

DANUTA LOESCH

BADANIA WŁAŚCIWOŚCI GENETYCZNYCH UKŁADÓW  
LINII PAPILARNYCH DŁONI I STÓP

Z Zakładu Genetyki Człowieka, Instytutu Psychoneurologicznego w Warszawie  
Kierownik Zakładu: doc. dr habil. I. Wald

WSTĘP

Układy listewek skórnych na dłoniach i stopach charakteryzuje, podobnie jak inne cechy antropologiczne, znaczna zmienność międzysobnicza. Rytm tej zmienności może być jednak zakłócony na skutek nieprawidłowych czynników genetycznych lub niegenetycznych, działających we wczesnym okresie rozwoju płodu (do 12-tego tygodnia życia), to znaczy w okresie kształtowania się listewek. Stąd wynika zastosowanie tych cech, dla których Harold C u m m i n s wprowadził nazwę dermatoglify [4], w badaniach zarówno prawidłowej zmienności międzysobniczej, jak i skutków nieprawidłowego rozwoju.

Problem zastosowania dermatoglify w badaniach zmienności międzysobniczej i jej podstaw genetycznych datuje się od czasów G a l t o n a [7], który w istocie wprowadził tę metodę (wówczas ograniczoną jeszcze do badań układu listewek skórnych na opuszkach palców) do nauk biologicznych. Badanie zmienności międzysobniczej i międzypopulacyjnej dermatoglify, z uwzględnieniem także układów listewek na dłoniach i stopach, kontynuowało wielu badaczy, między innymi autorów polskich; na szczególną uwagę zasługują badania L o t h a [18], Ł a s i ń s k i e g o [19, 20], G ą s i o r o w s k i e g o [8].

Badania rodzinne, poza wykazaniem podobieństwa pod względem częstości występowania jakościowych cech dermatoglify pomiędzy poszczególnymi członkami rodzin, nie wyjaśniły zagadnienia dziedziczalności i innych właściwości genetycznych układów listewek skórnych, szczególnie na stopach [2, 3, 6, 8, 9, 12, 21, 22, 23, 29, 30, 31, 32, 33] \*.

Dotychczas udało się uzyskać wiarygodne informacje, dotyczące jedynie genetyki cech ilościowych — całkowitej liczby listewek w obrębie określonych pól lub wzorów, bowiem cechy te nie sprawiają trud-

---

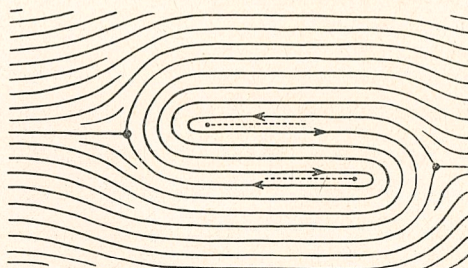
\* podano jedynie kluczowe pozycje piśmiennictwa.



ności klasyfikacyjnych i, jako cechy mierzalne, mogą być użyte bezpośrednio do obliczania współczynników korelacji. Wyniki tych badań zestawione przez Holt [10] wskazują na stosunkowo wysoki stopień odziedziczalności tych cech, przy czym istnieją dowody na poligeniczny sposób dziedziczenia; współczynnik korelacji otrzymany przez Holt dla cechy TRC w parach bliźniąt jednojajowych wynosił  $0,95 \pm 0,01$ , w parach rodzice—dzieci wynosił  $0,49 \pm 0,04$ , a dla par: średnia rodziców—dzieci wynosił  $0,66 \pm 0,03$  [10].

Obliczenie współczynników korelacji dla niemierzalnych cech dermatoglifów, bardziej istotne z punktu widzenia teoretycznego i zastosowań praktycznych, napotykało na trudności z przyczyn metodycznych. Przeszkodę stanowiła nie tylko niemożność wyrażenia tych cech za pomocą liczby, lecz, przede wszystkim, tradycyjne zasady ich klasyfikacji. Klasyfikacja ta opracowana przez H. Cummins a we współpracy z C. Midlo [5] oddała znaczne usługi w badaniach porównawczych cech dermatoglifów dłoni. Ponieważ jednak podstawą klasyfikacji cech były punkty zakończenia tzw. linii głównych, opisanie układów listewek na stopach w oparciu o te kryteria nie było możliwe. Z drugiej strony, cechy najbardziej istotne z genetycznego i klinicznego punktu widzenia, tzw. wzory prawdziwe, traktowała ona łącznie i równorzędnie z mniej istotnymi właściwościami listewek oraz z wymienionymi powyżej wskaźnikami przebiegu linii głównych, co w rezultacie, jak podkreślał sam Cummins [5], dawało ogromną liczbę możliwych kombinacji, uniemożliwiając dokonanie analizy genetycznej.

Nową metodę klasyfikacji cech dermatoglifów w oparciu o zasady topologiczne zaproponowali Penrose i Loesch w 1969 r. — dla stóp [27] i w 1970 r. — dla dłoni [28]. Klasyfikacja i opis układów listewek skórnych na dłoniach, opuszkach palców i stopach obejmuje wyłącznie elementy topologicznie istotne, zwane również wzorami prawdziwymi, do których należą pętlice i trójpromień. Warunkiem powstania pętlicy jest zwrot pasma równoległych listewek skórnych o  $180^\circ$  (ryc. 1); poza hipotetycznymi przypadkami szczególnymi, elementem uzupełniającym pętlicę jest zawsze trójpromień. Tak więc, podczas gdy liczba



Ryc. 1. Zwrot pola równoległych listewek o  $180^\circ$  (pętlica) wymaga elementu dopełniającego (trójpromień); te dwa nawiązajem uzupełniające się elementy stanowią wzory prawdziwe. Dwie pętlice, przedstawione na rycinie, stanowią ten sam typ wzoru prawdziwego, chociaż różnią się zasadniczo pod względem topologicznym kierunkiem zwrotu pola równoległych listewek, kierunkiem rdzenia pętlicy oraz pozycją dopełniającego trójpromienia.



pętlic na obszarze dłoni czy stopy może być dowolna, liczba trójpromieni jest zależna od liczby pętlic i od obecności palców. Prawidłowość ta ujęta została w postaci topologicznej formuły przez Penrose'a [24]. Ten nowy punkt widzenia pozwolił na głębsze zrozumienie rodzaju czynników biorących udział w kształtowaniu się układów listewek oraz praw rządzących w obrębie tych układów. Na gruncie praktycznym formuła Penrose'a służy do sprawdzania prawidłowości indywidualnych opisów.

Zgodnie z zasadami zaproponowanej klasyfikacji, kryterium podziału pętlic stanowi:

- topologicznie istotny kierunek ich rdzenia (dośrodkowy — centralny, lub odśrodkowy — obwodowy, oraz, w szczególnych przypadkach, promieniowy i łokciowy na dłoni i piszczelowy lub strzałkowy na stopie;
- obszar dłoni lub stopy, na którym dana pętlica się znajduje.

Liczby rzymskie, oznaczające tradycyjnie te obszary, w obecnej metodzie oznaczają znajdujące się tam pętlice. Trójpromienie, podobnie jak w metodzie tradycyjnej, oznacza się literami alfabetu. Rycina 2 przedstawia wszystkie elementy objęte topologiczną klasyfikacją, występujące na dłoniowej powierzchni ręki i podeszwowej powierzchni dystalnej części stopy wraz z podaniem porządku, w jakim pojawiają się one w indywidualnym opisie. Jako informację uzupełniającą można zanotować miejsce zakończenia linii A (cyfra arabska w nawiasie), które reprezentuje ogólny kierunek przebiegu równoległych listewek w obrębie dłoni. Na ryc. 3 przedstawiono porównanie opisu układu listewek na dłoni (a) i stopie (b) metodą tradycyjną i metodą topologiczną. Rycina 4 przedstawia opis stosunkowo skomplikowanego układu listewek na dłoni (a) i stopie (b) z zastosowaniem nowej metody klasyfikacji.

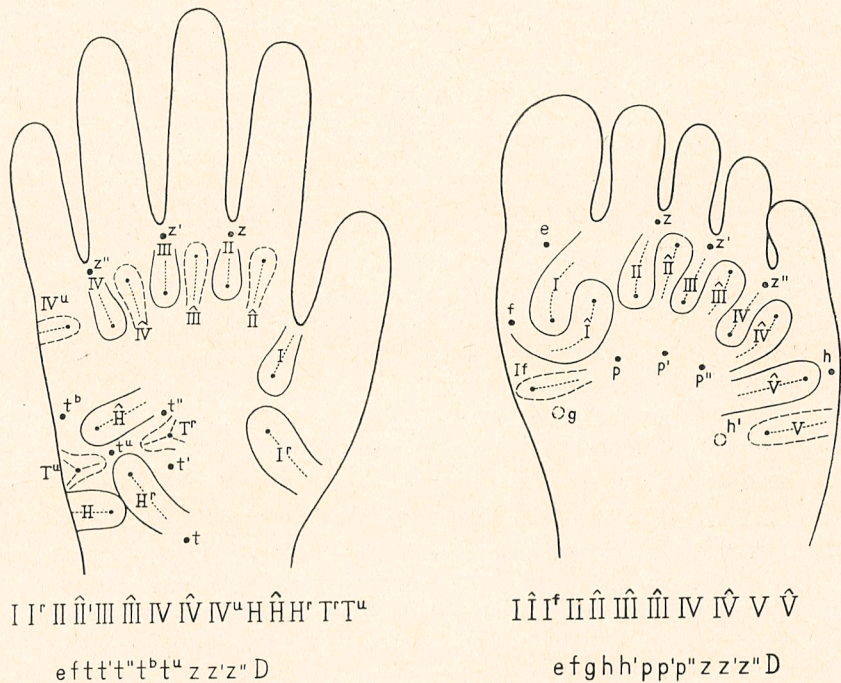
Topologiczna klasyfikacja wprowadzona została z myślą o jej szczególnym zastosowaniu w analizie genetycznej cech dermatoglifów oraz dla celów klinicznych. Nowa metoda umożliwia bowiem:

- opis globalny układu listewek oparty na jednolitych zasadach dla dłoni i stopy, z równoczesnym uwzględnieniem wszystkich składowych elementów topologicznie istotnych,
- wybitne zmniejszenie liczby możliwych kombinacji tych elementów,
- wyrażenie obecności lub braku danego elementu za pomocą liczby, tzn. brak danej cechy na obu dłoniach lub stopach wyraża się liczbą 0, obecność danej cechy na jednej dłoni czy stopie — liczbą 1, na obu dłoniach czy stopach — 2, obecność trzech danych elementów na obu dłoniach czy stopach — 3 itd., co pozwala na obliczenie wartości średniej i odchylenia standardowego,
- bezpośrednie przeniesienie indywidualnego opisu na karty perforowane, bez potrzeby przekładania podstawowych danych na język stosowny do obliczeń z użyciem maszyny cyfrowej.



Celem niniejszej pracy była próba analizy genetycznej wszystkich topologicznie istotnych elementów układu listewek skórnych na dłoni i stopie, z zastosowaniem nowej metody klasyfikacji, a w szczególności:

- 1) określenie częstości tych elementów w badanej populacji,
- 2) ustalenie wzajemnej zależności pomiędzy elementami na podstawie współczynników korelacji,



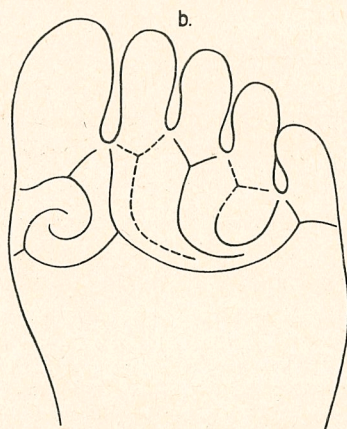
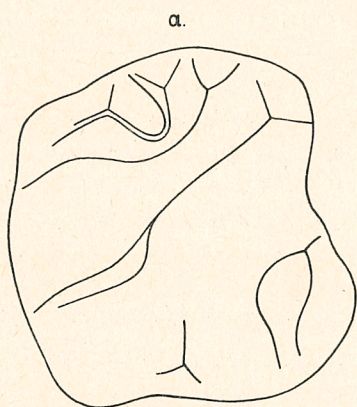
Ryc. 2. Schematyczne przedstawienie wszystkich topologicznie istotnych elementów układu linii papilarnych dłoni i stóp, sklasyfikowanych zgodnie z nową metodą, wraz z podaniem symboli oraz kolejności ich zapisu w indywidualnym opisie. Linia przerywana oznaczono pętlice i trójpromienie, które, ze względu na rzadkość występowania, nie będą analizowane w dalszym tekście pracy.  $D$  — suma trójpromieni u podstawy palców, tradycyjnie oznaczanych  $a, b, c, d$  i  $a', b', c', d'$ , którą umieszcza się na końcu opisu w postaci cyfry arabskiej bez nawiasu. Liczba trójpromieni podpalcowych, zgodnie z zasadami topologicznymi, zależy od liczby pętlic w obrębie dłoni czy stopy ( $L$ ), liczby wyszczególnionych trójpromieni ( $S$ ) oraz liczby palców ( $F$ ) minus jeden, według wzoru  $L + (F - 1) = D + S$

3) ustalenie stopnia odziedziczalności poszczególnych cech oraz zbadanie właściwości komponenty genetycznej — w oparciu o wyniki korelacji między krewnymi i dalszej analizy współczynników korelacji,

4) ocena roli korelacji pomiędzy cechami dermatoglify w analizie genetycznej cech,

5) ocena użyteczności topologicznej metody klasyfikacji dermatoglify w badaniach biologicznych.





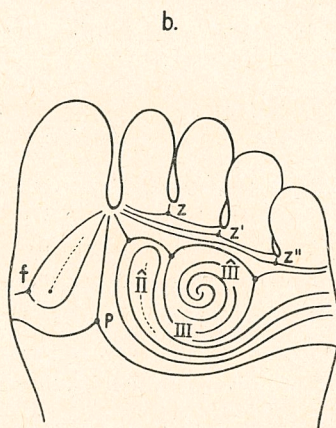
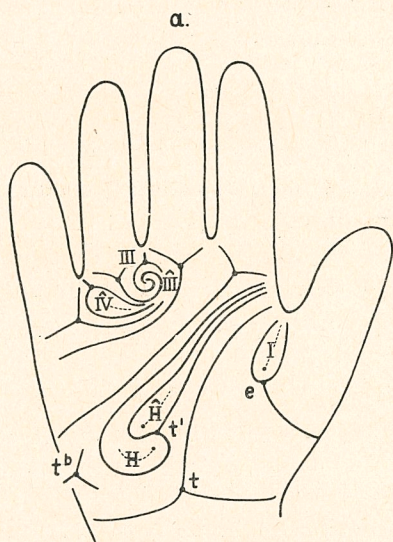
opis tradycyjny: 7(8).5"(6).5"3-t-A"V.O.O.L.

L.P.O.L<sup>d</sup>+IV.L<sup>t</sup>/L<sup>t</sup>.O.V/V.

opis topologiczny: I' IVet 4 (3)

I Î IV efp 4

Ryc. 3. Opis układu linii papilarnych dłoni (a) i stopy (b) metodą tradycyjną — w zestawieniu z metodą topologicznej klasyfikacji. Linia przerywana przedstawia trójpromienie, których obecność w obrębie stopy jest konieczna zgodnie z zasadą topologiczną, a które pominięto na pierwotnym schemacie



opis: I III Î IV H H t t' t' b (4)

I Î III Î f p z z' z'' 3

Ryc. 4. Przykład ilustrujący topologiczną metodę klasyfikacji w przypadku bardziej złożonych układów linii papilarnych na dłoni (a) i stopie (b). W opisie układów linii papilarnych dłoni podano (w nawiasie) miejsce zakończenia linii głównej A, ważne szczególnie w przypadkach, w których zachodzi potrzeba odtworzenia rysunku wzoru na dłoni wyłącznie na podstawie opisu



## MATERIAŁ I METODY

Materiał do przedstawianej pracy stanowiły odciski dłoni i palców pobrane od 414 rodzin, obejmujących 1902 osobników oraz odciski stóp, pobrane od 189 rodzin, obejmujących 728 osobników. Badana grupa pochodzi z dwóch odrębnych regionów Polski, mianowicie z okolic Ostrołęki i Suwałk. Średnia liczba dzieci w rodzinie wynosiła 2,9. Bliższą charakterystykę badanej grupy z uwzględnieniem częstości wszystkich topologicznie istotnych cech dermatoglifów oraz opisów globalnych podano uprzednio [13, 15, 17], jak również opis metodyki obliczania korelacji [13]. Korelacje pomiędzy krewnymi obliczono dla par: rodzice—dziecko, średnia rodziców—dziecko, ojciec—syn, ojciec—córka, matka—syn, matka—córka, brat—siostra, brat—brat, siostra—siostra. Każdą parę rodzice—dziecko i rodzeństwo—rodzeństwo traktowano jak oddzielną informację, niezależnie od wielkości rodziny. Współczynniki korelacji obliczano metodą standardową; dla błędu standardowego zastosowano wzór  $1/\sqrt{n}$ , gdzie  $n$  oznacza liczbę zbadanych par. Analizy korelacyjnej dokonano z użyciem maszyny cyfrowej typu IBM.

Otrzymane współczynniki korelacji pomiędzy krewnymi poddano następnie dalszej analizie, celem obliczenia wskaźnika odziedziczalności  $h^2$ , wskaźnika dominacja—recesywność  $(dr)^2$  oraz wskaźnika wpływu genów sprzężonych z płcią na kształtowanie się badanej cechy — z zastosowaniem wzorów, opracowanych przez Penrose'a w oparciu o klasyczne sformułowania genetyki cech ilościowych [15, 25, 26].

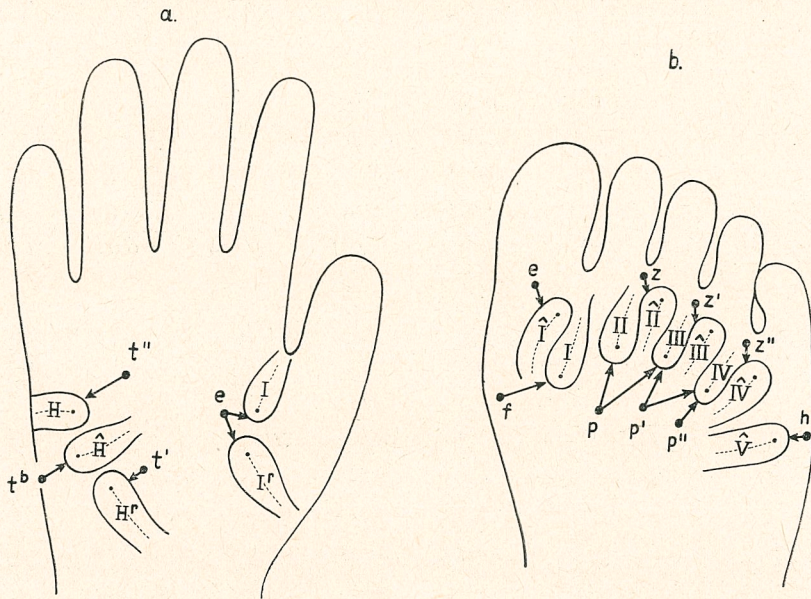
## KORELACJE POMIĘDZY CECHAMI DERMATOGLIFÓW \*

Zbadano trzy aspekty wzajemnego związku pomiędzy cechami dermatoglifów: związek pomiędzy poszczególnymi pętlicami dłoni i stóp i „dopełniającymi” je trójpromieniami, współzależność występowania pętlic lub trójpromieni w obrębie tego samego pola oraz różnych pól dłoni i stóp oraz wzajemny związek pomiędzy cechami dermatoglifów dłoni i stóp.

Jak wynika z analizy współczynników korelacji pomiędzy pętlicami i trójpromieniami dłoni i stóp (ryc. 5), na dłoni trójpromień  $t^b$  jest elementem dopełniającym proksymalną pętlicę  $\hat{H}$  (tradycyjnie zwaną  $L$ ), trójpromień  $t'$  — dystalną pętlicę  $H$  i proksymalną pętlicę  $H^r$  a trójpromień  $t''$  — dystalną pętlicę  $H$ . Tak jak należało oczekiwać, trójpromienie  $e$  występują łącznie z pętlicami kciuka  $I$  i  $I^r$ . W obrębie stopy trójpromienie  $e$  i  $f$  dopełniają odpowiednio pętlice  $I$  i  $\hat{I}$ , trójpromienie  $p$ ,  $p'$  i  $p''$  — odpowiednio dystalne pętlice  $II$ ,  $III$  i  $IV$ , a występowanie trój-

\* Szczegółowe wyniki przedstawiono w poprzednich publikacjach [13, 14, 15, 16].





Ryc. 5. Schematyczne przedstawienie trójpromieni, dopełniających poszczególne pętlice dłoni (a) i stopy (b) na podstawie współczynników korelacji pomiędzy tymi cechami

promieni syndaktylicznych ( $z+z'+z''$ ) jest silnie skorelowane z występowaniem proksymalnych pętlic  $\hat{II}$ ,  $\hat{III}$  i  $\hat{IV}$ . Trójpromień  $h$ , jak wynika również z indywidualnych opisów, dopełnia pętlicę  $\hat{V}$ .

Mniej oczywiste są wyniki korelacji pomiędzy pętlicami (tabela 1 a, b). Przede wszystkim zwraca uwagę fakt, że współczynniki korelacji, szczególnie w obrębie dłoni, są niskie, przy czym większość cech, poza pętlicami  $II$ ,  $III$  i  $H$ , zachowuje się w sposób niezależny od innych. W obrębie stóp, pętlice położone w części centralnej, wraz z dopełniającymi je trójpromieniami  $p$  i  $z$ , wykazują silniejsze wzajemne związki, aniżeli pętlice na dłoni oraz pętlice stopy, usytuowane na jej brzegu strzałkowym czy piszczelowym. Podobne zróżnicowanie pętlic uwidacznia się przy badaniu wzajemnej zależności pomiędzy cechami dłoni i stóp (ryc. 6); na ogół pętlice, które są dodatnio skorelowane z innymi pętlicami lub pętlicą w obrębie dłoni wykazują również tendencję do związków z elementami stopy i vice versa. Elementy niezależne natomiast zachowują się niezależnie, zarówno przy badaniu związków z obrębie dłoni i stopy, jak i korelacji pomiędzy cechami w obrębie dłoni czy stopy.

Ustalenie obecności lub braku związku pomiędzy cechami ma znaczenie w doborze elementów przeznaczonych do dalszej analizy genetycznej oraz w interpretacji wyników tej analizy. Z drugiej strony, wyniki korelacji posłużyły do sprawdzenia zastosowanej tu metody klasyfikacji topologicznej, a mianowicie, czy podział z wyodrębnieniem poje-



Tabela 1. Korelacje pomiędzy topologicznie istotnymi elementami układu listewek skórnych (pętlicami) na dłoni a) i stopie b). Współczynniki korelacji obliczone dla obu płci łącznie

a)

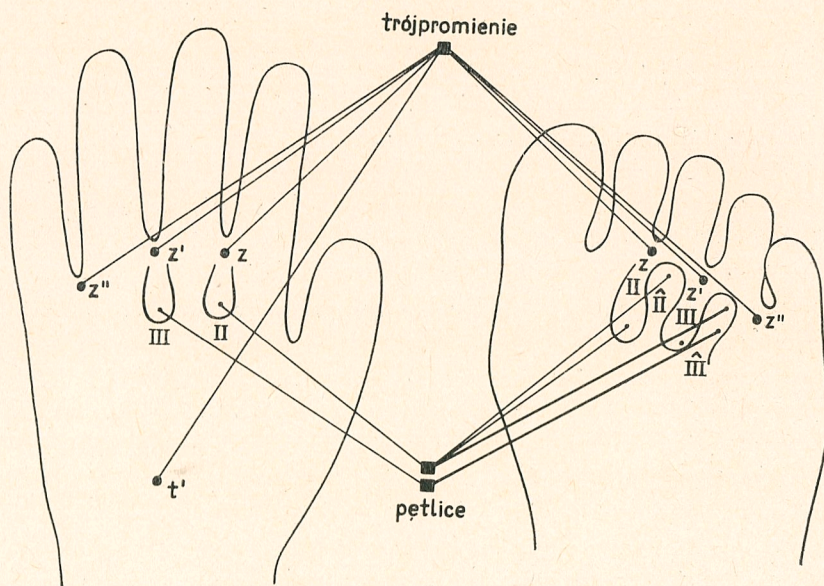
Pętlice dłoni	$I+I'$					
<i>II</i>	0,041	<i>II</i>				
<i>III</i>	0,052	0,106	<i>III</i>			
<i>IV</i>	0,038	-0,003	-0,641	<i>IV</i>		
<i>H</i>	0,002	0,093	0,107	-0,071	$\hat{H}$	
$\hat{H}$	-0,033	0,004	-0,032	0,031	0,106	<i>H'</i>
<i>H'</i>	-0,019	-0,025	0,005	-0,054	0,001	-0,056

b)

Pętlice stopy	<i>I</i>							
$\hat{I}$	-0,247	$\hat{I}$						
<i>II</i>	-0,180	-0,08	<i>II</i>					
$\hat{II}$	0,003	0,141	0,101	$\hat{II}$				
<i>III</i>	-0,127	0,131	-0,103	0,106	<i>III</i>			
$\hat{III}$	-0,144	0,160	0,056	0,203	0,188	$\hat{III}$		
<i>IV</i>	0,040	0,006	-0,062	0,074	0,184	-0,015	<i>IV</i>	
$\hat{IV}$	-0,127	0,066	-0,012	0,045	0,054	0,288	0,046	$\hat{IV}$
$\hat{V}$	0,039	-0,013	-0,047	0,020	-0,100	0,067	-0,041	0,016

S.E\* = 0,02 (a) oraz 0,04 (b).

\* błąd standardowy



Ryc. 6. Schematyczne przedstawienie związku pomiędzy cechami dłoni i stóp na podstawie wartości współczynników korelacji

Tak więc występowanie pętlicy dłoniowej II jest znamienne skorelowane z występowaniem pętlic stopy II,  $\hat{II}$  i III, a występowanie pętlicy III na dłoniach — znamienne skorelowane z występowaniem pętlicy  $\hat{III}$  na stopach ( $r > 0,100 \pm 0,04$ ); suma trójpromieni syndaktycznych ( $z+z'+z''$ ) na stopach pozostaje w związku z sumą analogicznych trójpromieni na dłoniach, oraz z trójpromieniem  $t'$



dynczych topologicznie istotnych elementów, w oparciu o kierunek pętlic, był biologicznie uzasadniony; w podziale tradycyjnym bowiem dwie pętlice o kierunku przeciwnym (w opozycji) w obrębie jednego pola stanowiły jedną cechę, zwaną wirem. Już na podstawie wyników tabeli 1 można wnioskować, że poza polem kłębu kciuka, nie ma silnych związków pomiędzy elementami o kierunkach przeciwnych, położonych w obrębie tego samego pola; co więcej, w polu paluchowym na stopie stwierdzono ujemną korelację pomiędzy występowaniem przeciwstawnych pętlic,  $I$  i  $\hat{I}$ . Stwierdzono natomiast niewątpliwy, choć niezbyt silny związek pomiędzy sumą pętlic o tym samym kierunku, tj. dystalnych w obrębie dłoni i sumą pętlic dystalnych w obrębie stóp oraz pomiędzy sumą pętlic proksymalnych dłoni i pętlic o analogicznym kierunku w obrębie stóp — niezależnie od pola, w którym występowały (tabela 2).

Tabela 2. Korelacje pomiędzy sumą pętlic dystalnych i proksymalnych dłoni i stóp (średnie współczynniki dla obu płci)

Stopy	Dłonie	
	$I+II+\hat{II}+IV+H$	$I'+\hat{I}'+\hat{II}'+\hat{IV}'+\hat{H}'+H'$
$I+II+II+IV+V$	0,140	-0,020
$\hat{I}+I'+\hat{II}+\hat{II}'+\hat{IV}+\hat{V}$	0,035	0,112

#### KORELACJE POMIĘDZY CZŁONKAMI RODZIN I ODZIEDZICZALNOŚĆ CECH

W tabeli 3 przedstawiono wartości współczynników korelacji między krewnymi dla poszczególnych elementów dermatoglifów dłoni; w tabeli 4 — wartości tych współczynników dla cech dermatoglifów stóp (w sumie 39 cech)\*. Jak wynika z tabel, analiza genetyczna dotyczyła, poza topologicznie istotnymi elementami układu listewek dłoni i stóp, również całkowitej liczby poszczególnych typów wzorów na opuszkach palców, sklasyfikowanych tradycyjną metodą wg Galtona [7]. Analizie genetycznej poddano również niektóre cechy mierzalne, jak intensywność wzoru na opuszkach palców, na dłoniach i na stopach.

Większość współczynników korelacji dla cech dłoni i opuszek palców jest znamienna tak, że nie ma wątpliwości co do podobieństwa pod względem cech dermatoglifów pomiędzy członkami rodzin, choć istnieje znaczne zróżnicowanie pomiędzy badanymi cechami pod względem

\* Współczynniki korelacji dla par: brat-siostra, brat-brat, siostra-siostra podano uprzednio [13, 15]. Współczynniki korelacji pomiędzy rodzicami dla wszystkich badanych cech były równe lub bliskie zera.



Tabela 3. Współczynniki korelacji pomiędzy krewnymi dla cech dermatoglifów dłoni i opuszek palców (pętlic i trójpromieni)

	Ojciec-syn	Ojciec-córka	Matka-syn	Matka-córka	Rodzice-dziecko	Średnia rodziców-dziecko	Rodzeństwo-rodzeństwo
Liczba par	461	460	549	540	2008	2008	2486
<b>Opuszki palców</b>							
Całkowita liczba luków	0,07	0,23	0,26	0,19	0,19	0,27	0,07
Całkowita liczba pętlic łokciowych	0,35	0,37	0,33	0,25	0,32	0,46	0,36
Całkowita liczba pętlic promieniowych	0,12	0,15	0,09	0,16	0,13	0,18	0,15
Całkowita liczba wirów	0,35	0,43	0,39	0,32	0,37	0,53	0,39
PIF*	0,33	0,43	0,40	0,31	0,36	0,52	0,34
<b>Dłonie</b>							
$I+I^r$	0,37	0,29	0,18	0,18	0,25	0,35	0,25
$II$	0,10	0,05	0,08	0,15	0,10	0,14	0,18
$III$	0,19	0,30	0,13	0,27	0,22	0,31	0,24
$IV$	0,13	0,27	0,11	0,14	0,16	0,22	0,19
$H$	0,19	0,17	0,06	0,16	0,14	0,20	0,14
$\hat{H}$	0,23	0,34	0,16	0,34	0,27	0,38	0,26
$H^r$	0,06	-0,01	0,13	0,07	0,07	0,09	0,06
$I+II+III+IV+H$	0,22	0,25	0,12	0,25	0,21	0,29	0,27
PIP**	0,24	0,27	0,16	0,19	0,21	0,30	0,28
$t$	0,15	0,16	0,17	0,22	0,18	0,25	0,24
$t'$	0,20	0,13	0,15	0,17	0,16	0,23	0,18
$t''$	0,07	0,08	0,07	0,07	0,07	0,10	0,08
$t^b$	0,31	0,36	0,16	0,32	0,28	0,40	0,29
$z+z^e+z''$	0,12	0,11	-0,03	0,21	0,10	0,14	0,07
Błąd standardowy (w przybliżeniu)	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,02	0,02

\* intensywność wzoru na opuszkach palców

\*\* intensywność wzoru na dłoni

wielkości współczynników. Największe podobieństwo pomiędzy członkami rodzin stwierdzono w przypadku wzorów na opuszkach palców, a w szczególności sumy pętlic łokciowych, wirów i wskaźnika intensywności wzoru (PIF). Stosunkowo najwyższe współczynniki uzyskano dla par: średnia rodziców — dziecko, co zgodne jest z tezą o addytywnym typie dziedziczenia tych cech. Współczynniki korelacji dla cech dłoni są na ogół niższe i znacznie zróżnicowane: stosunkowo najwyższe stwierdzono dla pętlic kłębu kciuka  $I+I^r$ \*, proksymalnej pętlicy kłębika ( $\hat{H}$ ) oraz pętlicy  $III$ ; stosunkowo najniższe dla pętlicy  $H^r$  oraz sumy syndaktylicznych trójpromieni  $z$ . Bardziej jeszcze zróżnicowane i, średnio biorąc, niższe współczynniki korelacji, stwierdzono dla cech stóp, przy czym stosunkowo najwyższe dla pętlic (i odpowiadających im trójpromieni) w okolicy paluchowej ( $I$  i  $\hat{I}$ ) i strzałkowego brzegu stopy ( $\hat{V}$ ).

O ile wartości współczynników korelacji między krewnymi są jedynie wyrazem podobieństwa pomiędzy członkami rodzin, o tyle wskaźnik

\* Te dwie pętlice potraktowano łącznie w analizie genetycznej ze względu na stwierdzoną uprzednio ścisłą współzależność pomiędzy tymi cechami [13].



Tabela 4. Współczynniki korelacji pomiędzy krewnymi dla cech dermatoglifów stóp (pętlic i trójpromieni)

	Ojciec - syn	Ojciec - córka	Matka - syn	Matka - córka	Rodzice - dziecko	Średnia rodziców - dziecko	Rodzeń- stwo-ro- dzeństwo
Liczba par	185	181	214	193	773	773	739
<i>I</i>	0,30	0,25	0,32	0,13	0,25	0,35	0,50
$\hat{I}$	0,23	0,25	0,25	0,43	0,29	0,41	0,21
<i>II</i>	0,22	0,31	0,28	0,10	0,23	0,32	0,20
$\hat{II}$	0,09	0,11	0,07	0,14	0,10	0,14	0,05
<i>III</i>	0,06	0,18	0,25	0,30	0,20	0,28	0,15
$\hat{III}$	0,26	0,35	0,14	0,11	0,21	0,29	0,10
<i>IV</i>	0,34	0,27	0,29	0,03	0,23	0,33	0,17
$\hat{IV}$	0,04	0,04	0,24	0,36	0,18	0,25	0,19
$\hat{V}$	0,17	0,28	0,19	0,16	0,20	0,28	0,21
<i>II</i> + $\hat{II}$	0,17	0,16	0,16	0,09	0,15	0,21	0,07
<i>III</i> + $\hat{III}$	0,15	0,23	0,26	0,33	0,24	0,34	0,07
<i>II</i> + <i>III</i> + <i>IV</i>	0,26	0,11	0,39	0,21	0,25	0,35	0,13
$\hat{II}$ + $\hat{III}$ + $\hat{IV}$ + $\hat{V}$	0,26	0,32	0,19	0,28	0,26	0,37	0,25
PIS*	0,34	0,19	0,15	0,24	0,23	0,32	0,07
<i>e</i>	0,23	0,23	0,28	0,39	0,29	0,40	0,25
<i>p</i>	0,13	0,24	0,28	0,20	0,22	0,30	0,27
<i>p'</i>	0,12	-0,08	0,19	0,12	0,09	0,13	0,03
<i>p''</i>	0,13	0,09	0,07	0,02	0,08	0,11	0,15
<i>z</i> + <i>z'</i> + <i>z''</i>	0,35	0,36	0,21	0,26	0,29	0,41	0,22
Błąd standardowy (w przybliżeniu)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,03	0,03	0,03

\* intensywność wzoru na stopach

odziedziczalności ( $h^2$ ), obliczony na podstawie tych współczynników, stanowi źródło informacji, dotyczącej udziału komponenty genetycznej w tym podobieństwie; zastosowana formuła eliminuje czynnik środowiskowy. Wartości tego współczynnika, jak wynika z tabeli 5, w większości przypadków odpowiadają danym uzyskanym jedynie w oparciu o korelacje genetyczne. Najwyższe wskaźniki odziedziczalności uzyskano dla cech na opuszkach palców: pętlic łokciowych i wirów (odpowiednio 0,82 i 0,80), które nieznacznie tylko odbiegają od stopnia odziedziczalności, uzyskanego uprzednio dla całkowitej liczby listewek, TRC, [13, 26].

Wskaźniki odziedziczalności większości zbadanych cech dermatoglifów dłoni wskazują, że w przybliżeniu 50% zmienności tych cech uwarunkowane jest wpływami genetycznymi. Stosunkowo najwyższe wskaźniki uzyskano dla pętlic *II* i *III* oraz pętlic kłębu kciuka ( $I+I^r$ ) oraz kłębika ( $\hat{II}$ ). Jak należałoby oczekiwać, wskaźnik ten jest nieco wyższy przy łącznym potraktowaniu pętlic o tym samym kierunku rdzenia (dystalnych).

Elementy na stopie, poza okolicą paluchową i brzegiem piszczelowym, charakteryzuje znacznie niższa odziedziczalność, a w stosunku do niektórych, jak np. pętlic  $\hat{II}$  lub *III*, trudno byłoby mówić o jakimkolwiek udziale czynnika genetycznego w kształtowaniu się tych cech. Syndaktyliczne trójpromienie natomiast (suma  $z+z'+z''$ ) charakteryzuje wyż-



Tabela 5. Wskaźniki odziedziczalności oraz przypuszczalnego sposobu dziedziczenia cech dermatoglifów dłoni i stóp

Cechy dłoni	Wskaźnik odziedziczalności $h^2$	Wskaźnik dominacja -recesywność $(dr)^2$	Wskaźnik wpływu genów sprzężonych z chromosomem X $(X_{pc} + X_{ss})$	Cechy stóp	Wskaźnik odziedziczalności $h^2$	Wskaźnik dominacja -recesywność $(dr)^2$	Wskaźnik wpływu genów sprzężonych z chromosomem X $(X_{pc} + X_{ss})$
Opuszki palców							
Całkowita liczba łuków	-0,10	4,80	-0,36	I	1,50	0,67	-0,70
Całkowita liczba pętlc łokciowych	0,80	0,20	-0,01	$\hat{I}$	0,26	-1,23	-0,03
Całkowita liczba pętlc promieniowych	0,34	0,24	+0,22	II	0,34	-0,35	-15,68
Całkowita liczba wirów	0,82	0,10	+0,26	$\hat{II}$	0,00	$-\infty$	-2,88
PIF	0,64	-0,13	+0,40	III	0,20	-1,00	+2,26
Dłonie							
I+I'	0,50	0,00	-0,85	$\hat{III}$	-0,02	22,00	-2,50
II	0,52	0,62	-5,67	IV	0,22	-1,09	+0,08
III	0,52	0,15	-1,05	$\hat{IV}$	0,40	0,10	-99,53
IV	0,44	0,27	+0,35	$\hat{V}$	0,44	0,09	-17,09
H	0,28	0,00	-0,51	II+ $\hat{II}$	-0,02	16,00	-6,35
$\hat{H}$	0,50	-0,08	+0,50	III+ $\hat{III}$	-0,20	3,40	+1,67
H'	0,10	-0,40	-0,29	II+III+IV	0,02	-24,00	+0,89
I+II+III+IV+H	0,66	0,36	-0,66	$\hat{II}+\hat{III}+\hat{IV}+\hat{V}$	0,48	-0,08	-0,90
PIP	0,70	0,40	-0,37	PIS	-0,18	3,56	+1,14
t	0,60	0,40	-0,54	e	0,42	-0,38	+0,00
t'	0,40	0,20	-0,12	p	0,64	0,31	+0,35
t''	0,18	0,22	-0,06	p'	-0,06	4,00	+43,25
	0,60	0,07	+0,23	p''	0,44	0,64	-5,96
z+z'+z''	0,08	-1,50	+16,70	z+z'+z''	0,30	-0,93	-1,66

Zastosowane wzory i symbole — według Penrose'a [25, 26]

$$h^2 = 4r_{ss} - 2r_{pc}, \quad dr^2 = (4r_{ss} - 4r_{pc})(4r_{ss} - 2r_{pc})$$

$$X_{pc} = \frac{(r_{fd} \cdot r_{ms} - r_{fs} \cdot r_{md})}{(r_{fd} \cdot r_{ms} + r_{fs} \cdot r_{md})}, \quad X_{ss} = \frac{(r_{bb} \cdot r_{tt} - r_{bt})}{r_b^2}$$

$r_{pc}$  — korelacja ojciec-dziecko,  $r_{ss}$  — korelacja rodzeństwo-rodzeństwo,  $r_{fd}$  — korelacja ojciec-córka,  $r_{ms}$  — korelacja matka-syn,  $r_{fs}$  — korelacja ojciec-syn,  $r_{md}$  — korelacja matka-córka,  $r_{bb}$  — korelacja brat-brat,  $r_{tt}$  — korelacja siostra-siostra,  $r_{bt}$  — korelacja brat-siostra

szy wskaźnik odziedziczalności od uzyskanego dla analogicznych trójpromieni w obrębie dłoni. Wskaźnik odziedziczalności daje jednakże tylko przybliżoną ocenę udziału komponenty genetycznej — ze względu na stosunkowo wysoką wartość błędu standardowego (tabela 6); wskaźniki powyżej jedności lub wskaźniki ujemne są wynikiem przypadkowej zmienności współczynników korelacji. Stąd ostateczna ocena tego wskaźnika w stosunku do poszczególnych cech powinna opierać się na pomiarach otrzymanych z kilku różnych populacji.

Korzystnym uzupełnieniem oceny stopnia odziedziczalności cech byłyby wyniki korelacji genetycznych dla par bliźniąt jednojajowych [11]. Z drugiej jednak strony wydaje się, że ocena ta jest mniej wiarygodna od wskaźnika  $h^2$ , bowiem bliźnięta jednojajowe, w większym stop-



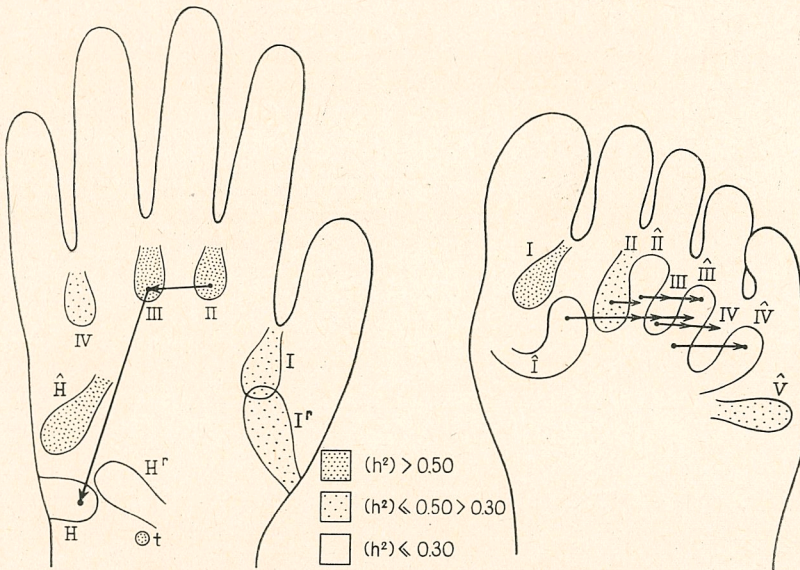
Tabela 6. Przybliżone wartości błędów standardowych dla wskaźników ( $h^2$ ),  $(dr)^2$  i  $(Xpc + Xss)$  według [15]

Wzór*	Dłonie	Stopy
$h^2$ $\frac{6}{\sqrt{N}}$	0,09	0,15
$(dr)^2$ $\frac{4}{\sqrt{h^2} \cdot \sqrt{N}}$	$\leq 0,08$ gdy $h^2 \geq 0,50$ $> 0,08 < 0,09$ gdy $h^2 > 0,40 < 0,50$ $\geq 0,10$ gdy $h^2 \leq 0,40$	0,10 gdy $h^2$ ok. 1,00 0,15 gdy $h^2 > 0,40 < 0,50$ $\geq 0,16$ gdy $h^2 \leq 0,40$
$(Xpc + Xss)$ $\frac{4}{\sqrt{N}}$	0,07	0,11

\* wzory do obliczania błędów standardowych zastosowane według Penrose'a [26].

niu niż inne pary rodzeństwa, podlegają wpływom identycznych czynników środowiskowych przed urodzeniem [26].

Dla pełniejszej genetycznej oceny badanych cech wykonano porównanie wartości wskaźnika  $h^2$  z wynikami korelacji anatomicznych [15]. Wyniki tego porównania wskazują, że najogólniej biorąc, cechy dermatoglify o wyższej odziedziczalności mają tendencję do niezależnego występowania, natomiast cechy o niskiej odziedziczalności są częściej dodatnio skorelowane z innymi elementami w obrębie dłoni, stopy lub naprzemiennie (ryc. 7).



Ryc. 7. Stopień odziedziczalności ( $h^2$ ) poszczególnych pętlic dłoni (a) i stopy (b) oraz trójpromienia  $t$  w zestawieniu z wynikami korelacji

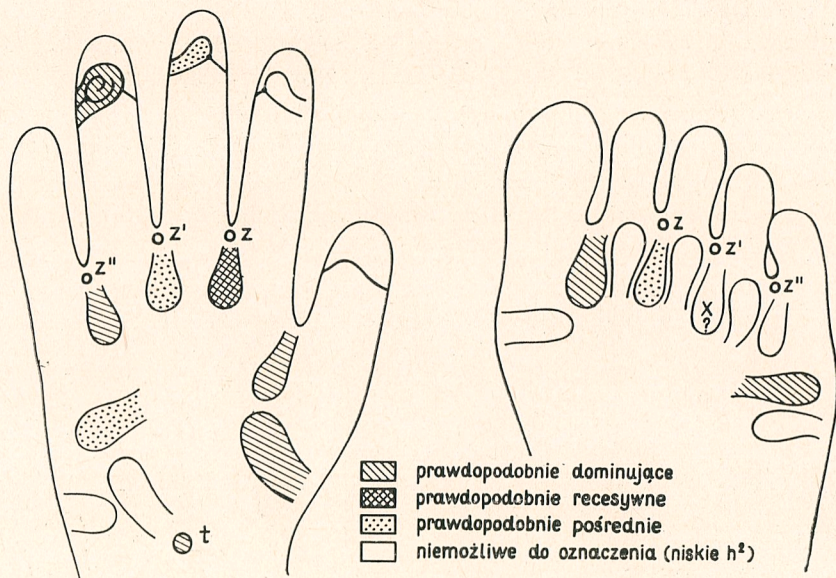
$\hat{II} \quad III \quad \hat{III}$  — występowanie pętlic  $\hat{II}, III, \hat{III}$  jest istotnie skorelowane  
 $\hat{I} \quad II \quad \hat{II}$  — występowanie pętlic  $\hat{I}$  i  $\hat{II}$  jest istotnie skorelowane



## SPOSÓB DZIEDZICZENIA.

Wskaźnik dominacja — recesywność,  $(dr)^2$ , określa się celem uzyskania informacji na temat względnej proporcji dominujących lub recesywnych genów w systemie wielogenowym. Waha się on teoretycznie w granicach od 0 do 1 i jest miarodajny tylko wówczas, kiedy stopień odziedziczalności jest stosunkowo wysoki i wynosi co najmniej 0,5. Wskaźnik  $(dr)^2$  obliczono tu wprawdzie i podano w tabeli 5 dla wszystkich cech, jednak ocena jego była możliwa tylko w nielicznych przypadkach. Interpretację współczynnika  $(dr)^2$  utrudnia ponadto stosunkowo wysoki błąd standardowy (tabela 6).

Oceny współczynnika  $(dr)^2$ , zależnie od częstości genu, dokonano zgodnie z metodą zastosowaną uprzednio [13] i sugestiami Penrose'a [26], biorąc za podstawę częstość występowania badanej cechy. Wyniki, które schematycznie przedstawiono na ryc. 8 nasuwają przy-



Ryc. 8. Postulowany sposób dziedziczenia poszczególnych cech dłoni (a) i stóp (b) oparty na wskaźniku  $(dr)^2$  i częstości ich występowania

Porównanie tych danych z wynikami w tabelach 3 i 4 nasuwa przypuszczenie, że niskie wartości korelacji rodzice—dzieci, uzyskane dla niektórych cech zamieszczonych na rycinie, można przypisać efektowi dominacji

puszczenie, że większość cech, u których można było dokonać oceny  $(dr)^2$  dziedziczy się dominująco, a tylko dłoniowa pętlica II — recesywnie. Stwierdzenie tendencji dominującej czy recesywnej w sposobie dziedziczenia nie jest jednoznaczne z pojęciem dziedziczenia jednogenowego, a świadczy tylko o przeważającej proporcji genów o danych właściwościach, warunkujących wystąpienie badanej cechy. Jednakże w stosunku do niektórych cech, jak na przykład pętlicy palucho-



wej  $I$  na stopie, można podejrzewać istnienie pojedynczego genu dominującego, bowiem obydwa wskaźniki  $h^2$  i  $(dr)^2$ , są wysokie [25]. W przypadkach krańcowo odmiennych, gdzie zestawienie wartości wskaźnika  $(dr)^2$  z częstością takich cech, jak pętlica  $III$  na dłoni czy pętlice łokciowe na opuszkach palców wskazywało na dziedziczenie pośrednie, można sądzić, że proporcja genów dominujących i recesywnych w systemie wielogenowym, warunkującym wymienione cechy, jest mniej więcej jednakowa. Cechą budzącą szczególne wątpliwości w ocenie jest pętlica dłoniowa  $\hat{H}$ . W badaniu wstępnym, wykonanym na mniejszej grupie [13] oraz później w badaniach Barnicota tą samą metodą na odmiennej populacji [1] stwierdzono wysoki stopień odziedziczalności tej cechy; całość wyników analizy genetycznej nasuwała ponadto przypuszczenie, iż cecha ta może dziedziczyć się za pośrednictwem pojedynczego genu. Dane, uzyskane obecnie na większym materiale, nie potwierdzają w pełni wyników poprzednich, co dowodzi zarówno trudności w ocenie omawianych wskaźników, jak i konieczności ostrożnej interpretacji wyników, ze względu na znaczną, przypadkową zmienność współczynników korelacji genetycznych od próby do próby.

Wydaje się, że opierając się na wskaźnikach wpływu genów, sprzężonych z chromosomem  $X$ , brak przekonujących dowodów na postulowanie dziedziczenia sprzężonego z płcią; bliższa ocena tych wskaźników jest trudna dla większości cech zarówno ze względu na zbyt niski stopień odziedziczalności, jak i na przypuszczalnie duży błąd standardowy. Można jedynie przypuszczać, opierając się na szczegółowych danych, podanych uprzednio [15], że w dziedziczeniu pętlicy  $III$  na stopie pewne znaczenie mogą mieć geny, sprzężone z chromosomem  $X$ .

#### OMÓWIENIE

Przedstawione badania, zapoczątkowane w 1971 roku [13], są pierwszą próbą określenia właściwości genetycznych niemierzalnych cech dermatoglifów opartą na analizie korelacyjnej. Po raz pierwszy również zastosowano metody, prowadzące do ustalenia stopnia odziedziczalności i sposobu dziedziczenia badanych cech na drodze analizy współczynników korelacji pomiędzy krewnymi. Stąd, wobec braku danych porównawczych, interpretacja wyników nie jest łatwa, tym bardziej, iż badane cechy — listewki skórne, mają szczególne właściwości i podlegają w swoim rozwoju złożonemu, genetycznemu i niegenetycznemu wpływowi. Na podstawie uzyskanych wyników można sądzić, iż zbadane elementy układu listewek skórnych dłoni i stóp są w znacznym stopniu zróżnicowane pod względem wzajemnej wielkości tych wpływów, przy czym stopień odziedziczalności większości elementów pozostaje w wyraźnym związku z dwoma czynnikami. Pierwszy z nich to czas kształtowania się listewek w okresie życia płodowego. Wskaźnik  $h^2$  jest sto-



sunkowo najwyższy dla wzorów na opuszkach palców, ujętych sumarycznie (średnio 0,50), nieco niższy dla cech w obrębie dłoni (średnio 0,43) oraz wyraźnie niższy dla dermatoglifów stóp (0,27). Prawdopodobnie ta odpowiada kolejności rozwoju tych cech w życiu płodowym: listewki skórne na stopie kształtują się nieco później niż listewki dłoni i opuszek palców. Na możliwą zależność tego typu w stosunku do dermatoglifów opuszek palców i dłoni zwrócono już uwagę poprzednio [10]. Większym udziałem komponenty niegenetycznej w kształtowaniu się układów listewek na stopie można, jak się wydaje, wytłumaczyć bardzo znaczną zmienność pod względem globalnych wzorów na stopie, stwierdzaną w populacjach prawidłowych [17, 27].

Stwierdzono równocześnie dość wyraźną zależność stopnia odziedziczalności od położenia danego elementu, szczególnie w obrębie stopy; pętlice, położone w części centralnej stopy odznaczają się znacznie niższymi wskaźnikami aniżeli pętlice, położone w częściach obwodowych. Zjawisko to można by wiązać z niejednoczesnym kształtowaniem się poduszek płodowych w obrębie poszczególnych obszarów dłoni czy stopy, nie można jednak wyłączyć możliwości bardziej złożonych mechanizmów.

Pewne znaczenie w interpretacji uzyskanych wskaźników odziedziczalności może mieć również fakt, że cechy, dla których otrzymano stosunkowo najwyższe wartości, odznaczają się stosunkowo wysoką częstością występowania w prawidłowej populacji.

Topologicznie istotne elementy układu listewek skórnych różnią się także między sobą pod względem ich wzajemnych związków, przy czym, zgodnie z przesłankami teoretycznymi, elementy skorelowane dodatnio z innymi w obrębie dłoni lub stopy, odznaczają się, średnio, niższym stopniem odziedziczalności. Elementy układu anatomicznie niezależne lub ujemnie skorelowane z innymi, wykazują na ogół wyższy stopień odziedziczalności. Tak więc wykazano empirycznie, że wyniki, dotyczące współzależności w występowaniu poszczególnych elementów układu listewek mogą być użyteczne zarówno w doborze cech do analizy genetycznej, jak i w interpretacji jej wyników.

Zbadane cechy różnią się ponadto między sobą pod względem rodzaju czynnika genetycznego, warunkującego ich ukształtowanie. Wydaje się, że dla wzorów na opuszkach palców można by, zarówno opierając się na wynikach obecnej pracy, jak i danych, uzyskanych dla całkowitej liczby listewek [10], postulować wielogenowy, addytywny charakter komponenty genetycznej; jedynie w przypadku całkowitej liczby wzorów na opuszkach palców, uzyskane dane świadczą o istnieniu pewnej przewagi genów dominujących w systemie wielogenowym. Addytywny sposób dziedziczenia można by również postulować dla pewnych grup



elementów na dłoni lub stopie, jak na przykład pętlic dystalnych dłoni ( $II$ ,  $III$ ,  $H$ ) lub proksymalnych stopy ( $\hat{II}$ ,  $\hat{III}$ ,  $\hat{IV}$ ). Elementy te, szczególnie na stopie, są silnie ze sobą skorelowane, a stopień dziedziczalności jest nieco większy dla ich sumy niż dla elementów badanych pojedynczo. Niezwykle złożony problem charakteru komponenty genetycznej w odniesieniu do tych cech wymagałby dalszego wyjaśnienia z pomocą analizy genetycznej kompleksów elementów układu listewek w różnych wzajemnych kombinacjach.

Bardziej jednoznaczne wyniki uzyskano dla szeregu pozostałych cech. Można postulować dominujący tryb dziedziczenia dla pętlic  $I+I'$  i  $IV$  oraz trójpromienia  $t$  na dłoni, oraz dla pętlic  $I$  i  $\hat{V}$  na stopie, a recesywny — dla pętlic dłoniowych  $II$  i prawdopodobnie  $\hat{H}$ . Dla ostatniej uzyskano obecnie nieco odmienne wyniki w porównaniu z badaniem poprzednim [13]. Świadczy to niewątpliwie o konieczności dokonywania ostatecznej oceny właściwości genetycznych cech, badanych z zastosowaniem analizy korelacyjnej opierającej się na wynikach uzyskanych z kilku prób; współczynniki korelacji odznaczają się bowiem znaczną przypadkową zmiennością.

Na podstawie uzyskanych obecnie wyników nie można wyłączyć możliwości, iż niektóre cechy zdeterminowane są wpływem pojedynczego lub nieznaczonej liczby genów. Pętlicę  $I$  na stopie, pętlicę  $IV$  oraz trójpromień  $t$  na dłoni cechuje wysoki stopień dziedziczalności, wyraźnie zdeterminowany sposób dziedziczenia oraz brak asocjacji z innymi cechami na dłoni i stopie. Sytuacja pętlicy  $\hat{V}$  na stopie nie jest jeszcze pod tym względem jasno określona. Bezpośredni i pewny dowód na obecność pojedynczego genu można uzyskać, w przypadku cech dermatoglifów, jedynie w oparciu o stwierdzenie sprzężenia genetycznego z innymi cechami, uwarunkowanymi wpływem pojedynczego genu. Stąd następnym etapem badań będą próby wykrycia sprzężeń genetycznych wybranych elementów układu listewek skórnych z grupami krwi.

Analiza korelacyjna jest zasadniczym, chociaż nie jedynym sposobem badania właściwości genetycznych listewek skórnych. Cenne informacje z tego zakresu można uzyskać badaniem zmienności wewnątrzpopulacyjnej w populacjach o różnym stopniu heterogenności, oraz zmienności między populacjami mniej lub bardziej odległymi od siebie. Dla tych badań celowe wydaje się porównanie globalnych wzorów na dłoniach i stopach, których opis umożliwiła metoda topologicznej klasyfikacji. Zestawienie globalnych opisów układu listewek skórnych dłoni i stóp u wszystkich osobników populacji pochodzących z dwóch odrębnych regionów Polski, przedstawiono w oddzielnej publikacji [17]. Wyniki porównania częstości globalnych wzorów na dłoniach i stopach między tymi populacjami dostarczają nowych, interesujących informacji, dotyczących właściwości genetycznych różnych typów kombinacji cech.



## WNIOSKI

1. Zbadane cechy dermatoglifów odznaczają się wybitną różnorodnością, zarówno pod względem stopnia odziedziczalności, jak i sposobu dziedziczenia. Najwyższy stopień dziedziczalności stwierdzono w przypadku sumy pętlic i wirów na opuszkach palców, pętlicy paluchowej *I* oraz trójpromienia *t* na dłoni, najniższy — w przypadku pozostałych cech na stopie; cechy dłoni zajmują pod tym względem pozycję pośrednią. Stopień dziedziczalności cech pozostaje w pewnym związku z okresem ich ukształtowania, położeniem w obrębie dłoni czy stopy oraz częstością występowania w prawidłowej populacji.

2. Cechy dermatoglifów są również zróżnicowane pod względem ich wzajemnych związków; właściwość ta może być wykorzystana przy interpretacji wyników analizy genetycznej.

3 U większości cech, badanych w kierunku względnej przewagi genów dominujących czy recesywnych, istnieją dowody na dominujący lub pośredni tryb dziedziczenia; sposób recesywny można postulować jedynie dla pojedynczych cech w obrębie dłoni, tj. pętlicy *II* i przypuszczalnie pętlicy kłębika małego palca  $\hat{H}$ .

4. Dziedziczenie większości zbadanych cech, w szczególności wzorów na opuszkach palców, pętlic *II*, *III* i *H* na dłoni oraz położonych centralnie pętlic stopy, opiera się przypuszczalnie na kompleksach wielogenowych. Równocześnie nie można wykluczyć możliwości, iż takie cechy jak pętlica *I* na stopie oraz pętlica *IV* i trójpromień *t* na dłoni zeterminowane są działaniem pojedynczego lub niemal pojedynczego genu.

5. Topologiczna klasyfikacja cech dermatoglifów umożliwiła dokonanie ich analizy genetycznej na podstawie metod, stosowanych w genetyce cech ilościowych.

\* \* \*

Autor składa podziękowanie Profesorowi C. A. B. Smith z Galton Laboratory, University College London, za konsultację matematyczną i opracowanie programów dla komputera oraz Docentowi dr hab. N. Wolańskiemu z Zakładu Ekologii PAN za umożliwienie zebrania materiału odcisków dłoni i stóp.

## PIŚMIENNICTWO

1. Barnicot N. A., Mukherjee D. P., Woodburn J. C., Bennett F. J.: *Human Biology*, 1972, **44**, 621. ★
2. Bocheńska Z.: *Mat. Prace Antrop.*, 1964, **65**, 123. ★
3. Bonnevie K.: *J. Genet.*, 1924, **15**, 1. ★
4. Cummins H.: *Amer. J. Anat.*, 1926, **38**, 89. ★
5. Cummins H. and Midlo C.: *Finger Prints, Palms*



- and Soles. Philadelphia: Blakiston, 1943. ★ 6. Elderton E. M.: *Biometrika*, 1920, 13, 57. ★ 7. Galton G.: *Finger Prints*, London, Macmillan, 1892. ★ 8. Gąsiorowski A.: Ann. Universitat. M. Curie-Skodowska, Lublin-Polonia, Sectio C. 1965, 20, 270. ★ 9. Gladkova T. D.: *Kožnyje uzory kisti i stopy obezjan i czelowieka*, Moskwa, Nauka, 1966. ★ 10. Holt S. B.: *The Genesis of Dermal Ridges*, Charles C. Thomas, Springfield, Illinois, 1968. ★ 11. Holt S. B.: *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 1972, June, 227. ★ 12. Kloepfer H. W. i Cummins H.: Proc. IInd Internat. Cong. Hum. Genet., Rome, 1961, 3, 1491, Rome: Istituto G. Mendel. ★ 13. Loesch D.: Ann. Hum. Genet., 1971, 34, 277. ★ 14. Loesch D.: Hum. Biol., 1971, 43, 295. ★ 15. Loesch D.: Ann. Hum. Genet., 1974 37, 405. ★ 16. Loesch D.: *Genetics of palmar and sole dermatoglyphics*, w: *Hautleisten und Krankheiten*, 1975 (w druku). ★ 17. Loesch D.: *Dermatoglyphic studies*, w: *Studies in Human Ecology*, 2, Warszawa, PWN, 1974 (w druku). ★ 18. Loth E.: *Zeitschr. f. Morph. u. Anthropol.*, 1910, 13, 77. ★ 19. Łasiński W.: *Folia Morphol.*, 1950, 1 (9), 417. ★ 20. Łasiński W.: *Przeg. Antropol.*, 1952, 18, 159. ★ 21. Miki M.: *J. Kumamoto Med. Soc.*, 1971, 45, 1041. ★ 22. Morisaki Y.: *Jap. J. Leg. Med.*, 1971, 25, 126. ★ 23. Orczykowska-Świątkowska Z.: *Mat. Prace Antrop.*, 1964, 65, 91. ★ 24. Penrose L. S.: *Nature*, 1965, 205, 544. ★ 25. Penrose L. S. *Notes on the interpretation of intrafamilial correlation coefficients*, Appendix, Ann. Hum. Genet. 1971, 34, 291. ★ 26. Penrose L. S.: *Genetical studies in dermatoglyphics*, 1971, (praca nie opublikowana). Streszczenie w: *Internat. Dermatoglyph. Assoc., News Bulletin*, 1972 (Czerwiec), str. 16. ★ 27. Penrose L. S. i Loesch D.: *Hum. Biol.*, 1969, 41, 427. ★ 28. Penrose L. S. i Loesch D.: *J. ment. Defic. Res.*, 1970, 14, 111. ★ 29. Rife D. G. i Bansal P.: Proc. IInd Internat. Cong. Hum. Genet., Rome, 1961, 3, 1506, Rome: Istituto G. Mendel. ★ 30. Sekla B.: Proc. IInd Internat. Cong. Hum. Genet., Rome. 1961, 3, 1507, Rome: Istituto G. Mendel. ★ 31. Weninger M.: *Mitt. Anthr. Ges., Vien*, 1935, 55, 182. ★ 32. Weninger M.: *Mitt. Öster. Ges. Anthr., Ethnol. und Prähist.* 1947, 73, 55. ★ 33. Wołockoj M. W.: *Antrop. Żurnał*, 1937, No 3, 41.

RECHERCHES SUR L'INHÉRENCE GÉNÉTIQUE DES SYSTÈMES  
DERMATOGLYPHIQUES PALMAIRES ET PLANTAIRES

par DANUTA LOESCH

L'auteur présente dans ce travail les résultats d'analyse génétique des traits des dermatoglyphes, classifiés d'après la nouvelle méthode topologique, proposée par Penrose et Loesch.

STUDIES ON THE GENETICAL PROPERTIES OF PALMAR AND SOLE  
DERMATOGLYPHICS

by DANUTA LOESCH

The paper presents the results of genetical analysis of dermatoglyphic characters, as classified by the new topological method, introduced by Penrose and Loesch.

Firstly, the difficulties in genetical analysis of non-metrical dermatoglyphic characters and the limitations of the traditional classification methods in this respect, concerning particularly sole patterns, are pointed out.



Then, the principles of the alternative method of classification are briefly explained. This method is based on the topological formula of Penrose [24] and includes only topologically significant pattern elements, which are the two complementary pattern types— loops and triradii, as shown in Fig. 1. Loops are classified according to the area in which they occur and to the direction of their cores, and arranged in an individual description of pattern in a numerical order; as to the triradii, the traditional nomenclature has been preserved as far as possible and, in an individual description, they are arranged in alphabetical order and follow the loops. All topologically significant pattern elements, as classified by the new method, are illustrated in Fig. 2; comparison between the traditional and topological description of palmar and sole patterns, is presented in Fig. 3, and a description of complex patterns on the palm and the sole is shown in Fig. 4.

More detailed explanation of the topological method of classification has been presented elsewhere [27, 28].

The main advantage of the new method in genetical studies is that it diminishes the number of possible combinations of pattern elements; on the other hand, it enables the characters, classified by this method, to be expressed in a quantitative form for the purpose of correlational analysis, and, at the same time, in a form, suitable for the computer.

Results of correlational analysis, presented here, included: a) intercorrelations between pattern elements on palms and soles, b) cross-correlations between pattern elements of palms and soles and c) familial correlations of selected dermatoglyphic characters on palms and soles. The methods of genetical analysis, applied here, have been explained elsewhere [13, 15].

The material for the present study consisted of palm and finger-prints of 414 families (1902 individuals) and of sole prints of 189 families (728 individuals), all of Polish origin. Mean number of children per family was 2.9.

The results of correlations between loops and triradii are schematically presented in Fig. 5; the results have revealed those triradii which are complementary to the respective loops. The results of intercorrelations between palmar (a) and sole (b) loops are presented in Table 1 (sexes combined); cross-correlations between pattern elements of palms and soles are illustrated in Fig. 6. The results have shown that there is a considerable variety of loops and triradii with regard to their interrelations with the other loops or triradii on palms and soles.

Table 2 presents the results of cross-correlations between combined loops of palms and soles which indicate the interrelationship between the distal loops of palms and soles and between the proximal loops of palms and soles.

The results of family correlations for dermatoglyphic pattern elements are presented in Table 3 — for palms and finger-tips and in Table 4 — for soles. In Table 5 — the values of heritability index ( $h^2$ ), dominance-recessivity index ( $dr^2$ ) and total sex influence (X and Y) indices are given. They all indicate a considerable differentiation of topologically significant pattern elements in respect of heritability, sole characters having, on the whole, lower heritability indices than those of palms and finger-tips.

It had been shown previously (15) that, as illustrated in Fig. 7, the characters with low heritability tend, on the whole, to be more intercorrelated than those with relatively higher heritability (only significant correlations are indicated).

Mode of inheritance was estimated on the basis of ( $dr^2$ ) index, considering a frequency of the character tested, using the method, as previously explained (13). A possible mode of inheritance of selected characters is shown in Fig. 8. Some loops (blank) have not been suitable for testing the mode of inheritance because of their low heritability. Some dominance has been detected for the



most of characters studied, such as  $I$  and  $I^r$  and  $IV$  palmar loops and the  $t$  tri-radius, and for  $I$  and  $\hat{V}$  sole loops, and some recessivity — only for the palmar loop  $II$ . Loops  $III$ ,  $H$  on palms and the sum of the ulnar loops on finger-tips seem to occupy an intermediate position.

However, these results should be considered approximate, considering also the high values of standard errors — as shown in Table 6.

In the comments, the difficulties in the interpretation of the results of genetical analysis are pointed out and a possible relationship of the heritability with the position of a given pattern, the time of its formation in foetal life and some other factors, is postulated.

It has also been suggested that, although the inheritance of the majority of characters studied is probably polygenic, it cannot be excluded that a few characters on palms and soles may be determined by single loci on account of both, high heritability and dominance-recessivity indices, and lack of the anatomical relationship with the other loops.