

CONCLUSIONS

ANTONIO PEDOTTI *

ABSTRACT. – Taken all together the papers here presented, behind the specific topic, clearly show how the convergence of medicine and technology represent an highly developing pervasive field of research with relevant implications on our society at different levels.

Relevant results can be obtained only by a unique combination of skills and in-depth knowledge in medicine/biology and engineering that enables researchers to identify emerging problems, to define research and development goals and to solve them in a unique way requiring equal expertise in engineering and biomedicine and a true integration of both. There is also a strong shift of focus to the cellular and molecular levels and their integration into the complex systems of higher level structural and functional organization. This emerging scientific paradigm will provide new knowledge as well as a new generation of diagnostics and therapeutics enabling the innovation needed to meet the growing demand for accessible and sustainable health care.

Finally the exiting scientific goals combined with the practical applications oriented to fight diseases and to improve human condition make this field particularly attractive to young researchers to whom this initiative is mainly devoted.

* Politecnico di Milano.

L'insieme dei lavori presentati in questo volume, al di là degli argomenti specifici, dimostrano innanzitutto con esempi paradigmatici come l'incontro fra tecnologia e medicina sia un settore in fase di sviluppo tumultuoso e del tutto pervasivo che di fatto costituisce un fattore trainante nella nostra società a diversi livelli.

In ambito specificatamente tecnologico le esigenze emergenti nell' imaging medico di organo, di funzioni e molecolare con riferimento alla Risonanza magnetica, Laser, CT, US stanno alla base di ricerche fra le più avanzate nei sensori, micro e nano tecnologie ma anche nella miniaturizzazione spinta, negli sviluppi di memorie di massa e tecniche computazionali innovative, tecnologie di rendering e data-mining. Discorso analogo vale nell'ingegneria tissutale o medicina rigenerativa per quanto riguarda nuovi materiali, biomateriali, materiali nano strutturati, biosensori, solo per fare alcuni esempi.

Ciò implica che risultati significativi possono ottenersi nella maggior parte dei casi solo attraverso una ricerca fortemente interdisciplinare che si avvalga di una stretta sinergia di competenze complementari mediche, biologiche, ICT, chimiche, fisiche, matematiche, etc. Molto spesso ciò richiede l'impegno di notevoli risorse. Non a caso la maggior parte dei paesi avanzati e l'Unione Europea (per es. Settimo Programma Quadro) stanno fortemente investendo in questa direzione.

Sul piano industriale analogamente sono necessari investimenti di grandissime dimensioni per poter affrontare sviluppi innovativi tenendo anche conto che spesso l'immissione sul mercato di nuovi prodotti richiede una validazione clinica complessa e onerosa. Di conseguenza si assiste negli ultimi anni a una progressiva concentrazione della produzione in un numero limitato di multinazionali. In settori rilevanti delle tecnologie biomediche oltre il 90% del mercato mondiale è già oggi concentrato in 3 o 4 grandi società multinazionali. Esiste pertanto il rischio oggettivo di creare situazioni di monopolio particolarmente rischiose in un settore che attiene direttamente alla salute delle persone.

In questo quadro le relazioni qui presentate illustrano per il nostro Paese una situazione relativamente positiva. È purtroppo ben noto che è molto limitato in generale l'impegno che l'Italia dedica alla ricerca con conseguenze in generale molto negative sulle nostre capacità di competere soprattutto nell'ambito delle tecnologie avanzate. Nonostante ciò

buona parte delle presentazioni qui raccolte hanno illustrato iniziative e linee di ricerca di grande rilievo nel panorama internazionale connotate da una stretta collaborazione fra diverse competenze e istituzioni (Università, Ospedali, Industrie, Centri di Ricerca) e capaci di trasferire i risultati della ricerca nella clinica, nei servizi e nella produzione con forte capacità competitive sul piano internazionale.

Ciò riguarda tecnologie strategiche e ad alto valore aggiunto come l'imaging medico e la radiologia interventistica in cui, per quanto riguarda l'industria, siamo ben rappresentati a livello internazionale da Bracco e Esaote, protesi cardiache e pace-maker che hanno nella società nazionale Sorin un protagonista di tutto rispetto a livello mondiale e l'ingegneria tissutale che, come riportato nell'ultima relazione, ha in FAB una società che si sta imponendo nella scena internazionale.

Da sottolineare in questa direzione il Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica, descritto nel capitolo *Perspectives in Hadrontherapy*, che sarà fra poco funzionante a Pavia per la cura dei tumori, insieme a quello di Heidelberg primo in Europa. Esso costituisce una vera punta di diamante in questo settore e si è potuto realizzare proprio grazie ad una collaborazione fortemente interdisciplinare che si basa su una stretta sinergia fra diverse istituzioni: Università, IRCCS, Enti di Ricerca.

Emerge chiaramente la convinzione che in questo settore fortemente interdisciplinare fra tecnologia e medicina, la ricerca persegue obiettivi di alto valore conoscitivo e si propone di ottenere risultati che concretamente riguardano il benessere, la salute, la guarigione e la sopravvivenza degli individui. Da cui alcune ovvie conseguenze.

Innanzitutto il successo di un'attività di ricerca non può prescindere nella maggior parte dei casi da una validazione clinica dei risultati che implica lo sviluppo di un metodo, di eventuali prototipi, di adeguati protocolli e di concreti trials su un adeguato numero di pazienti con le relative analisi statistiche dei risultati. E tutto ciò richiede che al ricercatore originario seguano le necessarie iniziative per l'industrializzazione dei prodotti che a loro volta non possono prescindere da una attenta valutazione dei rischi e del rapporto costi/benefici con le relative implicazioni di carattere economico ed etico-sociale.

Mai come in questi ultimi anni, a fronte di recenti scoperte che le nuove tecnologie rendono possibili, si pone concretamente e potenzial-

mente su ampia scala il dramma di dare una risposta non ambigua alla domanda: quanto costa una vita umana? E chi può ed è disposto a pagare? Dove il chi include l'individuo, la società, il paziente stesso e sulla scelta incidono non solo i costi materiali ma anche quelli psicologici e immateriali, il concetto di sopravvivenza, di vita e di qualità della vita.

Anche limitandoci ad una visione puramente pragmatica, non vi è dubbio che in tutte le società "ricche" le risorse impegnate per la salute aumentano e costituiscono una percentuale notevole del PIL (negli USA si è arrivati a superare il 15%) tendendo a creare situazioni di incompatibilità con i vincoli economici-finanziari che tutte le società di debbono porre.

Da qui la convinzione, che si è diffusa in molti paesi e che spesso in Italia stenta ad imporsi, che il comparto della salute nel suo insieme (non solo ospedali e servizi ma anche ricerca, innovazione, imprese di beni e servizi) non deve essere visto come un costo che grava inevitabilmente sulla società ma un'opportunità di sviluppo e ricchezza.

Ugualmente si è ritenuto spesso che la tecnologia sia uno dei principali responsabili della crescita dei costi per la sanità. Emerge che sia vero il contrario. La tecnologia ha contribuito in modo determinante alla sopravvivenza a fronte di lesioni e malattie una volta letali, al miglioramento delle funzionalità dell'individuo grazie a protesi, organi artificiali e ausili e pertanto all'aumento della durata della vita media e al miglioramento della sua qualità. E tutto ciò, che certamente caratterizza un aspetto fra i più elevati della condizione umana, ha ovviamente un costo sociale. Ma la tecnologia stessa rende possibile mettere a disposizione di tutti, in linea di principio indipendentemente dalle condizioni sociali ed economiche del singolo individuo, tipologie di intervento che per la loro complessità e impegno di risorse apparivano dover essere riservati a pochi eletti. Anche per questo molti giovani sono sempre più affascinati da questo settore interdisciplinare di ricerca e vi operano con un impegno ed entusiasmo del tutto particolare. A loro principalmente è dedicata questa iniziativa.