

*Acta chir belg, 2006, 106, 647-653*

Liposukcja: Przegląd technik, innowacji i zastosowań

*O. Heymans, P. Castus, F. X. Grandjean, D. Van Zele*

Oddział Chirurgii Plastycznej, Rekonstrukcyjnej i Estetycznej, Szpital kliniczny Sart-Tilman Liège, Belgia

**Słowa kluczowe.** Liposukcja; redukcja tłuszczu; chirurgia estetyczna.

**Streszczenie.** Liposukcja jest obecnie najczęściej wykonywaną na świecie operacją estetyczną. Należy jednak podkreślić, że pomimo swojej dużej popularności liposukcja nie jest zabiegiem łatwym i nie zawsze bezpiecznym, jak sugerują kolorowe magazyny i broszury reklamowe. Od czasu kiedy liposukcja zastała po raz pierwszy przeprowadzona wiele czynników uległo zmianie. Obecnie zalecenia chirurgiczne są precyzyjnie określone i procedury zabiegu liposukcji są jasno ustalone. Niektórzy chirurdzy, jak i producenci, dysponują jednak nowym sprzętem i proponują nowe techniki. W niniejszym artykule dokonujemy przeglądu wszystkich technik liposukcji, jak i omawiamy ich zalety i wady. Techniki przedstawione w artykule to: techniki nawadniające, standardowa liposukcja czyli liposukcja wspomagana zasysaniem (SAL), wewnętrzna liposukcja wspomagana ultradźwiękami (iUAL), liposukcja wspomagana VASSER, zewnętrzna liposukcja wspomagana ultradźwiękami (eUAL), liposukcja wspomagana laserem (LAL), liposukcja wspomagana maszynowo (PAL), a także vibroliposukcja (VL). Na podstawie przeglądu literatury przedmiotu, a także w oparciu o nasze doświadczenia kliniczne stwierdzamy, że vibroliposukcja (VL) jest najbezpieczniejszą, najefektywniejszą i najbardziej precyzyjną techniką, którą zastosować można w zaleceniach chirurgicznych dotyczących liposukcji. W artykule stwierdzamy również, że vibroliposukcja posiada wszystkie zalety i żadnych wad związanych z wewnętrzną liposukcją wspomaganą ultradźwiękami (iUAL).

### **Wstęp**

Liposukcja to obecnie najczęściej wykonywana operacja estetyczna na świecie. Należy jednak podkreślić, że pomimo swojej dużej popularności liposukcja nie jest zabiegiem łatwym i nie zawsze bezpiecznym, jak sugerują kolorowe magazyny i broszury reklamowe. Wciąż zdarzają się przypadki utraty życia lub zdrowia związane z zabiegiem liposukcji (1, 2).

Pierwszy zabieg chirurgiczny na świecie został wykonany przez DUJARRIER w 1921 roku. Użył on narzędzia do łyżeczkowania macicy do usunięcia tłuszczu z kolan pewnej znanej baletnicy z katastroficznym skutkiem. W latach sześćdziesiątych SCHRUDDE usuwał podskórne pokłady tłuszczu nacinając skórę ostrym narzędziem do łyżeczkowania (3). W 1978 roku KESSELRING połączył metodę łyżeczkowania z silnym zasysaniem (4). Wkrótce potem, ILLOUZ zastąpił narzędzie do łyżeczkowania niezaostrzoną kaniulą, którą umieszczał pod skórą i podłączał do pompki zasysającej, która wchłaniała tłuszcz (5). Zaproponował on również iryjację tkanki

podskórnej za pomocą hipotonicznej soli fizjologicznej, która miałaby spowodować napuchnięcie i przerwanie komórek tłuszczowych, lecz ten proces nigdy nie uzyskał potwierdzenia w badaniach klinicznych.

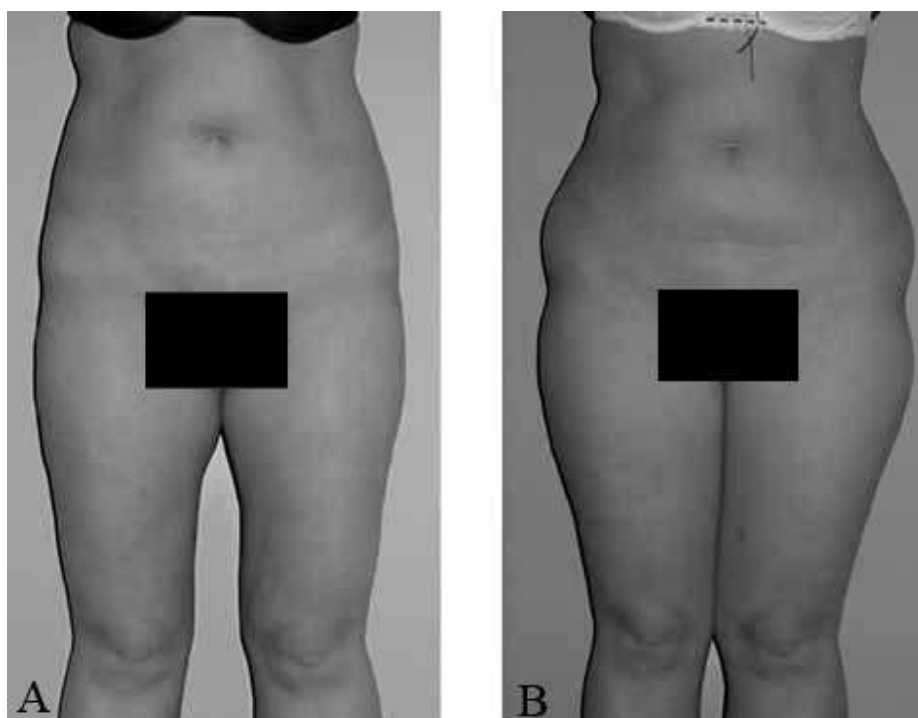
W ciągu ostatniej dekady zostało zaproponowanych wiele innowacji, jako że anatomia i fizjologia tkanki podskórnej stały się przedmiotem wnikliwych badań naukowych. Najnowsze innowacje dotyczące zabiegu liposukcji to: techniki nawadniające i rozpulchniające, aspiracja wspomagana ultradźwiękami (UAL), VASSER, liposukcja wspomagana laserem (LAL), liposukcja wspomagana maszynowo (PAL), a także vibroliposukcja (VL).

### **Zalecenia i wybór pacjentów**

Najlepsze rezultaty wciąż są uzyskiwane, kiedy zabiegowi poddają się pacjenci o normalnej wadze ciała z umiarkowanymi złogami tłuszczu, których trudno pozbyć się poprzez dietę czy ćwiczenia (Rys. 1). Na obecną chwilę, kluczem do sukcesu wydaje się być zdolność skóry do dopasowania się do kształtu nowej tkanki tłuszczowej, tak aby niewidoczne były zmarszczki i nieregularności powierzchni ciała spowodowane nadmiarem skóry. Ta ważna cecha skóry musi zostać oceniona przed wykonaniem zabiegu (Rys. 2).

Choć gładka, młoda i napięta skóra stanowi wymarzone warunki w doborze pacjentów, pacjenci z mniej elastyczną lub starszą skórą, zmarszczkami, a także licznymi niewielkimi nieregularnościami (celulitem) również mogą czerpać korzyści z liposukcji, a bardziej precyzyjnie, z płytkiej liposukcji, która pobudza skórę do kurczenia się. (6).

Zdrowy organizm stanowi podstawowy warunek przy zabiegach chirurgicznego modelowania ciała. Wykonanie zabiegu liposukcji na pacjentach, których stan zdrowia nie jest odpowiedni stanowi jeden z ważnych czynników przyczyniających się do pogorszenia się zdrowia pacjentów po operacji. Większość chirurgów zgadza się, że liposukcja NIE jest sposobem na utratę masy ciała (7). Liposukcja może być jednak stosowana u pacjentów, którzy znacząco przekraczają prawidłową wagę ciała, choć rezultat jest wtedy mniej spektakularny. Zabieg taki jest wciąż jednak bardzo pomocny w poprawie wyglądu problematycznych okolic ciała, na przykład bioder.



**Rys. 1**

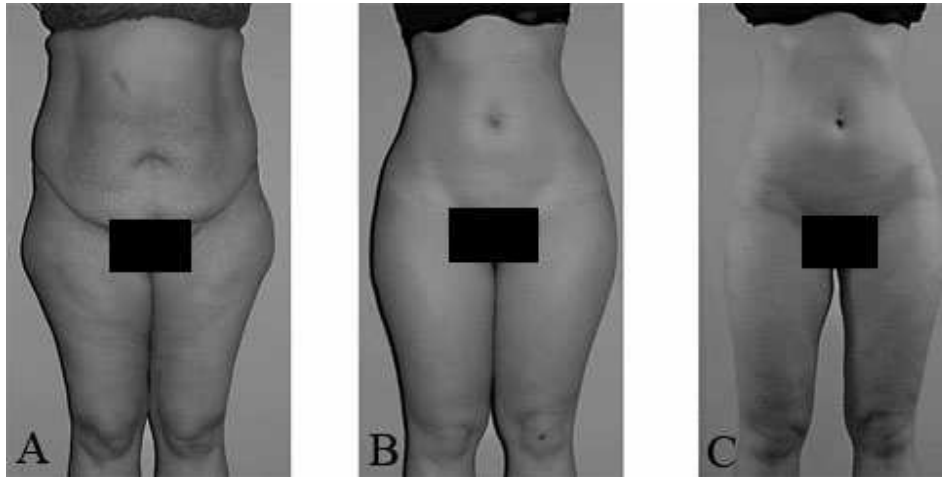
*A. Skóra tego pacjenta jest bardzo dobrej jakości i doskonale nadaje się do zabiegu liposukcji ograniczonej na pokładach tłuszczu ulokowanych w górnej części ud i bioder; B. 6 miesięcy po operacji zauważyć można gładsze ciało, doskonale dopasowanie się skóry do nowego kształtu i brak nieregularności czy zgłębień.*

### **Ogólne uwagi**

Pierwotna technika odsysania tłuszczu poddana została licznym zmianom. Pierwotnie używana duża, ostra kaniula z jednym otworem zastąpiona została przez mniejszą, niezaostrzoną przy brzegach kaniulę z licznymi otworami. (Rys. 3). Ostre brzegi narzędzia mogą uszkodzić tkankę lub skórę, podczas gdy zaokrąglony brzeg przyrządu ułatwia poruszanie się przez tkanki z mniejszym ryzykiem uszkodzenia pęczków naczyniowo-nerwowych. Szczelina dystalna powinna znajdować się za końcówką narzędzia; w ten sposób skóra ciała może zostać uniesiona wierzchołkiem kaniuli bez bezpośredniego usuwania tłuszczu podskórnego. Liczne otwory w narzędziu zwiększają sprawność usuwania tłuszczu, a także wpływają na zmniejszenie liczby ruchów kaniuli i uszkodzenia tkanek.

Jeśli chodzi o średnicę kaniuli, żadna średnica nie będzie odpowiednia do wszystkich części ciała. Pierwotnie, tradycyjna liposukcja wykonywana była z użyciem bardzo dużej kaniuli (10 mm), która trzymana musiała być w głębokich warstwach tłuszczu, aby uniknąć tworzenia zgrubień na powierzchni skóry. Wraz z wprowadzeniem mniejszej kaniuli (2-3 mm) wyposażonej w inny wierzchołek, chirurdzy mogą pracować bliżej skóry bez tworzenia zauważalnych nieregularności, dzięki czemu mogą również operować okolice ciała pokryte cienką warstwą tłuszczu. Po wykonaniu liposukcji płytkiej na 2 500 pacjentach, Gasperoni opisuje pozytywny rezultat na pacjentach ze „starą i mniej elastyczną skórą.” Dobry rezultat zabiegu możliwy jest dzięki procesowi obkurczania się skóry po liposukcji płytkiej (8). Większość badaczy zgadza się jednak,

że istnienie cellulitisu nie zachęca do wykonania liposukcji. Za regułę można przyjąć prawidłowość, że pokaźne, głębokie złogi tłuszczu powinny być usuwane kaniulą o dużej średnicy (5-6 mm), natomiast niewielkie, płytkie pokłady tłuszczu usuwać należy kaniulą o małej średnicy (3-4 mm). Usuwanie tłuszczu z twarzy wymaga kaniuli o średnicy zaledwie 1.5- 2.4 mm.



**Rys. 2**

*A. Ten pacjent nie jest odpowiednim kandydatem do zabiegu liposukcji. Skóra jest słabej jakości, stara, stwardniała, pokryta zmarszczkami i ze słabą zdolnością do kurczenia się; B-C. Kiedy pacjent jest młody, a jego skóra jest dobrej jakości, oczekiwać można wysokich zdolności skóry do dopasowania się do nowego kształtu tkanki po zabiegu i nie ma przeszkód do wykonania liposukcji nawet na dużym fragmencie ciała.*



**Rys. 3**

*Kaniula najczęściej używana do zabiegu z użyciem urządzenia Lipomatic ma rozmiar 4, z piankowym zakończeniem i licznymi otworami. Nutacyjny ruch główki narzędzia, a także jego liczne otworki zapewniają optymalne usuwanie tłuszczu podczas poruszania kaniulą.*

Nacięcia na skórze, ukryte w fałdach skórnych, ułożone są sąsiadująco do miejsc na skórze, które mają być poddane operacji. Nacięcia powinny być nieco dłuższe od średnicy kaniuli, aby uniknąć

uszkodzeń skóry i oparzeń. Liposukcja tworzy na skórze nieregularne zagłębienie lub wiele mniejszych zgłębień. Precyzyjniej, okolica ciała poddana zabiegowi odznacza się strukturą tkankowo-naczyniowo-nerwowo-limfatyczną, z której usunięty zostaje tłuszcz. (Rys. 4).

Po infiltracji, kaniula umieszczona zostaje w ciele w celu zasysania. Trzymanie jej wierzchołka w głębokiej warstwie tłuszczu pozwala na redukcję tłuszczu, pozostawiając tym samym tłuszcz powierzchniowy nienaruszony, tak że warstwa ponad częścią operowaną jest gładka i miękka. Jeśli planuje się liposukcję powierzchniową, zostanie ona wykonana po liposukcji głębokiej warstwy tłuszczowej. Niektóre części ciała mogą jednak posiadać wyłącznie pojedynczą, cienką warstwę tłuszczu, w którym to wypadku chirurg musi umieścić wierzchołek kaniuli bezpośrednio pod powierzchnią skóry.

Przed zakończeniem zabiegu, brzegi skóry muszą zostać zbadane palpacyjnie w poszukiwaniu zgrubień i gwałtownych przejść ze skóry leczonej do nieleczonej. Jeśli takie nierówności zostaną znalezione, należy wygładzić je usuwając małe ilości tłuszczu w przejściu między warstwami za pomocą kaniuli o małej średnicy. Generalnie uznaje się, że należy przerwać procedurę, kiedy zwiotczałość skóry uniemożliwia wtórne obkurczenie się. Ostateczny kształt ciała nie będzie zależał od ilości usuniętego tłuszczu, ale raczej od tego ile go jeszcze pozostało w ciele po zakończeniu operacji.

### **Techniki nawadniające**

Terminologia odnosząca się do infiltracji tłuszczu podskórnego przed liposukcją obejmuje takie terminy jak: technika sucha, mokra, super-mokra i tumescencyjna. Techniki sucha i mokra nie wzbudzają już dzisiaj zainteresowania praktyków, ważne są jedynie ze względu na ich obecność w historii. Technika sucha polegała na wykonaniu zabiegu liposukcji bez wstrzykiwania pod skórę substancji nawadniającej (9). Technika mokra została wprowadzona przez ILLOUZ w 1984 roku i polegała na wstrzyknięciu pacjentom hipotonicznej soli fizjologicznej. Celem ILLOUZ było wywołanie opuchnięcia i hydrolizy in vivo komórek tłuszczowych, np. lipoliza (5). Nie ma żadnego klinicznego dowodu na poparcie tej procedury, a użycie hipotonicznej soli fizjologicznej straciło zaufanie chirurgów. Zastosowanie infiltracji z użyciem soli fizjologicznej zyskało natomiast popularność i z początkiem lat osiemdziesiątych dwudziestego wieku większość chirurgów zaczęła stosować technikę mokrą. Infiltrowali oni 200 do 300 cm<sup>3</sup> soli fizjologicznej, z lub bez dodatków (lidokaina i adrenalina) do użycia chirurgicznego. Dwie wymienione powyżej techniki zostały jednak porzucone ponieważ przyczyniały się do dużej utraty krwi u pacjentów – system zasysania pochłaniał 20-45% krwi w technice suchej (9-11) i 4-30% w technice mokrej (12).



Fig. 4

*To jest widok tkanki podskórnej poddanej lipoaspiracji w trakcie operacji. Ruchy kaniuli usuwają tłuszcz nie uszkadzając jednocześnie tkankowo-nerwowo-naczynowych struktur ciała.*

Nowe rozwiązania pojawiły się wraz z techniką supermokrą (13, 14), a także techniką tumescencyjną (15), które w wyraźny sposób zwiększyły bezpieczeństwo liposukcji. Technika super-mokra łączy w sobie 1 ml infiltracji na 1 ml aspiracji. Technika tumescencyjna to 2-3 cm<sup>3</sup> infiltracji na 1 cm<sup>3</sup> aspiracji. Techniki te infiltrują podskórny tłuszcz za pomocą dużej ilości mieszanki lidokainy, adrenaliny, wodorowęglanu sodu i soli fizjologicznej przed usunięciem tłuszczu. Utrata krwi zmniejszyła się radykalnie i spadła do 1% podczas zasysania, co umożliwiła bezpieczne zasysanie nawet dużej ilości tłuszczu (14). Kolejną korzyścią użycia tych technik jest zmniejszona potrzeba dożylnego wstrzykiwania płynów w trakcie operacji (12).

Lidokaina może być użyta w większych dawkach niż te podawane w standardowych zaleceniach (7 mg/kg lub 500 mg to maksymalna dawka lidokainy). Kilka badań wykazało, że dużo większe dawki mogą być bezpiecznie użyte. PITMAN wstrzyknął pacjentowi 2000 mg rozcieńczonej lidokainy i adrenaliny w ciągu 10 minut z pozytywnym skutkiem (16), KLEIN użył dawki 35 mg/kg przy stosowaniu techniki tumescencyjnej (17), natomiast BURK 28 mg/kg (18). Rohrich uważa, że 35 mg/kg jest bezpieczną granicą dla liposukcji z użyciem techniki tumescencyjnej (14).

Adrenalina wywołuje wazokonstrykcję, poprawiając tym samym hemostazę, opóźnia absorpcję środka znieczulającego, wydłuża jego działanie aż czterokrotnie, zmniejsza dawkę podaną pacjentowi i zmniejsza ryzyko toksyczności lidokainy. Uważa się, że nie powinno przekraczać się dawki 0.7 mg/kg, chociaż dawki nawet 10 mg były z powodzeniem stosowane (18).

Wciąż nie ma zgody wśród badaczy odnośnie optymalnego składu i ilości roztworu do podskórnej infiltracji, jeśli chodzi o bezpieczeństwo użycia, a także optymalne rezultaty. Wraz z nadejściem tych technik środek ciężkości przeniesiony został z zapobiegania hipowolemii do zapobiegania hiperwolemii (15). Ryzyko pojawienia się hiperwolemii i niewydolności serca wydaje się być mniejsze przy użyciu techniki supermokrej. Literatura nie podaje jednak dowodów potwierdzających korzyści odnośnie bezpieczeństwa i wydajności kiedy brany jest pod uwagę stosunek przekraczający 1/1 (14).

### **Wewnętrzna liposukcja wspomagana ultradźwiękami (iUAL)**

Wewnętrzna liposukcja wspomagana ultradźwiękami wymaga większej ilości sprzętu w porównaniu z liposukcją wspomaganą zasysaniem (19). Jako minimum, urządzenia te muszą zawierać generator ultradźwięków, który przekształca normalną energię elektryczną w energię elektryczną o wysokiej częstotliwości. Generator podłączony jest do narzędzi chirurgicznych, które zawierają kryształ piezoelektryczny, który przekształca energię elektryczną w mechaniczne wibracje. Zgłębnik wykonany z tytanu (pełny lub wklęsły) przyłączony do narzędzia chirurgicznego wzmacnia te wibracje i przesyła je aż do wierzchołka narzędzia, co powoduje naprzemiennie malejące i rosnące ciśnienie w płynach otaczających tkankę tłuszczową. Powoduje to „proces kawitacji” który wywołuje przerwanie ściany komórki tłuszczowej. Trójglicerydy, które uwalniają się podczas tego procesu, w połączeniu z substancją rozpuszczającą i płynem śródmiąższowym tworzą stałą, tłustą emulsję w przestrzeni podskórnej. Emulsję tę można usunąć przy użyciu niskopróżniowego zasysania i kaniuli o małej średnicy.

Wewnętrzna liposukcja wspomagana ultradźwiękami jest procesem trzystopniowym (19). Najpierw tłuszcz podskórny jest poddany infuzji. Następnym etapem jest emulsyfikacja tłuszczu za pomocą sondy wibrującej przy wysokich ultradźwiękach. Ostatnim krokiem jest ewakuacja zemulsyfikowanego tłuszczu. Funkcja zasysania może być wdrożona, aby usunąć maksymalnie dużo aspiratu, przy jednoczesnym użyciu energii na zemulsyfikowany tłuszcz (19). Dwie główne zasady, których ściśle należy przestrzegać przy iUAL, aby nie dopuścić do urażeń termicznych, to konieczność użycia ultradźwięków w mokrym środowisku, a także potrzeba ciągłego poruszania się sondy.

Technika ta, zaproponowana przez Zocchi'ego w latach osiemdziesiątych dwudziestego wieku (20), została zareklamowana jako idealna metoda usuwania dużych pokładów tłuszczu, bez nadmiernego obciążania chirurga, z minimalną utratą krwi, minimalnym siniaczeniu lub nawet jego brakiem, a także wyjątkową kontrolą nad modelowanym ciałem (19, 20). Trudne, włókniste okolice ciała, jak męska klatka piersiowa czy plecy szczególnie dobrze poddają się leczeniu (19). Podaje się, że technika ta wpływa na wzmożone kurczenie się nadmiernej skóry, która zostaje po zabiegu (20).

Obecnie, jedną z wad tej techniki jest jej długość, ponieważ w porównaniu z tradycyjną liposukcją, iUAL zabiera więcej czasu na usunięcie podobnej ilości tłuszczu (21). Również pewne komplikacje związane są z tą techniką: martwica skóry (19, 22), wysięk osocza z wysokim wskaźnikiem 50% według doświadczenia klinicznego w Stanach Zjednoczonych (23), a także uszkodzenie obwodowego układu nerwowego (24). KARMO i współpracownicy wykazali, że utrata krwi przy użyciu iUAL jest nieznacznie wyższa, nawet jeśli subkliniczna (25). IGRA i współpracownicy, porównując iUAL z SAL, nie byli w stanie określić różnicy w procesie rekonwalescencji, jak i w ostatecznym kosmetycznym rezultacie (26). Po początkowym entuzjazmie dla iUAL, wielu chirurgów zdecydowało się odrzucić tę technikę. Doszli oni do wniosku, że potencjalne korzyści nie mają przełożenia na wyższy koszt, potrzebę szkolenia i zwiększone ryzyko komplikacji. Nieznane są także długoterminowe efekty tej techniki.

Fodor zauważył, że iUAL wymaga dłuższego czasu operacji (+ 40%), jak również dłuższych nacięć na skórze (21). Ponadto, potrzebne są sztywne kaniule (co sprawia trudność przy poruszaniu się po zagięciach ciała), drogie ze względu na konieczność ich częstej wymiany (jedna kaniula, która starcza na 20 h użytkowania kosztuje 1,000 USD!). Metoda ta wymaga

również ochrony skóry w postaci plastikowych ochraniaczy.

Aż 4%-6% wynosi wskaźnik martwicy skóry (19). Podczas gdy niektórzy badacze, jak ZOCCHI (20) zalecają powierzchniową iUAL do pobudzenia skóry właściwej i zwiększenia zdolności skóry do kurczenia się, inni, jak Maxwell porzucili agresywną iUAL z powodu wysokiego ryzyka martwicy skóry (19).

Prawdopodobieństwo wystąpienia wysięku osocza jest zdecydowanie wyższe po iUAL, w zestawieniu z bardzo niskim wskaźnikiem związanym z SAL (0.08%) (23).

HOWARD i współpracownicy (24) zbadali zmiany sensoryczne (czuciowe) po iUAL. Ich analiza wykazała, że pacjenci po iUAL potrzebowali więcej czasu na rekonwalescencję (10 tygodni) w porównaniu z pacjentami po SAL (6 tygodni). Potwierdza to literatura neurochirurgiczna, w której udokumentowane jest szkodliwe działanie ultradźwięków na obwodowy układ nerwowy (27, 28). Zagrożenie dla obwodowego układu nerwowego jakie niesie ze sobą użycie ultradźwięków sugeruje, że ryzyko stosowania iUAL na ramionach, nogach, szyi i twarzy może przeważać jakiegokolwiek potencjalne korzyści. HOWARD i współpracownicy (24) zalecają ostrożność przy stosowaniu iUAL w kończynach i częściach ciała posiadających nerwy. Znaleźli oni bezpośrednią zależność pomiędzy amplitudą (ustawienie generatora), ilością wykonanych ruchów i stopniem dokonanych uszkodzeń.

Na szczęście, częstotliwość wystąpień komplikacji związanych z iUAL stopniowo zmalało dzięki większemu doświadczeniu chirurgów i użyciu mniejszej energii ultradźwiękowej przez krótsze odcinki czasu. Wielu chirurgów uważa, że iUAL daje lepsze rezultaty niż SAL przy usuwaniu dużej ilości tłuszczu, przy operowaniu włóknistych okolic ciała, a także przy powtórnych operacjach (19, 20, 21, 29, 30).

#### **VASSER (Sound Surgical, Denver, Colo.)**

Poszukiwania alternatywy dla iUAL doprowadziły do wprowadzenia na rynek liposukcji wspomaganej VASSER(21). Udoskonalenia zostały wprowadzone, aby zwiększyć bezpieczeństwo metody. Technika VASSER rekomenduje użycie wyłącznie stałych sond o małej średnicy (2.9 i 3.7 mm), a także wymaga użycia mniejszej ilości ultradźwięków niż wymagała tego praktyka iUAL. Żłobienia usytuowane blisko wierzchołka zostały zaprojektowane tak aby zwiększyć skuteczność fragmentacji. Technika VASSER wciąż bazuje na przeprowadzaniu tłuszczu w stan ciekły, ale ryzyko uszkodzenia termicznego jest ograniczone. Pod wieloma względami ta nowa technologia bardziej przypomina raczej liposukcję wspomaganą maszynowo niż tradycyjną wewnętrzną liposukcję wspomaganą ultradźwiękami. Ochrona skóry (w postaci mokrych ręczników) jest jednak dalej konieczna.

#### **Zewnętrzna liposukcja wspomagana ultradźwiękami (eUAL)**

Zewnętrzne zastosowanie ultradźwięków zaproponowane zostało przez Silberga w 1998 roku (31). Przetwornik ultradźwiękowy umieszczany jest na operowanej okolicy zaraz po wstrzyknięciu płynu tumescencyjnego. Zalecane jest ciśnienie o umiarkowanej sile, aby ułatwić ultradźwiękom przedostanie się do głębiej położonych warstw tłuszczu. W tym celu należy utrzymać powolny, stały ruch przetwornika (31). Według wstępnych doniesień Silberg, zalety tej techniki polegają na tym, że więcej tłuszczu można usunąć w znacznie krótszym okresie czasu, a tłuszcz jest bielszy w kolorze i ma płynniejszą konsystencję. W metodzie tej kaniula napotyka na mniejszy opór, co przekłada się na mniejsze posiniaczenie ciała, a także mniejszą opuchliznę i

ból po operacji. (31). Rezultaty te zostały potwierdzone przez innych badaczy (7, 32, 33).

Technika eUAL pozwala uniknąć niemal wszystkich komplikacji związanych z iUAL. Silberg pisał o jednym przypadku pooperacyjnego wysięku osocza, ale martwica skóry czy zmiany nerwowe (wywołane na skutek bezpośredniego kontaktu sondy w iUAL) nie miały miejsca (7, 31-33). Duże nacięcia wymagane w przypadku użycia iUAL nie są już koniecznością dla eUAL (33), jak również obserwuje się dobrej jakości obkurczanie się skóry po zabiegu (33, 34). Gasperoni uznaje zewnętrzne ultradźwięki za procedurę stanowiącą idealne uzupełnienie powierzchownej liposukcji subdermalnej, jako że eUAL pozwala na bardziej jednolitą aspirację podskórnej warstwy tłuszczowej, co korzystnie wpływa na proces kurczenia się skóry po zabiegu (33).

### **Liposukcja wspomagana laserem (LAL)**

Różne rodzaje LAL zostały ostatnio zaproponowane i niektóre z nich wciąż poddawane są badaniom, w celu ustalenia ich efektywności. Pierwotna wersja LAL została zbadana przez Apfelberg (35). Chirurg wprowadza kaniulę (specjalny model, z jednym otworem, 4-6mm średnicy), włącza zasysanie, a następnie aktywuje laser naciskając na pedał nożny. Zasysanie przyciąga kuleczkę tłuszczu do otworu w kaniuli, gdzie promień laseru (YAG laser 40W) odrywa ją w sposób niepowodujący utraty krwi. APFELBERG i współpracownicy w swoich wielośrodkowych badaniach odkryli, że nie ma żadnej wyraźnej korzyści stosowania LAL w porównaniu z tradycyjną liposukcją (35). Wadami tej techniki jest nieco nieporęczny i niewygodny w użyciu sprzęt, a także fakt że aby stosować tę metodę potrzebne jest doświadczenie. Konieczne są również okulary ochronne, zabieg jest dość hałaśliwy i wymagane jest ciągłe chłodzenie. Jedynymi zaletami jest łatwość zabiegu, a także mniejsza konieczność poruszania ręką, dzięki czemu chirurg mniej się męczy.

Neira zastosował liposukcję wspomaganą laserem o niskim poziomie (LLLAL) w 2000 roku (36). Terapia laserem o niskim poziomie definiowana jest jako zabieg ze wskaźnikiem dozowania niepowodującym żadnego zauważalnego wzrostu temperatury w operowanej tkance ani żadnych makroskopijnie zauważalnych zmian w budowie tkanki (36). LLLAL zawiera w sobie technikę liposukcji tumescencyjnej w połączeniu z zewnętrznym użyciem zimnego lasera na skórę (635 nm i 10 mW nasilenia na sześciominutowy okres czasu). Badania ukazały, że zewnętrzny laser o niskim poziomie, w połączeniu z infiltracją tumescencyjną tkanki podskórnej powodują przejściowy otwór w błonie adipocytnej (99% adipocytów po 6 minutach wystawienia na działanie lasera), w szczególności utrzymujący tkankę i naczynia włoskowate w stanie nienaruszonym. Pozwala to na przesunięcie się tłuszczu z wnętrza do brzegów komórki, umieszczając go w przestrzeni tkankowej. Uwolnienie się tłuszczu poprzez zasysanie jest ułatwione, ryzyko wystąpienia traumy jest zmniejszone, zmniejszone jest również ryzyko wystąpienia krwiaków i wylewów, a rekonwalescencja pacjenta jest szybsza (36). W 2004 roku BROWN i współpracownicy zanalizowali jednak wpływ, jaki ma terapia laserem o niskim poziomie na adipocyty brzuszne przed zabiegiem liposukcji i uzyskane przez nich rezultaty nie potwierdziły istnienia wpływu terapii laserem o niskim poziomie na struktury adipocytne (37).

Trzecią innowacyjną techniką z użyciem lasera jest zastosowanie Nd-YAG, promienia lasera (1064 nm), dostarczonego przez włókno optyczne o wielkości jedynie 300 mikrometrów, umieszczone w kaniuli o wielkości 1 mm. Po lipolizie, ciekły tłuszcz poddany jest zasysaniu przez kaniulę o wielkości 3 mm. Sugerowane zalecenia dla tej techniki to zastosowanie na

zwiotczających okolicach, niewielkich okolicach, w przypadkach ponownej liposukcji, a także w trudnych przypadkach (38). KUWAHARA ukazał, że wygenerowanie ultra krótkich fal może mechanicznie kawitować tłuszcz *in vitro* bez wyrządzania większej szkody przyległym strukturom (39).

### **Liposukcja wspomagana maszynowo (PAL)**

Pojęcie PAL zostało wprowadzone przez Charles'a Grossa, chirurga amerykańskiego (40). Pierwotny projekt urządzenia posiadał silnik, który zapewniał obrotowy ruch ostrza w kaniuli. Ostatnio kilku producentów zaproponowało systemy, które zasilają kaniulę za pomocą źródła prądu. Systemy te opierają się na użyciu prądu lub gazu. Mały silnik o zmiennej prędkości wytwarza w kaniuli ruch w przód i tył, powodując wychylenie od 2 mm do 4 mm na wierzchołku narzędzia. Mechanizm ten działa dzięki ruchowi wierzchołka kaniuli, który przypomina ruch wiertarki udarowej i rozbija tłuszcz, który zostaje zasany do otworów kaniuli i tam rozerwany przez ruch. FODOR i VOGT (41) odkryli, że te dwa procesy są porównywalne, jeśli chodzi o komplikacje, czas rekonwalescencji i rezultaty estetyczne. PAL jest natomiast uważany za sprawniejszy jeśli chodzi o łatwość usuwania tłuszczu. Dodatkowo, aspiraty z liposukcji wspomaganej zasysaniem i liposukcji wspomaganej maszynowo są podobne, a kaniule wyposażone w moc nie powodują więcej krwawienia niż SAL, jeśli zastosuje się technikę tumescencyjną (41, 42). Według COLEMAN'A (42), PAL posiada wszystkie zalety i żadnej z wad związanych z iUAL. Wibracje i hałas są jedynymi wadami tej techniki. SCUDERI i współpracownicy (43) porównali iUAL, PAL i SAL. Wyniki zestawienia pokazują, że PAL jest techniką wysoce cenioną ze względu na korzystne zestawienie kosztów i korzyści z niej płynących.

### **Vibroliposukcja (VL)**

Vibroliposukcja jest wynikiem udoskonalenia techniki PAL. W metodzie tej kaniula aktywowana jest za pomocą ciśnienia powietrza, co wywołuje ruch jej wierzchołka. Ruch ten łączący w sobie ruch od przodu do tyłu (antero-posterior), ruch z góry w dół (superinferior) i ruch parasagitalny, nazywany jest „nutacją.” Amplituda tego ruchu zależna jest od długości i średnicy kaniuli, a także od wartości ciśnienia. Świeżo wydana publikacja REBELO (44) opisuje tę technikę.

Badanie przeprowadzone w naszym instytucie pokazało, że vibroliposukcja jest skuteczniejszą techniką niż SAL. Metoda ta usunęła 40% więcej tłuszczu niż SAL w tych samych warunkach.

Użycie VL w naszej codziennej praktyce zawodowej udowodniło, że jest to procedura bezpieczna. Komplikacje zdarzały się nawet rzadziej niż przy poprzednim stosowaniu SAL. Nie doświadczyliśmy żadnego przypadku wysięku osocza, a liczba miejscowych krwiaków zmalała. Technika ta jest mniej traumatyczna ponieważ usuwanie tłuszczu jest bardziej wydajne, co przekłada się na mniejszą potrzebę ruchów kaniuli. Vibroliposukcja nie powoduje uszkodzeń naczyń limfatycznych i pęczków naczyniowo-nerwowych. Połączenie Vibroliposukcji i otwartych procedur ukazało, że struktury naczyniowo-nerwowe pozostają nienaruszone, a krwiaki występują rzadziej w porównaniu z połączeniem otwartych procedur z SAL.

Podsumowując, technika ta pozwala na łatwiejszą penetrację tkanki, powodując przy tym mniejsze obciążenie dla chirurga.

## **Zastosowania**

Liposukcja nie jest wyłącznie narzędziem estetycznym. Niekosmetyczne zastosowania liposukcji przechodzą ciągle udoskonalenia od czasu wprowadzenia tego zabiegu. Choć najczęściej korzysta się z liposukcji przy usuwaniu tłuszczaków, liposukcji używa się również przy łagodnej, symetrycznej lipomatozie, do odtłuszczania płatów, ginekomastii, redukcji biustu, lipodystrofii, lipoatrofii poadiponowej, obrzęku limfatycznym i nadmiernej potliwości (45).

Liposukcji używa się także w otwartych procedurach. Jak pokazane na Rys.4, usunięcie tkanki tłuszczowej wokół pęczków naczyniowo-nerwowych powoduje pseudo-płaszczynę, umożliwiającą ruchomość tkanki z zachowaniem maksimum bezpieczeństwa. Właściwość ta, łącząca w sobie odtłuszczenie i zachowanie struktur naczyniowo-nerwowych, używana jest w abdominoplastyce (46), liftingu ciała (47), koncentrycznym liftingu ud (48), redukcji biustu (49, 50) i brachioplastyce (51, 51).

Wynaczynienia (ekstrawazacja), które mogą wywoływać niebezpieczne następstwa, również nadają się do leczenia poprzez liposukcję. Kontrastujące roztwory, jak i chemioterapeutyki w tkance podskórnej prowadzą do martwicy i zaciągania. W przypadku kiedy liposukcja wykonana jest bezpośrednio po wypadku, martwica tkanki miękkiej występuje rzadko (53).

## **Wnioski**

Liposukcja jest obecnie najczęściej wykonywaną operacją estetyczną na świecie. Pomimo jej popularności powinna być wykonywana z należytą ostrożnością i maksimum bezpieczeństwa. Wraz z upływem czasu następowały liczne zmiany w oprzyrządowaniu i proponowano nowe techniki. Kilka technik liposukcji jest obecnie w użyciu, ale my uznajemy wyższość wibroliposukcji. Usuwanie tłuszczu jest łatwiejsze, nawet w miejscach włóknistych czy w miejscach już wcześniej operowanych, a napotkane struktury limfatyczne i nerwowo-naczyniowe są zachowane. Dzięki wydajniejszemu usuwaniu tłuszczu, mniejsze jest potrzeba ruchów kaniuli, co wpływa na redukcję przypadków utraty zdrowia. Miejscowe traumy i zmęczenie chirurga są ograniczone. Rezultatem jest bezpieczna, skuteczna i precyzyjna operacja, którą można wykonać zgodnie z wszystkimi obecnymi zaleceniami dla liposukcji, począwszy od precyzyjnej i powierzchniowej aspiracji przy wynaczynieniu, a kończąc na aspiracji w głębokim tłuszczu przy liftingu ciała.

## **Bibliografia:**

1. KLEIN J. A. Deaths related to liposuction. *N Engl J Med*, 1999, 341 : 1002-3.
2. HANKE C. W., COLEMAN W. P. 3rd Morbidity and mortality related to liposuction. Questions and answers. *Dermatol Clin*, 1999, 17 : 899-902.
3. SCHRUDDE J. Relation of plastic surgery to corrective dermatology. *Arch Klin Exp Dermatol*, 1964, 219 : 676-88.
4. KESSELRING U. K., MEYER R. A suction curette for removal of excessive local deposits of subcutaneous fat. *Plast Reconstr Surg*, 1978, 62 : 305-6.
5. ILLOUZ Y. G. Body contouring by lipolysis : a 5-year experience with over 3000 cases. *Plast Reconstr Surg*, 1983, 72 : 591-7.
6. SMALLS L., LEE C. Y., WHITESTONE J., KITZMILLER W. J., WICKETT R. R., VISSCHER M. O. Quantitative model of cellulite : Three-dimensional skin surface topography, biophysical characterization, and relationship to human perception. *J Cosmet*

- Sci, 2004, 56 : 105-120.
7. ROHRICH R. J., BROUGHTON G. 2nd, HORTON B., LIPSCHITZ A., KENKEL J. M., BROWN S. A. The key to long-term success in liposuction : a guide for plastic surgeons and patients. *Plast Reconstr Surg*, 2004, 114 : 1945-52.
  8. GASPERONI C., SALGARELLO M., EMILIOZZI P., GARGANI G. Subdermal liposuction. *Aesthetic Plast Surg*, 1990, 4 : 137-42.
  9. FOURNIER P. F., OTTENI F. M. Lipodissection on body sculpturing : The dry procedure. *Plast Reconstr Surg*, 1983, 72 : 598-609.
  10. CLAYTON D. N., CLAYTON J. N., LINDLEY T. S., CLAYTON J. L. Largevolume lipoplasty. *Clin Plast Surg*, 1989, 16 : 305-12.
  11. COURTISS E. H., CHOUCAIR R. J., DONELAN M. B. Large-volume suction lipectomy : An analysis of 108 patients. *Plast Reconstr Surg*, 1992, 89 : 1068-79.
  12. ROHRICH R. J., BERAN S. J., FODOR P. B. The role of subcutaneous infiltration in suction-assisted lipoplasty : A Review. *Plast Reconstr Surg*, 1997, 99 : 514-9.
  13. FODOR P. B., WATSON J. P. Wetting solutions in ultrasound-assisted lipoplasty. *Clin Plast Surg*, 1999, 26 : 289-93.
  14. ROHRICH R. J., KENKEL J. M., JANIS J. E., BERAN S. J., FODOR P. B. An update on the role of subcutaneous infiltration in suctionassisted lipoplasty. *Plast Reconstr Surg*, 2003, 111 : 926-7.
  15. KLEIN J. A. Tumescent technique for local anesthesia improves safety in large-volume liposuction. *Plast Reconstr Surg*, 1993, 92 : 1085-98.
  16. PITMAN G. H. Tumescent technique in liposuction. *Plast Reconstr Surg*, 1995, 95 : 612-3.
  17. KLEIN J. A. Tumescent technique for regional anesthesia permits lidocaine doses of 35mg/kg for liposuction. *J Dermatol Surg Oncol*, 1990, 16 : 248-63.
  18. BURK R. W. 3rd, GUZMAN-STEIN G., VASCONEZ L. O. Lidocaine and epinephrine levels in tumescent technique liposuction. *Plast Reconstr Surg*, 1996, 97 : 1379-84.
  19. MAXWELL G. P., GINGRASS M. K. Ultrasound-assisted lipoplasty : A clinical study of 250 consecutive patients. *Plast Reconstr Surg*, 1998, 101 : 189-202.
  20. ZOCCHI M. Ultrasonic liposculpturing. *Aesthetic Plast Surg*, 1992, 16 : 287-98.
  21. FODOR P. B. Personal experience with ultrasound-assisted lipoplasty : a pilot study comparing ultrasound-assisted lipoplastywith traditional lipoplasty. *Plast Reconstr Surg*, 2004, 113 : 1852-4.
  22. BUSSEIN R., MAILLARD G. F. Skin necrosis after ultrasound lipolysis. *Ann Chir Plast Esthet*, 1997, 42 : 281-2.
  23. COMMONS G. Presented at University of California at San Francisco Aesthetic Surgery Symposium, March, 1997.
  24. HOWARD B. K., BERAN S. J., KENKEL J. M., KRUEGER J., ROHRICH R. J. The effects of ultrasonic energy on peripheral nerves : implications for ultrasound-assisted liposuction. *Plast Reconstr Surg*, 1999, 103 : 984-9.
  25. KARMO F. R., MILAN M. F., SILBERGLEIT A. Blood loss in major liposuction procedures : a comparison study using suction-assisted versus ultrasonically assisted lipoplasty. *Plast Reconstr Surg*, 2001, 108 : 241-7.
  26. IGRA H., SATUR N. M. Tumescent liposuction versus internal ultrasonic- assisted tumescent liposuction. A side-to-side comparison. *Dermatol Surg*, 1997, 23 : 1213-8.
  27. RIDDERHEIM P. A., VON ESSEN C., ZETTERLUND B. Indirect injury to cranial nerves after suregery with Cavitron ultrasonic surgical aspirator (CUSA). *Acta Neurochir*,

1987, 89 : 84-6.

28. YOUNG W., COHEN A., HUNT C. D., RANSOHOFF J. Acute physiological effects of ultrasonic vibrations on nervous tissue. *Neurosurgery*, 1981, 8 : 689-94.
29. PERES J. A., VAN TETERING J. P. Ultrasound-assisted lipolasty : a review of over 350 consecutive cases using a two-stage technique. *Aesthetic Plast Surg*, 2003, 27 : 68-76.
30. TEBBETTS J. B. Minimizing complications of ultrasound-assisted lipoplasty : an initial experience with no related complications. *Plast Reconstr Surg*, 1998, 102 : 1690-7.
31. SILBERG B. N. The technique of external ultrasound-assisted lipoplasty. *Plast Reconstr Surg*, 1998, 101 : 552.
32. GASPERONI C., SALGARELLO M. The use of external ultrasound combined with superficial subdermal liposuction. *Ann Plast Surg*, 2000, 45 : 369-73.
33. MENDES F. H. External ultrasound-assisted lipolasty from our own experience. *Aesthetic Plast Surg*, 2000, 24 : 270-274.
34. ROSENBERG G. J., CABRERA R. C. External ultrasonic lipoplasty : an effective method of fat removal and skin shrinkage. *Plast Reconstr Surg*, 2000, 105 : 785-91.
35. APFELBERG D. B. Results of multicenter study of laser-assisted liposuction. *Clin Plast Surg*, 1996, 23 : 713-9.
36. NEIRA R., ARROYAVE J., RAMIREZ H., ORTIZ C. L., SOLARTE E., SEQUEDA F., GUTIERREZ M. I. Fat liquefaction : effect of low-level laser energy on adipose tissue. *Plast Reconstr Surg*, 2002, 110 : 912-22.
37. BROWN S. A., ROHRICH R. J., KENKEL J., YOUNG V. L., HOOPMAN J., COIMBRA M. Effect of low-level laser therapy on abdominal adipocytes before lipoplasty procedures. *Plast Reconstr Surg*, 2004, 113 : 1796-804.
38. BADIN A. Z., MORALES L. M., GONDEK L., CHIARATTI M. G., CANTA L. Laser lipolysis : flaccidity under control. *Aesthetic Plast Surg*, 2002, 26 : 335-9.
39. KUWAHARA K., GLADSTONE H. B., GUPTA V., KIREEV V., NEEL V., MOY R. L. Rupture of fat cells using laser-generated ultra short stress waves. *Lasers Surg Med*, 2003, 32 : 279-85.
40. GROSS C. W., BECKER D. G., LINDSEY W. H., PARK S. S., MARSHALL D. D. The soft-tissue shaving procedure for removal of adipose tissue. A new, less traumatic approach than liposuction. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 1995, 121 : 1117-20.
41. FODOR P. B., VOGT P. A. Power-assisted lipoplasty (PAL) : A clinical pilot study comparing PAL to traditional lipoplasty. *Aesthetic Plast Surg*, 1999, 23 : 379-85.
42. COLEMAN W. P. 3rd .Powered liposuction. *Dermatol Surg*, 2000, 26 : 315-8.
43. SCUDERI N., PAOLINI G., GRIPPAUDO F. R., TENNA S. Comparative evaluation of traditional, ultrasonic, and pneumatic assisted lipoplasty : analysis of local and systemic effects, efficacy, and costs of these methods. *Aesthetic Plast Surg*, 2000, 24 : 395-400.
44. REBELO A. Power-assisted liposuction. *Clin Plast Surg*, 2006, 33 : 91-105.
45. COLEMAN W. P. 3rd. Noncosmetic applications of liposuction. *J Dermatol Surg Oncol*, 1988, 14 : 1085-90.
46. LE LOUARN C. L., PASCAL J. F. High Superior tension abdominoplasty. *Aesth Plast Surg*, 2000, 24 : 375-381.
47. LE LOUARN C. L., PASCAL J. F. Remodeling bodylift with high lateral tension. *Aesth Plast Surg*, 2002, 26 : 223-30.
48. LE LOUARN C. L., PASCAL J. F. The concentric medial thigh flap. *Aesth Plast Surg*, 2004, 28 : 20-3.
49. LEJOUR M., ABBOUD M., DECLETY A., KERTESZ P. Reduction of mammoplasty

scars : from a short inframammary scar to vertical scar. *Ann Chir Plast Esthet*, 1990, 35 : 369-79.

50. MATARASSO A., COURTISS E. H. Suction mammoplasty : the use of suction lipectomy to reduce large breasts. *Plast Reconstr Surg*, 1992, 87 : 709-17.
51. LE LOUARN C. L., PASCAL J. F. Brachioplasty. *Aesth Plast Surg*, 2005, 29 : 423-9.
52. LILLIS P. J. Liposuction of the arms. *Dermatol Clin*, 1999, 17 : 783-97.
53. VANWIJCK R., LENGELE B. Liposuction as a help for radiologists. Technical note. *Ann Chir Plast Esthet*, 1994, 39 : 744-9.