

Original Article

History of Medical Engineering in the World and Iran

Jamal Mahmoudpour¹

1. (MSc). Mechatronics Engineering, Vice Chancellor for Research and Technology, Kurdistan University of Medical Sciences, Sanandaj, Iran. Email: jamalm@muk.ac.ir

Received: 2 Jun 2016 Accepted: 10 Sep 2016

Abstract

Medical engineering is a unique combination of engineering and medical sciences that developed sciences such as biophysics and medical physics at the beginning of this century. Medical engineering knowledge can be considered as one of the oldest human achievements that has been formed over time based on trial and error method and research of world scientists. The aim of this article was to introduce the field of medical engineering in the world, Iran and the previous thousands years efforts that have provided medical engineering for us in this century. Efforts have been made for the flourishing of medical engineering since ancient times in Egypt, Greece and Iran. The growth of medical engineering knowledge in the world can be divided into ancient, medieval and modern times. The knowledge of medical engineering in ancient times was mainly wooden handicrafts that were used to eliminate the defects of human organs. In the late 16th century, the construction of the world's first microscope greatly contributed to the science of microbiology. In fact, the great progress of medical engineering owes much to scientists and physicians, including Antoine Leon Hook, René Lynck, Avicenna and others which have dedicated chapters to the health and treatment of diseases in their works. Also in the Genius of the East, Avicenna's innovations in treating patients with the help of hand-made tools of this prominent Iranian scientist are discussed. Throughout the history of Iran, there have been tools made by medical engineering in the field of medicine, dentistry and physiotherapy, also and in the field of treatment, various treatments have been performed in ancient Iran. It can be claimed that medical engineering knowledge in Iran, has a long history like other countries in the world, but the peak of advancement in medical engineering knowledge has occurred in the present era and has made significant progress in this field, such as the use of surgical robots, the use of nanorobots for treatment, treatment and follow-up of specialized examinations, etc.

Keywords: Medical Engineering; History; Iran

Please cite this article as: Mahmoudpour J. History of Medical Engineering in the World and Iran. *Med Hist J* 2016; 8(28): 57-71.

نگاهی بر تاریخچه مهندسی پزشکی در جهان و ایران

جمال محمودپور^۱

۱. کارشناس ارشد رشته مهندسی مکترونیک، معاونت تحقیقات و فناوری، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران. Email: jamalm@muk.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۵/۳/۱۴ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۰

چکیده

مهندسی پزشکی یک ترکیب بی‌مانند از علوم مهندسی و پزشکی است که علمی همچون بیوفیزیک و فیزیک پزشکی را در ابتدای این قرن به وجود آورد، دانش مهندسی پزشکی را می‌توان یکی از کهن‌ترین دستاوردهای بشری دانست که به مرور زمان بر اساس آزمون و خطا و پژوهش‌های دانشمندان جهان شکل گرفته است. هدف از این مقاله معرفی رشته مهندسی پزشکی در جهان، ایران و تلاش‌های هزاران سال پیش که مهندسی پزشکی را برای ما در این قرن هموار ساخته است، از دوران دور از مصر، یونان و ایران در شکوفایی علم مهندسی پزشکی تلاش شده است. رشد دانش مهندسی پزشکی را در جهان می‌توان به دوران باستان، قرون وسطی و دوران معاصر تقسیم کرد. دانش مهندسی پزشکی در دوران باستان عمدتاً دست‌ساخته‌های چوبی بود که جهت رفع نواقص اعضا و اندام انسان به کار گرفته می‌شد و در اواخر سده ۱۶ میلادی با ساخت اولین میکروسکوپ جهان باعث کمک شایانی توجهی به علم میکروبیولوژی نموده است. در واقع پیشرفت زیاد علم مهندسی پزشکی مدیون دانشمندان و پزشکانی از جمله آنتوان لیون هوک، رنه لاینک، ابن سینا و سایرین است که در آثار خود فصولی را به بهداشت و درمان بیماری‌های اختصاص داده‌اند. همچنین در کتاب نابغه شرق به ابداعات ابن سینا در معالجه بیماران با کمک ابزار ساخت دست این دانشمند برجسته ایرانی پرداخته شده است. در دوران تاریخ ایران ابزار مهندسی پزشکی ساخته‌شده در زمینه پزشکی، دندان‌پزشکی، فیزیوتراپی وجود داشته و در حوزه درمان، انواع درمان‌های در ایران قدیم انجام می‌شده است. می‌توان ادعا کرد دانش مهندسی پزشکی در ایران همانند سایر کشورهای جهان دارای پیشینه‌ای کهن است، اما اوج پیشرفت دانش مهندسی پزشکی در عصر حاضر اتفاق افتاده و پیشرفت‌های شایانی در این زمینه نموده است، مانند استفاده از ربات‌های جراح، استفاده از نانوربات‌ها جهت درمان، پیگیری درمان و معاینه‌های تخصصی و... را می‌توان نام برد.

واژگان کلیدی: مهندسی پزشکی؛ تاریخچه؛ ایران

مقدمه

انسان از بدو پیدایش تاکنون برای رسیدن به فرهنگ و تمدن با فراز و نشیب‌های زیادی رو به رو بوده است. دانش مهندسی پزشکی را می‌توان یکی از کهن‌ترین دستاوردهای بشری دانست که به مرور بر اساس آزمون و خطا و پژوهش‌های دانشمندان جهان شکل گرفته است. این دانش نیز با پیشرفت‌های جامعه بشری دستخوش تغییرات و نوآوری‌های گسترده شده است. هیچ موضوعی در تکنولوژی پزشکی پیشرفت نمی‌کند، مگر آنکه تندرستی انسان را تأمین کند (۱). دستگاه‌های امروزه مهندسی پزشکی از تغییر دستگاه‌های موفق اولیه به وجود آمدند. ابزارهایی مانند دندان‌های چوبی، عصاهای زیر بغل و هر وسیله که در کیف سیاه پزشکان پنهان شده بود، به ابزارهای شگفت مدرن که شامل دستگاه‌های تنظیم‌کننده ضربان قلب، ماشین‌های دیالیز و ابزارهای تشخیصی و تکنولوژی تصویربرداری در انواع مختلف (آنژیوگرافی، ماموگرافی، رادیولوژی و...) و اعضای مصنوعی شامل ایمپلنت‌ها و... انجمن ملی مهندسان، شامل مهندسين فعالی است که در حوزه‌های مختلف از تکنولوژی سلامت مشغول به کار می‌باشند، اعضای این انجمن می‌کوشند تا بنیان‌های مهندسی پزشکی را بر پایه پیشرفت‌هایی که ۲۰۰ سال پیش در الکتروفیزیولوژی به دست آمد، قرار دهند، هرچند با توجه به اکتشافات باستانی انجام‌شده قدمت ساخت اعضای مصنوعی که نزدیکی تنگاتنگی با تندرستی انسان دارد، همانند شست پای مصنوعی کشف‌شده مربوط به مومیایی ۳۰۰۰ هزار ساله در کشور مصر و یا چشم مصنوعی کشف‌شده در شهر سوخته در ایران مربوط به ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح مؤید این موضوع است که ریشه مهندسی پزشکی بسیار کهن است، اما پیشرفت شگرف در این دانش همانند سایر علوم و دانش بشری در صدهای اخیر به خصوص دوران معاصر اتفاق افتاده است. لازم به ذکر است که تشخیص، درمان و پیشگیری از بیماری‌ها بدون استفاده از تجهیزات پزشکی در عصر معاصر، اگر اغراق نکرده باشیم، غیر ممکن می‌نماید.

رشد دانش مهندسی پزشکی

علم و دانش مهندسی پزشکی را می‌توان به دوره باستان، عصر پساکلاسیک (قرون وسطی)، عصر جدید نخستین و میانی، عصر نوین و دوره معاصر تقسیم کرد.

۱- دانش مهندسی پزشکی دوران باستان

آگاهی ما از این دوران بسیار اندک است. به طور کلی بیشتر درمان‌های دوران باستان مرتبط با مهندسی پزشکی بر پایه کشفیات باستان شناسان و کتب تاریخی ست. در اوستا، کتاب مذهبی زرتشتیان کمر بستن یا نیرنگ کشتی بستن، هر زرتشتی باید از هفت سالگی کشتی ببندد و سدره بپوشد. این کمر بند از هفتاد و دو رشته نخ پشم گوسفند سفید به وسیله زن موید بافته می‌شود. این کمر بند به شش رشته از دوازده نخ تشکیل شده، بافته می‌شود. این هفتاد و دو نخ، رشته‌های کالبد انسان را از گزند شیاطین محفوظ می‌دارد (پنجمین قسمت از اوستا، بخش خرده اوستا (اوستای کوچک)، بند ۱، «نیرنگ کشتی بستن» در واقع منظور از شیاطین محافظت انسان از بیماری ست که به اثبات رسیده که رسیدن سرما به ناحیه کمر باعث ضعف در کلیه‌ها و ایجاد سوءمزاج در آن‌ها می‌شود که هم در مردان و هم در زنان می‌تواند منجر به ضعف در توانایی جنسی گردد (۳).

یکی از عجیب‌ترین و در عین حال مهم‌ترین کشف‌های باستان‌شناسی در دنیا، در کشور تاریخی مصر اتفاق افتاده است. در سال ۲۰۰۰ میلادی باستان شناسان آلمانی یک مومیایی سه هزار ساله را در شهر باستانی تبای یا تبس (Ancient City of Thebes) کشف کردند که یک عضو مصنوعی، یک انگشت شست پای باستانی در پایش به کار گرفته شده بود که ممکن است قدیمی‌ترین عضو مصنوعی شناخته‌شده باشد. باستان‌شناسان وقتی در حفاری‌های خود با این عضو برخورد کردند، بسیار تعجب کردند و در ابتدا آن را وسیله تزئینی در نظر گرفتند. پس از کشف این انگشت، انگشتان مصنوعی دیگری هم در گوشه و کنار این کشور از دل خاک بیرون آمدند. این امر، نشان از قدمت بالای ساخت اعضای مصنوعی در مصر دارد. این شست پای باستانی که از چوب و چرم مرغوب تولید شده است را همراه با زنی که بین

سال‌های ۹۵۰ و ۷۱۰ قبل از میلاد زندگی می‌کرده، دفن کرده بودند (۴). انگشت مصنوعی دیگری که نام Greville Chester Great Toe را بر آن نهاده‌اند، توسط شخصی در سال ۱۸۸۱ به موزه اهدا شد. این انگشت برخلاف انگشت‌های قبلی از نوعی کاغذ، پارچه کتان، چسب و گچ تهیه شده است. به نظر می‌رسد این انگشت بین سال‌های ۱۲۹۵ تا ۶۶۴ قبل از میلاد مورد استفاده فردی معلول قرار می‌گرفته است. کارشناسان و باستان‌شناسان بسیاری این اشیای مصنوعی را مورد بررسی قرار دادند و پیشنهاد کردند که این انگشتان اولین لوازم پروتز در دنیا هستند که تا به حال کشف شده‌اند (۵). نمونه‌های بسیاری از اعضای بدن مصنوعی در دنیای باستان کشف شده‌اند، اما کشف شست پای باستانی با همه آن‌ها متفاوت است، چراکه مردم دنیای باستان به وسیله این انگشت‌ها راه می‌رفتند. دکتر جکی فینچ استاد دانشگاه منچستر انگلستان، در رابطه با این شست پای باستانی چنین می‌گوید: «ما برای اثبات این موضوع که مردمان دنیای باستان در مصر به وسیله این انگشتان راه می‌رفتند، تلاش‌های بسیاری کردیم، حتی پزشکان و متخصصان جراحی زیبایی و پروتز هم ما را در این کار یاری کردند.» محققان به منظور این‌که مشخص کنند از این انگشتان به چه عنوانی استفاده می‌شده، اعضای مصنوعی و مشابه آن‌ها را از نو ساختند. آن‌ها یک انگشت را با چسب، گچ و کتان و انگشت دیگری را هم با چوب درست همانند نمونه واقعی آن ساختند. دکتر فینچ دو داوطلب که هر کدام انگشت شست پای خود را از دست داده بودند، استخدام کرد. او آزمایش خود را در آزمایشگاه توان بخشی انسان در دانشگاه سالفورد انجام داد. این انگشتان پای ساخته‌شده را به داوطلبان دادند تا آن‌ها همانند مصریان باستان به پا کنند و با آن راه بروند. نتایج این آزمایش بسیار جالب توجه است. داوطلبان در شرایط عادی و بدون این انگشتان مصنوعی به سختی و با زحمت راه می‌رفتند، ولی وقتی این انگشتان را به پای خود کردند، راه رفتن آن‌ها بسیار راحت‌تر و روان‌تر شد. این آزمایش نشان می‌دهد که اولین تلاش موفقیت‌آمیز انسان برای ساخت قطعات مصنوعی بدن انسان، چند هزار سال پیش در مصر صورت گرفته است. دکتر

فیچ درباره این آزمایش موفقیت‌آمیزش چنین گفت: «این‌که هر دو داوطلب توانستند با این انگشتان مصنوعی را بروند، بسیار دلگرم‌کننده است. اکنون و پس از این آزمایش می‌توانیم با قطعیت بگوییم که شست پای باستانی مکشوفه از مصر به عنوان یک عضو مصنوعی برای پروتز اعضای بدن استفاده می‌شده است.» طبق نتایج فشار سنجی در این تحقیق، محققان متوجه شدند که برای مردان قوی هیکل مصری که انگشت شست پایشان را از دست داده بودند، بسیار دشوار بوده که بتوانند با صندل‌هایشان راه بروند، البته آن‌ها می‌توانستند بدون صندل و پا برهنه راه بروند، ولی این کار باعث صدمه دیدن کف پایشان می‌شده است، اما تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از این انگشت مصنوعی شست پای باستانی آن‌ها را در راه رفتن با صندل‌هایشان کمک می‌کرده است. دکتر فینچ معتقد است که مصریان باستان، در عمل جراحی پروتز اعضای بدن، به پیشرفت‌های گسترده‌ای رسیده بودند (شکل ۱) (۶). در رم و یونان در عصر باستان، کسانی که از میدان جنگ جان سالم به در می‌بردند، ولی در اثر تیغ شمشیر، نیزه، انواع پرتابه‌ها یا بر اثر یخ‌زدگی و عواملی از این دست زخمی می‌شدند، اندام‌ها، دست‌ها و پاهای‌شان بسیار آسیب‌پذیر بوده است. در یونان باستان، ابزارهای بسیار ساده جراحی برای قطع عضو وجود داشته است، قدمت این وسایل جراحی به اواخر قرن پنجم و اوایل قرن چهارم پیش از میلاد مسیح بازمی‌گردد. رساله بقراط در مورد مفاصل، گواهی است بر جراحی‌های اولیه برای قطع انگشتان دست و پا، در این رساله هشدارهایی در مورد قطع کامل دست یا پا مطرح شده است. در حدود همین زمان‌ها است که جراحی ارتوپدی به نقطه‌ای می‌رسد که پروتزها کم‌کم در اختیار افراد قرار می‌گیرد و به عنوان راه‌کاری جایگزین، برای خالصی از عصا، چوب دست و چوب‌های زیر بغل، مطرح می‌شود. برای مثال، در شرحی که هرودوت از جنگ بین ایران و یونان در سال‌های ۴۴۹ تا ۴۹۹ پیش از میلاد مسیح ارائه می‌دهد، ما این پیشرفت را مشاهده می‌نماییم، چنانکه هرودوت بازگو می‌کند، هگسیسترات یک پیشگوی ایرانی است. زمانی که او توسط سربازان اسپارتا اسیر می‌شود، مچ دست خود را قطع می‌کند تا از شر غل و زنجیرها

روی بخش سفیده چشم وجود داشت که احتمال می‌رود این رنگ سفید در زمان استفاده از این شیء، روی همه بخش‌های سفیده چشم وجود داشته و بعداً به مرور زمان از میان رفته است. روی این شیء، دو سوراخ جانبی هم وجود داشت که از آن‌ها جهت نگهداری و اتصال آن روی حذقه چشم چپ استفاده می‌شده است. در واقع این چشمی مصنوعی پیدا شده نشان داد که اولین عمل جراحی پیوند چشم در جهان در امپراطوری ایران رخ داده است (شکل ۲) (۹).

۲- دانش مهندسی پزشکی دوران پساکلاسیک (قرون وسطی)

از عصر باستان تا حدود قرن ۱۶، دانش مهندسی پزشکی پیشرفت اندکی داشتند. در دوران پیش از رنسانس که اروپا تحت فرمان کلیسا اداره می‌شد، اروپاییان کاری نمی‌کردند مگر با انگیزه‌های دینی و خرافات برگرفته از دین مسیحیت، طوری که در درمان بیماری‌ها نیز فقط به دعا درمانی می‌پرداختند. در قرون تاریک به جز اندام‌های ساختگی همچون پای چوبی و دست چنگکی، پیشرفت کمی حاصل شد. اکثر اندام‌های مصنوعی برای این ساخته می‌شد که ناهنجاری‌ها یا جراحات ناشی از جنگ در دید نباشند. به عنوان مثال، برای یک شوالیه دست مصنوعی تنها برای نگه داشتن سپر یا پای چوبی به عنوان ستون عمل می‌کرد. در ایران این تاریخچه به شیخ‌الرئیس ابوعلی سینا بازمی‌گردد و در کتاب نابغه شرق نوشته نورالله لاوردی به این موضوع پرداخته شده و شرح ابداع استاد در قرن چهارم قمری و معالجه یکی از سرهنگ‌های سپاه خوارزم در آن آمده است. ابن سینا ظرفی مشک، با سیم‌ها و اتصالاتی ساخت که به بیمار وصل می‌شد و با قراردادن ماهیانی در آن که از خود الکتریسیته تولید می‌کردند، جریان الکتریکی از طریق آب و سپس سیم‌ها به بیمار منتقل می‌شد. به این ترتیب به بیمار شوک الکتریکی داده و فرد که بر اثر ضربه سلسله اعصابش فلج گشته بود، به همراه داشتن رژیم غذایی مناسب پس از مدتی بهبود یافت (۲).

خالص شود، سپس از زندان فرار کرده و یک مچ چوبی برای دست خود تعبیه می‌کند (۷). همچنین در سال ۱۸۵۸ در کاپوای ایتالیا در اکتشافات باستانی یک پای مصنوعی از جنس برنز و چوب هم در تپه‌های رم باستان در ایتالیا کشف شده که دانشمندان معتقدند قدمتش به ۳۰۰ سال قبل از میلاد باز می‌گردد. همچنین یونانیان از یک نی توخالی برای شنیدن و دیدن آنچه که در بدن انسان رخ می‌داد استفاده می‌کردند (۸).

دانشمندان ایرانی نیز به نوبه خود آثار ارزنده‌ای در این عرصه از خود بر جا گذاشته‌اند، اگرچه دانشمندان ایرانی تقریباً در تمامی اعصار دستاوردهایی در زمینه مهندسی پزشکی داشته‌اند. اکتشافاتی مشابه این کشف (شست پا در شهر باستانی تبس)، در کهن‌ترین مناطق جهان رخ داده است. به عنوان مثال چندین سال پیش در جریان کاوش‌های باستانی شهر سوخته، در یکی از گورها شیء عجیبی پیدا شده است. در خلال تمیزکردن اسکلت داخل گور که پس از اندازه گیری‌های دقیق، مشخص شد که این اسکلت متعلق به زنی ۲۸ تا ۳۲ ساله بوده است، چشم مصنوعی مشاهده شد که در کاسه چشم چپ اسکلت قرار گرفته بود. بررسی‌های روی جنس این شیء انجام گرفت. به نظر می‌رسد که ماده اصلی این شیء، قیر طبیعی مخلوط با چربی جانوری بوده است. توجیه استفاده از قیر و چربی جانور در ساخت این شیء، چندان دشوار نبود. اگر این چشم مصنوعی از مواد رایجی چون سفال یا چوب طبیعی ساخته می‌شد، در برخورد با پوست آن را آزار می‌داد. قیر و چربی به دلیل حالت ارتجاعی‌شان در تماس با پوست، آن را آزار نمی‌داده و امکان چرب‌کردن شیء در مواقعی که خشک می‌شده، وجود داشته است. اندازه‌گیری‌ها و بررسی‌های فیزیکی بیشتر نشان داد که وزن این شیء ۶/۹ گرم است و ریزترین مویرگ‌ها با دقت تمام، توسط مفتول‌های طلایی به قطر کم‌تر از نیم میلی‌متر، داخل کره چشم جاسازی شده‌اند. مردمک چشم هم به شکل لکه سیاهی در وسط آن طراحی شده و غیر از آن، یک سلسله خطوط موازی که تقریباً یک لوزی را تشکیل می‌دهند، در اطراف مردمک دیده می‌شد. آثار بسیار کمی از رنگ سفید به شکل لکه‌های بسیار کوچک

۳- دانش مهندسی پزشکی دوران عصر جدید (نخستین و میانی)

پیش از دوران رنسانس با فتح شهرهای مسلمانان توسط مسیحیان، آثار علم و فناوری و تمدن مسلمین در این شهرها موجب تعجب اروپاییان شد که از جمله این شهرها بیت المقدس بود. این مسائل موجب زمینه سازی «انقلاب رنسانس» در اروپا شد. در طی دوران رنسانس کتاب های دانشمندان مسلمان به زبان های اروپایی ترجمه شدند و این روند باعث پیشرفت اروپایی ها شد. گفته می شود که در زمینه طب، پس از انجیل کتاب «قانون در طب» ابن سینا متداول ترین کتاب در اروپا شد و طب ابن سینا برای مدت ها در اروپا تدریس می شد (۲). در این عصر آرایشگر و جراح فرانسوی آمبروز پاره که از سوی بسیاری به عنوان پدر جراحی قطع عضو و پای مصنوعی مدرن شناخته می شود. در سال ۱۵۲۹ روش های مدرنی برای جراحی قطع عضوی به جامعه پزشکی معرفی کرد و در سال ۱۵۳۶ اندام های مصنوعی برای اندام های فوقانی و پایینی بدن ساخته بود. وی از درک آناتومی برای طراحی پروتزهایی استفاده کرد که عملکرد اندام های بیولوژیکی را تقلید می کنند. پاره همچنین یک وسیله مربوط به بالای زانو اختراع کرده بود که دارای موقعیت ثابت، مهار قابل تنظیم، کنترل قفل زانو و سایر ویژگی های مهندسی بود که در اندام های مصنوعی امروزی مورد استفاده قرار می گیرد.

کار او نشان دهنده نخستین درک درست از نحوه کارکرد اندام های ساختگی بود. یکی از همکاران پاره به نام لورن که یک قفل ساز بود، یکی از مهم ترین کمک ها را در این زمینه کرد. او اولین شخصی بود که از چرم، کاغذ و چسب به جای آهن سنگین در ساخت اندام های مصنوعی استفاده کرد (شکل ۳) (۱۰).

اگر بخواهیم نگاهی به اولین وسیله که توسط دانش مهندسی پزشکی ساخته شده بیاندازیم، به ساخت اولین میکروسکوپ جهان که توسط آنتونی فان لیوونهوک هلندی در سال ۱۶۷۳ می رسمیم که با ثبت این ابداع خود در انجمن پادشاهی انگلستان به عنوان اولین مهندس پزشک و نیز پدر علم باکتریولوژی شهرت یافت، برای نخستین بار با میکروسکوپ

خود توانست ساختار تک یاخته ای را ببیند، چیزی که خود نام آن را انیمالکولس (Animalcules) نهاد. همچنین نخستین کسی است که بافت های ماهیچه ای، اسپرماتوزوئید، باکتری و جریان خون درون مویرگ ها را دید، او در طول عمر خود بیش از ۴۰۰ میکروسکوپ ساخت (شکل ۴) (۱۱).

پیتر وردوئین یک جراح هلندی بود که در سال ۱۶۹۶ یک پای مصنوعی بدون قفل زیر زانو اختراع کرد. این دستگاه دارای لولاهای خارجی و سوکت ران چرمی بود که از نظر فرم و عملکرد مشابه پروتزهای کرست مدرن است (شکل ۵).

در عصر جدید میانی سال ۱۸۰۰، جیمز پاتس، مخترع انگلستانی، اندام مصنوعی از چوب، یک مفصل فولاد زانو و یک پایه مفصلی ساخت که از زانو تا مچ پا به وسیله تاندون ها کنترل می شد. این اندام به «پای انگلیسی» معروف شد، این اسم گذاری از روی نام مارکس انگلیسی انجام شد که در نبرد واترلو پای خود را از دست داده بود (۱۰).

فیزیکدان و پزشک فرانسوی رنه لاینک، در ۱۸۱۶ در مورد وضعیت زن جوانی که از علائم شایع بیماری قلبی رنج می برد، از من مشاوره خواسته شد، در مورد این بیمار، به دلیل چاقی زیاد به کارگیری روش پرکوسیون (معاینه و تشخیص توسط ضربه زدن بر روی پوست) و استفاده از دست بی فایده بود. استفاده از روش گوش دادن مستقیم نیز به دلیل سن و جنسیت بیمار امکان پذیر نبود، به طور اتفاقی یک واقعیت ساده و شناخته شده در صوت شناسی را به خاطر آوردم. زمانی که به یک تکه چوب میخ می کوبیم، اگر گوشمان را در طرف دیگر قرار دهیم، صدای واضح کوبیدن میخ را می شنویم. پس بلافاصله یک دسته کاغذ را به شکل استوانه لوله کردم و یک سر آن را روی قلب بیمار قرار دادم و گوشم را روی قسمت دیگر گذاشتم و بسیار شگفت زده شدم که دیدم به این روش ضربان قلب را حتی بهتر از زمانی که گوشم را مستقیم روی سینه قرار می دهم، می شنوم. لاینک کشف کرد که این گوشی پزشکی به استفاده از روش متداول گذاشتن مستقیم گوش روی سینه بیمار برتری دارد، به ویژه اگر بیمار اضافه وزن داشته باشد. او در روزی که منجر به این کشف شد، بچه مدرسه ای هایی را دیده بود که با چوب های بلند و توخالی بازی

او عضلات را به صورت مقاومت و عصبها را رسانای جریان معرفی کرد.

ویلهلم گنراد رونتگن فیزیکدان آلمانی، کاشف پرتو ایکس روز ۸ نوامبر ۱۸۹۵ مشغول انجام آزمایش‌هایی با اشعه‌های کاتودیک بود. اشعه کاتودیک جریانی از الکترون‌های سریع‌الحركت هست. این جریان در نتیجه اتصال یک ولتاژ قدرتمند بین الکترودهایی که در دو انتهای یک لوله شیشه‌ای مسدود و فاقد هوا تعبیه شده است، ایجاد می‌گردد. اشعه‌های کاتودیک قابلیت انتشار و رسوخ ندارند و چند سانتی‌متر از هوا به سهولت آن را متوقف می‌نماید. در آن آزمایش رویلیام رونتگن لوله شیشه‌ای حاوی اشعه کاتودیک خود را با کاغذ سیاه ضخیمی کاملاً پوشاند، به شکلی که وقتی جریان الکتریکی برقرار می‌گردید، هیچ‌گونه نوری از داخل لوله مشاهده نمی‌شد. زمانی که که رویلیام رونتگن جریان برق را به لوله اشعه کاتودیک وصل نمود، با کمال شگفتی مشاهده نمود صفحه فلورسنتی که روی نیمکت مجاور قرار داشت، مانند آنکه نوری بر آن تابانده شده باشد، شروع به درخشیدن کرد. رویلیام رونتگن جریان را قطع نمود و درخشش صفحه (که با لایه‌ای از باریوم پلاتینو سیانید، ماده‌ای فلورسنت، پوشانده شده بود) متوقف گردید. از آنجا که لوله حاوی اشعه کاتودیک کاملاً پوشیده شده بود و منفذی نداشت رونتگن به این نتیجه رسید که با برقراری جریان الکتریکی باید نوعی تشعشع نامرئی از لوله خارج گردد. ویلیام رونتگن این تشعشع نامرئی را به خاطر ماهیت ناشناخته آن، «اشعه ایکس» نامگذاری کرد. X یک نشانه معمول در ریاضی برای ناشناخته‌ها است. در مدت زمان کوتاهی او حدس زد که اگر اشعه X را از بین دست عبور دهد و آن را روی یک صفحه ثبت کند، استخوان‌های دست را به وضوح خواهد دید. در حقیقت اولین رادیو گرافی از بدن انسان دست چپ همسر رونتگن گرفته شد که انگشت او به خوبی در عکس مشخص است (شکل ۷).

در دهه بعد اشعه X به یک ابزار تشخیصی وسیع تبدیل شد. از استخوان‌ها تصویر واضحی همانند یک شی سفید در یک صفحه با زمینه سیاه نمایش داده می‌شد. این تحقیق او بر روی بافت‌هایی که این اشعه از آن‌ها می‌گذشت، یک مسیر را

می‌کنند. آن‌ها گوش خود را در یک طرف چوب قرار می‌دادند و طرف دیگر را با میخ خراش می‌دادند. چوب صدای خراش را تقویت و منتقل می‌کرد. او گوشی پزشکی خود را که با چوب ساخته بود استتوسکوپ (استتوس به معنی سینه و کوپوس به معنی معاینه) نامید. به وجود آمدن این ایده برای اختراع او، امروزه به ساختن گوشی طبی رهنمون شده است (شکل ۶) (۱۳-۱۲).

در سال ۱۸۴۳ سر جیمز سیم، روش جدیدی برای متصل کردن اندام مصنوعی به پا ابداع کرد که در آسیب‌دیدگی ران پا دخیل نبود. این ابداع در بین افراد قطع عضو به خوبی مورد توجه قرار گرفت، چراکه این نوآوری می‌توانست احتمال دوباره راه‌رفتن افراد قطع عضو شده را به وجود بیاورد.

در سال ۱۸۴۶، بنجامین پالمر، هیچ دلیلی برای وجود شکاف‌های بدنظر بین اجزای مختلف نمی‌دید. او عقیده داشت که می‌تواند با ساخت اعضای مصنوعی پیشرفته با استفاده از فنر، سقف قدام و تاندون‌های پنهانی، حرکات طبیعی را شبیه‌سازی کند. داگلاس بلی در سال ۱۸۵۸، پای آناتومیک دکتر بلی را اختراع کرد که خود از آن به عنوان کامل‌ترین و موفق‌ترین اختراع در ساخت اندام‌های مصنوعی یاد می‌کرد.

دوبیوس پارملی در سال ۱۸۶۳، اندام مصنوعی پیشرفته‌ای با یک سوکت، زانوی چندمحوری و پایه چند مفصلی اختراع کرد. بعدها، گوستاو هرمان در سال ۱۸۶۸ پیشنهاد استفاده از آلومینیوم را به جای فولاد کرد تا اندام‌های مصنوعی سبک‌تر و کارآمدتر شوند. زمانی که مارسل دزوتر، یک هوانورد مشهور انگلیسی، در یک حادثه هوایی، پای خود را از دست داد و نخستین اندام مصنوعی آلومینیومی را با کمک برادرش مهندس چارلز بسازد (۱۰).

۴- دانش مهندسی پزشکی دوران عصر نوین

در عرص نوین پیشرفت در زمینه دانش مهندسی پزشکی سرعت بیشتری به خود گرفت و در این دوران پایه‌گذاری الکتروفیزیولوژی با «امیل دو بوآ ریمون» آغاز شد، هم‌زمان با او «هرمان لودویگ فردیناند فون هلمهولتز» با دیدگاهی نو بر این نظر عقیده داشت که به کار بستن قوانین مهندسی در فیزیولوژی بدن بسیاری از مشکلات موجود را برطرف می‌کند.

برای آخرین محصولات مدرن تکنولوژی تصویربرداری پزشکی و حذف آسیب‌هایی که در جراحی رخ می‌داد باز کرد (۱۴).

۵- دانش مهندسی پزشکی دوران معاصر

در ۹۰ سال اخیر که همان دوران معاصر را شامل می‌شود، رشد روزافزون صنایع ارتباطی، مخابراتی و انفورماتیکی، هر روز دنیا را با انقلابی جدید مواجه می‌کند. انقلاب فناوری اطلاعات و ارتباطات در کلیه بخش‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و امنیتی کشورها تأثیراتی قابل توجه بر جای گذاشته است. با توسعه این فناوری در بخش پزشکی، شاهد تحول عظیمی در نظام ارائه خدمات بهداشتی و درمانی می‌باشیم و یکی از مهم‌ترین حوزه‌های کاربرد فناوری اطلاعات، حوزه بهداشت و درمانی بالادست مهندسی پزشکی می‌باشد. مهندسی پزشکی از روش‌های متعددی می‌تواند به حوزه بهداشت و درمان کمک نماید. سیستم‌های تشخیصی، سیستم‌های درمانی و جراحی، سیستم‌های پیگیری درمان، سیستم‌های درمان از راه دور، ربات‌های جراح و بسیاری دیگر که در پس پرده طراحی تمام این‌ها یک هدف مشترک وجود دارد و آن تسهیل در کار درمان است. با استفاده از این سیستم‌ها بیمار در کم‌ترین زمان بهترین خدمات را دریافت می‌کند، پزشک تمام وقت از هر جای دنیا که بخواهد به بیماران خود دسترسی دارد و اطلاعات بیماران در همه جا به طور کامل در دسترس است. دسترسی همگانی به اطلاعات پزشکی در بستر شبکه‌های الکترونیکی یک رؤیا نیست، آن را به وضوح می‌توان در سازمان‌های درمانی که به این سیستم‌ها نزدیک شده‌اند، مشاهده کرد.

تا پیش از صده بیستم میلادی تشخیص و درمان در زمان بیماری بر پایه بررسی حالات بیمار، بررسی سندرما و عارضه‌های مربوط و ارائه مجموع‌های از روش‌های شناخته شده مبتنی بر تجویز دارو یا اعمال برخی عمل‌های جراحی صورت می‌گرفت، اما در اوایل صده بیستم و در اوج آن در دهه‌های ۳۰ و ۴۰ مفهوم تازه‌ای در پزشکی مطرح شد. بر این اساس، ساختار بدن انسان به مشابه یک نظام بسیار هماهنگ مهندسی فرض و بیماری به عنوان عامل بی‌نظمی در این ساختار مطرح شد. به این ترتیب دانشی به عنوان مهندسی

پزشکی بنیانگذاری شد که زمینه فعالیت آن بررسی ساختار بدن انسان به صورت یک سامانه است، کشف قوانین فیزیکی و معادلات ریاضی حاکم بر اجزای سامانه، فهم آن درکنش بین آن‌ها، مدل‌سازی این فرآیندها و بررسی تأثیر بیماری بر روی این ساختار منظم و به تبع آن ارائه روش‌های تشخیصی و درمانی مفیدتر برای بهبود بیماری‌ها بود.

در مهندسی پزشکی با تلفیقی از علوم مهندسی برطرف کردن نیازهای پزشکی در زمینه ساخت و نگهداری تجهیزات و نیز ساخت ابزارهای پزشکی برای کاربردهای پیشگیری، تشخیص و درمان بیماری‌ها مد نظر است. این رشته کاربرد علوم فنی و مهندسی در یاری‌رساندن به پزشکان در تشخیص و درمان بیماری‌ها است.

مهندسی پزشکی یکی از تازه‌ترین رشته‌هایی است که قدم به عرصه دنیای فناوری جهانی نهاده و این رشته بدین منظور شکل یافته تا پزشکان را در تشخیص و درمان یاری دهد. مهندسی پزشکی دقت و تنوع در تشخیص را گسترش داده است، به طوری که تشخیص بدون دستگاه‌ها امکان‌پذیر نیست. تاکنون دستگاه‌هایی از جمله ECG، EEG، MRI، CT-Scan کمک بسیار بزرگی به پزشکی نموده‌اند و هم‌راستای وسایل تشخیصی وسایل و ملزومات درمانی گسترش یافته تا بیماران را به گونه‌ای تحت درمان قرار گیرند که می‌توان سمعک، ونتیلاتور، دیالیز، اولتراسوند و کاربردهای گوناگون لیزر را نام برد.

بین جنگ جهانی اول و جنگ جهانی دوم تعدادی از لابراتورها تحقیقاتی را بر روی رشته بیوفیزیک و فیزیک پزشکی عهده‌دار شدند، اما تنها یک آزمایشگاه یک ایده منسجم را ارائه داد و در سال ۱۹۲۱ Oswalt در فرانکفورت آلمان مؤسسه‌ای را پایه‌گذاری کرد که موضوعات فیزیک را در پزشکی بررسی می‌نمود. اعضای این انجمن می‌کوشیدند تا تأثیر تشعشع را بر روی عناصر زیستی بیابند. مؤسسه Oswalt و دانشگاه فرانکفورت به سرعت رشته بیوفیزیک را راه‌اندازی کردند که اساتید دانشگاه و محققین و دستیاران و تکنسین‌ها متشکل از ۲۰ نفر بودند. دروس رشته بیوفیزیک در ابتدا شامل اثر اشعه X بر روی بافت و خاصیت الکتریکی بافت بود. در

زمان جنگ جهانی دوم مجری کمیته، حوزه‌های مختلف پزشکی، مهندسی و زیست را با یکدیگر ترکیب کردند و رشته فیزیک پزشکی در سال ۱۹۴۳ در آلمان پایه‌گذاری شد.

۵ سال بعد اولین کنفرانس نقش مهندسی در پزشکی و زیست در آمریکا برگزار شد که تحت حمایت انجمن مهندسی برق و الکترونیک در آمریکا بود. در این نشست کوچک تقریباً ۲۰ صفحه به حاضرین جلسه که تعدادشان کم‌تر از ۱۰۰ نفر بود، تقدیم شد موضوع مورد بررسی پیرامون یونیزاسیون توسط اشعه و مفهوم آن بود.

در سال ۱۹۸۵ کنفرانس بر پایه استفاده از کامپیوتر در پزشکی و زیست برگزار شد. در سال ۱۹۶۱ جمعیتی نزدیک به ۳۰۰۰ نفر در کنفرانس شرکت کردند. در سال ۱۹۸۳ نخستین بیمار تحت عمل جراحی قلب مصنوعی قرار گرفت و ۱۹۲ روز زنده ماند. در سال ۱۹۸۸ تلمبه تنظیم‌کننده قلب ساخته شد. در سال ۱۹۹۳ اولین پای الکتریکی ساخته شد که با استفاده از سیستم پنوماتیکی و کنترل ریزپردازنده، سرعت قدم‌زدن فرد را دریافته و سیستم پنوماتیکی خود را به نحوی تنظیم می‌کند که به طور طبیعی به جلو و عقب حرکت کرده و مانع از لنگیدن فرد می‌شود و اکنون دانشمندان مهندسی پزشکی به یاری متخصصان رشته‌های مرتبط تلاش می‌کنند تا چشم مصنوعی، کلیه مصنوعی، رگ مصنوعی و یا استفاده از نانوبات‌ها در تشخیص و درمان را اختراع کنند (۱۵).

کشور ایران از قاعده مستثنی نیست، اولین پژوهش‌ها در زمینه مهندسی پزشکی توسط پروفیسور نحوی در دانشگاه صنعتی شریف انجام شد. در سال ۱۳۵۶ پروفیسور نحوی اولین آزمایشگاه مهندسی پزشکی را در این دانشگاه تأسیس نمود.

پزشکان در معاینه بیمار، به دنبال یافتن علائم بیماری هستند که در آن نشانه‌ها را بیمار بیان می‌کند و علائم توسط پزشک پیدا می‌شوند. پزشک از حواس بینایی، شنوایی، لامسه و گاه بویایی استفاده از حس چشایی با وجود روش‌های تشخیص مدرن به کار نمی‌رود، ولی قدیم در نبود آزمایش قند خون در تشخیص دیابت شیرین به کار می‌رفت (۱۶). در نهایت نقشه درمانی توسط پزشک معالج ممکن است شامل درخواست آزمایش‌ها بالینی (نظیر قند خون، کلسترول، آنزیم‌های

کبدی و...)، بررسی‌های رادیولوژی (شامل MRI, CT Scan)، جراحی توسط پزشک متخصص از راه دور (ربات‌های جراح) و... گردد (۱۷).

در واقع رشته مهندسی پزشکی در سه حیطه طراحی و ساخت، تعمیر، نگهداری و بهینه‌سازی و تشخیص بیماری و درمان انجام وظیفه می‌نماید.

طراحی و ساخت، تعمیر

- طراحی و ساخت دستگاه‌های آزمایشگاهی، الکترونیکی و تجهیزات مربوط به آن‌ها، مانند وسایل مخصوصی که با روش‌های خاص، عناصر موجود در یک نمونه (مانند قند خون و...) را به طرز دقیقی اندازه‌گیری کند، مانند اسپکتروفتومتری که با روش‌های نوینی کار می‌کنند.

- طراحی و ساخت بخش‌های مکانیکی و برقی سامانه‌های تصویرگر پزشکی، مانند سامانه‌های سونوگرافی، رادیوگرافی، سی‌تی اسکن و دیگر دستگاه‌های که تصاویر ثابت یا محرکی را از بسیاری از بخش‌های بدن به نمایش می‌گذارند.

- طراحی و ساخت سامانه‌های اندازه‌گیری پزشکی و بیمارستانی، مانند الکتروانسفالوگرام.

- طراحی و ساخت قطعات و اندام مصنوعی بدن و موادی که در طول، تشخیص، درمان بیماری‌ها به کار می‌رود.

تعمیر، نگهداری و بهینه‌سازی

از دیگر زمینه‌های کاری مهندسی پزشکی تعمیر، نصب، راه‌اندازی و نگهداری وسایل مورد نیاز است. مسأله بهینه‌سازی یا تلفیق دستگاه‌ها و عملکرد آن‌ها نیز مطرح است. پروژه کنترل کامپیوتری فشار خون، یا پروژه سه بعدی‌سازی تصویر دستگاه MRI، جزء همین بهینه‌سازی‌ها هست. دامنه کاربری این زمینه چنان گسترده است که اکنون سالانه چندصد مقاله در معتبرترین نشریات جهانی مهندسی پزشکی در این زمینه چاپ می‌شود و بیشترین شمار پروژه‌ها بر روی موضوع تلفیق و بهینه‌سازی انجام می‌شود.

تشخیص بیماری و درمان

یکی از مهم‌ترین مباحث مطرح در زمینه پزشکی، بحث استفاده از لیزر در پزشکی (چه در تشخیص و چه در درمان) است. اصولاً لیزر از همان ابتدا با توجه به قابلیت‌های منحصر به فردی که داشت، به عنوان یک انتخاب خوب برای بهینه‌سازی عملکرد بسیاری از سامانه‌ها به کار گرفته شده. استفاده از لیزر برای تشخیص ضایعات چشمی یا نمایش فشار خون در نازک‌ترین مویرگ‌ها یا سوراخ کردن یا ایجاد کانال مصنوعی در قلب، سوزاندن و بریدن برخی ضایعات درونی یا تومورهای گوناگون و... روز به روز در حال افزایش است. بحث شبکه عصبی طبیعی و درمان انواع ضایعات عصبی مانند ضایعات نخاعی با کمک تحریکات الکتریکی و با کمک علم ژنتیک نیز از بحث‌های مهم و تازه رشته مهندسی پزشکی است (۱۵).

نتیجه‌گیری

همان‌گونه که اسناد تاریخی نشان می‌دهند، در تمامی ادوار تاریخ بشر دانش مهندسی پزشکی وجود داشته و از آن استفاده شده است. از دوران باستان که بیشتر دست‌ساخته‌های چوبی جهت رفع نواقص اعضا و اندام انسان به کار گرفته شده تا در ایران نوابغی همچون ابن سینا، زکریا رازی و... خدمات شایانی ذکر را به این دانش نمودند، به این ترتیب می‌توان ادعا کرد دانش مهندسی پزشکی در ایران و جهان، هم در حوزه درمان، پاراکلینیک و ابزار تشخیصی دارای پیشینه‌ای بسیار کهن است و این خدمات در اعصار مختلف نقش به سزایی در تولید علم مهندسی پزشکی و اشاعه آن به عهده داشته‌اند، به طوری که تقریباً در مورد تمامی شاخه‌های پزشکی در تشخیص و درمان، موارد بهداشتی و پیشگیری از خود آثاری بر جا گذاشته‌اند، هرچند برخی از درمان‌ها و ابزار تشخیصی دانشمندان پیشین امروزه منسوخ شده است و می‌توان بر پایه دانش امروزی به برخی از نظریات و باورهای آن دانشمندان انتقاداتی وارد کنیم، اما برخی از درمان‌ها، ابزار و موادی که آن دانشمندان به کار برده‌اند، می‌تواند پایه‌ای برای تحقیقات دانشمندان امروز باشد.



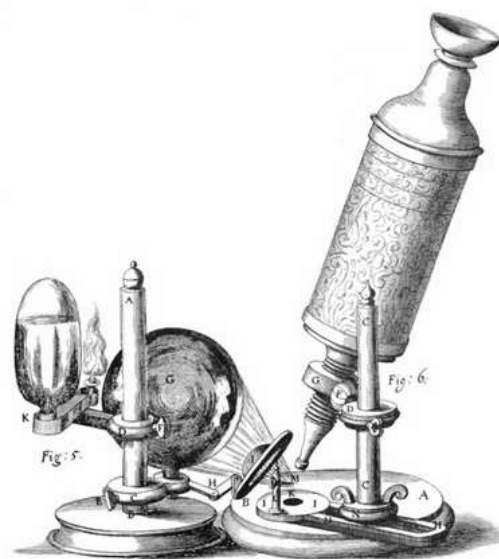
شکل ۱: شست پای چوبی مصنوعی کشف شده در شهر باستانی تبس از جنس چوب و چرم



شکل ۲: حدقه چشم مصنوعی کشف شده در شهر سوخته مربوط ۴۸۰۰ سال پیش



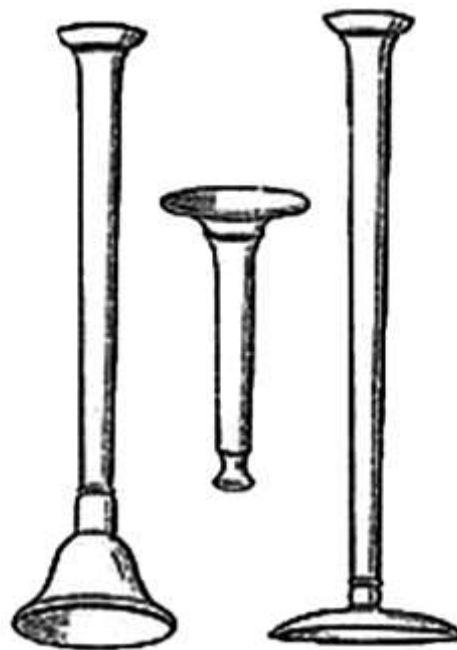
شکل ۳: پروتز پای ساخته شده توسط آمبروز پاره



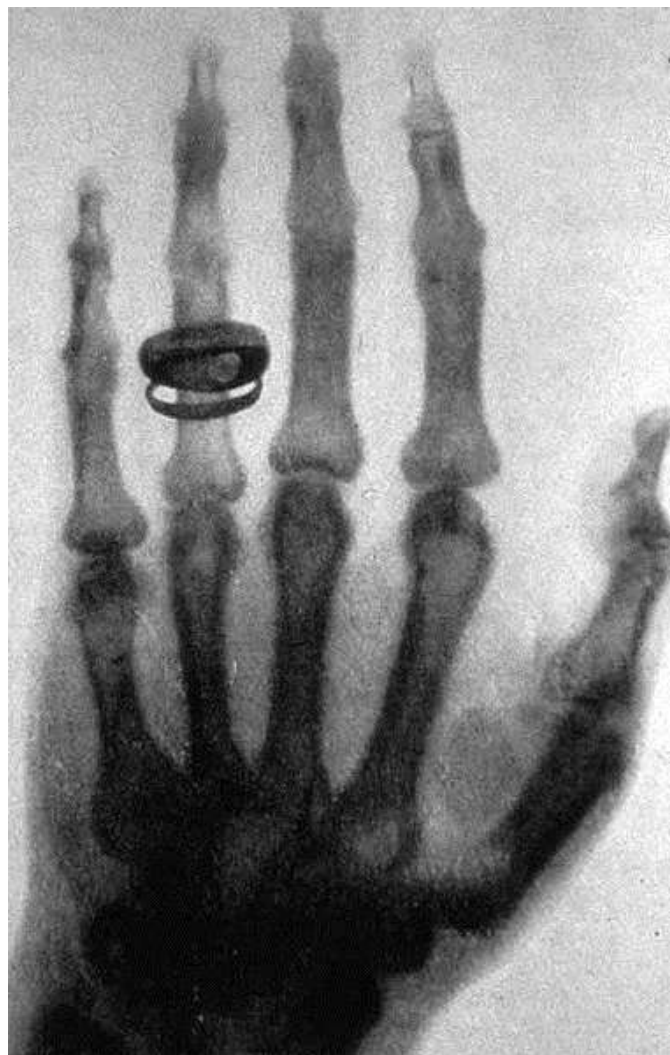
شکل ۴: اولین میکروسکوپ جهان ساخته شده توسط آنتون لیون هوک در سال ۱۶۷۳



شکل ۵: پروتز زیر زانو ساخته شده توسط پیتر وردوئین



شکل ۶: گوشی اولیه ساخته شده از جنس چوب



شکل ۷: تصویر دست همسر روننگن در سال ۱۸۹۶ به وسیله پرتو ایکس

References

1. Rajabnia M. Arabian Medicine. Translated by Browne EG. Tehran: Elmi Farhangi Publication; 1985. Vol.4 p.75-80. [Persian]
2. Sharafkandi AR. Ghanoun dar Teb. Translated by Ibn Sina. Tehran: University of Tehran Publication; 1979. [Persian]
3. Zaker ME. Ancient Dntal Texts. *Journal of Science and Technology* 2013; 5(4): 82-96.
4. Abd Elmohsen R. Earliest prosthetics toes helped Egyptians walk. No Place: No Name; 2012.
5. Brothwell DR, Moller-Christensen V. A possible case of amputation dated to c. 2000 BC Man. No Place: No Name; 1963. p.192-194.
6. Valentinuzzi ME, Celani NML. Physical Rehabilitation: A Historical Look. *IEEE Pulse* 2019; 10(6): 13-16.
7. Kuhrt A. The Persian Empire: a corpus of sources from the Achaemenid period. No Place: Routledge; 2013.
8. Timothy Knowles P. The Outcome of Ocular Prosthetic (Artificial Eye) Reconstruction. Master Thesis. Australia: University of Adelaide; 2018.
9. CAIS News: 4800-Year-Old Artificial Eyeball Discovered in Burnt City, Archeological & cultural news of the Iranian world web site. 2006. Available at: <https://www.cais-soas.com/News/2006/December2006/11-12.htm>. Accessed December 11, 2014.
10. Hernigou P. Ambroise Paré IV: The early history of artificial limbs (from robotic to prostheses). *International Orthopaedics (SICOT)* 2013; 8(37): 1195-1197.
11. Porter JR. Antony van Leeuwenhoek: tercentenary of his discovery of bacteria. *Bacteriological Reviews* 1976; 40(2): 260-269.
12. Jay V. The legacy of Laënnec. *Arch Pathol Lab Med* 2000; 9(124): 1420-1421.
13. Bloch H. The inventor of the stethoscope: Rene Laënnec. *J Fam Pract* 1993; 6(37): 191-199.
14. REED AB. The history of radiation use in medicine. *Journal of Vascular Surgery* 2011; 53(1 Suppl): 35-55.
15. Joseph B. Biomedical engineering: A historical perspective. No Place: Academic Press; 2005. p.31-71.
16. Fournier A. Diagnosing diabetes. A practitioner's plea: Keep it simple. *Journal of General Internal Medicine* 2000; 15(8): 603-604.
17. Nicoll C, Pignone M, Lu CM. Diagnostic Testing & Medical Decision Making. Edited by Papadakis MA, McPhee SJ, Rabow MW. Current Medical Diagnosis & Treatment 2013. New York: McGraw-Hill; 2013.