

MEDISCHE TECHNOLOGIE  
IN DE MEDISCHE FACULTEIT TE ROTTERDAM

REDE  
UITGESPROKEN BIJ DE AANVAARDING  
VAN HET AMBT VAN GEWOON HOGLERAAR  
IN DE MEDISCHE TECHNOLOGIE  
AAN DE FACULTEIT DER GENEESKUNDE  
VAN DE ERASMUS UNIVERSITEIT ROTTERDAM  
OP 14 NOVEMBER 1984

DOOR

DR. IR. C.J. SNIJDERS

**MEDISCHE TECHNOLOGIE IN DE MEDISCHE FACULTEIT TE ROTTERDAM**

**Mijnheer de Rector Magnificus,**

**Zeer gezaardeerde toehoorders,**

In de agenda van de Erasmus Universiteit werd door de Rector Magnificus vastgelegd, zoals U op deze dia ziet, dat een zekere Snijders op 16 november zijn inaugurele rede zou houden. U zou nu dus twee dagen te vroeg zijn. Maar blijft U nog even zitten. Weliswaar is de datum 16 november juist, doch deze slaat op vorig jaar. Mijn benoeming is namelijk een jaar vertraagd nadat de Minister van Onderwijs en Wetenschappen schriftelijk liet weten eerst de resultaten van de Taakverdelings- en Concentratieoperatie te willen afwachten, hetgeen in feite zeer logisch was. Nadat de rookwolken van deze bezuinigingsoperatie waren opgetrokken, bleek de leerstoel Medische Technologie te Rotterdam in combinatie met de buitengewone leerstoel in dat vak te Delft nog te bestaan. Ik waag het daaruit af te leiden, dat velen dit vak nuttig vinden en van die leerstoel zelfs hoge verwachtingen hebben.

In het jaar van uitstel werd mij uiteraard telkens hetzelfde gevraagd en heb ik duizend keer uitleg moeten geven. U begrijpt dat ik momenten heb gekend dat het voor mij niet meer hoefde, maar dat vergeet snel. Wat ik overigens inmiddels wel hoopte is, dat de inaugurele rede van vandaag

ook niet door zou gaan. Ik heb de laatste maanden namelijk eigenlijk geen tijd meer om mijn eigen lezingen bij te wonen.

*Dames en heren,*

Mij is gevraagd ervoor te zorgen dat de bijeenkomst van vandaag geen esoterische aangelegenheid wordt. Ik zal daarom trachten een uiteenzetting te geven die informatief is voor zowel geïnteresseerden uit de universitaire gemeenschap als voor velen van buiten die gemeenschap, die mij vandaag de eer verschaffen hier aanwezig te willen zijn. Aldus zal ik niet een enkel detail uitwerken, maar juist zoveel mogelijk aspecten aan de orde stellen die te maken hebben met het vak medische technologie. De samenhang van dit vak met andere specialismen speelt daarbij een centrale rol. Het bijzondere daarin heb ik willen aangeven in de titel van mijn rede.

#### *Definitie medische technologie*

Volgens de Raad van Gezondheidsresearch TNO behelst biomedische technologie het op basis van natuurwetenschappelijke kennis voor toepassing in de geneeskunde en de gezondheidszorg ontwikkelen van methoden, systemen, apparaten, instrumenten of materialen.

In dier voege bestaat medische technologie in feite al zeer lang. Op deze dia ziet U namelijk dat er voor het

*behandelen* van patiënten reeds talrijke instrumenten werden gebruikt in Epidaurus in de tempel en het genezingscentrum van Asklepios. Hippokrates van het eiland Kos (geb. 460 v.C.), zou zich zelfs bediend hebben van het instrumentarium van de volgende dia, waarmee gepoogd werd een zijwaarts gekromde rug weer recht te trekken. Dit behandelingsprincipe wordt heden ten dage nog veelvuldig toegepast, zij het dat men niet meer op de patiënt gaat staan om de bochel eruit te drukken. Nu spreekt men van de zogenaamde halottractie. Aan het hoofd wordt getrokken door middel van een ring die op de schedel met schroeven is vastgezet. Als operatieve behandeling wordt veel gebruik gemaakt van onder meer de "Harrington-staaf". De wervelkolom wordt hier gestut met een staaf die in de patiënt blijft.

Nog steeds is de scoliosis moeizaam te behandelen en een zeer complex probleem, getuige onder meer het volgende citaat (Diaz Martinez, 1981): "Las medidas de ángulos en la columna vertebral, adquiere una importancia tan evidente, como para no olvidar quede incluso pequeñas modificaciones en esos valores se puede derivar a veces unas actitudes terapéuticas diferentes".

Bij de apparatuur voor het behandelen van patiënten kan men als het ware spreken van het verlengen van de menselijke arm. In deze beeldspraak zou men nu zelfs kunnen doelen op bijvoorbeeld apparatuur voor de bestraling van gezwellen.

In het geval van technologie ten behoeve van de *diagnostiek*

gaat het vooral om het verschaffen van middelen waardoor de arts meer kan waarnemen dan met eigen zintuigen mogelijk zou zijn, en vooral ook om de waarneming in maat en getal vast te leggen. Voorbeelden uit het verleden zijn de microscoop van Van Leeuwenhoek in 1673 en de stethoscoop van Laënnec in 1819. Vrijwel ieder van U zal wel eens van binnen bekeken zijn met behulp van röntgenapparatuur en enkelen wellicht al met kernspinresonantie. In de medische technologie heeft een explosieve groei plaats gevonden door het opkomen van het meten van elektrische verschijnselen in het lichaam. Het meest bekend is wel het electrocardiogram, het ECG. Maar er zijn ook het EEG, het EMG, het EDG, het EGG etc. Rondom elk type elektrisch verschijnsel in het lichaam is wel een enorm wetenschapsgebied gegroeid of is groeiende.

Naast de gebieden van diagnostiek en behandeling is veel techniek te vinden in de *revalidatie*. Onderscheid wordt daar gemaakt naar lichaamsgebonden en niet-lichaamsgebonden voorzieningen. Ter vervanging van verloren gegane ledematen zijn er prothesen, romp en ledematen kunnen worden ondersteund met beugels en corsetten, de orthesen. Ook zijn orthopedische schoenen lichaamsgebonden.

Niet-lichaamsgebonden voorzieningen hebben te maken met hulpmiddelen voor het zelf kunnen eten, aankleden etc., voor communicatie, voor speciale woonvoorzieningen, en voor transport. Doel van de talrijke technische hulpmiddelen is gehandicapten in staat te stellen zo min mogelijk

afhankelijk van anderen te kunnen leven.

Het geven van een volledig beeld van medische technologie is een moeilijke opgave en welzeker op deze plaats. Het voorgaande heeft dan ook geen andere bedoeling dan om ten overvloede nog eens aan te geven dat men zich de geneeskunde niet meer kan voorstellen zonder bijdragen vanuit de technologie.

#### **Toekomst**

Over toekomstige ontwikkelingen wordt gezegd, dat de rol van de techniek in de geneeskunde nog aanzienlijk zal toenemen. Op meerdere plaatsen komt men zelfs science fiction-achtige bespiegelingen tegen. Onder meer wordt gedacht aan kunst-hersenen.

Nu al is het zo dat - zoals Van Overeem (1983) dat onlangs treffend typeerde - het systeem van de geneeskunde in feite het systeem is van de garage. Men repareert daar lichamelijke mankementen, tapt lichaamssappen en faeces af alsof het om benzine en olie gaat die moeten worden nagekeken. Ook denke men aan het diagnose-station waar alle elektrische verschijnselen onder de motorkap worden gemeten. Met reden had de titel van mijn voordracht ook kunnen luiden: "Medische Technologie, tussen arts en auto". In het ziekenhuis zal men in de toekomst ongetwijfeld als patiënt in een apparaat kunnen gaan staan waar alles wat

maar denkbaar is geheel automatisch wordt geregistreerd, welke klachten men ook heeft. Dat is bijzonder efficiënt omdat men zo niets kan vergeten, en aan de arts wordt aldus maximale zekerheid verschaft. Er is dan natuurlijk ook een diagnose-station ontworpen waar men in kan liggen. Het zal echter niet worden toegestaan om het liggende apparaat te gebruiken wanneer men nog kan staan. Men heeft namelijk ontdekt dat de liggende patiënt meer plaats inneemt. Voor liggende patiënten geldt dan ook een hoger tarief.

Over verpleegafdelingen kan men reeds nu horen dat de verpleegsters de apparatuur koesteren in plaats van de patiënt. Men mag dat vanzelfsprekend vinden, want immers hoe kwetsbaar en hoe gevoelig zijn die apparaten.

Bij ziektekostenverzekeringsinstellingen groeit het besef, dat het buiten proporties is dat men moet betalen voor de onderonsjes tussen verplegend personeel en patiënten. Wel wordt het langdurig vergaderen van de zusters en de broeders van het grootste belang geacht.

Gezien de te verwachten enorme expansie van de technologie in de geneeskunde zal mutatis mutandis ook de arts veranderen, hetgeen consequenties heeft voor het aan te bieden onderwijs. Nu is er van technische vakken in het curriculum nog nauwelijks sprake. Maar niet veraf is het college: construeren in biologische materialen.

Al met al passen zulke ontwikkelingen in de opvatting dat het omgaan met machines invloed heeft op het denken en die invloed laat zich reeds lang gevoelen, want reeds door onder

meer Descartes en Morelli werd het lichaam beschreven als een machine (Russelman, 1984). Reeds toen werden individuen vergeleken met tandwieltjes in het grote raderwerk van de staat. Een vergelijking die ik, gezien het werktuigkundige aspect erin, gaarne aanhaal.

*Dames en Heren,*

Het is mogelijk dat een aantal Uwer door het voorgaande met afgrijzen is vervuld.

Dat was dan ook de bedoeling.

Met opzet heb ik hier de technologie persiflerend in een onmenselijk daglicht geplaatst, om U nu met des te meer overtuiging te kunnen zeggen dat ook technici wel degelijk kunnen inzien dat hun bedenksels, hoe nuttig ook, slechts een deel kunnen en mogen zijn van de bijdragen aan het cureren dan wel palliëren van ziekten. Ook wij nemen kennis van kritiek als, en ik citeer Anliker (1977): "criticism often levelled at the highly sophisticated medicine made possible by biomedical engineering, for instance that unreasonable or excessive use is made of expensive equipment and procedures and that thereby less attention is given to the patient's psychological problems". Dit is een geschikt moment om nog eens terug te kijken naar Asklepios. Hij was arts en tegelijk priester. Deze materie verdient veel aandacht. Deze verdient echter ook zeer genuanceerd oordelen, waarover én medici én economen U beter kunnen informeren dan ik.

### **Doelstelling voor medische technologie**

De aan de medische technologie gegeven opdracht kan in het kort als volgt worden geformuleerd: *Het verschaffen van oorspronkelijke fysische en instrumentele oplossingen voor medische vraagstellingen.* Bij de beschrijving van mijn leerstoel heeft de medische faculteit bovendien de wenselijkheid genoemd van *een zo breed mogelijk raakvlak met de klinische vakken.* Dit nu heeft voor de inrichting van ons werk en de wijze waarop anderen in de faculteit daarnaar kijken verstrekende consequenties.

Als eerste punt noem ik dit: de vraagstellingen voor wetenschappelijk onderzoek ontstaan in het algemeen binnen groepen met een lange onderzoekstraditie en berusten op ideeën van de onderzoekers zelf. In het geval van de medisch technoloog is echter sprake van dienstverlening aan onderzoek dat primair wordt gefinitieerd door anderen, met name door medici die technische inbreng kunnen gebruiken bij de oplossing van vraagstellingen uit hun kliniek. Die dienstverlening kan leiden tot publicaties in medische vakbladen, waarvan de medicus eerste auteur is en die dan handelen over de toepassing van een ontwikkelde methode of apparaat. Veel kleiner is echter de kans op publicatie over een apparaat in een technisch blad, waarbij dan de ingenieur eerste auteur zou kunnen zijn. Het volgende kan dienen als illustratie: Over de toepassingen van de bloedstollingstijdmeter die door ons werd ontwikkeld in

nauwe samenwerking met het St. Joseph Ziekenhuis in Eindhoven werd veel geschreven en gerefereerd in het betreffende medische en klinisch-chemische metier. Voor de ingenieurs echter zat er maar een onopvallend artikeltje aan vast in een Nederlands tijdschrift (Verduin en Snijders, 1974). Overigens zij vermeld, dat dit apparaat tijdens de Leipziger Messe van 1972 een gouden medaille verkreeg "in Anerkennung hohen wissenschaftlich-technischen Niveaus". Het gewenste brede raakvlak met de klinische vakken betekent ook, dat de voor zulk onderzoek beschikbare tijd moet worden verdeeld over meerdere gebieden, ja zelfs over andermans gebieden. Het opbouwen van een grote onderzoeksgroep met een volgens de termen van de voorwaardelijke financiering hoog aggregatieniveau is daarbij ondenkbaar. Het ligt dan ook voor de hand dat, wanneer men als faculteit voor een wetenschappelijke dienstverlening als de medische technologie kiest, daar ook de benodigde ruimte voor wordt gegeven. *Het is aan ons om een en ander waar te maken, het is aan anderen om de geschikte criteria te hanteren.*

Om de bedoelde dienstverlening aan de klinische vakken op niveau te kunnen blijven geven, dient verschraving van de kennis van de betrokken medewerkers te worden tegengegaan door voeding vanuit een eigen onderzoekslijn. De omstandigheid nu dat zulk onderzoek kan worden ingebed in een groter geheel en wel in dat van de vakgroep biomedische natuurkunde en technologie wijst erop, dat er in Rotterdam

een gunstige voedingsbodem bestaat voor medische technologie.

### **Multidisciplinair**

Nader ingaande op het contact tussen arts en ingenieur kan men constateren, dat beide disciplines gericht zijn op praktische bruikbaarheid. Het is zelfs zo dat in de universele decimale classificatie (UDC) ten behoeve van literatuurrangschikking de toegepaste wetenschappen staan onder 6, en wel 61 Geneeskunde en 62 Ingenieurswetenschappen. Hieruit zou men de lichtvaardige conclusie kunnen trekken dat arts en ingenieur op dezelfde wijze te werk gaan en elkaar probleemloos zouden verstaan. De realiteit leert echter dat er hoge drempels en diepe grachten te overwinnen zijn. Beide partijen kunnen daarbij een teleurstellend nat pak oplopen. Met het gevaar van generalisering noem ik een paar verschillen:

- Een arts focuseert doorgaans op een actueel probleem. Het probleem van de laatste patiënt die werd gezien, dient direct te worden opgelost en daar kan men alle begrip voor hebben, zeker wanneer men zelf die patiënt zou zijn. Omdat mijn vrouw specialist is in een ziekenhuis weet ik van nabij welk een opgave het is wanneer je als arts het probleem van de patiënt maakt tot je eigen probleem en er ook alles aan wilt doen. Een ingenieur-onderzoeker echter komt met zijn oplossing vaak pas na een jaar of later. En ook dat is niet

vreemd, want nieuwe ontwikkelingen vragen veel tijd, hetgeen vaak ernstig wordt onderschat.

- Een arts weet meestal zelf allang de technische oplossing van diens probleem en verwacht van de ingenieur niet meer dan de uitwerking daarvan en wel zo dat het gemaakt kan worden. De ingenieur-onderzoeker echter kijkt verder dan de gestelde vraag en komt vaak met een andere oplossing. Of hij lost een ander probleem op.

- Een nogal gevoelig probleem is dat praktizerende artsen doorgaans te weinig tijd hebben voor research. De ingenieur-onderzoeker heeft echter veel informatie en overleg nodig en het kan zijn dat na vele malen in de wachtkamer te hebben gezeten de behoefte aan nog eens een onderzoek verdwijnt.

- Bij het hier bedoelde intensieve contact moet ook de toegang van de medisch ingenieur tot de patiënt worden betrokken. Het is niet vanzelfsprekend dat die toegang tot de behandelkamer wordt gegeven en dat is eigenlijk maar goed ook. Naast de bereidheid van de betrokken medicus dient vooreerst aan alle eisen van zorgvuldigheid te worden voldaan, gelet op de medische ethiek. Velen met mij hebben de ervaring dat zulke contacten dan probleemloos mogelijk zijn en het is daarbij een interessante ervaring dat patiënten het contact met de ingenieur eerder zoeken dan uit de weg gaan.

- De vorige twee drempels worden verhoogd door het feit, dat de ingenieur-onderzoeker ergens anders werkt. Door nu het

vak medische technologie in de medische faculteit te plaatsen, wordt het bezwaar van de geografische afstand tot een minimum beperkt.

- De eerste drempel die men vaak noemt is die van het andere taalgebruik en de andere vak kennis. In de praktijk ligt hier echter niet het grootste probleem. Kennis immers blijkt door literatuurstudie en gesprekken snel te kunnen worden verworven. Voor kennisoverdracht over en weer bestaan er inmiddels zelfs diverse keuzevakken.

- Een laatste punt van mogelijk verschil is het volgende. Wanneer gesproken wordt van dienstverlening door de medisch ingenieur aan de arts wordt niet gedacht in termen van "Uw nederige dienaar". Bedoeld wordt een samenwerking op basis van gelijkwaardigheid. Ook dat blijkt naar mijn ervaring in de praktijk geen punt van discussie noch van problemen te zijn.

Ofschoon sommige hindernissen blijken mee te vallen, kan men op grond van een aantal hiervoor genoemde verschillen tussen arts en ingenieur toch spreken van een kloof. Het overbruggen daarvan is weliswaar mogelijk, maar vraagt buitensporig veel aandacht en inspanning. Wanneer ergens kan worden gesproken over multidisciplinaire samenwerking, dan is dat hier. Ik sta zo uitvoerig stil bij dit aspect, omdat het mijns inziens de hoogste tijd wordt om af te spreken wat men onder "multidisciplinair" zou moeten verstaan. Ik ben geneigd de samenwerking tussen

bijvoorbeeld een werktuigkundig ingenieur en een electrotechnisch ingenieur niet multidisciplinair te noemen, hetgeen anderen wel doen. Kenmerk van alle ingenieursvakken is tenslotte de kwantitatieve benadering die noodzakelijkerwijze onderbouwd wordt door de wiskunde. Men realiseert zich bijvoorbeeld dat de gloeilampenfabriek te Eindhoven werd opgericht door een werktuigkundig ingenieur. Een opleiding tot electrotechnisch ingenieur bestond toen nog niet (Pannenburg, 1983). Te pas en te onpas wordt het woord multidisciplinair gebruikt, misschien wel ter opluistering van subsidieaanvragen, op grond waarvan ik meen dat het begrip "multidisciplinair" ernstig is gedevalueerd. Samenwerking van arts en ingenieur is met reden bi-disciplinair te noemen. Eerst bij de revalidatie komt het begrip "multidisciplinair" aan de orde omdat daar samenwerking plaats vindt tussen de revalidatiearts, -psycholoog en -ingenieur.

#### *De vakgroep biomedische natuurkunde en technologie*

Medische technologie wordt bedreven op zeer veel plaatsen, in universiteiten en technische hogescholen, bij TNO en in de industrie. Ik heb het voorrecht met al die sectoren contacten te onderhouden. Het is fascinerend en leerzaam om te volgen waarmee collega's bezig zijn, en bovendien bevestigen zulke contacten dat het gebied dermate groot is, dat de kans klein is dat men er elkaar in Nederland in de



weg loopt. Doubleren heet dat.

Het blijkt overigens moeilijk om de grenzen van medische technologie nauwkeurig aan te geven. Duidelijk is het dat het bij elke activiteit die leidt tot een letterlijk tastbaar resultaat gaat om technologie. Maar ook de op basis van natuurwetenschappelijke en technische kennis verworven nieuwe methoden van werken worden daartoe gerekend, omdat men ook daarbij kan spreken van voor de medicus nuttig gereedschap. Aldus doet zich een overgangsgebied voor naar de medische natuurkunde. Zo'n zelfde overgangsgebied ziet men bij het ontwerpen van nieuwe apparaten, want maar al te vaak blijkt men te stoten op hiaten in fundamentele kennis. De ontwerper initieert aldus natuurwetenschappelijk onderzoek. Beide aspecten adstrueren het nut van inbedding van medische technologie in een groter geheel, en wel in een vakgroep biomedische natuurkunde en technologie. Dat nu is precies wat men in Rotterdam heeft gedaan.

Onze vakgroep wordt gevormd door drie secties: *biologische natuurkunde*, *medische natuurkunde* en *medische technologie*. Er zijn ingenieurs uit de natuurkunde, de electrotechniek en de werktuigbouwkunde. Ook heeft de vakgroep een medicus-onderzoeker in haar midden. Onderzoek vindt plaats op het gebied van de zintuigen, met name betreffende het visuele systeem, en onderwerpen op het gebied van KNO. Voorts kunnen onderzoeken worden genoemd op het gebied van de thermologie, de urodynamica, de electrogastrografie en

implanteerbare telemetriesystemen. Straks ga ik nader in op onderzoek betreffende het spierskeletstelsel.

Als lid van de vakgroep komt men onderzoekers tegen die op de formatie staan van een klinische afdeling, doch gedetacheerd zijn binnen ons fysisch-technische milieu. Een dergelijke constructie binnen een medische faculteit roept de gedachte op dat op deze vakgroep ook een beroep kan worden gedaan voor in beginsel elk fysisch-mathematisch en technisch onderwijs. Niet doelend op gevestigde structuren, doch denkend aan nieuwe onderwijstaken op genoemde terreinen meen ik, dat daarvoor primair een appel moet kunnen worden gedaan op de vakgroep biomedische natuurkunde en technologie, tenzij er dwingende redenen zijn om zulk onderwijs elders onder te brengen.

Het takenpakket voor de medische technologie ziet er, samenvattend, als volgt uit:

- 1) De onderwijstaak, met het accent op keuzeonderwijs en post-academisch onderwijs.
  - 2) Eigen onderzoek waarbij in termen van de voorwaardelijke financiering kan worden gedacht.
  - 3) Onderzoek dat samen met klinische afdelingen wordt verricht. Een duidelijke illustratie is de detachering van een onderzoeker uit een klinische afdeling binnen de vakgroep biomedische natuurkunde en technologie met mogelijk eigen laboratoriumopstellingen.
  - 4) Adviezen en medebegeleiding van onderzoekers elders.
- Dit takenpakket lijkt goed te kunnen worden onderscheiden

van aanverwante activiteiten die op andere plaatsen in de medische faculteit plaatsvinden, waarbij hier in één adem het aanpalende academisch ziekenhuis moet worden genoemd. In het bijzonder wijs ik op de zeer grote instituten die zelf fysici en ingenieurs in dienst hebben voor grootschalig onderzoek. Het aandragen van onze kennis zou dan zijn als het water naar de zee dragen. Of voor hen zou dat zijn, zoals de Zweden zeggen: "Över ån efter vatten" (vrij vertaald: water halen over de (loop-)brug).

Men kan hier een analogie aantreffen tussen een groot instituut en de grootindustrie. Elke multinational heeft een eigen natuurkundig laboratorium en doet weinig tot geen beroep op een technische hogeschool, althans zeker niet voor dat onderzoek dat voor de onderneming van vitaal belang is. Voor de kleine en middelgrote bedrijven kunnen TH en TNO wel van belang zijn. In analogie kan men verwachten - en hopen - dat vooral kleine en middelgrote klinische afdelingen interesse hebben voor onze vakgroep.

In dit verband zij gewezen op de betekenis van de Centrale Researchwerkplaatsen. Het woord research slaat hier niet op eigen onderzoek, maar duidt op het ten dienste staan van research elders met behulp van een goed geoutilleerde werkplaats. Zo zullen grote klinische instituten via eigen ingenieurs en fysici werk in de CRW brengen. Voor een kleine afdeling kan het onderzoek, het opsporen van fysische principes en het ontwerpen dat aan fabricage vooraf gaat, plaatsvinden in samenwerking met ons. Als zodanig is de CRW

ook voor ons werk van het allergrootste belang voor het verdere uitwerken en vervaardigen van gemaakte ontwerpen. Hierover bestaat dan ook regelmatig overleg.

Het is niet mijn bedoeling om aan te geven waar in zulke gevallen precies onze taak zou ophouden en die van de CRW zou beginnen, zo dat al mogelijk of wenselijk zou zijn. Ik volsta met nog de indicatie dat van de medewerkers van de CRW niet wordt verwacht dat zij publiceren - hetgeen publiceren overigens niet uitsluit - en dat zij geen verantwoordelijkheden behoeven te dragen op het gebied van onderwijs.

#### *Eigen onderzoek, preventie*

Eerder heb ik betoogd dat het exploreren van een eigen onderzoekgebied ook van belang is voor de zich dienstbaar opstellende ingenieur in de medische faculteit. Het onderwerp dat ik dienaangaande mijn voorkeur geef is: *preventie van aandoeningen van het menselijke houdings- en bewegingsapparaat, in het bijzonder gelet op rug- en voetklachten*. De argumenten die voor de keuze daarvan pleiten zijn de volgende:

- Bij alles wat zich in het menselijk lichaam voordoet lijkt mijn vak, de werktuigbouwkunde, het beste te passen bij de mechanische werking van skelet en spieren waarmee houdingen en bewegingen worden gerealiseerd op basis van zenuw-impulsen, het neuromusculaire artrogene systeem.

- Op grond van de realiteit van een kleine onderzoekcapaciteit, gaat de voorkeur uit naar een onderwerp waar niet ook duizenden anderen voorgingen en/of doende zijn. Het ligt dan voor de hand om niet in de kern van een wetenschapsgebied te gaan opereren. Overigens blijken ook in oude gebieden nog groene plekje te vinden te zijn. Aan het voorgaande voldoet het onderzoek op het gebied van het spierskeletstelsel omdat dat in verhouding tot dat van vitale orgaansystemen nog steeds van bescheiden omvang is, niettegenstaande de zorgwekkende omvang van bijvoorbeeld het aantal rugklachten dat veelal leidt tot arbeidsverzuim en arbeidsongeschiktheid. De geringe aandacht voor dat gebied vindt ongetwijfeld haar oorsprong in het feit dat men aan zulke klachten als zodanig niet doodgaat. Het is daarom ook dat men aan zulke klachten zo lang kan lijden, vaak een leven lang.

- Door een accent te leggen op preventie, sluit men aan bij een overeenkomstige verschuiving van aandacht bij overheid en parlement, die overigens niet veel anders beogen dan de verlaging van de ziektekosten (zie o.a. Attinger, 1971).

- Alhoewel preventief gericht onderzoek niet noodzakelijkerwijs onder supervisie van medici behoort plaats te vinden bestaat de opvatting, dat ook primaire preventie optimaal kan worden bedreven op basis van kennis en ervaring uit de pathologie. Als zodanig vormt een medische faculteit een geschikte basis.

- Voorts zal het opbouwen van een kennisbestand,

onderzoeksmethoden en instrumenten op het gebied van het spierskeletstelsel ook zijn nut kunnen bewijzen bij onderzoek dat met klinische vakken op dit gebied gezamenlijk wordt ondernomen. Onlangs benadrukte Prof. de Lange dat samenwerking tussen kliniek en pre-kliniek pas dan goed gaat wanneer er van twee kanten affiniteit bestaat voor een onderwerp. Zulk een affiniteit heb ik reeds lang met de orthopedie en de revalidatie.

- Kennisopbouw in de toegepaste biomechanica is bovendien nuttig voor onderwijs en past in de visie van Boerhaave die reeds in 1703 stelde: "Een arts die bekend is met de wetten der mechanica is meer waard dan zijn collega die zulks niet is, en is beter toegerust om de geneeskunde verder te ontwikkelen".

- Het biomechanica-aspect is ook aan de orde bij een aantal reeds binnen de vakgroep aanwezige activiteiten zoals de urodynamica, de mechanica van het maag-darmkanaal en de mechanica van de cervix.

- Last but not least is het een vanzelfsprekende overweging dat het gekozen onderzoekthema een redelijke kans op publiceerbare resultaten geeft en tevens uitzicht biedt op subsidie en derde geldstroomcontracten.

Met betrekking tot de invulling van een en ander kan ik U verzekeren, dat er op het gebied van de preventie vraagstellingen te over zijn. Velen kennen overigens mijn talrijke belevenissen op het gebied van de wervelkolom en de voeten. Navolgend geef ik daarom een voorbeeld uit een

ander doch aanverwant onderzoek (Frankel, Nordin en Snijders, 1984). Iedereen weet wat een tennisarm is. Verrassend is echter, dat de precieze oorzaak daarvan - en ik bedoel met name de epicondylitis radii - niet bekend is (Vis, 1984). Men refereert wel naar de backhandslag bij tennis, doch deze verklaring wankelt wanneer men zich afvraagt hoe deze aandoening dan kan ontstaan bij het veelvuldig wringen van een dwell, het schroeven draaien en vele andere activiteiten. Er moet dus nog meer aan de hand zijn. Een sluitende verklaring vond ik in het volgende: wanneer men de flexoren aanspant, ontstaat om het polsgewricht een moment, waardoor de hand in zijn totaliteit een draaiende beweging zal willen uitvoeren. Om deze beweging tegen te gaan, dienen de extensoren altijd aan te spannen in het geval men grijpt of knijpt. Deze verklaring is inmiddels door experimenten te Rotterdam verder onderbouwd. Men bedenke dat dit onderzoek tussen 1 september j.l. en nu is gerealiseerd, waarmee een indruk wordt verkregen over het enthousiasme waarmee het team van medische technologie te werk gaat.

Het verschijnsel van "grijpen en knijpen" komt, naar mijn weten, verder alleen nog voor bij apen. Gewoonlijk dienen zich weer nieuwe vragen aan wanneer men een vraagstelling heeft opgelost. Een vraag die dan nu voor de hand ligt is natuurlijk of apen ook last kunnen hebben van een tennisarm. Deze vraagstelling is dermate fundamenteel, dat daarvoor zonder twijfel een royale projectsubsidie kan worden

verkregen. Waarvoor wij in het verleden geen subsidie konden krijgen, is een project op het gebied van rugklachten. Ook werd een project ter verbetering van het huidige, sterk verouderde maatsysteem van schoenen niet gehonoreerd en werd prioriteit onthouden aan een project betreffende de ergonomie van rolstoelen.

De oplossing van het probleem van de tennisarm vond ik terwijl ik daar helemaal niet naar op zoek was. Een serendipiteuze vondst dus. Ik was bezig met het schrijven van een biomechanica-boek en nodig was een sommetje over krachten op de handen. Het model waarop de verklaring berust is uiterst simpel en is kennelijk door velen over het hoofd gezien.

Omdat het bij veel aspecten van het fenomeen nog aan kennis schort, wordt het onderzoek voortgezet. De eerste stap zal zijn het model nu zo ingewikkeld te maken, dat we er in ieder geval een computer voor nodig hebben.

Navolgend geef ik U nog een voorbeeld van een bijzonder krachtsverschijnsel betreffende de hand.

#### *Technische Hogeschool Delft*

Een bijzonder aspect voor de medische technologie te Rotterdam is de nabijheid van de TH Delft. Deze geografische realiteit is dermate belangrijk dat bij het denken in termen van landelijke taakverdeling en

concentratie het volgende gezegd zou mogen worden: indien medische technologie er moet zijn, dan in ieder geval te Rotterdam en te Delft. Naast de reeds lang bestaande samenwerkingsverbanden tussen de Erasmus Universiteit en de THD heeft men met mijn benoeming tot buitengewoon hoogleraar te Delft een nieuwe brug willen slaan, en met name naar die van de afdeling der werktuigbouwkunde.

De toegang tot de rijke TH-bron is voor buitenstaanders niet zo gemakkelijk als het eruit ziet. Door middel van een buitengewoon ordinariaat echter hoeft een inbreng van de zijde van de TH Delft niet het karakter te hebben van een incidentele en vrijblijvende vriendendienst, omdat er dan meer kans is op nut voor beide partijen. Het verwijt waar medische technologie steeds mee wordt geconfronteerd is namelijk, dat het aan de zijde van de TH zou gaan om alleen maar dienstverlening aan de geneeskunde. Men moet dat erkennen in het geval van researchinspanningen. Het is immers in het algemeen gesproken moeilijk voorstelbaar dat het werken aan een methode of instrument voor medische toepassing, voor de ingenieurwetenschap verdiepend en grensverleggend zou zijn. Nochtans zijn er onderzoekers die medisch-technisch onderzoek aan een TH verdedigen door bijvoorbeeld te stellen dat dat de werktuigkundige wetenschap verder zou brengen. Ik plaats daar een groot vraagteken bij, o.a. omdat ik meen dat een analoge onderzoekinspanning van dezelfde omvang waarschijnlijk efficiënter kan worden ingezet bij de vele werktuigkundige

vraagstellingen die op een antwoord liggen te wachten. Het medisch-technisch onderzoek aan de TH is ontstaan in de tijd van hoogconjunctuur. In tijden van ingrijpende bezuinigingen liggen de prioriteiten duidelijk ergens anders. Er moeten dus sterke argumenten van eigenbelang zijn om er op de TH toch een plaats voor te blijven inruimen. Ik wil hier volstaan met te wijzen op twee voordelen: a) het bieden van geschikte onderwijssituaties voor ingenieursstudenten, mede gelet op een mogelijke beroepsuitoefening in de medische richting en b) sales promotion voor de ingenieurwetenschappen. Dat laatste is voor een medische faculteit wellicht iets vreemds. Bij de meeste TH-vakken wordt echter elk jaar weer met grote spanning uitgezien naar de vooraanmelding van abiturienten. Ik denk dat het alleen al voor deze doeleinden nuttig is te noemen dat de TH een vooruitgeschoven positie heeft binnen een medische faculteit.

#### *Organisatie*

Van iemand die nog maar enkele maanden hoogleraar is, kan men nauwelijks commentaar verwachten op het functioneren van een universiteit. Hetgeen ik U nu ga zeggen ontleen ik dan ook aan vele jaren ervaring elders in het wetenschappelijk onderwijs. Ik moet daarin kort zijn, met het gevaar van oversimplificatie.

Eerstens noem ik de invoering van de WUB, ook wel voor het

gemak democratisering genoemd. Naast de positieve effecten daarvan bleken de natuurlijk niet bedoelde maar wel diep ingrijpende negatieve bijverschijnselen ernstig te zijn, met alle schadelijke effecten van dien. Als werktuigbouwer doen zulke grootschalige algemene maatregelen vreemd aan, omdat hij eraan gewend is van een nieuw ontwerp eerst een prototype te bouwen en deze een tijd te beproeven. *Men heeft immers te allen tijde te maken met imponderabilia.* Pas na een uitvoerige testperiode en talrijke verbeteringen is het verantwoord om de grote stap te wagen. In dat licht bezien denk ik ook aan de invoering van de voorwaardelijke financiering. In het begin van de jaren zeventig kwam er commentaar - van de RAWB (1971) en van de Algemene Rekenkamer (1972) - op de onduidelijkheid met betrekking tot de besteding van het onderzoekgeld in de instellingen van wetenschappelijk onderwijs. Daarop verschenen rapporten van de GUO (1972), de WUO (1974) etc. Het werden meer dan duizend pagina's die ook alle door mij werden bestudeerd als lid, en enige tijd voorzitter, van de Vaste Commissie voor de Wetenschapsbeoefening van de Afdeling der Werktuigbouwkunde van de TH te Eindhoven. De afdeling erkende volledig het nut om op z'n tijd na te gaan of de wijze van werken nog wel gezond is. In het bedrijfsleven worden voor dat doel wel teams ingezet van zogenaamde "young and angry coming men". In 1975 kwamen ook wij met een nota - de nota '75 - waarin meer in detail werd aangegeven hoe op een efficiënte wijze kon worden tegemoetgekomen aan de

terechte wens om meer informatie over het lopende onderzoek. Onze visie op wetenschaps- en onderzoekbeleid werd gebaseerd op het volgende beeld: elk vakgebied heeft een grote breedte dat door vakgroepen, in deze figuur afgebakend met verticale deelstrepen, wordt bewerkt. In de praktijk is sprake van een min of meer gelijkmatig verdeelde aandacht waarbij de hoogte van de golvende lijn maat is voor de hoeveelheid onderzoek. Dit onderzoek nu is voorwaarde voor goed onderwijs, hetgeen past in de klassieke zinsnede van Von Humboldt: "Einheit von Forschung und Lehre". Zulk onderzoek, dat vooral ook nodig is om onszelf de nieuwe ontwikkelingen die uit het buitenland komen eigen te maken en door te geven, *zou primair moeten worden beoordeeld op het nut voor het onderwijs*, een criterium dat van het allergrootste gewicht is voor onze welvaart en ons welzijn. Aan enkele onderwerpen binnen dit geheel echter zou het predicaat van "speerpunt" of "piek" kunnen worden gegeven. Hier gaat het om selectief stimuleren van onderzoek met een duidelijke, wetenschappelijke en/of maatschappelijke betekenis. Zeer recent is dit laatste nog eens bepleit door de RAWB en de SWR. Voor dat doel is zwaar geschut als de voorwaardelijke financiering geschikt. De voorwaardelijke financiering streeft naar mijn mening echter niet naar het stimuleren van pieken, maar het creëren van een berg die om en nabij de 40% van de breedte in deze figuur moet bedekken. De vraag of dat in principe mogelijk is, en wel tegelijk met de invoering van bezuinigingen, mag een ieder voor zichzelf

beantwoorden. Evenmin ga ik in op de vele geschriften met commentaar op het ingevoerde systeem, zoals: onnodige bureaucratisering met hoge kosten (SWR, 1983), lange besluitvormingsketen, integrale planning die op andere plaatsen bij de overheid niet mogelijk bleek (Den Hoed e.a., 1983), gepland onderzoek leidt tot verstarring, vervlakking en weinig risicodragend onderzoek (Ehlich, 1983), en de eisen van programmatistische samenhang leiden tot schijnvertoningen (vakgroep Wetenschapsdynamica, 1984).

Wat ik wel als mijn mening wil geven is het volgende: wanneer men nieuw onderzoek van toepassingsgerichte aard niet wil aanwakkeren doch in de kiem wil smoren, kan men waarschijnlijk niet beter doen dan een systeem als de voorwaardelijke financiering in te voeren. Met betrekking tot het toepassingsgerichte aspect baseer ik mij op het gegeven, dat de universitaire gemeenschap, met name doel ik op de onderzoekers in de beoordelingscommissies, in grote meerderheid wordt gevormd door degenen die fundamenteel onderzoek doen. Dat op zich moet krachtig worden verdedigd, maar het betekent wel een ongelijke kans voor ingediende onderzoekvoorstellen van toepassingsgericht werkende onderzoekers. Indien overigens de toepassingsgerichte beoordelaars in de meerderheid zouden zijn, dan zouden de rollen zich omdraaien, wat eveneens verkeerd zou zijn. Met betrekking tot nieuw onderzoek moet men erkennen dat dat eveneens zeer zwak staat omdat voor zulk werk nog geen wetenschappelijke traditie kan zijn opgebouwd. Ter

illustratie zij de uitspraak van Dixon (1973) genoemd: "Rugbijnresearch kan niet geperfectioneerd worden alvorens men er ervaring in heeft verworven. Die ervaring kan er niet komen alvorens het onderzoek is gestart, het kan niet worden gestart zonder fondsen en het kan geen fondsen aantrekken omdat het niet geperfectioneerd is".

Een zorgelijke situatie dient zich met name aan bij het revalidatiegerichte onderzoek dat nog geen wetenschappelijke traditie heeft kunnen opbouwen. Voegt men daarbij het toegepaste en multidisciplinaire karakter van de revalidatie-geneeskunde, dan kan men stellen dat wat bij dit vak de kracht is in het voordeel van de revalidatie-patiënt, in het bestek van de gevestigde wetenschapsbeoefening uitpakt als een zwakte. Dit is in contrast met het overheidsstreven naar stimulering van revalidatie-onderzoek teneinde te anticiperen op de vergrijzing van de bevolking.

Nog een illustratie van de afstand tussen theorie en praktijk gaat over het invoeren van een academische titel. In het buitenland zijn onze titels in het algemeen onbekend. Wanneer men daar de titel Ir. ziet, denkt men wel eens aan de voornaam Irving, waarvan deze dia het bewijs levert. Bij het recente besluit tot invoering op grote schaal van de meesterstitel heeft men waarschijnlijk niet over de grenzen gekeken. Men denke aan een komische dan wel pijnlijke situatie als Mrs. Mr. Robinson. Het zou hier kunnen gaan om een hermafrodiet.

Tot slot wil ik nog een opmerking maken over de veel gehoorde aandrang om meer resultaten van wetenschap te brengen naar de gebruikers. Het is mooi dat de kennisberg steeds hoger wordt, maar men moet er meer gebruik van maken, zeggen critici.

Enerzijds mag worden erkend dat wetenschappelijk onderzoekers nogal eens "Einzelgänger" zijn, individualisten die slecht kunnen communiceren, problemen niet soepel oplossen en eerder problemen maken door perfectionisme en taalgebruik (Ogilvie, 1984). Anderzijds moet echter worden vastgesteld dat elke stap die een onderzoeker bereid is te doen in de richting van het publiek met doeltreffendheid lijkt te worden afgestraft. Onder meer kan men in onze faculteit vernemen, dat de aan dit soort zaken bestede tijd in het geheel niet wordt gehonoreerd. Het schrijven van een leerboek en het publiceren in een Nederlands tijdschrift voor duizenden lezers, worden niet geteld als output. Dit in tegenstelling tot het publiceren voor enkele collega's in een buitenlands vakblad dat op een goedgekeurde lijst staat. Om misverstand te voorkomen merk ik op, dat het onderzoekbeleid in onze faculteit mij zeer aanspreekt. Waar ik voor wil pleiten is het aanbrengen van nog enkele nuanceringen. Zulks mag U verwachten uit een hoek waar een scala van probleemgebieden wordt geëxploreerd.

In deze oratie heb ik U zoveel mogelijk aspecten willen

laten zien die te maken hebben met de medische technologie in de Medische Faculteit te Rotterdam. Gevolg daarvan is dat ik maar zeer weinig heb kunnen laten zien van mijn eigen vakgebied, het werktuigkundig ontwerpen. Daaraan zal ik bij een volgende oratie de meeste aandacht besteden. De titel zal dan zijn: "Over tuig dat werkt en het ondankbare lot van de ontwerper".

#### *Dankwoord*

- Aan *Hare Majestelt de Koningin* betuig ik mijn eerbiedige dank voor mijn benoeming tot gewoon hoogleraar in de Medische Technologie te Rotterdam en tot buitengewoon hoogleraar in de Medische Technologie te Delft.

- Ik dank de voorzitter en de leden van de *benoemings-voorbereidingscommissie* alsmede anderen die mijn benoeming hebben ondersteund voor het in mij gestelde vertrouwen.

- *Lieve Tonny*. Met betrekking tot mijzelf mag ik beweren dat de vele van overheidswege aan het universitaire bestel opgelegde maatregelen niets te maken hebben met mijn output en zeker niet met het niveau van mijn functioneren. Wat daar wel alles mee te maken heeft is het onderzoekklimaat waarin ik mag werken. Maar meer nog dan dat is het belangrijk, dat ik thuis gelukkig ben.

- *Lieve ouders*. In de eerste plaats betuig ik dank voor het goede voorbeeld dat ik heb gekregen en voor de kansen die ik



mocht ontvangen. Een moeder die creatief en een vader die erudiet is, vormen een klassiek voorbeeld van een gunstige start.

- *Mijn leermeesters.* Velen hebben mij de weg gewezen tijdens de ontdekkingsreis langs de wonderen der natuur en de mogelijkheden van de techniek. Velen, en ik bedoel dan ook vele artsen, zou ik vandaag met name willen noemen. Ik beperk mij echter tot het noemen van mijn eerste promotor Prof. Horowitz, ere-doctor van de Technische Hogeschool te Delft en mijn tweede promotor Prof. van Faassen, hoogleraar Anatomie te Amsterdam. Velen herinneren zich de inspiratie die zij aan anderen wisten over te dragen.

- *Gewaardeerde onderzoekers.* Hoe kan ik U, hooggeleerde Koumans en hooggeleerde Van den Kroonenberg, en hoe kan ik U, collega's en medewerkers waar ik mee te maken had beter bedanken dan door het tonen van de medaille die ik mocht ontvangen bij de toekenning van de Speurwerkprijs 1979 van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs. Het goud van deze medaille straalt immers ook af op allen die op een of andere wijze een positieve bijdrage leverden aan mijn werk.

- *Gewaardeerde vakgroepgenoten.* Ik was benieuwd hoe het zou gaan met de inpassing van een werktuigbouwer in een hoofdzakelijk fysisch milieu. Dat viel reuze mee, althans van mijn kant bezien. In het werk hebben wij logischerwijs nog niet veel gemeenschappelijke ervaring op kunnen bouwen. Wat echter uitzicht biedt op een langdurige en hoogst

plezierige samenwerking in een hecht team is het goede, persoonlijke contact en de hoge mate van eenstemmigheid in visie op wat medische technologie in een medische faculteit zou moeten zijn.

- *Zeer geachte faculteitsgenoten.* De kunst van medische technologie in juist deze faculteit is ervoor te zorgen niet geheel op eigen benen te komen staan. Ik bedoel daarmee vanzelfsprekend dat ons werk en dat van velen Uwer naar ik hoop bij elkaar veel steun zullen vinden.

- *Dames en heren studenten.* Met onderwijs aan medische studenten heb ik nog weinig ervaring op kunnen doen. Met name hoop ik in de toekomst te kunnen tonen dat biomechanica voor medici allesbehalve ingewikkeld en saai behoeft te zijn en een nuttig vak is in de geneeskunde en de gezondheidszorg.

*Dames en heren,*

Tot slot moge ik het volgende zeggen: Ik hoop U ervan te hebben overtuigd dat het beoefenen van medische technologie in de medische faculteit nuttig is en dat zeker in de vorm zoals die bij mijn leerstoel te Rotterdam in samenhang met die te Delft is gekozen. Tevens heb ik opgemerkt dat het gebied van de medische technologie zeer groot en zeer divers is en dat de plaats daarvan in de geneeskunde niet mag worden overtrokken. Met dat voor ogen spreek ik de hoop uit, dat ik in de toekomst een bescheiden bijdrage zal kunnen leveren aan de geneeskunde en de gezondheidszorg. Ik heb gezegd.

**Literatuur**

- Algemene Rekenkamer (1972). Doelmatigheid van de besteding van overheidsmiddelen ten behoeve van het wetenschappelijk onderzoek verricht bij de Nederlandse Universiteiten en Hogescholen.
- Anliker, M. (1977). Current and future aspects of biomedical engineering. Triangle vol. 16, nr. 3/4, 129-140.
- Attinger, E.O. (1971). Biomedical engineering in modern society. Engineering education 2, 449-452.
- Diaz Martinez, A., Alonso Carro, G. (1981). Columna vertebral y escoliosis. Consideraciones sobre mediciones utiles. Proc. IV Symposium biomechanica. ETSI Valencia.
- Dixon, A.S.J. (1973). Progress and problems in back pain research. Rheumatol. Rehabil. 12, 165-175.
- Ehlich, K. (1983). Onderzoeksfinanciering: voorwaarden, randvoorwaarden en de gevolgen. Universiteit en Hogeschool nr. 1.
- Frankel, V.H., Mordin, M., Snijders, C.J. (1984). Biomechanica van het skeletstelsel, grondslagen en toepassingen. De Tijdstroom, Lochem.
- GUO (1972). Het universitaire onderzoek in het kader van het wetenschapsbeleid. Gespreksgroep Universitair Onderzoek.
- Hoed, P. den, Salet, W.G.M., Sluys, H. van der (1983). Planning als onderneming. Staatsuitgeverij.
- Ogilvie, R.G. (1984). De marketing van wetenschappelijke research. T. de Ingenieur nr. 7/8, 38-41.
- Overeem, E. van (1983). Het geheim van ziekzijn. Elseviers Magazine 14, 5, 64-77.
- Pannenberg, A.E. (1983). Van specialist tot generalist. T. de Ingenieur nr. 10, 4-5.
- RAWB (1971). Voorlopige nota inzake de meest doelmatige wijze van financiering van het wetenschappelijk onderzoek aan de universiteiten en hogescholen. Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid.
- Russelman, G.H.E. (1984). De mechanisering van het wereldbeeld. Intermediair 22, 6, 7-13.
- Snijders, C.J. (1970). On the form of the human thoracolumbar spine and some aspects of its mechanical behaviour. Proefschrift TH Eindhoven.
- Snijders, C.J., Verduin, M. (1973). Stabilograph, an accurate instrument for sciences interested in postural equilibrium. Agressologie 14, C, 15-20.
- Snijders, C.J. (1980). Einführende Biomechanik der Gelenke. Ed. Neumann, Hamm.
- Snijders, C.J. (1980). Spoorwerk in de medische techniek. T. de Ingenieur, 11-18.
- Snijders, C.J. (1981). Rugproblemen en de bouw. T. Sociale Gezondheidszorg 59, 23, 844-850.
- Snijders, C.J. (1984). On Proude's number and the thickness of bones during growth. Proc. European Space Agency Symp. Bone Mineralization, 3-6.

- SWR (1983). Beklemmend Wetenschapsbeleid. Werkdocument nr, 8. Sociaal Wetenschappelijke Raad.
- Vakgroep Wetenschapsdynamica (1984). De externe beoordelingsprocedure in de voorwaardelijke financiering. Universiteit van Amsterdam.
- Vaste Commissie voor de Wetenschapsbeoefening, Afd. W., TH Eindhoven (1975). Nota 75.
- Verduin, M., Snijders, C.J. (1974). Coagulatometer. Polytechnisch Tijdschrift P. 26, 6.
- Vis, H. (1984). Brachialgie. Uitg. Bunge.
- WUO (1974). Wetenschapsbeoefening binnen de universiteiten en hogescholen. Voortgangsnota Werkgroep ad hoc Universitair Onderzoek van de Academische Raad.