

فصل اول

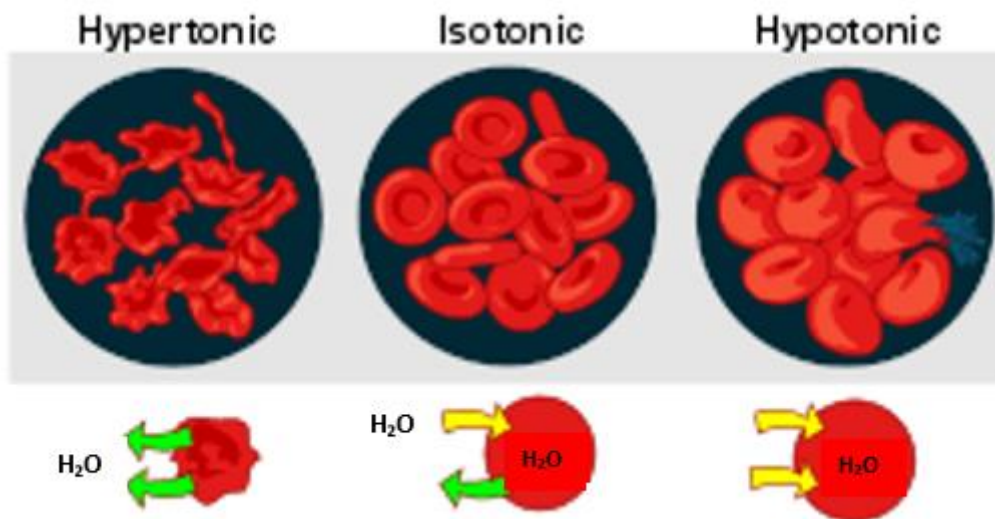
نقل و انتقالات از غشای سلول

ترکیب مولکولی غشای سلول باعث می شود تا غشاء نسبت به عبور مواد نفوذپذیری انتخابی داشته باشد بطوری که، مواد غذایی و مقادیر مناسبی از یون ها و مواد زائد حاصل از متابولیسم می توانند از غشای سلول عبور کنند اما پروتئین ها و برخی از مواد دیگر نمی توانند براحتی از غشاء عبور نمایند. انتقال از غشاء به دو روش انجام می شود: غیر فعال (انتشار) و فعال. در فرایند انتشار، مواد در جهت شیب غلظت خود از سمتی که غلظت بالاتر است به سمتی که غلظت پایین تر است، انتشار می یابند. پدیده انتشار ناشی از حرکت جنبشی ذرات می باشد. ذرات معلق در مایع یا گاز به دلیل داشتن انرژی جنبشی، مدام در حال حرکت می باشند. این حرکت که به حرکت براونی یا پدیز (Brownian motion or pedesis) شهرت دارد، فقط در دمای صفر مطلق (273- درجه سانتی گراد) متوقف می گردد. به دلیل اینکه در ناحیه غلیظ ذرات بیشتری وجود دارند، تعداد ذراتی که به سمت ناحیه رقیق حرکت می کنند بیشتر از ذراتی است که از ناحیه رقیق به سمت ناحیه غلیظ حرکت می کنند. بنابراین گفته می شود که انتشار خالص در جهت شیب غلظت یعنی از ناحیه غلیظ به ناحیه رقیق انجام می شود. انتشار به دو روش ساده و تسهیل شده صورت می گیرد. در انتشار ساده، آب و مواد محلول در آب از طریق کانال ها، و مواد محلول در چربی از طریق دو لایه لیپیدی منتقل می شوند. در انتشار تسهیل شده، پروتئین های ناقل بدون صرف انرژی عمل انتقال را انجام می دهند.

در پدیده انتقال فعال، مواد در خلاف جهت شیب غلظت خود، از ناحیه غلیظ به ناحیه رقیق منتقل می شوند. انتقال فعال به دو صورت اولیه و ثانویه صورت می گیرد. انتقال فعال اولیه با صرف مستقیم انرژی (ATP) همراه است و توسط پمپ های پروتئینی انجام می شود در حالی که انتقال فعال ثانویه توسط ناقل های پروتئینی انجام گرفته و به صورت غیر مستقیم از انرژی استفاده می شود. به بیان دیگر، انتقال فعال ثانویه وابسته به انتقال فعال اولیه می باشد (1,2).

آزمایش 1-1: بررسی پدیده اسمز یا آزمایش شکنندگی اسمزی (Osmotic fragility test = OFT)

اسمز (Osmosis) نوع خاصی از انتشار است که در آن، آب در جهت شیب غلظت خود یا در خلاف جهت شیب غلظت ماده محلول جابجا می شود. پدیده اسمز زمانی رخ می دهد که دو محلول با غلظت های متفاوت، توسط یک غشای نیمه تراوا که به آب نفوذپذیر اما به ماده مورد نظر نفوذ ناپذیر است، جدا شده باشند. در چنین شرایطی، مولکول های آب از غشاء عبور کرده و وارد محلولی که غلظت بیشتری دارد، می شوند. این حرکت خالص آب، اسمز نامیده می شود و نیرویی که آب را از عرض غشا عبور می دهد، فشار اسمزی نام دارد. میزان فشار اسمزی به اختلاف تعداد ذرات موجود در دو طرف غشاء بستگی دارد. هر قدر تعداد ذرات در یک طرف بیشتر از طرف مقابل باشد، فشار اسمزی هم در آن طرف بیشتر خواهد بود. فشار اسمزی را می توان از فرمول $\pi = nRT (C_1 - C_2)$ به دست آورد، که در آن π = فشار اسمزی بر حسب اتمسفر، n = تعداد یون های موجود در هر مولکول ماده حل شونده، T = دما بر حسب درجه کلوین، R = ثابت گازها برابر با 0/082 و $(C_1 - C_2)$ = شیب غلظت بر حسب مول بر لیتر است (3).



شکل 1-1. رفتار گلبول های قرمز در مجاورت غلظت های مختلف محلول کلرور سدیم

برای انجام آزمایش اسمز غالباً از گلبول های قرمز خون استفاده می شود. در محیط ایزوتونیک، اندازه سلول ها طبیعی است (شکل 1-1). در محیط هیپوتونیک که فشار اسمزی کمتر از داخل سلول است، آب وارد سلول شده و سلول متورم می شود و در صورتی که تورم سلول (Swelling) از حدی بیشتر شود، سلول پاره شده (Lysis) و محتویات آن در محلول پراکنده می شوند (4). هنگامی که گلبول های یک فرد سالم در محلول های نمکی هیپوتونیک با غلظت 0/45 درصد قرار می گیرند، همولیز (پاره شدن گلبول های قرمز) شروع شده و در غلظت 0/35 درصد همولیز کامل می شود. در بعضی بیماری ها، شکنندگی غشای گلبول ها افزایش یافته و قدرت تحمل محیط های هیپوتونیک کاهش می یابد. در محیط هیپرتونیک که فشار اسمزی بیشتر از داخل سلول است، آب از سلول خارج شده و سلول چروکیده می شود (Shrinkage).

هدف انجام آزمایش: بررسی ماکروسکوپی و میکروسکوپی رفتار گلبول های قرمز خون انسان در مجاورت غلظت های مختلف محلول کلرور سدیم. این آزمایش، روشی غیر مستقیم برای ارزیابی نسبت سطح به حجم گلبول های قرمز است.

مواد و وسایل لازم: خون حاوی ماده ضد انعقاد، محلول 2٪ کلرور سدیم، آب مقطر، 6 عدد لوله آزمایش، جا لوله ای، پی پت (1 و 2 و 5 میلی لیتری)، میکروسکوپ نوری، سمپلر و سر سمپلر و ماژیک.

روش انجام آزمایش

1. در لوله های آزمایش 1 تا 5 بر اساس جدول 1-1، محلول کلرور سدیم و آب مقطر بریزید (4).
2. پنج میلی لیتر محلول مجهول X را در لوله آزمایش شماره 6 ریخته و در کنار بقیه لوله ها قرار دهید.
3. بوسیله سمپلر، 50 میکرو لیتر خون در هر یک از لوله های آزمایش ریخته و به آرامی مخلوط کنید.
4. غلظت (درصد) محلول کلرور سدیم حاصل در هر لوله آزمایش را مطابق رابطه زیر محاسبه کرده و در ستون پنجم جدول یادداشت کنید. $C_1V_1 = C_2V_2$. در این معادله، $C_1 = 2\%$ (غلظت محلول کلرور سدیم استفاده شده)، $V_1 =$ حجم کلرور سدیم استفاده شده در هر لوله آزمایش، $V_2 = 5$ میلی لیتر و C_2 مجهول می باشد.

5. در غلظت های حاصل، به نظر شما هر یک از لوله های آزمایش محتوی چه محلولی هستند (هیپوتونیک، ایزوتونیک و یا هیپرتونیک)؟ نظریات خود را در ستون ششم جدول یادداشت کنید.
6. لوله های آزمایش را به دقت نگاه کنید و مشاهدات عینی خود را در مورد کدورت محلول ها بعد از افزودن خون در جدول یادداشت کنید.
7. یک قطره از هر لوله بردارید و روی لام قرار دهید و با استفاده از عدسی 40 میکروسکوپ، صحت مشاهدات خود را بررسی نمایید. نظر نهائی خود را در مورد وضعیت گلبول ها در ستون مربوط به نتیجه میکروسکوپی یادداشت کنید.

جدول 1-1. آزمایش شکنندگی گلبول های قرمز													
شماره لوله	حجم محلول NaCl (2%)	حجم آب مقطر	خون	غلظت (%) محلول NaCl $C_1V_1=C_2V_2$	پیش بینی محیط محلول			نتیجه مشاهده عینی	نتیجه مشاهده میکروسکوپی				
					هیپوتونیک	ایزوتونیک	هیپرتونیک	شفاف	کدر	بدون سلول	سلول طبیعی	سلول متورم (Swelling)	سلول چروکیده (Shrinkage)
1	0/25 ml	4/75 ml	50 μ L										
2	1 ml	4 ml	50 μ L										
3	1/5 ml	3/5 ml	50 μ L										
4	2/25 ml	2/75 ml	50 μ L										
5	5 ml	0 ml	50 μ L										
6	ماده ی مجهول 5 ml		50 μ L										

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

1. در آزمایش شکنندگی، چرا از گلبول قرمز استفاده می کنند؟
2. کاربرد بالینی OFT چیست؟
3. نام یک بیماری که OFT در آن افزایش می یابد و نام یک بیماری که OFT در آن کاهش می یابد را با ذکر علت بیان کنید؟

بررسی نقل و انتقالات غشاء با استفاده از نرم افزار PhysioEx

آزمایش 2-1. انتشار ساده

هدف انجام آزمایش: درک این نکته که انتشار یک فرایند غیر فعال و وابسته به شیب غلظت است - درک رابطه بین وزن مولکولی و اندازه مولکول - درک چگونگی تأثیر غلظت محلول و وزن مولکولی روی سرعت انتشار.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 1 و سپس Activity 1 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطرح شده پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. چه نیرویی باعث انتشار می شود؟

ATP (a) انرژی جنبشی مولکول ها (b) پروتئین های ناقل در غشاء (c) خود غشاء (d)

2. در پدیده انتشار، جهت حرکت مولکول ها چگونه است؟

(a) از غلظت بالا به پایین (b) از غلظت پایین به بالا (c) در هر دو جهت (d) در خلاف جهت شیب غلظت

3. کدام یک از عشاهاى زیر منافذ بزرگتری دارند؟

20 MWCO (a) 50 MWCO (b) 100 MWCO (c) 200 MWCO (d)

4. عدد آووگادرو یک ثابت برای است.

(a) مول ها (b) مولکول ها (c) میلی لیترها (d) اتم ها

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 2-1 صفحه ای باز می شود.

1. در سمت راست صفحه، غشای 20 MWCO را انتخاب و با موس به فضای بین دو ظرف منتقل کنید.

2. با کلیک روی گزینه (+) در سمت چپ، 9 mM NaCl را انتخاب و با کلیک روی Dispense، ظرف سمت چپ را با آن پر کنید.

3. روی Deionized water و سپس روی Dispense کلیک کنید تا ظرف سمت راست با آب پر شود.

4. گزینه Start را انتخاب کنید تا عمل انتشار انجام شود. پس از 10 ثانیه، تغییرات غلظت NaCl در کنار هر ظرف نمایش داده می شود (10 ثانیه در اینجا نشان دهنده یک ساعت زمان واقعی است).

5. Record data را انتخاب کنید تا نتایج در جدول ثبت شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

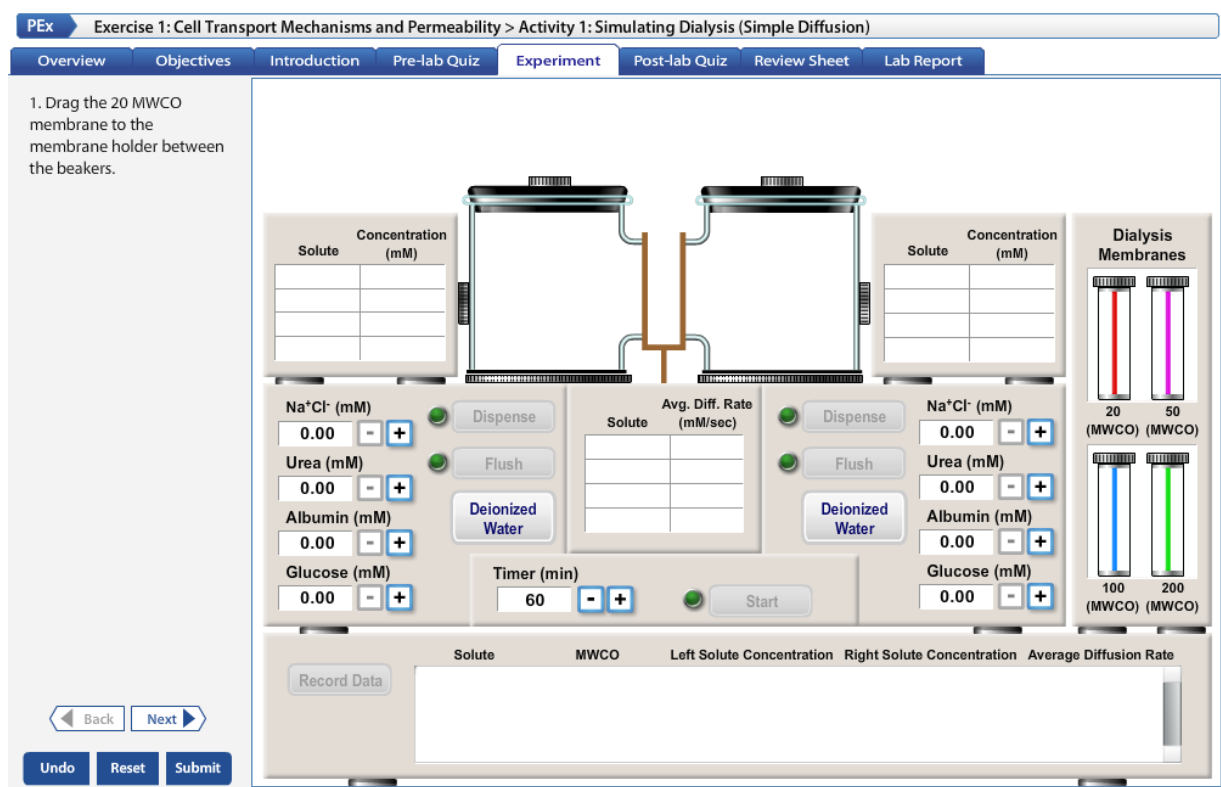
● به چه دلیل NaCl از سمت چپ به راست انتشار نمی یابد؟

(a) زمان کافی برای انتشار وجود ندارد. (b) بار الکتریکی سدیم از انتشار آن جلوگیری می کند.

- (c) منافذ غشاء خیلی کوچک است. (d) نیاز به شیب غلظت بالاتری می باشد.
6. گزینه Flush در زیر هر ظرف را انتخاب کنید تا برای مرحله بعدی آماده شوید.

سؤال پیش بینی 1:

- وزن مولکولی اوره 60/07 است. آیا اوره از غشای 20 MWCO عبور می کند؟
- (a) بلی بسیار کند (b) بلی به سرعت (c) خیر اصلاً



شکل 1-2. صفحه کار در آزمون شبیه سازی انتشار ساده

- 7-10. اکنون با انتخاب غلظت 9 mM اوره، تمام مراحل فوق را تکرار نمایید.
11. غشای 20 MWCO را بجای خود بازگردانده و Flush را انتخاب کنید تا برای مرحله بعدی آماده شوید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- گلوکز یک قند 6 کربنی و آلبومین یک پروتئین با 607 اسید آمینه است. میانگین وزن مولکولی یک اسید آمینه 135 گرم بر مول هست. دلیلی برای عبور این دو ماده از غشای 20 MWCO وجود ندارد چون:
- (a) گلوکز، یک کربوهیدرات مرکب و بزرگ است. (b) گلوکز، یک پروتئین بزرگ است.
- (b) آلبومین، یک قند ساده و خیلی بزرگ است. (d) گلوکز و آلبومین، هر دو خیلی بزرگ هستند.
12. غشای 50 MWCO را به فضای بین دو ظرف منتقل کنید.
- 13-20. به ترتیب، با انتخاب غلظت های 18 mM NaCl و 9 آزمایش را تکرار کنید.

21. غشای 50 MWCO را به محل خود بازگردانید و Flush را بزنید.
22. غشای 100 MWCO را به فضای بین دو ظرف منتقل کنید
- 23-30. به ترتیب با انتخاب غلظت های 9 mM و 9 mM NaCl اوره، آزمایش را تکرار کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- سرعت انتشار اوره
 - (a) بیشتر از سدیم است چون اوره مولکول بزرگتری است.
 - (b) کمتر از سدیم است چون اوره مولکول بزرگتری است.
 - (c) بیشتر از سدیم است چون اوره مولکول کوچکتری است.
 - (d) کمتر از سدیم است چون اوره مولکول کوچکتری است.
- 31. غشای 100 MWCO را به محل خود بازگردانید و Flush را بزنید.

سؤال پیش بینی 2:

- کدام مورد می تواند از غشای 200 MWCO انتشار یابد؟
 - (a) نه گلوکز نه آلبومین
 - (b) هم گلوکز هم آلبومین
 - (c) فقط گلوکز
 - (d) فقط آلبومین
- 32. غشای 200 MWCO را به فضای بین دو ظرف منتقل کنید.
- 33-40. با غلظت 9 mM گلوکز و سپس 9 mM آلبومین، آزمایش را تکرار کنید.
- با کلیک روی گزینه Submit، نتایج را در Lab Report ثبت کنید و سپس به سؤالات Post-lab پاسخ دهید:

1. اثر افزایش غلظت کلرید سدیم در محفظه سمت چپ از 9 به 18 میلی مول بود.
 - (a) کاهش سرعت انتشار
 - (b) افزایش سرعت انتشار
 - (c) عدم تغییر سرعت انتشار
 2. اختلاف مشاهده شده بین سرعت انتشار سدیم و اوره را توجیه کنید؟
 - (a) اوره سریع تر از سدیم انتشار می یابد چون بزرگتر است.
 - (b) اوره سریع تر از سدیم انتشار می یابد چون کوچکتر است.
 - (c) اوره آهسته تر از سدیم انتشار می یابد چون بزرگتر است.
 - (d) اوره آهسته تر از سدیم انتشار می یابد چون کوچکتر است.
 3. کدام یک از مواد زیر از خلال هیچ یک از غشاها عبور نکردند؟
 - (a) گلوکز
 - (b) آلبومین
 - (c) اوره
 - (d) گلوکز و آلبومین
 4. زمانی که انتشار متوقف می شود، می گوئیم محلول به رسیده است.
 - (a) equilibrium
 - (b) saturation
 - (c) concentration
 - (d) maturation
- بعد از پاسخ به سؤالات، می توانید نتایج را در Lab report مشاهده کنید.

آزمایش 3-1. شبیه سازی انتشار تسهیل شده

بعضی مولکول ها به دلیل عدم انحلال در چربی یا داشتن اندازه بزرگ، قادر به عبور از منافذ غشاء نیستند (انتشار ساده) و باید از طریق انتشار تسهیل شده انتقال یابند مانند گلوکز، اسیدهای آمینه و یون ها. برای این منظور، مواد ابتدا با پروتئین های ناقل در غشاء ترکیب شده و سپس به روش انتشار تسهیل شده و بدون صرف انرژی در جهت شیب غلظت منتقل می شوند. در این روش، سرعت انتقال به تعداد پروتئین های موجود در غشاء و شیب غلظت ماده بستگی دارد. اگر تعداد ذرات ماده خیلی زیاد باشد، پروتئین های ناقل می توانند اشباع شوند که در این حالت سرعت انتشار به حداکثر رسیده و با افزایش بیشتر در شیب غلظت، سرعت انتشار بیشتر نخواهد شد.

هدف انجام آزمایش: درک این که بعضی مواد به دلیل اندازه بزرگ و حلالیت کم برای انتقال از غشاء نیاز به پروتئین های ناقل دارند – مشاهده این که چگونه غلظت مواد و تعداد پروتئین های ناقل روی سرعت انتشار تسهیل شده اثر می گذارند – درک این که چگونه پروتئین های ناقل می توانند اشباع شوند.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 1 و سپس Activity 2 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به چهار سؤال مطرح شده پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

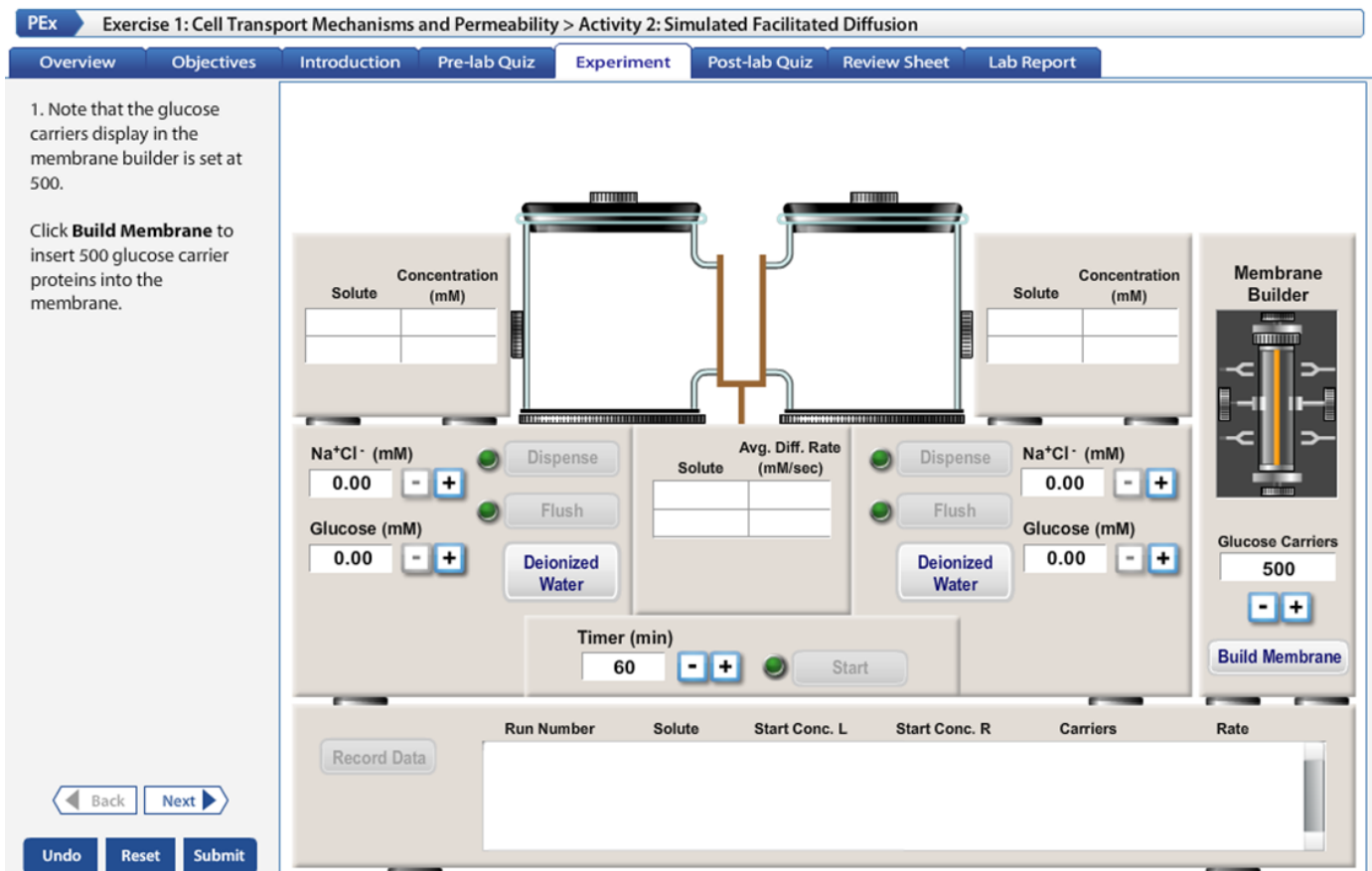
1. مولکول ها برای انتقال از غشاء به یک پروتئین ناقل نیاز دارند چون
(a) محلول در چربی نیستند. (b) محلول در چربی هستند.
(c) خیلی بزرگ هستند. (d) نامحلول در چربی و خیلی بزرگ هستند.
2. کدام یک از گزینه های زیر در مورد انتشار تسهیل شده درست است؟
(a) حرکت، غیر فعال و بر خلاف شیب غلظت است.
(b) حرکت، فعال و بر خلاف شیب غلظت است.
(c) حرکت، غیر فعال و در جهت شیب غلظت است.
(d) حرکت، فعال و در جهت شیب غلظت است.
3. کدام یک از مواد زیر ممکن است نیاز به انتشار تسهیل شده داشته باشند؟
(a) گلوکز (b) سدیم (c) پتاسیم (d) همه موارد
4. کدام مورد زیر روی سرعت انتشار تسهیل شده اثری ندارد؟
(a) مقدار ATP داخل سلولی (b) غلظت مواد (c) تعداد ناقلان غشاء (d) تندی شیب غلظت

روش انجام آزمایش

اکنون گزینه Experiment را انتخاب کنید. توجه داشته باشید، در صفحه ای که باز شده است تعداد ناقلان گلوکز که در غشاء قرار می گیرند روی 500 تنظیم شده است (شکل 3-1).

1. در سمت راست صفحه، Build membrane را کلیک کنید تا پروتئین های ناقل در غشاء قرار گیرند.
2. غشاء را در فضای بین دو ظرف قرار دهید.

3. در سمت چپ با کلیک کردن روی علامت (+) غلظت گلوکز را به 2 mM برسانید و Dispense را انتخاب کنید تا ظرف سمت چپ از این محلول پر شود.
4. غلظت گلوکز در ظرف سمت چپ، در جدولی که کنار آن است نمایش داده می شود. در سمت راست، گزینه Deionized water را انتخاب و سپس Dispense را بزنید تا ظرف سمت راست با آب دیونیزه پر شود.
5. گزینه Start را بزنید تا انتقال شروع شود. با مشاهده غلظت ماده در جدول کنار دو محفظه، می توان مقدار ماده عبور کننده از غشاء را بدست آورد (در اینجا 10 ثانیه معادل 60 دقیقه واقعی است).



شکل 3-1. صفحه کار در آزمون شبیه سازی انتشار تسهیل شده

6. Record data را انتخاب کنید تا نتایج در کادر پایین صفحه نمایش داده شوند.
7. گزینه Flush در زیر هر ظرف را انتخاب کنید و برای مرحله بعدی آماده شوید.
- 8-11. با کلیک روی علامت (+) در سمت چپ، غلظت 8 mM گلوکز را انتخاب و آزمایش را تکرار کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- هنگامی که غلظت گلوکز از 2 به 8 میلی مول می رسد چه اثری روی سرعت انتقال گلوکز دارد؟
 - زیاد می شود.
 - کاهش می یابد.
 - تغییر نمی کند.

12. غشاء را به محل اولیه خود بازگردانید و گزینه Flush را در دو طرف بزنید و برای مرحله بعد آماده شوید.

سؤال پیش بینی 1:

- به نظر شما افزایش تعداد پروتئین های ناقل چه اثری روی سرعت انتقال گلوکز دارد؟
(a) کاهش می یابد. (b) افزایش میابد. (c) تغییر نمی کند.
- 13. در سمت راست با کلیک روی علامت (+) در زیر Glucose carriers، تعداد نافلان گلوکز را به 700 افزایش دهید و روی Build membrane کلیک کنید تا آنها در غشاء قرار بگیرند.
- 14-17. غشاء را با موس به فضای بین دو ظرف انتقال دهید و با استفاده از علامت (+) در سمت چپ، غلظت 2 mM گلوکز را انتخاب و آزمایش را ادامه دهید.
- 18. روی Flush در زیر هر یک از ظرف ها کلیک کنید و برای مرحله بعد آماده شوید.
- 19-22. در سمت چپ، غلظت 8 mM گلوکز را انتخاب و آزمایش را تکرار نمایید.
- 23. غشاء را از فضای بین دو ظرف به محل اول بازگردانید و Flush را در زیر هر ظرف انتخاب کنید تا برای مرحله بعد آماده شوید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- در کدام یک از شرایط ذیل، سرعت انتشار گلوکز سریع تر است؟
(a) هنگامی که 500 ناقل گلوکز وجود دارد و غلظت گلوکز 2 mM است.
(b) هنگامی که 500 ناقل گلوکز وجود دارد و غلظت گلوکز 8 mM است.
(c) هنگامی که 700 ناقل گلوکز وجود دارد و غلظت گلوکز 2 mM است.
(d) هنگامی که 700 ناقل گلوکز وجود دارد و غلظت گلوکز 8 mM است.
- 24. در سمت راست با کلیک روی علامت (-) تعداد ناقلان گلوکز را به 100 کاهش دهید و با کلیک کردن روی Build membrane، آن ها را در غشاء قرار دهید.
- 25-28. غشاء را به فضای بین دو ظرف منتقل کنید و آزمایش را طبق دستورات قبلی ادامه دهید.
- 29. غشاء را به محل اولیه بازگردانید و با زدن Flush برای مرحله بعد آماده شوید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- به نظر شما چرا تعادل برقرار نمی شود؟
(a) شیب غلظت خیلی کم است.
(b) پروتئین های غشاء اشباع شده اند.
(c) گلوکز باید به همراه ماده دیگری منتقل شود. (d) انرژی کافی موجود نبوده است.
- 30. تعداد ناقلان گلوکز را به 700 افزایش دهید و با انتخاب Build carriers، آنها را در غشاء قرار دهید.

سؤال پیش بینی 2:

- به نظر شما اضافه کردن NaCl چه اثری روی سرعت انتقال گلوکز خواهد داشت؟
(a) سرعت انتقال افزایش می یابد. (b) سرعت انتقال کاهش می یابد. (c) سرعت انتقال تغییر نمی کند.

31-34. غشاء را به فضای بین دو ظرف منتقل کنید و آزمایش را ادامه دهید.

گزینه Submit را انتخاب کنید تا نتایج در Lab report ثبت شوند و سپس به Post-lab quiz پاسخ

دهید:

1. چه متغیرهایی، سرعت انتشار تسهیل شده گلوکز را افزایش می دهند؟
(a) افزایش غلظت گلوکز
(b) افزایش تعداد ناقلان غشاء
(c) اضافه کردن NaCl
(d) گزینه های a و b
2. در انتشار تسهیل شده، افزایش غلظت گلوکز در یک سمت غشاء، همان.....
(a) کاهش دادن شیب غلظت است
(b) افزایش دادن شیب غلظت است.
(c) اضافه کردن ATP است.
(d) تغییر جهت انتشار است.
3. هنگامی که همه ناقلان غشاء وارد عمل می شوند می گوییم که آن ها شده اند.
(a) saturated (b) satiated (c) inhibited (d) selected
4. NaCl اثری روی انتقال گلوکز نداشت چون
(a) گلوکز و سدیم در خلاف جهت هم منتقل می شوند. (b) در اینجا برای انتقال گلوکز به سدیم نیازی نیست.
(c) در اینجا سدیم به صورت فعال منتقل می شود. (d) پروتئین های غشاء اشباع شده اند.
بعد از پاسخ به این سؤالات می توانید نتایج را در Lab report مشاهده کنید.

آزمایش 4-1. شبیه سازی فشار اسمزی

با توجه به آنچه در ابتدای همین فصل در مورد اسمز گفته شد، هر چه غشاء نسبت به مواد نفوذ ناپذیرتر باشد، فشار اسمزی بیشتر خواهد بود.

هدف انجام آزمایش: توضیح دهیم که اسمز یک نوع انتشار خاص است - درک این نکته که اسمز یک فرایند غیر فعال است که بستگی به شیب غلظت آب دارد - توضیح در مورد این که چگونه تونیسیته محلول با تغییر حجم سلول ارتباط دارد - درک شرایطی که روی فشار اسمزی اثر می گذارند.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و در صفحه اصلی روی Exercise 1 و سپس Activity 3 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. کدام یک از جملات زیر در مورد اسمز صحیح است؟
(a) به انرژی نیاز دارد
(b) حرکت در خلاف جهت شیب غلظت آب است.
(c) اسمز یک نوع انتشار است.
(d) اسمز به حرکت مواد اشاره دارد.
2. هنگامی که سلول ها در یک محیط هیپرتونیک قرار می گیرند، کدام یک از حالات زیر اتفاق می افتد؟
(a) آب وارد سلول می شود.
(b) سلول ها متورم می شوند.
(c) سلول ها پاره می شوند
(d) سلول ها چروکیده می شوند.
3. کدام متغیر روی فشار اسمزی اثر می گذارد؟

(a) غلظت مواد غیر قابل انتشار
(b) غلظت مواد قابل انتشار
(c) سرعت انتشار
(d) اندازه منافذ پروتئین های غشاء

4. در یک حرکت خالص آب به داخل سلول وجود دارد.

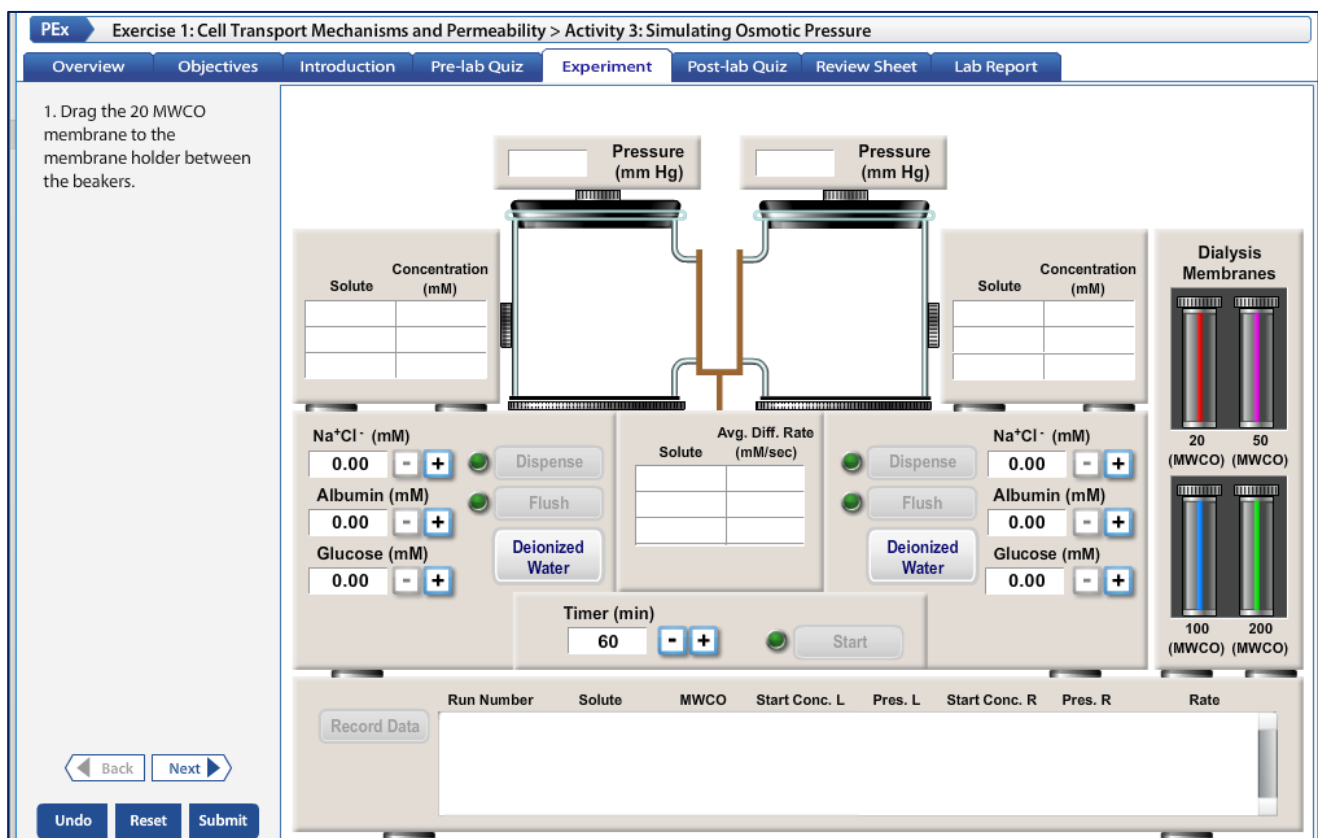
(a) محلول هیپرتونیک (b) محلول هیپوتونیک (c) محلول ایزوتونیک (d) محلول هیپوتونیک

روش انجام آزمایش

اکنون گزینه Experiment را انتخاب کنید. صفحه ای مطابق شکل 1-4 ظاهر می شود.

1. در سمت راست، غشای 20 MWCO را با موس در فضای بین دو ظرف قرار دهید.

2. در سمت چپ با کلیک روی علامت (+)، 5 mM NaCl را انتخاب و با زدن گزینه Dispense، ظرف سمت چپ را پر کنید. در جدول کنار ظرف، غلظت نمایش داده می شود.



شکل 1-4. صفحه کار در آزمون شبیه سازی اسمز

3. در سمت راست با زدن Dionized water و سپس Dispense، ظرف سمت راست را با آب پر کنید.

4. گزینه Start را انتخاب کنید تا اسمز شروع شود. تغییرات فشار اسمزی در دو ظرف در بالای آنها نمایش داده می شود. همچنین با مشاهده غلظت هایی که در کنار دو ظرف نمایش داده شده می توان میزان ماده ای را که عبور کرده تعیین کرد (10 ثانیه در اینجا معادل 60 دقیقه واقعی است).

5. Record data را انتخاب کنید تا نتایج در کادر پایین نمایش داده شود.

6. گزینه Flush را در زیر هر ظرف انتخاب کنید تا برای مرحله بعدی آماده شوید.

به سؤال زیر جواب دهید:

● افزایش غلظت NaCl چه اثری دارد؟

- (a) فشار اسمزی را افزایش می دهد.
- (b) فشار اسمزی را کاهش می دهد.
- (c) سرعت انتشار را افزایش می دهد.
- (d) سرعت انتشار را کاهش می دهد.

7-10. با انتخاب 10 mM NaCl آزمایش را تکرار نمایید.

11. غشاء را به محل اولیه بازگردانید و با زدن Flush در زیر هر ظرف، برای مرحله بعد آماده شوید.

12-15. غشای 50 MWCO را در فضای بین دو ظرف قرار دهید و غلظت 10 mM NaCl را در سمت چپ انتخاب و آزمایش را تکرار کنید.

16. غشاء را به محل اولیه بازگردانید و با زدن Flush در زیر هر ظرف، برای مرحله بعد آماده شوید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● به نظر شما چرا تغییر فشار وجود ندارد؟

- (a) سدیم برای ایجاد فشار بسیار کوچک است.
- (b) سدیم قادر است از طریق منافذ انتشار پیدا کند.
- (c) غلظت سدیم خیلی کم است.
- (d) هیچ سدیمی اضافه نشد

17-20. غشای 100 MWCO را به فضای بین دو ظرف منتقل کنید و با استفاده از علامت (+)، 8 mM گلوکز را در سمت چپ انتخاب کنید و آزمایش را ادامه دهید.

21. گزینه Flush در زیر هر ظرف را انتخاب و برای مرحله بعد آماده شوید.

22. غلظت 8 mM گلوکز را در سمت چپ انتخاب و با زدن گزینه Dispense ظرف را با آن پر کنید.

23-25. برای ظرف سمت راست نیز، مورد قبل را اجرا کنید و آزمایش را ادامه دهید.

26. غشاء را به محل اولیه خود برگردانید و با انتخاب گزینه Flush در زیر هر ظرف برای مرحله بعدی آماده شوید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● چرا فکر می کنید تغییر فشار وجود نداشت؟

- (a) ماده محلول توانست از خلال منافذ غشاء انتشار یابد.
- (b) ماده محلول، فشار اسمزی ایجاد نکرد.
- (c) حرکت خالص آب وجود نداشت چون غلظت مواد در دو طرف یکسان بود.
- (d) هیچ ماده محلولی اضافه نشد.

27. غشای 200 MWCO را به فضای بین دو ظرف انتقال دهید و غلظت 8 mM گلوکز را در سمت چپ انتخاب و با زدن گزینه Dispense، ظرف را پر کنید.

28-30. با انتخاب گزینه های Dionized water و Dispense ظرف سمت راست را با آب مقطر پر کنید و آزمایش را ادامه دهید.

31. گزینه Flush در زیر هر ظرف را انتخاب و برای مرحله بعد آماده شوید.

32. در سمت چپ، 9 mM آلومین را انتخاب و با زدن گزینه Dispense ظرف را پر کنید.

33. در سمت راست نیز 10 mM گلوکز را انتخاب و با زدن گزینه Dispense ظرف را با آن پر کنید.

سؤال پیش بینی 2:

● به نظر شما، نتیجه فشار در شرایط آزمایش حاضر چیست؟

(a) فشار تغییر نمی کند. (b) فشار در سمت راست بالاست (c) فشار در سمت چپ بالاست

34-35. با زدن گزینه Start، آزمایش را ادامه دهید.

با کلیک روی Submit، نتایج را در Lab report ثبت کنید و سپس به Post-lab quiz پاسخ دهید.

1. اگر غلظت یک ماده غیر قابل انتشار که در یک طرف غشاء وجود دارد دو برابر شود، فشار اسمزی

(a) تغییر نمی کند. (b) نصف می شود. (c) دو برابر می شود. (d) صفر می شود.

2. NaCl از کدام غشاء می تواند عبور کند؟

(a) 20 MWCO (b) 50 MWCO (c) 100 MWCO (d) 200 MWCO

3. هنگامی که ماده محلول بتواند از میان غشاء انتشار یابد،

(a) تغییرات حجم اتفاق می افتد. (b) تعادل ایجاد می شود.

(c) جابجایی خالص آب وجود دارد. (d) تغییرات فشار اتفاق می افتد.

4. آب انتشار می یابد.

(a) در خلاف جهت شیب غلظت (b) در جهت دور از ماده محلول

(c) به سمت ماده محلول (d) با صرف انرژی

بعد از پاسخ به این سؤالات، می توانید نتایج را در Lab report مشاهده کنید.

آزمایش 5-1. شبیه سازی پالایش (Filtration) عروقی

هدف انجام آزمایش: درک این که پالایش یک فرایند غیر فعال و وابسته به فشار است – درک این که پالایش یک فرایند انتخابی نیست – توضیح در مورد این که اندازه منافذ غشاء تعیین می کند چه ماده ای از آن عبور کند – توضیح در مورد این که افزایش فشار هیدروستاتیک چه اثری روی سرعت پالایش دارد و چگونه این با وقایع داخل بدن همخوانی دارد – درک رابطه بین وزن مولکولی و اندازه مولکول.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و در صفحه اصلی روی Exercise 1 و سپس Activity

4 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

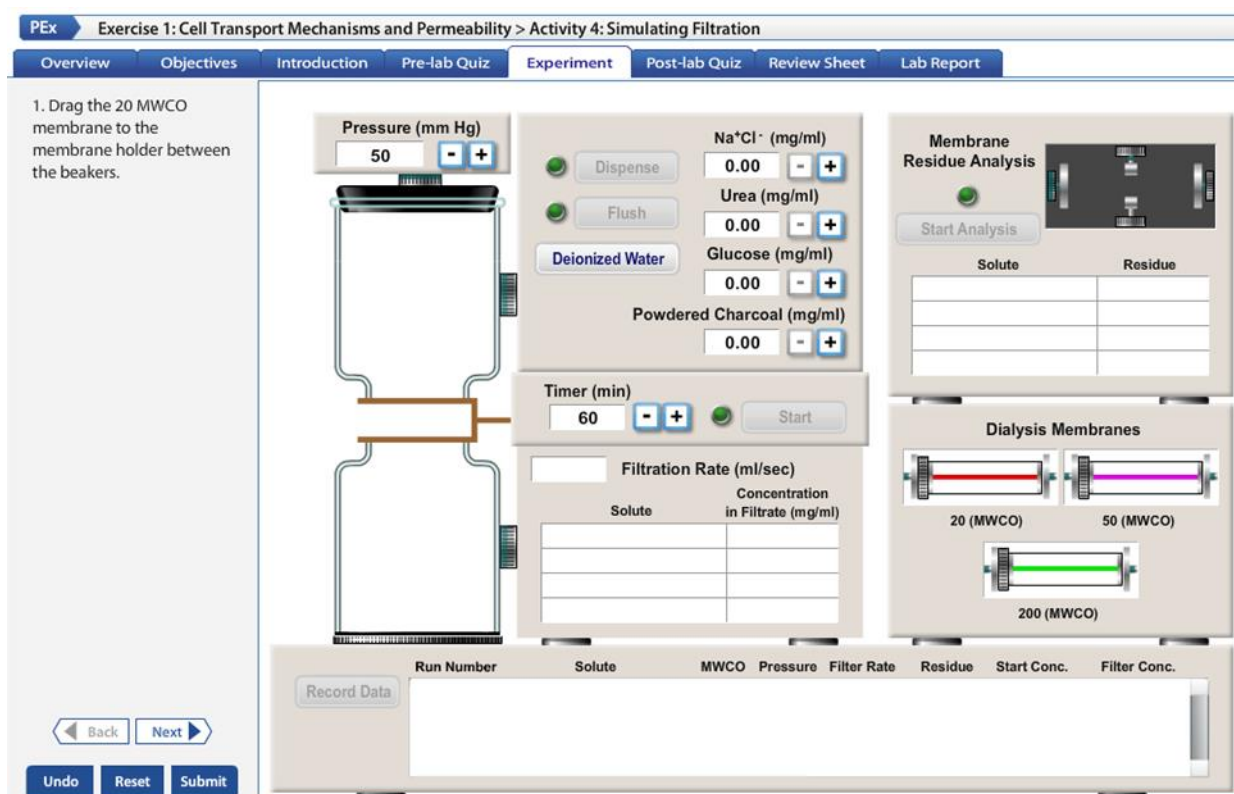
1. پالایش فرایندی است که

- (a) فعال است. (b) نیاز به ATP دارد. (c) غیر فعال است. (d) هم فعال است و هم نیاز به ATP دارد.
2. پالایش به وابسته است.
- (a) شیب غلظت (b) شیب فشار هیدروستاتیک (c) شیب انرژی جنبشی (d) شیب فشار اسمزی
3. آنچه پالایش شده است.
- (a) شامل مایعات است. (b) شامل مواد محلول است. (c) از میان فیلتر عبور می کند. (d) هر سه
4. یک محل مهم در بدن که پالایش در آن صورت می گیرد، کجاست؟
- (a) پوست (b) عضلات (c) تخمدان ها (d) کلیه ها

روش انجام آزمایش

اکنون گزینه Experiment را انتخاب کنید. صفحه ای مطابق شکل 1-5 ظاهر می شود.

1. غشای 20 MWCO را به فضای بین دو ظرف منتقل کنید.
2. با کلیک روی علامت (+) غلظت NaCl، اوره، گلوکز و پودر زغال را به 5 mg/ml افزایش دهید و با انتخاب Dispense، ظرف بالایی را با آن ها پر کنید.



شکل 1-5. صفحه کار در آزمون شبیه سازی پالایش

3. پس از انتخاب Start، محلول از میان غشاء به داخل ظرف پایینی پالایش می شود. با مشاهده غلظت ها در کنار ظرف پایینی می توانید مشخص کنید چه ذراتی از میان غشاء پالایش شده اند. فشار روی 50 میلی متر جیوه و زمان روی 60 دقیقه تنظیم شده است (10 ثانیه در اینجا معادل 60 دقیقه واقعی است).

4. غشای 20 MWCO را به Membrane residue analysis در سمت راست صفحه منتقل کنید و Start analysis را بزنید.

5. Record data را بزنید تا نتایج در کادر پایین صفحه نمایش داده شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● چرا هیچ یک از مواد از غشاء پالایش نشدند؟

(a) فشار خیلی پایین بود.

(b) اندازه مواد بزرگ بود.

(c) غلظت مواد خیلی پایین بود.

(c) انرژی در دسترس نبود.

6. روی غشای 20 MWCO کلیک کنید تا به مکان اولیه بازگردد و با زدن Flush برای مرحله بعد آماده

شوید.

سؤال پیش بینی 1:

● افزایش اندازه منافذ غشاء چه اثری روی سرعت پالایش دارد؟

(a) اثری ندارد.

(b) سرعت پالایش کاهش می یابد.

(c) سرعت پالایش افزایش می یابد.

7-10. غشای 50 MWCO را به فضای بین دو ظرف منتقل کنید. با کلیک روی (+) غلظت NaCl، اوره،

گلوکز و پودر زغال را به 5 mg/ml افزایش دهید و با زدن گزینه Dispense ظرف بالایی را با آن ها پر کنید. همانند قسمت قبل، آزمایش را ادامه دهید.

11. روی غشای 20 MWCO کلیک کنید تا خود به مکان اولیه بازگردد و با زدن Flush برای مرحله بعد

آماده شوید.

12-15. غشای 200 MWCO را به فضای بین دو ظرف منتقل کنید و با انتخاب غلظت 5 mg/ml برای

هر ماده، آزمایش را مشابه قبل ادامه دهید.

16. روی غشای 200 MWCO کلیک کنید تا به مکان اولیه بازگردد و سپس Flush را بزنید و برای

مرحله بعد آماده شوید.

سؤال پیش بینی 2:

● اگر فشار را افزایش دهید چه اتفاقی می افتد؟

(a) سرعت پالایش افزایش می یابد.

(b) غلظت مواد پالایش شده افزایش می یابد.

(c) سرعت پالایش و غلظت مواد پالایش شده افزایش می یابد.

17. در بالای ظرف فوقانی با استفاده از (+) فشار را به 100 میلی متر جیوه برسانید.

18-21. غشای 200 MWCO را به فضای بین دو ظرف منتقل کنید و با افزایش غلظت هر چهار ماده

به 5 mg/ml آزمایش را تکرار کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● افزایش فشار با چه چیزی در بدن مطابقت دارد.

- (a) افزایش ضربان قلب
(b) افزایش دمای بدن
(c) تنفس سریعتر
(d) افزایش فشار خون

با کلیک روی Submit، نتایج را در Lab report ثبت کنید و سپس به Post-lab quiz پاسخ دهید.

1. بعد از پالایش، موادی که از میان غشاء عبور می کنند و فیلتر (Filtrate) نامیده می شوند شامل هستند.

- (a) حلال (b) مواد (c) آب (d) همه موارد

2. ظرف بالایی در این شبیه سازی، نقش را دارد.

- (a) مویرگ خونی (b) دیواره مویرگ خونی (c) فضای میان بافتی (d) لوله (Tubule) کلیوی

3. چرا در هیچ یک از غشاهای محلول NaCl بصورت 100 درصد بازیافت نشد؟

- (a) NaCl خیلی بزرگتر از اندازه منافذ بود.
(b) زمان بیشتری برای پالایش مورد نیاز بود.
(c) مفداری NaCl روی سطح غشاء باقی ماند.
(d) واکنش شیمیایی اتفاق افتاد.

4. افزایش فشار خون در ابتدا احتمالاً چه اثری روی پالایش در کلیه ها دارد؟

- (a) سرعت پالایش را کاهش می دهد.
(b) سرعت پالایش را افزایش می دهد.
(c) پالایش را متوقف می کند.
(d) پالایش را مسدود می کند.

آزمایش 6-1. شبیه سازی انتقال فعال

هدف انجام آزمایش: درک این که انتقال فعال نیاز به انرژی سلولی (ATP) دارد - توضیح در مورد این که چگونه پمپ سدیم-پتاسیم با انتقال این دو یون در خلاف جهت شیب غلظت، تعادل آن ها را حفظ می کند - درک این که انتقال این دو یون با همدیگر جفت می شود - توضیح در مورد این که چگونه حرکت سدیم و پتاسیم مستقل از مواد دیگر مثل گلوکز است.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و در صفحه اصلی روی Exercise 1 و سپس Activity

5 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. حرکت سدیم و پتاسیم که بوسیله پمپ $\text{Na}^+ - \text{K}^+$ صورت می گیرد،

- (a) در خلاف جهت شیب غلظت است.
(b) در جهت شیب غلظت است.

- (c) نیاز به انتشار دارد.
(d) نیاز به انرژی دارد.

(e) نیاز به انرژی دارد و در خلاف جهت شیب غلظت است.

2. پمپ سدیم - پتاسیم به عنوان یک پمپ تقسیم بندی می شود.

- (a) آنتی پورتر (b) سیمپورتر (c) یونیپورتر (d) ایزوپورتر

3. پمپ سدیم - پتاسیم، یون سدیم و یون پتاسیم را هم زمان انتقال می دهد.

(d) 2 و 2

(c) 3 و 3

(b) 3 و 2

(a) 2 و 3

4. موادی که برای جابجایی نیاز به انتقال فعال دارند ممکن است خیلی بزرگ باشند یا باشند.

(b) محلول در چربی

(a) نامحلول در چربی

(d) توانایی حرکت در جهت گرادیان غلظت داشته

(c) خیلی کوچک

روش انجام آزمایش

اکنون گزینه Experiment را انتخاب کنید. صفحه ای مطابق شکل 6-1 ظاهر می شود.

1. توجه کنید که تعداد 500 پمپ برای قرار گیری در غشاء انتخاب شده است. در سمت چپ با استفاده از علامت (+) غلظت NaCl را به 9 mM افزایش دهید و با انتخاب Dispense، محلول را وارد سلول کنید.
2. در سمت راست، غلظت KCl را به 6 mM برسانید و با زدن Dispense، محلول را وارد ظرف کنید.
3. با استفاده از علامت (+) در بالای ظرف، غلظت ATP را به 1 mM برسانید و Dispense ATP را بزنید.

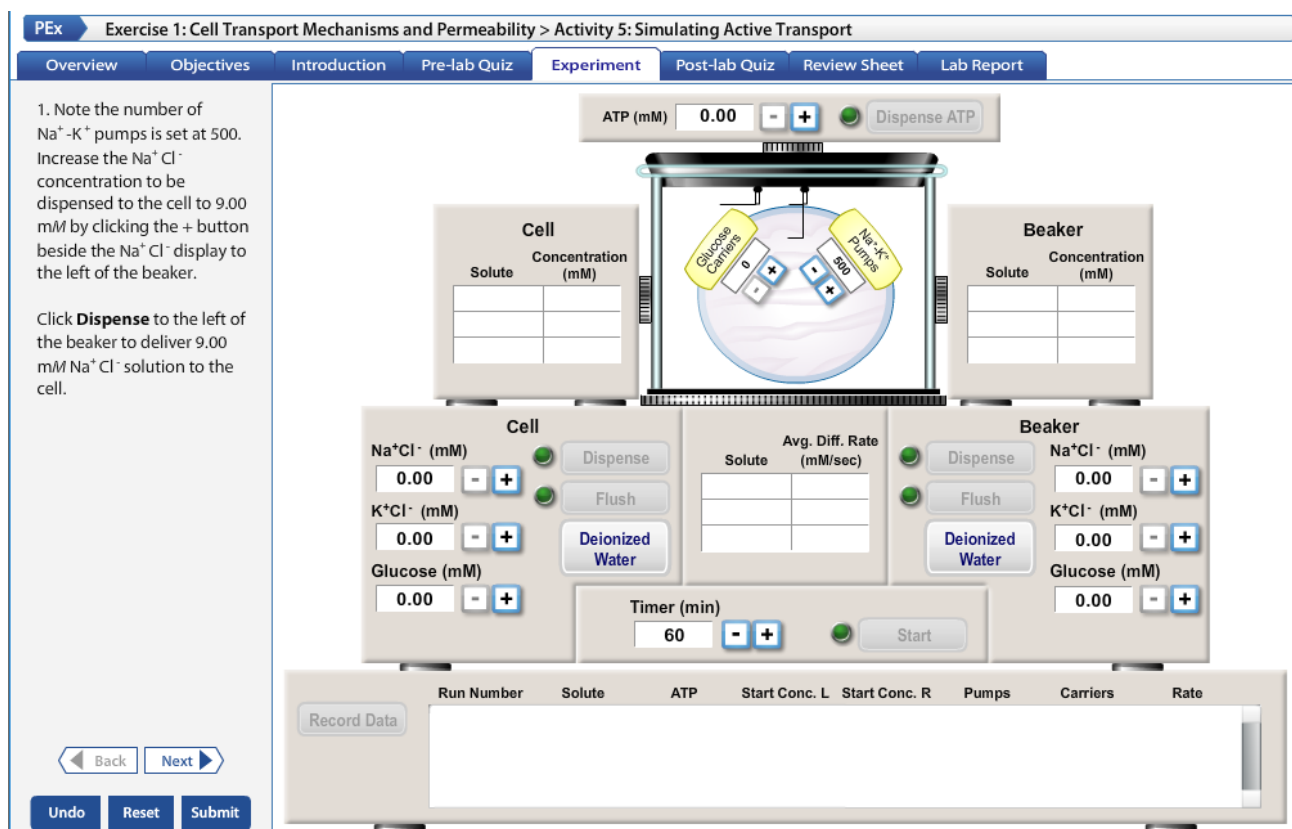
4. بعد از انتخاب کلید Start، انتقال فعال انجام می شود. با مشاهده غلظت های نمایش داده شده در سلول و ظرف، می توانید مقدار ماده منتقل شده را مشخص کنید (10 ثانیه در اینجا معادل 60 دقیقه واقعی است).
5. Record data را کلیک کنید تا نتایج در کادر پایین صفحه نمایش داده شود.
6. Flush را در دو طرف کلیک کنید تا ظرف و سلول تخلیه شوند.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● چرا قبل از این که انتقال تکمیل شود، انتقال سدیم متوقف می شود؟

- (a) تعادل ایجاد می شود. (b) سلول از پتاسیم تخلیه می شود.
(c) ATP تمام می شود. (d) ناقلان گلوکز اضافه نشده است.

7. در سمت چپ، غلظت NaCl را به 9 mM برسانید و با زدن Dispense، آن را وارد سلول کنید.
8. در سمت راست، غلظت KCl را به 6 mM برسانید و با زدن Dispense، ظرف را با آن پر کنید.
9. در بالای ظرف، غلظت ATP را به 3 mM برسانید و گزینه Dispense ATP را بزنید.
- 10-11. Start را بزنید تا انتقال انجام شود و سپس Record data را انتخاب کنید.
12. Flush را در هر دو طرف بزنید و برای مرحله بعد آماده شوید.
13. در سمت چپ، غلظت NaCl 9 mM را انتخاب کنید و با انتخاب Dispense، آن را وارد سلول کنید.
14. در سمت راست، Dionized water را انتخاب کنید و با کلیک روی Dispense، آن را وارد ظرف کنید.
15. در بالای ظرف، غلظت ATP 3 mM را انتخاب کنید و کلید Dispense ATP را بزنید.



شکل 6-1. صفحه کار در آزمون شبیه سازی انتقال فعال

سؤال پیش بینی 1:

- از شرایط این آزمایش چه نتیجه ای می گیرید؟
- (a) سدیم تا حداکثر ممکن منتقل می شود. (b) سدیم تا حدودی منتقل می شود. (c) سدیم اصلاً منتقل نمی شود.

16. Start را بزنید و به غلظت های نمایش داده شده در دو سوی ظرف توجه کنید.

17. Recoed data را بزنید تا نتایج در کادر پایین صفحه نمایش داده شوند.

18. Flush را در هر دو سمت بزنید و برای مرحله بعد آماده شوید.

19. بر روی سلول با زدن علامت (+)، تعداد پمپ سدیم - پتاسیم را به 800 برسانید. در سمت چپ نیز غلظت NaCl را به 9mM برسانید و گزینه Dispense را بزنید تا آن وارد سلول شود.

20. در سمت راست نیز 6 mM KCl را انتخاب کنید و با زدن Dispense، ظرف را با آن پر کنید.

21-23. در بالای ظرف، 3 mM ATP را انتخاب کنید و گزینه Dispense ATP را بزنید آزمایش را ادامه دهید.

به سؤال زیر جواب دهید:

- چرا مواد زودتر به تعادل رسیدند؟
- (a) ATP بیشتری در دسترس بود. (b) غلظت مواد بالاتر بود.

(c) پمپ های بیشتری برای انتقال وجود داشت. (d) گلوکز برای انرژی در دسترس بود.

24. Flush را در دو طرف کلیک کنید و برای مرحله بعد آماده شوید.

25. در حالی که تعداد پمپ سدیم - پتاسیم در غشای سلول روی 800 تنظیم شده است، تعداد ناقلان گلوکز را در غشاء به 400 برسانید. در سمت چپ نیز غلظت NaCl را به 9 mM برسانید و با زدن Dispense، آن را وارد سلول کنید.

سؤال پیش بینی 2:

● به نظر شما اضافه کردن ناقلان گلوکز روی انتقال سدیم یا پتاسیم اثر می گذارد؟

- (a) بلی. روی انتقال هر دو یون اثر می گذارد. (b) بلی. فقط روی انتقال سدیم اثر می گذارد.
(c) بلی. فقط روی انتقال پتاسیم اثر می گذارد. (d) خیر. روی انتقال هیچ کدام اثر نمی گذارد.

26. در سمت راست، غلظت KCl را به 6 و غلظت گلوکز را به 10 mM برسانید و با انتخاب Dispense، ظرف را با آن ها پر کنید.

27-29. در بالای ظرف، غلظت 3 mM ATP را انتخاب کنید و Dispense ATP را بزنید و آزمایش را ادامه دهید.

با کلیک روی Submit نتایج را در Lab report ثبت کنید و سپس به Post-lab quiz پاسخ دهید.

1. در یک غلظت معین سدیم و پتاسیم، در صورتی که مقدار ATP افزایش یابد چه اتفاقی می افتد؟

- (a) این یون ها سریع تر انتقال می یابند. (b) یون های بیشتری منتقل می شوند.
(c) این یون ها آهسته تر انتقال می یابند. (d) یون های کمتری منتقل می شوند.

2. در چه غلظتی از ATP، سدیم و پتاسیم بیشترین میزان انتقال را داشتند.

0 mM (a) 1 mM (b) 2 mM (c) 3 mM (d)

3. افزایش تعداد پمپ های سدیم - پتاسیم چه اثری روی سلول دارد؟

- (a) انتقال یون ها سریع تر انجام می شود. (b) یون های بیشتری در 60 دقیقه انتقال می یابند.
(c) ATP کمتری برای انتقال مصرف می شود. (d) یون ها در جهت شیب غلظت خود حرکت می کنند.

4. اضافه کردن ناقلان گلوکز چه اثری روی انتقال سدیم و پتاسیم دارد؟

- (a) سرعت انتقال افزایش می یابد چون گلوکز با سدیم جفت می شود.
(b) سرعت انتقال افزایش می یابد چون گلوکز با پتاسیم جفت می شود.
(c) تغییری در سرعت انتقال رخ نمی دهد چون گلوکز بطور مستقل انتقال می یابد.
(d) سرعت انتقال کاهش می یابد چون برای انتقال گلوکز، ATP مصرف می شود.
بعد از پاسخ به این سؤالات، می توانید نتایج را در Lab report مشاهده کنید.

فصل دوم

خون

شمارش کامل خون (Complete Blood Count=CBC) یا هموگرام آزمایشی است که اطلاعات کلی در باره سلول های خون فرد ارائه می دهد. این آزمایش شامل شمارش گلبول های سفید (WBC) و قرمز (RBC)، اندازه گیری هماتوکریت (Hct)، هموگلوبین (Hb)، متوسط حجم گلبولی (MCV)، متوسط هموگلوبین گلبولی (MCH)، غلظت متوسط هموگلوبین گلبولی (MCHC)، تعداد پلاکت ها (PLT)، متوسط حجم پلاکتی (MPV) و شمارش افتراقی انواع گلبول های سفید خون (Differential Leukocyte Count=DLC) می باشد.

آزمایش 1-2. شمارش گلبول های قرمز خون (Red Blood Cell= RBC)

گلبول های قرمز وظیفه انتقال اکسیژن را در بدن به عهده دارند که این کار توسط هموگلوبین موجود در آن ها انجام می شود. تعداد طبیعی گلبول های قرمز در مردان 4/5-5/5 میلیون، در زنان 4-5 میلیون و در نوزادان 6-5/5 میلیون است. در نوزادان، تعداد RBC حتی ممکن است به 7-8 میلیون در هر میلی متر مکعب خون برسد. هرگونه کاهش در تعداد گلبول ها یا در میزان هموگلوبین آن ها منجر به عدم کفایت در انجام وظیفه آن ها می شود. کاهش تعداد گلبول های قرمز را کم خونی (Anemia) و افزایش آنها را پُرگلبولی (Polycythemia) می نامند. عمل تحریکی تستوسترون در ترشح اریتروپوئیتین در مردان و عمل مهار استروژن ها در مهار ترشح اریتروپوئیتین در زنان سبب بالاتر بودن RBC (و غلظت هموگلوبین) در مردان نسبت به زنان می شود. تعداد گلبول های قرمز در شرایط کمبود طولانی مدت اکسیژن از قبیل زندگی در ارتفاعات، از دست دادن شدید آب بدن (Dehydration)، شوک، بلافاصله بعد از ورزش و در بیماری های مادرزادی قلب بیشتر از حد طبیعی بوده و در کم خونی ها کمتر از حد طبیعی می باشد. قطر طبیعی گلبول ها حدود 7/5-8 میکرومتر است. در صورتی که قطر گلبول ها، کوچک تر از 6 میکرون باشد میکروسیت و اگر بزرگ تر از 9 میکرون باشد، ماکروسیت نامیده می شوند.

هدف انجام آزمایش: این آزمایش، قسمتی از آزمایش CBC بوده و هدف از آن آشنایی با روش پایه شمارش گلبول های قرمز و مشاهده شکل طبیعی آن ها می باشد. لازم به ذکر است که امروزه آزمایش CBC در آزمایشگاه های طبی با دستگاه های شمارشگر (Cell Counter) پیشرفته انجام می گیرد.

مواد و وسایل لازم: خون وریدی سیتراته، سمپلر و سر سمپلر، لام مخصوص شمارش یا هموسیتومتر، محلول هایم (hayem) برای رقیق کردن خون و دستگاه شمارشگر دستی (Counter). محلول هایم دارای ترکیبات زیر است:

1. آب مقطر 100 میلی لیتر

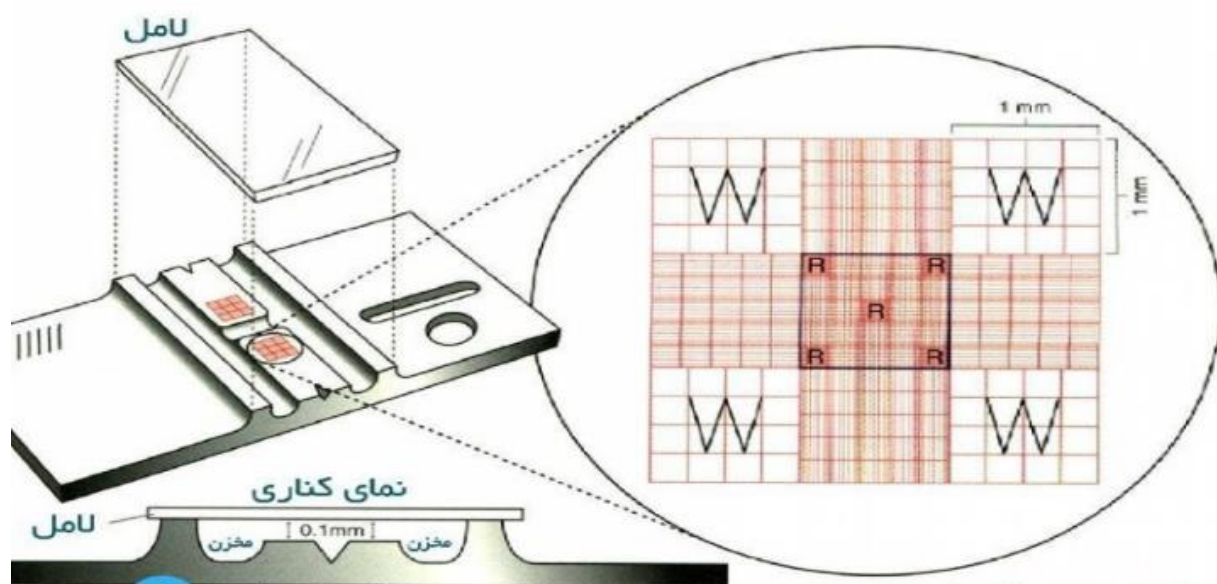
2. کلرید سدیم 0/5 گرم، جهت ایزوتونیک نمودن محیط (جلوگیری از همولیز گلبول ها)

3. سولفات سدیم 0/5 گرم، جهت ایزوتونیک نمودن محیط و جلوگیری از تشکیل rouleau (رولو یا به هم چسبیدن گلبول ها) و دارای اثر ضد انعقادی

4. کلرید جیوه 0/25 گرم، جهت جلوگیری از رشد قارچ ها و باکتری ها در محلول

آشنایی با لام هموسیتومتر

از دو نوع لام هموسیتومتر برای شمارش گلبول ها استفاده می شود، لام نئوبار (Neubar) و لام توما، که ما در آزمایشگاه از لام نئوبار استفاده می کنیم. لام نئوبار در قسمت وسط شامل سه مستطیل مجزا است (شکل 1-2) که دو مستطیل طرفی، یک میلی متر بلند تر بوده و بخش میانی توسط یک شیار به دو قسمت مجزای دیگر تقسیم می شود. هر یک از این دو قسمت دارای یک مربع 3×3 میلی متری است که خود به 9 مربع 1×1 میلی متری تقسیم شده است. از این مربع های 9 گانه، مربع مرکزی به 25 مربع (5×5) متوسط تقسیم می شود که 4 مربع متوسط در گوشه ها و نیز مربع میانی برای شمارش گلبول های قرمز استفاده می شوند (علامت R در شکل 1-2C). هر کدام از مربع های متوسط نیز به 16 مربع کوچک تقسیم شده اند.



شکل 1-2. لام نئوبار

به دلیل اینکه مستطیل های کناری در لام نئوبار یک میلی متر بلندتر از مستطیل میانی هستند، در صورتی که لامل روی لام قرار گیرد یک فضای یک میلی متری بین لام و لامل ایجاد می شود. هرگاه این فضا از مایع پر شود، حجم موجود بین مربع مرکزی و لامل $1 \times 1 \times 0.1 = 0.1$ میلی متر مکعب می باشد (عمق 0.1 میلی متر). لام هموسیتومتر توما همانند لام هموسیتومتر نئوبار است با این تفاوت که فقط دارای مربع مرکزی مخصوص شمارش گلبول های قرمز می باشد.

رقیق کردن خون: خون باید به نسبت $1/200$ با محلول هایم رقیق شود. برای رقیق کردن خون می توان از دو روش زیر استفاده کرد:

الف) استفاده از پیت ملانژور مخصوص شمارش گلبول های قرمز: هر پیت دارای یک قسمت حبابی شکل و یک قسمت موئینه است (شکل 2-2). روی این پیت به ترتیب، سه عدد 0.5 ، 1 و 101 نوشته شده است، به طوری که دو عدد 0.5 و 1 در زیر حباب و 101 در بالای حباب قرار دارند (شکل 2). در داخل حباب، یک گرانول قرمز رنگ برای مخلوط کردن خون با مایع رقیق کننده وجود دارد. این ملانژور می تواند خون را به نسبت 1 به 200 رقیق کند.



شکل 2-2. پیت ملانژور مخصوص شمارش گلبول های قرمز (سمت راست) و گلبولهای سفید (سمت چپ)

ب) استفاده از سمپلر: برای رقیق کردن خون به میزان 1/200 می توان، 0/02 میلی لیتر (20 میکرولیتر) خون را با استفاده از سمپلر برداشته و با 4 میلی لیتر محلول هایم مخلوط کنیم.

روش انجام آزمایش

1. قبل از انجام آزمایش، لام نئوبار را به خوبی تمیز کرده و در زیر میکروسکوپ گذاشته و با استفاده از عدسی 3/2، مربع 3×3 را مشاهده کنید، سپس با عدسی های 10 و 40 به ترتیب، مربع متوسط مرکزی و مربع های کوچک داخل آن را مشاهده کنید.

2. لامل را روی لام نئوبار قرار داده و با استفاده از نوک سمپلر یک قطره از نمونه خون رقیق شده را مطابق شکل 2-3، بین لام و لامل قرار دهید. در صورت استفاده از ملانژور، قطره اول را دور بریزید.

3. دقت کنید سطح زیر لامل کاملاً پر شده باشد اما نباید قطره آنقدر بزرگ باشد که لامل به صورت شناور در آید. یک دقیقه صبر کنید تا گلبول ها در خانه های مخصوص شمارش قرار گیرند.



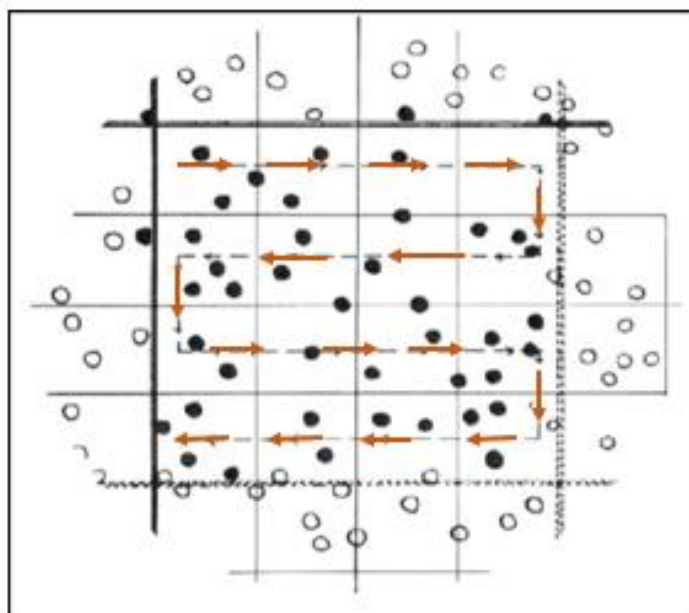
شکل 2-3. نحوه قرار دادن قطره خون رقیق شده بین لام و لامل

4. با استفاده از عدسی 40، گلبول های موجود در مربع های متوسطی که در شکل 1 با علامت R مشخص گردیده را به صورت زیگزاگ مطابق شکل 2-4 بشمارید. بر اساس قانون L، همه گلبول های مرزهای بالا و سمت چپ مربع های مذکور نیز باید شمارش شوند و از شمارش آن هایی که روی دو مرز دیگر قرار دارند صرف نظر کنید.

5. مجموع گلبول های شمرده شده را در ضریب 10000 ضرب کنید تا مقدار آن ها در یک میلی متر مکعب خون (یک میکرولیتر) محاسبه شود. به دلایل زیر از ضریب 10000 استفاده می شود:

الف) خون در ابتدا 200 بار رقیق شده است (0/5 به 100) بنابر این باید نتیجه در 200 ضرب شود (ضریب رقت).

ب) مربع 1×1 مرکزی به 25 مربع متوسط تقسیم شده است. چون از 25 مربع نامبرده فقط 5 مربع شمارش شده اند، نتیجه در 5 ضرب می شود تا کل مساحت 1×1 میلی متر در محاسبه وارد شود (ضریب تعداد).



شکل 4-2. نحوه ی شمارش گلبول های قرمز در لام

ج) مربع بزرگ مرکزی دارای یک میلی متر طول و یک میلی متر عرض است. عمق لایه مایعی که بین لام و لامل قرار می گیرد 0/1 میلی متر می باشد در نتیجه، حجم مایع در زیر مربع مرکزی برابر با 0/1 میلی متر مکعب است. برای تبدیل 0/1 به یک میلی متر مکعب از ضریب 10 استفاده می شود (ضریب حجم).

میزان خطا: میزان خطا با این روش 10-15٪ است. بنابراین در صورتی که 5 میلیون گلبول قرمز در هر میلی متر مکعب خون وجود داشته باشد، خطا در حدود 650000 در هر میلی متر مکعب خواهد بود.

احتیاطات: در هنگام انجام این آزمایش، باید ملاحظات زیر رعایت شود:

1. لام نئوبار را با پارچه غیر کرک دار پاک کنید و بعد از پاک کردن، قسمت مرکزی آن را لمس نکنید، زیرا چربی مانع توزیع درست مایع روی لام می شود. لامل نیز باید همیشه عاری از چربی باشد.
2. بعد از انجام آزمایش، لامل را بیرون انداخته و لام نئوبار را شستشو و خشک نمایید.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

1. RBC ها هسته ندارند آیا سلول های مرده ای هستند؟

2. اساس کار دستگاه های سل کانتر چگونه است؟

3. آنمی چیست و علل آن را بنویسید؟

آزمایش 2-2. شمارش گلبول های سفید خون (White Blood Cell Count)

گلبول های سفید خون (WBC) واحدهای متحرک سیستم ایمنی و بزرگترین سد دفاعی بدن در مقابل تهاجم میکروبی، ویروسی، قارچی، سمی و عوامل بیگانه دیگر هستند. اندازه آنها بزرگتر از گلبول های قرمز بوده ولی تعدادشان از گلبول های قرمز کمتر می باشد و به دلیل نداشتن هموگلوبین بی رنگ هستند. این آزمایش همراه با فرمول لوکوسایتر (تعداد هر کدام از انواع گلبول های سفید در خون) در حالت تب به خصوص تب با علت نامعلوم انجام می شود. تعداد طبیعی گلبول های سفید 4000-11000 در هر میلی متر مکعب خون است. اگر این تعداد کمتر از 4000 باشد به آن لوکوپنی گویند. این کاهش معمولاً مربوط به گرانولوسیت ها بوده و گرانولوسیتوپنیا نامیده می شود.

تقریباً در 95٪ از افراد، تعداد گلبول های سفید در حد طبیعی است. در لوکوپنی فیزیولوژیک، فقط به صورت جزئی تعداد این گلبول ها به پایین تر از 4000 می رسد و این در شرایطی مانند قرار گرفتن در سرمای شدید (زندگی در مناطق قطبی) و هم چنین بعد از عادت ماهیانه در خانم ها مشاهده شده است. لوکوپنی پاتولوژیک عمدتاً به علت کاهش تعداد نوتروفیل ها (نوتروپنی) می باشد، که در بعضی از بیماری ها و یا هنگام درمان با بعضی از دارو ها مانند کلرامفنیکل (تضعیف تولید WBC از مغز استخوان) دیده می شود. اگر تعداد گلبول های سفید بیشتر از 11000 باشد به آن لوکوسیتوز گویند. لوکوسیتوز فیزیولوژیک بدون علامت کلینیکی بوده و در موارد زیر مشاهده می شود: نوزادان تازه متولد شده (تعداد این سلول ها ممکن است به 15000-20000 در هر میلی متر مکعب خون برسد که تا یک سالگی به حد طبیعی بر می گردد)، در طی صرف و هضم غذا (لوکوسیتوز گوارشی)، ورزش، استرس، حاملگی (به خصوص اولین حاملگی)، زایمان و قرار گرفتن طولانی مدت در معرض آفتاب. لوکوسیتوز پاتولوژیک در شرایطی مانند آبسه، آپاندیسیت، ذات الریه، سوختگی ها، خونریزی ها، برونشیت، مننژیت و غیره مشاهده می شود.

لوسمی حالتی است که تعداد گلبول های سفید فرد ممکن است به بالای صد هزار در هر میلی متر مکعب خون برسد. در این حالت، تعداد گلبول های نابالغ زیاد است و به دو صورت میلوئید (افزایش نوتروفیل ها) و لنفوئید (افزایش لنفوسیت ها) دیده می شوند. اشعه رادیو اکتیو، مواد شیمیایی سرطان زا و نقص های ژنتیکی از عوامل مؤثر در ایجاد لوسمی می باشند.

هدف انجام آزمایش: این آزمایش جزئی از آزمایش CBC است و هدف از انجام آن، شمارش گلبول های سفید در هر میلی متر مکعب خون می باشد.

مواد و وسایل لازم: خون وریدی حاوی ماده ضد انعقاد، لام نئوبار، سمپلر و سر سمپلر، محلول مارکانو (Marcano) برای رقیق کردن خون و میکروسکوپ نوری.

محلول مارکانو: به علت کم بودن تعداد گلبول های سفید خون، شمارش آنها در خون کامل در حضور گلبول های قرمز بسیار مشکل است، به همین علت از یک محلول رقیق کننده به نام مارکانو استفاده می شود. این محلول گلبول های قرمز را از بین برده و شمارش گلبول های سفید را امکان پذیر می سازد. محلول مارکانو از ترکیبات زیر ساخته شده است:

1. اسید استیک گلاسیال (1/5 میلی لیتر)، جهت از بین بردن گلبول های قرمز در نمونه خون

2. محلول آبی متیلن 1٪ (1 میلی لیتر)، جهت رنگ آمیزی هسته گلبول های سفید

3. آب مقطر (100 میلی لیتر)

روش انجام آزمایش

ابتدا نمونه ی خون را باید به نسبت 1 به 20 با محلول مارکانو رقیق کنیم. برای رقیق کردن خون در این آزمایش می توان از دو روش زیر استفاده کرد:

(الف) استفاده از پی پت ملانژور مخصوص شمارش گلبول های سفید: پی پت ملانژور شمارش گلبول های سفید (شکل 2-2) مشابه پی پت ملانژور شمارش گلبول های قرمز است، با این تفاوت که به جای گرانول قرمز دارای گرانول سفید بوده و دارای عدد 11 در بالای حباب می باشد. در این آزمایش اگر تا درجه 0/5 خون و تا درجه 11 محلول رقیق کننده بکشیم، رقت خون 0/5 در 10 یا 1 در 20 خواهد بود.

(ب) استفاده از سمپلر (20 میکرولیتر): برای رقیق کردن خون می توان با استفاده از سمپلر، 0/02 میلی لیتر (20 میکرولیتر) خون و 0/4 میلی لیتر محلول مارکانو برداشت و با هم مخلوط کرد.

1. با استفاده از عدسی 3/2 با محیط لام نئوبار آشنا شده و سپس عدسی 10 را روی یکی از مربع های 1×1 که در شکل 2-1 با علامت W مشخص شده تنظیم کنید و سپس برای شمارش از عدسی 40 استفاده نمایید.

2. یک قطره از مخلوط را مطابق روش گفته شده در شمارش گلبول های قرمز، بوسیله سمپلر در فضای بین لام نئوبار و لامل تزریق کنید. در صورت استفاده از ملانژور، قطره اول را دور بریزید.

3. بعد از شمارش سلول ها در هر 4 مربع 1×1، تعداد سلول های شمرده را بر عدد 4 تقسیم کنید تا میانگین تعداد گلبول های سفید در هر مربع بدست آید و سپس میانگین بدست آمده را در ضریب 200 ضرب کنید تا تعداد گلبول های سفید در یک میلی متر مکعب از خون محاسبه شود. ضریب 200، به دلایل زیر استفاده می شود:

(الف) خون در ابتدا 20 برابر رقیق شده است، بنابراین عدد حاصل در 20 ضرب می شود (ضریب رقت).

(ب) طول ضلع هر کدام از مربع های نامبرده یک میلی متر و عمق مایع بین لام و لامل 0/1 میلی متر است بنابراین، حجم مایع $0/1 \text{ mm}^3$ خواهد بود. برای این که تعداد گلبول ها در 1 mm^3 بدست آید باید نتیجه در عدد 10 ضرب شود (ضریب حجم).

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

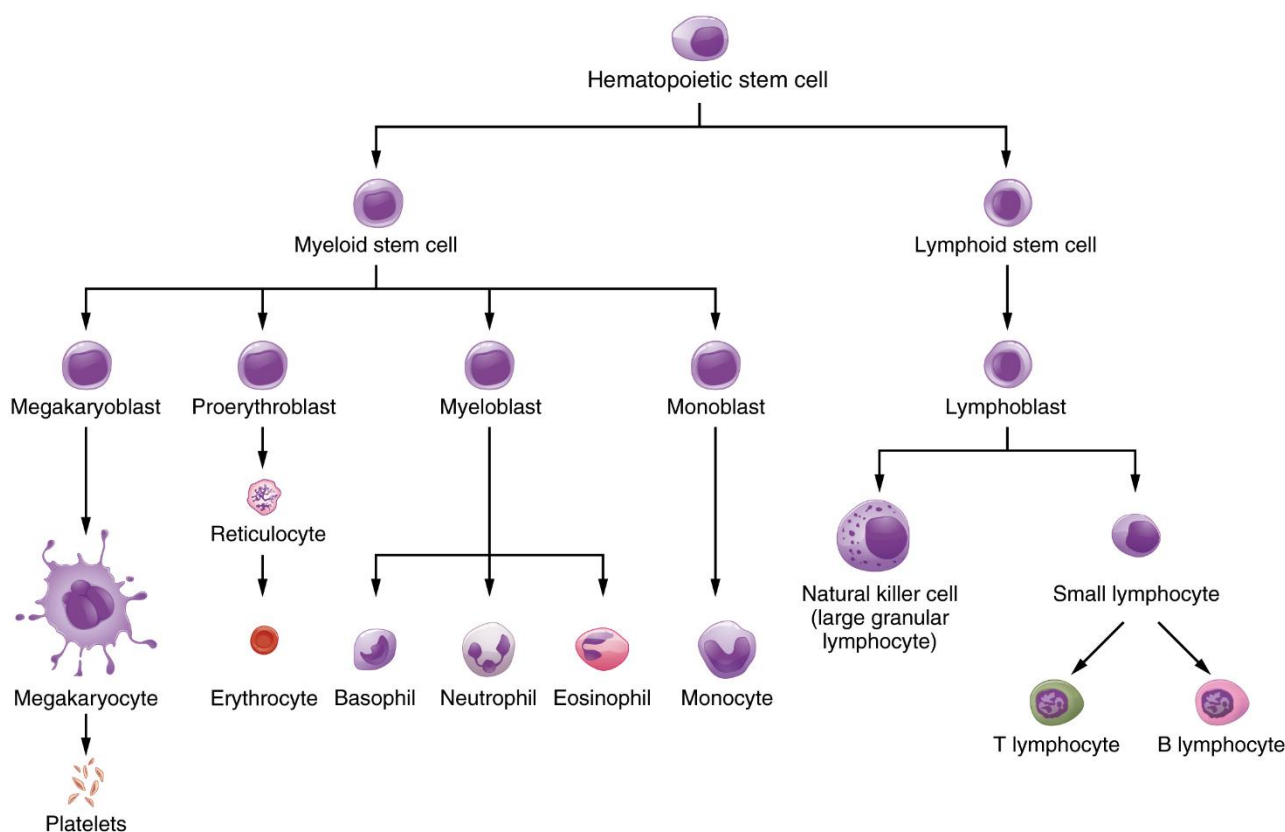
1. تعداد گلبول های سفید شمارش شده را در 1 mm^3 گزارش کنید.

2. هدف از شمارش گلبول های سفید چیست ؟

آزمایش 3-2. شمارش افتراقی انواع گلبول های سفید خون (=Differential Leukocyte Count) DLC یا فرمول لوکوسیت

گلبول های سفید به دو گروه اصلی آگرانولوسیت ها (مونوسیت ها و لنفوسیت ها) و گرانولوسیت ها (نوتروفیل ها، ائوزینوفیل ها و بازوفیل ها) تقسیم می شوند. آن ها در مغز استخوان تولید شده و پس از ورود به خون به نواحی

مورد نیاز در بدن منتقل می شوند (شکل 5-2). لنفوسیت ها در خارج از مغز استخوان (تیموس و غدد لنفاوی) تمایز و تکامل می یابند. گلبول های سفید به طور اختصاصی به محل های دچار عفونت و التهاب حرکت نموده و یک سد دفاعی سریع و نیرومند علیه عوامل میکروبی ایجاد می کنند. تغییر در هر کدام از انواع گلبول های سفید معنی خاص خود را دارد و ممکن است نشان دهنده عفونت باشد. مقادیر طبیعی انواع گلبول های سفید (فرمول لوکوسیت) در شخص بالغ و برخی خصوصیات دیگر آن ها در جدول 1-2 نشان داده شده است.



شکل 5-2. رده های سلول های خونی

پسوند Philia بعد از هر یک از گرانولوسیت ها به معنی افزایش آن ها و پسوند Penia بعد از هر یک از گلبول های سفید به معنی کاهش در تعداد آن هاست. افزایش تعداد نوتروفیل ها و شمارش بیش از 11000 گلبول سفید در هر میلی متر مکعب، نوتروفیلی نامیده می شود. نوتروفیلی یک واکنش معمول برای عفونت های تب دار است، در این حالت سلول های نارس در خون دیده می شوند و عادی ترین علت برای لوکوسیتوز و گرانولوسیتوز می باشد. کاهش شمارش گلبول های سفید (کم تر از 3500) در میلی متر مکعب خون را نوتروپنی می گویند که باعث کاهش توانایی گلبول ها در جلوگیری از انتشار عفونت شده و عفونت به سرعت در بدن پخش شده و تولید عفونت خون (Septicemia) می کند.

اُوزینوفیلی در شرایط آلرژیک نظیر آسم و کهیر، عفونت های انگلی، لوسمی و غیره بوجود می آید و اُوزینوپنی در شرایط درمان با ACTH و گلوکوکورتیکوئیدها و تب حاد مشاهده می شود.

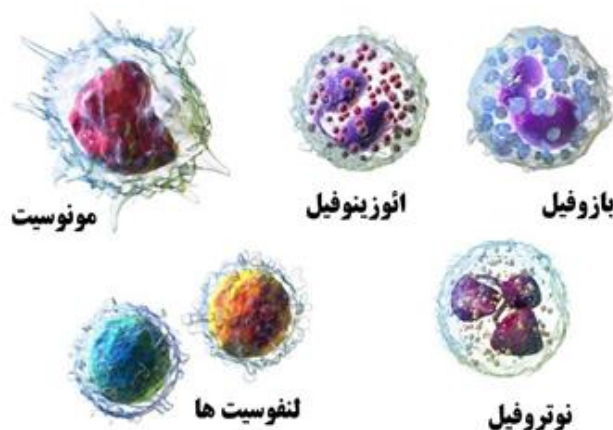
افزایش تعداد مونوسیت ها مونوسیتوز نامیده می شود و در مالاریا، لوسمی ها، بیماری های کلاژن، آرتریت روماتوئید و غیره مشاهده می شود. مونوسیتوپنی (کاهش در تعداد مونوسیت ها) در تضعیف مغز استخوان دیده می شود.

لنفوسیتوز یا افزایش تعداد لنفوسیت ها در نوزادان و کودکان (حالت فیزیولوژیک)، عفونت های ویروسی مثل آبله مرغان و هپاتیت، عفونت های مزمن مثل سل و نیز بیماری های خود ایمنی مشاهده می شود. لنفوسیتوپنی یا کاهش تعداد لنفوسیت ها در بیماران تحت درمان با استروئید ها دیده می شود. برای تشخیص انواع گلبول های سفید به جدول 1-2 و شکل 6-2 مراجعه کنید.

جدول 1-2. مشخصات گلبول های سفید خون						
گرانولوسیت ها						
نوع سلول	قطر (µm)	طول عمر (روز)	درصد سلول ها در خون (%)	هسته	سیتوپلاسم	گرانول
1- نوتروفیل	10-14	2-5	40-75	مرکزی یا خارج مرکزی 2-6 لوب که به وسیله رشته های کروماتین به هم متصل شده اند.	صورتی رنگ	دانه های ریز بنفش تا صورتی
2- ائوزینوفیل	10-15	7-12	1-6	مرکزی یا خارج مرکزی، 2-3 لوب، معمولاً به وسیله رشته ای به هم متصل شده اند.	اسیدوفیل، صورتی روشن	دانه های درشت به رنگ قرمز تا نارنجی
3- بازوفیل	10-15	12-15	0-1	مرکزی، 2-3 لوب	بازوفیل، مملو از گرانول	دانه های بنفش تیره که کل سلول را پر می کنند.
آگرانولوسیت ها						
نوع سلول	قطر (µm)	طول عمر (روز)	درصد سلول ها در خون	هسته	سیتوپلاسم	گرانول
1- مونوسیت	12-20	2-5	2-10	مرکزی یا خارج مرکزی، لوبیایی شکل	شفاف به رنگ آبی روشن	بدون گرانول
2- لنفوسیت	7-16	1/2-1	20-40	خارج از مرکز، هسته گرد بزرگ که تقریباً کل سیتوپلاسم را پر می کند	کم، به رنگ آبی روشن	بدون گرانول

هدف انجام آزمایش: پس از شمارش گلبول های سفید، تشخیص انواع و تعیین درصد هر یک از آن ها یکی دیگر از آزمایش های روزمره و مهم CBC است که به وسیله آن می توان سلول های طبیعی و غیرطبیعی و نارس را در لام خون محیطی تشخیص داد. هدف از انجام این آزمایش آشنایی با شکل و تعداد هر کدام از گلبول های سفید در خون می باشد.

مواد و وسایل لازم: آب مقطر، روغن ایمرسیون، رنگ (رایت، گیمسا، لایشمن و ...)، میکروسکوپ نوری، لام، ظرف رنگ آمیزی، قطره چکان، پی پت، پنبه، الکل، لانست.



شکل 6-2. شکل شماتیک انواع گلبول های سفید

روش انجام آزمایش

1- تهیه گسترش یا اسمیر (فروتی) خونی: به منظور تهیه گسترش خونی، نوک انگشت را با پنبه الکلی ضد عفونی کرده و بعد از خشک شدن، با زدن لانتست یک قطره خون بر روی یک لام قرار دهید. سپس لام دوم را در قسمت جلو قطره خون قرار داده با زاویه 30 تا 40 درجه با حرکت به سمت عقب به قطره خون نزدیک کرده و پس از پخش شدن خون در طول لبه آن، لام دوم را با سرعت مناسب و پیوسته روی لام اول به سمت جلو حرکت دهید (شکل 7-2). گسترش خون را پس از خشک شدن به وسیله الکل متیلیک فیکس می کنیم.

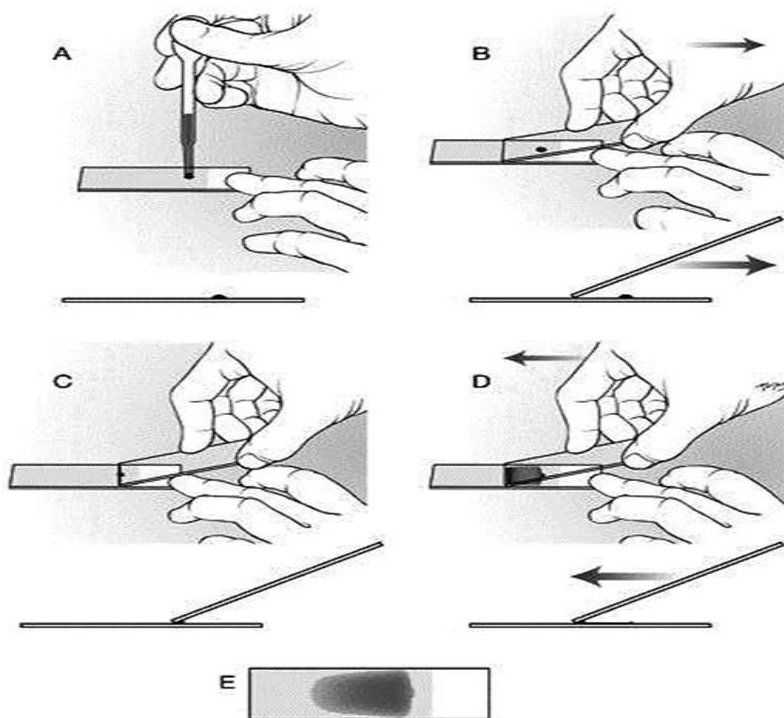
2- رنگ آمیزی لام های خونی: لام ها را در ظرف رنگ آمیزی گذاشته، ترجیحاً با یکی از دو روش لیشمن یا گیمسا رنگ آمیزی می کنیم.

الف) رنگ آمیزی لیشمن (Leishman): رنگ لیشمن شامل 0/15 گرم پودر لیشمن و 100 سی سی الکل متیلیک خالص می باشد. با قطرات رنگ روی فروتی را پوشانده و پس از 1-2 دقیقه به اندازه سه برابر قطرات رنگ، آب مقطر (PH= 7/2) روی لام می ریزیم. پس از 20 دقیقه، لام را با آب مقطر شسته و در هوا خشک می کنیم.

ب) رنگ آمیزی گیمسا (Giemsa): این روش رنگ آمیزی اغلب برای تشخیص افتراقی انواع گلبول های سفید و نیز تشخیص انگل ها و پروتوزوئرها بکار می رود. ترکیبات رنگ گیمسا عبارتند از گلیسیرین، الکل متیلیک و آزور 2 (Azur II). ساختن رنگ گیمسا پر زحمت بوده و بهتر است محلول آماده خریداری و مصرف گردد. رنگ مادر گیمسا را به نسبت 1 به 10 با آب مقطر رقیق می کنیم و مدت 20 دقیقه روی فروتی را با رنگ پوشانده و سپس لام را شسته و در هوا خشک نموده و با میکروسکوپ مطالعه می کنیم. ما در این آزمایشگاه از رنگ آمیزی گیمسا استفاده می کنیم.

3- مطالعه فروتی خونی و فرمول لوکوسیت: لام خشک شده را زیر میکروسکوپ بگذارید، ابتدا میکروسکوپ را با بزرگنمایی 10 تنظیم کرده و یک قطره روغن ایمرسیون روی فروتی قرار دهید و سپس با بزرگنمایی 100 در

قسمت میانی فروتنی تعداد 100 عدد گلبول سفید را به طریق زیگزاگ شمارش کرده و درصد انواع گلبول سفید را گزارش کنید.



شکل 7-2. نحوه ی ایجاد گسترش خونی

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

1. تعداد و نوع گلبول های سفید شمرده شده را در یک مقطع مشخص از فروتنی تهیه شده گزارش دهید.
2. علل مختلف نوتروفیلی را نام ببرید و آن ها را به دو دسته فیزیولوژی و پاتولوژی تقسیم کنید.
3. Leukemoid Reaction چیست؟

آزمایش 4-2. اندازه گیری هموگلوبین

ارزش گلبول های قرمز به هموگلوبین (Hb) موجود در داخل آن هاست. Hb که جزء اصلی گلبول های قرمز را تشکیل می دهد، ترکیبی است که مسؤولیت حمل حدود 97٪ اکسیژن و 23٪ CO_2 را در خون به عهده دارد و هر گرم آن می تواند 1/34 میلی لیتر اکسیژن را حمل کند. بنابراین هر 100 میلی لیتر خون که حاوی 15 گرم هموگلوبین باشد، توانائی حمل 20 میلی لیتر اکسیژن را دارد. علاوه بر این، هموگلوبین یک بافر اسید و باز است، و شکل گلبول های قرمز خون را نیز حفظ می کند. اگر شکل گلبول قرمز تغییر کند، عملکردش مختل شده و اختلال در جریان خود بوجود می آید.

هر مولکول هموگلوبین از ترکیب 4 زنجیره ی پلی پپتیدی گلوبین (96٪) و چهار مولکول هم (4٪) تشکیل شده است. 3 نوع هموگلوبین A، A2 و F در بدن وجود دارند. هموگلوبین طبیعی که A نامیده می شود دارای یک

جفت کامل زنجیره α (آلفا) و یک جفت کامل زنجیره β (بتا) می باشد که به طور اختصار به صورت ($Hb\alpha_2\beta_2$) نشان داده می شود. هموگلوبین A_2 نیز به میزان اندکی در سنین قبل از بزرگسالی یافت می شود که دارای دو زنجیره α و دو زنجیره δ (دلتا) می باشد و به صورت ($Hb\alpha_2\delta_2$) نمایش داده می شود. مقدار هموگلوبین A_2 به طور طبیعی تا 2/5 درصد کل هموگلوبین بدن بوده و در تالاسمی مقدار آن افزایش می یابد. هموگلوبین F (HbF) یک هموگلوبین طبیعی است که در دوره جنینی و 6-4 ماه اول زندگی (در نوزادان) یافت می شود و از دو زنجیره α و دو زنجیره γ (گاما) تشکیل شده و به صورت ($Hb\alpha_2\gamma_2$) نمایش داده می شود. این هموگلوبین، قابلیت اکسیژن گیری بیشتری دارد و بیش از نصف هموگلوبین جنینی را تشکیل می دهد. میزان طبیعی هموگلوبین خون بستگی به جنس فرد دارد، در مردان 13-16 گرم درصد و در زنان 12-15 گرم درصد. به طور کلی در انسان دو نوع نارسایی تولید هموگلوبین وجود دارد:

1- هموگلوبینوپاتی ها که زنجیره های پلی پپتیدی غیر طبیعی ساخته می شوند.

2- تالاسمی ها و نارسائی های مشابه که زنجیره های پلی پپتیدی طبیعی هستند ولی به علت عیب ژن سازنده گلوبین، این زنجیره ها به مقدار کمتری ساخته شده و یا اصلاً وجود ندارند. تالاسمی های α و β به ترتیب به علت کاهش یا فقدان زنجیره های α و β ایجاد می شوند.

تغییرات مقدار هموگلوبین خون ممکن است ناشی از تغییرات تعداد گلبول های قرمز یا میزان هموگلوبین موجود در گلبول های قرمز یا هر دوی آن ها باشد. از علل کاهش هموگلوبین می توان به موارد زیر اشاره کرد: خونریزی، سرطان مغز استخوان، شیمی درمانی، بیماری کلیوی، سرطان خون، سرطان روده بزرگ، زخم معده، کمبود مواد غذایی مثل آهن، فولات و ویتامین B_{12} .

زندگی در ارتفاعات، کم شدن آب بدن و گرمazدگی از جمله عوامل فیزیولوژیک افزایش هموگلوبین بوده و بیماری های ریوی، تومورهای خاص، بیماری های مغز استخوان، استفاده نابجا از اریتروپوئیتین (توسط ورزشکاران) و بیماری پلی سیتی از جمله عوامل پاتولوژیکی می باشند که منجر به افزایش هموگلوبین می شوند. برای اندازه گیری هموگلوبین روش های زیادی ابداع شده است:

1- روش ساهلی (Sahli): هموگلوبین به وسیله اسید کلریدریک رقیق به اسید همتین که در محلول به رنگ قهوه ای است تبدیل می شود و رنگ محلول حاصله با محلول هایی که عیار آن ها مشخص است، تطبیق داده شده و هموگلوبین آن خوانده می شود.

2- روش تالکوئیست (Tallquist): یک قطره خون را روی کاغذ صافی قرار داده سپس رنگ ظاهر شده را با یک سری رنگ های استاندارد مقایسه می نمائیم (در کنار رنگ های استاندارد درصد هموگلوبین نوشته شده است) و مقدار تقریبی Hb را تخمین می زنیم. این متد سریع ولی غیر دقیق است و برای بررسی های انبوه به کار می رود.

3- روش ریختن سولفات مس: روش سریعی است که برای تخمین سطح هموگلوبین در بررسی های انبوه به کار می رود.

4- روش محتوای آهن: آهن خون به وسیله اسید سولفوریک جدا شده و مقدار آن اندازه گیری می شود.

5- روش هالران (Halran): هموگلوبین به وسیله CO به کربوکسی هموگلوبین تبدیل می شود و به رنگ روشن در می آید.

6- روش وو (WU): تمام اشکال هموگلوبین به وسیله ی NaOH به آکالین هماتین تبدیل می شود.

7- روش سیانومت هموگلوبین (Cyano met-hemoglobin): این روش در این آزمایشگاه استفاده می شود و بیشتر اشکال هموگلوبین از جمله اکسی هموگلوبین، مت هموگلوبین و کربوکسی هموگلوبین اما نه سولفو هموگلوبین با این روش قابل اندازه گیری هستند. در این روش، با استفاده از معرف هموگلوبین به نام درابکین (Drabkins)، هموگلوبین موجود در گلبول های قرمز به سیانومت هموگلوبین تبدیل می شود. درابکین حاوی فری سیانید پتاسیم و سیانید پتاسیم است که ابتدا هموگلوبین را اکسیده نموده (تبدیل Fe^{2+} به Fe^{3+}) و مت هموگلوبین تشکیل می دهند و بعد از ترکیب با مت هموگلوبین، ایجاد سیانومت هموگلوبین می نمایند که ترکیبی پایدار و قهوه ای رنگ بوده و توسط یک اسپکتروفوتومتر خاص (در اینجا هموگلوبینومتر Hb-210) در طول موج نوری 530 نانومتر سنجیده می شود. میزان رنگ قهوه ای رابطه مستقیم با مقدار هموگلوبین موجود در خون دارد.



هدف انجام آزمایش: این آزمایش جزئی از آزمایش CBC است و هدف از انجام آن، آشنایی دانشجویان با چگونگی اندازه گیری هموگلوبین می باشد.

مواد و وسایل لازم: محلول استاندارد، آب مقطر، خون حاوی ماده ضدانعقاد، محلول درابکین، دستگاه هموگلوبینومتر، پی پت مخصوص هموگلوبین (یا سمپلر 20 میکرولیتری). محلول درابکین شامل مواد زیر می باشد:

1- بی کربنات سدیم (HCO_3Na)، 1 گرم

2- سیانید پتاسیم (KCN)، 0/5 گرم

3- فری سیانید پتاسیم ($K_3[Fe(CN)_6]$)، 0/2 گرم

4- آب مقطر، 1000 میلی لیتر

تذکر: علاوه بر مواد بالا، نیم میلی لیتر Detergent مانند Triton X-100 به محلول درابکین اضافه می گردد. محلول درابکین در شیشه قهوه ای نگه داری شده و به مدت یک ماه پایدار است و چون در این محلول سیانور وجود دارد، باید از هرگونه تماس با آن اجتناب شود.

آشنایی با دستگاه هموگلوبینومتر: این دستگاه دارای اجزای زیر است (شکل 8-2):

1. صفحه مدرج: حرکت عقربه بر روی این صفحه مقدار هموگلوبین را مستقیماً بر حسب گرم بر دسی لیتر نشان می دهد.

2. کلید MEAS - ON: هنگامی که کلید MEAS را بزنید می توانید نمونه را اندازه گیری نمائید.

3. دکمه تنظیم صفر (BAL)

4. Eject یا دکمه تخلیه کننده: هنگامی که با انگشت سوراخ این دکمه بسته شود مایع داخل محفظه به داخل بطری پشت دستگاه تخلیه خواهد شد.

5. محفظه نمونه: محل ریختن نمونه برای اندازه گیری

6. بطری تخلیه

روش انجام آزمایش

ابتدا باید دستگاه هموگلوبینومتر تنظیم شود. تنظیم روزانه توسط متصدی آزمایشگاه انجام می شود و نیازی به انجام آن توسط دانشجویان نمی باشد.

1. دستگاه را به برق وصل کنید و کلید روشن و خاموش آن را که در بغل دستگاه قرار دارد روشن نمایید.

2. پانزده دقیقه صبر کنید تا دستگاه کاملاً گرم شود.

3. کلید ON-MEAS را در حالت MEAS قرار دهید.

4. سه میلی لیتر آب مقطر داخل محفظه دستگاه بریزید.

5. عقربه باید عدد صفر را نشان دهد، در غیر این صورت با دکمه تنظیم صفر، آن را صفر کنید.

6. سوراخ دکمه تخلیه کننده را با انگشت ببندید تا آب مقطر داخل محفظه تخلیه شود. پس از تنظیم، می توانیم اندازه گیری هموگلوبین را شروع کنیم.

7. در یک لوله آزمایش 5 میلی لیتر از محلول درابکین بریزید. با استفاده از سمپلر 20 میکرو لیتر خون به آن اضافه کرده و به آرامی مخلوط نمایید و حداقل 5 دقیقه صبر کنید.

8. حداقل 3 میلی لیتر از نمونه تهیه شده را در داخل محفظه دستگاه بریزید و عدد روی دستگاه را بخوانید.

9. برای اندازه گیری هموگلوبین در هر یک از نمونه ها، باید مراحل 4 تا 6 را تکرار نمایید.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

1. چرا سطح هموگلوبین در زنان در مقایسه با مردان پایین تر است؟

2. اگر هموگلوبین در پلاسما به طور آزاد وجود داشت چه اتفاقی می افتد؟

3. سرنوشت نهایی هموگلوبین چیست؟

4. افزایش بیلی روبین خون در چه مواردی مشاهده می شود؟



شکل ۸-۲. دستگاه هموگلوبینومتر

آزمایش ۵-۲. اندازه گیری هماتوکریت

هماتوکریت (Hematocrit=Hct) یا حجم سلول های فشرده (Packed Cell Volume=PCV) عبارتست از درصد حجمی گلبولهای قرمز در خون محیطی، که برای اندازه گیری آن باید گلبولهای قرمز را توسط سانتریفیوژ از پلاسما جدا کرده و درصد حجمی آنها را اندازه گیری کرد. میزان طبیعی هماتوکریت بستگی به سن و جنس فرد دارد که در مردان ۴۲-۵۲٪، در زنان ۳۷-۴۷٪ و در نوزادان ۵۷-۶۲٪ است. در صورتی که گلبول های قرمز از نظر شکل و اندازه طبیعی باشند، هماتوکریت ۴۵٪، با تعداد ۵ میلیون گلبول قرمز در هر میلی متر مکعب خون مطابقت دارد. با افزایش سن، میزان هماتوکریت کاهش پیدا می کند و آزمایش ها نشان داده اند که هماتوکریت خون سیاهرگی از هماتوکریت خونی که در رگ های کوچک (آرتریول ها، متآرتریول ها و مویرگ ها) جریان دارد (مثلاً خون نوک انگشت) بیشتر است.

شرایط فیزیولوژیکی که باعث افزایش هماتوکریت می گردند شامل نوزادی، زندگی در ارتفاعات و از دست دادن آب بدن (Dehydration) ناشی از عرق کردن شدید بدون دریافت آب کافی می باشد. برخی شرایط پاتولوژیک نیز منجر به افزایش هماتوکریت می شوند از جمله اسهال و استفراغ شدید، سوختگی ها (بعلت تراوش پلاسما از محل سوختگی)، پلی سیمی به هر علتی و فیبروز ریوی. کاهش فیزیولوژیک هماتوکریت در دوران حاملگی دیده می شود که ناشی از افزایش حجم پلاسما است. کاهش پاتولوژیک هماتوکریت در انواع کم خونی ها، سرطان روده بزرگ و بزرگ شدن طحال مشاهده می شود.

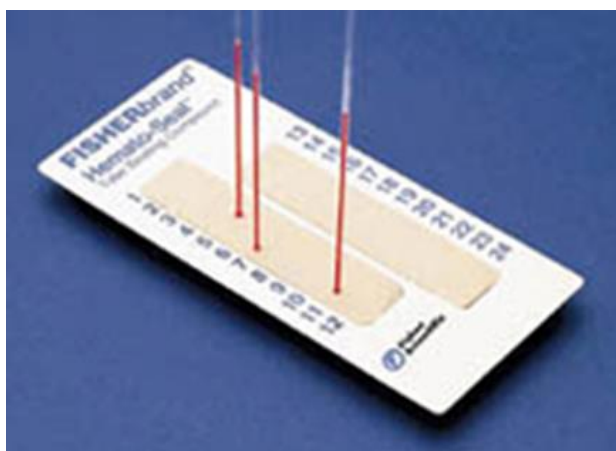
هدف انجام آزمایش: این آزمایش جزئی از آزمایش CBC است و هدف از انجام آن تعیین درصد حجمی گلبول های قرمز در حجم معینی از خون می باشد که معمولاً به درصد بیان می شود.

مواد و وسایل لازم: پنبه، الکل، لانست استریل، لوله های هماتوکریت مؤئینه، خمیر هماتوکریت، خط کش هماتوکریت و میکرو سانتریفیوژ هماتوکریت با مشخصه ۱۵۰۰ RPM (Round Per Minute).

روش انجام آزمایش

هماتوکریت به دو روش میکرو و ماکرو هماتوکریت سنجیده می شود. میکرو هماتوکریت روش انتخابی در آزمایشگاه ها بوده و شامل مراحل زیر است:

1. خون را بخوبی مخلوط کنید (یا از نوک انگشت بعد از استریل کردن با استفاده از لانست یک قطره خون تهیه نمایید).
2. دو لوله موئینه هپارینه را تا حداقل سه چهارم طولشان از خون پر کنید.
3. در حالی که سر لوله را با انگشت مسدود کرده اید انتها را مطابق شکل 9-2 در خمیر هماتوکریت فرو کنید تا مسدود شود.



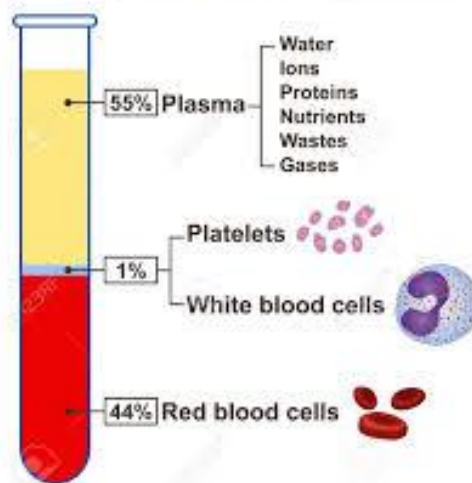
شکل 9-2. نحوه استفاده از خمیر هماتوکریت

4. لوله را روی صفحه دستگاه میکروسانتریفیوژ قرار داده و شماره محل لوله را یادداشت کنید. مطابق شکل 10-2، انتهای بسته لوله باید به سمت خارج صفحه قرار گیرد.
 5. لوله ها را بمدت 5 دقیقه سانتریفیوژ کنید.
 6. پس از توقف کامل دستگاه درب آن را باز و با استفاده از خط کش میکرو هماتوکریت، درصد هماتوکریت نمونه خونی خود را به روش زیر بخوانید:
- به دنبال سانتریفیوژ، سه لایه مجزا در لوله هماتوکریت تشکیل می شود: لایه ای قرمز رنگ در پایین که محتوی گلبول های قرمز است، لایه وسطی نازک که شامل لوکوسیت ها و پلاکت ها بوده و Buffy coat نامیده می شود و لایه بالایی که محتوی پلاسما است (شکل 2-11).
- لوله هماتوکریت را در شیار خط کش هماتوکریت قرار داده و انتهای پایینی ستون گلبول های قرمز (بالای خمیر) را روی خط صفر تنظیم کنید. سپس با حرکت دادن قسمت متحرک، سطح بالای پلاسما را با خط 100 تنظیم کنید و آن گاه خط متحرک میانی را روی سطح بالای گلبول های قرمز تنظیم و درصد حجم گلبول های قرمز یا همان هماتوکریت را از روی ستون مدرج بخوانید (شکل 12-2).



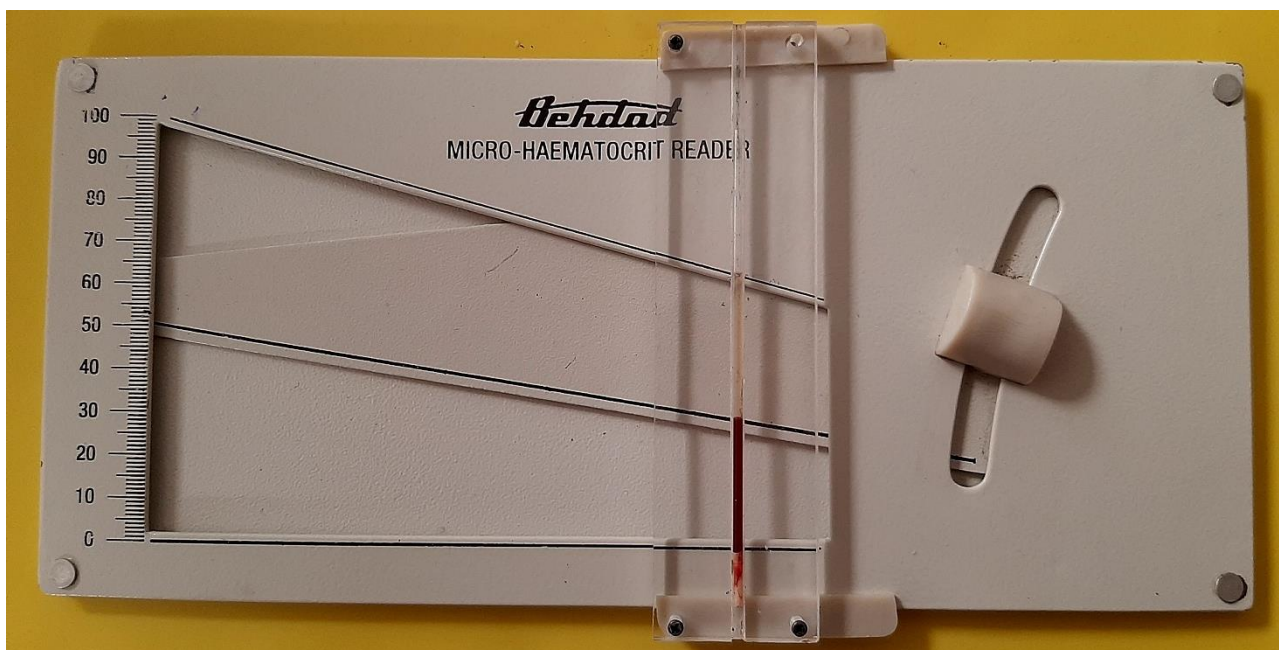
شکل 10-2. نحوه گذاشتن لوله موئینه در دستگاه میکروسانتریفوژ

Components of Blood



شکل 11-2. سه لایه تشکیل شده در لوله هماتوکریت بعد از سانتریفیوژ

در دو لوله ی هماتوکریت پر شده با یک نمونه خون، اختلاف 2٪ طبیعی می باشد اما اگر اختلاف از این بیشتر بود باید آزمایش تکرار شود. متراکم کردن کامل گلبول های قرمز غیر ممکن است و در حدود 2٪ پلاسما در میان گلبول ها به دام می افتد و در زمانی که شکل این گلبول ها غیر طبیعی باشد (مثل اسفروسیتوز و کم خونی داسی شکل) این درصد افزایش می یابد، بنابراین با ضرب کردن هماتوکریت به دست آمده در 0/98، هماتوکریت واقعی حاصل می شود.



شکل 12-2. طریقه ی خواندن هماتوکریت به وسیله ی خط کش هماتوکریت

روش محاسبه برخی از شاخص های گلبول قرمز (Red blood cell indices)

شاخص های MCV، MCH و MCHC از نتایج شمارش گلبول های قرمز، هماتوکریت و هموگلوبین تعیین می شوند. این شاخص ها برای طبقه بندی آنمی ها از اهمیت ویژه ای برخوردارند.

حجم متوسط گلبول قرمز (Mean Corpuscular Volume = MCV)

این شاخص، حجم و اندازه متوسط هر گلبول قرمز را نشان می دهد و برای تعیین علت کم خونی استفاده می شود. برای محاسبه آن از فرمول زیر استفاده می شود و واحد آن میکرولیتر مکعب یا فمتولیتتر (10^{-15} لیتر) است. ضریب 10 در این فرمول برای تبدیل درصد به هزار (در لیتر) است. اگر MCV در محدوده ی 80-95 باشد، گلبول های قرمز نورموسیتیک، پائین تر از 80 میکروسیتیک و بالاتر از 95 ماکروسیتیک می باشند.

$$MCV (\mu m^3) = \frac{HCT \times 10}{RBC}$$

مقدار متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (Mean Corpuscular Hemoglobin = MCH)

این شاخص، مقدار متوسط هموگلوبین را در هر گلبول قرمز نشان می دهد. برای محاسبه آن از فرمول زیر استفاده می کنیم و محدوده طبیعی آن 27-33 پیکو گرم (Pg) می باشد. MCH کمتر از 27 در آنمی میکروسیتیک و گاهی آنمی نورموسیتیک - هیپوکروم مشاهده می شود. MCH بیشتر از 33 پیکوگرم در آنمی ماکروسیتیک و در موارد نادر در اسفروسیتوز هیپوکرومیک دیده می شود.

$$\text{MCH (pg)} = \frac{\text{Hb} \times 10}{\text{RBC}}$$

غلظت متوسط هموگلوبین در گلبول قرمز (Mean Corpuscular hemoglobin concentration = MCH)

این شاخص، نشان دهنده میزان پرشدگی گلبول های قرمز از هموگلوبین است و غلظت هموگلوبین را در حجم معینی از گلبول های قرمز فشرده نشان می دهد. محدوده طبیعی آن 30-36 گرم در دسی لیتر (درصد) است. اگر MCHC در این محدوده باشد گلبول قرمز نورموکروم، اگر پایین تر از 30٪ باشد هیپوکروم و در صورتی که بالاتر از 36٪ باشد، هیپرکروم می باشد.

$$\text{MCHC (g/dl)} = \frac{\text{Hb} \times 100}{\text{HCT}}$$

در حالت ماکروسیتوز، مانند آنمی پریشیوز که حجم سلول بیشتر از حد طبیعی است مقدار مطلق هموگلوبین درون هر سلول (MCH) ممکن است بیشتر از حد طبیعی باشد ولی غلظت هموگلوبین طبیعی خواهد بود. بنابراین گلبول های قرمز، ماکروسیتیک – نورموکروم هستند، در حالی که در کم خونی ناشی از کمبود آهن معمولاً گلبول ها میکروسیتیک – نورموکروم می باشند. توجه داشته باشید که MCHC نباید بیشتر از 38٪ باشد و در صورت به دست آوردن چنین نتیجه ای علت آن ممکن است محاسبه غلط و یا آگلوتینه شدن گلبول های قرمز بیمار (به دلیل آنتی بادی های سرد) باشد. چرب بودن پلاسما هم می تواند باعث افزایش غیر صحیح هموگلوبین شده و به دنبال آن باعث افزایش کاذب در مقادیر MCH و MCHC می شود.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

1. چرا هماتوکریت در خون سیاهرگی بیشتر است؟
2. علت فیزیولوژیک کاهش هماتوکریت با افزایش سن چیست؟
3. پس از اندازه گیری هموگلوبین و هماتوکریت در نمونه خون، شاخص های گلبول قرمز MCV، MCH و MCHC را محاسبه و گزارش کنید (RBC=5000000).

2-5. زمان سیلان یا خونروی (Bleeding Time=BT)

خونروی بعد از بریدگی در همه ی افراد سالم دیده می شود، اما در عرض چند دقیقه به وسیله ی واکنش های انعقادی قطع می گردد. در افراد سالم، بین عوامل انعقادی و ضد انعقادی در پلاسما تعادل فیزیولوژیک وجود دارد. روند انعقاد خون پیچیده است و مولکول ها و ساختارهای فراوانی در آن دخیل می باشند. خونروی از رگ های کوچک بدلیل پایین بودن فشار در آن ها، در عرض چند دقیقه خودبخود قطع می شود در حالی که خونروی شریانی طولانی تر خواهد بود و ممکن است به ترمیم جراحی بینجامد.

جلوگیری از خونروی یا هموستاز (Hemostasis) شامل یک سلسله واکنش های فیزیولوژیک است که متعاقب بریدگی یا آسیب رگ شروع می شود و شامل مراحل زیر می باشد:

- 1- انقباض (اسپاسم) رگ آسیب دیده
- 2- ایجاد میخ پلاکتی نرم و موقتی در محل زخم
- 3- تشکیل لخته فیبرین که محل بریدگی را مسدود می کند.
- 4- فعال شدن سیستم فیبرینولیتیک که لخته را حل کرده و جریان خون را مجدداً برقرار می کند.

زمان سیلان، مدت زمانی است که طول می کشد تا خونروی از یک رگ کوچک قطع شود. در صورت کافی نبودن تعداد پلاکت ها (کمتر از 50000 در هر میلی متر مکعب خون) یا عملکرد نامناسب پلاکتی و یا ناکارآمدی انقباض عروقی، زمان سیلان طولانی خواهد شد. بنابر این، انجام آزمایش BT قبل از عمل جراحی ضروری می باشد. BT به طور طبیعی 1-3 دقیقه طول می کشد.

هدف انجام آزمایش: تعیین زمان لازم برای بند آمدن خون از بریدگی کوچک و استاندارد که در بزرگسالان از نرمه گوش (روش دوک DUCK) و از بازو (روش IVY) و در کودکان و نوزادان از پاشنه پا استفاده می شود.

اندازه گیری زمان سیلان به روش DUCK

پس از آماده نمودن وسایل لازم از قبیل پنبه الک، لانتست، زمان سنج و کاغذ خشک کن، مراحل ذیل را انجام می دهیم:

1. نرمه گوش را استریل کرده و پس از خشک شدن، لانتست بزنید.
2. با استفاده از زمان سنج (کرونومتر) یا ابزار دیگری، هر 30 ثانیه یک بار خون جاری شده را با کاغذ خشک کن، پاک کنید و تا زمانی که اثری از لکه خون روی کاغذ نماند این کار را ادامه دهید.
3. زمان سنج را متوقف کرده و زمان را گزارش دهید.

اندازه گیری زمان سیلان با روش IVY

در این روش، علاوه بر وسایل ذکر شده در روش DUCK، به فشارسنج پزشکی هم نیاز داریم و مراحل آن به شرح ذیل است:

1. بازوبند فشارسنج را بر بالای بازو بسته و تا 40 میلی متر جیوه فشار را بالا برده و در طول آزمایش ثابت نگه دارید.
2. قسمت داخلی ساعد را استریل کرده و لانتست بزنید.
3. زمان سنج را روشن کرده و هر 30 ثانیه یک بار خون جاری شده را با کاغذ خشک کن، پاک کنید و تا زمانی که اثری از لکه ی خون روی کاغذ نماند این کار را ادامه دهید.
4. زمان سنج را متوقف کرده و زمان را گزارش دهید.

2-6. زمان انعقاد (Clotting Time یا Coagulation Time)

مسیر های انعقاد خون به دو بخش داخلی و خارجی تقسیم می شوند. در این مسیرها، چندین واکنش اتفاق می افتد که در نهایت منجر به فعال شدن فاکتور شماره X می شود (شکل 13-2).

مسیر داخلی انعقاد (Intrinsic Pathway)

در اثر صدمات بافتی و صدمه به سلول های اندوتلیال عروقی، بافت کلاژن زیر این عروق در معرض پلاکت ها و فاکتور های ضد انعقادی قرار گرفته و موجب فعال شدن آن ها می شود. در این مسیر فاکتور های XI و XII و IX به ترتیب فعال شده و با کمک Ca^{++} و فسفو لیپید پلاکتی سرانجام باعث فعال شدن فاکتور X می گردند.

مسیر خارجی انعقاد (Extrinsic Pathway)

در اثر صدمات بافتی، ترومبوپلاستین بافتی وارد سیستم عروقی شده و در حضور یون کلسیم، فاکتور VII را فعال می کند که در نهایت این فاکتور موجب فعال شدن فاکتور X می گردد.

مسیر مشترک انعقاد

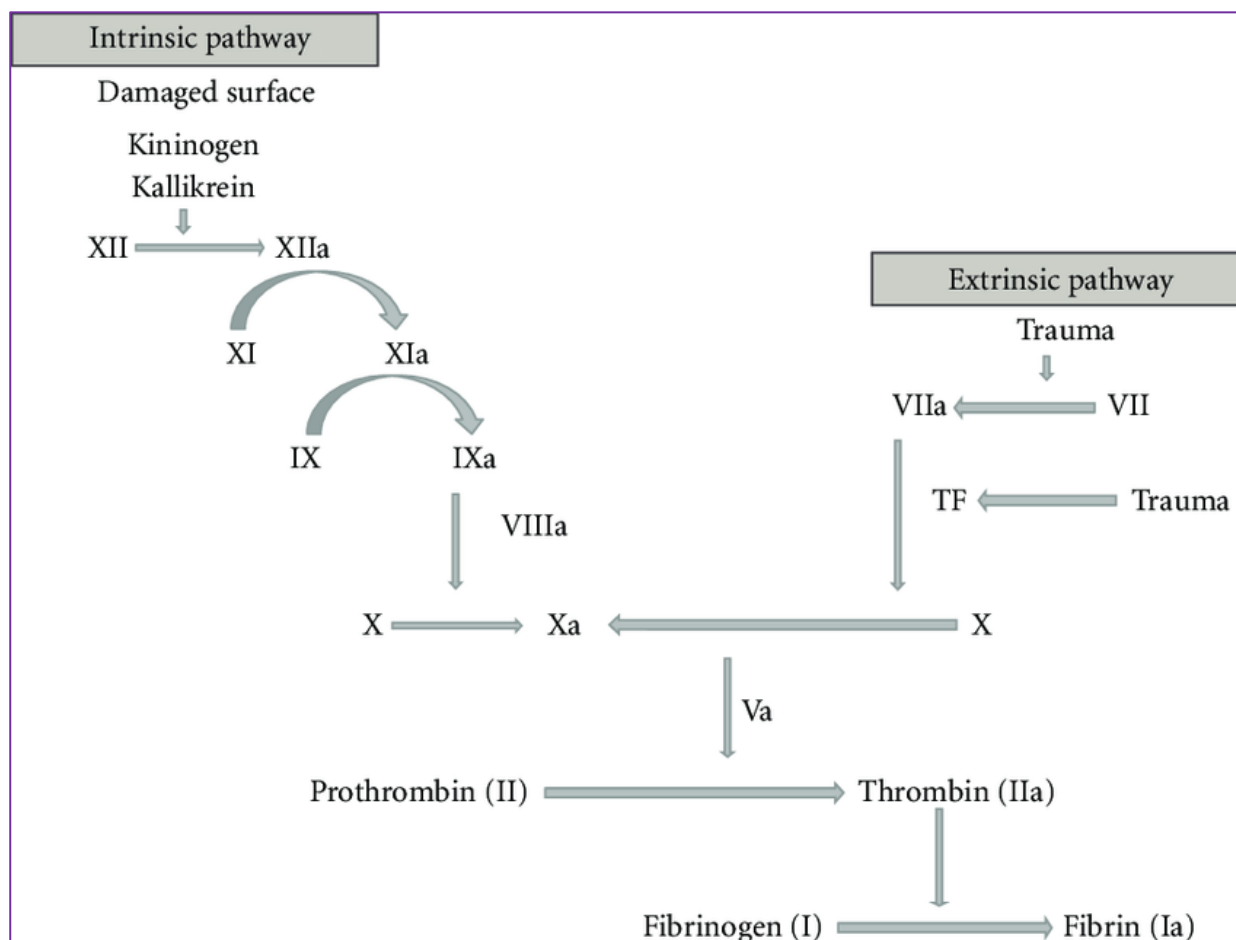
نتیجه فعالیت مسیرهای داخلی و خارجی، فعال شدن فاکتور X می باشد که با کمک فاکتور V و در حضور یون کلسیم و فاکتور پلاکتی، باعث تبدیل پروترومبین به ترومبین می شود و سپس ترومبین باعث تبدیل فیبرینوژن به فیبرین و تشکیل لخته می شود که در این حالت فاکتور XIII موجب استحکام لخته فیبرین می شود.

هدف انجام آزمایش: هدف از این آزمایش، تعیین مدت زمانی است که خون بعد از خروج از بدن منعقد می گردد. برای انجام این آزمایش از 2 روش اسلاید (لام شیشه ای) و روش لوله موئینه غیر هیپارینه استفاده می شود.

الف) روش اسلاید یا لام شیشه

مواد و وسایل لازم: پنبه، الکل، لانست، زمان سنج (تایمر)، لام شیشه ای.

1. انگشت را استریل کرده، لانست زده و یک قطره ی خون روی لام گذاشته و زمان سنج را روشن کنید.
2. هر 30 ثانیه نوک لانست را به قطره ی خون زده و به سمت بالا بکشید تا زمانی که رشته های سفید رنگ فیبرین ظاهر شود. زمان طبیعی در این روش 6-2 دقیقه می باشد.



شکل 13-2. مسیرهای انعقاد خون

ب) روش لوله موئینه غیر هپارینه

مواد و وسایل لازم: پنبه، الک، لانست، زمان سنج (تایمر)، لام شیشه ای، لوله موئینه غیر هپارینه.

1. انگشت را استریل کرده، لانست زده و لوله ی موئینه را از خون پر کنید.

2. زمان سنج را روشن کرده و بعد از یک دقیقه، 1 سانتی متر اول لوله ی موئینه را شکسته و به آرامی از هم جدا کنید. اگر انعقاد صورت گرفته باشد رشته فیبرین بین دو قطعه قابل مشاهده است. هر 30 ثانیه یک بار قطعه دیگری را بشکنید و تا زمان مشاهده رشته های فیبرین عمل را تکرار نمایید. زمان طبیعی در این روش 2-6 دقیقه می باشد اما امروزه به دلیل جلوگیری از انتقال بیماری، این روش توصیه نمی گردد.

زمان سیلان و زمان انعقاد، آزمایش هایی هستند که برای بررسی اختلالات انعقادی انجام می شوند.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

1. در چه مواردی زمان سیلان طولانی می شود با ذکر مثال توضیح دهید؟

فصل سوم

قلب و گردش خون

آزمایش 1-3. ثبت منحنی انقباض قلب قورباغه

کار اصلی قلب پمپ کردن خون به داخل شریان هاست که فشار لازم برای حرکت خون به هدف نهایی خود یعنی بافت ها را فراهم می کند. ماهیچه قلب از نظر مورفولوژیک و عملکرد با ماهیچه اسکلتی تفاوت دارد. برجسته ترین و مشهود ترین مشخصه انقباضی قلب، فعالیت خودکار و منظم آن است که آن را قادر می سازد تا بدون نیاز به منبع تحریک خارجی، انقباضات خودبخودی و ریتمیک داشته باشد. در واقع، انقباض قلب ناشی از فعالیت الکتریکی خودبخودی و منظم قلب است. در قلب پستانداران، فعالیت الکتریکی از گره سینوسی - دهلیزی (SA node) شروع می شود.

قلب قورباغه از یک سینوس سیاهرگی، دو دهلیز و یک بطن تشکیل شده است که پشت سر هم منقبض می شوند. عروق کرونری در قلب قورباغه وجود ندارند و فعالیت الکتریکی از سینوس سیاهرگی شروع می شود. سینوس سیاهرگی، ناحیه ای متسع بین بزرگ سیاهرگ و دهلیز راست می باشد.

هدف انجام آزمایش: بررسی پدیده های انقباضی و خودکاری، کنترل عصبی خود مختار، واسطه های شیمیایی عصبی و اثرات یون های مهم بر کار قلب است.

مواد و وسایل لازم: سینی جراحی، پنس، قیچی، درفش، دستگاه استوانه ثبات، محلول کلرید کلسیم، محلول کلرید پتاسیم، اپی نفرین، استیل کولین، آتروپین، محلول رینگر سرد، گرم و معمولی.

آشنایی با دستگاه استوانه ثبات (Kymograph): این دستگاه از دو بخش تشکیل شده است (شکل 1-3):

1- استوانه دوار: این استوانه برای ثبت منحنی های انقباضی یا تنفسی استفاده می شود و سرعت حرکت آن بوسیله پیچ هایی در بدنه دستگاه، تنظیم می شود.

2- بخش محرکه الکتریکی (stimulator): این قسمت مسؤول ایجاد تحریک با ولتاژهای متفاوت است که در آزمایشات مربوط به ماهیچه اسکلتی کاربرد دارد و در این آزمایش از آن استفاده نمی شود.

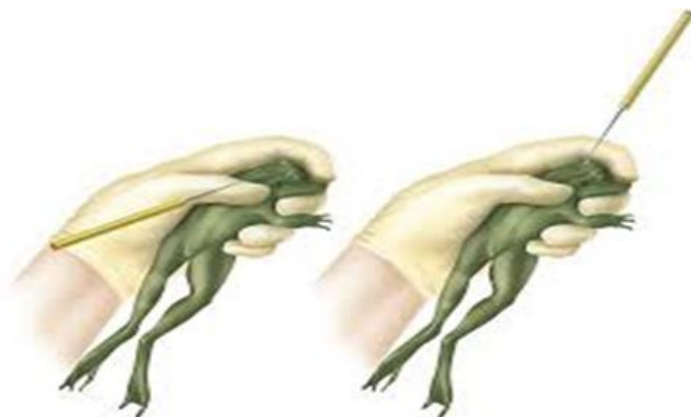
روش انجام آزمایش

قبل از کار بر روی قورباغه، باید مغز و نخاع آن را تخریب کرد. این عمل، پیت کردن (Pitting) نام دارد. ابتدا دو پای قورباغه را در دست گرفته و از پشت، سر حیوان را محکم به لبه سکوی آزمایشگاه بکوبید تا بیهوش شود. سپس قورباغه را در دست چپ خود بگیرید و توسط انگشتان همان دست سر حیوان را به پائین خم کنید تا شکاف بین جمجمه و اولین مهره را مشخص نمایید (شکل 2-3). درفش را در دست دیگر گرفته و آن را از محل شکاف وارد سر قورباغه کنید و با چرخاندن سوزن و حرکت آن به اطراف، مغز حیوان را تخریب نمایید. با بررسی عدم وجود رفلکس پلک در قورباغه، از صحت این عمل اطمینان حاصل کنید. سپس سوزن را در همان شکاف به سمت پایین فرو و وارد نخاع قورباغه نموده و با چرخاندن سوزن، نخاع را تخریب نمایید. با بررسی عدم وجود رفلکس در پاهای قورباغه، از صحت عمل پیت کردن نخاع اطمینان حاصل نمایید.



شکل 1-3. دستگاه استوانه ثبات

قورباغه پیت شده را به پشت روی تخته بخوابانید. پوست قسمت بالای جناغ سینه را بالا آورده و شکافی طولی از نوک جناغ تا زیر فک پائین در پوست ایجاد کنید. دو شکاف عرضی نیز به سمت دست ها ایجاد کنید (به شکل T) غضروف جناغ سینه را بالا آورده و دو طرف آنرا با ایجاد شکافهای عرضی آزاد کنید. جناغ را بالا آورده و شکافهای طولی در طرفین آن ایجاد و تا استخوان ترقوه ادامه دهید. (استخوان ترقوه نباید قطع شود). دست های قورباغه را به دو طرف کشیده تا اجزاء داخل قفسه سینه بخوبی نمایان شود. قلب در داخل پریکارد بخوبی آشکار خواهد شد، با یک پنس ظریف (Forceps)، پریکارد را گرفته و بالا آورید و از قسمت نوک قلب آنرا با قیچی ببرید و تا پائین ادامه دهید. پریکارد را بدقت از قلب جدا کنید.



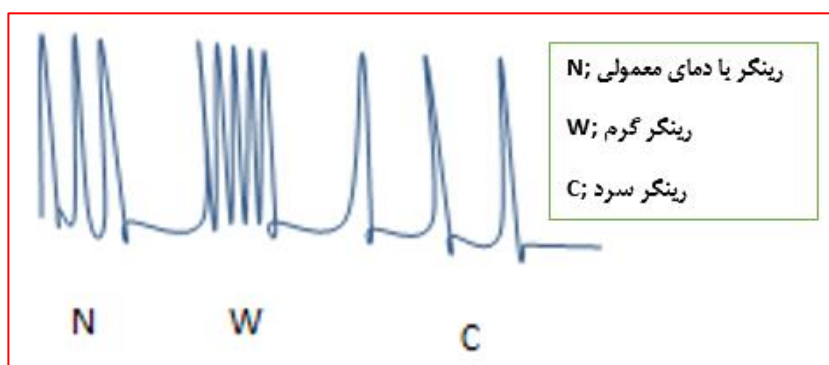
شکل 2-3. نحوه گرفتن و پیت کردن قورباغه

قورباغه را به حمام بافتی روی دستگاه کیموگراف منتقل و بطن را بالا بیاورید و قلاب متصل به قلم را آهسته وارد نوک بطن کنید. استوانه ثابت را با سرعت $2/5 \text{ mm/s}$ به حرکت در آورده و مجموعه را طوری تنظیم کنید که حرکات قلب توسط قلم ثبت شود. مطابق شکل 3-3 چند منحنی بگیرید سرعت را به ۲۵ افزایش داده و منحنی دیگری بگیرید. ضربان قلب را محاسبه نمایید.



شکل 3-3. منحنی های انقباضی قلب در سرعت های $2/5$ و 25 میلی متر بر ثانیه

اثر دما: در حمام بافتی بر روی قلب قورباغه رینگر معمولی بریزید و با سرعت $2/5 \text{ mm/sec}$ چند انقباض طبیعی از قلب ثبت کنید و ضربان قلب را محاسبه کنید. اکنون قطره قطره رینگر گرم روی قلب قورباغه بچکانید و انقباضات را رسم کنید. استوانه را متوقف و رینگر معمولی بچکانید تا ضربان به حد اولیه برگردد و سپس چند انقباض طبیعی بگیرید. اکنون قطره قطره رینگر سرد بچکانید (اختلاف دمای رینگرها حدود 15 درجه باشد تا آسیب کمتری به قلب برسد). تعداد انقباضات را در دقیقه در حالت طبیعی و در دو حالت دیگر حساب کنید (شکل 3-4). چه اختلافی مشاهده می کنید؟ علت چیست؟



شکل 3-4. اثر دما روی انقباض قلب.

اثر واسطه های شیمیایی عصبی (Neurotransmitters): بعد از ثبت چند انقباض طبیعی با سرعت $2/5 \text{ mm/s}$ از محلولهای زیر با قطره چکان بر روی قلب بچکانید و اثرات آنها را ثبت کنید. بعد از ریختن هر دارو و قبل از ریختن داروی بعدی، قلب را با رینگر بخوبی بشوئید و اجازه دهید که بحالت طبیعی برگردد و منحنی های طبیعی را ثبت کنید زیرا ممکن است ضربان طبیعی بین مراحل یکسان نباشد.

اثر یونهای کلسیم و پتاسیم: قلب را با رینگر معمولی بخوبی بشویید بعد از برگشتن قلب بحالت طبیعی ابتدا از محلول کلرور کلسیم یک یا دو قطره بر روی قلب بریزید و اثرات کرونوتروپیک و اینوتروپیک یون مذکور را مشاهده کنید. سپس قلب را با رینگر معمولی شستشو داده و منتظر بمانید تا به حالت طبیعی برگردد. اکنون از محلول کلرور پتاسیم قطره قطره بر روی قلب چکانده و اثرات کرونوتروپیک و اینوتروپیک آن را مشاهده کنید.

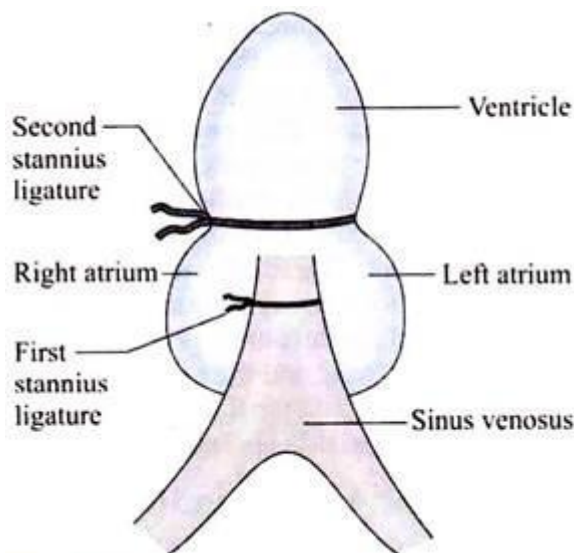
توجه: هنگام استفاده از یون های مذکور، احتمال ایست قلبی وجود دارد بنابر این، با دقت کامل این مرحله را انجام دهید.

گره های (بست های) استانیوس: حدود یک قرن پیش دانشمندی بنام استانیوس به همکاران خود ثابت کرد که منشأ ریتم طبیعی قلب سینوس سیاهرگی می باشد. در قورباغه همانطور که در شکل 3-5 مشاهده می شود، ناحیه ای به نام سینوس سیاهرگی وجود دارد که خون وریدی جانور ابتدا به آنجا ریخته، سپس وارد دهلیز و بطن می گردد. در جانوران عالی تر مانند پستانداران، سینوس سیاهرگی وجود ندارد و به جای آن ناحیه سینوسی که در جدار دهلیز راست قرار دارد، دیده می شود. ضربانات قلب قورباغه در سه مرحله انجام می گیرد: مرحله سینوسی، مرحله دهلیزی و مرحله بطنی. با چند آزمایش می توان ثابت کرد که ضربانات قلب قورباغه اساساً از سینوس منشأ می گیرد و به دهلیز و بطن منتشر می شود.

1. اگر لوله آزمایش را با آب بسیار سرد پر کرده و آن را با سینوس تماس دهیم، ملاحظه می شود که تعداد ضربانات کاهش می یابد، در صورتی که اگر آن را با دهلیز تماس دهیم، چنین چیزی دیده نمی شود. اگر این آزمایش را با آب گرم تکرار کنیم همین امر بصورت افزایش ضربانات قلب ظاهر خواهد شد.

2. گره اول استانیوس: با نخ خیاطی یک گره محکم بین سینوس و دهلیز زده به طوری که ارتباط بین سینوس و دهلیز قطع شود در این مرحله سینوس به ضربانات خود ادامه می دهد، اما دهلیز و بطن ضربان ندارند. این گره به نام بست اول استانیوس (First Stannius Ligature) نامیده شد.

3. گره دوم استانیوس: با نخ یگ گره بین دهلیز و بطن زده بطوریکه ارتباط بین دهلیز و بطن قطع شود در این مرحله بطن پس از توقف کوتاهی مجدداً شروع به ضربان می کند که تعداد ضربانات آن، کمتر از مرحله قبل است. این بست به نام بست دوم استانیوس (Second Stannius Ligature) معروف است.



شکل 5-3. قلب قورباغه و محل گره های اول و دوم استانیوس

به سؤالات زیر جواب دهید:

1. چرا پس از گره اول، دهلیز و بطن متوقف می شوند اما بعد از گره دوم، بطن شروع به فعالیت می کند؟
2. مشاهدات خود را در مورد اثر یون های کلسیم و پتاسیم بر تعداد ضربان و نیروی انقباض قلب ذکر کنید؟ هر یون، قلب را در چه مرحله ای متوقف می کند؟ این یون ها با چه مکانیسمی اثرات خود را اعمال می کنند؟
3. اثرات آتروپین و مکانیسم اثر آن بر قلب چگونه است؟ چه تفاوتی در مورد استیل کولین قبل و بعد از آتروپین مشاهده کردید؟ چرا؟

آزمایش 2-3. الکتروکاردیوگرام یا نوار قلب

نوار قلب یا الکتروکاردیوگرام (ECG) یعنی منحنی های حاصل از فعالیت الکتریکی قلب که از طریق الکترودهای نصب شده روی سطح بدن ثبت میشوند. این عمل، الکتروکاردیوگرافی نام دارد و بوسیله دستگاه ثبات نوار قلب (الکتروکاردیوگراف) انجام می شود. بدلیل اینکه مایعات بدن هادی جریان الکتریسیته هستند، جریان الکتریکی تولید شده در قلب به کل بدن انتشار می یابد و میزان کمی از آن به سطح بدن می رسد. دستگاه الکتروکاردیوگراف، جریان های دریافتی از سطح پوست توسط الکترودهای خود را تقویت نموده و تغییرات آن را توسط حرکت یک قلم حرارتی بر روی یک نوار کاغذی حساس به حرارت ثبت می کند. بررسی ECG، اولین مرحله در فرایند پایش سلامت قلب است و برای تشخیص بسیاری از اختلالات قلبی از جمله آریتمی ها، حملات قلبی، هیپرتروفی و غیره از ارزش بالایی برخوردار است. با این وجود، تمام بیماری های قلبی را نمی توان با استفاده از ECG تشخیص داد. افراد بستری در بخش های ویژه از قبیل CCU و ICU تحت مانیتورینگ قلبی مداوم قرار می گیرند تا هر گونه تغییری در ECG آن ها بلافاصله رصد گردیده و اقدامات درمانی فوری انجام شود.

اشتقاق ها یا لیدهای (Lead) قلبی

بر اساس استانداردهای تعیین شده، دستگاه الکتروکاردیوگراف 12 منحنی از 12 اشتقاق ثبت می کند. هر اشتقاق اختلاف پتانسیل بین حداقل دو نقطه از سطح بدن را نشان می دهد. این اشتقاق ها به شرح زیر هستند:

الف) اشتقاق های دو قطبی اندامی: شامل اشتقاق های I، II و III می باشد:

اشتقاق I (D1): در این اشتقاق، دست چپ به قطب مثبت دستگاه و دست راست به قطب منفی وصل می شود.

اشتقاق II (D2): در این اشتقاق، پای چپ به قطب مثبت دستگاه و دست راست به قطب منفی وصل می شود.

اشتقاق III (D3): در این اشتقاق، پای چپ به قطب مثبت دستگاه و دست چپ به قطب منفی وصل می شود.

بر اساس قانون اینتهوون، جمع جبری ولتاژها در اشتقاق های I و III با ولتاژ اشتقاق II برابر است: $I+III=II$

ب) اشتقاق های تک قطبی تقویت شده اندامی: شامل اشتقاق های aVR، aVL و aVF است:

اشتقاق aVR: در این اشتقاق، دست راست به قطب مثبت دستگاه و دست و پای چپ مشترکاً به قطب منفی وصل می شوند.

اشتقاق aVL: در این اشتقاق، دست چپ به قطب مثبت دستگاه و دست راست و پای چپ مشترکاً به قطب منفی وصل می شوند.

اشتقاق aVF: در این اشتقاق، پای چپ به قطب مثبت دستگاه و دو دست مشترکاً به قطب منفی وصل می شوند.

ج) اشتقاق های جلوی قلبی یا سینه ای: شش اشتقاق جلوی قلبی شامل اشتقاق های V1 تا V6 هستند که با حرف C (C1-C6) نیز نشان داده می شوند در این اشتقاق ها، قطب مثبت دستگاه به یکی از نقاط سینه (شکل 5-3) و قطب منفی مشترکاً به دو دست و پای چپ وصل می شوند.

هدف انجام آزمایش: آشنایی با طرز کار دستگاه الکتروکاردیوگراف، روش صحیح بستن الکترودها به بدن و محاسبه ضربان قلب، و محور الکتریکی قلب از روی الکتروکاردیوگرام است.

وسایل مورد نیاز: دستگاه الکتروکاردیوگراف و ژل مخصوص.

معرفی کلیدهای دستگاه ECG

با توجه به مدل و شرکت سازنده دستگاه، صفحه کلید به لحاظ شکل ظاهری و نوع کلید ها می تواند بسیار متفاوت باشد ولی بوسیله آنها باید بتوان کارهای زیر را انجام داد:

کلید روشن و خاموش: بوسیله آن دستگاه را روشن و خاموش می کنیم.

کلید انتخاب نوع عملکرد دستگاه (Mode): اگر با این کلید، مد کاری دستگاه را بر روی Manual بگذاریم، اپراتور هر بار باید با فشردن کلید جهت دار (→)، از اشتقاق بعدی ثبت بگیرد. ضمناً قادر خواهد بود تا از میان

اشتقاق های دوازده گانه، اشتقاق دلخواه را انتخاب نماید. با انتخاب مد کاری **auto**، دستگاه به طور خودکار از کلیه دوازده اشتقاق ثبت می گیرد.

کلید Menu: با استفاده از این کلید، دستگاه با هر **QRS** می تواند صدا تولید کند یا اینکه صدا خاموش شود. همچنین مدت زمان گرفتن نوار از هر اشتقاق را می توان تنظیم کرد. برای این منظور کافی است گزینه **Record time** انتخاب و با استفاده از کلیدهای جهت دار، زمان کم یا زیاد شود.

کلید انتخاب سرعت: بوسیله این کلید، اپراتور می تواند سرعت حرکت کاغذ را انتخاب نماید. سرعت حرکت کاغذ می تواند یکی از مقادیر ۵، ۲۵ و یا ۵۰ میلی متر بر ثانیه باشد. معمولاً **سرعت روی 25 mm/s** تنظیم می شود.

کلید تنظیم ضریب تقویت موج خروجی یا حساسیت (Sensitivity): بوسیله این کلید می توان اندازه موج رسم شده بر روی کاغذ را تنظیم نمود. مقادیر معمول 0/5، ۱ و ۲ سانتی متر به ازای هر میلی ولت می باشد. معمولاً این **کلید روی 1** تنظیم می شود و بدین مفهوم است که هر یک سانتی متر ارتفاع کاغذ (دو مربع بزرگ) معادل یک میلی ولت است. بر روی هر نوار قلب، ارتفاع این علامت $\square$ میزان حساسیت دستگاه را نشان می دهد.

کلید فیلتر: از این کلید برای فعال و یا غیر فعال نمودن فیلتر دستگاه و حذف پارازیت دستگاه های مجاور استفاده می شود.

کلیدهای انتخاب اشتقاق: بوسیله این کلیدها در صورتی که در مد کاری **Manual** باشیم، می توانیم اشتقاق مورد نظر خود را انتخاب نماییم. قابل ذکر است که این کلید در مد **Auto** غیر فعال می باشد.

کلید شروع (Start): بوسیله این کلید و پس از انجام تنظیمات لازم، دستگاه شروع به گرفتن نوار از بیمار می کند.

کلید پایان (Stop): در مد **Manual** برای اتمام کار باید از این کلید استفاده کنیم. در بسیاری از دستگاه های **ECG**، کلید **Start** و **Stop** در یک کلید ادغام شده اند.

دستگاه های الکتروکاردیوگراف ممکن است تک کاناله یا 2، 3، 4، 6 یا 12 کاناله باشند. در دستگاه های تک کانال، عرض نوار کم است و دستگاه هر بار از یک اشتقاق ثبت انجام می دهد. با افزایش تعداد کانال ها عرض نوار بیشتر شده و همزمان از 2 اشتقاق یا بیشتر ثبت انجام می گیرد. دستگاه 12 کاناله، همزمان از هر 12 اشتقاق ثبت می گیرد.

کاغذ الکتروکاردیوگرام

کاغذی که امواج قلبی روی آن ثبت می شوند، یک کاغذ شطرنجی است که محور طولی آن نمایانگر زمان (بر حسب ثانیه) و محور عرضی معرف ولتاژ (بر حسب میلی ولت) می باشد. هر مربع بزرگ از 5 مربع کوچک تشکیل شده که ضلع هر مربع کوچک 1 میلی متر و ضلع هر مربع بزرگ 5 میلی متر است. در صورتیکه سرعت حرکت کاغذ روی 25 میلی متر بر ثانیه تنظیم شود، هر مربع کوچک در محور طولی برابر با 0/04 ثانیه و هر مربع بزرگ برابر با 0/2 ثانیه است. در صورتیکه حساسیت دستگاه روی 1 تنظیم شود، هر مربع کوچک در محور عرضی برابر با 0/1 میلی ولت و هر مربع بزرگ برابر با 0/5 میلی ولت است.

محاسبه تعداد ضربان قلب از روی ECG

دستگاه‌های امروزی همزمان با ثبت الکتروکاردیوگرام، تعداد ضربان قلب را نیز نشان می‌دهند با این وجود برای محاسبه تعداد ضربان، می‌توان فاصله زمانی بین دو موج مشابه و متوالی مثلاً بین دو قله موج R را از روی کاغذ استخراج و عدد 60 را بر آن تقسیم کرد (در صورتی که سرعت حرکت کاغذ 25 mm/s باشد). راه دیگر این است که تعداد مربع‌های کوچک یا بزرگ بین دو R را بشماریم و عدد 300 را بر تعداد مربع‌های بزرگ یا عدد 1500 را بر تعداد مربع‌های کوچک تقسیم کنیم.

روش ثبت الکتروکاردیوگرام

قبل از گرفتن نوار، دستگاه باید به زمین وصل باشد، هرگز سیم اتصال به زمین را به لوله گاز وصل نکنید.

1. ابتدا با یک پنبه آغشته به الک، الکترودها و سطح پوست بدن در محل اتصال الکترودها را تمیز کنید. دستگاه الکتروکاردیوگراف به واسطه ده سیم و الکترودهای مربوطه به ده نقطه از بدن وصل می‌شود. از این الکترودها، دو الکترودها به ساعد چپ (LA) و راست (RA)، دو الکترودها به پای چپ (LL) و راست (RL) در بالای قوزک و شش الکترودها دیگر (C1-C6) یا (V1-V6) مطابق شکل 3-6 به شش نقطه از قفسه سینه به شرح زیر وصل می‌شوند:

V1: فضای بین دنده ای چهارم سمت راست، کنار جناغ

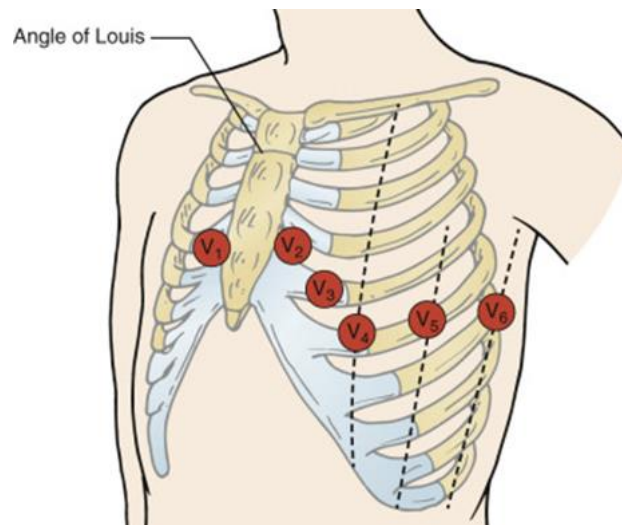
V2: فضای بین دنده ای چهارم سمت چپ، کنار جناغ

V3: بین V2 و V4

V4: فضای بین دنده ای پنجم سمت چپ روی خط میان ترقوه ای

V5: در سطح V4 روی خط زیر بغلی قدامی

V6: در سطح V4 روی خط زیر بغلی میانی



شکل 3-6. محل اتصال الکترودهای سینه ای

2. مقداری ژل ECG روی هر ناحیه از پوست که محل اتصال الکترودهاست بمالید و بخوبی آن را بگسترانید. ژل باعث می شود اتصال الکتریکی بین بدن و الکتروود تسهیل شود و نیز برای چسباندن الکترودهای سینه ای به بدن ضروری است. سپس الکترودها را به محل مورد نظر متصل کنید. برای این که الکترودها اشتباه وصل نشوند، در کلیه دستگاه های الکتروکاردیوگراف، سیم ها یا الکترودها رنگ ویژه ای دارد (شکل 7-3). سیم های مربوط به الکترودهای اندامی بلندتر هستند و رنگ قرمز به دست راست، رنگ زرد به دست چپ، رنگ مشکی به پای راست و رنگ سبز به پای چپ وصل می شود. سیم های مربوط به الکترودهای سینه ای همگی سفید رنگ هستند و فقط در بخش انتهایی رنگ های متفاوتی دارند بطوری که V1 قرمز رنگ، V2 زرد رنگ، V3 سبز رنگ، V4 قهوه ای رنگ، V5 مشکی رنگ و V6 بنفش رنگ است.

3. پس از روشن کردن دستگاه و انجام تنظیمات گفته شده، شروع به گرفتن نوار کنید.

4. در هنگام ثبت نوار، با گوشی به صداهای قلب گوش کنید و به رابطه زمانی صداها با مجموعه QRS توجه کنید.

5. از فرد مورد آزمایش در اشتقاق II در حالت های خوابیده، نشسته و ایستاده چند منحنی بگیرید.

6. از فرد مورد آزمایش در اشتقاق II در حالت دم و بازدم عمیق چند منحنی بگیرید.

چند نکته:

- الکتروود متصل به پای راست که به Grounding مشهور است، در ثبت هیچ یک از اشتقاق ها نقش مستقیم ندارد یعنی قطب منفی یا مثبت هیچ کدام از اشتقاق ها را تشکیل نمی دهد. این الکتروود به زمین وصل می شود تا امواج مزاحم یا پارازیت (Noise) را حذف کند.
- برای ثبت شش اشتقاق اندامی، نیازی به اتصال الکترودهای سینه ای نیست اما برای ثبت اشتقاق های سینه ای، حتماً باید الکترودهای اندامی وصل باشند.
- قطب مثبت و منفی دستگاه برای ثبت هر اشتقاق توسط خود دستگاه و بطور اتوماتیک انتخاب می شود و کارشناس در این فرایند نقشی ندارد جز اینکه هر الکتروود را در محل صحیح متصل کند مثلاً الکتروود دست راست را با دست چپ جابجا ننهد.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

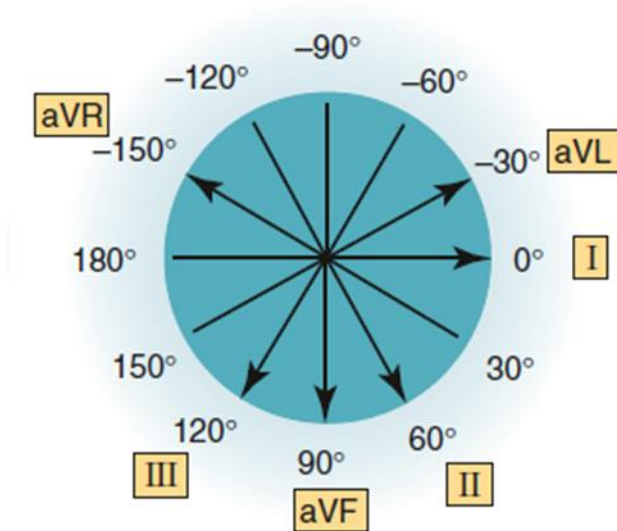
1. رابطه زمانی صداهای قلب با QRS چگونه است؟
2. موج های P و T و مجموعه QRS را در سه حالت خوابیده، نشسته و ایستاده با هم مقایسه کنید؟
3. ضربان قلب را در حالت نرمال و در حالت های 5 و 6 با هم مقایسه کنید؟
4. در صورتی که الکترودهای اندامی وصل نباشند، آیا می توان از اشتقاق های سینه ای ثبت گرفت؟ چرا؟



شکل 7-3. دستگاه ECG و سیم های رابط

تعیین بردار الکتریکی متوسط قلب (بطن ها) از روی الکتروکاردیوگرام

بر اساس مطالبی که در مورد محل قرار گیری الکترودها برای ثبت اشتقاق های اندامی گفته شد، هر یک از این اشتقاق ها دارای یک محور هستند که جهت محور از قطب منفی به قطب مثبت می باشد. بعنوان مثال، در اشتقاق I که الکتروده منفی به دست راست و الکتروده مثبت به دست چپ وصل می شود؛ محور، یک خط افقی است که زاویه آن صفر درجه می باشد. محورهای اشتقاق های اندامی در شکل 8-3 نشان داده شده اند.



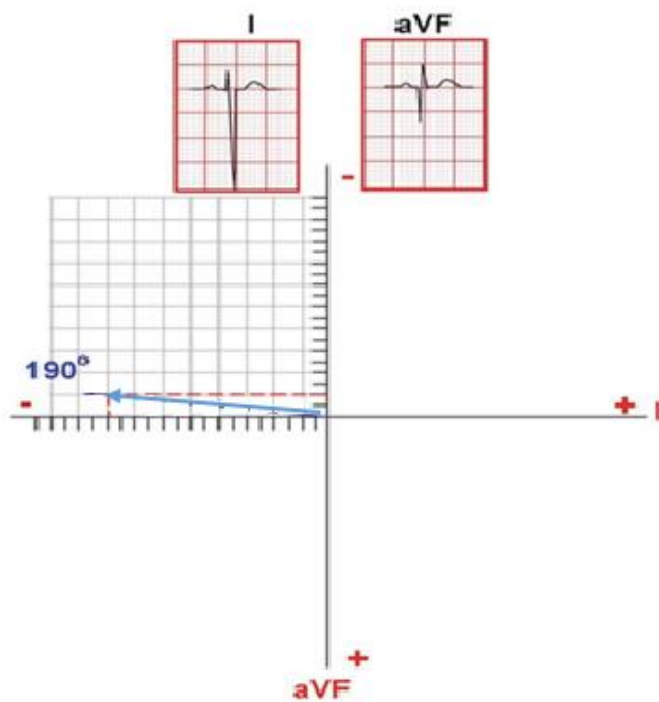
شکل 8-3. محورهای اشتقاق های اندامی

با استفاده از الکتروکاردیوگرام اشتقاق های اندامی، می توان بردار متوسط بطن ها را مشخص نمود. اختلاف ارتفاع امواج ECG در اشتقاق های مختلف به علت اختلاف زاویه آن اشتقاق ها نسبت به بردار الکتریکی قلب است. بنابراین، با توجه به اینکه اندازه هر موج در یک اشتقاق در واقع تصویر بردار الکتریکی قلب بر روی محور آن اشتقاق

است، می توان با در دست داشتن اندازه امواج در اشتقاق ها (تصویرها)، جهت و بزرگی بردار الکتریکی قلب را تعیین کرد. شکل 9-3 روش انجام این کار را نشان می دهد. ابتدا محور دو اشتقاق اندامی را رسم می کنیم (برای رسم دقیق محور اشتقاق ها بدون ابزار اندازه گیری زاویه، بهتر است دو اشتقاق I و aVF که محورهایشان به ترتیب صفر و نود درجه بوده و عمود بر هم هستند، انتخاب شوند). سپس ارتفاع موج R را در این دو اشتقاق اندازه می گیریم (یا تعداد مربع ها را می شماریم) و اگر موج Q یا S یا هر دو را داریم از موج R کم می کنیم تا پتانسیل خالص بدست آید. در شکل 8-3، اشتقاق I دارای موج R بسیار کوتاه (4 مربع کوچک) و موج S بلند (20- مربع کوچک) است، بنابراین، پتانسیل خالص این اشتقاق، منفی خواهد بود (16- مربع). در اشتقاق aVF نیز موج R کوتاهتر (5 مربع) از موج Q (7- مربع) است، در نتیجه پتانسیل خالص آن هم منفی می باشد (2- مربع). سپس پتانسیل خالص هر اشتقاق را روی محور آن اشتقاق مشخص می کنیم. اگر پتانسیل خالص یک اشتقاق مثبت باشد در جهت مثبت و اگر منفی باشد در جهت منفی آن اشتقاق حرکت می کنیم. در اینجا از محل تلاقی محور اشتقاق ها در جهت منفی اشتقاق I، 16 میلیمتر را جدا می کنیم. در جهت منفی اشتقاق aVF نیز 2 میلیمتر جدا می کنیم. در مرحله بعد، دو خط عمود بر دو نقطه ای که مشخص کرده ایم رسم می کنیم (خطوط نقطه چین در شکل 8-3). محل تقاطع این دو خط، نوک بردار متوسط و محل تلاقی محور اشتقاق ها، انتهای بردار خواهد بود. در یک قلب سالم، زاویه بردار الکتریکی قلب بین 10- تا 100+ درجه می باشد.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

1. محور هر اشتقاق اندامی چند درجه است؟ چرا؟
2. در هیپرتروفی بطن چپ و بطن راست بردار الکتریکی قلب به چه سمتی منحرف می شود؟ چرا؟



شکل 9-3. رسم بردار الکتریکی قلب با استفاده از اشتقاق های I و aVF

ضربان قلب چهار صدا تولید می کند که دو صدای آن مجزا و مشخص بوده و توسط گوشی قابل شنیدن هستند. صداهای قلبی معمولاً با اصوات تک سیلابی بوم - تاپ نامگذاری می شوند. هر دوره قلبی با بوم - تاپ و بدنبال آن یک مکث مشخص می شود که قسمت بوم - تاپ نشان دهنده سیستول و دوره مکث نشان دهنده دیاستول قلب است.

1- صدای اول قلب (S1): صدای اول قلب در ابتدای سیستول در هنگام بسته شدن دریچه های دهلیزی - بطنی (میترال و سه لتی) شنیده می شود و حاصل چند عامل است: اول ارتعاش ناشی از بسته شدن دریچه های دهلیزی - بطنی، دوم ارتعاش ناشی از جریان متلاطم خون در داخل بطن ها و سوم ارتعاش ناشی از انقباض دیواره بطن ها. صدای اول طولانی تر از صدای دوم بوده ولی فرکانس کمتری دارد.

2- صدای دوم قلب (S2): این صدا معمولاً واضح تر، زیرتر (فرکانس بالاتر) و بلندتر از صدای اول است و در انتهای سیستول در هنگام بسته شدن دریچه شریان های آئورت و ریوی شنیده می شود. ممکن است در هنگام دم این دو دریچه بطور همزمان بسته نشوند و بنابراین صدای دوم به دو جزء تفکیک شود که جزء اول مربوط به بسته شدن دریچه آئورت و جزء دوم مربوط به بسته شدن دریچه ریوی است.

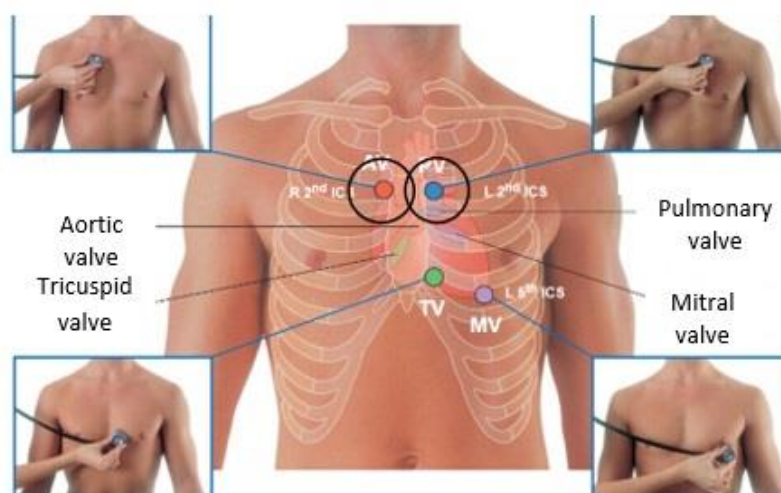
در شرایط طبیعی دو صدای دیگر به نام صداهای سوم و چهارم توسط قلب ایجاد می شوند که معمولاً با گوشی قابل شنیدن نیستند اما امواج حاصل از این صداها توسط فونوکاردیوگرام قابل ثبت می باشند. صدای سوم (S3) در آغاز ثلث میانی دیاستول ایجاد می شود، در هنگامی که خون دهلیزی به داخل بطن های نیمه پر سرازیر می شود و ارتعاش ایجاد می کند. شنیده شدن صدای سوم با گوشی در بچه ها طبیعی است اما اگر در بزرگسالان شنیده شود ممکن است نشان دهنده گشادی بطن ها باشد. صدای چهارم قلب (S4) در ثلث پایانی دیاستول تولید می شود و ناشی از انقباض دهلیزهاست که در طی آن خون دهلیزی به داخل بطن ها تخلیه شده و ارتعاش ایجاد می کند. اگر صدای چهارم با گوشی شنیده شود ممکن است ناشی از سفتی و کاهش قابلیت اتساع بطنی باشد که به علت هیپرتروفی و فیبروز بطنی ایجاد می شوند.

هدف انجام آزمایش: آشنایی با صداهای قلبی و محل صحیح قرار دادن گوشی می باشد.

وسایل مورد نیاز: گوشی پزشکی

شنیدن صدای هر یک از دریچه های قلبی

هر چند که با استفاده از گوشی صدای تمام دریچه های قلب را در بسیاری از نقاط قفسه سینه می توان شنید اما نقاط ترجیحی وجود دارند که در آنها می توان صدای یک دریچه را بهتر و واضح تر شنید (شکل 10-3). صدای دریچه آئورت (A2) در دومین فضای بین دنده ای راست در کنار جناغ، صدای دریچه ریوی (P2) در دومین فضای بین دنده ای چپ در کنار جناغ، صدای دریچه میترال (M2) در پنجمین فضای بین دنده ای چپ در زیر نوک پستان و صدای دریچه سه لتی (T2) در پنجمین فضای بین دنده ای چپ در کنار جناغ بهتر شنیده می شوند. علاوه بر صداهای طبیعی، اختلالات هر کدام از دریچه های قلبی می تواند صداهای غیر طبیعی تولید کند که به آنها سوفل یا مِرْمِر (murmur) می گویند.



شکل 9-3. نقاط ترجیحی برای شنیدن صدای دریچه های قلب

به سؤال زیر پاسخ دهید:

1. چرا در هنگام دم که صدای دوم قلب تفکیک می شود، دریچه آئورت زودتر از دریچه شریان ریه بسته می شود؟

آزمایش 3-4. اندازه گیری فشار خون (3)

برای اینکه خون در رگ های بدن جاری شود، نیاز به نیرویی است که آن را به گردش درآورد. این نیرو، فشار خون نامیده می شود و مولد آن قلب است. از آنجا که پمپ کردن خون توسط قلب به داخل شریان ها بصورت متناوب انجام می شود، فشارخون بین دو سطح حداکثر و حداقل در نوسان است. در زمان انقباض بطن چپ، خون وارد شریان های اندامی (سیستمیک) می شود و فشار خون به حداکثر مقدار خود می رسد که به آن فشارخون سیستولی می گویند. با اتمام سیستول، فشارخون بتدریج کاهش می یابد و در پایان دیاستول به کمترین میزان خود می رسد که به آن فشارخون دیاستولی می گویند.

فشار خون، نیرویی است که از طرف خون بر واحد سطح رگ اعمال می شود و معمولاً بر حسب میلی متر یا سانتی متر جیوه بیان می گردد. فشار خون بصورت یک کسر نمایش داده می شود بطوری که فشار سیستولی در صورت و فشار دیاستولی در مخرج کسر قرار می گیرند. بر اساس فرمول (مقاومت کل محیطی $\times$ برون ده قلبی = فشار متوسط خون شریانی)، فشارخون به دو عامل مهم بستگی دارد، یکی برون ده قلبی و دیگری مقاومت عروقی. افزایش مقاومت عروقی و برون ده قلبی منجر به افزایش فشار سیستولی و دیاستولی می شود. با افزایش سن به علت کاهش اتساع پذیری و افزایش مقاومت عروقی هر دو فشار سیستولی و دیاستولی افزایش می یابند اما این افزایش در فشار سیستولی بیشتر است.

فشار خون تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله وضعیت بدن (ایستاده، نشسته و خوابیده)، فعالیت دستگاه گوارش، فعالیت بدنی، هیجان و استرس، تحریکات دردناک، مثانه پر، داروها، مصرف دخانیات، الکل، قهوه و عوامل محیطی مثل دمای هوا و میزان صدا تغییر می کند.

فشار خون طبیعی و غیر طبیعی

فشار خون طبیعی در افراد 18 سال به بالا و سالم در حال استراحت، کمتر از 80 / 120 است. فشار سیستولی از 90 تا 119 و فشار دیاستولی از 60 تا 79 میلی متر جیوه، طبیعی در نظر گرفته می شوند.

پیش پرفشاری خون (pre-hypertension): در این حالت فشار سیستولی بین 120 تا 139 و فشار دیاستولی بین 80 تا 90 میلی متر جیوه است. در این افراد احتمال ابتلاء به پرفشاری خون زیاد است. همچنین اگر فشار خون در افراد مبتلا به بیماری های قلبی، کلیوی، سکتة مغزی و دیابت در این محدوده باشد به عنوان فشار خون بالا محسوب می شود.

پرفشاری خون (مرحله یک): در این حالت فشار سیستولی بین 140 تا 159 میلی متر جیوه و فشار دیاستولی بین 90 تا 99 میلی متر جیوه است. اگر فقط فشار سیستول یا فقط فشار دیاستول در این حد باشند، باز هم پرفشاری خون مرحله یک محسوب می شوند.

پرفشاری خون (مرحله دو): در این حالت فشار سیستول 160 میلی متر جیوه یا بالاتر و فشار دیاستول 100 میلی متر جیوه یا بالاتر است. اگر فقط فشار سیستول یا فقط فشار دیاستول در این حد باشند، باز هم پرفشاری خون مرحله دو محسوب می شوند.

اگر فشار خون از حد طبیعی بالاتر رود عوارض مهمی بدنبال دارد. فشار خون بالا یکی از عوامل خطر بیماریهای عروق کرونر قلب (حمله قلبی و نارسایی قلبی) و اندام های حیاتی دیگر مانند مغز (سکتة مغزی و انسفالوپاتی)، کلیه (نفروپاتی و نارسایی مزمن کلیوی) و چشم (اختلال دید به علت خونریزی شبکیه و رتینوپاتی) است.

فشار خون پایین: در صورتیکه فشار سیستول کمتر از 90 و فشار دیاستول هم کمتر از 60 میلیمتر جیوه باشد، فرد دچار افت فشار خون شده است که با علائمی از قبیل سرگیجه و ضعف و بیحالی همراه است. برخی از شرایط یا فرایندهای پاتولوژیک نظیر کم آبی بدن، خونروی، شوک، سنکوپ یا غش، نارسایی حاد قلبی و اختلالات دریاچه ای قلب می توانند منجر به افت فشار خون شوند.

هدف انجام آزمایش: فشار خون یکی از علائم حیاتی است که یادگیری روش اندازه گیری آن، علاوه بر کاربرد بالینی در زندگی شخصی نیز می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

وسایل مورد نیاز: دستگاه فشار خون (Sphygmomanometer) و گوشی پزشکی (Stethoscope).

دستگاه اندازه گیری فشار خون: یک وسیله ضروری تشخیص در پزشکی است. این دستگاه انواع مختلفی دارد و می توان از یک دستگاه فشارسنج با مانومتر عقربه ای، جیوه ای یا الکترونیکی (دیجیتال) استفاده کرد. غیر از اختلاف در نوع مانومتر، بقیه وسایل در این دستگاه ها مشترک و شامل موارد زیر هستند:

1- کاف یا بازوبند (Cuff): پارچه ای به صورت دو لایه و مستطیل شکل است که حدود 60 سانتی متر طول دارد و خاصیت ارتجاعی نداشته و دور بازوی فرد پیچیده می شود. با توجه به اینکه اندازه بازوی افراد متفاوت است، باید بازوبندی انتخاب شود که بطور کامل دور بازوی فرد را بگیرد.

2- کیسه هوا (Bladder): یک کیسه از جنس لاستیک و قابل اتساع است که درون بازوبند قرار دارد و دو لوله لاستیکی از آن منشعب می شوند. کیسه هوا قابل مشاهده نیست و باید متناسب با بازوی فرد باشد یعنی نه کوتاه باشد و نه باریک. عرض کیسه هوا بطور متوسط 15-13 سانتیمتر و طول آن 35-30 سانتیمتر است.

3- لوله های لاستیکی: دو لوله لاستیکی از کیسه هوا خارج می شوند. یکی از این لوله ها به یک پمپ یا پوار لاستیکی و دیگری به مانومتر (جیوه ای یا عقربه ای) وصل است.

4- پمپ (پوار لاستیکی)، دریچه و پیچ تنظیم هوا: پمپ باد به انتهای یکی از لوله های لاستیکی که به کیسه هوا می رود وصل است. برای تنظیم ورود و خروج هوا دو دریچه کنترل در پوار در نظر گرفته شده است که یکی از آنها در ابتدا و یکی در انتهای آن قرار دارند. دریچه اول اجازه می دهد هوا وارد پوار شود اما اجازه نمی دهد هوا در جهت رو به عقب خارج شود. دریچه دوم در سمت دیگر پوار که به لوله لاستیکی وصل است قرار دارد و بر عکس دریچه اول عمل می کند و اجازه خروج هوا از پوار را می دهد ولی اجازه بازگشت هوا به پوار را نمی دهد. بعد از این دریچه یک قطعه فلزی وجود دارد که در آن یک سوراخ تعبیه شده که بوسیله باز کردن پیچ فلزی می توان فشار داخل بازوبند را کاهش داد. در دستگاه های فشارسنج جیوه ای و عقربه ای، با بستن پیچ فلزی تنظیم هوا (دریچه کنترل) و فشردن پوار می توان کیسه هوا را پر کرد. برای تخلیه هوای کیسه باید پیچ فلزی را باز کرد.

5- مانومتر: مانومتر برحسب نوع دستگاه می تواند جیوه ای، عقربه ای یا دیجیتالی باشد. در دستگاه های نوع جیوه ای و عقربه ای، فشار خون بصورت دستی و در نوع دیجیتالی بصورت خودکار اندازه گیری می شود.

گوشی پزشکی: برای اندازه گیری دقیق فشارخون سیستولی و دیاستولی در دستگاه های غیر خودکار، باید از گوشی استفاده شود. گوشی پزشکی از سه قسمت تشکیل شده است:

1- لوله های فلزی: گوشی از دو لوله فلزی تشکیل شده که در انتهای آنها دو پوشش لاستیکی قرار دارد تا راحت و ثابت در گوش قرار گیرند. در بعضی گوشی ها این قسمت بصورت مورب است و وقتی در داخل گوش قرار میگیرد قسمت مورب آنها باید متمایل به جلو باشد.

2- لوله های لاستیکی: دو لوله فلزی در انتهای دیگر به دو لوله لاستیکی متصل هستند که این دو لوله به یک لوله 25 تا 30 سانتیمتری منتهی شده و در انتها به صفحه فلزی گوشی وصل میگردند.

3- صفحه گوشی: یک طرف این صفحه که بزرگتر است و سطح صاف دارد، دیافراگم (Diaphragm) و طرف دیگر که کوچکتر و گودتر است، بل (Bell) نامیده می شود. صفحه بوسیله یک قطعه فلزی میله ای شکل کوچک و متحرک که قابلیت چرخش دارد، به انتهای لوله لاستیکی وصل می شود. اگر گوشی دارای دیافراگم و بل باشد، باید آن را در گوش گذاشت و با زدن ضربه ملایم روی دیافراگم یا بل دریافت که کدام یک از این دو قسمت به لوله گوشی ارتباط دارد و صدا را منتقل می کند. معمولاً با نیم دور چرخاندن قطعه فلزی میله ای میتوان انتقال صدا از دیافراگم یا بل را به لوله گوشی مرتبط ساخت. صداهای کورتکوف با فرکانس کم از قسمت بل بهتر شنیده می شوند. اگر از دیافراگم یا بل استفاده می شود باید با انگشتان دست صفحه گوشی را روی بازو نگه داشت.

نکات مورد توجه قبل از اندازه گیری فشارخون

افرادی که فشار خون آنها اندازه گیری می شود، قبل از اندازه گیری فشارخون باید شرایط زیر را رعایت کنند:

● 30 دقیقه قبل از اندازه گیری فشارخون از مصرف کافئین (قهوه و چای) الکل و محصولات دخانی خودداری کنند و فعالیت بدنی شدید نداشته باشند. همه این موارد روی مقاومت شریانچه ها اثر میگذارند و افزایش غیر واقعی فشارخون خواهیم داشت.

● بهتر است مثانه آنها خالی باشد.

● به مدت 5 دقیقه قبل از اندازه گیری فشارخون استراحت کنند و صحبت نکنند.

● برای اندازه گیری فشارخون لازم است پاهای فرد دارای تکیه گاه باشند لذا باید کف پا را روی زمین یا یک سطح محکم بگذارد، در یک وضعیت آرام و راحت بنشیند و پشت خود را تکیه دهد و دستها یا پاهایش را روی هم نگذارد. در غیراین صورت انقباض ایزومتريک عضلات سبب افزایش فشارخون فرد می شود.

● بازوی بیمار باید طوری قرارگیرد که تکیه گاه داشته باشد و بطور افقی و هم سطح قلب قرار گیرد. دست فرد نباید خم باشد و مشت نکند. دست او نباید آویزان باشد چون باعث سفتی و انقباض عضلات دست شده و فشار خون بطور کاذب بیشتر نشان داده می شود (گاهی تا 10 میلیمتر جیوه) و اگر بالاتر از سطح قلب باشد فشار خون کمتر از مقدار واقعی نشان داده میشود (2 میلیمتر جیوه به ازای هر 2/5 سانتیمتر). حتی اگر فرد روی تخت معاینه دراز بکشد و دست در سطح قلب نباشد گاهی تا 5 میلیمتر جیوه در فشار دیاستول تفاوت ایجاد می کند. بازو چه در حالت نشسته، چه ایستاده و چه دراز کشیده باید در سطح قلب باشد و تکیه گاه مناسب داشته باشد. در حالت ایستاده میتوان با یک دست بازوی دست فرد معاینه شونده را گرفت تا برای او تکیه گاه ایجاد شود. نباید از خود فرد برای ایجاد تکیه گاه دست او کمک بگیرید. در استفاده از دستگاه های دیجیتالی مچی یا انگشتی نیز محل اندازه گیری فشار باید هم سطح قلب قرار گیرد.

● در حین اندازه گیری فشار، فرد باید آرام و بی حرکت بنشیند و ساکت باشد و پزشک نیز باید ساکت باشد و از گفتگوهای مهیج و شوخی با فرد معاینه شونده خودداری نماید در غیراین صورت در اثر استرس و هیجان ناشی از این شرایط، ممکن است فشارخون فرد افزایش یابد.

برای گرفتن فشار خون در حالت نشسته یا خوابیده از بازو استفاده می شود به این دلیل که بازو هم سطح قلب است و اثر جاذبه روی فشار خون در این محل تقریباً صفر است. معمولاً فشار خون سیستول در بازوی راست 10 میلیمتر جیوه بیشتر از بازوی چپ است به همین دلیل غالباً از دست راست برای اندازه گیری فشار خون استفاده می شود.

بستن بازوبند

یک خطای مهم در اندازه گیری فشار خون استفاده از بازوبند غیرمتناسب است. اگر بازوبند کوچک باشد باعث می شود فشار خون بیشتر از مقدار واقعی و اگر بزرگ باشد باعث می شود فشار خون کمتر از میزان واقعی نشان داده شود. اگر از قبل هوایی درون بازوبند باشد، با باز کردن پیچ تنظیم هوا، آن را خالی کنید. بازوبند را باید روی بازوی لخت فرد حدود 2 تا 3 سانتیمتر بالاتر از چین آرنج (گودی بین ساعد و بازو) طوری بپیچید که فضای

کافی برای اینکه بتوانید یک انگشت زیر بازوبند قرار دهید، وجود داشته باشد (شکل 11-3). لوله ها نباید گره یا پیچ بخورند یا در زیر بازوبند گیر کنند. اگر آستین لباس بالا زده می شود بایستی نازک و به اندازه کافی گشاد باشد تا روی بازو فشار نیاورد و مانع جریان خون و نیز مانع قرارگرفتن صحیح بازوبند روی بازو نشود. اگر آستین لباس تنگ است بهتر است فرد لباس خود را در آورد. آستین تنگ باعث می شود مقدار فشارخون کمتر از مقدار واقعی خوانده شود.



شکل 11-3. نحوه بستن بازوبند به بازو و قرار دادن گوشی

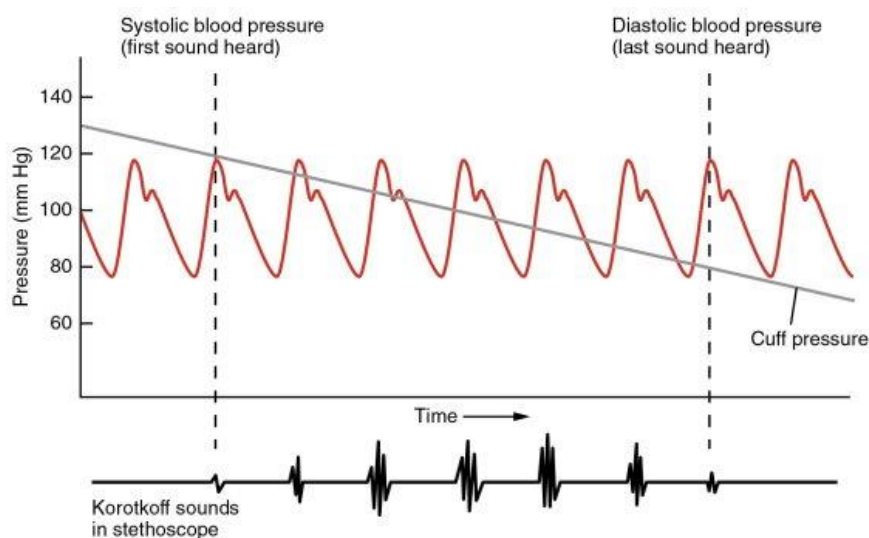
الف) اندازه گیری فشار سیستولی با روش لمسی

1. بعد از بستن بازوبند به دور بازو، نبض شریان رادیال (شریان مچ دست) را در همان دست توسط انگشتان اشاره و میانه پیدا کنید و در همان وضعیت نگه دارید. این نبض در بالای مفصل مچ دست درون شیار در امتداد انگشت شصت حس می شود. هرگز از انگشت شصت برای پیدا کردن نبض استفاده نکنید.
2. پیچ فلزی تنظیم هوا را ببندید و به صورت متوالی و سریع در حالی که نبض رادیال را حس می کنید با فشار بر روی پوار لاستیکی، بازوبند را باد کنید تا فشار مانومتر تقریباً به 80 میلی متر جیوه برسد در این حالت همچنان نبض را لمس کنید، سپس سرعت باد کردن را کاهش دهید تا به جایی برسد که دیگر نبض مچ دست را حس نکنید، به محض ناپدید شدن نبض، عددی را که همان لحظه مانومتر عقربه ای یا جیوه ای نشان می دهد در ذهن بسپارید و اجازه دهید افزایش فشار مانومتر تا حدود 30 میلی متر جیوه دیگر ادامه یابد.
3. سپس پیچ هوای پوار لاستیکی را اندکی شل کنید تا کم کم هوا با سرعت 3-2 میلی متر جیوه در ثانیه از بازوبند خارج شود. با کاهش فشار بازوبند، نبض مجدداً ظاهر و لمس می شود. باید به دقت به مقدار فشاری که در آن نبض ظاهر می شود، توجه کنید. این مقدار معادل فشارخون سیستولی است که با مقدار فشاری که در زمان ناپدید شدن نبض بدست آوردید یکسان خواهد بود و آن را تأیید می کند. سپس با باز کردن کامل پیچ پمپ، هوای بازوبند را بطور کامل تخلیه کنید.

ب) اندازه گیری فشار خون با روش سمعی (شنیدن صداهای کورتکوف)

اگر یک گوشی روی شریان بازویی یک فرد قرار داده شود به دلیل این که خون به صورت لایه ای (Laminar) در شریان ها جریان دارد هیچ صدایی شنیده نمی شود. اگر بازوبند را دور بازوی فرد بسته و به همان

روش قبل تا بالای فشار خون سیستولی باد کنید، باز هم هیچ صدایی شنیده نمی شود زیرا آنقدر فشار بازوبند بالاست که جریان خون را بطور کامل مسدود می کند. در صورتی که فشار داخل بازوبند اندک اندک پایین بیاید تا جایی که برابر با فشارخون سیستولی فرد شود، در طی سیستول مقداری خون می تواند از این رگ عبور کند. بعلت فشردگی رگ و سرعت زیاد خون در آن، یک جریان گردابی ایجاد می شود که همراه با تولید صداست و به آن صدای کوروتکوف (Korotkoff) می گویند. فشاری که در آن اولین صدای کوروتکوف شنیده می شود معادل فشار سیستولی می باشد (شکل 12-3). با کاهش بیشتر فشار بازوبند، صداها بلندتر و طولانی تر شده و سپس ثابت می مانند و سرانجام کاهش یافته و ناپدید می شوند. فشاری که در آن صدای کوروتکوف ناپدید یا مبهم می شود معادل فشار دیاستولی می باشد. در هر دو روش لمسی و سمعی در صورتیکه بخواهید اندازه گیری را تکرار نمایید، حد اقل یک دقیقه صبر کنید.



شکل 12-3. ظهور و ناپدید شدن صداهاى کورتکوف (پایین) که به ترتیب با فشارهای سیستول و دیاستول مطابقت دارند (بالا).

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

1. رابطه سن و نژاد با فشار خون چگونه است؟
2. تغییر پوزیشن از حالت خوابیده به نشسته و ایستاده چه اثری روی فشار خون دارد؟
3. به نظر شما فردی که دارای پیش پرفشاری خون می باشد چگونه باید فشار خون خود را کنترل نماید؟
4. چرا فشار خون در دست راست بیشتر از دست چپ است؟

آزمایش 3-5. بررسی اثر سرما روی ضربان قلب و فشار خون (Cold pressor test)

هدف انجام آزمایش: دما و دیگر عوامل استرس زای محیطی می توانند فشار خون و ضربان قلب را تحت تأثیر قرار دهند. در این آزمایش، اثر دمای سرد روی فشار خون و ضربان قلب بررسی می شود.

وسایل مورد نیاز: دستگاه فشار خون، گوشی پزشکی و آب سرد با دمای کمتر از 10 درجه سانتی گراد.

روش انجام آزمایش

از دانشجویان بخواهید پیش بینی کنند که قرار دادن دست در آب سرد چه اثراتی روی سیستم قلبی عروقی دارد (ضربان قلب و فشار خون). پیش بینی ها باید بر اساس آنچه آنها در باره کنترل خودکار فشار خون و تنظیم دما می دانند، باشد.

1. ظرفی از آب و یخ فراهم کنید بطوریکه دمای آب بین 4 تا 10 درجه سانتیگراد حفظ شود.
2. از فرد بخواهید به پشت بخوابد یا کاملاً آرام برای 5 دقیقه بنشیند. در صورت امکان، بهتر است فرد خوابیده به پشت باشد.
3. دستگاه مانیتورینگ قلبی را روشن و آماده کنید. کاف فشار سنج دستگاه را به بازوی فرد ببندید. همچنین سه الکترود مربوط به ثبت ضربان قلب و ECG را به سمت راست و چپ سینه و چپ شکم (برای ثبت اشتقاق های اندامی) متصل نمایید. مقادیر نرمال فشار خون و ضربان قلب را که روی مانیتور نشان داده شده دو بار با فاصله یک دقیقه یادداشت کنید. اتصالات را از فرد جدا نکنید. اعداد را در جدول 1-3 ثبت نمایید.
4. سپس از فرد بخواهید تا دست دیگرش را در آب سرد فرو برده و بمدت 2 دقیقه نگه دارد. فشار خون و ضربان قلب را 2 بار با فاصله هر 1 دقیقه یادداشت نمایید. اگر در این فاصله دست افراد دردناک شد می توانید زمان آزمایش را به یک دقیقه کاهش دهید. بجای دست میتوان از پا هم استفاده نمود.
5. بعد از خارج کردن دست از آب، بلافاصله فشار خون و تعداد ضربان قلب را یادداشت نمایید و هر 1 دقیقه یادداشت ها را تکرار کنید تا فشار و ضربان به سطوح طبیعی بازگردند.
6. اعداد را در جدول 1-3 ثبت نمایید.

جدول 1-3. ثبت نتایج آزمایش تأثیر سرما روی قلب			
دفعات ثبت	فشار سیستولی	فشار دیاستولی	تعداد ضربان قلب
در حالت استراحت (قبل از وارد کردن دست در آب سرد)			
دفعه اول			
دفعه دوم			
میانگین			
زمان فرو بردن دست در آب سرد			
دقیقه اول			
دقیقه دوم			
بعد از خارج کردن دست از آب سرد			
دقیقه اول			
دقیقه دوم			
دقیقه سوم			
دقیقه چهارم			

به سؤال زیر پاسخ دهید:

1. فشارهای بدست آمده در طی آزمایش بالا را با هم مقایسه کنید و علت تفاوت ها را توضیح دهید؟

آزمایش 6-3. اثر استرس فیزیکی روی فشار خون و ضربان قلب

در این مرحله بدون جدا کردن اتصالات، از فرد بخواهید که بخوابد و برای دو دقیقه یک فعالیت ورزشی با یکی از دست ها انجام دهد مثلاً دمبل بزند. سپس بخوابد و فشار خون او را هر 1 دقیقه بمدت سه دقیقه یادداشت کنید. پس از آن اتصالات را از فرد جدا کنید و بخواهید ورزش دیگری انجام دهد تا عضلات بیشتری درگیر فعالیت شوند مثلاً چند بار از پله های ساختمان بالا و پایین برود یا حرکات دراز و نشست یا شنا انجام دهد. مجدداً اتصالات را وصل نموده و فشار و ضربان قلب را هر 1 دقیقه بمدت سه دقیقه یادداشت کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

1. فشارها را در دو حالت فوق با همدیگر و نیز با فشار در حال استراحت مقایسه کنید و علت تفاوت ها را توضیح دهید؟

بررسی دینامیک قلب و عروق با استفاده از نرم افزار PhysioEx

آزمایش 7-3. مطالعه تأثیر شعاع عروق خونی بر میزان جریان خون

هدف انجام آزمایش: پی بردن به این که قطر عروق چگونه بر روی جریان خون تأثیر می گذارد - درک نحوه تغییر شعاع عروق در بدن - درک چگونگی تفسیر رابطه شعاع رگ با جریان خون در یک شکل.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 5 و سپس Activity 1 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. جریان خون با اندازه گیری می شود.

mmHg (a) ml/min (b) beats/min (c) mm/min (d)

2. کدام یک از عوامل زیر بیشترین تأثیر را بر جریان خون دارند

(a) قطر عروق خونی (b) طول عروق خونی

(c) ویسکوزیته ی عروق خونی (d) خاصیت ارتجاعی عروق خونی

3. کدام یک از عوامل زیر منجر به کاهش در شعاع عروق خونی نمی شوند؟

(a) انقباض عروقی (b) تشکیل پلاک در دیواره شریان

(c) اتساع عروقی (d) انقباض عضلات صاف در دیواره شریان

4. قطر عروق خونی با یکسان است.

(a) محیط عروق (b) دو برابر شعاع عروق (ج) مساحت عروق خونی (د) نصف شعاع عروق

5. باز شدن عروق خونی و جریان یافتن خون نامیده می شود.

(a) جریان لایه ای (b) لومن (c) تونیک (d) دریچه

روش انجام آزمایش

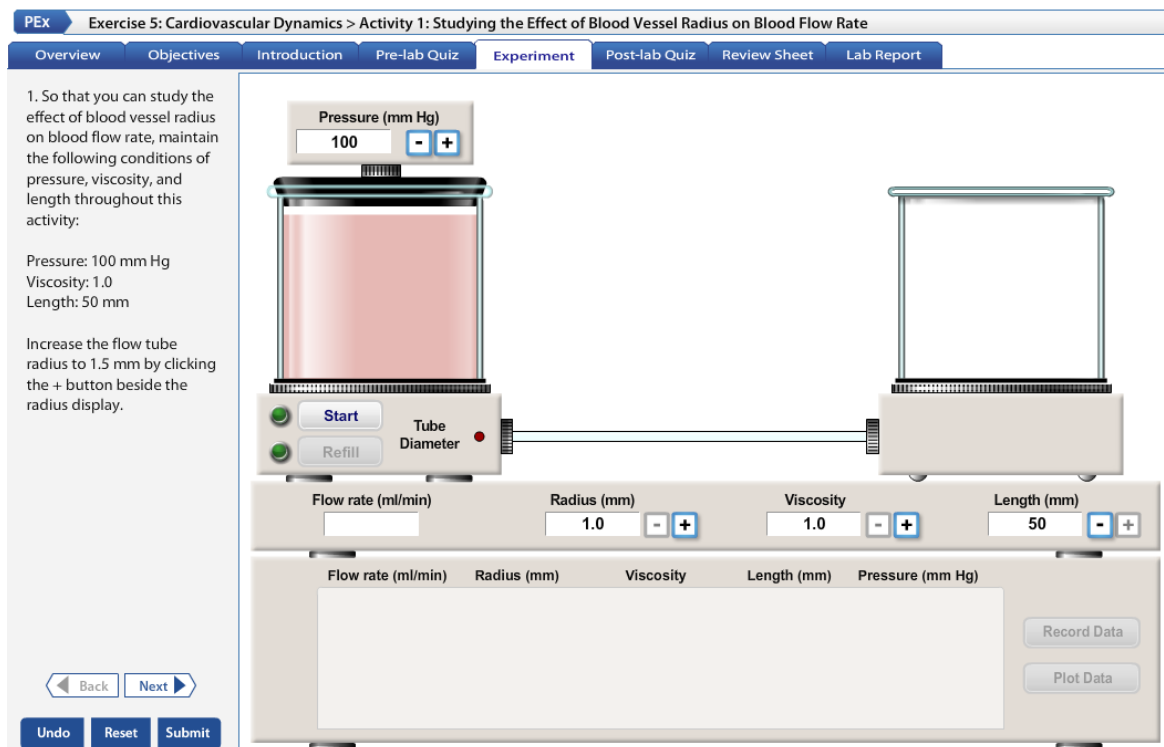
پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 13-3 صفحه ای باز می شود.

1. در این قسمت از آزمایش تأثیر شعاع عروق خونی بر میزان جریان خون در شرایط ثابت زیر بررسی می شود: فشار: 100 mmHg ویسکوزیته: 1 طول رگ 50 mm

به سؤال زیر پاسخ دهید؟

● نیرویی که خون را به جلو می راند چیست؟

(a) ویسکوزیته (b) شیب فشار (c) مقاومت محیطی (d) جریان لایه ای



شکل 13-3. صفحه کار در آزمایشات تأثیر شعاع عروق، ویسکوزیته خون، طول رگ و فشار خون روی جریان خون

2. بر روی Start کلیک کنید، حرکت مایع را از تانک سمت چپ به تانک سمت راست مشاهده کنید. فشار موجب حرکت مایع می شود.

3. بر روی Record data کلیک کنید تا اطلاعات ثبت شود.

4. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.

سؤال پیش بینی 1:

- به نظر شما اگر شعاع تیوب 0/5 میلی متر افزایش یابد جریان خون چه تغییری می کند؟
(a) تغییر نمی کند. (b) افزایش می یابد. (c) کاهش می یابد.
- 5. شعاع را با کلیک روی علامت (+) کنار شعاع به 2 برسانید. بر روی Start کلیک کنید، حرکت مایع را از تانک سمت چپ به تانک سمت راست مشاهده کنید.
- 6. بر روی Record data کلیک کنید تا اطلاعات ثبت شود.
- 7. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- بدن چگونه شعاع عروق خونی را افزایش می دهد ؟
(a) انقباض عضله صاف (b) شل کردن عضله اسکلتی
(c) شل کردن عضله صاف (d) شل کردن عضله قلبی
- 8. در اینجا تأثیر افزایش تدریجی شعاع را بر روی جریان مشاهده خواهید کرد. شعاع را با کلیک روی علامت (+) به میزان نیم میلی متر افزایش دهید. بر روی Start کلیک کنید، حرکت مایع را از تانک سمت چپ به تانک سمت راست مشاهده کنید. بر روی Record data کلیک کنید تا اطلاعات ثبت شود. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک دوباره پر شود. آزمایش را تکرار کنید تا شعاع به 5mm برسد.

سؤال پیش بینی 2:

- به نظر شما، یک منحنی که شعاع آن روی محور X و جریان روی محور Y رسم گردیده به شکل خطی خواهد بود؟
(a) بلی (b) خیر
- 9. بر روی Plot data کلیک کنید تا اطلاعات به شکل یک نمودار برای شما نمایش داده شود. سپس روی Submit کلیک کنید تا منحنی در Lab report ثبت شود و به سؤالات Post lab پاسخ دهید.
- 1. متغیری که در این آزمایش آن را تغییر دادید چه بود؟
(a) ویسکوزیته (b) طول رگ (c) شعاع رگ (d) فشار
- 2. شعاع رگ و جریان مایع
(a) رابطه معکوس دارند. (b) رابطه مستقیم دارند.
(c) رابطه خطی دارند. (d) بر روی هم تأثیری ندارند.
- 3. بعد از صرف یک غذای سنگین در زمانی که نسبتاً غیر فعال هستید انتظار می رود که عروق خونی در عضله اسکلتی به صورت و در اندام های گوارشی به صورت باشد
(a) گشاد/ تنگ (b) گشاد/ گشاد (c) تنگ/ تنگ (d) تنگ/ گشاد

4. زمانی که شعاع رگ افزایش می یابد، میزان جریان خون

- (a) افزایش می یابد (b) کاهش می یابد
(c) تغییری نمی کند (d) بسته به اندامی که رگ در آن قرار دارد، تغییر می کند.

آزمایش 8-3. مطالعه تأثیر ویسکوزیته خون بر روی میزان جریان خون

هدف انجام آزمایش: درک این که ویسکوزیته چگونه بر روی جریان خون اثر می گذارد - شناسایی اجزای خون که در ویسکوزیته نقش دارند - توضیح در مورد شرایطی که ممکن است باعث تغییر در ویسکوزیته خون شوند - درک این نکته که چگونه یک منحنی در مورد رابطه ویسکوزیته با جریان خون را تفسیر کنیم.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 5 و سپس Activity 2 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. کدام یک از موارد زیر عنصر تشکیل دهنده خون نیستند؟

- (a) لکوسیت (b) اریتروسیت (c) پروتئین پلاسما (d) پلاکت

2. کاهش پلاکت خون را ترومبوسیتوپنی گویند. به نظر شما، این چه تأثیری بر ویسکوزیته خون دارد؟

- (a) ویسکوزیته را افزایش می دهد. (b) ویسکوزیته را کاهش می دهد (c) اثری بر ویسکوزیته ندارد.

3. کدام یک از عوامل زیر نقشی در ویسکوزیته خون ندارند؟

- (a) پروتئین های پلاسما (b) تعداد سلول های قرمز خون
(c) تعداد سلول های سفید خون (d) میزان اکسیژن خون

4. ویسکوزیته اغلب به طور مستقیم بر روی اثر می گذارد.

- (a) شعاع عروق (b) مقاومت محیطی (c) طول رگ (d) فشار خون

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 13-3 صفحه ای باز می

شود.

روش انجام آزمایش

1. در این قسمت از آزمایش تأثیر ویسکوزیته خون بر میزان جریان خون در شرایط ثابت زیر بررسی می

شود: فشار: 100 mmHg شعاع: 5 mm طول رگ 50 mm. توجه کنید ویسکوزیته در اینجا 1 است. بر

روی Start کلیک کنید، حرکت مایع را از تانک سمت چپ به تانک سمت راست مشاهده کنید. فشار عاملی است که مایع را به حرکت در می آورد. میزان جریان پس از اتمام در کادر مربوطه نمایش داده می شود.

2. بر روی ثبت کلیک کنید تا اطلاعات ثبت شود.

3. بر روی Refill کلیک کنید تا مایع به سمت چپ برگردد.

سؤال پیش بینی:

- به نظر شما، افزایش ویسکوزیته چه اثری روی میزان جریان مایع دارد؟
(a) میزان جریان مایع تغییر نمی کند.
(b) میزان جریان مایع افزایش می یابد.
(c) میزان جریان مایع کاهش می یابد.
- 4. با کلیک روی علامت (+)، ویسکوزیته را یک واحد افزایش دهید. بر روی Start کلیک کنید و حرکت مایع را از تانک سمت چپ به تانک سمت راست مشاهده کنید.
- 5. بر روی Record data کلیک کنید تا اطلاعات ثبت شود.
- 6. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک سمت چپ دوباره پر شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- به نظر شما، رابطه بین جریان خون و ویسکوزیته چگونه است؟
(a) رابطه مستقیم دارند.
(b) رابطه معکوس دارند.
(c) مستقل از هم هستند
(d) رابطه ی نمایی دارند.
- 7. اکنون تأثیر افزایش تدریجی ویسکوزیته را بر روی جریان مشاهده خواهید کرد. با کلیک روی علامت (+) ویسکوزیته را 1 واحد افزایش دهید. بر روی Start کلیک کنید و حرکت مایع را از تانک سمت چپ به تانک سمت راست مشاهده کنید. بر روی Record data کلیک کنید تا اطلاعات ثبت شود. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک سمت چپ دوباره پر شود. آزمایش را تکرار کنید تا ویسکوزیته به 8 برسد.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- به نظر شما، بیماری آنمی آپلاستیک چه اثری روی جریان خون دارد؟
(a) به دلیل کاهش ویسکوزیته جریان خون افزایش می یابد.
(b) به دلیل کاهش ویسکوزیته جریان خون کاهش می یابد.
(c) به دلیل افزایش ویسکوزیته جریان خون افزایش می یابد.
(d) به دلیل افزایش ویسکوزیته جریان خون کاهش می یابد.
- 8. بر روی Plot data کلیک کنید تا خلاصه نتایج به شکل نمودار نمایش داده شود. ویسکوزیته روی محور X و جریان روی محور Y نمایش داده خواهد شد.
- روی Submit کلیک کنید تا نمودار در Lab report ثبت شود و به سؤالات Post lab پاسخ دهید:

1. متغیری که در این آزمایش تغییر دادید کدام است؟

- (a) ویسکوزیته (b) طول رگ (c) شعاع رگ (d) فشار

2. افزایش ویسکوزیته

- (a) تأثیری بر جریان خون ندارد
(b) جریان خون را کاهش می دهد.
(c) جریان خون را افزایش می دهد.

3. کاهش هماتوکریت چه تأثیری بر جریان خون دارد؟

- (a) افزایش ویسکوزیته، افزایش جریان خون
(b) افزایش ویسکوزیته، کاهش جریان خون
(c) کاهش ویسکوزیته، کاهش جریان خون
(d) کاهش ویسکوزیته، افزایش جریان خون

4. به نظر شما، کم آبی بدن چه اثر کلی روی ویسکوزیته خون دارد؟

- (a) افزایش ویسکوزیته، افزایش جریان خون
(b) افزایش ویسکوزیته، کاهش جریان خون
(c) کاهش ویسکوزیته، کاهش جریان خون
(d) کاهش ویسکوزیته، افزایش جریان خون

آزمایش 9-3. مطالعه ی تأثیر طول عروق خونی بر روی میزان جریان خون

هدف انجام آزمایش: پی بردن به اینکه طول عروق چگونه بر روی جریان خون تأثیر می گذارد - توضیح در مورد شرایطی که می توانند سبب تغییر طول عروق در بدن شوند - مقایسه اثر تغییرات طول رگ با اثر تغییرات شعاع رگ بر میزان جریان.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 5 و سپس Activity 3 کلیک کنید.
با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. زمانی که طول رگ افزایش می یابد کدام یک از عوامل زیر نیز افزایش می یابد؟

- (a) شعاع رگ (b) اصطکاک (c) مساحت سطح رگ (d) هر دو مورد b و c

2. طول عروق خونی زمانی کاهش می یابد که

- (a) پیرتر می شویم.
(b) وزن افزایش می یابد.
(c) وزن کاهش می یابد.
(d) فشار خون افزایش می یابد.

3. جریان خون

- (a) رابطه معکوس با شعاع رگ دارد
(b) رابطه مستقیم با توان چهارم شعاع رگ دارد
(c) رابطه ای با شعاع رگ ندارد
(d) رابطه مستقیم با جذر شعاع رگ دارد.

4. کدام یک از موارد زیر مقاومت در برابر جریان خون را بطور صحیح توضیح می دهد؟

- (a) با افزایش طول رگ، مقاومت افزایش می یابد.

- (b) با افزایش شعاع رگ مقاومت افزایش می یابد.
- (c) با کاهش شعاع رگ مقاومت افزایش می یابد
- (d) مقاومت با شعاع رگ رابطه مستقیم دارد.

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 13-3 صفحه ای باز می شود.

1. برای مطالعه تأثیر طول عروق خونی بر میزان جریان خون، شرایط زیر در سرتاسر آزمایش باید ثابت بماند: فشار: 100 mmHg، شعاع: 3 mm و ویسکوزیته 3/5. توجه کنید طول لوله رابط 10 میلیمتر است. بر روی Start کلیک کنید و حرکت مایع را از تانک سمت چپ به تانک سمت راست مشاهده کنید. فشار موجب این حرکت می شود. بعد از پایان تخلیه تانک سمت چپ، میزان جریان در زیر همین تانک نشان داده می شود.
2. بر روی Record data کلیک کنید تا اطلاعات ثبت شود.
3. بر روی Refill کلیک کنید تا مایع به سمت چپ برگردد.

سؤال پیش بینی:

- به نظر شما افزایش طول لوله چه تاثیری بر جریان مایع دارد؟
 - (a) جریان تغییری نمی کند.
 - (b) جریان افزایش می یابد.
 - (c) جریان کاهش می یابد.
- 4. با کلیک روی علامت +، به 15 میلی متر برسانید. بر روی Start کلیک کنید و حرکت مایع را از تانک سمت چپ به تانک سمت راست مشاهده کنید.
- 5. بر روی Record data کلیک کنید تا اطلاعات ثبت شود.
- 6. بر روی Refill کلیک کنید تا مایع به سمت چپ برگردد.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- به نظر شما رابطه بین جریان مایع و طول لوله چگونه است؟
 - (a) رابطه مستقیم دارند.
 - (b) رابطه معکوس دارند.
 - (c) مستقل از هم هستند.
 - (d) رابطه نمایی دارند.
- 7. اکنون تأثیر افزایش تدریجی طول لوله را روی جریان مشاهده خواهید کرد. طول لوله را 5 میلی متر بیشتر کنید. بر روی Start کلیک کنید و حرکت مایع را از تانک سمت چپ به تانک سمت راست مشاهده نمایید. بر روی Record data کلیک کنید تا اطلاعات ثبت شود. بر روی Refill کلیک کنید تا مایع به سمت چپ برگردد. آزمایش را تکرار کنید تا طول لوله به 40 میلی متر برسد.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● کدام یک به طور روزانه اتفاق می افتد؟

(a) تغییرات در طول عروق (b) تغییرات در قطر عروق (c) تغییرات در تعداد سلول های خونی

8. بر روی Plot data کلیک کنید تا خلاصه نتایج به صورت نمودار نمایش داده شود. طول روی محور X

و جریان روی محور Y نمایش داده خواهد شد. روی Submit کلیک کنید تا نمودار در Lab report ثبت شود و به سؤالات Post lab پاسخ دهید:

1. افزایش طول لوله مشابه با افزایش طول عروق خونی است. این تغییر چه تأثیری بر میزان جریان دارد؟

(a) جریان را افزایش می دهد. (b) جریان را کاهش می دهد.

(c) جریان تغییر نمی کند. (d) جریان متوقف می شود.

2. کدام یک از عبارات زیر رابطه درست بین طول عروق، مقاومت و جریان خون را بیان می کند؟

(a) طول عروق با مقاومت و میزان جریان رابطه عکس دارد.

(b) طول عروق با مقاومت و میزان جریان رابطه مستقیم دارد.

(c) طول عروق با مقاومت رابطه مستقیم و با میزان جریان رابطه عکس دارد.

(d) طول عروق با مقاومت رابطه عکس با میزان جریان رابطه مستقیم دارد.

3. کدام یک از عبارات زیر رابطه درست بین شعاع عروق، مقاومت و جریان خون را بیان می کند؟

(a) شعاع عروق با مقاومت و میزان جریان رابطه عکس دارد.

(b) شعاع عروق با مقاومت و میزان جریان رابطه مستقیم دارد.

(c) شعاع عروق با مقاومت رابطه مستقیم و با میزان جریان رابطه عکس دارد.

(d) شعاع عروق با مقاومت رابطه عکس و با میزان جریان رابطه مستقیم دارد.

4. در کدام یک از حالات زیر بدن ممکن است به افزایش شعاع رگ نیاز داشته باشد؟

(a) فراهم کردن میزان جریان و مواد مغذی بیشتر برای یک قسمت خاص بدن

(b) برای اصلاح رشد قد در فرد

(c) برای جبران اضافه وزن

(d) برای جبران کاهش وزن

آزمایش 10-3. مطالعه ی تأثیر فشار خون بر روی میزان جریان خون

هدف انجام آزمایش: پی بردن به اینکه فشار خون چگونه بر روی جریان خون تأثیر می گذارد - پی بردن به

اینکه چه ساختارهایی در بدن فشار خون را ایجاد می کند - مقایسه نمودارهای فشار در برابر جریان با نمودارهای شعاع، طول و ویسکوزیته در برابر جریان.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 5 و سپس Activity 4 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. تغییرات فشار در سیستم قلبی عروقی عمدتاً ناشی از می باشد.

- (a) تغییرات خاصیت ارتجاعی عروق (b) تغییرات در نیروی انقباضی قلب
(c) تغییرات ویسکوزیته (d) تغییرات طول عروق

2. نیروی محرکه برای جریان خون کدام است؟

- (a) ویسکوزیته (b) مقاومت محیطی (c) تغییرات الاستیسیته (d) گرادیان فشار

3. کدام یک از موارد زیر رابطه مستقیم با جریان خون دارد؟

- (a) ویسکوزیته (b) طول رگ (c) شعاع رگ (d) شیب فشار (e) شعاع رگ و شیب فشار

4. شریان های نزدیک قلب باید بتوانند را جبران نمایند.

- (a) تغییرات ویسکوزیته (b) تغییرات شیب (c) تغییرات فشار (d) اکسیژن

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 13-3 صفحه ای باز می

شود.

1. برای مطالعه تأثیر فشار خون بر میزان جریان خون، شرایط زیر در سرتاسر آزمایش باید ثابت بماند: طول رگ 50 میلی متر، شعاع 5 mm و ویسکوزیته 3/5. توجه کنید که فشار روی 25 mmHg تنظیم شده است. بر روی Start کلیک کنید، حرکت مایع را از تانک سمت چپ به تانک سمت راست مشاهده کنید. فشار موجب حرکت مایع می شود. بعد از پایان تخلیه تانک سمت چپ، میزان جریان در زیر همین تانک نشان داده می شود.

2. بر روی ثبت کلیک کنید تا اطلاعات ثبت شود.

3. بر روی Refill کلیک کنید تا مایع به سمت چپ برگردد.

سؤال پیش بینی 1:

● به نظر شما افزایش فشار چه تاثیری بر جریان خون دارد؟

- (a) جریان تغییر نمی کند. (b) جریان افزایش می یابد. (c) جریان کاهش می یابد.

4. با کلیک روی علامت +، فشار را به 50 برسانید. روی Start کلیک کنید و حرکت مایع را از تانک سمت

چپ به تانک سمت راست مشاهده نمایید.

5. بر روی Record data کلیک کنید تا اطلاعات ثبت شود.

6. بر روی Refill کلیک کنید تا مایع به سمت چپ برگردد.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

• این آزمایش از تغییرات فشار برای مدل سازی استفاده می کند.

(a) تغییرات شعاع (b) تغییرات ارتجاع پذیری

(c) تغییرات نیروی انقباضی قلب (d) تغییرات ویسکوزیته

7. اکنون تأثیر افزایش تدریجی فشار را بر روی جریان مشاهده خواهید کرد. فشار را 25 میلی متر جیوه افزایش دهید. بر روی Start کلیک کنید و حرکت مایع را از تانک سمت چپ به تانک سمت راست مشاهده کنید. روی Record data کلیک کنید تا اطلاعات ثبت شود. روی Refill کلیک کنید تا مایع به سمت چپ برگردد. این مراحل را تکرار کنید تا فشار به 200 mmHg برسد.

سؤال پیش بینی 2:

• به نظر شما نمودار فشار و جریان خون خطی است؟ (a) بلی (b) خیر

8. بر روی Plot data کلیک کنید تا خلاصه نتایج به صورت نمودار نمایش داده شود. فشار روی محور X و جریان روی محور Y نمایش داده خواهد شد.

روی Submit کلیک کنید تا نمودار در Lab report ثبت شود و به سؤالات Post lab پاسخ دهید:

1. اثر افزایش فشار خواهد بود.

(a) کاهش جریان (b) افزایش جریان (c) کاهش سرعت پمپ (d) افزایش سرعت پمپ

2. واحد اندازه گیری فشار خون است.

ml/min (a) beats/min (b) mmHg (c) mm/min (d)

3. کدام یک از متغیرهای زیر بیشترین اثر را روی جریان خون دارند؟

(a) طول رگ (b) اختلاف فشار (c) ویسکوزیته (d) شعاع رگ

4. واحد اندازه گیری جریان خون است.

ml/min (a) beats/min (b) mmHg (c) mm/min (d)

آزمایش 11-3. تاثیر شعاع عروق خونی بر روی فعالیت پمپ قلب

هدف انجام آزمایش: درک مفهوم کلمه سیستول و دیاستول - پیش بینی چگونگی تأثیر تغییر شعاع عروق

بر جریان خون - پیش بینی چگونگی تأثیر تغییر شعاع عروق بر ضربان قلب - مشاهده مکانیسم های جبرانی برای حفظ فشار خون.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 5 و سپس Activity 5 کلیک کنید.

با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. طی مرحله قلب در حال استراحت است.

(a) سیستول بطنی (b) سیستول دهلیزی (c) دیاستول بطنی (d) مرحله خروج خون

2. سمت راست قلب خون را پمپ می کند.

(a) از میان دریچه دو لتی (b) به دستگاه های بدن (c) تنها به شریان ها (d) به ریه ها

3. لایه ای از عروق خونی که به وسیله سیستم عصبی خود مختار تحریک می شوند هست.

(a) دریچه (b) عضلات صاف (c) عضلات قلبی (d) اندوتلیوم

4. در این آزمایش، پمپ را شبیه سازی می کند.

(a) بطن راست قلب (b) بطن چپ قلب (c) دهلیز راست قلب (d) دهلیز چپ قل

5. اگر مخزن سمت راست جریان را وارد مدار سیستمیک بدن کند، دریچه سمت راست و لوله نشان دهنده چه

چیزی هستند؟

(a) دریچه دو لتی و وریدهای ریوی (b) دریچه ی آئورت و وریدهای ریوی

(c) دریچه ی دوتایی و آئورت (d) دریچه ی آئورت و آئورت

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 14-3 صفحه ای باز می

شود.

PEX Exercise 5: Cardiovascular Dynamics > Activity 5: Studying the Effect of Blood Vessel Radius on Pump Activity

Overview Objectives Introduction Pre-lab Quiz Experiment Post-lab Quiz Review Sheet Lab Report

1. So that you can study the effect of vessel radius on pump activity, the other variables in this experiment will be maintained at the following conditions:

Left beaker pressure: 40 mm Hg
Pump pressure: 120 mm Hg
Right beaker pressure: 80 mm Hg
Starting pump volume (EDV): 120 ml
Ending pump volume (ESV): 50 ml

Note that the left flow tube radius is set to 3.5 mm and the right flow tube radius is set to 3.0 mm. Click **Single** to initiate a single stroke and then watch the pump action.

Flow (ml/min)	Rad. L (mm)	Rad. R (mm)	Str. V (ml)	Rate (strokes/min)	Press. L (mm Hg)	Press. Dif. R (mm Hg)

Record Data
Plot Data

Undo Reset

شکل 14-3. صفحه کار در آزمایش تأثیر شعاع رگ و حجم ضربه ای روی فعالیت پمپ

1. برای مطالعه تأثیر شعاع رگ روی فعالیت پمپ، سایر متغیرها تا پایان آزمایش ثابت بوده و به قرار زیر

است: فشار تانک چپ: 40 mmHg، فشار پمپ: 120 mmHg فشار تانک راست: 80 mmHg، حجم اولیه پمپ:

120 ml، حجم نهایی پمپ: 50 ml. توجه کنید که شعاع لوله سمت چپ 3/5 میلی متر و شعاع لوله سمت راست 3 میلی متر است. بر روی Single کلیک کنید تا یک ضربان ایجاد شود و سپس فعالیت پمپ را مشاهده کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- زمانی که پیستون به پایین ترین نقطه خود می رسد حجم باقیمانده در پمپ برابر با است.
(a) حجم ضربه ای
(b) حجم پایان سیستولی
(c) حجم پایان دیاستولی
(d) حجم پایان ضربه ای
- 2. بر روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را مشاهده کنید. بعد از اتمام تخلیه تانک چپ، سرعت پمپ در صفحه نمایشگر نمایش داده می شود.
- 3. Record data را انتخاب کنید تا اطلاعات ثبت شود.
- 4. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- اگر شعاع لوله سمت راست افزایش یابد چه اتفاقی برای مقاومت و جریان می افتد
(a) جریان خون و مقاومت افزایش می یابند.
(b) جریان افزایش و مقاومت کاهش می یابد
(c) جریان کاهش و مقاومت افزایش می یابد.
(d) جریان و مقاومت کاهش می یابند.

سؤال پیش بینی:

- اگر شعاع لوله را افزایش دهیم، فعالیت پمپ چه تغییری می کند تا فشار را ثابت نگه دارد؟
(a) سرعت پمپ افزایش می یابد (b) سرعت پمپ کاهش می یابد (c) تغییری نمی کند
- 5. شعاع تیوب سمت راست را به 3/5 mm افزایش دهید. Auto pump را کلیک کنید تا 10 ضربان زده شود و سپس فعالیت پمپ را مشاهده کنید.
- 6. Record data را انتخاب کنید تا نتایج ثبت شود.
- 7. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک سمت چپ پر شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- اگر لوله چپ به عنوان وریدهای ریوی عمل کند مخزن سمت چپ مشابه چیست؟
(a) دهلیز چپ (b) دهلیز راست (c) شریان ریوی (d) خون خروجی از ریه ها

8. اکنون تأثیر افزایش تدریجی شعاع لوله سمت راست را مشاهده خواهید کرد. شعاع لوله سمت راست را 0/5 mm افزایش دهید. Auto pump را کلیک کنید تا 10 ضربان زده شود. Data record را انتخاب کنید تا اطلاعات ثبت شود. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک سمت چپ دوباره پر شود. این مراحل را تکرار کنید تا شعاع لوله راست به 5 میلی متر برسد.

9. Plot data را کلیک کنید تا خلاصه نتایج به صورت یک نمودار نمایش داده شود. روی Submit کلیک کنید تا نمودار در Lab report ثبت شود و به سؤالات Post lab پاسخ دهید:

1. پیستون پمپ در این شبیه سازی در طی بالا است.
(a) سیستول (b) دیاستول (c) انقباض (d) دیالیز
2. پمپ در شبیه سازی به عنوان عمل می کند.
(a) بطن راست (b) دهلیز راست (c) بطن چپ (d) دهلیز چپ
3. حجمی از خون که با یک ضربان به داخل مخزن سمت راست جریان می یابد چه نام دارد؟
(a) حجم پایان دیاستولی (b) حجم پمپ
(c) حجم پایان سیستولی (d) حجم ضربه ای
4. در این آزمایش، افزایش در شعاع لوله سمت راست باعث
(a) افزایش جریان و کاهش سرعت پمپ می شود.
(b) افزایش جریان و افزایش سرعت پمپ می شود
(c) کاهش جریان و کاهش سرعت پمپ می شود.
(d) کاهش جریان و افزایش سرعت پمپ می شود.
5. در الگوی جریان در این آزمایش کدام حفره باید وجود داشته باشد، با توجه به اینکه عروق و دریچه های اطراف آن وجود دارند؟ (برای سهولت حفره از آزمایش حذف شد).
(a) بطن چپ (b) بطن راست (c) دهلیز راست (d) دهلیز چپ

آزمایش 12-3. مطالعه تأثیر حجم ضربه ای بر فعالیت پمپ

هدف انجام آزمایش: درک تاثیر تغییرات بازگشت وریدی بر روی حجم ضربه ای - توضیح اینکه چگونه حجم ضربه ای در قلب تغییر می کند - توضیح قانون فرانک استارلینگ قلب - تعریف پیش بار، انقباض پذیری و پس بار - افتراق بین کنترل ذاتی و کنترل خارجی انقباض پذیری قلب - بررسی اینکه ضربان قلب و حجم ضربه ای چگونه به برون ده قلبی و حجم ضربه ای کمک می کنند.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 5 و سپس Activity 6 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. کدام یک از متغیرهای زیر به طور مستقیم به پیش بار کمک می کنند؟

(a) حجم پایان سیستولی (b) بازگشت وریدی (c) حجم ضربه ای (d) انقباض پذیری

2. کدام یک از موارد زیر حجم پایان دیاستولی را افزایش نمی دهد؟

(a) ورزش (b) ضربان قلب آهسته (c) کم آبی (d) افزایش بازگشت وریدی

3. افزایش انقباض پذیری قلب سبب همه موارد زیر می شود بجز

(a) افزایش حجم ضربه ای (b) افزایش نیروی انقباضی
(c) افزایش برون ده قلبی (d) افزایش حجم پایان سیستولی

4. کدام یک از گزینه های زیر بر روی حجم ضربه ای تأثیر ندارد؟

(a) پیش بار (b) انقباض پذیری
(c) پس بار (d) همه این گزینه ها بر روی حجم ضربه ای تأثیر دارند.

5. کدام یک از گزینه های زیر با بقیه معادل نیست؟

(a) برون ده قلبی (b) ضربان قلب ضربدر حجم ضربه ای
(c) حجم پایان دیاستول (d) جریان خون کل در دقیقه

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 14-3 صفحه ای باز می شود.

1. برای مطالعه تأثیر حجم ضربه ای روی فعالیت پمپ، سایر متغیرها تا پایان آزمایش ثابت بوده و به قرار زیر است: فشار تانک چپ: 40 mmHg، فشار پمپ: 120 mmHg، فشار تانک راست: 80 mmHg، حداکثر ضربان: 10، شعاع لوله سمت راست و چپ: 3 mm. بر روی Single کلیک کنید تا یک ضربان ایجاد شود و سپس فعالیت پمپ را مشاهده کنید. توجه کنید که حجم اولیه پمپ بر روی 120 ml تنظیم شده است. با کلیک روی علامت (+)، حجم پایانی پمپ را به 110 ml افزایش دهید تا حجم ضربه ای به 10 ml برسد.

2. بر روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را مشاهده کنید. میزان جریان و سرعت پمپ بعد از اتمام خروج مایع از تانک چپ در کادر مربوطه نمایش داده می شود.

3. Data record را انتخاب کنید تا اطلاعات ثبت شود.

4. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.

سؤال پیش بینی:

● اگر سرعت پمپ معادل با ضربان قلب باشد، به نظر شما اگر حجم ضربه ای زیاد شود چه اتفاقی برای سرعت پمپ می افتد؟

- (a) سرعت پمپ کاهش می یابد تا برون ده قلبی حفظ شود.
- (b) سرعت پمپ افزایش می یابد تا برون ده قلبی حفظ شود.
- (c) سرعت پمپ کاهش می یابد تا بازگشت وریدی حفظ شود.

(d) سرعت پمپ افزایش می یابد تا بازگشت وریدی حفظ شود.

5. با کلیک روی علامت (-)، حجم نهایی پمپ (ESV) را کاهش دهید تا حجم ضربه ای به 20 ml افزایش یابد.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● چرا تغییر حجم نهایی پمپ، بطور خودبخود حجم ضربه ای را کاهش می دهد؟

(a) قلب در این حالت از خارج کنترل می شود.

(b) حجم ضربه ای برابر است با حجم پایان سیستولی منهای حجم پایان دیاستولی

(c) ESV باید بزرگتر از EDV باشد.

(d) قلب ذاتاً حجم ضربه ای را تغییر می دهد تا با تغییرات در پیش بار تطابق یابد.

6. بر روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را مشاهده کنید.

7. Record data را انتخاب کنید تا نتایج ثبت شود.

8. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.

9. اکنون تأثیر افزایش تدریجی حجم ضربه ای مورد بررسی قرار می گیرد. با کاهش حجم نهایی پمپ، حجم ضربه ای را 10 ml افزایش دهید. برای کاهش حجم نهایی پمپ، بر روی - در جلوی کادر مربوطه کلیک کنید. بر روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را تماشا کنید. میزان جریان بعد از اتمام خروج مایع از مخزن در کادر مربوطه نمایش داده می شود. Record data را انتخاب کنید تا نتایج ثبت شود. بر روی کلمه Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود. این مراحل را تکرار کنید تا حجم ضربه ای به 60 ml برسد.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● در هر مرحله جریان ثابت مانده است چون

(a) برون ده قلبی معادل جریان خون است (b) حجم ضربه ای معادل جریان خون است.

(c) حجم پایان سیستولی تغییر نکرد. (d) شعاع عروق تغییر نکرد.

10. با کاهش حجم نهایی پمپ، حجم ضربه ای را 20 ml افزایش دهید. بر روی Auto pump کلیک

کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را مشاهده کنید.

11. Record data را انتخاب کنید تا نتایج ثبت شود.

12. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● قلب چگونه افزایش حجم ضربه ای را فراهم می کند؟

- (a) با افزایش پس بار
- (b) با افزایش نیروی انقباضی
- (c) با افزایش ضربان قلب
- (d) با کاهش پیش بار

13. با کاهش حجم نهایی پمپ، حجم ضربه ای را 20 ml افزایش دهید. بر روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را مشاهده کنید.

14. Record data را انتخاب کنید تا نتایج ثبت شود.

15. بر روی Plot data کلیک کنید تا خلاصه نتایج به صورت نمودار نمایش داده شود. حجم ضربه ای روی محور X و میزان جریان روی محور Y نمایش داده می شوند. روی Submit کلیک کنید تا نمودار در Lab report ثبت شود و به سؤالات Post lab پاسخ دهید:

1. به نظر شما هنگامی که حجم ضربه ای کاهش می یابد چه چیزی اتفاق می افتد؟

- (a) سرعت پمپ کاهش می یابد.
- (b) سرعت پمپ افزایش می یابد.
- (c) سرعت پمپ تغییر نمی کند.
- (d) جریان خون کاهش می یابد.

1. چرا ضربان قلب ورزشکاران در حال استراحت پایین تر از افراد معمولی است؟

- (a) حجم پایان سیستولی آنها کاهش می یابد.
- (b) بازگشت وریدی افزایش می یابد.
- (c) حجم ضربه ای افزایش می یابد.
- (d) انقباض پذیری افزایش می یابد.
- (e) حجم ضربه ای و انقباض پذیری افزایش می یابد.

3. در این فعالیت، کدام یک از موارد زیر ثابت ماند؟

- (a) حجم ضربه ای
- (b) سرعت پمپ
- (c) میزان جریان
- (d) حجم پایانی

4. کدام یک از موارد زیر درست است؟

- (a) $EDV = ESV - SV$
- (b) $SV = ESV - EDV$
- (c) $SV = EDV + ESV$
- (d) $ESV = EDV - SV$

آزمایش 13-3. جبران در شرایط پاتولوژیک قلبی عروقی

هدف انجام آزمایش: درک این که سختی آئورت چگونه بر روی جریان خون از قلب تأثیر می گذارد - تشریح راه هایی که سیستم قلبی عروقی ممکن است تغییرات مقاومت محیطی را جبران کند - درک این نکته که قلب چگونه تغییرات پس بار را جبران می کند - توضیح این نکته که دریچه ها چگونه جریان خون از قلب را تحت تأثیر قرار می دهند.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 5 و سپس Activity 7 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. کدام یک از موارد زیر می تواند باعث افزایش مقاومت محیطی در عروق شود؟
(a) اتساع عروقی (b) آترو اسکلروز (c) کاهش میزان جریان (d) کاهش حجم ضربه ای
2. کدام ساختارها تضمین می کنند که در قلب جریان یک طرفه باشد؟
(a) بطن ها (b) دهلیزها (c) وریدها (d) دریچه ها
3. کدام یک از موارد زیر ممکن است در قلب ورزشکار و قلب افراد بیمار دیده شود؟
(a) شریان با ارتجاع پذیری پایین (b) دریچه های مسدود
(c) میوکارد ضخیم تر (d) میوکارد کشیده
4. نوع مقاومتی که در تنگی دریچه آئورت افزایش می یابد چیست؟
(a) افزایش پیش بار بطن راست (b) افزایش پیش بار بطن چپ
(c) افزایش پس بار بطن راست (d) افزایش پس بار بطن چپ

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 14-3 صفحه ای باز می شود.

1. برای اینکه بتوانید مکانیسم های جبرانی قلب را مورد بررسی قرار دهید، تنظیمات زیر باید صورت بگیرد:
فشار تانک سمت چپ: 40 mmHg، فشار پمپ: 120 mmHg، فشار تانک سمت راست: 80 mmHg، حداکثر ضربان: 10، حجم اولیه پمپ: 120 ml، حجم نهایی پمپ: 50 ml شعاع لوله های چپ و راست: 3 mm. بر روی auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود. سپس عملکرد پمپ را مشاهده کنید. میزان جریان و سرعت پمپ بعد از تخلیه تانک سمت چپ در کادر مربوطه نمایش داده می شود.
2. بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول ثبت شود. این نتایج، داده پایه یا نرمال برای میزان جریان می باشد.
3. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.
4. با کلیک بر روی علامت (-)، شعاع لوله سمت راست را به 2/5 mm کاهش دهید. بر روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را تماشا کنید.
5. بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول ثبت شود.
6. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک سمت چپ دوباره پر شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- کم شدن شعاع لوله سمت راست مشابه است.
- (a) تنگی دریچه دو لتی (b) شل شدن (پرولاپس) دریچه دو لتی
- (c) تنگی دریچه آئورت (d) تنگی دریچه ریوی

سؤال پیش بینی 1:

- اکنون شما سه مکانیسم را برای جبران کاهش میزان جریان به دلیل کاهش شعاع لوله سمت راست بررسی خواهید کرد. به نظر شما کدام مکانیسم اثر جبرانی بهتری خواهد داشت؟
(a) افزایش شعاع لوله سمت چپ (b) افزایش فشار پمپ (c) کاهش فشار تانک راست
- 7. با کلیک روی علامت +، شعاع لوله سمت چپ را به 3/5 mm افزایش دهید. بر روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را تماشا کنید.
- 8. بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول ثبت شود.
- 9. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.
- 10. شعاع لوله سمت چپ را به 4 mm افزایش دهید. بر روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را تماشا کنید.
- 11. بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول ثبت شود.
- 12. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.
- 13. شعاع لوله سمت چپ را به 4/5 mm افزایش دهید. بر روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را تماشا کنید.
- 14. بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول ثبت شود.
- 15. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.
- 16. شعاع لوله سمت چپ را به 3 mm کاهش داده و فشار پمپ را به 130 mmHg افزایش دهید بر روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را تماشا کنید.
- 17. بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول ثبت شود.
- 18. بر روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- افزایش دادن فشار پمپ با چه چیزی در قلب انسان مطابقت دارد؟
(a) افزایش پیش بار (b) افزایش پس بار
(c) افزایش ویسکوزیته (d) افزایش نیروی انقباض
- 19. فشار پمپ را تا 140 mmHg افزایش دهید. بر روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را تماشا کنید.
- 20. بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول ثبت شود.

21. روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.
22. فشار پمپ را تا 150 mmHg افزایش دهید. روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را تماشا کنید.
23. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول ثبت شود.
24. روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.
25. فشار پمپ را تا 120 mmHg و فشار تانک سمت راست را تا 70 mmHg کاهش دهید. روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را تماشا کنید.
26. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول ثبت شود.
27. روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- کاهش دادن فشار در تانک سمت راست با چه چیزی در قلب انسان مطابقت دارد؟
 - (a) افزایش پیش بار
 - (b) کاهش پس بار
 - (c) افزایش ویسکوزیته
 - (d) افزایش پس بار
- 28. فشار تانک سمت راست را تا 60 mmHg کاهش دهید. روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را تماشا کنید.
- 29. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول ثبت شود.
- 30. روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.
- 31. فشار تانک سمت راست را تا 50 mmHg کاهش دهید. روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را تماشا کنید.
- 32. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول ثبت شود.
- 33. روی Refill کلیک کنید تا تانک چپ دوباره پر شود.

سؤال پیش بینی 2:

- به نظر شما اگر فشار پمپ و فشار تانک با یکدیگر برابر باشند چه اتفاقی خواهد افتاد؟
 - (a) جریان کاهش می یابد.
 - (b) جریان افزایش می یابد.
 - (c) جریان متوقف می شود.
- 34. فشار تانک سمت راست را تا 120 mmHg افزایش دهید. روی Auto pump کلیک کنید تا 10 ضربه زده شود و سپس عملکرد پمپ را تماشا کنید.
- روی Submit کلیک کنید تا نتایج در Lab report ثبت شوند و به سؤالات Post lab پاسخ دهید:

1. کدام یک از مکانیسم های جبرانی زیر بررسی نشد؟
 (a) افزایش شعاع لوله سمت چپ
 (b) افزایش فشار پمپ
 (c) کاهش فشار در تانک سمت چپ
 (d) کاهش فشار در بشر سمت راست
2. در قلب واقعی، منطقی ترین راه برای جبران کاهش شعاع لوله چیست؟
 (a) تنظیم شعاع عروق
 (b) تنظیم نیروی انقباضی قلب
 (c) تنظیم ویسکوزیته
 (d) تنظیم طول عروق
3. بدون اختلاف فشار بین پمپ و تانک سمت راست
 (a) دریچه باز نخواهد شد.
 (b) مقاومت بسیار زیاد می شود.
 (c) فشار بسیار زیاد می شود.
 (d) فشار بسیار پایین است.
4. ورزشکاران، یک کلی را در مقاومت محیطی تجربه می کنند، بنابراین قلب فشار تولید می کند تا همان میزان خون را تحویل دهد. فشار شریانی یک ورزشکار احتمالاً از یک فرد غیر ورزشکار خواهد بود.
 (a) افزایش - کمتر - پایین تر
 (b) افزایش - بیشتر - بالاتر
 (c) کاهش - بیشتر - بالاتر
 (d) کاهش - کمتر - پایین تر

بررسی فیزیولوژی قلب و عروق با استفاده از نرم افزار PhysioEx

آزمایش 14-3: بررسی دوره تحریک ناپذیری عضله قلبی

هدف انجام آزمایش: مشاهده ریتم خودبخودی قلب - درک مراحل پتانسیل عمل قلبی - القای ریتم های غیر طبیعی (اکسترا سیستول) در قلب ایزوله قورباغه و مشاهده فعالیت انقباضی روی اسیلوسکوپ - ارتباط دادن وجود یا عدم وجود جمع امواج و حالت کزاز در عضله قلبی به مرحله تحریک ناپذیری پتانسیل عمل قلبی.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 6 و سپس Activity 1 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. عضلات قلبی قادر به کدام یک از موارد زیر هستند؟
 (a) کزاز شدن
 (b) جمع امواج
 (c) ریتم خودبخودی
 (c) گزینه a و b
2. در فاز 2 پتانسیل عمل قلب، زمانی که کانال های کلسیمی باز می مانند و کانال های پتاسیمی بسته هستند
 (a) مرحله کفه
 (b) مرحله تحریک ناپذیری مطلق
 (c) مرحله تحریک ناپذیری نسبی
 (d) آستانه
3. کدام یک از موارد زیر در مورد پتانسیل عمل قلب درست است؟
 (a) مرحله ناپذیری ندارد.
 (b) از پتانسیل عمل عضله اسکلتی طولانی تر است.

(c) به محرک خارجی نیازمند است. (d) دوره ریولاریزاسیون ندارد.

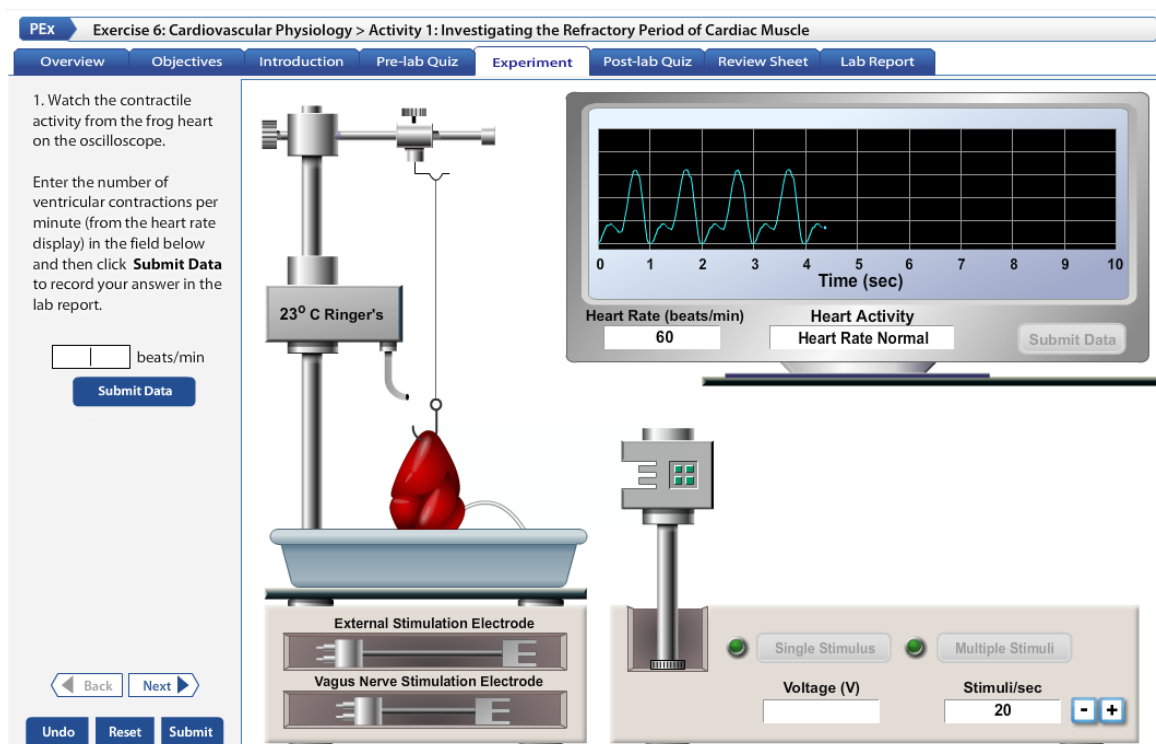
4. تفاوت آناتومیک اصلی بین قلب قورباغه و قلب انسان در این است که قلب قورباغه

- (a) دارای دو دهلیز است
(b) ریتم خودبخودی دارد
(c) یک بطن دارد
(d) هیچ بطنی ندارد.

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 3-15 صفحه ای باز می

شود.



شکل 3-15. صفحه کار در آزمایشات بررسی دوره تحریک ناپذیری عضله قلبی و بررسی اثر تحریک عصب واگ

1. فعالیت انقباضی قلب قورباغه را روی اسیلوسکوپ مشاهده کنید. سپس تعداد انقباض بطنی در دقیقه را

که در زیر اسیلوسکوپ نشان داده شده در کادر مربوطه یادداشت کنید و بر روی Submit data کلیک کرده تا پاسخ در گزارش آزمایش ثبت شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● کدام یک از جملات زیر در مورد فعالیت انقباضی درست است؟

(a) امواج کوچکتر نشان دهنده انقباض دهلیزها هستند.

(b) امواج بزرگتر نشان دهنده انقباض دهلیزها هستند.

(c) امواج کوچکتر نشان دهنده انقباض بطن ها هستند.

(d) در این شبیه سازی، هیچ ارتباطی بین اندازه موج و انقباض حفره های قلبی وجود ندارد.

2. الکتروود تحریکی خارجی را بر روی نگه دارنده (هولدر) در قسمت راست قلب قورباغه بکشید. الکتروود بافت عضله قلبی را لمس می کند.

سؤال پیش بینی 1:

● زمانی که تعداد تحریک را افزایش می دهید چه اتفاقی برای دامنه (ارتفاع) امواج سیستول بطنی خواهد افتاد؟
(a) زیاد می شود. (b) کم می شود. (c) تغییر نمی کند.

3. با کلیک سریع روی Single stimulation شوک های مجزای پشت سر هم وارد کنید. برای یادگیری تکنیک صحیح ممکن است نیاز به تمرین داشته باشید. شما باید دو قله پشت سر هم (Dublet) ببینید که دارای یک انقباض غیر طبیعی و سپس یک مکث جبرانی است که به قلب اجازه می دهد تا بعد از ریتم نابجا به وضعیت عادی برگردد. زمانی که دو قله پشت سر هم را مشاهده کردید بر روی Submit کلیک کنید تا نتایج در گزارش آزمایش ثبت شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● در طی کدام بخش انقباض عضله قلبی، امکان القای اکستراسیستول وجود دارد؟
(a) شروع انقباض (b) اواسط انقباض (c) کفه (d) شل شدن

سؤال پیش بینی 2:

● اگر چندین تحریک به قلب وارد شود (20 تحریک در ثانیه) به نظر شما چه اتفاقی خواهد افتاد؟
(a) جمع امواج (b) کزاز می شود (c) هر دو (d) هیچکدام

4. روی Multiple stimuli کلیک کنید تا شوک الکتریکی با سرعت 20 تحریک در ثانیه به قلب وارد شود. زمانی که بر روی دکمه multiple stimuli کلیک کنید این دکمه به Stop stimuli تغییر می کند. تأثیر تحریکات را بر روی انقباض بطنی مشاهده کنید و بعد از گذشت چند ثانیه بر روی Stop stimuli کلیک کنید تا تحریک متوقف شود. سپس روی Submit data کلیک کنید تا پاسختان در گزارش آزمایش ثبت شود و سپس به سؤالات Post lab پاسخ دهید.

1. در طی تحریک با فرکانس بالاتر، دامنه سیستول بطنی تغییر نکرد زیرا
(a) یک انقباض جدید تا فاز استراحت نتوانست شروع شود. (b) جمع امواج رخ داد.
(c) تنها دهلیزها منقبض شدند. (d) تتانی رخ داد.

2. به نظر شما کدام یک از عوامل زیر در ناتوانی عضله قلب برای ایجاد تتانی نقش دارد؟
(a) دوره طولانی تحریک ناپذیری پتانسیل عمل قلب (b) ریتم خودبخودی قلب
(c) دوره کوتاه تحریک ناپذیری پتانسیل عمل قلب (d) پتانسیل عمل کوتاه

3. با توجه به عملکرد قلب چرا کزاز می نشدن عضله قلبی اهمیت دارد؟
 (a) ممکن است قلب دچار انقباضات بسیار پر قدرت شود.
 (b) با هر ضربان، بطن ها باید منقبض و بطور کامل شل شوند تا خون را پمپ کنند.
 (c) قلب ممکن است بسیار آهسته منقبض شود.
 (d) قلب ممکن است متوقف شود.
4. یک اکستراسیستول با مطابقت دارد.
 (a) یک انقباض اضافی دهلیزی
 (b) یک دوره شل شدن خیلی طولانی
 (c) یک انقباض اضافی بطنی
 (d) یک کفه اضافی

آزمایش 15-3. بررسی اثر تحریک عصب واگ

- هدف انجام آزمایش:** درک نقش سیستم های عصبی سمپاتیک و پاراسمپاتیک روی فعالیت قلب - توضیح پیرامون پیامدهای تحریک واگ و فرار واگی - توضیح پیرامون عملکرد گره سینوسی دهلیزی.
- نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 6 و سپس Activity 2 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).
1. تأثیر سیستم عصبی پاراسمپاتیک بر روی قلب است.
 (a) کاهش ضربان قلب
 (b) کاهش ضربان و نیروی انقباضی قلب
 (c) افزایش ضربان قلب
 (d) افزایش ضربان و افزایش نیروی انقباضی قلب
 2. شاخه ای از سیستم عصبی خود مختار که در طی ورزش غالب می شود است.
 (a) شاخه پاراسمپاتیک
 (b) شاخه سمپاتیک
 (c) هر دو شاخه
 (d) هر دو شاخه
 3. تحریک پاراسمپاتیک از طریق به قلب می رسد؟
 (a) اعصاب محیطی
 (b) اعصاب حرکتی
 (c) اعصاب حسی
 (d) اعصاب واگی مغزی
 4. ضربان ساز معمولی قلب
 (a) همیشه خارجی است.
 (b) فیبر های پورکینژ هستند.
 (c) گره سینوسی دهلیزی است.
 (d) نیازمند ورودی از سیستم عصبی است.

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 15-3 صفحه ای باز می شود.

1. فعالیت انقباضی قلب قورباغه را روی اسیلوسکوپ مشاهده کنید. سپس تعداد انقباض بطنی در دقیقه را که در زیر اسیلوسکوپ نشان داده شده در کادر مربوطه یادداشت کنید و بر روی Submit data کلیک کرده تا پاسخ در گزارش آزمایش ثبت شود.

2. الکتروود تحریکی عصب واگ را بر روی هولدر قسمت راست قلب قورباغه بکشید. توجه کنید زمانی که الکتروود بر روی مکان قفل می شود عصب واگ در داخل الکتروود به دام می افتد. تحریک به طور مستقیم به عصب واگ و به طور غیر مستقیم به قلب می رسد.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● عصب واگ حمل می کند.

- (a) سیگنال هایی را که ضربان قلب را کاهش می دهند،
- (b) سیگنال هایی را که ضربان و نیروی انقباضی قلب را کاهش می دهند،
- (c) سیگنال هایی را که ضربان قلب را کاهش و افزایش می دهند،
- (d) سیگنال هایی را که ضربان و نیروی انقباضی قلب را افزایش می دهند،

3. تعداد ضربان بطن در دقیقه را در کادر مربوطه وارد کنید و Submit data را بزنید تا پاسخ در گزارش آزمایش ثبت شود.

سؤال پیش بینی:

● به نظر شما اگر چندین تحریک را به وسیله تحریک غیر مستقیم عصب واگ به قلب وارد کنید چه اتفاقی خواهد افتاد؟

(a) ضربان افزایش می یابد. (b) ضربان کاهش می یابد. (c) ضربان کاهش و قلب متوقف می شود.

4. بر روی Multiple stimuli کلیک کنید تا شوک الکتریکی با سرعت 50 تحریک در ثانیه به عصب واگ وارد شود. زمانی که روی Multiple stimuli کلیک کنید این دکمه به Stop stimuli تغییر می کند. تأثیر تحریکات را بر روی فعالیت انقباضی مشاهده کنید و بعد از گذشت حداقل 20 ثانیه بر روی Stop stimuli کلیک کنید تا تحریک متوقف شود و سپس Submit data را بزنید تا پاسخ در گزارش آزمایش ثبت شود.

به سؤال فکر کنید:

● پاسخی که سبب از سرگیری ضربان قلب بعد از تحریک عصب واگ شد نامیده می شود.

- (a) سنکوپ واگی (b) فرار واگی (c) فرار سینوسی دهلیزی (d) فیبریلاسیون

روی Submit data کلیک کنید تا نتایج در گزارش آزمایش ثبت شود و سپس به سؤالات Post lab پاسخ دهید.

1. تحریک شدید عصب واگ از طریق بر روی قلب تأثیر می گذارد؟

- (a) توقف کامل قلب
(b) افزایش ضربان قلب
(c) کاهش ضربان قلب
(d) کاهش نیروی انقباضی قلب

2. فرار واگی احتمالا در دخالت دارد.

- (a) رفلکس های پاراسمپاتیک
(b) اعصاب واگ
(c) رفلکس های سمپاتیک
(d) رفلکس های مغزی

3. تحقیقات نشان می دهد در غیاب عوامل عصبی و هورمونی، گره سینوسی با سرعت تقریبی 100 بار در دقیقه پتانسیل عمل ایجاد می کند. با این وجود، ضربان قلب در حال استراحت 70 بار در دقیقه است. این پیشنهاد می کند که

- (a) سیستم عصبی سمپاتیک کنترل بیشتری روی ضربان قلب دارد.
(b) سیستم عصبی پاراسمپاتیک کنترل بیشتری روی ضربان قلب دارد
(c) قلب دستخوش تأثیر فرار واگی می شود.
(d) ریتم قلب خودبخودی نیست.

4. گره SA در قلب انسان در قرار دارد.

- (a) فیبرهای پورکنژ (b) بطن چپ (c) دهلیز راست (d) دهلیز چپ

آزمایش 16-3. بررسی تأثیر دما بر روی ضربان قلب

هدف انجام آزمایش: تعریف اصطلاحات هیپرترمی و هیپوترمی - مقایسه اصطلاحات خونگرم و خونسرد - درک تأثیر دما بر روی قلب قورباغه - درک تأثیری که دما می تواند بر روی قلب انسان داشته باشد.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 6 و سپس Activity 3 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. موجوداتی که علیرغم تغییر دمای محیط، دمای داخلی بدن را حفظ می کنند نام دارند.
(a) هیپوترمیک (b) هیپرترمیک (c) هومئوترمیک (d) پویکیلوترمیک

2. نام کلی برای فرایندی که دمای داخلی بدن در انسان را حفظ می کند است.

- (a) هومئوستاز (b) تب (c) آبیاری (d) متابولیسم

3. الکترولیت ها در محلول رینگر برای مورد نیازند.

- (a) افزایش ضربان قلب (b) فراهم کردن ریتم خودبخودی
(c) کاهش ضربان قلب (d) متوقف کردن ضربان قلب

4. دمای داخلی بدن که بالای محدوده طبیعی باشد نام دارد.

- (a) هیپوترمیک (b) هیپرترمیک (c) هوموترمیک (d) پویکیلوترمیک

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 16-3 صفحه ای باز می شود.

1. فعالیت انقباضی قلب قورباغه را از روی اسیلوسکوپ مشاهده کنید. بر روی Record data کلیک کرده تا نتایج شما ثبت شود (رینگر 23°C روی قلب می ریزد).

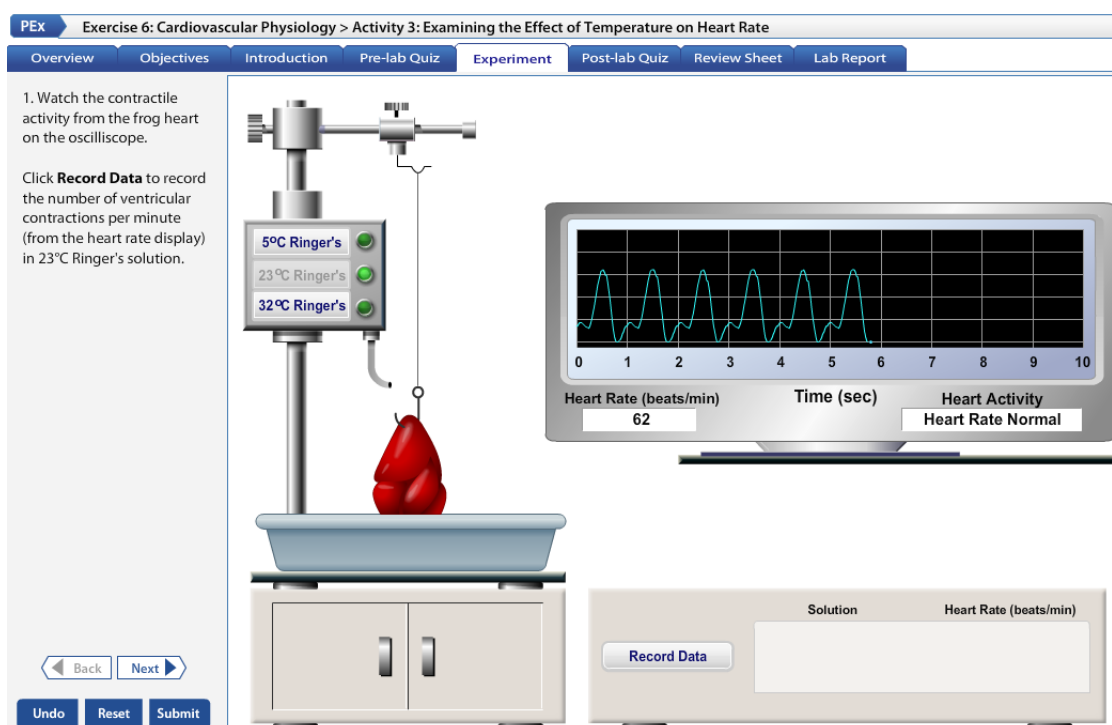
سؤال پیش بینی 1:

- به نظر شما کاهش دمای محلول رینگر چه تاثیری بر روی ضربان قلب دارد؟
(a) تغییر نمی کند. (b) کاهش می یابد. (c) افزایش می یابد.

2. بر روی 5°C Ringer کلیک کنید تا تأثیر دمای پایین تر را مشاهده کنید.

3. زمانی که فعالیت انقباضی به ثبات رسید بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شود.

4. بر روی 23°C Ringer کلیک کنید تا قلب شسته شده و به دمای اتاق بازگردد. زمانی که فعالیت قلب به حالت نرمال رسید، می توانید ادامه دهید.



شکل 16-3. صفحه کار در آزمایش تأثیر دما روی ضربان قلب

سؤال پیش بینی 2:

- افزایش دمای محلول رینگر چه تاثیری بر روی ضربان قلب قورباغه دارد؟
(a) ضربان تغییر نمی کند. (b) ضربان کاهش می یابد. (c) ضربان افزایش می یابد.

5. بر روی 32°C Ringer کلیک کنید تا تأثیر افزایش دما را مشاهده کنید.
6. زمانی که فعالیت انقباضی قلب به ثبات رسید، بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- به نظر شما یک تب 104°C درجه فارنهایت چه اثری روی ضربان قلب دارد؟
 - (a) ضربان تغییر نمی کند.
 - (b) ضربان کاهش می یابد.
 - (c) ضربان افزایش می یابد.
- روی Submit data کلیک کنید تا نتایج در گزارش آزمایش ثبت شود و سپس به سؤالات Post lab پاسخ دهید.

1. در محلول رینگر 5°C ، ضربان قلب قورباغه
 - (a) ثبات ندارد.
 - (b) سریعتر از حالت معمول است.
 - (c) کندتر از حالت معمول است.
 - (d) متوقف می شود.
2. در محلول رینگر 32°C ، قلب قورباغه
 - (a) ثبات ندارد.
 - (b) سریعتر از حالت معمول است.
 - (c) کندتر از حالت معمول است.
 - (d) متوقف می شود.
3. به نظر شما، هیپوترمی چه اثری روی ضربان قلب انسان دارد؟
 - (a) هومئوستاز، این تأثیرات را تعیین می کند.
 - (b) ضربان قلب افزایش می یابد.
 - (c) ضربان قلب کاهش می یابد.
 - (d) تغییری در ضربان قلب ایجاد نمی شود.
4. بدون محلول رینگر
 - (a) قلب به کندی می زند.
 - (b) قلب دو برابر سریعتر می زند.
 - (c) تنها دهلیزها منقبض می شوند.
 - (d) پتانسیل عمل خودبخودی قلب رخ نمی دهد.

آزمایش 17-3. بررسی اثر عوامل شیمیایی بر روی عملکرد قلب

هدف انجام آزمایش: افتراق بین عوامل کولینرژیک و آدرنرژیک در قلب - تعریف عوامل آگونیست و آنتاگونیست ضربان قلب - مشاهده تأثیر اپی نفرین، پیلوکارپین، آتروپین و دیژیتال روی ضربان قلب - مرتبط سازی عوامل شیمیایی مؤثر بر ضربان قلب به فعال شدن سمپاتیک و پاراسمپاتیک.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 6 و سپس Activity 4 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

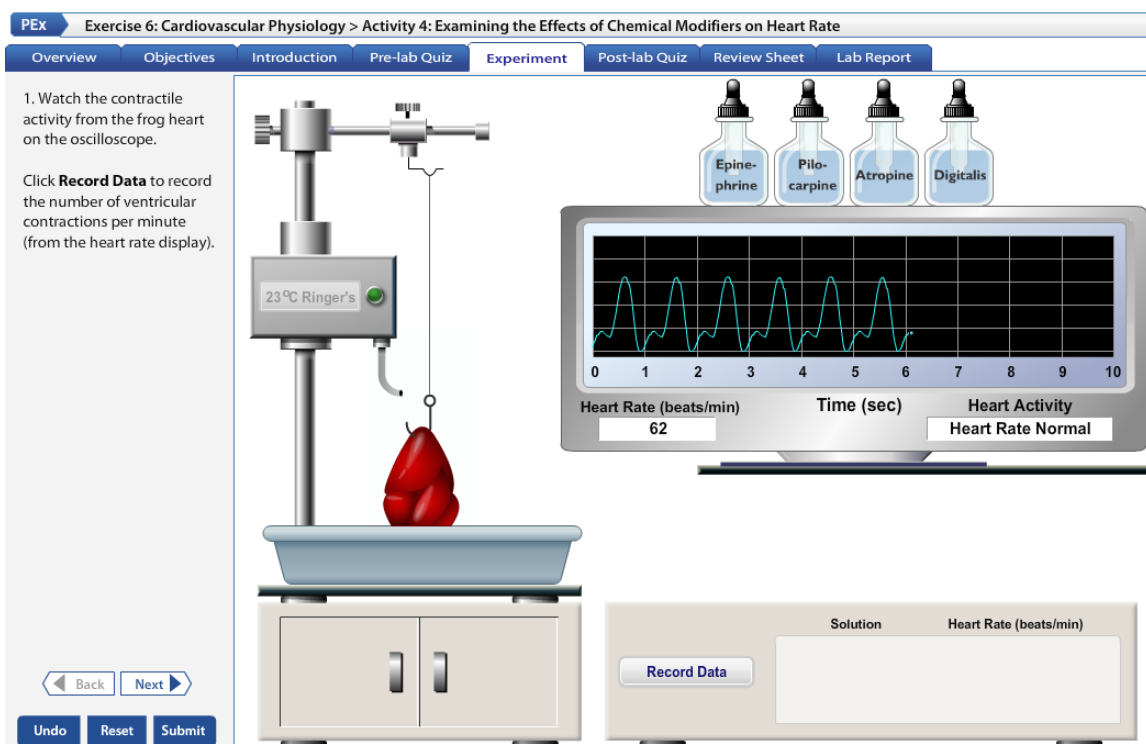
1. سیستم عصبی پاراسمپاتیک آزاد می کند تا بر ضربان قلب تأثیر بگذارد.
 - (a) نوراپی نفرین
 - (b) اپی نفرین
 - (c) هر دو
 - (d) استیل کولین

2. یک داروی کولینرژیک که مشابه استیل کولین کار می کنند
 (a) ضربان قلب را کاهش می دهد.
 (b) ضربان قلب را افزایش می دهد.
 (c) آگونیست است و ضربان قلب را کاهش می دهد.
 (d) آنتاگونیست است و ضربان قلب را افزایش می دهد.
3. نور اپی نفرین بوسیله بر روی ضربان قلب تأثیر می گذارد.
 (a) افزایش سرعت دیپولاریزاسیون و افزایش فرکانس پتانسل عمل
 (b) کاهش سرعت دیپولاریزاسیون و افزایش فرکانس پتانسل عمل
 (c) کاهش سرعت دیپولاریزاسیون و کاهش فرکانس پتانسل عمل
 (d) افزایش سرعت دیپولاریزاسیون و کاهش فرکانس پتانسل عمل
4. گیرنده به اپی نفرین و نوراپی نفرین متصل می شود.
 (a) موسکارینی (b) بتا-1 آدرنرژیک (c) کولینرژیک (d) نیکوتینی

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 17-3 صفحه ای باز می

شود.



شکل 16-3. صفحه کار در آزمایش تأثیر مواد شیمیایی روی قلب

1. فعالیت انقباضی قلب قورباغه را روی اسیلوسکوپ مشاهده کنید. روی Record data کلیک کرده تا تعداد انقباض بطنی در دقیقه در جدول ثبت شود.
2. قطره چکان مربوط به اپی نفرین را بر روی قلب قورباغه بکشید تا اپی نفرین روی قلب ریخته شود.

3. فعالیت انقباضی قلب را مشاهده کنید. زمانی که فعالیت انقباضی به ثبات رسید بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● کدام یک از گزینه های زیر در مورد اپی نفرین درست است؟

- (a) اپی نفرین، ضربان قلب را کاهش می دهد و فعالیت سیستم عصبی پاراسمپاتیک را تقلید می کند.
- (b) اپی نفرین، ضربان قلب را کاهش می دهد و فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک را تقلید می کند.
- (c) اپی نفرین، ضربان قلب را افزایش می دهد و فعالیت سیستم عصبی سمپاتیک را تقلید می کند.
- (d) اپی نفرین، ضربان قلب را افزایش می دهد و فعالیت سیستم عصبی پاراسمپاتیک را تقلید می کند.

4. بر روی 23°C Ringer کلیک کنید تا قلب شسته شده و به دمای اتاق بازگردد. زمانی که فعالیت قلب به حالت طبیعی رسید، می توانید ادامه دهید.

سؤال پیش بینی 1:

● پیلوکارپین یک داروی کولینرژیک و آگونیست استیل کولین است. تأثیر آن را روی ضربان قلب پیش بینی کنید.

- (a) ضربان را افزایش می دهد.
- (b) ضربان را کاهش می دهد.
- (c) اثری روی ضربان ندارد.

5. قطره چکان مربوط به پیلوکارپین را بر روی قلب قورباغه بکشید تا پیلوکارپین روی قلب ریخته شود.

6. فعالیت انقباضی قلب و ضربان قلب را مشاهده کنید زمانی که فعالیت انقباضی به ثبات رسید بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شود.

7. بر روی 23°C Ringer کلیک کنید تا قلب شسته شده و به دمای اتاق بازگردد. زمانی که فعالیت قلب به حالت طبیعی رسید، می توانید ادامه دهید.

سؤال پیش بینی 2:

● آتروپین یک داروی کولینرژیک و آنتاگونیست استیل کولین است. تأثیر آن را بر روی عملکرد قلب پیش بینی کنید.

- (a) ضربان را افزایش می دهد.
- (b) ضربان را کاهش می دهد.
- (c) اثری روی ضربان ندارد.

8. قطره چکان مربوط به آتروپین را بر روی قلب قورباغه بکشید تا این ماده روی قلب ریخته شود.

9. فعالیت انقباضی قلب و ضربان قلب را مشاهده کنید زمانی که فعالیت انقباضی به ثبات رسید بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شود.

10. بر روی 23°C Ringer کلیک کنید تا قلب شسته شده و به دمای اتاق بازگردد. زمانی که فعالیت قلب به حالت طبیعی رسید، می توانید ادامه دهید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● افراد دارای قلب ضعیف نیاز به حداکثر زمان برای بازگشت وریدی و افزایش حجم ضربه ای دارند و بنابراین بیشتر احتمال دارد تا از سود ببرند.

- (a) کاهش نیروی انقباضی و افزایش ضربان قلب
- (b) کاهش نیروی انقباضی و کاهش ضربان قلب
- (c) افزایش نیروی انقباضی و کاهش ضربان قلب
- (d) افزایش نیروی انقباضی و افزایش ضربان قلب

11. قطره چکان مربوط به دیژیتال را بر روی قلب قورباغه بکشید تا این ماده روی قلب ریخته شود.

12. فعالیت انقباضی قلب و ضربان قلب را مشاهده کنید زمانی که فعالیت انقباضی به ثبات رسید بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شود.

روی Submit data کلیک کنید تا نتایج در گزارش آزمایش ثبت شود و سپس به سؤالات Post lab پاسخ دهید.

1. پیلوکارپین بعنوان نمونه بارز آگونیست های کولینرژیک ضربان قلب را کاهش داد و

- (a) فرکانس پتانسیل عمل را افزایش داد.
- (b) فرکانس پتانسیل عمل را کاهش داد.
- (c) دوره رپولاریزاسیون را کاهش داد.
- (d) نیروی انقباضی را افزایش داد.

2. تاثیر آتروپین این است که

- (a) برخلاف سیستم عصبی سمپاتیک عمل کند.
- (b) سیستم عصبی پاراسمپاتیک را تشدید می کند.
- (c) مقلد سیستم عصبی سمپاتیک است.
- (d) به گیرنده های آندررژیک متصل شود.

3. عواملی که ضربان قلب را کاهش دادند بودند.

- (a) اپی نفرین و پیلوکارپین
- (b) آتروپین و پیلوکارپین
- (d) دیژیتال و پیلوکارپین
- (d) آتروپین و اپی نفرین

4. برای افزایش ضربان قلب بهترین انتخاب ها کدام است؟

- (a) اپی نفرین و پیلوکارپین
- (b) اپی نفرین و آتروپین
- (c) اپی نفرین و دیژیتال
- (d) استیل کولین و آتروپین

آزمایش 18-3. بررسی اثر یون های مختلف بر روی ضربان قلب

هدف انجام آزمایش: درک حرکت یون ها در طی پتانسیل عمل قلب - توصیف تاثیر بالقوه یون های پتاسیم، سدیم، و کلسیم روی ضربان قلب - توضیح در مورد این که بلوکرهای کانال کلسیم چگونه ممکن است به عنوان دارو برای بیماران قلبی استفاده شوند - تعریف اصطلاحات اینوتروپیک و کرونوتروپیک.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 6 و سپس Activity 5 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. کدام یک از اندامک ها در سلول عضله قلبی کلسیم را ذخیره می کند؟
(a) میتوکندری (b) شبکه سارکوپلاسمی (c) هسته (d) ریبوزوم
2. وراپامیل یک بلوکر کانال کلسیم است که دارای اثرات است.
(a) کرونوتروپیک مثبت و اینوتروپیک مثبت (b) کرونوتروپیک مثبت و اینوتروپیک منفی
(c) کرونوتروپیک منفی و اینوتروپیک مثبت (d) کرونوتروپیک منفی و اینوتروپیک منفی
3. زمانی که سلول عضله قلبی در حال استراحت است پتاسیم در کجا بیشتر یافت می شود؟
(a) بیرون سلول (b) در شبکه سارکوپلاسمی (c) در سیتوسول (d) در هسته
4. سلول عضله قلبی در حال استراحت نسبت به بیشترین نفوذپذیری را دارد.
(a) کلسیم (b) پتاسیم (c) سدیم (d) منیزیم

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 16-3 صفحه ای باز می شود.

1. فعالیت انقباضی قلب قورباغه را روی اسیلوسکوپ مشاهده کنید. بر روی Record data کلیک کرده تا تعداد انقباض بطنی در دقیقه در جدول ثبت شود.

سؤال پیش بینی 1:

● از آنجایی که بلوکرهای کانال کلسیم دارای خاصیت اینوتروپیک و کرونوتروپیک منفی هستند، به نظر شما افزایش غلظت کلسیم چه تأثیری روی ضربان قلب دارد؟

- (a) کرونوتروپیک مثبت و اینوتروپیک مثبت (b) کرونوتروپیک منفی و اینوتروپیک منفی
(c) کرونوتروپیک منفی و اینوتروپیک مثبت (d) کرونوتروپیک مثبت و اینوتروپیک منفی

2. قطره چکان مربوط به یون کلسیم را روی قلب قورباغه بیاورید تا کلسیم روی قلب ریخته شود.

3. زمانی که فعالیت انقباضی به ثبات رسید بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شود.

4. بر روی 23°C Ringer کلیک کنید تا کلسیم شسته شود. زمانی که فعالیت قلب به حالت طبیعی رسید، می توانید ادامه دهید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- در شرایط عادی در کجای سلول عضله قلبی بیشترین میزان سدیم یافت می شود؟
(a) خارج سلول (b) داخل سلول (c) داخل شیکه سارکوپلاسمی
- 5. قطره چکان مربوط به یون سدیم را روی قلب قورباغه بیاورید تا این ماده روی قلب ریخته شود. زمانی که قطرات سدیم را به آن اضافه می کنید به تغییر فوری و تغییرات بعدی در ضربان قلب توجه کنید.
- 6. بعد از گذشت حداقل 20 ثانیه، روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شود.
- 7. بر روی Ringer 23°C کلیک کنید تا سدیم شسته شود. زمانی که فعالیت قلب به حالت طبیعی رسید، می توانید ادامه دهید.

سؤال پیش بینی 2:

- افزایش پتاسیم خارج سلولی باعث کاهش پتانسیل استراحت غشای سلول های قلبی می شود، بنابراین نیروی انقباضی کاهش می یابد. به نظر شما این تغییر در ابتدا چه اثری روی ضربان قلب دارد؟
(a) ضربان را افزایش می دهد. (b) ضربان را کاهش می دهد. (c) اثری روی ضربان ندارد.
 - 8. قطره چکان مربوط به یون پتاسیم را روی قلب قورباغه بکشید تا این ماده روی قلب ریخته شود. زمانی که قطرات پتاسیم را به آن اضافه می کنید به تغییر فوری و تغییرات بعدی در ضربان قلب توجه کنید.
 - 9. بعد از گذشت حداقل 20 ثانیه، روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شود.
- روی Submit data کلیک کنید تا نتایج در گزارش آزمایش ثبت شود و سپس به سؤالات Post lab پاسخ دهید.

1. اضافه کردن بیشتر یون ها باعث شد.
(a) توقف قلب
(b) افزایش ضربان قلب
(c) ضربان نامنظم قلب
(d) عدم تغییر ضربان قلب
2. پتاسیم بر روی قلب اثر دارد.
(a) کرونوتروپیک مثبت و اینوتروپیک مثبت
(b) کرونوتروپیک منفی و اینوتروپیک منفی
(c) کرونوتروپیک منفی و اینوتروپیک مثبت
(d) کرونوتروپیک مثبت و اینوتروپیک منفی
3. کدام یون بارزترین اثر را روی ضربان قلب داشت؟
(a) سدیم (b) کلسیم (c) پتاسیم (d) منیزیم

4. ضربان سازهای نابجا می توانند بوسیله نشت زیاد پتاسیم به داخل سلول های قلبی ایجاد شوند و منجر به ایجاد ضربان در محل های غیر طبیعی عضله قلبی شوند. این هیپرکالمی، پتانسیل استراحت سلول عضله قلبی را کاهش می دهد. به نظر شما این وضعیت چه اثری روی نیروی انقباضی قلب دارد؟

- (a) افزایش می دهد، اثر کرونوتروپیک مثبت
(b) افزایش می دهد، اثر اینوتروپیک مثبت
(c) کاهش می دهد، اثر کرونوتروپیک منفی
(d) کاهش می دهد، اثر اینوتروپیک منفی

فصل چهارم

دستگاه تنفس

اسپیرومتری، متداولترین روش بررسی عملکرد ریه هاست. این عمل به کمک دستگاه اسپیرومتر انجام می شود که حرکت هوا بداخل و خارج ریه ها را با رسم نمودار (اسپیروگرام) نشان می دهد و بوسیله آن می توان دو نوع الگوی تهویه ای غیر طبیعی را تشخیص داد: بیماری های انسدادی ریه (Obstructive) که موجب تنگی مجاری عبور هوا می شوند از قبیل آسم، برونشکتازی، فیبروز سیستیک و COPD؛ و بیماری های محدود کننده ریه (Restrictive) که موجب سفتی پارانشیم ریه می شوند از قبیل سارکوئیدوز، اسکولیوز، فیبروز و غیره. دستگاه های اسپیرومتر انواع مختلفی دارند که در اینجا با دو نوع از آنها آشنا خواهید شد.

آزمایش 1-4. اسپیرومتر آموزشی (Water gauge)

با این دستگاه می توان حجم ها و ظرفیت های تنفسی و تعداد تنفس و حجم اکسیژن مصرفی در دقیقه را اندازه گیری کرد (شکل 1-4). این دستگاه از یک محفظه تشکیل شده که داخل آن آب ریخته می شود. یک محفظه سبک دیگر به صورت معکوس در داخل محفظه اول و بر روی آب قرار می گیرد به طوری که می تواند هوا را در زیر خود جای داده و با کم و زیاد شدن هوای زیر آن، براحتی داخل آب بالا و پایین برود. لوله ای که یک انتهای آن در هوای زیر محفظه دوم قرار گرفته و انتهای دیگرش خارج از دستگاه می باشد، از طریق دو لوله خرطومی به قطعه دهانی که دارای دریچه های یک طرفه است متصل می شود. این دریچه ها طوری عمل می کنند که در طی دم هوا از یک لوله خرطومی و در طی بازدم هوا از لوله خرطومی دیگر عبور می کند. بدین ترتیب، فرد با گذاشتن قطعه دهانی در دهان می تواند از هوای زیر محفظه دوم استفاده نموده و هوای بازدمی را نیز به زیر آن بازگرداند. این محفظه به یک قلم متصل است و با بالا و پایین رفتن محفظه، قلم نیز بالا و پایین می رود. یک استوانه ثبات که با سرعت مشخص می چرخد و روی آن یک کاغذ شطرنجی چسبانده شده، در مقابل قلم قرار دارد که با حرکت قلم و استوانه، منحنی دم و بازدم روی کاغذ ثبت می شود.

در بدنه اسپیرومتر، بخش مدرجی وجود دارد که حجم هوای موجود در زیر اسپیرومتر را نشان می دهد. در مسیر لوله خرطومی بازدمی، محفظه کوچکی قرار دارد که از یک ماده جاذب CO_2 (Soda lime) پر شده و CO_2 بازدمی را جذب می کند تا وارد محفظه اصلی نشود. بنابر این، با هر دم، غلظت اکسیژن زیر محفظه کاهش می یابد. این کاهش نشان دهنده مقدار اکسیژن مصرفی توسط فرد بوده و ضمناً با چند تنفس، اثر کاهش فشار اکسیژن هوای دمی بر تنفس آشکار می شود. در صورتی که Soda lime در مسیر قرار نگیرد، حجم هوای دستگاه تقریباً ثابت مانده (حجم هوای دمی و بازدمی تقریباً برابر است) ولی با هر تنفس، غلظت اکسیژن کاهش و غلظت CO_2 افزایش می یابد و اثر همزمان این دو متغیر بر تنفس آشکار خواهد شد. در بدنه دستگاه، دو عدد شیر وجود دارد که در صورت لزوم می توان از طریق یکی از آنها بجای هوا، اکسیژن خالص به زیر دستگاه فرستاد. در این حالت با تنفس فرد، فشار CO_2 بتدریج افزایش خواهد یافت ولی فشار اکسیژن حداقل در طی چندین تنفس به مقادیر زیر حد طبیعی نخواهد رسید و بنابرین اثر افزایش CO_2 به تنهایی بر تنفس آشکار خواهد شد. شیر دوم برای تخلیه آب دستگاه می باشد.



شکل 1-4. دستگاه اسپرومتر آموزشی

اندازه گیری حجم جاری، میزان تهویه و مصرف اکسیژن دقیقه ای

1. صفحه چرخشی متصل به لوله خرطومی در نزدیک بدنه دستگاه را در حالت Spirometer قرار دهید.
2. محفظه بالایی را با دست به سمت بالا حرکت دهید تا هوا از طریق خرطومی وارد دستگاه شود. مواظب باشید محفظه از آب خارج نشود. وقتی درجه بغل دستگاه، حجم 6 لیتر را نشان داد محل قلم روی کاغذ استوانه ثبات را علامت بزنید.
3. اکنون محفظه را به سمت پایین حرکت دهید بطوری که در هر مرحله یک لیتر هوا از دستگاه خارج شود و محل قلم را روی استوانه علامت بزنید. بین هر مرحله می توانید کمی استوانه ثبات را حرکت دهید تا علائم شما حالت پلکانی پیدا کنند. بدین ترتیب، کاغذ بین صفر تا 6 لیتر مدرج می گردد و از آن به بعد، وضعیت دستگاه و استوانه نباید تغییر پیدا کند.
4. در حالی که هوای درون دستگاه کاملاً تخلیه شده، صفحه چرخشی را در حالت Atmosphere قرار دهید و با استفاده از کپسول اکسیژن و لوله ورودی، دستگاه را از اکسیژن خالص تا حجم 6 لیتر پر کنید. محفظه جاذب CO_2 نیز باید از Soda lime پر باشد.
5. یکی از افراد گروه باید یک قطعه دهانی را از داخل محلول ضد عفونی کننده برداشته و زیر شیر آب بشوید و به جعبه دریچه دار در انتهای لوله خرطومی وصل نماید.
6. داوطلب پشت به دستگاه نشسته (تا منحنی تنفس خود را نبیند. چرا؟) و قطعه دهانی را در دهان گذاشته و بینی بند را زده و با کمال آرامش شروع به تنفس از اتمسفر کند تا به تنفس از طریق لوله عادت نماید.

7. پس از چند تنفس، دمای اسپرومتر را یادداشت کنید. بدون آنکه فرد متوجه شود و در انتهای یک بازدم، صفحه چرخشی را به حالت Spirometer قرار دهید و بلافاصله کیموگراف را روشن کنید تا استوانه ثبات شروع به چرخیدن کند (با سرعت $2/5 \text{ mm/s}$) و اجازه دهید فرد در مدت زمان یک دور کامل استوانه ثبات تنفس کند.
8. صفحه چرخشی را در انتهای یک بازدم به حالت اتمسفر چرخانده و فرد را از لوله جدا و دمای دستگاه را مجدداً یادداشت نمایید.

اندازه گیری ظرفیت حیاتی، و حجم های دیگر و حجم بازدمی اجباری

1. محفظه جاذب CO_2 را از مدار خارج کنید (تا مقاومت مسیر بازدمی به حداقل برسد).
2. صفحه چرخشی را در حالت Atmosphere قرار داده و محفظه بالایی را تخلیه و تا وسط از هوای محیط پر کنید.
3. صفحه چرخشی را در حالت Spirometer قرار دهید. در این آزمایش، اسپرومتر فقط برای چند تنفس مورد استفاده قرار می گیرد. بنابراین کاهش در فشار اکسیژن و افزایش فشار CO_2 کم بوده و اثر مهمی بر تنفس نخواهند داشت.
4. همان فرد را به دستگاه متصل و اجازه دهید چند تنفس با اتمسفر انجام دهد.
5. در انتهای یک بازدم، صفحه چرخشی را در حالت Spirometer قرار دهید و استوانه ثبات را با سرعت معمولی به حرکت در آورید (سرعت $2/5 \text{ mm/s}$).
6. برای ثبت ظرفیت حیاتی، اجازه دهید 3-4 تنفس عادی انجام شود سپس از فرد بخواهید یک دم عمیق و سپس یک بازدم عمیق (تا حداکثر حجم ممکن) انجام دهد.
7. بعد از 1-2 تنفس عادی صفحه را به حالت Atmosphere برگردانید.
8. برای ثبت ظرفیت حیاتی سریع (FVC) و حجم بازدمی سریع در ثانیه اول (FEV_1)، از فرد بخواهید ابتدا چند تنفس عادی با سرعت معمولی کیموگراف انجام دهد.
9. در انتهای یک بازدم معمولی، صفحه را به حالت Spirometer در آورید و اجازه دهید چند تنفس عادی دیگر انجام شود.
10. از فرد بخواهید یک دم حداکثر عمیق انجام دهد و تنفس را نگه دارد. سپس سرعت کیموگراف را به 25 mm/s افزایش دهید و از وی بخواهید یک بازدم عمیق با حداکثر سرعت انجام دهد. بالای منحنی با سرعت زیاد، سرعت را یادداشت نموده و کاغذ را از استوانه جدا کنید.

توضیح: این آزمایش جهت تشخیص عوارض مکانیکی دستگاه تنفس انجام می شود که معمولاً با بیماری های تنفسی وجود دارند. وقتی فردی بطور عادی با حداکثر عمق ممکن تنفس انجام می دهد، فشار داخل قفسه سینه در طی بازدم افزایش پیدا کرده و برونشیول (نایزک) های کوچک سرانجام مسدود می شوند. به همین دلیل، مقداری هوا در ریه ها باقی می ماند که حجم باقیمانده را نسبت به تنفس طبیعی افزایش می دهد. وقتی فرد با حداکثر سرعت ممکن بازدم انجام می دهد، سرعت خروج هوا بستگی به توانایی مجاری هوایی بخصوص کوچکترین آنها در

هدایت هوا دارد. فشار مثبت شدیدی که در این هنگام از پشت بر ریه ها اعمال می شود، سبب تنگ شدن نایژک ها شده و در صورت بالا بودن مقاومت مجاری هوایی، بسته شدن نایژک ها سریع تر اتفاق افتاده و حجم باقیمانده بیشتری در ریه گرفتار می شود و در نتیجه ظرفیت حیاتی کاهش و حجم باقیمانده افزایش می یابد. همچنین، به علت تنگی مجاری، حجم خروجی در ثانیه اول (FEV_1) کمتر از میزان طبیعی خواهد بود.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

1. مقادیر زیر را گزارش کنید: حجم جاری، تعداد تنفس در دقیقه، میزان تهویه در دقیقه، ظرفیت حیاتی در تنفس با سرعت معمولی، ظرفیت حیاتی در تنفس با سرعت حداکثر، تفاوت دو ظرفیت حیاتی فوق، مقدار FEV_1 و نسبت $FEV_1/FVC \times 100$
2. اگر بین مقدار اکسیژن مصرف شده و آنچه که انتظار داشتید مصرف شود (با توجه به اطلاعات فیزیولوژیک قبلی)، تفاوتی وجود دارد علل احتمالی تفاوت را بیان کنید؟ اصولاً چه عواملی می توانند میزان اکسیژن مصرفی را تحت تأثیر قرار دهند؟
3. علت اختلاف دو ظرفیت حیاتی با بازدم سریع و معمولی چیست؟
4. FEV_1 شاخص چیست و در چه بیماری هایی درصد FEV_1/FVC افزایش و در چه بیماری هایی کاهش می یابد؟

آزمایش 2-4. اسپیرومتری با استفاده از دستگاه پاورلب (Powerlab)

این دستگاه دارای یک Flow head می باشد (شکل 2-4)، که از یک طرف از طریق یک لوله رابط، یک فیلتر و قطعه دهانی، به دهان فرد وصل می شود. از طرف دیگر، Flow head از طریق دو لوله پلاستیکی به Pod وصل می شود. Pod یک مبدل است که امواج حاصل از جریان هوای دمی و بازدمی را به جریان الکتریکی تبدیل می کند و از طریق یک سیم آن را به دستگاه پاورلب ارسال می کند. سپس منحنی های مربوطه روی مانیتور نمایش داده می شود.

تنظیمات دستگاه

نرم افزار Chart5 را در صفحه Desktop باز کنید. صفحه ای نمایش داده می شود که دارای 8 کانال است.

در اینجا ما به دو کانال نیاز داریم یکی برای جریان (Flow) و دیگری برای حجم (Volume). در منوی نوار ابزار، گزینه Set up را انتخاب می کنیم و وارد Channel setting می شویم. در ستون Channel title، یک کانال را به نام F و دیگری را به نام V نام گذاری می کنیم و جلو آنها تیک می زنیم سپس در پایین صفحه، تعداد کانال ها را از 8 به 2 کاهش می دهیم و OK می کنیم. در مرحله بعد یک صفحه ظاهر می شود که دارای 2 کانال است. در سمت راست کانال بالایی که مربوط به Flow است، کشو را باز می کنیم و گزینه Spirometer flow را انتخاب و OK می کنیم. در کانال بعدی هم که مربوط به Volume است، با باز کردن کشو، گزینه Spirometer volume را انتخاب و OK می کنیم.



شکل 2-4. دستگاه پاورلب برای انجام اسپیرومتری

روش انجام آزمایش

1. گزینه Start را در صفحه مانیتور انتخاب کنید تا دستگاه شروع به کار کند.
2. داوطلب پشت به دستگاه نشسته و قطعه دهانی را در دهان بگذارد و پس از مسدود کردن بینی ها بوسیله بینی بند، با کمال آرامش شروع به تنفس کند. بعد از چند تنفس عادی، یک دم حداکثر عمیق و بدنبال آن یک بازدم عمیق و سریع انجام دهد. در این حال، نمودارهای دم و بازدم روی صفحه مانیتور ظاهر می شوند. سپس گزینه Stop را انتخاب می کنیم و فرد را از دستگاه جدا می کنیم.
3. در مرحله بعد منحنی دم و بازدم عمیق را با موس انتخاب می کنیم و در نوار ابزار بالا، گزینه Spirometry و سپس گزینه Report را انتخاب می کنیم. در صفحه ظاهر شده، میزان FEV_1 ، FVC، نسبت آن دو و برخی دیگر از شاخص ها نمایش داده می شود.
4. در صورتی که گزینه Spirometry و سپس Data window را انتخاب کنیم، صفحه ای باز می شود که چگونگی محاسبه FEV_1 و FVC را از روی نمودار نشان می دهد.

بررسی مکانیک دستگاه تنفس با استفاده از نرم افزار PhysioEX

آزمایش 3-4. اندازه گیری حجم ها و محاسبه ظرفیت های ریوی

هدف انجام آزمایش: درک واژه های تهویه، دم، بازدم، دیافراگم، عضلات بین دنده ای خارجی، عضلات بین دنده ای داخلی، عضلات دیواره شکمی، حجم ذخیره بازدمی (ERV)، ظرفیت حیاتی پرشتاب (FVC)، حجم جاری

(TV)، حجم ذخیره دمی (IRV)، حجم باقی مانده (RV) و حجم بازدمی پرشتاب در ثانیه ی اول (FEV1) - درک نقش عضلات اسکلتی در مکانیسم تنفس - درک تغییرات حجم و فشار در حفره قفسه سینه در طی تهویه ریوی - درک تاثیر شعاع راه هوایی و بنابراین مقاومت روی جریان هوا.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 7 و سپس Activity 1 (اندازه گیری حجم های تنفسی و محاسبه ظرفیت ها) کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطرح شده پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. کدام جمله در مورد مکانیسم تنفس اشتباه است؟

- (a) تهویه، حرکت هوا به داخل و خارج ریه ها می باشد.
- (b) تهویه بوسیله ضرب کردن تعداد تنفس در حجم جاری اندازه گیری می شود.
- (c) تهویه، شامل فرایندهای دم و بازدم می باشد.
- (d) تهویه منحصرأً مبتنی بر انقباض عضلات اسکلتی است.

2. انقباض کدام یک از عضلات زیر حجم قفسه ی سینه را در طول دم افزایش می دهد؟

- (a) عضلات دیواره ی شکم
- (b) عضلات بین دنده ای داخلی
- (c) عضلات بین دنده ای خارجی
- (d) بزرگراه های بین قاره ای

3. در شروع دم :

- (a) دیافراگم شل می شود.
- (b) حجم حفره قفسه سینه افزایش می یابد.
- (c) دیافراگم گنبدی شکل می شود.
- (d) فشار حفره قفسه سینه افزایش می یابد.

4. در شروع بازدم:

- (a) فشار در حفره قفسه سینه افزایش می یابد.
- (b) عضلات شکمی شل می شوند.
- (c) حجم در حفره قفسه سینه افزایش می یابد.
- (d) عضلات بین دنده ای خارجی منقبض می شوند.

5. حجم جاری یعنی:

- (a) حداکثر میزان هوایی که با نیرو می تواند وارد ریه ها شود.
- (b) مقدار هوایی که در طی هر دم عادی وارد ریه ها شده و سپس خارج می شود.
- (c) حداکثر میزان هوایی که با نیرو می تواند از ریه ها خارج شود.
- (d) تغییرات دو بار در روز در تنفس که تحت تأثیر نیروی جاذبه ماه قرار می گیرند.

روش انجام آزمایش

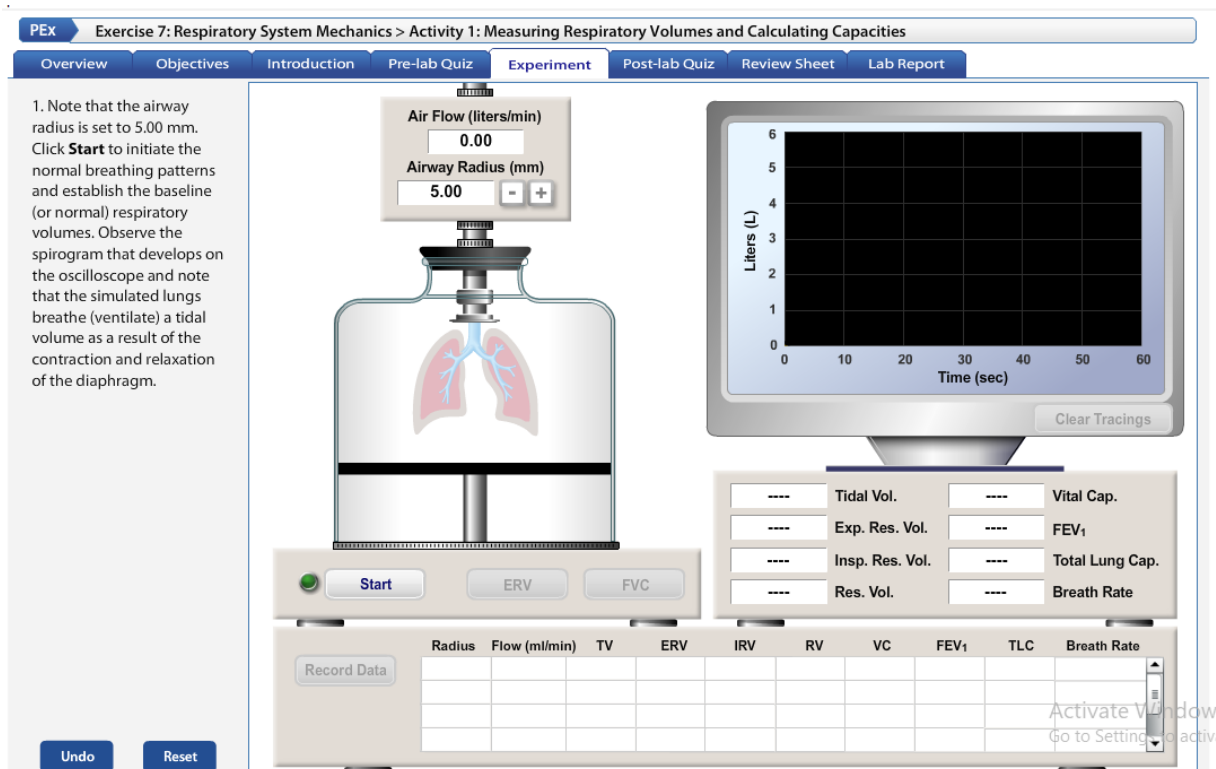
پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 3-4 صفحه ای باز می شود.

1. توجه کنید که شعاع راه های هوایی روی 5 میلی متر تنظیم شده است. روی Start کلیک کنید تا رسم الگوی تنفسی طبیعی روی اسیلوسکوپ شروع شود. توجه کنید که در نتیجه انقباض و شل شدن دیافراگم، حجم جاری تنفس می شود.

2. روی Record data کلیک کنید تا نتایج شما در جدول نمایش داده شوند.

3. روی Clear tracings کلیک کنید تا نمودار روی اسیلوسکوپ پاک شود.

4. اکنون اندازه گیری حجم ها را کامل کنید و ظرفیت های ریوی را مشخص کنید. روی Start کلیک کنید تا شروع به رسم الگوی تنفسی طبیعی کند. بعد از 10 ثانیه روی ERV (حجم ذخیره ی بازدمی) کلیک کنید، 10 ثانیه دیگر صبر کنید و سپس روی FVC (ظرفیت حیاتی پرشتاب) کلیک کنید تا اندازه گیری حجم های ریوی کامل شود. زمانی که روی ERV کلیک می کنید، یک بازدم پرشتاب با استفاده از عضلات بین دنده ای داخلی و عضلات دیواره شکم شبیه سازی می شود. زمانی که روی FVC کلیک می کنید ریه ها ابتدا یک دم حداکثر و سپس بازدم کامل برای اندازه گیری ظرفیت حیاتی پرشتاب انجام می دهند.



شکل 3-4. صفحه کار در آزمون اندازه گیری حجم ها و محاسبه ظرفیت های ریوی

5. ملاحظه شود که علاوه بر حجم جاری، حجم ذخیره ی بازدمی، حجم ذخیره ی دمی و حجم باقی مانده اندازه گیری شده اند. ظرفیت حیاتی و ظرفیت کل ریه با استفاده از این حجم ها اندازه گیری می شوند. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شوند.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- کدام یک از عضلات در طی تنفس آرام منقبض می شوند؟
 - (a) عضلات بین دنده ای خارجی و دیافراگم
 - (b) عضلات دیواره ی شکمی و بین دنده ای داخلی
 - (c) عضلات بین دنده ای خارجی و داخلی
 - (d) هیچ کدام از این عضلات در طی بازدم عادی منقبض نمی شوند.

تهویه دقیقه ای مقدار هوایی است که در طی یک دقیقه به درون و سپس به بیرون ریه ها جریان پیدا می کند. تهویه دقیقه ای = حجم جاری $\times$ تعداد تنفس در دقیقه.

6. با استفاده از حجم هایی که در مرحله ی دوم ثبت کرده اید، تهویه دقیقه ای را در جدول زیر وارد کنید و سپس روی Submit data کلیک کرده تا پاسخ شما در گزارش مربوط به این آزمایش ثبت شود.

بیماری های ریوی اغلب به صورت انسدادی و محدود کننده تقسیم بندی می شوند. بیماری انسدادی ریوی جریان هوا تأثیر می گذارد و بیماری محدود کننده معمولاً حجم ها و ظرفیت های ریوی را کاهش می دهد. اگر چه تست های عملکردی ریه برای تشخیص بیماری نیستند، آنها می توانند به تشخیص تفاوت بین این دو دسته بیماری کمک کنند مثل حجم بازدمی پرشتاب در ثانیه ی اول (FEV1).

سؤال پیش بینی:

● در بیماری های انسدادی مثل برونشیت مزمن و آسم شعاع راه های هوایی کاهش می یابد. بنابراین FEV1:

(a) به همان نسبت کاهش می یابد. (b) به همان نسبت افزایش می یابد

(c) تغییر معنی داری پیدا نمی کند.

7. اکنون شما باید تأثیر تغییرات شعاع روی عملکرد ریه را کشف کنید. با کلیک روی دکمه (-)، شعاع راه های هوایی را به 4/5 میلی متر کاهش دهید.

8. روی Start کلیک کنید تا شروع به رسم الگوی تنفسی طبیعی کند. بعد از 10 ثانیه روی ERV کلیک کنید، 10 ثانیه ی دیگر صبر کنید و سپس روی FVC کلیک کنید. میزان FEV1 در زیر اسیلوسکوپ ظاهر می شود.

9. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شوند.

10. اکنون به صورت تدریجی شعاع را کاهش دهید. شعاع راه های هوایی را هر بار 0/5 میلی متر کاهش دهید تا به راه های هوایی با شعاع 3 میلی متر برسید و مرحله 8 را تکرار کنید. هر بار روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شوند.

11. یک راه مفید برای بیان FEV1، بیان آن به عنوان درصدی از ظرفیت حیاتی پرشتاب (FVC) می باشد. با استفاده از مقادیر FEV1 و FVC در جدول، از تقسیم FEV1 به FVC، درصد FEV1 را محاسبه کنید (در 100 ضرب کنید). در این نمونه، ظرفیت حیاتی (VC) مساوی با FVC می باشد.

12. درصد FEV1 برای راه های هوایی با شعاع 5 میلی متر و سپس درصد FEV1 برای راه های هوایی با شعاع 3 میلی متر را در کادر زیر وارد کنید و سپس روی Submit data کلیک کنید تا پاسخ شما در گزارش آزمایش ثبت شود.

روی Submit کلیک کنید تا پاسخ شما در گزارش آزمایش ثبت شود و سپس به Post-lab Quiz پاسخ دهید.

1. برای محاسبه ظرفیت حیاتی یک شخص، نیاز به حجم جاری، حجم ذخیره بازدمی و می باشد.
 (a) حجم باقیمانده (RV)
 (b) حجم بازدمی با نیرو در ثانیه ی اول (FEV1)
 (c) حجم ذخیره دمی (IRV)
 (d) ظرفیت کل ریه (TLC)
2. اندازه گیری FVC در یک شخص، به این معنی است که شما می سنجید.
 (a) مقدار هوای باقیمانده در ریه ها را بعد از یک بازدم قوی و کامل
 (b) مجموع ظرفیت حیاتی و حجم باقیمانده را
 (c) مقداری از ظرفیت حیاتی که در طی 1 ثانیه به خارج رانده می شود را
 (d) مقدار هوایی که بعد از یک دم عمیق طی یک بازدم سریع و کامل از ریه ها خارج می شود را
3. اندازه گیری FEV1 در یک شخص به این معنی است که شما می سنجید.
 (a) مجموع ظرفیت حیاتی و حجم باقی مانده را
 (b) مقدار ظرفیت حیاتی که در طی ثانیه اول آزمایش FVC از ریه ها خارج می شود را
 (c) مقدار هوایی که بعد از یک بازدم کامل و پرشتاب در ریه ها به دام می افتد را
 (d) مقدار هوایی که بعد از یک دم عمیق طی یک بازدم سریع و کامل از ریه ها خارج می شود را
4. برای شخصی که از حمله آسم رنج می برد انتظار می رود که دارو های استنشاقی
 (a) مقاومت راه های هوایی را کاهش دهند.
 (b) FEV1 را کاهش دهند.
 (c) شعاع راه های هوایی را کاهش دهند.
 (d) ظرفیت کل ریه را کاهش دهند.
5. کدام یک از شاخص های زیر شامل حجم ذخیره بازدمی نمی شوند؟
 (a) ظرفیت حیاتی پرشتاب
 (b) ظرفیت کل ریه
 (c) حجم جاری

آزمایش 4-4. اسپرومتری مقایسه ای

هدف انجام آزمایش: مشاهده و مقایسه اسپروگرام افراد سالم با بیماران آمفیزم - مشاهده و مقایسه اسپروگرام افراد سالم با بیماران دچار حمله آسم - مشاهده و مقایسه اسپروگرام یک فرد دچار حمله حاد آسم با فردی مشابه که از داروی استنشاقی برای بهبودی استفاده کرده است - مشاهده و مقایسه اطلاعات جمع آوری شده از اسپروگرام داوطلبان شرکت کننده در ورزش متوسط و شدید.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 7 و سپس Activity 2 (اسپرومتری مقایسه ای) کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطرح شده پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. مقدار حجم جاری در حالت استراحت، تقریباً است.
 (a) 6000 میلی لیتر
 (b) 1200 میلی لیتر
 (c) 3000 میلی لیتر
 (d) 500 میلی لیتر

2. کدام فرایند تنفسی در آمفیزم بیشتر آسیب می بیند؟

- (a) دم
- (b) انتقال گاز در خون
- (c) بازدم
- (d) انبساط ریه ها

3. در طی حمله آسم؟

- (a) عضله ی صاف برونشیول ها شل می شوند.
- (b) دم و بازدم مختل می شود.
- (c) مقاومت راه های هوایی کم می شود.
- (d) بازگشت ارتجاعی بافت ریه مختل می شود.

4. در طول ورزش هوازی متوسط، کدام متغیر تنفسی بیشتر افزایش می یابد؟

- (a) حجم جاری
- (b) تعداد تنفسی
- (c) ظرفیت کل ریه
- (d) حجم ذخیره دمی

5. داروهای استنشاقی برای یک بیمار مبتلا به آسم طراحی شده اند تا

- (a) مواد فعال را به سرعت وارد خون کنند.
- (b) برونشیول های بیمار را گشاد کنند.
- (c) عضلات صاف رامنقبض کنند.
- (d) باعث تحریک یک پاسخ التهابی شوند.

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 4-4 صفحه ای باز می شود.

1. از منوی Patient type گزینه Normal را انتخاب کنید. هنگامی که الگوهای تنفسی مختلف را بررسی می کنید، مقادیر نرمال به عنوان پایه ای برای مقایسه خواهند بود.

2. از منوی Breathing pattern گزینه Unforced breathing را انتخاب کنید.

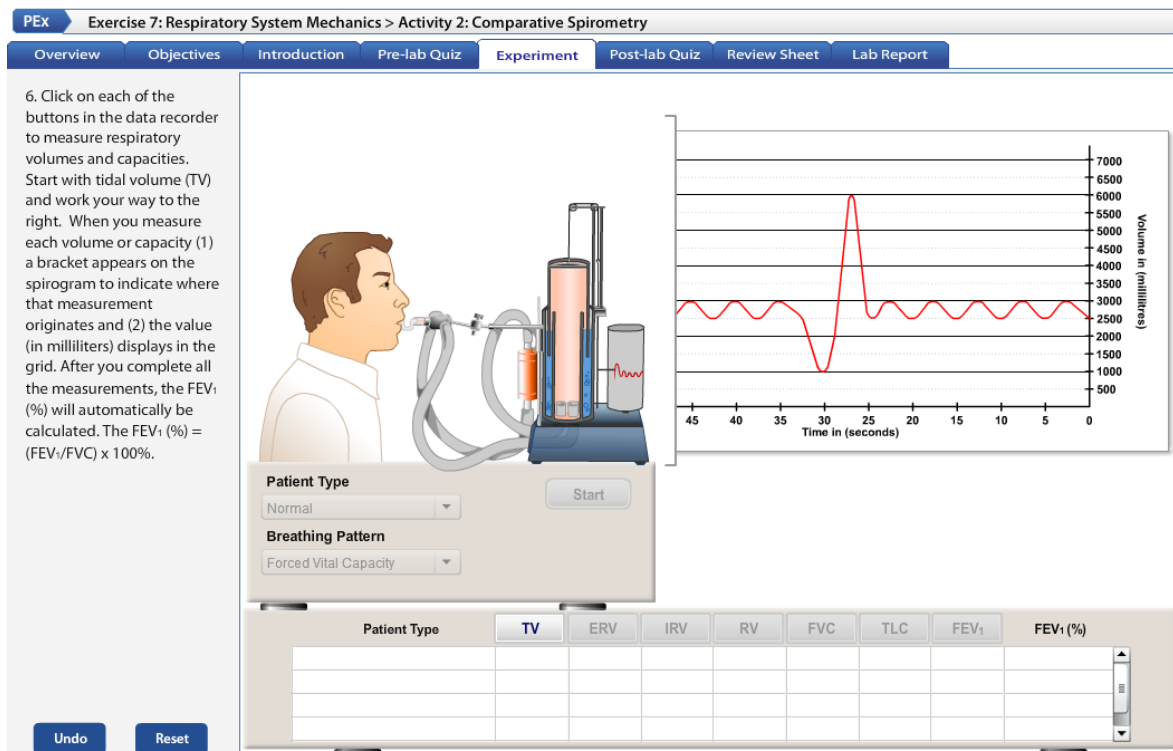
3. روی Start کلیک کنید تا الگوی تنفس بدون نیرو از بیمار ثبت شود و به استوانه متحرک و منحنی که روی کاغذ استوانه رسم می شود، نگاه کنید.

4. به مقادیر حجم (ml) روی محور Y اسپروگرام توجه کنید. هنگامی که نصف صفحه نمایش از حجم های حیاتی بدون نیرو پر شد، اسپروگرام متوقف می شود. سپس گزینه Forced vital capacity را از منوی Breathing pattern انتخاب کنید.

5. روی Start کلیک کنید تا ظرفیت حیاتی پرشتاب از بیمار ثبت شود. هنگامی که کاغذ به لبه سمت راست صفحه می رسد، اسپروگرام پایان می یابد.

6. روی هر کدام از دکمه ها در بالای جدول Data recorder کلیک کنید تا حجم ها و ظرفیت های تنفسی را اندازه گیری کنید. با حجم جاری (TV) شروع کنید و کار خود را به سمت راست ادامه دهید. هنگامی که هر حجم یا ظرفیت را اندازه گیری می کنید، یک کروشه روی اسپروگرام ظاهر می شود که مبدأ اندازه گیری را نشان داده و میزان آن شاخص نیز در جدول نمایش داده می شود (بر حسب میلی لیتر). بعد از اینکه اندازه گیری ها را کامل کردید، درصد حجم بازدمی با نیرو در ثانیه ی اول (FEV1%) به طور خودکار ظاهر می شود.

$$FEV_1(\%) = (FEV_1/FVC) \cdot 100\%$$



شکل 4-4. صفحه کار در آزمایش اسپرومتری مقایسه ای

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- زمانی که بیماری انسدادی ریوی ایجاد می شود، برای $FEV_1\%$ چه اتفاقی می افتد؟
 (a) افزایش می یابد. (b) کاهش می یابد. (c) تغییر نمی کند.

سؤال پیش بینی 1:

- در آمفیزم، قابلیت ارتجاعی بافت ریه از دست می رود و برای هر بازدم تلاش عضلانی شدید و خسته کننده مورد نیاز است، دم آسان تر می شود زیرا ریه ها در این شرایط کاملاً ظرفیت پذیر هستند. کدام یک از شاخص ها در اسپروگرام بیمار آمفیزم در مقایسه با بیمار نرمال تغییر خواهد کرد؟

- (a) حجم جاری (TV)
- (b) حجم ذخیره ی بازدمی (ERV)
- (c) حجم ذخیره دمی (IRV)
- (d) حجم باقی مانده (RV)
- (e) ظرفیت حیاتی پرشتاب (FVC)
- (f) ظرفیت کل ریه (TLC)
- (g) میزان FEV_1
- (h) درصد FEV_1

7. از منوی Patient type گزینه Emphysema را انتخاب کنید.

8. از زیر منوی Breathing pattern گزینه Unforced breathing را انتخاب کنید.

- 9. روی Start کلیک کنید تا الگوی تنفس بدون نیرو از بیمار ثبت شود و به استوانه متحرک و منحنی که روی کاغذ استوانه رسم می شود، نگاه کنید.

10. به مقادیر حجم (ml) روی محور Y اسپروگرام توجه کنید. هنگامی که نصف صفحه نمایش از حجم های حیاتی بدون نیرو پر شد، اسپروگرام متوقف می شود. سپس گزینه Forced vital capacity را از منوی Breathing pattern انتخاب کنید.

11. روی Start کلیک کنید تا FVC از بیمار ثبت شود. هنگامی که کاغذ به لبه سمت راست صفحه می رسد، اسپروگرام پایان می یابد.

12. روی هر کدام از دکمه ها در بالای جدول Data recorder کلیک کنید تا حجم ها و ظرفیت های تنفسی را اندازه گیری کنید. با حجم جاری (TV) شروع کنید و کار خود را به سمت راست ادامه دهید.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- در مقایسه با بیمار نرمال، برای FVC در بیمار آمفیزم چه اتفاقی می افتد؟
(a) افزایش می یابد. (b) کاهش می یابد. (c) تغییر نمی کند.
- در مقایسه با بیمار نرمال، برای FEV1 در بیمار آمفیزم چه اتفاقی می افتد؟
(a) افزایش می یابد. (b) کاهش می یابد. (c) تغییر نمی کند.

سؤال پیش بینی 2:

● در حمله حاد آسم، به دلیل افزایش ترشحات موکوسی غلیظ و اسپاسم عضله صاف راه های هوایی، مقاومت راه های هوایی افزایش پیدا می کند. کدام یک از شاخص های ریوی در اسپروگرام بیماری که از یک حمله حاد آسم رنج می برد در مقایسه با بیمار نرمال تغییر خواهد کرد؟

- | | |
|------------------------------|------------------------------|
| (a) حجم جاری (TV) | (b) حجم ذخیره ی بازدمی (ERV) |
| (c) حجم ذخیره دمی (IRV) | (d) حجم باقی مانده (RV) |
| (e) ظرفیت حیاتی پرشتاب (FVC) | (f) ظرفیت کل ریه (TLC) |
| (g) میزان FEV1 | (h) درصد FEV1 |

13. از منوی Patient type گزینه Acute asthma attack را انتخاب کنید.

14. از زیر منوی Breathing pattern گزینه Unforced breathing را انتخاب کنید.

15. روی Start کلیک کنید تا الگوی تنفس بدون نیرو از بیمار ثبت شود و به استوانه متحرک و منحنی که روی کاغذ استوانه رسم می شود، نگاه کنید.

16. به مقادیر حجم (ml) روی محور Y اسپروگرام توجه کنید. هنگامی که نصف صفحه نمایش از حجم های حیاتی بدون نیرو پر شد، اسپروگرام متوقف می شود. سپس گزینه Forced vital capacity را از منوی Breathing pattern انتخاب کنید.

17. روی Start کلیک کنید تا FVC از بیمار ثبت شود. هنگامی که کاغذ به لبه سمت راست صفحه می رسد، اسپروگرام پایان می یابد.

18. روی هر کدام از دکمه ها در بالای جدول Data recorder کلیک کنید تا حجم ها و ظرفیت های تنفسی را اندازه گیری کنید. با حجم جاری (TV) شروع کنید و کار خود را به سمت راست ادامه دهید.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

- در مقایسه با بیمار نرمال، برای FVC در این بیماران چه اتفاقی می افتد؟
(a) افزایش می یابد. (b) کاهش می یابد. (c) تغییر نمی کند.
- در مقایسه با بیمار نرمال، برای FEV1 در این بیماران چه اتفاقی می افتد؟
(a) افزایش می یابد. (b) کاهش می یابد. (c) تغییر نمی کند.

سؤال پیش بینی 3:

● زمانی که یک حمله حاد آسم اتفاق می افتد بسیاری از افراد برای رهایی از افزایش مقاومت در راه هوایی از افشانه استفاده می کنند. این وسیله، دارو را به پودر تبدیل کرده و موجب اتساع برونشیول ها می شود (اگرچه می تواند به عنوان یک عامل ضد التهابی هم عمل کند). بعد از استفاده از افشانه توسط بیمار آسمی، کدام یک از شاخص های ریوی در اسپیروگرام به مقادیر طبیعی باز می گردد؟

- (a) حجم جاری (TV)
- (b) حجم ذخیره ی بازدمی (ERV)
- (c) حجم ذخیره دمی (IRV)
- (d) حجم باقی مانده (RV)
- (e) ظرفیت حیاتی پرشتاب (FVC)
- (f) ظرفیت کل ریه (TLC)
- (g) میزان FEV1
- (h) درصد FEV1

19. از منوی Patient type گزینه Plus inhaler را انتخاب کنید.

20. از زیر منوی Breathing pattern گزینه Unforced breathing را انتخاب کنید.

21. روی Start کلیک کنید تا الگوی تنفس بدون نیرو از بیمار ثبت شود و به استوانه متحرک و منحنی که روی کاغذ استوانه رسم می شود، نگاه کنید.

22. به مقادیر حجم (ml) روی محور Y اسپیروگرام توجه کنید. هنگامی که نصف صفحه نمایش از حجم های حیاتی بدون نیرو پر شد، اسپیروگرام متوقف می شود. سپس گزینه Forced vital capacity را از منوی Breathing pattern انتخاب کنید.

23. روی Start کلیک کنید تا FVC از بیمار ثبت شود. هنگامی که کاغذ به لبه سمت راست صفحه می رسد، اسپیروگرام پایان می یابد.

24. روی هر کدام از دکمه ها در بالای جدول Data recorder کلیک کنید تا حجم ها و ظرفیت های تنفسی را اندازه گیری کنید. با حجم جاری (TV) شروع کنید و کار خود را به سمت راست ادامه دهید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- کدام یک از شاخص های زیر در این اسپیروگرام به حالت طبیعی در بیمار نرمال بر نگشتند؟
(a) حجم جاری (TV)
- (b) حجم ذخیره ی بازدمی (ERV)

(RV) حجم باقی مانده (d)
(TLC) ظرفیت کل ریه (f)
FEV1 درصد (h)

(IRV) حجم ذخیره دمی (c)
(FVC) ظرفیت حیاتی پرشتاب (e)
FEV1 میزان (g)

سؤال پیش بینی 4:

● در طی ورزش هوازی متوسط، چرخه تنفسی بدن انسان در پاسخ به افزایش نیازهای متابولیک تغییر می کند. در طول ورزش سنگین، برای رفع نیازهای شدید متابولیکی بدن، تغییرات بیشتری در تنفس لازم است. کدام یک از شاخص های حجم ذخیره بازدمی یا حجم ذخیره دمی در طول ورزش متوسط بیشتر تغییر می کنند؟

(a) حجم ذخیره ی دمی (IRV) (b) حجم ذخیره بازدمی (ERV)

25. از زیر منوی Patient type گزینه ی Moderate exercise را انتخاب کنید. توجه کنید برای شما انتخابی از منوی Breathing pattern وجود ندارد زیرا سیستم عصبی مرکزی به طور اتوماتیک عمق و تعداد تنفس را در پاسخ به نیازهای متابولیکی در زمان ورزش تنظیم می کند. ما نمیتوانیم به صورت خود آگاه این الگو را تغییر دهیم.

26. روی Start کلیک کنید تا الگوی تنفس بدون نیرو از بیمار ثبت شود و به استوانه متحرک و منحنی که روی کاغذ استوانه رسم می شود، نگاه کنید.

27. روی هر کدام از دکمه ها در بالای جدول Data recorder کلیک کنید تا حجم ها و ظرفیت های تنفسی را اندازه گیری کنید. با حجم جاری (TV) شروع کنید و کار خود را به سمت راست ادامه دهید.

28. از منوی patient type گزینه Heavy exercise را انتخاب کنید.

29. روی Start کلیک کنید تا الگوی تنفس بدون نیرو از بیمار ثبت شود و به استوانه متحرک و منحنی که روی کاغذ استوانه رسم می شود، نگاه کنید.

30. روی هر کدام از دکمه ها در بالای جدول Data recorder کلیک کنید تا حجم ها و ظرفیت های تنفسی را اندازه گیری کنید. با حجم جاری (TV) شروع کنید و کار خود را به سمت راست ادامه دهید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● برای هر دو نوع ورزش، حجم جاری و تعداد تنفس افزایش یافت. در مقایسه با مقادیر نرمال کدام یک از این دو حجم جاری یا تعداد تنفس، در طول ورزش متوسط بیشتر تغییر کرد؟ (درصد تغییر هر شاخص را تعیین کنید)

(a) تعداد تنفس (b) حجم جاری (c) نمی توان اندازه گیری کرد.

روی Submit کلیک کنید تا پاسخ شما در گزارش آزمایش ثبت شود و سپس به Post-lab Quiz پاسخ دهید.

1. کدام یک از شاخص های تنفسی زیر نشان دهنده کاهش جریان در طی بیماری های انسدادی ریه است؟

(a) ظرفیت حیاتی پرشتاب (FVC) (b) حجم ذخیره دمی (IRV)
(c) حجم بازدمی پرشتاب در ثانیه اول (FEV1) (d) حجم جاری (TV)

2. حجم ذخیره بازدمی (ERV) را در فردی با مقادیر تنفسی زیر حساب کنید: $FVC=4800\text{ml}$, $RV=1200\text{ml}$, $IRV=2900\text{ml}$, $TV=500\text{ml}$

- (a) 800 میلی لیتر
(b) 1000 میلی لیتر
(c) 1200 میلی لیتر
(d) 1400 میلی لیتر

3. ظرفیت حیاتی پرشتاب (FVC) را در فردی با مقادیر تنفسی زیر حساب کنید: $RV=1000\text{ ml}$, $IRV=3000\text{ ml}$, $TV=500\text{ ml}$, $ERV=1500\text{ ml}$

- (a) 6000 میلی لیتر
(b) 5000 میلی لیتر
(c) 2500 میلی لیتر
(d) 1000 میلی لیتر

4. کدام یک از گزینه های زیر بیشترین حجم را در بیمار طبیعی دارد؟

- (a) حجم ذخیره دمی (IRV)
(b) حجم ذخیره بازدمی (ERV)
(c) حجم باقیمانده (RV)
(d) حجم جاری (TV)

5. چه اتفاقی برای حجم باقی مانده (RV) در بیماران مبتلا به آمفیزم و بیماران مبتلا به آسم می افتد؟

- (a) در هر دوی بیماران کاهش می یابد.
(b) در بیماران مبتلا به آمفیزیا افزایش و در بیماران مبتلا به آسم کاهش می یابد.
(c) در هر دوی بیماران تغییر نیافته باقی می ماند.
(d) در هر دوی بیماران افزایش می یابد.

آزمایش 4-5. اثر سورفاکتانت و فشار داخل جنبی روی تنفس

هدف انجام آزمایش: درک اصطلاحات سورفاکتانت، کشش سطحی، فضای داخل قفسه ای، فشار داخل قفسه ای، پنوموتوراکس و آتلکتازی - درک تأثیر سورفاکتانت روی کشش سطحی و عملکرد ریوی - درک این نکته که چگونه فشار منفی داخل قفسه سینه مانع روی هم خوابیدن ریه می شود.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 7 و سپس Activity 3 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطرح شده پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. کدام یک از جملات زیر در مورد کشش سطحی غلط است؟

- (a) مولکول های یک مایع نسبت به مولکول های گاز به طور قوی تری به هم متصل می شوند.
(b) کشش سطحی در برابر هر نیرویی که تمایل به افزایش مساحت سطح مرز گاز - مایع دارد، مقاومت می کند.
(c) کشش سطحی در افزایش اندازه حبابچه ها در داخل ریه عمل می کند.
(d) کشش سطحی در مرز هر گاز - مایع اتفاق می افتد

2. کدام یک از جملات زیر در مورد سورفاکتانت غلط است؟

- (a) سورفاکتانت، مخلوطی از لیپید ها و پپتید ها است که مشابه شوینده ها کشش سطحی را کاهش می دهد.
(b) سورفاکتانت، لایه نازکی از مایع است که سطوح حبابچه ها را می پوشاند.
(c) سورفاکتانت، میزان کار لازم برای باد کردن ریه ها کاهش می دهد.

(d) سورفاکتانت، جذب مولکول های آب به یکدیگر را افزایش می دهد.

3- درست قبل از شروع عمل دم، فشار درون حفره جنب
(a) فشار داخل جنبی نامیده می شود.

(b) از فشار داخل حبابچه کمتر است.

(c) تحت تأثیر تمایل دیواره قفسه سینه برای روی هم خوابیدن قرار می گیرد.

(d) مسئول روی هم خوابیدن (کلاپس) ریه است.

4. وضعیت تنفسی در پنوموتوراکس اشاره دارد به :

(a) کاهش فشار در فضای داخل جنبی نسبت به فشار اتمسفر.

(b) حذف هوا از حفره داخل جنبی.

(c) هر سوراخ که فشار داخل قفسه سینه را با فشار اتمسفر مساوی می کند.

(d) عفونت باکتریایی.

5. پنوموتوراکس می تواند به منجر شود.

(a) انبساط بیش از اندازه ریه

(b) آتلکتازی

(c) فشارهای داخل جنبی منفی تر از حالت طبیعی

(d) توصیه های شدید از لوراکس

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 5-4 صفحه ای باز می

شود.

1. روی Start کلیک کنید تا الگوی عادی تنفس شروع شود و منحنی ایجاد شده روی اسیلوسکوپ را

مشاهده کنید.

2. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شوند. این نتایج نشان دهنده تنفس در

فقدان سورفاکتانت می باشند.

3. دو بار روی سورفاکتانت کلیک کنید تا لیپید ها و پپتید های صناعی روی لایه داخلی ریه ها توزیع شوند.

4. روی Start کلیک کنید تا در حضور سورفاکتانت تنفس انجام شود و منحنی حاصله را مشاهده کنید.

5. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شوند.

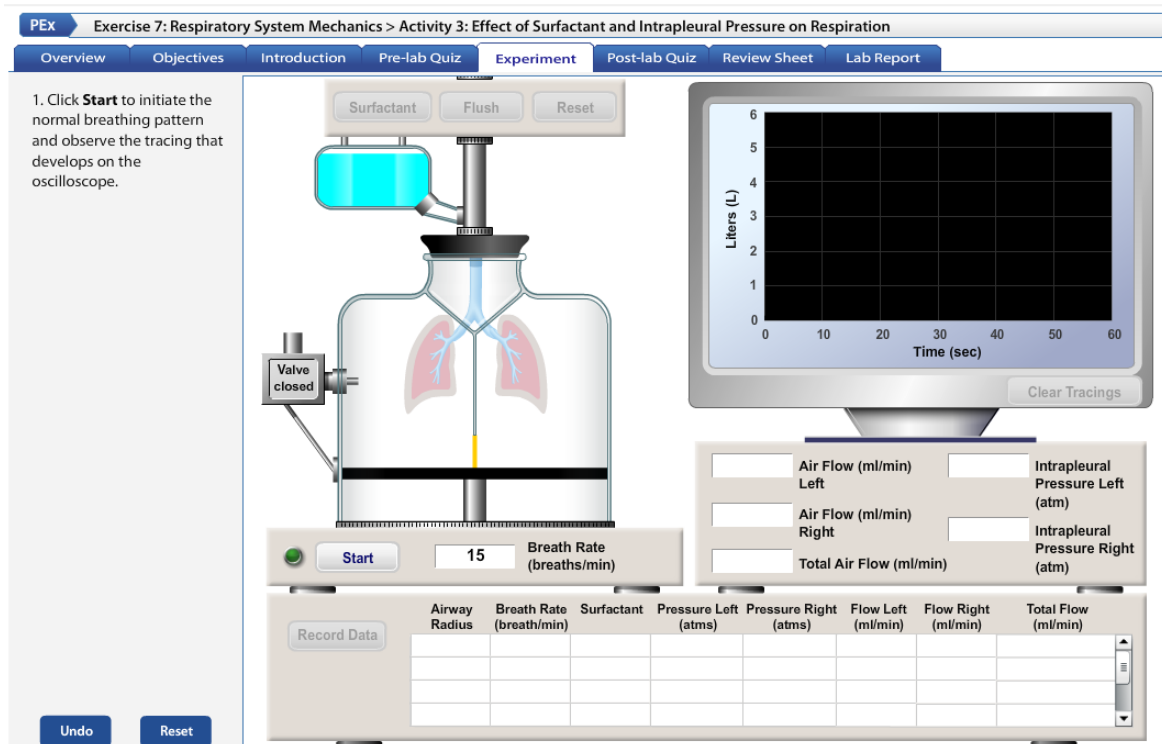
سؤال پیش بینی 1:

● اضافه کردن مقدار بیشتری سورفاکتانت چه اثری روی این ریه ها دارد؟

(a) جریان هوا کاهش می یابد.

(b) جریان هوا بیشتر افزایش می یابد.

(c) جریان هوا تغییر نمی کند.



شکل 4-5. صفحه کار در آزمایش اثر سورفکتانت و فشار داخل جنبی روی تنفس

6. دو بار روی سورفاکتانت کلیک کنید تا لیپیدها و پپتیدهای صناعی بیشتری روی لایه داخلی ریه ها توزیع

شوند.

7. روی Start کلیک کنید تا در حضور سورفاکتانت اضافی تنفس انجام شود.

8. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شوند.

9. روی Clear tracings کلیک کنید تا اسیلوسکوپ پاک شود.

10. روی Flush کلیک کنید تا ریه ها از سورفاکتانت پاک شوند.

به سوالات زیر پاسخ دهید:

● چرا اضافه کردن متوالی سورفاکتانت سیستم ریوی را تغییر داد؟

(a) کشش سطحی به طور متوالی کاهش یافت.

(b) اضافه کردن مقدار بیشتری مایع به ریه ها همیشه جریان هوا را بهبود می بخشد.

(c) کشش سطحی به طور متوالی افزایش یافت.

(d) اضافه کردن مقدار بیشتری مایع به ریه ها، فشار را در ریه ها افزایش می دهد.

● نوزادان نارس اغلب به سختی تنفس می کنند زیرا مقادیر سورفاکتانت در ریه آنها

(a) خیلی زیاد است. (b) خیلی کم است. (c) غیر مرتبط با این مسئله است.

11. روی Start کلیک کنید تا تنفس کردن شروع شود و منحنی ایجاد شده را مشاهده کنید. به فشار منفی

در هنگام باد شدن ریه ها که در زیر اسیلوسکوپ نشان داده شده، توجه کنید.

12. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شوند.
13. روی Valve در قسمت چپ محفظه شیشه ای کلیک کنید تا باز شود.
14. روی Start کلیک کنید تا تنفس کردن شروع شود و منحنی ایجاد شده را مشاهده کنید.
15. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شوند.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- هنگامی که دریچه باز می شود، چه اتفاقی در طرف چپ محفظه شیشه ای می افتد ؟
 - (a) فشار داخل جنبی منفی تر می شود.
 - (b) فشار داخل جنبی با فشار اتمسفر مساوی می شود.
 - (c) ریه ای که در سمت راست محفظه ی شیشه ای است، بزرگتر می شود.
 - (d) جریان هوا افزایش می یابد.

سؤال پیش بینی 2:

- اگر دریچه بسته شود چه اتفاقی برای ریه روی هم خوابیده در سمت چپ محفظه شیشه ای خواهد افتاد؟
 - (a) ریه در اولین تنفس دوباره باد می شود.
 - (b) ریه در طی چندین تنفس دوباره باد می شود.
 - (c) ریه بصورت روی هم خوابیده باقی خواهد ماند.
 - (d) ریه بیشتر روی هم می خوابد.
- 16. روی دریچه در قسمت چپ محفظه شیشه ای کلیک کنید تا بسته شود.
- 17. روی Start کلیک کنید تا تنفس کردن شروع شود و منحنی ایجاد شده را مشاهده کنید.
- 18. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شوند.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- آیا ریه روی هم خوابیده در سمت چپ دوباره باد شد؟
 - (a) بله
 - (b) خیر
 - (c) این شاخص نتوانست اندازه گیری شود زیرا تعداد کمی تنفس ثبت شد.
- 19. روی Reset در بالای محفظه شیشه ای کلیک کنید تا هوای فضای داخل جنبی خارج شود و ریه به شرایط طبیعی در حالت استراحت بر گردد.
- 20. روی Start کلیک کنید تا تنفس کردن شروع شود و منحنی ایجاد شده را مشاهده کنید.
- 21. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول نمایش داده شوند.
- روی Submit کلیک کنید تا پاسخ شما در گزارش آزمایش ثبت شود و سپس به Post-lab Quiz پاسخ دهید.

1. اضافه کردن سورفاکتانت به سطح داخلی ریه
 - (a) میزان تغییرات فشار داخل جنبی را کاهش داد.
 - (b) کشش سطحی را افزایش داد.
 - (c) جریان هوا را افزایش داد.
 - (d) میزان تغییرات فشار داخل جنبی را افزایش داد.

2. باز شدن دریچه در یک سمت محفظه شیشه ای
(a) اجازه می دهد تا سورفاکتانت به خارج از ریه ها تخلیه شود.
(b) فشار اتمسفر را تغییر می دهد
(c) اجازه می دهد تا تغییرات بزرگتری در فشار داخل جنبی رخ بدهد.
(d) پنوموتوراکس را شبیه سازی کرده است.
3. در این فعالیت، یک پنوموتوراکس به طور خودکار به وسیله دنبال می شود.
(a) فشارهای داخل جنبی بزرگتر
(b) آتلکتازی
(c) افزایش جریان هوا
(d) کاهش کشش سطحی
4. بهترین راه برای باد شدن مجدد و سریع ریه های روی هم خوابیده (کلاپس) است.
(a) پمپ کردن هوا به خارج از فضای داخل جنبی برای ایجاد مجدد فشار منفی
(b) حذف قسمتی از سورفاکتانت از داخل ریه
(c) پمپ کردن هوا به خارج از ریه روی هم خوابیده برای ایجاد مجدد فشار منفی
(d) القای انقباض قوی و مکرر عضله دیافراگم

فصل پنجم

عضله و عصب

آزمایش 1-5. عضله اسکلتی قورباغه

عضله اسکلتی یکی از انواع عضلات بدن می باشد که موجب حرکت اسکلت و مفاصل می شود. انقباض عضلات اسکلتی در بدن توسط نورون های حرکتی کنترل می شود. به این ترتیب که به دنبال تحریک نورون حرکتی و هدایت پتانسیل عمل در طول آن، استیل کولین در محل اتصال عصب - عضله آزاد شده و با تأثیر بر گیرنده های خود در غشاء عضله، نهایتاً پاسخی بصورت انقباض ظاهر می گردد. هر نورون حرکتی می تواند با چندین فیبر عضله ارتباط سیناپسی برقرار کند. هر نورون حرکتی به انضمام تمام فیبرهای عضلانی مرتبط با آن، یک واحد حرکتی نامیده می شود.

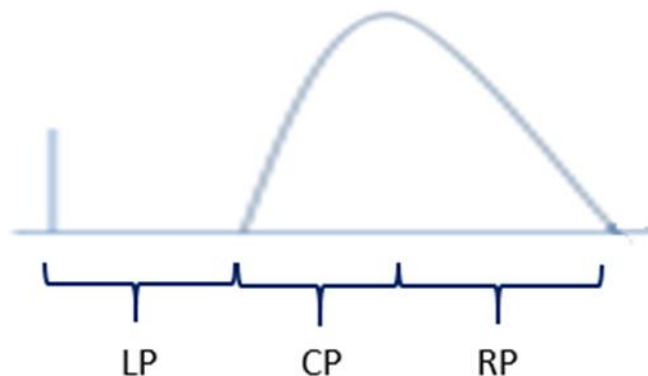
در مجموعه آزمایشات این بخش، عملکرد انقباضی عضله اسکلتی بررسی خواهد شد. بیشتر اطلاعات موجود در این زمینه، از مطالعه عضله گاستروکنیموس قورباغه و ثبت انقباضات با کیموگراف بدست آمده است. امروزه با استفاده از فیزیوگراف های جدیدتر و برنامه های نرم افزاری می توان نتایج کاملتری را بدست آورد. بطور کلی یک انقباض ساده عضلانی شامل قسمتهای زیر است:

1- زمان تأخیر (Latency)

2- مرحله انقباض (Contraction phase)

3- مرحله رفع انقباض (Relaxation phase)

زمانی که عصب حرکتی عضله تحریک می شود، بین زمان تحریک و شروع پاسخ انقباضی، فاصله زمانی اندکی وجود دارد که به آن زمان تأخیر (LP) می گویند (شکل 1-5). به دنبال این مرحله، انقباض عضلانی (CP) و سپس رفع انقباض (RP) وجود دارد. در مجموع، پاسخ عضله به تک تحریک را تکانه (Twitch) می گویند. زمان تأخیر در واقع مربوط به انتقال پیام از عصب به عضله و هدایت پتانسیل عمل در طول غشاء سلول عضله و توبول های عرضی و نیز انتقال سیگنال به شبکه سارکوپلاسمی و در نهایت آزاد شدن کلسیم از این محل ها می باشد. طول مدت تکانه عضلانی بسته به نوع عضله متفاوت است. تکانه عضلانی در عضلات سریع که در انجام کارهای دقیق و ظریف از آنها استفاده می شود، 7/5 میلی ثانیه طول میکشد ولی در عضلات آهسته که مسئول حفظ و نگهداری بدن هستند به ۱۰۰ میلی ثانیه می رسد.



شکل 1-5. یک تکانه عضلانی که مدت تأخیر (LP)، مدت انقباض (CP) و مدت شل شدن (RP) در آن مشخص شده است

هدف انجام آزمایش: بررسی رفتار عضله هنگام تحریک عصب یا تحریک مستقیم خود عضله، بررسی اثرات عوامل مختلف از قبیل پیش بار، پس بار و دما بر روی عملکرد عضله و مطالعه پدیده کزاز عضلانی.

وسایل و مواد لازم: قورباغه یا وزغ، سینی جراحی، پنس، قیچی جراحی، درفش، دستگاه کیموگراف و محلول رینگر.

آشنایی با دستگاه کیموگراف

دستگاه از دو بخش استوانه دوار و محرکه الکتریکی تشکیل شده است. بخش محرکه الکتریکی در سمت چپ دارای دو کلید برای انتخاب سرعت چرخش استوانه دوار است (شکل 2-5). بعد از هر یک از اعداد انتخاب سرعت، یک نقطه سیاه قرار دارد و در صورتی که کلید روی این نقاط قرار گیرد، از حالت دنده خلاص شده و می توان با دست استوانه را چرخاند. هنگامی که دستگاه در حالت دنده است هرگز استوانه را با دست نچرخانید.

بخش محرکه الکتریکی در سمت راست دارای کلیدهایی برای انتخاب ولتاژ و تواتر (فرکانس) می باشد. کلیدهای ردیف اول شامل خروجی های دستگاه است که سیم های متصل به الکتروود به آن ها وصل می شود. خروجی مشکی، قطبی منفی و خروجی های قرمز، قطب مثبت را تشکیل می دهند. هنگامی که قطب مثبت به خروجی 0/25 وصل باشد، دستگاه ولتاژهای از صفر تا حداکثر 0/25 ولت را تولید می کند و این ولتاژها با چرخش کلید بالای این ستون تعیین می شود (در این حالت، هر درجه این کلید معادل 0/1 ولت و حداکثر $25 \times 0/1 = 0/25$ V خواهد بود). اگر خروجی مثبت 2/5 انتخاب شود، هر درجه معادل 0/1 ولت (حد اکثر 2/5 ولت) و اگر 25 ولت انتخاب شود هر درجه معادل 1 ولت (حداکثر 25 ولت) خواهد بود.

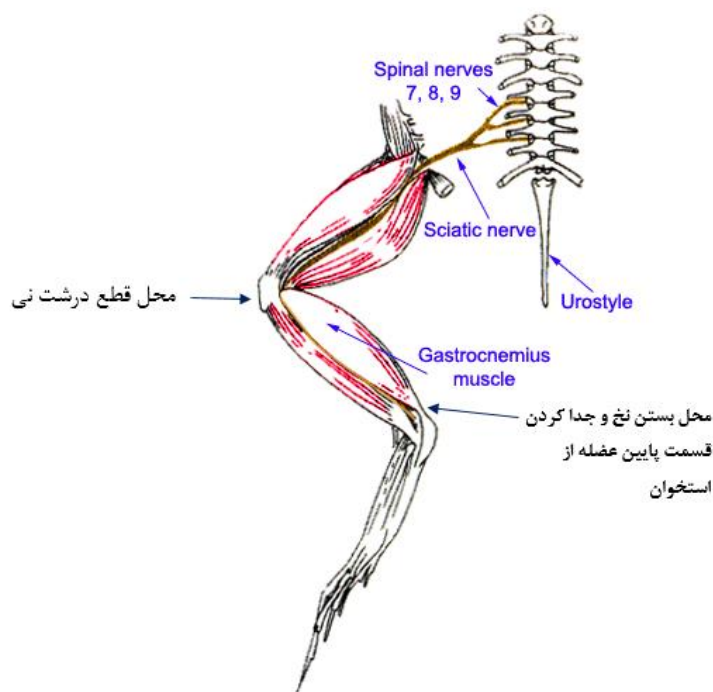


شکل 2-5. دستگاه کیموگراف که در پایین بخش محرکه الکتریکی و در بالا استوانه دوار نشان داده شده است.

کلیدهای ردیف پایین مربوط به فرکانس می باشند. با فشردن کلید Single، دستگاه یک شوک الکتریکی با ولتاژ انتخاب شده می دهد. با فشردن و نگاه داشتن کلید Key فقط هنگامی که استوانه بچرخد و دو زائده سفید رنگ زیر استوانه با هم برخورد کنند، دستگاه یک شوک می دهد. دو کلید ppsx5 و Repeat همراه با کلید بالایی در این ستون (انتخاب فرکانس) کار می کنند به این ترتیب که ppsx5 فرکانس انتخاب شده را 5 برابر می کند و کلید Repeat اگر در حالت فشار داده شده قرار گیرد، بطور دائم شوک الکتریکی با فرکانس انتخاب شده تولید می کند.

روش انجام آزمایش

همانطور که در فصل سوم گفته شد، ابتدا با کوبیدن سر حیوان به لبه سکوی آزمایشگاه، آن را بیهوش نموده و مغز و نخاع را تخریب نمایید. از ناحیه زیر دست ها پوست قورباغه را بطور عرضی دور تا دور بوسیله قیچی شکاف دهید دست های قورباغه را محکم در دست بگیرید و پوست قورباغه را با یک حرکت یکنواخت از محل شکاف تا انگشتان پا جدا کنید. قورباغه را به پشت بخوابانید و شکم را باز و محتویات آنرا خارج کنید. به آرامی ماهیچه های ران را جدا کنید تا عصب سیاتیک آشکار شود. عصب سیاتیک را از محل خروج از نخاع تا زانو آزاد کنید، از کشیدن عصب خودداری نموده و اجازه ندهید خشک شود. در تمامی طول آزمایش از محلول رینگر برای مرطوب نگه داشتن عصب و عضلات استفاده کنید. یک نخ را محکم به دور تاندون آشیل ببندید. تاندون را از زیر جایی که نخ بسته شده قطع کنید و عضله را تا قسمت زانو آزاد کنید. استخوان درشت نی را درست در زیر زانو قطع کنید. مواظب باشید که عضله و عصب سیاتیک سالم بمانند. اکنون عضله و عصب متصل به آن برای آزمایش آماده است (شکل 3-5).



شکل 3-5. نحوه جدا کردن پای قورباغه، محل گره روی تاندون آشیل و محل قطع استخوان درشت نی.

سپس ماهیچه را داخل حوضچه ماهیچه (Organ bath) قرار دهید سر دیگر نخ را که به تاندون عضله بسته است به دسته عمودی اهرم کیموگراف وصل کنید. از محلول رینگر با دمای معمولی بر روی ماهیچه در حوضچه آنقدر بریزید تا سطح آنرا بپوشاند. سپس عصب متصل به ماهیچه را روی الکترودها قرار دهید. ولتاژ دستگاه را روی

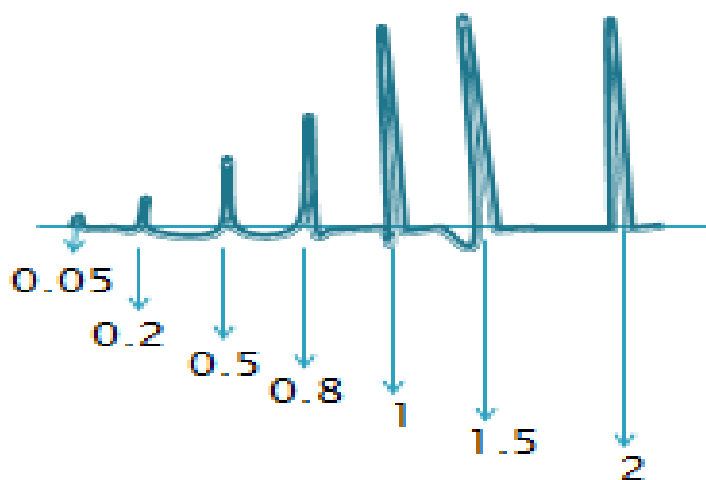
۵ ولت بگذارید و با فشار دادن دکمه، سلامت عصب را امتحان کنید. مجموعه را طوری تنظیم کنید که قلم متصل به اهرم کیموگراف بطور عمودی و در تماس با کاغذ متصل بر روی استوانه قرار گیرد (اصطکاک نوک قلم با کاغذ باید در حداقل باشد). قبل از ثبت تکانه باید ولتاژ آستانه، ولتاژ حداکثر و لحظه شروع تحریک را پیدا کنیم.

پیدا کردن آستانه تحریک

برای انجام این مرحله به حرکت استوانه نیاز نیست و فقط از کلیدهای ولتاژ و Single استفاده میشود. کلید ولتاژ را روی صفر قرار دهید و با استفاده از دکمه Single یک شوک الکتریکی اعمال کنید. هیچ پاسخی مشاهده نخواهید کرد. اکنون بتدریج ولتاژ را افزایش داده و هر بار کلید Single را فشار می دهیم. کمترین ولتاژی که در آن اولین انقباض (تکان قلم) مشاهده شد، ولتاژ آستانه می باشد (شکل 4-5).

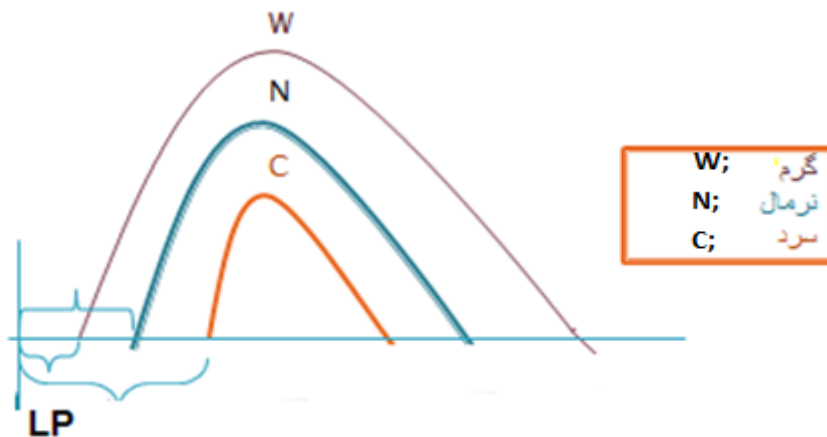
پیدا کردن ولتاژ حداکثر

برای انجام این مرحله، سرعت حرکت استوانه روی $2/5 \text{ mm/s}$ تنظیم و کلیدهای ولتاژ و Single استفاده می شود. در حالی که استوانه در حال گردش است ولتاژ را کم کم افزایش داده و به طور متناوب با فشار دادن دکمه Single، عضله را تحریک کنید تا منحنی انقباضی به حداکثر ارتفاع برسد و با افزایش بیشتر در ولتاژ، تغییری در ارتفاع منحنی ایجاد نشود. کمترین ولتاژی که منحنی انقباضی حاصل از آن دارای بیشترین ارتفاع باشد، ولتاژ حداکثر نامیده می شود (ولتاژ 1V در شکل 4-5). از این به بعد تا پایان آزمایشات ولتاژ را تغییر ندهید.



شکل 2-5. منحنی های انقباضی عضله به دنبال تحریکات الکتریکی با ولتاژهای مختلف. در این شکل، ولتاژ آستانه 0/05 میلی ولت و ولتاژ حداکثر 1 ولت است

بررسی اثر دما: در این مرحله تاثیر دما روی انقباض عضله بررسی میشود. ابتدا با رینگر معمولی چند تکانه عضلانی بگیرید و سپس حوضچه را از رینگر خالی نموده و آنرا از رینگر گرم (دمای حدود ۴۵ درجه سانتی گراد) پر کنید. قدری صبر کنید و آنگاه یک تکانه دیگر بگیرید. سپس رینگر گرم را تخلیه و رینگر سرد بریزید و تکانه عضلانی را ثبت کنید (شکل 5-5).



شکل 5-5. اثر سرما و گرما روی قدرت انقباضی، مدت انقباض و زمان تأخیر.

اثر پیش بار (Preload) و پس بار (Afterload)

حوضچه عضله را از رینگ معمولی پر کنید و ۳ دقیقه بعد ابتدا یک تکانه طبیعی بگیرید، سپس وزنه کوچکی را به دسته اهرم کیموگراف متصل کنید بطوری که نیروی کششی وزنه در حالت استراحت به عضله وارد شود (پیش بار). اکنون با همان سرعت، یک تکانه دیگر بگیرید. اگر وزنه های سنگین تری در اختیار دارید این عمل را با وزنه های بیشتر تکرار کنید. برای اعمال پس بار، وزنه کوچکی را طوری به اهرم متصل کنید که قبل از شروع انقباض، نیروی کششی وزنه به عضله منتقل نشود (بوسیله پیچاندن پیچ و آزاد کردن نخ). اکنون یک تکانه دیگر بگیرید و منحنی حاصل را با منحنی قبل و با حالت طبیعی از نظر زمان تأخیر و زمان رفع انقباض مقایسه کنید.

محاسبه سرعت انتقال پتانسیل عمل در عصب

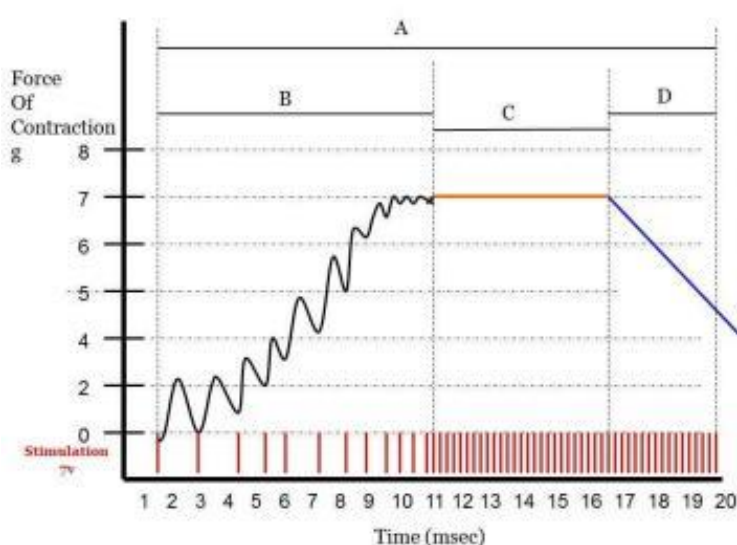
با رینگ معمولی یک منحنی با سرعت زیاد بگیرید و شروع تحریک را روی منحنی مشخص نمائید. بدون اینکه چیز دیگری را تغییر دهید الکترودهای مخصوص عضله را روی عضله منتقل کرده و با قطع الکترودهای قبلی بدون تغییر ولتاژ، الکترودهای جدید را جایگزین کرده و منحنی دیگری بگیرید. طول عصب از محل الکترودها تا ورود به عضله را اندازه بگیرید و یادداشت کنید. فاصله شروع تحریک در دو منحنی را تا شروع انقباض دقیقاً اندازه گیری و از هم کم کنید. با توجه به سرعت دستگاه، زمان تأخیر را در طول عصب اندازه بگیرید. از تقسیم طول عصب بر زمان مذکور سرعت انتقال پیام در عصب را محاسبه کنید.

$$\text{سرعت هدایت در عصب} = \frac{\text{طول عصب}}{\text{عضله LP} - \text{عصب LP}}$$

جمع انقباضات و پدیده کزازی شدن

هدف از انجام این آزمایش نشان دادن چگونگی تأثیر تغییرات فرکانس بر پاسخ انقباضی عضله اسکلتی است. اگر فرکانس تحریکات وارد بر عضله چنان تنظیم گردد که در فواصل بین تحریکات، عضله از حالت انقباض خارج نشود در این صورت انقباضات بر روی یکدیگر سوار می شوند که به آن کزاز گویند.

در این آزمایش می توان دو نوع کزاز ناقص و کامل را ایجاد نمود. به این ترتیب که در فرکانس های کمتر با وجود جوش خوردن منحنی های انقباضی به همدیگر، بین انقباضات متوالی تا حدودی رفع انقباض هم وجود دارد و منحنی های دندانمانی ثابت می گردند که به آن کزاز ناقص می گویند. اما در فرکانس های بالاتر، فاصله زمانی بین تحریکات به قدری کوتاه است که عضله فرصت رفع انقباض و استراحت پیدا نمی کند و منحنی انقباضات به صورت خط صاف در می آید. باید توجه داشت فرکانس تحریک مورد نیاز برای تولید کزاز بطور قابل توجهی متغیر است و بستگی به نوع تار عضلانی دارد. تارهای عضلانی سریع، به فرکانسی بیش از ۱۰۰ نیاز دارند در حالی که در تارهای آهسته فرکانس ۳۰ برای ایجاد کزاز کافی است. برای ثبت منحنی از سرعت 2/5 mm/s و کلید های فرکانس و Repeat استفاده می شود. ابتدا چند تکانه طبیعی بگیرید. به آهستگی تواتر پالس را زیاد کنید تا مراحل تسهیل، جمع پذیری، کزاز ناقص و کزاز کامل عضلانی را ببینید (شکل 5-6).



شکل 5-6. جمع انقباضات و کزاز شدن.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

1. با استفاده از منحنی انقباضی که ثبت کردید، زمان های تأخیر، انقباض و رفع انقباض را در سه حالت نرمال، سرد و گرم محاسبه و سپس مقایسه کنید؟
2. چرا کشش زیاد یا کاهش کشش عضله اسکلتی باعث کاهش نیروی انقباض می شود؟
3. منبع کلسیم برای انقباض عضله اسکلتی از کجا تأمین می شود و چگونه این کلسیم کاهش می یابد؟
4. خستگی عضلانی چیست و چه عواملی در آن دخیلند؟
5. آیا عصب و سلول عضلانی تابع قانون همه یا هیچ هستند؟ توضیح دهید؟

آزمایشات فیزیولوژی عضله اسکلتی با استفاده از نرم افزار PhysioEx

آزمایش 2-5: تکانه عضلانی و مدت زمان تأخیر

هدف انجام آزمایش: درک اصطلاحاتی مثل جفت شدن تحریک- انقباض، محرک الکتریکی، تکانه عضلانی، زمان تأخیر، مرحله انقباض و مرحله شل شدن - ایجاد تکانه های عضلانی بوسیله تحریکات الکتریکی با شدت های متفاوت - تشخیص و اندازه گیری مدت زمان تأخیر.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 2 و سپس Activity 1 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

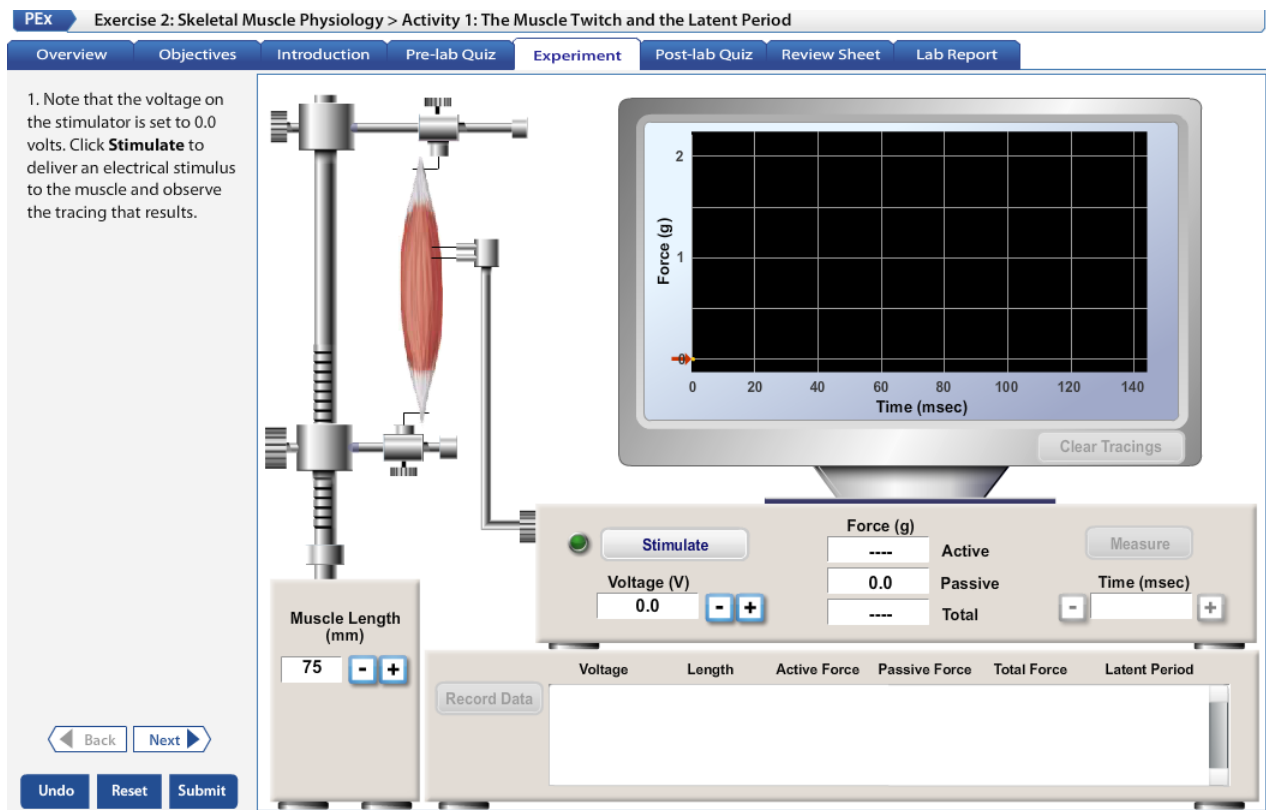
1. عضلات اسکلتی به وسیله به استخوان متصل می شوند.
(a) مفاصل (b) تاندون ها (c) رباط ها (d) اکسون های حرکتی
2. عضلات اسکلتی از صدها تا هزاران سلول انفرادی به نام تشکیل می شوند.
(a) سارکومرها (b) میوفیبریل ها (c) فیبرها (d) میوفیلان ها
3. واژه واحد حرکتی به چه چیزی اطلاق می شود؟
(a) همه نورون های حرکتی که یک عضله اسکلتی را عصب دهی می کنند.
(b) همه فیبرهای عضلانی فعال در یک عضله اسکلتی.
(c) یک نورون حرکتی و تمام فیبرهای عضله اسکلتی که به وسیله آن عصب دهی می شوند.
(d) یک نورون حرکتی که به چندین عضله اسکلتی عصب رسانی می کند.
4. محل تقاطع نورون حرکتی و فیبر عضلانی، نامیده می شود.
(a) سیناپس تحریکی (b) سیناپس مهاری
(c) انتهای عصبی پیش سیناپسی (d) اتصال عصبی-عضلانی
5. یک تکانه
(a) یک پاسخ انقباضی به یک پتانسیل عمل واحد است.
(b) یک پاسخ انقباضی به یک سری از پتانسیل عمل هاست.
(c) پاسخ های انقباضی متعدد به یک سری از پتانسیل عمل هاست.
(d) پاسخ های انقباضی متعدد به یک پتانسیل عمل واحد است.

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 5-7 صفحه ای باز می شود.

1. توجه کنید که ولتاژ استیمولاتور روی صفر تنظیم شده است. با کلیک روی Stimulate، یک ولتاژ تحویل عضله دهید و منحنی حاصله را مشاهده کنید.

2. محنی نشان دهنده نیروی عضله فعال است. توجه کنید که به دلیل صفر بودن ولتاژ، هیچ نیروی عضلانی تولید نشد. Record data را کلیک کنید تا نتایج ثبت شوند.
3. با کلیک روی علامت (+) ولتاژ را به 3 ولت برسانید.
4. Stimulate را کلیک کنید و نتایج را مشاهده نمایید.
5. به نیروی ایجاد شده توجه کنید و Record data را کلیک کنید تا نتایج ثبت شوند.
6. روی Clear tracing کلیک کنید تا نمودارها پاک شوند.



شکل 7-5. صفحه کار در آزمایش تکانه عضلانی و مدت زمان تأخیر

7. با کلیک روی (+) ولتاژ را به 4 برسانید.
8. روی stimulate کلیک کنید و منحنی حاصله را مشاهده نمایید. توجه کنید که منحنی از سمت چپ صفحه شروع می شود و برای یک مدت کوتاه به صورت خط صاف است.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- دوره زمانی بین تولید پتانسیل عمل تا شروع انقباض یک فیبر عضلانی چه نام دارد؟
 - (a) مدت زمان استراحت
 - (b) مدت زمان انقباضی
 - (c) مدت زمان تأخیر
 - (d) مدت زمان بازگشت

9. روی Measure کلیک کنید. یک خط باریک، عمودی و زرد رنگ در سمت چپ صفحه ظاهر می شود. در زیر مانیتور در سمت راست در کنار نمایشگر زمان (Time)، روی (+) کلیک کنید تا خط زرد در عرض صفحه

شروع به حرکت کند. کلیک کردن روی + را ادامه دهید تا خط زرد به نقطه ای از منحنی برسد که قسمت صاف تمام شود و منحنی شروع به بالا رفتن کند. در این هنگام Record data را بزنید.

10. روی Clear tracing کلیک کنید تا نمودارها پاک شوند.

سؤال پیش بینی:

- آیا تغییر ولتاژ محرک، مدت زمان تأخیر را تغییر می دهد؟
 - (a) بلی به همان نسبت تغییر می کند. (b) نه مدت زمان تأخیر تغییر نمی کند.
11. اکنون به تدریج ولتاژ را طی چند مرحله هر بار به میزان 2 ولت افزایش دهید تا به ولتاژ 10 برسید. مشاهده کنید که چگونه تغییرات ولتاژ منجر به تغییر مدت زمان تأخیر می شود. پس از هر مرحله، موارد 8 تا 10 را تکرار کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- در طی زمان تأخیر این انقباضات ایزومتریک چه اتفاقی می افتد؟
 - (a) طول فیبر عضلانی به اندازه مطلوب می رسد.
 - (b) همه مراحل جفت شدن تحریک- انقباض اتفاق می افتد.
 - (c) پل های عرضی در فیبر عضلانی با سرعت های کمتر از حداکثر، متصل و جدا می شوند.
 - (d) مقادیر مورد نیاز ATP تولید می شوند.
- با کلیک روی گزینه Submit به سؤالات Post-lab پاسخ دهید:
1. یک پتانسیل عمل در نورون حرکتی موجب رهائش کدام میانجی عصبی می شود؟
 - (a) گلوتامات (b) استیل کولین (c) گلیسین (d) نوراپی نفرین
 2. واژه فیبر عضله اسکلتی به گفته می شود.
 - (a) یک سلول منفرد عضله اسکلتی
 - (b) یک عضله اسکلتی مجزا مثل عضله دو سر یا سه سر.
 - (c) یک فیبر میوزین منفرد
 - (d) یک سارکومر منفرد
 3. دپولاریزاسیون مدرج در فیبر عضله اسکلتی که در پاسخ به یک پتانسیل عمل نورون حرکتی ایجاد می شود، نام دارد.
 - EPSP (a) IPSP (b) EPP (c) پتانسیل آستانه (d)
 4. کدام یک از گزینه های زیر یک مرحله تکانه عضله اسکلتی نیست.
 - (a) مرحله انقباض (b) مرحله هیپرپولاریزاسیون (c) زمان تأخیر (d) مرحله شل شدن
 5. یک تکانه عضله اسکلتی
 - (a) یک پاسخ انقباضی به یک پتانسیل عمل واحد است.

- (b) یک پاسخ انقباضی به قطاری از پتانسیل عمل هاست.
- (c) پاسخ های انقباضی متعدد به قطاری از پتانسیل عمل هاست.
- (d) پاسخ های انقباضی متعدد به یک پتانسیل عمل واحد است.
6. در کدام یک از گزینه های زیر مرحله تکانه با تعریف آن مطابقت دارد؟
- (a) زمان تأخیر: زمان از حداکثر تانسین تا پایان انقباض عضلانی.
- (b) مرحله انقباض: زمان بین یک پتانسیل عمل در سلول عضلانی و شروع تانسین عضله.
- (c) مرحله شل شدن: زمان بین محرک های الکتریکی.
- (d) مرحله انقباض: زمان بین انتهای دوره تأخیر تا حداکثر تانسین عضله.
- بعد از پاسخ به سؤالات، می توانید نتایج را در Lab report مشاهده کنید.

آزمایش 3-5. اثر ولتاژ محرک روی انقباض عضله اسکلتی

هدف انجام آزمایش: درک واژه های نورون حرکتی، تکانه عضلانی، محرک حداکثر، بسیج، ولتاژ محرک و محرک آستانه - درک این که چگونه بسیج واحد حرکتی می تواند تانسین یک عضله کامل را افزایش دهد - تشخیص ولتاژ آستانه - مشاهده اثر افزایش در ولتاژ محرک روی عضله کامل - درک این که چگونه افزایش دادن ولتاژ اعمال شده روی یک عضله مجزا در یک آزمایش، بسیج واحد حرکتی در بدن را تقلید می کند.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و در صفحه اصلی روی Exercise 2 و سپس Activity 2 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. فیبرهای عضله اسکلتی به وسیله عصب رسانی می شوند.
 - (a) نورون های پاراسمپاتیک
 - (b) نورون های سمپاتیک
 - (c) نورون های حرکتی
 - (d) نورون های حد واسط
2. یک پتانسیل عمل واحد که در طول یک آکسون حرکتی انتشار می یابد باعث
 - (a) چندین پتانسیل عمل و چندین واقعه انقباضی در فیبرهای عضلانی که عصب دهی می کند، می شود.
 - (b) چندین پتانسیل عمل و یک واقعه انقباضی واحد در فیبرهای عضلانی که عصب دهی می کند، می شود.
 - (c) یک پتانسیل عمل واحد و چندین واقعه انقباضی در فیبرهای عضلانی که عصب دهی می کند، می شود.
 - (d) یک پتانسیل عمل واحد و یک واقعه انقباضی واحد در فیبرهای عضلانی که عصب دهی می کند، می شود.
3. در عضله اسکلتی در حال استراحت، کلسیم در ذخیره می شود.
 - (a) سارکومر
 - (b) میوفیبریل
 - (c) رتیکولوم سارکوپلاسمی
 - (d) سیتوسول
4. در طی دوره تأخیر برای یک انقباض ایزومتریک
 - (a) فیلامان های اکتین و میوزین روی هم می لغزند و موجب کوتاه شدن عضله می شوند.
 - (b) نیرو به وسیله عضله تولید می شود.
 - (c) وقایع سلولی دخیل در جفت شدن نحرک-انقباض رخ می دهد.
 - (d) یک تکانه واحد ایجاد می شود.

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 5-7 صفحه ای باز می شود.

1. توجه کنید که ولتاژ استیمولاتور روی صفر تنظیم شده است. با کلیک روی Stimulate، یک ولتاژ تحویل عضله دهید و منحنی حاصله را مشاهده کنید.
2. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در کادر نشان داده شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- در هنگام تنظیم ولتاژ محرک روی صفر، در نمایشگر نیروی فعال چه می بینید، و این مشاهده چه مفهومی دارد؟
 - (a) فیبرهای عضلانی هیچ فعالیت انقباضی ندارند.
 - (b) این ولتاژ پایین فقط تعداد کمی از فیبرهای عضلانی را فعال می کند.
 - (c) همین که عضله اسکلتی از بدن جدا می شود و روی ترانسدیوسر (مبدل) سوار می شود، هنگام تحریک نمی تواند نیروی فعال تولید کند.
- 3. با کلیک روی علامت (+)، ولتاژ را به 0/2 برسانید. با کلیک روی Stimulate، یک ولتاژ تحویل عضله دهید و منحنی حاصله را مشاهده کنید.
- 4. به نیروی ایجاد شده توجه کنید و Record data را کلیک کنید تا نتایج ثبت شوند.
- 5. اکنون بتدریج ولتاژ را افزایش دهید و عضله را تحریک کنید تا حداقل ولتاژ مورد نیاز برای تولید نیروی فعال را تعیین کنید. هر بار ولتاژ را به میزان 0/1 افزایش دهید و Stimulate را بزنید. هنگامی که نیروی فعال تولید شد، Record data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- پایین ترین ولتاژی که نیروی فعال را در عضله اسکلتی القا می کند چیست؟
 - (a) محرک دون
 - (b) ولتاژ آستانه
 - (c) ولتاژ حداقل
 - (d) محرک کافی
- 6. ولتاژ آستانه را برای این آزمایش در کادر زیر وارد کنید و سپس Submit data را بزنید.
- 7. روی Clear tracing کلیک کنید تا نمودارها پاک شوند.

سؤال پیش بینی:

- هنگامی که ولتاژ محرک از 1 ولت تا 10 ولت افزایش می یابد، برای مقدار نیروی فعال تولید شده با هر محرک چه اتفاقی می افتد؟
 - (a) نیروی فعال بطور مداوم افزایش می یابد

- (b) نیروی فعال بیش از میزان مشاهده شده هنگام کاربرد محرک 1 ولت افزایش نمی یابد.
- (c) نیروی فعال اول افزایش می یابد و سپس هنگامی که ولتاژ به بعضی مقادیر حداکثر می رسد، ثابت می ماند.
- (d) نیروی فعال اول افزایش و سپس کاهش می یابد.
- (e) عضله آتش می گیرد و سیستم های آبپاش را تنظیم می کند
8. ولتاژ را به 1 برسانید و عضله را تحریک کنید.
9. به نمایشگر نیروی فعال توجه کنید و Record data را بزنید.
10. بتدریج ولتاژ را افزایش داده و عضله را تحریک کنید تا ولتاژ حداکثر را تعیین کنید. هر بار ولتاژ را به اندازه 0/5 ولت افزایش داده و عضله را تحریک کنید تا به ولتاژ 10 برسید و هر بار Record data را بزنید.
11. روی Plot data کلیک کنید تا خلاصه ای از داده ها را مشاهده کنید و سپس گزینه Submit را بزنید.
12. حداکثر ولتاژ برای این آزمایش را در کادر زیر وارد و Submit data را بزنید.

آزمایش 4-5. کزاز در عضله اسکلتی ایزوله

هدف انجام آزمایش: درک واژه های فرکانس محرک، کزاز ناقص، کزاز کامل و حداکثر تانسین کزاز - مشاهده اثر افزایش فرکانس محرک روی عضله اسکلتی ایزوله - درک این نکته که چگونه افزایش فرکانس محرک منجر به کزاز ناقص و کامل عضله اسکلتی ایزوله می شود.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 2 و سپس Activity 4 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. فرکانس محرک به اشاره دارد.
 - (a) سرعتی که منحنی داده ها در عرض صفحه اسیلوسکوپ حرکت می کند،
 - (b) سرعتی که پالس های ولتاژ تحریکی روی عضله اسکلتی به کار می روند،
 - (c) سرعت افزایش نیرو در تکانه های ایجاد شده،
 - (d) تعداد الکترودهای تحریکی که در تماس با کل عضله اسکلتی هستند،
2. کدامیک از حالات زیر وجه تمایز بین کزاز ناقص و کزاز کامل است؟
 - (a) در حالت کزاز ناقص، سرعت تحریکات وارده (فرکانس) بیشتر است.
 - (b) در حالت کزاز ناقص، تانسین عضلانی ایجاد شده بیشتر است.
 - (c) در حالت کزاز کامل، تانسین عضله بین مقادیر مختلف نوسان می کند.
 - (d) در حالت کزاز ناقص، تانسین عضله افزایش و کاهش می یابد.
3. هنگامی که فرکانس تحریکات به مقداری می رسد که دیگر افزایشی در نیروی تولید شده بوسیله عضله صورت نمی گیرد عضله به رسیده است.

(a) حداکثر تانسین کزاز	(b) ولتاژ آستانه
------------------------	------------------

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 5-7 صفحه ای باز می شود.

1. برای انجام آزمایش، ولتاژ روی 8/5 ولت و تعداد تحریک ها در ثانیه روی 50 تنظیم شده است. برای مشاهده کزاز ناقص، روی Multiple stimuli کلیک کنید و حرکت منحنی را در عرض صفحه نمایش مشاهده کنید. بعد از کلیک، دکمه Multiple stimuli به Stop stimuli تغییر می کند. بعد از اینکه نمودار کل صفحه را طی کرد، Stop stimuli را فشار دهید تا تحریک متوقف شود.

2. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول ثبت شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- در حوالی 80 میلی ثانیه چه اتفاقی شروع می شود؟
- (a) جمع شدن نیرو پایان می یابد
- (b) کزاز کامل ایجاد می شود.
- (c) کزاز ناقص ایجاد می شود.
- (d) به بیشترین تانسسیون کزازى می رسد.

سؤال پیش بینی:

- با افزایش بیشتر فرکانس محرک، چه اتفاقی برای تانسسیون عضلانی و پیدایش تکانه عضلانی با هر تحریک پی در پی خواهد افتاد؟ آیا یک محدوده برای این پاسخ وجود دارد؟
- (a) با افزایش فرکانس محرک، تانسسیون عضلانی تولید شده بوسیله هر محرک متوالی افزایش می یابد و هیچ محدوده ای برای این افزایش وجود نخواهد داشت.
- (b) با افزایش فرکانس محرک، تانسسیون عضلانی تولید شده بوسیله هر محرک متوالی افزایش می یابد و یک محدوده برای این افزایش وجود خواهد داشت.
- (c) با افزایش فرکانس محرک، تانسسیون عضلانی تولید شده بوسیله هر محرک متوالی یکسان باقی خواهد ماند.
- (d) با افزایش فرکانس محرک، تانسسیون عضلانی تولید شده بوسیله هر محرک متوالی ابتدا افزایش می یابد و سپس با فرکانس های خیلی بالا کاهش می یابد.

3. برای مشاهده کزاز کامل، با کلیک روی علامت (+)، فرکانس محرک را به 130 افزایش دهید. با کلیک کردن روی Multiple stimuli منحنی حاصله را مشاهده کنید. بعد از اینکه نمودار کل صفحه را طی کرد، Stop stimuli را فشار دهید تا تحریک متوقف شود.

4. به کزاز کامل توجه کنید و برای ثبت اطلاعات گزینه Record data را بزنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- منحنی رسم شده برای فرکانس 130 را چگونه با منحنی رسم شده برای فرکانس 50 مقایسه می کنید؟

(a) در فرکانس 130، جمع شدن نیرو متوقف می شود.

(b) در فرکانس 130، کزاز کامل ایجاد می شود

(c) در فرکانس 130، کزاز ناقص نمی تواند ایجاد شود.

(d) حداکثر غرق شدن تایتانیک اتفاق می افتد.

5. با کلیک روی کلید Clear tracing صفحه اسیلوسکوپ را پاک کنید.

6. با کلیک روی علامت (+)، فرکانس محرک را به 140 افزایش دهید. بعد از اینکه نمودار کل صفحه را طی

کرد، Stop stimuli را فشار دهید تا تحریک متوقف شود.

7. به کزاز کامل توجه کنید و برای ثبت اطلاعات گزینه Record data را بزنید.

8. با کلیک روی کلید Clear tracing صفحه اسیلوسکوپ را پاک کنید.

9. اکنون اثر افزایش تدریجی فرکانس به بیش از 140 را مشاهده خواهید کرد. فرکانس را 2 واحد افزایش

دهید. با کلیک کردن روی Multiple stimuli منحنی حاصله را مشاهده کنید. بعد از اینکه نمودار کل صفحه را

طی کرد، Stop stimuli را فشار دهید تا تحریک متوقف شود. برای ثبت اطلاعات Record data را بزنید. با کلیک

روی کلید Clear tracing صفحه اسیلوسکوپ را پاک کنید. این مراحل را ادامه دهید تا به فرکانس 150 برسید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- منحنی های ترسیم شده در فرکانس های بالا (146 تا 150) را با منحنی ترسیم شده در فرکانس 130

چگونه مقایسه می کنید؟

(a) جمع شدن نیرو با این فرکانس های خیلی بالا متوقف می شود.

(b) کزاز کامل با این فرکانس های خیلی بالا متوقف می شود.

(c) کزاز ناقص با این فرکانس های خیلی بالا باز می گردد.

(d) با این فرکانس های خیلی بالا، حداکثر تانسیون کزاز می شود.

روی Submit کلیک کنید تا نتایج در گزارش آزمایش ثبت شود و سپس به Post-lab quiz پاسخ

دهید.

1. واژه کزاز به اشاره دارد.

(a) پاسخ انقباضی یک عضله به یک پتانسیل عمل

(b) تانسیون مداوم عضله به دلیل محرک های دارای فرکانس خیلی بالا

(c) تانسیون مداوم عضله به دلیل یک محرک واحد

(d) یک تکانه همزمان همه فیبرهای داخل عضله

2. کدامیک از حالات زیر وجه تمایز کزاز ناقص از کزاز کامل است؟
- (a) در حالت کزاز ناقص، سرعت تحریکات وارده (فرکانس) بیشتر است.
- (b) در حالت کزاز ناقص، تانسیون عضلانی ایجاد شده بزرگتر است.
- (c) در حالت کزاز کامل، تانسیون عضله بین مقادیر مختلف نوسان می کند.
- (d) در حالت کزاز ناقص، تانسیون عضله افزایش و کاهش می یابد.
3. هنگامی که فرکانس تحریکات به مقداری می رسد که دیگر افزایشی در نیروی تولید شده بوسیله عضله صورت نمی گیرد عضله به رسیده است.

- (a) حداکثر تانسیون کزازي
- (b) ولتاژ آستانه
- (c) تانسیون کزازي ناقص
- (d) فاز تأخیر

آزمایش 5-5. خستگی در عضله اسکلتی ایزوله

هدف انجام آزمایش: درک واژه های فرکانس محرک، کزاز کامل، خستگی و دوره استراحت – مشاهده ایجاد خستگی در عضله اسکلتی – مشاهده این نکته که طول دوره های استراحت، چگونه شروع خستگی را تعیین می کند.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 2 و سپس activity 5 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. هنگامی که تکانه های عضلانی به هم جوش بخورند بطوری که قله ها و گودی های هر تکانه از یکدیگر غیر قابل تشخیص باشند، عضله در حالت هست.

- (a) اثر پلکانی (Treppe)
- (b) کزاز ناقص
- (c) جمع پذیری نهایی
- (d) کزاز کامل

2. هنگامی که فرکانس محرک به مقداری برسد که در ورای آن دیگر قدرت عضله اسکلتی افزایش نیابد عضله به رسیده است.

- (a) محدوده سختی (جمود)
- (b) حداکثر حد تاندون
- (c) بیشترین تانسیون کزازي
- (d) اندازه مصرف انرژی

3. کاهش توانایی عضله برای حفظ میزان ثابتی از نیرو یا کشش بعد از یک دوره تحریک طولانی و مکرر، نامیده میشود.

- (a) کزاز
- (b) جمع پذیری
- (c) خستگی
- (d) جمود نعشی

4. کدامیک از عوامل زیر در پیشرفت خستگی دخالت ندارد؟

- (a) افزایش کلسیم در فیبرهای عضلانی
- (b) افزایش اسید لاکتیک در فیبرهای عضلانی
- (c) افزایش ADP در فیبرهای عضلانی
- (d) افزایش فسفر در فیبرهای عضلانی

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 5-7 صفحه ای باز می شود.

1. توجه کنید که ولتاژ روی 8/5 ولت و تعداد تحریک ها در ثانیه روی 120 تنظیم شده است. روی Multiple stimuli کلیک کنید و منحنی نیروی انقباضی را روی اسیلوسکوپ به دقت تماشا کنید. بعد از افت نیروی انقباضی به صفر، روی Stop stimuli کلیک کنید.

2. سپس با کلیک روی Record data نتایج را در جدول ثبت کنید.

3. با کلیک روی Clear tracing صفحه اسیلوسکوپ را پاک کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- چرا علیرغم ادامه تحریکات، نیروی انقباضی در طول زمان کاهش می یابد؟ (توجه کنید که کاهش حداکثر نیرو نشان دهنده بروز خستگی است).
- (a) اسید در داخل سلول تجمع می یابد. (b) ADP و فسفات در داخل سلول تجمع می یابند.
- (c) حرکت کلسیم داخل سلولی مختل می شود. (d) بیش از یکی از این جواب ها می تواند درست باشد.

سؤال پیش بینی:

- اگر محرک برای مدت زمان مشخصی خاموش و دوباره روشن شود، برای طول زمانی که عضله توانایی حفظ تانسیون حداکثر را دارد چه اتفاقی خواهد.
- (a) طول دوره استراحت اثر قابل ملاحظه ای بر مدت زمان تانسیون پایدار عضلانی ندارد.
- (b) طول دوره استراحت بطور متناسب باعث افزایش مدت زمان تانسیون پایدار عضله می شود.
- (c) طول دوره استراحت بطور متناسب باعث کاهش مدت زمان تانسیون پایدار عضله می شود.

4. برای اثبات شروع خستگی بعد از یک دوره متغیر استراحت، سه بار با کلیک کردن روی Multiple stimuli آنرا روشن و خاموش کنید. قبل از اقدام، مراحل زیر را بخوانید. به دقت به زمان سنج نگاه کنید تا در تعیین وقت روشن کردن دستگاه محرک به شما کمک کند. دکمه Multiple stimuli را کلیک کنید. بعد از اینکه نیروی عضله به صفر رسید Stop stimuli را کلیک کنید تا استیمولاتور خاموش شود. 10 ثانیه منتظر بمانید سپس Multiple stimuli را کلیک کنید تا استیمولاتور روشن شود. بعد از اینکه نیروی عضله به صفر رسید Stop stimuli را کلیک کنید. 20 ثانیه صبر کنید سپس Multiple stimuli را کلیک کنید تا استیمولاتور روشن شود. بعد از اینکه نیروی عضله به صفر رسید Stop stimuli را کلیک کنید.

5- برای ثبت اطلاعات بدست آمده Record data را کلیک کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● چرا طول زمان استراحت روی طول زمانی که عضله اسکلتی می تواند تانسیون حداکثرش را بعد از روشن شدن مجدد استیمولاتور حفظ کند، تأثیر داشت؟

- (a) غلظت اسید لاکتیک داخل سلولی در زمان استراحت افزایش یافت.
- (b) غلظت استیل کولین داخل سلولی در زمان استراحت افزایش یافت.
- (c) غلظت ADP و فسفر داخل سلولی در زمان استراحت کاهش یافت.
- (d) میزان کلسیم در شبکه سارکوپلاسمی در زمان استراحت کاهش یافت.

روی Submit کلیک کنید تا نتایج در گزارش آزمایش ثبت شود و سپس به Post-lab quiz پاسخ

دهید.

1. در حین درگیر شدن پل های عرضی در عضله اسکلتی، نیرو به وسیله تولید می شود.

- (a) ضربه نیروی مولکولهای تروپومیوزین
- (b) ضربه نیروی مولکولهای اکتین
- (c) ضربه نیروی سرهای میوزین
- (d) ضربه نیروی مولکولهای تروپونین

2. واژه کزاز به اشاره دارد.

- (a) پاسخ انقباضی عضله به یک پتانسیل عمل
- (b) تانسیون پایدار عضله به دلیل محرک های تکراری
- (c) تانسیون پایدار عضله به دلیل یک محرک منفرد
- (d) یک تکانه در داخل عضله

3. کاهش توانایی عضله در حفظ میزان ثابت نیرو یا کشش بعد از تحریک طولانی مدت و تکراری گفته می شود؟

- (a) کزاز
- (b) جمع پذیری
- (c) خستگی
- (d) جمود نعشی

4. در حین خستگی

- (a) سرهای میوزین به فیلامان های نازک اکتین قفل می شود.
- (b) عضلات از یک حالت کزاز ناقص به یک حالت کزاز کامل می روند.
- (c) تعداد پل های عرضی فعال شروع به کاهش می کند اگر چه سرعت تحویل محرک (فرکانس) ثابت باقی می ماند.
- (d) کلسیم داخل سلولی تخلیه می شود، بنابراین پل های عرضی دیگر نمی توانند متصل و جدا شوند.

5. اگر دوره استراحت بر عضله اسکلتی فعال تحمیل شود،

- (a) از ایجاد خستگی جلوگیری می شود.
- (b) فرکانس محرک باعث خستگی می شود.
- (c) ایجاد خستگی به تأخیر خواهد افتاد.
- (d) عضله به تحریک بعدی مقاوم می شود.

بررسی نوروفیزیولوژی ایمپالس هاس عصبی با استفاده از نرم افزار PhysioEx

آزمایش 6-5. پتانسیل استراحت غشاء

هدف انجام آزمایش: تعریف اصطلاح پتانسیل استراحت غشاء - اندازه گیری پتانسیل استراحت غشاء در بخش های مختلف نورون - تعیین چگونگی وابستگی پتانسیل استراحت غشاء به غلظت های پتاسیم و سدیم - درک کنداكتانس های یونی یا کانال های یونی که در پتانسیل استراحت غشاء دخالت دارند.

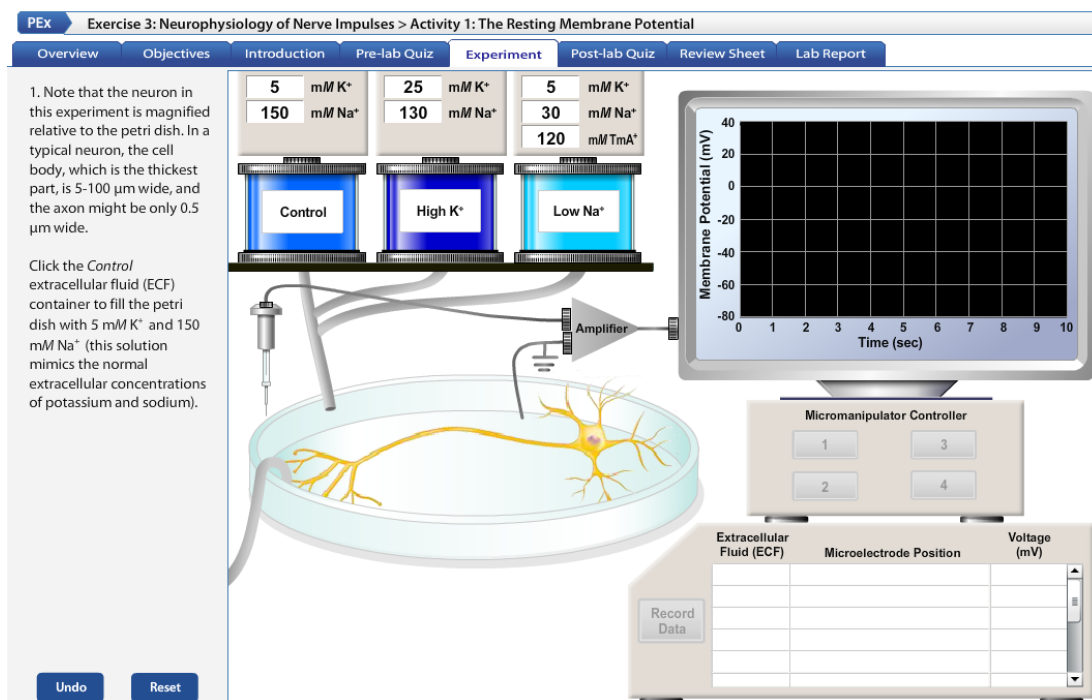
نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 3 و سپس Activity 1 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. غلظت تقریبی پتاسیم در داخل یک سلول معمولی چقدر است؟
 (a) 150 میلی مول (b) 5 میلی مول (c) صفر میلی مول (d) 15 میلی مول
2. غلظت تقریبی پتاسیم در خارج سلول چقدر است؟
 (a) 150 میلی مول (b) 5 میلی مول (c) صفر میلی مول (d) 15 میلی مول
3. غلظت تقریبی سدیم در داخل سلول چقدر است؟
 (a) 150 میلی مول (b) 5 میلی مول (c) صفر میلی مول (d) 15 میلی مول
4. غلظت تقریبی سدیم در خارج سلول چقدر است؟
 (a) 150 میلی مول (b) 5 میلی مول (c) صفر میلی مول (d) 15 میلی مول

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 8-5 صفحه ای باز می

شود.



شکل 8-5. صفحه کار در آزمایش پتانسیل استراحت غشاء

1. توجه کنید که در یک نورون معمولی، پهنای جسم سلولی که ضخیم ترین بخش نورون است، 5 تا 100 میکرومتر است و پهنای آکسون ممکن است تنها نیم میکرومتر باشد. روی Control کلیک کنید تا ظرف حاوی نورون با محلول خارج سلولی طبیعی (که غلظتهای سدیم و پتاسیم به ترتیب 150 و 5 میلی مول است) پر شود.
2. توجه کنید که یک الکتروود مرجع قبلاً در ظرف قرار داده شده که به کمک آمپلی فایر به زمین متصل شده است. در سمت راست زیر اسیلوسکوپ، روی گزینه 1 کلیک کنید تا نوک میکروالکتروود در محلول و در خارج جسم سلول قرار گیرد و نمودار ایجاد شده روی اسیلوسکوپ را مشاهده کنید.
3. Record data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

4. اکنون گزینه 2 را انتخاب کنید تا نوک میکروالکتروود در داخل جسم سلولی قرار گیرد.

5. نمودار ایجاد شده در صفحه اسیلوسکوپ را مشاهده کنید و Record data را بزنید. این پتانسیل استراحت غشاء است که اختلاف پتانسیل بین ولتاژ داخل و خارج غشاء می باشد. بطور قراردادی، پتانسیل استراحت در خارج غشاء صفر در نظر گرفته می شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- پولاریته (ولتاژ) پتانسیل استراحت غشاء چگونه است؟
 - (a) مثبت
 - (b) منفی
 - (c) بدون بار
- 6. روی گزینه 3 کلیک کنید تا نوک میکروالکتروود خارج آکسون قرار گیرد و نمودار حاصله را مشاهده کنید.
- 7. Record data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.
- 8. روی گزینه 4 کلیک کنید تا نوک میکروالکتروود داخل آکسون قرار گیرد و نمودار حاصله را مشاهده کنید.
- 9. Record data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

به سؤالات زیر جواب دهید:

- معنی عبارت "ولتاژ، درست در داخل غشاء منفی است" چیست؟
 - (a) تعداد بارهای مثبت و منفی در داخل غشاء دقیقاً برابر است.
 - (b) بارهای منفی بیشتری در داخل غشاء وجود دارد.
 - (c) بارهای مثبت بیشتری در داخل غشاء وجود دارد.
- غشاء بیشتر سلول ها از جمله نورون ها دارای کانال های نشتی پتاسیمی می باشد. با توجه به غلظت های طبیعی پتاسیم و شیب غلظت حاصله، پتاسیم از طریق این کانال ها در کدام جهت حرکت می کند؟
 - (a) به داخل سلول
 - (b) به خارج سلول

سؤال پیش بینی:

- در صورتی که غلظت خارج سلولی پتاسیم افزایش یابد، پتانسیل استراحت غشاء چه تغییری می کند؟
 - (a) پتانسیل استراحت غشاء منفی تر می شود.
 - (b) پتانسیل استراحت غشاء کمتر منفی می شود.

c) پتانسیل استراحت غشاء تغییر نمی کند.

10. اکنون غلظت یون ها را در مایع خارج سلولی تغییر دهید تا مشخص کنید کدام یون ها بیشتر در جدایی بار در عرض غشاء نقش دارند. غلظت پتاسیم خارج سلولی در حالت طبیعی پایین است بنابراین، ابتدا غلظت پتاسیم خارج سلولی را افزایش دهید. در اینجا، غلظت پتاسیم به 25 رسانده شده (5 برابر طبیعی) و برای حفظ تعداد یون های مثبت، غلظت سدیم از 150 به 130 کاهش یافته است. خواهید دید که این کاهش نسبتاً کم در غلظت سدیم بخودی خود پتانسیل غشاء را تغییر نخواهد داد. در این فعالیت، تولید پتانسیل عمل بوسیله یک توکسین مهار می شود. روی High K کلیک کنید تا ظرف از این محلول پر شود.

11. Record data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

12. گزینه 3 را کلیک کنید تا نوک میکروالکتروود در محلول، درست خارج آکسون قرار گیرد و نمودار حاصله را مشاهده کنید.

13. Record data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

14. روی گزینه 1 کلیک کنید تا نوک میکروالکتروود در محلول و در خارج جسم سلول قرار گیرد و نمودار حاصله روی اسیلوسکوپ را مشاهده کنید.

15. Record data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

16. اکنون گزینه 2 را انتخاب کنید تا نوک میکروالکتروود در داخل جسم سلولی قرار گیرد و منحنی حاصله را روی اسیلوسکوپ مشاهده نمایید.

17. Record data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

18. گزینه Control را کلیک کنید تا محلول خارج سلولی با غلظت K طبیعی وارد ظرف شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- افزایش غلظت پتاسیم خارج سلولی چه اثری روی انتشار خالص پتاسیم به بیرون از سلول دارد؟
(a) انتشار خالص پتاسیم را افزایش می دهد. (b) انتشار خالص پتاسیم را کاهش می دهد.

19. اکنون غلظت سدیم خارج سلولی را از 150 به 30 کاهش دهید (5 برابر کاهش). برای حفظ تعداد بارهای مثبت، یک کاتیون تک ظرفیتی بزرگ جانشین سدیم شده است. روی Low Na کلیک کنید تا ظرف با این محلول پر شود.

20. Record data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

سؤال پیش بینی:

- اگر کانال های سدیمی باز وجود داشته باشد، از چه طریق سدیم در عرض غشا حرکت می کند؟
(a) سدیم به داخل سلول انتشار می یابد. (b) سدیم به خارج سلول انتشار می یابد.

21. روی گزینه 1 کلیک کنید تا نوک میکروالکتروود در محلول و در خارج جسم سلول قرار گیرد و نمودار حاصله روی اسیلوسکوپ را مشاهده کنید.

22. Record data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

23. گزینه 3 را کلیک کنید تا نوک میکروالکتروود در محلول، درست خارج آکسون قرار گیرد و نمودار حاصله را مشاهده کنید.

24. Record data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

25. روی گزینه 4 کلیک کنید تا نوک میکروالکتروود داخل آکسون قرار گیرد و نمودار حاصله را مشاهده کنید.

26. Record data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● غشاء دارای کانال های باز پتاسیمی است و تغییر غلظت پتاسیم خارج سلولی منجر به تغییر در پتانسیل غشاء می شود. تغییر غلظت خارج سلولی سدیم اثر قابل ملاحظه ای روی پتانسیل استراحت غشاء ندارد. در خصوص تعداد یا حالت کانال های سدیمی (باز یا بسته بودن) در نوروں در حال استراحت، نتایج شما چه پیشنهادی می دهند؟
(a) کانال های سدیمی غالباً باز هستند. (b) کانال های سدیمی غالباً بسته هستند.

روی Submit کلیک کنید تا نتایج در Lab report ثبت شوند و سپس به Post-lab quiz پاسخ دهید.

1. پتانسیل منفی غشاء هنگامی ثبت شد که نوک الکتروود قرار داشت.

- (a) در محلول خارج سلولی درست خارج جسم سلول
(b) درست داخل جسم سلول
(c) درست داخل آکسون
(d) هو داخل جسم سلول هم داخل آکسون

2. کدام یک از موارد زیر سبب تغییر در پتانسیل غشای جسم سلول از 70- تا 40- شد؟

- (a) افزایش غلظت پتاسیم خارج سلولی
(b) کاهش غلظت پتاسیم خارج سلولی
(c) افزایش غلظت سدیم خارج سلولی
(d) کاهش غلظت سدیم خارج سلولی

3. کدام یک از موارد زیر بیشترین ولتاژ منفی را دارد؟

- (a) بین خارج آکسون و خارج جسم سلول در محلول خارج سلولی طبیعی
(b) بین خارج آکسون و خارج جسم سلول در محلول خارج سلولی با غلظت پتاسیم بالا
(c) بین داخل آکسون و خارج آکسون در محلول خارج سلولی طبیعی
(d) بین داخل آکسون و خارج آکسون در محلول خارج سلولی با غلظت پتاسیم بالا

آزمایش 5-7. پتانسیل گیرنده

هدف انجام آزمایش: تعریف واژه های گیرنده حسی، پتانسیل گیرنده، تبدیل حسی، مودالیتة محرک و دیپولاریزاسیون. تعیین محرک مناسب برای گیرنده های حسی مختلف. اثبات افزایش دامنه پتانسیل گیرنده با شدت محرک.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و در صفحه اصلی روی Exercise 3 و سپس Activity 2 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. با فرض اینکه پتانسیل استراحت یک نورون 70- میلی ولت باشد، کدام یک از موارد زیر نشان دهنده دیپولاریزاسیون است؟

(a) تغییر به 90- میلی ولت (b) ماندن در 70- میلی ولت (c) تغییر به 60- میلی ولت

2. کدام یک از موارد زیر یک مودالیتة حسی (یک نوع حس) است؟

(a) لمس (b) بویایی (c) بینایی (d) درد (e) همه موارد

3. کدام یک از موارد زیر یک محرک حسی است؟

(a) فشار (b) رایحه های شیمیایی (c) نور (d) همه موارد

4. کدام یک از موارد زیر در مورد پاسخ یک نورون حسی به یک محرک حسی مناسب درست است؟

(a) آن می تواند پتانسیل گیرنده نامیده شود و یک پتانسیل مدرج است.

(b) آن یک تغییر در پتانسیل استراحت غشاء است.

(c) هر دو مورد a و b

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 8-5 صفحه ای باز می شود.

1. توجه کنید که مقیاس زمان بندی در این آزمایش نسبت به آزمایش قبلی فشرده تر شده است بطوری که می توانید پاسخ های ثبت شده در گیرنده های حسی را واضح تر مشاهده نمایید. ابتدا روی گیرنده حسی Pacinian corpuscle کلیک کنید تا پتانسیل استراحت آن را ثبت نمایید. با این کار، گیرنده به داخل ظرف منتقل و نوک الکتروود در داخل گیرنده قرار می گیرد. نمودار حاصله روی اسیلوسکوپ را مشاهده نمایید.

2. به ولتاژ در داخل گیرنده حسی توجه کنید و Record data را بزنید.

سؤال پیش بینی 1:

● محرک مناسب برای جسم پاچینی، فشار یا ارتعاش روی پوست است. کدام یک از مودالیتة های زیر باعث ایجاد بیشترین پتانسیل گیرنده در جسم پاچینی می شوند؟

(a) گرما با شدت کم (b) نور با شدت زیاد (c) فشار با شدت متوسط (d) ماده شیمیایی با شدت متوسط

3. اکنون مشاهده کنید که گیرنده حسی چگونه به محرک های حسی مختلف پاسخ می دهد. روی

استیمولاتور، مودالیتة Pressure و شدت Low را انتخاب کنید و سپس با زدن Stimulate گیرنده را تحریک

کنید و به نمودار حاصله توجه نمایید. اکنون شدت Moderate و سپس شدت High را انتخاب کنید و بعد از هر

انتخاب، گزینه Stimulate را بزنید. در آخر گزینه Recoerd data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

4. روی استیمولاتور، مودالیتة Chemical را انتخاب کنید و سپس به ترتیب شدت های Low، Moderate و High را انتخاب نمایید و پس از انتخاب هر کدام، گزینه Stimulate را بزنید. در آخر گزینه Recoerd data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

5. روی استیمولاتور، مودالیتة Heat را انتخاب کنید و مراحل قبلی را تکرار نمایید.

6. روی استیمولاتور، مودالیتة Light را انتخاب کنید و مراحل قبلی را تکرار نمایید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● چرا جسم پاجینی به نور با شدت بالا پاسخ نداد؟

- (a) شدت محرک به اندازه کافی بالا نبود. (b) پروتئین های تبدیل کننده نور در جسم پاجینی وجود ندارند
(c) یک نوع نور اشتباه بکار برده شد. (d) جسم به دلیل آزمایشات قبلی خسته شده است.

7. گیرنده حسی Olfactory را تحریک کنید تا پتانسیل استراحت غشاء را ثبت نمایید. بعد از کلیک، گیرنده به داخل ظرف منتقل می شود و نوک میکروالکتروود در داخل گیرنده قرار می گیرد. نمودار حاصله را در اسیلوسکوپ مشاهده کنید.

8. به ولتاژ در داخل گیرنده حسی توجه کنید و Record data را بزنید.

سؤال پیش بینی 2:

● محرک های مناسب برای گیرنده های بویایی بطور طبیعی مولکول های معطر هستند. کدام یک از مودالیتة های زیر بزرگترین دامنه را در پتانسیل گیرنده بویایی ایجاد می کند؟

- (a) ماده شیمیایی با شدت متوسط (b) نور با شدت بالا
(c) فشار با شدت متوسط (d) گرما با شدت متوسط

9. اکنون مشاهده کنید که گیرنده حسی چگونه به محرک های حسی مختلف پاسخ می دهد. روی استیمولاتور، مودالیتة Pressure را انتخاب کنید و سپس به ترتیب شدت های Low، Moderate و High را انتخاب نمایید و پس از انتخاب هر کدام، گزینه Stimulate را بزنید. در آخر گزینه Recoerd data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

10. روی استیمولاتور، مودالیتة Chemical را انتخاب کنید و سپس به ترتیب شدت های Low، Moderate و High را انتخاب نمایید و پس از انتخاب هر کدام، گزینه Stimulate را بزنید. در آخر گزینه Recoerd data را بزنید تا نتایج ثبت شوند.

11. روی استیمولاتور، مودالیتة Heat را انتخاب کنید و مراحل قبلی را تکرار نمایید.

12. روی استیمولاتور، مودالیتة Light را انتخاب کنید و مراحل قبلی را تکرار نمایید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● با توجه به نتایجی که گرفتید آیا نور دارای بو است؟

(a) بلی

(b) خیر

(c) بستگی به شدت نور دارد

13. روی Free nerve ending کلیک کنید تا پتانسیل گیرنده را ثبت کنید. گیرنده به داخل ظرف منتقل

می شود و نوک میکروالکتروود در داخل گیرنده قرار می گیرد. نمودار حاصله را روی اسیلوسکوپ مشاهده کنید.

14. به ولتاژ در داخل گیرنده حسی توجه کنید و Record data را بزنید.

15. تمام مراحل را که برای گیرنده های قبلی انجام دادید برای این گیرنده هم انجام دهید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● چرا انتهای عصبی آزاد به چندین مودالیتة مختلف پاسخ می دهند؟

(a) در انتهای حسی فاقد پروتئین های غشایی تبدیل کننده حسی است.

(b) پروتئین های مهاری خیلی کم در انتهای حسی وجود دارد.

(c) انتهای حسی این عصب کمتر تخصص عمل یافته است.

(d) چون آنها آزاد هستند.

روی Submit کلیک کنید تا نتایج در Lab report ثبت شوند و سپس به Post-lab quiz پاسخ دهید.

1. گاهی اوقات، یک محرک خیلی شدید می تواند نورون های حسی را که برای یک مودالیتة متفاوت تکامل یافته

اند، تحریک کند. بنابر این با فوت کردن به چشم، فرد ستاره ها را می بیند. در این مثال، گیرنده های نوری در چشم

به پاسخ می دهند.

(c) فشار شدید

(b) گرما

(a) نور

2. نورون های گیرنده بویایی به غلظت های پایین مواد شیمیایی بودار پاسخ می دهند چون در انتهای گیرنده این

نورون ها، پروتئین های غشایی وجود دارد که

(a) به فشار پاسخ می دهند. (b) می توانند به مواد شیمیایی بودار متصل شده و پاسخ دهند.

(c) می توانند انرژی نور را به تغییر پتانسیل غشاء تبدیل کنند.

3. توالی وقایع که با محرک حسی شروع و با تغییر پتانسیل غشاء خاتمه می یابد، نام دارد.

(a) محرک کافی (b) مودالیتة حسی (c) تبدیل حسی (d) گیرنده حسی

4. در صورتی که پتانسیل استراحت غشاء -70 mV باشد، کدامیک از تغییرات زیر نشان دهنده بیشترین پتانسیل

گیرنده می باشد؟

(b) تغییر به -75 mV

(a) تغییر به -80 mV

(d) تغییر به -50 mV

(c) تغییر به -60 mV

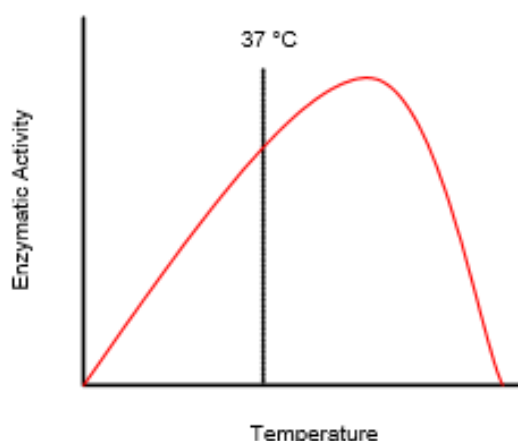
فصل ششم

دستگاه گوارش (هضم مواد غذایی)

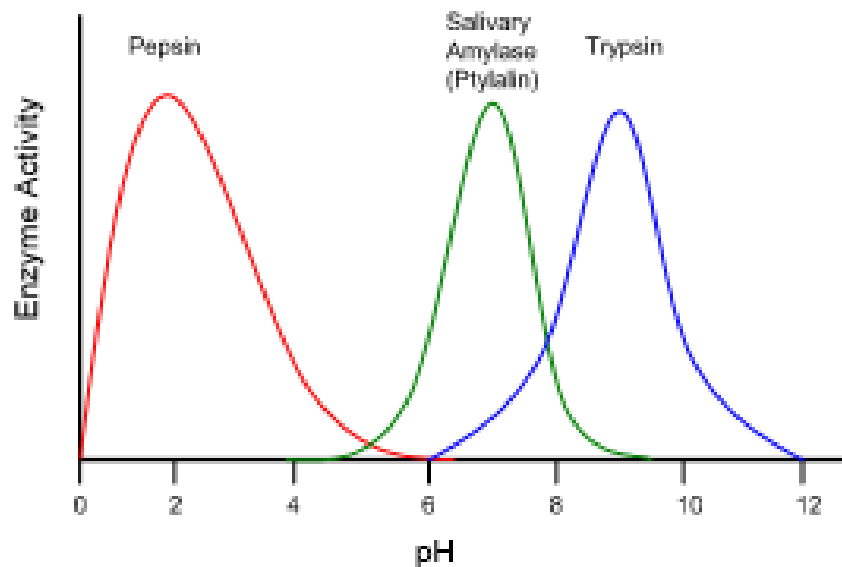
برای اینکه مواد غذایی در دستگاه گوارش امکان جذب داشته باشند، ابتدا باید به ذرات ریز و قابل جذب تبدیل شوند. این فرایند، هضم نام دارد و در سه بخش دستگاه گوارش انجام می شود: دهان، معده و روده باریک. هضم شامل دو فرایند متفاوت است: هضم مکانیکی و هضم شیمیایی. هضم مکانیکی با عمل جویدن توسط دندان ها شروع می شود و توسط حرکات مخلوط کننده در معده ادامه می یابد. در هضم مکانیکی، مواد غذایی به ذرات ریزتری تبدیل می شوند. هضم شیمیایی توسط آنزیم ها در داخل مجرای گوارش انجام می شود و به موجب آن پلیمرهای بزرگ (مانند نشاسته و پروتئین ها و چربی ها) به مونومرها یا الیگومرها تبدیل می شوند.

آنزیم های گوارشی که وظیفه هضم شیمیایی مواد غذایی را بر عهده دارند، سرعت تجزیه پیوندهای کووالانسی بین واحدهای تشکیل دهنده پلیمرها را افزایش می دهند. در واقع بدون حضور این آنزیم ها، هضم شیمیایی انجام نمی شود. اگرچه موادی از قبیل HCl می توانند الگوی پیوندهای غیر کووالانسی را تغییر دهند، آنها قادر به تجزیه پیوندهای کووالانسی نیستند. فعالیت آنزیم ها بویژه تحت تأثیر دو عامل قرار دارد: دما و pH. در دمای 37 درجه سانتیگراد یا اندکی بالاتر، آنزیم ها بیشترین میزان فعالیت خود را دارند و در دماهای پایین یا بالا سرعت واکنش ها کاهش می یابد (شکل 1-6).

همچنین آنزیم ها در یک pH خاص دارای بیشترین فعالیت هستند و دور شدن از این pH موجب کاهش فعالیت آن ها می شود. pH در بخش های مختلف دستگاه گوارش متفاوت است و آنزیم های هر بخش در pH همان بخش بیشترین فعالیت را دارند. به عنوان مثال، آنزیم های معده از قبیل پپسین، در pH اسیدی معده دارای بیشترین فعالیت هستند و همین که وارد محیط قلیایی روده باریک شدند، غیر فعال می شوند. برعکس، آنزیم های روده ای و پانکراسی، در محیط روده که pH تا حدودی قلیایی است، فعالیت بیشتری دارند (شکل 2-6).



شکل 1-6. اثر دما روی واکنش های آنزیمی



شکل 2-6. اثر pH روی فعالیت سه آنزیم گوارشی از بخش های مختلف دستگاه گوارش.

هدف انجام آزمایش: هدف کلی در این آزمایشات، چگونگی تأثیر آنزیم های مختلف گوارشی بر 3 دسته ی اصلی مواد غذایی شامل قند ها، پروتئین ها و چربی ها می باشد.

آزمایش 1-6. هضم شیمیایی قند ها (نشاسته به مالتوز

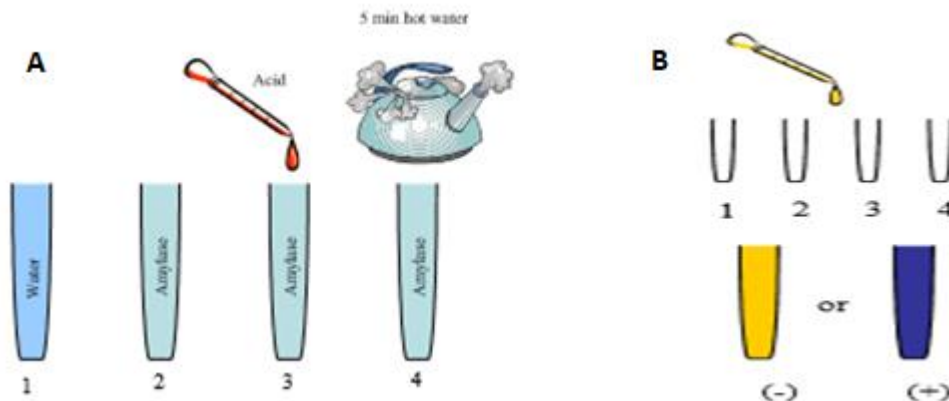
در این آزمایش اثرات آنزیم، pH متغیر و دمای بالا روی هضم نشاسته به مالتوز با استفاده از آنزیم آمیلاز بزاقی بررسی می شود.

مواد و وسایل مورد نیاز: نشاسته، Benedict's iodine، Lugol's iodine، محلول آمیلاز، هیدرو کلریک اسید (HCL)، آب مقطر، حمام آب گرم (بن ماری)، لوله ی آزمایش

روش انجام آزمایش

1. چهار لوله آزمایش تهیه و آن ها را از 1 تا 4 شماره گذاری کنید (شکل A 3-6).
2. محلول های زیر را به 4 لوله اضافه کنید.
لوله شماره یک: 3 میلی لیتر آب.
لوله شماره دو: 3 میلی لیتر محلول آمیلاز.
لوله شماره سه: 3 میلی لیتر محلول آمیلاز و 10 قطره HCL.
3. لوله شماره چهار: 3 میلی لیتر محلول آمیلاز، سپس لوله را به مدت 5 دقیقه در آب جوش قرار دهید.
3. پنج میلی لیتر از محلول نشاسته را به هر لوله اضافه کنید.
4. هر لوله را بمدت 1 ساعت در بن ماری °C 37 قرار دهید.
5. بعد از انکوباسیون، 4 لوله دیگر را از شماره 1 تا 4 شماره گذاری کنید. نصف محلول های موجود در لوله های انکوبه شده را به داخل لوله هم شماره بریزید. یک سری از محلول ها برای حضور نشاسته هضم نشده

بررسی می شوند (Lugol's test)، در حالیکه سری دوم برای حضور مالتوز بررسی می شوند (Benedict's test).



شکل 3-6. A) آماده سازی نمونه ها برای آزمایش هضم کربوهیدرات. B) آزمون لوگل برای حضور نشاسته هضم نشده.

آزمون لوگل: در یک سری از لوله ها، 2 یا 3 قطره از محلول یدین لوگل اضافه کنید. اگر محلول، رنگ کهربایی (زرد مایل به قهوه ای) مشابه معرف لوگل دارد، هیچ نشاسته ای وجود ندارد. اگر محلول به رنگ آبی یا سیاه در آمد، نشاسته در محلول وجود دارد (شکل B 3-6).

آزمون بندیکت: 5 میلی لیتر از محلول بندیکت را به هر یک از 4 محلول اضافه کنید و لوله ها را به مدت 10 دقیقه در آب جوش قرار دهید. اگر محلول رنگ آبی دارد (مشابه معرف بندیکت)، هیچ مالتوزی در محلول وجود ندارد. اگر رنگ محلول مایل به سبز است، مقدار کمی مالتوز وجود دارد (+). اگر محلول رنگ مایل به زرد دارد، مقدار متوسطی مالتوز وجود دارد (++)، اگر محلول رنگ نارنجی یا مایل به قرمز دارد، مقدار زیادی مالتوز وجود دارد (+++). (شکل 4-6).

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

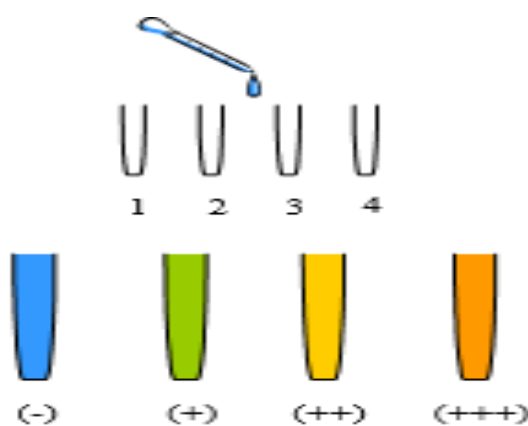
1. چرا با اضافه کردن محلول بندیکت به لوله حاوی آمیلاز و نشاسته، رنگ نارنجی مایل به قرمز به وجود می آید؟

2. از این آزمایش چه نتیجه ای می گیرید؟

آزمایش 2-6. هضم شیمیایی پروتئین (سفیده ی تخم مرغ)

در این آزمایش، اثرات آنزیم، pH متغیر و دمای پایین روی هضم پروتئین با استفاده از پروتئاز معدی (پپسین) بررسی می شود.

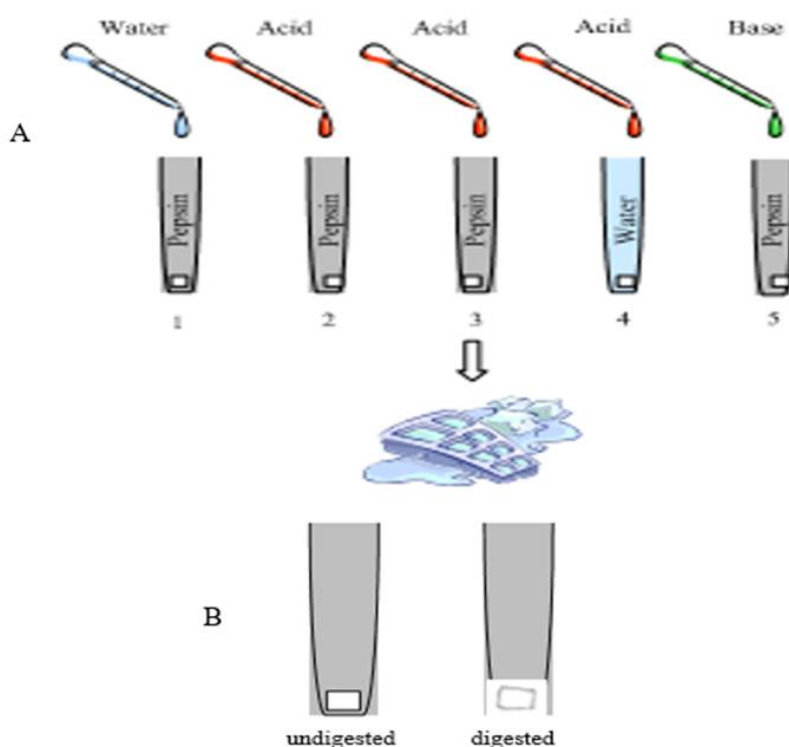
مواد و وسایل مورد نیاز: محلول پپسین، سفیده ی تخم مرغ، یخ، اسید کلریدریک (HCl)، هیدروکسید سدیم (NaOH)، آب مقطر، بن ماری (دمای 37°C)، لوله ی آزمایش، سمپلر و سر سمپلر، تیغ بیستوری، قطره چکان.



شکل 4-6. آزمون بندیکت، حضور و مقدار کیفی مالتوز را نشان می دهد.

روش انجام آزمایش

1. پنج لوله آزمایش را از شماره های 1 تا 5 شماره گذاری کنید (شکل 5-6).
2. تکه کوچکی از سفیده تخم مرغ جوشیده و سفت را به هر لوله اضافه کنید.
3. بر اساس جدول 1-6، محلولهای زیر را به لوله ها اضافه کنید :
 لوله شماره یک: 200 میکرولیتر محلول پپسین و 10 قطره آب.
 لوله شماره دو: 200 میکرولیتر محلول پپسین و 10 قطره HCL.
 لوله شماره سه: 200 میکرولیتر محلول پپسین و 10 قطره HCL، سپس روی یخ قرار دهید.
 لوله شماره چهار: 10 قطره آب و 10 قطره HCL.
 لوله شماره پنج: 200 میکرولیتر محلول پپسین و 10 قطره NaOH.



شکل 5-6. (A) آماده سازی نمونه ها برای آزمایش هضم پروتئین، (B) مقایسه سفیده هضم شده و هضم نشده تخم مرغ.

4. لوله های 1 و 2 و 4 و 5 را بمدت 45 دقیقه در بن ماری 37 درجه قرار دهید.

5. بعد از انکوباسیون، سفیده تخم مرغ را بررسی کنید. به میزان هضم سفیده تخم مرغ و تغییر رنگ محلول توجه کنید

جدول 1-6. آزمایش هضم شیمیایی پروتئین (سفیده تخم مرغ)					
شماره لوله	1	2	3	4	5
مواد اضافه شده	200(μl) محلول پپسین ، 10 قطره آب ، سفیده تخم مرغ	200 (μl) محلول پپسین ، 10 قطره HCL ، سفیده تخم مرغ	200 (μl) محلول پپسین ، 10 قطره HCL ، سفیده تخم مرغ	10 قطره آب ، 10 قطره HCL، سفیده تخم مرغ	200 (μl) محلول پپسین ، 10 قطره HCL ، سفیده تخم مرغ، 10 قطره NaOH
شرایط انکوبه شدن	45 دقیقه در بن ماری با دمای 37°C	45 دقیقه در بن ماری با دمای 37°C	45 دقیقه روی یخ	45 دقیقه در بن ماری با دمای 37°C	45 دقیقه در بن ماری با دمای 37°C
مشاهده وضعیت					

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

1. در کدام یک از لوله ها پروتئین هضم می شود؟ علت آن را بیان کنید؟

2. نتایج به دست آمده را تفسیر کنید؟

آزمایش 3-6. هضم شیمیایی چربی (تری گلیسرید)

در این آزمایش، اثرات لیپاز پانکراسی و امولسیون کننده ها را روی هضم تری گلیسرید بررسی می کنیم.

مواد و وسایل مورد نیاز: محلول لیپاز پانکراسی، نمک طعام (NaCl)، حمام آب گرم، آب مقطر، خامه ی غلیظ، تکان دهنده (شیکر) ، pH متر، لوله آزمایش

روش انجام آزمایش

1. سه لوله آزمایش را از شماره های 1 تا 3 شماره گذاری کنید (شکل 6-6).

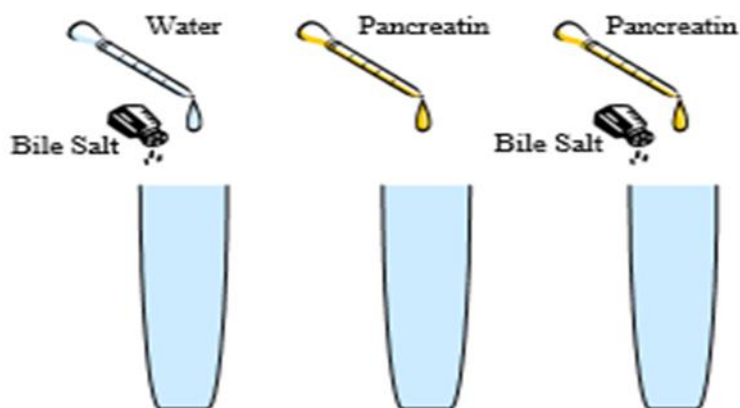
2. سه میلی لیتر خامه ی غلیظ به هر لوله اضافه کنید.

3. بر اساس جدول 2-6، مواد زیر را به هر لوله اضافه کنید:

لوله شماره یک: 3 میلی لیتر آب و مقدار کمی از گرانول های نمک صفراوی.

¹. shaker

لوله شماره دو: 3 میلی لیتر محلول لیپاز پانکراسی.
لوله شماره سه: 3 میلی لیتر محلول لیپاز پانکراسی و مقدار کمی از گرانول های نمک صفراوی.



شکل 6-6. آماده سازی نمونه ها برای آزمایش هضم چربی

4. لوله ها را بشدت تکان دهید تا محتویات آنها مخلوط شوند.
5. pH اولیه هر محلول را با pH متر اندازه گیری کنید و در جدول 2-6 یادداشت نمایید. بین هر اندازه گیری، پروب pH متر را تمیز کرده و با آب مقطر شستشو دهید.
6. لوله ها را در حمام آب 37 درجه قرار دهید.
7. پس از 20، 40، و 60 دقیقه از شروع انکوباسیون، pH هر محلول را مجدداً اندازه گیری کنید.

جدول 2-6. آزمایش هضم شیمیایی چربی (تری گلیسرید)			
شماره لوله	1	2	3
مواد اضافه شده	3 (ml) آب، اندکی خامه، مقدار کمی از گرانول های صفراوی	3 (ml) محلول لیپاز پانکراسی، اندکی خامه	3 (ml) لیپاز پانکراسی، اندکی خامه، مقدار کمی از گرانول های صفراوی
pH اولیه			
شرایط انکوباسیون	در بن ماری با دمای 37° C	در بن ماری با دمای 37° C	در بن ماری با دمای 37° C
pH بعد از 20 دقیقه			
pH بعد از 40 دقیقه			
pH بعد از 60 دقیقه			

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

1. pH های اندازه گیری شده را با هم مقایسه کنید.
2. نقش نمک صفراوی در این آزمایش چیست؟ توضیح دهید؟

بررسی فرایندهای فیزیکی و شیمیایی هضم با استفاده از نرم افزار PhysioEx

آزمایش 4-6. بررسی هضم نشاسته به وسیله آمیلاز بزاقی

هدف انجام آزمایش: توضیح این که چگونه فعالیت آنزیم می تواند با سنجش های آنزیم از قبیل IKI و بندیکت ارزیابی شود - تعریف آنزیم، کاتالیزور، هیدرولاز، سوپسترا و کنترل - درک اختصاصی بودن عمل آمیلاز - نام گذاری محصولات نهایی هضم کربوهیدرات - انجام آزمایشات شیمیایی مناسب برای این که مشخص کنیم آیا هضم یک غذای خاص اتفاق افتاده است - بحث پیرامون اثر احتمالی دما و pH روی فعالیت آمیلاز.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 8 و سپس Activity 1 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطرح شده پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. سوپسترا برای آمیلاز است.

(a) مالتوز (b) نشاسته (c) کربوهیدرات (d) مالتوز و نشاسته (e) نشاسته و کربوهیدرات

2. کدامیک از موارد زیر در مورد آنزیم ها درست است؟

(a) آن ها قسمتی از محصول می شوند. (b) آن ها در واکنش مصرف می شوند.
(c) فعالیتشان می تواند تحت تأثیر دما و pH قرار گیرد. (d) آن ها سرعت واکنش را آهسته می کنند.

3. معرف IKI، حضور را بررسی می کند.

(a) نشاسته (b) مالتوز (c) گلوکز (d) پروتئین

4. کدامیک از موارد زیر در مورد کنترل ها صحیح نیست؟

(a) با یک کنترل منفی، یک نتیجه منفی انتظار داریم.
(b) با یک کنترل مثبت، یک نتیجه مثبت انتظار داریم.
(c) یک نتیجه مثبت با یک کنترل منفی بدین معنی است که ماده آلوده وجود دارد.
(d) یک نتیجه منفی با یک کنترل مثبت مورد نیاز است تا آزمایش را معتبر سازد.

5. کدامیک از موارد زیر محصول نهایی هضم نشاسته است؟

(a) آمیلاز (b) مالتوز (c) گلوکز (d) آمیلاز و مالتوز (e) مالتوز و گلوکز

6. هیدرولازها آنزیم هایی هستند که از طریق افزودن مولکول های بزرگ را به زیر واحدهای کوچکتر تجزیه می کنند.

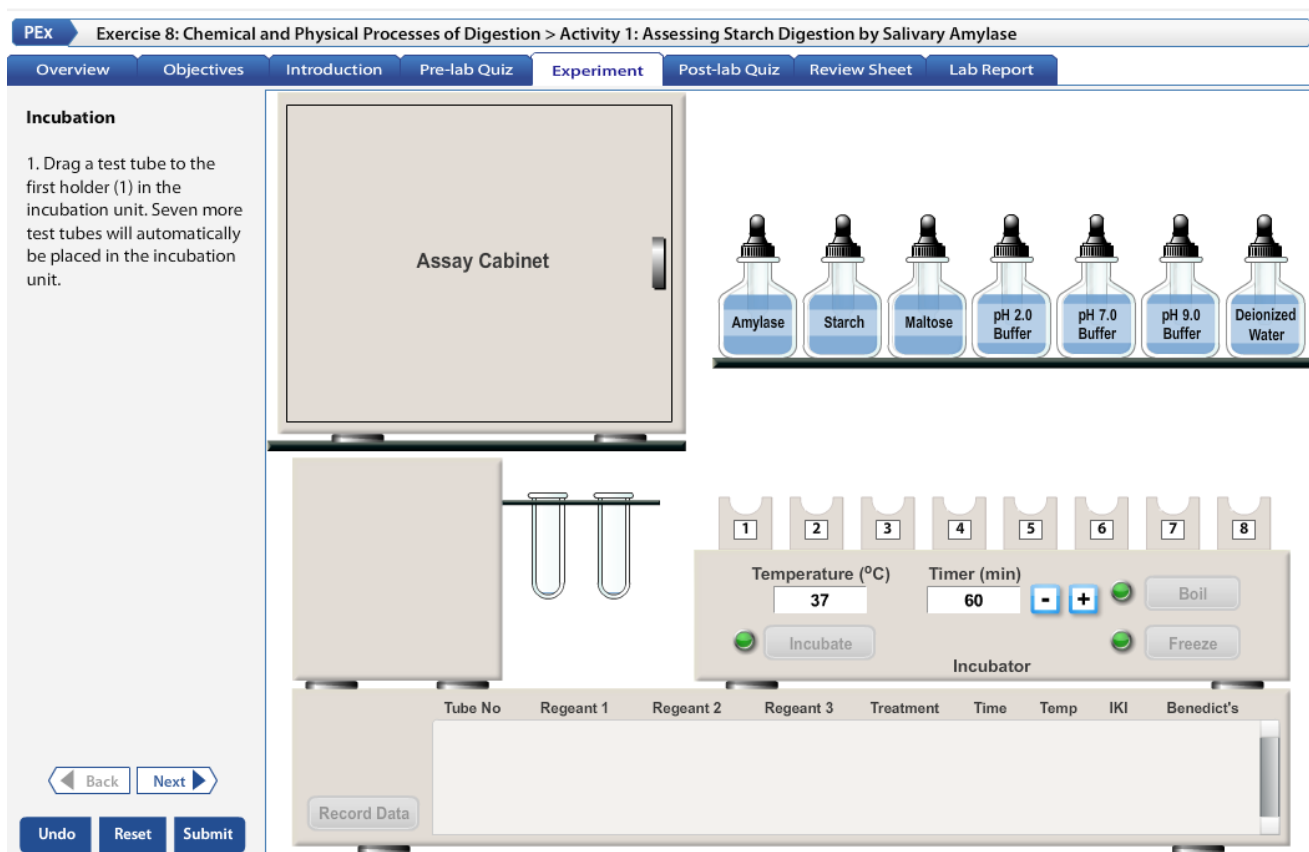
(a) اسید (b) آب (c) نمک (d) باز

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 6-7 صفحه ای باز می

شود.

1. یک لوله آزمایش را به داخل اولین جایگاه نگه دارنده لوله (هولدر 1) در واحد انکوباسیون بکشید هفت لوله باقیمانده خودبخود در جایگاه های خودشان قرار خواهند گرفت.
 2. سپس مواد مشخص شده ی زیر را به لوله های 1 تا 7 اضافه کنید.
 - لوله 1: آمیلاز، نشاسته، بافر با $\text{pH}=7$
 - لوله 2: آمیلاز، نشاسته، بافر با $\text{pH}=7$
 - لوله 3: آمیلاز، نشاسته، بافر با $\text{pH}=7$
 - لوله 4: آمیلاز، آب دیونیزه، بافر با $\text{pH}=7$
 - لوله 5: آب دیونیزه، نشاسته، بافر با $\text{pH}=7$
 - لوله 6: آب دیونیزه، مالتوز، بافر با $\text{pH}=7$
 - لوله 7: آمیلاز، نشاسته، بافر با $\text{pH}=2$
 - لوله 8: آمیلاز، نشاسته، بافر با $\text{pH}=9$
- برای اضافه کردن مواد به داخل لوله های آزمایش، قطره چکان بطری را در قفسه محلول ها با موس گرفته و در بالای لوله آزمایش مورد نظر رها کنید.



شکل 7-6. صفحه کار برای آزمایش هضم نشاسته بوسیله آمیلاز بزاقی

3. بر روی شماره 1 زیر اولین لوله کلیک کنید. لوله به سمت پایین به داخل واحد انکوباسیون می رود. بقیه لوله ها باید به حالت ایستاده باقی بمانند.

4. بر روی کلمه Boil کلیک کنید تا لوله شماره 1 بجوشد. چند لحظه پس از جوشیدن، لوله خودبخود بالا می آید.
5. بر روی شماره 2 زیر لوله دوم کلیک کنید. لوله به سمت پایین به داخل واحد انکوباسیون می رود. بقیه لوله ها باید به حالت ایستاده باقی بمانند.
6. بر روی کلمه Freeze کلیک کنید تا لوله منجمد شود. چند لحظه پس از اتمام فریز شدن لوله خودبخود بالا می آید.
7. بر روی کلمه Incubate کلیک کنید تا آزمایش انجام شود، توجه داشته باشید که دما روی 37 درجه و زمان روی 60 دقیقه تنظیم شده است. در واحد انکوباسیون، قفسه لوله ها به آرامی تکان داده می شود تا مواد با هم مخلوط شوند. زمان 10 ثانیه در اینجا معادل 60 دقیقه است. پس از آن لوله ها خود بخود بالا آمده و درب کابینت باز می شود.

سؤال پیش بینی:

- به عقیده شما جوشاندن و فریز کردن چه اثری روی فعالیت آنزیم آمیلاز دارد؟
- (a) هر دو، فعالیت آمیلاز را افزایش می دهند.
- (b) هر دو، فعالیت آمیلاز را کاهش می دهند.
- (c) جوشاندن، عالیت آمیلاز را کاهش می دهد و فریز کردن اثری ندارد.
- (d) جوشاندن فعالیت آمیلاز را کاهش و فریز کردن فعالیت آن را افزایش می دهد.

ارزیابی ها

- بعد از اینکه درب کابینت باز شد، به دو معرف که در داخل کابینت قرار گرفتند دقت کنید. معرف IKI برای تشخیص حضور نشاسته و معرف بندیکت برای تشخیص قندهای احیا کننده مثل مالتوز و گلوکز که محصولات هضم نشاسته اند، می باشد. در زیر معرف ها هشت لوله آزمایش کوچک قرار گرفته که شما باید مقداری از نمونه ها را به داخل این لوله ها انتقال بدهید و سپس یک قطره معرف IKI به آن اضافه کنید.
8. لوله شماره 1 را از انکوباتور به داخل کابینت بکشید و بر روی لوله شماره 1 در داخل کابینت رها کنید. حدود نیمی از نمونه به داخل لوله جدید منتقل می شود. برای بقیه لوله ها این عمل به صورت خودبخودی اتفاق می افتد.
9. قطره چکان مربوط به بطری IKI را بر روی لوله ی شماره 1 رها کنید تا یک قطره از این معرف به داخل لوله ریخته شود. برای بقیه لوله ها این کار به صورت خودبخودی انجام خواهد شد.
10. لوله ها را از نظر تغییرات رنگ بررسی کنید. رنگ آبی مایل به سیاه بیانگر تست نشاسته مثبت است و اگر نشاسته حضور نداشته باشد رنگ محلول شبیه به معرف رقیق است و یک تست منفی برای نشاسته می باشد.

مقادیر بینابینی نشاسته باعث ایجاد رنگ خاکستری کم رنگ می شود. بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج ثبت شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● به نظر می رسد در لوله شماره 2، میزان نشاسته هضم نشده همانند لوله شماره 3 باشد چون

(a) فریز کردن، اثری روی آنزیم نداشت. (b) فریز کردن، آنزیم را دناتوره کرد.

(c) آمیلاز در دمای انجماد فعالیت است. (d) فریز کردن، نشاسته را هیدرولیز کرد.

11. قطره چکان معرف بندیکت را در بالای لوله شماره 1 در واحد انکوباسیون بیاورید تا 5 قطره از معرف در داخل لوله ریخته شود. معرف بندیکت به طور خودکار در بقیه لوله ها ریخته خواهد شد.

12. روی Boil کلیک کنید. قفسه لوله های آزمایش به داخل انکوباتور می رود و برای چند لحظه محتویات داخل لوله ها می جوشند.

13. لوله ها را از نظر تغییرات رنگ بررسی کنید. رنگ سبز مایل به قرمز بیانگر حضور قندهای احیا کننده است که یک تست قند مثبت است. رنگ نارنجی بیانگر میزان قند بیشتری نسبت به رنگ سبز است. رنگ قهوه ای مایل به قرمز نشان دهنده حتی بیشتر است. زمانی که رنگ محلول از آبی روشن اصلی تغییر نکند تست قند منفی است. بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج ثبت شود.

روی Submit کلیک کنید تا نتایج در Lab report ثبت شوند و سپس به Post-lab quiz پاسخ دهید.

1. لوله های 3 و 7 و 8 نشان می دهند که

(a) فعالیت آمیلاز تحت تأثیر pH قرار نگرفت. (b) بیشترین فعالیت آمیلاز در pH=9 بود.

(c) بیشترین فعالیت آمیلاز در pH=2 بود. (d) بیشترین فعالیت آمیلاز در pH=7 بود.

2. این فعالیت شامل تعدادی کنترل منفی است. کدام لوله نشان می دهد که محلول آمیلاز با مالتوز آلوده نشد؟

(a) لوله 1 (b) لوله 4 (c) لوله 6 (d) لوله 7

3. کدام لوله ها نشان می دهند که آب دیونیزه، به نشاسته یا مالتوز آلوده نشده است؟

(a) لوله های 4 و 5 (b) لوله های 4 و 6 (c) لوله های 4 و 5 و 6 (d) لوله های 1 و 4 و 5

4. توضیح دهید که کجا آمیلاز بزاقی فعالیت است و چرا؟

(a) در دهان و معده فعالیت است چون بیشترین فعالیت این آنزیم در pH های 2 و 7 است.

(b) در معده فعالیت است چون بیشترین فعالیت این آنزیم در pH=2 است.

(c) در روده کوچک فعالیت است چون بیشترین فعالیت این آنزیم در Ph=9 است.

(d) در دهان فعالیت است چون بیشترین فعالیت این آنزیم در pH=7 است.

آزمایش 5-6. بررسی اختصاصی بودن سوبسترای آمیلاز

هدف انجام آزمایش: توضیح در مورد این که چگونه با استفاده از تست IKI و تست بندیکت فعالیت هیدرولازی آنزیم آمیلاز ارزیابی می شود - درک اختصاصی بودن آنزیم ها برای سوبسترای خود - درک تفاوت بین نشاسته و سلولز به عنوان سوبسترا - توضیح در مورد این که سوبسترای اختصاصی پپتیداز ها چیست - توضیح در مورد این که باکتری ها چگونه می توانند به فرآیند هضم کمک کنند.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 8 و سپس Activity 2 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطرح شده پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. کدامیک از موارد زیر در مورد آنزیم ها و سوبستراها درست است؟
 - (a) سوبسترا، یک پیوند کووالانسی در جایگاه فعال آنزیم تشکیل می دهد.
 - (b) آنزیم توسط سوبسترا عمل می کند.
 - (c) آنزیم ها روی سوبستراهای اختصاصی عمل می کنند.
 - (d) اگر محصول واکنش وجود داشته باشد یعنی آنزیم روی سوبسترا عمل نمی کند.
2. کدامیک از موارد زیر قند احیا کننده هستند؟

(a) نشاسته	(b) سلولز	(c) مالتوز	(d) گلوکز	(e) گلوکز و مالتوز
------------	-----------	------------	-----------	--------------------
3. سلولز و نشاسته هر دو
 - (a) در دیواره سلولی گیاهان پیدا می شود.
 - (b) پلی ساکارید هستند
 - (c) پلی مرهای گلوکز هستند و در دیواره سلولی گیاهان وجود دارند.
 - (d) پلی مرهای گلوکز و از پلی ساکاریدها هستند.
4. پروتئین ها و پپتیدها بوسیله پیوستن اسیدهای آمینه به هم با نوع خاصی از پیوند کووالانسی به نام پیوند پپتیدی تشکیل می شوند. به نظر شما کدامیک از آنزیم های زیر مختص پیوند پپتیدی هستند؟

(a) آمیلاز	(b) سلولاز	(c) پپتیداز	(d) لیپاز
------------	------------	-------------	-----------
5. آزمایشات سنجش بندیکت برای حضور است.

(a) نشاسته	(b) سلولز	(c) قند احیا کننده	(d) پپتیدها
------------	-----------	--------------------	-------------

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 8-6 صفحه ای باز می شود.

1. یک لوله آزمایش را به داخل جایگاه نگه دارنده ی لوله (هولدر 1) در واحد انکوباسیون بکشید. 5 لوله

باقیمانده به طور خودبخودی در جایگاه های خودشان قرار خواهند گرفت.

2. سپس مواد مشخص شده ی زیر را به لوله های 1 تا 6 اضافه کنید.

لوله 1: آمیلاز، نشاسته، بافر با $\text{pH}=7$

لوله 2: آمیلاز، گلوکز، بافر با $\text{pH}=7$

لوله 3: آمیلاز، سلولز، بافر با $\text{pH}=7$

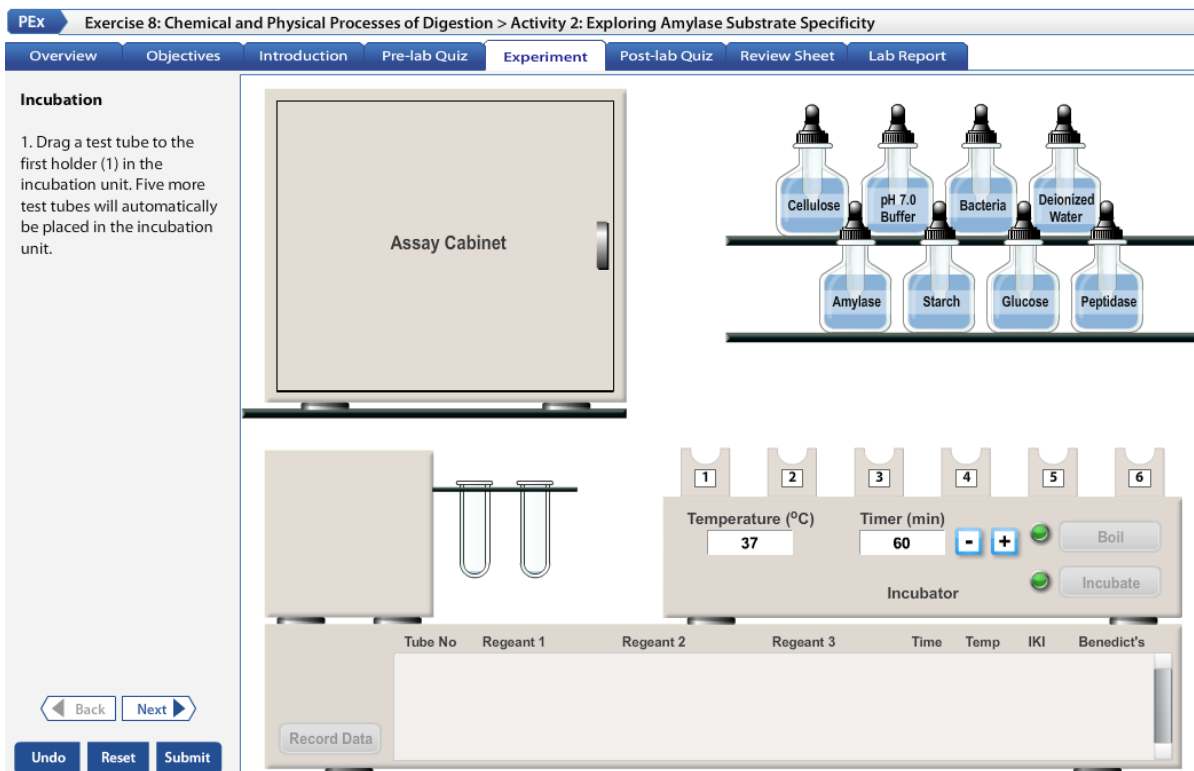
لوله 4: سلولز، آب دیونیزه، بافر با $\text{pH}=7$

لوله 5: پپتیداز، نشاسته، بافر با $\text{pH}=7$

لوله 6: باکتری، سلولز، بافر با $\text{pH}=7$

برای اضافه کردن مواد به داخل لوله های آزمایش، قطره چکان مربوط به هر بطری را که در بالای قفسه

محلول ها وجود دارد با موس به بالای لوله ی آزمایش مورد نظر بیاورید.



شکل 8-6. صفحه کار برای آزمایش اختصاصی بودن سوبسترای آنزیم

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● چرا لوله 2 را اینکوبه کردید؟

(a) تا مطمئن شویم آنزیم آمیلاز عمل می کند. (b) تا ببینیم آزمایش مثبت بندیکت شبیه چیست.

(c) تا مطمئن شویم هیچ آمیلاز آلوده کننده ای در گلوکز وجود ندارد.

(d) تا مطمئن شویم هیچ گلوکز آلوده کننده ای در آمیلاز وجود ندارد.

3. بر روی کلمه Incubate کلیک کنید تا آزمایش انجام شود، توجه داشته باشید که دما روی 37 درجه و زمان روی 60 دقیقه تنظیم شده است. در واحد انکوباسیون، قفسه لوله ها به آرامی تکان داده می شود تا مواد با هم مخلوط شوند. زمان 10 ثانیه در اینجا معادل 60 دقیقه است. پس از آن لوله ها خود بخود بالا آمده و درب کابینت باز می شود.

سؤال پیش بینی:

● به نظر شما لوله ی آزمایش شماره 3 تست بندیکت مثبت را نشان می دهد؟

(a) بلی (b) خیر

ارزیابی

بعد از اینکه درب کابینت ارزیابی باز شد، به دو معرف که در داخل کابینت قرار گرفتند دقت کنید. معرف IKI برای تشخیص نشاسته و معرف بندیکت برای تشخیص قندهای احیا کننده مثل مالتوز و گلوکز که محصولات تجزیه نشاسته اند، می باشند. در زیر معرف ها، هفت لوله آزمایش کوچک قرار گرفته که شما باید مقداری از نمونه ها را به داخل این لوله ها انتقال بدهید و سپس یک قطره معرف IKI به آن اضافه کنید.

4. لوله شماره 1 را از انکوباتور به داخل کابینت و بر روی لوله شماره 1 بکشید تا حدود نیمی از نمونه به داخل آن منتقل می شود. برای بقیه لوله ها این عمل به صورت خود بخودی اتفاق می افتد.

5. قطره چکان مربوط به IKI را به بالای لوله شماره 1 بکشید تا یک قطره از این معرف به داخل لوله ریخته شود. برای بقیه لوله ها این کار به صورت خودبخودی انجام خواهد شد.

6. لوله ها را از نظر تغییرات رنگ بررسی کنید. رنگ سرمه ای بیانگر آزمایش نشاسته مثبت است و اگر نشاسته حضور نداشته باشد رنگ محلول شبیه به IKI رقیق است و بیانگر آزمایش نشاسته منفی است. مقادیر بینابینی نشاسته باعث ایجاد رنگ خاکستری کم رنگ می شود. بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج ثبت شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● کدام لوله برای تشخیص آمیلاز آلوده در بافر یا سلولز است؟

(a) لوله 1 (b) لوله 2 (c) لوله 3 (d) لوله 4

7. قطره چکان معرف بندیکت را به بالای لوله ی شماره ی 1 در واحد انکوباسیون بکشید تا 5 قطره از معرف در داخل لوله ریخته شود. معرف بندیکت به طور خودکار در بقیه لوله ها ریخته خواهد شد.

8. روی Boil کلیک کنید. قفسه لوله های آزمایش به داخل انکوباتور منتقل می شود و محتویات داخل لوله ها برای چند لحظه می جوشند.

9. لوله ها را از نظر تغییرات رنگ بررسی کنید. سبز مایل به قرمز بیانگر حضور قند احیا کننده است که یک تست قند مثبت است. نمونه با رنگ نارنجی دارای قند بیشتری نسبت به نمونه با رنگ سبز است. رنگ قرمز مایل به قهوه ای بیانگر میزان قند حتی بیشتر است. زمانی که رنگ محلول از آبی روشن اصلی تغییر نکند آزمایش قند منفی است. بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج ثبت شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● سوسترای معمولی برای آنزیم پانکراسی پیتیداز چیست؟

(a) نشاسته (b) سلولز (c) گلوکز (d) پپتیدها

روی Submit کلیک کنید تا نتایج در Lab report ثبت شوند و سپس به Post-lab quiz پاسخ دهید.

1. سوسترا (ها) برای آمیلاز هستند.

(a) نشاسته (b) سلولز (c) پپتیدها (d) نشاسته و سلولز (e) نشاسته و پپتیدها

2. نتایج لوله 5 ثابت می کند که

(a) پپتیداز می تواند نشاسته را هضم کند. (b) پپتیداز نشاسته را هضم نمی کند.
(c) پپتیداز می تواند سلولز را هضم کند. (d) پپتیداز می تواند گلوکز را هضم کند.

3. چرا سلولز در لوله 6 به گلوکز هیدرولیز شد؟

(a) سوسپانسیون باکتریال دارای آنزیم آمیلاز بود که سلولز را هضم کرد.
(b) سوسپانسیون باکتریال دارای قندهای احیا کننده بود.
(c) سوسپانسیون باکتریال دارای آنزیم پپتیداز بود که سلولز را هضم کرد.
(d) سوسپانسیون باکتریال دارای آنزیم سلولاز بود که سلولز را هضم کرد.

4. آیا توانستید حضور آمیلاز آلوده را در آزمایشاتتان تشخیص دهید؟

(a) هیچ آمیلاز آلوده ای وجود نداشت چون لوله 4 منفی بود.
(b) آمیلاز آلوده وجود داشت چون لوله 4 مثبت بود.
(c) تشخیص حضور آمیلاز آلوده امکان پذیر نیست چون آمیلاز، سلولز را هضم نمی کند.
(e) هیچ آمیلاز آلوده ای وجود نداشت چون لوله 4 مثبت بود.

آزمایش 6-6. بررسی هضم پروتئین ها بوسیله پپسین

هدف انجام آزمایش: توضیح اینکه چگونه فعالیت آنزیم پپسین با آزمایش BAPNA قابل اندازه گیری است - شناسایی سوبسترای اختصاصی پپسین - توضیح تأثیر دما و pH بر روی فعالیت پپسین - پی بردن به pH اختصاصی برای فعالیت آنزیم و ارتباط آن با فیزیولوژی انسان.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 8 و سپس Activity 3 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطرح شده پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. در کجای بدن هضم پروتئین شروع می شود؟

(a) دهان (b) معده (c) روده کوچک (d) مری

2. سوبسترای برای پپسین چیست؟

(b) پروتئین (b) پپتیدها (c) نشاسته (d) پروتئین و پپتیدها (e) پروتئین، پپتیدها و نشاسته

3. سوبسترای که در این فعالیت برای تشخیص هضم پروتئین استفاده می کنید، هست.

(a) پپسین (b) نشاسته (c) سلولز (d) BAPNA

4. نتایج منفی با کنترل های منفی

(a) مورد انتظار است. (b) غیر منتظره است.

(c) آزمایش را معتبر می سازد. (d) هم مورد انتظار است و هم آزمایش را معتبر می سازد.

5. اسپکتروفتومتر، را اندازه گیری می کند.

pH (a) غلظت نشاسته (b) چگالی نوری (c) قند احیا کننده (d)

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 9-6 صفحه ای باز می شود.

1. یک لوله آزمایش را به داخل جایگاه نگه دارنده ی لوله (هولدر 1) در واحد انکوباسیون بکشید پنج لوله باقیمانده به طور خود بخود در جایگاه های خودشان قرار خواهند گرفت.

2. سپس مواد زیر را به لوله های 1 تا 6 اضافه کنید.

لوله 1: پپسین، BAPNA، بافر با $\text{PH}=2$

لوله 2: پپسین، BAPNA، بافر با $\text{PH}=2$

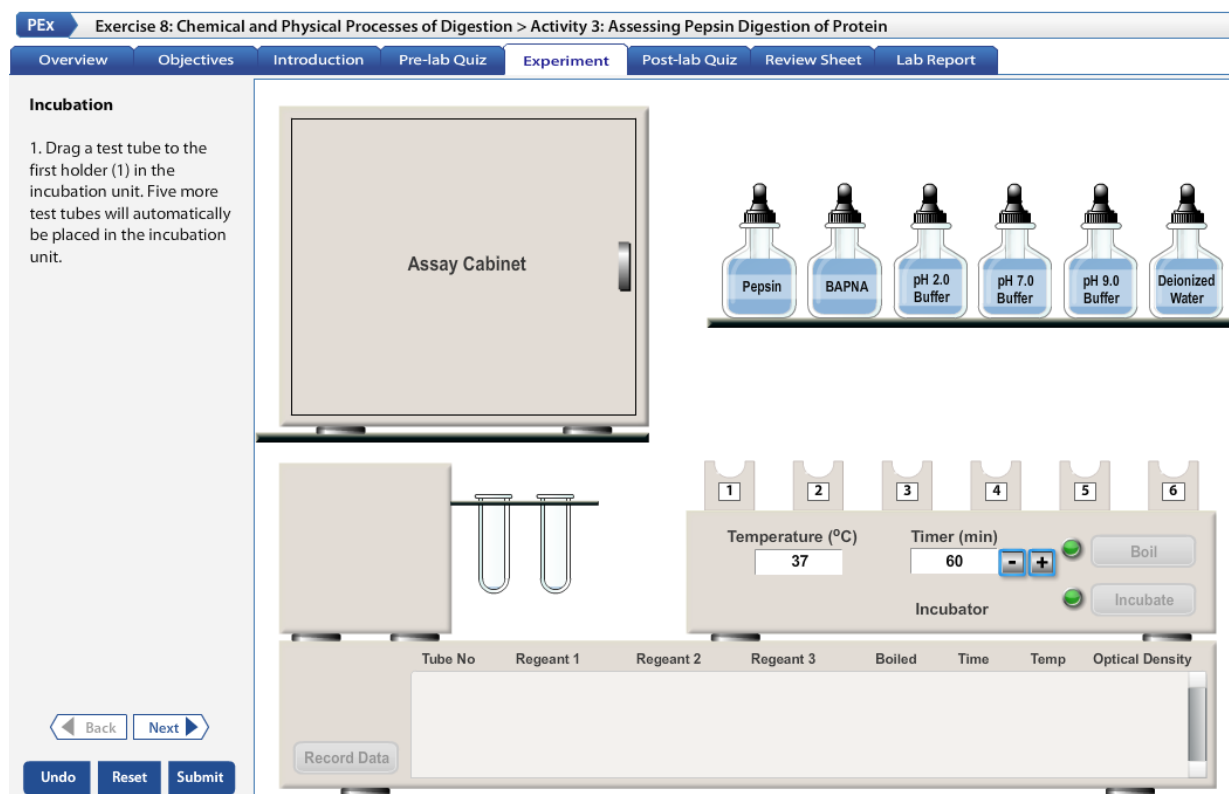
لوله 3: پپسین، آب دیونیزه، بافر با $\text{PH}=2$

لوله 4: آب دیونیزه، BAPNA، بافر با $\text{PH}=2$

لوله 5: پپسین، BAPNA، بافر با PH=7

لوله 6: پپسین، BAPNA، بافر با PH=9

برای اضافه کردن مواد به داخل لوله های آزمایش، قطره چکان مربوط به هر بطری را که در بالای قفسه محلول ها وجود دارد با موس به بالای لوله ی آزمایش مورد نظر بیاورید.



شکل 9-6. صفحه کار برای آزمایش هضم پروتئین بوسیله پپسین

3. بر روی شماره 1 زیر اولین لوله کلیک کنید. لوله به سمت پایین به داخل واحد انکوباسیون می رود. بقیه لوله ها باید به حالت ایستاده باقی بمانند.

4. بر روی Boil کلیک کنید تا لوله ی شماره 1 بجوشد. چند لحظه پس از جوشیدن لوله خودبخود بالا می آید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

• کدامیک از لوله های زیر کنترل منفی هستند؟

(a) لوله 2 (b) لوله 3 (c) لوله 4 (d) لوله های 2 و 4 (e) لوله های 3 و 4

5. بر روی کلمه Incubate کلیک کنید تا آزمایش انجام شود، توجه داشته باشید که دما روی 37 درجه و زمان روی 60 دقیقه تنظیم شده است. در واحد انکوباسیون، قفسه لوله ها به آرامی تکان داده می شود تا مواد با هم

مخلوط شوند. زمان 10 ثانیه در اینجا معادل 60 دقیقه است. پس از آن لوله ها خود بخود بالا آمده و درب کابینت باز می شود.

سؤال پیش بینی:

- به عقیده ی شما پپسین در کدام PH بالاترین فعالیت را خواهد داشت؟
(a) pH 2 (b) pH 7 (c) pH 9 (d) فعالیت پپسین ارتباطی با pH ندارد.

ارزیابی

6. اکنون از اسپکتروفتومتر استفاده کنید تا میزان رنگ زردی را که از هیدرولیز BAPNA آزاد شده اندازه گیری کنید. لوله شماره 1 را از واحد انکوباسیون به داخل اسپکتروفتومتر بکشید.
7. آنالیز را کلیک کنید. اسپکتروفتومتر نور را به نمونه می تاباند و میزان نور جذب شده را اندازه گیری می کند که بیانگر چگالی نوری محلول است. چگالی نوری نمونه در صفحه چگالی نوری نمایش داده می شود.
8. بر روی ثبت اطلاعات (Record data) کلیک کنید تا نتایج ثبت شود.
9. لوله آزمایش را به جایگاه اولیه خود برگردانید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- چگالی نوری بزرگتر از صفر نشان می دهد که
(a) هضم BAPNA رخ داده است. (b) BAPNA هضم نشده است.
(c) پپسین، فعال نیست. (d) پپسین فعال است.
(e) هضم BAPNA اتفاق افتاده و پپسین فعال است.
- 10. بقیه لوله ها را به همین شکل آنالیز کنید. پس از اینکه هر پنج لوله را آزمایش کردید روی ثبت اطلاعات (Record data) کلیک کنید تا نتایج ثبت شود.
روی Submit کلیک کنید تا نتایج در Lab report ثبت شوند و سپس به Post-lab quiz پاسخ دهید.
- 1. پپسین در بیشتر فعال است.
(a) دهان (b) معده (c) روده کوچک (d) دهان و معده
- 2. کدام دو لوله به نتایج آزمایش اعتبار بخشیدند.
(a) لوله های 1 و 2 (b) لوله های 2 و 3 (c) لوله های 3 و 4 (d) لوله های 4 و 5
- 3. هرچه فعالیت آنزیم بیشتر باشد، چگالی نوری

(a) افزایش می یابد. (b) کاهش می یابد. (c) ثابت می ماند.

4. اگر پپسین یک سوپسترای پروتئینی واقعی را هضم کند، محصول آن خواهد بود.

(a) پپتیدها (b) اسیدهای آمینه (c) پپتیدها و اسیدهای آمینه (d) BAPNA

آزمایش 6-7. بررسی هضم چربی ها بوسیله لیپاز

هدف انجام آزمایش: توضیح در مورد این که فعالیت آنزیمی لیپاز پانکراسی چطور با اندازه گیری مبتنی بر pH قابل بررسی است - شناسایی محصولات هیدرولیز هضم چربی ها - درک نقش صفرا در هضم چربی ها - پی بردن به pH اختصاصی فعالیت لیپاز و ارتباط آن با فیزیولوژی انسانی - بحث در مورد دشواری استفاده از pH برای اندازه گیری هضم در زمانی که فعالیت لیپاز در pH های مختلف مقایسه می شود.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 8 و سپس Activity 4 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطرح شده پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. کدامیک از موارد زیر در مورد صفرا صحیح است؟

(a) صفرا بوسیله یک فرایند شیمیایی عمل می کند. (b) صفرا بوسیله یک فرایند فیزیکی عمل می کند. (c) صفرا یک آنزیم است. (d) صفرا بوسیله یک فرایند فیزیکی و شیمیایی عمل می کند.

2. سوپسترای شبیه سازی شده در این آزمایش هست.

(a) اسیدهای چرب (b) صفرا (c) روغن نباتی (d) گلیسرول

3. هنگامی که اسیدهای چرب بوسیله لیپاز آزاد می شوند، pH است.

(a) افزایش می یابد. (b) کاهش می یابد. (c) ثابت باقی می ماند.

4. یکی از محصولات هضم شیمیایی چربی ها هست.

(a) نمک های صفراوی (b) لیپاز (c) مونوساکاریدها (d) اسیدهای چرب

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 8-6 صفحه ای باز می شود.

1. یک لوله آزمایش را به داخل جایگاه نگه دارنده ی لوله (هولدر 1) در واحد انکوباسیون بکشید. پنج لوله باقیمانده خودبخود در جایگاه های خودشان قرار خواهند گرفت.

2. سپس مواد زیر را به لوله های 1 تا 6 اضافه کنید.

لوله 1: لیپاز، روغن گیاهی، نمک صفراوی، بافر با $\text{PH}=7$

لوله 2: لیپاز، روغن گیاهی، آب دیونیزه، بافر با $\text{PH}=7$

لوله 3: لیپاز، آب دیونیزه، نمک صفراوی، بافر با $\text{PH}=7$

لوله 4: آب دیونیزه، روغن گیاهی، نمک صفراوی، بافر با $\text{PH}=7$

لوله 5: لیپاز، روغن گیاهی، نمک صفراوی، بافر با $\text{PH}=2$

لوله 6: لیپاز، روغن گیاهی، نمک صفراوی، بافر با $\text{PH}=9$

برای اضافه کردن مواد به داخل لوله های آزمایش، قطره چکان مربوط به هر بطری را که در بالای قفسه محلول ها وجود دارد با موس به بالای لوله ی آزمایش مورد نظر بیاورید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● pH، چه چیزی را اندازه گیری می کند؟

(a) فعالیت لیپاز (b) آزاد شدن اسید چرب (c) هیدرولیز نمک صفراوی

(d) فعالیت لیپاز و آزاد شدن اسید چرب (e) فعالیت لیپاز و هیدرولیز نمک صفراوی

3. بر روی کلمه Incubate کلیک کنید تا آزمایش انجام شود، توجه داشته باشید که دما روی 37 درجه و زمان روی 60 دقیقه تنظیم شده است. در واحد انکوباسیون، قفسه لوله ها به آرامی تکان داده می شود تا مواد با هم مخلوط شوند. زمان 10 ثانیه در اینجا معادل 60 دقیقه است. پس از آن لوله ها خود بخود بالا آمده و درب کابینت باز می شود.

سؤال پیش بینی:

● به نظر شما در کدام یک از لوله ها لیپاز بالاترین فعالیت را دارد؟

(a) لوله 1 (b) لوله 2 (c) لوله 3 (d) لوله 5 (e) لوله 6

ارزیابی

4. بعد از اینکه درب کابینت ارزیابی باز شد شما یک pH متر مشاهده خواهید کرد که با استفاده از آن می توانید pH نهایی محلول خود را اندازه بگیرید. اولین لوله خود را به داخل جایگاه نگه دارنده لوله در pH متر بکشید.

5. بر روی اندازه گیری pH کلیک کنید یک پروب به سمت پایین در داخل محلول فرو می رود pH را خوانده و بیرون می آید.

6. بر روی Record data کلیک کنید تا نتایج ثبت شوند.

7. لوله آزمایش را به جایگاه اولیه خود برگردانید.

8. بقیه لوله ها را به همین شکل آنالیز کنید. پس از اینکه هر پنج لوله را آزمایش کردید روی Record data کلیک کنید تا نتایج ثبت شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- چرا تشخیص فعال بودن لیپاز در لوله 5 مشکل است؟
 - (a) سوبسترا وجود ندارد.
 - (b) آنزیم وجود ندارد.
 - (c) نمک های صفراوی وجود ندارند.
 - (d) pH قبلاً پایین بود بنابراین، تشخیص کاهش pH مشکل است.
- روی Submit کلیک کنید تا نتایج در Lab report ثبت شوند و سپس به Post-lab quiz پاسخ دهید.
- 1. محصول هیدرولیز لیپاز چیست؟
 - (a) نمک های صفراوی
 - (b) تری گلیسریدها
 - (c) فسفولیپیدها
 - (d) اسیدهای چرب
- 2. با توجه به نتایج، کدام pH برای فعالیت هضمی لیپاز پانکراسی مطلوب است؟
 - (a) pH 2
 - (b) pH 7
 - (c) pH 9
- 3. کدام لوله تأیید می کند که در نمک های صفراوی یا روغن نباتی، لیپاز وجود ندارد؟
 - (a) لوله 2
 - (b) لوله 3
 - (c) لوله 4
 - (d) لوله 5
- 4. با توجه به نتایج، از لحاظ تئوری در کجای بدن لیپاز پانکراسی فعال است؟
 - (a) دهان
 - (b) معده
 - (c) پانکراس
 - (d) دهان و پانکراس

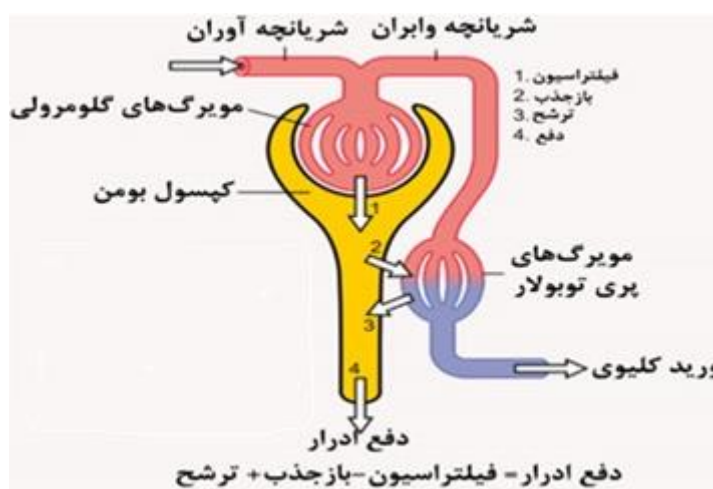
فصل هفتم

دستگاه دفع ادرار

دستگاه دفع ادرار شامل: کلیه ها، حالب (میزنای) ها، مثانه، عضلات اسفنکتر و پیشابراه است. بخش های مختلف این دستگاه در تولید، انتقال، ذخیره و دفع ادرار نقش دارند. کلیه ها علاوه بر دفع مواد زاید، با تنظیم میزان دفع آب و الکترولیت های مختلف، اندام های اصلی در حفظ حجم، ترکیب و pH مایعات بدن هستند و نقش مهمی در هومئوستاز (ثبات محیط داخلی بدن) ایفا می کنند.

واحد عملکردی کلیه ها، نفرون نام دارد (شکل 1-7). هر نفرون از یک بخش قیفی شکل به نام کپسول بومن و یک لوله دراز و پر پیچ و خم تشکیل شده است که بخش های مختلف این لوله از لحاظ عملکردی با هم تفاوت دارند. جریان خون هر نفرون توسط یک شریانچه آوران تأمین می شود. این شریانچه پس از ورود به داخل کپسول بومن، به کلافی از مویرگ ها تقسیم می شود که مویرگ های کلافی یا شبکه مویرگی اول نام دارند. سپس این مویرگ ها به هم ملحق شده و شریانچه وایران را تشکیل می دهند. این شریانچه پس از خروج از کپسول بومن، مجدداً به یک شبکه مویرگی تقسیم می شود که به آن شبکه مویرگی دور لوله ای یا شبکه مویرگی دوم می گویند. این شبکه همانطور که از نامش مشخص است، اطراف لوله های نفرون توزیع می شود.

ادرار، حاصل سه فرایند کلیوی به نام پالایش، بازجذب و ترشح می باشد (شکل 1-7). اولین مرحله در تشکیل ادرار، پالایش است که در شبکه مویرگی اول انجام می شود. در این مکان، برآیند فشارها در داخل مویرگ و داخل فضای کپسول بومن، به نفع پالایش است. بنابر این حدود 20٪ آب و مواد محلول در آن بجز پروتئین ها، از منافذ دیواره مویرگ خارج و پس از عبور از غشای کپسول بومن، وارد فضای بومن می شوند. مهمترین عامل تعیین کننده در پالایش مواد، اندازه آنهاست. در کلیه های سالم، ذرات خیلی بزرگ مانند سلول های خونی و پروتئین ها به دلیل اندازه بزرگشان قادر به پالایش نمی باشند. عمل بازجذب و ترشح در لوله های نفرون (نه کپسول بومن) انجام می شود. این دو عمل بر اساس نوع ماده، کاملاً انتخابی هستند. یعنی کلیه ها با توجه به نیاز و شرایط بدن، یک ماده را ممکن است ترشح و ماده دیگر را بازجذب نمایند. بعنوان مثال در شرایط اسیدوز، یون های H^+ ترشح و یون های بیکربنات بازجذب می شوند. مواد باز جذب شده، در نهایت از طریق شبکه مویرگی دوم وارد گردش خون می شوند. بعلاوه، موادی که ترشح می شوند از شبکه مویرگی دوم تأمین می شوند



شکل 1-7. مراحل تشکیل ادرار

آزمایش 1-7. پالایش کلیوی

کلیه ها در شرایط عادی در هر دقیقه حدود 125 میلی لیتر و در هر شبانه روز حدود 180 لیتر مایع را پالایش می کنند. قسمت عمده این مایع توسط کلیه ها بازجذب می شود و فقط حدود یک میلی لیتر در دقیقه یا 1/5 لیتر در روز به شکل ادرار از بدن دفع می شود. بنابراین اگر حجم پلاسما 3 لیتر باشد، کل پلاسما روزانه حدود 60 بار پالایش می شود.

هدف انجام آزمایش: در نارسایی کلیوی شدید، عملکرد کلیه ها مختل می شود. در این شرایط، از دستگاه همودیالیز (کلیه مصنوعی) برای پالایش خون از مواد زائد و سمی و نیز کاهش آب اضافی و آزاد خون استفاده می شود. اصول همودیالیز بر مبنای فیزیکی انتشار از طریق غشای نیمه تراوا است (شکل 2-7). در این آزمایش، کیسه دیالیز (Dialysis bag) بعنوان یک غشا نیمه تراوا، نقش کلیه را ایفا می کند.

مواد و وسایل لازم: خون حاوی ماده ضد انعقاد، رنگ خوراکی، بشر 50 میلی لیتری 1 عدد، بشر 10 میلی لیتری 1 عدد، آب مقطر، لوله و کیسه دیالیز، نوار تفلون، پی پت.

روش انجام آزمایش

1. کیسه دیالیز را به کمک نوار تفلون در ته لوله دیالیز قرار دهید تا کاملاً مسدود شود. نوار تفلون را تا آنجا که ممکن است چند بار دور لوله بپیچانید تا خوب آب بندی شود. سپس چند قطره آب بداخل لوله بریزید تا اطمینان حاصل کنید که مایع از کناره های نوار تفلون به بیرون نشت نمی کند. اگر نشت مایع وجود نداشت، آب را بیرون بریزید.

2. بشر 50 میلی لیتری را بردارید و 30 میلی لیتر آب داخل آن بریزید.

3. بوسیله پی پت، 2 میلی لیتر محلول آبی خوراکی بردارید و به داخل بشر 10 میلی لیتری بریزید. سپس پی پت را بشوئید.

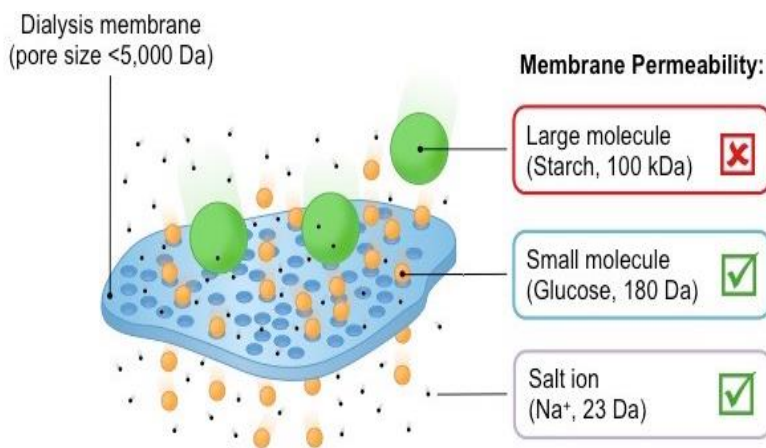
4. بوسیله پی پت، 1 میلی لیتر خون بردارید و بداخل همان بشر که قبلاً رنگ آبی ریختید بریزید. سپس پی پت را بشوئید.

5. با پی پت محتویات بشر را چند بار کشیده و تخلیه کنید تا خوب مخلوط شوند.

6. هنگامی که محلول بطور کامل مخلوط شد، با پی پت آنرا بردارید و بداخل لوله دیالیز ریخته و سپس جدول 1-7 را پر کنید.

7. اکنون لوله دیالیز را که یک انتهای آن بسته است بمدت 1 ساعت بطور عمود در داخل بشر حاوی آب قرار دهید و در پایان جدول 2-7 را کامل کنید.

8. در جداول 1-7 و 2-7 با استفاده از علامت های (-) و (+) وجود هر ماده را در لوله دیالیز یا بشر نشان دهید.



شکل 2-7. غشای نیمه تراوای کیسه دیالیز

جدول 1-7. ثبت مشاهدات در شروع آزمایش		
محل	لوله دیالیز	بشر
رنگ آبی		
رنگ قرمز (خون)		

جدول 2-7. ثبت مشاهدات در پایان آزمایش		
محل	لوله دیالیز	بشر
رنگ آبی		
رنگ قرمز (خون)		

به سوالات زیر پاسخ دهید:

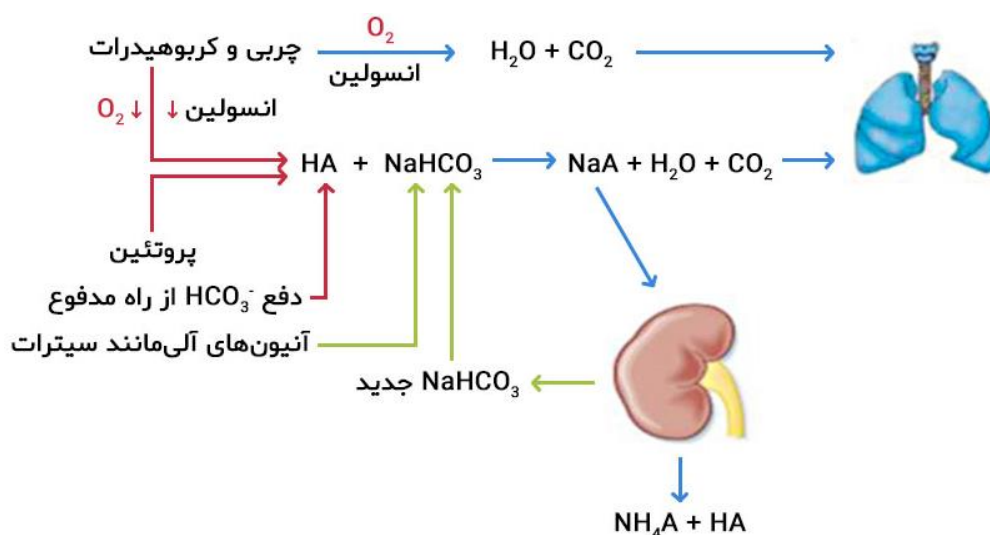
1. چه قسمت خاصی از کلیه عملکردی مشابه با لوله دیالیز حاضر در این آزمایش دارد؟ عملکرد این قسمت از کلیه را توضیح دهید؟
2. وجود رنگ آبی و قرمز در بشر در پایان آزمایش نشان دهنده چیست؟
3. چه نیروهایی در پالایش کلیوی موجودات زنده دخالت دارند؟ توضیح دهید؟

آزمایش 2-7. بررسی عملکرد کلیه در تعادل اسید و باز

یکی از الکترولیت‌هایی که تنظیم غلظت آن برای بدن بسیار ضروری است، یون H^+ می‌باشد که غلظت آن در مایعات خارج سلولی بسیار پایین و حدود 40 نانومول بر لیتر است. به دلیل این که این یون واکنش‌پذیری بالایی با مولکول‌های حیاتی بخصوص پروتئین‌ها دارد، غلظت آن باید در محدوده باریکی حفظ شود ($7/35 - 7/45$) و هرچه تغییر غلظت از این محدوده فراتر رود، اثرات وخیم‌تری روی عملکرد سلول‌ها و بدن دارد. به علت کوچک بودن اندازه یون‌های H^+ در مقایسه با یون‌های Na^+ و K^+ ، یون‌های H^+ قویاً به پروتئین‌های دارای بار منفی متصل می‌شوند. این اتصال منجر به تغییر در عملکرد پروتئین می‌شود. بعنوان مثال سرعت گلیکولیز رابطه معکوس با غلظت یون H^+ دارد زیرا فعالیت آنزیم‌های گلیکولیز بخصوص فسفوفروکتوکیناز در شرایط اسیدوز کاهش می‌یابد.

دو دسته از اسیدها به واسطه متابولیسم در بدن تولید می‌شوند: اسید کربنیک و اسیدهای غیر کربنیک. اسید کربنیک از متابولیسم قندها و چربی‌ها حاصل می‌شود در حالی که اسیدهای غیر کربنیک عمدتاً از متابولیسم پروتئین‌ها حاصل می‌شوند (شکل 3-7). در پی متابولیسم قندها و چربی‌ها، ابتدا CO_2 تولید می‌شود که بعد از واکنش با آب، اسید کربنیک بوجود می‌آید.

برای حفظ pH خون، سه مکانیسم تنظیمی وجود دارد (شکل 3-7): بافرهای شیمیایی، دستگاه تنفس و کلیه‌ها. در داخل سلول‌ها، پروتئین‌ها و فسفات‌ها به عنوان بافر عمل می‌کنند و در فضای خارج سلولی و خون بیکربنات و آمونیوم بافرهای اصلی هستند. هر چند که بافرهای شیمیایی به سرعت وارد عمل می‌شوند، با این وجود، اسید و باز را از بین نمی‌برند بلکه آن‌ها را به صورت متصل نگاه می‌دارند تا تعادل به وسیله دو مکانیسم دیگر برقرار شود. همچنین ظرفیت بافرها برای حفظ تعادل اسید و باز محدود است. پاسخ دستگاه تنفس نیز سریع اما کندتر از بافرهاست و با دفع مداوم CO_2 مانع تجمع اسید کربنیک در بدن می‌شود.



شکل 3-7. نقش کلیه‌ها در تنظیم اسید/باز

در بین سه مکانیسم ذکر شده، کلیه‌ها اندام اصلی در دفع اسید و باز و حفظ تعادل آن‌ها هستند و نقش آن‌ها در دفع اسیدهای غیر کربنیک بسیار مهم است. با این وجود پاسخ کلیه‌ها به چندین ساعت تا چندین روز زمان نیاز دارد. کلیه‌ها به دو شکل به تغییر pH واکنش نشان می‌دهند: 1- در شرایط اسیدوز با دفع یون هیدروژن

و بازجذب یا تولید بیکربنات و در شرایط آلكالوز با تولید یا بازجذب یون هیدروژن و دفع بیکربنات 2- تغییر در متابولیسم آمونیاک (NH_3) و گلوتامین.

pH اسیدی: اگر میزان pH خون از 7/35 کمتر شود، خون اسیدی می شود. در این شرایط کلیه ها برای بازگشت pH به حد طبیعی، یون هیدروژن اضافی را به داخل نفرون ها ترشح می کنند. مثلاً در افرادی که دچار اسهال شدید شده اند، چنین شرایطی ایجاد می شود

pH قلیایی: اگر میزان pH خون بیش از 7/45 شود، خون قلیایی می شود. لذا در این شرایط کلیه ها برای بازگشت به pH نرمال، میزان بیشتری بی کربنات را از طریق ادرار دفع می کنند. در افرادی که دچار استفراغ محتویات معده شده باشند، چنین شرایطی ایجاد می شود.

هدف انجام آزمایش: هدف از انجام این آزمایش بررسی عملکرد کلیه ها در دفع اسید و باز و تنظیم pH بدن می باشد.

مواد و وسایل مورد نیاز: آب لیموی طبیعی، پودر بی کربنات سدیم (NaHCO_3) خوراکی، آب آشامیدنی، pH متر، بشر (50 میلی لیتری)، فلاکس پلاستیکی (50 میلی لیتری).

روش انجام آزمایش

1. برای انجام این آزمایش، دانشجویان باید به 4 گروه تقسیم شوند و از هر گروه یک نفر ادرار خود را جهت اندازه گیری pH جمع آوری نماید. سپس همین افراد یکی از مایعات زیر را بنوشند:

گروه اول: فرد 8 گرم بی کربنات سدیم خوراکی حل شده در 400 میلی لیتر آب، بنوشد.

گروه دوم: فرد 20 میلی لیتر آب لیمو حل شده در 380 میلی لیتر آب، بنوشد.

گروه سوم: فرد 400 میلی لیتر آب، بنوشد.

گروه چهارم: فرد هیچ گونه مایعی ننوشد.

2. پس از نوشیدن مایعات، زمان را یادداشت نموده و در فواصل هر 30 دقیقه برای سه مرحله ادرار را در یک بشر تمیز جمع آوری کرده و زمان تخلیه را یادداشت و حجم ادرار و pH آن را اندازه گیری کنید.

3. برای اندازه گیری pH، 10 میلی لیتر نمونه ادرار را در بشر (50 میلی لیتری) بریزید و pH آن را به کمک یک pH متر اندازه بگیرید.

4. نتایج اندازه گیری pH را در جدول 3-7 ثبت نمایید.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

1. در ابتدا و انتهای آزمایش، اسیدیته کدام ادرار از همه بیشتر و کدام ادرار از همه کمتر است؟

2. کلرور آمونیوم با چه مکانیسمی pH بدن را تغییر می دهد؟

3. ارتباط pH با مایعات مصرف شده را بیان کنید؟

جدول 3-7. آزمایش بررسی عملکرد کلیه در تعادل اسید و باز					
نام گروه	نام ماده مصرفی	PH اولیه ادرار (قبل از مصرف مواد)	PH ادرار 30 دقیقه بعد از مصرف مواد	PH ادرار 60 دقیقه بعد از مصرف مواد	PH ادرار 90 دقیقه بعد از مصرف مواد

بررسی برخی از اعمال کلیوی با استفاده از نرم افزار شبیه سازی Physio Ex

آزمایش 3-7. اثر شعاع شریانچه روی پالایش گلومرولی

هدف انجام آزمایش: درک اصطلاحات نفرون، گلومرول، مویرگ های گلومرولی، لوله کلیوی، فیلتر، کپسول بومن، جسم کلیوی، شریانچه های آوران و وایبران، فشار مویرگ گلومرولی، میزان پالایش گلومرولی - درک چگونگی تأثیر تغییرات شعاع شریانچه های آوران و وایبران روی فشار و میزان پالایش مویرگ های کلافی.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 9 و سپس Activity 1 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. در هر کلیه انسان سالم تقریباً چند نفرون وجود دارد؟

10^2 (a) 10^3 (b) 10^6 (c) 10^9 (d)

2. کدام یک از گزینه های زیر، ترتیب صحیح ساختارهای آناتومیکی کلیه را به همان ترتیبی که خون یا مایع فیلتره شده در آن ها جریان می یابد، نشان می دهد.

(a) شریانچه وایبران، مویرگ کلافی، شریانچه آوران
(b) شریانچه آوران، مویرگ کلافی، شریانچه وایبران
(c) شریانچه آوران، کپسول بومن، شریانچه وایبران
(d) شریانچه آوران، مویرگ کلافی، کپسول بومن

3. کپسول بومن به ابتدای متصل می شود.

(a) قوس هنله (b) لوله پیچیده نزدیک (c) لوله پیچیده دور (d) مجرای جمع کننده

4. واحد عملکردی کلیه چه نام دارد؟

(a) گلومرول (b) کپسول کلیوی (c) نفرون (d) لوله کلیوی

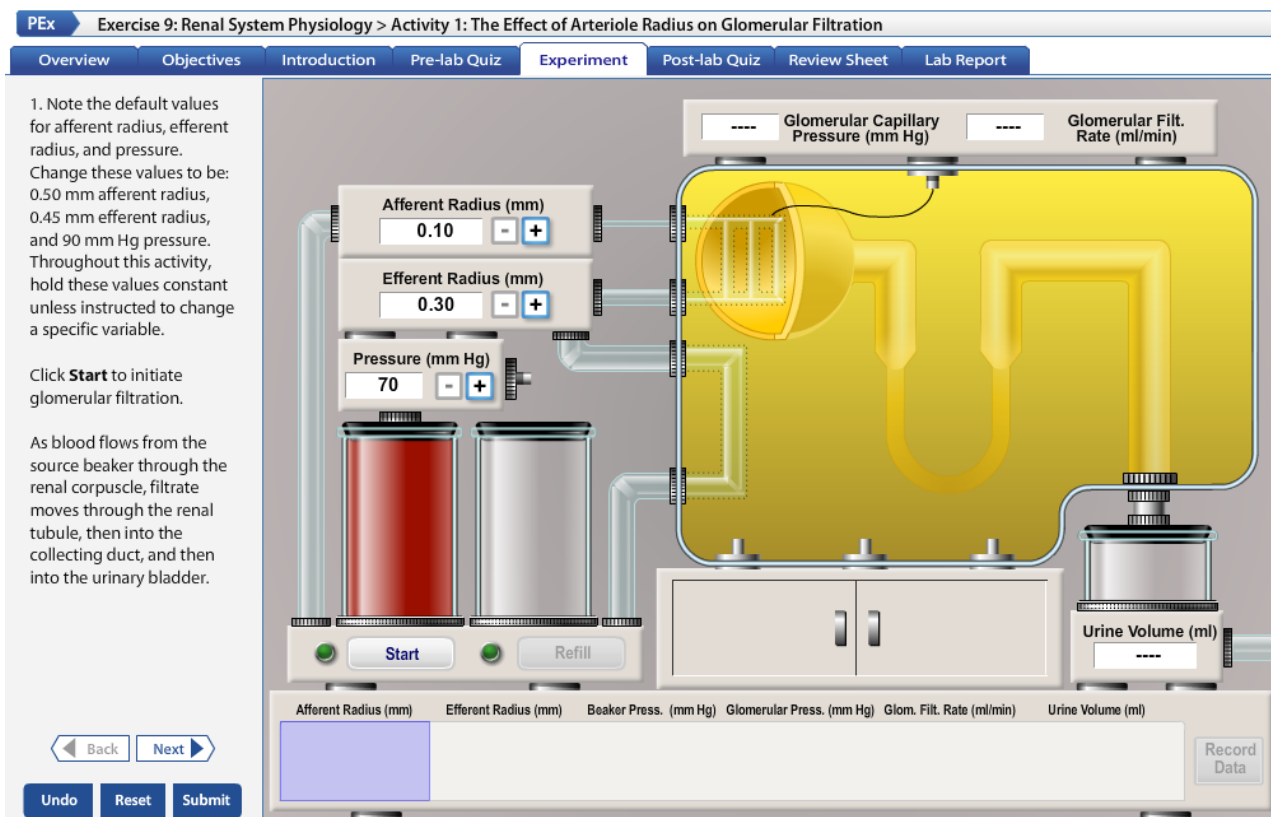
5. در طی فرایند بازجذب کلیوی، مایع و مواد محلول حرکت می کنند.

(a) از لوله کلیوی به داخل مجرای جمع کننده
(b) از لوله کلیوی به داخل مویرگ های دور لوله ای
(c) از مویرگ های دور لوله ای به داخل کپسول بومن
(d) از لوله کلیوی به داخل مویرگ های کلافی

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 4-7 صفحه ای باز می شود.

1. به مقادیر پیش فرض برای شعاع شریانچه های آوران و وابران و فشار توجه کنید. این مقادیر را به صورت ذیل تغییر دهید. شعاع شریانچه های آوران و وابران به ترتیب 0/5 و 0/45 میلی متر و فشار 90 میلی متر جیوه. در طول فعالیت، این مقادیر را ثابت نگه دارید مگر اینکه دستور تغییر داده شود. روی Start کلیک کنید تا پالایش شروع شود. هنگامی که خون از منبع به کپسول کلیوی جریان می یابد، فیلترای گلومرولی از میان لوله کلیوی و سپس مجرای جمع کننده عبور کرده و به داخل مثانه می ریزد.



شکل 4-7. صفحه کار در آزمایش اثر شعاع شریانچه روی پالایش گلومرولی

2. فشار هیدروستاتیک مویرگ کلافی که باعث پالایش می شود، در بالای نفرون نمایش داده می شود. همچنین، میزان مایع جریان یافته از مویرگ های کلافی به داخل کپسول بومن (GFR) در بالای نفرون نمایش داده می شود. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در کادر پایین ثبت شود.

3. روی Refill کلیک کنید تا منبع مجدداً از خون پر شده و نفرون برای مرحله بعد آماده شود.

سؤال پیش بینی 1:

- اگر شعاع شریانچه آوران کاهش یابد میزان فشار و پالایش کلافی چه تغییری می کند؟
 - (a) هر دو افزایش می یابد.
 - (b) هر دو کاهش می یابد.
 - (c) فشار کاهش و میزان پالایش افزایش می یابد.
 - (d) فشار افزایش و میزان پالایش کاهش می یابد.

4. شعاع شریانچه آوران را با کلیک روی علامت (-) به 0/45 کاهش دهید و Start را بزنید.

5-6. مراحل 2 و 3 را تکرار کنید.

7. در طی دو مرحله، شعاع شریانچه آوران را به ترتیب به $0/4$ و $0/35$ برسانید و مراحل فوق را تکرار کنید.

سؤال پیش بینی 2:

- افزایش شعاع شریانچه آوران چه اثری روی میزان فشار و پالایش کلافی دارد؟
(a) هر دو افزایش می یابد.
(b) هر دو کاهش می یابد.
(c) فشار کاهش و میزان پالایش افزایش می یابد.
(d) فشار افزایش و میزان پالایش کاهش می یابد.
- 8-13. شعاع شریانچه آوران را طی دو مرحله به $0/55$ و $0/6$ برسانید و با زدن Start مراحل قبل را تکرار کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- مصرف کافئین موجب افزایش تشکیل ادرار می شود، با توجه به نتایج این آزمایش، پیشنهاد شما چیست؟
(a) کافئین شریانچه آوران را تنگ می کند.
(b) کافئین فشار خون را کاهش می دهد.
(c) کافئین مثانه را تنگ می کند.
(d) کافئین شریانچه آوران را گشاد می کند.

سؤال پیش بینی 3:

- کاهش شعاع شریانچه و ابران چه اثری روی میزان فشار و میزان پالایش کلافی دارد؟
(a) هر دو افزایش می یابند.
(b) هر دو کاهش می یابند.
(c) فشار کاهش و پالایش افزایش می یابد.
(d) فشار افزایش و پالایش کاهش می یابد.
- 14-16. با کلیک روی علامت (-) شعاع شریانچه آوران را به $0/5$ برسانید و مطابق دستورات قبلی آزمایش را تکرار کنید.
17. اکنون شما می توانید اثر کاهش شعاع شریانچه و ابران را مشاهده کنید. با کلیک روی علامت (-) شعاع شریانچه و ابران را به $0/4$ برسانید و مراحل قبل را تکرار کنید. شعاع شریانچه و ابران را مجدداً طی دو مرحله به $0/35$ و $0/3$ برسانید و آزمایش را هر بار تکرار کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- هنگامی که در بیابان دچار کم آبی شده اید، کدام یک از گزینه های زیر بیشتر به شما کمک می کند؟
(a) تنگ شدن شریانچه های آوران و وابران.
(b) گشاد شدن شریانچه آوران و تنگ شدن شریانچه وابران.
(c) تنگ شدن شریانچه آوران و گشاد شدن شریانچه وابران.
(d) گشاد شدن شریانچه های آوران و وابران.
- اکنون با کلیک روی Submit نتایج را در Lab-report ثبت کنید و سپس به سؤالات Post-lab پاسخ دهید.

1. اگر شعاع شریانچه آوران افزایش یابد و سایر متغیرها ثابت باشد، میزان GFR:

- (a) افزایش می یابد.
- (b) کاهش می یابد.
- (c) بدون تغییر می ماند.

2. اگر شعاع شریانچه و ابران کاهش یابد و سایر متغیرها ثابت باشد، حجم ادرار وارد شونده به مثانه:
 - (a) افزایش می یابد.
 - (b) کاهش می یابد.
 - (c) بدون تغییر می ماند.
3. اگر شعاع شریانچه و ابران افزایش یابد و سایر متغیرها ثابت باشد، میزان GFR:
 - (a) افزایش می یابد.
 - (b) کاهش می یابد.
 - (c) بدون تغییر می ماند.
4. اگر شعاع شریانچه آوران کاهش یابد و سایر متغیرها ثابت باشد، حجم ادرار وارد شونده به مثانه:
 - (a) افزایش می یابد.
 - (b) کاهش می یابد.
 - (c) بدون تغییر می ماند.

آزمایش 4-7. اثر فشار روی پالایش کلافی

هدف انجام آزمایش: درک چگونگی تأثیر تغییرات فشار مویرگ کلافی و فشار لوله کلیوی روی GFR

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 9 و سپس Activity 2 کلیک کنید. در صفحه ای که باز می شود، با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. کدامیک از نیروهای زیر باعث پالایش می شوند؟
 - (a) فشار خون در مویرگ های دور لوله ای
 - (b) فشار فیلتر در کپسول بومن
 - (c) فشار خون در مویرگ های کلافی
 - (d) فشار فیلتر در لوله کلیوی
2. GFR می تواند به وسیله تغییر کند.
 - (a) تغییر فشار خون در مویرگ های دور لوله ای
 - (b) تغییر مقاومت شریانچه آوران
 - (c) تغییر فشار خون در لوله پیچیده نزدیک
 - (d) پاسخ انحرافی
3. مویرگ های کلافی انسان در طی 24 ساعت می تواند لیتر فیلتر را پالایش کند.
 - (a) 1/8
 - (b) 18
 - (c) 180
 - (d) 1800
4. کدام یک از جملات زیر در باره فیلتر در جسمک کلیوی غلط است؟
 - (a) فیلتر عاری از سلول های خونی است.
 - (b) فیلتر به طور ذاتی بدون پروتئین است.
 - (c) غلظت نمک ها و مولکول های آلی در فیلتر مشابه با خون است.
 - (d) بطور طبیعی، بیش از 40% خون وارده به مویرگ های کلافی پالایش می شود.

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 4-7 صفحه ای باز می شود.

1. به مقادیر پیش فرض برای شعاع شریانچه های آوران و و ابران و فشار توجه کنید. این مقادیر را به صورت ذیل تغییر دهید. شعاع شریانچه های آوران و و ابران به ترتیب 0/5 و 0/45 میلی متر و فشار 90 میلی متر جیوه. در طول فعالیت، این مقادیر را ثابت نگه دارید مگر اینکه دستور تغییر داده شود. روی Start کلیک کنید تا پالایش

شروع شود. هنگامی که خون از منبع به کپسول کلیوی جریان می یابد، فیلترای گلومرولی از میان لوله کلیوی و سپس مجرای جمع کننده عبور کرده و به داخل مثانه می ریزد.

2. فشار هیدروستاتیک مویرگ کلافی که باعث پالایش می شود، در بالای نفرون نمایش داده می شود. همچنین، میزان مایع جریان یافته از مویرگ های کلافی به داخل کپسول بومن (GFR) در بالای نفرون نمایش داده می شود. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در کادر پایین ثبت شود.

3. روی Refill کلیک کنید تا منبع مجدداً از خون پر شده و نفرون برای مرحله بعد آماده شود.

سؤال پیش بینی 1:

- افزایش فشار خون چه اثری روی فشار مویرگ کلافی و GFR دارد؟
(a) هر دو افزایش می یابد. (b) هر دو کاهش می یابد.
(c) فشار کاهش و میزان پالایش افزایش می یابد. (d) فشار افزایش و میزان پالایش کاهش می یابد.
- 4. با کلیک روی علامت (+) فشار را به 80 برسانید و Start را بزنید.
- 5. در پایان Record data را بزنید.
- 6. روی Refill کلیک کنید تا منبع مجدداً از خون پر شده و نفرون برای مرحله بعد آماده شود.
- 7. فشار را طی دو مرحله به 90 و 100 برسانید و هر بار مراحل فوق را تکرار کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- افزایش GFR به دنبال افزایش فشار خون، نشان دهنده چه رابطه ای می باشد؟
(a) فشار و جریان رابطه معکوس دارند.
(b) جریان و مقاومت رابطه مستقیم دارند
(c) فشار و جریان رابطه مستقیم دارند.

سؤال پیش بینی 2:

- بستن دریچه یک طرفه بین مجرای جمع کننده و مثانه چه اثری روی GFR و فشار فیلتر در کپسول بومن دارد؟
(a) هر دو افزایش می یابد. (b) هر دو کاهش می یابد.
(c) فشار کاهش و GFR افزایش می یابد. (d) فشار افزایش و GFR کاهش می یابد.
- 8-10. توجه کنید که دریچه بین مجرای جمع کننده و مثانه باز است. فشار را به 70 برسانید و Start را بزنید و طبق موارد 5 و 6 پیش بروید.
- 11-13. دریچه بین مجرای جمع کننده و مثانه را با کلیک روی آن ببندید و آزمایش را تکرار کنید.
- 14-16. فشار را به 100 برسانید و آزمایش را تکرار کنید.
- 17-18. دریچه بین مجرای جمع کننده و مثانه را با کلیک روی آن باز کنید و آزمایش را تکرار کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● دریچه بسته مشابه با کدام وضعیت پزشکی است؟

- (a) عفونت مجرای ادراری
(b) تومور مسدود کننده لوله کلیوی
(c) دیابت نوع 1
(d) مسمومیت با الکل

اکنون با کلیک روی Submit نتایج را در Lab-report ثبت کنید و سپس به سؤالات Post-lab پاسخ دهید.

1. در انسان، محدوده طبیعی GFR چقدر است؟

- (a) 20 تا 50 میلی لیتر در دقیقه
(b) 80 تا 140 میلی لیتر در دقیقه
(c) 100 تا 200 میلی لیتر در دقیقه
(d) 125 تا 175 میلی لیتر در دقیقه

2. کدام یک از موارد زیر اثر بارزی روی GFR ندارد؟

- (a) فشار خون در مویرگ های کلافی
(b) فشار فیلتر در لوله کلیوی
(c) باز بودن مجرای جمع کننده
(d) طول لوله کلیوی

3. در غیاب همه مکانیسم های تنظیمی، افزایش فشار خون چه اثری روی GFR دارد.

- (a) افزایش می یابد.
(b) کاهش می یابد.
(c) بدون تغییر می ماند.

4. خونریزی وسیع چه اثری روی GFR دارد؟

- (a) GFR افزایش می یابد.
(b) GFR کاهش می یابد.
(c) GFR بدون تغییر می ماند.

آزمایش 5-7. پاسخ کلیوی به تغییر فشار خون

هدف انجام آزمایش: فهمیدن این نکته که هنگام تغییر فشار خون کدام مکانیسم مؤثرتر است: تغییر شعاع شریانچه آوران یا وبران.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 9 و سپس Activity 3 کلیک کنید. در صفحه ای که باز می شود، با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. در صورتی که همه متغیرهای دیگر ثابت باشد، تغییر شعاع شریانچه آوران چه اثری روی GFR دارد؟

- (a) افزایش شعاع، GFR را کاهش می دهد.
(b) کاهش شعاع، GFR را افزایش می دهد.
(c) افزایش شعاع، GFR را افزایش می دهد.
(d) کاهش شعاع، GFR را کاهش می دهد.

2. در صورتی که همه متغیرهای دیگر ثابت باشد، تغییر شعاع شریانچه وبران چه اثری روی GFR دارد؟

- (a) افزایش شعاع، GFR را کاهش می دهد.
(b) کاهش شعاع، GFR را افزایش می دهد.
(c) افزایش شعاع، GFR را افزایش می دهد.
(d) کاهش شعاع، GFR را کاهش می دهد.

3. در صورتی که همه متغیرهای دیگر ثابت باشند، فشار خون چه اثری روی GFR دارد؟

- (a) افزایش فشار، GFR را کاهش می دهد.
(b) افزایش فشار، GFR را افزایش می دهد.

(c) کاهش فشار، GFR را افزایش می دهد. (d) کاهش فشار، GFR را کاهش می دهد.

4. در غیاب سایر فرایندهای کلیوی مثل بازجذب و ترشح، افزایش GFR، حجم ادرار را افزایش می دهد.
(a) درست (b) غلط

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 4-7 صفحه ای باز می شود.

1. به مقادیر پیش فرض برای شعاع شریانچه های آوران و وایران و فشار توجه کنید. این مقادیر را به صورت ذیل تغییر دهید. شعاع شریانچه های آوران و وایران به ترتیب 0/5 و 0/45 میلی متر و فشار 90 میلی متر جیوه. در طول فعالیت، این مقادیر را ثابت نگه دارید مگر اینکه دستور تغییر داده شود. روی Start کلیک کنید تا پالایش شروع شود. هنگامی که خون از منبع به کپسول کلیوی جریان می یابد، فیلترای گلومرولی از میان لوله کلیوی و سپس مجرای جمع کننده عبور کرده و به داخل مثانه می ریزد.

2. فشار هیدروستاتیک مویرگ کلافی که باعث پالایش می شود، در بالای نفرون نمایش داده می شود. همچنین، میزان مایع جریان یافته از مویرگ های کلافی به داخل کپسول بومن (GFR) در بالای نفرون نمایش داده می شود. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در کادر پایین ثبت شود.

3. روی Refill کلیک کنید تا منبع مجدداً از خون پر شده و نفرون برای مرحله بعد آماده شود.

4-6. اکنون مشاهده خواهید کرد که در هنگام افت شدید فشار خون، نفرون چگونه عمل می کند تا GFR را نسبتاً ثابت نگه دارد. فشار خون را به 70 برسانید و آزمایش را تکرار کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● اگر فشار خون افت کند، چه تغییراتی در نفرون به کلیه ها اجازه می دهد تا GFR طبیعی را حفظ کنند؟

- | | |
|----------------------------|-----------------------------|
| (a) گشاد شدن شریانچه آوران | (b) گشاد شدن شریانچه وایران |
| (b) تنگ شدن شریانچه آوران | (d) تنگ شدن شریانچه وایران |

7-9. شعاع شریانچه آوران را به 60 برسانید و آزمایش را تکرار کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● با مقایسه GFR و فشار مویرگ کلافی در دو حالت فوق بگویید افزایش شعاع شریانچه آوران در جبران فشار خون پایین چقدر مؤثر بود؟

- (a) گشاد شدن شریانچه آوران، کاهش GFR و فشار مویرگ کلافی را اصلاح نکرد.
- (b) گشاد شدن شریانچه آوران، کاهش GFR و فشار مویرگ کلافی را کمی اصلاح کرد.
- (c) گشاد شدن شریانچه آوران، GFR و فشار مویرگ کلافی را به مقادیر تقریباً طبیعی بازگرداند.
- (d) گشاد شدن شریانچه آوران، GFR و فشار مویرگ کلافی را به بالای مقادیر طبیعی افزایش داد.

10-12. شعاع شریانچه آوران را به 0/5 بازگردانید و شعاع شریانچه وایران را به 0/35 برسانید و آزمایش را تکرار کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- با مقایسه GFR و فشار مویرگ کلافی در حالت فوق با حالت پایه بگویید کاهش شعاع شریانچه وایران در جبران فشار خون پایین چقدر مؤثر بود؟
 - (a) تنگ شدن شریانچه وایران، کاهش GFR و فشار مویرگ کلافی را اصلاح نکرد.
 - (b) تنگ شدن شریانچه وایران، کاهش GFR و فشار مویرگ کلافی را کمی اصلاح کرد.
 - (c) تنگ شدن شریانچه وایران، GFR و فشار مویرگ کلافی را به مقادیر تقریباً طبیعی بازگرداند.
 - (d) تنگ شدن شریانچه وایران، GFR و فشار مویرگ کلافی را به بالای مقادیر طبیعی افزایش داد.

سؤال پیش بینی:

- در صورتی که همزمان با افت فشار، شعاع هر دو شریانچه آوران و وایران تغییر کند، چه اثری روی فشار مویرگ کلافی و GFR دارد.
 - (a) فشار و GFR فقط به مقادیر اندازه گیری شده در هنگام گشادی شریانچه آوران افزایش می یابند.
 - (b) فشار و GFR به بالای مقادیر پایه می رسند.
 - (c) فشار و GFR فقط به مقادیر اندازه گیری شده در هنگام تنگی شریانچه وایران افزایش می یابند.
- 13-14- بعد از افزایش شعاع شریانچه آوران به 0/6 و حفظ شعاع شریانچه وایران در 0/35، آزمایش را تکرار کنید.
- اکنون با کلیک روی Submit نتایج را در Lab-report ثبت کنید و سپس به سؤالات Post-lab پاسخ دهید.

1. در صورتی که سایر متغیرها ثابت بماند، هنگامی که فشار خون کاهش می یابد، GFR:
 - (a) افزایش می یابد. (b) تقریباً ثابت باقی می ماند. (c) کاهش می یابد.
2. اگر در پاسخ به افزایش فشار خون، شعاع شریانچه آوران کاهش یابد، GFR:
 - (a) افزایش می یابد. (b) تقریباً ثابت باقی می ماند. (c) کاهش می یابد.
3. در صورتی که سایر متغیرها ثابت بماند، هنگامی که شعاع شریانچه وایران کاهش می یابد، GFR:
 - (a) افزایش می یابد. (b) تقریباً ثابت باقی می ماند. (c) کاهش می یابد.
4. در صورتی که فشار خون ثابت نگه داشته شود، کدام یک از حالات زیر، GFR را به بالای مقادیر پایه می رساند؟
 - (a) تنگی شریانچه آوران و گشادی شریانچه وایران
 - (b) گشادی شریانچه آوران و تنگی شریانچه وایران
 - (c) تنگی هر دو شریانچه
 - (d) گشادی هر دو شریانچه

بررسی تعادل اسید و باز با استفاده از نرم افزار Physio Ex

آزمایش 6-7. هیپرونتیلیسیون

هدف انجام آزمایش: معرفی هومئوستاز pH در بدن، درک محدوده طبیعی pH و PCO₂، تشخیص آلکالوز تنفسی و علل آن، تفسیر منحنی تنفسی در حالت هیپرونتیلیاسیون و مقایسه آن با منحنی تنفسی طبیعی.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و در روی Exercise 10 و سپس Activity 1 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. سریع ترین مکانیسم جبرانی برای حفظ هومئوستاز pH در بدن انسان چیست؟

- (a) دستگاه کلیوی
(b) دستگاه تنفسی
(c) دستگاه بافرهای شیمیایی
(d) دستگاه غدد درون ریز

2. افزایش غلظت یون هیدروژن سبب می شود.

- (a) افزایش pH
(b) افزایش بافری
(c) افزایش خاصیت قلیایی
(d) کاهش pH

3. میزان دی اکسید کربن در خون بر حسب اندازه گیری می شود.

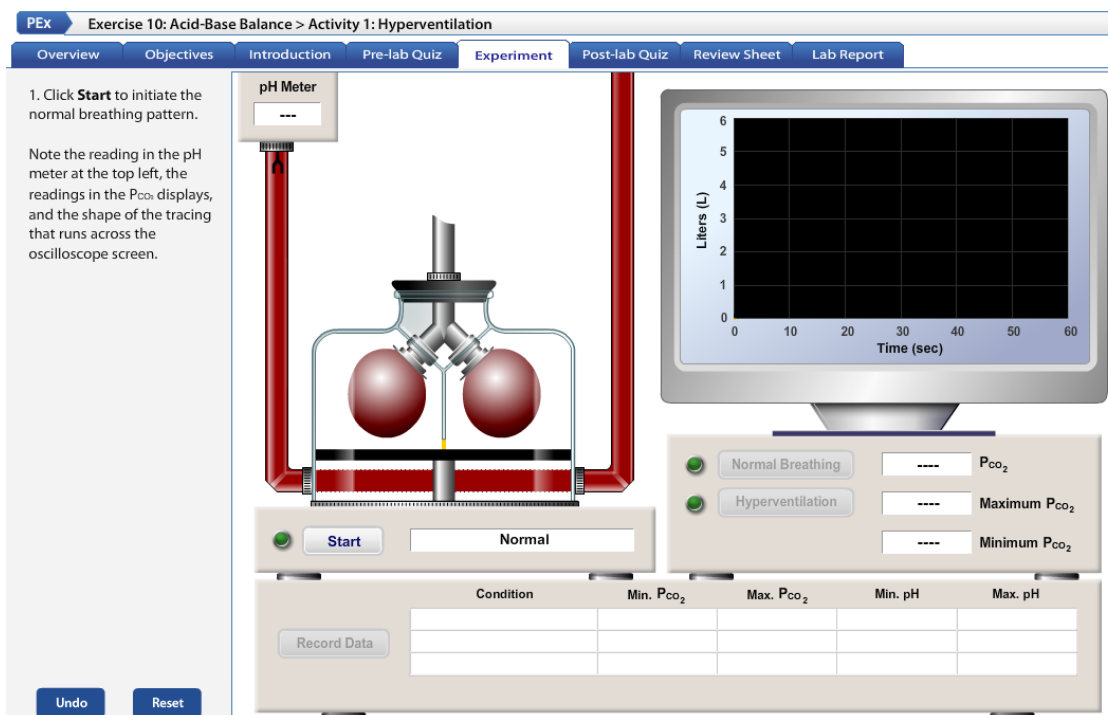
- (a) واحدهای pH
(b) میلی متر جیوه
(c) میلی لیتر
(d) نانومول

4. واکنش آب و دی اکسید کربن بوسیله تسریع می شود.

- (a) آنیدراز کربنیک
(b) اسید کربنیک
(c) یون بیکربنات
(d) یک بافر

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 5-7 صفحه ای باز می

شود.



شکل 5-7. صفحه کار در آزمایش هیپرونتیلیاسیون

1. روی Start کلیک کنید تا الگوی تنفس طبیعی شروع شود. به میزان pH که در سمت بالا و چپ نشان

داده شده و نیز به میزان دی اکسید کربن در زیر اسیلوسکوپ و شکل نمودار در صفحه اسیلوسکوپ توجه کنید.

2. Record data را بزنیید تا نتایج ثبت شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- آیا pH و فشار CO₂ در محدوده طبیعی است؟
(a) pH طبیعی است ولی فشار CO₂ نه.
(b) pH طبیعی نیست اما فشار CO₂ طبیعی است.
(c) هر دو در محدوده طبیعی هستند.

سؤال پیش بینی:

- به نظر شما با هیپرونتیلیسیون چه اتفاقی برای pH و فشار CO₂ می افتد؟
(a) هر دو افزایش می یابند.
(b) pH کاهش و فشار CO₂ افزایش می یابد.
(c) pH افزایش و فشار CO₂ کاهش می یابد.
(d) هر دو افزایش می یابند.
3. با زدن Start شروع به تنفس نرمال کنید و بعد از 10 ثانیه Hyperventilation را بزنیید.
4. Record data را بزنیید تا نتایج ثبت شود.
5. با زدن Start شروع به تنفس نرمال کنید و بعد از 10 ثانیه Hyperventilation را بزنیید، مجدداً پس از 10 ثانیه Normal breathing را بزنیید.
6. Record data را بزنیید تا نتایج ثبت شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- اثر بازگشت به تنفس طبیعی بعد از هیپرونتیلیسیون چیست؟
(a) ارتفاع منحنی در طی هیپرونتیلیسیون دوم افزایش نمی یابد.
(b) تنفس موقتاً قطع می شود تا غلظت CO₂ حفظ شود.
(c) حداقل فشار CO₂ بیشتر کاهش می یابد.
(d) حداقل pH بیشتر افزایش می یابد.
- با کلیک روی Submit، نتایج را در Lab report ثبت کنید و سپس به Post-lab quiz پاسخ دهید.

1. هیپرونتیلیسیون منجر به می شود.
(a) اسیدوز تنفسی (b) آلكالوز تنفسی (c) اسیدوز کلیوی (d) آلكالوز کلیوی
2. با هیپرونتیلیسیون، بالاتر بودن قله منحنی نشانه است.
(a) حجم هوای بیشتر (b) نگه داشتن تنفس
(c) آسم (d) افزایش CO₂ در خون
3. کدامیک از موارد زیر، علت بالقوه آلكالوز تنفسی نیست؟
(a) هیپرونتیلیسیون به علت وحشت زدگی (b) رفتن به ارتفاعات بلند

(c) هیپرونتیلیاسیون به دلیل اضطراب (d) آمفیزم

4. کلیه ها می توانند آلکالوز تنفسی را بوسیله جبران نمایند.

- (a) ترشح یون های هیدروژن و بیکربنات (b) حفظ یون هیدروژن و ترشح بیکربنات
(c) حفظ یون های هیدروژن و بیکربنات (d) ترشح اسید کربنیک

آزمایش 7-7. تنفس مجدد

هدف انجام آزمایش: درک اینکه چگونه تنفس مجدد می تواند هیپوونتیلیاسیون را تحریک کند. مشاهده نتایج اسیدوز تنفسی. توضیح علل اسیدوز تنفسی

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 10 و سپس Activity 2 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. در موارد اسیدوز، pH خون است

- (a) اسیدی (b) بزرگتر از 7/35 (c) کمتر از 7/35 (d) کمتر از 7/45

2. دی اکسید کربن و آب را تشکیل می دهند.

- (a) اسید کربنیک که یک اسید ضعیف است (b) اسید کربنیک که یک اسید قوی است
(c) اسید کربنیک که یک باز ضعیف است (d) اسید کربنیک که یک باز قوی است

3. کدامیک از موارد زیر در مورد اسیدوز تنفسی درست است؟

- (a) علت آن هیپرونتیلیاسیون است. (b) pH خون بالای 7/45 است.
(c) مقدار CO₂ در خون بیشتر از حد طبیعی است. (d) معمولاً به علت رفتن به ارتفاعات ایجاد می شود.

4. تنفس مجدد،

- (a) هیپرونتیلیاسیون را تحریک می کند. (b) تنفس کردن درون یک کیسه کاغذی نمونه ای از آن است.
(c) سبب تجمع اکسیژن می شود. (d) منجر به آلکالوز تنفسی می شود.

روش انجام آزمایش

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 5-7 صفحه ای باز می شود.

1. روی Start کلیک کنید تا الگوی تنفس طبیعی شروع شود. به میزان pH که در سمت بالا و چپ نشان داده شده و نیز به میزان دی اکسید کربن در زیر اسیلوسکوپ و شکل نمودار در صفحه اسیلوسکوپ توجه کنید.
2. Record data را بزنید تا نتایج ثبت شود.

سؤال پیش بینی:

● به نظر شما، در طی تنفس مجدد چه اتفاقی برای pH و فشار CO₂ می افتد؟

- (a) هر دو کاهش می یابد
(b) pH کاهش و فشار CO₂ افزایش می یابد.
(c) pH افزایش و فشار CO₂ کاهش می یابد.
(d) هر دو افزایش می یابند.
3. با زدن Start شروع به تنفس نرمال کنید و بعد از 10 ثانیه Rebreathing را بزنید.
4. Record data را بزنید تا نتایج ثبت شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- کدامیک از موارد زیر می تواند سبب اسیدوز تنفسی شود؟
(a) هیپرونتیلیاسون (b) صعود به ارتفاعات (c) انسداد مجاری هوایی (d) وحشت زدگی
- با کلیک روی Submit، نتایج را در Lab report ثبت کنید و سپس به Post-lab quiz پاسخ دهید.

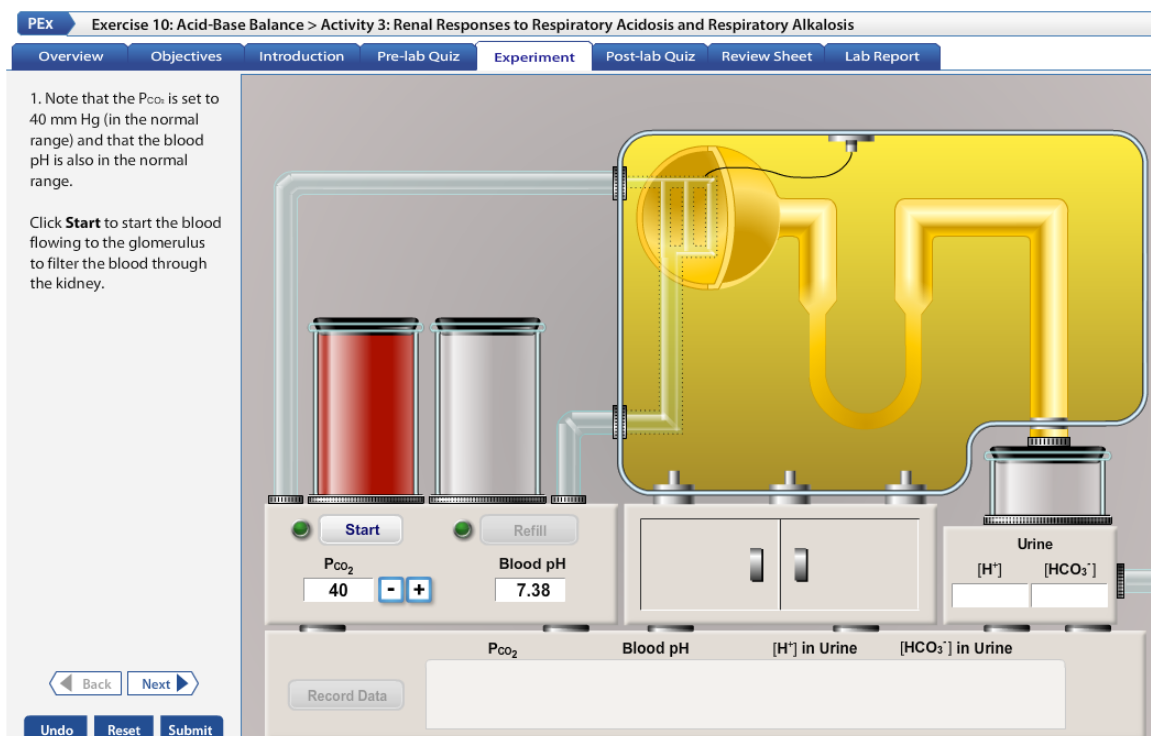
آزمایش 7-8. پاسخ های کلیوی به اسیدوز و آلکالوز تنفسی

اهداف انجام آزمایش: درک مکانیسم هاس جبران کلیوی برای اسیدوز و آلکالوز تنفسی - شناخت واحد عملکردی کلیه ها که به تعادل اسید و باز پاسخ می دهند - مشاهده تغییر غلظت یون ها که به دنبال جبران کلیوی اتفاق می افتد.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 10 و سپس Activity 3 کلیک کنید.
با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطروحه پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

- سیستم کلیوی، را جبران می کند.
(a) سیستم بافرینگ شیمیایی (b) اسیدوز تنفسی
(c) آلکالوز تنفسی (d) هر دو اسیدوز و آلکالوز تنفسی
- آلکالوز تنفسی بوسیله مشخص می شود.
(a) PH بیشتر از 7/45 و فشار CO₂ کمتر از 35 میلی متر جیوه
(b) pH بیشتر از 7/45 و فشار CO₂ بیشتر از 35 میلی متر جیوه
(c) pH کمتر از 7/35 و فشار CO₂ بیشتر از 45 میلی متر جیوه
(d) pH کمتر از 7/35 و فشار CO₂ کمتر از 45 میلی متر جیوه
- اسیدوز تنفسی بوسیله مشخص می شود.
(a) pH بیشتر از 7/45 و فشار CO₂ کمتر از 35 میلی متر جیوه
(b) pH بیشتر از 7/45 و فشار CO₂ بیشتر از 35 میلی متر جیوه
(c) pH کمتر از 7/35 و فشار CO₂ بیشتر از 45 میلی متر جیوه
(d) pH کمتر از 7/35 و فشار CO₂ کمتر از 45 میلی متر جیوه
- واحد عملکردی کلیه است.
(a) نرون (b) نفرون (c) گلومرول (d) مثانه

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 6-7 صفحه ای باز می شود.



شکل 6-7. صفحه کار در آزمایش پاسخ های کلیوی به اسیدوز و آلکالوز تنفسی

1. توجه کنید که فشار CO_2 روی 40 تنظیم گردیده و pH نیز در محدوده طبیعی است. روی Start کلیک کنید تا خون به داخل گلومرول جریان یافته و از طریق کلیه ها پالایش شود.
2. به غلظت یون های هیدروژن و بیکربنات در ادرار توجه کنید و Record data را بزنید تا نتایج در کادر پایین ثبت شود.

سؤال پیش بینی 1:

- تصور می کنید پایین آوردن فشار CO_2 چه اثری روی pH و غلظت بیکربنات در ادرار دارد.
 - هر دو افزایش می یابند.
 - هر دو کاهش می یابند.
 - هیدروژن افزایش و بیکربنات کاهش می یابد.
 - هیدروژن کاهش و بیکربنات افزایش می یابد.
- 3. روی Refill کلیک کنید تا ظرف مجدداً پر شود.
- 4. با کلیک روی علامت (-) فشار CO_2 را به 30 کاهش دهید. به افزایش متناظر در pH خون توجه کنید. روی Start کلیک کنید تا خون به داخل گلومرول جریان یابد.
- 5. به غلظت هیدروژن و بیکربنات در ادرار توجه کنید و روی Record data کلیک کنید تا نتایج ثبت شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- این وضعیتی که تنظیم کردید با مشابهت دارد.
 - (a) اسیدوز تنفسی ناشی از هیپوونتیلیاسیون
 - (b) آلكالوز تنفسی ناشی از هیپرونتیلیاسیون
 - (c) اسیدوز تنفسی ناشی از هیپرونتیلیاسیون
 - (d) آلكالوز تنفسی ناشی از هیپوونتیلیاسیون
6. روی Refill کلیک کنید تا ظرف مجدداً پر شود.

سؤال پیش بینی 2:

- بالا بردن فشار CO₂ فکر می کنید چه اثری روی غلظت هیدروژن و بیکربنات در ادرار دارد؟
 - (a) هر دو افزایش می یابند.
 - (b) هر دو کاهش می یابند.
 - (c) هیدروژن افزایش و بیکربنات کاهش می یابد.
 - (d) هیدروژن کاهش و بیکربنات افزایش می یابد.
7. با کلیک روی علامت + فشار CO₂ را به 60 بالا ببرید و دکمه Start را بزنید.
8. به غلظت هیدروژن و بیکربنات توجه کنید و روی Record data کلیک کنید تا نتایج ثبت شود.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- آیا سیستم کلوی می تواند اسیدوز یا آلكالوز را بطور کامل جبران نماید"
 - (a) بلی، اما فقط اسیدوز تنفسی را
 - (b) بلی، اما فقط آلكالوز تنفسی را
 - (c) بلی، هر دو آلكالوز و اسیدوز تنفسی را
 - (d) نه اسیدوز و نه آلكالوز تنفسی را
- با کلیک روی Submit، نتایج را در Lab report ثبت کنید و سپس به Post-lab quiz پاسخ دهید.
1. هنگامی که فشار CO₂ را پایین می آورید چه اتفاقی برای pH خون می افتد؟
- (a) بالا می رود. (b) پایین می آید. (c) تغییر نمی کند.
2. در آلكالوز تنفسی جبران نشده
- (a) مقدار CO₂ خون افزایش می یابد. (b) مقدار CO₂ خون کاهش می یابد.
- (c) میزان CO₂ خون طبیعی است. (d) pH خون پایین است.
3. چه نوع تنفسی منجر به اسیدوز می شود؟
- (a) هیپرونتیلیاسیون (b) هیپوونتیلیاسیون (c) تنفس مجدد (d) هیپوونتیلیاسیون و تنفس مجدد
4. با جبران کلوی برای اسیدوز تنفسی، pH ادرار
- (a) افزایش می یابد چون غلظت یون هیدروژن افزایش می یابد.
- (b) کاهش می یابد چون غلظت یون هیدروژن افزایش می یابد.
- (c) افزایش می یابد چون غلظت یون هیدروژن کاهش می یابد.
- (d) کاهش می یابد چون غلظت یون هیدروژن کاهش می یابد.

فصل هشتم

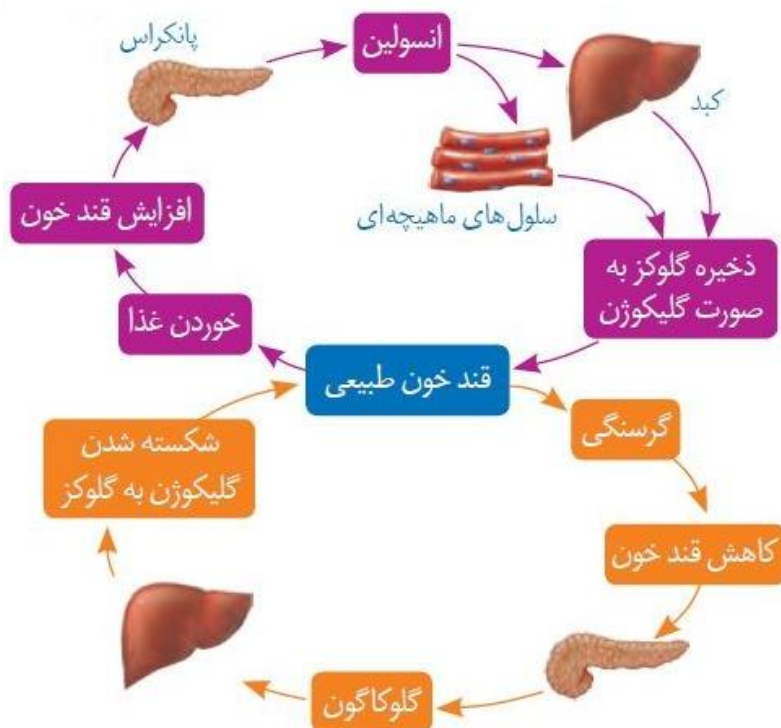
غدد و متابولیسم

آزمایش 1-8. آزمایش تحمل گلوکز (Glucose tolerance test)

بخش درون ریز غده پانکراس عمدتاً دارای یک عملکرد اولیه در تنظیم هومئوستاز گلوکز است. سلول های بتا و آلفا در جزایر لانگرهانس پانکراس قرار دارند و به ترتیب هورمون های انسولین و گلوکاگون را تولید می کنند. عملکرد اولیه انسولین کاهش گلوکز خون است در حالی که گلوکاگون باعث افزایش گلوکز خون می شود. این دو هورمون با هم به حفظ هومئوستاز گلوکز در بدن کمک می کنند.

در شرایط طبیعی، غلظت گلوکز خون در فرد ناشتا در محدوده باریکی بین 80 تا 100 میلی گرم در دسی لیتر تنظیم می شود. هنگامی که گلوکز خون به دنبال صرف یک وعده غذا بالا می رود، میزان ترشح انسولین افزایش می یابد. انسولین، جذب گلوکز را در کبد، بافت عضلانی و بافت چربی افزایش می دهد (شکل 1-8). در حدود دو سوم گلوکز جذب شده از روده، بلافاصله در کبد و عضلات به گلیکوژن تبدیل شده و ذخیره می شود. در طی ساعات بعد که غلظت گلوکز خون کم می شود، ترشح انسولین کاهش و ترشح گلوکاگون افزایش می یابد. گلوکاگون، گلیکوژن کبد را تجزیه و به گلوکز تبدیل می کند. گلوکز حاصل پس از ورود به خون از افت بیشتر در گلوکز خون جلوگیری می کند. در حالت گرسنگی شدید، کبد با تولید گلوکز از مواد غیر قندی (گلوکونئوزن)، غلظت گلوکز خون را در حد ناشتا حفظ می کند.

بنابراین حفظ غلظت گلوکز در محدوده طبیعی اهمیت زیادی دارد زیرا از یک طرف گلوکز منبع انحصاری تغذیه مغز، شبکه و اپی تلیوم زایای غدد جنسی محسوب می شود و از این رو غلظت گلوکز خون نباید از حدی کمتر شود. از طرف دیگر، افزایش غلظت گلوکز عوارضی را به دنبال دارد از جمله گلوکز مقدار زیادی فشار اسمزی در مایع خارج سلولی اعمال می کند که منجر به دهیدراتاسیون سلولی و دفع گلوکز و آب از کلیه ها می گردد. همچنین، افزایش دراز مدت مقدار گلوکز خون، موجب آسیب بسیاری از بافت ها به ویژه رگ های خونی می شود و همین ممکن است به نتایج وخیمی چون حمله قلبی، سکته مغزی، نارسایی کلیوی، کوری و غیره بینجامد.



شکل 1-8. تنظیم فیزیولوژیک قند خون

هدف انجام آزمایش: هدف از انجام این آزمایش اندازه گیری قند خون و درک عملکرد پانکراس و مکانیزم های هموستاتیک در تنظیم قند خون می باشد.

مواد و وسایل لازم: نوشیدنی حاوی قند، پد الکلی، لانس، گلوکومتر، نوار گلوکومتر، تایمر.

نکته: اگر می دانید که دیابت دارید، از آزمایش تحمل گلوکز داوطلبانه خودداری کنید زیرا اینجا یک درمانگاه نیست و سلامت و رفاه شما بسیار مهم تر است.

روش انجام آزمایش

الف) گرفتن نمونه خون و اندازه گیری گلوکز اولیه:

1. یکی از انگشتان دست را با یک پد الکلی به طور کامل پاک و سپس خشک کنید.
2. نوار آزمون را در دستگاه گلوکومتر گذاشته و دستگاه را روشن کنید.
3. به نوک انگشت لانس بزنید.
4. مانند شکل 2-8، انگشت خود را نگه دارید تا قطره کوچکی از خون ظاهر شود و سپس انگشت خود را فشار دهید و قطره خون را با استفاده از نوار آزمون جمع آوری کنید.
5. میزان گلوکز را از روی دستگاه بخوانید و در جدول 1-8 یادداشت نمایید.



شکل 2-8. تهیه نمونه خون از انگشت

ب) آزمایش تحمل گلوکز (Glucose Tolerance Test):

1. بعد از گرفتن نمونه خون اولیه، یک فنجان نوشابه انرژی زا که به وسیله کارشناس آزمایشگاه تهیه شده است را بنوشید (اطمینان حاصل شود که همه این نوشیدنی در یک لحظه نوشیده شود).
2. گرفتن خون و اندازه گیری گلوکز را هر 30 دقیقه یکبار به دنبال نوشیدن گلوکز برای مجموع 3 آزمون در مدت 90 دقیقه تکرار کنید و نتایج را در جدول 1-8 ثبت نمایید.
3. برای آزمون کامل تحمل گلوکز، نمودار گلوکز خون را در زمان های 0، 30، 60 و 90 دقیقه پس از مصرف نوشیدنی گلوکزدار رسم کنید (محور X: زمان، محور Y: سطح گلوکز).

تجربه نشان داده است که سطح گلوکز خون در طی 90 دقیقه پس از مصرف نوشابه انرژی زا به سطح اولیه خود بر می گردد.

جدول 1-8. ثبت نتایج آزمایش تحمل گلوکز						
نام گروه	مقدار اولیه گلوکز خون	مقدار گلوکز خون در 30 دقیقه بعد	مقدار گلوکز خون در 30 دقیقه دوم	مقدار گلوکز خون در 30 دقیقه سوم	مصرف کافئین (با ذکر زمان)	مصرف مواد غذایی (با ذکر زمان)

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

1. نتایج آزمایش تحمل گلوکز در حالت طبیعی چگونه می باشد؟ نسبت انسولین به گلوکاگون در ساعت های مختلف بعد خوردن نوشیدنی نسبت به ساعت قبل از خوردن آن چه تغییری می کند؟
2. خوردن کافئین قبل از انجام آزمایش چگونه می تواند بر نتایج اثر گذار باشد؟
3. خوردن مواد غذایی قبل از انجام آزمایش چگونه می تواند بر نتایج اثر گذار باشد؟

آزمایش 2-8. بررسی اثر کم کاری و پرکاری تیروئید روی عملکرد بدن

غده تیروئید در زیر حنجره و جلوی نای قرار گرفته و یکی از بزرگترین غدد درون ریز بدن است که هورمون های تیروکسین (T4)، تری یدو تیرونین (T3) و کلسی تونین را ترشح می کند. تیروکسین و تری یدو تیرونین در رشد و تکامل بدن بخصوص در تکامل سیستم عصبی در دوران جنینی و کودکی نقش دارند. علاوه بر این، میزان متابولیسم بدن را تنظیم می کنند و در غیاب آن ها عملکرد طبیعی بدن مختل می شود. فعالیت این غده تحت کنترل هیپوتالاموس و هیپوفیز است. کم کاری (هیپوتیروئیدی) و پرکاری تیروئید (هیپرتیروئیدی) از شایع ترین اختلالات آندوکرین در انسان می باشند.

هدف انجام آزمایش: درک نقش هورمون های متابولیک تیروئید در تنظیم عملکرد طبیعی بدن – مشاهده اثرات کم کاری و پرکاری تیروئید روی میزان تغذیه، وزن و دمای بدن موش های صحرایی.

روش انجام آزمایش

دانشجویان به گروه های چند نفری تقسیم شده و به هر گروه دو موش صحرایی داده می شود تا طی یک دوره چهار هفته ای تیمار شوند. برای القای کم کاری تیروئید، داروی متی مازول در آب آشامیدنی حیوانات حل می شود. برای ایجاد علائم پرکاری تیروئید، داروی لووتیروکسین به میزان 0/12 میلی گرم در هر لیتر آب آشامیدنی حیوانات حل می شود. تعدادی موش نیز به عنوان شاهد از آب معمولی استفاده می کنند تا در پایان مطالعه، نتایج همه گروه ها با آن ها مقایسه شود.

پس از یادگیری نحوه کار با حیوانات آزمایشگاهی از جمله طرز گرفتن حیوان، طرز مهار حیوان و طرز تعیین درجه حرارت حیوان از راه مقعد، وزن و درجه حرارت اولیه موش ها اندازه گیری شده و در جدول زیر یادداشت می شود. سپس در پایان هر هفته این اندازه گیری ها تکرار می شود. در پایان هفته چهارم نتایج را با هفته های قبل مقایسه می کنیم.

[illegible]

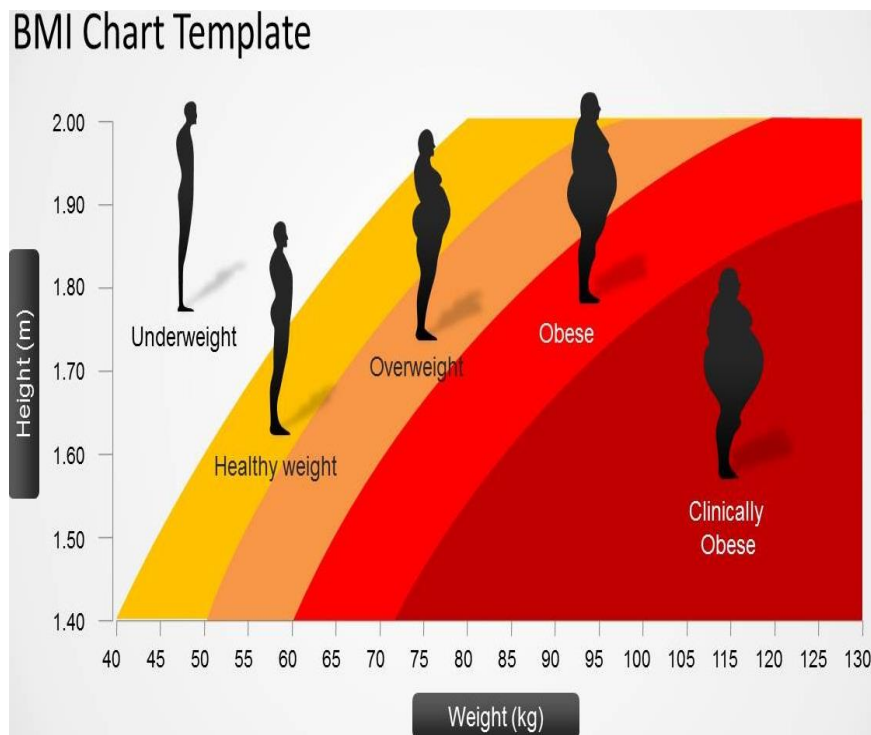
1. لووتیروکسین با چه مکانیسمی باعث بروز علائم پرکاری تیروئید می شود؟ آیا پرکاری واقعی ایجاد می کند؟
2. تغییرات وزن و درجه حرارت بدن هر حیوان در کدام هفته محسوس است؟

این شاخص، معیاری برای سنجش تناسب اندام در افراد بالای 19 سال می باشد. نحوه محاسبه آن بسیار ساده است و در بسیاری از موارد برای مشخص کردن اضافه وزن و کمبود وزن استفاده می شود. BMI بوسیله تقسیم وزن فرد به کیلوگرم بر توان دوم قد² (قد) به متر محاسبه می شود و فرمول محاسبه آن در سیستم متریک چنین است:

هدف انجام آزمایش: هدف از انجام این آزمایش آشنایی دانشجو با چگونگی اندازه گیری شاخص توده ی بدنی می باشد.

روش انجام آزمایش

1. ابتدا دانشجویان به گروه های 3 نفره تقسیم شوند.
2. BMI افراد داخل گروه بر اساس فرمول مطرح شده در دستور کار آزمایشگاه با استفاده از ترازو، اندازه گیری شود.
3. نتایج حاصله را بر اساس شکل و جدول 3-8 بررسی و تجزیه و تحلیل کنید.



شکل 3-8. وضعیت افراد بر اساس BMI

آزمایش 3-8. شاخص نسبی توده چربی

BMI اغلب مورد انتقاد قرار می‌گیرد، زیرا به تفاوت‌های جنسیتی توجه نمی‌کند و بین توده استخوانی، توده عضلانی و چربی‌های اضافی تفاوتی قائل نمی‌شود و همچنین این شاخص برای افرادی که بافت ماهیچه‌ای مستحکم و متراکم دارند (مثل ورزشکاران) با خطا همراه است. بسیاری از متخصصان پزشکی معتقدند با وجود چربی اضافی که اغلب دور شکم ذخیره می‌شود، اندازه‌گیری دور کمر شاخص ارزشمندتری برای تشخیص خطر توسعه مشکلات مربوط به سلامت است.

در سال‌های اخیر، فرمولی به نام شاخص نسبی توده چربی (Relative Fat Mass = RFM) ابداع شده است که اضافه وزن و میزان چربی بدن را دقیق‌تر از BMI محاسبه می‌کند. محققان، فرمول RFM مربوط به 3500 بیمار را با نتایج سنجش تراکم استخوان (DEXA) مقایسه کردند. در نهایت مشخص شد که نتایج به دست آمده بوسیله فرمول RFM مطابقت زیادی با نتایج سنجش تراکم استخوان دارد. اسکن‌های تراکم استخوان به عنوان روشی دقیق برای اندازه‌گیری بافت، استخوان، عضلات و چربی بدن در نظر گرفته می‌شود. این فرمول فقط به یک اندازه‌گیری که توسط "نوارمتر" انجام می‌شود، نیاز دارد. برای محاسبه این شاخص، نسبت قد به دور کمر (برحسب متر) در عدد 20 ضرب می‌شود و سپس نتیجه از یک عدد ثابت کسر می‌شود. این عدد ثابت برای مردان 64 و برای زنان 76 است:

$$\text{دور کمر/قد} \times 20 - 64 = \text{RFM برای مردان}$$

$$\text{دور کمر/قد} \times 20 - 76 = \text{RFM برای زنان}$$

محدوده طبیعی
درصد چربی بدن مشاهده

RFM را در جدول مربوط به
کنید.

جدول 3-8. BMI مناسب برای گروه‌های سنی مختلف	
BMI	سن (سال)
22	24-19
23	25-34
24	35-44
25	45-54
26	55-64
27	65 و بالاتر

تذکر: توجه داشته باشید که این شاخص‌ها برای زنان باردار و افراد زیر ۲۰ سال کاربردی نیست و نتایج حاصله اعتبار لازم را نخواهند داشت.

هدف انجام آزمایش: آشنایی دانشجو با چگونگی اندازه‌گیری شاخص نسبی توده چربی

مواد و وسایل لازم: نوار متر

روش انجام آزمایش

1. ابتدا دانشجویان به گروه‌های 3 نفره تقسیم شوند.

2. RFM افراد داخل گروه بر اساس فرمول مطرح شده در دستور کار آزمایشگاه با استفاده از نوارمتر (دقت شود که برای اندازه‌گیری دور کمر نوار متر در گودی کمر بالای ناف قرار داده شود)، اندازه‌گیری شود.

3. نتایج حاصله توسط هر گروه بر اساس مقادیر مطرح شده در دستور کار آزمایشگاه، بررسی شود.

آزمایش 4-8. درصد چربی بدن

درصد چربی بدن (Body Fat Percentage=BF) یک انسان یا موجودات زنده دیگر، عبارت است از کل جرم بافت چربی بدن که شامل چربی‌های ضروری و چربی‌های ذخیره شده در بدن است. چربی‌های ضروری بدن، برای ادامه حیات و تولید مثل لازم هستند. در زنان با توجه به بارداری و سایر کارکردهای هورمونی، درصد چربی‌های ضروری بیشتر از مردان است. چربی‌های ذخیره شده بدن نیز شامل چربی‌هایی است که در بافت چربی ذخیره شده‌اند. این نوع از چربی‌ها وظیفه حفاظت از اندام‌های داخلی موجود در سینه و شکم را برعهده دارند. بافت چربی بزرگ‌ترین مخزن انرژی در بدن بوده و در معرض تخریب و جایگزینی مداوم قرار دارد و نسبت به تحریکات عصبی و هورمونی حساس است. از درصد چربی بدن می‌توان برای اندازه‌گیری سطح آمادگی جسمانی بدن بهره گرفت. فرمول محاسبه BF در سیستم متریک چنین است:

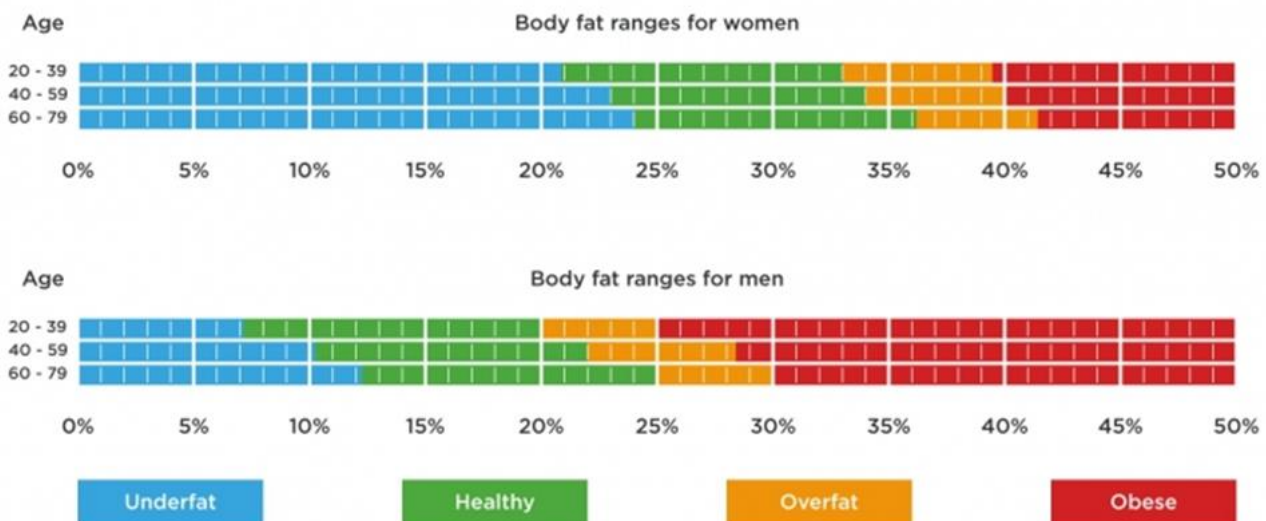
$1/4 + \text{جنسیت} \times 3/6 - \text{BMI} \times 1/5 = \text{درصد چربی بدن در کودکان}$
 $5/4 + \text{جنسیت} \times 0/23 - \text{BMI} \times 1/20 = \text{درصد چربی بدن در بزرگسالان}$
 در این فرمول ها جنسیت مونث = 0، جنسیت مذکر = 1 می باشد.

هدف انجام آزمایش: هدف از انجام این آزمایش آشنایی دانشجویان با چگونگی اندازه گیری درصد چربی بدن است.

مواد و وسایل لازم: متر

روش انجام آزمایش

1. ابتدا دانشجویان به گروه های 3 نفره تقسیم شوند.
2. BF افراد داخل گروه بر اساس فرمول مطرح شده در دستور کار آزمایشگاه با استفاده از متر اندازه گیری شود.
3. نتایج حاصله در هر فرد بر اساس شکل 4-8 بررسی و تجزیه و تحلیل شوند.



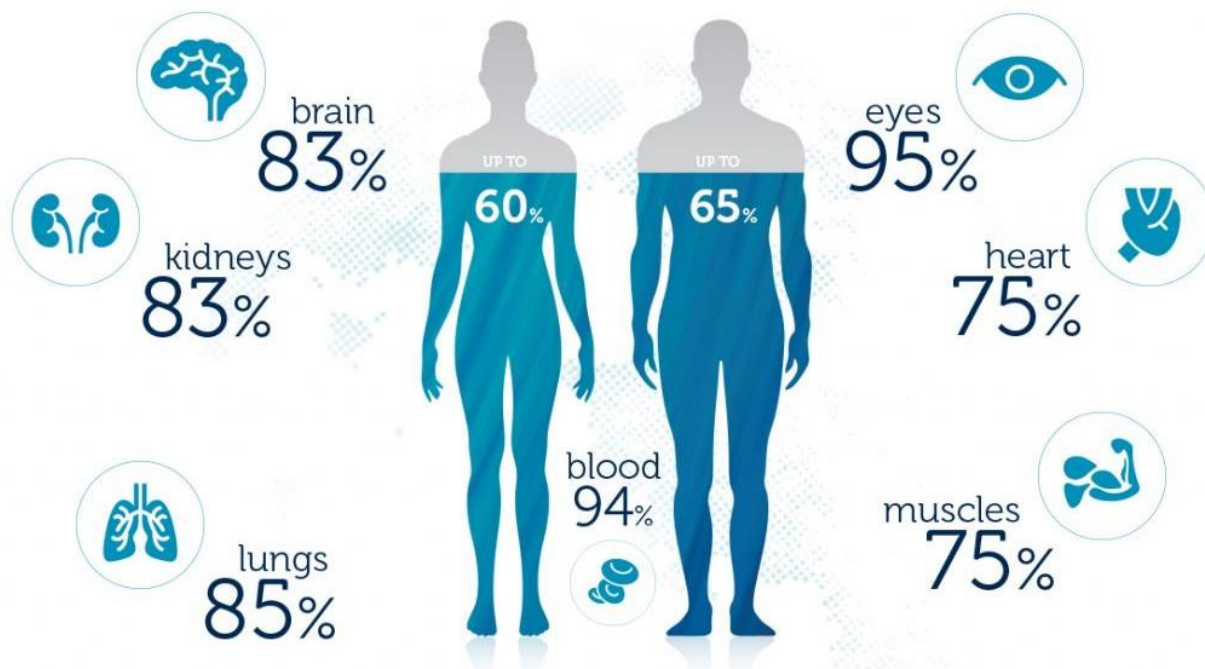
شکل 4-8. محدوده درصد چربی بدن در افراد بزرگسال

آزمایش 5-8. محاسبه درصد آب بدن

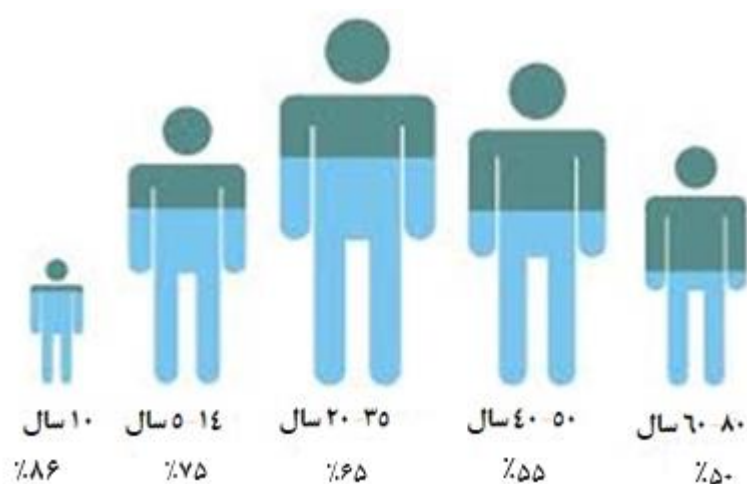
آب بزرگترین جزء تشکیل دهنده بدن محسوب شده و به دو قسمت مایع درون سلولی (ICF) و مایع خارج سلولی (ECF) تقسیم می شود. میزان آب در اندام ها و بافت های مختلف بدن متفاوت است، 80-85 درصد از بافت مغز و کلیه های انسان را آب تشکیل می دهد. در مقابل، دندانها با 10-8 درصد کمترین نسبت آب را دارند (شکل 5-8).

درصد آب در بدن افراد بسته به سن، جنس و درصد چربی متغیر می باشد. این درصد با افزایش سن کاهش می یابد، زیرا اندازه اندام ها، توده عضلانی، چربی، استخوان و سایر بافت ها از نوزادی تا بزرگسالی تغییر می کند. در

بدو تولد، آب تقریباً 86 درصد وزن کل بدن را شامل می شود، این میزان در بالغین به 60 تا 70 درصد کل وزن بدن کاهش یافته و با افزایش سن این میزان به 50 درصد می رسد (شکل 6-8).



شکل 5-8. محتوای آب اندام ها و بافت های بدن



شکل 6-8. درصد آب بدن در گروه های مختلف سنی

به طور کلی، زنان درصد آب بدن کمتری نسبت به مردان دارند. این امر به این دلیل است که زنان نسبت به مردان بافت چربی بیشتری دارند. درصد ایده آل برای زنان بالغ بین 45 تا 60 درصد متغیر خواهد بود، در حالی که درصد ایده آل برای مردان بالغ بین 50 تا 65 درصد کل بدن خواهد بود. در هر دو جنس زن و مرد با افزایش چربی بدن درصد آب در بدن کاهش پیدا می کند (جدول 1) و به طور کلی این درصد در بدن ورزشکاران بیشتر از غیر

$$TBW = C \times \text{وزن}$$

ورزشکاران است. در انسان، میزان کل آب بدن (Total body water=TBW) را به وسیله عواملی مانند وزن بدن یا عوامل مرتبط می توان تخمین زد و فرمول محاسبه آن در سیستم متریک چنین است:

C، ضریب برای درصد محتوای آب بدن می باشد، برای مردهای بزرگسال $C=0.6$ ، برای مرد های مسن و مرد های مبتلا به سوء تغذیه و زن ها $C=0.5$ ، برای زن های مسن و زن های مبتلا به سوء تغذیه $C=0.45$ می باشد.

هدف انجام آزمایش: هدف از انجام این آزمایش آشنایی دانشجو با چگونگی اندازه گیری درصد آب بدن می باشد.

مواد و وسایل لازم: ترازو

روش انجام آزمایش

1. ابتدا دانشجویان به گروه های 3 نفره تقسیم شوند.
2. درصد آب بدن بر اساس فرمول مطرح شده در دستور کار آزمایشگاه با استفاده از ترازو، اندازه گیری شود.
3. نتایج حاصله در هر فرد بر اساس مقادیر مطرح شده در دستور کار آزمایشگاه، بررسی شود.

جدول 4-8. درصد طبیعی آب در محدوده های درصد چربی متفاوت به تفکیک زن و مرد		
محدوده ی مناسب آب بدن (%)	محدوده ی چربی بدن (%)	
63-70	4-14	مرد
57-63	15-21	
55-57	22-24	
37-55	25 به بالا	
58-70	4-20	زن
52-58	21-29	
49-52	30-32	
37-49	33 به بالا	

شبیه سازی آزمایشات آندوکراین با استفاده از نرم افزار physioEX

آزمایش 6-8. متابولیسم و هورمون تیروئید

هدف انجام آزمایش: آشنایی با اصطلاحات میزان متابولیسم پایه (BMR)، هورمون محرک تیروئید (TSH)، تیروکسین، گواتر، هیپوتیروئیدی، هیپرتیروئیدی، فقدان تیروئید و فقدان هیپوفیز - درک چگونگی کنترل رهایش

هورمون بوسیله مکانیسم فیدبک منفی - درک نقش تیروکسین در نگهداری میزان متابولیسم پایه - درک اثر TSH روی میزان متابولیسم پایه - درک نقش هیپوتالاموس در تنظیم ترشح تیروکسین و TSH.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 4 و سپس Activity 1 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطرح شده پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. کدام گزینه در مورد متابولیسم اشتباه است ؟

- (a) آنابولیسم به واکنش های شیمیایی گفته می شود که مولکول های بزرگتر و پیچیده تر می سازند؟
- (b) کاتابولیسم به واکنش های شیمیایی گفته می شود که مولکول های بزرگ و پیچیده را به مولکول های کوچکتر تجزیه می کنند.

(c) انرژی آزاد شده از متابولیسم می تواند به شکل گرما باشد.

(d) تمام انرژی های حاصل از متابولیسم در نهایت در پیوندهای شیمیایی ATP ذخیره می شوند.

2. تیروکسین:

- (a) به عنوان تری یدوتیرونین شناخته می شود.
- (b) از غده تیروتروپین در گردن ترشح می شود.
- (c) مهمترین هورمون برای حفظ سرعت متابولیسم و دمای بدن است.
- (d) به وسیله ترشح T4 از هیپوفیز کنترل می شود.

3. هورمون محرک تیروئید (TSH):

- (a) به وسیله خون به بافت هدفش، هیپوتالاموس حمل می شود.
- (b) در غده هیپوفیز تولید می شود.
- (c) به وسیله هیپوفیز خلفی ترشح می شود.
- (d) تنظیم کننده اولیه ترشح تیروتروپین است.

4. به دنبال تزریق TSH به یک حیوان طبیعی، کدام یک از موارد زیر اتفاق می افتد؟

(a) کاهش میزان ترشح T4

(b) افزایش میزان ترشح TRH

(c) هیپوتیروئیدیسم

(d) ایجاد گواتر

5. هورمون آزاد کننده تیروتروپین (TRH):

- (a) به وسیله هیپوتالاموس ترشح می شود.
- (b) محرک تولید T4 از غده هیپوفیز است.
- (c) به وسیله مقادیر پایین TSH، در غلظت پلاسمایی پایین نگه داشته می شود.
- (d) از غده هیپوفیز تولید می شود.

6. کدام جمله صحیح است؟

(a) TRH از طریق سیستم باب هیپوتالاموس - تیروئید از هیپوتالاموس به غده تیروئید حمل می شود.

(b) هیپوتالاموس به صورت اولیه، هورمون های تروپیک را ترشح میکند که محرک ترشح دیگر هورمون ها هستند.

(c) TRH و CRH هر دو هورمون های تروپیکی می باشند.

(d) وقتی مقادیر پلاسمایی تیروکسین پایین است، هیپوتالاموس TSH را ترشح نموده و غده هیپوفیز را تحریک نموده تا TRH بیشتری ترشح کند.

روش انجام آزمایش

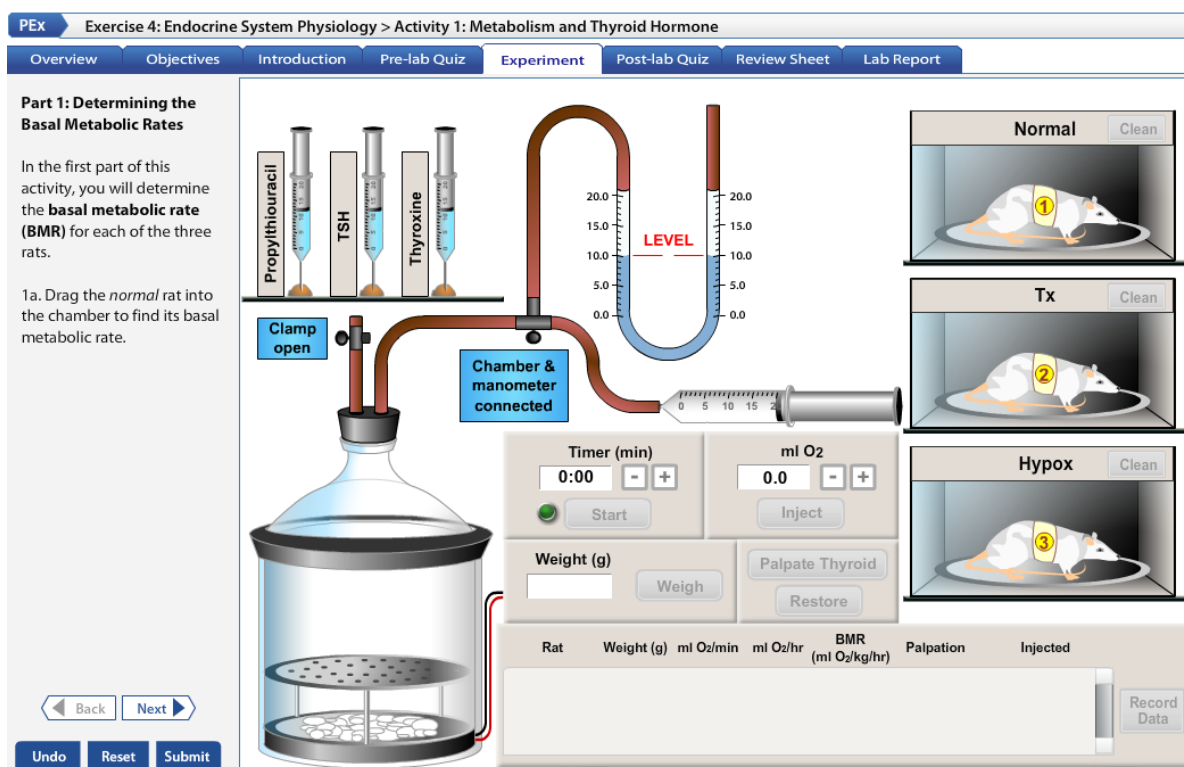
بخش اول: اندازه گیری میزان متابولیسم پایه

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 7-8 صفحه ای باز می شود. در قسمت اول این فعالیت شما میزان متابولیسم پایه (BMR) را برای هر موش اندازه گیری خواهید کرد.

1. موش نرمال را برای پیدا کردن BMR داخل محفظه بکشید.

2. روی Weigh کلیک کنید تا وزن آن را اندازه گیری کند.

3. بر روی گیره که روی لوله سمت چپ (بالای محفظه) قرار دارد کلیک کنید تا بسته شود. این از ورود هر هوای خارجی به داخل محفظه جلوگیری می کند و اطمینان حاصل می شود که موش فقط از اکسیژن داخل محفظه بسته تنفس می کند.



شکل 7-8. صفحه کار در آزمایش متابولیسم و هورمون تیروئید

4. زمان سنج (Timer) روی 1 دقیقه تنظیم شود. روی Start کلیک کنید تا اکسیژن مصرفی حیوان از محفظه بسته طی یک دقیقه اندازه گیری شود. ملاحظه کنید که چه اتفاقی برای سطح آب در مانومتر طی این یک دقیقه اتفاق می افتد.

5. روی رابط T کلیک کنید تا مانومتر و سرنگ به هم متصل شوند.

6. بر روی گیره که روی لوله چپ (بالای محفظه) است کلیک کنید تا باز شود تا موش بتواند از هوای بیرون تنفس می کند.

7. اختلاف سطح بین بازوهای چپ و راست مانومتر را مشاهده کنید و با شمردن اعداد در هر دو بازوی مانومتر، حجم اکسیژن لازم برای یکسان شدن سطح مایع در دو بازو را تخمین بزنید. این حجم برابر با مقدار اکسیژنی است که موش طی یک دقیقه در محفظه ی بسته تنفس کرده است.

8. بر روی دکمه (+) در قسمت ml O₂ کلیک کنید تا حجم تخمینی را انتخاب کنید. سپس روی Inject کلیک کنید و مشاهده کنید که چه اتفاقی در مایع داخل دو بازو می افتد. هنگامی که سطح هر دو بازو مساوی شدند کلمه Level آشکار خواهد شد و روی صفحه نمایش باقی می ماند.

اگر شما حجم کافی اکسیژن را تزریق نکنید کلمه Level آشکار نخواهد شد. روی (+) کلیک کنید تا حجم را افزایش دهید و دوباره روی Inject کلیک کنید.

اگر اکسیژن خیلی زیادی تزریق کنید کلمه Level به صورت چشمک زن ظاهر می شود و سپس ناپدید می شود. روی دکمه (-) کلیک کنید تا حجم کاهش یابد و سپس دوباره روی Inject کلیک کنید.

9. با استفاده از فرمول زیر میزان اکسیژن مصرفی برای این موش را طی یک ساعت محاسبه کنید:

$$\frac{\text{ml O}_2 \text{ consumed}}{1 \text{ minute}} \times \frac{60 \text{ minutes}}{\text{hr}} = \text{ml O}_2/\text{hr}$$

اکسیژن مصرفی در هر ساعت را در کادر زیر وارد کرده و سپس روی Submit کلیک کنید تا نتایج ثبت شوند.

10. اکنون که شما مصرف اکسیژن طی یک ساعت را برای این موش محاسبه کردید، می توانید توسط فرمول زیر میزان متابولیسم در هر کیلوگرم وزن حیوان را محاسبه کنید (برای استفاده از این معادله شما احتیاج دارید تا گرم را به کیلوگرم تبدیل کنید). میزان متابولیسم را در کادر وارد کرده و سپس روی Submit کلیک کنید تا نتایج ثبت شوند.

$$\text{Metabolic rate} = \frac{\text{ml O}_2/\text{hr}}{\text{wt. in kg}} = \text{ml O}_2/\text{kg/hr}$$

11. روی Palpate thyroid کلیک کنید تا به صورت دستی اندازه تیروئید بررسی شود که آیا گواتر وجود دارد. بعد از بازبینی این نتایج روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول پایین ثبت شوند.

موش را به قفس برگردانید و سپس روی Restore کلیک کنید تا دستگاه به حالت اول برگردد.

سؤال پیش بینی 1:

● در مورد میزان متابولیسم پایه بین موش های باقی مانده در مقایسه با موش نرمال که شما میزان متابولیسم پایه آن را اندازه گیری کردید پیش بینی شما چیست؟

(a) BMR در موش فاقد تیروئید همانند موش نرمال است.

(b) BMR در موش دارای کم کاری هیپوفیز بالاتر از موش نرمال است.

(c) BMR در هر دو موش باقیمانده پایین تر از موش نرمال است.

(d) نمی توانید BMR موش های باقیمانده را اندازه بگیرید.

12. موش فاقد تیروئید را برای پیدا کردن BMR داخل محفظه بکشید و مراحل 2 تا 11 آزمایش قبل را

تکرار کنید.

در مرحله بعد موش فاقد هیپوفیز را برای پیدا کردن BMR داخل محفظه بکشید و مراحل قبلی را تکرار

کنید.

به سؤالات زیر جواب دهید:

● با توجه به BMR موش ها، آن ها را به هیپوتیروئید (BMR کمتر از 1600)، طبیعی یا (BMR بین 1650 تا 1750) و هیپرتیروئید (BMR بالای 1800) تقسیم کنید.

1. موش طبیعی است.

(a) هیپوتیروئید (b) یوتیروئید (c) هیپرتیروئید

2. موش فاقد تیروئید است.

(a) هیپوتیروئید (b) یوتیروئید (c) هیپرتیروئید

3. موش فاقد هیپوفیز است.

(a) هیپوتیروئید (b) یوتیروئید (c) هیپرتیروئید

سؤال پیش بینی 2:

● به نظر شما، بعد از تزریق تیروکسین به هر سه موش چه اتفاقی می افتد؟

(a) موش طبیعی هیپرتیروئید شده و گواتر ایجاد می شود.

(b) موش فاقد تیروئید هیپرتیروئید شده و گواتر ایجاد می شود.

(c) موش فاقد هیپوفیز هیپرتیروئید شده و گواتر ایجاد می شود.

(d) موش نرمال هیپرتیروئید شده اما گواتر ایجاد نمی شود.

بخش دوم: تعیین اثر تیروکسین روی میزان متابولیسم

در این قسمت از فعالیت شما باید تأثیر تیروکسین را روی میزان متابولیسم در هر 3 موش بررسی کنید.

1. سرنگ محتوی تیروکسین را بردارید و سمت عقب موش نرمال بگذارید سپس دکمه موس را رها کنید

تا تیروکسین به موش نرمال تزریق شود. (در این آزمایش اثرات فوراً ظاهر می شوند ولی در محیط واقعی آزمایشگاه، شما به طور معمول نیاز به تزریق روزانه تیروکسین برای 1-2 هفته دارید).

2. در این قسمت از فعالیت، موش ها را به ترتیب وارد محفظه کنید و همانند قسمت 1 مراحل را انجام دهید.

3. بعد از پایان کار با هر موش، آن را به قفسش بازگردانید سپس روی دکمه Clean کلیک کنید تا تمام اثرات تیروکسین از موش صحرایی و سرنگ پاک شود.

سؤال پیش بینی 3:

- به نظر شما بعد از تزریق TSH به هر سه موش چه اتفاقی می افتد؟
(a) موش طبیعی، هیپرتیروئید شده و گواتر ایجاد می شود.
(b) موش فاقد تیروئید، هیپرتیروئید شده و گواتر ایجاد می شود.
(c) تزریق TSH روی موش فاقد هیپوفیز اثری ندارد، بنابراین، گواتر ایجاد نمیشود.
(d) موش طبیعی هیپرتیروئید شده و گواتر ایجاد نمی شود.

بخش سوم : تعیین اثر TSH روی میزان متابولیسم

در این قسمت از فعالیت، ما اثرات TSH را روی میزان متابولیسم هر 3 موش صحرایی بررسی می کنیم.

1. سرنگ محتوی TSH را بکشید و سمت عقب موش طبیعی بگذارید سپس دکمه موس را رها کنید تا TSH به موش نرمال تزریق شود. (در این آزمایش اثرات فوراً دیده می شوند ولی در محیط آزمایشگاهی واقعی، به طور معمول نیاز به تزریق روزانه تیروکسین برای 1-2 هفته دارید تا بتوانید اثرات را مشاهده کنید).
2. تمام مراحل آزمایش قبل را تکرار کنید.

3. موش صحرایی را به قفسش بازگردانید سپس روی دکمه ی clean کلیک کنید تا تمام اثرات TSH از موش صحرایی و سرنگ پاک شود.

4. مراحل فوق را روی دو موش دیگر نیز انجام دهید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- بعد از تزریق TSH، در کدام یک از موش ها گواتر ایجاد می شود؟
(a) موش نرمال (b) موش فاقد تیروئید (c) موش های فاقد هیپوفیز (d) هیچکدام

سؤال پیش بینی 4:

- پروپیل تیوراسیل (PTU) دارویی است که تولید تیروکسین را به وسیله ممانعت از اتصال ید به ریشه های تیروزین در سلول های فولیکول غده ی تیروئید مهار می کند (تیروزین های یدینه شده برای ساخت تیروکسین به هم متصل می شوند). به نظر شما بعد از تزریق PTU به هر سه موش چه اتفاقی برای میزان متابولیسم پایه آن ها می افتد؟

- (a) موش طبیعی هیپرتیروئید شده و گواتر ایجاد می شود.
- (b) موش فاقد تیروئید هیپوتیروئید شده و گواتر ایجاد می شود.
- (c) موش فاقد هیپوفیز هیپوتیروئید شده و گواتر ایجاد می شود.
- (d) موش طبیعی هیپوتیروئید شده و گواتر ایجاد می شود.

بخش چهارم: تعیین اثر پروپیل تیوراسیل روی میزان متابولیسم

در این قسمت از فعالیت اثرات تزریق PTU را روی میزان متابولیسم در هر 3 موش صحرایی مورد بررسی قرار می دهید.

1. سرنگ محتوی PTU را بکشید و سمت عقب موش طبیعی بگذارید سپس دکمه موس را رها کنید تا PTU به موش نرمال تزریق شود. (در این آزمایش اثرات فوراً ظاهر می شوند ولی در محیط آزمایشگاهی طبیعی، شما به طور معمول نیاز به تزریق روزانه PTU به موش برای 1-2 هفته دارید تا بتوانید اثرات را مشاهده کنید).
2. در این قسمت از فعالیت بعد از توزین موش صحرایی، مراحل مشابه بخش های قبل را انجام دهید.
3. موش صحرایی را به قفسش بازگردانید سپس روی دکمه ی Clean کلیک کنید تا تمام اثرات PTU از موش صحرایی و سرنگ پاک شود.
4. مراحل فوق را برای موش فاقد تیروئید (tx) تکرار کنید. (نتایج خود را در Chart1 ثبت کنید).
5. مراحل فوق را برای موش فاقد هیپوفیز (Hypox) تکرار کنید (نتایج خود را در Chart1 ثبت کنید).

به سؤال زیر پاسخ دهید:

- در کدامیک از موش ها پس از تزریق PTU، گواتر ایجاد می شود؟
 - (a) موش نرمال
 - (b) موش فاقد تیروئید
 - (c) موش های فاقد هیپوفیز
 - (d) هیچکدام
- اکنون با کلیک روی Submit نتایج را در Lab-report ثبت کنید و سپس به سؤالات Post-lab پاسخ دهید.
1. چگونه یک حیوان فاقد تیروئید را درمان می کنید تا مشابه حیوان سالم عمل کند؟
 - (a) مکمل های TRH حیوانی را فراهم می کنیم.
 - (b) مکمل های TSH حیوانی را فراهم می کنیم.
 - (c) مکمل های T4 حیوانی را فراهم می کنیم.
 - (d) یدین حیوانی و مکمل های تیروزین را فراهم می کنیم.
 2. در موش فاقد هیپوفیز، به دنبال فقدان هورمون چه علائمی را انتظار دارید؟
 - (a) کاهش وزن غیر قابل توضیح
 - (b) بیش فعالی
 - (c) درجه حرارت بالا
 - (d) کاهش میزان متابولیسم پایه
 3. تزریق تیروکسین به موش طبیعی سبب کدام یک از اثرات زیر می شود؟
 - (a) ایجاد گواتر
 - (b) هیپرتیروئیدی
 - (c) ترشح زیاد TSH
 - (d) ترشح زیاد TRH
 4. چرا بعد از تزریق تیروکسین هیچ یک از موش ها دچار گواتر نشدند؟

(a) در همه موارد، میزان TSH افزایش نیافت.

(b) در همه موارد، میزان TRH افزایش یافت.

(c) در همه موارد، پاسخ غده تیروئید به TRH از بین رفت.

(d) در همه موارد، مکانیسم های فیدبک منفی مختل شد.

5. چرا در موش طبیعی بعد از تزریق TSH یک گواتر قابل لمس ایجاد شد؟

(a) گیرنده های TSH در هیپوتالاموس بیش از حد تحریک شدند.

(b) غده تیروئید مقدار بیش از حد T4 ترشح کرد.

(c) گیرنده های TSH در غده تیروئید شدیداً تحریک شدند.

(d) گیرنده های TRH در هیپوتالاموس بیش از حد تحریک شدند.

6. تزریق پروپیل تیوراسیل به موش طبیعی باعث کدامیک از موارد زیر می شود؟

(a) ترشح مقدار زیادی T4

(b) ایجاد گواتر

(d) کاهش ترشح TSH

(c) هیپرتیروئیدی

7. چرا پس از تزریق پروپیل تیوراسیل به موش طبیعی، گواتر قابل لمس ایجاد می شود؟

(a) ترشح TSH بوسیله دارو مهار شد. (b) مقدار بیش از حد T4 بوسیله غده تیروئید ترشح شد.

(c) ترشح TRH بوسیله دارو مختل شد. (d) مکانیسم فیدبک منفی روی TSH کاهش یافت.

آزمایش 7-8. گلوکز پلاسما ، انسولین و دیابت شیرین

هدف انجام آزمایش: درک اصطلاحات انسولین، دیابت شیرین نوع 1، دیابت شیرین نوع 2 و نمودار استاندارد گلوکز

- متوجه می شوید که چگونه سطوح گلوکز پلاسما در حالت ناشتا برای تشخیص دیابت شیرین استفاده می شود -
متوجه میشوید که چگونه گلوکز پلاسما اندازه گیری می شود.

روش انجام آزمایش

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercise 4 و سپس Activity 2 کلیک کنید.

با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به سؤالات مطرح شده پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. کدام جمله غلط است؟

(a) انسولین هورمونی است که از سلول های بتا، در بخش اندوکرین پانکراس ترشح می شود.

(b) انسولین موجب ذخیره گلوکز به شکل گلوکاگون می شود.

(c) انسولین میزان گلوکز خون را کاهش می دهد.

(d) انسولین یک هورمون مترشح به داخل معده است که به هضم نشاسته کمک می کند.

2. کدام جمله صحیح است؟

(a) میزان گلوکز پلاسما به وسیله فعالیت متقابل انسولین و گلوکاگون کنترل می شود.

(b) گلوکز پلاسما می تواند به شکل گلوکاگون در سلول های کبد و عضله ذخیره شود.

(c) گلوکز سوخت اصلی برای متابولیسم سلول های عصبی است.
(d) تمام جملات ذکر شده صحیح می باشند.

3. تشخیص دیابت شیرین نوع I نشان می دهد که:

- (a) فقط سلول های عصبی نوع I به انسولین پاسخ می دهند.
- (b) پانکراس انسولین کافی تولید نمی کند.
- (c) هیچ یک از سلول های بدن به انسولین پاسخ نمی دهند.
- (d) ادرار فرد به طور غیر طبیعی فاقد گلوکز است.

4. تشخیص دیابت شیرین نوع II نشان می دهد که:

- (a) فقط سلول های نوع 2 در بدن به انسولین پاسخ می دهند.
- (b) پانکراس انسولین کافی تولید نمی کند.
- (c) سلول های بدن به انسولین گردش خون پاسخ نمی دهند.
- (d) ادرار فرد مبتلا فاقد گلوکز است.

5. هورمون گلوکاگون:

- (a) به وسیله سلول های بتای پانکراس تولید می شوند.
- (b) مخالف عملکرد انسولین است.
- (c) تشکیل گلوکاگون را پیش می برد.
- (d) به درون معده ترشح می شود تا به هضم نشاسته کمک کند.

پس از پاسخ دهی به سؤالات، گزینه Experiment را انتخاب کنید. مطابق شکل 8-8 صفحه ای باز می شود.

بخش اول: ایجاد نمودار تحمل گلوکز

در این قسمت از فعالیت شما یک نمودار استاندارد گلوکز ایجاد می کنید بطوری که نقاط مرجع بدست می آورید تا در قسمت 2، چگالی نوری را به غلظت گلوکز (بر حسب میلی گرم/دسی لیتر) تبدیل کنید.

برای ایجاد منحنی تحمل گلوکز شما باید پنج لوله آزمایش را که حاوی مقدار معینی از گلوکز می باشد آماده کنید (30، 60، 90، 120 و 150 میلی گرم بر دسی لیتر) و با استفاده از یک اسپکتروفتومتر چگالی نوری را برای این غلظت های گلوکز تعیین کنید.

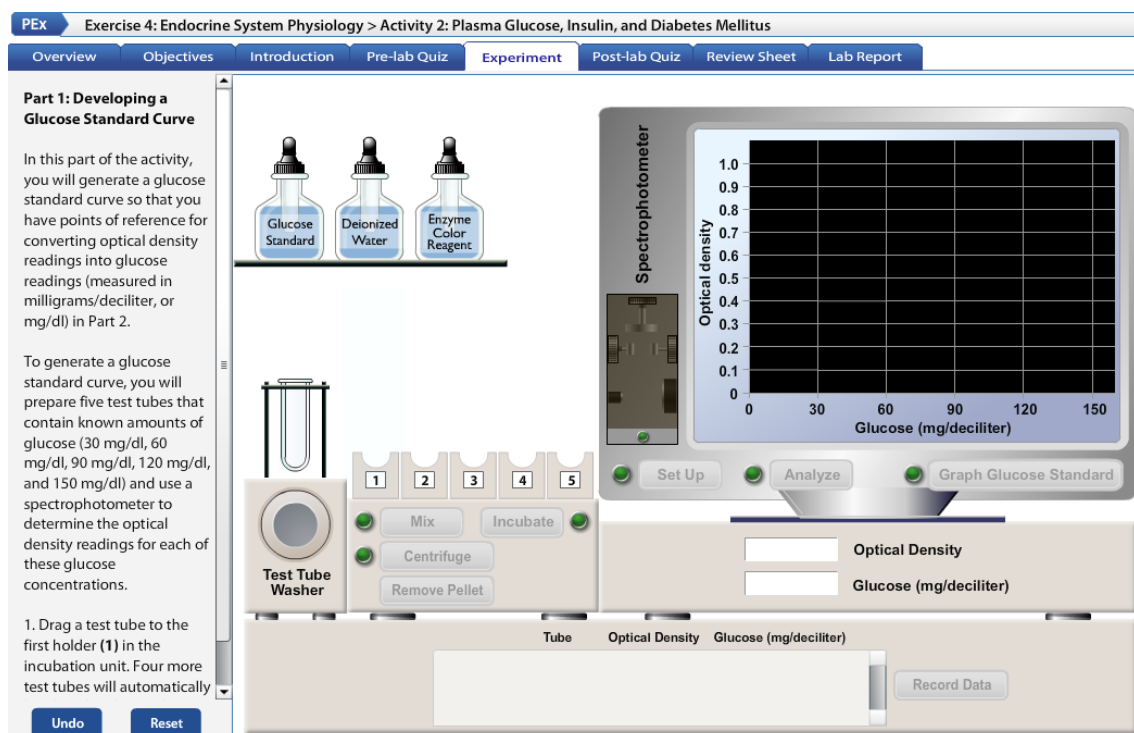
1. یک لوله آزمایش را در اولین نگه دارنده (Holder) در واحد انکوباتور قرار دهید. 4 لوله ی آزمایش دیگر به صورت اتوماتیک در واحدهای دیگر انکوباسیون قرار می گیرند.

2. قطره چکان را از بطری محتوی محلول استاندارد گلوکز به اولین لوله در واحد انکوباسیون ببرید تا یک قطره از محلول استاندارد به داخل لوله آزمایش بریزد. قطره چکان به صورت اتوماتیک حرکت می کند و به لوله های

باقی مانده محلول استاندارد را اضافه می کند. توجه شود که هر لوله یک قطره اضافی از محلول استاندارد را دریافت می کند. (لوله 2، دو قطره؛ لوله 3، سه قطره؛ لوله 4، چهار قطره و لوله 5، پنج قطره دریافت می کنند).

3. قطره چکان را از بطری محتوی آب دیونیزه به اولین لوله در واحد انکوباسیون ببرید تا چهار قطره از آب دیونیزه را به داخل لوله آزمایش بریزد. قطره چکان به صورت اتوماتیک حرکت می کند و به لوله های باقی مانده آب دیونیزه را اضافه می کند. توجه شود که هر لوله به ترتیب یک قطره کمتر آب دیونیزه دریافت می کند. (لوله 2، سه قطره؛ لوله 3، دو قطره؛ لوله 4، یک قطره و لوله 5 هیچ قطره ای دریافت نمی کند).

4. روی Mix کلیک کنید تا محتویات داخل لوله ها با هم مخلوط شوند.



شکل 8-8. صفحه کار در آزمایش گلوکز پلاسما، انسولین و دیابت شیرین

5. روی Centrifuge کلیک کنید تا محتویات داخل لوله ها سانتریفیوژ شوند. بعد از سانتریفیوژ، لوله ها به طور اتوماتیک بالا می آیند.

6. هنگامی که لوله ها دوباره ظاهر می شوند، روی دکمه Remove pellet کلیک کنید تا رسوبات تشکیل شده در طی سانتریفیوژ از لوله های آزمایش خارج شوند.

7. قطره چکان را از بطری محتوی معرف رنگی آنزیم به اولین لوله در واحد انکوباسیون ببرید تا 5 قطره از این معرف را به داخل هر کدام از لوله های آزمایش بریزد.

8. روی Incubate کلیک کنید تا محتویات داخل لوله ها انکوبه شوند. واحد های انکوباسیون محتوی لوله های آزمایش به آرامی تکان می خورند و محتویات داخل لوله ها با هم مخلوط می شوند.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● چرا رنگ لوله ها فرق می کند؟

- (a) حجم لوله ها تفاوت دارد.
- (b) شماره گذاری لوله ها متفاوت است.
- (c) لوله ها دارای مقادیر متفاوت گلوکز هستند.
- (d) معرف ها کاملاً همزمان اضافه نشدند و مدت زمان حضور معرف در لوله، روی رنگ اثر دارد.
9. روی Set up بر روی اسپکتروفتومتر کلیک کنید تا وسیله گرم شود و برای خواندن آماده شود.
10. لوله 1 را به داخل اسپکتروفتومتر بکشید.
11. روی Analyze کلیک کنید تا نمونه ها را آنالیز کند. یک نقطه روی مانیتور ظاهر می شود که چگالی نوری و غلظت گلوکز این نمونه را نشان می دهد. این مقادیر در زیر مانیتور نیز نمایش داده می شود.
12. روی Record data کلیک کنید تا نتایج ثبت شوند. لوله به طور اتوماتیک در داخل Test tube washer قرار می گیرند.
13. اکنون نمونه های باقی مانده را به همین روش آنالیز کنید.
14. روی Graph glucose standard کلیک کنید تا نمودار استاندارد گلوکز ظاهر شود. شما از این نمودار در قسمت 2 استفاده خواهید کرد.

سؤال پیش بینی:

- چگونه مقدار گلوکز پلاسما را در نمونه های بیماران اندازه گیری می کنید؟
- (a) غلظت گلوکز نمونه اندازه گیری می شود و از روی منحنی استاندارد گلوکز، چگالی نوری بدست می آید.
- (b) چگالی نوری نمونه اندازه گیری می شود و غلظت گلوکز از روی منحنی استاندارد آن بدست می آید.
- (c) نمونه خون باید از یک شریان در بازو جمع آوری شود.

بخش دوم: اندازه گیری سطوح گلوکز پلاسما در حالت گرسنگی (FPG)

- در این قسمت از فعالیت، شما با استفاده از نمودار استاندارد گلوکز که در قسمت اول ایجاد کرده اید میزان گلوکز ناشتای پلاسما را در 5 بیمار اندازه گیری می کنید تا وجود دیابت را تشخیص دهید. توجه شود که در این فعالیت دو عدد بطری شناساگر (باریوم هیدروکسید و هپارین) و نمونه های خونی بیماران اضافه شده است. برای انجام تست FPG، بیماران باید حداقل 8 ساعت قبل از گرفتن نمونه های خونی گرسنه باشند.
- در صورتی که مقدار FPG در دو آزمایش بیشتر یا مساوی 126 mg/dl باشد، فرد دارای دیابت می باشد. مقادیر FPG بین 110-126 mg/dl نشان دهنده مرز بین سلامت و بیماری می باشد و بدین معنی است که در جذب گلوکز به واسطه انسولین توسط سلول ها اختلال ایجاد شده است. مقادیر FPG کمتر از 110 mg/dl طبیعی در نظر گرفته می شود.
15. یک لوله آزمایش را به اولین نگه دارنده (Holder) در واحد انکوباسیون منتقل کنید. 4 لوله آزمایش دیگر به صورت اتوماتیک در واحدهای دیگر انکوباسیون قرار می گیرند.

16. کلاهک قطره چکان را از نمونه خونی اولین بیمار بکشید و 3 قطره از نمونه را به اولین لوله در واحد انکوباسیون بچکانید. 3 قطره از هر کدام از نمونه ها به صورت اتوماتیک به لوله های دیگر ریخته می شوند.
17. کلاهک قطره چکان را از بطری محتوی آب دیونیزه بکشید تا 5 قطره آب دیونیزه به درون لوله اول بریزد. به سایر لوله ها به طور اتوماتیک 5 قطره چکانده خواهد شد.
18. باریم هیدروکسید، پروتئین ها و سلول های غشایی را از بین می برد و محلول را شفاف می کند (باعث می شود که خوانش گلوکز واضح باشد). کلاهک قطره چکان را از بطری محتوی محلول باریم هیدروکسید بردارید و 5 قطره محلول باریم هیدروکسید به درون لوله اول بریزد. به سایر لوله ها به طور اتوماتیک 5 قطره اضافه خواهد شد.
19. کلاهک قطره چکان را از بطری محتوی هیپارین بکشید تا 1 قطره هیپارین به درون هر لوله بریزد. هیپارین از لخته شدن خون جلوگیری می کند و باعث می شود که خوانش گلوکز واضح باشد.
20. روی Mix کلیک کنید تا محتویات داخل لوله ها با هم مخلوط شوند.
21. روی Centrifuge کلیک کنید تا محتویات داخل لوله ها سانتریفیوژ شوند. بعد از سانتریفیوژ، لوله ها به طور اتوماتیک بالا می آیند.
22. هنگامی که لوله ها دوباره ظاهر می شوند، روی دکمه Remove pellet کلیک کنید تا رسوبات حاصل از فرآیند سانتریفیوژ از لوله های آزمایش خارج شوند.
23. قطره چکان را از بطری محتوی معرف رنگی آنزیم به اولین لوله در واحد انکوباسیون بکشید تا 5 قطره از این معرف را به داخل هر کدام از لوله های آزمایش بریزد.
24. روی Incubate کلیک کنید تا محتویات داخل لوله ها انکوبه شوند. واحد های انکوباسیون محتوی لوله های آزمایش به آرامی تکان می خورند که در طی انکوباسیون محتویات لوله ها با هم مخلوط شوند.
25. روی Set up بر روی اسپکتروفتومتر کلیک کنید. این وسیله را گرم می کند و برای خواندن آماده می شود.
26. روی Graph glucose standard کلیک کنید تا منحنی استاندارد گلوکز ایجاد شده در قسمت اول، روی مانیتور آشکار شود.
27. لوله 1 را به داخل اسپکتروفتومتر بکشید.
28. روی Analyze کلیک کنید تا نمونه ها را آنالیز کند. یک خط افقی روی مانیتور ظاهر می شود که چگالی نوری نمونه را نشان می دهد. همچنین، چگالی نوری در زیر مانیتور نشان داده می شود.
29. خط کش متحرک (خط قرمز عمودی در سمت راست مانیتور) را به محل تقاطع خط زرد افقی (چگالی نوری نمونه ها) و منحنی استاندارد گلوکز بکشید. ملاحظه شود همان گونه که خط را تغییر می دهید غلظت گلوکز در زیر مانیتور تغییر می کند. جایی که خطوط همدیگر را قطع می کنند، نشان دهنده غلظت گلوکز پلاسما در حالت گرسنگی برای این بیمار می باشد. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول ثبت شوند. لوله به صورت اتوماتیک در Tube washer قرار می گیرد و مانیتور پاک می شود (به جزء نمودار استاندارد گلوکز).

30. اکنون شما باید نمونه های داخل تیوپ های باقی مانده را به همین صورت آنالیز کنید.

اکنون با کلیک روی Submit نتایج را در Lab-report ثبت کنید و سپس به سؤالات Post-lab پاسخ دهید.

1. FPG متوالی در یک بیمار مرد 115، 110 و 122 میلی گرم بر دسی لیتر خوانده شده است، سرویس مراقبت بهداشتی به فرد می گوید که:

- (a) او دچار دیابت شده است و به تغییر سبک زندگی نیاز دارد.
- (b) او کاملاً نرمال است و باید این آزمایش را متوقف کند.
- (c) به نظر می رسد که جذب گلوکز با واسطه انسولین در سلول ها مختل شده است و فرد مستعد ابتلا به دیابت می باشد.
- (d) به علت پراکنده بودن زیاد این سه عدد، نمی توان به نتیجه دقیق رسید و نیاز به تکرار آزمایش می باشد.

2. برای اندازه گیری دقیق غلظت گلوکز نمونه ها با اسپکتروفتومتر:

- (a) آب اضافه می شود تا گلوکز حل شود.
- (b) باریم هیدروکساید اضافه می شود تا از انعقاد خون جلوگیری کند.
- (c) یک شناساگر رنگی آنزیمی اضافه می شود تا لخته های خونی را هضم و حذف کند.
- (d) برای جلوگیری از انعقاد خون هیپارین اضافه می شود.

3. در سنجش اسپکتروفتومتری که در این آزمایش استفاده شد، هنگامی که غلظت گلوکز در نمونه ها افزایش می یابد

- (a) مقدار رنگ در لوله نمونه کاهش می یابد.
- (b) چگالی نوری افزایش می یابد.
- (c) چگالی نوری ثابت باقی می ماند.
- (d) چگالی نوری کاهش می یابد.

4. گلوکز متوالی پلاسما در یک بیمار زن 130، 140 و 128 میلی گرم در دسی لیتر خوانده شده است. سرویس مراقبت بهداشتی به فرد می گوید که:

- (a) به دیابت مبتلا شده است.
- (b) به نظر می رسد که جذب گلوکز با واسطه انسولین در سلول ها مختل شده است و فرد مستعد ابتلا به دیابت می باشد.

(c) او مخصوصاً به دیابت نوع 1 مبتلا شده است.

(d) در او گلوکاگون خیلی پایین است و نیاز دارد تا به صورت مکمل تأمین شود.

5. برای حفظ هومئوستاز گلوکز:

- (a) پانکراس انسولین و گلوکاگون را با هم ترشح می کند تا افزایش گلوکز پلاسما را تصحیح کند.
- (b) هنگامی که غلظت گلوکز پلاسما افزایش می یابد، انتقال گلوکز به سلول ها به واسطه گلوکاگون به عنوان یک مکانیسم فیدبک منفی عمل می کند.
- (c) اگر غلظت گلوکز پلاسما به صورت مزمن پایین باشد، سلول ها به انسولین پاسخ نمی دهند.

(d) هنگامی که غلظت گلوکز پلاسما افزایش می یابد، انتقال گلوکز به سلول ها به واسطه انسولین به عنوان یک مکانیسم فیدبک منفی عمل می کند.

6. یک تکنسین آزمایشگاه، نمونه خون را از یک ورید در قسمت فوقانی بازوی شما می گیرد با علم به این که:

(a) انتظار دارد غلظت گلوکز پلاسما در ورید بازویی بیشتر از انگشت نشانه باشد.

(b) غلظت گلوکز پلاسما در ورید بازویی و انگشت نشانه برابر است.

(c) انتظار دارد غلظت گلوکز پلاسما در انگشت نشانه کمتر از ورید بازویی باشد.

آزمایش 8-8. درمان با جایگزین کردن هورمون

هدف انجام آزمایش: درک اصطلاحات درمان جایگزین هورمون، هورمون تحریک کننده فولیکول (FSH)، استروژن، کلسیتونین، استئوپوروز، برداشتن تخمدان ها (Ovariectomized) و T. score - درک چگونگی تأثیر میزان استروژن روی چگالی استخوان - آگاهی از مزایای بالقوه درمان جایگزین هورمون.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercises 4 و سپس Activity 3 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به چهار سؤال مطرح شده پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. هورمون محرک فولیکول (FSH):

(a) یک هورمون مترشحه از هیپوفیز خلفی است.

(b) فعالیت استئوکلاست ها را مهار و دریافت و ذخیره کلسیم در استخوان های دراز را تحریک می کند.

(c) یک هورمون استروئیدی است.

(d) تکامل فولیکول های تخمدانی را تحریک می کند.

2. استروژن:

(a) یک هورمون پپتیدی است

(b) رشد استخوان را مهار و بنابراین از ایجاد پوکی استخوان جلوگیری می کند.

(c) یک هورمون مترشحه از هیپوفیز قدامی است.

(d) به وسیله فولیکول های بالغ تخمدان تولید می شود.

3. کلسی تونین:

(a) یک هورمون استروئیدی است.

(b) علیه ایجاد پوکی استخوان کار می کند.

(c) یک هورمون مترشحه از هیپوفیز قدامی است

(d) فعالیت استئوکلاست ها را تحریک نموده و جذب کلسیم به درون استخوان های دراز را مهار می کند.

4. کدام جمله صحیح است؟

(a) استئوپوروز یک افزایش در تراکم استخوان های متخلخل دراز است.

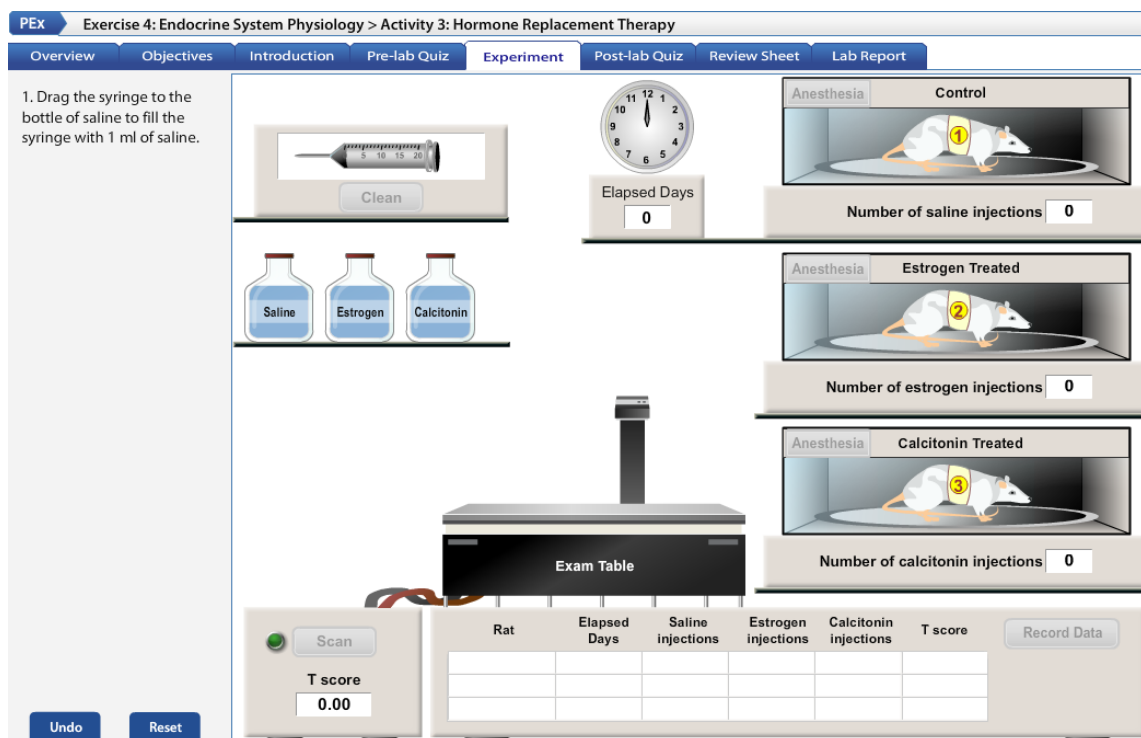
(b) پیش بینی می شود که T.Score درمان نشده زنانه بعد از یائسگی مثبت تر شود.

(c) تخمدان ها ترشح استروژن را بعد از یائسگی متوقف می کنند.
 (d) برداشتن تخمدان ها به وسیله جراحی، به محدود کردن مسائل بهداشتی بالقوه مرتبط با یائسگی کمک می کند.

روش انجام آزمایش

اکنون گزینه Experiment را انتخاب کنید. صفحه ای مطابق شکل 8-9 ظاهر می شود.

1. سرنگ را به داخل بطری محتوی سالین ببرید تا به اندازه ی 1 ml از سالین پر شود.



شکل 8-9. صفحه کار در آزمایش درمان با جایگزین کردن هورمون

2. سرنگ را به سمت موش نرمال ببرید و نوک سرنگ را در ناحیه تحتانی شکم موش بگذارید. تزریق در این ناحیه، تزریق داخل صفاقی (Intraperitoneal) نام دارد و باعث می شود به سرعت توسط رگ های خونی ناحیه شکم جذب شود.

3. روی Clean در زیر نگهدارنده سرنگ کلیک کنید تا سرنگ از مواد باقی مانده پاک شود.

4. سرنگ را به داخل بطری محتوی استروژن ببرید تا سرنگ به اندازه ی 1 ml از استروژن پر شود.

5. سرنگ را به سمت موش دوم (درمان با استروژن) بکشید و نوک آن را در ناحیه زیر شکم موش بگذارید.

6. روی Clean در زیر نگهدارنده سرنگ کلیک کنید تا سرنگ از مواد باقی مانده پاک شود.

7. سرنگ را به داخل بطری محتوی کلسی تونین بکشید تا به اندازه ی 1 ml از سالین پر شود.

8. سرنگ را به سمت موش سوم (درمان با کلسی تونین) بکشید و نوک سرنگ را در ناحیه زیر شکم موش

بگذارید.

9. روی Clean در زیر نگهدارنده سرنگ کلیک کنید تا سرنگ از مواد باقی مانده پاک شود.

10. روی صفحه ساعت کلیک کنید تا یک روز (24 ساعت) را طی کند.

11. هر موش باید 7 تزریق را طی 7 روز (هر روز یک تزریق) دریافت کند. تزریق های باقی مانده به صورت

اتوماتیک انجام می شوند. روی صفحه ساعت کلیک کنید تا تزریق ها تکرار شوند تا زمانی که هر موش 7 تزریق دریافت کرده باشد.

سؤال پیش بینی 1:

● تزریق سالین چه اثری روی تراکم استخوان مهره ای موش صحرایی نرمال دارد؟

(a) تراکم را افزایش می دهد (T.Score کمتر منفی می شود).

(b) تراکم را کاهش می دهد (T.Score منفی تر می شود).

(c) تراکم تغییر نمی کند (عدم تغییر T.Score).

سؤال پیش بینی 2:

● تزریق استروژن چه اثری روی تراکم استخوان مهره ای موش دارد؟

(a) تراکم را افزایش می دهد (T.Score کمتر منفی می شود).

(b) تراکم را کاهش می دهد (T.Score منفی تر می شود).

(c) تراکم تغییر نمی کند (عدم تغییر T.Score).

سؤال پیش بینی 3:

● تزریق کلسی تونین چه اثری روی تراکم استخوان مهره ای موش درمان شده با کلسی تونین دارد؟

(a) تراکم را افزایش می دهد (T Score کمتر منفی می شود).

(b) تراکم را کاهش می دهد (T Score منفی تر می شود).

(c) تراکم تغییر نمی کند (عدم تغییر T Score).

12. روی Anesthesia در بالای قفس موش کنترل کلیک کنید. تا برای گرفتن X-ray، موش نرمال با

یک گاز بی هوش کننده بی حرکت شود

13. برای گرفتن X-ray، موش بی هوش را روی Exam table قرار دهید.

14. روی Scan کلیک کنید تا اسکنر فعال شود. T.Score روی نمایشگر T.Score ظاهر می شود. روی

Record data کلیک کنید تا نتایج در جدول ثبت شوند. موش طبیعی به صورت خودبخود به قفسش بر می گردد.

15. اکنون T.Score را برای موش های باقی مانده بدست آورید.

اکنون با کلیک روی Submit نتایج را در Lab-report ثبت کنید و سپس به سؤالات Post-lab پاسخ دهید.

1. در این آزمایش، از تزریق سالین استفاده شد تا اثر را اندازه گیری کنیم؟

- (a) کلرید سدیم روی تراکم استخوان
- (b) کلرید پتاسیم روی تراکم استخوان
- (c) یک دارو نما روی تراکم استخوان
- (d) سرسوزن های بزرگ روی رفتار موش ها

2. در موش های صحرایی فاقد تخمدان در این آزمایش:

- (a) به دلیل از بین رفتن فید بک منفی، میزان استروژن افزایش پیدا کرد.
- (b) به دلیل از بین رفتن فید بک منفی، سطح هورمون محرک فولیکول (FSH) کاهش پیدا کرد.
- (c) به دلیل افزایش فید بک منفی به دنبال تزریق ها، میزان استروژن کاهش یافت.
- (d) پوکی استخوان قبل از تزریق استروژن دیده شد.

3. تزریق کلسی تونین به موش صحرایی فاقد تخمدان:

- (a) اثری روی تراکم استخوان ندارد، بنابراین حیوان نباید درمان جایگزین هورمون دریافت کند.
- (b) فعالیت استئوکلاست ها را مهار و دریافت و ذخیره کلسیم توسط استخوان های دراز را تحریک می کند.
- (c) از طریق فید بک منفی به غده ی تیروئید، از تشکیل گواتر در این حیوان جلوگیری می کند.
- (d) موش صحرایی به شیر و دیگر مواد غذایی غنی از کلسیم مشتاق می شود.

4. چنانچه تراکم استخوانی موش صحرایی افزایش پیدا کند:

- (a) سنجش با اسکن X-ray، T.score کمتر منفی را گزارش می کند.
- (b) موش صحرایی به بی هوشی گازی بیشتری نیاز دارد تا بی حرکت بماند.
- (c) سنجش با اسکن X-ray، T.score منفی تر را گزارش می کند.
- (d) موش صحرایی به دوز بالاتر هورمون ها برای درمان کافی نیاز دارد.

آزمایش 8-9. اندازه گیری هورمون های کورتیزول و آدرتو کورتیکوتروپین

هدف انجام آزمایش: درک اصطلاحات کورتیزول، آدرنو کورتیکوتروپین هورمون (ACTH)، هورمون آزاد کننده کورتیکوتروپین (CRH)، سندرم کوشینگ، بیماری کوشینگ و بیماری آدیسون - درک این مطلب که چگونه CRH ترشح ACTH را کنترل می کند و ACTH چگونه ترشح کورتیزول را کنترل می کند - درک این مطلب که چگونه مکانیسم های فیدبک منفی روی مقدار هورمون های تروپیک CRH و ACTH اثر می گذارند - اندازه گیری سطوح خونی کورتیزول و ACTH در 5 بیمار و مرتبط کردن این اندازه گیری ها با علائم و تشخیص - تمایز بین سندروم کوشینگ و بیماری کوشینگ.

نرم افزار PhysioEx را در Desktop باز کنید و روی Exercises 4 و سپس Activity 4 کلیک کنید. با انتخاب گزینه Pre-lab quiz به چهار سؤال مطرح شده پاسخ دهید (اینترنت باید وصل باشد).

1. کورتیزول:

- (a) آزاد شدنش به وسیله هورمون هیپوتالاموسی ACTH تحریک می شود.
- (b) یک هورمون مترشح از بخش مرکزی غده فوق کلیوی است.
- (c) آزاد شدنش به وسیله هورمون هیپوتالاموسی CRH تحریک می شود.
- (d) یک هورمون مهم در پاسخ بدن به استرس است.

2. ACTH:

- (a) یک هورمون مترشح از غده هیپوفیز خلفی است.
- (b) به وسیله افزایش سطوح کورتیزول، رهایش آن تحریک می شود.
- (c) هورمونی است که ترشح هورمون هیپوتالاموسی CRH را تحریک می کند.
- (d) یک هورمون تروپیک است که رهایش کورتیزول را تحریک می کند.

3. CRH:

- (a) به وسیله افزایش سطوح کورتیزول، رهایش آن تحریک می شود.
- (b) یک اثر تروپیک روی غده هیپوفیز قدامی دارد.
- (c) آزاد سازی کورتیزول را از طریق فید بک منفی کاهش می دهد.
- (d) یک هورمون تروپیک است که از غده هیپوفیز قدامی آزاد می شود.

4. سندرم کوشینگ اشاره می کند به:

- (a) افزایش کورتیزول خون ناشی از یک تومور هیپوفیزی همراه با افزایش در سطوح ACTH.
- (b) میزان پایین و غیر طبیعی کورتیزول در خون.
- (c) افزایش کورتیزول خون که می تواند به دلیل مداخلات پزشکی باشد.
- (d) افزایش کورتیزول خون ناشی از عدم کفایت غده فوق کلیوی.

5. یک حالت هیپوکورتیزولی:

- (a) می تواند ناشی از رهایش بیش از حد CRH از غده هیپوفیز باشد.
- (b) می تواند ناشی از رهایش بسیار کم ACTH از هیپوتالاموس باشد.
- (c) می تواند فقط ناشی از مقدار ناکافی ACTH باشد.
- (d) به سطوح پایین کورتیزول در خون گفته می شود.

روش انجام آزمایش

اکنون گزینه Experiment را انتخاب کنید. صفحه ای مطابق شکل 8-10 ظاهر می شود.

1. روی Cortisol کلیک کنید تا ستون برای جداسازی و اندازه گیری کورتیزول آماده شود.

2. سرنگ را به لوله اول وارد کنید تا با پلاسمای گرفته شده از اولین بیمار پر شود.

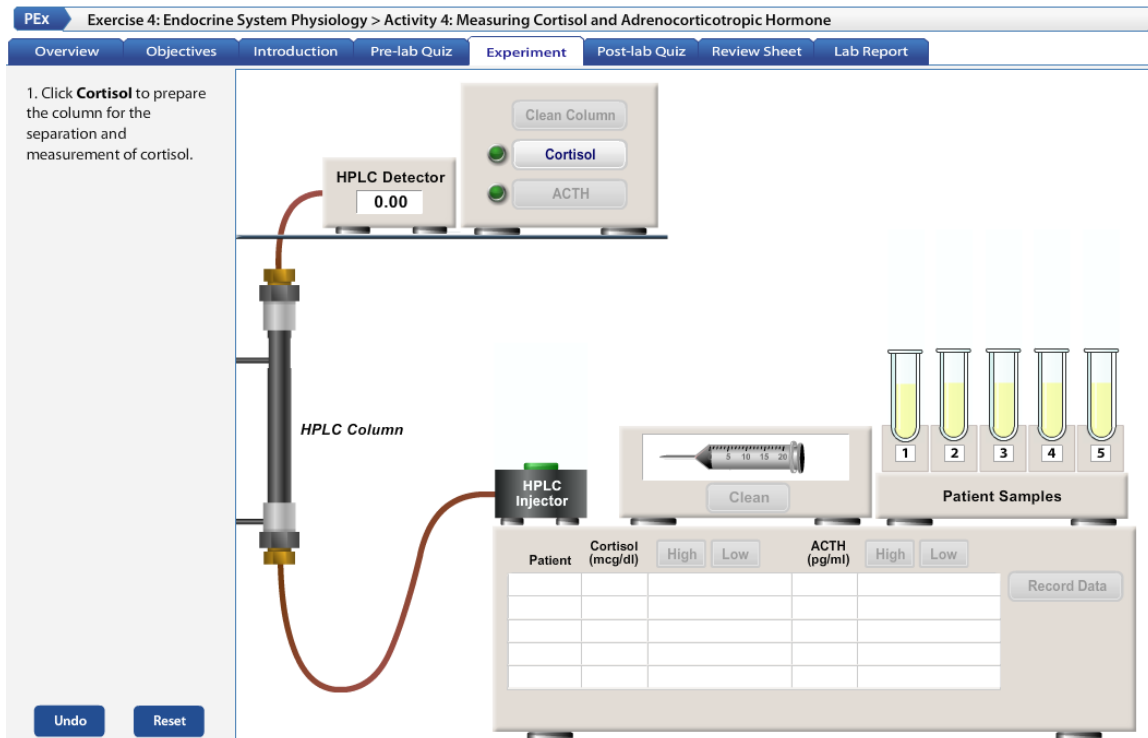
3. سرنگ را به HPLC injector ببرید. نمونه وارد لوله می شود و به درون ستون حرکت می کند. غلظت

کورتیزول در نمونه ی بیمار روی نمایشگر HPLC ظاهر می شود.

4. روی Record data کلیک کنید تا نتایج در کادر ثبت شوند.

5. روی Clean زیر سرنگ کلیک کنید تا برای نمونه های بعدی آماده شود. روی Clean colum کلیک کنید تا باقی مانده کورتیزول از ستون پاک شود.

6. مراحل فوق را برای نمونه دوم تکرار کنید.



شکل 10-8. صفحه کار در آزمایش اندازه گیری هورمون های کورتیزول و آدرتو کورتیکوتروپین

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● در حالت طبیعی، مقادیر زیاد کورتیزول آزاد شدن را مهار می کند.

ACTH (a) CRH (b) ACTH (c) و CRH (d) هیچکدام

7-10. سرنگ را به لوله ی سوم وارد کنید تا با پلاسمای گرفته شده از سومین بیمار پر شود. بقیه مراحل به طور اتوماتیک انجام می شود. برای لوله های بعدی نیز فقط کافی است که سرنگ را وارد لوله کنید. بقیه مراحل خودبخود انجام می شود.

11. روی ACTH کلیک کنید تا ستون برای جداسازی و اندازه گیری ACTH آماده شود.

12-19. مراحل 2 تا 5 را برای اندازه گیری ACTH در لوله های اول و دوم تکرار کنید.

به سؤال زیر پاسخ دهید:

● کدام هورمون (ها) غده هیپوفیز را برای رهایش ACTH تحریک می کنند؟

CRH (a) کورتیزول (b) CRH (c) و کورتیزول (d) هیچکدام

20. برای اندازه گیری ACTH در بقیه لوله ها، مراحل 7 تا 10 را تکرار کنید.

21. با استفاده از مقادیر مشخص شده در جدول 2-4 مشخص کنید غلظت های کورتیزول و ACTH برای

هر بیمار بالا یا پایین هستند. سپس روی ردیف هر بیمار کلیک کنید و Low یا High را انتخاب کنید.

اکنون با کلیک روی Submit نتایج را در Lab-report ثبت کنید و سپس به سؤالات Post-lab پاسخ دهید.

1. در شرایط طبیعی، اگر مقدار ترشح CRH افزایش یابد، سپس:

(a) احتمال تشخیص بیماری آدیسون وجود دارد.

(b) مقدار رهائش کورتیزول کاهش می یابد.

(c) مقدار رهائش ACTH افزایش می یابد.

(d) احتمال ایجاد هیپوکورتیزولی وجود دارد.

2. در شرایط طبیعی، اگر مقدار ترشح ACTH افزایش یابد، پس:

(a) مقدار کورتیزول مترشحه کاهش می یابد.

(b) احتمال ایجاد هیپوکورتیزولی وجود دارد.

(c) احتمال تشخیص بیماری آدیسون وجود دارد.

(d) مقدار ترشح CRH احتمالاً کاهش می یابد.

3. در شرایط طبیعی، اگر مقدار ترشح کورتیزول افزایش یابد، پس:

(a) احتمال ایجاد هیپوکورتیزولی وجود دارد.

(b) مقدار ترشح ACTH احتمالاً کاهش می یابد.

(c) احتمال تشخیص بیماری آدیسون وجود دارد.

(d) مقدار ترشح CRH افزایش می یابد.

4. اگر یک تومور هیپوفیزی با ترشح بیش از حد ایجاد شود چه نتیجه ای انتظار می رود؟

(a) تشخیص بیماری کوشینگ

(b) مقادیر غیر طبیعی و پایین ACTH به دلیل فیدبک منفی

(c) کاهش قند خون

(d) تشخیص بیماری آدیسون

5. اگر یک تومور با ترشح بیش از حد در قشر غده فوق کلیوی ایجاد شود، چه نتیجه ای انتظار می رود؟

(a) تشخیص بیماری کوشینگ

(b) مقادیر غیر طبیعی و پایین CRH به دلیل فیدبک منفی

(c) مقادیر غیر طبیعی و بالای ACTH به دلیل موقعیت تومور

(d) کاهش قند خون

6. در چارت لیست یک بیمار، بیماری آدیسون تشخیص داده می شود، شما چه انتظاری دارید؟

(a) افزایش کورتیزول خون

(b) مقادیر بالا و غیر طبیعی ACTH

(c) مقادیر پایین و غیر طبیعی CRH

(d) افزایش قند خون

فصل نهم

معاینات نورولوژیک

هدف انجام آزمایشات: آشنایی با برخی معاینات رایج سیستم عصبی، بررسی سلامت ذهن و تعیین محل اختلال در سیستم عصبی.

در این فصل، معاینات نورولوژیک را در 7 بخش مورد مطالعه قرار می دهیم:

1. بررسی وضعیت ذهنی (Mental status)
2. بررسی عملکرد اعصاب مغزی (Cranial nerve function)
3. معاینات حرکتی
4. بررسی رفلکس های وتری یا کششی
5. معاینات حسی
6. معاینات مرتبط با مخچه یا هماهنگی (Coordination)
7. معاینه سکون و راه رفتن (Gait)

آزمایش 1-9. معاینات وضعیت ذهنی

این معاینات شامل بررسی آگاهی (Orientation)، اطلاعات عمومی (Information or common knowledge)، حافظه (Memory)، قضاوت (judgment)، تمرکز و محاسبه (& Calculation)، تفکر انتزاعی (Abstract thinking)، تکلم و زبان (Speech & Language) می باشند.

برای بررسی وضعیت آگاهی، سؤالاتی در مورد زمان، مکان و اشخاص یا اشیاء از بیمار پرسیده می شود. مثلاً الان چه موقعی از شبانه روز است صبح، نزدیک ظهر، ظهر، عصر و غیره) یا این مکان کجاست یا این فرد چه کسی است (اسم فرد یا نسبت یا شغل او باید گفته شود).

برای اطلاعات عمومی، سؤالاتی در مورد افراد مشهور سیاسی، ورزشی و غیره پرسیده می شود. مثلاً معروفترین کشتی گیر ایران در سال های اخیر چه کسی بوده است.

معاینات مربوط به حافظه شامل بررسی حافظه فوری (Immediate)، حافظه نزدیک یا اخیر (Recent) و حافظه دور (Remote) می باشند. برای بررسی حافظه فوری، حداقل سه کلمه گفته می شود و از بیمار خواسته می شود که این کلمات را بلافاصله تکرار نماید. برای بررسی حافظه نزدیک به بیمار گفته می شود همین کلمات را

حفظ نموده و 5 دقیقه بعد بازگو نماید. برای بررسی حافظه دور، سؤالاتی در مورد گذشته های دور می شود. مثلاً در مورد دبستان محل تحصیل، شهر محل تولد و غیره.

در مورد قضاوت سؤالی پرسیده می شود تا بیمار در مورد آن قضاوت نماید. مثلاً پرسیده می شود که اگر شما یک پاکت نامه دارای تمبر و آدرس را پیدا کردید با آن چکار می کنید.

برای بررسی تمرکز حواس و محاسبه در صورتی که بیمار تحصیل کرده باشد از او می خواهیم بصورت ذهنی از عدد 100 هر بار 7 واحد کم کند. در صورتی که 5 عدد بصورت صحیح گفته شد نیازی به ادامه دادن نمی باشد. برای بررسی تفکر انتزاعی، یک ضرب المثل را که بیمار قبلاً شنیده ذکر می کنیم و از وی می خواهیم مفهوم و کاربرد آن را بیان کند.

برای بررسی تکلم و زبان، چندین آزمون انجام می شود. ابتدا باید ببینیم آیا تکلم سلیس است و آیا بیمار می تواند جملات را بطور کامل بیان کند. با توجه به صحبت هایی که تاکنون با بیمار داشته ایم، بدون پرسیدن سؤال اضافی می توان جواب این سؤال را پیدا کرد. در مرحله بعد باید ببینیم که آیا بیمار می تواند جملات ما را درک کند. برای این منظور، یک دستور سه مرحله ای داده می شود و از بیمار خواسته می شود تا آن را اجرا نماید. مثلاً از بیمار خواسته شود دست چپ خود را نشان دهد، آنرا به نوک بینی و سپس به گوش چپ بزند. در مرحله بعد باید ببینیم بیمار توانایی تکرار یک جمله ساده را دارد یا نه. مثلاً امروز چقدر گرم است.

برای بررسی نام گذاری (Naming)، بیمار باید نام اشیایی را که به او نشان داده می شود، بگوید. در مرحله بعد یک جمله می گوئیم و بیمار باید بنویسد. و نیز جمله ای را می نویسیم که بیمار باید آن را اجرا کند. مثلاً می نویسیم چشمانت را ببند.

آزمایش 2-9. معاینه اعصاب مغزی

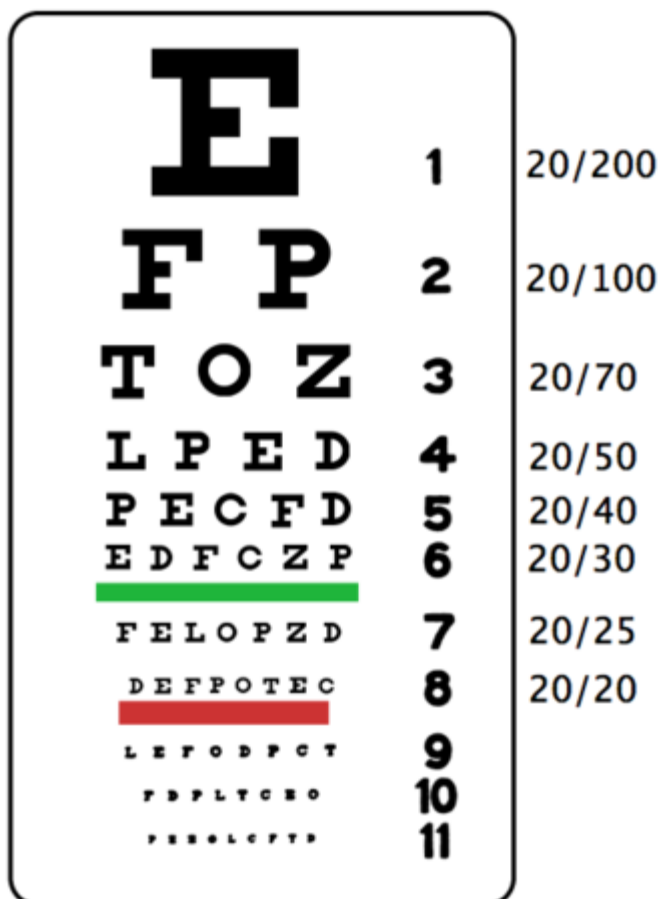
بررسی عصب شماره 1 (بویایی)

ابتدا باید از باز بودن سوراخ های بینی اطمینان حاصل کرد. برای این کار، فرد باید هر یک از سوراخ های بینی را با دست مسدود نموده و از سوراخ دیگر نفس بکشد. در مرحله بعد، به ترتیب یکی از سوراخ های بینی را گرفته و یک یا چند ماده معطر نزدیک بینی فرد گرفته می شود تا بوی آن را تشخیص دهد.

بررسی عصب شماره 2 (بینایی)

برای بررسی عصب بینایی، 2 نوع معاینه در اینجا انجام می شود. بررسی تیز بینی (Visual acuity) و بررسی میدان بینایی (Visual field). برای بررسی تیزبینی، در صورتی که بیمار باسواد است می تواند بعد از بستن هر یک از چشم ها، کتابی را در فاصله 30 سانتیمتری چشم ها گرفته و بخواند ولی دقیق تر آن است که از اسنلن چارت استفاده شود (شکل 1-9). برای این منظور، فرد در فاصله 20 فوتی (6 متری) اسنلن چارت قرار می گیرد و حروف را ذکر می کند یا اگر بی سواد باشد جهت هر یک از علامت هایی را که نشان داده می شود، با حرکات دست نشان می دهد. حدت بینایی با یک کسر نشان داده می شود که صورت کسر نشان دهنده فاصله بیمار با تابلو بوده و مخرج کسر نشان دهنده فاصله ای است که یک فرد با دید نرمال می تواند تابلو را بخواند. دید 20/20، طبیعی در

نظر گرفته می شود و مفهومی این است که فرد در 20 فوتی (6 متری) قادر به خواندن حروفی است که فرد طبیعی هم از فاصله 20 فوتی می تواند آن را بخواند (فرد طبیعی باید بتواند ردیف هشتم را در فاصله 6 متری بخواند). اگر چشم شما قادر به خواندن بالاترین ردیف تابلو باشد اما نتواند ردیف های بعدی را بخواند، بینایی شما 20/200 (1/10) است؛ یعنی اگر فردی با دید نرمال قادر به خواندن حروفی از فاصله 200 فوتی (60 متری) باشد، شما همان حرف را از فاصله 20 فوتی (6 متری) می توانید بخوانید. به گفته دیگر بینایی شما نسبت به سایر افراد 10 برابر ضعیف تر است.



شکل 1-9. اسنلن چارت برای بررسی تیز بینی

برای بررسی میدان بینایی در صورتی که یک چشم بسته باشد، مقدار فضایی که با چشم بعدی قابل دیدن باشد میدان بینایی آن چشم را تشکیل می دهد. اگر دو خط فرضی به شکل (+) از ناحیه مردمک رسم شود، میدان بینایی هر چشم به یک دایره 4 قسمتی تقسیم می شود. دو ناحیه سمت بینی، نواحی نازال فوقانی و تحتانی و دو ناحیه خارجی به نام های تمپورال فوقانی و تحتانی هستند. برای معاینه میدان بینایی، فرد معاینه کننده روبروی فرد معاینه شونده قرار می گیرد به طوری که فاصله بین آن دو به اندازه یک دست باشد (حدود یک متر). سپس بیمار یکی از چشم ها و فرد معاینه کننده نیز چشم مخالف خود را می بندد (چشم راست بیمار و چشم چپ معاینه کننده یا برعکس). در حالیکه بیمار به چشم معاینه کننده نگاه می کند، فرد معاینه کننده، طوری دست خود را وارد هر یک از این ربع ها کرده که فاصله دست با خودش و فرد مقابل تقریباً یکسان باشد. هنگامی که فرد معاینه کننده انگشت خود را در هر یک از ربع ها مشاهده کرد، فرد معاینه شونده هم باید همزمان آن را مشاهده کند.

این معاینه شامل بررسی وضعیت پلک ها، بررسی رفلکس های چشمی و بررسی حرکات چشم است. عصب گیری عضله بالابرنده پلک از عصب سوم می باشد و ضعف عصب سوم باعث پایین افتادن پلک (پتوز) می شود. در حالت طبیعی پلک های بالا باید بصورت قرینه باشند و بخش کوچکی از عنبیه را بپوشانند.

رفلکس نوری مردمک (Pupillary light reflex): روش دیگر معاینه عصب سوم، پاسخ مردمک به نور می باشد. بخش حسی این رفلکس بر عهده عصب دوم و بخش حرکتی یا وایران آن بر عهده عصب سوم می باشد. برای بررسی این رفلکس، از فرد می خواهیم به مدت حدود 1 دقیقه چشمش را ببندد و سپس در حالی که نور چراغ قوه را در مقابل چشم او گرفته ایم از او می خواهیم چشمش را باز کند و به تغییر قطر مردمک در هر دو چشم توجه می کنیم. قطر مردمک با افزایش شدت نور کاهش می یابد. در شرایط طبیعی که شدت نور مناسب است، قطر مردمک 3-4 میلی متر است، کاهش قطر مردمک به کمتر از 2 میلی متر را میوز (Miosis or Myosis) و افزایش قطر به بیش از 5 میلی متر را میدریاز (Mydriasis) گویند. در صورتیکه قطر مردمک در دو چشم یکسان نباشد آنیزوکوریا (Anisocoria) نام دارد.

رفلکس تطابق چشم ها (Accommodation): بخش وایران این رفلکس بر عهده عصب سوم مغزی می باشد. از فرد می خواهیم به انگشت سبابه ما که کمی دورتر (حدود یک متری) گرفته ایم، خیره شود. سپس انگشت را به جلو می بریم و به نوک بینی بیمار نزدیک می کنیم. در این حالت، با نزدیک تر شدن دست به بیمار، چشم های بیمار همگرایی پیدا می کنند و مردمک تا اندازه ای تنگ تر می شود. عدسی چشم نیز محدب تر می شود که این پاسخ قابل مشاهده نمی باشد. این رفلکس باعث می شود که تصویر جسمی که به ما نزدیک می شود دائماً روی شبکیه افتاده و دیده شود.

معاینه حرکات چشم: سه عصب مغزی در حرکات چشم دخالت دارند. عصب سوم، چهارم (Trochlear) و ششم (Abducens). حرکات چشم به سمت بالا، پایین و داخل (به سمت بینی) بر عهده عصب سوم می باشد. حرکات چشم به سمت خارج بر عهده عصب ششم است. حرکات رو به پایین چشم هایی که به سمت داخل آمده اند بر عهده عصب چهارم می باشد مانند هنگامی که از پله پایین می آییم (شکل 2-9).

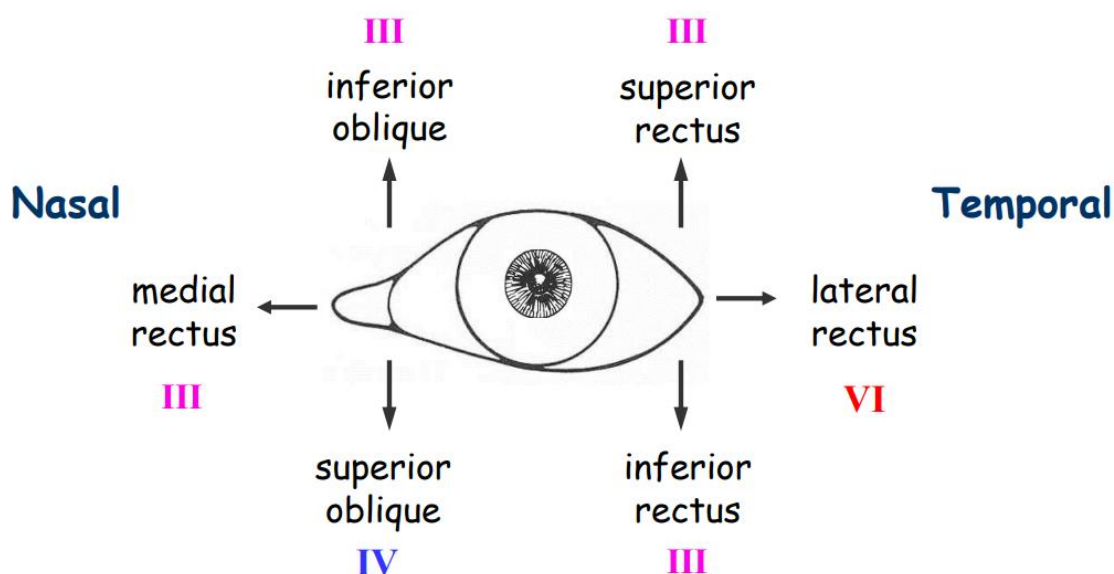
برای بررسی این حرکات، بیمار به روبرو نگاه کرده و معاینه کننده با یک دست پلک بالای بیمار را بالا می کشد و انگشت دست دیگر را روبروی بینی بیمار (حداقل 30 سانتی متری) گرفته و ابتدا به صورت افقی به دو طرف حرکت می دهد. حرکت افقی بر عهده اعصاب سوم و ششم است. سپس دست خود را به بالا و پایین می برد. این حرکات بر عهده عصب سوم می باشد. برای معاینه عصب چهارم چشم راست، معاینه کننده دست خود را به صورت افقی به سمت راست برده و در آنجا به پایین و بالا می برد و برای معاینه عصب چهارم چشم چپ، معاینه کننده دست خود را به صورت افقی به سمت چپ برده و در آنجا به پایین و بالا می برد. در همه این موارد، نگاه می کنیم ببینیم آیا چشم های بیمار می توانند به خوبی حرکت دست را تعقیب کنند یا نه.

به غیر از حرکات تعقیبی (Pursuit)، نوع دیگری از حرکات ناگهانی وجود دارند که حرکات سریع یا ساکاد (Saccade) نامیده می شوند. مثلاً در صورتی که یک صدای ناگهانی شنیده شود، فرد به سمت صدا نگاه می کند.

این حرکات می توانند ارادی یا غیر ارادی باشند. برای بررسی این حرکات، به بیمار می گوییم که به سمت بالا، پایین، راست و چپ نگاه کند.

بررسی عصب شماره 5 یا سه قلو (Trigeminal): عصب سه قلو، یک عصب مختلط (حسی-حرکتی) است که حس و حرکات صورت را بر عهده دارد. هر یک از دو عصب سه قلو، دارای سه شاخه اصلی (شکل 3-9) به نام های

Extraocular movements



عصب چشمی (Ophthalmic)، عصب فک بالا (Maxillary) و عصب فک پایین (Mandibular) می باشند (از بالا به پایین، این شاخه ها به ترتیب V1، V2 و V3 نیز نام دارند). شاخه های چشمی و ماژیلاری کاملاً حسی هستند در صورتی که شاخه مندیبولار، حسی حرکتی است. برخی فیبرهای پس عقده ای پاراسمپاتیک مربوط به غدد اشکی، غدد مخاطی بینی، غدد زیر زبانی، غدد زیر فکی و غدد پاروتید؛ و نیز فیبرهای حسی چشایی در عصب پنجم قرار دارند.

شکل 2-9. انواع حرکات تعقیبی چشم و اعصاب کنترل کننده آنها

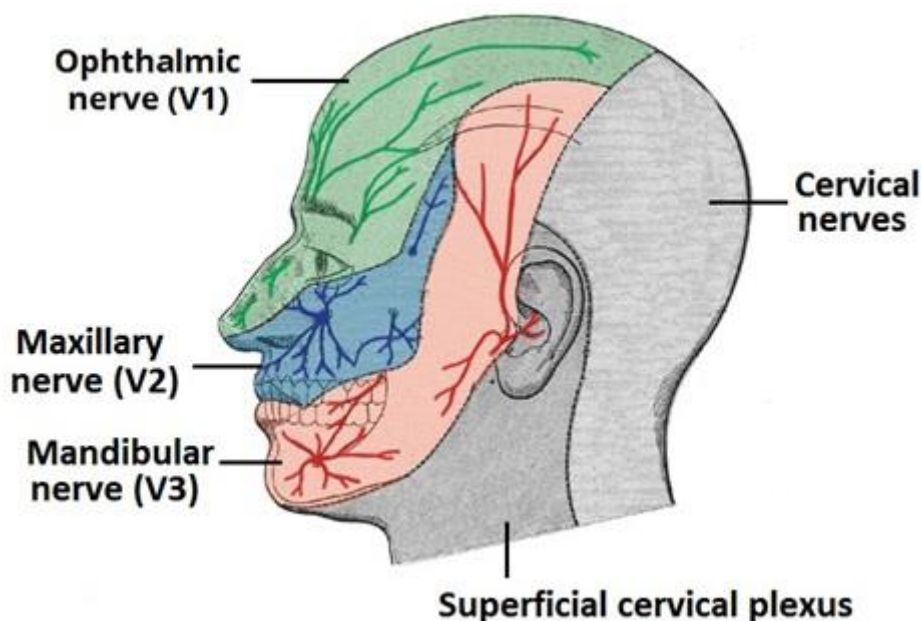
برای معاینه حس صورت، از بیمار می خواهیم چشمان خود را ببندد سپس یک جسم تیز و یک جسم نرم مثل پنبه را آهسته با پوست صورت و پیشانی تماس می دهیم و او باید آن ها را تشخیص دهد.

عصب پنجم، کنترل عضلات جونده و گیجگاهی (Temporalis) را بر عهده دارد. برای ارزیابی این حرکات، از بیمار می خواهیم که دندان هایش را روی هم بفشارد و با دست خود سفتی عضلات گیجگاهی و جونده را بررسی می کنیم. همچنین به بیمار می گوییم که فک خود را باز کرده و ما سعی می کنیم فک وی را ببندیم و او باید مقاومت کند.

در مرحله بعد، رفلکس فک (Jaw reflex) را بررسی می کنیم. برای این منظور، از بیمار می خواهیم فک خود را اندکی باز نموده سپس انگشت دوم خود را در گودی فک تحتانی بیمار گذاشته و با چکش پزشکی ضربه ای به آن می زنیم. در صورتی که رفلکس غیر طبیعی باشد، فک بسته می شود.

برای بررسی رفلکس قرنیه ای پلکی (Corneal reflex)، بیمار سر را ثابت نگاه داشته و به یک طرف نگاه می کند و فرد معاینه کننده در سمت مخالف ایستاده و یک تکه پنبه را به ناحیه لیمبوس چشم (مرز بین سفیدی و عنبیه) همان طرف تماس می دهد. به طور طبیعی باید هر دو پلک بیمار به هم بخورد. بخش آوران این رفلکس بر عهده شاخه اول عصب پنجم و بخش وایران آن بر عهده عصب هفتم می باشد.

بررسی عصب شماره 7 (Facial): این بررسی شامل دو جزء است، حرکات صورت و حس چشایی دو سوم قدامی زبان. برای بررسی حرکات صورت از بیمار می خواهیم ابروهای خود را بالا و پایین کند و نیز چشمان خود را ببندد و باز کند. به قرینه بودن این حرکات توجه می کنیم. نشان دادن دندان ها، باد کردن لپ ها و سوت زدن را بررسی می کنیم. برای بررسی حس چشایی دو سوم ابتدایی زبان، از مریض می خواهیم تا زبان خود را بیرون بیاورد. سپس ضمن گرفتن زبان بیمار با یک گاز، یک کاغذ که چهار مزه اصلی روی آن نوشته شده به دست بیمار می دهیم و یک ماده با یکی از مزه های اصلی را به یک سمت زبان بیمار می زنیم. بیمار باید مزه ای را که حس می کند با انگشت خود بر روی کاغذ نشان دهد. برای معاینه طرف مقابل، زبان بیمار باید آزاد شود و پس از نوشیدن مقداری آب اقدام به معاینه شود.



شکل 3-9. نواحی صورت و سر که بوسیله شاخه های مختلف عصب پنجم عصب دهی می شوند.

بررسی عصب شماره 8 یا عصب شنوایی-تعالی (Vestibulocochlear): هدف از انجام این آزمایش پی بردن به انواع کری (Deafness) است. در کری هدایتی (Conductive)، انتقال صوت توسط گوش میانی دچار اختلال می شود ولی در کری عصبی (Perceptive)، بخش عصبی سیستم شنوایی از قبیل حلزون، عصب شنوایی یا مدارهای شنوایی سیستم عصبی مرکزی دچار ضایعه می شوند. در صورتی که انتقال صوت توسط استخوان های گوش میانی مختل شده باشد ولی بخش عصبی سالم باشد، امواج صوتی می توانند از طریق استخوان های جمجمه وارد حلزون شده و صدا شنیده شود.

آزمایش رینه (Rinne test): شنیدن از طریق انتقال صوت از راه هوا و استخوان: دیپازونی را به ارتعاش در آورده (فرکانس ارتعاش 128 یا 256 باشد) و دسته آنرا روی زائده ماستوئید شخص قرار دهید و از او بخواهید که هر دقت صدای ارتعاش دیپازون را نشنید اشاره کند سپس فوراً دیپازون را در جلوی گوش فرد و در فاصله 5 سانتیمتری بگیرید و بپرسید صدایی می شنود یا خیر. بطور کلی، گوش اصوات را از طریق هوا بیشتر و طولانی تر می شنود تا از راه استخوان. با این وجود، در کری هدایتی صدا از طریق استخوان بهتر شنیده می شود. در کری عصبی نیز انتقال از هر دو راه کاهش می یابد اما باز هدایت از راه هوا نسبت به هدایت از راه استخوان بیشتر است.

آزمایش وبر (Weber's test): دیپازونی را به ارتعاش در آورده و در وسط فرق سر شخص قرار دهید. سپس از شخص بپرسید صدا را در هر دو گوش به یک اندازه می شنود یا خیر. در کری انتقالی صدا در گوشی که اختلال دارد شدیدتر می شود ولی در کری عصبی صدا در گوشی که اختلال دارد کمتر شنیده می شود. در کلینیک، برای پی بردن به اختلالات شنوایی از روش دقیق تر اودیومتری (Audiometry) استفاده می شود.

بررسی اعصاب 9 و 10 (عصب زبانی حلقی و عصب واگ): بدلیل اینکه این دو عصب وظایف مشترکی انجام می دهند، معاینه آن ها با هم انجام می شود. در این معاینه، حرکات عضلات حلق و رفلکس حلقی یا Gag بررسی می شود. برای معاینه عضلات حلقی، بیمار دهان خود را باز نموده و آبسلانگ روی زبانش گذاشته می شود و با چراغ قوه به داخل حلق نگاه می کنیم. به قرینه بودن چین های حلقی و وسط بودن زبان کوچک باید توجه کنیم. در این حالت به بیمار می گوئیم که حرف «آ» را تکرار کند. با این کار، زبان کوچک و چین های حلقی در دو طرف باید بصورت قرینه بالا بروند. در معاینه رفلکس Gag، زدن آبسلانگ به ته حلق باید سبب عق زدن و حالت تهوع شود. این رفلکس یک مکانیسم دفاعی است که از ورود اجسام خارجی به حلق و حنجره جلوگیری می کند.

بررسی عصب شماره 11 (Accessory): این عصب صرفاً حرکتی است و به عضلات جناغی-چنبری-پستانی و تراپزیوس عصب رسانی می کند. برای معاینه این عصب، بیمار هر بار سر خود را به یک سو چرخانده و فرد معاینه کننده سعی می کند سر را در جهت مخالف بچرخاند و بیمار باید مقاومت کند. همچنین، بیمار شانه های خود را بالا آورده و باید بتواند در مقابل فشار دادن شانه ها به پایین مقاومت کند.

بررسی عصب شماره 12 (Hypoglossal): این عصب صرفاً حرکتی است که عضلات زبان را عصب دهی می کند. برای معاینه این عصب، ابتدا با چراغ قوه به داخل دهان بیمار نگاه می کنیم تا ببینیم حرکات اضافی مثل فیبریلاسیون نداشته باشد سپس بیمار زبان خود را بیرون آورده و باز از لحاظ آتروفی و انحراف آن را بررسی می کنیم. در مرحله بعد، بیمار که زبان خود را بیرون آورده، باید در جهت های مختلف حرکت دهد. در مرحله بعد قدرت زبان سنجیده می شود. برای این کار، معاینه کننده انگشت خود را روی لب بیمار گذاشته و فشار می دهد و از بیمار می خواهد که همزمان با زبان خود به انگشت او فشار بیاورد.

آزمایش 3-9. معاینات سیستم حرکتی

بیمار به پشت خوابیده و آستین ها و شلوار خود را بالا بیاورد. سپس نگاه می کنیم که آیا عضلات آتروفی یا حرکات اضافی مثل فاسیکولاسیون دارند یا نه. می توان با چکش چند ضربه به عضلات زد تا منجر به تحریک و دیده شدن حرکات فاسیکولاسیون شود. در مرحله بعد، تون عضلانی یا مقاومت عضله در مقابل حرکات پاسیو را بررسی می کنیم. برای این کار آرنج بیمار را خم و راست می کنیم، بازوی بیمار را می چرخانیم

(Supination&Pronation)، حرکات چرخشی مچ دست انجام می دهیم. همچنین ساق پا را خم و راست کرده و می چرخانیم و مچ پا را نیز می چرخانیم.

برای بررسی نیروی عضلانی دست ها، بیمار هر دو دست خود را بالا آورده و ما سعی می کنیم بازو را خم کنیم و بیمار باید مقاومت کند. برای بررسی عضلات دیستال دست، بازوی بیمار را خم می کنیم و از وی می خواهیم تا در مقابل راست کردن یا خم کردن بازو مقاومت کند. برای معاینه عضلات مچ، بیمار مچ خود را به سمت خارج خم کرده و باید در مقابل فشار دادن مچ به داخل مقاومت کند و نیز از داخل به دست ما فشار وارد کند. همچنین بعد از اینکه انگشتانش را به دور انگشتان ما حلقه کرد باید در مقابل بیرون کشیدن انگشتان ما مقاومت کند. سپس بیمار، انگشتان دست را از هم باز کرده و ما سعی می کنیم انگشت های دوم و چهارم را به هم نزدیک کنیم. برای معاینه اندام تحتانی، از بیمار می خواهیم پای خود را بالا بیاورد و ما سعی می کنیم با فشار به انتهای ران آن را راست کنیم. همچنین بیمار باید در برابر خم و راست کردن ساق پا مقاومت کند. از بیمار می خواهیم مچ پا را به طرف بالا آورده و در مقابل راست کردن پا مقاومت کند. همچنین دستمان را کف پای بیمار قرار می دهیم و از بیمار می خواهیم به آن فشار وارد کند. نیروی عضلانی (Force) دارای درجه بندی به شرح زیر است: صفر، یک پنجم تا پنج پنجم.

0. بدون انقباض عضلانی.

1/5. انقباض عضلانی بدون حرکت در مفصل.

2/5. حرکت در مفصل اما نه بر خلاف جاذبه.

3/5. حرکت بر خلاف جاذبه اما نه در برابر مقاومت.

4/5. حرکت در برابر مقاومت نسبی نه مقاومت کامل

5/5. حرکت در برابر مقاومت کامل، قدرت طبیعی

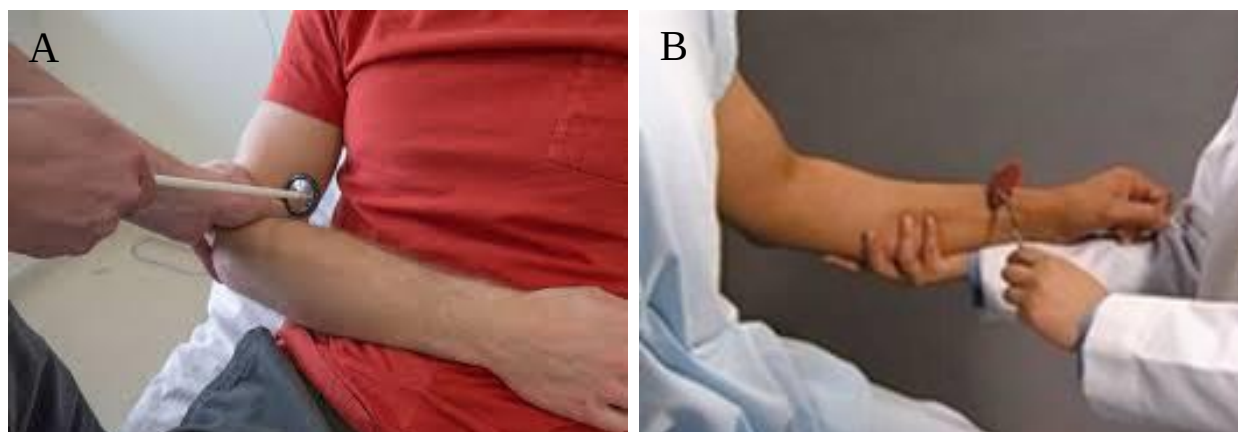
Pronator drift: از بیمار می خواهیم دست ها را طوری بالا آورده که تقریباً عمود بر بدن باشند و کف دست ها رو به بالا باشد (Supine). بعد از اینکه بیمار چشم های خود را بست، به مدت 30 ثانیه به دست بیمار نگاه می کنیم. در صورتی که یکی از دست ها ضعیف باشد، پایین تر آمده و در وضعیت Prone قرار می گیرد که به معنی مثبت بودن تست می باشد.

آزمایش 4-9. رفلکس های وتری یا کششی

در این معاینات، بیمار می تواند بنشیند یا بخوابد ولی بهتر است بخوابد و عضلاتش کاملاً شل باشد. برای زدن چکش رفلکس، دست باید از ناحیه مچ حرکت کند نه بازو. برای معاینه رفلکس عضله دوسر، ساعد بیمار را تا حدودی خم کرده و روی شکمش قرار داده و انگشت خود را روی تاندون این عضله گذاشته و ضربه را به انگشت خود می زنیم (شکل A 4-9).

برای معاینه رفلکس براکیو رادیال، انگشت خود را روی تاندون این عضله (حدود 3 سانتیمتر بالاتر از Radial tuberosity) قرار داده و ضربه را می زنیم (شکل B 4-9). این رفلکس یک رفلکس تاندونی عمیق است که ریشه های اعصاب گردنی C5 و C6 را درگیر می سازد و به وسیله عصب رادیال انجام می شود. عضله براکیورادیال،

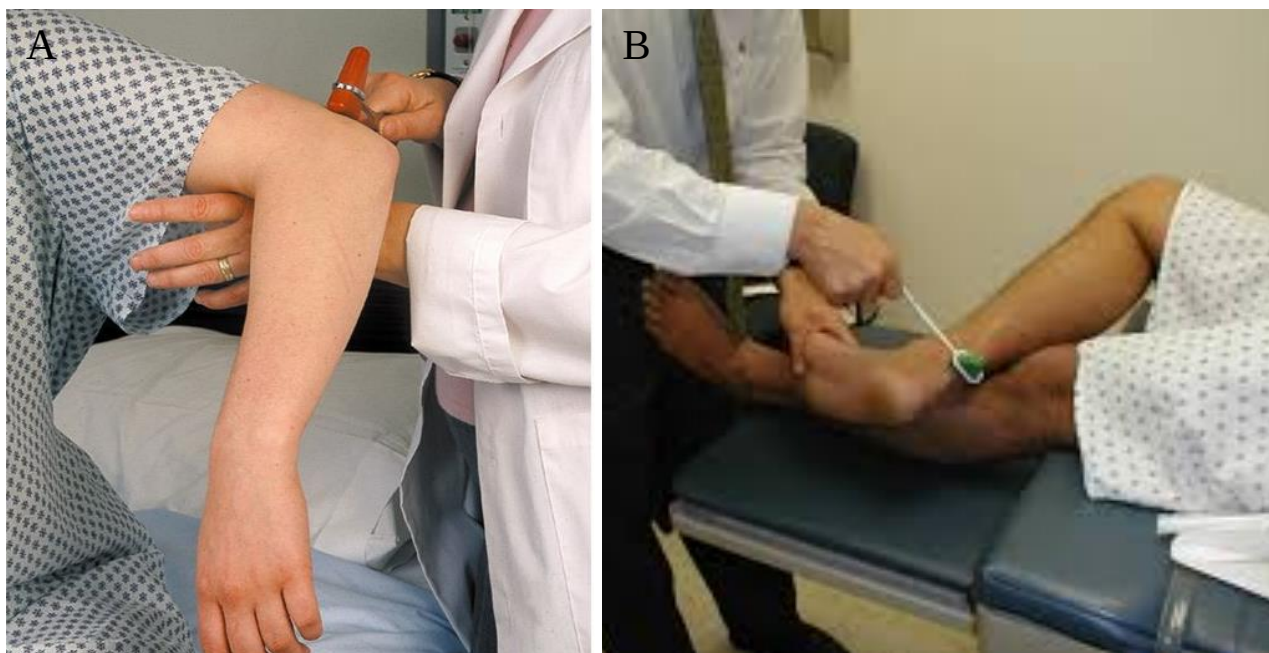
خم کننده ساعد است و نیز در **Supination** ساعد نقش دارد. در صورتی که انگشتان خم شوند یا ساعد بطور خفیف راست شود (**Extension**)، آزمون مایش مثبت است.



شکل 4-9. نحوه انجام رفلکس های دوسر (A) و براکیورادیال (B)

برای معاینه رفلکس سه سر، ساعد را در وضعیت تقریباً 90 درجه قرار داده و ضربه را مستقیماً روی تاندون آن (دیستال بازو) می زنیم (شکل A 5-9).

برای معاینه تاندون آشیل، پا را با دست خودمان به سمت عقب می کشیم (**Dorsiflex**) و روی تاندون آشیل ضربه می زنیم. در روش دیگر می توان یک پا را روی پای دیگر گذاشت و بعد از خم کردن پا با دست، به تاندون آن ضربه زد. بعضی از رفلکس های تاندونی را می توان در حالت نشسته هم انجام داد (شکل B 5-9).

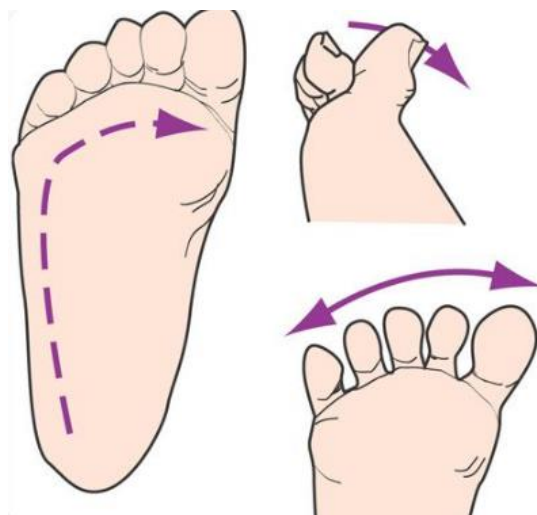


شکل 5-9. نحوه انجام رفلکس های سه سر (A) و آشیل (B)

برای معاینه رفلکس پاتلا، می توانیم با دست خود زانوی بیمار را کمی بالا آورده یا اینکه پای بیمار را روی پای دیگرش گذاشته و ضربه را به تاندون عضله (اندکی پایین تر از زانو) وارد کنیم.

در معاینه رفلکس پوستی شکمی (Superficial abdominal reflexes) شکم را به 4 قسمت فرضی تقسیم می کنیم و یک جسم نسبتاً تیز مثل کلید را به پوست شکم در هر قسمت می کشیم. در حالت طبیعی ناف تا حدودی به همان سمت حرکت می کند.

برای بررسی رفلکس پلانتار یا بابینسکی بیمار می خوابد و مطابق با شکل 6-9، ما جسمی مثل کلید را از کناره خارجی پا از سمت پاشنه به سمت انگشت کوچک می کشیم و حدود 2 سانتیمتر مانده به قاعده انگشت کوچک، به سمت انگشت شصت منحرف می شویم. در صورتی که انگشت چپ به سمت پشت پا خم شود، این علامت غیر طبیعی یا مثبت است که نشان دهنده اختلال عمل مسیر قشری نخاعی (Corticospinal) می باشد.



شکل 6-9. نحوه انجام رفلکس بابینسکی

آزمایش 5-9. معاینات مرتبط با هماهنگی

حرکات متناوب و سریع (Rapid alternating movements): بیمار در حالی که روی صندلی نشسته، دست خود را روی زانو می گذارد و بطور متناوب و سریع دست را پشت و رو (pronation/supination) می کند. در صورتی که بیمار نتواند این حرکت را به درستی انجام دهد، دیس دیادو کوکینزی (Dysdiadochokinesia, DDK) تلقی می شود. ناتوانی کامل در انجام این حرکت، آدیادو کوکینزی adiadochokinesia نام دارد.

آزمون Finger to nose: از بیمار می خواهیم که انگشت دست خود را در چند نوبت به نوک بینی و سپس به انگشت ما بزند. در این آزمایش، ما انگشت خود را حدود 50 سانتیمتری بیمار گرفته و مرتب آن را جابجا می کنیم.

معاینه Heel to shin: از بیمار می خواهیم تا به پشت خوابیده، یک پای خود را بالا بیاورد، پاشنه آن را روی زانوی پای دیگر بگذارد و آن را روی ساق بکشد.

معاینه Tandem gait: از بیمار می خواهیم طوری راه برود که پاشنه پای جلو به پای عقب بچسبید. در صورتی که بیمار بتواند یک مسیر مستقیم را طی کند، سیستم تعادلی مخچه در زمینه راه رفتن عملکرد طبیعی دارد.

آزمایش 6-9. معاینات حسی

معاینه حس لمس و درد (**Light touch and pain**): از بیمار می خواهیم آستین ها و شلوار را بالا بزند و سپس اجسامی مثل یک سوزن یا تکه ای از پنبه را با پوست بیمار تماس می دهیم و بیمار باید نام جسم را بگوید. در صورتی که قصد معاینه عصب خاصی را داشته باشیم باید درماتوم هایی از پوست را که تحت کنترل آن عصب است، تحریک کنیم.

معاینه حس عمقی (**Position**): مفصل انتهایی یکی از انگشتان دست را از دو طرف با دو انگشت یکی از دست ها می گیریم و با دو انگشت دست دیگر دو طرف بند دیستال را گرفته و خم و راست می کنیم و بیمار باید بدون نگاه کردن جهت حرکت انگشتش را بگوید. برای معاینه این حس در انگشتان پا، همین عمل را روی انگشت دوم یا سوم هر پا انجام می دهیم.

معاینه حس ارتعاش (**Vibration**): دیاپازون را به ارتعاش در آورده و از بند دیستال یکی از ناخن های دست شروع می کنیم و سپس به بندهای پروگزیمال می رویم. هر موقع بیمار ارتعاش را حس نکرد روی همان بند انگشت خودمان می گذاریم. در صورتی که ما ارتعاش را حس کنیم به این معنی است که حس ارتعاش بیمار دچار اختلال شده است. همین معاینه را می توانیم روی شصت پا نیز انجام دهیم و در صورت اشکال در حس کردن ارتعاش، به سمت نواحی پروگزیمال تر تا مچ پا می آییم.

آزمایش رومبرگ (**Romberg**): بیمار بعد از جفت کردن پاها و بستن چشم ها باید بتواند به مدت 30 تا 60 ثانیه تعادل خود را در حالت ایستاده حفظ نماید. در صورتی که لایبرنت فرد در یک طرف آسیب دیده باشد، فرد به همان طرف سقوط می کند.

معاینه راه رفتن (**Gait examination**): از بیمار می خواهیم تا راه برود. در صورتی که حرکت دست ها و پاها موزون باشد و انحراف مسیر و اختلال تعادل وجود نداشته باشد، وضعیت طبیعی است.

تشخیص و تمایز دو نقطه از یکدیگر (**Two-point discrimination**): از شخص بخواهید که چشمانش را ببندد. دهانه پرگار را به اندازه 3 سانتیمتر باز کنید و هر دو سر آن را همزمان روی نقاط مختلف کف دست و سپس ناحیه داخلی ساعد بگذارید. از شخص بخواهید که تعداد نقاط تماس پرگار با بدنش را ذکر کند. با کاهش دهانه پرگار آزمایش را تکرار کنید تا جاییکه فرد فقط یک نقطه را حس کند. می توانید همین آزمایش را در نقاط دیگر مثل پشت تکرار نمایید.

به سؤالات زیر پاسخ دهید:

1. رومبرگ مثبت به چه کسی گفته می شود؟
2. مسیر عصبی رفلکس نوری مردمک را توضیح دهید؟
3. مسیر عصبی رفلکس پاتلا را توضیح دهید؟
4. حس تمیز دو نقطه در کجا دقیق تر است و چرا؟

1- John E. Hall. Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology (13th edition). Philadelphia: Elsevier; 2016.

2- Kim E. Barrett, Susan M. Barman, Scott Boitano, Heddwen L. Brooks. Ganong's Review of Medical Physiology (25th EDITION). New York: McGraw-Hill Education; 2016.

3- Rodney A. Rhoades, David R. Bell. Medical physiology: principles for clinical medicine (4th ed). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.

4- Ghai CL. A TEXTBOOK OF PRACTICAL PHYSIOLOGY (8th Edition). New Delhi: JAYPEE BROTHERS MEDICAL PUBLISHERS (P) LTD; 2013.

- حجت زاده علیه، سموات طاهره. راهنمای اندازه گیری فشارخون (برای وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، معاونت بهداشتی، واحد بیماری های غیرواگیر). تهران: انتشارات موفق؛ 1391.