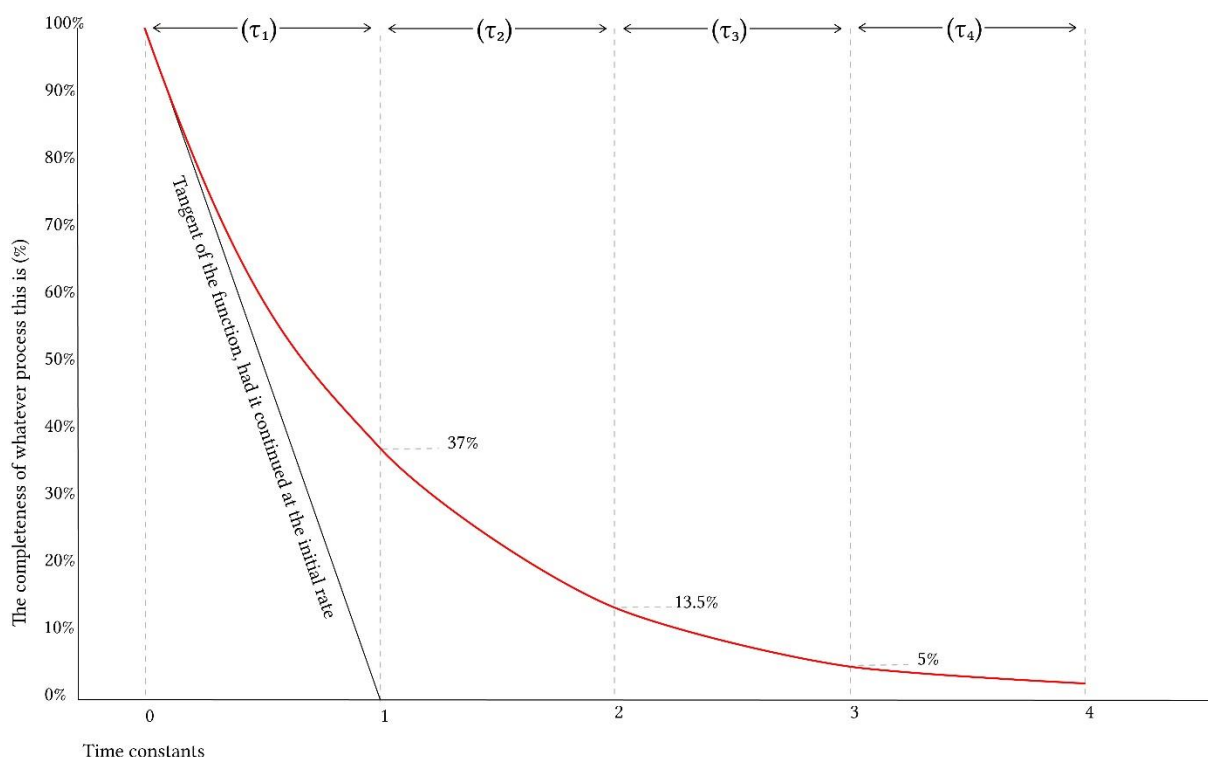


توضیحات:

- ❖ مدت زمان برگزاری آزمون 75 دقیقه می باشد.
- ❖ آزمون مجموعاً شامل 17 سوال و 92 نمره است که نمره دهی هر سوال در مقابل آن ذکر شده است.
- ❖ پاسخ های خود را در پاسخبرگ وارد نمایید، پاسخ های نوشته شده در دفترچه سوال تصحیح نخواهند شد.

در طی یک بازدم از ظرفیت کل ریوی (TLC) به حجم باقیمانده (RV)، اگر منحنی حجم ریه - زمان ترسیم گردد، شاهد چنینی منحنی خواهیم بود. 100% در این نمودار معادل TLC و 0% معادل با RV می‌باشد.



همان‌طور که مشاهده می‌شود، یک ثابت زمانی (Time constant) در این تخلیه ریوی تعریف می‌گردد که با علامت τ نشان داده می‌شود. اگر تخلیه ریه از TLC تا RV را 100% فرض کنیم، به اندازه τ زمان لازم است تا 67% این پروسه طی شده و 37% این تخلیه باقی بماند. در واقع این 37%، تقریباً معادل با $1/e$ می‌باشد. اگر از ابتدای بازدم، زمانی معادل با 2 برابر ثابت زمانی بگذرد، تخلیه حجم ریه به میزان $1/e^2$ باقی می‌ماند که تقریباً معادل 13.5% می‌باشد، و الی آخر. به طور معمول، هر چرخه بازدم عمیق (تخلیه کامل ریه از TLC تا RV) را زمانی تمام‌شده در نظر می‌گیریم که 98% روند تخلیه ریه انجام شده باشد.

در ادامه مجموعه پرسش‌هایی مطرح شده است که حل کردن هر پرسش، به پاسخی که به پرسش‌های پیشین داده‌اید وابسته است. این پرسش‌ها By-Data تصحیح نخواهند شد.

پرسش 1) در فیزیولوژی تنفسی، می‌توان ثابت زمانی را می‌توان از روی کمپلیانس ریوی (C) و مقاومت تنفسی (R) به دست آورد. با توجه به اینکه واحد ثابت زمانی، ثانیه (s) می‌باشد، تعیین کنید کدام رابطه صحیح می‌باشد؟

(4 نمره، 1 نمره منفی)

$$a) \tau = \frac{C}{R} \quad b) \tau = \frac{R^2}{C} \quad c) \tau = C \times R \quad d) \tau = C\sqrt{R} \quad e) \tau = \frac{\sqrt{C}}{R}$$

- در حل تمامی پرسش‌های زیر، یک چرخه تنفسی را معادل با مجموع یک دم عمیق (از RV به TLC) و یک بازدم عمیق (از TLC به RV) در نظر بگیرید.

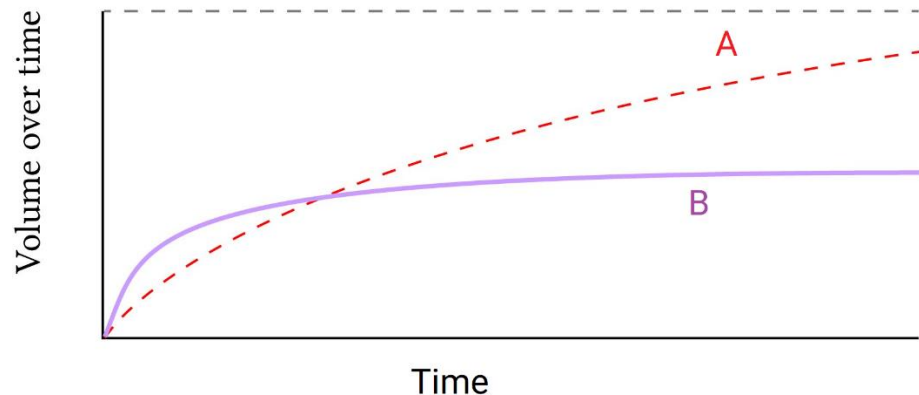
در نظر بگیرید که ظرفیت کل ریوی (TLC) یک فرد برابر با 6000 میلی‌لیتر و حجم باقیمانده (RV) او 1200 میلی‌لیتر می‌باشد. فرض کنید کمپلیانس ریوی در این فرد 0.2 واحد و مقاومت تنفسی برابر با 2 واحد باشد (واحدهای مشترک این دو کمیت را یکسان در نظر بگیرید، به شکلی که نیاز به تبدیل واحد نیست). با توجه به این توضیحات به پرسش‌های 2، 3 و 4 پاسخ دهید.

پرسش 2) حداقل زمان لازم برای بازدم عمیق در این فرد چند ثانیه می‌باشد؟ نپر (e) را برابر با 2.718 در نظر بگیرید. در محاسبات خود اعداد را گرد نکرده و تنها پاسخ نهایی خود را تا دو رقم اعشار گرد کرده و در کادر زیر بنویسید. (4 نمره)

پرسش 3) در فرد مطرح شده، اگر فرض شود که مدت زمان دم عمیق برابر با 0.875 برابر مدت زمان بازدم عمیق باشد، تعیین کنید که نرخ تنفس عمیق در دقیقه برای این فرد چند می‌باشد؟ از فرض‌های اضافی در حل سوال خودداری کنید. تنها بخش صحیح پاسخ نهایی خود را وارد کنید. (5 نمره)

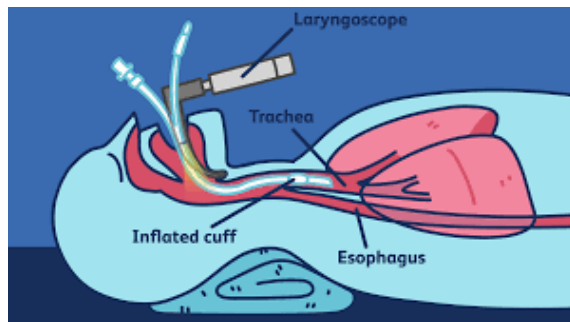
پرسش 4) در فرد مطرح شده، اگر ریه در حجم TLC باشد، چند ثانیه طول می‌کشد تا 3 لیتر هوا از ریه خود خارج کند؟ پاسخ نهایی خود را تا دو رقم اعشار گرد کنید. (5 نمره)

پرسش 5) کدام گزینه بهتر می‌تواند نمودار زیر را توجیه کند؟ (4 نمره، 1 نمره منفی)



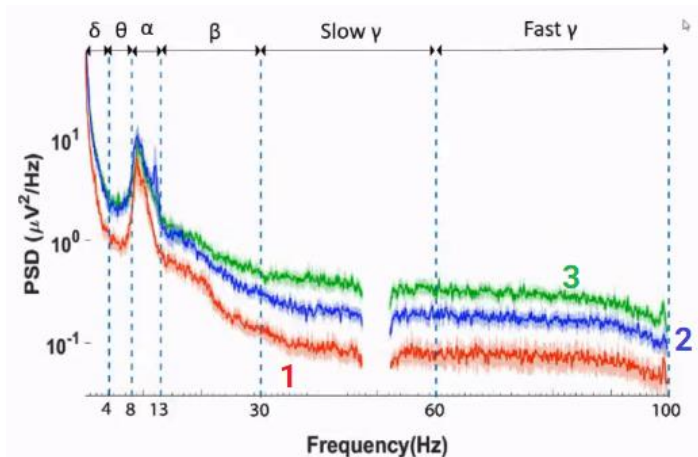
- الف) مقاومت ریه A بیشتر از ریه B می‌باشد، و کمپلیانس ریه B بیشتر از ریه A می‌باشد.
- ب) کمپلیانس ریه A بیشتر از ریه B می‌باشد، و مقاومت ریه B بیشتر از ریه A می‌باشد.
- ج) مقاومت و کمپلیانس ریه B از ریه A بیشتر می‌باشد.
- د) مقاومت و کمپلیانس ریه A از ریه B بیشتر می‌باشد.
- ه) مقاومت هر دو ریه با هم برابر است، و تنها کمپلیانس ریه B از ریه A کمتر می‌باشد.

لوله‌گذاری نای (Tracheal Intubation) به معنای قرار دادن یک لوله در داخل نای به منظور انجام تهویه مصنوعی می‌باشد. این روش در بیمارانی با انسداد فوقانی، کاهش سطح هوشیاری، و یا نوزادان صورت می‌گیرد. در این روش، یک بالن به همراه لوله وارد نای می‌شود، و پس از قرارگیری لوله در جای خود، این بالن باد شده و لوله را در داخل نای فیکس می‌کند تا فضای داخلی نای را تماماً در بر بگیرد.



بیمارانی که لوله‌گذاری تنفسی (Intubation) بر آن‌ها انجام می‌شود، یا به اصطلاح اینتوبه (Intubated) می‌شوند، پس از دوران بیهوشی دچار عوارض شناختی، مانند اختلالات حافظه و یادگیری می‌شوند. اخیراً پژوهشی انجام شد که نشان داد حداقل بخشی از این کاهش حافظه می‌تواند با از دست رفتن تحرک مکانیکی حفره بینی مرتبط باشد. تحرک مکانیکی و ریتمیک مکانورسپتورهای سقف بینی قابلیت القای سیگنال در داخل مغز را داراست. پژوهش مذکور توانست موثر بودن Air puffing بینی را در موش‌های بیهوش و اینتوبه نشان دهد. پیش از اینکه بتوان این روش را برای انسان به کار برد، نیاز بود تا یک فاز پژوهشی دیگر طی شود، و آن فاز انجام این پژوهش بر روی میمون بود.

پرسش 6) در پژوهشی، میمون‌های سالم به سه دسته تقسیم شدند. دسته اول از میمون‌ها با دهان نفس می‌کشیدند (بینی آن‌ها مسدود بود). دسته دوم از میمون‌ها تنها از طریق بینی نفس می‌کشیدند. همچنین دسته سوم از میمون‌ها از طریق دهان تنفس می‌کردند، و همزمان از طریق بینی آن‌ها Air-puffing انجام می‌شد. با قرار دادن الکترودها بر روی پوست سر این میمون‌ها EEG از آن‌ها به مدت 10 دقیقه ثبت گردید که در نمودار زیر قابل مشاهده است. نمودار 1 مربوط به دسته اول، نمودار 2 مربوط به دسته دوم و نمودار 3 مربوط به دسته سوم از این میمون‌ها می‌باشد.



با فرض معنادار بودن اختلاف آماری در نمودارهای بالا، صحت موارد زیر را بررسی کنید. (7 نمره، نمره دهی به سبک مرحله دو)

الف) علت نبودن فرکانس‌های بیش از 100 هرتز در این نمودار این است که فرکانس بالای 100 هرتز در داخل مغز قابلیت تولید نداشته و بنابراین کاربرد فیزیولوژیک نداشته و نویز هستند.

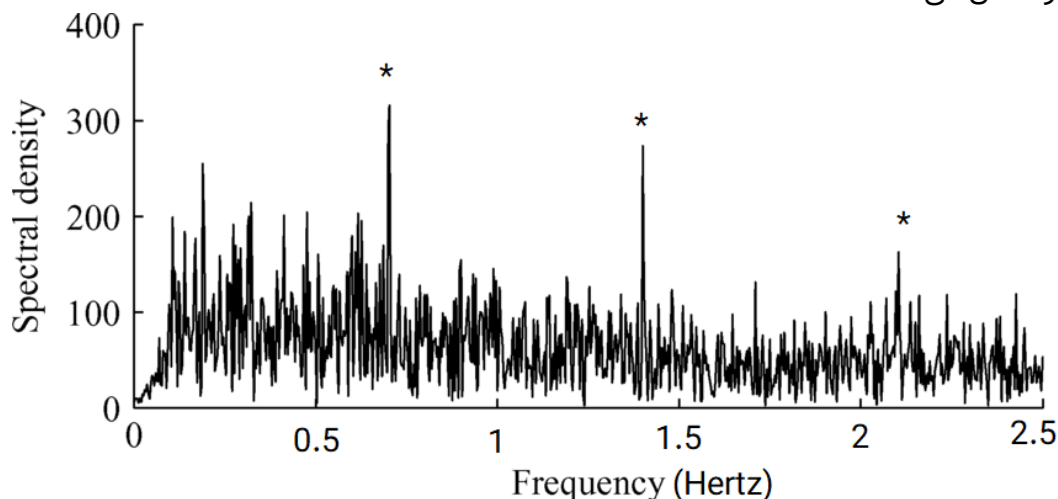
ب) می‌توان از نمودار نتیجه گرفت که نرخ تنفس در این میمون چیزی میان 8 تا 13 بار در دقیقه بوده است. (ج) استفاده از Air-puff در همه بیماران اینتوبه و غیراینتوبه لزوماً بهترین روش نیست؛ یکی از عوارض این روش در دراز مدت می‌تواند احساس کاذب تشخیص بو باشد.

د) در یکی از مراحل پژوهش، یکی از محققان برای بهبود نتایج آزمایش، پیشنهاد کرد که تعدادی اسباب‌بازی در اختیار این میمون‌های در حال ثبت قرار بگیرد. هدف اصلی از این کار سنجش حافظه و یادگیری میمون‌ها بوده است.

ه) فرض کنید که این ثبت‌ها از میمون‌های گُمایی و اینتوبه به دست آمده بود، به این صورت که نمودار 1 مربوط به میمون بدون Air-puff و نمودار 3 مربوط به میمون تحت Air-puff باشد. می‌توان گفت Air-puffing به دلیل افزایش امواج گاما (مرتبط با بیداری و فعالیت ذهنی) می‌تواند باعث شود تا افراد گُمایی زودتر به هوش آیند.

در گام بعدی این میمون‌ها بیهوش شدند. بیهوشی این میمون‌ها به وسیله گاز نیتروس‌اکساید (N_2O) انجام شد. پس از بیهوشی این میمون‌ها Intubated شدند و پس از این مرحله، میمون‌ها به دو دسته تقسیم شدند: دسته اول بدون هیچ Air-puffing و دسته دوم تحت Air-puffing قرار گرفتند.

با قرار دادن الکتروود در داخل لوب بویایی میمون‌های تحت Air-puffing، EEG از آن‌ها ثبت شد. سپس با کمک تبدیلات فوریه محققان توانستند توان فرکانس‌های مختلف را محاسبه کنند. شکل زیر یکی از این نمودارها را نشان می‌دهد:



در این نمودار، پیک‌ها با علامت * مشخص شده‌اند. در نظر داشته باشید که ثبت گروه کنترل (بدون Air-puffing) عموماً مشابه با ثبت بالا می‌باشد، با این تفاوت که فاقد پیک‌های مشخص شده است.

پرسش 7) با توجه به تصویر، صحت موارد زیر را بررسی کنید. (7 نمره، نمره دهی به سبک مرحله دو)

- الف) نرخ Air-puffing در این میمون‌ها چیزی حدود 40 تا 45 بار در دقیقه بوده است.
- ب) با توجه به مقایسه این نمودار و حالت کنترل می‌توان نتیجه‌گیری کرد که Air-puffing باعث جلوگیری از کاهش توانایی‌های شناختی در طی بیهوشی می‌شود.
- ج) اگر ادامه ثبت الکتروود را در میمون تحت Air-puffing انجام می‌دادیم، بلندترین پیک ثبت شده در محدوده گاما قرار داشت.
- د) گاز N_2O جزو گازهای محدود به انتشار (Diffusion limited) طبقه‌بندی می‌شود، در حالی که گاز CO یک گاز محدود به جریان (Perfusion limited) است.
- ه) یکی از دلایل اصلی اینتوبه کردن بیمارانی با افت هوشیاری این است که به دلیل تضعیف رفلکس‌های عصبی در آن‌ها، ممکن است اسیده ریفلاکس شده معده وارد نای شود و با این کار از این اتفاق جلوگیری می‌شود.

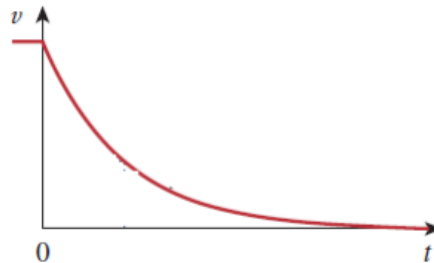
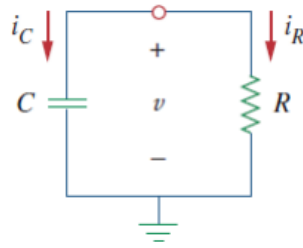
- فهم رویداد های فیزیولوژیک بدون شناخت کافی از علوم فیزیک و ریاضی ناشدنی است. رویکرد درست و اصلی فهم چالش های فیزیولوژیک با مدل کردن اجزای دخیل در این رویداد ها ممکن می شود. در زیر 2 سوال مطرح شده است. متن سوال را با دقت بخوانید و سپس به موارد خواسته شده پاسخ دهید.

بخش اول : مدلینگ فعالیت غشای نورون در پاسخ به تغییرات پتانسیل زیر آستانه

خازن ، وسیله است که دارای ۳ بخش است . دو بخش از آن محل ذخیره بار های الکتریکی است و بین این دو بخش عایق الکتریکی است که از تخلیه بار جلوگیری می کند . در هریک از دو بخش اول بار منفی یا مثبت ذخیره می شود و این اختلاف پتانسیلی (V) ایجاد می کند . به زبان دیگر شما فرضا دو طرف خازن را به طریقی شارژ می کنید ، اگر این خازن شارژ شده با یک مقاومت سری شود می تواند جریانی را برقرار سازد و از اختلاف پتانسیل دو سر خازن بکاهد . هرچقدر عایق یک خازن نارسا تر باشد ، خازن عملکرد بهتری خواهد داشت و توانایی ذخیره بار الکتریکی بیشتری را کسب می کند و اصطلاحا ظرفیت (C) آن بیشتر می شود . عملکرد خازن توسط فرمول زیر توجیه می شود:

$$C = \frac{Q}{V}$$

که در آن ، Q بار ذخیره شده است و V پتانسیل دو سر خازن است . این عبارت به این معنا است که فرضا شما خازن را به باتری 1.5 ولتی متصل می کنید . اگر خازن ظرفیت بالا تری داشته باشد بار بیشتری را در خود ذخیره می کند . در ضمن بدیهی است که جریان از نسبت اختلاف بار به اختلاف زمان بدست می آید . حال وقت آن است که مدار RC را بررسی کنیم . این مدار شامل یک مقاومت و یک خازن است که به مانند شکل زیر به یکدیگر سری هستند. این خازن شارژ شده است و با اتصال کلید جریان از مقاومت عبور کرده و اختلاف پتانسیل دو سر آن کاهش میابد .



علاوه بر این می توان گفت به طور کلی در مدار جریانی که یک نقطه می رود با جریانی که از آن نقطه می آید برابر است پس میتوان نوشت :

$$i_C + i_R = 0$$

که در رابطه بالا $i_C = C(dv/dt)$ و $i_R = V/R$ است .

هنگامی که نورونی را شارژ میکنیم (قبل از اینکه به آستانه برسد) پتانسیل به یک مقدار مشخصی می رسد (نمودار بالا) با از بین رفتن شارژ توسط ما ، این پتانسیل در طول زمان کاهش میابد تا دوباره به تعادل (پتانسیل استراحت) برسد .

قرارداد : فرض کنید پتانسیل استراحت نورون -80 باشد. ما این نورون را شارژ میکنیم و مثلاً به پتانسیل -50 می رسد (به آستانه نمی رسد) . ما اینجا قرارداد میکنیم پتانسیل نورون در حالت استراحت 0 بود است و بعد از شارژ به پتانسیل +30 می رسد.

پرسش 8) با توجه به توضیحات و دانستن این نکته که در نورون ما $R=3$ و $C=2.5$ واحد است ، چه مدت زمانی طول می کشد تا پتانسیل غشای یک نورون بعد از شارژ شدن به نصف کاهش باید ؟ (تا 3 رقم اعشار و قطع شود) (7 نمره)

راهنمایی : زمان از لحظه صفر تا t در جریان است و ولتاژ در لحظه 0 مقدار اولیه V_0 و در لحظه t مقدار V را دارد .

برای انتگرال گیری توابع کسری به رابطه زیر توجه کنید :

$$\int \frac{1}{x} dx = \int \frac{dx}{x} = \ln|x| + c \quad (x \neq 0)$$

بخش دوم : بررسی Dynamics systems

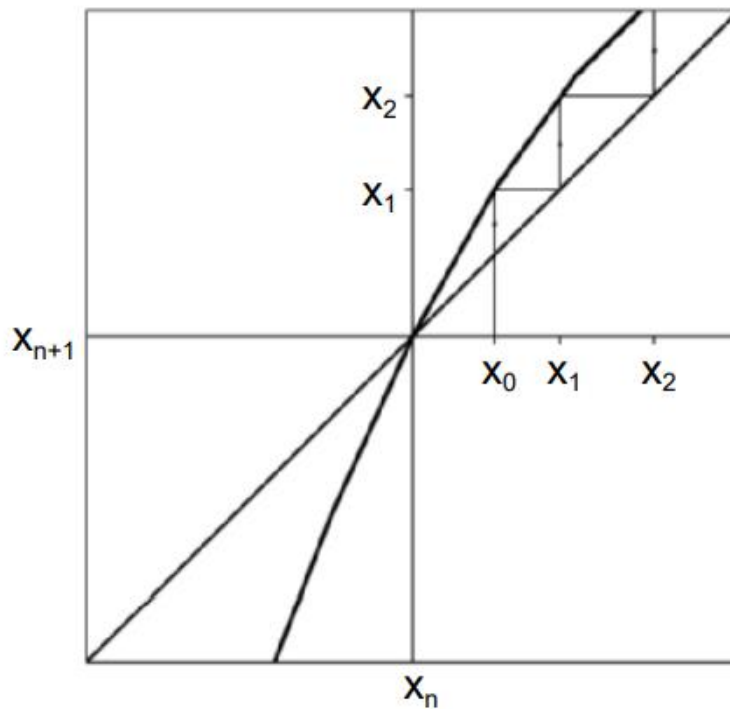
دینامیک غیرخطی شاخه ای از ریاضیات است که به ریتم ها در معادلات غیرخطی می پردازد و بر جنبه های کیفی پویایی تاکید می کند. به عنوان مثال، آیا مجموعه خاصی از معادلات یک حالت ثابت، یک چرخه یا یک ریتم پیچیده تر را نشان می دهد؟ ریتم ها برای چه محدوده ای از پارامترها ثابت هستند؟ وقتی ریتم ها ناپایدار می شوند، چه ریتم های جدیدی مشاهده می شود؟ و سوالاتی از این قبیل.

اصولا مباحث فیزیولوژیک نمودی از کامپلکس سیستم ها هستند بدین معنی که رویداد ها به طور دقیق قابل پیش بینی نیستند و اتفاقات وابسته به نقطه شروع هستند اما این بدین معنا نیست که رفتار تصادفی دارند. به طور مثال فاصله هیچ دو ضربان قلبی با یکدیگر برابر نیست. در زیر توضیحاتی راجع به رفتار دینامیکی سیستم ها و مدلینگ آنها داده می شود .

نوعی از معادله در زیر بدین گونه تعریف می شود :

$$x_{n+1} = f(x_n),$$

در این تابع x_n مقدار متغیر در زمان n است . این تابع بدین گونه است که خروجی هر مقدار، ورودی آن تابع در زمان بعد است و میتواند ما را در فرایند فیزیولوژیک کمک کند. به طور مثال، زمان وقوع ضربان قلب وابسته به زمان ایجاد ضربان قبلی است (هر چند که این مدلینگ به شدت ساده سازی شده است) این معادله را می توان با یک دیاگرام هندسی ساده به راحتی تجزیه و تحلیل کرد :



بدین گونه عمل کنید : ابتدا نقطه شروع را مشخص کنید . یک خط عمودی بکشید تا تابع f را قطع کند . از نقطه تقاطع خط افقی بکشید تا خط صاف با شیب 1 را قطع کند و این چرخه را تکرار کنید.

در این تابع نقاطی وجود دارند که در آن ها تابع خاصیت داینامیکی خود را از دست می دهد و رفتار ثابتی از خود به نمایش می گذارد و تغییرات سیستم از حالت داینامیک خارج می شود . به این نقاط ، نقاط ثابت می گوئیم . پس داریم :

$$x^* = f(x^*)$$

که در این رابطه x^* نقطه ثابت است. یکی از ویژگی هایی که این نقاط ثابت می توانند داشته باشند ، پایداری است. یک نقطه زمانی پایدار است که با تغییر کوچک در آن نقطه ، بعد از گذشت مدتی دوباره به آن نقطه برسیم و تعادل برقرار شود. مقادیری که با گذشت زمان به ما می دهد می تواند خروجی یک سیستم فیزیولوژیک باشد. این موضوع برای ما جذاب است تا مقادیری که با گذر زمان تابع به ما می دهد را بررسی کنیم. برای این کار در تابع f در نمودار ابتدای سوال ، فرض می کنیم تابع f ما خطی است و f' مشتق تابع است از طرفی دیگر y_n را تعریف می کنیم که فاصله متغیر در زمان n از نقطه ثابت را نشان می دهد . ($y_n = x_n - x^*$) . با توجه به توضیحات می توان اثبات کرد که رابطه زیر برقرار است.

$$y_{n+1} = [f'(x^*)]y_n,$$

پرسش 9) صحیح یا غلط بودن گزاره های زیر را مشخص کنید و پاسخ قسمت 4 را در کادر وارد کنید. (8نمره، هر گزاره دارای یک نمره مثبت و یک نمره منفی می باشد. بخش پاسخ کوتاه دارای 4 نمره می باشد.)

1) اگر رابطه زیر برقرار باشد ، مقادیر تابع از مقدار ثابت دور می شود .

$$|f'(x^*)| < 1$$

2) اگر رابطه زیر برقرار باشد ، مقادیر تابع به مقدار ثابت نزدیک می شود.

$$|f'(x^*)| > 1$$

3) اگر رابطه زیر برقرار باشد مقادیر تابع حول نقطه ثابت نوسان نمی کند. (عدم وجود Oscillation)

$$-1 < f'(x^*) < 0,$$

در صورتی که تابع f از فرم کلی زیر تبعیت کند، صحیح یا غلط بودن گزاره 5 را مشخص کنید و پاسخ قسمت 4 را وارد کنید (u عدد ثابت است)

$$x_{n+1} = \mu x_n (1 - x_n),$$

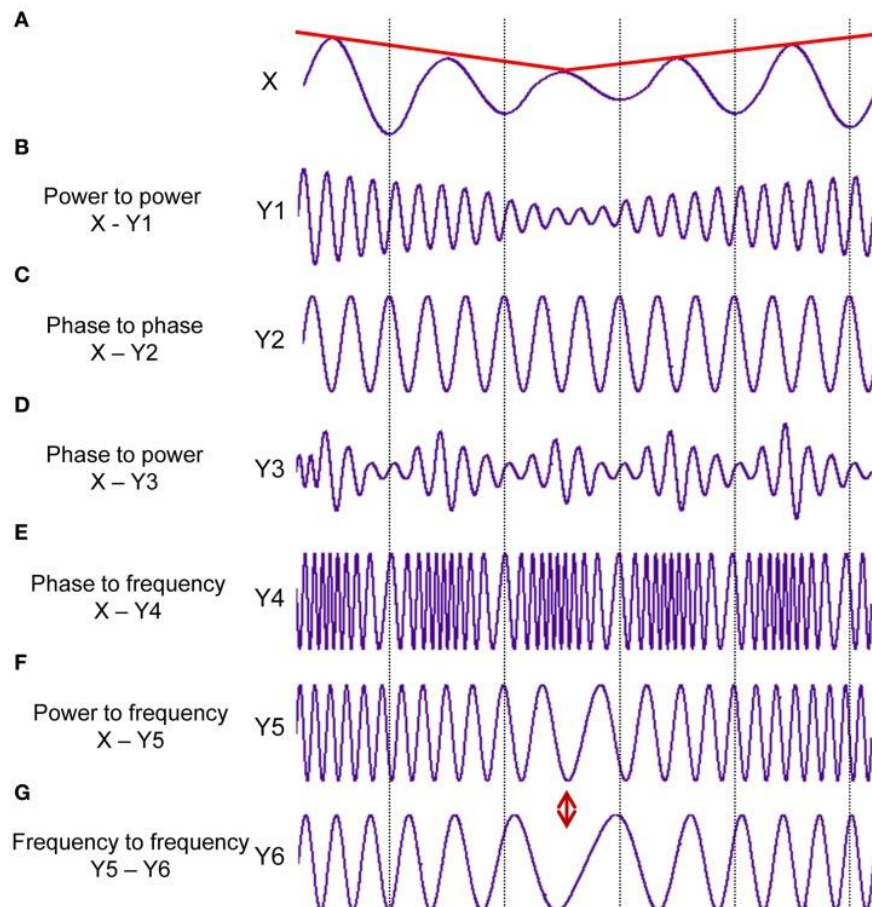
4) نقطه (نقاط) ثابت تابع f داده شده (تابع بالا) را به صورت عدد یا بر حسب μ مشخص کنید. (فقط به جواب کاملاً صحیح، نمره تعلق می‌گیرد. نمره منفی وجود ندارد)

5) اگر رابطه زیر برقرار باشد، فقط بزرگترین نقطه ثابت تابع، پایدار است.

$$\mu > 1$$

پرسش 10) اثر گذاری سیستم تنفسی بر فعالیت مغزی موضوعی است که به تازگی توجه محققان را به آن جلب کرده است. مطالعاتی انجام شده است که بیان می‌دارد در حفره بینی (Nasal cavity) علاوه بر سنسورهای تشخیص بویایی، مکانورسپتورهایی وجود دارد که نسبت به جریان هوا حساس است و عبور جریان از بینی میتواند سبب اعمال اثر بر نواحی مختلف مغز شود. صحیح یا غلط بودن گزاره های زیر را مشخص کنید. (6 نمره، نمره دهی به سبک مرحله 2)

- 1) کودکانی که هایپرتروفی آدنوئید دارند، مشکلات شناختی بیشتری در آن‌ها اتفاق می‌افتد.
- 2) وجود اختلالات بویایی می‌تواند عاملی تسهیل‌گر در ایجاد آلزایمر باشد.
- 3) فرایند تنفس در دوران جنینی رخ می‌دهد و بر تکامل مغزی اثر گذار است.
- 4) cross frequency coupling موج $Y3$ به X ، Phase to frequency است.
- 5) امواج SWR (sharp wave ripples)، امواج دخیل در فرایند های تثبیت حافظه هستند.



پرسش 11) به دنبال آسیب در توبول ابتدایی در نتیجه مسمومیت با فلزات سنگین کدامیک از موارد زیر افزایش پیدا می کنند؟ (5 نمره، نمره دهی به سبک مرحله دو)

الف) مقاومت شریانچه آوران

ب) مقاومت شریانچه و ابران

ج) ترشح رنین و تشکیل آنژیوتانسین 2

د) بازجذب سدیم در توبول ابتدایی

ه) جریان خون کلیه

پرسش 12) در زمان تشکیل ادرار غلیظ کدامیک از موارد زیر در کلیه مشاهده می شوند؟ (هر گزاره در صورت پاسخ درست 1.5 نمره مثبت و در صورت پاسخ غلط 1.5 نمره منفی دارد.)

الف) میزان دفع اوره کاهش مییابد.

ب) تعداد کانالهای اوره نوع UT-A1 افزایش مییابد.

ج) اسمولاریته مایع توبولی در نازک نزولی زیادتر میشود.

د) عمده بازجذب آب را مجرای جمع کننده مرکزی انجام میدهد.

پرسش 13) گزاره های صحیح را مشخص کنید. (5 نمره، نمره دهی به سبک مرحله دو)

الف) کلیرنس اینولین برابر کسر فیلتراسیون است.

ب) نسبت کلیرنس اینولین به PAH برابر کسر فیلتراسیون است.

ج) با افزایش میزان جریان خون کلیوی حتی در صورتی که PG ثابت باشد ؛ نسبت کلیرنس اینولین به PAH افزایش میابد.

د) در کلینیک به جای کلیرنس اینولین بیشتر از کلیرنس کراتین اسفاده می شود.

ه) کلیرنس پتاسیم از اینولین بیشتر است

پرسش 14) گزاره های درست را در خصوص بازجذب و ترشح در توبول پرگزیمال مشخص کنید. (5 نمره، نمره دهی به سبک مرحله دو)

الف) گلوکز به صورت هم انتقالی با سدیم از غشای لومینال بازجذب می شود.

ب) معاوضه گر سدیم هیدروژن در غشای لومینال عمل می کند.

ج) GLUT-2 نفش اصلی را در بازجذب گلوکز از غشای راسی دارد.

د) یون های هیدروژن به شکل فعال اولیه ترشح می شوند.

ه) بیکربنات بیشتر از اب بازجذب می شود.

پرسش 15) گزاره های صحیح را مشخص کنید. (5 نمره، نمره دهی به سبک مرحله دو)

الف) از ^{51}Cr -labeled red blood cells برای اندازه گیری میزان پلاسمای خون استفاده می شود.

ب) orthopnea در right heart failure مشاهده می شود.

ج) GI congestion در left heart failure مشاهده می شود.

د) سوختگی باعث افزایش نفوذپذیری مویرگ ها می شود.

ه) Pitting edema به خاطر تجمع مایع در داخل سلول هاست.

پرسش 16) اسمولاریته سرم ۰.۹ درصد نمکی را پیدا کنید. (3 نمره)

NaCl 58.5g/mol

Question 17) If 2 liters of a hypertonic 3.0% sodium chloride solution were infused into the extracellular fluid compartment of a 70-kg patient whose initial plasma osmolarity is 280 mOsm/L, what would be the intracellular and extracellular fluid volumes and osmolarities after osmotic equilibrium? (6 points)

body water percentage = 60

	Volume (liters)	Concentration (mOsm/L)	Total (mOsm)
Extracellular fluid			
Intracellular fluid			
Total body fluid			