الفصل الأول

مقدمة
Introduction

يوفّر هذا الكتاب القصير معلومات أساسية عن التجهيزات الحيوية ونظرية الدارات الكهربائية. تستخدم معظم التجهيزات الطبية الحيوية مبدلاً أو حساساً لتحويل الإشارة التي ينتجها الجسم إلى إشارة كهربائية. إن هدفنا هنا هو تطوير الخبرة في نظرية الدارات الكهربائية المُطبَّقة في التجهيزات الحيوية. نبدأ بوصف للمتغيرات المُستخدمة في نظرية الدارات، والشحنة، والتيار، والجهد، والاستطاعة والطاقة. يتم بعد ذلك التعريف بقوانين كيرشوف للجهد والتيار، يليه حسابات كل من المقاومة، وتبسيط الدارات ذات المقاومات (الأومية)، والجهد والتيار. يلي ذلك تقديم تقنيات تحليل الدارات يتبعها دارات التحريض و السعة وحلول للدارات باستخدام طريقة المعادلة التفاضلية. وأخيراً، يتم تقديم المضخم العملياتي و الإشارات المتغيرة بالزمن.

كان الطب، قبل عام ١٩٠٠م، لا يملك إلاّ القليل لتقديمه للمواطن النموذجي لأن موارده كانت بشكل رئيسي التعليم وحقيبة سوداء صغيرة للطبيب. تم العثور على أصول التغيرات التي حدثت في العلوم الطبية في العديد من التطورات التي حدثت في العلوم التطبيقية. استند التشخيص، خلال أوائل القرن التاسع عشر، إلى الفحص البدني، وكان العلاج مخصصاً للشفاء من الشذوذ الهيكلي. وبحلول أواخر القرن

التاسع عشر، استند التشخيص إلى الاختبارات المخبرية، وكان العلاج مخصصاً لإزالة سبب الاضطراب. تم تسريع النزعة نحو استخدام التكنولوجيا خلال القرن العشرين. وأصبحت المستشفيات، خلال هذه الفترة، مؤسسات للبحوث والتكنولوجيا. بدأ المهنيون في مجالات الكيمياء، والفيزياء، والهندسة الميكانيكية، والهندسة الكهربائية العمل جنباً إلى جنب مع المجال الطبي، وأصبحت الهندسة الطبية الحيوية مهنة مُعترف بها. ونتيجة لذلك، تقدمت التكنولوجيا الطبية في القرن العشرين أكثر مما أحرزته من تقدُّم في بقية التاريخ مجتمعاً (الشكل رقم (١.١)).

خلال هذه الفترة، كان لمجال الإلكترونيات تأثير كبير على تطور التكنولوجيا الطبية الجديدة. أثبت رجال مثل Richard Caton و Augustus Desire أن دماغ الإنسان وقلبه يعتمدان على أحداث كهربائية حيوية. ففي ١٩٠٣م، فسَّر William Einthoven (وليام آينتهوفن) هذه الأفكار بعد أن اخترع المقياس الغلفاني السلكي الأول. وضع آينتهوفن اثنين من الحساسات الجلدية على إنسان ووصلهما إلى نهايتي سلك مُفضض كان معلقاً خلال ثقبين محفورين في كل من طرفي مغناطيس دائم كبير. تحرك السلك المُعلق المُفضض بشكل متناغم مع ضربة قلب الشخص. وعن طريق إسقاط حزمة ضوئية صغيرة جداً عبر السلك المُفضض، كان آينتهوفن قادراً على تسجيل حركة السلك كموجات على لفافة من الورق الفوتوغرافي المتحرك. وهكذا، أدى اختراع المقياس الغلفاني السلكي إلى ابتكار مُخَطَّط كهربية القلب (ECG)، الذي يُستخدم بشكل روتيني حالياً لقياس وتسجيل النشاط الكهربائي للقلب غير الطبيعي، ومقارنة تلك الإشارات مع الإشارات العادية.

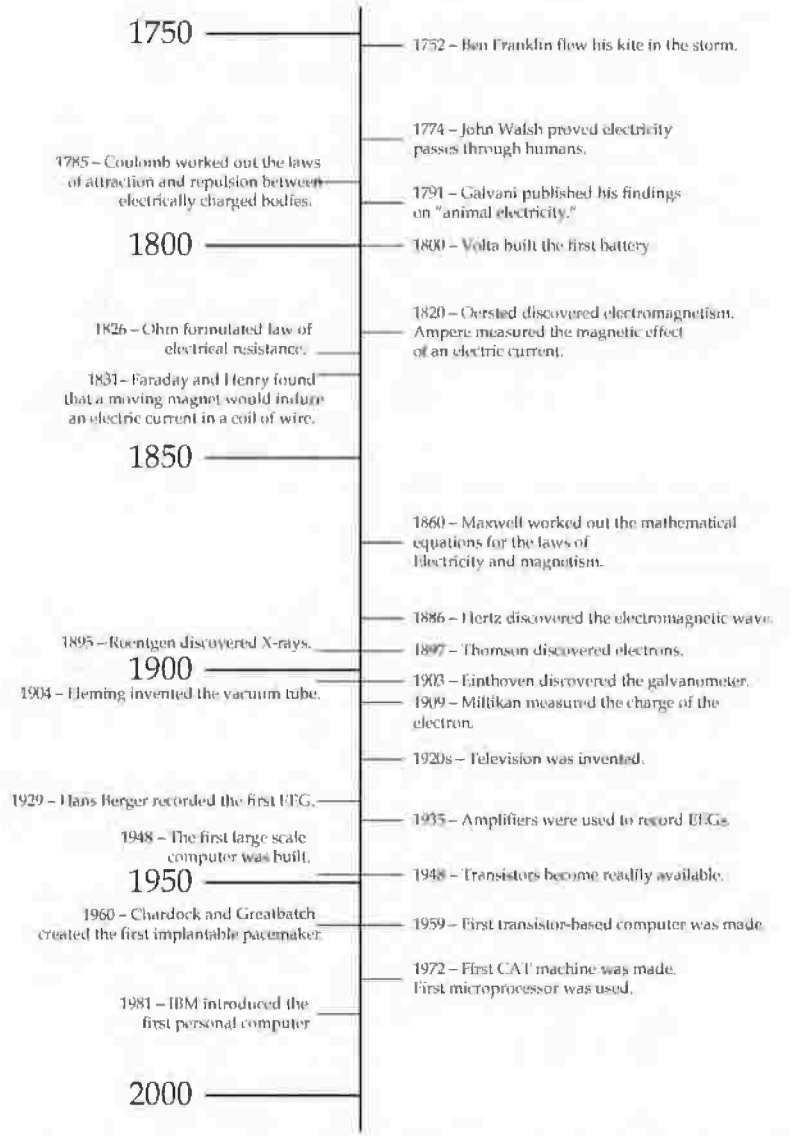
في عام ١٩٢٩م، ابتكر Hans Berger مخطط كهربية الدماغ (EEG) الأول، الذي يتم استخدامه لقياس وتسجيل النشاط الكهربائي للدماغ. في عام ١٩٣٥م، تم استخدام المضخمات الكهربائية لإثبات أن النشاط الكهربائي لقشرة ما له تواتر معين، وفي عام

١٩٦٠م، تم استخدام المضخمات الكهربائية في أجهزة مثل أول ناظم خطى قلب قابل للزرع تم ابتكاره من قبل William Chardack و Wilson Greatbatch. إن هذه ليست سوى عينة صغيرة من الأمثلة العديدة التي قد تم فيها استخدام مجال الإلكترونيات لتحقيق تقدم كبير في مجال التكنولوجيا الطبية.

إن العديد من عمليات التقدم الأخرى التي تم القيام بها في مجال التكنولوجيا الطبية نشأ من البحوث في مجال الفيزياء الأساسية والتطبيقية. ففي ١٨٩٥م، تم ابتكار جهاز الأشعة السينية، أحد الاختراعات التكنولوجية الأكثر أهمية في المجال الطبي، عندما وجد W. K. Roentgen (رونتجن) أنه يمكن استخدام الأشعة السينية لإعطاء صور للتراكيب الداخلية للجسم. وهكذا، فإن جهاز الأشعة السينية كان جهاز التصوير الأول المراد إنشاؤه.

تم تقديم الإضافة الهامة الأخرى للتكنولوجيا الطبية من خلال اختراع الكمبيوتر، الذي سمح بتنفيذ وظائف وعمليات تحليل أسرع بكثير وأكثر تعقيداً. تم استخدام واحد من أول الأجهزة القائمة على الكمبيوتر في مجال الطب، وهو جهاز التحليل المتعدد التسلسلي بالإضافة إلى جهاز الكمبيوتر، لتخزين كمية هائلة من البيانات المتعلقة بمعلومات المختبرات الإكلينيكية (السريرية). وأدى اختراع الكمبيوتر إلى إجراء الاختبارات المخبرية وتحليلها بشكل أسرع وأكثر دقة.

تم ابتكار أول جهاز طبي قائم على الكمبيوتر ذي حجم كبير في عام ١٩٧٢م عندما تم اختراع جهاز التصوير المقطعي المحوري المُحوسب (CAT). أعطى جهاز الـ CAT صورة أظهرت جميع الهياكل الداخلية التي تقع في مستوى واحد من الجسم. إن هذا النوع الجديد من الصور جعل من الممكن إجراء تشخيص كل من الأورام، و النزيف، والأضرار الداخلية الأخرى بشكل أكثر دقة وأسهل وذلك من المعلومات التي تم الحصول عليها بشكل غير جراحي (غير تدخلي) (noninvasively).



الشكل رقم (١.١). المخطط الزمني للاكتشافات و الاختراعات الرئيسية التي أدت إلى التجهيزات الطبية الحديثة.

يجري اكتشاف التطبيب عن بعد، الذي يستخدم تكنولوجيا الكمبيوتر لنقل المعلومات الطبية من موقع طبي إلى آخر، للسماح بوصول الرعاية الصحية للمرضى في المواقع النائية. ويمكن استخدام التطبيب عن بعد للسماح لطبيب متخصص في مستشفى كبير بالحصول على معلومات عن مريض في منطقة ريفية وإعادة إرسال خطة علاج محددة لهذا المريض.

هناك، اليوم، تشكيلة واسعة من الأجهزة الطبية وأنظمة التجهيزات. يتم استخدام البعض منها لمراقبة حالات المريض أو اقتباس المعلومات لأغراض التشخيص، على سبيل المثال أجهزة تخطيط كهربية القلب (ECG) وأجهزة تخطيط كهربية الدماغ (EEG)، في حين يتم استخدام الأخرى لمراقبة الوظائف الفيزيولوجية (الفسيولوجية)، على سبيل المثال، ناظمات خطى (ضربات) القلب (pacemakers) وأجهزة التنفس الاصطناعي (ventilators). إن بعض الأجهزة، مثل ناظمات خطى القلب، قابلة للزرع في حين يتم استخدام العديد من الأجهزة الأخرى بشكل غير جراحي. ويركز هذا الفصل على تلك الميزات المشتركة بين الأجهزة التي يتم استخدامها لاقتباس البيانات الفيزيولوجية ومعالجتها.