

Tadeusz B o g d a n i k (Ł ó d ź)

PRZEGLĄD DOROBKU BIOMETRII W NAUKACH MEDYCZNYCH
W POLSCE W OSTATNIM XXX-LECIU

Dynamiczny powojenny rozwój polskiej biometrii wyraził się także szerokim stosowaniem metod matematycznych w naukach medycznych. Już w 1945 roku ukazuje się praca G. Kelago poświęcona omówieniu zastosowania różnych metod statystycznych przy rozwiązywaniu praktycznych zagadnień medycznych. W 1947r pojawiają się prace A. Fidlera, J. Zeylanda i J. Rydygiera omawiające zastosowanie rozmaitych metod statystycznych w różnych dziedzinach medycyny.

Po tych wstępnych pracach przedstawiających znaczenie obiektywizacji wyników badań naukowych przy pomocy metod statystycznych już w 1947 roku ukazuje się pierwsza praca bazująca na osiągnięciach matematycznej szkoły wrocławskiej. H. Kowarzyk i H. Steinhaus zastosowali rachunek prawdopodobieństwa do oceny błędów powstałych przy nierównomiernym rozdziale poszczególnych krwinek białych w rozmazie krwi obwodowej i znalezione zmiany nazwano "garniturowym układem białych ciałek krwi".

Współpraca L. Hirszfelda z H. Steinhausem i J. Łukasiewiczem doprowadziła do zastosowania reguł prawdopodobieństwa w procesie postępowania przy dowodzeniu ojcostwa na podstawie badania grup krwi, co ma do dziś poważne znaczenie sądowno-lekarskie. Dalsze prace L. Hirszfelda, H. Hirszfeldo-

wej, K. Osińskiej i J. Łukaszewicza pozwoliły na opracowanie wzorów, które umożliwiają przewidywanie częstości konfliktów serologicznych i powstawania wad rozwojowych w różnych populacjach oraz pozwalają określać typy niezgodności serologicznej między matką a płodem będące przyczyną poronień. Próby zastosowania przez J. Łukaszewicza i A. Kelusa reguł teorii prawdopodobieństwa w genetyce sprowokowały bardzo ciekawą polemikę kładąc podwaliny pod zasady sprawdzania hipotez genetycznych i pod usiłowania skojarzenia prawidłowości biologicznych z prawidłowościami matematycznymi.

W latach 1949-1950 K. Florek, J. Łukaszewicz, J. Periał, H. Steinhaus i S. Zubrzycki opracowali metodę porządkowania indywidualów scharakteryzowanych wieloma cechami, która jest znana jako "taksonomia wrocławska". Metoda ta znalazła szerokie zastosowanie w badaniach typologicznych w antropologii, a później także w diagnostyce różnicowej klinicznej.

W zakresie hematologii podstawowym krokiem ułatwiającym dalsze opracowanie matematyczne odczynów białokrwinkowych było wprowadzenie przez E. Szczeklika wskaźnika białokrwinkowego, oznaczającego stosunek granulocytów do agranulocytów. Następnym etapem w matematycznym opracowaniu odczynów białokrwinkowych była praca E. Szczeklika, T. Kochmańskiego i W. Dwernickiej. Autorzy ci zaproponowali przedstawienie odczynów białokrwinkowych jako linii prostej interpolowanej między otrzymane przez badania punkty wskaźników krwinek białych.

Najciekawszym owocem wieloletniej współpracy matematyków z lekarzami jest wektokardiografia, która rozwinęła się najwcześniej we Wrocławiu, gdzie w latach 1947-1949

H. i Z. Kowarzykowie oraz T. Kubisz skonstruowali kardiograf wektorowy. Już w 1952 roku skonstruowano we Wrocławiu drugi aparat umożliwiający, obok zdjęć ze znakami kierunkowymi i czasowymi, wykonanie zdjęć przestrzennych. W konstrukcji tego aparatu obok autorów pierwszego aparatu wzięli udział H. Steinhaus i J. Ziembicki.

W roku 1952 w ośrodku wrocławskim T. Nowakowski i J. Perkal opracowali statystyczną metodę badania wola. Badania epidemiologiczne przeprowadzone przez K. Czyżewskiego, A. Falkiewicza, A. Pacyńskiego i S. Tarnawskiego na terenie dolnośląskiej endemii wola w pełni potwierdziły praktyczną przydatność opracowanej ze strony matematycznej przez J. Perkala i F. Szczotkę metody, która pozwala na otrzymanie dokładnego obrazu endemii wola. Szeroko zakrojone badania przeprowadzone na wolnorodnym terenie Dolnego Śląska, na którym odbyła się wielka powojenna migracja ludności wykazały, że opracowana we Wrocławiu metoda statystyczna jest najoszczędniejszą pod względem finansowym, czasu trwania badań, obsady personalnej i daje w pełni zadawalające wyniki. Szczegółową monografię dotyczącą geomedycznego zagadnienia wola opracował w 1952 roku C. Kolage.

Nauka polska szybko przyswajała i twórczo rozwijała nowoczesne pejęcia integrujące różne dziedziny wiedzy w postaci cybernetyki. Już w rok po ukazaniu się pierwszego fundamentalnego dzieła Norberta Wienera poświęconego podstawowym założeniom cybernetyki, H. Steinhaus we Wrocławiu rozpoczyna całą serię seminariów poświęconych cybernetyce, a H. Kowarzyk przeprowadza doświadczenia z elementarnymi układami samoprodukującymi się. Miarą rozległości zainteresowań ośrodka wrocławskiego może być praca H. Steinhausa z 1952 roku opisująca introwizor, będący aparatem do leka-

lizacji ciał obcych, wykorzystujący w praktyce medycznej prawa geometryczne. Następna praca H. Steinhausa omawiająca nosicielstwo błonicy w pełni wykorzystuje metody procesów stochastycznych i teorii prawdopodobieństwa do zagadnień mikrobiologicznych i epidemiologicznych.

Celowo zatrzymałem się dłużej nad omawianiem wstępnego okresu pierwszych zastosowań matematyki w różnych dziedzinach medycyny, który to okres można zamknąć w 1952 roku.

Dalsze prace w wielu ośrodkach opierały się na rozwiązaniach wrocławskich i w następnych latach wiele ośrodków matematycznych i medycznych zwiększyło w sposób eksponencjalny ilość opracowań, które posługują się coraz bardziej złożonym aparatem matematycznym do rozwiązywania podstawowych zagadnień teoretycznych i szczegółowych praktycznych problemów różnych działów wiedzy lekarskiej.

Rozpoczynając omawianie następnego okresu szerokiego rozwoju żywej współpracy matematyków z lekarzami należy porzucić układ chronologiczny i dla przejrzystości omówienia przedstawić poszczególne problemy, do których rozwiązania była potrzebna współpraca dwóch odległych dziedzin wiedzy, matematyki i medycyny, na styku których nauka polska znalazła wiele punktów łączących obie dynamicznie rozwijające się gałęzie wiedzy.

Omawianie czokowych zastosowań biometrii w dalszym okresie należy rozpocząć od przedstawienia szeregu prac dotyczących wektokardiografii przestrzennej, której autorami byli: H. i Z. Kowarzykowie, B. Paszkowski i J. Jagielski. Stała współpraca grupy lekarzy z matematykami i technikami doprowadziła we Wrocławiu do konstrukcji sieci oporników zwanej diamentoidem. W szeregu prac udowodniono, że zastosowanie diamentoidu do rejestracji wektokardiogramów zapewnia

ortogonalność osi odprowadzeń, eliminuje wpływ bliskości pola kardioelektrycznego pod pojedynczymi elektrodami, usuwa konieczność indywidualnego dostesowania systemu odprowadzeń oraz daje fizykalnie ścisłą reprezentację dipolową oraz multipolową pola objętego przez elektrody.

W szeregu prac J. Jagielski prześledził ewolucję wektokardiogramu noworodka stesując sieć diamentoidową pozwalającą na reprezentowanie rzeczywistej przestrzeni kardioelektrycznej niezależnie od błędu niehomogeniczności środowiska i lokalizacji elektrod. Do odróżnienia zmian wektokardiogramów noworodka, zależnych od zmian położenia serca względem elektrod, od zmian elektrodynamicznych, zastosowano ciekawą metodę matematyczną w postaci rachunku transformacji afinicznej.

W ośrodku wrocławskim przeprowadzono porównanie algebraicznej sieci Rijlanta z siecią diamentoidową i wykazano, że sieć diamentoidowa nie pracuje na zasadzie algebraicznego sumowania, ale na zasadzie sumowania geometrycznego i dlatego daje lepsze przybliżenie prawdziwej reprezentacji dipolu niż sieć algebraiczna zasilona przez tę samą liczbę elektrod podobnie rozmieszczonych.

W Warszawie w latach 1951-1953 J. Kwoczyński ogłosił nowe rozwiązanie techniczne elektrokardiografii przestrzennej służące do konstrukcji przestrzennego elektrokardiogramu za pomocą stereowektokardiografu skonstruowanego przy współpracy z J. Kellerem i J. Ekiel, którzy przy rozwiązywaniu zagadnień technicznych zastosowali nowe metody matematyczne odwzorowania przestrzennego prądów czynnościowych serca. W dalszych swych badaniach J. Ekiel opisał modele, będące odpowiednikami zarówno struktur biologicznych jak i urządzeń technicznych do sterowania kardioelektrycznego.

Elementami modelu skonstruowanego przez J. Ekiela są rozruszniki wewnętrzne i zewnętrzne, będące punktami podźcowymi, oraz neuristory i auristory, będące elementami pobudliwymi jedno- i dwuwymiarowymi.

W 1954 roku B. Karolczak w Katowicach opublikował pierwsze doniesienia dotyczące rozchodzenia się pebudzenia serca w obrazie synchronokardiograficznym z punktu widzenia teorii podłużnego spolaryzowania, opierając interpretację zjawisk elektrycznych w mięśniu serca na oryginalnej pelskiej teorii N. Cybulskiego.

W Warszawie Z. Cywiński i M. Stopczyk zastosowali elektroniczne układy różnicujące przebiegi elektrobiologiczne do diagnostyki pelikardiograficznej. Z. Cywiński i T. Fiałkowski zaprojektowali urządzenie cyfrowe składające się z Logometru cyfrowego i Przetwornika danych wejściowych dla określenia histogramu odstępów czasu występujących pomiędzy kolejnymi skurczami serca.

W ośrodku łódzkim W. Musiał, J. Jaroń, H. Pracka, M. Krzemińska-Pakuła i A. Szymański przedstawili elektrokardiogramy wektorowe w postaci wielomianów trygonometrycznych.

Z ośrodka wrocławskiego wyszły prace W. Pędicha dotyczące rodzinnego podobieństwa cech genetycznych serca w obrazie bioelektrycznym, przy czym dla obiektywnej oceny podobieństwa autor zbadał możliwości praktycznego zastosowania szyfru liczbowego.

T. Bogdanik i J. Wartek opisali możliwości i ograniczenia zastosowania stałych Fouriera do analizy krzywej Ekg, jak też problemy filtrowania "szumu" dla uzyskania czystych sygnałów Ekg przy użyciu funkcji harmonicznej.

M. Warmus, J. Wartak i H. Wasyluk zastosowali opraco-

waną w Centrum Obliczeniowym PAN standardową metodę diagnostyczną do różnicowego rozpoznawania przeciążenia lewej komory i niewydolności wieńcowej na podstawie krzywych Ekg. Skenstruowali szczegółowy program komputerowy. Możliwości zastosowania maszyn cyfrowych w kardiologii w pełni wykorzystana we Wrocławiu L. Hirnlowa konstruuje model prawidłowego apeksogramu i uzyskując redukcję liczby wskaźników krzywej apeksokardiograficznej do 12 wskaźników czasowych i amplitudowych oraz wynikających z nich 4 wskaźników powierzchniowych.

W Instytucie Kardiologii w Warszawie Z. Askanas, Z. Cywiński i M. Stopczyk wykonali próby z telemetrycznym przekazywaniem elektrokardiogramu, fonokardiogramu i sfigmogramu drogą przewodową lub radiową do Centralnej Pracowni Kardiometrycznej. W tym samym ośrodku M. Stopczyk i Z. Cywiński zastosowali modele matematyczne do symulowania piętér układu bodźco-twórczego i przewodzącego w mięśniu sercowym.

W ośrodku krakowskim W. Goszcz wykorzystał maszyny cyfrowe dla oceny kompleksowych badań kardiometrycznych wykonywanych w spoczynku i podczas dawkowanego wysiłku fizycznego. Uzyskane wyniki pozwoliły na wprowadzenie unormowanych wskaźników służących do indywidualnej oceny sprawności układu krążeniowo-oddechowego. Podobne wyniki otrzymali w Białymstoku J. Chmielewski i J. Szwaykowski, używając obiektywizację wyników próby Martineta dzięki wykorzystaniu analizy dużego, jednorodnego materiału przy pomocy specjalnego programu komputerowego.

Z licznych prac statystycznych dotyczących Ekg wyróżnia się praca J. Tabeau i wsp. w ośrodku krakowskim, dotycząca zaburzeń pobudliwości i przewodnictwa, wykonana

na podstawie 30 tys. Ekg oraz szczegółowa analiza statystyczna chorób serca dokonana przez S. Rywika i pracowników Instytutu Kardiologii w Warszawie, na podstawie badań w Płocku i Sochaczewie.

Wymieniając prace epidemiologiczne Instytutu Kardiologii w Warszawie przechodzimy do omówienia zastosowania metod biometrycznych w badaniach epidemiologicznych.

Szczególną wartość mają opracowania F. Sawickiego z Państwowego Zakładu Higieny w Warszawie dotyczące częstości występowania chorób oskrzeli i płuc, przeprowadzone w Krakowie. F. Sawicki zajął się przede wszystkim statystyczną oceną błędów obciążających badania epidemiologiczne i wykonał wszechstronną analizę i ocenę wielkości i rodzaju błędów we wstępnie przeprowadzonym badaniu pilotowym, co umożliwiło wprowadzenie poprawek i usprawnień przed rozpoczęciem zasadniczych badań przekrojowych.

A. Falkiewicz i wsp. przeprowadzili kilkakrotnie badania epidemiologiczne dotyczące nadciśnienia i otyłości na Dolnym Śląsku. A. Aleksandrowicz i K. Janicki przeprowadzili rozległe badania dotyczące białaczki u ludzi i zwierząt rejonu krakowskiego, a Z. Askanas i wsp. - nad zachowaniem się ciśnienia tętniczego krwi w dużych populacjach i nad zapadalnością na chorobę wieńcową, natomiast Z. Bożyk nad czasem przeżycia chorych po zawale serca. J. Duszkiewicz i wsp. w oparciu o materiał sekcyjny - posługując się zmodyfikowanym przez S. Zubrzyckiego testem Pearsona - stwierdzili, że w okresie pełnego leczenia kiły penicyliną, proces kiłowy nasila miażdżycę tętnic podobnie, jak w okresie przedpenicylinowym.

Obszerne badania statystyczne wykonane przez Instytut Kardiologii w Warszawie i przez zespół badaczy w Lublinie

pozwoiliy na prześledzenie częstosci występowania zawałów mięśnia sercowego i epidemiologiczną ocenę skutków tej choroby.

Osobną i bardzo ważną grupę prac stanowią opracowania dotyczące modelowania stanów fizjologicznych homeostazy i zaburzeń patologicznych.

Wśród nich T. Bogdanik przedstawił cybernetyczną interpretację homeostazy i zastosowanie wzoru opartego na matematycznej teorii samoregulujących się układów dynamicznych, przy pomocy którego uzyskał obiektywną analizę nasilania odczynów homeostatycznych w zdrowiu i chorobie.

J. Panasewicz przedstawił homeostatyczne oscylacje i czasową koordynację procesów fizjologicznych w świetle praw biochronometrii, zwracając szczególną uwagę na bazymetryczne prawo stanu wyjściowego i prawa biochronologii omawiające zjawiska interakcji i częstotliwości zjawisk rytmicznych.

H. Greniewski skonstruował uproszczony model istoty żywej "golema" posługując się pojęciami układu względnie odsebnionego perspektywnego, pojęciami zasilania i informacji oraz sprzężeniami szeregowymi i zwrotnymi, zwracając szczególną uwagę na coraz bardziej skomplikowane schematy kolejnych modeli.

M. Kempisty zajęła się możliwościami symulowania pamięci skojarzeniowej oraz modelowaniem emocji i sterowania posługując się pojęciami behawioryzacji, alimentacji, konserwacji i emocji, które według autorki są pojęciami ogólnymi, użytecznymi w odniesieniu do każdego realizatora, niezależnie od tego, czy jest on urządzeniem technicznym, czy człowiekiem lub jego organem, czy też instytucją społeczną.

Modelowanie matematyczne na podstawie uprzednio prze-

prorowadzonych badań epidemiologicznych wykorzystał J. Indulski dla oceny dynamiki absencji chorobowej w badaniach przeprowadzonych pod egidą Światowej Organizacji Zdrowia przez Instytut Medycyny Społecznej w Łodzi wraz z zespołem klinik.

J. Jaroń szczegółowo opracował topologię przestrzeni perceptronu, który stanowi układ percepujący i rozpoznający. Teorię tę poprzedził analizą logiczną i teorio-mnogością zbioru rozpoznanych obiektów, czyli obszaru działania perceptronu.

W grupie prac poświęconych modelowaniu wyróżnia się opublikowany w formie książkowej zespół prac Grupy Bioniki Instytutu Automatyki PAN. Grupa ta zajmuje się biotechnicznymi problemami modelowania żywych układów i stwarza pomost matematyczny między naukami biologicznymi i technicznymi, zwracając szczególną uwagę na badanie systemu nerwowego jako układu sterowania. Grupa ta zajęła się modelowaniem własności poszczególnych komórek nerwowych i struktur, jakie tworzą układy komórek nerwowych.

Opracowanie szczegółowych modeli matematycznych, zjawisk fizjologicznych i patologicznych było podstawą wyjściową do praktycznego zastosowania metod matematycznych i techniki komputerowej w diagnostyce klinicznej.

Pierwszą pracą tego typu była publikacja T. Bogdanika dotycząca zastosowania rozumowania cybernetycznego - podanego przez J. Perkala - do diagnostycznej analizy zachowania się wskaźnika białokrwinkowego w diagnostyce choroby nowotworowej. T. Bogdanik zastosował później cybernetyczny schemat odczynów białokrwinkowych do analizy odczynów granulocytarnych, zarówno w doświadczenia na zwierzętach jak i do analizy diagnostycznej w różnych stanach chorobowych.

W dalszych pracach T. Bogdanik zastosował funkcję dyskryminacyjną opracowaną przez J. Perkala do rozpoznawania dwóch typów cukrzycy, a następnie we współpracy z B. Kepocińskim wykorzystał liniową dyskryminację graficzną opartą na statystyce U Manna-Whitneya do konstrukcji prostego nomogramu różnicującego cukrzycę regulacyjną od cukrzycy pierwotnej.

Wśród rozwiązań nomograficznych należy wymienić opracowany przez T. Bogdanikową nomogram służący do oznaczenia najczęstszych typów dysproteinemii w oparciu o wyniki badania za pomocą elektroforezy bibułowej surowicy krwi.

Do metod nomograficznych należy praca T. Węskawa, który skonstruował nomogram do określania nachylenia osi elektrycznej serca.

Proste nomogramy były początkiem rozwoju szeregu badań mających na celu zastosowanie algorytmów diagnostycznych do diagnostyki różnicowej.

M. Warmus, J. Wartak i T. Bogdanik skonstruowali matematyczny model krzywej cukrowej dla dyskryminacji trzech typów krzywej po doustnym obciążeniu glukozą.

K. Styś w Centrum Obliczeniowym PAN opracowała program na analizę czynnikową metodą kierunków głównych i wraz z M. Warmusem i J. Wartakiem opracowała standardową metodę diagnostyczną, która w pracach T. Bogdanika służyła do diagnostyki diabetologicznej, a w pracach wspólnych z B. Bogdanikową do różnicowania typów dysproteinemii i zaburzeń białkowych w badaniach immunoelektroforetycznych.

Dla plastycznego przedstawienia modeli matematycznych, zastosowanych przy konstrukcji algorytmu diagnostycznego do różnicowania typów krzywych cukrowych, M. Warmus skonstruował plastyczny, kolorowy trójwymiarowy model uwzględniający 10 różnych parametrów przy ocenie krzywej cukrowej,

W diagnostyce cukrzycy A. Czyżyk i D. Sidorczuk zastosowali prostą, graficzną ocenę dobowej dynamiki glikemii, polegającą na uwzględnieniu dwóch parametrów profilu dobowego.

J. Tatoń i A. Himmel zastosowali współczynnik asymilacji do oceny krzywych cukrowych po dożylnym podaniu glukozy, a W. Koziorowski i R. Wąsikowa użyli analizy matematycznej do oceny krzywych cukrowych u dzieci.

Zastosowanie logiki matematycznej, a w szczególności rachunku zadań przy ustalaniu diagnozy lekarskiej dokładnie opracował J. Wartak. W swojej książce: "Metody cybernetyczne w biologii i w medycynie" poświęca J. Wartak obszerny rozdział zastosowaniu modeli cybernetycznych w diagnostyce lekarskiej.

Duże zasługi przy opracowaniu szczegółowych modeli logicznych procesu rozpoznawczego, szczególnie w zakresie chorób tarczycy, w oparciu o badania izotopowe, ma J. Doroszewski. Bardzo szeroko rozwija możliwości nowoczesnej techniki komputerowej w praktycznej diagnostyce klinicznej J. Janecki, który wykorzystuje wieloparametrową analizę laboratoryjną do wnikliwej diagnostyki chorób wątroby.

A. Jus i M. Warmus zajęli się zastosowaniem metod taksonomicznych w diagnostyce psychiatrycznej, zwłaszcza do badania zbioru chorych na schizofrenię.

Szczególnie cenny jest zespół prac A. Brodziaka dotyczący zastosowania metod probabilistycznych i elementów teorii mnogości do rozpoznania różnicowego.

W szeregu prac A. Brodziak szeroko omawia możliwości zapisania w postaci siatek czynności wnioskowania diagnostycznego opartego o elementy deterministyczne. Zagadnienia diagnostyczne niedeterministyczne autor próbuje formułować w oparciu o metody opisane w ogólnej teorii rozpoznawania o-

brazów. W pracach A. Brodziaka zaszębiają się szeregi opracowane zagadnienia diagnostyczne z problematyką modelowania matematycznego, co znalazło wyraz w podstawowej jego pracy satytułowanej "Psychonika". Jest to bardzo wnikliwe studium dotyczące teorii struktur i procesów informacyjnych przebiegających w centralnym układzie nerwowym człowieka, przy czym autor zwraca główną uwagę na wykorzystanie tej analizy w informatyce, z uwzględnieniem zastosowania tych modeli podczas praktycznego wykorzystania nowoczesnych metod informatycznych w pracy medycznej.

T. Struzik zastosował podejście probabilistyczne do zagadnień leukopoezy opisując serwo-system zawiadujący układem granuloblastycznym w świetle rozkładów statystycznych miar polimorfizmu. Użycie przez autora wzoru Shannona wyrażającego ilość informacji jako miary polimorfizmu, umożliwiło autorowi nie tylko ilościowe ujęcie czynności zapory szpikowej, ale także pozwoliło na dokładną ocenę aktywności układu leukoblastycznego zarówno w normie, jak też w różnych schorzeniach odczynowych tego układu. Autor ten opracował również cybernetyczną teorię procesu krzepnięcia krwi, zwracając uwagę na skutki działania sprzężenia zwrotnego dodatniego w postaci autokatalizy procesów krzepnięcia.

T. Struzik opracowując zagadnienie rozplemu nowotworowego zwrócił uwagę, że u zdrowego człowieka ilość komórek danego rodzaju tkanki jest stała i regulowana na drodze sprzężenia zwrotnego. W schorzeniach nowotworowych dochodzi do zniesienia działania tego sprzężenia, co prowadzi do autonomicznej proliferacji.

Inaczej badał karcinogenezę W. Klonecki posługując się jednostopniowym modelem Arleya i Iversena oraz wielostopniowym modelem Neymana i Scotta.

Zastosowanie metod matematycznych pozwoliło w Krakowie M. Ważewskiej-Czyżewskiej na skonstruowanie tablic mających na celu określenie parametrów dynamiki erytronu, co ma poważne znaczenie diagnostyczne w schorzeniach układu czerwono-krwinkowego.

W oparciu o prace dotyczące wykorzystania modeli matematycznych w procesie diagnostycznym T. Bogdanik zastosował specjalne, szczegółowe modele matematyczne dla zobrazowania procesu terapeutycznego i praktycznie wykorzystał je w kardiologii do kontroli i optymalizacji leczenia pięciu różnymi pochodnymi naparstnicy, podawanymi zarówno drogą doustną jak i dożylną, z uwzględnieniem rozmaitej dynamiki dobowej utraty działania, poprzez wydalanie przez nerki i inaktywację wewnątrzwątrobową. Szczegółowy program terapeutyczny opracowali K. i J. Domżałowie w Łodzi.

Osobną grupę prac stanowi zespół badań poświęconych rozwojowi dzieci, który doprowadził T. Nowakowskiego i J. Perkala do nowych metod badania zależności między wzrostem, ciężaru ciała, a wiekiem dzieci i młodzieży. W wyniku tych badań opracowano oryginalne tablice norm dla wzrostu i ciężaru ciała dzieci w zależności od wieku. Obaj autorzy wraz z A. Bartkowiakową, J. Kucharczykiem i H. Szczotką przeprowadzili wnikliwe badania nad rozwojem dzieci śląskich od 0 do 3 lat, a J. Łukaszewicz i T. Nowakowski posługując się metodami probabilistycznymi udowodnili jednojąkowość czworaczków wrocławskich. F. Szczotka zastosował analizę probitów do badania wieku kostnego na podstawie kolejności pojawiania się jąder kostnienia dłoni i nadgarstka. Autor ten posługując się także analizą probitów zajął się okresem wystąpienia pierwszej miesiączki u dziewcząt i opracował szczegółowe antropometryczne zastosowanie wskaźników przyrodniczych oraz

propozycje dotyczące oceny rozwoju z badań longitudinalnych, pozwalające przedstawić indywidualną krzywą rozwoju.

S. Gruszka we Wrocławiu wykonał wieloletnie badania u dzieci i młodzieży sprawdzając rozwój tkanki tłuszczowej i w oparciu o wnikliwe badania antropometryczne skonstruował prosty matematyczny wskaźnik "chudości", który w wierny sposób obrazuje stan odżywienia badanego. Omawiane prace kojarzą się z badaniami szkoły antropologicznej wrocławskiej, zajmującej się głównie problemami antropologii rozwojowej, dążącej w powiązaniu ze szkołą matematyczną do szerokiego zastosowania różnych metod biometrycznych w praktyce biologicznej i klinicznej.

Miarą szerokości ujmowania problemu rozwoju jest praca T. Nowakowskiego, W. Kozirowskiego i J. Przystawy o przyspieszeniu rozwoju dziecka polskiego w ostatnim stuleciu.

Badania rozwoju sięgnęły aż do problemów geriatrycznych, które E. Waniewski i wsp. rozwiązywali stosując metody morfometryczne do ilościowej oceny morfokinezy narządów wydzielania wewnętrznego w procesie starzenia się ustroju człowieka.

Nie można pominąć dużej grupy prac dotyczących badań radioizotopowych, których autorzy szeroko wykorzystywali różne metody matematyczne do obrazowania uzyskiwanych wyników. Zagadnieniem dozometrii promieniowania jonizującego zajął się I. Adamczewski. Natomiast W. Jasiński zajmował się analizą informacji zawartych w obrazach scyntygraficznych uzyskiwanych przy badaniu wątroby Technetem promieniotwórczym. O. Chomicki przedstawił związki pomiędzy statystyką liczenia impulsów w układach scyntygraficznych a wydajnością układów detekcyjnych przeliczających.

S. Magas i M. Gembicki dokonali matematycznej analizy

współczynnika konwersji ^{131}J w ocenie stopnia czynności tarczycy, B. Gwiazdowska i M. Kakólska opracowały korelację niektórych badań w czynności tarczycy jodem promieniotwórczym, a B. Lisiak, M. Gembicki i M. Gumińska zastosowali ocenę matematyczną w analizie krzywych radiokardiograficznych.

J. Doroszewski i wsp. opracowali matematyczny model renografii izotopowej oparty na analizie modelu hydrodynamicznego, dyfuzyjnego i elektrycznego, dotyczącego kinetyki znakowanego hippuranu.

Cały szereg innych autorów wykorzystało metody matematyczne przy analizie badań radioizotopowych.

Wielką zasługę w rozwoju współpracy między matematykami a lekarzami ma Grupa Zastosowań Instytutu Matematycznego PAN we Wrocławiu oraz Wrocławskie Towarzystwo Naukowe, gdzie dochodziło do nawiązywania owocnych kontaktów między matematykami i lekarzami.

W 1959 roku powstała Sekcja Biometryczna Polskiego Towarzystwa im. Mikołaja Kopernika, która w 1961 roku przekształciła się w Polskie Towarzystwo Biometryczne, organizujące zjazdy umożliwiające żywą wymianę zdań między matematykami, biologami i lekarzami.

Poważne znaczenie, ze względu na finansowanie prac i możliwość kameralnych dyskusji między biomatematykami i lekarzami, ma Komisja Zastosowań Matematyki w Naukach Podstawowych i Klinicznych Komitetu Podstawowych Nauk Medycznych Wydziału VI PAN, której przewodniczącym jest S. Magas.

W 1965 roku Polskie Towarzystwo Cybernetyczne powołało Komisję Biocybernetyki o krajowym zasięgu działania. Przewodniczący Komisji został J. Panasewicz i w 1968 roku zostało zorganizowane pierwsze krajowe sympozjum Biocybernetyki, Bio-

matematyki, Biotechniki, które umożliwiło nawiązanie ciekawych kontaktów między przedstawicielami różnych dziedzin wiedzy.

W 1969 roku odbyły się w Warszawie Sympozja I Międzynarodowego Kongresu Internistów, podczas którego półdniowe narady były poświęcone zastosowaniu matematyki w medycynie wewnętrznej, a moderatorem panelu poświęconego tej tematyce był T. Bogdanik.

W 1972 roku odbyło się w Łodzi pierwsze Krajowe Sympozjum Sekcji Cybernetyki Medycznej Towarzystwa Internistów Polskich, której przewodniczącym jest T. Bogdanik. Pierwsze Sympozjum w Łodzi w 1972 roku poświęcone było zastosowaniu metod matematycznych i maszyn cyfrowych w diagnostyce klinicznej, następnie drugie w 1973 roku w Łodzi - zastosowaniu metod matematycznych i terapii klinicznej, a trzecie zorganizowane we Wrocławiu przez J. Jagielskiego dotyczyło analizy i modelowania procesów fizjologicznych i wreszcie czwarte, zorganizowane w Łodzi, zajmowało się metodyką zbierania, przetwarzania i wykorzystywania danych medycznych oraz szpitalnymi systemami informacyjnymi.

Ta ostatnia tematyka stanowiąca łącznik między zastosowaniami matematyki, cybernetyki, elektroniki i komputeryzacji do rozwiązywania podstawowych zagadnień obiegu informacji w systemie służby zdrowia jest obecnie szeroko opracowywana w różnych ośrodkach krajowych, szczególnie w Katowicach, gdzie A. Brodziak w klinice gastrologicznej praktycznie wykorzystał trzy końcówki ekranowe połączone bezpośrednio z komputerem do przekazywania informacji dotyczących chorego. Podobne prace rozwijają w Warszawie E. Waniewski i J. Janecki, opracowując szczegółowo zastosowanie me-

toł informatycznych w laboratoriach analitycznych celem ułatwienia opanowania ogromnego strumienia informacji zawartego w badaniach dodatkowych.

Problematyką tą zajmuje się Komisja Informatyki Wydziału VI PAN pod przewodnictwem E. Waniewskiego i Zespół Cybernetyki Medycznej Rady Naukowej przy Ministrze Zdrowia i Opieki Społecznej pod przewodnictwem T. Bogdanika.

Wychodząc od najprostszycch opracowań dotyczących poszczególnych tematów doszliśmy w naszych rozważaniach do modelowania systemów informatycznych na poziomie ZOZ-u, którym zajmuje się Instytut Medycyny Społecznej w Łodzi i obiegu informacji pomiędzy tą podstawową jednostką systemu służby zdrowia a Wydziałem Zdrowia Wojewódzkim i Resortem.

Omawiając łącznie minione trzydziestolecie podkreślić należy eksponencjalny rozwój zastosowań biomatematyki, biocybernetyki i biotechniki w medycynie. Metody biometryczne znajdują coraz szersze zastosowanie w dziedzinie bioautomatyki, biochronologii, biohomeostatyki, bioenergetyki, biokiniki medycznej, biomechaniki, bioprotetyki i w innych działach.

Uwagę zwraca fakt, że początkowo biomatematyka i biometria stosowała do nauk medycznych niemal wyłącznie rachunek prawdopodobieństwa i statystykę. Analiza biometryczna nie wykraczała na ogół poza opis i określanie statystycznej znamienności wyników doświadczeń. Od przeszło 20 lat coraz częściej spotyka się prace biomatematyczne starające się wyjaśnić przyczynę zjawisk doświadczalnych i klinicznych oraz ich mechanizm, a w pracach tych coraz częściej stosuje się metody procesów stochastycznych i analizę cybernetyczną. Wychodząc od struktur subkomórkowych dochodzimy do modelo-

wania czynności całej służby zdrowia, zarówno w lecznictwie otwartym, jak i zamkniętym, jak też do szczegółowej analizy dopływu informacji dochodzących do Ministerstwa Zdrowia i Opieki Społecznej. Metody biometryczne mają zastosowanie w analizie zagadnień biomolekularnych i makrospołecznych dotyczących działalności służby zdrowia w naszym kraju.

Przedstawiając bardzo duży dorobek biometrii w medycynie z konieczności musiałem pominąć wiele nazwisk i wiele wartościowych prac dotyczących zwłaszcza takich dziedzin, jak audiometria, laryngologia, okulistyka, rentgenologia, ale w jednym referacie nie sposób jest omówić zespołu wielospecjalistycznych zagadnień rozwiązywanych przy pomocy metod biometrycznych. Widząc ogromny, dynamiczny rozwój zastosowania metod matematycznych i nowoczesnej techniki komputerowej w medycynie wiem, że dzisiaj omawiając 30-lecie mam łatwiejszą rolę aniżeli moi następcy, którzy będą omawiali 50-lecie dorobku biometrii w medycynie i wtedy na pewno jeden referat nie wystarczy do nawet skrótowego i syntetycznego ujęcia całego szerokiego wachlarza problemów, rozwiązywanych przez medyków przy współpracy z matematykami.