‌آنکه این خط نمودار امتداد بیشتر الیاف‌عضلانی بود اندازه گرفته میشد . این خط دونقطه زیررا بهم وصل‌مینمود :

۱) نقطه وسط خط مربوط به‌مفصل اولین متاکارپو فالانژین .

۲) نقطه‌ای که محل اتصال ثلث دیستال با ثلث وسطی اولین خط اصلی کف دست است . طول این‌خط در هر شخص موردآزمایش ابتداء دردو وضع نهـائی ابدو کسیون وادو کسیون شست اندازه گرفته میشد وآنرا بمثابه حداکثر وحداقل طول فیزیولوژیك عضله قبول میکردیم بعلاوه چندنقطه بین این دوحدرا آزمایش مینمودیم .

۱ – thenarien

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2025-04-20]

در هرشخص فشار سکون و فشار کلی در طولهای مختلف عضله تعیین میشد. فشار عضله بطریقهٔ ایزومتریك وبتوسطیك استرین گاژ(۱) که برروی یك تیغهٔ فلزی افقی تعبیه شده بود تعیین میگردید. قابلیت ایزومتریك این فلز بقدری بود که ۹۰۰۰ گرم وزن فقط ۳/۶ میلیمتر آنرا تغییر محل میداد. جریان خروجی اسباب فوق پس از تقویت بتوسط یك امپلیفایر بیکی از آمپولهای یك اسیو گراف کاتودیك مضاعف وارد میگردید. درحالیکه آمپول دیگر اسیو گراف برای ثبت پتانسیل کار عضله ادو کتور بکارمیرفت که بطریقهٔ یك قطبی بتوسط الکترود های صفحه نقره کلروره ازعضله اخذ وبتوسط امپلیفایر علیحده تقویت میشد.

ثبت پتانسیل کار بدومنظور انجام میگرفت:

۱) بمنزله اندکس از تعداد کل آحاد وحرکتی فعال عضله.

۲) بمنظور نقطه نشانه برای مطالعه ادوارمختلف مکانوگرام

فشار کلی عضله (فشار سکون بعلاوه فشار انقباضی) با تحریك الکتریکی عصب کوبیتال در ناحیه شیار (۲) و بتوسط اسباب محرك (۳) مخصوصی بدست میامد که میتوانست امواج مربعی بهشدت زمان وفرکانس های مختلف بدهد. جریانی که استعمال میشد با تأخیر ۰/۰۵ هزارم ثانیه - عرض موج ۰۰۵ هزارم ثانیه مدت اتصال ۰۰۵هزارم ثانیه وشدت فوق بیشینه (٤) (۱۰۰ - ۱۲۰ ولت) بود. در بعضی ازموارد انقباضات ساده و کزازی(۳۰مرتبه درثانیه بمدت یك ثانیه) ودربعضی موارد دیگر فقط انقباضات سادد ایجاد مینمودیم.

منحنی فشار وپتانسیل کار عضله که درآن واحد روی صفحه اسیو گراف دیده میشد بتوسط دستگاه عکاسی که فیلم آن بسرعت ۶۰۰ اینچ درثانیه حرکت میکرد ثبت میشد. فیلمها (بعرض ۳۵میلی متر) پس ازظهور بتوسط پروژکتور درروی پرده منعکس میشد و تمام اندازه گیریها در روی تصویر که ۱۵ برابر بزرك شده بود بعمل میامد.

---

۱ – strain gauge
۲ – olecran
۳ – stimulator
٤ – supra – maximal

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2025-04-20]

دیاگرام طول ـ فشار سکون (فشار پاسیو یا استاتیك) ـ

۱) مقدار فشارسکون بطور محسوس ومشخص در اشخاص مسن (در طول بالاتر از ۰/۱۱۰ می‌نیمم) بیشتر از اشخاص جوان بود . (جدول ۱)

۲) نسبت فشار سکون به‌فشار کل‌در گروه مسن وجوان برای هردرجه‌طول مساوی ولی درهر گروه با افزایش طول بیشتر میشد .

۳) نسبت $\frac{\triangle T}{\triangle L}$ یا سختی سکون (۱) که در واقع همان شیب دیاگرام طول فشارباشد نیز بطور محسوس در گروه مسن بیشتر از گروه جوان بود ۷۵ گرم در میلی‌متر برای‌جوانها و۲۲۲ گرم می‌لیمتر درمسن‌ها ۰٫۰۱ > P

٤) دیاگرام طول ـ فشار سکون‌در گروه جوان هیپربولیك بود درحالیکه در گروه مسن ۷۰ درصدموارد هیپربولیك و۳۰ درصد بشکل S بود .

۵) نسبت $\frac{\triangle \log T}{\triangle L}$ در گروه جوان ۰/۱۹ S. E. ± ۰/۱۸۹ ودر گروه مسن ۰/۳۰۵ S. E. ± ۰/۰۵۲ بود (۰/۰۵ > P > ۰/۰۲) .

دیاگرام طول ـ فشار انقباضی (فشاراکتیو) ـ

فشار انقباضی از تفریق فشارسکون ازفشار کل در هردرجه طول عضله بدست میآید .

۱) فشار انقباضی متناسب با افزایش طول عضله در هر دو گروه افزایش می‌یافت ولی بازاء مقادیر مساوی تغییرطول قدرمطلق فشار انقباضی در گروه مسن بیشتر ازجوان بود و باین‌دلیل و بعلت بیشتر بودن $\frac{\triangle T}{\triangle L}$ دیاگرام طول فشار سکون بود که شیب دیاگرام طول ـ فشار کلی در گروه مسن بیشتر از گروه جوان بود .

۲) ماکزیمم فشار انقباضی تقریباً درتمام موارد درطول ماکزیمم عضله در هردو گروه مشاهده شد .

---

۱ – passive stiffness

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2025-04-20]

جدول ۱ ـ خلاصه آمار معلومات حاصل شده

	طول عضله بحسب طول می‌تیمم	گروه جوان (متوسط)	گروه مسن (متوسط)	مقدار P
فشار سکون (گرم)	۱۰۰٪	٤۱	٦۳	۰/٤–۰/۵
	۱۱۰	۱۳۰	۳۳۱	۰/۰۲–۰/۰۵
	۱۲٤	٤۱۰	۱۰۸۰	<۰/۰۱
سختی سکون $\frac{\text{گرم}}{\text{میلی}}\left(\frac{\Delta T}{\Delta L}\right)$	۱۰۰	۳۳	۱۹۱	۰/۰۲–۰/۰۵
	۱۱۰	–	٤۰۰	
	۱۲٤	۹۰	–	
$K = \frac{\Delta \text{ Log } T}{\Delta L}$		۰/۱۸۸ ± S.D. ۰/۰۵۵	۰/۳۰۵±۰/۱۷٦	۰/۰۲–۰/۰۵
فشار انقباضی (گرم)	۱۰۰	۱۲۳	۲۱۱	–
	۱۱۰	۲۲۱	٤٤۵	<۰/۰۱
	۱۲٤	٤۰٦	۷٤۲	<۰/۰۱
مدت انقباض (هزارم ثانیه)	۱۰۰	۲۲/۹	٤۳/۳	–
	۱۱۰	۳۱/۲	٦۱/۹	<۰/۰۱
	۱۲٤	۵۲/۰	٦٦/۹	۰/۰۵–۰/۱
سرعت انقباض $\frac{\text{گرم}}{\text{هزارم ثانیه}}\left(\frac{\Delta T}{\Delta L}\right)$	۱۰۰	۳/۹	٦/۸	۰/۳–۰/٤
	۱۱۰	٤/۷	۹/٤	۰/۰۱–۰/۳
	۱۲٤	۷/۱	۱۰/۵	۰/۳–۰/٤

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2025-04-20]

۳) مدت و سرعت انقباض نیز در تمام میدان تغییر طول عضله در گروه مسن بیشتر از گروه جوان بود. سرعت انقباض در $\frac{۳}{۴}$ اولیه انقباض در هر دو گروه بیشتر از $\frac{۱}{۴}$ انتهائی بود.

٤) سرعت انقباض در طولهای ماکزیمم در هر گروه بیشتر از طولهای کمتر بود.

٥) گرچه در هنگام کشش عضله هیچگونه پتانسیل کار با تقویت $۲۳۷/_{mm}$ مشاهده نشد معذلك در امپلی تود و مدت فاز منفی پتانسیل کار انقباض ساده در گروه جوان هنگام کشش عضله افزایش مشاهده میشد که باحتمال قوی نتیجه تفرقه عرضی(۱) و تغییر وضع فضائی الکترود با الیاف عضله بوده است.

٥) بین طول عضله از یکطرف و زمان گمشده و مدت انبساط از طرف دیگر ارتباطی مشاهده نگردید.

بحث

مسئله طول اولیه عضله - بعلت اشکال عملی تعیین طول اولیه عضله اینتاکت(۲) و تعاریف متضادیکه راجع بآن شده است بحث در این موضوع با توجه به نتایج حاصله دراین تحقیق لازم بنظر میاید.

عده‌ای از محققین مانند رالستون(۳) ورامسی استریت(٤) طول اولیه عضله را نقطه گرفته‌اند که در آن فشار سکون تازه شروع به ظاهر شدن مینماید و در این نقطه فشار انقباضی نیز ماکزیمم بوده است.

هیل (٥) نشان داده که طول اولیه عضله قطع شده ۶۰-۷۰ درصد طول طبیعی آن در بدن است بعلاوه در طول طبیعی فشار سکون معادل ۲-۳ درصد فشار ماکزیمم کزازی دیده میشود محققین دیگر مانند فن(٦) و بانس(۷) وزتلین(۸) بعکس مشاهده کرده‌اند که فشار انقباضی ماکزیمم نزدیك بطول ماکزیمم حاصل میشود.

۱ – temporal dispersion ۲ – intact
۳ – Ralston ٤ – Ramsey – Street ٥ – Hill
٦ – Fenn ۷ – Banus ۸ – Zetlin

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2025-04-20]

ما در تحقیقات خود مشاهده کردیم که اولا درطول می‌نیمم فشارسکون‌قابل اندازه گیری وجود داشت ثانیاً ماکزیمم فشارانقباضی همیشه در طول‌ماکزیمم یا نزدیك‌آن بود (۹۰ – ۱۰۰ درصد طول فیزیولوژیك ماکزیمم) .

تناقضات فوق ممکن است باین نحو تفسیرشود که :

۱ ـ عضله دست‌نخورده دربدن بعلت کششی که بنقاط اتصالش وارد میآورد همیشه درطول می‌نیمم بازدارای فشاری میباشد .

۲ – بروز فشار انقباضی ماکزیمم در کوتاه‌ترین‌طول عضله درعضلات بریده وجدا شده ازاتصالاتش مشاهده میشود . بنابراین‌ترجیح دارد طول اولیه یا طبیعی عضله دست‌نخورده را بشکل زیر تعریف کنیم :

طولی که درآن فشار سکون بحداقل بوده ولازم نیست که این طول‌همیشه با فشار انقباطی ماکزیمم توأم باشد . درمورد عضله ادوکتور کوتاه شست طول طبیعی منطبق باحداقل زاویه بین سبابه وشست میباشد .

اختلاف فشارسکون وانقباضی بین گروه جوان ومسن ـ چون تجربتاً معلوم شده که منشاءفشارسکون عضله‌غشاء سارکولم‌میباشد بنابراین شکل‌دیاگرام طول و فشار سکون تابع عوامل‌غیرعضلانی میباشد . مشاهدات ما مبنی بر اختلاف بین دیاگرام فوق دردو گروه‌جوان ومسن نیز در واقع یك اصل‌فیزیك‌فیزیولوژیك را میرساند وآن افزایش سختی نسوج در اشخاص مسن‌است .

این‌نتیجه فیزیولوژیك بانتایج تحقیقات بافت شناسی وهیستوشیمیك محققین دیگر مانند انگلمارك(۱) و کینك(۲) وغیره مبنی‌برنقصان تعداد الیاف عضلانی در سنین پیری توأم با افزایش نسوج مرتبطه وچربی ، نازك‌شدن الیاف الاستیك وکم شدن‌آب نسوج نیز کاملا وفق میدهد ولی نظر بوجود نسوج مختلف در انگشت (پوست ، نسج تحت جلدی ، غشاء عضلانی ، رباط وغضروف) تفکیك جداگانه‌عمل هر کدام از آنها(۳) ممکن نبود .

مشاهده قدرت انقباضی بیشتر درزنان سنین ۴۰-۵۰ نسبت بزنان ۱۸ – ۲۴

---

۱ – Ingelmark ۲ – king ۳ – in situ

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2025-04-20]

نمیتواند متناقض بانتایج تحقیقات دیگران باشد چه‌آنکه در سنین اخیر هنوز قدرت انقباض بمرحله نمو حداکثر خودنرسیده است. ثانیاً با دانستن اینکه الیاف عضله هنگام نمو طویل و ضخیم میشود معلوم میگردد که در گروه مسن حتی با وجود نقصان تعداد الیاف باقیمانده باز دارای قدرت انقباضی بیشتری نسبت بدوره جوانی هستند. کم بودن فشار انقباض زنهای ۵۱-۶۱ نسبت بزنان ۴۵-۵۰ ساله را میتوان معلول نقصان الیاف‌عضلانی دانست.

افزایش مدت انقباض را میتوان معلول طویل‌شدن الیاف عضلانی وهمچنین تبدیل نوع الیاف عضلانی ازبیرنك به‌قرمز (بعلت تراکم میوگلبین) دانست.

مشاهدات‌تجربی‌ما مبنی بررابطه مستقیم بین‌طول عضله ومدت انقباض‌نظریه مبنی بر: «مدت انقباض زمان لازم برای برقراری کامل فشار است نه اختلاف بین زمان گمشده الیاف عضلانی» را تأئید میکند.

افزایش سرعت انقباض را نیز میتوان‌معلول افزایش سختی نسوج ویاتغییرات شیمیائی دانست که سبب همزمان نمودن انقباض الیاف عضلانی میشود.

کم بودن شیب‌منحنی در $\frac{1}{4}$ انتهای دوره انقباض نسبت به $\frac{3}{4}$ ابتدائی‌بموازات ازدیاد فشار انقباضی‌نیز یکبار دیگررابطه «سرعت ـ قوت» هیل(۱)راتأئیدمیکند.

خلاصه

مطالعات ما نشان داده که در زنان طبیعی مسن سختی نسوج نرم افزایش یافته قدرت انقباضی عضله ازسن پنجاه ببعد کم میشود درحالیکه مدت وسرعت انقباض ایزومتریك عضله افزایش مییابد.

این تغییرات میتواند بعلل افزایش نسوج‌سخت‌ویانقصان تعداد الیاف عضلانی وافزایش طول الیاف باقیمانده تغییر سرعت‌واکنشهای‌شیمیائی ـ نقصان‌آب وافزایش میوگلبین عضله باشد.

۱-Hill

[Downloaded from tumj.tums.ac.ir on 2025-04-20]