

فصل اول

الکترونیک و پزشکی

۱-۱ مقدمه

یک سیستم ابزار دقیق به عنوان مجموعه ای از تمام ابزار و تجهیزات مورد استفاده برای اندازه گیری یک یا چند ویژگی از یک سیستم فیزیکی و ارائه آن در یک ساختار مفید تعریف شده است. ابزار سنجش زیست پزشکی، مطالعه ابزارهایی است که در زمینه مهندسی پزشکی استفاده می شود. این ابزارها شبیه به ابزار دقیق عمومی هستند، اما منبع سیگنال های ورودی به سیستم دستگاه پزشکی، بافت زنده یا انرژی مورد استفاده در بافت زنده است. ابزارهای پزشکی به اندازه گیری متغیرهای بیولوژیکی اشاره دارد که اغلب بیومتریک نامیده می شود و معمولاً در آنها از روش های ریاضی و آماری استفاده می شود.

۲-۱ طبقه بندی ابزارهای پزشکی

بر اساس کاربرد، ابزارهای پزشکی می تواند به دو نوع عمده تقسیم شود. که عبارتند از ابزار بالینی و ابزار تحقیقاتی. ابزارهای بالینی برای تشخیص و درمان بیماری ها هستند، در حالی که ابزارهای تحقیقاتی برای انجام تحقیقات در ارگان های انسانی است. مهندسانی که در زمینه تحقیق و توسعه مهندسی پزشکی مشغول به کار هستند، مهندسان پزشکی هستند، در حالی که کسانی که با پزشکان و بیماران مشغول به کار هستند، مهندسان بالینی هستند. همچنین، بر اساس نوع تحلیل، ابزار پزشکی می تواند به دو دسته تقسیم شود. که یکی *in vivo* و دیگری *in vitro* است. اگر اندازه گیری بر روی موجودات زنده انجام شود، آن را *in vivo* نامگذاری می کنیم. اگر اندازه گیری ها از طریق نمونه برداری در خارج از بدن انسان باشند، *in vitro* نامیده می شود. به عنوان مثال، در هر دو روش می توان مقدار pH خون را اندازه گیری کرد. روش *in vivo* ، pH خون در جریان خود خون اندازه گیری خواهد شد. از سوی دیگر، در روش *in vitro* ، pH نمونه خون گرفته شده از بدن مورد استفاده قرار می گیرد.

۱-۲-۱ انواع سیستم های ابزار پزشکی

علاوه بر طبقه بندی های فوق، ابزار اندازه گیری زیست پزشکی می تواند بر اساس مقدار اندازه گیری شده، اصول انتقال و سیستم ارگان های بدن باشد. انواع ابزارهای پزشکی بر این اساس به شرح زیر است:

(i) سیستم اندازه گیری مستقیم یا غیرمستقیم

(ii) سیستم اندازه گیری تهاجمی یا غیر تهاجمی

(iii) تماسی یا سنجش از راه دور

(iv) سنسور یا عملگر

(v) ابزارهای زمان واقعی یا استاتیک

اندازه گیری مستقیم یا غیر مستقیم

در یک اندازه گیری مستقیم، سیستم اندازه گیری به صورت مستقیم پارامترهای فیزیکی مانند حجم متوسط جریان خون در یک شریان را اندازه گیری می کند. در اندازه گیری غیرمستقیم، یک پارامتر مربوط به پارامتر فیزیولوژیکی که به طور غیر مستقیم اندازه گیری می شود. مثلاً ثبت ECG در سطح بدن مربوط به انتشار سیگنال های الکتریکی در قلب است، اما اندازه گیری مستقیم شکل موج منتشر شده در قلب نیست.

اندازه گیری تهاجمی یا غیر تهاجمی

ثبت مستقیم سیگنال های الکتریکی الیاف عصبی با استفاده از یک سیستم الکترو کاشتنی (سوزنی) نمونه ای از اندازه گیری تهاجمی است. یک سیستم تصویربرداری که جریان خون در یک شریان را اندازه گیری می کند (به عنوان مثال تصویربرداری از جریان خون به وسیله اولتراسوند)، نمونه ای از اندازه گیری غیر تهاجمی است.

تماسی یا سنجش از راه دور

در نوع تماسی، سیستم اندازه گیری به بدن متصل می شود. به عنوان مثال، یک سنسور فشار سنج متصل به فیبر عضله می تواند تغییر فرم و نیروها را در یک عضله ضبط کند. از سوی دیگر، یک سیستم تصویربرداری MRI یا سونوگرافی می تواند تغییرات شکل و نیروهای داخلی را بدون تماس با بافت اندازه گیری کند.

سنسور یا عملگر

سنسور پارامترهای بیوشیمیایی یا بیوالکتریک یا بیوفیزیکی را تشخیص می دهد. یک عملگر انرژی را آزاد می کند یا پارامترهای بیوشیمیایی، بیوالکتریک یا بیوفیزیکی را کنترل می کند. یک پمپ تزریق خودکار انسولین نمونه ای از یک عملگر با تماس مستقیم است. جراحی غیر تهاجمی با سونوگرافی متمرکز با شدت بالا (HIFU) نمونه ای از یک عملگر از راه دور و غیر تهاجمی است. سنسورها پارامترهای فیزیکی

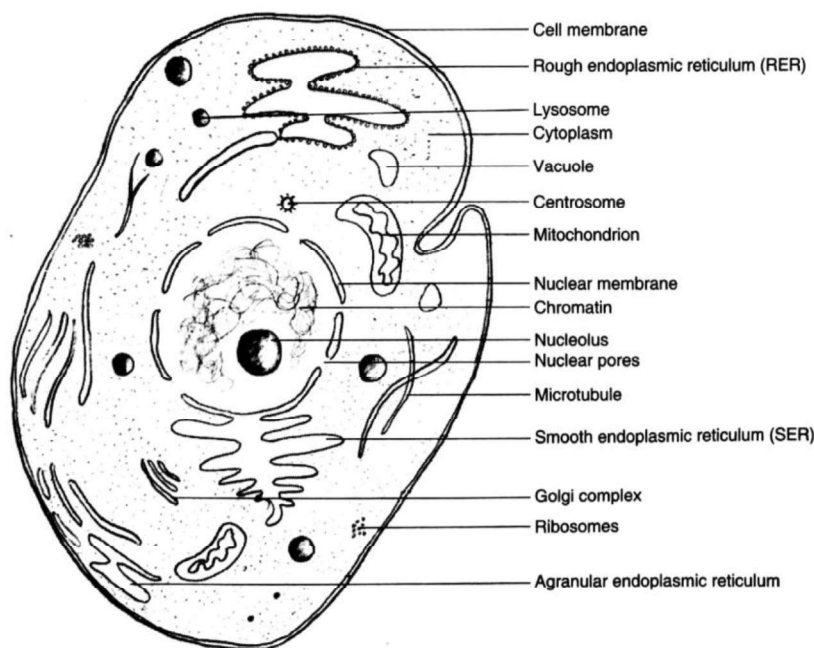
بیولوژیکی را به سیگنال های الکتریکی تبدیل می کند، در حالی که عملگر سیگنال های الکتریکی را به نیرو و جابجایی فیزیکی مورد نیاز در سیستم های بیولوژیکی تبدیل می کند.

ابزارهای زمان واقعی یا استاتیک

ابزارهای استاتیک میانگین مقادیر زمانی پارامترهای فیزیولوژیکی را اندازه گیری می کنند. ابزارهای زمان واقعی می توانند پاسخ زمانی سریعتر یا برابر ثابت های فیزیولوژیک پارامتر اندازه گیری شده داشته باشد. به عنوان مثال، یک سیستم زمان واقعی در سونوگرافی داپلر می تواند تغییرات در سرعت خون شریانی را در یک دوره قلب اندازه گیری کرده و نمایش دهد.

۳-۱ ساختار سلول

سلول های انسانی، که در تعریفی عمومی تر سلول های حیوانی نامیده می شوند، تنها می توانند از طریق یک میکروسکوپ مشاهده شوند. هر سلول دارای غشای خارجی پلازما و یک هسته است. شکل بزرگنمایی یک سلول در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. هسته توسط یک مایع به نام سیتوپلاسم احاطه شده است. اجزای زیر سلولی organelles نامیده می شود. لیست اجزاء سلولی و عملکرد آنها در جدول ۱-۱ نشان داده شده است.



شکل ۱-۱: بزرگنمایی ساختار سلول

جدول ۱-۱: لیست اجزای سلول و عملکرد آن

ردیف	پخش سلول	ساختار اجزا	عملکرد اجزا
۱	غشا پلازما یا غشای سلولی	این بخش شامل دو لایه فسفولیپید است که در آن پروتئین تعبیه شده است.	به سلول شکل می دهد و اجازه می دهد مواد به داخل و خارج از سلول منتقل شود.
۲	سیتوپلاسم (سیتوزول)	این یک ماده مایع و ژله ای بین غشای سلولی و هسته ای است که در آن اندام ها معلق می شوند.	به عنوان محیطی که در آن واکنش های شیمیایی اتفاق می افتد عمل می کند
۳	شبکه اندوپلاسمیک	دو نوع وجود دارد. یکی از نوع صاف (زاغه ای) و یکی دیگر از درشت (دانه ای) است.	نوع دانه ای متابولیزه ترکیبات غیر قطبی و انبار Ca^{2+} در سلول های عضلانی رشته ای است، نوع گرانول در ترکیبات پروتئینی کمک می کند.
۴	ریبوزوم	یک ذره گرانولی شامل پروتئین و RNA است.	پروتئین ها را سنتز می کند.
۵	مجموعه گلژی	خوشه از کیسه های غشایی مسطح	سنتز کربوهیدرات ها و بسته های مولکولی برای ترشح، ترشح لیپید ها و گلیکوپروتئین ها
۶	میتوکندریا	کیسه های غشایی با پارتیشن داخلی پیچیده شده.	انرژی را از مولکول های غذایی آزاد کرده و به انرژی قابل استفاده ATP تبدیل می کند.
۷	لیزوزوم ها	کیسه های غشایی	هضم مولکول های خارجی، اندام های مندرس شده و آسیب دیده.
۸	Centrosome	توده غیر قابل انعطاف	کمک به سازمان دهی الیاف اسپیندل و توزیع کروموزوم در طی میتوز
۹	Vacuoles	کیسه های غشایی	انبار و آزاد سازی مواد مختلف در سیتوپلاسم
۱۰	میکروفیلament و میکروتوبول	لوله های توخالی نازک	پشتیبانی از سیتوپلاسم و انتقال مواد در داخل سیتوپلاسم.
۱۱	Cilia and flagella	هاله ای جزئی از سیتوپلاسم که در سطح برخی از سلول ها گسترش می یابد.	ذرات را در سطح سلول حرکت می دهد یا خود سلول را حرکت می دهد.
۱۲	Nuclear envelope	غشای دو لایه ای که هسته را احاطه کرده واز مولکول پروتئین و چربی تشکیل شده.	پشتیبانی از هسته و کنترل عبور مواد بین هسته و سیتوپلاسم.
۱۳	هسته	توده انبساطی غیر متساوی که از مولکول پروتئین و RNA تشکیل شده است	RNA ریبوزومی را برای ریبوزوم تولید می کند.
۱۴	کروماتین	رشته های فیبر از جنس پروتئین و DNA.	حاوی کد ژنتیکی است که تعیین می کند که کدام پروتئین و آنزیم ها توسط سلول تولید می شود.

۴-۱ منابع سیگنال های زیست پزشکی

سیگنال هایی که اطلاعات سیستم های بیولوژیکی را حمل می کنند سیگنال های زیست پزشکی نامیده می شود. سیگنال های زیست پزشکی ممکن است یک پالس ساده مچ دست یک فرد یا سیگنال فراصوت پیچیده یک بافت نرم داخلی باشد. انواع مختلفی از سیگنال های زیست پزشکی به ترتیب وجود دارد:

سیگنال های بیوالکتریک

سیگنال های تولید شده توسط سلول های عصبی عضلانی سیگنال های بیوالکتریک نامیده می شود. الکتروکاردیوگرافی (ECG) و الکتروانسفالوگرافی (EEG) این نوع سیگنال ها هستند. منبع این نوع سیگنال ها میدان های الکتریکی تولید شده توسط پتانسیل های عمل بسیاری از سلول ها است.

سیگنال های بیوآکوستیک

این سیگنال ها از صداهای ایجاد شده توسط سیستم بیولوژیکی و ارائه اطلاعات در مورد پدیده های اساسی است. جریان خون در قلب از طریق دریچه ها، جریان هوا از طریق راه های هوایی و جریان هوا در ریه عامل این سیگنال های صوتی است.

سیگنال های بیومکانیکی

این سیگنال ها از عملکرد مکانیکی در سیستم بیولوژیکی به دست می آیند. حرکت دیواره قفسه سینه یک مثال خوب برای این نوع سیگنال است. انواع این سیگنال عبارتند از سیگنالهای حرکت و جابجایی، سیگنال های فشار و جریان.

سیگنال های بیوشیمیایی

این نوع سیگنال ها از اندازه گیری ترکیب شیمیایی یا ترکیب یون های مختلف یا فشار جزئی اکسیژن یا دی اکسید کربن در بافت زنده یا نمونه ها به دست می آیند.

سیگنال های بیومغناطیس

علاوه بر سیگنال های بیوالکتریک، بعضی از ارگان ها سیگنال های الکترومغناطیسی بسیار ضعیفی تولید می کنند. این سیگنال ها، سیگنال های بیومغناطیسی نامیده می شود. به عنوان مثال مغز، قلب و ریه ها اندام هایی هستند که سیگنال های مغناطیسی تولید می کنند.

سیگنال های بیو اپتیک

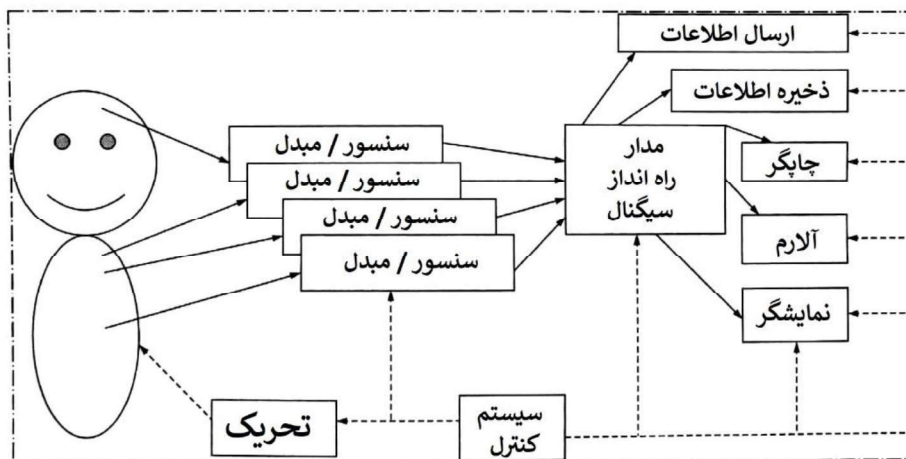
این اندازه گیری ها با استفاده از ویژگی های نوری سیستم های بیولوژیکی ساخته می شوند. به عنوان مثال، اکسیژن خون ممکن است با استفاده از خواص کداری و پراکنده خون در فرکانس خاصی از نور محاسبه شود.

سیگنال های بیو-امپدانس

امپدانس بافت اطلاعات مهمی مانند ترکیب، توزیع خون و حجم خون را می دهد. اندازه گیری مقاومت نسبت به سیگنال سینوسی وارد شده به بافت می تواند برای اندازه گیری امپدانس استفاده شود. اندازه گیری مقاومت پوستی گالوانیک و اندازه گیری میزان تنفس براساس تکنیک بیو امپدانس، نمونه ای از این نوع اندازه گیری هستند.

۱-۵ اجزای یک سیستم ابزار دقیق پزشکی

نمودار بلوکی یک سیستم سنجش زیست پزشکی به طور کلی در شکل ۱-۲ نشان داده شده است. اجزای اصلی این سیستم جز در مواردی همانند هر سیستم ابزار دقیقی است. در سیستم ابزار دقیق پزشکی، یک انسان زنده موضوع مطالعه است. اجزای سیستم پزشکی، فرد، محرک، مبدل، تجهیزات راه اندازی سیگنال و تجهیزات نمایش است. اجزای سیستم به صورت زیر شرح داده می شود:



شکل ۱-۲: شکل ۱، ۲ بلوک دیاگرام عمومی ابزار دقیق پزشکی.

موضوع بررسی

موضوع بررسی بدن انسان است که اندازه گیری ها روی آن انجام می شود. بسیار مهم است که سیستم های فیزیولوژیکی که بدن انسان را تشکیل می دهند را بشناسیم، تا سیستم ابزار دقیق پزشکی به آسانی قابل درک باشد.

تحریک

در برخی تحقیقات، اندازه گیری پاسخ به تحریک خارجی مورد نیاز است. ابزار مورد استفاده برای تولید چنین محرک هایی بخش مهمی از سیستم ابزار دقیق پزشکی است. محرک هایی که معمولاً استفاده می شود عبارتند از: فلاش نور، تون صوتی، لمس و یا تحریک الکتریکی مستقیم در برخی از بخش های سیستم عصبی.

مبدل

دستگاهی که یک شکل از انرژی را به شکل دیگری از انرژی تبدیل می کند، مبدل نامیده می شود. در ابزار دقیق پزشکی، مبدل ها برای تبدیل متغیرهای مورد علاقه در بدن انسان به سیگنال های الکتریکی استفاده می شود. این می تواند برای تبدیل دما، فشار، جریان و سایر متغیرهای مورد بررسی در بدن انسان به سیگنال های الکتریکی استفاده شود.

تجهیزات راه اندازی سیگنال

لازم است سیگنال مبدل را به یک سیگنال معنی دار تبدیل کنید تا سیگنال بتواند به واحد نمایش یا واحد ضبط یا واحد ذخیره ارسال شود. سیستم هایی که سیگنال های مبدل را به شکل سوئمنده سیگنال تبدیل می کنند، تجهیزات راه اندازی سیگنال نامیده می شود. وظیفه تجهیزات راه اندازی سیگنال تقویت و تغییر شکل موج است. تجهیزات راه اندازی سیگنال ممکن است واحد پردازش سیگنال نیز نامیده شود. همچنین در برخی موارد، لازم است دو یا سه سیگنال را در یک سیگنال واحد ترکیب و تبدیل کنیم.

تجهیزات نمایشگر

تجهیزات نمایشگر، برای نمایش سیگنال دریافتی از تجهیزات راه اندازی سیگنال در یک فرم که می تواند توسط کاربر درک شود به کار می رود. تجهیزات نمایشگر خروجی ممکن است یک چاپگر، صفحه نمایش یا تجهیزات ذخیره سازی باشد.

۱-۶ عوامل موثر در طراحی ابزار دقیق پزشکی

عواملی که در هنگام طراحی یا انتخاب ابزار مورد توجه قرار می گیرند عبارتند از: محدوده فعالیت، حساسیت، خطی بودن، هیستریزیس، پاسخ فرکانسی، صحت، نسبت سیگنال به نویز، ایزوله بودن، سادگی و کالیبراسیون. عوامل طراحی ابزارهای زیست پزشکی در بخش های زیر مورد بحث قرار می گیرند:

محدوده فعالیت

محدوده ی فعالیت ابزار دقیق، دامنه و فرکانس ورودی است که انتظار می رود دستگاه در آن محدوده کار کند. یک ابزار خوب باید کوچکترین تغییرات مورد انتظار را در بزرگترین مقدار ممکن برای اندازه گیری بخواند.

حساسیت

حساسیت کوچکترین تغییر یک متغیر یا پارامتر است که می تواند توسط ابزار سنجیده شود. رزولوشن یک ابزار مستقل از حساسیت است. رزولوشن حداقل تغییرات است که می تواند به دقت بخواند. حساسیت یک ابزار پزشکی یا یک سیستم اندازه گیری پزشکی، نسبت میزان پاسخ (سیگنال خروجی) به مقدار اندازه گیری (سیگنال ورودی) است.

حساسیت = تغییرات در خروجی تقسیم بر تغییرات در ورودی

حساسیت توسط شیب منحنی کالیبراسیون نشان داده می شود. اگر منحنی کالیبراسیون خطی باشد، حساسیت ثابت است. اگر منحنی کالیبراسیون غیر خطی باشد، حساسیت ثابت نیست و تابع سیگنال ورودی است. در سیستم های الکترونیکی اندازه گیری، به جای حساسیت، از اصطلاح بهره استفاده می شود. به طور مشابه، در ابزار مکانیکی، اصطلاح تقویت به جای حساسیت استفاده می شود.

خطی بودن

هنگامی که دستگاه دارای یک مقدار ثابت بهره برای کل محدوده اندازه گیری است، این دستگاه خطی است. به عبارت دیگر، حساسیت برای تمام محدوده ورودی ها یکسان خواهد بود. محدوده کاری بسیاری از ابزارها ارتباط خطی بین خروجی و ورودی را فراهم می کند. یک ابزار خوب، خروجی خطی در تمام محدوده فعالیت خواهد داشت. اگر این اتفاق نیوفتد، بهتر است آن را در بخشی از محدوده فعالیت خطی بکار بگیریم. البته در برخی از ابزارها، ممکن است عمداً برای برخی از اهداف خاص ابزارهای غیر خطی معرفی شوند.

هیستریزیس

اگر ابزار دقیق، یک خروجی مشابه را برای ورودی های مشابه در طول روند افزایش و کاهش ارائه ندهد، به این معنی است که این ابزار دارای هیستریزیس است. این خطا ممکن است ناظر را گمراه کند.

پاسخ فرکانس تخت

اگر حساسیت یا بهره ی دستگاه در تمام فرکانس عملیاتی برابر باشد، گفته می شود که این دستگاه دارای پاسخ فرکانس صاف است. الزامات معمول این است که فرکانس سیگنال ورودی نباید بیش از ۶۰٪ از فرکانس طبیعی ابزار اندازه گیری شود.

صحت

صحت، توانایی ابزار برای اندازه گیری مقدار نزدیک به مقدار واقعی است.

نسبت سیگنال به نویز

در محیط اطراف ما، ابزارهای بدون تداخل وجود ندارد. این ابزارها به علت وجود خطوط برق، تداخل الکترومغناطیسی و الکترواستاتیک، دارای نویز هستند. نسبت بین مقدار خروجی دستگاه و سطح نویز، نسبت سیگنال به نویز است. مقدار این نسبت برای ابزار ایده آل، بی نهایت است.

ایزوله بودن

سیگنال های بیومدیکال از بیماران یا حیوانات آزمایشی به دست می آید به طوری که دستگاه هیچ ارتباط الکتریکی با فرد مورد بررسی یا زمین ندارد. این شرایط برای ایمنی الکتریکی ضروری است و برای جلوگیری از هرگونه تداخل الکتریکی در حوزه های مختلف استفاده می شود. برای رسیدن به این هدف، می توان ایزولاسیون الکتریکی را با استفاده از روش های مغناطیسی یا نوری یا با استفاده از تله متری بی سیم ارائه کرد. تله متری در مورد موضوع بررسیه متحرک (بیمار / حیوان) بسیار مفید خواهد بود.

سادگی

اگر یک سیستم پیچیده باشد، ممکن است احتمال خطای انسانی یا احتمال حذف یک جزء وجود داشته باشد. بنابراین، تمام سیستم ها و ابزار باید تا اندازه ممکن ساده باشد.

کالیبراسیون

کالیبراسیون یک وسیله، عملکرد دستگاه را با ابزار دقیق تر مقایسه می کند و تغییرات لازم در دستگاه را اعمال میکند تا دستگاه بتواند خروجی دقیق قابل قبول را دریافت کند. همه سیستم های ابزار دقیق نیاز به کالیبراسیون قبل از استفاده دارند. کالیبراسیون باید با ابزار استاندارد باشد که دارای دقت بیشتری نسبت به ابزار مورد استفاده است. ابزار استاندارد مورد استفاده نیز باید به همان اندازه ساده باشد.

۷-۱ زیر سیستم های بدن انسان

بدن انسان یک سیستم متشکل از بسیاری از زیر سیستم ها است که به شیوه ای هماهنگ عمل می کنند. زیرسیستم های بدن انسان عبارت است از:

۱-۷-۱ سیستم اسکلتی

سیستم اسکلت تقویت کننده و شکل دهنده به بدن انسان مشابه ساختارهای فولادی در ساختمان ها است. علاوه بر این، آن را پشتیبانی و حفاظت کرده و اجازه می دهد تا حرکات بدن صورت گیرند. همچنین مواد معدنی را ذخیره می کند و سلول های خونی تولید می کند. این سیستم دارای ۲۰۶ استخوان برای حمایت از بافت ها و سایر ارگان های بدن انسان است. این بخش برای بسیاری از عملکردهای انسانی مهم است. این سیستم از اندامهای حیاتی برای زندگی مانند مغز، قلب و ریه ها به وسیله جمجمه، ستون

فقرات و رباط ها محافظت می کند. کلیه استخوان ها به وسیله لیگامان به یکدیگر متصل می شوند. استخوان ها از طریق تاندون ها با عضلات پوشیده می شوند. ترکیبی از استخوان ها و ماهیچه ها سیستم اسکلتی عضلانی نامیده می شود. سیستم اسکلتی عضلانی حرکت بدن را از طریق تعامل بین عضلات و استخوان ها فراهم می کند. به طور مشابه، با شل شدن و انقباض عضلات، مفاصل می توانند کشش داده شوند.

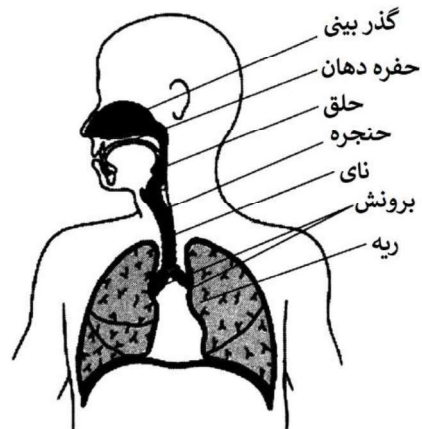
۲-۷-۱ سیستم گردش خون

قسمتهای اصلی سیستم گردش خون قلب، شریان ها، رگ ها و مویرگ ها است. این سیستم مشابه یک سیستم خنک کننده هیدرولیکی در موتور خودرو است. در یک خودرو، مایع در داخل یک موتور حرکت می کند و گرما را می گیرد. به طور مشابه، سیستم گردش خون دی اکسید کربن، مواد زائد سلول های بدن انسان را می گیرد. علاوه بر این، اکسیژن و مواد مغذی را به تمام سلول های بدن منتقل می کند. در سیستم خنک کننده خودرو، آب به عنوان وسیله حمل و نقل عمل می کند و در سیستم گردش خون، خون به عنوان وسیله حمل و نقل عمل می کند. قلب یک پمپ برای پمپ کردن اکسیژن خون به کل بدن است. خون برگشتی دارای دی اکسید کربن است. قلب این خون را به ریه ها برای غنی سازی اکسیژن و حذف دی اکسید کربن می فرستد. این روند گردش خون نامیده می شود. اکسیژن منتقل شده در خون برای سلول های بدن بسیار مهم است.

۳-۷-۱ سیستم تنفسی

سیستم تنفسی شامل دهان، بینی، نای، ریه ها و دیافراگم است که در شکل ۱-۳ نشان داده شده است. در ماشین، رادیاتور گرمای موتور را از محیط خارج می کند. به طور مشابه، در بدن انسان، ریه ها دی اکسید کربن را می برند و خون را با اکسیژن غنی می کنند. این خروجی برای ارسال دی اکسید کربن است و دریافت اکسیژن است. کار اصلی سیستم تنفسی این است که دی اکسید کربن را از خون بیرون آورده و خون را با اکسیژن غنی سازی کند. این روند را می توان از طریق تنفس ایجاد کرد. اگر دیافراگم انقباض و آرامش یابد، تنفس اتفاق خواهد افتاد. در طول تنفس، هوای غنی از اکسیژن استنشاق شده و هوای غنی از دی اکسید کربن خارج می شود. یعنی دی اکسید کربن در خون توسط اکسیژن جایگزین می شود. هوای غنی از اکسیژن از طریق دهان، وارد حنجره، بینی و نای می شود. از آنجا، آن را به دو مسیر

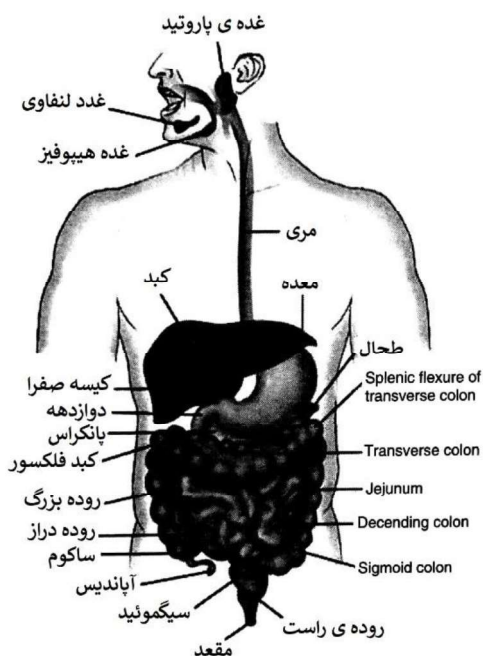
به نام برونش تقسیم می شود. در نهایت، هوا از ریه ها به آلوئول وارد می شود. در آلوئول ها، دی اکسید کربن در خون با اکسیژن جایگزین می شود و به خون غنی از اکسیژن تبدیل می شود.



شکل ۱-۳: سیستم تنفسی

۱-۷-۴ سیستم گوارش

سیستم گوارش شامل دهان، مری، معده، روده کوچک، روده بزرگ، راست روده و مقعد است که در شکل ۱-۴ نشان داده شده است. این ارگانها به صورت متوالی از دهان به انتهای آن متصل می شوند تا سیستم گوارش را تشکیل دهند. بخش داخلی دستگاه گوارش از مخاط تشکیل شده است. روند تبدیل مواد غذایی به مولکولهای مواد مغذی و سپس جذب آن به خون، هضم نامیده می شود. این مواد مغذی جذب شده برای ساخت و تغذیه سلول ها مورد استفاده قرار می گیرد. مواد غذایی به دلیل اضافه شدن شیره گوارشی ساخته شده توسط غدد بزاقی، معده، کبد روده و پانکراس به مواد مولکولی مواد مغذی تبدیل می شوند. لایه های عضله صاف در امتداد دستگاه گوارش غذای بیشتری را با خود می برد. کیسه صفرا به طور موقت شیره گوارش تولید شده توسط کبد را قبل از اضافه شدن به غذا ذخیره می کند. سیستم گردش خون و سیستم عصبی نیز مسئول عملکرد مناسب دستگاه گوارش است.



شکل ۱-۴: دستگاه گوارش

۵-۷-۱ سیستم دفع

سیستم دفع شامل دو کلیه، مثانه و مجرای ادرار است. عملکرد سیستم دفع ادرار، حذف ضایعات متابولیک و حفظ مقدار مناسب آب، نمک و سایر مواد مغذی در بدن انسان است. فرآیندهای بدن مواد زائد متابولیک و مواد استفاده نشده را دفع می کند. این مواد زائد و مواد غیر مفید محصولات نیتروژنی هستند. که سیستم دفع ادرار همه این ضایعات را از بدن انسان حذف خواهد کرد.

۶-۷-۱ سیستم تنظیم کننده (عصبی - درون ریز)

هر دو سیستم عصبی و سیستم غدد درون ریز سیستم های نظارتی هستند. سیستم عصبی پس از اقدامات سریع به دنبال ترشح غدد و انقباض سیستم عضلانی است. سیستم غدد درون ریز به دنبال اقدامات آهسته مانند فرآیند متابولیک است. اطلاعات بین زیر سیستم ها و مغز توسط اعصاب حسی انتقال می یابد. دستورات مغز به عضلات توسط اعصاب حرکتی منتقل می شود. برخی از اعصاب به صورت ترکیبی به عنوان اعصاب حسی حرکتی عمل می کنند. این اعصاب اعصاب دو طرفه هستند.

۷-۷-۱ سیستم تولید مثل

سیستم تولید مثل یا دستگاه تناسلی شامل اندام های خارجی (آلت تناسلی یا فرج) و غدد جنسی تولید مثل (بیضه و تخمدان) است. تولید مثل انسان به صورت باروری داخلی اتفاق می افتد. اسپرم مردانه

از طریق دهانه رحم حرکت می کند و برای لقاح وارد رحم می شود. سپس بارداری جنین در حدود ۹ ماه اتفاق می افتد. حاملگی منجر به تولد کودک می شود. تولد کودک با انقباض رحم و انبساط گردن رحم اتفاق می افتد.

۱-۷-۸ سیستم عضلانی

سیستم عضلانی شامل عضلات ارادی، غیرارادی و عضلات قلبی است. فعالیت عضلات ارادی تحت کنترل ما است. حرکت دست ما نمونه ای از فعالیت عضلات ارادی است. اما عضلات غیر ارادی ناخودآگاه کار خواهند کرد. حرکت غذا در روده ما نمونه ای از فعالیت غیر ارادی است. از سوی دیگر، عضله قلب برای همیشه بدون هیچ استراحت کار می کند. عصب ها انقباض و استراحت عضلات را تنظیم می کنند. انقباض ماهیچه را می توان با دو روش انجام داد. اولی ایزومتریک (بدون تغییر در ابعاد عضله) و دیگری ایزوتونیک (با تغییر در ابعاد عضله) است.

۱-۸ ویژگی های مطلوب در سیستم های ابزار دقیق پزشکی

سیستم سنجش زیست پزشکی باید ویژگی های مطلوب زیر را داشته باشد:

۱-۸-۱ ویژگی های سیگنالی

ویژگی های سیگنال مطلوب سیستم های ابزار دقیق پزشکی عبارتند از حساسیت، دامنه، خطی بودن، پاسخ فرکانسی و صحت. این بحث در مورد عوامل طراحی ابزار دقیق پزشکی در بخش ۱-۶ مورد بحث قرار گرفته است. دیگر مشخصات مهم سیگنالی سرعت واکنش، ورودی تفاضلی یا تکی، امپدانس ورودی و قابلیت اطمینان است. پاسخ گذرا، توانایی ابزار در سرعت رسیدن خروجی به حالت ثابت است. ورودی تفاضلی توانایی دستگاه برای نادیده گرفتن سیگنال حالت مشترک است. امپدانس ورودی یک وسیله باید تا آنجا که ممکن است بالا باشد به طوری که ابزار جریان زیادی مصرف نکند. اگر یک ابزار جریان بیشتری مصرف کند، به دلیل اثر بارگذاری، سیگنال ورودی ممکن است تغییر کند. ویژگی مهم و نهایی سیگنال، قابلیت اطمینان است.

۱-۸-۲ ویژگی های محیطی

ابزار دقیق پزشکی باید در تمام شرایط کاری دارای نسبت سیگنال به نویز بسیار خوب باشد. این وسیله نباید تحت تاثیر دمای محیط، رطوبت، فشار، شتاب، شوک، ارتعاش و تابش قرار گیرد. این ابزار باید به اندازه کافی استحکام داشته باشد تا بتواند تمام این شرایط محیطی را تحمل کند. مصرف انرژی دستگاه باید تا اندازه ممکن کم باشد. اندازه و شکل ابزار باید به گونه ای باشد که کاربری آن را آسان کند.

۱-۸-۳ ویژگی های پزشکی

سیستم ابزار دقیق پزشکی باید بسته به شرایط مورد نیاز، سنسور تهاجمی یا غیر تهاجمی داشته باشد. رابط بین دستگاه و بیمار (مورد مطالعه) باید ساده باشد. مواد شیمیایی یا مواد مورد استفاده نباید

برای بیمار سمی باشد. ابزار باید از نظر الکتریکی ایمن باشد. این ابزار نباید تابش و گرمای مضر منتشر کند. و مهمتر از همه اینکه بیمار نباید در مواجهه با ابزار احساس ناراحتی کند.

۱-۸-۴ ویژگی های اقتصادی

هزینه های تجهیزات باید مقرون به صرفه باشد. لوازم جانبی مورد استفاده و اجزای جایگزین باید در دسترس باشند. ابزار باید حداقل یک دوره گارانتی داشته باشد. مواد مصرفی مورد نیاز برای عملیات باید با هزینه قابل قبول و کاملاً در دسترس باشد. ابزار باید با نسخه های موجود و قدیمی تجهیزات سازگار باشد و ترجیحاً قابلیت بروز رسانی داشته باشد.

۱-۹ مقایسه مهندسی سیستم های فیزیولوژیک

۱-۹-۱ سیستم شیمیایی و بدن انسان

بدن انسان را می توان به عنوان یک کارخانه شیمیایی مستقل تشبیه کرد. بدن انسان انرژی را برای رشد بدن، تعمیر، پیام رسانی برای ارتباطات و سایر نیازهای دیگر در جهت انجام وظایف مختلف تولید می کند. بدن غذا، آب و هوا را به عنوان ورودی در یک نقطه تحویل می گیرد. همچنین بدن مجموعه ای از سیستم های کنترلی برای نظارت و کنترل بر عملیات شیمیایی است. همچنین بدن انسان دارای سیستم دفع زباله است.

۱-۹-۲ سیستم قلب و عروق و سیستم هیدرولیک

سیستم قلب و عروق یک سیستم هیدرولیک پیچیده است. قلب دارای چهار محفظه با دو پمپ متصل از طریق لوله های انعطاف پذیر (رگ های خونی) است. رگ ها به عنوان مخزن خون عمل می کنند و قطر خود را برای کنترل فشار تغییر می دهند. سیستم دریچه ها و مقاومت متغیر هیدرولیکی، جریان خون را تغییر می دهد. پمپ های دو مرحله ای در قلب وجود دارد که یکی در سمت چپ و دیگری در سمت راست است. پمپ سمت راست خون را از سیستم اصلی هیدرولیکی جمع آوری می کند و برای اکسیژن سازی (ریه ها) ارسال می کند. پمپ سمت چپ خون را از سیستم اکسیژن زایی جمع آوری می کند و سپس به سیستم اصلی هیدرولیک می فرستد. این سیستم به عنوان یک سیستم ارتباطی و سیستم تامین کننده شناخته می شود. تغییر سرعت و حجم پمپاژ با توجه به تقاضای بدن انجام می شود. خون به عنوان حامل سوخت و منابع به سلول ها عمل می کند. مواد زائد به وسیله خون به مقصدی از پیش تعیین شده منتقل می شود. این سیستم توانایی کنترل منافذ های کوچک و رد عناصر خارجی را داراست. این سیستم دارای حسگری برای شناسایی تقاضا در یک نقطه خاص است. و نیز دارای یک دریچه ی یک طرفه برای حفاظت از جریان در برابر گرانش است.

۱-۹-۳ سیستم پنوماتیک و سیستم تنفسی

سیستم تنفسی مشابه سیستم پنوماتیک است. در این سیستم فشار مثبت و منفی بوسیله دیافراگم (حفره توراکسی) ایجاد می شود. این سیستم یک شیر برای عبور دادن هوا و نیز جلوگیری از ورود موارد جامد (مواد غذایی) در همان گذرگاه داراست. سیستم تنفسی اکسیژن را جذب می کند و دی اکسید کربن را پس می دهد. مغز متغیرهای مهم مانند سرعت (تنفس)، حجم، هوای در جریان و غلظت دی اکسید کربن در هوای خارج شده را حفظ می کند.

۱-۹-۴ شبکه های ارتباطی و سیستم عصبی

سیستم عصبی مشابه پردازنده اطلاعات تطبیقی است. سیستم عصبی مانند یک کامپیوتر با حافظه (مغز) و قدرت محاسباتی است. سیستم عصبی حتی اگر تا حدی آسیب دیده باشد کار می کند. سیگنال ورودی به سیستم عصبی نور، صدا، فشار، گرما و سرما است. خروجی این سیستم عصبی به سیستم حرکتی (عضلات) داده می شود. این سیستم دارای بازخورد و واکنش های اتوماتیک به رفلکس است.

۱-۱۰ مشکلات اندازه گیری سیستم حیاتی

دسترسی به متغیرها، ماهیت تصادفی متغیرها، کمبود اطلاعات در مورد ارتباطات و رابطه بین جزا، اثر مبدل ها بر روی اندازه گیری، تداخلات، محدودیت های انرژی، بخشی از مشکلاتی است که در اندازه گیری یک سیستم زنده وجود دارد.

۱-۱۰-۱ دشواری دسترسی به متغیرها در یک سیستم حیاتی

گاهی اوقات اندازه مبدل ممکن است بزرگتر از ارگانی باشد که در آن قرار است دینامیک عصبی-شیمیایی اندازه گیری شود. اندازه مبدل ممکن است بزرگتر از فضای موجود باشد و ممکن است جایگذاری مبدل برای اندازه گیری دینامیک ممکن نباشد. عملیات پزشکی مورد نیاز برای قرار دادن مبدل ممکن است عملی نباشد. در این صورت، اندازه گیری غیر مستقیم تنها راه حل ممکن است. در اندازه گیری غیر مستقیم، رابطه بین متغیر مورد علاقه ما و متغیر غیرمستقیم انتخاب شده همیشه صحیح نیست.

۱-۱۰-۲ طبیعت تصادفی متغیرها

متغیرهای تصادفی، زمان متغیر (غیر قطعی) و بسته به متغیرهای دیگر هستند. اکثر متغیرهای موجود در بدن انسان متغیرهای تصادفی هستند و تعداد کمی از آنها دارای طبیعت قطعی هستند اما ممکن است توزیع آماری داشته باشند. حتی اگر اندازه گیری ها در شرایط مشابه انجام شود، الزاماً نتایج یکسان نیستند. مقدار اندازه گیری ممکن است از اندازه گیری یک فرد به اندازه گیری های فرد دیگری متفاوت باشد. روش های آماری تنها می توانند متغیرهای اندازه گیری های مختلف فرد را در بر گیرد.

۳-۱۰-۱ روابط ناشناخته بین عوامل

تغییرات در اندازه گیری ها می تواند توضیح داده شود در صورتی که بین روابط بین متغیرها شناخته شود. خطاهای زیادی به دلیل کمبود دانش در میان ارتباطات پذیرفته می شود. با توجه به روابط ناشناخته بین متغیرها، کنترل تغییرات متغیرهای دیگر امکان پذیر نیست. زمانی که اندازه گیری مستقیم امکان پذیر نیست، اندازه گیری های غیر مستقیم نیز اگر ارتباط بین متغیرها شناخته شده باشد می تواند مورد استفاده قرار گیرد. روابط بین ابزار و یک سیستم فیزیولوژیکی اگر ارتباط بین متغیرهای آن سیستم فیزیولوژیک شناخته شده باشد ساده می شود.

۴-۱۰-۱ تعامل بین زیرسیستم های فیزیولوژیکی

تعامل با ارتباطات متفاوت است. تعامل اثر یک متغیر از سوی دیگری است. در حالی که ارتباطات روابط ریاضی بین دو متغیر است. تعامل در میان بسیاری از زیر سیستم های انسانی وجود دارد. با توجه به تعامل، اگر بخشی از یک بدن انسان تحریک شود، بخش دیگری ممکن است به شیوه ای غیر منتظره تحت تاثیر قرار گیرد. رابطه علت و اثر برای یک تعامل مشخص نیست. تحریک حلقه باز برای جلوگیری از تعامل نیز امکان پذیر نیست. عملکرد ارگان غیر فعال ممکن است به علت یک عضو دیگر فعال شود. این معضل در مورد مغز و سیستم عصبی بسیار شایع است.

۵-۱۰-۱ اثرات جانبی مبدل در اندازه گیری

مبدل بر مبنای اندازه گیری تاثیر می گذارد و ممکن است خوانش را تغییر دهد. این مشکل در سیستم زندگی بیش از حد است. به عنوان مثال، ویژگی های جریان توسط قرار دادن مبدل های فشار با ایجاد لرزش تحت تاثیر قرار می گیرد. به طور مشابه، مبدل هایی که در جریان خون قرار می گیرند، ویژگی های جریان خون را تحت تاثیر قرار می دهند. اندازه گیری پتانسیل الکتریکی یک سلول نیاز به نفوذ در سلول توسط یک مبدل دارد. ممکن است سلول در این حالت صدمه ببیند یا حتی از بین برود. یک مبدل در یک سیستم ممکن است پاسخ سیستم دیگری را تحت تاثیر قرار دهد. گردش خون ممکن است از طریق خنکسازی پوست تخمین زده شود. اما به دلیل اثر فیدبک، الگوی گردش خون ممکن است متفاوت باشد. پیگیری پیوسته فشار خون ممکن است افزایش فشار خون را به دلیل اثر روانی ایجاد کند. از این رو مبدل استفاده شده نباید سیستم فیزیولوژیکی را تحت تاثیر قرار دهند.

۶-۱۰-۱ تداخلات

تداخلات سیگنال نامطلوبی است که به سیگنال مطلوب اضافه شده است. این تداخلات ممکن است به علت تداخل الکتریکی، نویز ۵۰ هرتز و اثر متقابل (کراس تاک) باشد. اندازه گیری سیستم فیزیولوژیک در حال حرکت ممکن است تداخلاتی را تولید کند. جابجایی مبدل ها نیز ممکن است تداخلاتی تولید کنند. گاهی اوقات این تغییرات از سیگنال جدا نیست. به عنوان مثال، بیهوشی نامناسب می تواند تغییرات ناخواسته در بدن انسان ایجاد کند. سیگنال های به دست آمده از بیماران بیهوش شده بخصوص ممکن است شامل تداخلات باشد، اما آنها نمی توانند حذف شوند. لرزش عضلانی نیز می تواند به عنوان یک تداخل باشد.

۷-۱۰-۱ محدودیت انرژی

برخی از اندازه گیری های فیزیولوژیکی نیاز به انرژی خارجی دارد. برای مثال، اندازه گیری مقاومت بافت یا خون نیاز به منبع انرژی الکتریکی خارجی دارد. مبدل ها ممکن است گرما را از طریق انرژی الکتریکی مصرف شده توسط مبدل منتشر کنند. این انرژی باید برای جلوگیری از بروز آسیب در سلول ها و اشتباهات در اندازه گیری محدود شود.

۸-۱۰-۱ ملاحظات ایمنی

روش های اندازه گیری نباید زندگی انسان و یا حالت عادی سیستم فیزیولوژیکی را به خطر بیندازد. مراقبت باید در طراحی هر سیستم اندازه گیری پزشکی برای حفاظت از بیمار صورت گیرد. این ابزارها نباید باعث درد، تروما و ناراحتی شود.

۱۱-۱ نتیجه گیری

ابزار پزشکی باید مطابق با ملاحظات قانونی، شرعی و اخلاقی باشد. سازنده تجهیزات باید از مسائل و مقرراتی که در حقیقت از لحاظ تکنولوژیکی، اقتصادی و سیاسی در آن منطقه جغرافیایی مورد توجه قرار گرفته اند، آگاه باشند.

پرسش های کوتاه با پاسخ

۱- سیتوزول چیست؟

پاسخ: سیال داخل سلول مایع داخل سلولی (ICF) نام دارد. که ممکن است به عنوان سیتوزول یا سیتوپلاسم نیز نامیده شود.

۲- ابزارهای دقیق پزشکی را طبقه بندی کنید؟

پاسخ: ابزار دقیق پزشکی می تواند بر اساس مقدار اندازه گیری شده، اصل انتقال و سیستم اندام طبقه بندی شود. در زیر انواع ابزارهای زیست پزشکی وجود دارد.

(i) سیستم اندازه گیری مستقیم یا غیرمستقیم

(ii) سیستم اندازه گیری تهاجمی یا غیر تهاجمی

(iii) سیستم اندازه گیری تماسی یا از راه دور

(iv) سنسور یا عملگر

(v) ابزارهای زمان واقعی یا استاتیک.

۳- سیگنال پزشکی چیست؟

پاسخ: سیگنال های مورد استفاده برای استخراج اطلاعات سیستم های بیولوژیکی سیگنال های پزشکی نامیده می شود. سیگنال های پزشکی ممکن است یک پالس مچ دست ساده یک فرد یا سیگنال فراصوت پیچیده یک بافت نرم داخلی باشد.

۴- لیست سیگنال های پزشکی مختلف را بیان کنید.

سیگنال های بیوالکتریک، سیگنال های بیوآکوستیک، سیگنال های بیومکانیکی، سیگنال های بیوشیمیایی، سیگنال های بیومغناطیسی، سیگنال های بیوپتیک و سیگنال های بیوامپدانس.

۵- نمودار بلوک دیاگرامی از سیستم ابزار دقیق پزشکی را رسم کنید.

پاسخ: به شکل ۱-۲ مراجعه شود.

۶- اجزای سیستم پزشکی کدامند؟

پاسخ: اجزای سیستم پزشکی عبارتند از: موضوع مطالعه (فرد)، عملگر، سنسور، مدار راه انداز سیگنال و واحد نمایش

۷- عوامل دخیل در طراحی ابزارهای پزشکی را بیان کنید؟

پاسخ: عوامل موثر در هنگام طراحی عبارتند از محدوده فعالیت، حساسیت، خطی بودن، هیستریزیس، پاسخ فرکانسی، صحت، نسبت سیگنال به نویز، ایزولاسیون، سادگی و کالیبراسیون.

۸- محدوده فعالیت را در ابزار دقیق پزشکی تعریف کنید.

پاسخ: منظور از محدوده فعالیت، دامنه و فرکانس ورودی است که انتظار می رود دستگاه در آن محدوده به درستی کار کند.

۹- حساسیت را تعریف کنید.

پاسخ: حساسیت کوچکترین تغییر یک متغیر یا پارامتر است که می تواند توسط ابزار سنجیده شود.

حساسیت = تغییرات در خروجی تقسیم بر تغییرات در ورودی

۱۰- خطی بودن را تعریف کنید.

پاسخ: هنگامی که ابزار دارای افزایش ثابت برای تمام محدوده اندازه گیری است، گفته می شود این ابزار خطی است.

۱۱- هیستریزیس را تعریف کنید.

پاسخ: اگر ابزاری یک خروجی مشابه برای ورودی های مشابه را در طول روند افزایش و کاهش ارائه ندهد، به این معنی است که این ابزار دارای هیستریزیس است.

۱۲- پاسخ فرکانس صاف چیست؟

پاسخ: پاسخ فرکانس تخت از ویژگی های مناسب است. میزان افزایش در طول کل بازه فرکانسی به صورت ثابت است، و گفته می شود که دستگاه دارای پاسخ فرکانس صاف است.

۱۳- صحت را تعریف کنید

پاسخ: صحت توانایی یک ابزار برای اندازه گیری ارزش نزدیک به ارزش واقعی است.

۱۴- نسبت سیگنال به نویز را تعریف کنید.

پاسخ: در محیط اطراف ما، ابزارهای بدون تداخل وجود ندارد. این ابزارها به علت خطوط برق، تداخل الکترومغناطیسی و الکترواستاتیک، دارای نویز هستند. نسبت بین مقدار خروجی دستگاه و سطح نویز نسبت سیگنال به نویز است. این نسبت برای ابزار ایده آل، بی نهایت است.

۱۵- ایزولاسیون را تعریف کنید.

پاسخ: سیگنال های بیومدیکال از بیماران یا حیوانات آزمایشگاهی به دست می آید به طوری که دستگاه هیچ ارتباط الکتریکی با موضوع مطالعه یا زمین ندارد. این شرایط برای ایمنی الکتریکی لازم است و برای جلوگیری از هرگونه تداخل الکتریکی در ابزارهای مختلف استفاده می شود. برای رسیدن به این هدف، می توان با استفاده از روش های اتصال مغناطیسی یا نوری یا با استفاده از تله متری بی سیم، ایزولاسیون الکتریکی را فراهم کرد.

۱۶- کالیبراسیون را تعریف کنید.

پاسخ: کالیبراسیون یک وسیله با مقایسه وسیله با ابزاری با دقت بالاتر و انجام تغییرات لازم در دستگاه انجام می شود؛ به طوری که ابزار خروجی دقیق قابل قبول را مقایسه می کند.

۱۷- زیر سیستم های بدن انسان را نام ببرید.

پاسخ: (i) سیستم اسکلتی

(ii) سیستم گردش خون

(iii) سیستم تنفسی

(iv) دستگاه گوارش

(v) سیستم تخلیه

(vi) سیستم تنظیم کننده (درون ریز- عصبی)

(vii) سیستم تولید مثل

(viii) سیستم عضلانی.

۱۸- شباهت بین سیستم های مهندسی و سیستم های انسانی در چیست؟

پاسخ: سیستم های زیر با سیستم های مهندسی مربوطه مشابه هستند.

سیستم شیمیایی با بدن انسان، سیستم هیدرولیکی نسبت به سیستم قلبی عروقی، سیستم پنوماتیک و سیستم تنفسی، شبکه ارتباطی و سیستم عصبی.

۱۹- مشکلات در اندازه گیری سیستم حیاتی چیست؟

دسترسی به متغیرها، ماهیت تصادفی متغیرها، کمبود دانش در مورد تعاملات، ارتباط بین متغیرهای دیگر، اثر مبدل بر روی اندازه گیری، تداخلات و محدودیت های انرژی، مشکلات در اندازه گیری یک سیستم حیاتی هستند.

سوالات مروری

۱- ساختار سلول انسانی و اجزای آن را با کمک یک نمودار منظم توضیح دهید.

۲- در مورد ترکیبات شیمیایی مختلف در مایع داخل و خارج سلولی و اثرات آن بر سرم خون گزارش دهید.

۳- نام زیرسیستم های مختلف را که در بدن ما قرار دارد را بیان کنید. به طور خلاصه آنها را با توجه به عملکرد و اجزای آنها توضیح دهید.

۴- یک بلوک دیاگرام از سیستم ابزار دقیق پزشکی را بکشید و اجزای آن را توضیح دهید.

۵- طبقه بندی ابزارهای دقیق پزشکی را بر اساس مقدار اندازه گیری، اصول بکارگیری و ارگان بیان کرده و توضیح دهید.

۶- سیگنال های پزشکی مختلف را فهرست کنید و آنها را توضیح دهید.

۷- ویژگی های مطلوب سیستم های اندازه گیری پزشکی چیست؟ توضیح دهید.

۸- مشکلات در اندازه گیری سیستم حیاتی چیست؟ به همراه جزئیات بیان کنید

۹- عوامل مختلفی که بر صحت ثبت در پتانسیل زیستی الکتریکی تاثیر می گذارد را شرح دهید.

۱۰- عوامل موثر در طراحی تجهیزات پزشکی چیست؟

فصل دوم

مبدل های کاربردی پزشکی

۱-۲ مقدمه

مبدل دستگاهی است که یک نوع انرژی را به شکل دیگری از انرژی تبدیل می کند. یک مبدل پزشکی برای تبدیل انرژی متغیرهای فیزیکی موجود در بدن انسان به شکل دیگری از انرژی استفاده می شود. یک مبدل پزشکی می تواند دما، جریان، فشار و سایر متغیرهای بدن انسان را حس کند و آن را به متغیرهای دیگر که معمولاً الکتریکی هستند تبدیل کند. مبدلها به دو دسته تقسیم می شوند: مبدل های فعال و مبدل های منفعل. مبدل های فعال نیازی به نیروی خارجی برای عملکرد ندارند، در حالی که مبدل های غیر فعال نیاز به منبع تغذیه خارجی برای عملکرد دارند. ترموکوپل، دماسنج پر شده جیوه، مبدل هایی از جنس پیزوالکتریک و مبدل های فتوولتاییک نمونه هایی از مبدل های فعال هستند و آشکارسازهای دمای مقاوم (RTD ها) و سنسورهای فشار نمونه ای از مبدل های منفعل هستند. اگر انرژی مصرف شده توسط مبدل بزرگ باشد، ممکن است بر اندازه گیری تاثیر بگذارد و مقدار اندازه گیری شده اشتباه باشد. مصرف زیاد انرژی توسط مبدل، اثر بارگذاری نامیده می شود.

۲-۲ مبدل فعال

مبدل فعال از انرژی متغیر فیزیکی انرژی می گیرد و این انرژی را به شکل دیگری از انرژی تبدیل می کند. به عنوان مثال، جابجایی مکانیکی (انرژی مکانیکی) می تواند به وسیله القاء مغناطیسی به انرژی الکتریکی تبدیل شود. به طور مشابه، تابش نور یا تابش حرارتی می تواند توسط مبدل های فوتوالکتریک به انرژی الکتریکی تبدیل شود. با وجودی که اکثر مبدل های مورد استفاده در کاربردهای پزشکی متغیر فیزیولوژیکی را به سیگنال الکتریکی تبدیل می کنند، یک مبدل نیازی به تغییر الزامات فیزیکی به سیگنال الکتریکی ندارد. در واقع یک مبدل یک شکل سیگنال را به شکل دیگری تبدیل می کند. این تبدیل ممکن است از هر نوع انرژی (مکانیکی، حرارتی، تابش نور، شیمیایی یا الکتریکی) به هر نوع دیگر از انرژی انجام شود، همانطور که در جدول ۱-۲ نشان داده شده است.