

Osteogeneza dystrakcyjna w chirurgii ortognatycznej

Distraction osteogenesis in orthognathic surgery

Mirosław Kulewicz

Klinika Chirurgii Dzieci i Młodzieży
Instytut Matki i Dziecka w Warszawie

Streszczenie

Osteogeneza dystrakcyjna środkowej części twarzoczaszki oraz kompleksu szczękowego a nawet całej czaszki prawdziwie zrewolucjonizowała leczenie wad wrodzonych oraz nabytych deformacji i dysfunkcji, których leczenie jeszcze do niedawna było niezwykle skomplikowane, ograniczone i niekompletne. Metoda została wprowadzona do chirurgii ortognatycznej przez Clifforda Snydera i wsp. (1973) po opublikowaniu przez nich historycznych prac o wydłużaniu żuchwy. Dystrakcję osteogenetyczną można uzyskiwać za pomocą aparatów dystrakcyjnych zewnętrznych, jak i wewnętrznych. W chwili obecnej możliwe jest trójwymiarowe korygowanie deformacji twarzoczaszki między innymi przy użyciu zminiaturyzowanych aparatów dystrakcyjnych zakładanych podśluzówkowo. Metoda umożliwia przywracanie symetrii kośćca twarzy oraz jednoczesny rozwój tkanek miękkich – mięśni, więzadeł, naczyń, nerwów, tkanki podskórnej i skóry, co daje doskonałe wyniki estetyczne i czynnościowe. W wielu złożonych sytuacjach klinicznych metoda umożliwiła znaczący postęp, jak to wykazało wielu autorów, szczególnie w leczeniu dysplazji środkowej części twarzoczaszki i w kraniosynostozach. [Acta Clinica 2001 2:117-128]

Słowa kluczowe: Osteogeneza dystrakcyjna, chirurgia szczękowo-twarzowa, aparaty dystrakcyjne wewnętrzne- i zewnątrzustne.

Summary

The distraction osteogenesis of the midface and maxillary complex-the method of the correction due to mechanical gradual traction – has modified our approach when confronted to congenital abnormalities or acquired deformities for which conventional treatments are known to be complex, incomplete and limited.

The method was introduced to cranio- and maxillo-facial surgery by Clifford Snyder et al. (1973) and became popular after McCarthy et al. published their landmark article on lengthening of the human mandible. Distraction osteogenesis allows achieve facial bone symmetry and the simultaneous expansion of the soft tissues: muscles, ligaments, vessels, nerves, subcutaneous fat and skin, to produce excellent aesthetics and functional results. Distraction can be accomplished by external tooth-born devices or by buried bone to bone devices. Nowadays threedimensional craniofacial deficiencies can be treated by bone lengthening using intraoral miniaturised distractors which even are placed transmucally.

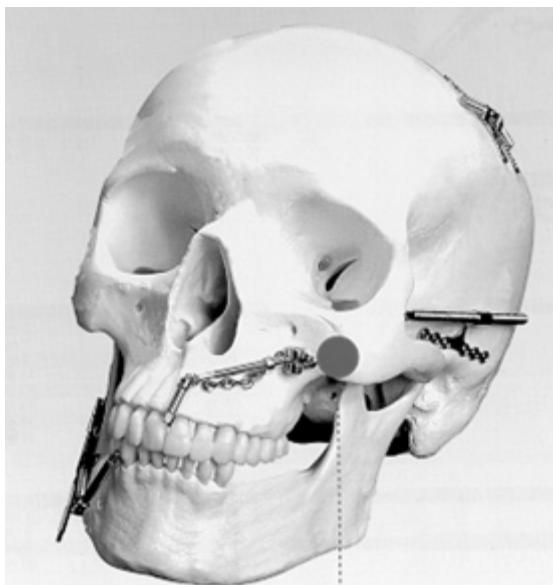
Distraction osteogenesis applied to the craniofacial skeleton has proven to be a major advance in the treatment of different congenital and acquired craniofacial deformities. In a variety of clinical situations the method has been demonstrated by several authors as a major advance especially in the treatment in midface dysplasia and craniosynostoses syndromes. [Acta Clinica 2001 2:117-128]

Key word: Distraction osteogenesis, midface-maxillary distraction, gradual lengthening of the midface.

Chirurgia ortognatyczna datuje się od zabiegu mającego na celu korekcję wady zgryzu, wykonanego w roku 1849 przez

R.S. Hullihena. Za kolebkę chirurgii ortognatycznej uważa się Saint Louis, gdzie działał ortodonta Edward Angle i chirurg

Vilray Blair. To właśnie oni pierwsi opisali razem wycięcie ramienia poziomego żuchwy, celem korekcji prognatyzmu żuchwy (St. Louis operation). Gwoli prawdzie dodać należy, że we wczesnym okresie chirurgii ortognatycznej wybijało się nazwisko



Ryc. 1 a, b, c: Zastosowanie dystrakcji w obrębie czaszki i twarzoczaszki

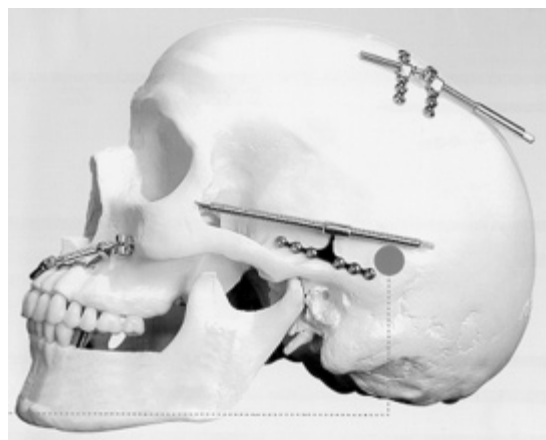
Blaira, który już w roku 1907 w artykule pt. „Operations on the Jaw-Bone and Face” opisał i przedstawił kilka sposobów operacyjnej korekcji zniekształceń kości twarzoczaszki.

Pierwszego zespolenia kości w obrębie twarzoczaszki dokonał chirurg niemiecki Soerensen, w roku 1917 – z obrączki ślubnej wykonał płytkę celem zespolenia złamania żuchwy. Musiało jednak upłynąć ponad 50 lat aby metoda ta została rozpracowana przez szwajcarski Zespół Osteogenezy (AO), zaś lat 60 aby zasady sztywnych zespolień kości zostały zastosowane w obrębie szkieletu twarzy w chirurgii ortognatycznej. Pierwszym był Bernd Spiessl (1974), który wykonał kompresyjne zespolenie śrubą przeciętej żuchwy. Przełom następuje gdy Hans Luhr opracowuje w roku

1979 zestaw miniplików do operacji w obrębie twarzoczaszki (58).

Zamysł wydłużania kości ma długą historię, szczególnie w odniesieniu do kości długich kończyny lokomocyjnej. Początek dały próby wydłużenia tych kości z racji ich częstych niedorozwojów i skręceń pourazowych, pozapalnych i nowotworowych. Metodę wprowadził do medycyny Codivilla (15) w 1905 roku (wydłużanie kości udowej), następnie udoskonalili Magnuuson (36) (1913), Putti (48) (1921), Abbot (1) (1927), Bost i Farsen (12) (1944 i 1956), McCarrol (37) (1950), Anderson (6) (1952), Allan (2) (1963), Westin (63) (1967), Wagner (61) (1978). Ponieważ leczenie było niejednokrotnie powikłane obrzękiem, martwicą skóry, infekcją, kątowym ustawieniem odłamów i opóźnionym kostnieniem rozciąganego segmentu, metodę zarzucono. Do renesansu metody doszło dopiero w latach 50., w związku z pracami Ilizarowa (28).

Osteogeneza dystrakcyjna jest sposobem pobudzania do tworzenia nowej kości przez rozciąganie pierwotnej kostniny, która się tworzy w ubytku powstającym po

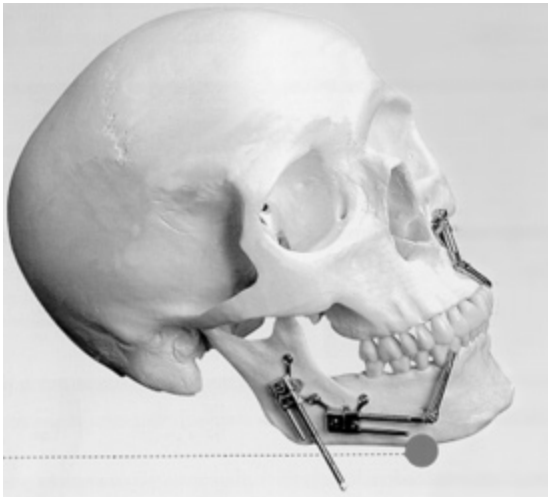


Ryc. 1 b

przecięciu kości. Wydłużaniu kości towarzyszy także powiększanie się i wydłużanie

okolicznych tkanek miękkich – skóry, mięśni, naczyń i nerwów.

Pionierem metody stopniowego wydłużania kości w obrębie twarzoczaszki był Snyder (57) (1973), który eksperymentował na psach. Wycinał on 1,5 cm długości segment żuchwy, po czym, po upływie miesiąca wydłużał żuchwę, sposobem reosteotomii i dystrakcji segmentów za pomocą zewnętrznego aparatu dystrakcyjnego Swanson. Zasugerował on także możliwość zastosowania tej metody do ludzkiej żuchwy w przypadku wad wrodzonych, jak i po-



Ryc. 1 c

traumatycznych deformacji. Dalszy znaczący postęp stworzyły prace Michelliego i Miottiego (43) (1977), którzy podobne wydłużanie osiągnęli za pomocą aparatu montowanego na zębach. W pracy swej podali konkretną propozycję wykorzystania tej metody u człowieka. Opisali metodę operacyjnego wydłużenia żuchwy za pomocą aparatu dystrakcyjnego montowanego na zębach. Pierwsi też wykonali badania histologiczne kości. Badania mikroskopowe przeprowadzone przez Karpa i wsp. (30, 31) (1990, 1992) pozwoliły dokładnie poznać etapy i mechanizm tworzenia się kości w przebiegu osteogenezy dystrakcyj-

nej. W roku 1990 Karharju-Swanto i wsp. (29) poddają badaniom zewnętrzny dystraktor do wydłużania żuchwy u owiec; praca ich dotyczyła po raz pierwszy możliwości wydłużania gałęzi żuchwy.

Pożytek dwuogniskowej dystrakcyjnej osteogenezy w gojeniu 2,5 cm ubytków żuchwy u psów wykazują w roku 1990 Constantino i wsp. (18,19). Przeprowadzone badania potwierdziły hipotezę, że dwumiejscowa osteogeneza dystrakcyjna zapewnia uzyskanie wygojenia ubytku żuchwy dojrzałą kością, z szybkością co najmniej 1 mm/dzień. Badania histologiczne odtworzonych segmentów kości wykazały obecność dojrzałej kości blaszkowatej, o gęstości i budowie architektonicznie porównywalnej z kością z przed wytworzenia ubytku w żuchwie. Nowo wytworzona kość wykazywała dobrze odbudowany system kanałów Haversa, architekturę kości blaszkowatej i prawidłową budowę. Spostrzeżenia te potwierdziły prace Karpa i wsp. (31) (1992), którzy stwierdzili, że po upływie roku nowo wytworzona kość nie różni się od kości prawidłowej żuchwy.

Pierwsze doniesienia o wydłużaniu żuchwy u człowieka pochodzą z roku 1991. W roku tym McCarthy i wsp. (39) publikują pierwsze rezultaty dotyczące wydłużenia ludzkiej żuchwy za pomocą zewnętrznego dystraktora (Howmedica) u czterech pacjentów (dzieci w wieku 2 – 11 lat); uzyskując pomyślne rezultaty wydłużenia do 24 mm. Następnie publikowane prace (32, 39, 44, 59) przedstawiają różne sposoby zastosowania osteogenezy dystrakcyjnej w praktyce klinicznej w celu wydłużania i zmiany kształtu żuchwy. W pracach tych pojawiają się dokładne opisy przygotowania przedoperacyjnego pacjenta z zastosowaniem replik (Takado), analizy cefelometrycznej oraz obiektywnego systemu zmian na twarzy, jak również zastosowania dwukierunkowej dystrakcji (Molina, Ortiz-Monasterio). Autorzy oceniają wpływ

osteogenezy dystrakcyjnej na nerw zębodołowy dolny i zwracają uwagę na potrzebę pooperacyjnego leczenia ortodontycznego (44, 59).

W roku 1995 Rachmiel i wsp. (50) donoszą o skutecznym zastosowaniu dystrakcji u pacjentów z jedno- i dwustronną hipoplazją żuchwy, zaś Losken i wsp. (34,35) publikują pracę dotyczącą planowania zabiegu dystrakcji na żuchwie i podają metodę wyznaczania optymalnego miejsca wykonania osteotomii oraz umiejscowienia zaczepów aparatu dystrakcyjnego.

W tym samym roku Shvyrkov M. B i wsp. (56) posługują się aparatem kompresyjno-dystrakcyjnym do osteoplastyki miejscowymi tkankami ubytków trzonu żuchwy dochodzących do 2 cm, zaś okolice bródki do 4,5 cm.

Po pierwszych próbach stosowania dystrakcyjnej osteogenezy żuchwy u ludzi przychodzi kolej na zastosowanie tej metody w obrębie całego szkieletu twarzoczaszki. Po doświadczeniach z dystraktorami zewnętrznymi przystąpiono do konstruowania nowej generacji dystraktorów zminiaturyzowanych, możliwych do stosowania wewnątrz jamy ustnej, zanurzonych w tkanki miękkie i mogących wywierać wielokierunkowe działanie (Remmler) (53).

W roku 1993 Rachmiel i wsp. (49) donoszą o eksperymentach z przesuwaniem ku przodowi środkowego piętra twarzy u owiec po osteotomiach, za pomocą wydłużających śrubowych wkretów montowanych na wprowadzonych przezskórnice w kość bolcach. Po jednorocznej obserwacji stwierdzili utratę 2–3 mm z 40 mm rozciągnięcia w obrębie środkowego piętra twarzoczaszki u owiec. W 1993 roku Block i wsp. (8) przedstawiają wpływ osteogenezy dystrakcyjnej na nerw zębodołowy dolny. Perot i wsp. (47) w tym samym roku posługują się osteogenezą dystrakcyjną celem poszerzania żuchwy u 8-letniego chłopca z wąską szczęką i żuchwą, niedoborem ślu-

zówki jamy ustnej, z bliznami po poprzednich operacjach, małymi ustami i wrodzonym ubytkiem przedniego uzębienia żuchwy. Leczenie miało na celu poszerzenie i rozciągnięcie wewnątrz jamy ustnej tkanek miękkich, powiększenie szerokości dolnego łuku zębowego oraz protetyczne uzupełnienie brakującego uzębienia szczęki i żuchwy. Pomimo, że ze względów społecznych wcześniej usunięto aparat dystrakcyjny wynik leczenia był dobry.

W roku 1994 Glat i wsp. (23) podejmują próbę wielokierunkowego powiększenia wymiarów kości jarzmowej. Wykazują, że kość jarzmową można nie tylko poszerzyć do boku ale także znacznie powiększyć jej grubość.

W tym samym roku Block i wsp. (9) publikują pracę dotyczącą wydłużania szczęki u psa. Za pomocą aparatu dystrakcyjnego montowanego na implantach oraz na zębach uzyskali trwale wysunięcie przedniego odcinka szczęki o 10 mm. Cohen i wsp. (16) udostępniają wstępne wyniki prób klinicznych z jednostronną dystrakcją środkowego piętra twarzy u chorego z połowicznym niedorozwojem twarzy. Badacze uzyskują korekcję płaszczyzny zgryzowej oraz jednostronne powiększenie szerokości i długości szczęki potwierdzone cefalometrią i tomografią komputerową, jak również trójwymiarową rekonstrukcją. W tym samym roku 1994 Gantous i wsp. (22) badali możliwości zastosowania osteogenezy dystrakcyjnej w żuchwie psa po kursie radioterapii (50 Gy-20 dawek). Badania ich wykazały na możliwość zastosowania metody osteogenezy dystrakcyjnej w uprzednio napromienionej kości.

W roku 1995 Muhlbauer (45) przedstawia grupę pacjentów poniżej 1 roku życia z zespołem Aperta, u których stosuje osteogenezę dystrakcyjną środkowego piętra twarzy i oczodołów, celem korekcji wytrzeszczu i niedorozwoju środkowego piętra twarzy. Z kolei McCormic i wsp. (41) badają wpływ

procesu stopniowej dystrakcji na stawy skroniowo-żuchwowe. Stwierdzają, że dystrakcja wymusza na kłykcio reorientację i ustawienie się w osi zbliżonej do prawidłowej, jak też powoduje, że kłykiec powiększa swoją objętość i przybiera kształt bardziej zbliżony do prawidłowego. W tym samym roku Habal (25) donosi o zastosowaniu zewnętrznego dystraktora dla przemieszczenia ku przodowi środkowego piętra twarzy. Guyette i wsp. (24) publikują pracę dotyczącą wpływu dystrakcji na zgryz, jak również na podniebienie miękkie i gardło. Altuna i wsp. (3, 4) badają także możliwości szybkiego wydłużenia szczęki oraz żuchwy za pomocą aparatu dystrakcyjnego montowanego na zębach.

W roku 1996 Chin i Toth, (13) donoszą o zastosowaniu wewnętrznych aparatów dystrakcyjnych, między innymi do przemieszczania kości po osteotomii Le Fort III; McCarthy i wsp. [44] Dinner i Kollar [45] – poszerzają zakres stosowania aparatów wewnętrznych, zaś Block i wsp. [46, 47] opisuje zastosowanie dwuogniskowej osteogenezy dystrakcyjnej do odbudowy kości żuchwy, jak również do odbudowy kości wyrostka zębodołowego. W tym samym roku Rachmiel i wsp. [48] badają możliwości równoczesnego wielokierunkowego przesuwania kilku segmentów twarzoczaszki względem siebie, zaś Klein i Howald [49] testują dwukierunkowy aparat dystrakcyjny do odbudowy zanikowej żuchwy.

Ocenę wpływu na kłykiec w przypadku poszerzania żuchwy podejmują w roku 1997 Harper i wsp. (26) Wykrywają oni zmiany w miejscach możliwej kompresji kłykcio z powodu rotacji dookoła osi pionowej. Stwierdzone zmiany były niewielkiego stopnia i ich zakres nie pozostawał w bezpośrednim związku z rozmiarem zastosowanych sił dystrakcyjnych. Wskazuje to, że szybkość i rytm dystrakcji ma większe znaczenie niż ostateczna rozległość rozciągnięcia.

W roku 1997 Chin i Toth (14) odstępują od powolnego wydłużania sposobem Ilizarowa, na rzecz gwałtownego rozciągnięcia przy użyciu wewnętrznych, zanurzonych płytek (eliminacja okresu latencji czyli zwłoki po osteotomii). Szybkość rozciągania określał opór tkanek miękkich. Chin i Toth wykazali, że szkielet twarzoczaszki dziecka reaguje odmiennie na rozciąganie w porównaniu do kości długich osób dorosłych. Przemieszczenie fragmentu kości w krótkim okresie czasu i wewnętrzne zespolenie odłamów za pomocą aparatu dystrakcyjnego znacznie przewyższa korzyści wynikające ze stosowania konwencjonalnej dystrakcji za pomocą aparatów zewnętrznych. Zarówno krótki okres czasu, jak też schowanie aparatu w jamie ustnej czyni metodę bardziej do przyjęcia tak przez dzieci, jak i rodziców. Oprócz tego uzyskuje się znaczne skrócenie czasu rozciągania, gdyż aktywacja aparatu ulega zakończeniu w krótkim czasie po operacji. Korekcja szkieletu przekracza dwukrotnie uzyskiwaną sposobami konwencjonalnymi. Wielkość możliwej korekcji przy użyciu tej metody umożliwia wysunięcie ku przodowi brzegu podoczodołowego do prawidłowego położenia

W roku 1997 Yamamoto i wsp. (64) stosują osteogenezę dystrakcyjną do wysunięcia ku przodowi szczęki przy użyciu zakładanego wewnątrz jamy ustnej aparatu dystrakcyjnego, opieranego na zębach. Należy zaznaczyć, że wcześniejsze aparaty dystrakcyjne zakotwiczano na wprowadzanych w kość z zewnątrz bolcach, jednakże bolce przezskórne nie były w stanie zapewnić sztywnego unieruchomienia cienkich segmentów kostnych. Z wyżej wymienionych względów Sawaki i wsp. (55) (1996) podjęli próbę rozciągania szczęki za pomocą implantów jako zakotwiczenia dla aparatu dystrakcyjnego w miejsce stosowania bolców przezskórnych. Yamamoto i wsp. wykazali, że implanty mogą zapewnić

sztywne zakotwiczenie dla stosowania stałych sił rozciągania, bez uszkodzania okolicznych tkanek miękkich, zaś po zakończonym rozciąganiu aparat dystrykcyjny oparty na implantach doskonale nadaje się do utrwalania osiągniętego wyniku. Także w roku 1997 Corcoran i wsp. (20), donoszą o zastosowaniu osteogenezy dystrykcyjnej do rozciągania przeszczepów z żeber spełniających rolę żuchwy. Aparaty dystrykcyjne muszą pozostawać na miejscu dłużej, gdyż przebudowa w miejscu przecięcia żebra trwa dłużej niż po osteotomii żuchwy (gorsze ukrwienie). W tym samym roku Bell i wsp. (7) podają rezultaty poszerzenia małpiej żuchwy za pomocą aparatu dystrykcyjnego montowanego na zębach po osteotomii w spojeniu żuchwy, zaś Weil i wsp. (62) z dobrym rezultatem stosują tę procedurę w praktyce klinicznej. Amaral i wsp. (5) donoszą o zastosowaniu metody dystrykcji do równoczesnego rozciągania kości mózgo- i twarzoczaszki w przypadkach przedwczesnego zrastania się szwów czaszkowych.

Jednoczesne rozciąganie żuchwy i szczęki u dorosłych pacjentów z nieleczonego wcześniej połowiczego niedorozwojem twarzy, u których warunki zgryzowe były prawidłowe wprowadzają w 1997 roku Ortiz-Monasterio i wsp. (46). Po wykonaniu niepełnej jednostronnej osteotomii Le Fort I i koryktomii kąta żuchwy oraz po założeniu wiązania międzyszczękowego badacze rozciągali żuchwę za pomocą aparatu dystrykcyjnego montowanego na dwóch bolcach. Osiągnęli wydłużenie żuchwy w granicach 12 – 19 mm w okresie 3 – 4 tygodni. Szczeka podążała za wydłużoną żuchwą uzyskując trójwymiarową korekcję – wydłużanie, wysunięcie i przyśrodkową rotację. Połączenie skrzydłowo-szczękowe po zdrowej stronie spełniało rolę osi obrotu dla rotacji, zaś nienaruszony kolec nosowy i przegroda przyczyniły się do stabilizacji szczęki. Jednoczesne rozciągnięcie szczęki

i żuchwy u pacjentów dorosłych z połowicznym niedorozwojem twarzy przyniosło autorom korzystne wyniki natury kosmetycznej, zachowując uprzednio istniejące prawidłowe stosunki zgryzowe, przez co wyeliminowali oni długie i kosztowne leczenie ortodontyczne. Cohen i wsp. (17) z kolei opisują zastosowanie dystrykcji do wysuwania do przodu szczęki u pacjentów z rozszczepami wargi i podniebienia. Razdolsky i wsp. (52) ogłaszają metodę korekcji II klasy zgryzowej przy pomocy aparatu dystrykcyjnego montowanego na zębach po uprzedniej osteotomii.

W roku 1997 Roth i wsp. (54) wprowadzają ilościową ocenę regenerowanej kości stosując metodę wolunometrii na bazie tomografii komputerowej. Opracowana przez nich metoda analizy objętości zapewnia dokładne pomiary nowotworzonej kości u pacjentów poddanych osteogenezie dystrykcyjnej. Ich zdaniem zastosowanie metody dokładnie określającej zmiany objętościowe w kości poddanej osteogenezie dystrykcyjnej może nabrać znaczenia w miarę jak dojdzie do konstruowania wielopłaszczyznowych aparatów dystrykcyjnych. W tym samym roku Cohen i wsp. opracowują nowy typ aparatu do dystrykcji polegający na umieszczaniu wielu małych ekspansyjnych śrub z małych cięć pozostawiających tylko niewielkie blizny.

Podsumowanie

Przełom jaki się dokonał w chirurgii ortognatycznej, na przestrzeni ostatnich kilku lat, za sprawą osteogenezy dystrykcyjnej jest trudny do przecenienia. W metodzie tej występuje powolne przystosowanie się tkanek miękkich do sił rozciągających przez co nie stawiają one tak znacznego oporu przy dużym przesunięciu segmentu kostnego. Przy użyciu tej metody uzyskuje się dobry rezultat estetyczny gdyż tkanki miękkie, które są związane z kością są rozciągane równolegle

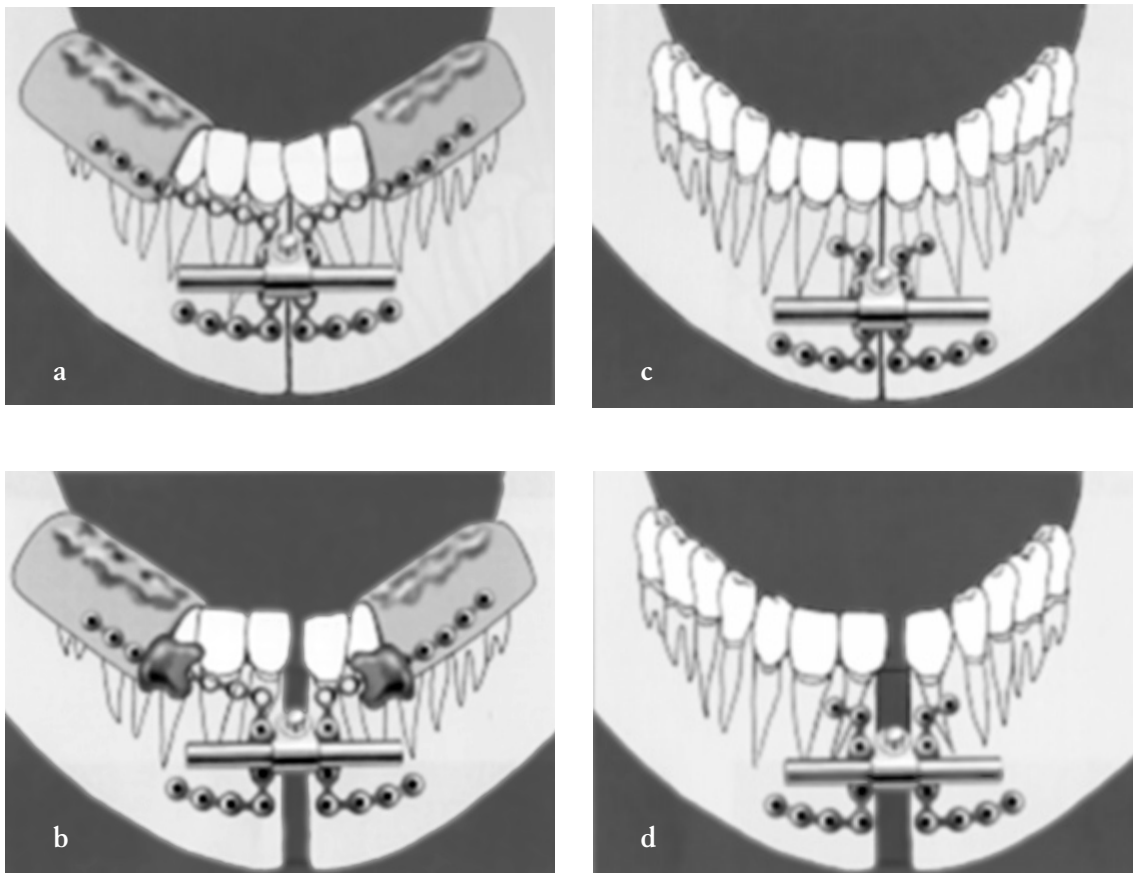
wraz z nią. Wydłużenie mięśni, ścięgien, naczyń, nerwów, tkanki podskórnej i skóry było nieosiągalne za pomocą dotychczasowych metod operacyjnych.

Osteogeneza dystrykcyjna daje poza tym możliwość bardzo wczesnej korekcji – 2 tydzień życia w zespole Pierre-Robina. Zabieg jest względnie prosty, czas operacji nie jest długi. Poza tym ogranicza się blizny pooperacyjne i co więcej unika się stosowania przeszczepu kostnego, wykonania tracheotomii, dokonania transfuzji, oraz unieruchomienia międzyszczękowego. Zmniejszenie oporu otaczających tkanek miękkich ma kolosalne znaczenie dla stabilności osiąganego efektu. Wyeliminowanie okresu oczekiwania (latencji), zapoczątkowanie dystrykcji sposobem znaczne-

go śródoperacyjnego rozciągnięcia odłamów i kontynuowanie szybkiego rozciągania po operacji nie upośledza kościotworzenia w miejscu ubytku kości.

Ważne znaczenie w rozwoju metody miało wprowadzenie przez McCarthy i wsp. zminiaturyzowanego aparatu Hoffmana celem wydłużania żuchwy u ludzi, zaś przez Tschakaloffa i wsp. (60) opracowanie metody internalizacji metody dystrykcji odłamów.

Opracowanie wewnętrznych aparatów dystrykcyjnych umożliwiło szersze stosowanie osteogenezy dystrykcyjnej w chirurgii szczękowo-twarzowej u dzieci, w korekcji różnych zniekształceń. Ponadto umożliwiło to umieszczanie dystryktorów w różnych umiejscowieniach anatomicz-



Ryc. 2. Poszerzenie żuchwy sposobem dystrykcji wewnętrznej: a, b – dystryktor częściowo zakotwiczony na zębach; c, d – zakotwiczanie na kości (Martin Modline)

nych. Wewnątrzustne aparaty zapewniają unieruchomienie wewnętrzne bez potrzeby dodatkowych działań. Nowo tworząca się kość jest wzmacniana przez dystraktor, który zapewnia zespolenie odłamów.

Wiadomo, że procedury stosowane u dorosłych nie mogą mieć pełnego zastosowania przy stosowaniu dystrakcji u dzieci. Z tego względu trzeba będzie nadal badać wielkość dystrakcji i czas potrzebny na jej wdrożenie po osteotomii, oraz określić ryzyko powstawania przedwczesnych wzrostów kości. Do przedwczesnego skostnienia może dochodzić jeśli rodzice będą mieli trudności z aktywacją aparatu dystrakcyjnego lub jeśli zwłoka w zastosowaniu dystrakcji będzie zbyt duża. Mając na względzie możliwe zagrożenia Chin i wsp. już obecnie zmodyfikowali tę procedurę. Odpowiedni dostęp umożliwi uwidocznienie i ochronę nerwów językowego i zębodołowego dolnego, rozciągnięcie odłamów kości przed założeniem aparatu dystrakcyjnego zapewnia w krótkim czasie uzyskanie dużej dystrakcji; oś rozciągania może być zmieniana, w wyniku czego można uzyskać polepszenie wyglądu.

Długoterminowy wynik wczesnej korekcji za pomocą dystrakcji nie jest znany. Wymagane są przeto dalsze obserwacje, aby ograniczyć nieprawidłowości związane ze wzrostem. Jednym z głównych zadań jest określenie sposobu uzyskania stabilnej macierzy nerwowo-mięśniowej wzmacniającej utworzony kościec.

Połączenie dystrakcji kości z przedoperacyjnym przygotowaniem mięśni i pooperacyjnym leczeniem czynnościowym, jak to opisał Harvold (27), może polepszyć trwałość uzyskanej korekcji. W nowej doktrynie leczenia musi być uwzględnione polepszenie sposobów rehabilitacji nerwowo-mięśniowej u dzieci w wieku przed-szkolnym.

Ostatnie lata wykazały korzyści wynikające ze stosowania stopniowej dystrakcji,

która powoduje pożądane kościotworzenie oraz rozciąganie okołokostnych tkanek miękkich. Badania przeprowadzone przez wielu badaczy przyniosły wiele nowych informacji, ale także ujawniły nowe problemy do rozwiązania. Tak więc należy odpowiedzieć na pytanie jak selekcjonować pacjentów i jaki wiek jest najodpowiedniejszy do stosowania korekcji za pomocą osteogenezy dystrakcyjnej. Jaki jest wpływ osteogenezy dystrakcyjnej na dalszy wzrost i rozwój kości. Jak dużą hiperkorekcję zastosować w zależności od wieku i stopnia zniekształcenia kości. Jak często trzeba będzie powtarzać zabieg w miarę wzrostu pacjenta i jaki będzie wpływ wielokrotnych zabiegów na rozwój kości. Na razie, bez jednoznacznej odpowiedzi pozostaje pytanie o częstość i stopień nawrotów jak również o skuteczne sposoby zapobiegania lub minimalizowania ich skutków. Nie do końca jest też wyjaśniony wpływ rozciągania odłamów na nerwy, naczynia oraz na stawy skronio-żuchwowe. Co do samej techniki zabiegu występują rozbieżności między różnymi autorami. Jak do tej pory nie było prób porównawczych między poszczególnymi technikami; osteotomią, korykotomią okrężną oraz korykotomią częściową. Nie określono ponadto związku pomiędzy poszczególnymi technikami. Niektórzy sugerują zastosowanie techniki osteotomii endoskopowej, jako bardzo obiecującej przez swoją małą inwazyjność. Sprawą do wyjaśnienia i zbadania pozostaje problem korekty śródoperacyjnej odłamów w celu natychmiastowej wstępnej poprawy anatomii. Do wyjaśnienia pozostaje także problem zmiany kierunku działania siły w czasie trwania rozciągania.

Należy zbadać wpływ okostnej i warstwy gąbczastej na odżywianie wyodrębnionego fragmentu, określić stopień dopuszczalnej tunelizacji okostnej przy przygotowaniu do osteotomii oraz jej wpływ na odżywienie odłamów. Trzeba określić też naj-

lepszy protokół postępowania dystrakcyjnego tzn. Ustalić optymalny okres latencji, ustalić szybkość i frakcjonowanie procesu rozciągania odłamów oraz sposób i czas unieruchomienia. Należy wyjaśnić, jakiej jakości kość powstaje wskutek osteogenezy dystrakcyjnej i po jakim czasie jej mechaniczna wytrzymałość jest prawidłowa. Wielu badań i prób klinicznych wymaga określenia optymalnych cech aparatu dystrakcyjnego. Uzyskana dotychczas wiedza każe przypuszczać, iż aparaty te powinny być zindywidualizowane dla poszczególnych przypadków. Budowa ich i kierunki działania wektorów sił powinny być optymalnie przystosowane do konkretnego zniekształcenia. Wydaje się że, jak to sygnalizowali w swoich pracach niektórzy autorzy, przyszłość będzie należeć do aparatów fabrykowanych dla konkretnego pacjenta.

Wielu autorów zwraca uwagę na dokładne przygotowanie przedoperacyjne. Szczególnie ważna będzie analiza cefalometryczna w projekcji AP oraz bocznej, prognozowanie kierunku rozwoju twarzoczaszki, wykonanie 3-DC, pobierania wycisków twarzoczaszki, wykonywanie replik metodą stereolitografii na podstawie CT i rezonansu magnetycznego, jak również wykonania VSO (*visual treatment objective*).

Wymienione wyżej działania pozwolą na dokładne określenie zniekształcenia, określić możliwości interwencji chirurgicznej, zaplanują miejsce i zakres osteotomii, pomogą skonstruować optymalny aparat dystrakcyjny oraz wybrać najlepsze miejsce jego umiejscowienia. Repliki pozwolą przećwiczyć zabieg oraz założenie aparatu dystrakcyjnego zaś komputerowy program graficzny pozwoli symulować wykonywany zabieg, wybrać optymalną linię osteotomii, najlepszy wektor działania siły, oraz co naj-

ważniejsze, umożliwi ocenić efekty wybranego postępowania.

W przyszłości metoda osteodystrakcji doczeka się udoskonalień w związku z opracowaniem dystraktorów nowej generacji. Zmniejszenie ich wymiarów oraz wykonanie ich z tytanu wyeliminuje potrzebę ich usuwania. Udoskonalenie techniki chirurgicznej poprzez zastosowanie endoskopii wydatnie zmniejszy uraz okołoperacyjny. Segmentalne i wielokierunkowe przemieszczenia kości umożliwią korygowanie złożonych zniekształceń twarzoczaszki. Możemy się zatem spodziewać, że w przyszłości dzięki metodzie osteodystrakcji korekcja zniekształceń twarzoczaszki będzie o wiele prostsza i łatwiejsza.

Wszyscy znawcy zagadnienia zgodni są co do tego, że przyszłość osteogenezy dystrakcyjnej w obrębie twarzoczaszki i samej czaszki uzależniona jest od wyjaśnienia wielu zagadnień. Z tych względów w centrum uwagi znajduje się biologia nowotworzonej kości, nadal wiele uwagi poświęca się udoskonaleniu protokołów dystrakcyjnych, konstruowaniu coraz to skuteczniejszych i zminiaturyzowanych aparatów dystrakcyjnych, opracowywaniu nowych technik monitorowania tworzenia się i modelowania dystrakcyjnych regeneratów kości oraz przyspieszeniu ich dojrzewania przy użyciu środków farmakologicznych.

Zastosowanie metody dystrakcji kości otworzyło przed chirurgią ortognatyczną możliwości korygowania dysfiguracji i dysfunkcji twarzoczaszki na wielką skalę. Stosowane już współcześnie techniki osteodystrakcji umożliwiają osiągnięcie założonych celów pojedynczymi zabiegami, bez ryzyka nawrotów deformacji, co jeszcze do niedawna było prawdziwą złązłą chirurgii ortognatycznej.

Piśmiennictwo

1. Abbot L. C; The operative lengthening of the tibia and fibula. *J Bone Joint Surg [Br]* 1927 9:128.
2. Allan F.G.; Simultaneous femoral and tibial lengthening. *J Bone Joint Surg*, 1963 45-B: 206 – 209
3. Altuna G, et al; Surgically assisted- rapid orthopaedic lengthening of the maxilla in primates. Relapse following distraction osteogenesis. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1995 10: 4
4. Altuna G, et al; Rapid orthopedic lengthening of the mandible in primates by sagittal split osteotomy and distraction osteogenesis: a pilot study. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg*. 1995 10, 1:43
5. Amaral R. et al; Gradual bone distraction in craniosynostosis. *Scand J Plast Recon Hand Surgery* 1997 31: 25 – 37
6. Anderson W. V; Leg lengthening, *J Bone Joint Surg*, 1952 34-B: 150 – 154
7. Bell W. H. et al.; Distraction osteogenesis to widen the mandible. *Brit J Oral Maxillofac Surg*. 1997 35: 11 – 15
8. Block M.S., et al; Changes in the inferior alveolar nerve following mandibular lengthening in the dog utilizing distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg*. 1993 51: 652 – 660
9. Block M.S. Brister G.D.; Use of distraction osteogenesis for maxillary advancement. Preliminary results *J Oral Maxillofac Surg*. 1994 52: 282 – 286
10. Block M.S. et al; Bifocal distraction osteogenesis for mandibular defect healing; case report. *J Oral Maxillofac Surg*. 1996 54, 1365 – 1370
11. Block MS, Chang A; Mandibular Alveolar Ridge Augmentation in the Dog Using Distraction osteogenesis. *J Oral Maxillofac Surg*. 1996 54: 309 – 314
12. Bost F.C., Farsen L.J.; Experiences with lengthening of the femur over an intramedullary rod. *JBJS* 1956 38-A: 567 – 571
13. Chin M., Toth B.A.; Distraction Osteogenesis in Maxillofacial Surgery Using Internal Devices; Review of Five Cases. *J Oral Maxillofac Surg*, 1996 54: 45 – 53
14. Chin M., Toth B.A.; Le Fort III Advancement with Gradual Distraction Using Internal Devices *Plas Reconstr Surg*. 1997 100 4: 819 – 830
15. Codivilla A.; On the means of lengthening in the lower limbs, muscles and tissues which are shortened through deformity. *Am J Orthop Surg*, 1905 2: 353
16. Cohen S.R. et al; Distraction osteogenesis in the human craniofacial skeleton; Preliminary raport. *J Craniofac Surg*. 1995 6: 368-373
17. Cohen S.R., Burstein F. D; Maxillary-Midface distraction in children with cleft lip and palate; a preliminary report. *Plas Reconstr Surg*. 1997 99: 5
18. Constantino P.D., et al; Experimental mandibular regrowth by distraction osteogenesis; An experimental study. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1990 116:535
19. Constantino P.D., et al; Experimental mandibular regrowth by distraction osteogenesis; Longterm results *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1993 119:511
20. Corcoran J. et al; Distraction osteogenesis of costochondral neomandibles; a clinical experience *Plas Reconstr Surg*. 1997 100 2:311 – 315
21. Diner P. A, Kollar E, et al; Intraoral distraction for mandibular lengthening; a technical innovation; *J Craniomaxillofac Surg*. 1996 24: 92 – 95
22. Gantous A. et al; Distraction osteogenesis in the irradiated canine mandible. *Plast Reconstr Surg* 1994 93: 164-169
23. Glat P. M. Staffenberg D.A.; Multidimensional distraction osteogenesis: The canine zygoma. *Plast Reconstr Surg*. 1994 94: 753 – 758
24. Guyette T. et al.; Mandibular distraction osteogenesis; effects on articulation and velopharyngeal function. *J Craniofac Surg*. 1996 7: 3-8
25. Habal M.B.; A future domain distractor for the facial skeleton. *J Craniofac Surg*. 1995 4: 414
26. Harper R.P. et al; Reactive changes in the temporo-mandibular joint after mandibular midline osteodistraction. *Brit Journ Oral Maxillofac Surg*. 1997 35: 20 – 25
27. Harvold E. P; Treatment of hemifacial microsomia. NY, Liss, 1983
28. Ilizarov, G.A. The principles of the Ilizarov method. *Bull. Hosp. Joint Dis. Orthop*. 1988 48: 1
29. Karaharju T., et al; Mandibular distraction; An experimental study on sheep. *J Craniomaxillofac Surg*. 1990 18: 280-284
30. Karp N. S, et al; Bone lengthening in the craniofacial skeleton. *Ann Plast Surg*. 1990 24: 231
31. Karp N.S., et al; Membranous bone lengthening; A serial histological study. *Ann Plast Surg* 1992 29:2-6
32. Klein C., Howaldt H-P; Lengthening of the hypoplastic mandible by gradual distraction in child

- hood – a preliminary report. *J Craniomaxillofac Surg.* 1995 23: 68 – 74
33. Klein C., Howaldt H-P.; Corection of Mandibular Hypoplasia by means of Bidirectional callus distraction. *J Craniofac Surg.* 1996 7: 4
34. Losken W. et al; Geometric evaluation of mandibular distraction. *J Craniofac Surg.* 1995 6, 5: 345 – 400.
35. Losken W. et al; Planing mandibular distraction; preliminary report. *Cleft palate craniofacial Jour.* 1995 32 1: 71 – 76
36. Magnnuson P.S.; Lenghtening shortened bones of the leg by operation. *Surgynec. Obstet* 1913, 17: 63-67
37. McCarroll H.R.; Trials and tribulations in attended femoral lenghtening. *J Bone Joint Surg,* 1950, 32-A: 132 – 136
38. McCarthy JG, et al; Lenghtening the human mandible by gradual distraction. *Plas Reconstr Surg* 1992 89: 1-6
39. McCarthy JG; The role of distraction osteogenesis in the reconstruction of mandible in unilateral craniofacial microsomia. *Clin Plast Surg.* 1994 21: 4
40. McCarthy JG, et al; Introduction of an intraoral bone-lenghtening device. *Plast Reconstr Surg* 1996 96: 4
41. McCormick S.U., et al; Effect of mandidular distraction on the temporomandibular joint; Part 1, Canine Study. *J Craniofac Surg.* 1995 6, 5: 358 – 363
42. McCormick S.U., et al; Effect of Mandidular Distraction on the Temporomandibular Joint, Part 2, Clinical Study, *J Craniofac Surg.* 1995 6, 5: 364 – 367
43. Micheli S., Miotti B.; Lenghtening of mandibular body by gradual surgical-orthodontic distraction. *J Oral Surg.* 1977 35: 187-191
44. Molina F, Ortiz-Monasterio F; Mandibular elongation and remodelling by distraction; a farewell to major osteotomies. *Plas Reconstr Surg.* 1995 96: 825 – 840
45. Muhlbauer W.; Distraction osteogenesis in the treatment of Aperts syndrome in infancy. Amsterdam; Kugler Publications, 1995
46. Ortiz-Monasterio F., Molina F. et al.; Simultaneous mandibular and maxillary distraction in hemifacial microsomia in adults: avoiding occlusal disasters. *Plast Reconstr Surg.* 1997 100: 4
47. Perrott D.H. et al.; Use of a skeletal distraction device to widen the mandible: a case report *J. Oral Maxillofac Surg.* 1993 51:435 – 439
48. Putti V.; The operative lenghtening of femur J. A. M. A, 1921, 77, 934 – 938
49. Rachmiel A, Jackson IT, Potpatric Z, at al; Mid-face advancement in sheep by gradual distraction; a 1-year follow-up study. *J Oral Maxillofac Surg.* 1995 53: 525 – 529
50. Rachmiel A. et al.; Lenghtening of mandible by distraction osteogenesis: report of cases. *J Oral Maxillofac Surg* 1995 53; 838 – 846
51. Rachmiel A.; Multiple segmental gradual distraction of facial skeleton; an experimental study. *Ann Plast Surg* 1996 36:1
52. Razdolski Y. et al.; Skeletal distraction for mandibular lenghtening with a completely intraoral toothborn distractor. submitted for publication with Moyers Craniofacial Series Book, Spring 1998, Univ Michigan USA
53. Remmler D, et al; Osseus expansion of the cranial vault by craniotasis. *Plast Reconstr Surg.* 1992 89: 787
54. Roth D.A., Gosain A.K., et al; A CT Scan Technique for Quantitative Volumetric Assessment of the Mandible after Distraction Osteogenesis *Plast Reconstr Surg* 1997 99:1237 – 1247
55. Sawaki Y. et al; Mandibular lenghtening by intraoral distraction using osseointegrated implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996 2: 186 – 193
56. Shvyrkov M.B., et al; Osteoplasty of the mandible by local tissue. *J Craniomaxillofac Surg* 1995 23; 377-381
57. Snyder C.C., et al; Mandibular lenghtening by gradual distraction (preliminary report). *Plast Reconstr Surg* 1973 51: 506-511
58. Steinhäuser E.W.; Historical development of orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac. Surg* 1996 24: 195-204
59. Takato T, Harii K; Mandibular lenghtening by gradual distraction: analysis using accurate skull replicas. *Br J Plast Surg* 1993 46: 686 – 693
60. T. Tschakaloff A. et al; Internal calvarial bone distraction in rabbits with experimental coronal suture immobilization. *J Craniofac Surg.* 1994 5:318
61. K. Wagner H.; Operative lenghtening of the femur. *Clin Orthop.* 1978 136:125 – 142
62. Weil T., Van Sickels J.; Distraction osteogenesis for correction of transverse mandibular deficiency: a preliminary report. *J Oral Maxillofac. Surg.* 1997 55: 953-960

63 Westin G.W.; Femoral lengthening using a periosteal sleeve, J.B.J. S, 1967 49-A: 836 – 841.

64. Yamamoto H. et al; Maxillary advancement by distraction osteogenesis using osseointegrated implants. J Craniomaxillofac Surg. 1997, 25: 186 – 191

Adres do korespondencji / Address for correspondence: Klinika Chirurgii Dzieci i Młodzieży. Instytut Matki i Dziecka w Warszawie, 01 – 211 Warszawa, ul. Kasprzaka 17 A