Ortopedia *Traumatologia* **Rehabilitacja**
Vol. 6, Nr 4, 2004, 406-415

Adam Pąchalski, Bogusław Frańczuk

Krakowskie Centrum Rehabilitacji, Kraków

Rozwój wczesnych biologicznych koncepcji, technik i metod operacji wytwórczych stawów

The development of early, biological concepts, techniques, and methods for joint reconstruction

Nic, co minione, nie jest przeszłością zamkniętą,
przeszłość trwa w teraźniejszości,
uczestniczy też w kształtowaniu przyszłości
Ryszard Kapuściński

Key words: *history of medicine, surgical mobilization of ankylosed joints, interposition material, functional metaplasia of connective tissue*
Słowa kluczowe: *historia medycyny, chirurgiczne uruchamianie usztywnionych stawów, materiał interpozycyjny, metaplazja funkcjonalna tkanki łącznej*

SUMMARY

This article describes the development of techniques for the surgical mobilization of ankylosed joints, with particular emphasis on „interposition material," i.e. a substitute for the destroyed articular cartilage, used to present limitations of movement. In the 19th and 20th century, various different organic and non-organic materials were used experimentally as interposition material. The most commonly used tissue was fascia, but this was not fully satisfactory due its very low mechanical endurance. Research was then undertaken on using skin, given its resistance to pressure, better vascularization, and higher level of metabolic activity. The article describes one of the pioneering experiments, based on the observation of the first author, that under certain circumstances connective tissue cells undergo metaplasia into cartilage cells. The method of applying skin tissue in the place of the destroyed joint surface was successfully used in the past at the Orthopedics Clinic of the Cracow Academy of Medicine, under the direction of Prof. Juliusz Zaremba and his team. The research described here, conducted simultaneously in many places around the world, formed the foundation for our still growing knowledge in the area of multipotential human cells. It should be pointed out that after an initial period of fascination with joint endoprothesis, we are observing a return to biological methods, now based on genetic engineering.

STRESZCZENIE

Autorzy przedstawiają w artykule rozwój technik chirurgicznego uruchamiania zesztywniałych stawów, a w szczególności problematykę stosowania tzw. materiałów interpozycyjnych, które stanowiąc substytut zniszczonej chrząstki stawowej, miały zapobiegać postępującym ograniczeniom ruchów. W XIX i XX wieku eksperymentowano z różnymi materiałami organicznymi i nieorganicznymi. Najdłużej stosowano tkanki powięziowe, które jednak nie spełniały swojej roli z uwagi na bardzo słabą wytrzymałość mechaniczną. Rozpoczęto wtedy badania nad stosowaniem skóry, biorąc pod uwagę jej odporność na nacisk, lepsze unaczynienie oraz większą aktywność metaboliczną. W pracy przytaczany jest jeden z pionierskich eksperymentów oparty na spostrzeżeniach pierwszego z autorów, że w pewnych warunkach obserwuje się metaplazję komórek tkanki łącznej w komórki chrzęstne. Metoda stosująca skórę w miejsce zniszczonych powierzchni stawowych była, w swoim

czasie, z powodzeniem stosowana w Klinice Ortopedycznej Akademii Medycznej w Krakowie kierowanej przez Profesora Juliusza Zarębę i jego zespół. Opisywane badania prowadzone na świecie równolegle przez wielu naukowców stworzyły podwaliny pod, wciąż tworzoną, wiedzę o komórkach multipotencjalnych człowieka. Warto zauważyć, że po początkowych „zachłyśnięciach się" endoprotezami stawów obserwujemy powrót do metod biologicznych, opartych obecnie o inżynierię genetyczną.

Uruchamianie usztywnionych stawów stanowi jeden z głównych problemów ortopedii i znajduje się w centrum uwagi wielu przodujących ośrodków ortopedycznych świata.

Podstawą sposobów uruchamiania stawów sztywnych były spostrzeżenia dotyczące powstawania stawów rzekomych po złamaniach. Aby uniemożliwić powstawanie zrostu, wstawiano pomiędzy powierzchnie eksperymentalnego złamania jakąś tkankę lub substancję. Ciekawe próby czynione z zastosowaniem, jako materiału interpozycyjnego, substancji nieorganicznej mają dziś tylko historyczne znaczenie.

Bolognesi [1], wstawiając kawałki parafiny między powierzchnie eksperymentalnego złamania, obserwował powstawanie stawu ograniczonego tkanką włóknistą. Doświadczenia z zastosowaniem rozmaitych materiałów nieorganicznych przeprowadzili: Chlumsky [2] ze srebrem, kauczukiem, celuloidem, płótnem; Calandra i Garaci [3] z collodiną; Giangrasso [4] z błoną gumową; Baiocchi [5] z pergaminem; Grassi [6,7] z amnioplastiną; Giuntini [8] z żelatyną; Soave i Sabaino [9] z włóknikiem i celulozą; Wilson [10] z nylonem; Provenzale i Pariente [11] z taniną; Agrifoglio i Marcacci [12] z błonami polietynowymi.

Technikę operacyjną z zastosowaniem metalowych protez proponowali Smith Petersen [13], Judet [14] i Pais [84].

Dłuższa obserwacja wykazała ujemną reakcję ze strony tkanek otaczających na wstawione substancje nieorganiczne, co doprowadziło do rewizji tego typu zabiegów operacyjnych. Szereg autorów odniosło się krytycznie do stosowania wspomnianej techniki.

W wyniku doświadczeń, zamiast substancji nieorganicznych zaczęto stosować substancje biologiczne, co zapewniało lepsze rezultaty. Były to pasjonujące badania, w których starano się opracować technikę operacyjną i znaleźć odpowiedni materiał interpozycyjny z żywej tkanki. Wśród badaczy wyróżniają się Murphy [16], Bayer [18,19], Payr [20,21] i Putti [22-26].

Użycie tkanek miękkich celem zapobiegania usztywnieniu zaproponował w 1860 r. Vernruil [27], ale sam nigdy myśli tej nie zrealizował. Po raz pierwszy uczynił to w 1893 r. Helferich [27]. Zabieg jego przyjmujemy jako początek nowej chirurgii rekonstrukcyjnej. Po Helferichu wielu innych autorów zajęło się tym zagadnieniem.

Jednym z pierwszych był Krajewski [28], który w 1897 r. dokonał operacji plastycznej żuchwy i podał swoją metodę operacyjną.

Początkowo stosowano płaty autoplastyczne uszypułowane, a następnie wolne, tkanki mięśniowej, tłuszczowej, skórnej, ponadto stosowano okostną i chrząstkę. Nelaton [29] użył do uruchomienia stawu biodrowego m. napinacza powięzi szerokiej; Payr [20] m. prostego; Schantz [30] tkanki tłuszczowej z okolicy krętarza wielkiego; Schmertz [31] zastosował w artroplastyce stawu kolanowego błonę amnionu; Payr [20] w przypadku artroplastyki biodra użył pęcherza zwierzęcego wyjałowionego w kwasie chromowym. Badania przeprowadzone przez Sumita [32], Serra [33,34], Delitala [35], Zarembę [36] udowodniły, że na miejscu przeszczepu tworzy się nowa tkanka, która ma tendencję do przemiany chrząstkowej.

W Polsce zainteresowanie tym problemem było żywe, co wyraża się szeregiem prac, przyczynków i demonstracji następujących autorów: Wierzejewski [38], Jurasz [39], Cetkowski [40], Latkowski [41,42], Sawicki, Krause, Kader, Hladij, Zaremba [37,43], Gruca [44], Ostrowski [45], Sołtysik [46,47], Sławiński [48], Strutyński [49], Szerszyński [50], Wojciechowski [51].

Do pokrycia powierzchni stawowych najlepiej nadawała się tkanka powięzi, ona też była najdłużej używana.

Putti [22-26] opracował technikę i zbadał funkcję powięzi. Metoda wstawiania powięzi szeroko przyjęła się na naszym terenie. Stosował ją często Zaremba [52,53], który opracował problem artroplastyki oraz opublikował go w pracach klinicznych i doświadczalnych, w których wykazał korzyści stosowania powięzi w operacjach wytwórczych dużych stawów. Wyniki otrzymane tą techniką nie zawsze są jednak zadowalające. Powięź zanika około 60 dnia po zabiegu, pozostaje tkanka włóknista tworząca się w miejscach resekcji, często wracają bóle, przykurcze, sztywność i łatwość nadmiernego kostnienia (Ollier [54], Putti [22], Zaremba [36]).

Zaproponowano również użycie płatów skórnych w nadziei, że będzie to materiał utrzymujący się dłużej i lepiej zapobiegnie zarastaniu powierzchni stawowych oraz będzie podstawą do formowania tkanki organicznej, która drogą metaplazji utworzy powierzchnie nowego stawu.

Już w 1902 Gluck [17] użył skóry jako materiału interpozycyjnego w artroplastyce żuchwy stosując przeszczep uszypułowany.

Loewe [55] wprowadził użycie płatów skórnych jako materiału plastycznego w głębokich uszkodzeniach tkanki łącznej i uszkodzeniach wiązadeł. W 1913 r. podał 9 przypadków przepuklin ściany brzusznej wyleczonych za pomocą tej metody. Rehn [56] w 1914 r. opublikował dwa przypadki, w których posłużył się skórą, aby odtworzyć ścięgna zginaczy palców.

Loewe i Rehn [57] używali zawsze płatów skórnych wolnych bez części naskórkowej i stworzyli to, co następnie autorzy amerykańscy nazwali „cutis graft" w odróżnieniu od „skin graft" – przeszczepu obejmującego wszystkie warstwy łącznie z naskórkiem.

Według Rehna [56] przeszczep samej skóry, bez naskórka przedstawia, z uwagi na pochodzenie embriologiczne, najlepszy materiał, którym dysponujemy. Jest elastyczny, aktywny, tworzy go bogata sieć tkanki łącznej, z włóknami, które krzyżują się we wszystkich kierunkach i z punktu widzenia mechanicznego są niezróżnicowane, w przeciwieństwie do włókien ścięgnistych, które są równoległe i w przeciwieństwie do włókien rozcięgna, które splatają się między sobą pod kątem prostym i wobec tego już są zróżnicowane zgodnie z funkcją tkanki.

Ta dyspozycja włókien mechanicznie niezróżnicowanych powoduje, że przeszczep skórny przechodzi szybką metamorfozę i całkowitą metaplazję, stając się stopniowo podobnym do tkanki, którą zastępuje.

Mimo licznych dodatnich stron, nowa metoda pozostała niedoceniona i dopiero po wielu latach zwróciła ponownie uwagę badaczy.

W 1920 r. Eitner [59] zastosował z powodzeniem w chirurgii plastycznej przeszczep skóry bez naskórka. Następnie w 1931 r. Zimches [60], a w 1937 r. Peer i Paddock [61] przeprowadzili najpierw badania na zwierzętach, a następnie operacje na człowieku. Oni właśnie ujawnili jedną z najbardziej negatywnych i krytykowanych cech tej metody; powstawanie w przeszczepie cyst epidermalnych.

Skóra, jak zauważył Eitel [62] w 1933 r., jest lepszym materiałem interpozycyjnym niż przeszczep z powięzi szerokiej, gdyż jest aktywniejsza, szybciej się unaczynia i lepiej przyjmuje. Przeszczep skóry zawdzięcza większą witalność wyraźnie lepszemu metabolizmowi tkankowemu. Uihlein [63] w USA z dużym powodzeniem używał wolnych płatów skóry, bez naskórka i w 1939 r. opublikował swoją pracę w „Archives of Surgery", podając 104 przypadki operowane z najrozmaitszych wskazań.

Od tego czasu metoda ta znalazła szerokie zastosowanie, pojawiły się też liczne prace autorów amerykańskich dotyczące tego zagadnienia: Cannady [64-68], Swenson i Harkins [69], Scola [71], Mair [71,72], Goodal i Gutrie [73], West i Hichs [74], Zavaleta i Uriburu [75,76], Swart [77].

Po ogłoszeniu pracy Maira [71] o stosowaniu przeszczepu całej skóry z naskórkiem, niektórzy z wyżej wspomnianych autorów stosowali tą metodę: Goodal i Gutrie [73], West i Hichs [74], Zavaleta i Uriburu [75,76].

Wśród autorów francuskich należy wymienić: Rausselin [78], Dantlo [79], Menegaux [80], Gosset [81], Olier, Virenque, Dore, Secail [54], a przede wszystkim: Gosset i Bonvallet [81], którzy szeroko stosowali skórę do rekonstrukcji ścięgien, szwów ścięgien i mięśni.

We Włoszech skóra była używana do leczenia przepuklin. Mair [72], a w 1945 r. Grassi [7] wypowiedział się przeciw stosowaniu całkowitych przeszczepów skóry w leczeniu przepuklin, ponieważ w czasie doświadczeń na królikach zaobserwował utrzymywanie się warstwy nabłonkowej przez okres dłuższy niż 6 miesięcy po zabiegu i tworzenie się torbieli epidermalnych.

Sogetti [109] w 1952 r., chcąc uzyskać większą zbitość przeszczepu i jego wytrzymałość, zaproponował stosowanie płatów skórnych wraz z tkanką podskórną w postaci przeszczepów uszypułowanych. Stanowisko swe uzasadniał tym, że warstwa podskórna utworzona jest z tkanki łącznej o pochodzeniu takim samym jak skóra właściwa, to jest z mezodermy, bierze więc również udział w procesie metaplazji włóknistej, co wpływa na wzmocnienie przeszczepu.

W dwa lata później, w 1954 r., Bogetti [82] we wspólnej publikacji z Fabbri i Bubbio w leczeniu ubytków ścięgien radził używać wolnych przeszczepów skóry bez naskórka z tkanką podskórną. Pracę poprzedziły eksperymenty na królikach.

Repaci i Bozzoni [83] stosowali wolne przeszczepy skórne w leczeniu ubytków ścięgna Achillesa i wyrażają się o tej metodzie równie dodatnio, jak Rehn [56,57] i Schwartz [58], a później Bogetti, Fabbri i Bubbio [82].

W 1948 r. Pais [85] występuje ze swoją koncepcją embriogenetyczną. Twierdzi, że „pokrycie skórne pochodzenia ektodermalnego powinno przeszkodzić tworzeniu się zrostów tkanki łącznej, podczas gdy znajdujący się poniżej corion pochodzenia mezenchymalnego daje duże możliwości zrośnięcia i przyjęcia się przeszczepu". Pais [85] pierwszy użył wolnego przeszczepu skóry jako materiału interpozycyjnego przy artroplastyce w trzech przypadkach artrodezy palców. Był całkowicie zadowolony ze swej próby i rozważał możliwość rozszerzenia tej techniki do zabiegów na dużych stawach. Uważał, że zostały przezwyciężone dwie przeszkody, jakie stawiano skórze jako materiałowi interpozycyjnemu; możliwość infekcji z powodu obecności bakterii w gruczołach potnych i łojowych oraz tworzenia się cyst epidermalnych.

Zachowanie antyseptyki i użycie antybiotyków dostatecznie może chronić przed infekcją. O możliwości usunięcia drugiej przeszkody świadczą prace Uihleina [63], Loewe [55], Rehna [57], Maira [72] i innych, którzy stwierdzali po 10 tygodniach metaplazję włóknistą przeszczepu bez wytwarzania cyst oraz stopniowe zanikanie mieszków włosowych, gruczołów potowych i łojowych.

Peer i Paddock [61] w ciekawej pracy dotyczącej badania przeszczepów skórnych u ludzi w rozmaitych odstępach czasu (1 tydzień, 2-3 tygodnie, 2 miesiące, 7 miesięcy, 1 rok) wykazali, że gruczoły łojowe były jeszcze zachowane po tygodniu, natomiast gruczoły potowe znajdowały się we wszystkich kontrolach. W ostatnich kontrolach (7 mies., 1 rok) przeszczepy wykazywały zmiany degeneracyjne i zwłóknienie. Wokół przeszczepu znajdowała się tkanka granulacyjna typu przewlekle zapalnego, zawierająca limfocyty, makrofagi, komórki nabłonkowe, często komórki olbrzymie.

Cenne i udane doświadczenia Zavaleta i Uriburu [76] wykazały, jak można zapobiec powstawaniu cyst. Uważają oni, że cysty nie powstają, jeżeli przeszczep będzie stale i silnie rozciągany.

Pais [85] jest zdania, że tworzenie się cyst po stronie naskórkowej jest bardzo rzadkie, a jeżeli wystąpi, może nawet pomóc w wytworzeniu szczeliny stawu.

Po okresie doświadczeń na zwierzętach skóra „in toto" po raz pierwszy została użyta z powodzeniem u ludzi jako materiał interpozycyjny w artroplastyce biodra w roku 1948 przez Paisa [85], Pasquali, Logroscino [86] oraz w artroplastyce łokcia przez Peregalli [87]. Do tych pierwszych osiągnięć dołączyły inne: Zanoli [88], Fiume [89], Poli [90], Delchef [92-94], Sanchis-Olmos [95,96]. Wszyscy autorzy uzyskali dobre rezultaty i podkreślali doskonałą tolerancję płata skórnego.

Peregalli [87] opublikował ponadto ciekawą i dobrze udokumentowaną pracę eksperymentalną dotyczącą plastyki ze skórą u zwierząt. Uważa on użycie skóry w artroplastyce za bardzo ważne, ponieważ skóra nadaje się doskonale na płaszczyznę ograniczającą i poślizgową nowego stawu. Sanchis-Olmos [95, 96] w swej kazuistyce przedstawił możliwość wykorzystania do zabiegów konserwowanych płatów skóry ze zwłok.

W artroplastyce kolana skóra została użyta po raz pierwszy w 1953 r. przez De Marchi i Gambier [97] w dwóch przypadkach: w pierwszym przypadku z powodu usztywnienia stawu po otwartym złamaniu, w drugim – po postrzale stawu. Autorzy przed wykonaniem wspomnianych zabiegów używali skóry w doświadczeniach histologicznych przeprowadzonych na pięciu psach. Podają również szczególnie ciekawą dokumentację histologiczną dotyczącą płatów skórnych ludzkich użytych do artroplastyki i wyciętych ponownie na skutek nowych zabiegów po 107, 114, 230 dniach pozostawania w stawie. Według autorów, ewolucja przeszczepu skórnego człowieka badana mikroskopowo nie przedstawia znacznych różnic w porównaniu z ewolucją skóry zwierzęcej obserwowanej w doświadczeniach. Po 114 dniach płat skóry utrzymuje się przy życiu i ulega metaplazji w zbitą tkankę łączną włóknistą, która pokrywa głowy stawowe. Badanie histologiczne wykazuje nagromadzenie komórek nabłonkowych, które tworzą wysepki. Autorzy podkreślają, że długi okres przeżycia tkanki przeszczepionej wpływa pozytywnie na czynność rozdzielania i odgradzania powierzchni kostnych oraz przeciwstawiania się zrostom między nimi.

Te pozytywne wyniki są podobne do wyników Peregalli [87], który stwierdził, że skóra jest tkanką, którą staw dobrze toleruje, żyje dłużej niż inne tkanki i pomaga wytworzeniu się nowego stawu pooperacyjnego. Również asystenci Kallio [98-101], Kettunen [102-105], Kivilaakso i Risto [106] badali ewolucję płatków skórnych w artroplastyce biodra u kotów. Wszyscy eksperymentujący potwierdzili pozytywną opinię Paisa [85].

Zanoli [88] użył pierwszy w 1952 r. homoplastycznej skóry mrożonej w przypadku artroplastyki wykonanej w następstwie złamania wieloodłamowego obwodowej nasady kości ramiennej. Przypadek ten został opublikowany przez Agrifoglio i Marcacci [12] wraz z pięcioma innymi przypadkami artroplastyki łokcia.

Najlepsze wyniki otrzymano w dwóch przypadkach, w których zastosowano płaty skórne. Autorzy nie stwierdzili różnicy wyników pomiędzy zabiegiem z użyciem świeżej skóry autoplastycznej i skóry mrożonej homoplastycznej.

Na podstawie przeglądu literatury dotyczącej użycia wolnych płatów skóry w artroplastyce, należy stwierdzić, że wyniki były dodatnie. Prawie jednogłośnie wszyscy autorzy stosujący tę metodę podkreślali jej zalety:

– łatwość zdobycia przeszczepu – z powłok można otrzymać płat dowolnej formy i rozmiaru;
– wyższość skóry nad powięzią – skóra jest bardziej wytrzymała, bardziej aktywna, lepiej unaczyniona, szybciej i łatwiej się przyjmuje, szybciej też przekształca się w tkankę podobną do tkanki, w zamian której została przeszczepiona, kierując swoje włókna w kierunku największego napinania (proces różnicowania mechaniczno-funkcjonalnego).

Do głównych stron ujemnych tej metody zaliczano:

– skłonność skóry do tworzenia cyst epidermalnych;
– możliwość powstania infekcji.

Większość autorów nie uważała cyst za niebezpieczne, szczególnie po pracach Peer i Paddocka [61], którzy wykazali, że po pewnym czasie cysty zmieniają się w tkankę łączną i zanikają. Można zapobiec ich powstawaniu używając płatów skórnych bez naskórka, jak to poleca Swart [77] lub też poddając przeszczep dość znacznemu i stałemu napinaniu według Zavaleta i Uriburu [76].

Odnośnie drugiej ujemnej cechy, to jest możliwości przeniesienia infekcji, większość autorów uważa, że w dobie antybiotyków niebezpieczeństwo nie jest groźne. Zdaje się jednak, że problem ten winien stale znajdować się w centrum uwagi, gdyż zakażenie jest największym niebezpieczeństwem, jakie zagraża dermoplastyce, jak to wynika z analizy statystyk przed i po wprowadzeniu antybiotyków: Rehn [56] 15 przypadków infekcji na 104 operowanych = 14,4%, Mair [72] 5 przypadków infekcji na 149 operowanych = 3,3%, Cannady [66] 5 przypadków ciężkiej infekcji i 3 przypadki zapalne na 129 operowanych = 6%, Zavaleta i Uriburu [76] 5 przypadków infekcji, 2 przypadki nietolerancji przeszczepu i 2 przypadki zapalenia = 4,4%, Kallio [107] na 130 operowanych nie podaje ani jednego przypadku infekcji. Pąchalski we własnym materiale [109] podaje na 16 operowanych wystąpienie zakażenia w 1 przypadku z powodu niewłaściwego przygotowania skóry (0,16%).

Wprowadzenie antybiotyków nie usunęło całkowicie niebezpieczeństwa infekcji, tylko je wybitnie zmniejszyło. Z liczb dużych – 14,4% Rehn w 1928 r. – przechodzimy stopniowo na małe – 4,4% Zavaleta i Uriburu w 1951, 0% Kallio w 1958 r.

Licząc się z groźnymi następstwami zakażenia przestrzeni stawowej niektórzy są zdania, że należy wypróbować przydatność i jałowość przeszczepu wszywając go na okres 4-6 tyg. w maksymalnym rozciągnięciu w tkankę podskórną; dopiero w drugim etapie umieścić go w stawie, w którym przeprowadzamy zabieg rekonstrukcyjny. Taką metodę podają Zanoli i Branciforti [88].

Metoda operacji wytwórczej stawu z użyciem wolnego płata skóry miała dużą wartość praktyczną i była stosowana również od 1956 r. w krakowskiej Klinice Ortopedycznej – Zaremba, Pąchalski [110-114].

Pąchalski [111,114] przeprowadził wówczas własne badania doświadczalne nad możliwościami metaplazji tkanki łącznej w tkankę chrzestną i ścięgnista.

U 12 królików usunięto chrząstkę szklistą z końców stawowych kolana i pokryto te końce własnymi przeszczepami skóry. U innych 6 królików zastępowano płatem własnej skóry resekowane ścięgno Achillesa. Pod wpływem czynności, wszczepy ulegały przemianie w tkankę podobną do chrząstki i do ścięgna.

Zdolność metaplazji tkanki łącznej stanowi atrakcyjny problem dla badacza i posiada dużą wartość praktyczną dla chirurgii ortopedycznej i urazowej. Organizm potrafi odpowiedzieć na nowe bodźce funkcjonalne i biologiczne tworzeniem się nowej tkanki, która rozwija się z obecnych w procesie regeneracji, niezróżnicowanych komórek mezenchymalnych posiadających szeroki wachlarz możliwości metaplastycznych. Wielka różnorodność poglądów dotyczących metaplazji dowodziła, że problem pozostawał nadal otwarty, co uzasadniało poszukiwanie własnej odpowiedzi na to ważne, z punktu widzenia praktycznego, zagadnienie.

Badania doświadczalne przeprowadzono na 24 królikach w wieku 6 miesięcy i przeciętnej wadze 2 kg. Celem badania metaplazji chrzęstnej, u 12 królików wykonano zabiegi operacyjne polegające na wszczepieniu do stawu kolanowego wolnego autoplastycznego płata skórnego.

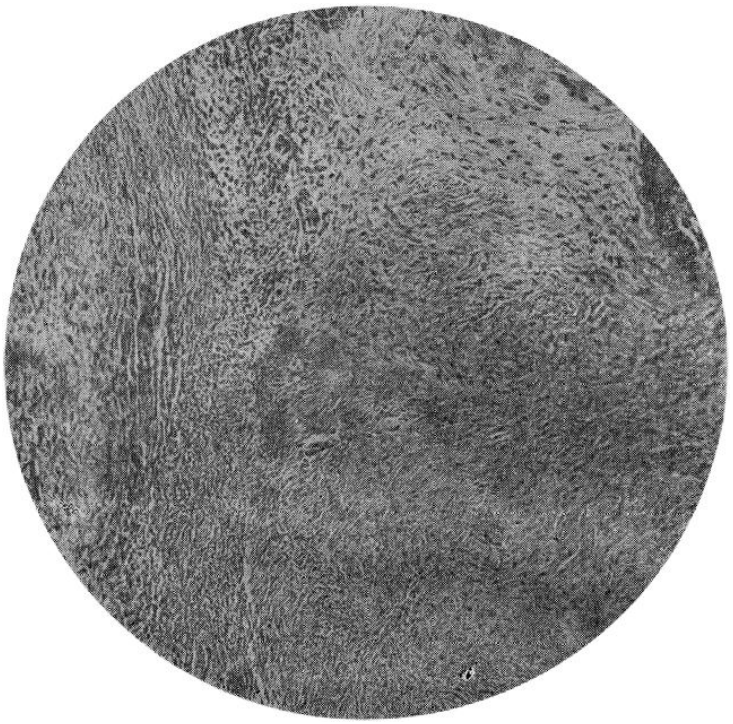
U 6 królików resekowano na całej długości ścięgno Achillesa i wszczepiono na to miejsce wolny, własny płat skóry; grupę kontrolną stanowiło 6 królików. U 2 usunięto chrząstkę z powierzchni stawowych, nie wstawiając płata skórnego, u 2 wykonano resekcję ścięgna bez łączenia kikutów płatem skóry, u dalszych 2 wszyto płat skóry tylko jednostronnie. Następnie przeprowadzono badania kliniczne i makroskopowe wszczepionych płatów oraz grupy kontrolnej w odstępach 10-dniowych, poświęcając każdorazowo l zwierzę. Wszczepione płaty skóry poddano szczegółowym badaniom histologicznym.

Stwierdzono, że u królika autoplastyczny płat skóry wszczepiony do stawu jako pokrycie pozbawionej chrząstki obwodowej nasady kości udowej przyrasta do podłoża i można go stwierdzić w stawie w przeciągu 100 dni obserwacji, przy czym ulega on stopniowej przemianie w tkankę łączną włóknistą i chrzestną. Nabłonek skóry zanika stopniowo, szczególnie w miejscach narażonych na tarcie powierzchni stawowych. Zanik gruczołów łojowych i włosów następuje w ciągu 2 miesięcy. Włosy ulegają rozpadowi i fagocytozie przez komórki olbrzymie. W wyniku przemian, z płata skórnego pozostaje utkanie łącznotkankowe, w którym następuje metaplazja chrzęstna. Chrzęstka tworzy się w samej tkance przeszczepu przez stopniowe przemiany fibroblastów. Metaplazja zależy od czynności, gdyż występuje najpierw w miejscach podlegających uciskowi i tarciu powierzchni stawowych. W doświadczeniach obserwujemy zachodzące w płacie skórnym zjawisko metaplazji chrzestnej (Ryc. 1 i 2).

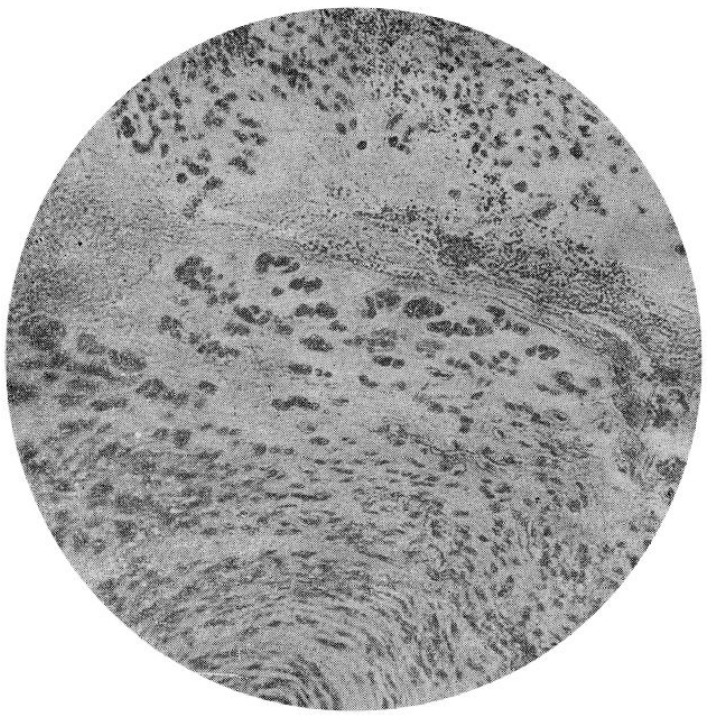
W preparatach doświadczalnych znajdujemy najwyraźniej zaznaczone przejścia od tkanki łącznej do

chrząstki powstającej na podłożu przeszczepu. W grupie kontrolnej stwierdzono powstawanie wysp chrzęstnych od strony ziarninującej powierzchni kości.

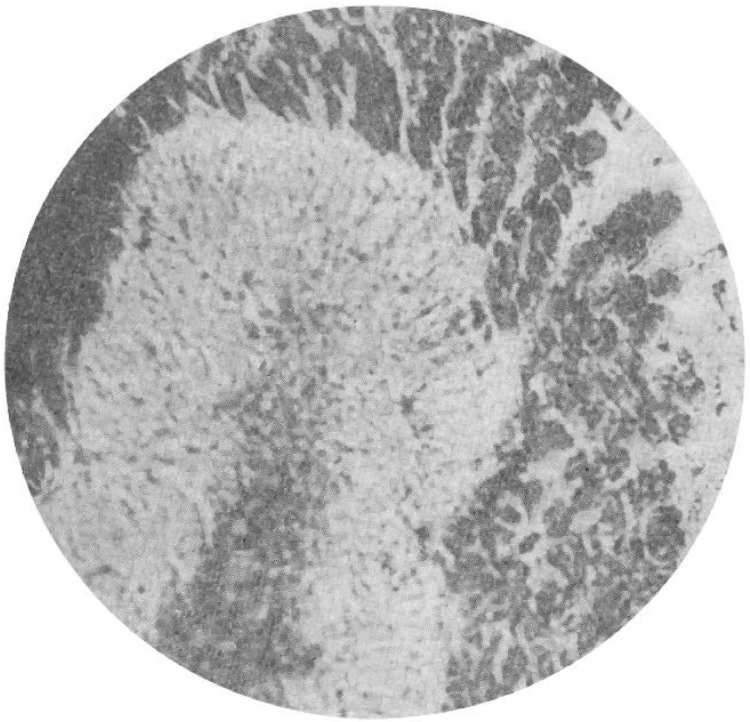
W celu badania możliwości metaplazji skóry w ścięgno, w miejsce wyciętego ścięgna wszywano pod napięciem walcowate zwinięty autoplastyczny płat skóry. We wszystkich 6 przypadkach płat wgoił się, zastępując czynność ścięgna. Króliki posługiwały się



Ryc. 1. Różnicowanie komórek chrzestnych w przeszczepie (pow. 120 X)
Fig. 1. Differentiation of cartilage cells in the graft (magnification x 120)



Ryc. 2. Chrząstka szklista i tkanka łączna włóknista jako wyraz dalszej metaplazji przeszczepu (pow. 280 X)
Fig. 2. Hyaline cartilage and fibrous connective tissue, expressing further metaplasia of the graft (magnification x 280)



Ryc. 3. Metaplazja tkanki łącznej w tkankę ścięgnistą w obrębie przeszczepu (pow. 90 X)
Fig. 3. Metaplasia of connective tissue into tendon within the graft (magnification x 90)

operowaną kończyną. Wyraźna przemiana występowała w obrębie przeszczepu po 30 dniach (Ryc. 3). Obraz histologiczny preparatu doświadczalnego przedstawia utkanie typowe dla ścięgna. Na przekroju poprzecznym obserwujemy charakterystyczne pola rozmaitej wielkości i kształtu podzielone wiotką tkanką łączną, drobne, kanciaste, nieregularne twory (w preparacie wybarwione fioletowo), odpowiadające komórkom ścięgna ułożonym wzdłuż pęczków. W grupie kontrolnej nie doszło do odtworzenia wyciętego ścięgna: wszyty jednostronnie bez napięcia płat skóry nie uległ metaplazji tkanki łącznej w tkankę ścięgnistą. Króliki tej grupy nie posługiwały się operowaną kończyną na skutek braku zgięcia podeszwowego.

Doświadczenia wykazały, że tkanka łączna pod wpływem zmienionego środowiska i bodźców mechanicznych tworzy chrząstkę lub włókna ścięgniste, a więc nową odmianę tkanki. Opisaną znaczną zdolność adaptacji i metaplazji pod wpływem czynności można z pożytkiem wykorzystać w chirurgii ortopedycznej.

Kolejnym etapem rozwoju tego kierunku terapii była stosowana już 1950 r. przez Paisa [85] metoda kapoplastyki stawu z wymianą zmienionych chorobowo powierzchni stawu. Jest to obecnie najmniej inwazyjna z dostępnych metod plastyki stawu.

Wraz z przyrostem wiedzy i rozwojem technologii, w ubiegłym półwieczu obserwowaliśmy lawinowy rozwój nauk biomechanicznych i konstruowania coraz doskonalszych endoprotez stawów, początkowo połowiczych a obecnie obejmujących już nie tylko stawy, ale i całe części szkieletu. Spowodowało to, że badania, nazwijmy je, biologiczne zeszły przez pewien czas na drugi plan. Obserwowany od kilkunastu lat renesans tych badań jest związany z frapującymi odkryciami genetyki i multipotencjalności komórek ludzkiego organizmu.

Niewątpliwie opisywane badania, już przecież sprzed półwiecza, stworzyły wraz z innymi podobnymi, podstawy pod obecne koncepcje odtwarzania ludzkich tkanek oparte o najnowsze zdobycze inżynierii tkankowej [115-119].

PIŚMIENNICTWO

1. Bolognesi G. Istogenesi delle ca vita articolari di neoformazione. Arch Int di Chir 1913; 1: 6
2. Chlumsky, cyt. za Zaremba [].
3. Calandra, Caraci. Artroplastica con collodion. Atti XXV Congresso Soc It Ortop. Roma. 1934
4. Giangrasso G. Risultati sperimentali di plastiche con lamine di gomma praticale in lesioni di articolazioni. Boll Soc It di Biol Sper 1938; 13: 10
5. Baiocchi P. Artroplastica con interposizione di pergamona. Ort Traum App Mot 1938; 10
6. Grassi A. Applicazioni cliniche della amnioplastina. La Clinica Chir 1942; 11: 1

7. Grassi G. Evoluzione sperimentale degli innesti sottocutanei di pelle totale. Policlinico Sez Chir 1946; 53: 223
8. Giuntini L. La mobilizzazione chirurgica delie rigiditá articolari con interposizione di membrane assorbibili. Studio clinico-sperimentale sui lembi di gelatina. Chir Org Mov 1946; 30: 216
9. Soave F, Sabaino D. Sui preparati di fibrina e di cellulosa in artroplastica. Chir Org Mov 1949; 33: 37
10. Wilson cyt. za Giuntinim [8].
11. Provenzale L, Pariente R. L'uso del tannino nelle artroplastiche. Il Policlinico Sez Chir 1950; 57: 1
12. Agrifoglio E, Marcacci G. Emiresezione artroplastica nelle fratture comminute del gomito. Min Ortop 1953; 4: 134
13. Smith-Petersen MN. Arthroplasty of the hip. A new method. JBJS 1939; 21: 269
14. Judet J, Judet R. The use of our artificial femoral head for arthroplasty of the hip joint. JBJS 1950; 32B
15. Murphy JB. Ankylosis, arthroplasty, clinical and experimental. JAMA 1905; 44: 1573
16. Murphy JB. Arthroplasty. Ann Surg 1913; 57: 593
17. Gluck, cyt. za Murphy [16]
18. Baer WS. Arthroplasty with the aid of animal membrane. Am J Orthop Surg 1938; 94: 171
19. Baer WS. Arthroplasty of the hip. JBJS 1926; 8: 171
20. Payr E. Über die operative Mobilisierung ankylosierter Gelenke. Münch Med Wochnschr 1910; 37: 1
21. Payr E. Altes und Neues über Arthrosis deformans und Infekt arthritis, die Kinetische Kette. Arch f Klin Chir 1939; 196: 677
22. Putti V. L'interposizione di lembi aponeurotici liberi nella mobilizzazione chirurgica delle anchilosi e delle rigidita articolari. Scritti Medici I: 354
23. Putti V. Ulteriore contributo alla mobilizzazione chirurgica dell'anchilosi di ginocchio.
24. Putti V. La mobilizzazione chirurgica delle anchilosi del ginocchio. Scritti Medici I: 554
25. Putti V. Artroplastiche. Scritti Medici I: 856
26. Putti V. Venti anni di sperienze di arthroplastica. Scritti Medici II: 668
27. Helferich H. Über operative Neoarthrosis. Münch. Med. 1913; 27: 69
28. Krajewski, cyt. za Zaremba [36]
29. Nelaton, cyt. za Giuntinim [8]
30. Schanz A. Über Spondylitis deformans und Arthritis deformans. Arch f Klin Chir 1926; 139: 627
31. Schmertz H. Bericht über Gelenksmobilisation mit und ohne Interposition. Beitr Klin Chir 1919; 117: 018
32. Sumita M. Experimentalle Beiträge zur operativen Mobilisierung ankylosierter Gelenke: Eine klinische und historische Studie über gestielte Weichteillappeneinlagerung in experimentell verödete Gelenke. Arch f Klin Chir 1912; 99: 755
33. Serra A. Il trattamento ortopedico della rigidita e delle anchilosi. Bologna: 1920
34. Serra A. Il trattamento ortopedico delle rigiditá e anchilosi. Relazione al XI Congr Soc It Ortop. Rzym: 1920
35. Delitala F. Considerazioni sulle artroplastiche. Atti XVI Congr Soc It di Ort. Rzym: 1925
36. Zaremba J. O powstawaniu stawów rzekomych po operacjach wytwórczych (praca doświadczalna). Chirurgia Kliniczna 1936; 4 (1)
37. Zaremba J. Sulla cura dell' instabilita articolare dopo mobilizazzione chirurgica del ginocchio. Chir Org Mov 16; 1932
38. Wierzejewski I. O krwawym uruchamianiu kostnie zesztywniałych stawów. Dyskusja na XVIII Zjeździe Chir. Polskich. Warszawa: PP Chir; 1922
39. Jurasz A., O krwawym uruchamianiu kostnie zesztywniałych stawów. Dyskusja na XVIII Zjeździe Chir. Polskich. Warszawa: PP Chir; 1922
40. Cetkowski H. O krwawym uruchamianiu kostnie zesztywniałych stawów. Polski Przegląd Chirurg 1922; 1: 54
41. Latkowski M. Uruchomienie stawów sztywnych. Warszawa: 1924
42. Latkowski M. W sprawie uruchomienia wytwórczego stawów sztywnych. Polski Przegl Chir 1924; 44
43. Zaremba J. Sulle artroplastiche dell'anca. Chir Org Mov 1931; 15: 354
44. Gruca A. Operacje wytwórcze stawów. Chir Narz Ruch i Ortop Polska 1933; 4: 553
45. Ostrowski T. W sprawie przeszczepień chrząstek nasadowych kończyn. Dyskusja na XVIII Zjeździe Chir Pol Warszawa: PP Chir; 1922
46. Sołtysik A. Przypadek plastyki stawu kolanowego. Chir Narz Ruch i Ortop Polska 1933; 4: 780
47. Sołtysik A. Przypadek plastyki stawu kolanowego. Chir Narz Ruch i Ortop Polska 1933; 4: 780.
48. Sławiński Z. O krwawym uruchamianiu kostnie zesztywniałych stawów. Warszawa: PP Chir; 1922
49. Strutyński R. O krwawym uruchamianiu stawów zesztywniałych. PP Chir 1924: 44
50. Szerszyński B. Operacje wytwórcze stawu łokciowego. PP Chir 1925; 4
51. Wojciechowski A. Artroplastyka. Chir Narz Ruch i Ortop Polska 1933; 4: 622
52. Zaremba J. Operacje wytwórcze stawów sztywnych. Chirurgia Kliniczna 1931; 3
53. Zaremba J. Sulla cura dell' instabilita articolare dopo mobilizazzione chirurgica del ginocchio. Chir Org Movim 1932
54. Ollier KXEL. Traité des resections. Paryż: G. Masson; 1885
55. Loewe O. Über Hautimplantation an Stelle der freien Fascienplastik. Münch Med Wochenschr. 1913; 60: 1320
56. Rehn E. Das cutane und subcutane Bindegewebe als plastisches Material. Münch Med Wochenschr 1914; 3: 118
57. Rehn E. Zu den Fragen der Transplantation, Regeneration und ortseinsetzen den funktionellen Metaplasie. Arch Klin Chir 1919; 112: 662
58. Schwarz E. Über die anatomischen Vorgänge bei der Schnenregeneration und dem plastischen Ersatz von Schnendefekten durch Sehne, Faszie und Bindegewebe. Dtsch Z Chir 1922; 173: 301
59. Eitner E. Über Unterpolsterung der Gesichtshaut. Med Klin 1920; 16: 93
60. Zimches JL. The fate of surface epithelium transplanted into deep tissues and its relation to epitelial cyst. Frankfurt Ztschr f Path 1931; 42: 203
61. Peer LA, Paddock R. Histologic studies on the fate of deeply implanted dermal grafts. Arch of Surg 1937; 34: 268
62. Eitel H. Versuche zur Lebensenergie von Cutis. Dtsch Z Chir 1933; 242: 806
63. Uihlein A. Use of the cutis graft in plastic operations. Arch of Surg 1939; 38: 118
64. Cannady JE. Some of the uses of the cutis graft in surgery. Am J Surg 1943; 59: 409
65. Cannady JE. Additional report on some of the uses of cutis graft material in reperative surgery. Am J Surgery 1945; 67: 382

66. Cannady JE. Cutis graft in surgery. Arch of Surg 1946; 52: 286
67. Cannady JE. Cutis: its various uses in surgery. J Internal Col Surg 1948; 11: 282
68. Cannady JE. Some experiences in the use of the cutis graft in surgery. South Med J 1948; 41: 876
69. Swenson SA, Harkins AN. Cutis graft. Application of the dermatome flap method. Its use in recurrent incisional hernia. Arch of Surg 1943; 47: 564
70. Scola JV. Improved technique for preparing a buried dermal graft in hernial repair. Arch Putti 1952; 5: 338
71. Mair GB. The use of whole skin graft in the treatment of herniae. Brit J Surg 1945; 32: 381
72. Mair GB. Analysis of a series of 454 inguinal herniae with special reference to morbidity and recurrence after the whole skin graft method. Brit J of Surg 1946; 34: 42
73. Goodal RG, Guthrie RF. Repair of inguinal hernia with whole skin graft. South Surgeon 1947; 13: 135
74. West WT, Hichs ES. Skin as a supporting graft in repair of herniae. CMAJ 1948; 58: 178
75. Zavaleta DE, Uriburu JV. El injerto de piel en el trotamiento de les grandes eventraciones. Prensa Med Argent 1948; 35: 1427
76. Zavaleta DE, Uriburu JV. Whole thickness skin grafts in the treatment of hernias. Surg Gynec Obst 1950; 91 (2): 157
77. Swart HA. The use of cutis in orthopedic operations. South Med J 1952; 45: 87
78. Rausselin L. Les graffes libres de peau dans la cure chirurgicale des eventrations. Lyon Chir 1943; 38: 486
78. Dantlo R. Transplantation de la derme pour la cure des eventration. Presse Méd 1946; 50: 680
80. Menegaux. Le graffes de derme en chirurgie réparatrice. Presse Méd 1948; 52: 472
81. Gosset J, Bonvallet M. L'hemiresection humerale avec interposition de peau totale dans les reindeurs et ankyloses post-traumatiques ou postinfectieuses du coude. Rev d' Orthop 1954; 401: 142
82. Bogetti M, Fabbri S, Bubbio C. Innesti liberi di cute disepitelizzata e sottocute nella riparazione delle perdite di sostanza dei tendini. Min Chir 1954; 9: 375
83. Repaci G, Bozzoni G. Plastische tendinee con innesti liberi di cute. Atti del XXXVIII Congresso dell SIOT. Rzym: 1953. str. 369
84. Pais C. Artroplastica dell' anca con capsula metalica e con lembo cutaneo. Atti del XXXV Congresso dell SIOT. Torino: 1950
85. Pais C. Artroplastica delle dita con interposizione di lembo cutaneo. Atti e Comunicazioni XXXIII Congr. SIOT. Bologna: 1948
86. Pasquali E. Artroplastica con lembo cutaneo nell'articolazione dell'anca. Chir Org Mov 1951; 35: 651
87. Peregalli PF. Ricerche sperimentali sull'artroplastica con interposizione di lembi cutanei. Arch Ortop 1951; 64: 16
88. Zanoli R, Branciforti S. L'uso di lembi cutanei liberi conservati nel sottocutaneo nelle artroplastiche e nelle lesioni dei legamenti del ginocchio. Clin Ortop 1954; 6: 283
89. Fiume M. Artroplastica dell'anca con interposizione di lembo cutaneo libero. Act Ortop Milano 1952; 65: 378
90. Poli A. Rigidita articolare post-traumatiche. Relazione XXXVIII SIOT. Rzym: 1953
91. Delchef A, Walch A, Goosseus J. Arthroplatie de la hanche avec interpositione de peau. Presentation d'un malade. Acta Orthop Belg 1955; 21: 122
92. Delchef J., 1956. Le devenir de l'arthroplastie de la hanche. Rev. Med. Suisse Romande 5, 401-407.
93. Delchef J, Delchef jr, Falla G. L'utilisation de la peau en chirurgie orthopedique. Acta Orthop Belg 1959: 25; 9
94. Delchef J. Traitement actuel des coxarthroses. Acta Orthop Belg 1958; 24: 393
95. Sanchis-Olmos MV. El uso en chirurgia ortopedica de la piel conservade en mertiolato. Act Ortop Traum Iberica 1955; 3: 1
96. Sanchis-Olmos MV. L'emploi de la peau conserveé dans la „Mertiolate" en chirurgie ortopédique. Sixieme Congres de la Société Internationale de Chirurgie Ortopedique et de Traumatologie. Bern, 30.08-3.09.1954
97. De Marchi R, Gambier R. Ricerche istologiche sperimentali e cliniche sull' artroplastica con cute. Min Ortop 1953; 4: 29
98. Kallio KE. Arthroplastie cutanée de la hanche; auot-greffe fraiche de peau totale avec du tissu adipeux. Paryż: Mémoire de l'Académie de Chirurgie, 81 (14-15)
99. Kallio KE. Skin cap arthroplasty. XX Anniversary International College of Surgeons. Genewa, 23-26.05.1955. str. 577
100. Kallio KE. Skin arthroplasty of the hip joint. Annales Chir et Gyn Fenniae 1956; 45: 181. Referat wygłoszony również podczas obrad Zjazdu PTOrtop. Warszawa: 1957
101. Kallio KE. Arthroplastica Cutanea Coxae. Acta Orthop Scand 1957; 4: 327
102. Kettunen KO. Changes in the fresh autogenous whole-thickness skin graft used as interpositional material in arthroplasty of the hip joint on cats. Annales Chir et Gyn Fenniae 1956; 45: 193
103. Kettunen KO. Skin arthroplasty in the light of animal experiments with special reference to functional metaplasia of connective tissue. Acta Orthop Scand 1958, suppl. 29
104. Kettunen KO. Cartilaginous metaplasia of connective tissue in clinical skin arthroplasty. Acta Orthop Scand 1959; 28: 190
105. Kettunen KO. Origin of metaplastic cartilage in skin arthroplasty. Acta Orthop Scand 1960; 30: 20
106. Kivilaakso R. Changes in the whole-thickness skin graft buried in tissue. Acta Orthop Scand 1955, suppl. 18
107. Kallio KE. Skin arthroplasty in the light of animal experiments and clinical experience. Congr? s International de Chirurgie Orthopédique, Barcelona, 1957
108. Sogetti, cyt. za Kallio [107]
109. Pąchalski A. Functional metaplasia of cutaneous connective tissue as interpositional material in arthroplasty. Folia Morphologica 1964; I
110. Zaremba J. Operacje wytwórcze stawów sztywnych. Chir Narz Ruch i Ort Polska 1933; 3: 120
111. Pąchalski A. Metaplazja funkcjonalna tkanki łącznej skóry zastosowanej jako materiał interpozycyjny w plastyce stawu. Folia Morphologica 1964; 15: 1
112. Pąchalski A. Legamentoplastica e sindesmopessi acromio-clavicolare con lembo di cute nelle lussazione acromio-clavicolare. Atti SERTOT 1959; 4
113. Pąchalski A. Dermoplastyka w leczeniu następstw zniekształcającego gośćca stawowego. Chir Narz Ruchu i Ortop Polska 1963: 743
114. Pąchalski A. Badania doświadczalne nad możliwościami metaplazji tkanki łącznej w tkankę chrzestną i ścięgnową. Chir Narz Ruchu i Ortop Polska 1963: 848
115. Obradovic B, Martin I, Freed LE, Vunjak-Novakovic G. Bioreactor studies of natural and tissue-engineered cartilage.

Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja 2001;3(2): 181-189
116. Lubiatowski P, Manikowski W, Romanowski L, Trzeciak T, Kruczyński J, Piontek T. Doświadczalna rekonstrukcja chrząstki stawowej przy użyciu autogennych przeszczepów okostnej i ochrzęstnej. Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja 2001;3(2):194-199
117. Strzelczyk P. Benke G, Górecki A. Zasady izolacji i hodowli ludzkich chondrocytów – wstęp do autogennych przeszczepów komórkowych. Ortopedia Traumatologia Rehabilitacja 2001;3(2):213-215
118. Sanghavi P, Bose D, Kerrigan J, Madeley NJ, Crandall J. Non-contact strain measurement of biological tissue. Biomed Sci Instrum 2004;40:51-6
119. Sander EA, Nauman EA. Permeability of musculoskeletal tissues and scaffolding materials: experimental results and theoretical predictions. Crit Rev Biomed Eng 2003;31 (1-2):1-26.

Adres do korespondencji / Address for correspondence
Prof. dr hab. med. Adam Pąchalski
Krakowskie Centrum Rehabilitacji
30-224 Kraków, Al. Modrzewiowa 22

Otrzymano / Received *12.12.2003 r.*
Zaakceptowano / Accepted *22.02.2004 r.*