MARCIN CZERWIŃSKI¹, URSZULA GLENSK²

¹Laboratorium Glikobiologii

Instytut Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN im. Ludwika Hirszfelda
ul. Rudolfa Weigla 12, 53-114 Wrocław

²Instytut Dziennikarstwa i Komunikacji Społecznej

Uniwersytet Wrocławski

ul. Joliot-Curie 15, 50-383 Wrocław

E-mail: marcin.czerwinski@hirszfeld.pl

urszula.glensk@uni.wroc.pl

„MIKROSKOPÓW NIE TRZYMA SIĘ W SZAFIE” – O DOKONANIACH LUDWIKA HIRSZFELDA

Ludwik Hirszfeld w czasie pobytu w Szwajcarii.

Ludwik Hirszfeld (1884-1954),

lekarz, immunolog i mikrobiolog. Wraz z Emilem von Dungernem wykazali, że grupy krwi są cechami dziedzicznymi i zaproponowali obowiązujące do dziś nazewnictwo

grup krwi układu ABO. Odkryli też grupy A₁ oraz A₂ i stwierdzili, że częstość ich występowania jest różna w zależności od grupy etnicznej. W latach międzywojennych Hirszfeld brał udział w organizacji Państwowego Zakładu Higieny w Warszawie. Po II wojnie światowej jako pierwszy w Polsce wykorzystał teorię konfliktu serologicznego i zastosował ją w praktyce klinicznej, co uratowało życie ponad 200 dzieci. Był twórcą i pierwszym dyrektorem Instytutu Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN, obecnie nazwanego jego imieniem.

Ludwik Hirszfeld (1884-1954),

a physician, immunologist and microbiologist. Together with Emil von Dungern he showed that blood groups are inheritable, and established the terminology of ABO system. He also discovered A₁ and A₂ blood groups, and proved that blood group frequency depends on ethnicity. In the years between the wars, he organized the National Institute of Hygiene in Warsaw. After World War II he was the first in Poland to use the theory of serological conflict and implemented it in clinical practice, saving life of over 200 children. He was also the founder and first director of the Hirszfeld Institute of Immunology and Experimental Therapy, Polish Academy of Sciences.

WSTĘP

Ludwik Hirszfeld urodził się w Warszawie 5 sierpnia 1884 r. W Łodzi skończył szkołę, a w Berlinie studia medyczne. Nie leczył, lecz badał i szukał odpowiedzi na pytania związane z mikrobiologią, immunologią i serologią.

Erudyci, nawet jeśli zupełnie nie interesują się medycyną, zwykle wiedzą kim był Hirszfeld. Jego osiągnięcia są znane, przynajmniej wśród mieszkańców miast, w których pracował, ponieważ istnieją tam ulice jego imienia. We Wrocławiu niemal wszyscy orientują się, gdzie leży plac Hirszfelda i co jego patron zrobił, aby odtworzyć po wojnie szkolnictwo medyczne i opiekę zdrowotną w zrujnowanym mieście. Znany jest też w Lublinie, gdzie organizował uniwersytet i był jego prorektorem, chociaż spędził w tym mieście zaledwie kilkanaście miesięcy od połowy 1944 r. Rola Hirszfelda została tam doceniona, bo uformował pierwszy rocznik tamtejszych studentów medycyny, na skrawku państwa proklamowanego przez PKWN i względnie wolnego od okupacyjnego terroru. Wydział lekarski powstawał w warunkach polowych, ale pozwolił wielu młodym ludziom na rozpoczęcie studiów.

Kolejna ulica imienia Hirszfelda, na warszawskim Ursynowie, przypomina mieszkańcom stolicy, że współtworzył Państwowy Zakład Higieny, wielką instytucję sanitarną międzywojennej Polski, którą można wymieniać tuż obok takich osiągnięć tamtego czasu jak budowa portu w Gdyni. Przepływ statków z towarami jest może bardziej spektakularny niż kontrola rozprzestrzeniania się bakterii i epidemii, ale rola tych przedsięwzięć w postępie cywilizacyjnym Drugiej Rzeczypospolitej wydaje się porównywalna.

Jeśli zastanowić się nad obecnością Hirszfelda w Warszawie, Lublinie czy we Wrocławiu, to widać nie tylko trwały ślad, jaki odcisnął w tych miejscach, ale także rys osobowości uczonego – skłonność do podejmowania ryzykownych działań i odwagę prekursora, idealisty i marzyciela (to ostatnie określenie chętnie sam sobie przypisywał). Meldował się zawsze w miejscach niepewnych i zrujnowanych, a w pierwszej połowie XX w. dyktatorzy dbali o to, aby nie brakowało pogorzelisk i skutecznie dewastowali to, co wcześniej zbudowano. Warszawa w 1919 r. była miejscem niestabilnym, podobnie jak Lublin w 1944 r. i Wrocław w 1945 r. Nie dziwi więc, że wysiłki uczonego zostały w tych miastach uhonorowane nazwami ulic. Jednak nie skłonność do podejmowania ryzykownych przedsięwzięć jest przyczyną, dla której wspominamy Hirszfelda, ale jego wkład w postęp nauk medycz-

nych, mierzony nie skalą polskich ośrodków naukowych, ale europejskich.

Pozycja naukowa Hirszfelda nie zmienia faktu, że pytanie, jakie odkrycia naukowe należy mu przypisać, przysparza trudności nawet specjalistom badającym historię medycyny. Wiele osób powtarza błędną informację, że Ludwik Hirszfeld odkrył grupy krwi. To fałszywe stwierdzenie łatwo jest obalić, choćby poprzez chronologiczne poukładanie przełomowych odkryć w naukach biologicznych.

POCZĄTEK

Kiedy Karl Landsteiner zauważył i opisał zjawisko aglutynacji czerwonych krwinek (LANDSTEINER 1900), Hirszfeld miał zaledwie 17 lat, właśnie skończył szkołę w Łodzi i wyjeżdżał na studia do Niemiec. Zapisał się na Uniwersytet w Würzburgu, skąd szybko przeniósł się do Berlina. Wciąż wahał się co do wyboru kierunku edukacji. W 1904 r., a więc cztery lata po odkryciu Landsteinerja, przerwał na jeden semestr medycynę i rozpoczął studia filozoficzne, uwiedziony słynnymi wykładami Georga Simmela, który młodemu Hirszfeldowi wydawał się „bogiem czystego intelektu”. Być może fascynacja profesorem związana była także z podobieństwem sytuacji społecznej i wyborami tożsamościowymi, jakich dokonały rodziny Simmlów i Hirszfeldów; obie miały żydowskie korzenie i przeszły na chrześcijaństwo. Po semestrze studiów humanistycznych Hirszfeld wrócił na medycynę, choć nie zaniechał swoich pisarskich i filozoficznych zainteresowań, które wyraźnie wpłynęły na jego późniejsze prace naukowe i publikacje wspomnieniowe. Hirszfeld więc dopiero studiował, kiedy w Wiedniu Karl Landsteiner opisał grupy krwi, czyli zdołał wyjaśnić, dlaczego niektóre transfuzje krwi kończą się śmiercią pacjentów, a inne powodzeniem i poprawą stanu chorych (LANDSTEINER 1901). Wyjaśnienie tego problemu było przełomem, na którym opierano kolejne odkrycia. Niezależnie od Landsteinerja do tych samych wniosków doszli Jan Jansky (JANSKY 1907), Ludvik Hektogen (HEKTOGEN 1907) oraz William Lorenzo Moss (MOSS 1910). Badacze ci wykazali, że ludzi można podzielić na grupy w zależności od aglutynacji krwinek, ale nie zajmowali się genetycznymi podstawami tego zjawiska.

Odkrycie grup krwi miało fundamentalne znaczenie dla praktycznego zastosowania transfuzji krwi (pierwsze świadome przetaczanie krwi zgodne z grupami miało miejsce w 1914 r.). Grupy krwi były też pierwszym polimorfizmem genetycznym opisanym u człowieka (SMOLAREK i współaut. 2008).

PIERWSZE ODKRYCIA

Tymczasem Hirszfeld w Berlinie skończył studia i obronił doktorat, będący w pruskim systemie częścią studiów medycznych. Dyseratacja dotyczyła fizykalnych aspektów hemaglutynacji (HIRSCHFELD 1907). Praca nad rozprawą wymagała nakładów finansowych, bo studenci musieli przeprowadzać eksperymenty medyczne na własny koszt. Młodemu badaczowi pomogła wówczas żona Hanna Hirszfeldowa, która swoje studia lekarskie rozpoczęła we Francji, ale po kilku semestrach spędzonych w Montpellier przyjechała do Berlina, gdzie udzielała korepetycji, mogła też liczyć na pomoc finansową matki Sary Belin, wdowy po majątnym ortodoksyjnym Żydzie z Łodzi. Równocześnie Hanna kontynuowała własne studia medyczne, napisała dwa doktoraty, po latach została wybitną profesorką pediatrii.

Ślub wzięli w 1905 r., a dwa lata później wyjechali do Heidelbergu. Ludwik Hirszfeld podjął pierwszą pracę jako asystent w Instytucie Badania Raka w Zakładzie Parazytologii, ponieważ rozważano wówczas teorię, że przyczyną raka mogą być pasożyty. Po kilkunastu miesiącach przeniósł się do Zakładu Serologii i podjął współpracę z Emilem von Dungernem. Był to ważny etap rozwoju naukowego Hirszfelda, formujący nie tylko jego zainteresowania serologiczne, ale także pewną filozofię poszukiwań naukowych. To w Heidelbergu, w akademickiej dolinie nad Neckarem, zrozumiał, że „nauki nie robi się na ponuro ani na rozkaz, (...) że w idei naukowej żyje i radość życia, i podziw dla piękna, i protest przeciwko śmierci, i chęć trwania, i pytanie rzucone naturze, i chęć doznania, i ciekawość głębi. Nie ma tylko ani wielkości państwowej, ani nienawiści rasowej, ani wodza, ani rozkazu. Bo rozkazy są potrzebne żołdakom nauki, a nie duchom wolnym i tworzącym” (HIRSZFELD 1946). Była to jedna z filozofii naukowych Hirszfelda, który uważał, że badania akademickie nie mogą być przeprowadzane pod presją czasu czy oczekiwań ekonomicznych. Chronienie swobody naukowej, a także nieskrępowane rozwijanie własnych pasji badawczych było podstawową metodologią pracy Hirszfelda bez względu na to, czy zajmował się serologią, immunologią, bakteriologią czy higieną. W pracowni von Dungerna, który był z wykształcenia weterynarzem, Hirszfeld pracował zaledwie dwa lata, ale razem odkryli i opisali zasadę dziedziczności grup krwi. Próbowali zrozumieć ten proces badając psy, ale niepewne pochodzenie zwierząt uniemożliwiło wykonanie wiarygodnych badań, dlatego postanowili poddać testom serologicznym mieszkańców Heidelbergu. Przebadali 348

osób należących do 72 rodzin i wykazali, że grupy krwi są cechami dziedzicznymi i dziedziczą się zgodnie z prawami Gregora Mendla, na którego pracę (MENDEL 1866) powoływali się w swojej publikacji. Ponadto wykazali, że grupy A i B stanowią cechy dominujące, a O jest cechą recesywną (w języku Hirszfelda nazywaną „ustępującą”). Cecha recesywna ujawnia się jedynie wtedy, gdy nie towarzyszy jej allel (gen) dominujący. Wprowadzili własne nazewnictwo grup krwi: podczas gdy Landsteiner używał liter A, B i C, a kolejni badacze rzymskich cyfr, Hirszfeld i von Dungern zaproponowali klasyfikację literową A, B i O (od niemieckiego *ohne* czyli bez). Przez pewien czas oznaczenie O było w artykułach Hirszfelda stosowane wymiennie z liczbą 0 (DUNGERN VON i HIRSZFELD 1910). Ten brak konsekwencji można do dziś zauważyć w publikacjach medycznych (PIERCE i REID 2016).

Kilkanaście lat później zaproponowane przez badaczy z Heidelbergu nazewnictwo grup krwi zostało uznane za obowiązujące w świecie medycznym. Stało się to w Genewie podczas zjazdu Komitetu Higieny w Lidze Narodów w kwietniu 1928 r. Hirszfeld brał udział w obradach Komisji Standaryzacji, której był członkiem, i zdołał przekonać głosujących do przyjęcia proponowanych przez siebie kryteriów nazewnictwa. Do sukcesu w głosowaniu przyczynił się zapewne także Ludwik Rajchman, ówczesny przewodniczący Komitetu Higieny, a prywatnie kuzyn Hirszfelda. W Stanach Zjednoczonych nazewnictwo ABO zostało przyjęte (przy wsparciu Landsteinerja) przez National Health Council w 1927 r., chociaż wiele szpitali używało jeszcze terminologii Mossa, co często prowadziło do nieporozumień. Przełomem okazał się 1941 r.: w związku z przystąpieniem Stanów Zjednoczonych do wojny, potrzebne było jednoznaczne oznaczenie krwi przeznaczonej do transfuzji i wówczas Departament Wojny zdecydował o przyjęciu systemu Hirszfelda i Dungerna. Grupę krwi żołnierzy zaczęto też umieszczać na tzw. nieśmiertelnikach (PIERCE i REID 2016).

Problemy z zakresu genetyki nie wyczerpywały pytań naukowych podejmowanych w pracowni Dungerna. Był to czas, kiedy w medycynie było wszystko do odkrycia. Badacze szukali również „odczynów odpornościowych przeciwko komórkom rakowym”. Uzyskanie swoistych przeciwciał rozpoznających antygeny nowotworowe przy ówczesnym stanie technik laboratoryjnych było niemożliwe, ale intuicja nie zawiodła badaczy z Heidelbergu: antygeny te, zwane również markerami, są dziś powszechnie stosowane w diagnostyce onkologicznej. Dungern i Hirszfeld zastanawiali się także, w jaki sposób dałoby

się wpływać na zapłodnienie. Szukając sposobów antykoncepcji próbowali „uodpornić” samice królików na ciążę, używając tej samej techniki, co przy szczepieniu ochronnym. Wstrzykiwali plemniki pod skórę samic, a gdy okazało się, że zwierzęta mimo to zachodziły w ciążę, nie kryli rozczarowania brakiem skuteczności zastosowanej antykoncepcji. Większość tych eksperymentów nie przyniosła oczekiwanych wyników, natomiast trwałym rezultatem prac podejmowanych w Heidelbergu były ustalenia związane z dziedziczeniem grup krwi. Było to najważniejsze osiągnięcie w całej karierze naukowej Ludwika Hirszfelda (OKROI i MCCARTHY 2010, PIERCE i REID 2016).

Równocześnie badacze kontynuowali badania serologiczne. W 1911 r. opublikowali artykuł, w którym wykazali, że aglutynacja krwinek grupy A może być silna lub słaba, co skłoniło ich do zróżnicowania grupy A na dwie podgrupy, obecnie nazywane A_1 i A_2 (DUNGERN VON i HIRSCHFELD 1911). Publikacje te były początkiem badań nad układami grupowymi krwi. Dzięki późniejszym pracom Winifred Watkins i Waltera Morgana w Wielkiej Brytanii oraz Elvina Kabata w USA wiemy, że różnice między grupami krwi są spowodowane obecnością na powierzchni komórek różnych cukrów. W przypadku grupy A jest to *N*-acetylogalaktozamina, a w przypadku grupy B – galaktoza. Osoby o grupie O nie mają tych cukrów na powierzchni komórek (KABAT 1956, MORGAN 1960, WATKINS 1981). Cukry te są przyłączane do powierzchniowych białek i lipidów w wyniku działania enzymu nazywanego transferazą ABO, która w zależności od sekwencji aminokwasowej przyłącza *N*-acetylogalaktozaminę (grupa A) lub galaktozę (grupa B). Enzymy te można nazwać transferazami A i B, a geny je kodujące różnią się siedmioma punktowymi mutacjami, z których cztery powodują zmiany reszt aminokwasowych w łańcuchu polipeptydowym, ale tylko dwie prowadzą do zmiany swoistości enzymu (CZERWIŃSKI i KACZMAREK 2013). W przypadku grupy O, gen jest nieaktywny w wyniku znacznego skrócenia łańcucha polipeptydowego. Istnieją zatem trzy odmiany genów (allele): A, B i O. Teoria ta została po raz pierwszy zaproponowana przez Felixa Bernsteina (BERNSTEIN 1924). Hirszfeld był raczej zdania, że istnieją cztery allele (A, B, AB i O), ale w takim przypadku osoby o grupach AB i O mogłyby mieć dzieci z grupą O, co się nie potwierdziło (PARR 1929).

Dodatkową komplikacją o dużym znaczeniu klinicznym jest obecność w osoczu przeciwciał rozpoznających te antygeny. Zjawisko to, opisane już przez Landsteinerja powoduje, że przetoczenie krwi niezgodnej z grupą

Ryc. 1. Hanna Hirszfeld w czasie pobytu na Bałkanach. Prezentowane zdjęcia pochodzą z albumu Dominique'a Belina.

biorcy może wywołać ostrą reakcję przetoczeniową, mogącą prowadzić nawet do śmierci (DANIELS 2013).

BAŁKANY

Pracę w Heidelbergu Hirszfeld wspominał jako najbardziej twórczy czas swojej aktywności naukowej, niemniej w 1912 r. małżeństwo przeniosło się do Zurychu, gdzie Ludwik podjął pracę w Zakładzie Higieny Uniwersytetu Zuryckiego, a Hanna (Ryc. 1) w Klinice Dziecięcej. W Szwajcarii nie zostali długo, ponieważ trzy lata później, w czasie pierwszej wojny światowej, wyjechali na Bałkany, gdzie jako lekarze armii serbskiej zajęli się walką z epidemią tyfusu plamistego. Nie było to łatwe zadanie, bo w Serbii brakowało personelu medycznego i podstawowych środków dezynfekcyjnych, nie mówiąc już o lekach. Wyjazdowi Hirszfelda na front towarzyszyły plany naukowe. Podobnie jak wielu innych lekarzy odkrywców, chciał zobaczyć epidemię z bliska, więc zaangażował się w pracę w szpitalach i laboratoriach polowych. Na Bałkanach opisał dwa nieznane wcześniej szczepy bakterii, powodujące dur rzekomy A oraz dur rzekomy C, który wy-

Ryc. 2. Ludwik i Hanna Hirszfeldowie w towarzystwie pułkowników armii austriackiej.

wołuje bakteria nazwana później *Salmonella hirsfeldii* (HIRSCHFELD 1919).

Zajęcie Serbii przez armię Austro-Węgier (Ryc. 2) wymusiło powrót Hirszfeldów do Zurychu, jednak po kilku miesiącach ponownie wyjechali na front, tym razem do Salonik jako lekarze Sojuszniczych Armii Wschodu (Armées Alliées en Orient). Armie te, skierowane do Grecji w 1916 r. z inicjatywy premiera Francji Aristide'a Brianda, miały być zbrojnym ramieniem Ententy na Bałkanach. Służyli w nich żołnierze wielu narodowości,

co skłoniło Hirszfeldów do przeprowadzenia badań nad częstością występowania grup krwi układu ABO u osób o różnym pochodzeniu etnicznym. Były zakrojone na wielką skalę (ponad 8000 przypadków) i wykazały, że grupa A występuje częściej u Europejczyków (Anglicy: 46% A, 10% B), a grupa B u Azjatów (Hindusi: 27% A, 48% B). Wyniki początkowo próbowali opublikować w *British Medical Journal*, ale redakcja odrzuciła manuskrypt, argumentując że nie jest interesujący dla lekarzy. Artykuł ukazał się ostatecznie w *The Lancet* w 1919 r., i był pierwszym opracowaniem wykazującym zróżnicowaną częstość występowania grup krwi w różnych populacjach (HIRSCHFELD i HIRSCHFELD 1919) (Ryc. 3).

Ludwik Hirszfeld wysuwał wiele hipotez dotyczących przyczyn tego zróżnicowania, ale dziś uważa się, że zostały one spowodowane przede wszystkim presją ze strony patogenów, takich jak zarodźce malarii lub przecinkowce cholery (CZERWIŃSKI 2015).

Na Bałkanach Hirszfeldowie pracowali w skrajnie trudnych warunkach. W centrum epidemii organizowali pomoc medyczną i stworzyli laboratorium. Sami zdołali uniknąć wielu zagrożeń, choć nie wszystkich. Hirszfeld zachorował na malarię; ciężkim przeżyciem była też ewakuacja z serbskiego Va-

TABLE IV.—Showing the Percentage Frequency of A and B Serological Reactions in Various National Types.

Ryc. 3. Częstość występowania grup krwi A i B u ludzi o różnym pochodzeniu etnicznym (wg HIRSCHFELD i HIRSCHFELD 1919, reprodukowano za zgodą).

lieva do Albanii. W Salonikach dotrwali do końca wojny.

PAŃSTWOWY ZAKŁAD HIGIENY

Nastąpił czas powrotów z frontu. Mogli wracać do Zurychu albo przyjąć propozycję pozostania w nowoutworzonej Jugosławii, ale zdecydowali się na przyjazd do Polski po 17 latach spędzonych w różnych krajach Europy: w Niemczech, Szwajcarii, Serbii, Macedonii (Ryc. 4), na terenie dzisiejszej Grecji. Dołączyli w ten sposób do wielu ludzi, którzy w momencie odzyskania przez Polskę niepodległości, postanowili wrócić do kraju. Niejednokrotnie przerywali, jak Gabriel Narutowicz, swoje kariery akademickie, aby organizować życie w państwie, w którym co trzecia osoba nie umiała czytać ani pisać, a wyższe wykształcenie posiadało zaledwie 4% społeczeństwa. Wśród bliskich Hirszfeldom lekarzy na tego rodzaju gest pokoleniowy zdecydował się pediatra Henryk Brokman, z którym przyjaźnili się w Heidelbergu, czy wspomniany już kuzyn Ludwik Rajchman (później jeden z założycieli UNICEF-u). Wszyscy mieli pograniczną tożsamość kulturową, pochodzili ze zasymilowanych rodzin żydowskich i czuli się polskimi patriotami. Ludwik

Hirszfeld uzasadniał swój wybór przekonaniem, że w ojczyźnie ma się i przeszłość, i teraźniejszość, i przyszłość, a na emigracji tylko teraźniejszość. Hanna Hirszfeldowa była bardziej sceptyczna co do planu powrotu, komentowała jedynie, że zawsze decyduje ten, komu bardziej zależy. Doświadczenie, jakie nabyła w uniwersyteckich szpitalach dla dzieci w Niemczech i Szwajcarii, wykorzystwała w tworzonej na początku lat dwudziestych w Warszawie klinice pediatrycznej przy ulicy Litewskiej.

Ludwik Hirszfeld zajął się organizowaniem Zakładu Badania Surowic, który wkrótce został połączony z Centralnym Zakładem Epidemiologicznym, tworząc jedną instytucję naukowo-medyczną o nazwie Państwowy Zakład Higieny (PZH) (Ryc. 5). Rozbudowa i organizacja Zakładu, zlokalizowanego w Warszawie przy ulicy Chocimskiej 24, była możliwa dzięki Fundacji Rockefellera i innych funduszy amerykańskich, które wspierały polityczną koncepcję stworzenia kordonu sanitarnego, oddzielającego Europę środkową od objętego porewolucyjnym chaosem Wschodu. W zorganizowanym w imponującym tempie Zakładzie Higieny przystąpiono do monitorowania zagrożeń epidemiologicznych, szczególnie ognisk durów i czer-

Ryc. 4. Laboratorium bakteriologiczne w Macedonii.

Ryc. 5. Ludwik Hirszfeld w swoim gabinecie w PZH (lata międzywojenne).

wonki, produkowania surowic i szczepionek ochronnych (głównie „krowianki” przeciw ospie), a także rozwijano badania naukowe oraz szkolnictwo medyczne (utworzono Państwową Szkołę Higieny). Świadomość higieniczna w międzywojennej Polsce pozostawiała wiele do życzenia. Ówczesni publicyści pisali, że kelnerzy, którzy wycierają kieliszki plują na szkło, aby je dobrze wyczyścić, a klienci kupujący masło nabierają je palcem, aby sprawdzić, czy jest świeże.

W misji organizowania Państwowego Zakładu Higieny Hirszfeld zastępował Ludwika Rajchmana, oddelegowanego do Ligi Narodów przez Ignacego Paderewskiego, i pełnił obowiązki dyrektora do 1933 r. Kierował pracą kilkudziesięciu naukowców, którzy zajmowali się bakteriologią, wirusologią, immunologią, badaniem raka, a także szukali nowych, szybszych i łatwiejszych sposobów diagnozowania chorób zakaźnych, przede wszystkim kiły. Wśród jego współpracowników, Bronisława Fejginówna zajmowała się bakteriofagami, Wanda Halberówna pracowała nad odczynami immunologicznymi komórek nowotworowych i serologiczną diagnostyką raka, Helena Sparrow (współpracując z Charlesem Nicolle i Rudolfem Weiglem) szukała nowych metod szczepień przeciwko durowi plamistemu, natomiast Ludwik Anigstein opisywał choroby tropikalne, m.in. malarię występującą wtedy także w Polsce (ANIGSTEIN i HIRSZFELD 1921). Współautorem wielu opublikowanych prac był Ludwik Hirszfeld. Ogłaszali je w wielu językach, przede wszystkim po francusku, dzięki współpracy z Towarzystwem Biologicznym w Paryżu. Wyjeżdżali także na praktyki do filii Instytutu Pasteura w Tunisie (GROMULSKA 2014).

W szczególności istotnym dla Hirszfelda Oddziale Badania Surowic PZH prace nad grupami krwi były kontynuowane przez Różę

Amzelównę, Jerzego Morzyckiego i Różę Zajdel, natomiast Wanda Halberówna i Jan Mydlarski określali częstość występowania grup krwi w Polsce, co było kontynuacją badań populacyjnych prowadzonych przez Hirszfeldów w Salonikach. Halberówna i Mydlarski wykazali, że częstość występowania grupy A różni się w zależności od województwa: wynosiła ona od 32,2% w województwie lubelskim, do 46% w województwie krakowskim. Grupa B występowała z częstością od 16,9% (nowogrodzkie) do 23,7% (krakowskie) (HIRSZFELD 1934).

Amzelówna i Halberówna przeprowadzały prekursorskie analizy materiału biologicznego w celu ekspertyz kryminologicznych. W ówczesnych warunkach tylko w polowie przypadków można było określić grupę krwi osoby, od której pochodziła plama krwi (HIRSZFELD i AMZEL 1931). Najbardziej znanym przypadkiem były próby zidentyfikowania śladów biologicznych znalezionych na miejscu śmierci Lusi Zarembianki, córki znanego lwowskiego architekta. Oskarżoną w procesie poszlakowym była Rita Gorgonowa, a jednym z ekspertów sądowych został Ludwik Hirszfeld. Wykazał, że materiał dowodowy został zabezpieczony w niewłaściwy sposób i uznał, że na jego podstawie nie można budować oskarżenia. Gorgonowa została skazana na osiem lat więzienia (ŁAZAREWICZ 2018).

Ludwika Hirszfelda intrygowała także ewolucja grup krwi. Na jej użytek sformułował teorię plejad, zgodnie z którą cecha O jest częścią antygeny A i B (HIRSZFELD 1939). Dziś wiemy, że tak jest istotnie: antygen H (odpowiadający za grupę O) jest prekursorem antygenów A i B (KOŚCIELAK 2004, SMOLAREK i współaut. 2008).

W międzywojniu Hirszfeld był zajęty przede wszystkim pracą organizacyjną i wyznaczaniem kierunków badań prowadzonych w Państwowym Zakładzie Higieny. Wciąż najwięcej uwagi przykładał do serologii i immunologii, o czym świadczy tematyka publikowanych wówczas prac, a także jego wystąpienia na międzynarodowych kongresach. Referaty wygłaszane w Amsterdamie, Paryżu i Brukseli dotyczyły głównie problemów transfuzji krwi, seroantropologii i badań nad właściwościami grupowymi. Był dobrym mówcą. Jego wystąpienie w sądzie na procesie Gorgonowej wzbudziło entuzjazm Ireny Krzywickiej, zwykle zdystansowanej do tego, co mówili prominentni mężczyźni. Pisarka, słuchając ekspertyzy Hirszfelda zauważyła, że „zdobył sobie” i „pochłoniął uwagę wszystkich”. Uznała, że jest „jednym z najwybitniejszych uczonych świata” i ma „ogromny autorytet” (KRZYWICKA 1935). Niewiele mogła wiedzieć o międzynarodowej pozycji nauko-

wej Hirszfelda, ale podobnie jak wielu innych słuchaczy, uchwyciła i doceniła precyzję oraz jasność wyводу. Zauważany przez współczesnych talent oratorski potwierdzają zachowane nagrania radiowe z wypowiedziami uczonego.

WARSZAWA – GETTO

We wrześniu 1939 r. Ludwik Hirszfeld miał uczestniczyć w Międzynarodowym Kongresie Mikrobiologów w Nowym Jorku, ale zmienił plany i w sierpniu nie wyruszył w podróż za Atlantyk. Może powodem był wakacyjny przyjazd do Polski córki, Marysi Hirszfeldówny, która studiowała na Sorbonie. Wrzesień feralnego roku rodzina spędziła w Warszawie. Hanna Hirszfeldowa organizowała prowizoryczny szpital w szkole na Saskiej Kępie. Natomiast Hirszfeld zaangażował się w stworzenie stacji krwiodawstwa w Szpitalu Ujazdowskim, ponieważ w czasie pierwszych nalotów zbombardowany został Instytut Przetaczania i Konserwacji Krwi, a potrzeby transfuzji były ogromne. Kiedy w pierwszych miesiącach okupacji hitlerowcy zakazali Żydom poruszania się po Alejach Ujazdowskich, nazwanych wtedy Siegesstrasse, Hirszfeld ignorował to rozporządzenie, które w świetle rasistowskich ustaw norymberskich miało obowiązywać także jego. Przychodził do Szpitala Ujazdowskiego, odwiedzał siostrę mieszkającą przy Alejach. W pierwszych dniach okupacji został zwolniony z pracy w Państwowym Zakładzie Higieny, którego dyrekcję objął nazistowski urzędnik dr Robert von Kudicke, dawny znajomy z Heidelbergu. Pierwsze miesiące okupacyjnej izolacji Hirszfeld spędził w domu na Saskiej Kępie i pisał podręcznik *Immunologia ogólna*. Treść książki dyktował swojej utalentowanej asystentce Róży Amzelównie (HIRSZFELD 1946).

Początkowo rodzina uzyskała wyreklamowanie z nakazu przeniesienia się do getta, ale chroniło ono Hirszfeldów jedynie do lutego 1941 r., później zostali zmuszeni do przeprowadzenia się za mury dzielnicy żydowskiej. Podjęli tam pracę. Przewodniczący Gminy Adam Czerniaków powierzył Hirszfeldowi powołanie Rady Zdrowia, która miała podjąć beznadziejną próbę przeciwdziałania epidemii duru plamistego. Praca ta sprowadzała się przede wszystkim do zaświadczenia o stanie epidemii i apelowania do władz okupacyjnych, aby złagodziły obowiązujące w getcie brutalne zarządzenia sanitarne; w ocenie uczonego były one gorsze niż sama choroba. Zapis doświadczeń z getta został uwieczniony w dokumentalnym zapisie Hirszfelda *Historia jednego życia*, będącym jedną z pierwszych książkowych relacji z Za-

głady. Badacz uczestniczył także w konspiracyjnym nauczaniu medycyny, prowadzonym w dzielnicy zamkniętej pod pretekstem kursów epidemiologicznych. Organizował też prace laboratoryjne w szpitalu na Stawkach, które wykonywały dawne asystentki z PZH, również uwięzione w getcie. Naukowcy próbowali opracować metodę diagnostyki tyfusu plamistego na podstawie precypitacji bakterii z moczu i krwi za pomocą surowicy pacjenta (HIRSZFELD 1948a).

Częścią eksterminacji było przenoszenie i likwidowanie z trudem organizowanej w getcie służby zdrowia. Kolejne szpitale zamykano lub przenoszono do gorszych budynków. Ostatnie laboratorium w dzielnicy żydowskiej Hirszfeld próbował zorganizować w szpitalu przy ulicy Żelaznej, ale nie zostało ono uruchomione, ponieważ 22 lipca 1942 r. rozpoczęła się likwidacja getta. Raportem z prac naukowych, prowadzonych w dzielnicy zamkniętej wspólnie z Różą Amzelówną, jest artykuł o rzadkiej grupie krwi bez antygenu H (czyli nienależącej do grupy A, B ani O), opublikowany w 1946 r. w Polskim Tygodniku Lekarskim (HIRSZFELD i AMZEL 1946). Był to prawdopodobnie fenotyp Bombay, opisany przez BHENDE i współaut. (1952) jedenaście lat później. Informacja o obserwacjach poczynionych w getcie została opublikowana przez Hirszfelda w czasopiśmie w *The Lancet* i była reakcją na artykuł o odkryciu grupy Bombay (HIRSZFELD 1952).

WROCŁAW

Po ucieczce z getta rodzina ukrywała się w Warszawie i na Kielecczyźnie. We wsi Kamienna zmarła ich jedyna córka. W 1944 r. Hanna i Ludwik przedostali się do Lublina. Po wyzwoleniu nie chcieli wracać do przedwojennego domu, zresztą nienadającego się do zamieszkania. Przenieśli się do Wrocławia (Ryc. 6), gdzie Ludwik Hirszfeld kontynuował badania naukowe, organizował Wydział Medyczny na Uniwersytecie i tworzył własną jednostkę badawczą, Zakład Mikrobiologii Lekarskiej.

Wiele uwagi poświęcał konfliktowi serologicznemu między matką i płodem, analizował istotę ciąży „heterospecyficznej” i będącej jej konsekwencją choroby hemolitycznej płodu i noworodka. Teorię tę zaproponował Hirszfeld jeszcze przed wojną, chociaż dane kliniczne na ten temat okazały się niewystarczające (HIRSZFELD i ZBOROWSKI 1926, HIRSZFELD 1952). Dziś wiemy, że choroba taka może mieć miejsce w sytuacji, gdy matka ma grupę O, a dziecko A, ale najczęściej jest ona spowodowana przez obecność antygenów Rh, odkrytych przez LANDSTEINERA i WIENERA (1940). Obecnie w przypadku konfliktu sto-

Ryc. 6. Ludwik Hirszfeld ze współpracownikami we Wrocławiu.

suje się ludzkie przeciwciała anti-Rh, ale w czasach Hirszfelda profilaktyki tej jeszcze nie znano. We Wrocławiu, we współpracy z profesorem Kazimierzem Jabłońskim, stosowano natomiast nowatorską metodę ratowania noworodków poprzez transfuzję wymienną. Terapia ta pozwoliła na uratowanie życia ponad dwustu dzieci (HIRSZFELD i LILLE SZYSZKOWICZ 1947).

W nominacji do Nagrody Nobla wysuniętej przez Ernesta Witelsky'ego (USA) w 1950 r. metoda leczenia konfliktu serologicznego została uznana za jedno z trzech najistotniejszych osiągnięć Hirszfelda (obok odkrycia zasady dziedziczenia grup krwi i opisanie częstości ich występowania w różnych populacjach).

Znaczącym nurtem w powojennej działalności Hirszfelda była medycyna sądowa, zwłaszcza w sprawach o wykluczanie ojcostwa. Ze względu na to, że grupy krwi są cechami dziedzicznymi, analiza antygenów grupowych umożliwia wykluczenie niektórych mężczyzn jako domniemych ojców. Jeżeli dziecko ma grupę krwi A, a matka O, ojcem może być tylko osoba o grupie A lub AB. Grupy krwi były stosowane w medycynie sądowej od lat dwudziestych ubiegłego wieku (HOOKER i BOYD 1929, OKROI i VOSWINCKEL 2000), ale skuteczność tych badań nie była duża ze względu na to, że znano jedynie układ grupowy ABO. Dopiero odkrycie układu grupowego MN w 1927 r. (LANDSTEINER i LEVINE 1927) i Rh w 1940 r. (LANDSTEINER i WIENER 1940) umożliwiło rozszerzenie liczby badanych antygenów, co znacznie podwyższało prawdopodobieństwo

TABLICA XIV
Prawdopodobieństwo wyłączenia ojcostwa na podstawie
cech 0, A i B, M i N oraz Rh+ i Rh—

POLACY			M a t k a Rh—											
			0			A			B			AB		
			M	N	MN	M	N	MN	M	N	MN	M	N	MN
D z i e c k o Rh+	0	M	40,0	—	40,0	40,0	—	40,0	40,0	—	40,0	niemożliwe		
		N	—	44,1	44,1	—	44,1	44,1	—	44,1	44,1			
		MN	44,1	40,0	22,2	44,1	40,0	22,2	44,1	40,0	22,1			
	A	M	69,3	—	69,3	34,4	—	34,4	69,3	—	69,3	34,4	—	34,4
		N	—	71,4	71,4	—	39,0	39,0	—	71,4	71,4	—	39,0	39,0
		MN	71,4	69,3	60,1	39,0	34,4	15,0	71,4	69,3	60,1	39,0	34,4	15,0
	B	M	81,7	—	81,7	81,7	—	81,7	34,4	—	34,4	34,4	—	34,4
		N	—	83,0	83,0	—	83,0	83,0	—	39,0	39,0	—	39,0	39,0
		MN	83,0	81,7	76,3	83,0	81,7	76,3	39,0	34,4	15,0	39,0	34,4	15,0
	AB	M	niemożliwe			81,7	—	81,7	69,3	—	69,3	56,5	—	56,5
		N				—	83,0	83,0	—	71,4	71,4	—	59,5	59,5
		MN				83,0	81,7	76,3	71,4	69,3	60,1	59,5	56,5	43,6

Ryc. 7. Tabela prawdopodobieństwa wyłączenia ojcostwa (wg HIRSZFELD 1948).

Ryc. 8. Pogrzeb Ludwika Hirszfelda (plac Grunwaldzki we Wrocławiu).

wykluczenia osoby, która nie może być ojcem dziecka. Hirszfeld we współpracy z Hugo Steinahusem i Józefem Łukasiewiczem opracowali tabelę, pozwalającą na określenie takiego prawdopodobieństwa (HIRSZFELD 1948b) (Ryc. 7)

Po wojnie ostatnią dekadę życia Hirszfeldowie spędzili nadzwyczaj pracowicie. Zajęli się we Wrocławiu tworzeniem instytutu naukowego i kliniki pediatricznej. Hirszfeld dbał o to, aby prowadzone w Zakładzie Mikrobiologii Lekarskiej badania były powiązane z problemami zdrowotnymi społeczeństwa. Uzdolniony uczeń profesora, Feliks Milgrom organizował zakrojoną na szeroką skalę diagnostykę chorób wenerycznych, które zapoczątkowały znaną „akcję W”. Prowadzono też prace serologiczne, immunologiczne i eksperymenty nad przeszczepami. Hirszfeld był założycielem (w 1953 r.) i pierwszym redaktorem naczelnym szanowanego czasopisma *Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis* (KROTKIEWSKI 2018). Rozwój badań naukowych komplikowała nie tylko sytuacja ekonomiczna, ale także presja polityczna, między innymi próba narzucenia stalinowskich wymogów nowej genetyki spod znaku Łysenki i Miczurina. Autorytet naukowy tylko do pewnego stopnia chronił

Hirszfelda przed atakami krzewicieli nowej doktryny w naukach biologicznych. Blokowano podejmowane przez niego próby przekształcenia uniwersyteckiego Zakładu Mikrobiologii w instytut naukowy Polskiej Akademii Nauk. Dopiero na kilka miesięcy przed jego śmiercią władze pozwoliły na powołanie Instytutu Immunologii i Terapii Doświadczalnej PAN. Został jego pierwszym dyrektorem.

Ludwik Hirszfeld napisał prawie 400 prac naukowych, otrzymał honorowe doktortaty uniwersytetów w Pradze (1950) i Zurychu (1951). Zmarł 7 marca 1954 r. i został pochowany na cmentarzu św. Wawrzyńca we Wrocławiu (Ryc. 8). Nekrolog ukazał się m.in. w *The Lancet* (OBITUARY 1954). Na terenie Zakładu Mikrobiologii Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu znajduje się sala wykładowa upamiętniająca Ludwika Hirszfelda. Poczta Polska w 2009 r. wydała znaczek z podobizną uczonego (KUCHARZ i współaut. 2010).

Był postacią legendarną. Świadczy o tym zainteresowanie dokumentalistów jego osobą. Jeszcze za życia Hirszfelda przyjechał do Wrocławia Paweł Jasienica, który opublikował reportaż *Opowieść o żywej materii* (JASIEINICA 1954). Później z biografią uczonego mierzyli się Grzegorz FEDOROWSKI (1985),

Ryc. 9. Ludwik Hirszfeld z żoną na tarasie domu przy ul. Wittiga we Wrocławiu.

Waldemar KOZUSCHEK (2005) i Urszula GLENSK (2018). Jest uważany za jednego z pionierów nauki o grupach krwi (SCHNEIDER 2002, OKROI i MCCARTHY 2010, DANIELS 2013, PIERCE i REID 2016). Napisano o nim wiele artykułów w prasie naukowej (GÓRSKI 2005, KIERZEK i współaut. 2013, GROMULSKA 2014). Ukazały się też wspomnienia jego uczniów (SKURSKA 2002, BENENDO-KAPUŚCIŃSKA 2002). Jego najbliższy współpracownik we Wrocławiu, Feliks Milgrom, poświęcił mu artykuł wspomnieniowy (MILGROM 1998) i pracę przedstawiającą zarys jego największych odkryć naukowych (MILGROM 1987). Napisał w niej: „Hirszfeld należy do wymarłej grupy uczonych którzy stworzyli dyscyplinę immunohematologii i immunogenetyki. Jest pamiętany przez jego uczniów jako oddany nauczyciel. Był doskonałym przykładem jego ulubionego aforyzmu: „Ten, kto chce zapalać innych, sam musi płonąć”. Hirszfeld płonął pasją naukową i chęcią przekazania tego entuzjazmu swoim uczniom” (Ryc. 9).

Hanna Hirszfeldowa przeżyła męża o dziesięć lat. Była szanowaną i podziwianą profesorką pediatrii, założycielką Pierwszej Kliniki Pediatrycznej we Wrocławiu.

Zostawili swoich wiernych uczniów oraz ideę medycyny, która „rzuca pytania naturze”, jest protestem przeciwko śmierci i ma służyć ulepszaniu ludzkiej egzystencji. Przez całe swoje pracowite życie szukali syntezy prawdy naukowej i etycznej oraz twierdzili, że w ustalenia naukowe należy „jednocześnie wierzyć i wątpić”.

LITERATURA

- ANIGSTEIN L., HIRSZFELD L., 1921. *Zimnica – istota, przebieg i zwalczanie*. PZH, Warszawa.
- BENENDO-KAPUŚCIŃSKA B., 2002. Remembering Professor Ludwik Hirszfeld. Arch. Immunol. Ther. Exp. 50, 9-12.
- BERNSTEIN F., 1924. *Ergebnisse einer biostatistischen zusammenfassenden Betrachtung ueber die erblichen Blutstrukturen des Menschen*. Klin. Wochenschr. 3, 1495.
- BHENDE Y. M., ESPHANDE C. K., BHATIA H. M. i współaut., 1952. A “new” blood group character related to the ABO system. Lancet 1, 903-905.
- CZERWIŃSKI M., 2015. Grupy krwi: minusy i plusy. Czy antygeny grupowe chronią nas przed chorobami zakaźnymi? Post. Hig. Med. Dośw. 69, 73-722.
- CZERWIŃSKI M., KACZMAREK R., 2013. Genetyczne podstawy syntezy cukrowych antygenów grupowych krwi. Acta Haematol. Pol. 44, 251-259.
- DANIELS G., 2013. *Human Blood Groups*. Wiley-Blackwell.
- DUNGERN VON E., HIRSZFELD L., 1910. Ueber Vererbung gruppenspezifischer Strukturen des Blutes. Z. Immun. Forsch. Exper. Ther. 6, 284-292.
- DUNGERN VON E., HIRSZFELD L., 1911. Ueber gruppenspezifische Strukturen des Blutes III. Z. Immun. Forsch. Exper. Ther. 8, 526-562.
- FEDOROWSKI G., 1983. *Ludwik Hirszfeld*. Nasza Księgarnia, Warszawa.
- GLENSK U., 2018. *Hirszfeldowie. Zrozumieć krew*. Wydawnictwo Universitas, Kraków.
- GÓRSKI A., 2005. *Nec Soli Credit (article dedicated to Professor Ludwik Hirszfeld)*. Post. Hig. Med. Dośw. 59, 570-572.
- GROMULSKA M., 2014. *Ludwik Hirszfeld in the National Institute of Hygiene in 1920-1941*. Przegl. Epidemiol. 68, 695-702.
- HEKTOGEN L., 1907. Isoagglutination of human corpuscles. J. Infect. Dis. 48, 1739-1740.
- HIRSZFELD L., 1907. *Untersuchungen ueber die Hämagglutination und ihre physikalischen Grundlagen*. Archive für Hygiene 63, 237-286.
- HIRSZFELD L., 1919. A new germ of paratyphoid. Lancet 193, 296-297.
- HIRSZFELD L., 1952. A “New” blood-group character related to the ABO system. Lancet 260, 826-827.
- HIRSZFELD L., HIRSZFELD H., 1919. Serological differences between the blood of different races. Lancet 194, 675-679.
- HIRSZFELD L., 1934. *Grupy krwi w zastosowaniu do biologii, medycyny i prawa*. Agencja Wydawnicza Delta, Warszawa.
- HIRSZFELD L., 1936. O wykorzystaniu grup krwi do badań kryminologicznych. Czasopismo Sądowo-Lekarskie, 2.
- HIRSZFELD L., 1939. Współczesne zagadnienia nauki o grupach krwi. Czasopismo Sądowo-Lekarskie 12, 182-190.
- HIRSZFELD L., 1946. *Historia jednego życia*. Czytelnik, Warszawa.
- HIRSZFELD L., 1948a. Notes on new methods in the investigation of typhus fever. Texas Rep. Biol. Med., 6: 21-23.
- HIRSZFELD L., 1948b. Dochodzenie ojcostwa w świetle nauki o grupach krwi. Państwowy Instytut Naukow-Wydawniczy, Wrocław.
- HIRSZFELD L., 1952. Genetyka konfliktów serologicznych pomiędzy matką i płodem. Post. Hig. Med. Dośw. 5, 188-202.

- HIRSZFELD L., ZBOROWSKI H., 1926. *Ueber die Grundlagen des serologischen Zusammenlebens zwischen Mutter und Frucht*. Klin. Wochenschr. 5, 741-744.
- HIRSZFELD L., AMZEL R., 1931. *O sposobach i technice stwierdzania własności grupowych w płamach krwi i płynach ustroju*. Med. Dośw. Społ. 13, 311-334.
- HIRSZFELD L., AMZEL R., 1946. *O postaciach przejściowych (podgrupach) w obrębie grupy O*. Polski Tygodnik Lekarski 51, 1525-1527.
- HIRSZFELD L., LILLE SZYSZKOWICZ I., 1947. *O współżyciu serologicznym matki i płodu*. Polski Tygodnik Lekarski 2, 845-853.
- HOOKE S. B., BOYD W. C., 1929. *The chances of establishing non-paternity by determining of blood groups*. J. Immunol. 16, 451-62.
- JANSKY J., 1907. *Hematologicke Studie u psychotick*. Sbornik Klinicky.
- JASIEŃCA P., 1954. *Opowieść o żywej materii*. PIW Warszawa.
- KABAT E. A., 1956. *Blood Group Substances. The Chemistry and Immunochemistry*. Academic Press, New York.
- KIERZEK A., KUCIEL-LEWANDOWSKA J., PAPROCKA-BOROWICZ M., POZOWSKI A., 2013. *Professor Ludwik Hirszfeld in his relations with students and junior researchers*. Adv. Clin. Exp. Med. 22, 909-914.
- KOŚCIELAK J., 2004. *Układ grupowy ABO oczyma Hirszfelda i współczesnych*. Adv. Clin. Exp. Med. 13 (Suppl. 1), 177-181.
- KOZUSCHEK W., 2005. *Ludwik Hirszfeld (1884-1954). Rys życia i działalność naukowa*, Wydawnictwo Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław.
- KROTKIEWSKI H., 2018. *Building the prestige of archivum immunologiae et therapiae experimentalis: from a little known to an internationally recognized journal*. Arch. Immunol. Ther. Exp. 66, 407-413.
- KRZYWICKA I., 1935. *Sąd idzie*. Towarzystwo Wydawnicze „Rój”, Warszawa.
- KUCHARZ E. J., SHAMPO M. A., KYLE R. A., 2010. *Ludwik Hirszfeld – Polish immunologist, microbiologist and hematologist*. Mayo Clin. Proc. 85, e35.
- LANDSTEINER K., 1900. *Zur Kenntnis des antifermentativen, lytischen und agglutinierenden Wirkungen des Blutserums und der Lymphe*. Zentralbl. Bakteriol. 27, 357-362.
- LANDSTEINER K., 1901. *Ueber Agglutinationsercheinungen normalen menschlichen Blutes*. Wien. Klin. Wochenschr. 14, 1132-1134.
- LANDSTEINER K., LEVINE P., 1927. *A new agglutinable factor differentiating individual human bloods*. Proc. Soc. Exp. Biol. NY 24, 600-602.
- LANDSTEINER K., WIENER A. S., 1940. *An agglutinable factor in human blood recognized by immune sera for Rhesus blood*. Proc. Soc. Exp. Biol. NY 43, 223.
- ŁAZAREWICZ C., 2018. *Koronkowa robota. Sprawa Gorgonowej*. Wołowiec.
- MENDEL G., 1866. *Versuche der Pflanzenhybriden*. Verhandlungen der Naturforschenden Vereins in Brunn 4, 3-47.
- MILGROM F., 1987. *Fundamental discoveries in immunohematology and immunogenetics by Ludwik Hirszfeld*. Vox Sang. 52, 149-151.
- MILGROM F., 1998. *My association with Ludwik Hirszfeld, Wrocław 1945-1954*. Arch. Immunol. Ther. Exp. 46, 201-212.
- MORGAN W. T. J., 1960. *A contribution to human biochemical genetics: the chemical basis of blood-group specificity*. Proc. Roy. Soc B 151, 308-347.
- MOSS W. L., 1910. *Studies of isoagglutinins and isohemolysins*. Bull. Johns Hopkins Hosp., 221: 63-70.
- OBITUARY, 1954. *Ludwik Hirszfeld, M.D. Berlin, Prague and Zurich*. Lancet 1, 987.
- OKROI M., VOSWINCKEL P., 2000. *Fritz Schiff (1899-1940). The father of paternity testing and his importance for the research of blood groups*. Proc. 26th Congress of the International Society of Blood Transfusion, Vienna, Austria July 9-14, Vox Sang 79 (Suppl. 1), 0150.
- OKROI M., MCCARTHY L. J., 2010. *The original blood group pioneers: the Hirszfelds*. Transf. Med. Rev. 24, 244-246.
- PARR L.W., 1929. *Studies in isohemagglutination*. J. Immunol. 16, 99-107.
- PIERCE S. R., REID M. E., 2016. *Bloody Brilliant. A history of blood groups and blood groupers*. AABB Press, Baltimore.
- SCHNEIDER W. H., 2002. *Ludwik Hirszfeld. A life in serology*. Arch. Immunol. Ther. Exp. 50, 355-359.
- SKURSKA Z., 2002. *Ludwik Hirszfeld as I remember him*. Arch. Immunol. Ther. Exp. 50, 5-8.
- SMOLAREK D., KROP-WATOREK A., WAŚNIEWSKA K., CZERWIŃSKI M., 2008. *Molekularne podstawy układu grupowego ABO*. Post. Hig. Med. Dośw. 62, 4-17.
- WATKINS W. M., 1981. *Biochemistry and genetics of the ABO, Lewis and P blood group systems*. Adv. Human Genet. 10, 1-136.