

3.1.1 Nastawienie chirurgiczne

1 Przesunięcie odłamów, deformacja i wgniecenie kości

Złamanie w obrębie trzonu zwykle dzieli kość na dwa główne odłamki (bliższy i dalszy), które połączone są z przylegającymi stawami. Odłamki te mogą przemieścić się w sześciu podstawowych kierunkach w stosunku do osi x, y i z – istnieją trzy typy przemieszczenia translacyjnego i trzy rodzaje przemieszczenia rotacyjnego. Przesunięcie odłamów najczęściej jest kombinacją powyższych możliwości.

Wielkość i kierunek przemieszczenia jest wypadkową działania sił zewnętrznych, momentów skręcających, jak również oddziaływania mięśni przyczepiających się do odłamów (Ryc. 3.1.1-1).

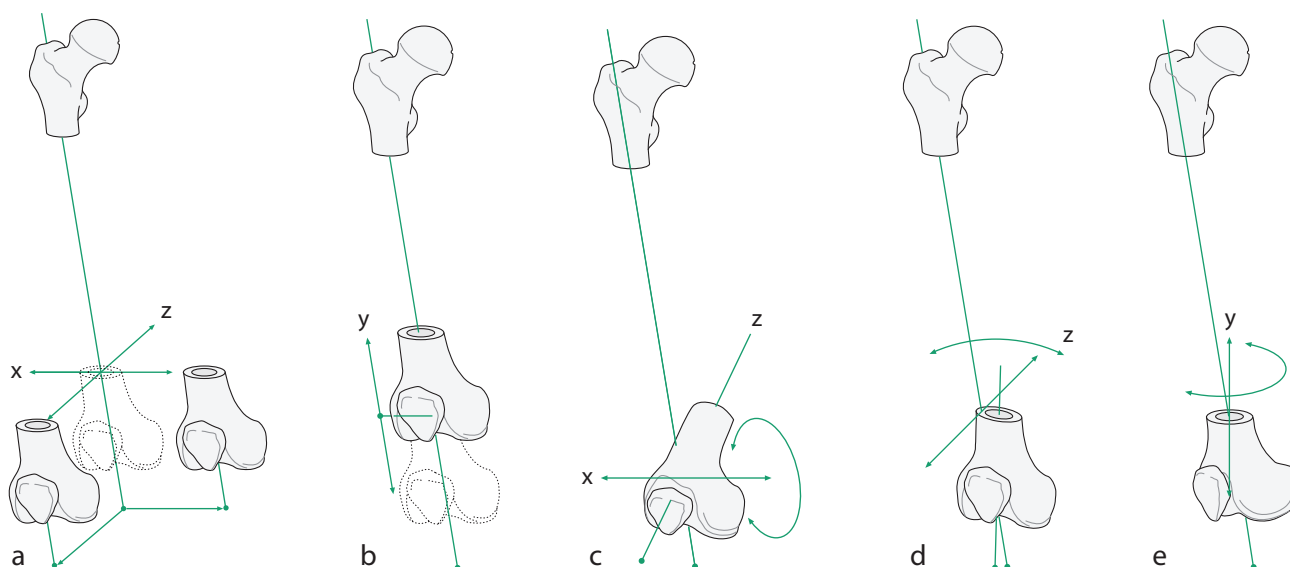
Deformacja plastyczna trzonu młodej kości może wystąpić bez całkowitego przerwania ciągłości warstwy korowej (złamanie typu „zielonej gałązki”). W obrębie nasad razem z typowym przemieszczeniem odłamów zachodzi deformacja zewnętrznego kształtu i struktury wewnętrznej, będąca wynikiem wgniecenia. Przesunięcie odłamów w rejonie przynasady lub trzonu można łatwo uwidocznić na klasycznych zdjęciach rentgenowskich wykonanych w przynajmniej dwóch płaszczyznach. Peł-

na ocena złamania nasady lub przynasady może czasem wymagać zastosowania dodatkowych projekcji skośnych lub tomografii komputerowej w celu określenia rozległości deformacji i wgniecenia. Staranna analiza miejsca i zasięgu deformacji kostnej, jak również kierunku i stopnia przemieszczenia jest podstawą wyboru najbardziej odpowiedniego dostępu operacyjnego, metody nastawienia i rodzaju zespolenia.

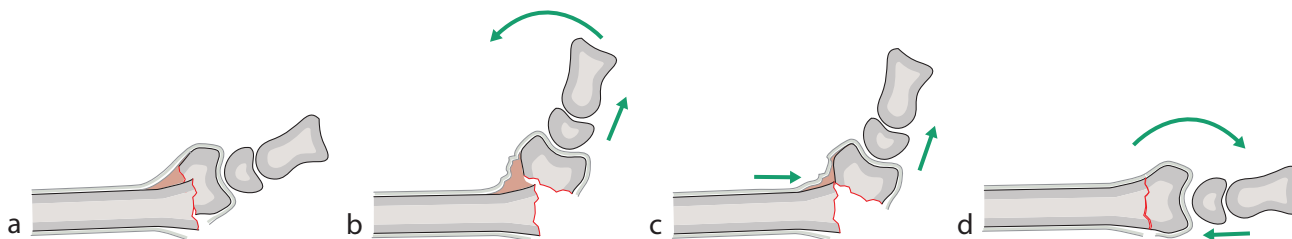
2 Nastawienie złamania

■ Nastawienie jest czynnością przywracającą prawidłowe ustawienie i położenie odłamów kostnych, łącznie z rekonstrukcją wgniecionych fragmentów kości gąbczastej i fragmentów powierzchni stawowych.

Nastawienie odwraca procesy, które przemieściły odłamki podczas urazu, i wymaga użycia sił przeciwnych (Ryc. 3.1.1-2). Wstępna analiza przemieszczenia i deformacji połączona ze znajomością lokalizacji przyczepów i sił mięśniowych pomaga zaplanować kroki niezbędne dla uzyskania prawidłowego nastawienia, niezależnie od wybranej metody leczenia (operacyjna, nieoperacyjna, zamknięta lub otwarta) [1].



Ryc. 3.1.1-1a-e **a-b** Przesunięcie translacyjne. Przesunięcie translacyjne lub liniowe może wystąpić we wszystkich trzech płaszczyznach przestrzeni (x, y, z). Przesunięcie wzdłuż osi x może być przyśrodkowe lub boczne, wzdłuż osi y – przednie lub tylne, a skierowane wzdłuż osi z powoduje wydłużenie lub skrócenie. **c-e** Przesunięcie rotacyjne. Przesunięcie rotacyjne również może wystąpić we wszystkich trzech płaszczyznach. Zagięcie kątowe w płaszczyźnie strzałkowej (wokół osi x) odpowiada przesunięciu w zgięciu lub wyproście (c), w płaszczyźnie czołowej (wokół osi z) – przesunięciu w przywiedzeniu lub odwiedzeniu (d), a w płaszczyźnie poprzecznej (oś y) – przesunięciu rotacyjnemu (e).



Ryc. 3.1.1-2a–d Zamknięte nastawienie poprzez odwrócenie sił, które spowodowały przemieszczenie odłamów złamania. **a** Złamanie końca dalszego kości promieniowej ze skróceniem, przemieszczeniem do tyłu i zagięciem do tyłu. Nieuszkodzona okostna na powierzchni grzbietowej może przeszkadzać w nastawieniu z zastosowaniem wyciągu, ponieważ powoduje zaklinowanie odłamów. **b** W pierwszym etapie należy rozkłonować odłamy za pomocą wyciągu i grzbietowego zgięcia nadgarstka, co spowoduje rozluźnienie tkanek miękkich. **c** W zgięciu grzbietowym odłam dalszy zostaje popchnięty (strzałka) w kierunku prawidłowego położenia, w wyniku czego następuje poprawne dopasowanie grzbietowej części odłamów. **d** Kontynuowanie popychania odłamu połączone ze zgięciem dłoniowym skutkuje prawidłowym nastawieniem.

2.1 Cel nastawienia

W rejonie trzonu i przynasady najważniejsze jest poprawne ustawienie osiowe dwóch głównych odłamów, w obrębie których znajdują się powierzchnie stawowe.

- Bez względu na to, czy złamanie jest proste, czy wieloodłamowe, wielopoziomowe czy z ubytkami kostnymi, celem nastawienia jest przywrócenie prawidłowej długości, osi i rotacji, w wyniku czego sąsiadujące stawy znajdują się w poprawnym ustawieniu.

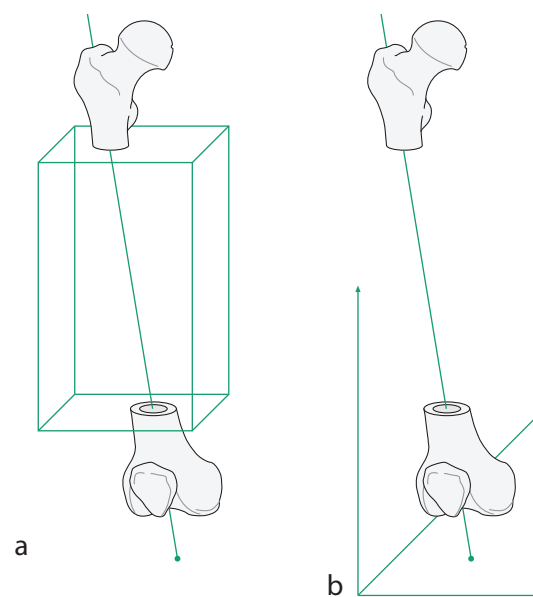
Oznacza to przywrócenie pierwotnej długości, osi i rotacji kości (Ryc. 3.1.1-3). Złamaniom śródstawowym często towarzyszą nieodwracalne uszkodzenia chrząstki powstałe podczas wgniecenia związanego z urazem. Anatomiczne nastawienie powierzchni stawowych jest jedyną czynnością, którą może wykonać chirurg, aby zapobiec rozwojowi pourazowej artrozy [1–3]. Najlepiej byłoby uzyskać nastawienie bez żadnego przemieszczenia. Wydaje się jednak, że różne stawy, zależnie od stopnia ich obciążania, mają różną tolerancję, niezależną od dokładności rekonstrukcji [4]. Stawy kuliste (np. biodrowy) są dużo bardziej wrażliwe na zachowanie idealnego dopasowania powierzchni [5, 6] niż pozostałe stawy (np. kolany). W przypadku kolana przywrócenie osi kończyny i stabilności więzadłowej są równie ważne jak rekonstrukcja powierzchni stawowej.

Wydaje się, że radiologiczna ocena jakości chirurgicznego nastawienia definiowana jako przemieszczenie mniejsze niż połowa grubości chrząstki stawowej (1–2 mm) straciła obecnie na znaczeniu. Chirurgia jest zawsze wypośrodkowaniem ryzyka: podczas zabiegu może się okazać, że lepsze nastawienie można osiągnąć, tylko podejmując dodatkowe ryzykowne kroki. Lepiej jest zaakceptować gorsze ustawienie odłamów, niż zaburzyć biologię miejsca złamania.

2.2 Ogólne zasady nastawiania

- Każda metoda nastawienia powinna być delikatna i wywoływać jak najmniej dodatkowych uszkodzeń w obrębie tkanek.

Istotne jest zachowanie unaczynienia w tkankach miękkich otaczających odłamy, ponieważ tylko żywe tkanki mogą ulec przebudowie. Gojenie kości będzie wyraźnie opóźnione lub nie nastąpi wcale, jeśli w istotny sposób naruszy się warunki mechaniczne lub biologiczne w obrębie złamania [7–13].



Ryc. 3.1.1-3a–b Nastawienie złamania trzonu. Obszar złamania jest podobny do czarnej skrzynki, której zawartość jest nieistotna lub ma tylko niewielkie znaczenie dla głównego celu nastawienia. Po zakończeniu nastawienia bliższe i dalsze odłamy zostaną ustawione w odpowiednim położeniu w przestrzeni.

- Stopień stabilności osiągniętej podczas zespolenia (absolutna lub względna) wyznacza odpowiedź biologiczną i sposób gojenia (pierwotne gojenie kości lub tworzenie kostniny).

Na proces gojenia wpływa też każde dodatkowe uszkodzenie w obrębie kości i otaczających ją tkanek spowodowane dostępem operacyjnym, manewrami podczas nastawienia i zespoleniem.

Złamanie można nastawić, stosując jedną z dwóch całkowicie różnych metod – bezpośrednią lub pośrednią (Tab. 3.1.1-1).

- Nastawienie bezpośrednio polega na bezpośredniej manipulacji odłamami złamania za pomocą rąk lub narzędzi.

W prostych złamaniach trzonów (np. proste złamanie trzonu kości przedramienia) bezpośrednio nastawienie jest technicznie proste, a jego wynik łatwo skontrolować. Dzięki dokładnemu dopasowaniu i połączeniu odłamów uzyskuje się prawidłową długość, oś i rotację kończyny. W tym przypadku wykonanie dostępu chirurgicznego nie powoduje znaczących uszkodzeń w unaczynieniu kości i tkanek miękkich. Można je zminimalizować za pomocą delikatnego i skrupulatnego preparowania tkanek z ograniczonym, ponadkostnowym odsłonięciem kości [14, 15].

- W przypadku złożonych złamań w obrębie trzonu próby odsłonięcia i bezpośredniego nastawienia wszystkich odłamów mogą pozbawić je unaczynienia w wyniku odpreparowania tkanek miękkich i okostnej.

Wielokrotne użycie kleszczy kostnych i innych instrumentów podczas nastawiania może całkowicie zdewitalizować odłamy w obrębie złamania. Takie postępowanie może mieć groźne następstwa i skutkować wystąpieniem zrostu opóźnionego, stawu rzekomego i zakażenia, a w konsekwencji – uszkodzeniem zespolenia. Tylko dzięki znajomości i respektowaniu biologii kości, okostnej i otaczających tkanek miękkich można uniknąć niepowodzeń otwartego nastawienia połączonego z wewnętrzną stabilizacją [16].

- Podczas nastawienia pośredniego manipulacja odłamami odbywa się przez przyłożenie pośredniej siły korygującej z dala od miejsca złamania, za pomocą dystrakcji lub innych metod, bez odsłonięcia miejsca złamania.

Niektóre implanty (np. gwóźdź śródszpikowy) działają zarówno jako narzędzie do nastawienia, jak i stabilizacji. W praktyce nastawienie pośrednie jest dużo trudniejsze niż bezpośrednie. Wymaga dokładnej oceny zmian w obrębie tkanek miękkich, znajomości rodzaju złamania, wiedzy anatomicznej (kierunek działania mięśni) i starannego planowania przedoperacyjnego. Sam proces nastawienia jest trudniejszy i wymaga użycia monitora rentgenowskiego. W sensie biologicznym nastawienie pośrednie ma wiele zalet. Jeśli jest wykonywane prawidłowo, minimalizuje dodatkowe uszkodzenia tkanek miękkich w rejonie złamania. Wszystkie narzędzia podczas nastawiania są używane z dala od miejsca złamania: ingerują w biologię i unaczynienie tkanek nieuszkodzonych podczas pierwotnego urazu, przez co nie zaburzają procesu gojenia.

Tabela 3.1.1-1 Porównanie metod nastawienia: pośredniego i bezpośredniego

	Nastawienie bezpośrednie	Nastawienie pośrednie
Główny obszar zastosowania	Złamania śródstawowe i proste złamania trzonów	Niektóre złamania śródstawowe (ligamentotaksja), wieloodłamowe złamania trzonów (rozciągnięcie przez tkanki miękkie)
Trudność w uzyskaniu nastawienia	Względnie proste	Wymagające
Kontrola nastawienia	Bezpośrednie odsłonięcie, zdjęcia RTG	Ocena kliniczna, radiologiczna, artroskopia, nawigacja komputerowa
Preparowanie tkanek	Względnie rozległe	Ograniczone
Dewaskularyzacja kości	Rozległa	Minimalna
Gojenie kości	Pierwotny zrost kostny (może być opóźniony)	Niezaburzone gojenie z wytworzeniem kostniny
Typowo stosowana technika stabilizacji	Stabilność absolutna	Stabilność względna

Większość dostępnych obecnie instrumentów i implantów można wykorzystywać zarówno do nastawienia pośredniego, jak i bezpośredniego. Skuteczne zachowanie prawidłowej żywotności tkanek zależy więc nie tyle od rodzaju użytego implantu, ile od umiejętności operującego.

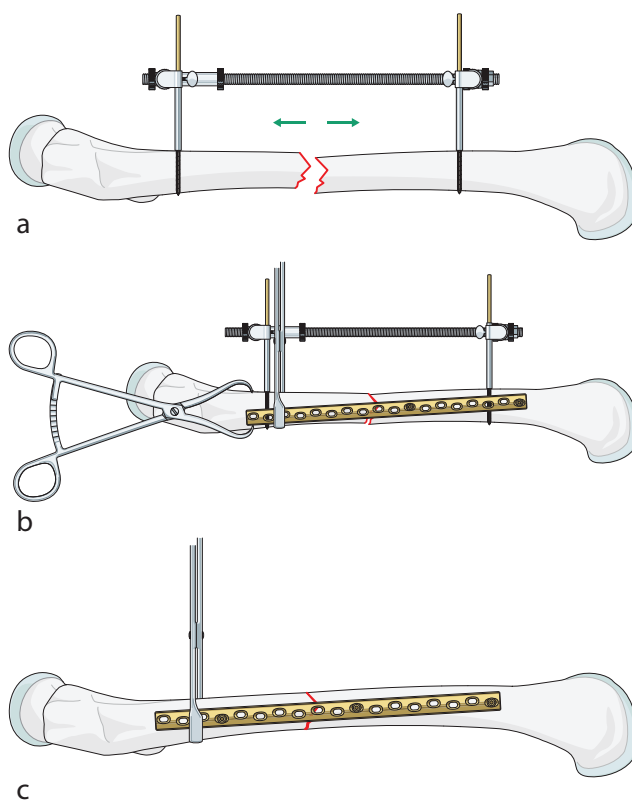
- Zaplanowane nastawienie pośrednie, które zostało zmienione podczas zabiegu na bezpośrednią manipulację odłamami, nie pozostawi żadnego śladu na zdjęciach rentgenowskich i prawie nigdy nie zostanie opisane w protokole operacyjnym, może jednak skutkować poważnymi powikłaniami.

2.3 Szczegółowy opis technik nastawiania

2.3.1 Wyciąg lub dystrakcja

- Najskuteczniejszym mechanizmem nastawienia złamania jest wyciąg. Najczęściej wykonuje się go wzdłuż osi długiej kończyny.

W przypadku wieloodłamowych złamań śródstawowych wyciąg za staw może nastawić fragmenty dzięki działaniu ligamentotaksji. Można go zastosować bezpośrednio lub z użyciem stołu wyciągowego albo dystraktora (Film 3.1.1-1). Do wad stołu wyciągowego należą brak możliwości swobodnego poruszania kończyną, ułożenie kończyny wymuszające wybór dostępu operacyjnego oraz przyłożenie wyciągu pośrednio przez przynajmniej jeden staw. Użycie dystraktora zamocowanego do dwóch głównych odłamów umożliwia manewrowanie kończyną podczas zabiegu, jest jednak wymagające i wiąże się z koniecznością zastosowania odpowiedniego naprężenia. Korekcja przemieszczeń kątowych i rotacyjnych wykonywana za jego pomocą bywa utrudniona, a samo urządzenie jest dość nieporęczne. Ponieważ zagięte kości mają tendencję do prostowania się podczas dystrakcji,



Ryc. 3.1.1-4a-c Nastawienie z użyciem dystraktora: korekcja ustawienia osiowego. **a** Rozciągnięcie odłamów złamania trzonu kości udowej powoduje prostowanie się kości połączone ze zniwelowaniem przedniego zagięcia. **b** Korekcja tej deformacji polega na wprowadzeniu płyty, którą najpierw mocuje się dwoma śrubami do jednego z odłamów, a następnie za pomocą kleszczy reпозиcyjnych – do drugiego. Ostateczne ustawienie osiowe uzyskano, używając kleszczy kompresyjnych, którymi przytrzymano trzon kości i płytę. **c** Po nastawieniu należy sprawdzić prawidłowość rotacji kości udowej.

siły ekscentryczne jednostronnego dystraktora mogą spowodować dodatkową deformację kości (Ryc. 3.1.1-4).

Pośrednie nastawienie można również przeprowadzić z użyciem stabilizatora zewnętrznego. W tym przypadku osiągnięcie niewielkiego wydłużenia potrzebnego do ustawienia odłamów może być trudniejsze niż przy zastosowaniu dystraktora. Wyciąg, oddziałując na więzadła i tkanki miękkie, rozciąga odłamki i ułatwia nastawienie. Użycie stabilizatora zewnętrznego zaleca się w przypadku złamań wieloodłamowych przynasadowych i śródstawowych, gdy stan tkanek miękkich lub stopień fragmentacji złamania nie pozwalają na otwarte lub bezpośrednie nastawienie i stabilizację [2].

2.3.2 Kleszcze reпозиcyjne

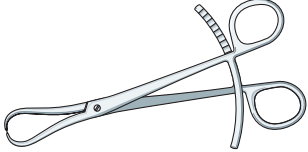
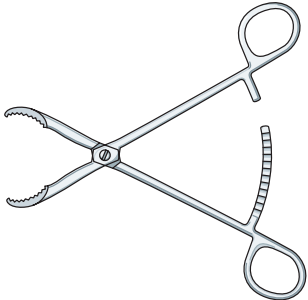
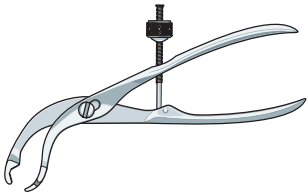
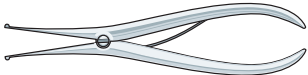
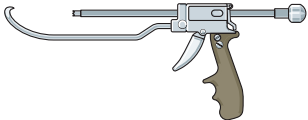
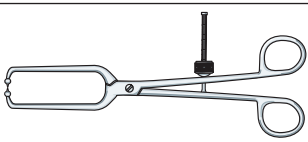
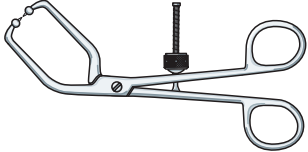
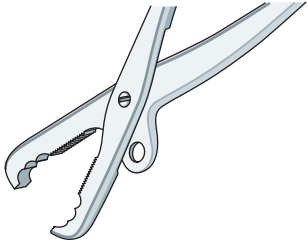
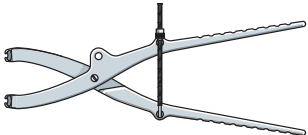
Różne rodzaje kleszczy stosowanych do nastawiania (reposisiyjnych) przedstawiono w Tabeli 3.1.1-2.

Film



Film 3.1.1-1 Do pośredniego nastawienia złamania trzonu kości udowej można użyć dużego dystraktora.

Tabela 3.1.1-2 Budowa i funkcja kleszczy repozycyjnych

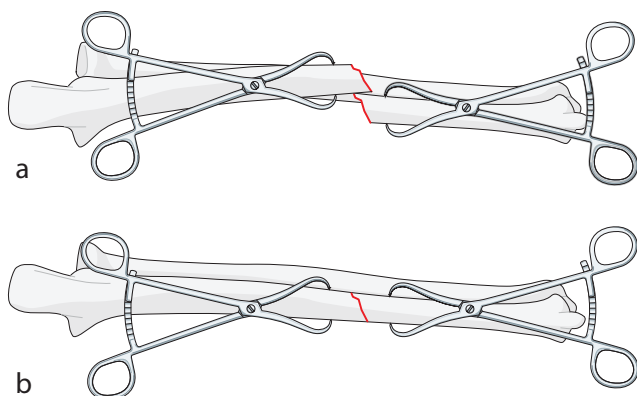
Narzędzia	Schemat	Opis	Zastosowanie, stopnie swobody
Ostro zakończone kleszcze repozycyjne (kleszcze Webera)		Różne rozmiary i stopień zagięcia ramion, różne mechanizmy blokujące	Technika wykorzystująca jedną parę kleszczy; trzy liniowe i dwa rotacyjne stopnie swobody
Kościotrzymacz		Różne rozmiary	Głównie do nastawienia i mocowania płyt w obrębie trzonu kości długich
Kościotrzymacz Verbrugge		Cztery różne rodzaje	
Rozwieracz kostny		Różne rozmiary i stopnie zagięcia	Tylko do dystrakcji; jeden liniowy stopień swobody
Kolinearne kleszcze repozycyjne		Możliwość stosowania różnego rodzaju ramion (haków)	Tylko do kompresji; jeden liniowy stopień swobody
Kleszcze repozycyjne do złamań miednicy („King tong”, „Queen tong”)		Symetryczne i asymetryczne; dwa lub trzy punkty uchwytu; możliwość zamontowania podkładek	
Zagięte kleszcze repozycyjne do złamań miednicy (kleszcze Matta)		Małe i duże	
Kleszcze repozycyjne Faraboeufa		Różne rozmiary; kompatybilne ze śrubami 3,5 i 4,5 mm	Film 3.1.1-4
Kleszcze repozycyjne Jungblutha		Dwa różne rozmiary; kompatybilne ze śrubami 3,5 i 4,5 mm	Mogą być używane w różnych płaszczyznach, ponieważ śruba łączy je bezpośrednio z odłamem kostnym Film 3.1.1-5

Ostro zakończone kleszcze repozycyjne (kleszcze Webera)

- Ostro zakończone kleszcze repozycyjne są podstawowym narzędziem stosowanym podczas nastawiania, ponieważ oszczędzają okostną i mogą być używane zarówno w celu pośredniej, jak i bezpośredniej repozycji.

Technika wykorzystująca dwie pary kleszczy polega na chwyceniu osobno każdego z odłamów złamania poprzecznego (Film 3.1.1-2). Nastawienie wykonuje się z zastosowaniem wyciągu. W przypadku prostych złamań po usunięciu kleszczy odłamy nie powinny się przesunąć, ponieważ uzyskano pewien stopień stabilności (Ryc. 3.1.1-5).

W złamaniach skośnych nastawienie wymaga niewielkiego rozciągnięcia odłamów. Kleszcze mocuje się po dwóch stronach odłamów pod niewielkim kątem. Łącząc kom-

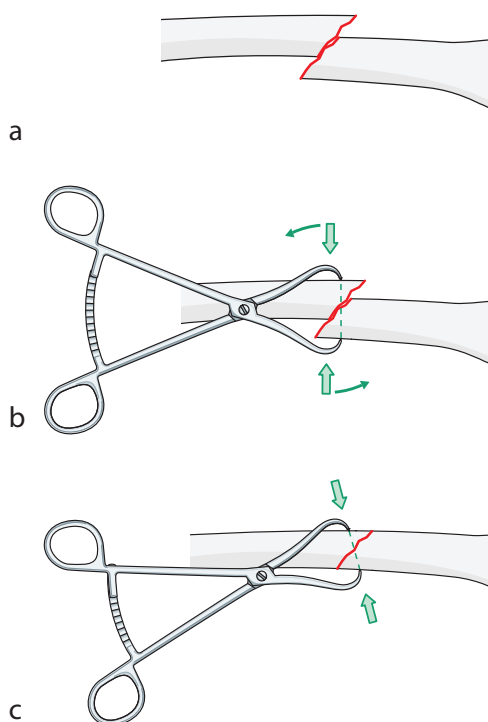


Ryc. 3.1.1-5a-b Bezpośrednie nastawienie z użyciem dwóch par ostro zakończonych kleszczy. **a** Każdy z odłamów przytrzymuje się kleszczami. **b** Ręczny wyciąg powoduje rozciągnięcie odłamów. Korekcje osiową i rotacyjną poprawia się, manipulując kleszczami.

presję z ruchem rotacyjnym, można wtedy odtworzyć prawidłowe położenie odłamów (Film 3.1.1-3). Aby utrzymać nastawienie, często trzeba zastąpić kleszcze innymi, założonymi prostopadle do szczeliny złamania (Ryc. 3.1.1-6).

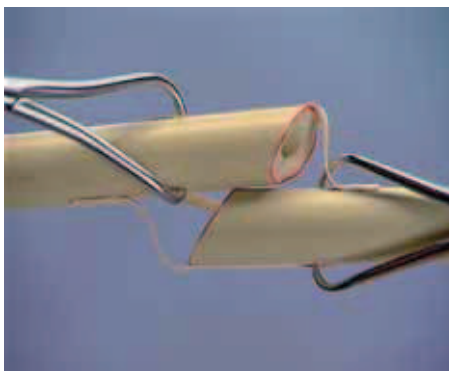
Kościotrzymacze

Kościotrzymacz jest typowym narzędziem wykorzystywanym do otwartego nastawienia złamania.

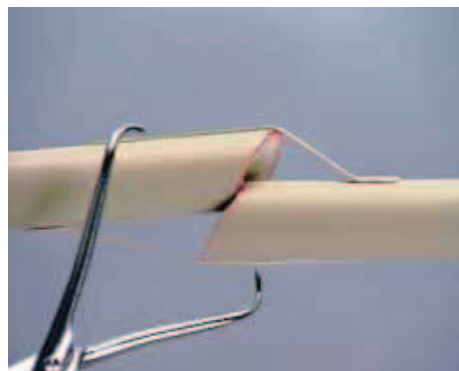


Ryc. 3.1.1-6a-c Bezpośrednie nastawienie skośnego złamania trzonu. **a** Dwa odłamy ściśnięto kleszczami ustawionymi w pewnym nachyleniu względem kości. **b** Za pomocą delikatnej rotacji i kompresji kleszczy rozciąga się kość i nastawia złamanie. **c** W celu zabezpieczenia nastawienia zakłada się drugie kleszcze prostopadle do szczeliny złamania.

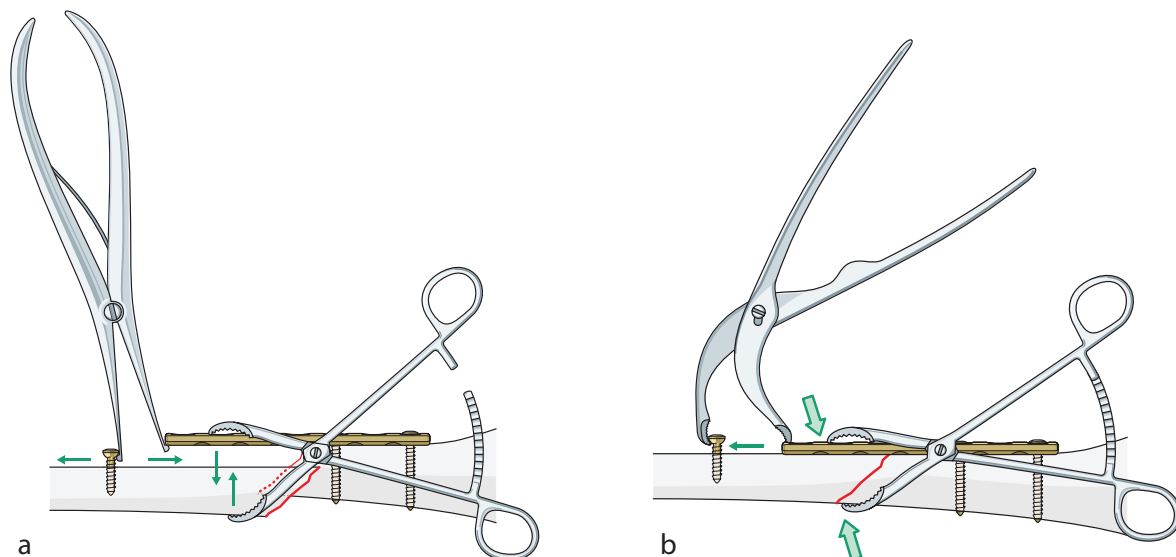
Film



Film 3.1.1-2 Nastawienie złamania za pomocą dwóch par kleszczy.



Film 3.1.1-3 Technika nastawienia skośnego złamania z użyciem kleszczy repozycyjnych.



Ryc. 3.1.1-7a-b Technika typu „push-pull”. **a** Rozwieracz kostny mocuje się między płytą i niezależnie wprowadzoną śrubą. Dystrakcja odłamów umożliwia nastawienie. **b** Używając tej samej śruby, można skompresować złamanie za pomocą kleszczy Verbrugge.

- Z powodu swoich rozmiarów i budowy szczęki kościotrzymacze mają tendencję do ześlizgiwania się z powierzchni kostnej, co dodatkowo uszkadza okostną.

Narzędzia te należy stosować tylko w przypadku dokładnego nastawienia odłamów kostnych w złamaniach kości udowej i piszczelowej.

Rozwieracz kostny

Narzędzie to jest wykorzystywane do dystrakcji odłamów. Umieszcza się je między odłamami lub między płytą a niezależnie wprowadzoną śrubą (w odległości ok. 1 cm od płyty) (Ryc. 3.1.1-7a).

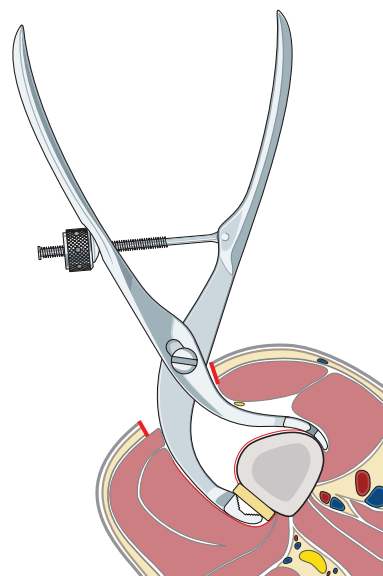
Samocentrujący kościotrzymacz (kleszcze Verbrugge)

Głównym zadaniem tych kleszczy jest czasowe zamocowanie płyty w obrębie trzonu kości długich. Ponieważ jeden z końców kościotrzymacza powinien zostać założony od strony przeciwległej warstwy korowej, należy odsłonić okrężnie kość w miejscu zamocowania (Ryc. 3.1.1-8). Innym zastosowaniem jest kompresja; wąską końcówkę kleszczy wprowadza się w otwór w płycie, a szeroką mocuje za niezależnie wprowadzoną śrubą (Ryc. 3.1.1-7b).

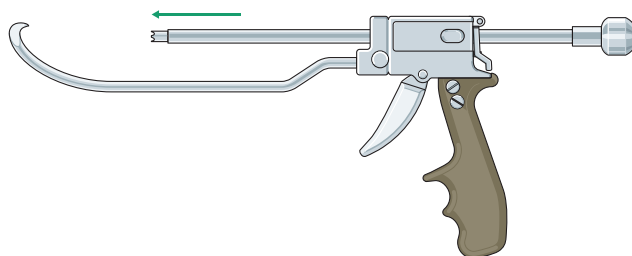
Kolinearne kleszcze repozycyjne

W przeciwieństwie do klasycznych kleszczy, których ramiona połączone są obrotowym zawiasem, nowa koncepcja tego narzędzia opiera się na mechanizmie ślizgowym, umożliwiającym ruch liniowy (Rozdz. 3.1.3). Dzięki odpowiedniej budowie haka można ominąć kość

bez uszkodzenia tkanek miękkich (np. w kości udowej czy miednicy) (Ryc. 3.1.1-9).



Ryc. 3.1.1-8 Kleszcze Verbrugge (kościotrzymacz) można wykorzystać do zamocowania płyty do kości. Należy ich używać poza strefą złamania, aby ograniczyć uszkodzenie unaczynienia.



Ryc. 3.1.1-9 Kolinearne kleszcze repozycyjne.

Kleszcze repozycyjne do złamań miednicy zakończone szpicem i kulką („King tong”, „Queen tong”)

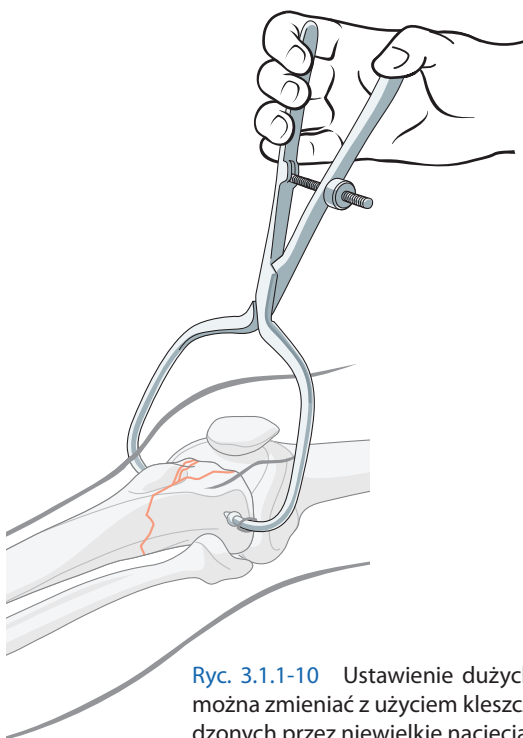
Kleszcze te służą głównie do nastawiania złamań miednicy i panewki stawu biodrowego. Do kulki można zamocować podkładkę, unikając w ten sposób ryzyka zagłębienia kleszczy w kość. Kleszcze typu „King tong” mogą być stosowane również do pośredniego nastawienia złamań śródstawowych, np. *plateau* piszczeli. Jeden lub oba końce kleszczy można wprowadzić przezskórnie z małych nacięć (Ryc. 3.1.1-10), co pozwala uniknąć zgniecenia tkanek przez szerokie ramiona kleszczy podczas ich zaciskania.

Zagięte kleszcze repozycyjne do złamań miednicy (kleszcze Matta)

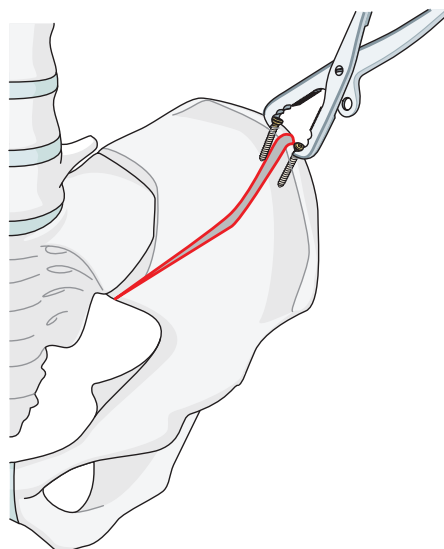
Narzędzia te stosuje się podobnie jak poprzednie w przypadku złamań miednicy i panewki stawu biodrowego. Zagięcie pozwala na dotarcie do rejonów trudno dostępnych (np. przez wcięcie kulszowe). Zakończenie z kulką i możliwość zamocowania podkładki ograniczają punktowe obciążenie w obrębie kości.

Kleszcze repozycyjne do złamań miednicy (kleszcze Faraboeufa)

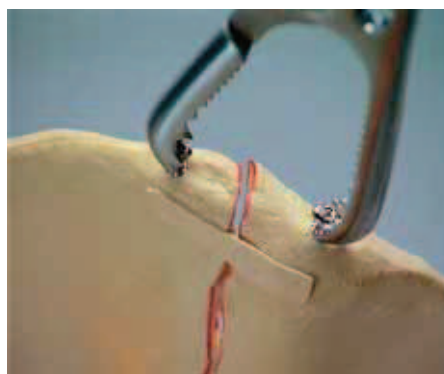
Kleszcze tego typu służą do zbliżenia dwóch śrub zamocowanych w przeciwnych odłamach (śruby 3,5 i 4,5 mm) (Ryc. 3.1.1-11). Można zastosować kompresję i ograniczoną manipulację odłamami, niemożliwa jest natomiast dystrakcja szczeliny złamania (Film 3.1.1-4).



Ryc. 3.1.1-10 Ustawienie dużych odłamów można zmieniać z użyciem kleszczy wprowadzonych przez niewielkie nacięcia.



Ryc. 3.1.1-11 Kleszcze Faraboeufa są stosowane głównie do nastawiania złamań talerza biodrowego/pierścienia miednicy. Mocuje się je po dwóch stronach złamania za pomocą śruby 3,5 lub 4,5 mm. Są one użyteczne tylko w przypadku niewielkiego przemieszczenia lub zamknięcia szpary złamania. Nie można ich wykorzystać do rozsunienia odłamów.



Film 3.1.1-4 Technika zastosowania kleszczy Faraboeufa zamocowanych do główek śrub korowych.

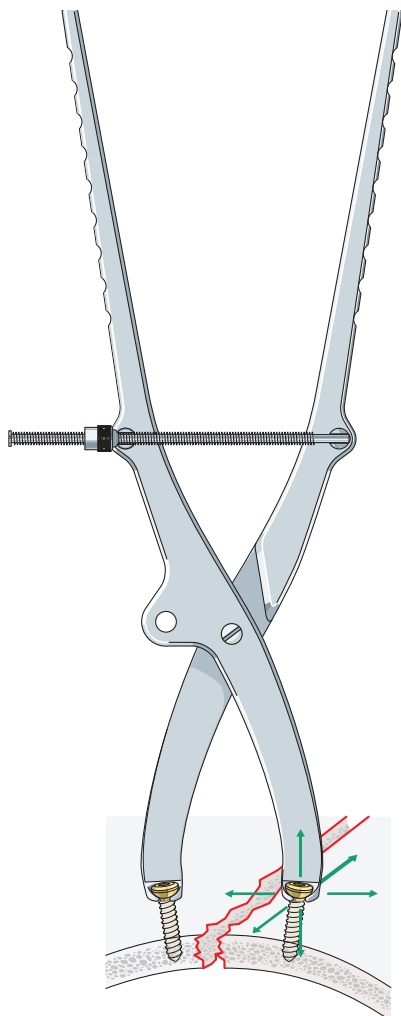
Kleszcze repozycyjne do złamań miednicy (kleszcze Jungblutha)

Kleszcze te mocuje się do kości z użyciem śrub korowych 4,5 lub 3,5 mm. Pozwala to na wykonywanie ruchów i nastawienie odłamów w trzech płaszczyznach (dystrakcja, kompresja i przemieszczenie boczne w dwóch płaszczyznach) (Ryc. 3.1.1-12) (Film 3.1.1-5).

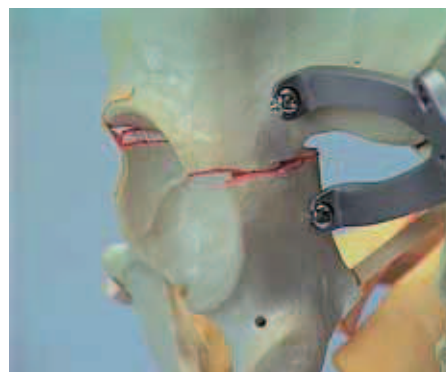
2.3.3 Inne narzędzia oraz wskazówki i porady dotyczące nastawiania

Podważka Hohmanna

Podważki Hohmanna, mającej niewielki czubek, można użyć w obrębie kości korowej w charakterze dźwigni lub popychacza, co ułatwia nastawienie. Końcówkę narzędzia



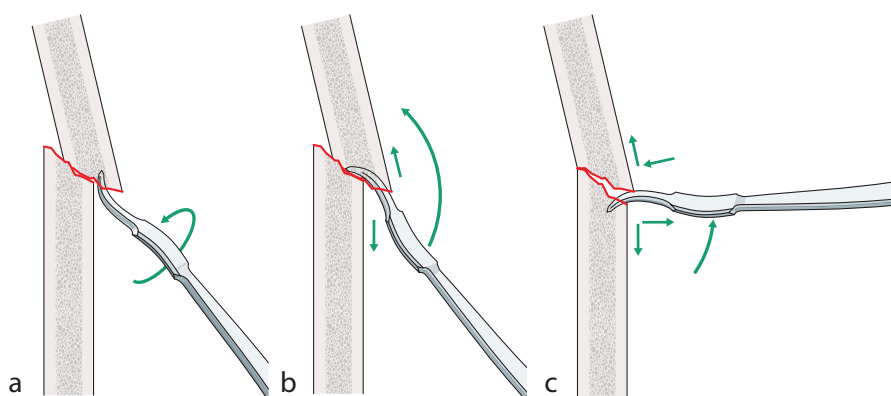
Ryc. 3.1.1-12 Kleszcze Jungblutha zamocowano do odłamów z użyciem śrub 4,5 mm, co pozwala na manipulację we wszystkich trzech płaszczyznach.



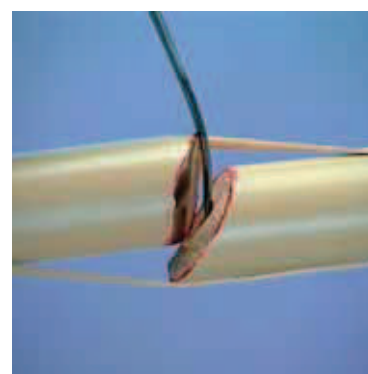
Film 3.1.1-5 Kleszcze Jungblutha pozwalają na nastawienie w trzech płaszczyznach.

wprowadza się między korówki odłamów w okolicy trzonu. Następnie należy obrócić ją o 180 stopni, tak aby oparła się o przeciwny odłam. Przyłożenie siły zginającej do podważki umożliwia nastawienie odłamów. Usunięcie jej wymaga najczęściej ponownego jej odwrócenia [1] (Ryc. 3.1.1-13). Podczas tego manewru nie dochodzi do uszkodzenia tkanek miękkich, ponieważ podważka znajduje się cały czas w kości (Film 3.1.1-6).

Kolejnym zastosowaniem podważki Hohmanna jest nastawienie przemieszczenia w przypadku złamania talerza biodrowego. W pierwszym etapie należy delikatnie wbić czubek narzędzia w kość. Następnie obraca się je i zgina, co pozwala nastawić odłam (Ryc. 3.1.1-14) (Film 3.1.1-7). Taki manewr powoduje często powstanie niewielkiego wgniecenia na cienkiej korówce odłamu spychanego w dół.

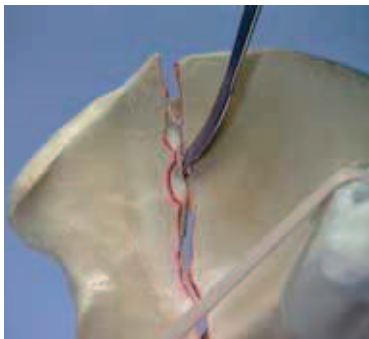


Ryc. 3.1.1-13a–c Nastawienie złamania trzonu z użyciem podważki Hohmanna. Czubek podważki wprowadza się między dwie korówki odłamów. Obracając i zginając narzędzie, można rozdzielić i nastawić odłam. Usunięcie podważki wymaga najczęściej wykonania dodatkowego obrotu.

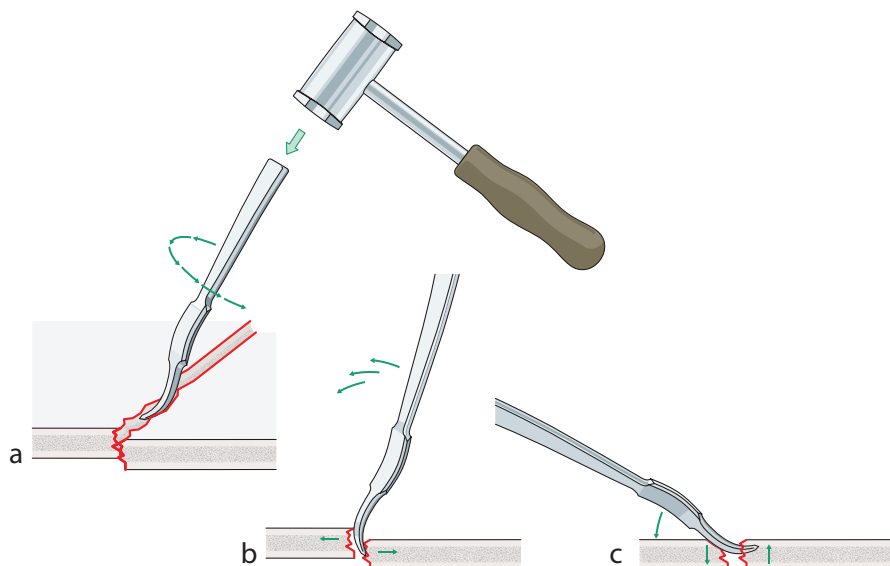


Film 3.1.1-6 Nastawienie złamania za pomocą małej podważki Hohmanna.

Film



Film 3.1.1-7 Nastawienie talerza biodrowego za pomocą małej podważki Hohmanna.



Ryc. 3.1.1-14a-c Zastosowanie podważki Hohmanna do nastawienia kości gąbczastej. Początkowo należy wprowadzić zagięty czubek podważki między dwa zachodzące na siebie odłamy. Następnie obraca się i zgina narzędzie, co pozwala nastawić pasujące do siebie fragmenty. Warunkiem koniecznym do wykonania tego manewru jest brak ubytków kostnych w obrębie złamania.

Popychacz kostny z kulką, ubijak kostny, hak kostny

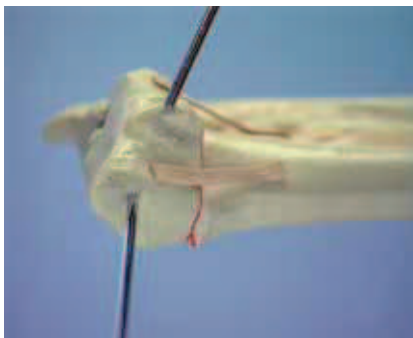
Nastawienie w jednej płaszczyźnie można wykonać za pomocą narzędzi przeznaczonych do ciągnięcia lub popychania. Mocne dociśnięcie ostro zakończonych popychacza z kulką pozwala prawidłowo ustawić odłamy kostne. Ubijak kostny można wykorzystać do podparcia wgniecionych fragmentów powierzchni stawowych. Hak kostny czy zgłębnik dentystyczny umożliwiają dokładną manipulację i poprawę ustawienia odłamów.

Nastawienie metodą typu „joystick”

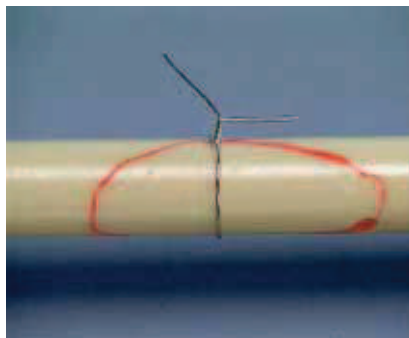
Techniką często wykorzystywaną do manipulacji tylnej kolumny w przypadku złamania panewki stawu biodrowego (poprzedniego, tylnej kolumny czy typu T) jest

wprowadzenie grotowkrętu Schanza w kość kulszową. Podobną metodę można zastosować w celu kontroli rotacji trzonu kości udowej przy nastawianiu złamań nadkłykciowych lub innych. Pośrednią lub bezpośrednią manipulację odłami umożliwia również bezpośrednie lub przezskórne wprowadzenie drutów Kirschnera [3, 17] (Film 3.1.1-8) (Ryc. 3.1.1-15).

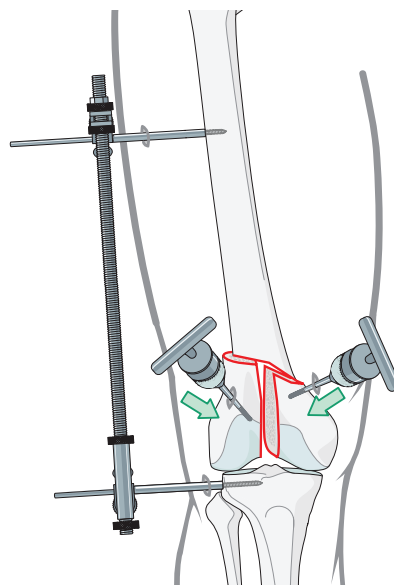
Film



Film 3.1.1-8 Technika typu „joystick” umożliwia nastawienie złamania końca dalszego kości promieniowej za pomocą drutów Kirschnera.



Film 3.1.1-9 Nastawienie z zastosowaniem cerkłaży wykonanego z drutu. Należy ograniczyć preparowanie tkanek miękkich.



Ryc. 3.1.1-15 Połączenie zastosowania dystraktora udowego z metodą typu „joystick”.

Nastawienie metodą Kapandji

Drut Kirschnera wprowadzony przez szczelinę złamania dalszego końca kości promieniowej pozwala na manipulację i rotację odłamu dystalnego w podobny sposób jak w przypadku podważki Hohmanna. W celu zapewnienia ostatecznej stabilizacji druty należy wprowadzić na koniec w przeciwną warstwę korową (Rozdz. 6.3.3).

Tymczasowy i ostateczny cerkłaż

Wykonanie tymczasowego cerkłażu bywa pomocne w nastawieniu wieloodłamowych złamań trzonu, szczególnie w przypadku odłamu pośredniego w kształcie klina czy w złamaniach spiralnych. Wadą takiego postępowania jest konieczność odpreparowania kości na całym jej obwodzie podczas wprowadzania drutu [2], dlatego należy zawsze używać tylko jednego drutu (Film 3.1.1-9). Nastawienie i zespolenie z użyciem kabli zyskują coraz większe uznanie w zaopatrywaniu złamań okołoprotezowych i złamań panewki stawu biodrowego u starszych pacjentów [18].

2.3.4 Nastawienie z użyciem implantów

- W idealnej sytuacji implant powinien mieć udział zarówno w nastawieniu złamania, jak i jego zespoleniu.

Nastawienie za pomocą implantu można wykonać wtedy, gdy jego wprowadzenie i manipulacja oddziałują w zaplanowany sposób na odłamy. Prostym przykładem jest repozycja osiągnięta za pomocą anatomicznie wyprofilowanego gwoźdźca śródszpikowego. Podczas przejścia takiego implantu z jednego odłamu do drugiego dokonuje się nastawienia w płaszczyznach czołowej i strzałkowej. W wieloodłamowych złamaniach trzonu można uzyskać pewne wydłużenie przez dystalne zablokowanie gwoźdźca i wbicie go nieco dalej. Należy starannie zaplanować dobór gwoźdźca, mierząc jego długość na zdjęciu rentgenowskim przeciwległej kończyny [1].

Nastawienie „na płytę”

- Złamania prostych segmentów trzonu przed ostatecznym zespoleniem można nastawić za pomocą płyty (Film 3.1.1-10).

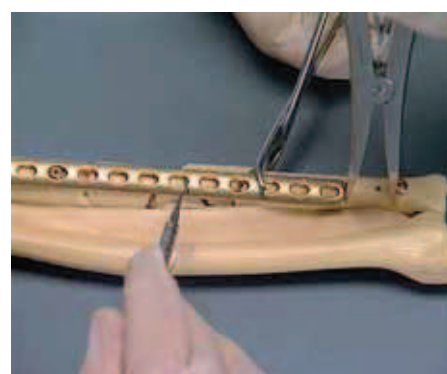
Stosując dystrakcję złamania, zwiększa się napięcie tkanek miękkich, co sprzyja nastawieniu odłamów. Doskonałym przykładem repozycji z wykorzystaniem implantu jest technika „push-pull” z użyciem rozwieracza kostnego i kleszczy Verbrugge (np. w złamaniach przedramienia czy odroczonej stabilizacji złamań kostek typu B lub C) (Ryc. 3.1.1-7) (Film 3.1.1-11).

Płyta podpierająca

Kolejnym prostym i delikatnym sposobem nastawienia jest wykorzystanie płyty podpierającej [19]. Zamocowa-



Film 3.1.1-10 Nastawienie skośnego złamania z wykorzystaniem płyty jako narzędzia repozycyjnego.



Film 3.1.1-11 Do dystrakcji odłamów można użyć rozwieracza kostnego, co umożliwi nastawienie.

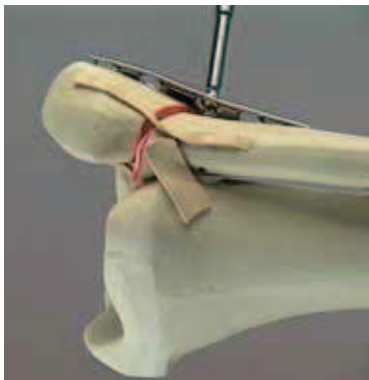
nie prawidłowo dogiętej płyty do odłamu trzonu w przypadku skośnych złamań przynasadowych powoduje nastawienie odłamów. Technika ta poprawia niewielkie przemieszczenie i zagięcie, zachowując stabilność podczas repozycji (Ryc. 3.1.1-16) (Film 3.1.1-12).

Płyty kątowe

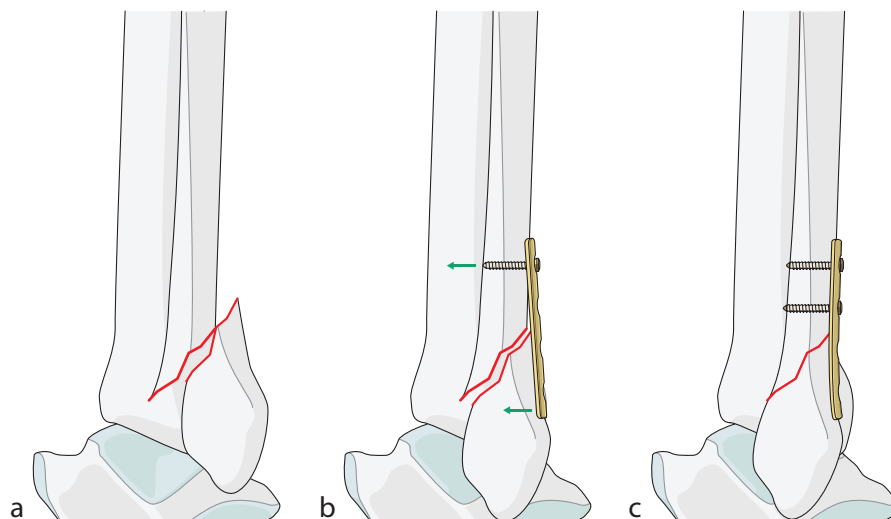
Dzięki swojemu kształtowi płyta kąтова wprowadzona w prawidłowy sposób w rejonie bliższego lub dalszego odłamu złamania przynasadowego lub nasady kości udowej ustawia odłamy w prawidłowym położeniu. W pierwszym etapie należy umieścić ostrze płyty w odłamie bliższym lub dalszym (Ryc. 3.1.1-17). Następnie z użyciem kleszczy Verbrugge nastawia się trzon w kierunku płyty. Ostateczna poprawa ustawienia odłamów jest możliwa dzięki zastosowaniu zawiasowego narzędzia repozycyjnego [1, 2].

Te same zasady stosuje się, wprowadzając płytę podmięśniowo, jest to jednak znacznie trudniejsze. Po przygotowaniu tunelu dla płyty wprowadza się implant wzdłuż trzonu kości udowej z zagięciem skierowanym do boku, a następnie obraca płytę o 180 stopni. Za pomocą pręta

Film



Film 3.1.1-12 Nastawienie złamania kostki bocznej typu B z wykorzystaniem płyty podpierającej położonej od tyłu.



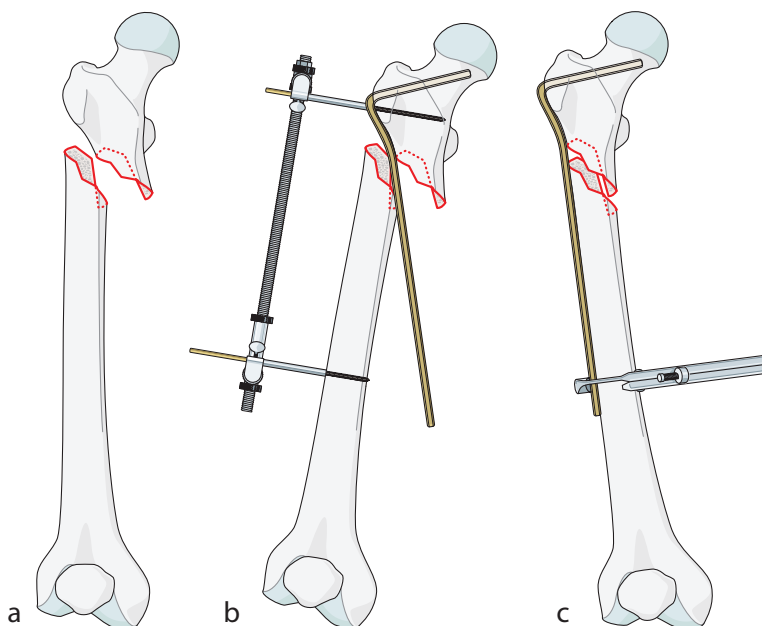
Ryc. 3.1.1-16a–c Pośrednie nastawienie z wykorzystaniem płyty pełniącej funkcję podpierającą. **a** Złamanie kostki bocznej typu B z przemieszczeniem odłamu dystalnego do tyłu. **b** Zamocowanie cztero- lub pięcioletworowej płytki od tyłu do odłamu bliższego. **c** Dokręcenie śruby dociska odłam dalszy do przodu i dystalnie, wzdłuż szczeliny złamania, w wyniku czego odłamy ustawiają się w prawidłowej pozycji. Wkręcenie pozostałych śrub ostatecznie stabilizuje złamanie.

Steinmanna na rączce T należy ustawić odłam nasadowy w taki sposób, który umożliwi umieszczenie zakończenia płyty w jego obrębie (**Ryc. 3.1.1-18**). Długość i oś są odtworzone za pomocą wyciągu z użyciem dużego dystraktora. W celu ułatwienia repozycji można wprowadzić jeden grot Schanza w otwór płyty w pobliżu ostrza.

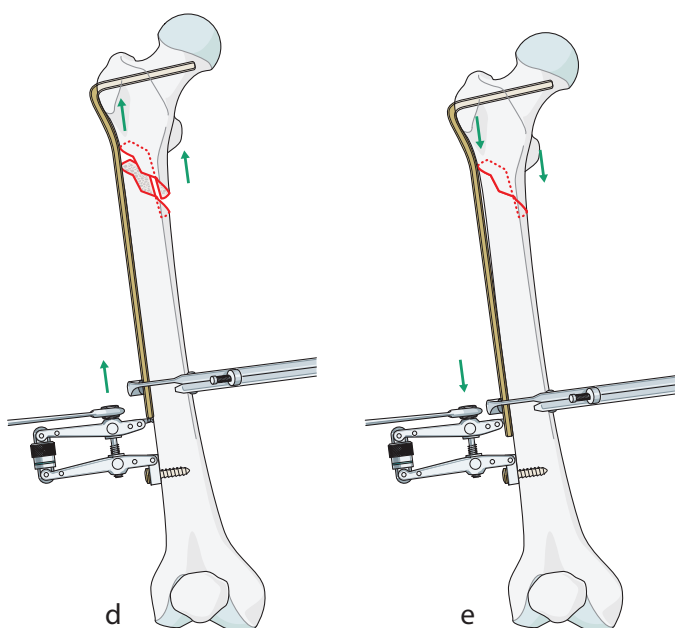
Stabilizatory wewnętrzne (LISS, LCP, PHILOS)

Cel nastawienia za pomocą nowoczesnych implantów pozostaje taki sam jak w przypadku implantów klasycznych.

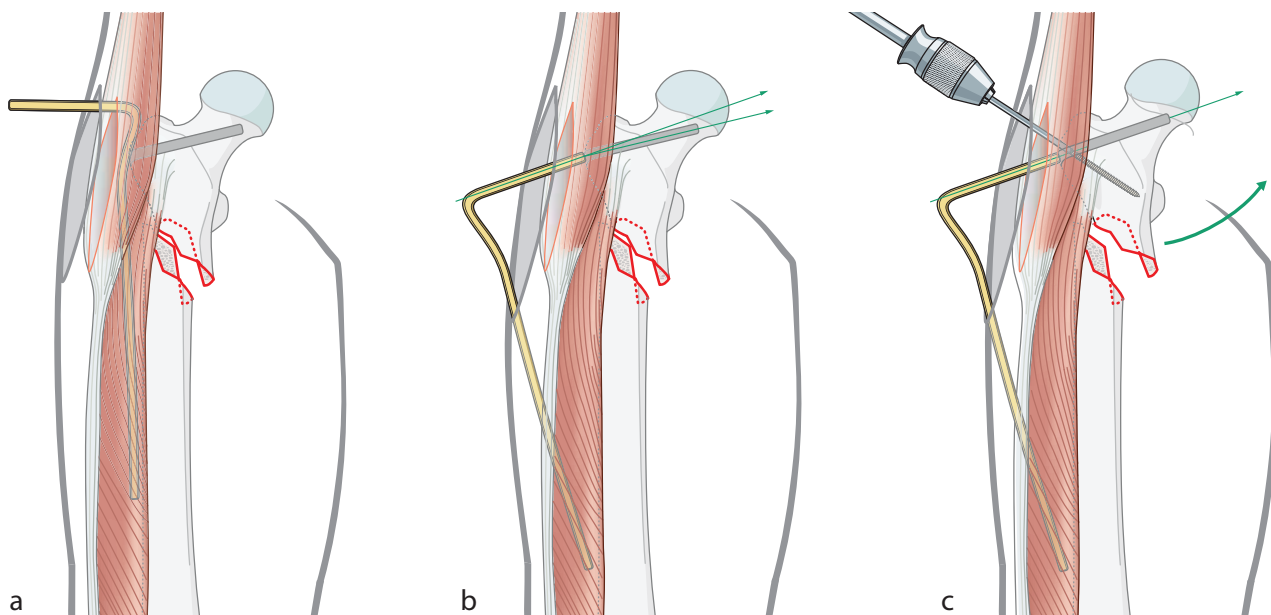
Ich użycie jest jednak bardziej wymagające, szczególnie jeśli stosuje się techniki małoinwazyjne i podmięśniowe wprowadzania implantów. Kluczowe jest zaplanowanie metody repozycji, wprowadzenia płyty i kolejności wkręcania śrub. Złamania trzonów przed umieszczeniem płyty należy nastawić z użyciem dystraktora i odpowiednio zwiniętych elementów obłożenia [22]. W kolejnym etapie wprowadza się implant (bez konieczności doginania) i mocuje śrubami blokowanymi. Technika ta jest wskazana w złamaniach wieloodłamowych, nie zaleca się jej



Ryc. 3.1.1-17a–e Nastawienie za pomocą kłykciowej płyty kątowej. **a** Przemieszczone złamanie części bliższej kości udowej z odłamek pośrednim ustawionym w przywiedzeniu i zgięciu. **b** Wstępne wprowadzenie płyty kątowej kłykciowej (95-stopniowej) i rozciągnięcie odłamów z użyciem dużego dystraktora. **c** Czasowa stabilizacja kościotrzymaczem w części dystalnej.



Ryc. 3.1.1-17a–e (ciąg dalszy) **d** Zastosowanie zawiasowego narzędzia kompresującego w celu dalszej dystrykcji odłamów, umożliwiającej nastawienie w części bliższej. **e** Odwrócenie małego haka w zawiasowym narzędziu kompresującym pozwala na skompresowanie złamania.

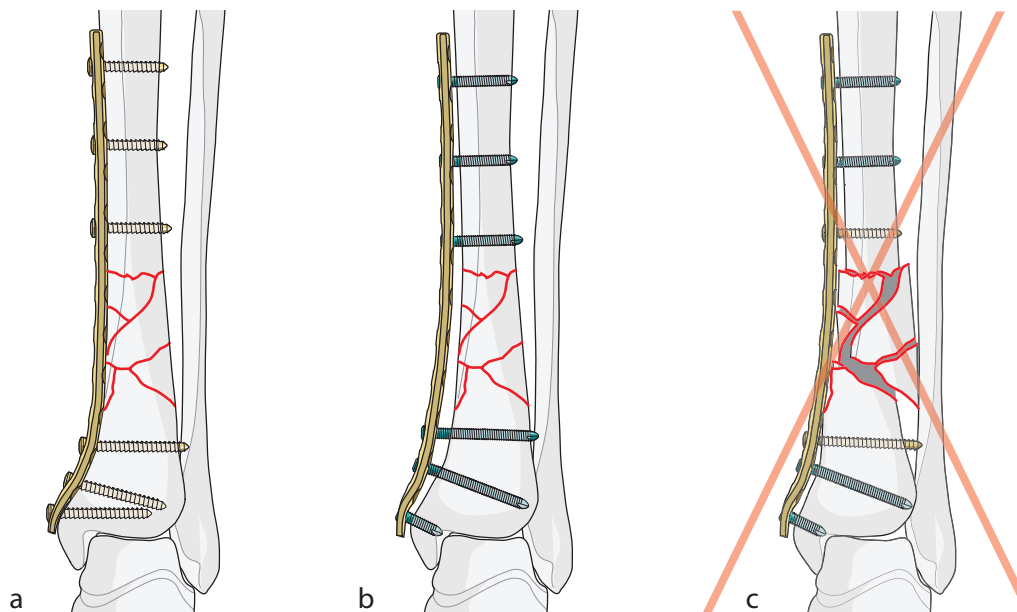


Ryc. 3.1.1.18 Małoinwazyjna stabilizacja złamania kłykciową płytą kątową. **a** Płyta skierowana ostrzem do boku została wprowadzona podmięśniowo z małego cięcia proksymalnego. Wcześniej za pomocą odpowiedniego dłuta przygotowano tunel pod ostrze płyty. **b** Po obroceniu płyty jej ostrze nie jest ustawione w odpowiednim kierunku względem kanału w szyjce kości udowej. **c** Użycie grotowkrętu Schanza w charakterze joysticka pozwala na manipulację bliższym odłamem i prawidłowe ustawienie w stosunku do płyty. Dodatkowo podczas tego manewru można odwieść kończynę.

w przypadku prostych złamań trzonów kości długich. Podczas zabiegu można stosować tylko kilka narzędzi pomagających w nastawieniu. Jednym z nich jest urządzenie umożliwiające poprawę koślawości i szpotawości za pomocą płyty LISS, tzw. motylek (*whirlybird*) [21]. Nowa płyta LCP ma podobny, anatomiczny kształt jak płyta LISS do dystalnej części uda, ale wyposażona została w otwory dwufunkcyjne. Pozwala to na wykorzystanie

płyty z konwencjonalnymi śrubami do nastawienia złamania, które można następnie ustabilizować z użyciem śrub blokowanych.

Planując użycie płyty LCP, należy podjąć decyzję, czy zostanie ona wykorzystana jako wewnętrzny stabilizator, płyta konwencjonalna, czy będzie pełnił obie funkcje (Rozdz. 3.3.4) [23]. Jeśli ma ona służyć jako zespolenie



Ryc. 3.1.1.19a Jeśli używa się śrub konwencjonalnych, należy dokładnie domodelować płytę LCP do kości. b Płyta LCP wykorzystana jako stabilizator wewnętrzny mostkuje złamanie. Niepotrzebne jest wtedy doginanie implantu. c Jeśli po zastosowaniu śrub blokujących wprowadzi się kolejne śruby konwencjonalne, dojdzie do wygięcia płyty lub, co jest bardziej prawdopodobne, do zaburzenia ustawienia odłamów złamania.

klasyczne, należy ją dogiąć dokładnie do kształtu kości, którą ma stabilizować – ułatwia to nastawienie złamania na płytę. Jeśli stosuje się ją w charakterze stabilizatora wewnętrznego, nie ma konieczności dodatkowego modelowania płyty, ale przed jej wprowadzeniem trzeba nastawić złamanie (Ryc. 3.1.1-19).

- W przypadku użycia śrub konwencjonalnych i blokowanych w tym samym odłamie bardzo istotna jest kolejność ich wprowadzania.

2.4 Ocena nastawienia

- Niezależnie od zastosowanej metody po wykonaniu nastawienia należy sprawdzić prawidłowość ustawienia i rotacji odłamów.

Ocenę nastawienia można przeprowadzić na wiele sposobów (Tab. 3.1.1-3), włączając w to ocenę bezpośrednią, palpacyjną (bezpośrednią lub za pomocą odpowiednich narzędzi), wykonanie śródoperacyjnych zdjęć rentgenowskich lub użycie monitora rentgenowskiego, artroskopu czy nawigacji komputerowej.

Jeśli nastawienie przeprowadza się pod kontrolą wzroku, każdą wyniosłość czy nierówność między odłamami należy zniwelować (technika „układania puzzli”). W przypadku gdy nie da się uwidocznzyć szczeliny złamania, po-

mocne może być badanie palpacyjne (np. ocena powierzchni czworobocznej, gdy wykonuje się nastawienie złamania panewki stawu biodrowego). Można również wykorzystać podważkę do oceny powierzchni stawowej, np. w złamaniach *plateau* piszczeli. Kliniczna ocena ustawienia osiowego i rotacyjnego może być trudna i niemiarodajna, często jest jednak konieczna, szczególnie przy gwoździowaniu śródszpikowym.

- Śródoperacyjną ocenę prawidłowości nastawienia i zespolenia złamania należy przeprowadzać z użyciem monitora rentgenowskiego lub zdjęć rentgenowskich w dwóch płaszczyznach.

W złamaniach śródstawowych do oceny powierzchni stawowej można wykorzystać artroskopię (np. w złamaniach *plateau* piszczeli), wymaga to jednak odpowiedniego doświadczenia [24].

Dzięki najnowszym osiągnięciom nawigacji komputerowej można kontrolować ustawienie implantów i narzędzi, jak również oceniać ustawienie przestrzenne odłamów. Odpowiednie miejsca anatomiczne znajdujące się proksymalnie i dystalnie od szczeliny złamania służą jako punkty odniesienia podczas oceny zakresu przemieszczenia, dokonywanej z wykorzystaniem algorytmów matematycznych [25].

Tabela 3.1.1-3 Kontrola nastawienia

Metoda kontroli	Miejsce zastosowania	Zalety	Wady
Ocena wzrokowa anatomii/rekonstrukcji	Złamania śródstawowe, niektóre rodzaje złamań trzonu (przedramię)	Dokładna, zawsze dostępna	Wymagane odsłonięcie miejsca złamania
Palpacja	Złamania obręczy miednicy i panewki stawu biodrowego	Zawsze możliwa	Metoda wymagająca odpowiedniego doświadczenia
Kliniczna ocena czynności	Ustawienie osi kończyny	Zawsze możliwa	Niedokładna
	Rotacja złamań kości długich	Jedyna metoda oceny ustawienia rotacyjnego podczas zabiegu	Niedokładna, potrzebne porównanie z drugą kończyną wymagające dodatkowego obłożenia lub ocena przedoperacyjna
Śródoperacyjne zdjęcia rentgenowskie	Złamania śródstawowe oraz złamania trzonów i przynasad	Dostępna, dokładna	Czasochłonna, możliwy wpływ na sterylność pola operacyjnego
Monitor rentgenowski	Złamania śródstawowe i złamania trzonów i przynasad	Dostępna	Często niedokładna, długotrwała ekspozycja na promieniowanie, ograniczone pole widzenia
Monitor Iso C-3-D	Złamania śródstawowe oraz złamania trzonów i przynasad	Dokładna	Dostępna, kosztowna
Tomografia komputerowa	Może być wymagana przy niektórych sposobach zaopatrzenia	Dokładna	Dostępna, kosztowna
Kontrola artroskopowa	Wyłącznie złamania śródstawowe	Dostępna	Niedokładna ze względu na efekt powiększenia obrazu, wymaga doświadczenia
Nawigacja komputerowa	Miednica, złamania śródstawowe, kręgosłup	Brak ekspozycji na promieniowanie rentgenowskie	Dostępna, kosztowna

3 Bibliografia

- [1] Mast J, Jakob R, Ganz R (1989) *Planning and Reduction Technique In Fracture Burgery*. 1st ed. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.
- [2] Müller ME, Allgöwer M, Scheider R, et al (1990) *Manual of Internal Dixation*. 3rd ed. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.
- [3] Schatzker J, Tile M (1987) *The Rationale of Operative Fracture Care*. 3rd ed. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.
- [4] Marsh JL, Buckwalter J, Gelberman R, et al (2002) Articular fractures: does anatomical reduction really change the result? *J Bone Joint Surg Am*; 84(7):1259–1271.
- [5] Olson SA, Matta JM (1993) The computerized tomography subchondral arc: a new method of assessing acetabular articular continuity after fracture (a preliminary report). *J Orthop Trauma*; 7(5):402–413.
- [6] Matta JM (1996) Fractures of the acetabulum: accuracy of reduction and clinical results in patients managed operatively with in three weeks after the injury. *J Bone Joint Surg Am*; 78(11):1632–1645.
- [7] Brookes M (1971) *The Blood Supply of Bone. An Approach to Bone Biology*. London: Butterworth.
- [8] Kelly PJ (1968) Anatomy, physiology, and pathology of the blood supply of bones. *J Bone Joint Surg Am*; 50(4):766–783.
- [9] Rhinelander FW (1974) Tibial blood supply in relation to fracture healing. *Clin Orthop Res*; (105):34–81.
- [10] Trias A, Fery A (1979) Cortical circulation of long bones. *J Bone Joint Surg Am*; 6(7):1052–1059.
- [11] Trueta J (1974) Blood supply and the rate of healing of tibial fractures. *Clin Orthop Relat Res*; (105):11–26.
- [12] Whiteside LA, Ogata K, Lesker P, et al (1978) The acute effects of periosteal striping and medullary reaming in regional bone blood flow. *Clin Orthop Relat Res*; (131):266–272.
- [13] Wilson JW (2002) Blood supply to developing, mature, and healing bone. *Summer-Smith G (ed.) Bone in Clinical Orthopedics*. 2nd ed. Stuttgart New York: Georg Thime Verlag, 23–116.
- [14] Leunig M, Hertel R, Siebenrock KA, et al (2000) The evolution of indirect reduction techniques for the treatment of fractures. *Clin Orthop Relat Res*; (375):7–14.
- [15] Ruedi T, Sommer C, Leutenegger A (1998) New techniques in indirect reduction of long bone fractures. *Clin Orthop Relat Res*; (347):27–34.

- [16] **Gautier E, Perren SM, Ganz R** (1992) Principles of internal fixation. *Curr Orthop*; 6:220–232.
- [17] **Hiem U, Pfeiffer KM** (1988) *Internal Fixation of Small Fractures*. 3rd ed. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.
- [18] **Mouhsine E, Garofalo R, Borens O, et al** (2004) Cable fixation and early total hip arthroplasty in the treatment of acetabular fractures in elderly patients. *J Arthroplasty*; 19(3):344–348.
- [19] **Weber BG** (1981) *Special Techniques in Internal Fixation*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.
- [20] **Babst R, Hehli M, Regazzoni P** (2001) [LISS traktor. Combination of the „less invasive stabilization system” (LISS) with the AO distractor for distal femur and proximal tibial fractures.] *Unfallchirurg*; 104(6):530–535.
- [21] **Cole PA, Zlowodzki M, Kregor PJ** (2003) Less Invasive Stabilization System (LISS) for fractures of the proximal tibial: indications, surgical technique and preliminary results of the UMC Clinical Trial. *Injury*; 34(Suppl 1):16–29.
- [22] **Kregor PJ, Stannard J, Zlowodzki M, et al** (2001) Distal femoral fracture fixation utilizing the Less Invasive Stabilization System (L.I.S.S.): the technique and early results. *Injury*; 32(Suppl 3):32–47.
- [23] **Gautier E, Sommer C** (2003) Guidelines for the clinical application of the LCP. *Injury*; 34(Suppl 2):63–76.
- [24] **Krettek C, Miclau T, Grün O, et al** (1998) Intraoperative control of axes, rotation and length in femoral and tibial fractures. Technical note. *Injury*; 29(Suppl 3):29–39.
- [25] **Hüfner T, Pohlemann T, Tarte S, et al** (2002) Computer-assisted fracture reduction of pelvic ring fractures: an in vitro study. *Clin Orthop Relat Res*; (399):231–239.

4 Podziękowania

Pragniemy podziękować Rolandowi P. Jakobowi za jego wkład w powstanie tego rozdziału w pierwszym wydaniu niniejszego podręcznika.