

وزارت علوم تحقیقات و فناوری



دانشگاه صنعتی سجاد
غیردولتی - غیررئاسی

دستور کار آزمایشگاه فیزیولوژی



تهیه و تنظیم:

دکتر ماندانا سادات غفوریان

فهرست مطالب

صفحه

پیش‌گفتار

آزمایش ۱ : آنالیز خون	۱
آزمایش ۲ : آشنایی با فیزیولوژی قلب	۱۴
آزمایش ۳ : سیستم تنفسی و کاربرد اسپرومتر	۲۲
آزمایش ۴ : فشار خون، استفاده از فشارسنج و گوشی پزشکی	۳۱
آزمایش ۵ : فیزیولوژی عضله و منحنی انقباض عضلات	۴۰
آزمایش ۶ : تعیین میزان اکسیژن خون - دستگاه پالس اکسی متری	۴۵
آزمایش ۷ : ثبت سیگنال الکتریکی مغز	۴۹
آزمایش ۸ : بیوفیدبک	۵۳

((به نام خدا))

فیزیولوژی به بررسی کارکرد اندام‌های (ارگان) مختلف بدن می‌پردازد و برای درک عمیق عملکرد این ارگان‌ها و سیستم‌ها با کمک روابط و اصول فیزیک و ریاضی، پرداخته می‌شود. فیزیولوژی در آموزش پزشکی اهمیت بسیار دارد و در طی دوره علوم پایه به دانشجویان تدریس می‌شود. در کنار آناتومی و بیوشیمی، فیزیولوژی به شکل‌گیری طرح کلی بدن سالم در ذهن دانشجویان کمک می‌کند، همچنین برای اطلاع از پاتولوژی بیماری‌ها فهم فیزیولوژی بسیار مهم و کلیدی است. در این اثر تا جایی که امکان دارد سعی شده است تا تمام مطالب سرفصل درس فیزیولوژی پوشش داده شود. ضمن اینکه درک مناسبی نیز از نکاتی که در تجربه‌ی عملی ممکن است مورد نیاز باشد بدست آید. همچنین سعی شده است مطالب پیش‌زمینه در قسمت تئوری آزمایش گنجانده شود.

این دستورکار به کمک نرم‌افزار PhysioEx با شبیه‌سازی محیطی مناسب به تحلیل و آنالیز سیستم‌های مختلف بدن پرداخته است. در کنار این نرم‌افزار از دستگاه Powerlab برای ثبت و نمایش سیگنال‌های مختلف در محیط آزمایشگاه استفاده می‌شود.

انتظار می‌رود دانشجویان قبل از انجام هر آزمایش مطالب تئوری مربوط به آن آزمایش را مطالعه کنند و تمرین‌های اولیه هر آزمایش را نیز انجام دهند. رعایت نظم و قوانین آزمایشگاه و حضور به موقع، نکته دیگری است که می‌تواند به استفاده مفید از جلسات آزمایشگاه کمک نماید. یک گزارشکار کامل شامل هدف آزمایش، توضیحات مورد نیاز، نحوه‌ی آزمایش، نتایج و تحلیل نتیجه‌گیری است. ارزیابی دانشجویان در این آزمایشگاه بر اساس کیفیت کار در آزمایشگاه (تسلط کافی هنگام انجام آزمایش)، گزارش کار، نظم و حضور به موقع در آزمایشگاه و امتحان تئوری و عملی سنجیده می‌شود.

امیدوارم دانشجویان و همکاران گرامی هرگونه کوتاهی یا ایرادی را که در این دستور کار از دید اینجانب پنهان مانده یادآوری کنند. امید است دانشجویان با گذراندن این آزمایشگاه درک مناسبی از مطالب فیزیولوژی بدست آورند.

ماندانا سادات غفوریان

بهار ۱۳۹۸

آزمایش ۱: آنالیز خون

هدف آزمایش:

۱. آشنایی با فیزیولوژی خون و اجزای آن
۲. درک چگونگی استفاده از روش های معمول آزمایشگاهی برای آسیب شناسی و بررسی بیماری های خون
۳. یادگیری چگونگی انجام آزمایش ها خون (تعیین هماتوکریت، تعیین گروه خونی و ...)
۴. اهمیت نحوه استفاده از تجهیزات آزمایشگاهی در تماس با خون

تئوری آزمایش:

ویژگی های خون: خون بافت همبند مایعی است که در شریان ها (سرخرگ) به رنگ روشن و در وریدها (سیاهرگ) به رنگ تیره است. (چرا؟) ویسکوزیته (چسبندگی) آن حدود سه برابر آب است و حدود ۸-۶ درصد وزن بدن را تشکیل می دهد. از جمله مهم ترین وظایف خون می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. مهم ترین مسیر ارتباطی بین سلول های بافت های مختلف
۲. انتقال مواد شامل انتقال گازهای تنفسی
۳. انتقال مواد غذایی از دستگاه گوارشی به تمام بافت ها
۴. انتقال مواد دفعی به کلیه ها، انتقال هورمون و داروها به بافت های هدف
۵. تنظیم دمای بدن
۶. شرکت در دفاع بدن در برابر عوامل بیگانه

عناصر تشکیل دهنده خون عبارت اند از : ۱- پلاسما ۲- سلول ها و عناصر گرد خون

پلاسما . پلاسما قسمت مایع خون و فاقد سلول های خونی است. مایعی است که شامل ۹۱ درصد آن آب، ۷ درصد آن پروتئین های پلاسما و ۲ درصد باقیمانده، شامل املاح، ویتامین ها، مواد قندی و ... است.

گلبول قرمز. در هر میلی متر مکعب خون حدود ۵ میلیون گلبول قرمز وجود دارد. شکل مقعر الطرفین داشته و وظیفه آن ها انتقال اکسیژن است. با پلاسما انتقال می یابند و در مغز استخوان تولید می شود. قرمزی خون به دلیل وجود واحدهایی به نام heme در پروتئین موجود در آن است که این مواد معمولاً به آهن می چسبند. از طرفی اکسیژن موجود در خون هم به سمت آهن تمایل می یابد، در نتیجه ی ارتباط میان اکسیژن و heme، موجب قرمز شدن رنگ خون می شود. از طرفی، دیگر قسمت های خون مثل پلاکت ها و گلبول های سفید، نقشی در چگونگی رنگ خون ندارند. اگر هموگلوبین، اکسیژن بیشتری به همراه داشته باشند، رنگ قرمزی خون روشن تر و شفاف تر خواهد بود و هرچه میزان اکسیژن در خون کمتر باشد، رنگ خون، تیره تر می شود .

گلبول های سفید. در هر میلی متر مکعب خون حدود ۶ تا ۷ هزار گلبول سفید وجود دارد. کروی شکل بوده و در مغز استخوان تولید می شود و وظیفه آن ها ایجاد سد های دفاعی در برابر عفونت ها است.

پلاکت. پلاکت ها، اجزای کوچک مسطحی هستند که در خون وجود دارند و از بقیه سلول های خونی بسیار کوچک ترند. در مغز استخوان تولید می شود و بسیار کوچک اند و توسط پلاسما جا به جا می شوند. در هر میلی متر مکعب خون ۲۵۰ هزار پلاکت وجود دارد و زمانیکه تشخیص می دهند جایی از رگهای خونی آسیب دیده، به هم می پیچند تا جلوی خونریزی را بگیرند. تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی خون، اطلاعات مهمی در مورد چگونگی عملکرد خون در اختیار پزشک قرار می دهد. از جمله برخی از تست های رایج آزمایشگاهی می توان به موارد زیر اشاره کرد: تعیین هماتوکریت، تعیین گروه خونی، تعیین سرعت رسوب گلبول قرمز، تعیین هموگلوبین، تعیین کلسترول.

A. تخمین هماتوکریت^۱ (HCT).

هماتوکریت اندازه گیری حجمی از خون کل است که توسط گلبول های قرمز خون ساخته و به درصد بیان می گردد. آزمایش هماتوکریت به عنوان ساده ترین و در اصل مهم ترین آزمایش برای تشخیص کم خونی ها در پزشکی کار برد دارد. هماتوکریت ۴۸ به این معنی است که ۴۸٪ از حجم خون را گلبول های قرمز تشکیل می دهد. از آنجا که عملکرد گلبولهای قرمز انتقال اکسیژن به سلول های بدن است، هرچه هماتوکریت بالاتر باشد، گلبول های قرمز بیشتری برای حمل اکسیژن در دسترس هستند. مقدار نرمال هماتوکریت با جنس، سن، ارتفاع از سطح دریا و ... بستگی دارد.

متوسط مقدار هماتوکریت برای مردان ۴۷٪ و برای زنان ۴۲٪ است. حد طبیعی بالا ۵۵٪ درصد و مقدار کم تر از این حد آنمی یا کم خونی و مقدار بیشتر از آن پرخونی (پلی سیتی) گفته می شود.

کم خونی. وضعیتی است که در آن، اکسیژن کافی به سلولهای بدن انتقال نمی یابد. دلایل مختلفی برای کم خونی وجود دارد: تعداد ناکافی گلبولهای قرمز؛ بر اثر صدمات، جراحی، خون ریزی، سرطان روده بزرگ، مشکلات مغز استخوان، سرطان مغز استخوان، سرکوب توسط داروهای شیمی درمانی، غیر طبیعی بودن هموگلوبین، مقدار زیاد گلبولهای سفید در اثر عفونت، کمبود ویتامین و املاح مثل کمبود آهن، زیاد شدن آب بدن

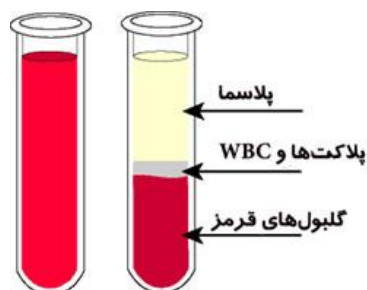
پلی سیتی. به افزایش قابل توجه گلبولهای قرمز خون اشاره دارد. دلایل مختلفی برای این امر وجود دارد: زندگی در ارتفاعات بالا، فعالیت شدید ورزشی، تورم در مغز استخوان.

مراحل انجام آزمایش تخمین هماتوکریت:

ابتدا با روشی مناسب خون گیری انجام می شود. سپس، لوله های مویین هپارینه، باید از خون پر شود. البته ۱۵ میلی متر انتهایی آن را پر نمی کنیم. به آرامی یک طرف لوله را با خمیر مخصوص هماتوکریت مسدود مینمائیم. سپس لوله ها را در جای مخصوص خود در میکروسانتروژ قرار میدهم به طوری که انتهای بسته لوله مجاور محیط دستگاه قرار داشته باشد. باید توجه کرد که لوله ها

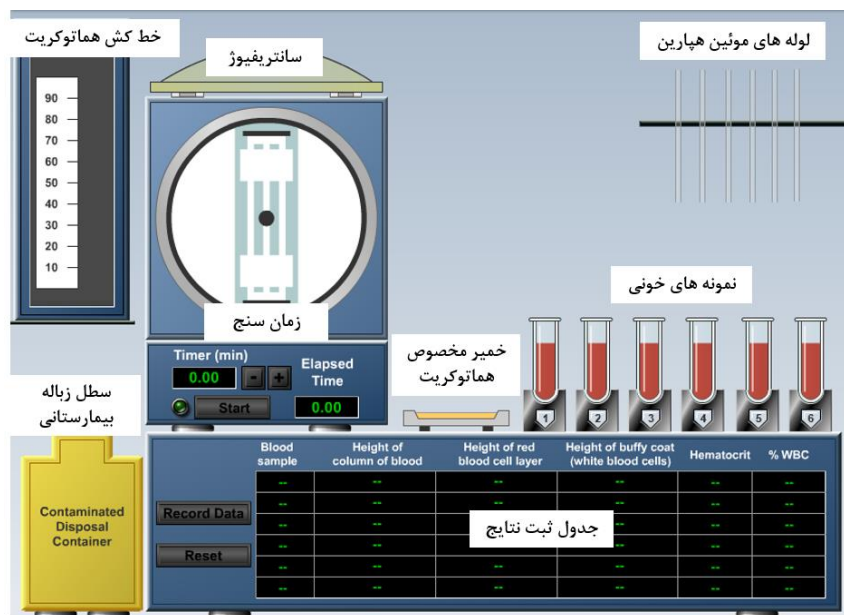
¹ Hematocrit

- روبروی هم در سانتریفیوژ قرار گیرند. سپس درب سانتریفیوژ را محکم می بندیم. بعد از اینکه سانتریفیوژ از حرکت ایستاد، محافظ را باز کرده و لوله های مویین را از داخل آن خارج می کنیم. سپس با استفاده از خط کش، میزان هماتوکریت را تعیین می کنیم.
- پس از سانتریفیوژ شدن در هر لوله هماتوکریت ۳ قسمت مشاهده می شود:
۱. گلبولهای قرمز که بلافاصله پس از خمیر هماتوکریت قرار می گیرند.
 ۲. حلقه نازک سفیدی به نام Buffy Coat که از تجمع پلاکت ها و گلبول های سفید خون به وجود آمده و در حد فاصل بین گلبول های قرمز خون و پلاسما قرار دارند.
 ۳. پلاسما خون



شکل ۱: نمونه ای خون پس از سانتریفیوژ شدن

شکل ۲ محیط شبیه سازی آزمایش هماتوکریت را نشان می دهد.



شکل ۲: آزمایش تعیین هماتوکریت در محیط نرم افزار PhysioEX

لطفا بر اساس نمونه های خونی آورده شده، آزمایش هماتوکریت را انجام داده، جدول ۱ را کامل کرده و به پرسش ها پاسخ دهید.

- نمونه خونی (۱) مرد سالمی که در Boston زندگی می کند
 نمونه خونی (۲) زن سالمی که در Boston زندگی می کند
 نمونه خونی (۳) مرد سالمی که در Denver زندگی می کند
 نمونه خونی (۴) زن سالمی که در Denver زندگی می کند
 نمونه خونی (۵) مرد مبتلا به کم خونی (مشکلات در مغز استخوان)
 نمونه خونی (۶) زن مبتلا به کم خونی (فقر آهن)

جدول ۱. خروجی شبیه سازی آزمایش هماتوکریت

CHART 1					
Blood Sample	Total Height of Column of Blood (mm)	Height of Red Blood Cell Layer (mm)	Height of Buffy Coat (White Blood Cells) (mm)	Hematocrit	% WBC
Healthy male, living in Boston					
Healthy female, living in Boston					
Healthy male, living in Denver					
Healthy female, living in Denver					
Male with aplastic anemia					
Female with iron-deficiency anemia					

پرسش ها:

- ۱- مقدار هماتوکریت مرد سالمی که در ساحل Boston زندگی می کند، چقدر می باشد؟
- ۲- مقدار هماتوکریت مرد سالمی که در ارتفاع یک مایلی از دریا در شهر Denver زندگی می کند، چقدر می باشد؟
- ۳- آیا اکسیژن به همان مقداری که در Denver وجود دارد، در Boston هم وجود دارد؟
- ۴- اگر مغز استخوان تعداد بالایی سلول قرمز خونی ایجاد کند، چه اتفاقی در میزان هماتوکریت می افتد؟
- ۵- مقدار هماتوکریت مرد مبتلا به کم خونی، چقدر می باشد؟
- ۶- مقدار تولید گلبول قرمز در مرد مبتلا به کم خونی آپلاستیک، کمتر از افراد سالم است یا بیشتر؟

B. سرعت رسوب گلبول های قرمز^۱ (ESR).

به سرعت ته نشینی و رسوب گذاری گلبول های قرمز موجود در خون در محیط آزمایشگاهی که با فاکتور ضد انعقادی ترکیب شده، در مدت یک ساعت، در یک لوله ثابت که به صورت عمودی قرار گرفته است، ESR می گویند. در یک فرد سالم نباید در طول یک ساعت تعداد زیادی از گلبول های قرمز خون ته نشین شود. بیماری ها و سایر عوامل فیزیولوژیک می توانند باعث کاهش یا افزایش ESR شوند. به عنوان نمونه افزایش سن درمیزان ESR موثر است و هرچه سن بیشتر باشد ESR بالاتر می باشد. در نوزادان مقدار ESR پایین است.

نتایج آزمایش ESR براساس میلی متر بر ساعت ارزیابی می شود. موارد زیر مربوط به نتایج نرمال آزمایش ESR است.

- زنان زیر ۵۰ سال بین ۰ تا ۲۰ میلی متر بر ساعت
- مردان زیر ۵۰ سال بین ۰ تا ۱۵ میلی متر بر ساعت
- زنان بالای ۵۰ سال بین ۰ تا ۳۰ میلی متر بر ساعت
- مردان بالای ۵۰ سال ۰ تا ۲۰ میلی متر بر ساعت
- کودکان ۰ تا ۱۰ میلی متر بر ساعت

مواردی که در آن مقدار ESR افزایش می یابد: آنمی ها - حاملگی - عفونت ها مانند: سل - افزایش سن - سرطان ها - بیماری تب مالت (گاهی) - افزایش کلسترول در زمان سکته قلبی

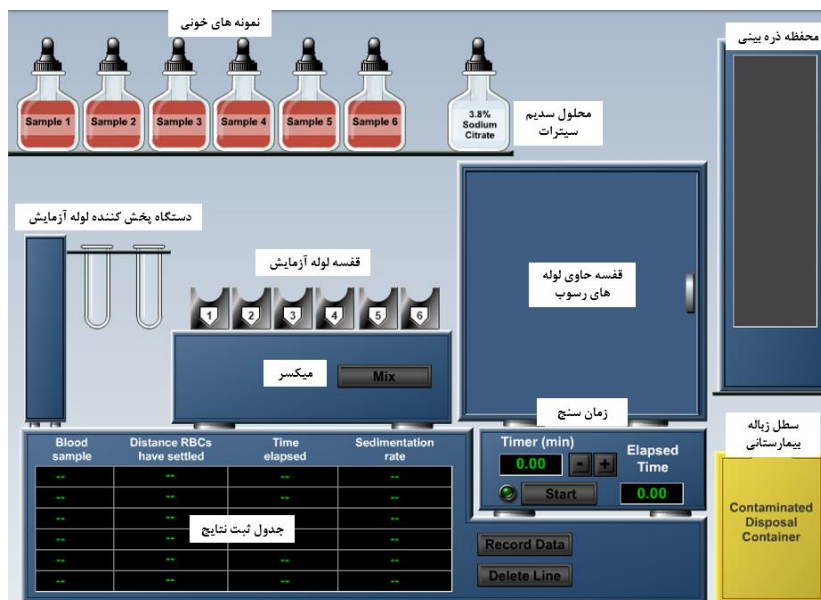
مواردی که در آن ESR کاهش می یابد: بیماری کم خونی داسی شکل - سرما - پلی سیتمی - نوزادان - بیماری شریان کلیوی

مراحل انجام آزمایش تعیین ESR:

ابتدا با روشی مناسب خون گیری انجام می شود. سپس، با قطره چکان به میزان ۲ میلی لیتر خون در لوله آزمایش، اضافه می شود. در گام بعد ۰.۵ میلی لیتر سیترات سدیم به لوله آزمایش اضافه می شود. هدف از اضافه کردن این ماده جلوگیری از لخته شدن خون است. توجه شود که نسبت خون به سیترات سدیم ۴ به ۱ می باشد. محتویات لوله آزمایش به خوبی باید باهم مخلوط گردند. سپس لوله آزمایشی که با نام لوله رسوب شناخته می شود در محفظه آزمایش در جایگاه خاص خود ثابت به صورت عمودی ثابت می گردد. پس از گذشت یک ساعت لوله را از محفظه خاص بیرون آورده و اقدام به بررسی نتایج می کنند.

شکل ۳ محیط شبیه سازی آزمایش تعیین ESR را نشان می دهد.

¹ Erythrocyte Sedimentation Rate



شکل ۳: محیط شبیه سازی آزمایش تعیین ESR در محیط نرم افزار PhysioEX

لطفاً بر اساس نمونه‌های خونی آورده شده، آزمایش ESR را انجام داده، جدول ۲ را کامل کرده و به پرسش‌ها پاسخ دهید.

جدول ۲. جدول خروجی شبیه سازی آزمایش ESR

CHART 2			
Blood Sample	Distance RBCs Have Settled (mm)	Elapsed Time	Sedimentation Rate
Healthy individual			
Menstruating female			
Person with sickle-cell anemia			
Person with iron-deficiency anemia			
Person suffering from a myocardial infarction			
Person suffering from angina pectoris			

نمونه خونی (۱) فرد سالم

نمونه خونی (۲) زن باردار

نمونه خونی (۳) فرد مبتلا به کم خونی سلول داسی

نمونه خونی (۴) فرد مبتلا به کم خونی فقر آهن

نمونه خونی (۵) فردی مبتلا به سکته قلبی

نمونه خونی (۶) فرد مبتلا به آنژین قلبی

پرسش ها:

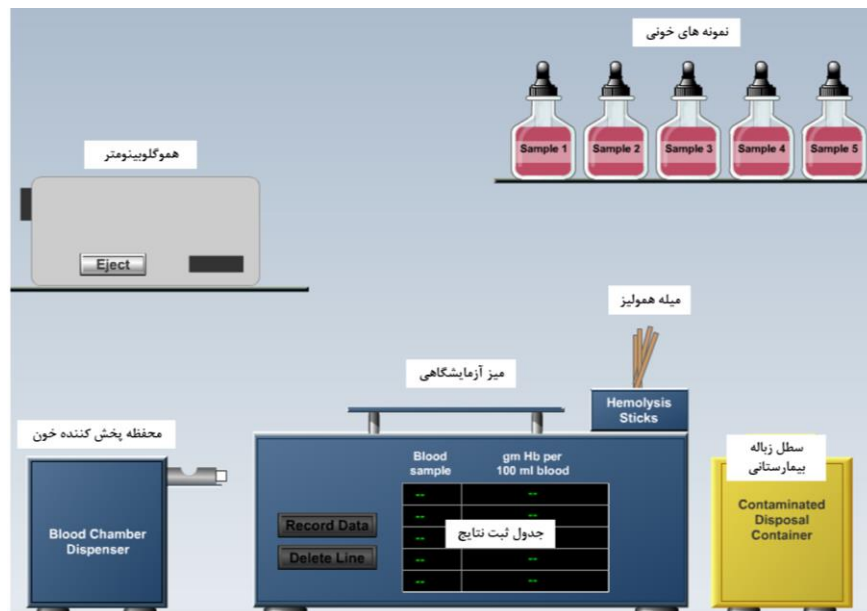
- (۱) آیا ESR در فرد مبتلا به کم خونی سلول داسی افزایش یافته است؟
- (۲) ESR در فرد مبتلا به کم خونی ناشی از فقر آهن چه تفاوتی با فرد سالم دارد؟
- (۳) ESR در فرد باردار نسبت به فرد سالم بیش تر است یا کمتر؟
- (۴) تفاوت بین ESR در نمونه خونی ۵ و ۶ را توضیح دهید.

C. تعیین میزان هموگلوبین.

هموگلوبین پروتئینی موجود در گلبول های قرمز خون است. در انتقال اکسیژن از ریه به سلول های بدن ضروری است. هر مولکول هموگلوبین می تواند چهار مولکول اکسیژن را حمل کند. اکسیژن با هموگلوبین ترکیب می شود و اکسی هموگلوبین را تشکیل می دهد که دارای رنگ قرمز روشنی است. در بیماری کم خونی، اکسیژن رسانی به سلول های بدن ناکافی است. در حالت نرمال، به صورت متوسط ۱۲ تا ۱۸ گرم هموگلوبین در هر ۱۰۰ میلی لیتر خون وجود دارد. در یک مرد سالم این مقدار ۱۳٫۵ تا ۱۸ گرم بر ۱۰۰ میلی لیتر و در بانوان ۱۲ تا ۱۶ گرم بر ۱۰۰ میلی لیتر است. مقدار هموگلوبین در بیماران مبتلا به پلی سیمی افزایش می یابد. همچنین در برخی بیماری های قلبی و در بیماری انسداد مزمن ریوی و برای افرادی که در ارتفاعات زندگی می کنند، این مقدار افزایش می یابد. اما در افرادی که مبتلا به کم خونی، پرکاری تروئید، التهاب شدید کبدی، بیماری کلیوی، خونریزی شدید هستند، این پارامتر کاهش می یابد.

مراحل انجام آزمایش تعیین میزان هموگلوبین:

ابتدا با روشی مناسب خون گیری انجام می شود. سپس، با قطره چکان مقداری خون در ظرف آزمایش، اضافه می شود. در مرحله بعد، اقدام به تکان دادن میله همولیز خون درون ظرف آزمایش به مدت ۴۵ ثانیه می کنیم. این عمل موجب پارگی و فروپاشی سلول های خونی می شود، در نتیجه هموگلوبین موجود در گلبول های قرمز آزاد می گردد. سپس ظرف آزمایش را داخل دستگاه اندازه گیری هموگلوبین قرار می دهیم. شدت رنگ خون یک نتیجه از میزان هموگلوبین موجود است. اساس کار دستگاه مذکور بدین شکل است که با مقایسه رنگ نمونه با حالت استاندارد میزان هموگلوبین نمونه تخمین زده می شود. نور سبز رنگ را از نمونه خون همولیز شده عبور می دهند، مقدار نوری که از نمونه گذشت با شدت رنگ استاندارد مقایسه می شود. نور سبز رنگ استفاده می شود، به این دلیل که چشم انسان به راحتی قادر به تشخیص تفاوت های ظریف در رنگ سبز است. نیمه سمت راست دایره، شدت نور منتقل شده توسط نمونه خون و نیمه سمت چپ شدت نور برای سطوح شناخته شده از هموگلوبین را نشان می دهد. شکل ۴ محیط شبیه سازی آزمایش تعیین هموگلوبین را نشان می دهد.



شکل ۴: آزمایش تعیین هموگلوبین در محیط نرم افزار PhysioEX

لطفاً بر اساس نمونه‌های خونی آورده شده، آزمایش تعیین هموگلوبین را انجام داده، جدول ۳ را کامل کرده و به پرسش‌ها پاسخ دهید.

جدول ۳. جدول خروجی شبیه سازی تعیین هموگلوبین

CHART 3			
Blood Sample	gm Hb/100 ml blood	Hematocrit (PCV)	Ratio of PCV to Hb
Healthy male		48	
Healthy female		44	
Female with iron-deficiency anemia		40	
Male with polycythemia		60	
Female Olympic athlete		60	

نمونه خونی (۱) مرد سالم

نمونه خونی (۲) زن سالم

نمونه خونی (۳) زن مبتلا به کم خونی ناشی از فقر آهن

نمونه خونی (۴) مرد با پلی سیتمی

نمونه خونی (۵) زن ورزشکار

پرسش ها:

- (۱) نسبت PCV به Hb در مورد زنان مبتلا به کم خونی چه مطلبی در مورد گلبول های قرمز آن ها را بیان می کند؟
- (۲) آیا مرد مبتلا به پلی سیتی نسبت نرمالی از PCV به Hb دارد؟
- (۳) با توجه به پاسخ سوال قبل، فکر می کنید سلول های قرمز خون فرد مذکور به مقدار کافی هموگلوبین دارد؟ چرا؟
- (۴) آیا زن ورزشکار المپیک نسبت نرمالی از PCV به Hb دارد؟
- (۵) با توجه به پاسخ سوال قبل، فکر می کنید سلول های قرمز خون فرد مذکور به مقدار کافی هموگلوبین دارد؟ چرا؟

D. تعیین گروه خونی.

تمامی سلول های بدن از جمله گلبول های قرمز خون از غشای سلولی احاطه شده اند. در سطح غشای گلبول قرمز پروتئین هایی به نام آنتی ژن وجود دارد که باعث شناخته شدن آن ها می شود. نکته مهم این است که قبل از انتقال و تزریق خون باید نوع خون بررسی گردد، تا از تراکم گلبول های قرمز جلوگیری شود. آنتی ژن های مختلفی روی غشای گلبول های قرمز خون وجود دارد، اما آنتی ژن های زیر در تعیین گروه خونی برای ما اهمیت دارد:

- آنتی ژن A
- آنتی ژن B
- آنتی ژن Rh (D)

بر اساس دو آنتی ژن A و B چهار گروه خونی اصلی و هشت نوع خون وجود دارد که به آن، سیستم گروه خونی ABO می گویند. گروه ها براین اساس تعریف می شوند که آیا آنتی ژن های خاص A یا B در خون وجود دارد یا خیر. این گروه های خونی با توجه به حضور یا عدم حضور این دو آنتی ژن به صورت ژنتیکی و از طریق وراثت از والدین به فرزندان می باشد و این چهار گروه خونی اصلی عبارتند از:

گروه خونی A حاوی آنتی ژن A و آنتی بادی B

گروه خونی B حاوی آنتی ژن B و آنتی بادی A

گروه خونی AB حاوی هر دو آنتی ژن A و B است، اما فاقد هر دو آنتی بادی A و B

گروه خونی O فاقد هر دو آنتی ژن A و B است، اما حاوی هر دو آنتی بادی A و B

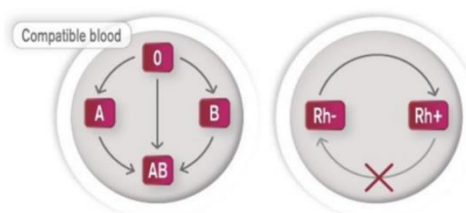
آنتی ژن Rh شش نوع شایع دارد. اما آنچه که در تشخیص گروه خونی اهمیت دارد، آنتی ژن D است. آنتی ژن نوع D نیز بر سطح گلبول های قرمز وجود دارد. هر فردی که دارای این نوع آنتی ژن باشد، گروه خونی مثبت (Rh مثبت) و در صورت عدم وجود آن گروه خونی منفی (Rh منفی) خواهد بود؛ بنابراین از چهار گروه خونی اصلی، هشت نوع خون وجود دارد.

جدول ۴. انواع گروه خونی

A+	B+	AB+	O+
A-	B-	AB-	O-

✓ چرا آزمایش تعیین گروه خونی انجام می‌شود؟ تعیین گروه خونی هنگام اهداء خون و قبل از انتقال خون، انجام می‌شود. تعیین گروه خونی یک راه ساده و سریع است تا اطمینان حاصل شود که شما خون سازگار با بدنتان را در طول جراحی یا بعد از آسیب دیدگی دریافت می‌کنید. اگر خون دریافتی با خون شما ناسازگار باشد، می‌تواند منجر به خونریزی یا آگلوتیناسیون شود که ممکن است مرگ آور باشد.

✓ انتقال خون: در شکل زیر گروه های خونی دهنده و گیرنده مشخص شده اند.



گیرنده \ دهنده	+AB	-AB	+B	-B	+A	-A	+O	-O
-O							✓	✓
+O							✓	✓
-A						✓	✓	✓
+A					✓	✓	✓	✓
-B				✓			✓	✓
+B			✓	✓			✓	✓
-AB	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
+AB	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

شکل ۵: نحوه انتقال خون و امکان انتقال خون میان گروه های خونی

مراحل انجام آزمایش تعیین گروه خونی:

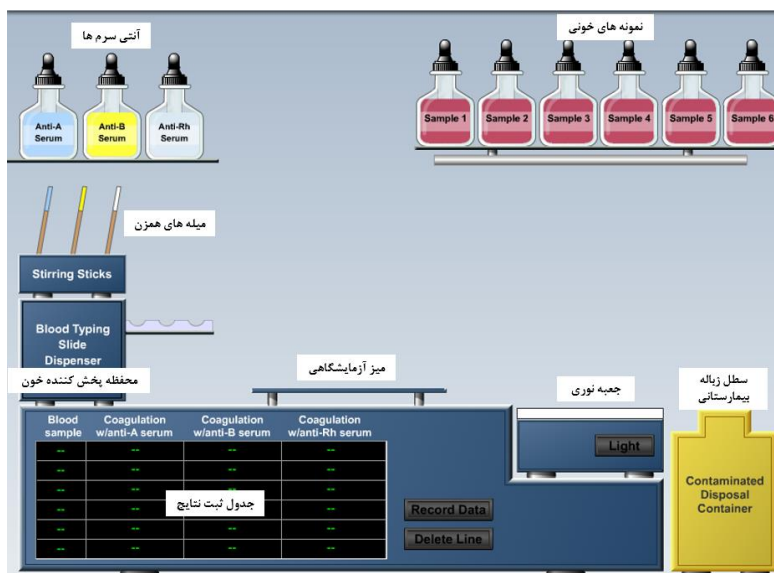
اساس تعیین گروه خون بر مبنای واکنش بین آنتی ژن و آنتی کور می باشد. بنابراین خون شخص مورد آزمایش را در مجاورت آنتی بادی های مختلف قرار می دهیم و ایجاد یا عدم ایجاد آگلوتیناسیون (بههم چسبیدگی گلبولهای قرمز) را بررسی می کنیم سپس از روی آگلوتیناسیون ایجاد شده گروه های خونی متفاوت مشخص می گردد.

انگشت شخص مورد آزمایش را تمیز نموده و سپس با لانست سوراخ می کنیم و سپس سه قطره خون با فاصله روی لام^۱ قرار می دهیم. روی هر قطره خون یک قطره درشت آنتی بادی می ریزیم. روی قطره اول خون یک قطره آنتی A روی قطره دوم یک قطره آنتی B و روی قطره سوم یک قطره آنتی D و خون را به وسیله اپلیکاتور^۲ مخلوط و کاملاً پخش می کنیم. پس از مدتی حدود ۳

^۱ قطعه‌ی شیشه‌ای نازک

^۲ ابزاری برای برداشتن نمونه های آزمایش و جدا سازی آنها

دقیقه نتیجه آزمایش وجود با عدم وجود آگلوتیناسیون را بررسی و یادداشت می کنیم. شکل ۶ محیط شبیه سازی آزمایش تعیین گروه خونی را نشان می دهد.



شکل ۶: آزمایش تعیین گروه خونی در محیط نرم افزار PhysioEX

آزمایش تعیین گروه خونی را انجام داده، جدول ۵ را کامل کرده و به پرسش‌ها پاسخ دهید.

جدول ۵: خروجی شبیه سازی آزمایش تعیین گروه خونی

CHART 5				
Blood Sample	Agglutination with Anti-A Serum	Agglutination with Anti-B Serum	Agglutination with Anti-Rh Serum	Blood Type
1				
2				
3				
4				
5				
6				

پرسش‌ها:

- (۱) اگر آنتی بادی A باعث لخته شدن خون شود، چه آنتی ژنی در حال حاضر در خون وجود دارد؟
- (۲) گروه خونی شخصی AB است، چه آنتی ژنی در گلبول‌های قرمز او وجود دارد؟
- (۳) چه آنتی بادی‌هایی در پلاسما خون فردی که گروه خونی AB دارد، وجود دارد؟

۴) گروه خونی شخصی O است، چه آنتی ژنی در گلبول های قرمز او وجود دارد؟

۵) چه آنتی بادی هایی در پلاسما خون فردی که گروه خونی O دارد، وجود دارد؟

E. تعیین کلسترول.

کلسترول ماده چربی است که برای ادامه زندگی ضروری می باشد. یک جزء مهم از غشای سلولی است و پایه و اساس تولید برخی هورمون ها، ویتامین D نیز است. کلسترول از دو منبع اصلی تأمین می شود: رژیم غذایی و تولید در کبد. در واقع کلسترول در کبد تولید شده و در برخی از مواد غذایی با منشأ حیوانی مانند شیر، گوشت و تخم مرغ یافت می شود. از آنجایی که کلسترول چربی نامحلول در آب است، در یک مجموعه پروتئینی - کلسترولی به نام لیپو پروتئین جابجا می شود (انتقال در خون از کبد و دستگاه گوارشی به سلول های بدن)

لیپو پروتئین با چگالی بالا (HDL):

به حذف چربی ها از بدن با اتصال به آن در جریان خون و حمل آن به کبد برای دفع کمک می کند. HDL گاهی کلسترول خوب نامیده می شود. افزایش میزان HDL کلسترول ممکن است احتمال ابتلا به بیماری های قلبی را کاهش دهد.

لیپو پروتئین با چگالی پایین (LDL):

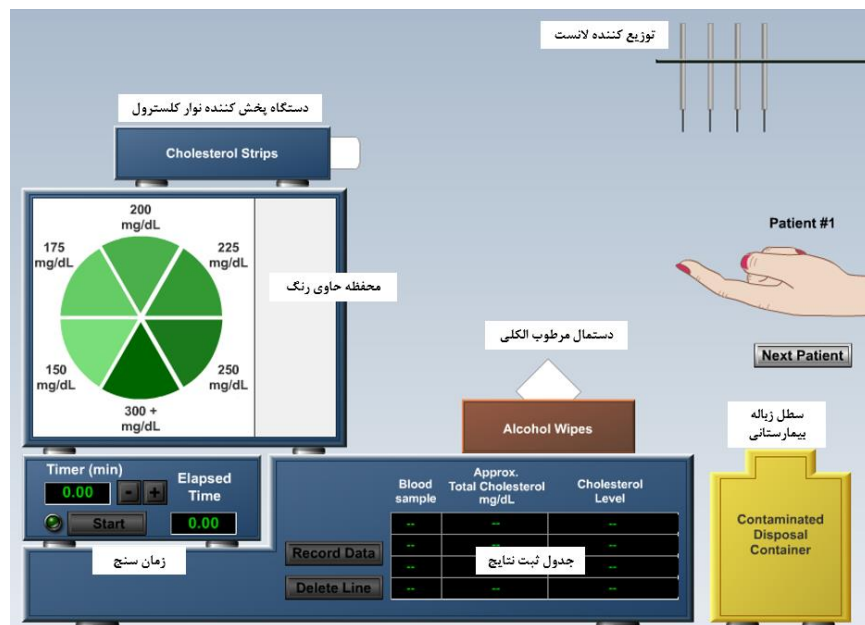
میزان زیادی چربی و مقدار اندکی پروتئین را از کبد به سایر قسمت های بدن منتقل می کند. میزان معینی از LDL در خون شما طبیعی است، چون که LDL کلسترول را به قسمت هایی از بدن که به آن نیاز دارند می برد. اما LDL گاهی کلسترول بد نامیده می شود، چون افزایش میزان آن ممکن است شانس بیماری های قلبی را بالا ببرد. میزان کمتر از ۲۰۰ میلی گرم کلسترول در هر یک دهم لیتر خون در حد مطلوب است. محدوده ۲۰۰ تا ۲۳۹ میلی گرم، سطح حاشیه ای و مرز خطر خواهد بود و در نهایت مقدار بالاتر از ۲۴۰ میلی گرم در دسی لیتر سطح خطرناک کلسترول را نشان می دهد.

همچنین پایین بودن غیر طبیعی سطح کلسترول (کمتر از ۱۰۰ میلی گرم در هر دسی لیتر خون) نیز می تواند بیانگر یک مشکل باشد. پرکاری غده تیروئید، بیماری کبدی، جذب ناکافی مواد غذایی از روده و سوء تغذیه از جمله عوامل پایین بودن سطح کلسترول می باشند. سایر عواملی که برای کمبود سطح کلسترول گزارش شده، شامل افسردگی، اضطراب، اختلالات روحی می باشد که توسط یک انتقال دهنده عصبی (سروتونین) کنترل می شود.

مراحل انجام آزمایش تعیین کلسترول:

ابتدا با کمک لانتست خراشی بر روی انگشت ایجاد می گردد. نوار اندازه گیری کلسترول را آغشته به نمونه خونی کرده و آن را در دستگاه انجام آزمایش قرار می گیرد. این نوارهای اندازه گیری کلسترول حاوی مواد شیمیایی است که توسط یک سری از واکنش های شیمیایی کلسترول موجود در خون را به یک ماده سبز رنگ تبدیل می کند. این واکنش در مدت سه دقیقه انجام می گیرد. با تطبیق دادن رنگ نوار کلسترول با یک محدوده از دایره رنگی (سطوح کلسترول مشخص شده)، می توانیم سطوح کلسترول را تخمین بزنیم. سطوح خیلی بالای کلسترول با رنگ سبز پر رنگ مشخص شده است. گاهی تطبیق زدن رنگ کار دشواری خواهد

بود، اگر این کار اشتباه انجام شود، پیغام خطایی داده می شود و کاربر باید دوباره محدوده رنگ را مشخص کند. شکل ۷ محیط شبیه سازی آزمایش تعیین کلسترول را نشان می دهد.



شکل ۷: آزمایش تعیین کلسترول در محیط نرم افزار PhysioEX

آزمایش تعیین کلسترول را انجام داده، جدول ۶ را کامل کرده و به پرسش ها پاسخ دهید.

جدول ۶: خروجی شبیه سازی آزمایش تعیین کلسترول

CHART 6 Total Cholesterol Determination		
Blood Sample	Approximate Total Cholesterol	Cholesterol Level
1		
2		
3		
4		

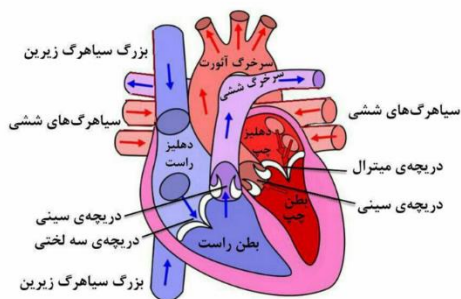
پرسش ها:

- براساس نتایج، چه مشکلی برای بیمار دوم ممکن است وجود داشته باشد؟
- چه توصیه ای برای ورزش و رژیم غذایی برای بیمار دوم دارید؟

آزمایش ۲: آشنایی با فیزیولوژی قلب

هدف آزمایش: آشنایی با سیستم قلبی-عروقی و رابطه‌ی بین جریان خون و عوامل موثر بر آن.

آناتومی قلب: قلب انسان از چهار حفره اصلی تشکیل شده است: دهلیز راست، بطن راست، دهلیز چپ، بطن چپ.



شکل ۱: آناتومی قلب

دریچه‌ها از جریان معکوس خون و بازگشت آن به بخش دیگر قلب جلوگیری می‌کنند.

فیزیولوژی قلب: با انقباض عضله بطن چپ، خون ابتدا به دریچه آئورت و سپس نقاط مختلف بدن می‌رسد. از آنجا که بطن چپ باید خون را به تمام اندام‌های بدن برساند، باید عضله قوی داشت باشد، بنابراین عضله بطن چپ قوی‌تر و ضخامت بیشتری نسبت به عضله بطن راست دارد. مویرگ‌ها رابط بین سرخرگ و سیاهرگ هستند که تبادل بین خون و بافت را انجام می‌دهند. بافت‌ها مواد مغذی و اکسیژن را از خون دریافت می‌کنند و مواد زائد و کربن دی‌اکسید را به خون می‌دهند. مویرگ‌ها خون حاوی مواد زائد و کربن دی‌اکسید را به سیاهرگ‌ها می‌رسانند. این خون که حاوی کربن دی‌اکسید و مواد زائد است، کمی تیره رنگ می‌باشد. سرانجام خون به منظور تصفیه از اندام‌هایی نظیر کلیه‌ها عبور می‌کند و از طریق سیاهرگ‌ها به قلب می‌رسد. خون از سیاهرگ‌ها وارد دهلیز راست می‌شود و پس از عبور از دریچه سه لتی وارد بطن راست خواهد شد. در این مرحله با انقباض عضله بطن راست، خون از سیاهرگ‌ها وارد دهلیز راست می‌شود و پس از عبور از دریچه سه لتی وارد بطن راست خواهد شد. در این مرحله با انقباض عضله بطن راست، خون از دریچه ششی عبور کرده و به سرخرگ ششی پمپ می‌شود. خون در شش دی‌اکسید کربن را تحویل داده و اکسیژن دریافت می‌کند. این خون از شش‌ها وارد سیاهرگ ششی شده و از این طریق به قلب باز می‌گردد. خون از این طریق به دهلیز چپ می‌رسد و پس از عبور از دریچه میترال به بطن چپ می‌رسد و چرخه عملکرد قلب کامل می‌شود.

سیستم قلبی - عروقی: سیستم قلبی - عروقی از یک پمپ (قلب) و یک سری عروق خونی تشکیل شده است که وظیفه انتقال اکسیژن و مواد غذایی به سلول‌های بدن را دارد. اصول حاکم بر جریان خون، در واقع مشابه قوانین فیزیکی است که در

جریان خون نیز صادق است. که مایع مورد نظر همان خون است و لوله ها، رگ های خونی می باشند و گرادیان فشار نیز، اختلاف فشار در سرخرگ و سیاهرگ است که نتیجه می شود از خونی که در رگ ها پمپ می شود. مقدار جریان خون، با گرادیان فشار رابطه مستقیم و با مقاومت (میزانی که لوله مانع می شود در برابر جریان) رابطه عکس دارد و به صورت زیر تعریف می شود.

$$Flow = \frac{\text{pressure gradient}}{\text{resistance}} = \frac{\Delta P}{R}$$

- ✓ عوامل اصلی کنترل کننده مقاومت، ویسکوزیته خون، شعاع رگ خونی و طول رگ خونی می باشند.
- **ویسکوزیته خون.** منظور از ویسکوزیته در یک مایع، استقامت یک مایع در برابر اعمال تنشی است، ویسکوزیته و غلظت را میتوان هم ارز یکدیگر دانست. غلظت خون در درجه اول با هماتوکریت تعیین می شود، که در واقع درصد گلبول های قرمز به حجم خون است. هماتوکریت بالاتر نشان دهنده غلظت بالاتر خون خواهد بود.
- **شعاع رگ خونی.** شعاع رگ خونی با مقاومت در برابر جریان خون رابطه عکس دارد. انقباض عروق در رگ های خونی، کاهش شعاع در رگ خونی را نتیجه می دهد. رسوب چربی می تواند سبب کم شدن شعاع یک رگ شود. در نتیجه خون کافی به عروق و قلب نمی رسد. همچنین آرامش باعث افزایش شعاع رگ های خونی می شود. همانطور که خواهیم دید، شعاع رگ خونی به تنهایی مهمترین عامل در تعیین مقاومت در برابر جریان خون می شود.
- **طول رگ خونی.** طول رگ خونی با مقاومت در برابر جریان خون رابطه مستقیم دارد، بیشترین میزان تغییر این عامل موثر، در سن رشد افراد که قد آنها افزایش می یابد، اتفاق می افتد و پس از این سن، فاکتور مذکور تغییری اندکی خواهد داشت.

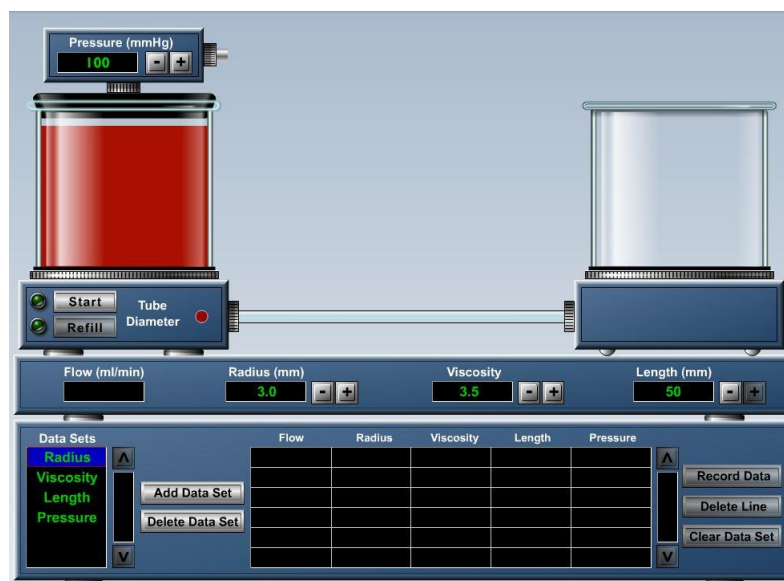
رابطه بین جریان خون و عوامل موثر بر آن. این معادله، اثر اختلاف فشار، شعاع رگ، ویسکوزیته و طول رگ را در جریان خون بیان میکند. توجه کنید که جریان خون با شعاع رابطه ای از مرتبه چهار دارد که نشان می دهد اثر شعاع در جریان خون چقدر زیاد است.

$$\Delta Q = \frac{\pi \Delta P r^4}{8 \eta l}$$

در این رابطه، ΔQ جریان خون، ΔP اختلاف فشار بین دو انتهای رگ، r شعاع رگ خونی، η ویسکوزیته و l طول رگ خونی را نشان می دهد.

A. مراحل انجام آزمایش بررسی تاثیر فشار بر جریان خون:

در فضای نرم افزار، ابتدا Exercise5 (cardiovascular Dynamics) انتخاب کرده و سپس بر روی گزینه Vessel Resistance کلیک کنید. در محیط آزمایش تصور کنید که بشر سمت چپ قلب شماست و بشر سمت راست بدن شما و لوله ارتباطی رگ شما خواهد بود با کلیک بر روی start پایین بشر سمت چپ، خون جاری می شود (از بشر سمت چپ به بشر سمت راست). می توانید شعاع لوله، غلظت خون و طول لوله (طول رگ) را تنظیم کنید. همچنین می توانید فشار بشر سمت چپ را تغییر دهید. با کلیک بر روی گزینه refill می توانید بشر سمت چپ را خالی و سمت راست را پر کنید و در پایان هر آزمایش نتایج را ذخیره کنید. فشار را به مقدار mmHg25، شعاع را به مقدار mm6/0، غلظت را به مقدار 3/5 و طول رگ را به مقدار mm50 تنظیم کنید. در بخش Datasets گزینه فشار را انتخاب کنید. دقت کنید که بشر سمت چپ پر باشد وگرنه گزینه refill را انتخاب کنید. بر روی start کلیک نمائید. زمانی که بشر سمت راست پر شد، روی recorddata کلیک کرده و نتایج را ثبت کنید. بشر سمت چپ را مجدد پر کنید. فشار را mmHg25 افزایش دهید (یعنی mmHg50 شود) سایر پارامترها را به حال خود رها کرده و دوباره آزمایش را انجام دهید. مراحل را با افزایش mmHg25 فشار تا رسیدن به مقدار mmHg250 ادامه دهید. فراموش نکنید که داده ها را در مرحله ثبت کنید. از منو Tool، گزینه plotdata را انتخاب کرده و نمودار را رسم کنید. محور x فشار و محور y جریان خواهد بود. شکل ۲ محیط شبیه سازی آزمایش بررسی تاثیر فشار بر جریان خون را نشان می دهد.



شکل ۲: آزمایش بررسی تاثیر فشار بر جریان خون در محیط نرم افزار PhysioEX

پرسش ها :

- ۱- رابطه بین فشار و جریان خون را توصیف کنید.
- ۲- چه نوع تغییری را در سیستم قلبی - عروقی با تغییر فشار نتیجه می گیرید؟
- ۳- چرا چنین تغییری باعث بروز مشکل می گردد؟

B. مراحل انجام آزمایش بررسی تاثیر شعاع رگ بر روی جریان خون

این پارامتر با جریان رابطه ای از مرتبه چهار دارد، بنابراین انتظار داریم با تغییرات اندک شعاع، تغییرات بزرگی در جریان خون مشاهده گردد. در بخش Datasets گزینه شعاع را انتخاب کنید. دقت کنید که بشر سمت چپ پر باشد وگرنه گزینه refill را انتخاب کنید. فشار را به مقدار 100 mmHg ، غلظت را به مقدار $1/5$ ، طول رگ را به مقدار 50 mm و شعاع را به مقدار $1/0 \text{ mm}$ تنظیم کنید. بر روی start کلیک نمائید. پس از آنکه بشر سمت راست پر شد، روی recorddata کلیک کرده و نتایج را ثبت کنید. شعاع را 1 mm افزایش دهید (یعنی $2/0 \text{ mm}$ شود) سایر پارامترها را به حال خود رها کرده و دوباره آزمایش را انجام دهید. مراحل را با افزایش 1 mm شعاع تا رسیدن به مقدار $6/0 \text{ mm}$ ادامه دهید. داده ها را در مرحله ثبت کنید و در مرحله بشر سمت چپ را پر نمائید. از منو Tool، گزینه plotdata را انتخاب و نمودار را رسم کنید (محور X شعاع و محور Y جریان خواهد بود).

پرسش ها:

- ۱- این نمودار چه تفاوتی با نمودار اول دارد؟
- ۲- رابطه بین شعاع و جریان خون را توصیف کنید.
- ۳- در این آزمایش، شعاع رگ را تغییر دادیم به صورت فیزیولوژیکی چه عاملی موجب تغییر شعاع در رگ های بدن می شود؟
- ۴- در عروق مسدود شده، چه اتفاقی برای شعاع افتاده است؟ چه اثری در جریان خون دارد؟ چگونه می توان این مشکل را مسدود کرد؟
- ۵- زمانی که یک رگ به دو رگ کوچکتر منشعب می شود، مجموع شعاع دو رگ کوچکتر از شعاع رگ اصلی بزرگتر است. با این وجود جریان خون در دو رگ کندتر از رگ اصلی است. چرا؟
- ۶- داشتن جریان خون آهسته تر در برخی نقاط بدن مانند مویرگ های انگشتانمان چه مزیتی دارد؟

C. مراحل انجام آزمایش بررسی تاثیر ویسکوزیته یا غلظت خون روی جریان

خون.

در بخش Datasets گزینه ویسکوزیته را انتخاب کنید. فشار را به مقدار 100 mmHg ، طول رگ را به مقدار 50 mm ، شعاع را به مقدار $6/0 \text{ mm}$ و ویسکوزیته را به مقدار ۱ تنظیم کنید. بشر سمت چپ پر باشد وگرنه گزینه refill را انتخاب کنید. بر روی start

کلیک نمائید. پس از آنکه بشر سمت راست پر شد، روی recorddata کلیک کرده و نتایج را ثبت کنید. ویسکوزیته را ۱ واحد افزایش دهید سایر پارمترها را به حال خود رها کرده و دوباره آزمایش را انجام دهید. برای هر تکرار ویسکوزیته را ۱ واحد برای رسیدن به مقدار ماکزیمم آن یعنی ۱۰ افزایش دهید. داده ها را در مرحله ثبت کنید و در مرحله بشر سمت چپ را پر نمائید. از منو Tool، گزینه plotdata را انتخاب کرده و نمودار را رسم کنید. محور X ویسکوزیته و محور Y جریان خواهد بود.

پرسش ها :

- ۱- این نمودار چه تفاوتی با نمودارهای قبل دارد؟
- ۲- رابطه بین ویسکوزیته و جریان خون را توصیف کنید.
- ۳- تاثیر پلی سیتمی را در سرعت جریان خون پیش بینی کنید.
- ۴- زمانی که بدن آب خود را از دست می دهد، چه اتفاقی برای جریان خون می افتد؟
- ۵- چگونه ویسکوزیته خون با کم شدن آب بدن تغییر می کند؟

D. مراحل انجام آزمایش بررسی تاثیر طول رگ روی جریان خون.

فشار را به مقدار ۱۰۰ mmHg، شعاع را به مقدار ۶/۰ mm، ویسکوزیته را به مقدار ۳/۵، طول اولیه رگ را به مقدار ۱۰ mm تنظیم کنید. در بخش Datasets گزینه طول را انتخاب کنید. بشر سمت چپ پر باشد و گرنه گزینه refill را انتخاب کنید. بر روی start کلیک نمائید. پس از آنکه بشر سمت راست پر شد، روی recorddata کلیک کرده و نتایج را ثبت کنید. در هر تکرار طول را ۱۰ میلی متر افزایش دهید، سایر پارمترها را به حال خود رها کرده و دوباره آزمایش را انجام دهید. این کار را تا رسیدن به مقدار ماکزیمم طول یعنی ۵۰ mm انجام دهید. داده ها را در مرحله ثبت کنید و در مرحله بشر سمت چپ را پر نمائید. از منو Tool، گزینه plotdata را انتخاب کرده و نمودار را رسم کنید. محور X طول و محور Y جریان خواهد بود.

پرسش ها :

- ۱- این نمودار چه تفاوتی با نمودارهای قبل دارد؟
- ۲- چرا شعاع رگ عامل مهمتری نسبت به طول رگ در کنترل جریان خون می باشد؟
- ۳- پرسش های آزمایش بررسی اثر طول رگ روی جریان خون رابطه بین طول و جریان خون را توصیف کنید.

قلب دو فاز اساسی دارد:

- ۱- فاز سیستول: سیستول فاز انقباض بطن ها و پمپاژ خون به بدن است.
- ۲- فاز دیاستول: دیاستول فاز استراحت است که بطن ها از خون پر می شوند.

حجم ضربه ای (Stroke Volume) یا به اختصار SV. میزان خونی است که در هر انقباض، به بیرون قلب پمپ می شود و مشخص کننده ی فعالیت مکانیکی قلب به عنوان یک پمپ میباشد. حجم ضربه ای اختلاف حجم خون در فاز دیاستول و سیستول است .

SV حجم ضربه ای، EDV حجم بطن در انتهای دیاستول، ESV حجم بطن در انتهای دیاستول می باشد.

$$SV = EDV - ESV$$

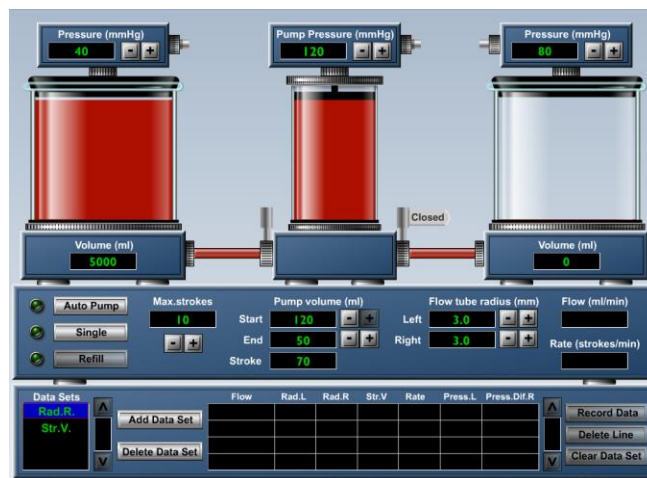
میزان نرمال حجم ضربه ای، ۷۰ میلی لیتر با نرخ ضربان ۷۵ بار در دقیقه است.

برون ده قلبی (Cardiac output) یا به اختصار CO. مقدار خونی است که قلب در هر دقیقه، پمپ می کند.

$$CO = SV * \text{Heart Rate}$$

E. مراحل انجام آزمایش بررسی تاثیر شعاع آئورت بر عملکرد پمپ.

ابتدا Excercise5(cardiovascular Dynamics) انتخاب کرده و سپس بر روی گزینه Pump Mechanics کلیک کنید. در محیط آزمایش تصور کنید که بشر سمت چپ نشان دهنده خون بدست آمده از ریه هاست، بشر میانی، قلب و لوله ارتباطی بین این دو، سیاهرگ ششی و بشر سمت راست سایر نقاط بدن شما و لوله ارتباطی این ظرف و پمپ میانی رگ آئورت خواهد بود. می توانید شعاع لوله سمت راست و چپ، تعداد ضربان قلب و فشار سه بشر را تنظیم کنید. همچنین می توانید حجم انتهایی و ابتدایی پمپ را تغییر دهید. با کلیک بر روی single پایین بشر سمت چپ، پمپ یک ضربه کار خواهد کرد و با کلیک بر روی Autopump با توجه به تعداد ضربه ها چرخه کار خواهد کرد. حجم ضربه ای Str.V با کم کردن حجم نهایی(سیستول) از حجم ابتدایی(دیاستول) محاسبه می شود. با کلیک بر روی گزینه refill می توانید بشر سمت چپ را خالی و سمت راست را پر کنید و در پایان هر آزمایش نتایج را ذخیره کنید. شکل ۳ محیط شبیه سازی بررسی تاثیر شعاع آئورت بر عملکرد پمپ را نشان می دهد



شکل ۳: آزمایش بررسی تاثیر شعاع آئورت بر عملکرد پمپ در محیط نرم افزار PhysioEX

در این آزمایش، تنها شعاع رگ سمت راست که جریان را از پمپ خارج می کند، تغییر داده می شود. شعاع سرخرگ ها و آئورت که یک لایه عضله صاف در دیواره خود دارند، با یک سامانه عصبی خودکار با توجه به نیاز بدن در آن تغییر خواهد کرد. در بخش Datasets گزینه Rad.R را انتخاب کنید. باید بشر سمت چپ و میانی پر باشد و گزینه refill را انتخاب نمایید. شعاع لوله جریان سمت راست را ۳ و سمت چپ را ۳،۵ mm، فشار پمپ میانی ۱۲۰ و سمت راستی ۸۰ mm تنظیم کنید. EDV را ۱۲۰ ml و ESV را ۵۰ ml تنظیم کنید. Max.strokes نیز ۱۰ باشد. بر روی دکمه Single کلیک کرده و عملکرد پمپ را تماشا کنید. روی Auto Pump کلیک کنید. پس از تحویل ۱۰ ضربه به سمت ظرف سمت راست نتایج را مشاهده کنید. شعاع لوله جریان راست را ۰،۵ میلی متر افزایش داده و آزمایش را تکرار کنید و همین مراحل را تا رسیدن به شعاع ۶ mm تکرار کنید. نمودار جریان بر حسب شعاع را ترسیم کنید.

پرسش ها:

- ۱- موقعیت پیستون پمپ در طول فاز دیاستول چگونه بوده است؟
- ۲- موقعیت پیستون پمپ در طول فاز سیستول چگونه بوده است؟
- ۳- اگر پمپ نشان دهنده قلب چپ باشد، بشر سمت راست نشان دهنده چیست؟
- ۴- رابطه لوله ارتباطی سمت راست و جریان را توصیف کنید.
- ۵- چگونگی اثر کاهش شعاع لوله سمت چپ در جریان و نرخ پمپ را پیش بینی نمایید.

F. مراحل انجام آزمایش بررسی تاثیر حجم ضربه ای بر پمپاژ خون.

در بخش Datasets گزینه Str.V را انتخاب کنید. باید بشر سمت چپ و میانی پر باشد و گزینه refill را انتخاب نمایید. فشار بشر سمت چپ را به مقدار mmHg ۴۰، فشار بشر میانی را به مقدار mmHg ۱۲۰، فشار بشر سمت راست را به مقدار mmHg ۸۰، حجم ضربه ای را ۱۰ ml، حجم ابتدایی پمپ EDV را ۱۲۰ ml و حجم نهایی پمپ ESV را ۱۱۰ ml، شعاع لوله ارتباطی هر دو سمت را به مقدار mm ۳ تنظیم کنید. تعداد ضربه ها را به مقدار ۱۰ ضربه تنظیم نمایید. بر روی Autopump کلیک کنید. بعد از ضربات مشخص شده، خون به بشر سمت راست تحویل داده می شود، روی recorddata کلیک کرده و نتایج را ثبت کنید. بشر سمت چپ و میانی را مجدد پر کنید. حجم ضربه ای را با فواصل ۱۰ ml به وسیله کاهش حجم انتهایی پمپ افزایش دهید. سایر پارمترها را به حال خود رها کرده و دوباره آزمایش را انجام دهید و این کار را تا میزان حداکثر حجم ضربه ای ۱۲۰ انجام دهید. از منو Tool، گزینه plotdata را انتخاب کرده و نمودار را رسم کنید. محور X حجم ضربه ای و محور Y جریان خواهد بود.

پرسش ها:

- ۱- وقتی حجم ضربه ای افزایش می یابد، چه اتفاقی برای ضربان قلب می افتد؟
- ۲- با توجه به نتایج شبیه سازی توضیح دهید که چرا ضربان قلب در حالت استراحت برای یک ورزشکار از ضربان قلب فرد عادی کمتر است؟
- ۳- اگر دریچه ها تنگ شوند، چه اتفاقی ممکن است رخ دهد؟

- ۴- زمانی که شعاع لوله جریان سمت راست ثابت (۳ mm) و شعاع لوله ی سمت چپ در حال تغییر (بالا یا پایین باشد)، سرعت جریان چگونه تغییر می کند؟

G. مراحل انجام آزمایش جبران سازی.

اگر یک رگ خونی در برخی از نقاط مسیر به خطر بیفتد، به عنوان مثال اگر شعاع رگ با رسوب چربی کاهش یابد، راه هایی وجود دارد که سیستم قلبی عروقی می تواند این کمبود را تا حدودی جبران کند. در این آزمایش، شما باید با استفاده از اطلاعات خود، بررسی کنید که فاکتورهای مختلف چگونه در جبران سازی جریان خون تاثیر می گذارند. ابتدا بر روی Adddataset کلیک نمائید، یک پنجره کوچک ظاهر می گردد یک نام مناسب بر روی این مجموعه داده قرار دهید به عنوان مثال Compensation حال این مجموعه به Datasets اضافه می گردد که قبل از شروع آزمایش بر روی آن کلیک کنید. داده های آزمایش جدید تحت نام این مجموعه ذخیره می گردد.

فشار بشر سمت چپ را به مقدار ۴۰ mmHg، فشار بشر میانی را به مقدار ۱۲۰ mmHg، فشار بشر سمت راست را به مقدار ۸۰ mmHg، حجم ابتدایی پمپ EDV را ۱۲۰ ml و حجم نهایی پمپ ESV را ۵۰ ml تنظیم کنید. بشر سمت چپ و میانی پر باشد وگرنه گزینه refill را انتخاب کنید. تعدا ضربات را به مقدار ۱۰ تنظیم نمائید. بر روی Autopump کلیک کنید. بعد از هر اجرا، روی recorddata کلیک کرده و نتایج را ثبت کنید. بشر سمت چپ و میانی را مجدد پر کنید. این نتایج داده های پایه ای شماست که برای مقایسه تمام داده های تجربی پس از آن باید از آنها استفاده کنید. شعاع لوله سمت راست را به ۲ mm کاهش دهید. سرعت جریان فعلی را با داده های پایه مقایسه نمائید.

پرسش ها:

- ۱- بدون تغییر شعاع رگ راست، چگونه می توان سرعت جریان را به مقدار سرعت جریان داده پایه برسانید. سه راهکار لیست کرده و آنها را تست نمائید. کدامیک تاثیرگذار است؟
- ۲- در افراد با رژیم غذایی با مقدار چربی بالا، تصلب شراین یک مشکل رایج است. چگونه می توان مطمئن بود که قلب به تمام ارگان های بدن خون کافی می رساند؟

آزمایش ۳: سیستم تنفسی و کاربرد اسپرومتر

سیستم تنفسی. وظیفه سیستم تنفسی، توزیع اکسیژن به سلول های بدن و دریافت کربن دی اکسید از سلول ها و بافت ها و در نهایت خروج هوا از ریه ها می باشد. تنفس براساس انقباض عضلات ایجاد می شود، عضله دیافراگم و عضله ی بین دنده ای از جمله این عضلات هستند.

عضله ی دیافراگم. عضله ی دیافراگم به دنده های انتهایی و مهره ها متصل است و مانند پرده ای است که قفسه سینه را از محوطه شکم جدا می کند. زمانی که دیافراگم منقبض می شود، فشار حفره قفسه سینه از فشار اتمسفر کمتر می شود و گازهای اتمسفر وارد ریه ها می شوند که به این فرآیند دم میگویند و زمانی که دیافراگم شل می شود، فشار داخل حفره قفسه سینه افزایش مییابد و هوا از ریه ها خارج می شود که به این فرآیند باز دم می گویند.

تعریف اسپرومتر. اندازه گیری حجم ها و ظرفیت های ریوی و انجام آزمون های عملکردی ریوی به وسیله دستگاه اسپرومتر انجام می گیرد.

دو نمونه از آزمون های عملکردی ریوی:

آزمون ظرفیت حیاتی تحمیلی FVC مقدار هوایی که به طور کامل و سریع پس از یک دم عمیق خارج می گردد یا به عبارتی بیشترین خروج ممکن هوا از ریه ها پس از عمیق ترین دم ممکن انجام می گیرد.

آزمون حجم بازدمی پرفشار FEV1 به عبارت دیگر به حجم هوایی که در ثانیه اول یک بازدم فعال و پرفشار که بعد از یک دم عمیق انجام می شود، گفته می شود.

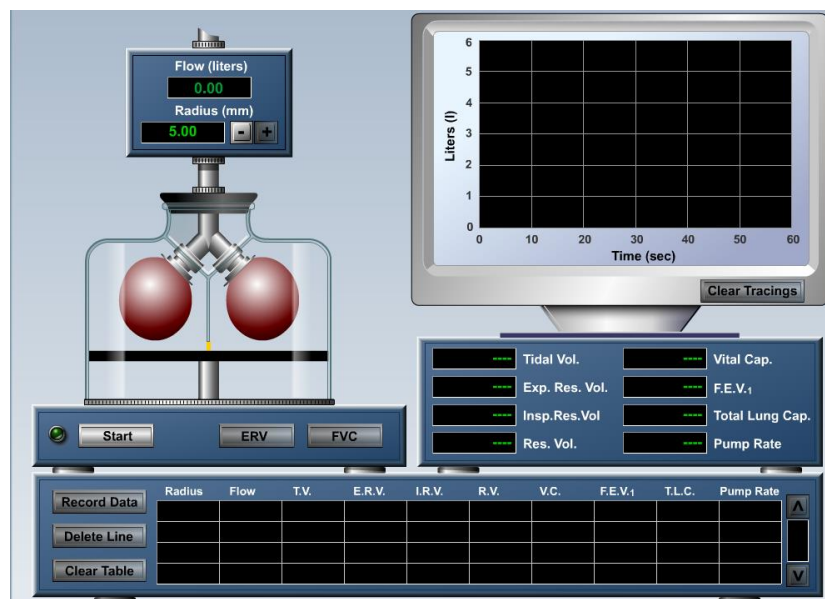
چند اصطلاح کاربردی برای انجام آزمایش:

حجم ذخیره بازدمی ERV مقدار یک بازدم قوی که از ریه ها خارج می شود(مشابه با انقباض عضلات بین دنده ای و عضلات جدار شکم). IRV مخفف حجم ذخیره دمی، T.L.C مخفف ظرفیت کل ریوی، T.V مخفف حجم جاری، V.C مخفف ظرفیت حیاتی، RV حجم باقیمانده، نرخ پمپ بیانگر تعداد تنفس در دقیقه است.

A. مراحل انجام آزمایش آشنایی با سیستم تنفسی.

ابتدا Excercise7(Respiratory System Mechanics) انتخاب کرده و سپس بر روی گزینه Respiratory Volumes کلیک کنید. این آزمایش عملکرد دستگاه اسپرومتر را شبیه سازی می کند و حجم های تنفسی را با استفاده از یک جفت ریه مکانیکی بدست می آورد. در سمت چپ صفحه شبیه سازی حفره قفسه سینه است که دارای یک لوله جریان هوا، مانند یک Y برعکس است که این لوله شبیه سازی نای و دیگر معبر هوا به ریه هاست. در انتهای این لوله دو ظرف کروی که مدل ریه ها است را نشان می دهد. در بالای این محفظه، سیستم کنترل شعاع لوله جریان هوا مشاهده می شود. در پایین محفظه، یک صفحه سیاه

برای شبیه سازی دیافراگم وجود دارد. محور عمودی بر حسب لیتر است و محور افقی زمان سپری شده را بیان می کند که طول کامل آن ۶۰ ثانیه است. شکل ۱ محیط شبیه سازی سیستم تنفسی در محیط نرم افزار PhysioEX را نشان می دهد.



شکل ۱: محیط شبیه سازی آزمایش آشنایی با سیستم تنفسی در محیط نرم افزار PhysioEX

روی دکمه شروع کلیک کنید. توجه داشته باشید که به محض شروع حرکت، دکمه ایست ظاهر می گردد. منحنی تنفسی که در شرایط نرمال است و حرکت دیافراگم را به دقت مشاهده کنید و همچنین نحوه تغییر شکل و بزرگ و کوچک شدن ریه ها را در طول دم و بازدم. در بخش بالایی مقدار جریان هوا که در هر تنفس وارد یا خارج می شود، به لیتر نشان داده می شود. هنگامی که منحنی به انتهای محور زمان رسید، روی stop کلیک کرده، داده ها را ذخیره کنید. از بخش Tools گزینه Print Graph را انتخاب کرده و منحنی را ذخیره نمایید. سطر ایجاد شده در جدول نتایج و منحنی های ایجاد شده در صفحه نمایش را پاک کنید.

B. مراحل انجام آزمایش اندازه گیری حجم های ریوی نرمال.

شعاع لوله جریان هوا را به مقدار ۵/۰ mm تنظیم کنید. بر روی start کلیک نمایید. زمانی که منحنی به ۱۰ ثانیه رسید، روی ERV کلیک کنید تا حجم ذخیره بازدمی را بدست آورید. زمانی که منحنی به ۳۰ ثانیه رسید، روی FVC کلیک کنید تا ظرفیت حیاتی پرفشار بدست آید. زمانی که منحنی به انتهای محور افقی رسید، روی stop کلیک کرده و داده ها را ذخیره نمایید. از بخش Tools گزینه Print Graph را انتخاب کرده و منحنی را ذخیره نمایید.

پرسش ها:

۱- با استفاده از داده ها، حجم تنفسی دقیقه را محاسبه نمایید (مقدار هوایی که از ریه ها در مدت ۱ دقیقه خارج و به آن وارد می شود).

$$\text{Minute respiratory Volume} = \text{tidal volume} \times \text{bpm (breaths per minute)}$$

- ۲- از روی منحنی تنفس تشخیص دهید، دم در طول چند ثانیه صورت گرفته است. منحنی را از روی صفحه نمایش پاک کنید ولی سطر مربوط به این آزمایش را در جدول پاک نکنید چرا که در آمایش بعد به آن احتیاج دارید.
- ۳- دم و بازدم در طول ERV و FVC چه تغییری کرده است؟

C. مراحل انجام آزمایش اثر محدودیت جریان هوا در حجم های ریوی.

شعاع لوله جریان هوا را به مقدار $4/0 \text{ mm}$ تنظیم کنید. مراحل ۲ تا ۵ آزمایش قبل را تکرار کنید و نتایج را ذخیره نمایید. این داده ها را با داده های آزمایش قبل مقایسه کنید. منحنی را از صفحه نمایش پاک کنید.

شعاع را نیم میلیمتر کاهش داده و به مقدار $3/5 \text{ mm}$ برسانید. مراحل ۲ تا ۵ آزمایش قبل را انجام داده و منحنی را پاک کنید.

شعاع را نیم میلیمتر کاهش داده و به مقدار $3/0 \text{ mm}$ برسانید. مراحل ۲ تا ۵ آزمایش قبل را انجام داده و منحنی را پاک کنید.

پرسش ها:

- ۱- اثر کاهش شعاع لوله جریان هوا در حجم های ریوی چه تغییری ایجاد کرده است؟

D. مراحل انجام آزمایش عوامل موثر بر تنفس.

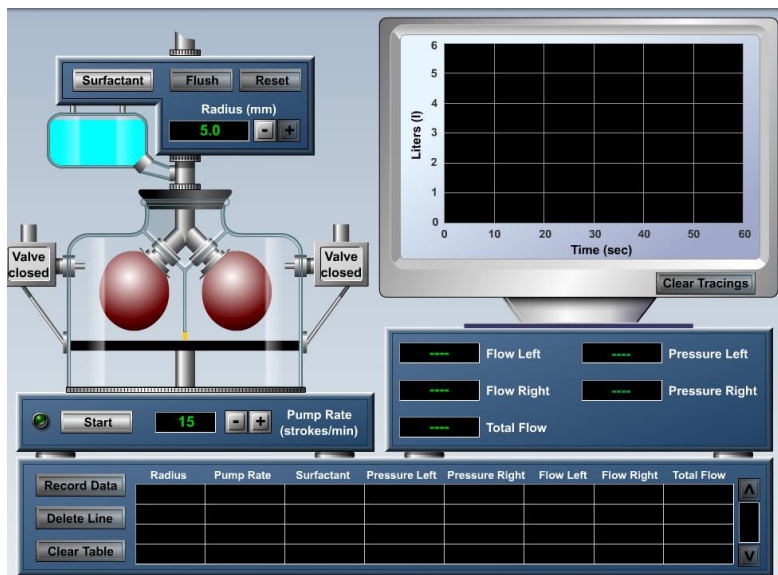
ابتدا Excercise7 (Respiratory System Mechanics) انتخاب کرده و سپس بر روی گزینه Factors Affecting Respirations کلیک کنید. این آزمایش به بررسی اثر سورفاکتنت در تنفس می پردازد.

سورفاکتنت ماده چربی است که در مایع آلوئولی ترشح می گردد و موجب کاهش کشش سطحی آب می شود. بدون این ماده آلوئول ها بعد از هر تنفس روی هم می خوابند. اگر بر روی سورفاکتنت کلیک کنید، مقداری از این ماده به ریه ها اضافه می شود. با کلیک بر flush می توان ریه را از این ماده پاک کرد. همچنین دو دریچه در این محیط وجود دارد که موجب ورود فشار اتمسفر به قفسه سینه می شود.

E. مراحل انجام آزمایش اثر سورفاکتنت در حجم های ریوی.

شعاع لوله جریان هوا را به مقدار $5/0 \text{ mm}$ تنظیم کنید. نرخ پمپ به مقدار ۱۵ ضربه بر دقیقه باشد. شروع را بزنید. پس از پایان منحنی، نتایج را ذخیره نمایید. نمودار را پاک نکنید، این داده ها و منحنی به عنوان مبنا برای این آزمایش در نظر گرفته میشود.

دوبار بر روی سورفاکتنت کلیک کنید تا این ماده به سیستم اضافه شود. حال گام دو را تکرار کنید. از بخش Tools گزینه Print Graph را انتخاب کرده و منحنی را ذخیره نمایید.



شکل ۲: محیط شبیه سازی آزمایش اثر سورفاکتانت در حجم های ریوی در محیط نرم افزار PhysioEX

پرسش ها:

- ۱- زمانی که این ماده اضافه شد، چه تغییری بر حجم های ریوی به وجود آورد؟
- ۲- جریان هوا در هر ریه و جریان کل چه تغییری کرده است؟

F. مراحل انجام آزمایش اثر ایجاد زخم و سوراخ در حفره قفسه سینه.

نتایج آزمایش قبل را پاک نکنید. اگر منحنی ها روی صفحه نمایش هستند، آنها را پاک کنید. روی Flush کلیک کنید تا ریه از این ماده پاک شود. شعاع لوله جریان هوا را به مقدار ۵/۰ mm تنظیم کنید. نرخ پمپ به مقدار ۱۵ ضربه بر دقیقه باشد start را بزنید. به تناوب و تغییرات فشار بین مقادیر مثبت و منفی توجه کنید. پس از پایان منحنی، نتایج را ذخیره نمایید. نمودار را پاک نکنید، این داده ها و منحنی به عنوان مبنا برای این آزمایش در نظر گرفته می شود. روی دریچه سمت چپ کلیک کنید. شروع را بزنید. پس از پایان منحنی، نتایج را ذخیره نمایید.

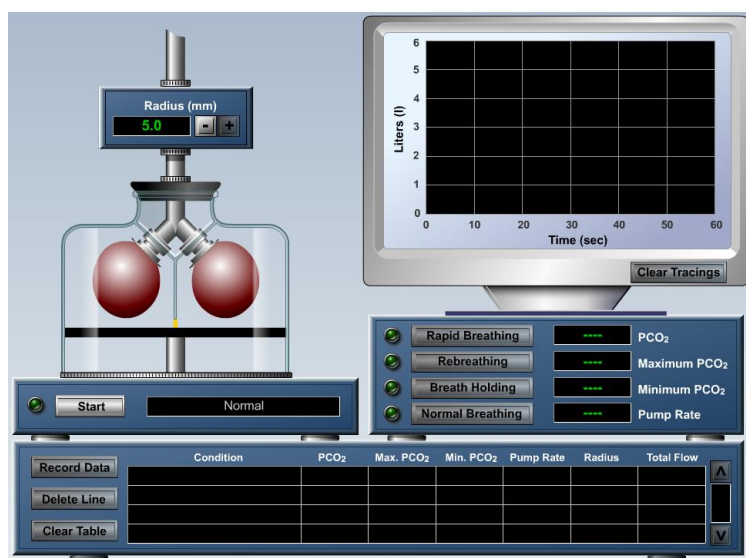
پرسش ها:

- ۱- چه اتفاقی برای ریه سمت چپ افتاده است؟
- ۲- چه تغییری در فشار ریه سمت چپ، راست، مجموع جریان افتاده است؟ آیا فشار در ریه سمت راست تحت تاثیر قرار گرفته است؟ چرا؟

۳- روی Reset کلیک کنید. چه اتفاقی افتاد؟ این آزمایش را برای ریه سمت راست طراحی کنید. چه اختلافی در نتایج وجود دارد؟

G. مراحل انجام آزمایش تنفس سریع.

ابتدا Excercise7 (Respiratory System Mechanics) انتخاب کرده و سپس بر روی گزینه Variations in Breathing کلیک کنید. در این قسمت به بررسی تنفس سریع، تنفس مجدد و نگه داشتن تنفس می پردازد. شعاع لوله جریان هوا را به مقدار ۵/۰ mm تنظیم کنید، start را بزنید. پس از پایان منحنی، نتایج را ذخیره نمائید. نمودار را پاک نکنید، این داده ها و منحنی به عنوان مرجع در نظر گرفته می شود. مجدد روی start کلیک کنید و زمانی که منحنی به ثانیه ۱۰ رسید، روی Rapid Breathing کلیک کنید. اجازه دهید منحنی به پایان برسد، داده ها را ذخیره کنید.



شکل ۳: محیط شبیه سازی آزمایش تنفس سریع در محیط نرم افزار PhysioEX

پرسش ها:

۱- برای سطح PCO2 در طول تنفس چه اتفاقی افتاده است؟ چرا؟

H. مراحل انجام آزمایش تنفس مجدد.

شعاع لوله جریان هوا را به مقدار ۵/۰ mm تنظیم کنید، start را بزنید. پس از پایان منحنی، نتایج را ذخیره نمایید. نمودار را پاک نکنید، این داده ها و منحنی به عنوان مرجع در نظر گرفته می شود. مجدد روی start کلیک کنید و زمانی که منحنی به ثانیه ۱۰ رسید، روی Rebreathing کلیک کنید. اجازه دهید منحنی به پایان برسد، داده ها را ذخیره کنید.

پرسش ها:

۱- برای سطح PCO2 در طول تنفس چه اتفاقی افتاده است؟ چرا؟

I. مراحل انجام آزمایش نگه داشتن نفس.

شعاع لوله جریان هوا را به مقدار ۵/۰ mm تنظیم کنید، start را بزنید. پس از پایان منحنی، نتایج را ذخیره نمایید. نمودار را پاک نکنید، این داده ها و منحنی به عنوان مرجع در نظر گرفته می شود. مجدد روی start کلیک کنید و زمانی که منحنی به ثانیه ۱۰ رسید، روی Breath Holding کلیک کنید. در ثانیه ۲۰ روی تنفس عادی کلیک کنید. در پایان داده ها را ذخیره کنید.

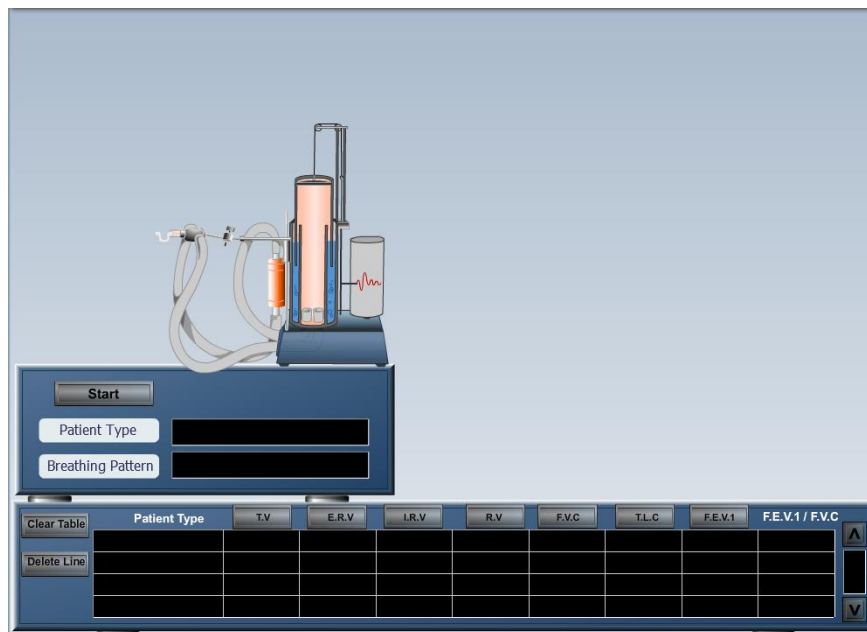
پرسش ها:

۱- برای سطح PCO2 در طول تنفس چه اتفاقی افتاده است؟ چرا؟

۲- پس از شروع دوباره ی تنفس عادی ، چه تفاوتی با منحنی مرجع ایجاد می شود؟

J. مراحل انجام آزمایش مقایسه اسپیرومتري.

ابتدا Comparative Excercise7 (Respiratory System Mechanics) انتخاب کرده و سپس بر روی گزینه Spirometry کلیک کنید. در این قسمت، مقادیر تنفس را برای حالت های خاص و برخی بیماری ها بررسی کنید. قبل از انجام هر آزمایش، با توجه به اطلاعاتی که از مکانیک تنفس پیدا کردید، مقادیر را در هریک از وضعیت ها پیش بینی کرده و شرح دهید.



شکل ۴: محیط شبیه سازی آزمایش مقایسه اسپرومتری

K. مراحل انجام آزمایش تنفس نرمال.

از بخش Patient Type (نوع بیمار تنفسی) نرمال را انتخاب کنید. این مقادیر و منحنی، به عنوان مرجع در نظر گرفته می شود. از بخش Breathing Pattern (الگوی تنفسی)، Unforced Breathing را انتخاب کنید. Start را بزنید. پس از آنکه نیمی از صفحه نمایش پر شد، گزینه FVC را بزنید. Start را بزنید تا منحنی ادامه یابد. حال روی دکمه اندازه گیری اختصاصی هر پارامتر در بالای ستونهای جدول کلیک کنید تا هم مقدار آن در جدول گزارش شود و هم به کمک یک براکت روی نمودار مشخص گردد.

پرسش ها:

- ۱- مقادیر FVC و FEV1 چه اهمیتی در کارهای بالینی و تشخیص دارد؟
- ۲- بنظر شما نسبت این دو مقدار برای تشخیص بیماری توسط پزشک با اهمیت است؟

L. مراحل انجام آزمایش تنفس بیمار مبتلا به آمفیزم.

در فرد مبتلا به آمفیزم، ریه ها بیش از حد متورم می شوند. بنابراین برای بازدم، به انرژی بیش تری احتیاج دارد. تلاش عضلانی قابل توجه و طاقت فرسایی برای هر بازدم نیاز است. بنابراین یک فرد مبتلا به آمفیزم، بازدم آرامی دارد. قبل از انجام آزمایش با توجه به اطلاعاتی که از این بیماری و منحنی تنفسی دارید، در مورد پارامترهای تنفسی و شکل منحنی پیش بینی انجام دهید.

از بخش Patient Type (نوع بیمار تنفسی)، بیمار آمفیزم را انتخاب و از بخش Breathing Pattern (الگوی تنفسی)، Unforced Breathing را انتخاب کنید. Start را بزنید. پس از آنکه نیمی از صفحه نمایش پر شد، گزینه FVC را بزنید. Start را بزنید تا منحنی ادامه یابد. حال روی دکمه اندازه گیری اختصاصی هر پارامتر در بالای ستون های جدول کلیک کنید.

پرسش ها:

- ۱- مقادیر FVC افزایش یافته یا کاهش؟ FEV1 چطور؟ کدامیک بیشتر تغییر داشته است؟
- ۲- دلایل فیزیولوژیکی برای تغییر حجم ریه ها و ظرفیت های ریوی را در این بیمار شرح دهید.

M. مراحل انجام آزمایش تنفس بیمار دچار حمله حاد آسمی.

در طول حمله حاد آسمی، قطر راه های هوایی کاهش می یابد و مسیرهای هوا تا حدودی بسته می شوند. قبل از انجام آزمایش با توجه به اطلاعاتی که از این بیماری و منحنی تنفسی دارید، در مورد پارامترهای تنفسی و شکل منحنی پیش بینی انجام دهید. از بخش Patient Type (نوع بیمار تنفسی)، بیمار مبتلا به آسم را انتخاب و از بخش Breathing Pattern (الگوی تنفسی)، Unforced Breathing را انتخاب کنید. Start را بزنید. پس از آنکه نیمی از صفحه نمایش پر شد، گزینه FVC را بزنید. Start را بزنید تا منحنی ادامه یابد. حال روی دکمه اندازه گیری اختصاصی هر پارامتر در بالای ستون های جدول کلیک کنید.

پرسش ها:

- ۱- مقادیر FVC افزایش یافته یا کاهش؟ FEV1 چطور؟ کدامیک بیشتر تغییر داشته است؟
- ۲- دلایل فیزیولوژیکی برای تغییر حجم ریه ها و ظرفیت های ریوی را در این بیمار شرح دهید.
- ۳- این بیماری چه شباهت ها و تفاوت های تنفسی با بیماری آمفیزم چیست؟

N. مراحل انجام آزمایش بیماری که دچار حمله حاد آسمی شده و از دارو استفاده

کرده است.

از بخش Patient Type (نوع بیمار تنفسی)، بیمار مبتلا به Plus Inhaler را انتخاب و از بخش Breathing Pattern (الگوی تنفسی)، Unforced Breathing را انتخاب کنید. Start را بزنید. پس از آنکه نیمی از صفحه نمایش پر شد، گزینه FVC را بزنید. Start را بزنید تا منحنی ادامه یابد. حال روی دکمه اندازه گیری اختصاصی هر پارامتر در بالای ستون های جدول کلیک کنید.

پرسش ها:

- ۱- مقادیر FVC افزایش یافته یا کاهش؟ FEV1 چطور؟ کدامیک بیشتر تغییر داشته است؟
- ۲- دلایل فیزیولوژیکی برای تغییر حجم ریه ها و ظرفیت های ریوی را در این بیمار شرح دهید.

0. مراحل انجام آزمایش تنفس در طول ورزش.

در طول ورزش های هوازی سوخت و ساز و دریافت اکسیژن افزایش می یابد. در هنگام ورزش ERV بیشتر تغییر می کند یا IRV ؟ در مورد تعداد تنفس چه پیش بینی دارید در طول ورزش های سنگین چه اتفاقی بای حجم های ریوی و ظرفیت ها می افتد؟ آیا تعداد تنفس تغییر می کند؟ چرا؟ از بخش Patient Type (نوع بیمار تنفسی) ، بیمار مبتلا به Moderate Exercise را انتخاب و از بخش Breathing Pattern (الگوی تنفسی)، Unforced Breathing را انتخاب کنید. Start را بزنید. پس از آنکه نیمی از صفحه نمایش پر شد، گزینه FVC را بزنید. Start را بزنید تا منحنی ادامه یابد. حال روی دکمه اندازه گیری اختصاصی هر پارامتر در بالای ستون های جدول کلیک کنید. روی ورزش سنگین کلیک کنید. شروع را بزنید تا منحنی ادامه یابد. حال روی دکمه اندازه گیری اختصاصی هر پارامتر در بالای ستونهای جدول کلیک کنید.

پرسش ها:

- ۱- تعداد تنفس را در دو فعالیت مقایسه کنید.
- ۲- کدامیک از مقادیر بیشترین تغییر را داشته است و در چه زمانی؟

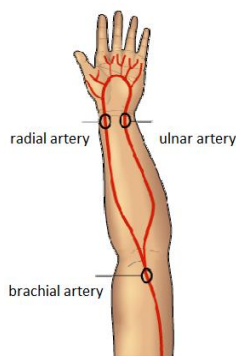
آزمایش ۴: فشار خون، استفاده از فشارسنج و گوشی پزشکی

هدف آزمایش: اندازه‌گیری فشارخون

تئوری آزمایش: به جنبیدن رگ در اثر تپش قلب، نبض گفته می‌شود. گرفتن نبض یکی از متداول‌ترین و اولیه‌ترین معاینات پزشکی است. نبض انسان یکی از علائم حیاتی او به شمار می‌رود و در تشخیص بسیاری از بیماری‌ها پزشک را یاری می‌دهد. ضربان قلب نرمال معمولاً بین ۶۰ تا ۱۰۰ ضربان در دقیقه است. اگر تعداد ضربان قلب از ۶۰ ضربه در دقیقه کمتر باشد، ریتم مورد نظر برادیکاردی (bradycardia) و اگر از ۱۰۰ ضربه در دقیقه بیشتر باشد، تندتپشی یا تاکی‌کاردی (tachycardia) نام دارد. البته تندتپشی همیشه بیماری نیست بلکه گاه به صورت فیزیولوژیک در پاسخ به افزایش نیاز بدن به اکسیژن در مواقعی مانند ورزش ایجاد می‌شود.

نحوه اندازه‌گیری نبض: نبض را با دو انگشت اشاره و میانی بایستی حس کرد. با انگشت شست اقدام به گرفتن نبض نکنید. چراکه شست خود دارای نبض است و با نبض سایر نقاط تداخل ایجاد می‌کند. انگشتان اشاره و میانی باید روی شریان قرار گرفته و با اعمال فشار اندک در برابر یک ساختار محکم نظیر استخوان نبض لمس گردد. برخی از نقاط نبض‌دار بدن عبارت‌اند از:

- نبض رادیال و یا زند زبرین (RAIDAL PULSE). در سمت خارجی مچ دست (سمت شست) واقع شده است.
- نبض اولنار یا زند زیرین (ULNAR PULSE). در سمت داخلی مچ (انگشت کوچک) واقع شده است.
- نبض بازویی و یا براکیال (BRACHIALPULSE). میان عضلات دوسر و سه سر و در قسمت میانی و داخلی آرنج واقع است.



شکل ۱: نقاط نبض‌دار بدن

فشار خون: فشاری که از طرف جدار بطن چپ قلب به خون وارد می‌شود و این جریان خون فشاری بر دیواره رگ‌ها وارد می‌کند که در اصطلاح فشار خون می‌گویند. قلب، خون را به طور مداوم به داخل دو شریان عمده‌ی بدن، به نام آئورت و شریان ششی پمپ می‌کند تا مواد غذایی به اعضاء مختلف بدن برسد. از آنجا که پمپ کردن خون توسط قلب به داخل شریانها نبض‌دار است، فشار

خون شریانی بین دو سطح حداکثر و حداقل در نوسان است. سطح حداکثر یا سطح سیستولی در زمان انقباض قلب و سطح حداقل یا دیاستولی در زمان استراحت قلب به وجود می آید. فشار خون به دو عامل مهم بستگی دارد:

- **برون ده قلبی.** یعنی مقدار خونی که در هر دقیقه به وسیله قلب به درون آئورت پمپ می شود.
- **مقاومت رگ.** یعنی مقاومتی که بر سر راه خروج خون از قلب در رگها وجود دارد. اگر بخواهیم این رابطه را به شکل فرمول نشان دهیم به قرار زیر است:

$$\text{مقاومت رگ} \times \text{برون ده قلبی} = \text{فشار خون}$$

$$\text{تعداد ضربان قلب} \times \text{حجم ضربه ای} = \text{برون ده قلبی}$$

با تغییر برون ده قلبی یا مقاومت رگ مقدار فشار خون تغییر می کند. همچنین فشار خون در طول روز تحت تأثیر عوامل مختلفی تغییر می کند که از جمله این عوامل وضعیت بدن، فعالیت مغز، فعالیت گوارشی، فعالیت عضلانی، تحریکات عصبی، تحریکات دردناک، مثانه پر، عوامل محیطی مثل دمای هوا و میزان صدا، مصرف دخانیات، الکل، قهوه و دارو است.

غالباً فشار خون را در شریان بازویی اندازه می گیرند. در هر فرد فشار خون را در دو سطح حداکثر و حداقل اندازه گیری می کنند.

- **فشار سیستول.** در زمانی که قلب منقبض می شود، فشار خون به حداکثر مقدار خود می رسد؛ این سطح را فشار ماکزیمم یا سیستولی می نامند.
- **فشار دیاستول.** سطح مینیمم یا دیاستولی در زمان استراحت قلب که فشار خون به حداقل مقدار خود می رسد، بدست می آید.

هر دو سطح فشار خون به صورت دو عدد کنار هم یا به صورت کسر بر حسب میلیمتر جیوه نشان داده می شود، مثلاً ۱۲۰/۸۰ یا و عدد بزرگتر ۱۲۰ معادل فشار ماکزیمم و عدد کوچکتر ۸۰ معادل فشار مینیمم است.

انواع فشار خون:

- فشار خون مطلوب.** فشار ماکزیمم کمتر از ۱۲۰ میلیمتر جیوه و فشار مینیمم کمتر از ۸۰ میلیمتر جیوه.
- فشار خون طبیعی.** فشار ماکزیمم کمتر از ۱۳۰ میلیمتر جیوه و فشار مینیمم کمتر از ۸۵ میلیمتر جیوه.
- فشار خون کمی بالاتر از طبیعی:** فشار ماکزیمم بین ۱۳۰ تا ۱۴۰ میلیمتر جیوه یا فشار مینیمم بین ۸۵ تا ۹۰ میلیمتر جیوه.
- فشار خون بالا:** فشار ماکزیمم ۱۴۰ میلیمتر جیوه و بیشتر یا فشار مینیمم ۹۰ میلیمتر جیوه و بیشتر.

اندازه گیری فشار خون. اندازه گیری فشار خون به دو صورت انجام می گیرد:

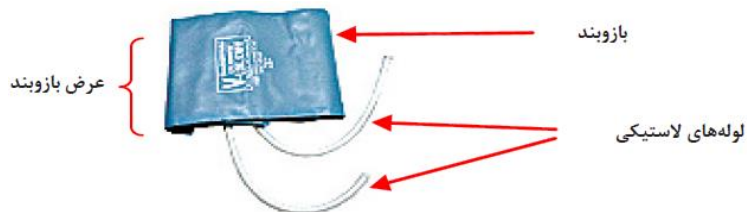
۱. **مستقیم (تهاجمی):** معمولاً در مورد حیوانات این عمل صورت می گیرد.
۲. **غیرمستقیم (غیر تهاجمی):** به دو روش لمسی و سمعی صورت می گیرد.

انواع دستگاه های فشار سنج:

۱. دستگاه فشار سنج خون عقربه ای. این دستگاه شامل موارد زیر است:

کاف یا بازوبند (Cuff): بازوبند یک تکه پارچه ای با پوشش دو لایه و مستطیل شکل است که حدود ۶۰ سانتی متر طول دارد و خاصیت ارتجاعی نداشته و دور بازوی فرد پیچیده می شود.

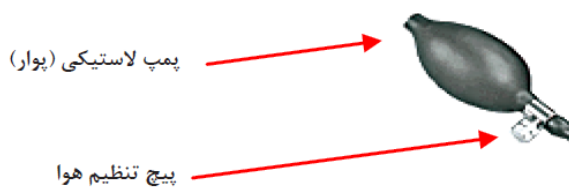
کیسه هوا (Bladder): کیسه هوا یک کیسه از جنس لاستیکی و قابل انبساط است که درون بازوبند قرار دارد و دو لوله لاستیکی از آن منشعب می شود.



شکل ۲: دستگاه فشارسنج عقربه ای

لوله های لاستیکی: دو لوله لاستیکی از کیسه هوا منشعب می شوند یکی از این لوله ها به یک پمپ یا پوار لاستیکی و دیگری به مانومتر عقربه ای وصل است.

پمپ یا پوار لاستیکی، دریچه و پیچ تنظیم هوا: پمپ باد (پوار) به انتهای یکی از لوله های لاستیکی که به کیسه ای هوای لاستیکی و مسدود که درون بازوبند قرار دارد وصل است و از کیسه به لوله دوم لاستیکی و از انتهای لوله دوم به مانومتر (فشارسنج) وصل است. برای تنظیم ورود و خروج هوا یک دریچه کنترل بر روی پمپ در نظر گرفته شده است که به وسیله باز و بسته کردن پیچ فلزی عمل می کند. پیچ تنظیم هوا (دریچه کنترل) از عوامل ایجاد خطا در دستگاه فشار سنج است. دریچه های ناقص سبب نشتی هوا می شوند و کنترل تخلیه هوا و کم کردن فشار مشکل می شود، این مسئله سبب برآورد کم فشار سیستولی و تخمین زیاد فشار دیاستولی می شود.



شکل ۳: پمپ لاستیکی، دریچه و پیچ تنظیم هوا

۲. **اندازه گیری فشارخون از طریق نبض:** مشابه روند قبل کاف در اطراف بازو قرار گرفته و باد می شود سپس به آرامی

هوای داخل کاف تخلیه شده و زمانی که شروع نبض حس شد، این عدد همان فشار خون سیستولی است.

مزایای: به گوشی پزشکی نیاز ندارد - این روش به شنوایی ناظر ارتباطی ندارد.

معایب: فشار خون دیاستولی را با این روش نمی توان اندازه گرفت - فشار خون پایین تر از ۸۰ میلی متر جیوه ممکن است در برخی افراد احساس نشود.

۳. **مانومتر (فشارسنج) Sphygmomanometer**. در مانومترهای عقربه‌ای فشارخون به صورت دستی محاسبه می‌شود. این مانومتر دارای یک صفحه مدرج دایره‌ای که بر حسب میلیمتر جیوه (با فاصله 10 میلیمتر جیوه) درجه‌بندی شده و یک عقربه گردان است که با تغییر فشار در کیسه هوا حرکت می‌کند و می‌توان مقدار فشار را با نگاه به محل تماس عقربه و درجه تعیین کرد. تغییر فشار در کیسه‌ی هوا با حرکت عقربه نشان داده می‌شود. در زمانی که هیچ فشاری وجود ندارد عقربه در روی صفحه باید بر روی درجه صفر باشد. با فشار بر روی پوار و تغییر فشار در کیسه هوا عقربه در جهت عقربه‌های ساعت یا عکس آن حرکت می‌کند.



شکل ۴: مانومتر (فشارسنج)

۴. **گوشی پزشکی Stethoscope**. برای اندازه گیری دقیق فشارخون سیستول و دیاستول در دستگاه‌های غیرخودکار باید از گوشی استفاده شود. صفحه گوشی دارای دو قسمت به نام bell (قسمت کوچکتر و با سطح گودتر) و دیافراگم (diaphragm) است. صداهای کورتوکوف با فرکانس کم از قسمت بل بهتر شنیده می‌شوند.



شکل ۵: گوشی پزشکی

خون درون رگ به دو روش جریان دارد: تیغه‌ای و گردابی

- **تیغه‌ای**. زمانی که خون درون یک رگ کاملاً باز حرکت کند جریان خون به صورت تیغه‌ای می‌باشد این جریان تولید صدا نمی‌کند. همچنین زمانی که رگ کاملاً بسته است، هیچ جریان خونی عبور نمی‌کند و صدایی شنیده نمی‌شود.
- **گردابی**. اگر رگ بنا به دلایلی تنگ شود این جریان بوجود می‌آید و این جریان آشفته تولید صدا می‌کند.

صداهاى كورتكوف (Korotkoff). اگر فشار داخل بازوبند تا آن جا پایین بیاید که برابر با مقدار فشارخون سیستول فرد شود، اولین صدای كورتكوف شنیده می شود. در این حالت مقداری خون در شریان بازویی جاری می شود. این جریان خون با برتری یافتن فشار داخل شریان بر فشار داخل بازوبند به صورت جهشی در می آید و چون هنوز فشار بازوبند وجود دارد (شریان کاملاً باز نشده و هنوز به طور نسبی فشرده شده) به صورت جریان گردابی در می آید و صداهاى قابل سمع ایجاد می کند. این دو فرآیند موجب پیدایش صداهاى كورتكوف می شوند. با پایین آمدن فشار بازوبند، تا زمانی که فشار داخل بازوبند بین فشار سیستول و دیاستول قرار گیرد صداهاى ضربه‌ای (تپ تپ) ادامه می یابد و با کاهش بیشتر فشار در داخل بازوبند کیفیت صداها تغییر می کند و سرانجام خاموش و تمام صداها ناپدید می شوند. صداهاى كورتكوف از مرحله ظهور با صداهاى ضعیف شروع می شوند که به تدریج قوی تر شده و کم کم صداها واضح تر و شدیدتر می شوند و در نهایت با ضعیف شدن ناگهانی، صداها ملایم تر شده و بعد کاملاً از بین می روند.

۵. **دستگاه فشار سنج دارای مانومتر جیوه ای (اسفگمومانومتر جیوه ای).** در این دستگاه، مانومتر یا فشارسنج از نوع جیوه‌ای است و یک محفظه فلزی، صفحه مدرج عمودی که بر حسب میلیمتر جیوه (با فاصله ۱۰ میلیمتر جیوه) درجه بندی شده و یک لوله شیشه‌ای که انتهای آن حاوی مخزن جیوه است، دارد. مقدار فشار در بازوبند یا فشارخون را میتوان از عددی که در صفحه مدرج هم سطح جیوه در لوله جیوه ای قرار میگیرد، تعیین کرد.



شکل ۶: دستگاه فشار سنج دارای مانومتر جیوه ای

جیوه در مخزن جیوه و در یک فضای محکم قرار دارد. این مخزن که در انتهای دستگاه و داخل لوله شیشه‌ای قرار دارد، دارای یک پیچ تنظیم است که ورود و خروج جیوه به داخل لوله شیشه‌ای را تنظیم میکند. قبل از اندازه گیری فشارخون پیچ مخزن باید باز شود تا اجازه دهد جیوه به درون لوله راه یابد. در صورتی که پیچ مخزن جیوه باز باشد، در زمانی که هیچ فشاری وجود ندارد سطح جیوه در لوله باید بر روی صفر باشد اما با فشار بر روی پوار و باد کردن و تغییر فشار در کیسه هوا، جیوه به درون لوله راه یافته و در طول لوله به سمت بالا حرکت میکند و با تخلیه هوای کیسه، سطح جیوه در لوله به سمت پایین حرکت میکند. پس از خاتمه اندازه گیری لازم است دستگاه را کج نمود تا جیوه درون لوله به سمت مخزن هدایت شود و سپس پیچ مخزن را بست تا در زمانی که از دستگاه استفاده نمی شود جیوه در لوله باقی نماند یا حرکت نکند. در این نوع دستگاه برای اندازه گیری فشارخون نیاز به استتسکوپ (گوشی) است.

۶. دستگاه فشار سنج الکترونیکی یا خودکار با نمایشگر دیجیتالی (اسفگمومانومتر دیجیتالی).

فشارخون میتواند از طریق دیگری با استفاده از دستگاه های خودکار دیجیتالی نیز اندازه گیری شود. این نوع دستگاه ها براحتی در منزل هم مورد استفاده قرار میگیرند. این دستگاه ها چند نوع دارند. در نوع بازویی دستگاه دارای یک بازوبند است که حاوی کیسه هوا و یک لوله لاستیکی است که از آن خارج میشود و به مانیتور (نمایشگر) دیجیتالی وصل است. نمایشگر دیجیتالی هم پمپ هوای دستی و هم اتوماتیک (خودکار) دارد. در نوع خودکار کیسه هوا بدون استفاده از پمپ با فشار بر یک دکمه باد و تخلیه میشود. مقدار فشارخون بر روی یک صفحه کوچک به صورت دو عدد نمایان میشود. در این نوع فشارسنج نیاز به استفاده از گوشی نیست.



شکل ۷: دستگاه فشار سنج الکترونیکی

۷. دستگاه های فشار سنج خودکار انگشتی یا مچی با نمایشگر دیجیتالی.

در این نوع دستگاه ها بجای بازوبند از مچ بند و یا انگشت بند استفاده میشود. آزمایشات نشان داده است دستگاه های اندازه گیری فشارخون دیجیتالی که از طریق انگشت یا مچ فشارخون را اندازه میگیرند، دقت زیادی در اندازه گیری ندارند. دستگاه های خودکار انگشتی بی نهایت به وضعیت و دمای بدن و انقباض عروق محیطی در انگشت، حساس هستند. همچنین این نوع دستگاه ها بسیار گران هستند.



شکل ۸: دستگاه های فشار سنج خودکار انگشتی

مزایا و معایب دستگاه های با مانومتر عقربه ای و جیوه ای. یکی از مزایای مانومتر عقربه ای نسبت به جیوه ای این است که به راحتی از محلی به محل دیگر قابل حمل است. دستگاه های جیوه ای نسبت به حرکت و جابجایی حساس تر هستند و احتمال

شکستن لوله شیشه ای و نشت جیوه وجود دارد. در بعضی از مدلها در بازوبند یک گوشی هم تعبیه شده است، بنابراین شما نیاز ندارید یک گوشی جداگانه خریداری کنید و از این طریق اندازه گیری فشارخون بهتر مدیریت میشود. این نوع دستگاه شکل خاصی دارد. یک حلقه فلزی در بازوبند تعبیه شده است که میتواند کاف را با یک دست به راحتی روی بازو قرار داد. نمایشگر عقربه ای از نمایشگرهای الکترونیکی ارزانتر است اما براحتی آسیب میبیند و دقت آن کم میشود. مانومترهای جیوه ای یا عقربه ای برای افراد دارای نقص شنوایی مناسب نیستند، چون باید از طریق گوشی به صدای کورتکوف گوش دهند. بسیاری از مراکز و موسسات پزشکی مانومترهای جیوه ای را به علت خطرات جیوه حذف کرده اند و از نوع عقربه ای استفاده می کنند. مانومترهای جیوه ای و عقربه ای وسایل قابل اعتماد و کارآمد هستند، اما مانومتر عقربه ای نسبت به مانومتر جیوه ای دقت کمتری دارد.

مزایا و معایب دستگاه های با نمایشگرهای دیجیتالی. دستگاه های جیوه ای بعلت خطر جیوه از دور خارج خواهند شد، وسایل اندازه گیری فشارخون الکترونیکی در آینده رواج مییابند. اغلب این وسایل برای استفاده بالینی معمول، بقدرکافی دقیق هستند. در این نوع دستگاه های خودکار بسیاری از خطاهای مربوط به اندازه گیری فشارخون که می تواند توسط انسان (گیرنده فشارخون) ایجاد شود، حذف میگردد. دستگاه های اندازه گیری خودکار، عمومی ترین وسیله اندازه گیری فشارخون هستند. از همه مهمتر برای خود پایشی و اندازه گیری توسط خود فرد، استفاده از این دستگاه ها بسیار راحت تر است. به علت این که مقادیر فشارخون روی نمایشگر نشان داده میشود، خواندن مقدار فشارخون راحت است. نمایشگر الکترونیک برای بیماران دارای نقص شنوایی خوب است و استفاده از آن راحتتر از انواع دیگر است، چون نیاز به گوشی ندارد. یکی از معایب نمایشگر الکترونیکی این است که با حرکت بدن یا ضربان قلب نامنظم، دقت آن تغییر می کند. نمایشگر نیاز به باتری دارد. بعضی از مدل های دیجیتالی فقط برای استفاده در بازوی چپ طراحی شده اند. این مسئله ممکن است در بعضی بیماران که اندازه گیری فشارخون در بازوی چپ امکان ندارد و فشارخون باید از بازوی راست اندازه گیری شود، مشکل ایجاد کند. بعضی از نمایشگرهای الکترونیکی گران هستند.

مراحل آزمایش اندازه گیری فشارخون با فشار سنج عقربه ای.

- (۱) آستین بلوز دست راست فرد معاینه شونده را در قسمت بالای بازو جمع کنید؛ طوری که قسمت بالای بازو برهنه باشد. اگر فشار خون فرد را در حالت نشسته اندازه می گیرید، دست راست او را بر روی میز قرار دهید و باید هم سطح قلب قرار گیرد.
- (۲) دستگاه فشارسنج را نزدیک بازویی که میخواهید فشار خون را اندازه بگیرید قرار دهید. اگر هوایی درون کیسه لاستیکی بازوبند باشد بوسیله پیچ تنظیم هوای پمپ دستگاه، هوای کیسه را تخلیه کنید و سپس بازوبند فشارسنج را به دور بازوی راست فرد ببندید. بازوبند نباید خیلی محکم یا خیلی شل به دور بازو بسته شود؛ زیرا میزان فشار خون بطور کاذب پایین یا بالا نشان داده میشود.
- (۳) بازوبند فشارسنج نباید روی آستین قرار گیرد.
- (۴) لبه تحتانی بازوبند باید ۲ تا ۳ سانتی متر بالاتر از چین آرنج (گودی بین ساعد و بازو) باشد و دو لوله لاستیکی آن بطور قرینه در دو طرف سرخرگ بازویی و بر روی چین آرنج قرار گیرد. لوله ها نباید گره یا پیچ بخورند و همچنین نباید تا بخورند یا در زیر بازوبند گیر کنند.
- (۵) فرد معاینه کننده باید وضعیت مناسبی با میز معاینه داشته باشد. فاصله گیرنده فشار خون با فرد معاینه شونده نباید بیش از یک متر باشد.
- (۶) نبض مچ دست را با انگشتان اشاره و میانه حس کنید. این نبض در بالای مفصل مچ درون شیار در امتداد انگشت شست حس می شود.

(۷) تلمبه را در دست راست خود و گوشی ها را نیز در گوش خود قرار دهید. صفحه گوشی (دیاگرام) را روی سرخرگ بازویی در محلی که نشان داده شده یا در چین آرنج بین دو لوله لاستیکی فشارسنج قرار دهید.

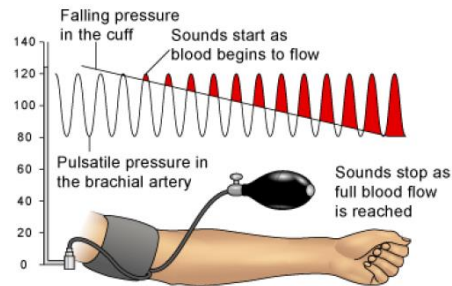


شکل ۹: دستگاه فشار سنج عقربه ای

- (۸) پیچ جریان خروجی هوا را در کنار تلمبه لاستیکی به صورت ساعتگرد بچرخانید تا بسته شود. در حالی که نبض رادیال را حس میکنید با فشار بر روی پوار لاستیکی، به سرعت بازوبند را باد کنید سپس سرعت باد کردن را کاهش دهید و بعد از قطع شدن نبض اجازه دهید افزایش فشار مانومتر تا حدود ۳۰ میلیمتر جیوه بالای ناپدید شدن نبض ادامه یابد.
- (۹) کمی پیچ هوای پوار لاستیکی را شل کنید و اجازه دهید که کم کم هوا با سرعت ۲-۳ میلیمتر جیوه در ثانیه خارج شود. دیگر پیچ پمپ را دستکار نکنید. سطح جیوه یا عقربه کم کم پایین می آید تا جایی که صداهای کورتکوف ظاهر میشود.
- (۱۰) همزمان با اولین صدایی که در گوش شنیده میشود به سطح عقربه نگاه کنید و آن سطح را در ذهن به خاطر بسپارید. این سطح نشان دهنده فشار سیستولی یا ماکزیمم است. تخلیه باد بازوبند به آرامی ادامه می یابد و سطح جیوه یا عقربه نیز پایین می آید. همچنان به سطح جیوه یا عقربه توجه کنید. زمانی میرسد که دیگر صدای واضحی شنیده نمی شود یا صدا خفیف و کم کم قطع میشود. نقطه قطع صدا نشان دهنده فشار دیاستولی یا مینیمم است. این سطح را در ذهن بسپارید سپس باد بازوبند را با باز کردن کامل پیچ پمپ به سرعت تخلیه کنید.
- (۱۱) عدد اول را به عنوان فشار ماکزیمم و عدد دوم را به عنوان فشار مینیمم یادداشت کنید.

مراحل آزمایش اندازه گیری فشارخون با فشارسنج دیجیتالی.

- (۱) بازوبند را در قسمت بالا و دور بازو قرار دهید و ببندید و دستگاه را با دکمه power یا start روشن کنید و نیازی به استفاده از گوشی نیست.
- (۲) با فشار دکمه مخصوص، دستگاه به طور خودکار باد می شود. بعد از این که بازوبند به قدر کافی باد شد به طور خودکار به تدریج فشار بازوبند کاهش می یابد.
- (۳) به صفحه نمایشگر دقت کنید تا اعداد فشار خون را ببینید. این دستگاه با کاهش فشار بازوبند اعداد سیستول و دیاستول را روی صفحه نمایشگر نشان می دهد تا جایی که بر روی دو عدد ثابت می شود.
- (۴) اعداد فشار ماکزیمم و فشار مینیمم را یادداشت کنید.



شکل ۱۰: اندازه گیری فشارخون با فشارسنج دیجیتال.

پرسش ها:

- ۱- چرا شناخت فشار خون سیستولیک و دیاستولیک مهم است؟
 - ۲- چرا فشار خون بالا خطرناک است؟
 - ۳- علائم افت فشار خون چیست؟
 - ۴- چرا با تغییر موقعیت بدن و ورزش در فشار خون و ضربان قلب تغییرات ایجاد می شود؟
- لطفا جدول ۱ را کامل کنید .

جدول ۱: جدول ثبت نتایج

نوع فشار سنج	فشار سیستول	فشار دیاستول	تعداد ضربان قلب
عقربه ای			
دیجیتال			

آزمایش ۵: فیزیولوژی عضله و منحنی انقباض عضلات

ساختار سلول عضلانی. کوچکترین واحدهای سازنده یک سلول عضلانی رشته های پروتئینی در هم تنیده اکتین و میوزین هستند. 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. هر فیبر عضلانی در پوششی به نام اندومیزیوم قرار دارد. مجموعه ای از فیبرهای عضلانی کنار یکدیگر فاسیکل نامیده می شوند. پوشش فاسیکل پری میزیوم نامیده می شود، یک عضله از مجموعه از فاسیکلها تشکیل شده که در پوششی به نام اپی میزیوم قرار دارند. محل اتصال عضله به استخوان زردپی (تاندون) نامیده میشود.

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. 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 می شوند. در هنگام انقباض صفحات Z به هم نزدیک می شوند.

منحنی انقباض عضلانی. یک پتانسیل عمل ساده باعث ایجاد یک انقباض عضلانی میگردد. 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 می شود و انقباض ساده عضلانی شامل مراحل زیر است:

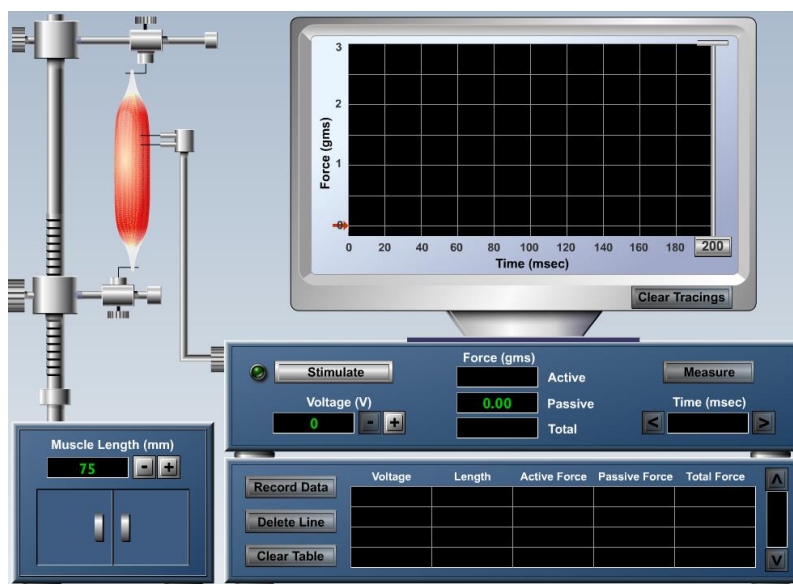
دوره نهفته یا تاخیر (latent period). به فاصله زمانی بین تولید پتانسیل عمل در یک سلول عضله و شروع انقباض.

فاز انقباض (contraction phase). از پایان دوره نهفته آغاز می گردد و در قله تنش عضلانی تمام می گردد.

فاز استراحت (Relaxation phase). از زمان اوج تنش تا پایان انقباض.

A. مراحل انجام آزمایش شناسایی دوره نهفته.

ازبخش Excercise2(SkeletalMusclePhysiology) را انتخاب و سپس بر روی گزینه Single Stimulus کلیک شود. در سمت چپ صفحه ظاهر شده یک عضله را مشاهده می کنید که از گیره آویزان است و 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، عکس العمل عضله در آن نمایش داده میشود. محور X زمان سپری شده و محور Y نیروی تولید شده توسط عضله اندازه گیری می شود. در گوشه پایین سمت راست اسکوپ، دکمه ای برای پاک کردن منحنی ها 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 نمایید. 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 می کند. 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 نمایید.



شکل ۱: محیط شبیه سازی آزمایش شناسایی دوره نهفته

ابتدا ولتاژ را بر روی ۶ ولت تنظیم نمایید. 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 Measure کلیک کنید. خط زرد رنگدار سمت چپ اسکوپ ظاهر می گردد. 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 Tools گزینه PrintGraph را انتخاب کرده و منحنی را ذخیره نمایید.

پرسش ها:

- ۱- طول دوره تاخیر (نهفته) چند میلی ثانیه بوده است؟
- ۲- 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 نمایید.

ولتاژ تحریک : ولت	دوره تاخیر: میلی ثانیه
ولتاژ تحریک : ولت	دوره تاخیر: میلی ثانیه
ولتاژ تحریک : ولت	دوره تاخیر: میلی ثانیه

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

B. 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 آن یون های سدیم شروع به حرکت به داخل عضله می کنند.

مراحل انجام آزمایش شناسایی ولتاژ آستانه.

ولتاژ را به میزان $\diamond/\diamond$ ولت تنظیم نمایید. روی Stimulate کلیک کنید. با این تحریک، نیروی فعال عضله چه میزان است؟ داده ها را ذخیره کنید. ولتاژ را ۰.۱ ولت افزایش دهید، عضله را تحریک کنید. صفحه اسکوپ و میزان نیرو اکتیو را مشاهده نمایید. نتایج را ذخیره کنید. گام های ۴ تا ۵ را تا رسیدن به میزانی بزرگتر از $\diamond/\diamond$ برای نیروی فعال ادامه دهید. از بخش Tools گزینه PrintGraph را انتخاب کرده و منحنی را ذخیره نمایید.

پرسش ها:

- ۱- ولتاژ آستانه چه میزان است؟ ولت
- ۲- نمودارهای ایجاد شده در ولتاژ آستانه چه تفاوتی با نمودارهای ایجاد شده در ولتاژهای پایین تر دارد؟

C. 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 دهد و بعد از آن هر چه ولتاژ را افزایش دهیم دامنه انقباض افزایش نمی یابد.

مراحل انجام آزمایش اثر افزایش شدت تحریک.

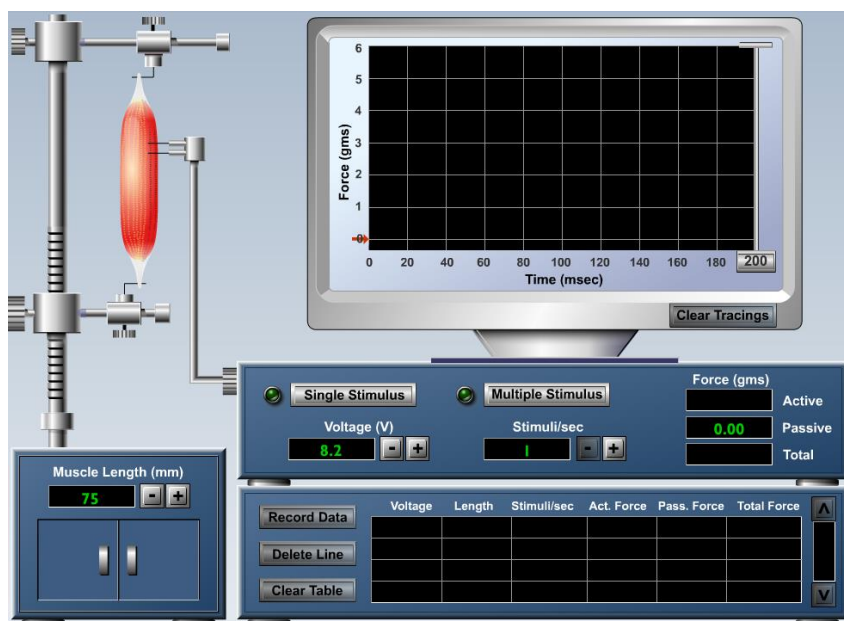
ولتاژ را به میزان ۰/۵ ولت تنظیم نمائید. روی Stimulate کلیک کنید. نتایج را ذخیره کنید. ولتاژ را ۰/۵ ولت افزایش دهید، عضله را تحریک کنید. نتایج را ذخیره کنید. توجه داشته باشید که پس از هر تحریک هیچ کدامیک از منحنی ها را پاک نکنید، تا همه منحنی ها با یکدیگر مقایسه گردند. از بخش Tools گزینه PrintGraph را 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؟
- به منظور مشاهده اثر پارامتر مورد نظر بر میزان نیرو، از بخش Tools گزینه plot data را انتخاب کنید. بدین صورت، خلاصه ای از آزمایش را خواهید داشت. از بخش Tools گزینه Print data را 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 از بخش Exercise2(SkeletalMusclePhysiology) را انتخاب و سپس بر روی گزینه Multiple Stimulus کلیک کنید.



شکل ۲: محیط شبیه سازی آزمایش منحنی انقباض عضلانی

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 ۲۰۰ در 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 Single کلیک کنید. صعود و نزول منحنی انقباض را نظاره کنید. به محض پایین آمدن منحنی، دوباره روی Stimulus Single کلیک کنید، صعود و نزول منحنی انقباض را نظاره کنید. به محض پایین آمدن منحنی، برای سومین بار روی Stimulus Single کلیک کنید. چه مشاهده می کنید؟ عدد ۲۰۰ را در محور افقی صفحه نمایش اسکوپ به جای اولیه خود باز گردانید. از بخش Tools گزینه PrintGraph را 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 Summation شناخته می شود. این پدیده زمانی اتفاق می افتد که فیبرهای عضلانی که در حال حاضر تحریک شده اند، قبل از آرامشدن دوباره 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 Single کلیک کنید. صفحه نمایش اسکوپ را نظاره کنید و میزان نیروی اکتیو را گزارش دهید. یکبار دیگر روی Stimulus Single کلیک کنید. صعود و نزول منحنی انقباض را نظاره کنید. قبل از اینکه منحنی کامل سقوط کند، دوباره روی Stimulus Single کلیک کنید. برای این منظور می توانید دوبار در بازه زمانی خیلی کوتاه بر روی تک تحریک کلیک کنید. میزان نیروی اکتیو را گزارش دهید. یکبار دیگر روی Stimulus Single کلیک 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 ۰.۵ ولت 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 دلیل؟

آزمایش ۶: تعیین میزان اکسیژن خون - دستگاه پالس اکسی متری

انتقال گازها در خون. گاز O_2 و CO_2 در خون به دو طریق انتقال پیدا می کند: ۱- بوسیله حل شدن در خون ۲- حمل شدن توسط گلبولهای قرمز.

انتقال گازها بوسیله حل شدن در خون بسیار کم است و بیشتر برای دی اکسیدکربن مطرح می شود تا اکسیژن بیشتر بوسیله گلبولهای قرمز منتقل می شود. هموگلوبین سلولهای قرمز یک سلول پتیدی است که از دو بخش هم و گلوبین تشکیل شده است. بخش هم، شامل ماده آلی و آهن سه ظرفیتی است و بخش گلوبین دارای ۴ زنجیره است که ۲ زنجیره α و ۲ زنجیره β نام دارد که با توجه به ساختار زنجیره ها نامگذاری شده اند.

فشار گاز در خون. فشار گاز در نقاط مختلف بدن متفاوت است. در رگهای مجاور کیسه های هوایی بعد از مبادله اکسیژن افزایش می یابد در حالی که فشار در مجاورت بافتها کمتر است. اکسیژن از محلی با فشار بیشتر به محلی با فشار کمتر منتقل می شود. البته تمایل هموگلوبین به از دست دادن اکسیژن بیشتر است. PH در ششها بیشتر از مقدار معمولی (قلیایی) است و در مجاورت بافتها کمتر از مقدار معمولی (اسیدی) است.

درجه اشباع. در هر مولکول هموگلوبین چهار محل برای قرار گرفتن اکسیژن وجود دارد. در باند شدن اکسیژن با هموگلوبین ممکن است همه جایگاه ها بوسیله اکسیژن پر نشوند و نیز هموگلوبین هایی وجود دارد که اصلاً اکسیژن روی آنها قرار نمی گیرد که با توجه به این موارد می گوییم، گلبولهای قرمز خون در چه درصدی از اشباع قرار گرفته اند که برای قسمت های مختلف دستگاه گردش خون مقداری خاص دارد.

S_aO_2 : درصد اشباع هموگلوبین بوسیله اکسیژن در آرتریول ها

S_vO_2 : درصد اشباع هموگلوبین بوسیله اکسیژن در ورید

فرمول اشباع هموگلوبین. اشباع هموگلوبین برابر نسبت هموگلوبین اکسیژن دار به مجموع هموگلوبین می باشد و معمولاً بر حسب درصد بیان می شود.

$$S_aO_2 = \left[\frac{HbO_2}{TotalHemoglobin} \right] * 100 \%$$

Hb (هموگلوبین خالص). هموگلوبینی است که به صورت خالص در گلبولهای قرمز خون وجود دارد و با اکسیژن و موارد دیگر ترکیب نشده است.

HbO_2 (اکسی هموگلوبین). هموگلوبین‌هایی هستند که با اکسیژن ترکیب شده‌اند و در اندازه‌گیری مقدار اشباع خون هدف اندازه‌گیری درصد آنها در سرخرگها است.

$HbCO$ هموگلوبین‌هایی هستند که با منوکسید کربن ترکیب شده‌اند و به صورت دقیق به آن منوکسی هموگلوبین می‌گویند.

$Methb$ (مت هموگلوبین). ترکیبی است که از طریق اکسیداسیون آهن سه ظرفیتی هموگلوبین و تبدیل آن با آهن دو ظرفیتی به وجود می‌آید. بنابراین با اکسیژن واکنش نمی‌دهد.

آزمایش با پالس اکسی متر.

در شرایطی که بخواهیم بر میزان اکسیژن داخل خون نظارت داشته باشیم، باید بتوانیم میزان درصد اشباع اکسیژن هموگلوبین با اکسیژن شریانی را به صورت مداوم مانیتور کنیم. نمایش مداوم این مقدار با پالس اکسی متر، آشکارسازی هیپوکسی (کمبود اکسیژن) با هایپراکسی (افزایش اکسیژن) را سریعتر از نمونه‌گیری خونی انجام می‌دهد در نتیجه اثرات اکسیژن درمانی سریعتر تشخیص داده می‌شود و در شرایط معین، تعداد دفعات تست گازهای خونی را نیز کاهش می‌دهد.

توسط یک دستگاه پالس اکسی متر میزان درصد اشباع هموگلوبین با اکسیژن و نرخ ضربان قلب بصورت غیرتهاجمی قابل اندازه‌گیری است. هموگلوبین در داخل خون به شکل‌های مختلفی وجود دارد، یکی از این شکل‌ها بصورت باند شده (ترکیب شده) با اکسیژن است که بصورت درصد اشباع اکسیژن مطرح می‌شود. حد طبیعی این میزان در حدود ۹۶-۹۹ درصد است. این میزان با کاهش P_aO_2 کمتر از ۵۰ mmHg است، درصد اشباع هموگلوبین با اکسیژن با سرعت خیلی زیاد کاهش می‌یابد.

نحوه عملکرد دستگاه پالس اکسی متر.

اکسیژن سنجی یا پالس اکسی متری با قرار دادن یک سنسور بر بستر عروق دارای شریانچه‌های نبض دار میسر می‌شود. این کار توسط یک سنسور نوری که در روی عروق شریانی نبض دار قرار می‌گیرد، انجام می‌شود (معمولا روی انگشت شخص قرار می‌گیرد). و در یک طرف دو LED که فرستنده / موج نوری هستند، قرار می‌گیرد. منابع LED هایی هستند که نور را در دو طول موج مختلف منتشر می‌کنند و آشکارسازی نوری نیز در واقع یک فتودیود است (فتودیود با جذب فوتون الکترون آزاد کرده و با یک تناسب غیرخطی به اندازه‌گیری کمیتی که می‌خواهیم کمک می‌کند). استخوان، بافت، رنگدانه‌ها و عروق سیاهرگی به طور طبیعی مقدار ثابتی از نور را در مدت زمان تابش نور، جذب می‌کنند. بستر غنی از شریانچه‌ها بطور عادی ضربان دار بوده و مقادیر متغیری از نور را در حین سیستول و دیاستول جذب می‌کنند، زیرا حجم خون کم و زیاد می‌شود.

از آنجایی که هموگلوبین ترکیب شده با اکسیژن و خود هموگلوبین، نور را به شکل انتخابی و نسبی جذب می‌کنند، مقدار این ترکیبات بوسیله اندازه‌گیری شدت طول موجی که از آنها عبور می‌کند، محاسبه می‌شود. در واقع طول دو طول موج ۶۶۰ نانومتر (در رنج امواج قرمز) و ۹۳۰ نانومتر (امواج مادون قرمز) از طریق دو LED منتشر می‌شود. هموگلوبین ترکیب شده با اکسیژن که

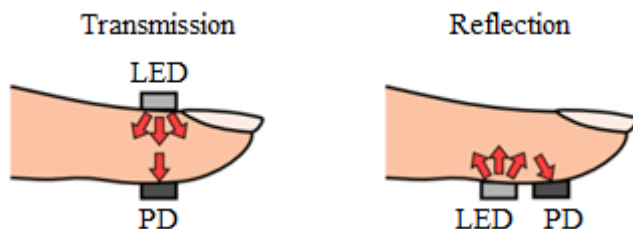
قرمز رنگ است، نور مادون قرمز را جذب می‌کند و هموگلوبین ترکیب نشده با اکسیژن که آبی رنگ است امواج نور قرمز را جذب می‌کند. در واقع دو نوع طول موج نوری از LED ها منتشر شده و پس از عبور از بافت در طرف دیگر توسط فتودیود جذب و میزان شدت نور به یک سیگنال الکتریکی تبدیل می‌شود که در واقع این سیگنال ورودی دستگاه جهت آنالیز است. این آنالیز توسط بردهای الکترونیکی و میکروپروسسورها انجام می‌شود و نسبت نور جذب شده در سیستول و دیاستول به عنوان مقدار اندازه‌گیری می‌شود. میزان نرخ ضربان قلب از روی مقدار ضربان شریان اندازه‌گیری می‌شود. البته برخی از مدل‌های پالس اکسی متر توسط کابلی که برای آشکارسازی سیگنال ECG لحاظ شده است، این سیگنال را نیز نشان می‌دهد.

مشکلات دستگاه پالس اکسی متر و اهمیت عملکرد صحیح آن (کالیبراسیون). از آنجایی که این دستگاه در بخش‌های حساس بیمارستان نظیر اتاق عمل و NICU ، ICU و CCU مورد استفاده قرار می‌گیرد، عملکرد آن دارای اهمیت ویژه‌ای است چرا که خروجی این دستگاه پایه‌ای در تشخیص و درمان بیمار است. عمده‌ی مشکلات این دستگاه‌ها مربوط به سنسور آن و فرستنده‌ها و گیرنده‌ی نوری آن است. ضمن اینکه خود دستگاه نیز در قسمت تولیدکننده نور و تحلیل آن ممکن است دچار مشکل شود.

از مواردی که کاربران باید به آن توجه داشته باشند، استفاده صحیح سنسور است چون در غیر این صورت داده‌ها دقیق نخواهند بود (بنابراین در برخی موارد به علت عدم دقت کاربران، اطلاعات ناقص و اشتباه از این دستگاه گرفته می‌شود). سنسور SPO_2 نباید در معرض ترکیب‌های نوری شدید قرار گرفته یا در آب، حلال‌ها و دیگر محلول‌ها پاک‌کننده فرو رود، چرا که این سنسورها ضد آب نیستند. این سنسور نباید با اشعه، بخار یا گاز اتیلن اکساید استریل گردد. متأسفانه در بعضی موارد این سنسور در معرض نورهای شدید مانند لامپ‌های اتاق عمل (بوژه آنهایی که ارای منبع نور گزنون هستند) قرار می‌گیرند. لامپ‌های بی‌لی‌روبین، نور شدید فلورسنت، لامپ‌های گرمایش مادون قرمز یا نور مستقیم خورشید قرار می‌گیرد و اگر در این مواقع کاربران به این مساله توجه نکنند، اطلاعات ناقص و اشتباه، مبنای تشخیص قرار می‌گیرد. بنابراین آگاهی از عملکرد دستگاه و تست آن دارای اهمیت می‌باشد. مکان‌هایی که برای پالس اکسی متری در بزرگسالان بیشتر استفاده می‌شوند انگشت دست، انگشت پا و بالا و پایین گوش و در نوزادان کف پا یا کف دست، یا انگشت شست پا یا دست است. از آنجایی که دستگاه پالس اکسی متر در نقاطی که خون دارای جهش و ضربان می‌باشد به کار می‌رود، بنابراین حرکت بیمار و یا لرزش‌های احتمالی آن باعث به وجود آمدن تنویز دستگاه می‌گردد. بنابراین هدف اصلی در طراحی سنسورهای جدید، کوچکی و سبکی آنها و همچنین قرار گرفتن سنسورها به طور ثابت و محکم در عضو می‌باشد.

انواع پالس اکسی مترها. ۱- پالس اکسی متر انعکاسی *Reflection* ۲- پالس اکسی متر انتقالی *Transmission*

سیگنال دریافتی در هر دو نوع مشابه است که دارای یک قسمت ثابت و یک قسمت متناوب است.

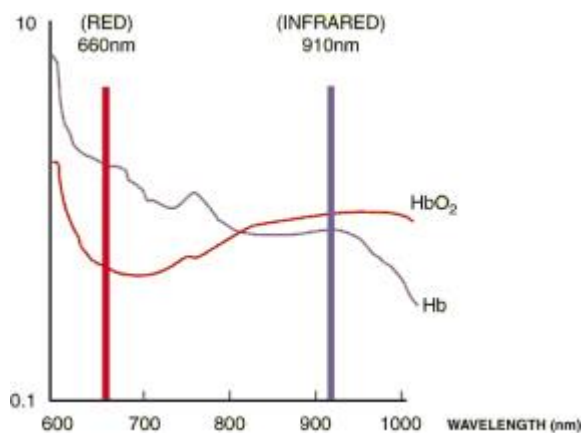


شکل ۱: انواع پالس اکسی متر

پالس اکسی مترها براساس دو اصل فیزیکی بنا شده است.

الف) وجود یک سیگنال ضربه‌ای توسط خون شریانی که دارای استقلال نسبت به سرخرگ‌ها، مویرگ‌های غیرضربه‌ای و دیگر بافت‌ها است.

ب) این که اکسی هموگلوبین و هموگلوبین دارای طیف جذبی متفاوتی هستند.



شکل ۲: میزان جذب هموگلوبین و اکسی هموگلوبین

عواملی که سبب اختلال در کار دستگاه پالس اکسی متری می‌شوند، عبارتند از:

- ۱- فشار خون خیلی بالا یا خیلی پایین
- ۲- دمای کم یا زیاد بافت
- ۳- وجود نورهای خارجی در محیط
- ۴- جود جذب کننده‌های نور روی بافت
- ۵- قرار گرفتن دست در وضعیت نامناسب

آزمایش ۷: ثبت سیگنال الکتریکی مغز

تشریح سیگنال الکتروانسفالوگرام.

مغز انسان دارای میلیاردها سلول عصبی است. این سلول‌ها برای برقراری ارتباط با یکدیگر و دیگر سلول‌های بدن، پیام‌های عصبی رد و بدل می‌کنند. پیام‌های عصبی ماهیت الکتریکی-شیمیایی دارند. در اینجا بیشتر ماهیت الکتریکی پیام‌های عصبی مدنظر است و به آن سیگنال الکتریکی گفته می‌شود. جهت ثبت سیگنال‌های الکتریکی مغز می‌توان از دستگاه EEG یا Electroencephalography استفاده کرد. این دستگاه با استفاده از الکترودهایی که در سطح سر قرار می‌گیرند، سیگنال‌های الکتریکی مغز را ثبت می‌کند. الکترودها به منظور دریافت سیگنال در مکان‌های خاصی از سر قرار می‌گیرند. خروجی این الکترودها به ورودی تقویت کننده EEG متصل می‌شود و پس از انجام تقویت و فیلتر شدن، مورد استفاده قرار می‌گیرد.



شکل ۱: دستگاه EEG

خصوصیات امواج مغزی.

دامنه امواج مغزی قابل ثبت در سطح جمجمه بسیار ضعیف و در حدود ۱۰۰-۰ میکرو ولت و فرکانس آن‌ها در حدود ۵/۰-۱۰۰ هرتز است. امواج مغزی را می‌توان بر اساس فرکانس آن‌ها به دسته‌های زیر طبقه بندی کرد:

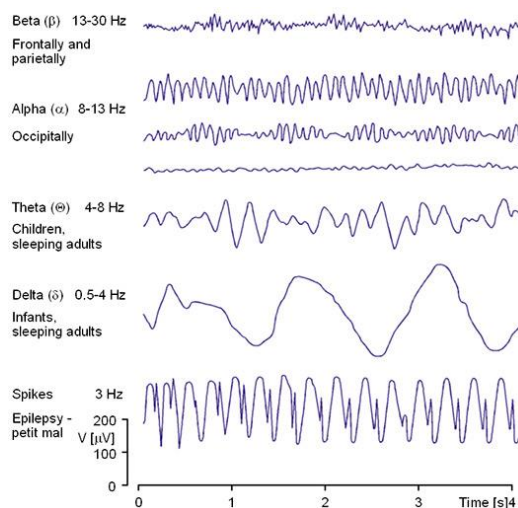
امواج دلتا: ۴ - ۰/۵ هرتز : در نوزادان و بزرگترها به هنگام خواب عمیق مشاهده می‌شود.

امواج تتا: ۸ - ۴ هرتز : در حالت‌های دیدن شیء فانتزی، دیدن تصویری زیبا، فراخوانی شدن، ابداع، آگاهی و رویا نیز دیده شده است.

امواج آلفا: ۱۳ - ۸ هرتز: فعالیت ذهنی شخص در چنین حالتی در آرامش و بدون هیچ حرکتی بودن و تفکر و اندیشه کردن می‌باشد.

امواج بتا: ۳۰ - ۱۳ هرتز: زمانی که ذهن در حالت هوشیاری کامل و فعالیت باشد.

امواج گاما: بیشتر از ۳۰ هرتز : تعمق و مراقبه و تغییر حالت هوشیاری.



شکل ۲: امواج مغزی

مقدار امواج فوق به عوامل متعددی از جمله وضعیت فعلی فرد (خواب بودن، بیدار بودن، باز یا بسته بودن چشم و ...) سن، جنسیت و ... بستگی دارد و متخصصان با توجه به این ویژگی‌ها، وضعیت افراد را مورد بررسی قرار می‌دهند. اما به طور کلی می‌توان گفت که یک رابطه عمومی بین درجه فعالیت مغزی و فرکانس متوسط امواج الکتروانسفالوگرام وجود دارد. بدین صورت که فرکانس متوسط امواج به تدریج با زیاد شدن درجه فعالیت مغز افزایش می‌یابد.

در دستگاه‌های EEG بسته به کاربرد، ۳ تا ۲۵۶ عدد الکتروود روی پوست سر قرار می‌گیرد. برای کاربردهای بالینی معمولاً بین ۸ تا ۳۲ کانال EEG مورد نیاز است. به منظور کاهش امپدانس بین سطح الکتروود و پوست، از ژل استفاده می‌شود. بهترین مقدار امپدانس تماسی بین ۱ تا ۱۰ کیلو اهم است. امپدانس بیش از ۱۰ کیلو اهم می‌تواند سبب ایجاد آرتیفکت شود. همچنین مواردی از قبیل: خشک شدن ژل، عرق کردن پوست سر، حرکات فرد (پلک زدن، تنفس و ...) در ثبت سیگنال‌ها تأثیر منفی دارند.

سیگنال‌های الکتریکی غیر تهاجمی EEG.

در این روش با گذاشتن الکترودهایی بر سطح سر اثرات میدان‌های الکتریکی در سر ثبت خواهد شد که البته روشن است به علت دوری الکترودها از منبع اصلی تولید سیگنال، که همان نرون‌های مغز می‌باشد، سیگنال‌های EEG از کیفیت خیلی بالایی برخوردار نبوده و امکان مخلوط شدن اثرهای وابسته به فعالیت قسمت‌های مختلف مغز بالا می‌باشد.

سیگنال‌های الکتریکی تهاجمی ECoG.

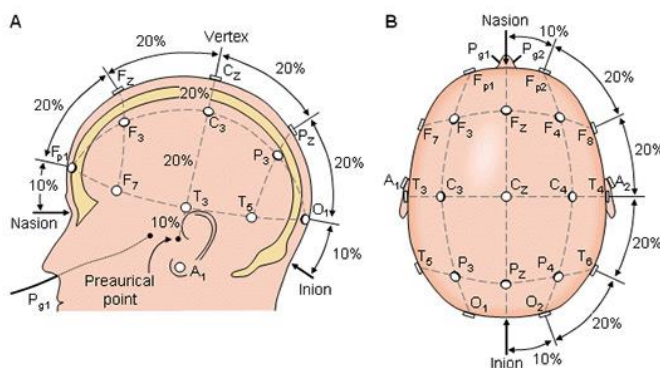
در این روش الکترودها با سطح مغز تماس دارند و بنابراین این روش تهاجمی می‌باشد. هر چند این تماس نزدیک الکترودها با قشر مغز دقت سیگنال‌های ثبت شده را از EEG بالاتر می‌برد ولی به علت تهاجمی بودن روش به نظر می‌آید که کاربرد کمتری از EEG بخصوص در کارهای تحقیقاتی و یا کاربردی داشته باشد.

مکان الکترودهای ثبت EEG.

برای ثبت سیگنال مغزی متناسب با هدف و موضوع تحقیق، معمولاً از استاندارد جهانی ۱۰-۲۰ استفاده می‌شود. این استاندارد نحوه الکترودگذاری روی نواحی مختلف جمجمه را نشان می‌دهد. به این صورت که ابتدا فاصله‌ی بین پل بینی و اینیون اندازه‌گیری شده و الکترود F_p در فاصله‌ی ۱۰٪ بالای پل بینی مشخص می‌شود. الکترودهای بعدی خط میانی یعنی F_z ، C_z ، P_z و O در فاصله‌ی ۲۰٪ کل فاصله اندازه‌گیری شده بعد از F_p به ترتیب قرار می‌گیرند.

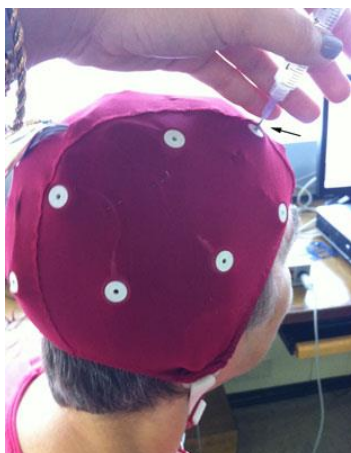
Frontopolar/Prefrontal: FP ، Occipital: O ، Parietal: P ، Central: C ، Temporal: T ، Frontal: F

نام هر الکترود علاوه بر یک حرف شامل یک عدد نیز می‌باشد. که اعداد زوج نشان دهنده لوب سمت راست و اعداد فرد نشان دهنده لوب سمت چپ هستند. اندیس z نشان دهنده خط صفر و در واقع محل اتصال دو لوب سمت راست و چپ می‌باشد. هرچقدر فاصله الکترودها با این خط صفر بیشتر می‌شود اعداد اختصاص داده شده به آن‌ها نیز بزرگتر خواهند شد.



شکل ۳: سیستم ۱۰-۲۰

آماده سازی پوست. ژل آماده سازی پوست برای تمیز کردن پوست سر در جایی که آرتیفکتهای حرکتی می‌تواند در خواندن سیگنال تاثیر گذارد، و همچنین در جهت کاهش امپدانس پوست (که نتیجه تست را بهبود می‌بخشد) می‌تواند مفید باشد.



شکل ۳: نحوه تزریق ژل

امپدانس. اعداد بزرگتر به معنای مقاومت بیشتر در برابر جریان است. هرچه امپدانس الکتروود بالاتر باشد دامنه سیگنال EEG کوچکتر است. در مطالعات EEG، نباید مبلغ ۱۰۰ اهم یا کمتر و بیشتر از ۵ کیلو اهم باشد.

مونتاژ EEG. مونتاژ به معنای قرار دادن الکتروودها است. EEG را می توان با یک مونتاژ دو قطبی یا یک مرجع کنترل کرد. دو قطبی بدان معنی است که در هر کانال دو الکتروود دارید، بنابراین برای هر کانال الکتروود مرجع دارید. مونتاژ مرجع بدان معنی است که شما الکتروود مرجع مشترکی را برای همه کانالها دارید

آرتیفکت ها. فعالیت ضبط شده که منشأ مغزی ندارد، آرتیفکت نامیده می شود و به ۲ دسته تقسیم می شوند.

آرتیفکت فیزیولوژیک. از بیمار و از منابع غیر از مغز تولید می شود مانند حرکت، تعریق، ضربان قلب، حرکات چشم.

آرتیفکت خارج از بدن. مانند تجهیزات از جمله الکتروود و محیط، آرتیفکت ۵۰ یا ۶۰ هرتز، حرکات کابل

فعالیت الکترومیوگرام (EMG). فعالیت EMG از آرتیفکت های متداول است: پتانسیل های موضعی ایجاد شده در عضلات پیشانی و ناشی از چفت شدن عضلات فک. این آرتیفکت ها براساس مدت زمان، مورفولوژی و میزان فراوانی قابل شناسایی هستند.

حرکات چشم. کره چشم به عنوان قطبی با قطب مثبت جهت دهی قدامی (قرنیه) و قطب منفی جهت خلفی (شبکیه) عمل می کند. هنگامی که کره چشم در حدود محور خود می چرخد، یک جریان جریان متناوب با دامنه بالا تولید می کند که توسط هر الکتروود مستقر در نزدیکی چشم قابل ردیابی است.

آرتیفکت پوست. یک پتانسیل DC قابل توجهی بین stratum corneum (لایه شاخی، بیرونی ترین لایه اپیدرم) و stratum granulosum (لایه گرانولی) وجود دارد و تغییر شکل لایه های پوستی در پوست باعث تغییر این پتانسیل می شود. تنها راه قابل اعتماد برای از بین بردن منبع آرتیفکت، ایجاد مسیر مقاومت کم در لایه های پوست با تمیز کردن پوست (الکل های معدنی) است. هم چنین کلرید سدیم ناشی از تعریق در واکنش با فلزات الکتروودها ممکن است یک رانش برای خط پایه ایجاد کند.

آرتیفکت ۶۰ هرتز. این مسئله هنگامی بوجود می آید که امپدانس یکی از الکتروودهای فعال بین الکتروودها و زمین تقویت کننده بطور قابل توجهی بزرگ شود. در این شرایط زمین به یک الکتروود تبدیل می شود که بسته به موقعیت آن، آرتیفکت ۶۰ هرتز را تولید می کند.

کاربردهای دستگاه EEG. روش های مورد استفاده در بررسی عملکرد مغز مثل PET و fMRI، ضمن داشتن هزینه بالا، گاه دارای عوارض منفی از قبیل تزریق مواد رادیواکتیو، قرار گرفتن در میدان مغناطیسی قوی و ... نیز است. یکی از مزایای EEG مقرون به صرفه بودن و نداشتن عوارض جانبی است. دستگاه EEG در موارد زیر کاربرد دارد:

- کمک به بررسی و مطالعه عملکرد مغز
- کمک به تشخیص اختلالات تشنجی و تعیین محل آن ها و بررسی صرع
- کمک در تشخیص اختلالات کارکردی مغز (اضطراب، افسردگی و ...)
- کمک به بررسی اختلالات خواب
- کمک به تشخیص مرگ مغزی

و...

آزمایش ۸: بیوفیدبک

بایوفیدبک، بیوفیدبک^۱ یا بازخوراند زیستی یکی از روش های درمانی نوین در پزشکی می باشد. بایوفیدبک به معنای ثبت سیگنال های بیولوژیک مانند تنفس، فشارخون، تعریق، انقباضات عضلانی و ... می باشد. بایوفیدبک تکنیکی درمانی است که در آن افراد برای بهبود سلامت خود با استفاده از امواج حاصل از بدن خودشان آموزش می بینند. بایوفیدبک تلاش می کند به شما یاد بدهد که عملکردهای خودکار بدن مانند ضربان قلب، تنش ماهیچه ای، تنفس، دمای پوست، فشار خون و حتی امواج مغزی را کنترل کنید. با یادگیری کنترل این کارکردها، ممکن است قادر به بهبود شرایط پزشکی خود، تسکین دردهای مزمن، کاهش استرس، یا بهبود عملکرد فیزیکی یا ذهنی تان باشید. اثر گذاری این تکنیک از فردی به فرد دیگر متفاوت است.

در طول بیوفیدبک، سنسورهای متصل به بدن شما تغییرات ایجاد شده در نبض، دمای پوست، تنش ماهیچه ای، الگوی موج مغزی یا برخی دیگر از عملکردهای فیزیولوژیکی را تشخیص می دهند. این تغییرات یک سیگنال، یک نور فلاش و تغییر الگو را در یک صفحه ویدئویی ایجاد می کنند، که به شما این هشدار را می دهد که تغییرات فیزیولوژیکی رخ داده است. به تدریج و با کمک مشاور بیوفیدبک خود، می توانید با در دست گرفتن و کنترل آگاهانه عملکردهای خودکار بدن خود، سیگنال ها را تغییر دهید.

کاربرد بایوفیدبک. بایوفیدبک در درمان طیف وسیعی از شرایط عصبی و عضلانی مثل اختلالات ماهیچه لگن (بی اختیاری ادرار فوری و فشاری، بی اختیاری مدفوع، واژینیوسموس، یبوست، و مقاربت دردناک)، ضعف ماهیچه ها بخاطر سکته، دندان قروچه، دردهای تنشی، مشکلات معده ای- روده ای مثل سندرم روده تحریک پذیر، حالت تهوع و استفراغ موثر است. این درمان عمدتاً در بیماری هایی به کار برده می شود که داروها در درمان موفق نیستند. بایوفیدبک برای کمک به درمان بسیاری از موضوعات جسمی و ذهنی بکار می رود.

دلایل تمایل بیماران به استفاده بایوفیدبک.

- این درمان غیر تهاجمی بوده و نیاز به مصرف دارو ندارد، پس خطر بروز عوارض جانبی شدید نیز در آن کم است.
- برای آنهایی که در وضعیت خود تحمل دارو ندارند، می تواند درمانی جایگزین باشد.
- وقتی داروها خوب جواب نمی دهند، می تواند گزینه دیگری باشد.
- در برخی شرایط هنگام بارداری، می تواند جایگزین داروها باشد.
- به افراد کمک می کند کنترل سلامتی خود را بدست گیرند.

¹ biofeedback

انواع بیوفیدبک.

مشاور شما ممکن است بسته به نوع مشکلات سلامتی و اهداف تان، از روش های گوناگونی استفاده کند. انواع بیوفیدبک عبارتند از: **امواج مغزی**. این نوع از درمان، از سنسورهای پوستی همراه با الکتروانسفالوگرافی (EEG) برای نظارت بر امواج مغزی تان استفاده می کند.

تنفس. در طول بیوفیدبک تنفسی، نوارهایی در اطراف شکم و سینه شما قرار داده می شود تا میزان و الگوی تنفس شما را زیر نظر داشته باشد.

ضربان قلب. این نوع، از سنسورهای انگشتی یا نرمه گوش همراه با وسیله ای برای تشخیص تغییرات حجم خون (فتوپلتیسموگرافی) استفاده می کند. یا اینکه سنسورهایی روی سینه، پشت یا مچ دست شما قرار می گیرند، تا ضربان قلب و نحوه تغییرات آن را اندازه گیری کنند.

انقباض ماهیچه. این نوع، شامل قرار دادن سنسورهایی بر روی ماهیچه های اسکلتی شما همراه با یک الکترومیوگرافی (EMG) برای نظارت بر فعالیت های الکتریکی ناشی از انقباض ماهیچه ها است.

فعالیت غده تعریق. سنسورهای متصل به انگشتان یا بر روی کف دست یا مچ شما همراه با الکترومیوگرافی (EDG) فعالیت غده تعریق و مقدار عرق موجود بر روی پوست شما را اندازه گیری می کنند و به شما در مورد اضطراب موجود هشدار می دهند. دما. سنسورهای متصل به انگشتان و یا پاهای شما جریان خون جاری در پوست شما را اندازه گیری می کنند. از آنجا که وقتی استرس دارید، درجه حرارت بدن افت می کند، سنسورها می توانند شما را ترغیب کنند که تکنیک های تمدد اعصاب را شروع کنید.

رایج ترین تکنیک های بیوفیدبک عبارتند از:

بیوفیدبک دمایی پوست. بیوفیدبک دمایی پوست، که همچنین تحت عنوان بیوفیدبک ترمال نیز نامیده می شود، رایج ترین تکنیک بیوفیدبک است. بیوفیدبک حرارتی بر آموزش شما در تغییر درجه حرارت دست تمرکز دارد. یک رزیستور به یکی از انگشتان اصلی دست شما متصل می شود. تغییرات دمایی با دقت یک دهم درجه ثبت و از طریق یک صفحه نمایش دیجیتالی به شما بازگردانده می شود. وظیفه شما افزایش یا کاهش درجه حرارت دستتان است. استفاده از آرامش بخش های حرارتی برای تغییر دمای بدن یکی از اولین تکنیک های بیوفیدبکی است که برای درمان به کار می رود. محققان دریافته اند که این روش خاص در درمان پدیده رینود و سردردهای میگرنی مفید بوده است.

بیوفیدبک تنش ماهیچه ای EMG. بیوفیدبک تنش ماهیچه ای EMG در مورد آنچه که در یک گروه خاص از ماهیچه ها، برای مثال در پیشانی و یا ساعد، رخ می دهد، هشدار می دهد. این بازخورد معمولاً هم دیداری (نمایش دیجیتالی) و هم شنیداری (صدای کلیک) است. با این بازخورد، شما می توانید یاد بگیرید که به طور داوطلبانه گروهی از ماهیچه ها را آرام کنید. زمانی که ماهیچه ها منقبض می شوند، مجموعه ای از امواج الکتریکی به فیبرهای عضلانی هدایت می شوند. با کاهش فعالیت الکتریکی، آرامش ماهیچه ها بیشتر می شود. با بیوفیدبک EMG، فعالیت الکتریکی ماهیچه با استفاده از الکترودهای موجود بر روی پوست که مستقیماً در بالای ماهیچه ها قرار گرفته اند، اندازه گیری می شود. سپس اطلاعات به شما بازخورد می شوند. هدف

شما کاهش (یا افزایش) این فعالیت الکتریکی و در نتیجه یادگیری کنترل تنش ماهیچه ای است. این کار به ویژه برای سردرد، اضطراب، ترس و بی خوابی مفید است.

بیوفیدبک الکتروانسفالوگرام (EEG).

✓ بازخورد عصبی^۱ یا نوروفیدبک در اصل، نوعی بیوفیدبک است که با استفاده از ثبت امواج الکتریکی مغز و دادن بازخورد به فرد تلاش می کند که نوعی خودتنظیمی را به آزمودنی آموزش دهد. بازخورد، به طور معمول از راه صدا یا تصویر به فرد ارائه می شود و از این طریق، فرد متوجه می شود که آیا تغییر مناسبی را در فعالیت امواج مغزی خود ایجاد کرده است یا خیر.

✓ در نوروفیدبک، حسگرهایی که الکتروود نامیده می شوند، بر روی پوست سر بیمار قرار می گیرند. این حسگرها، فعالیت الکتریکی مغز فرد را ثبت و در قالب امواج مغزی (در اغلب موارد به شکل شبیه سازی شده در قالب یک بازی کامپیوتری یا فیلم ویدئویی) به او نشان می دهند. در این حالت، پخش فیلم یا هدایت بازی کامپیوتری بدون استفاده از دست و تنها با امواج مغزی شخص انجام می شود.

✓ به این شکل، فرد با دیدن پیشرفت یا توقف بازی و گرفتن پاداش یا از دست دادن امتیاز یا تغییراتی که در صدا یا پخش فیلم به وجود می آید، پی به شرایط مطلوب یا نامطلوب امواج مغزی خود برده و سعی می کند تا با هدایت بازی یا فیلم، وضعیت تولید امواج مغزی خود را اصلاح کند.

✓ اینکه چه امواجی در مغز افزایش و چه امواجی کاهش یابند، کاملاً بستگی به مشکل هر فرد دارد و درمانگر آن را در طول جلسه تنظیم می نماید. از این روش می توان به منظور بهبود اختلالاتی چون بیش فعالی/کمبود توجه، ناتوانی های یادگیری، صرع، هراس و اختلالات اضطرابی، اختلالات مربوط به سوء مصرف مواد، افسردگی، مدیریت استرس، میگرن، سندرم تور و اختلالات خواب استفاده کرد. این روش تحت عنوان EEG بیوفیدبک، نوروفیدبک و آموزش مغز نیز شناخته می شود.

واکنش پوستی گالوانیک (GSR)^۱. نشان دهنده فعالیت غده تعریق و تغییرات در سیستم عصبی سمپاتیک است. در مواقع اضطراب میزان تعریق بالا می رود. این رطوبت، رسانایی الکتریکی بین دو نقطه روی پوست را افزایش می دهد. یک بیوفیدبک GSR این تغییرات را تشخیص می دهد و آن ها را از طریق سیگنال بصری یا شنوایی به شما می دهد. این نوع از بیوفیدبک برای درمان اضطراب و فشار خون، مفید است.

آزمایش پاسخ گالوانیکی پوست. ابتدا آزمودنی را در شرایط آرامش در فاصله و پشت به دستگاه می نشانیم. توجه داشته باشیم که دست آزمودنی و سطح فلزی الکتروودها نیز قبلاً با الکل یا هر پاک کننده دیگری کاملاً تمیز شده باشند (در صورت لزوم از ژله مخصوصی نیز استفاده می شود). دست آزمودنی را روی یک میز یا سطح صاف دیگری قرار می دهیم که حرکت نداشته باشد، زیرا با هر حرکت و یا صحبت کردن آزمودنی سطح مقاومت گالوانیکی پوست تغییر می کند. قبل از انجام آزمایش بایستی به دو نکته توجه داشته باشیم: یکی در فاصله زمانی هر دو ثانیه یک تحریک هیجانی ایجاد کنیم و دیگر این که پس از هر محرک منتظر بمانیم تا سطح مقاومت گالوانیکی پوست آزمودنی به حالت اول قبل از تحریک باز گردد، با توجه به این که در این سطح در جهت افزایش پیش می رود این آزمایش را می توانیم در چهار موقعیت به ترتیب زیر انجام دهیم:

¹ Galvanic Skin Response

موقعیت اول: (حساب ذهنی). در این موقعیت از آزمودنی می خواهیم تا یک یا چند عمل ریاضی ضرب یا تقسیم را به طور ذهنی انجام دهد. چنان چه آزمودنی حداکثر تلاش خود را در این کار ذهنی داشته باشد، می توان شاهد یک پاسخ گالوانیکی باشیم.

موقعیت دوم: (ایجاد صدای قوی و ناگهانی). در این موقعیت بدون این که آزمودنی متوجه شود، یک صدای قوی یا ناگهانی (با انداختن یک شیئی فلزی یا حلبی خالی به زمین، به هم زدن شدید دست ها، در کردن یک تپانچه دستی) ایجاد می کنیم و انتظار داریم با توجه به غیر منتظره بودن این صدای قوی واکنش گالوانیکی پوست آزمودنی تغییر کند.

موقعیت سوم: (ایجاد حالت فشار روانی و تشویق). در این موقعیت به آزمودنی می گوییم که می خواهیم آستانه درد و تحمل شما را با این سوزن مطالعه کنیم و عملاً سوزن را به او نشان می دهیم. با تماس واقعی سوزن به گردن آزمودنی پاسخ گالوانیکی تغییر می کند.

موقعیت چهارم: (تداعی آزاد). در این موقعیت یک آزمون تداعی آزاد کلمات را به کار می بریم. در این لیست ۲۵ کلمه ای تعداد ۱۸ کلمه ظاهراً خنثی مانند هویج، کتاب، صندلی و تعداد هفت کلمه دیگر که بار عاطفی دارند مانند بوسه، مادر، نوازش، امتحان، خودکشی و ... در نظر می گیریم. پس از ادای هر کلمه زمان سنج را به کار می اندازیم و به محض پاسخ آزمودنی این مدت زمان را یادداشت می کنیم و به همین ترتیب ۲۵ کلمه را با آرامش و با فاصله زمانی مناسب، یعنی پس از دریافت پاسخ آزمودنی، یک به یک ارائه می دهیم. به طور هم زمان برای هر کلمه تغییر نور در پاسخ گالوانیکی پوست را نیز یادداشت می کنیم.