دستورکار آزمایشگاه فیزیولوژی

مدرس : یاسمین باقرصاد

دکترا مهندسی پزشکی– گرایش بیوالکتریک

فهرست آزمایشات

آزمایش اول.....فیزیولوژی قلب و ثبت الکتروکاردیوگرام

آزمایش دوم.....فشار خون و گوشی پزشکی

آزمایش سوم.....عضلات و سیگنال الکترومایوگرام

آزمایش چهارم.....سیستم تنفسی و اسپیرومتر

آزمایش پنجم.....میزان اکسیژن بدن و پالس اکسیمتر

آزمایش ششم.....خون و مایعات بدن

آزمایش هفتم.....الکتروانسوفالوگرام

آزمایش نهم.....بایوفیدبک‌ها

iranbmeclub.ir

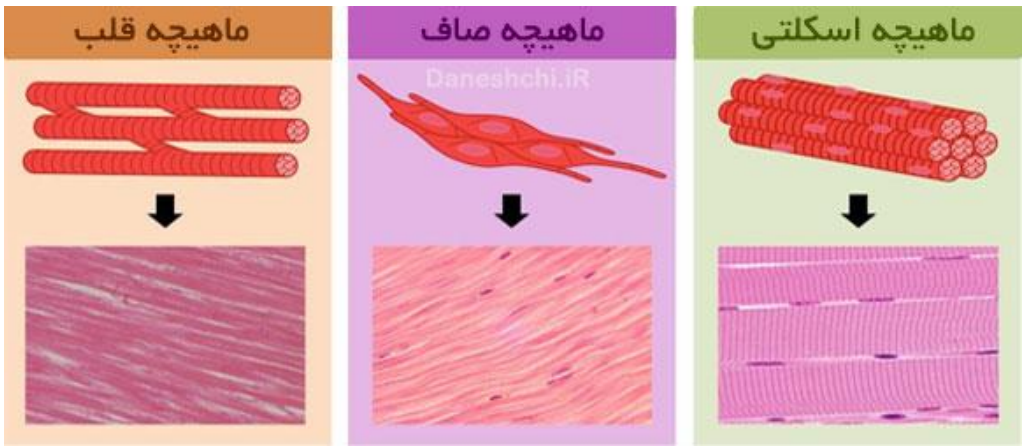
آزمایش شماره سوم : عضلات و سیگنال الکترومایوگرام

هدف آزمایش : آشنایی با سیگنال و نحوه‌ی ثبت آن

تئوری

دستگاه ماهیچه‌ای یا muscular system از ماهیچه‌ها یا عَضُله‌هایی تشکیل شده‌اند که انرژی شیمیایی مواد غذایی را به انرژی مکانیکی تبدیل می‌کنند، و از طریق انقباض و انبساط موجب ایجاد حرکت می‌شوند. ماهیچه‌ها به نسبت شکل و اندازه‌ای که دارند به سه دسته تقسیم می‌شوند.

- ماهیچه اسکلتی (مخطط) که در افراد معمولی حدود ٪۴۰ وزن بدن را تشکیل می‌دهد.
- ماهیچه صاف مانند ماهیچه‌های خودکار دیواره رگ‌ها، روده و معده که حدود ٪۱۰ از بدن را تشکیل می‌دهد.
- ماهیچه قلب مخطط است ولی غیرارادی است. ما فقط یک عضله مخطط منشعب و غیرارادی در بدن داریم که عضله قلب است.

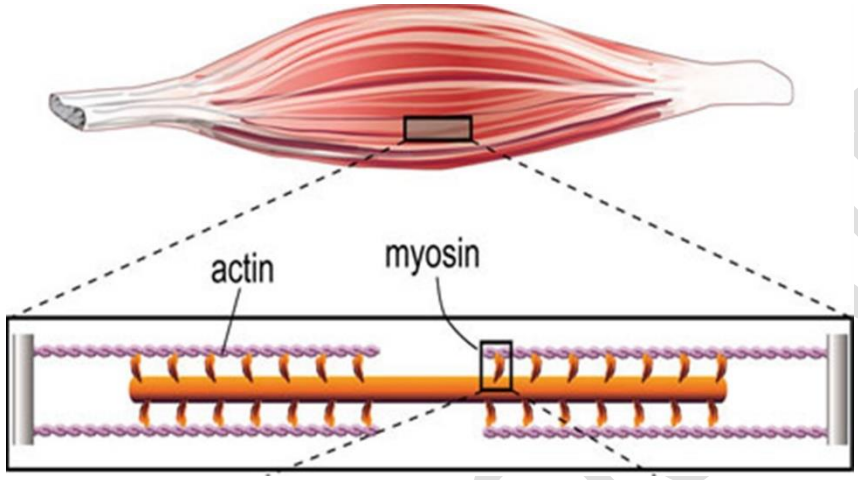


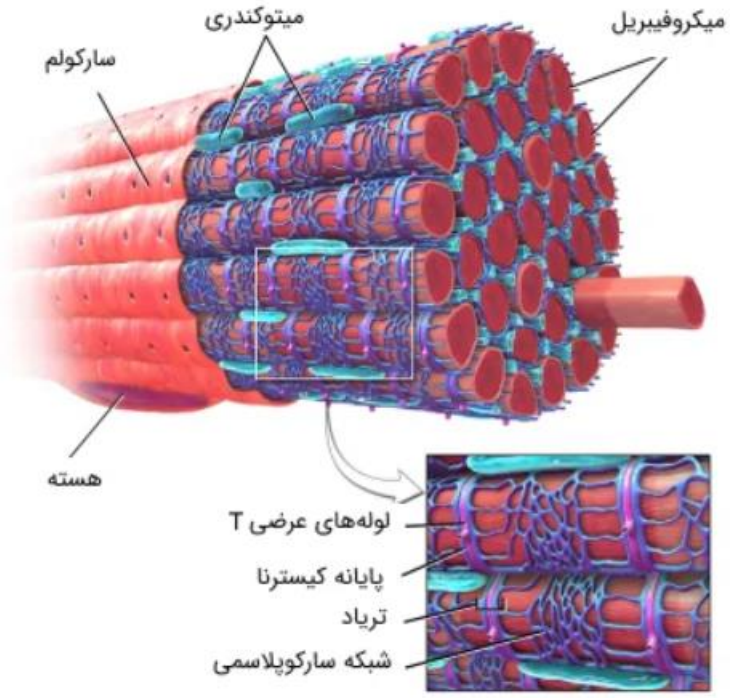
ساختار سلول عضلانی.

کوچکترین واحدهای سازنده یک سلول عضلانی رشته‌های پروتئینی در هم تنیده اکتین و میوزین هستند که به انها میوفیبریل گفته می‌شود.

سلول عضلانی
- اکتین
- میوتین

دانه های تسبیح اکتین و نخ میوزین مجموعه ای از اکتین‌ها و میوزینها یک میوفیبریل را می‌سازند. با کنار هم قرار گرفتن چند رشته میوفیبریل یک فیبر عضلانی تشکیل می شود. به عبارتی بهتر مطابق با آنچه که در تصویر زیر مشاهده می‌شود، یک سلول ماهیچه، شامل یک دسته متراکم از تعداد زیادی از میوفیبریل‌ها یا تارچه‌های ماهیچه‌ای است. هر میوفیبریل از شمار زیادی از سارکومرها ساخته شده است که در کنار هم قرار می‌گیرند و از بخش‌های انتهایی به هم وصل می‌شوند. فرم تخصصی از شبکه آندوپلاسمی که در سلول‌های ماهیچه به عنوان «شبکه سارکوپلاسمی» شناخته می‌شود، در دسته‌های متراکم میکروفیبریلی گسترش می‌یابد.


actin
myosin

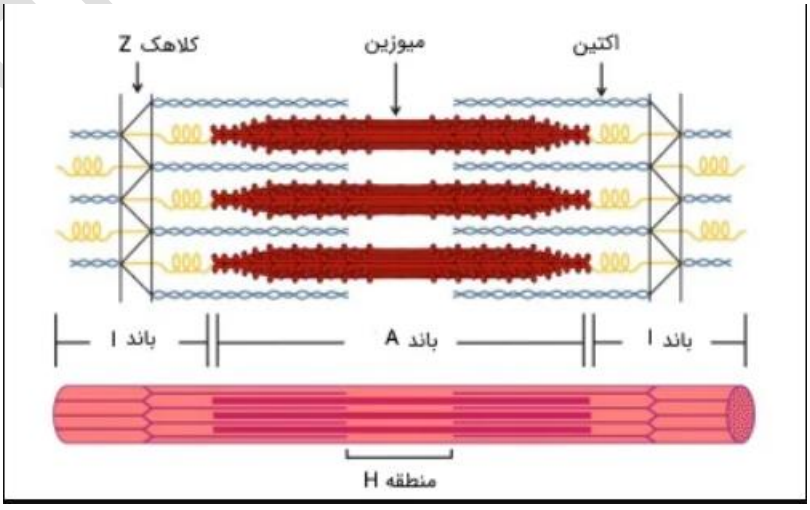

میتوکندری
میکروفیبریل
سارکولم
هسته
لوله‌های عرضی T
پایانه کیسترنا
تریاد
شبکه سارکوپلاسمی

فیزیولوژی عضله.

واحد حرکتی Motor unit:

همه فیبرهای عضلانی که با یک فیبر عصبی، عصب دهی می شوند، یک واحد حرکتی نامیده می شود.در عضلات کوچک با واکنش سریع و همچنین عضلات نیازمند به کنترل دقیق تعداد بیشتری فیبر عصبی برای تعداد کمی فیبر عضلانی وجود دارد. در مقابل عضلات بزرگ و عضلاتی که نیازمند کنترل دقیق نیستند، ممکن است چند صد فیبر عضلانی در یک واحد حرکتی جای داشته باشند. برای جلوگیری از عملکرد مجزا معمولا فیبرهای عضلانی واحدهای حرکتی مجاور با یکدیگر هم پوشانی دارند (با هم منقبض می شوند نه به صورت مجزا.)

ساختار سلول عضلانی(بررسی ساختار میوفیبریل به صورت طولی). اکتین ها و میوزین ها تا حدودی در هم فرو رفته هستند و لذا میوفیبریلها دارای نوارهای روشن و تیره متناوب هستند.آن قسمت از میوفیبریل که در فاصله بین دو صفحه Z قرار گرفته است یک سارکومر می نامند. در زیر نمایی از یک سارکومر وجود دارد. هر سارکومر در درجه اول از رشته‌های ضخیم و نازک ساخته می‌شود. رشته‌های ضخیم از تکرار واحدهای پروتئین به نام میوزین ساخته شده است. میوزین دارای سرهای کوچکی است که می‌تواند به یک رشته اکتین متصل شود. واحدهای تکرار شونده پروتئین اکتین، رشته‌های نازک را تشکیل می‌دهند. اکتین توسط تعدادی پروتئین فرعی پشتیبانی می‌شود که به رشته‌های اکتین ثبات می‌بخشند و به عضله اجازه می‌دهند تا توسط سیگنال‌های عصبی کنترل شود.



همان طور که بیان شد نوارهای روشن فقط شامل اکتین هستند. اما نوارهای تیره شامل هر دو فیلامان رشته های پروتئینی اکتین و میوزین هستند.به برجستگیهای دو طرف میوزین پلهای عرضی می گویند .آنچه سبب انقباض می شود واکنش متقابل بین پلهای عرضی با فیلامانهای اکتین است.انتهای فیلامانهای اکتین به صفحات (خطوط Z) متصل هستند. این صفحات از عرض میوفیبریل می گذرند و نیز به صورت عرضی از یک میوفیبریل به میوفیبریل دیگر رفته و سبب اتصال آنها به هم می‌شوند .در هنگام انقباض صفحات Z به هم نزدیک می شوند.

منحنی انقباض عضلانی

یک پتانسیل عمل ساده باعث ایجاد یک انقباض عضلانی می گردد. این پاسخ تکانه عضلانی یا تویچ عضلانی نامیده میشود. به عبارت دیگر پاسخ مکانیکی یک تار عضلانی به یک پتانسیل عمل یک تکانه عضلانی نامیده می‌شود و انقباض ساده عضلانی شامل مراحل زیر است:

- دوره نهفته یا تاخیر (latent period) به فاصله زمانی بین تولید پتانسیل عمل در یک سلول عضله و شروع انقباض.
- فاز انقباض (contraction phase) از پایان دوره نهفته آغاز می گردد و در قله تنش عضلانی تمام می گردد.
- فازاستراحت (Relaxation phase) از زمان اوج تنش تا پایان انقباض

iranbmeclub.ir

ثبت فعالیت‌های عضله

الکترومایوگرام، برق‌ماهیچه‌نگاری یا نوار عصب و عضله(Electromyography)، به ثبت فعالیت الکتریکی عضلات در حالت استراحت و انقباض گفته می‌شود. وقتی سیگنال های عصبی حاصل از مغز به عضلات دستور حرکت می دهند، آن ها حرکت می کنند. الکترومیوگرافی میزان پاسخ عضلات به این سیگنال ها را اندازه گیری می کند.

سیگنال‌های الکترومیوگرام کاربردهای زیادی دارد که برخی از رایج‌ترین آنها عبارتند از:

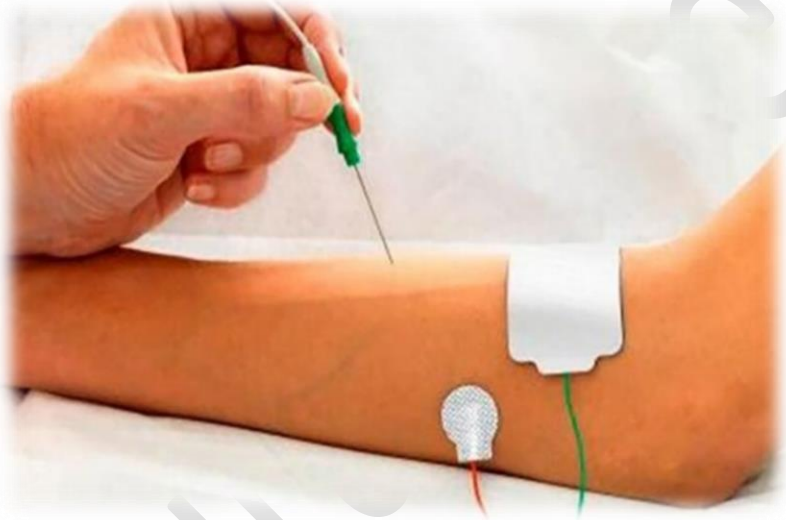
- اندازه گیری میزان بهبود پس از فیزیوتراپی
- اندازه گیری رابطه خستگی و متغیر های متابولیکی
- تشخیص اختلالات عصبی و عضلانی: مایوپاتی های مادرزادی، نوروپاتی های محیطی، فلج اطفال و

دستگاه ثبت سیگنال الکترومایوگرام

دستگاه الکترومایوگراف فعالیت الکتریکی عضلات اسکلتی را آشکار، ثبت و پردازش می کند. شکل موج به دست آمده که الکترومایوگرام (EMG) نامیده می شود، نمایانگر وضعیت فیزیولوژیکی یک عضله (یا دسته ای از عضلات) و رشته های عصبی کنترل کننده آن می باشد. در اثر انتقال سیگنال های عصبی به عضله تارهای عضلانی فعال شده و ایجاد پتانسیل عملی می کنند که به آن الکترومایوگرام می گویند.

این موج در واقع خواست انسان را در انجام حرکت نشان می دهد. محدوده فرکانسی سیگنال EMG بین ۲۵ هرتز تا چند کیلوهرتز متغیر می باشد. دامنه این سیگنال از ۱۰۰ میکروولت شروع و تا ۹۰ میلی ولت متغیر است که به نوع سیگنال و الکترود بستگی دارد. چون EMG فاقد محدوده فرکانس پائین نظیر ECG است، بالطبع سیگنال های آرتیفکت های فرکانس پائین به سادگی قابل حذف است.

ثبت سیگنال از طریق دو نوع الکترود سوزنی و سطحی امکان پذیر است.



مراحل انجام آزمایش شناسایی دوره نهفته.

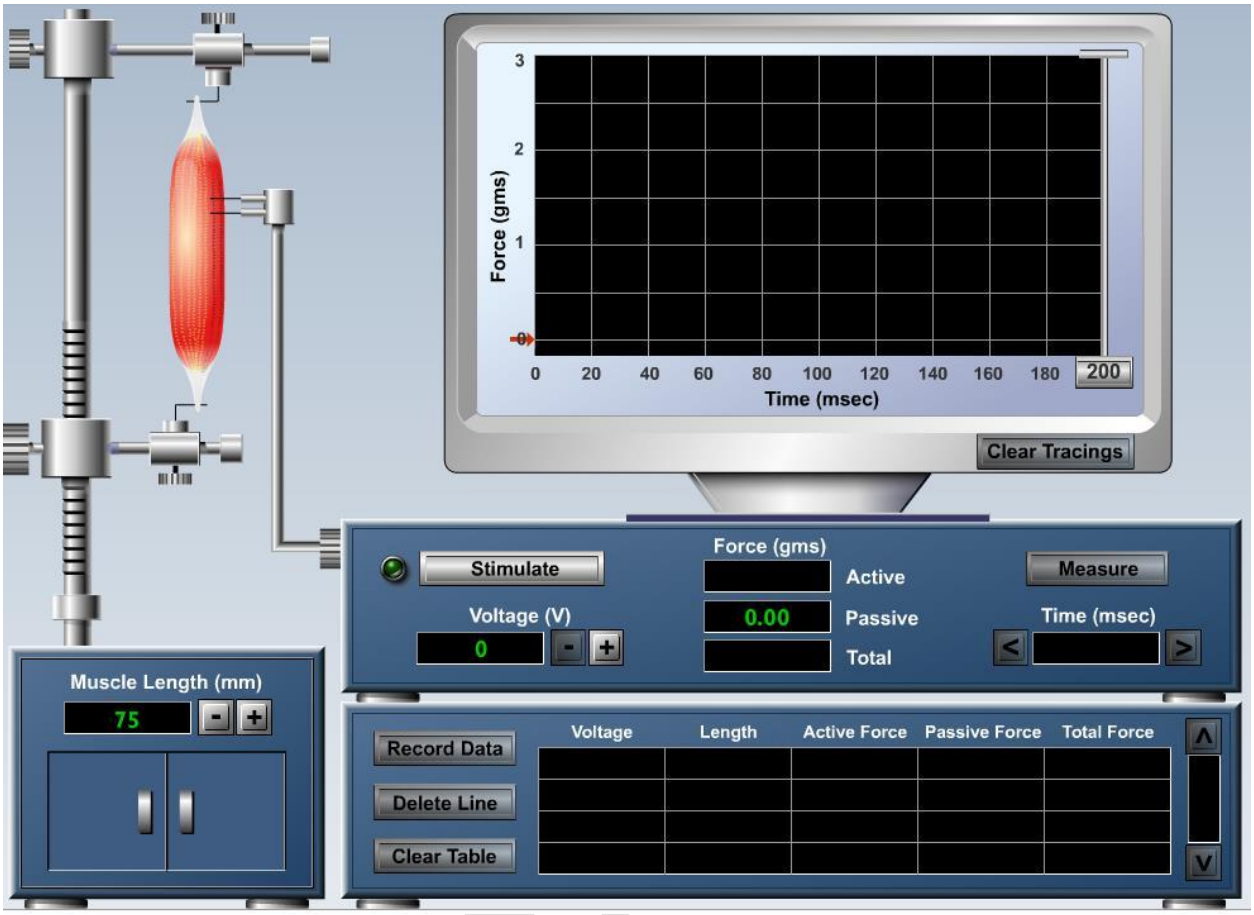
ابتدا وارد محیط نرم افزار Physioex شوید و از منویی که در اختیار دارید آزمایش دوم با عنوان SkeletalMusclePhysiology را انتخاب و سپس روی گزینه‌ی single stimulus کلیک کنید. سمت چپ صفحه ظاهر شده یک عضله را مشاهده می کنید که از گیره آویزان است.

هدف اندازه گیری نیروی تولید شده توسط عضله است.

در سمت راست صفحه یک اسیلوسکوپ وجود دارد، زمانی که یک تحریک الکتریکی به عضله اعمال می گردد، عکس‌العمل عضله در آن نمایش داده می‌شود. محور x زمان سپری شده و محور y نیروی تولید شده توسط عضله اندازه گیری می‌شود .

در گوشه پایین سمت راست اسکوپ، دکمه‌ای برای پاک کردن منحنی‌ها وجود دارد. در پایین صفحه نمایش اسیلاتور به منظور تحریک عضله وجود دارد. در پایین آن، ولتاژ اسیلاتور نمایش داده شده که می توانید آن را تنظیم نمائید. هنگامی که بر روی دکمه Stimulate کلیک کنید، ولتاژ الکتریکی به عضله اعمال می گردد. در بخش میانی اسیلاتور، مقدار نیروی اکتیو، پسیو و مجموع نمایش داده می شود. می دانیم که انقباض عضله نیروی اکتیو را تولید می‌کند. نیروی پسیو از کشیده شدن عضله ایجاد می‌گردد و مجموع نیروی اکتیو و پسیو کل نیروی عضله را تولید می‌کند. همچنین گزینه Measure وجود دارد که با کلیک بر آن خط عمودی زرد رنگی ظاهر می گردد که در طول محور افقی قابلیت جابجایی دارد.به کمک آن می توانید میزان نیروی اکتیو و پسیو و مجموع را در هر نقطه از زمان مشاهده نمائید.

iranbmeclub.ir



محیط شبیه‌سازی شده مطابق شکل بالا است.

دستور کار

ابتدا ولتاژ را بر روی ۶ ولت تنظیم نمائید. روی Stimulate کلیک کرده، منحنی انقباضی و نتایج میزان نیرو را مشاهده کنید. توجه داشته باشید که منحنی از سمت چپ شروع شده و برای مدت کوتاهی از زمان صاف باقی می‌ماند. بر گزینه Measureکلیک کنید . خط زرد رنگ دار سمت چپ اسکوپ ظاهر می‌گردد. این خط عمودی را به سمت راست حرکت دهید تا زمانی که تخت بودن منحنی متوقف می گردد و شروع به افزایش می کند. در این نقطه انقباض عضله آغاز می گردد. از بخش Toolsگزینه PrintGraph را انتخاب کرده و منحنی را ذخیره نمائید.

پرسشها:

I. طول دوره تاخیر (نهفته)چند میلی ثانیه بوده است؟

II. مقدار ولتاژ تحریک را افزایش یا کاهش دهید و آزمایش را تکرار کنید (برای سه ولتاژ متفاوت).در هر مرحله منحنی را ذخیره کرده و از اسکوپ پاک کنید و نتایج را ذخیره نمائید.

III. آیا با مقادیر متفاوت ولتاژ تحریک، دوره تاخیر(نهفته) تغییر می کند؟

آزمایش شناسایی ولتاژ آستانه.

ولتاژ آستانه .حداقل ولتاژی که عضله به تحریک پاسخ می دهد.در این ولتاژ تعدادی از فیبرها منقبض می شوند .در واقع این ولتاژ، حداقل تحریک مورد نیاز برای ایجاد دپلاریزاسیون در فضای سلول عضله است و نقطه ای است که در ان یون های سدیم شروع به حرکت به داخل عضله می کنند.

دستور کار

ولتاژ را به میزان ۰/۰۰ولت تنظیم نمائید. روی Stimulateکلیک کنید. با این تحریک،نیروی فعال عضله چه میزان است؟ داده ها را ذخیره کنید. ولتاژ را ۰.۱ولت افزایش دهید، عضله را تحریک کنید. صفحه اسکوپ و میزان نیرو اکتیو را مشاهده نمائید. نتایج را ذخیره کنید.گام های ۴تا ۵ را تا رسیدن به میزانی بزگتر از ۰/۰۰ برای نیروی فعال ادامه دهید. از بخش Toolsگزینه PrintGraphرا انتخاب کرده و منحنی را ذخیره نمائید.

iranbmeclub.ir

پرسشها:

I. ولتاژ آستانه چه میزان است؟

II. نمودارهای ایجاد شده در ولتاژ آستانه چه تفاوتی با نمودارهای ایجاد شده در ولتاژهای پایین تر دارد؟

آزمایش اثر افزایش شدت تحریک.

ولتاژ حداکثر(مناسب .)اولین ولتاژی که از آن به بعد تغییر دامنه مشاهده نمی شود و یا حداکثر ولتاژی که در آن تمام فیبرهای حرکتی عضله به تحریک پاسخ می دهدو بعد از آن هر چه ولتاژ را افزایش دهیم دامنه انقباض افزایش نمی یابد.

دانشگاه صنعتی سجاد آزمایشگاه فیزیولوژی

۴۳

مراحل انجام آزمایش اثر افزایش شدت تحریک.

ولتاژ را به میزان ۰/۵ولت تنظیم نمائید. روی Stimulate کلیک کنید .نتایج را ذخیره کنید.ولتاژ را ۰/۵ولت افزایش دهید، عضله را تحریک کنید .نتایج را ذخیره کنید .توجه داشته باشید که پس از هر تحریک هیچ کدامیک از منحنی ها را پاک نکنید، تا همه منحنی ها با یکدیگر مقایسه گردند .از بخش Tools گزینه PrintGraph را انتخاب کرده و منحنی را ذخیره نمائید .به سوالات زیر پاسخ دهید:

پرسش ها:

۱-اثر افزایش ولتاژ بر میزان نیروی اکتیو تولید شده توسط عضله چگونه است؟

۲-به ازای میزان ولتاژ است که حتی اگر از آن مقدار هم فراتر رویم، تاثیری در افزایش نیروی فعال ندارد؟

iranbmeclub.ir

به منظور مشاهده اثر پارامتر مورد نظر بر میزان نیرو، از بخش Toolsگزینه plot dataرا انتخاب کنید .بدین صورت ، خلاصله ای از آزمایش را خواهید داشت.از بخش Toolsگزینه Print dataرا انتخاب کرده و نتایج و داده ها را ذخیره نمائید.

D.مراحل انجام آزمایش منحنی انقباض عضلانی.

محیط شبیه سازی آزمایش به منظور اعمال چند تحریک متوالی

.کلیک کنید Multiple Stimulusرا انتخاب و سپس بر روی گزینه(SkeletalMusclePhysiology)Excercise۲ازبخش

شکل ۲:محیط شبیه سازی آزمایش منحنی انقباض عضلانی

دانشگاه صنعتی سجاد آزمایشگاه فیزیولوژی

۴۴

E.آزمایش بررسی ترپ (اثر پلکانی.)

افزایش تدریجی نیروی تولید شده، زمانی که عضله در یک فرکانس به اندازه کافی بالا تحریک می شود، Treppe نامیده می شود. در چنین فرکانسی اوج منحنی انقباض در هر تحریک، کمی از قبل بالاتر می رود. این افزایش تدریجی

به این دلیل که پلکانی صورت می گیرد، افزایش پلکانی و به آلمانی ترپ نامیده میشود.

مراحل انجام آزمایش بررسی ترپ (اثر پلکانی.)

ولتاژ را به میزان ولتاژ حداکثر که در آزمایش قبل بدست آوردید،تنظیم نمائید. روی عدد ۲۰۰در سمت راست اسکوپ کلیک کنید و آن را به سمت چپ صفحه نمایش اسکوپ ببرید .این عمل به شما این فرصت را می دهد که زمان طولانی تری را در صفحه نمایش ببینید. روی Stimulus Singleکلیک کنید .صعود و نزول منحنی انقباض را نظاره کنید .به محض پایین امدن منحنی، دوباره روی StimulusSingleکلیک کنید، صعود و نزول منحنی انقباضرا نظاره کنید .به محض پایین امدن منحنی، برای سومین بار

روی Stimulus Singleکلیک کنید .چه مشاهده می کنید؟

عدد ۲۰۰را در محور افقی صفحه نمایشاسکوپ به جای اولیه خود باز گردانید.از بخش Toolsگزینه PrintGraphرا انتخاب کرده و منحنی را ذخیره نمائید.

F.آزمایش جمع.

زمانی که عضله به صورت تکراری تحریک می شود، به گونه ای که محرک ها یکی پس از دیگری به صورت تکراری می رسند، انقباض ها می توانند بایکدیگر همپوشانی داشته باشند و در نتیجه انقباض عضلات قوی تر از یک انقباض مستقل است .این پدیده با عنوان Summationشناخته می شود .این پدیده زمانی اتفاق می افتد که فیبرهای عضلانی که در حال حاضر تحریکشده اند، قبل از آرامشدوباره تحریک شوند.

مراحل انجام آزمایش جمع.

ولتاژ را به میزان ولتاژ حداکثر که در آزمایش اثر افزایش شدت تحریک، بدست آوردید،تنظیم نمائید.یکبار روی Stimulus Singleکلیک کنید .صفحه نمایش اسکوپ را نظاره کنید و میزان نیروی اکتیو را گزارش دهید.یکبار دیگر روی StimulusSingleکلیک کنید .صعود و نزول منحنی انقباض را نظاره کنید .قبل از اینکه منحنی کامل سقوط کند، دوباره روی Stimulus Singleکلیک کنید .برای این منظور می توانید دوبار در بازه زمانی خیلی کوتاه بر روی تک تحریک کلیک کنید .

میزان نیروی اکتیو راگزارش دهید .یکبار دیگر روی Stimulus Singleکلیک کنید .صعود و نزول منحنی انقباض را نظاره کنید.

پرسش ها:

۱-اجازه دهید که منحنی قبل از تحریک مجدد، افزایش و کاهش یابد،(منحنی سقوط کند)چه تغییری در

نیروی تولید
شده در عضله به وجود میاید؟

۲-ولتاژ را ۰.۵ولت کاهش دهید و آزمایش را تکرار کنید .آیا همان الگوی قبل در مورد نیرو بدست می آید؟

۳-این بار عضله را سریع تر از قبل تحریک کنید (چندبار متوالی در بازه زمانی بسیار کوتاه تحریک را انجام دهید).

۴-آیا نیرو یا تحریک اضافی تغییری داشته است؟ اگر چنین است به چه

iranbmeclub.ir