الفصل الثاني

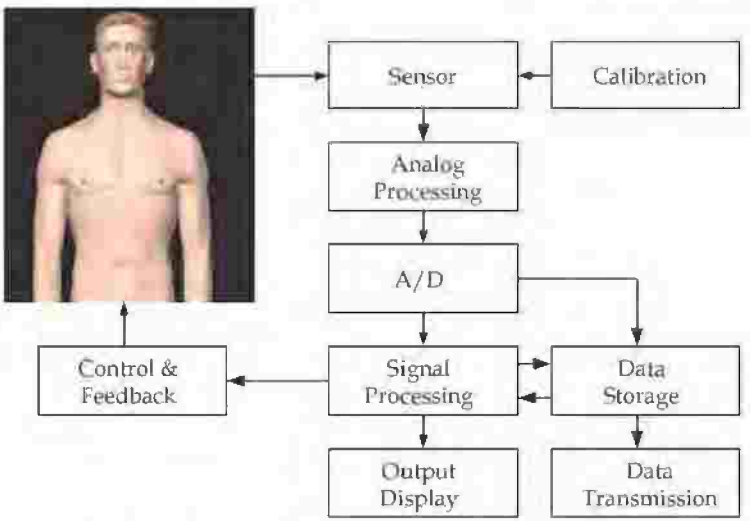
النظام الأساسي للتجهيزات الحيوية
Basic Bioinstrumentation System

يُطلق اسم العامل المُقاس (measurand) على الكمية، أو الخاصية، أو الحالة التي يتم قياسها بواسطة نظام تجهيزات حيوية (الشكل رقم (٢.١)). يمكن للعامل المُقاس أن يكون إشارة كهربائية حيوية، مثل تلك التي تتولد بواسطة العضلات أو الدماغ، أو إشارة كيميائية أو ميكانيكية يتم تحويلها إلى إشارة كهربائية. يتم استخدام الحساسات لتحويل العوامل الفيزيائية المُقاسة إلى خرج كهربائي. إن خرج هذه الحساسات الحيوية هو إشارات تماثلية (تناظرية) (analog)، أي إشارات مستمرة زمنياً، يتم إرسالها إلى مجموعة المعالجة التماثلية والتحويل الرقمي. حيث يتم تضخيم الإشارات وترشيحها وتهيئتها وتحويلها إلى شكل رقمي. ويتم مناقشة طرق معالجة الإشارات التماثلية، مثل تضخيم وترشيح إشارة تخطيط كهربية القلب (ECG)، في وقت لاحق في هذا الفصل. وبمجرد تحويل الإشارات التماثلية إلى رقمية وإلى شكل يمكن فيه تخزينها ومعالجتها بواسطة الحواسيب الرقمية، فإنه يمكن تطبيق العديد من طرق تكييف (موائمة) الإشارة.

تتضمن أنظمة التجهيزات الأساسية أيضاً أجهزة عرض الخرج التي تمكّن المُشغِّلين من عرض الإشارة في شكل يكون من السهل فهمه. وقد تكون هذه العروض

عددية أو رسوم بيانية، ومنفصلة أو مستمرة، ودائمة أو مؤقتة. والمطلوب من معظم أجهزة عرض الخرج أن تتم مراقبتها بصرياً، ولكن البعض منها يوفّر أيضاً خرجاً مسموعاً، على سبيل المثال صوت تنبيه مع كل ضربة قلب.

بالإضافة إلى عرض البيانات، فإن العديد من أنظمة التجهيزات لديه القدرة على تخزين البيانات. يتم في بعض الأجهزة تخزين الإشارة لفترة وجيزة بحيث يمكن القيام بمعالجة إضافية أو بحيث يمكن للمُشغِّل فحص البيانات. وفي حالات أخرى، يتم تخزين الإشارات بشكل دائم بحيث يمكن تطبيق طرق معالجة إشارة مختلفة في وقت لاحق. تقتبس أجهزة المراقبة هولتر (Holter)، على سبيل المثال، ٢٤ ساعة من بيانات الـ ECG التي تتم معالجتها في وقت لاحق لتحديد نشاط اضْطِراب النَّظْم وغيرها من الخصائص التشخيصية الهامة.



الشكل رقم (٢.١). الأنظمة الأساسية للتجهيزات باستخدام الحساسات لقياس إشارة مع إمكانيات اقتباس البيانات وتخزينها وعرضها، بالإضافة إلى التحكم والتغذية العكسية.

مع اختراع الهاتف والآن من خلال شبكة الإنترنت، يمكن اقتباس الإشارات بواسطة جهاز في مكان ما، ربما في منزل المريض، ونقلها إلى جهاز آخر للمعالجة و/أو التخزين. وهذا جعل من الممكن، على سبيل المثال، تقديم ملاحظات تشخيصية سريعة إذا كان المريض لديه نَظْم قلب غير عادي بينما هو في المنزل. وسمحت أيضاً للمرافق الطبية في المناطق الريفية بنقل الصور التشخيصية لمستشفيات الرعاية من الدرجة الثالثة بحيث يمكن للأطباء المتخصصين مساعدة الممارسين العامين في التوصل إلى تشخيص أكثر دقة.

هناك عنصران آخران يؤديان دوراً هاماً في أنظمة التجهيزات. الأول هو إشارة المعايرة. يتم تطبيق إشارة ذات مطال (مقدار) وتردد معروفين على نظام التجهيزات عند مدخل الحساس. تسمح إشارة المعايرة بتعديل مكونات النظام بحيث يكون للخرج والدخل علاقة معروفة ومُقاسة. وبدون هذه المعلومات، فإنه من المستحيل تحويل خرج نظام التجهيزات إلى تمثيل حقيقي للعامل المُقاس (measurand).

إن العنصر الآخر المهم، وهو عنصر التغذية الراجعة (العكسية)، ليس جزءاً من جميع أنظمة التجهيزات. تتضمن هذه الأجهزة نواظم خطى (ضربات) القلب (pacemakers) وأجهزة التنفس الاصطناعي (ventilators) التي تثير القلب أو الرئتين. إن بعض أجهزة التغذية الراجعة تجمع البيانات الفيزيولوجية وتعطي استجابة عند الحاجة، على سبيل المثال ضربة قلب أو تنفس، أو هي جزء من أنظمة التغذية الراجعة الحيوية (biofeedback) التي يتم فيها جعل المريض على علم بالقياس الفيزيولوجي، على سبيل المثال ضغط الدم، وتستخدم التحكم عن وعي لتغيير الاستجابة الفيزيولوجية.