

**Andrzej Gusta**

## Historia i współczesność osteosyntezy

Pierwotny człowiek próbował leczyć powstałe urazowe uszkodzenia działając instynktownie, oszczędzał złamaną kończynę, tamował krwawienie z rany, a podpatrując zwierzęta próbował wykorzystać działanie lecznicze niektórych roślin. Jeżeli uzyskane efekty były małe, wzywał na pomoc siły nadprzyrodzone, a niepowodzeniami obciążał złe moce. Trudno ustalić kto pierwszy unieruchomił złamaną kończynę i czy dokonano tego przy pomocy kawałka kija, czy twardej kory umocowanej do kończyny. Taką formę unieruchomienia spotykano w najstarszych znaleziskach archeologicznych. Przyjmuje się, że już na etapie opanowania techniki wzniesienia ognia pierwotne społeczeństwa próbowały leczyć rany, unieruchamiać złamania, a także stosowały nosze do transportu chorego.

Zdobywanie wiedzy i umiejętności na zasadzie obserwacji stanowiło podstawę rozwoju człowieka, stąd Bergson zaproponował, żeby nazwę homo sapiens zamienić na homo faber – człowiek wytwarzający, praktykujący!/.

Zapewne pierwsze zabiegi operacyjne miały charakter rytualny, lecz jednocześnie miały również charakter leczniczy, a także zapobiegawczy.

Pierwsze zorganizowane cywilizacje datuje się na okres co najmniej 4 tysięcy lat przed naszą erą. W tym czasie działalność zabiegową w najwyższym stopniu opanowali Hindusi. Umieli nastawić zwichnięcia i leczyć złamania. Wycinali guzy i usuwali kamienie z pęcherza moczowego. Wykonywali również skutecznie plastyczne rekonstrukcje nosa, obcinanego za karę z wyroku sądu [1,2].

W swojej działalności homo faber wymyślał coraz nowsze metody leczenia złamanej kości. Według raportów konkwestadorów już Aztekowie i Inkowie próbowali, podobno z powodzeniem, zespalać złamaną kość udową prętami drewnianymi wprowadzanymi śródszpikowo [3].

Działania lecznicze wymagały coraz większej znajomości budowy ciała ludzkiego i warunków umożliwiających przeprowadzenie zabiegu bez stresu i bólu oraz zagrożenia zakażeniem.

Podstawy nauk medycznych wiążą się z Hipokratesem, pracami lekarzy arabskich, pracami Galena, Celsusa i wielu innych, jednak właściwy rozwój leczenia operacyjnego był możliwy dopiero po odkryciu antyseptyki, aseptyki, wprowadzeniu znieczulenia, a w le-

czeniu złamań – po upowszechnieniu badań rentgenowskich [4].

Dopiero w XIX-stuleciu węgierski położnik Semmelweis odkrył przyczynę gorączki połogowej, niosącej śmierć wśród rodzących. Prace Pasteur'a, Kocha i wprowadzenie antyseptyki na sale operacyjne przez Listera w 1867 roku, pozwolił względnie bezpiecznie operować. Już nieco wcześniej, bo w roku 1847, chorych znieczulano do zabiegu.

W Polsce pierwsze wzmianki o leczeniu złamań wiąże się z działaniem braci Benedyktynów, sprowadzonych przez Bolesława Chrobrego [5]. Za prekursorów polskiej ortopedii uważa się Józefa Strusia, Jonstona, Kulmusa oraz Ludwika Perzynę [1,5,6].

Powołany w 1779 roku na Kierownika Katedry Chirurgii Wszechnicy Jagiellońskiej Rafał Józef Czerwiakowski, uważany za „ojca chirurgii polskiej”, przeszczepił na polski grunt cały dorobek ortopedii europejskiej [2]. Spośród wielu innych lekarzy tworzących podstawy polskiej ortopedii należy wymienić Ludwika Rydygiera, Hilarego Schrama, a przede wszystkim Ireneusza Wierzejewskiego, kierownika pierwszej Katedry Ortopedycznej powołanej w 1923 roku w Poznaniu.

Ze szkoły poznańskiej wyszło wielu wybitnych ortopedów: Raszeja, Dega, Grobelski i Wolszczan.

W tym samym czasie w innych ośrodkach działali Gruca, Zaremba, Łapiński i inni [1,2,4,5].

Szczególnie profesor Gruca i zespół lekarzy którym kierował, stanowili grupę stale poszukującą nowych rozwiązań. To właśnie profesorowi Grucy przypisuje się wykonanie w 1949 roku pierwszej totalnej plastyki stawu biodrowego [6]. Proteza była wykonana ze stali nierdzewnej, a panewka mocowana do miednicy pięcioma wkrętami. Bezpośredni wynik zabiegu był zadowalający i dopiero po 2 latach doszło do wyłamania panewkowej części protezy. Dalszych prób totalnej alloplastyki stawu biodrowego zaniechano. Rok później, w 1950 roku, w Norwich w Wielkiej Brytanii, totalną alloplastykę stawu biodrowego wykonał McKee [6].

W leczeniu skrzywień kręgosłupa, Gruca, poszukując możliwości korekcji skrzywienia, szukając „sztucznych mięśni”, stosował spiralne sprężyny stalowe zakładane po stronie wypukłej kręgosłupa. Haczyki były zaczepiane za nasadę (szyjkę) łuku w otworze między-

kręgowym, a 2 rzędy sprężyn były zwykle wprowadzane pomiędzy wyrostki poprzeczne i żebra, po przecięciu więzadeł. Uzyskane efekty korekcji i stabilności zespolenia były dobre, co skłoniło również do stosowania sprężyn w leczeniu kompresyjnych złamań przedniej kolumny kręgosłupa (Ryc. 1).

Z innych polskich wynalazków dotyczących stabilizacji kręgosłupa (mających już tylko znaczenie historyczne), należy wymienić płytę zębatą opracowaną przez Janusza Daaba. Konstrukcja płyty była niezwykle prosta, założenie wymagało jednak dużych umiejętności, by nie uszkodzić łuków kręgów, przez to wskazania do stosowania płyty były bardzo ograniczone [7].

Dynamiczny rozwój metod leczenia złamań przypada na drugą połowę XX wieku. Dla wprowadzenia nowoczesnych sposobów leczenia, niezbędna była wiedza dotycząca budowy struktury kostnej, biomechaniki i poznania procesów kształtowania się tkanki kostnej.

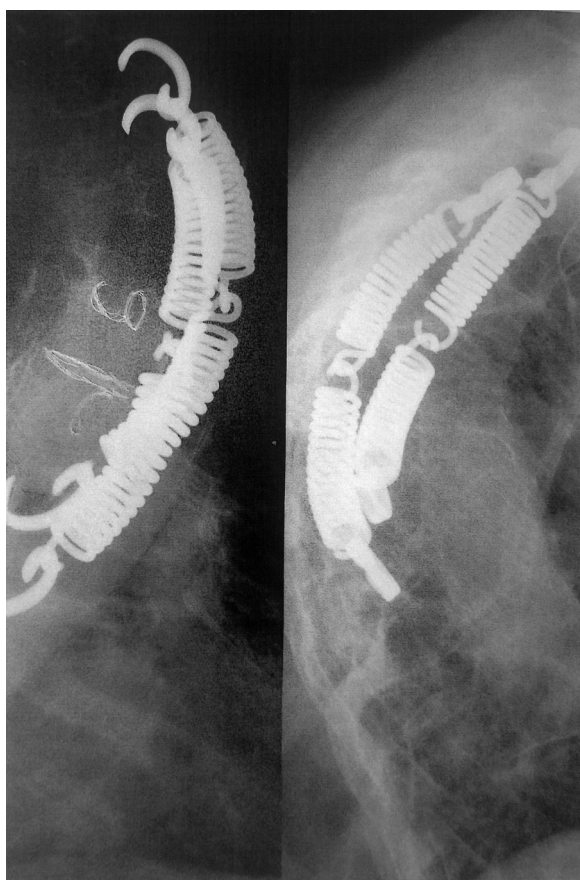
Budowę struktury kostnej opisał w XVI wieku Havers, później badania prowadzili Leewenhoek i Monro. Pierwotnie kość była traktowana jako bierna i mało zmieniająca się część ustroju. Okazało się, że kość jest tkanką niezwykle dynamiczną, nie tylko stanowiącą podstawową strukturę szkieletu, ale również biorącą udział w wielu procesach niezbędnych dla funkcjono-

wania człowieka. Kość jest doskonale ukrwiona przez naczynia odokostnowe, szczególnie w okolicach przystawowych i przez duże naczynia wnikające do kości przez otwory odżywcze [8,9,10].

Odtworzenie ukrwienia uszkodzonego w czasie złamania jest zasadniczym warunkiem uzyskania zrostu kostnego. W ogólnych założeniach zrost kostny przebiega w 2 fazach. Pierwsza to organizacja krwiaka i powstanie niezorganizowanej kostniny „kość tkana”, druga to modelowanie się dojrzewającej kostniny „kość blaszkowata”, pozwalające na zmiany kształtu i grubości kości kształtującej się w myśl kierunków działania sił nacisku. Dzięki temu kość może się wygoić bez widocznych blizn, z całkowitym odtworzeniem kształtu i funkcji (restitutio ad integrum).

Przyjęto, że podstawowym działaniem zabezpieczającym przebieg gojenia jest unieruchomienie złamanej kości. W Europie unieruchomienie złamania łupkami w roku 1769, zamieniono na unieruchomienie gipsowe, a zasady i wskazania do stosowania opatrunku gipsowego opisał Port [11].

Samo unieruchomienie może być niewystarczające do prawidłowego gojenia się złamania, jeżeli odłamy nie mają należytego kontaktu. Jednym z istotnych działań dla uzyskania zrostu złamanej kości stało się nastą-



Ryc. 1. Zastosowane sprężyn w stabilizacji kręgosłupa w leczeniu skoliozy

wienie, najlepiej anatomiczne, które umożliwiają największą powierzchnię kontaktu odłamów, a jednocześnie stwarza najkorzystniejsze warunki przenoszenia nacisków pobudzających i modulujących tworzenie się nowej kości. Niezwykle ważne okazało się dociśnięcie końców odłamów. Duża przerwa pomiędzy odłamami opóźnia lub uniemożliwia wytworzenie się mostu naczyniowego łączącego fragmenty złamanej kości i uniemożliwia połączenie się wytwarzanej kostniny i uzyskanie zrostu. Ważną rolę spełnia unieruchomienie złamanej kości do czasu wytworzenia się kostniny. Te warunki najłatwiej spełnić stosując zespolenie operacyjne [10,12,13,14].

Z wiadomości udokumentowanych wiemy, że w dziele „Handbuch der Lehre von den Knochenbruch”, już w 1862 roku Gurlt zaproponował różne sposoby operacyjnego leczenia złamanej kości [10]. Dobry wynik zespolenia rzepki pętlami z drutu opisał w końcu 1883 roku Lister, a w 1886 Hansmann jako pierwszy użył płyty do zespolenia złamanej kości [10].

Początkowo idea operacyjnego zespolenia kości nie miała wielu zwolenników. Do tych nielicznych należał Lane, bardzo zdolny chirurg o błyskotliwej technice operacyjnej, który wiele uwagi poświęcał ochronie (atraumatyzacji) tkanek w czasie zabiegu; jemu też zawdzięczamy zasadę „no touch technique”. Ideę zespolenia wewnętrznego kontynuował Fritz Koenig. Stosując solidne płyty starał się uzyskać zespolenie na tyle stabilne, żeby wyeliminować potrzebę zakładania gipsu [10].

W rozwoju idei wewnętrznego zespolania kości ważne miejsce zajęli bracia Lambotte: Elie i Albin. Szczególnie ten drugi, wszechstronnie uzdolniony chirurg (zajmował się między innymi rzeźbiarstwem i muzykowaniem), opracował książkę przedstawiającą nowe koncepcje zespolenia. Jako pierwszy użył określenia „osteosynthesis”, które zostało zaakceptowane w świecie lekarskim. W swojej książce Lambotte mniej miejsca poświęcił popularnym w tym okresie zespoleniom z użyciem pętli drucianej, przedstawiał natomiast nowatorskie sposoby zespolania złamań płytami, wprowadził do leczenia złamań płytę o kształcie litery „Y” oraz zewnętrzne klamry do stabilizacji, nazwane jego imieniem.

Pomysły Lambotte były bardzo bliskie obecnie obowiązującym standardom, z ideą uzyskania zespolenia stabilnego, pozwalającego na rozpoczęcie ruchów czynnych natychmiast po zabiegu [10,16].

W rozwoju technik zespolania wewnętrznego znaczną rolę odegrał Amerykanin William Sherman. Obserwując niekorzystne efekty zespolenia zwrócił uwagę na konieczność stosowania jednorodnego materiału użytego do zabiegu [10]. Zajmował się metalurgią, udało mu się uzyskać nowy stop wanadu i stali

o znacznie lepszej jakości, z cechami neutralności po wprowadzeniu w środowisko wewnętrzne ustroju [17]. W tym czasie Ernest W. Hey-Groves rozwijał w Anglii idee zespolenia śródszpikowego. Pierwsze zespolenia wykonał używając kołków z kości słoniowej, lecz już pod koniec I Wojny Światowej stosował solidne gwoździe metalowe [18]. Następnie Albee zaczął zespolać gwoździem szyjkę kości udowej, metodą własnego pomysłu, a później Neufeld do zespolania wprowadził gwoździe połączone z płytką. W 1936 roku bracia Rush wprowadzili do stabilizacji złamań trzonów kości elastyczne pręty stalowe [19].

Zespolenie trzonów kości długich prętami śródszpikowymi zawdzięczamy lekarzowi niemieckiemu Kuentscherowi. W 1940 roku Kuentscher przedstawił pręt własnego pomysłu, wprowadzony do jamy szpikowej sposobem krytym, blokujący się przez rozprężanie [3,20,21]. Początki były trudne i często występowały powikłania. Przed stosowaniem prętów śród szpikowych przestrzegał wielki chirurg austriacki Boehler [22], zalecając gwoździowanie odroczone. Przeciwnikiem zespolania śródszpikowego, ze względu na częstą zatorowość, był również inny wielki autorytet Watson-Jones [13,21]. Metoda jednak rozpowszechniła się bardzo szybko, a po uzupełnieniu zespolenia prętem śródszpikowym, śrubami ryglującymi, stosowanymi od 1984, jest do dzisiaj szeroko stosowana i stale modyfikowana [13,19,22,23] (Ryc. 2).

Metoda sprawdza się w leczeniu złamań kości długich, zamkniętych, a także otwartych, nawet III stopnia według podziału Gustillo-Andersena. Zespolenie z zasady powinno być wykonywane „na zamknięto”. Dla większej stabilności oraz w leczeniu stawów rzekomych może być zalecone rozwiercanie jamy szpikowej. Według Court-Browna powstająca podczas rozwiercania miazga kostna może stymulować proces reparacyjny [22,23]. Dobrą stabilność można uzyskać stosując cienkie gwoździe obustronnie ryglowane. Pozwala to uniknąć powikłań zatorowych oraz zapobiec powstawaniu innych powikłań, w tym zespolów przegrody międzypowięziowej, szczególnie przy zespolaniu piszczeli.

Od czasu badań Hansmanna do połowy XX wieku, mimo licznych modyfikacji, zasadniczo nie uległa zmianie zasada konstrukcji zespolenia. Do nastawionych odłamów przykręcano śrubami płytę, co powodowało znaczny nacisk płaszczyznowy płyty do kości. Szytywność konstrukcji zmniejszała się już w 2-3 tygodniu po operacji [12]. W wyniku osteolizy pojawiały się początkowo mikroruchy, a później wyraźna ruchomość i ruchy rotacyjno-ścinające, najbardziej niebezpieczne dla uzyskania zrostu. Ten rodzaj zespolenia nazwany adaptacyjnym próbowano zastąpić zespoleniem kontaktowym i dociskowym. Płytki z podłużny-

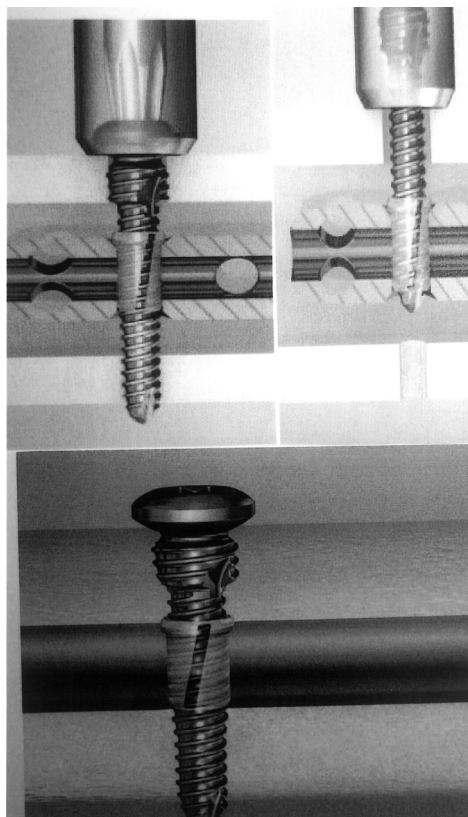


Ryc. 2a. Różne rodzaje stabilizacji śródszpikowej, zastosowanie gwoźdźca (gamma)

mi otworami opracowali w 1943 roku Townsend i Gillfillan [24]. Założeniem zespolenia kontaktowego było utrzymanie stałego kontaktu odłamów przez wykorzystanie siły napięcia mięśniowego. Problemem zajął się Eggers i w 1948 roku, w oparciu o badania, po określeniu fizjologicznego docisku końców odłamów niezbędnego do uzyskania zrostu od 5 do 20 KG/cm<sup>2</sup>, opracował płytę własnej konstrukcji (contact splint) [12,25]. W rzeczywistości budowa płytki nie poprawiała stabilności zespolenia i nie zapobiegała mikroruchom ścinająco-rotacyjnym. Kolejną modyfikacją była płyta opracowana przez Gallisona, grubsza i sztywniejsza. Właśnie stosując tę płytę Bagby i Jonis odkryli mechanizm samodocisku osiowego odłamów [26].

Poszukiwania sposobów zwalczania ruchów ścinająco-rotacyjnych po zespoleniu odłamów miały różne kierunki. Próbowano dwuszeregowe ustawiać otwory płytek o wysuniętych krawędziach oraz stosować płytę zbudowaną na zasadzie kątownika „L”.

Jednak dopiero uzyskanie docisku międzyodłamowego okazało się korzystne. Pierwotnie docisk wykorzystywano do szybkiego uzyskania artrodezy, ale ostatecznie w 1949 roku Robert Danis opracował i opublikował metody skutecznego docisku międzyodłamowego [27].



Ryc. 2b. System ASLS kątovej stabilizacji gwoźdźca jest korzystną, małoinwazyjną kombinacją stabilizacji kątovej gwoźdźca śródszpikowego

Istota konstrukcji płyty polegała na takim uformowaniu otworu, by głowa śruby przy dokręcaniu powodowała linijne przesuwanie płyty łącznie z odłamem, dociskając odłamy. W 1956 roku Bagby z Kliniki Mayo jako pierwszy zastosował płytkę z owalnymi otworami. Jednocześnie zwrócił uwagę, że kompresja nie stymuluje zrostu kostnego, lecz przyspiesza gojenie przez zmniejszenie przestrzeni między odłamami i uzyskanie dobrej stabilizacji złamania [12,26].

Oryginalny sposób osiowego docisku odłamów w zespoleniu płytką Danisa przedstawił Yenab. Pojawiły się aparaty Muellera i Karpfa oraz Ramatowskiego [12,16,28].

W końcu lat pięćdziesiątych Marice E. Mueller podjął pionierskie prace Roberta Danisa, dotyczące zrozumienia zespalania wewnętrznego kości. W 1958 roku w Szwajcarii powstała grupa lekarzy zajmujących się wielostronnie problemami zespalania i gojenia się złamanej kości, pod nazwą AO Arbeitsgemeinschaft fu fc Osteosynthesefragen lub ASIF [29,30]

Powstała Fundacja i Laboratorium Chirurgii Eksperymentalnej w Davos, zadaniem której było opracowanie sposobów zespalania z uwzględnieniem biologii kości, biomechaniki, ale także metalurgii. Wprowa-

dzone techniki stają się standardem leczenia złamań. Coraz lepsze zrozumienie procesu gojenia się kości pozwala na coraz skuteczniejsze leczenie złamań otwartych, wielomiejscowych, wieloodłamowych i złamań przestawowych [29,30,31,32]

Trzon zespołu stanowili Hans Willenegger, Maurice Mueller, Martin Allgoewer i Rober Schneider. Był to jednocześnie zespół wykładowców I Kursu Szkoleniowego AO, który miał miejsce w 1960 roku w Davos [29,30,35]. Starannie i wielokierunkowo usiłowano rozwiązywać problemy zespołów samo dociskowych i dociskowych. Opracowano podstawy naukowe zespołów neutralizujących oraz różnych systemów zespołów stabilnych.

Równoległe z badaniami naukowymi i klinicznymi zespół AO zainicjował przemysłową produkcję implantów i instrumentarium przez firmy Synthese i Osteo.

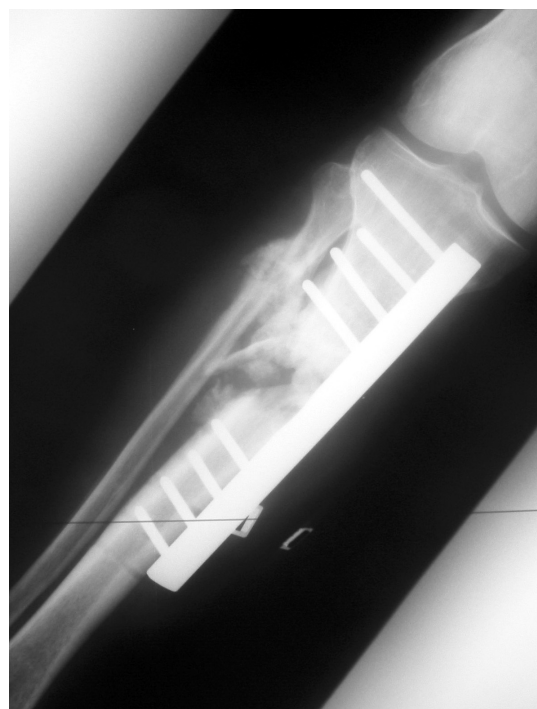
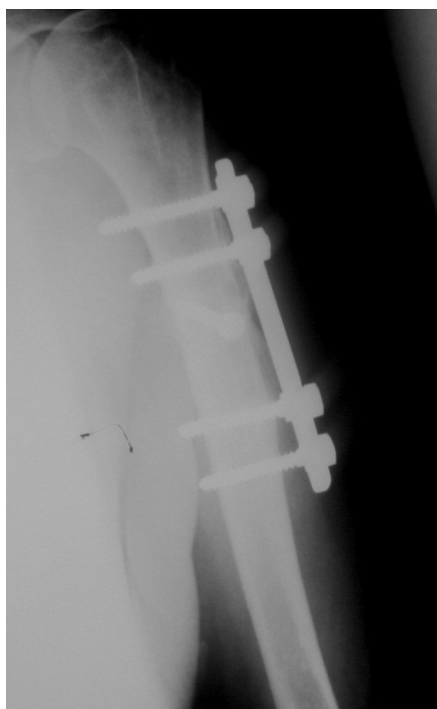
Aktualny pozostał jednak problem dużego nacisku płaszczyznowego płyty w czasie stosowania docisku odłamów sięgającego wartości 4.500 N. Nacisk powodował zaburzenie ukrwienia i powstawanie strefy osteoporozy w kości znajdującej się pod płytą [32,33,34, 35]. Ani zastosowanie podkładek silikonowo-kauuczowych, ani płyt z tworzyw sztucznych, nie rozwiązywało tego problemu [12,32]. Dopiero wprowadzenie stabilizacji dynamicznej, a także stosowanie płyty z ograniczonym kontaktem PC Fix (point contact fixation) i płyty z głowami śrub mocowanymi w płycie, mogły zapobiec powstawaniu martwicy kości [17,21, 34,35].

Stosowanie zespalania z użyciem płyt i dociskiem pozwoliło na uzyskiwanie zrostu w warunkach tak zwanej ciszy biomechanicznej. Zmniejszenie do minimum szczeliny złamania ułatwia penetrację naczyń systemów Haversa z odłamu na odłam (zasada stożka tnącego) odtwarzając ciągłość kości bez nadmiernych odczynów okostnowych i nadmiaru kostniny.

Prowadzone obserwacje wykazały, że zrost kostny można uzyskać również bez „ciszy mechanicznej”, stosując zespolenie dynamiczne z zachowaniem mikroruchów osiowych.

Te obserwacje potwierdziły badania polskich lekarzy prowadzone w latach 1974-82. Po powrocie z Davos profesor Ramatowski wraz ze swoimi najbliższymi współpracownikami: docentem Granowskim i inżynierem Pilawskim, zastanawiali się jak rozwiązać problem nadmiernego, płaszczyznowego nacisku płyty na kość w czasie stosowania kompresji odłamów. Okazało się, że odsunięcie płyty od kości w zespoleniu przykostnym stwarza bardzo korzystne warunki uzyskania zrostu kostnego, mimo utraty sztywności zespolenia [14,37] (Ryc. 3).

Zachowanie mikroruchów osiowych pobudza tworzenie się obfitej kostniny egzogennej. Mechanicznym założeniem stabilizatora, który nazwano Zespoł, a odmianę Polfiex, jest układ typu kłamrowego. Oddalenie płytki od kości umożliwia także stosowanie Zespołu jako stabilizatora zewnętrznego. Docisk pomiędzy odłamami można uzyskać przez głębsze wkręcenie śrub znajdujących się bliżej płaszczyzny przełomu. Spręży-



Ryc. 3a,b. Zdjęcia rentgenowskie pokazujące zastosowanie Zespołu



Ryc. 3c. Zespolenie z umiejscowieniem płyty na zewnątrz

stość płyty powoduje docisk odłamów po stronie przeciwnej i tam powstaje nadmiar kostniny „objaw banana”. Metoda stała się bardzo popularna w Polsce, znana na całym świecie i przedstawiana w uznanych podręcznikach [35,37,38]. O metodzie polskich badaczy możemy przeczytać na przykład w podręczniku Rockwood and Green's: Fractures in adults, wydanego w 2001 roku [37].

Za stosowaniem dynamicznych zespołów, a także szybkim wdrażaniem ruchów w zespolonej kończynie, przemawia również zjawisko piezoelektryczne, odkryte przez Fukada i Yasuda [39]. Zarówno związki hydroksyapatytu fosforowo-wapniowego, jak i molekuly kolagenu, mają struktury krystaliczne. Pod wpływem nacisku gromadzą się potencjały elektryczne ujemne pobudzające tworzenie się kości, potencjały dodatnie natomiast powstają przy rozciąganiu i stymulują procesy kościogubne.

Jeszcze lepsze wyniki uzyskuje się w coraz częściej stosowanych, nie „uciskających” kości, a jednocześnie poprawiających stabilność zespolenia, płytach przykostnych (Locking Compression Piąte) z gwintowanymi otworami dla śrub, które z płytami z punktowym kontaktem metalu z podłożem kostnym zapobiegają powstawaniu martwicy kości pod wszczepem; (po 2000 roku stały się już standardowym wyposażeniem sal operacyjnych) [40,41] (Ryc. 4). Idea wykorzystania kontrolowanych mikroruchów w celu przyspieszenia gojenia kości (w ogólnym założeniu podobna do idei wykorzystania stymulującego działania mikroruchów osiowych, jak w systemie Zespol), pojawiła się znowu w ostatnich latach w postaci śrub dynamicznie mocowanych do płyty w systemie DLS (Dynamie Locking Screw). Budowa śruby oparta, ogólnie mówiąc, na zasadzie „śruba w śrubie”, pozwala na zachowanie okre-

ślonej sprężystości liniowej układu śruba – płyta, pozwalającej – w chwili obciążania – na osiowe mikroruchy i stymulację końców odłamów.

Idea stabilizacji zewnętrznej złamanej kości pojawiła się w pracach Malgaigne w 1845 roku, a praktyczne użycie stabilizatora zewnętrznego przypisuje się Amerykaninowi Claytonowi Parkvill z Deneven i Albinowi Sambatte z Belgii. Metodę rozbudowali Andersen, Hoffman, Judet i Yidal Lambotte i Ombredane [8,9,38, 42,43].

Codivilla w 1904 do stabilizacji zewnętrznej zastosował grube, gładkie gwoździe. Stader w 1937 roku zespał złamanie wprowadzając w kość cienkie druty, później wgipsowywane w opatrunek unieruchamiający.

Bardziej współczesny system wprowadził w 1938 roku Hoffman, później Yidal, Wagner [40].

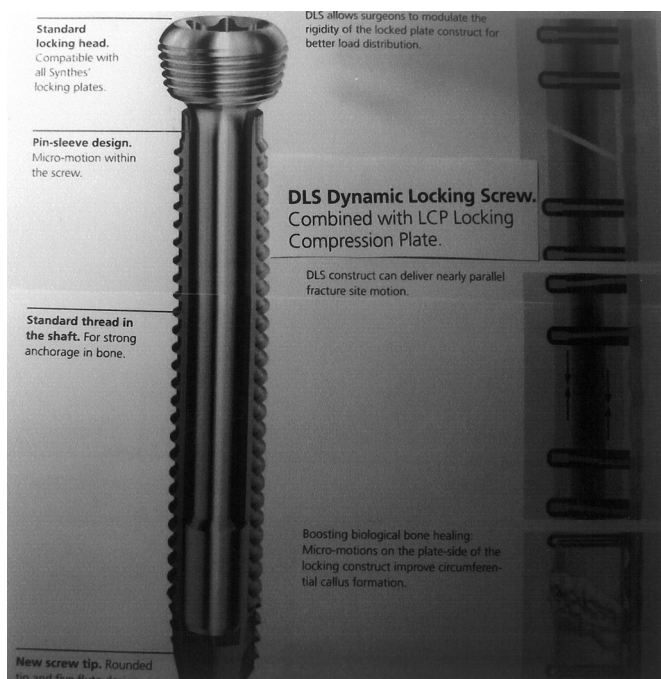
Po II Wojnie Światowej Ilizarow rozwinął oryginalny sposób stabilizacji zewnętrznej oparty o druty przeprowadzone przez kość i połączone pierścieniami. Okazało się, że kostnina może być wytwarzana zarówno w trakcie bardziej lub mniej dynamicznego docisku, jak i rozciągania odłamów [45]. Spostrzeżenia te jeszcze bardziej spopularyzowały zastosowanie stabilizatorów zewnętrznych. Obecnie stabilizację zewnętrzną stosujemy w leczeniu złamań otwartych z dużym uszkodzeniem tkanek miękkich oraz leczeniu złamań i stawów rzekomych zakażonych.

W Polsce aparaty do stabilizacji zewnętrznej znalazły szerokie zastosowanie. Własne modyfikacje opracowali Arct, Juszko, Gelfert, Czyrny, Daab, Tylman, Molski i Deszczyński [38,43,44]. Poznanie wartości stabilizacji przestrzennej zawdzięczamy przede wszystkim Stanisławowi Konzałowi [42].

Wyróżniamy stabilizację: klamrową, ramową, ramowo-klamrową, przestrzenną i okrężną. Do unieru-

chomienia złamanej miednicy mamy stabilizator Mol-  
skiego, mamy również stabilizatory opracowane przez  
inżynierów BHH Mikromed i coraz więcej urządzeń  
ułatwiających wykorzystanie systemu Zespol do stabi-  
lizacji zewnętrznej w leczeniu stawów rzekomych  
(Ryc. 5) (jak w poprzedniej edycji).

Rozwój nowoczesnych technik i współpraca leka-  
rzy, biomechaników i inżynierów umożliwiły opraco-  
wanie w Polsce wielu niestandardowych rozwiązań  
stałe modyfikowanych, udoskonalanych i zyskujących  
coraz więcej zwolenników. Do takich rozwiązań na  
przykład można było zaliczyć produkcję stabilizato-  
rów kręgosłupowych firmy DERO, a także różne ro-  
dzaje stabilizatorów zewnętrznych.



Ryc. 4. Dynamic Locking Screw DLS pozwala na zmniejszenie sztywności w konstrukcji płyty i śruby poprawiającej dystrybucję obciążeń. Konstrukcja DLS może uwalniać równoległe ruchy w miejscu złamania. Poprawia biologię leczenia: mikroruchy w odcinku kości objętej płytą powodują też obwodowe tworzenie się kostniny



Ryc. 5. Stabilizator miednicy – szczególnie wykorzystywany w leczeniu chorych z urazami wielomiejscowymi



Stale pojawiają się nowe pomysły zespalania kości i nowe rodzaje wszczepów. Wprowadzenie technik endoskopowych i mało inwazyjnych dościsło operacyjnych poszerzyło możliwości wykonania zespolenia stabilnego zjednoczonym oszczędzaniem tkanek.

Techniki mało inwazyjne sprawdziły się w leczeniu złamań otwartych kości długich. Na przykład w leczeniu złamań kości goleniu typu pilon, płyty wsuwane, mocowane śrubami wprowadzanymi z punktowych, oddzielnych cięć są w stanie skutecznie ustabilizować złamanie. Do innych zespołów zaliczanych do mało inwazyjnych zalicza się stosowanie płyty ze śrubami wprowadzonymi pod różnymi kątami, które pozwalają znacznie lepiej „trzymać kość”, umożliwiając stabilne umocowanie śrub w różnych płaszczyznach w systemie LCP Percutaneous Aiming System Philos [46,47] (Ryc. 6).

Tego typu systemy są szczególnie przydatne w zespalaniu kości gąbczastej u osób z osteoporozą w złamaniach bliższej części kości ramiennej.

Do mało inwazyjnych sposobów stabilizacji można zaliczyć coraz powszechniej stosowaną przezskórną stabilizację nasadowo-trzonową kręgosłupa, mającą szczególne znaczenie w leczeniu chorych z przerzutami nowotworowymi.

Idea stabilizacji kręgosłupa śrubami sięga lat 40-tych XX wieku – metodę popularyzował w latach 70-tych Roy Kamille pracujący u Judeta; metodę unowocześnili Harrington i Dickson [48,49,50].

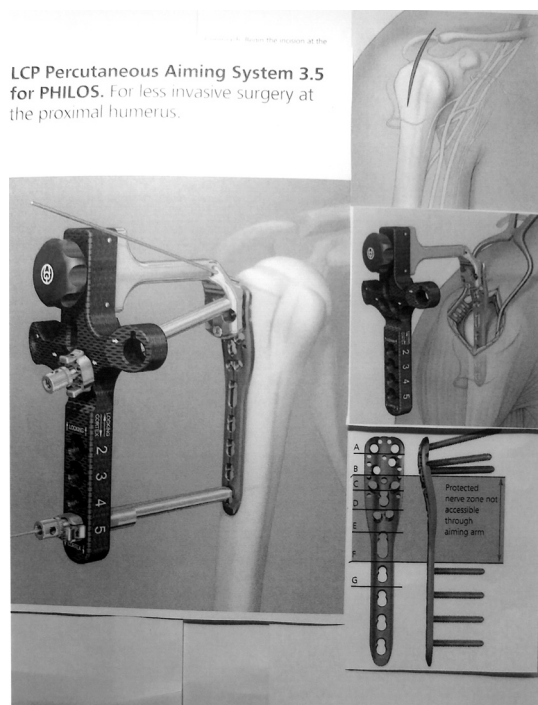
Zewnętrzną stabilizację nasadowo-trzonową wiąże się z nazwiskiem Magrel'a, który w 1977 roku ustabilizował kręgosłup lędźwiowy z pomocą długich śrub Schantza i prętów [51].

Współcześnie, używając torów wizyjnych, przezskórnie wprowadza się śruby i płytki do nasad kręgosłupów i w trzony, uzyskując stabilizację wybranego odcinka kręgosłupa, stosując tylko punktowe nacięcia, z dużą oszczędnością mięśni i bez utraty krwi [51,52, 53,54] (Ryc. 7).

Można również, chcąc poprawić precyzję wykonywanych zespołów, wykorzystywać nawigację operacyjną. Pojawiła się cała gama płyt ułatwiających zespolenie o kształcie dostosowanym do kształtu złamanej kości. Nowoczesne zespolenia, poza poprawą stabilności odłamów, charakteryzują się prostotą budowy i łatwością zakładania. Przykładem może być gwóźdź PFN-A stosowany w leczeniu złamań bliższej części kości udowej u osób starszych. Prosty technicznie, a jednocześnie – dzięki specjalnej budowie szyjkowej części gwintowanej – zapewniający dobrą stabilność odłamów, zyskuje coraz więcej zwolenników.

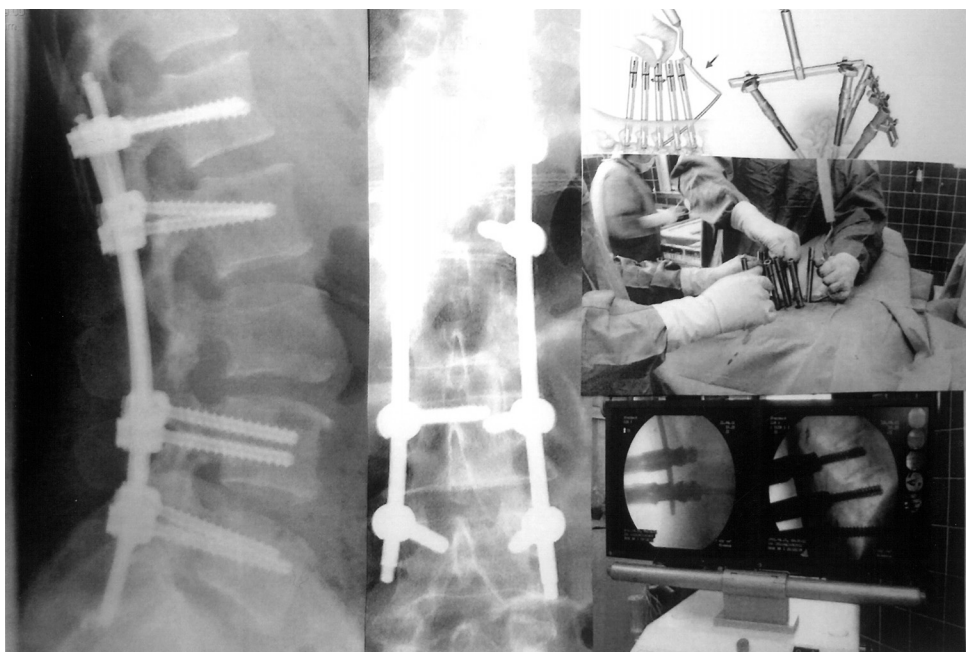
Należy pamiętać, że uzyskanie dobrego zespolenia kości nie tylko wymaga nowoczesnego sprzętu i sprawnych monitorów operacyjnych, ale również doskonałego przygotowania specjalistycznego operatora, rozumiejącego ideę i technikę zespalania.

Aktualnie w programie specjalizacji z zakresu ortopedii i traumatologii narządu ruchu wprowadzono ob-



Ryc. 6. Cięcie na przednio-bocznej powierzchni stawu, rozdzielając włókna mięśni naramiennego nie więcej niż 4 cm od szczytu wyrostka barkowego, żeby nie uszkodzić nerwu pachowego wprowadzamy płytę Philos





Ryc. 7. Przeszkórna stabilizacja kręgosłupa lędźwiowego

ligatoryjnie szkolenia i kursy dotyczące zespalania kości, ukończenie których powinno zaowocować dobrym przygotowaniem lekarzy do wykonywania trudnych zabiegów z zastosowaniem sprzętu wymagającego coraz więcej wiedzy o gojeniu się złamań i coraz lepsze przygotowania techniczne.

Myślą wiodącą stale unowocześniającej się osteosyntezy jest zastosowanie wszczepów spełniających w najwyższym stopniu warunki kompatybilności biologicznej, ale jednocześnie o konstrukcji zapewniającej uzyskanie jak największej stabilności zespolonych odłamów i opracowanie techniki zespalania jak naj-

mniej obciążającej chorego. Celem jest uzyskanie tak stabilnego zespolenia odłamów, by chory mógł podjąć utraconą funkcję ruchową natychmiast po zabiegu. Idealnym materiałem byłby pręt, czy płyta o sprężystości podobnej do sprężystości kości, obojętne dla środowiska wewnętrznego, wprowadzane łatwo, atraumatycznie, zapewniające optymalną stabilność odłamów, a jednocześnie ulegające rozpuszczeniu i wydaleniu z ustroju po spełnieniu zadania.

Być może takie rodzaje wszczepów ukażą się lada chwila.

## PIŚMIENNICTWO

1. Tyszka J.: Zarys historii ortopedii polskiej. *Ortop.Traum. Reh.* 1999; 1: 87-91.
2. Ambros Z.: Drogi rozwoju ortopedii polskiej w: *Zarys Ortopedii Ogólnej*, red. Ambros Z., PZWL Warszawa 1959: 16-18.
3. Lentz W.: The history of intramedullary nailing. *A.Grief book backwards. Chirurg.*1990; 61:474-480.
4. Szumowski W.: *Historia medycyny*, red. Bilikiewicz T. PZWL, Warszawa 1961.
5. Brzeziński W.: *Medycyna zabiegowa w: Historia Medycyny*, red. T. Brzeziński. PZWL Warszawa 2000.
6. Gruca A.: *Chirurgia ortopedyczna (TUI)* PZWL Warszawa 1972: 387-393.
7. Mielnik Z.: Leczenie operacyjne niestabilności kręgosłupa przy pomocy płyty zębatej Daaba techniką operacyjną, *Chir. Narz Ruchu Ortop.Pol.* 1980; 45: 497-500.
8. Bielawski J.: Wprowadzenie do tematu w: *Postępy w zespalaniu odłamów kostnych*, red. Bielawski J., Wrocławskie Druk.Nauk.ini. St.Kulczyńskiego, Wrocław 1985.
9. Kocius M.: *External fixation in traumatology. European Instructional Course Lectures. The British Edit Soc. Of Bone & Joint Surg.*, London 2001.
10. Szatckner J. Tile M.: *The rationale of operative fracture care.* Springer Berlin, Heidelberg New York 2005.
11. Dziak A.: *Opatrunki unieruchamiające w ortopedii i traumatologii.* PZWL, Warszawa 1995.
12. Granowski R.: *Biomechanika płytkowych zespoleni kości w: Postępy w zespalaniu odłamów kostnych* red. Bielawski J., Wrocławskie Druk.Nauk. im. St. Kulczyńskiego, Wrocław 1985.
13. Klemm K.: *The history of intramedullary nailing. Heft e Unfallheilkund.* 1983; 161: 1-7.
14. Ramotowski W., Granowski R., Bielawski J.: *Osteosynteza metodą Zespól.* PZWL, Warszawa 1988.
15. Lane W.A.: *The operative treatment of fractures*, The Medical Publishing Company, London 1905.
16. Marsh D.R.: *The biology of fracture healing: optimising outcome. Br. Med. Buli.* 1999; 55:856-869.

17. Sherman W.O.: Yanadium steel bonę plates and screws SGO 1912; 14: 629-934.
18. Hey-Groves E.W.: Treatment of fractured neck of the femur with special regard to the results. *J.Bone Joint Surg.* 1930; 12: 1-11.
19. Rush L.Y.; Dynamic factor in medullary pinning of fractures. *Am Surg.* 1951; 17: 803-808.
20. Kuentscher G.: Die Marknagelung von Knochenbruechen. *Klin.Wschr.* 1940; 19: 6-10.
21. Yichard P.G.: Kuentscher's centromedullary nailing of the femur. 50 years later. Historical recall. *Chirurgie* 1997; 122: 165-166.
22. Boehler L.: Technik der Knochenbruchbehandlung im Frieden und im Kriege. Verlag von Wilhelm Maudrich, Wien 1945.
23. Court-Brown C.M., Keating J.F., Chrystie J., Mc Queen M.M.: Exchange intramedullary nailing; its use in aseptic nonunion. *J.Bone Joint Surg.(Br)* 1995; 77-B: 407-411.
24. Townsend K., Gilfillan Ch.: A new type of bonę piąte and screws. *Surg.Gynec and Obstet* 1943;113:595-599.
25. Eggers G.W.N.: Internal contact splint. *J.Bone Joint Surg. (Am)* 1948; 30A: 40-51.
26. Bagby G.W.: Compression bonę plating. *J.Bone Joint Surg. (Am)* 1977; 59-A: 625-631.
27. Danis R.: Theorie et pratique de l'osteosynthese Masson, Paris 1949.
28. Marsh D.R.: The biology of fracture healing; optymising outcome. *Br. Med. Buli.* 1999; 55:856-869.
29. Muller M.E., Allgöwer M., Willenegger H.: Technique of internal fixation of fractures. Springer, Berlin Heidelber 1965.
30. Muller M.E., Allgöwer M., Schneider R., Willenegger H.: Nannual of internal Fixation. Springer Yerlag, New York, Berlin, Heidelberg, Tokyo 1991.
31. Schlicht T.: Surgery, science and industry. A revolution in fracture care 1950s - 1990s. Palgrave Macmillan 2002 New York.
32. Klaue K., Fengels J., Perren S.H.: Long-term effects of piąte osteosynthesis: Comparison offourdifferentplates. *Injury* 2000; 31: SB51-SB 62.
33. Krasuski A.: Jan Jonston, *Pol.Gaz.Lek.*1930; 32: 619-629.
34. DsheroV D., Mitutzo V.; Methoden und Mittel zur Gegenwartigen Selbstspannenden Osteosynthese der Unterarmknochen. *Orthopaedische Praxis* 1977; 14: 429-432.
35. Perren S.M.: The concept of biological plating using the limited contact dynamic compression piąte. (LC-DCP) Scientific background, design and application. *Injury* 1991; 1-Suppl.: 22-25.
36. Ramotowski W.: Stabilizatory płytkowe Zespół i Polftb. Agencja Wyd. Zebra, Kraków 1998.
37. Chandler R.W.: Principles of internal fixatlon w Rockwood and Green's Fractures in adults, Bucholz R. W., Heckman J.D., Lippincott Williams Wilkins Philadelphia 2001: 181-229.
38. Czymny S.: Leczenie złamań kości długich metodą zewnętrznęj osteosyntezy w Traumatologia Narządu Ruchu, red Tylman D., Dziak A., T-1, PZWL Warszawa 1996: 203-219.
39. Fuhada E., Yasuda J.: On the piezoelectric effect of bonę. *Physic J.. Soc. Japan* 1957; 10: 1158-1169.
40. Kocius M.: External fixation in traumatology. European Instructional Course Lectires. The British Edit Soc. Of Bonę and Joint Surg., London 2001.
41. Dóbele S., Horn C., Eichhorn S., Buchholtz A., Lenich A., Burgkart R., Nussler A.K., Lucke M., Andermatt D., Koch R., Stöckle U.: The dynamic locking screw (DLS) can increase interfragmentary motion on the near cortex of locked plating constructs by reducing me axial stiffness. 2010; *Langenbecks Arch. Surg.*395:421-428
42. Konzal S.: Własna odmiana zewnętrznęj stabilizacji trzonu kości piszczelowej. Badania biomechaniczne i wyniki kliniczne, *Chir.Narz. Ruchu Ortop.Pol.* 1984; 49: 235-238.
43. Molski K.: Zewnętrznęj stabilizacja wielomiejscowych uszkodzeń urazowych pierścienia miednicy przy pomocy klamry metalowej. *Chir.Narz.Ruchu Ortop.Pol.* 1982; 47: 139-143
44. Tylman D., Dziak A.: Zasady postępowania w pourazowych uszkodzeniach narządu ruchu w: Traumatologia narządu ruchu, red. Tylman D., Dziak A. T. 1, PZWL Warszawa 1996: 123-202.
45. Ilizarow G.A.: Transosseous osteosynthesis: theoretical and clinical aspects of the regeneration and growth of tissue. Springer Yerlag, Berlin 1991.
46. Gardner M., Griffith M., Dines J.: The Extended Anterolateral Acromial Approach Allows Minimally Invasive Access to the Proximal Humerus. *Glin Orthop. Relat. Res.* 2005; 434:123-129.
47. Ruedi T.P., Buckley R.E., Moran C.G.: AO Principles of Fracture Management. 2nd expanded ed. 2002. Stuttgart, New York: Thieme 2007.
48. Roy Camille R., Demeulenaere C.: Osteosynthese du rachis dorsal, lombaire et lombosacree par plaque metalliques vissees dans les pedicles vertebraux et les apophyses articulaires. *Presse Medicale* 1970:78 :1447-1448.
49. Harrington P.R., Dickson J.H.: Spinal instrumentation in the treatment of severe progressive spondylolisthesis. *Glin. Orthop. Rei. Res.* 1976; 17:157 - 163.
50. Wisner L., Kothe R., Ruther W.: Anatomie ewaluation of two different techniques for the percutaneous insertion of pedicle screws inthe lumbar spine. *Spine.* 1999; 24; 1599-1603.
51. Magerl F.P.: Stabilization of the lower thoracic and lumbag spine with external skeletal fixation, *Glin. Orthop. Rei. Res.* 1984;189: 125-141.
52. Foley K.T., Gupta S.K., Justis J.R.: Percutaneous pedicle screw fixation of the lumbar spine. *Neurosurg. Focus.* 2001: 10:1-8.
53. Harris E.B., Massem P., Lawrence J., Rinn J., Yaccaro A., Andersen D.G.: Precutaneous technicues for minimalny invasive posterior lumbar fusion. *Neurosurg. Focus* 2008; 25:E 12.
54. Kim M.Ch. Chung H.T., Cho J.L., Kim D J., Chung N.S.: Factors affecting the accurate placement of pecutaneous pediclescrews during minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion. *Eur Spine* 2011; DOI 10.1007/ s00586-011:1892 -5.