

Porównanie wyników cholecystektomii laparoskopowej przy użyciu elektrokoagulacji jednobiegunowej oraz noża ultradźwiękowego

Ultrasonic versus electrocautery dissection in laparoscopic cholecystectomy

Maciej Ciesielski¹, Maciej Michalik¹, Wojciech Zegarski², Konrad Szydłowski¹

¹Oddział Chirurgii Ogólnej i Naczyniowej, Szpital Specjalistyczny im. F. Ceynowy, Wejherowo

²Klinika Chirurgii Onkologicznej, Collegium Medicum, Bydgoszcz, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń, Regionalne Centrum Onkologii, Bydgoszcz

Wideochirurgia i inne techniki małoinwazyjne 2007; 2 (3): 128–138

Streszczenie

Wprowadzenie: Elektrokoagulacja jednobiegunowa (EL) jest jedną z podstawowych metod uzyskiwania hemostazy podczas zabiegów operacyjnych, jednakże jej zastosowanie w chirurgii laparoskopowej wiąże się z pewnymi ograniczeniami i ryzykiem. Metodą wykluczenia tych niedogodności jest m.in. zastosowanie noża ultradźwiękowego (HS), wykorzystującego drgania harmoniczne o wysokiej częstotliwości.

Cel pracy: Celem pracy jest ocena praktycznego zastosowania HS w porównaniu z elektrokoagulacją jednobiegunową w cholecystektomii laparoskopowej (ChL), przez zestawienie okołooperacyjnej utraty krwi, czasu zabiegu, odsetków konwersji, powikłań i przypadkowego przedziurawienia pęcherzyka żółciowego podczas zabiegu.

Materiał i metody: Na Oddziale Chirurgii Ogólnej i Naczyniowej Szpitala Specjalistycznego w Wejherowie 946 pacjentów poddano cholecystektomii laparoskopowej z powodu niepowikłanej objawowej kamicy pęcherzyka żółciowego (w 851 przypadkach) oraz ostrego zapalenia pęcherzyka żółciowego (w 95). Zastosowanie HS uzależniano od jego dostępności – EL używano tylko wtedy, gdy HS był niedostępny. W badanym materiale stosowano go w 789 (83,4%) przypadkach.

Wyniki: Nie odnotowano statystycznie istotnej różnicy w okołooperacyjnej utracie krwi oraz odsetkach konwersji do laparotomii. W grupie, w której stosowano HS, rzadziej dochodziło do przypadkowego przedziurawienia pęcherzyka żółciowego (HS – 12,8% vs EL – 23,6%), odnotowano też znacząco krótszy czas operacji (HS – 30,7 minuty vs EL – 35 minut). Różnica w odsetkach powikłań nie była istotna statystycznie (HS – 6,7% vs EL – 8,3%).

Wnioski: 1. Nóż ultradźwiękowy jest narzędziem bezpiecznym i wydajnym w cholecystektomii laparoskopowej. 2. Zastosowanie noża ultradźwiękowego przyspiesza cholecystektomię laparoskopową i zmniejsza ryzyko przypadkowej perforacji pęcherzyka żółciowego. 3. W celu oceny przewagi HS nad diatermią, szczególnie w przypadku powikłań pooperacyjnych, konieczne jest przeprowadzenie badań z randomizacją na dużej grupie pacjentów.

Słowa kluczowe: cholecystektomia laparoskopowa, nóż harmoniczny, elektrokoagulacja jednobiegunowa.

Summary

Introduction: Monopolar electrocautery (EL) is a basic, routinely used method for securing haemostasis; however, its application in laparoscopic surgery is associated with numerous limitations and risk. One possible solution for these disadvantages is the application of the harmonic scalpel (HS), using high frequency ultrasound.

Adres do korespondencji

Maciej Ciesielski, ul. Przebendowskich 31a, 81-526 Gdynia, tel. +48 58 572 74 21, +48 608 531 884, e-mail: m.ciesielski@chirurgia-wejherowo.pl

Aim: The aim of the study was to evaluate the practical aspects of applying HS in comparison with EL dissection in laparoscopic cholecystectomy (LC), through comparison of perioperative blood loss, operative time, and rates of conversions, complications and accidental bile spillage.

Materials and methods: 946 consecutive patients underwent LC because of chronic (851) and acute (95) cholecystitis. Application of HS was dependent upon its availability – EL was used only when HS was not available. During the study, HS was applied in 789 (83.4%) cases.

Results: There were no significant differences either in perioperative blood loss or in conversion rate. In the HS group, we observed a lower rate of accidental perforation of the gallbladder (HS – 12.8% vs. EL – 23.6%) and shorter operative time (HS – 30.7 min vs. 35.0 min). The difference between complication rates did not reach statistical significance (HS – 6.7% vs. EL – 8.3%).

Conclusions: 1. HS is safe and efficient in laparoscopic dissection of the gallbladder. 2. Application of HS shortens the operative time and decreases the rate of accidental bile spillage. 3. To evaluate all the advantages of HS over EL, especially concerning postoperative complications, randomized clinical trials on large groups of patients are required.

Key words: laparoscopic cholecystectomy, harmonic scalpel, monopolar electrocautery.

Wprowadzenie

Od początku istnienia chirurgii operacyjnej poszukuje się metod przecinania tkanek, niewywołujących krwawienia w polu operacyjnym. Wprowadzona przez Boviego i Cushinga w 1928 roku koagulacja jednobiegunowa (EL) do dziś jest jedną z rutynowych technik użytkowania hemostazy [1]. Z zastosowaniem prądu o wysokiej częstotliwości, przepływającego przez ciało pacjenta, wiążą się jednak liczne ograniczenia i niebezpieczeństwa [1, 2]. W chirurgii konwencjonalnej najczęstszym powikłaniem stosowania prądu o wysokiej częstotliwości jest oparzenie skóry chorego przez płytkę uziemiającą. Dynamiczny rozwój chirurgii laparoskopowej ujawnił nowe niedogodności i zagrożenia związane ze stosowaniem elektrokoagulacji – oparzenia narządów wewnętrznych, konieczność częstej wymiany narzędzi oraz wytwarzanie dymu pogarszającego widoczność na ekranie monitora [3]. Jednym z rozwiązań eliminujących powyższe niedogodności i zagrożenia jest zastosowanie noża harmonicznego (HS), wykorzystującego działanie ultradźwięków o wysokiej częstotliwości (55 500 Hz) [1, 2, 4]. Drgania harmoniczne wywołują efekt koagulacji i cięcia w temperaturze nieprzekraczającej 150°C (z reguły 60–80°C) [1, 2], co w znacznym stopniu ogranicza możliwość oparzenia trzewi. Jego użycie zapewnia dobrą kontrolę penetracji energii cieplnej oraz pewną hemostazę. Boczne rozchodzenie się energii jest znacznie zredukowane, co skutkuje mniejszą strefą martwicy przeciętych brzegów tkanek [4, 5]. Dostępne w piśmiennictwie prace nie rozstrzygają, czy teoretyczne korzyści wynikające ze stosowa-

nia noża ultradźwiękowego znajdują odzwierciedlenie w praktyce, przez zmniejszenie okołooperacyjnej utraty krwi, skrócenie czasu operacji oraz zredukowanie liczby powikłań śródoperacyjnych i pooperacyjnych.

Cel pracy

Celem pracy jest ocena praktycznego zastosowania noża ultradźwiękowego w cholecystektomii laparoskopowej (ChL) w odniesieniu do tradycyjnie używanej koagulacji jednobiegunowej, przez porównanie wybranych wskaźników trudności i bezpieczeństwa zabiegu.

Materiał i metody

Od 14.02.2001 do 13.02.2003 roku na Oddziale Chirurgii Ogólnej i Naczyniowej w Wejherowie wykonano 978 cholecystektomii laparoskopowych. Do badania zakwalifikowano 946 pacjentów. Z powodu niepowikłanej objawowej kamicy pęcherzyka żółciowego (NOKPŻ) operowano 851 chorych, a ostrego zapalenia pęcherzyka żółciowego (OZPŻ) – 95 osób. Kryteriami wyłączającymi pacjentów z badania były:

- współistniejąca kamica przewodowa (17 pacjentów);
- ostre zapalenie trzustki przebyte podczas tej samej hospitalizacji (6 pacjentów);
- rak pęcherzyka żółciowego (4 pacjentów);
- inne choroby nowotworowe (2 pacjentów);
- inne procedury zabiegowe lub diagnostyczne przeprowadzone podczas tego samego pobytu szpitalnego (7 pacjentów).

Zastosowanie noża ultradźwiękowego (Ultracision – Ethicon Endosurgery) uzależniano od jego dostępności. Koagulacji jednobiegunowej (ERBOTOM ICC 200) używano, gdy HS był niedostępny. W badanym materiale stosowano go u 701 (82,4%) pacjentów z NOKPŻ oraz w 88 (92,6%) zabiegach z powodu OZPŻ.

Cholecystekomię laparoskopową przeprowadzano na bazie techniki amerykańskiej, rozpowszechnionej i opisanej przez Reddicka [6], do której w wyniku 9 lat doświadczeń wprowadzono modyfikacje.

Za wskaźniki trudności zabiegu przyjęto okotooperacyjną utratę wartości hematokrytu, czas operacji od pierwszego nacięcia skóry do założenia ostatniego szwu, odsetek przypadkowej perforacji pęcherzyka żółciowego oraz konwersji, natomiast za wskaźnik bezpieczeństwa zabiegu odsetek powikłań. U wszystkich pacjentów oznaczono morfologię krwi obwodowej w dzień poprzedzający zabieg oraz 24 godziny po operacji. Za powikłanie uznano każde odchylenie od prawidłowego przebiegu pooperacyjnego. Z uwagi na niedużą liczbę poszczególnych powikłań, pogrupowano je w 5 kategorii, wzorując się na pracy Shea [7]:

- 1) powikłania infekcyjne – zakażenie rany pooperacyjnej, zakażenie układu moczowego;
- 2) powikłania sercowo-naczyniowe – zawał serca, obrzęk płuc, niewydolność krążenia;
- 3) powikłania płucne – zapalenie płuc, niedodma, zator tętnicy płucnej, niewydolność oddechowa;

4) powikłania brzuszne – ostre zapalenie trzustki, przedłużony wyciek żółci lub zbiornik żółci;

5) znaczące uszkodzenia śródoperacyjne – uszkodzenie dróg żółciowych, perforacja jelita, przecięcie dużych naczyń.

Krwawienie do jamy otrzewnej odnotowywano jako powikłanie w przypadku konieczności przetaczania krwi bądź ponownej operacji.

Za uszkodzenie głównej drogi żółciowej uznawano każde rozpoznane jatrogenne przerwanie ciągłości lub zwężenie w obrębie przewodu żółciowego wspólnego, przewodu wątrobowego wspólnego, przewodów wątrobowych prawego lub lewego [8].

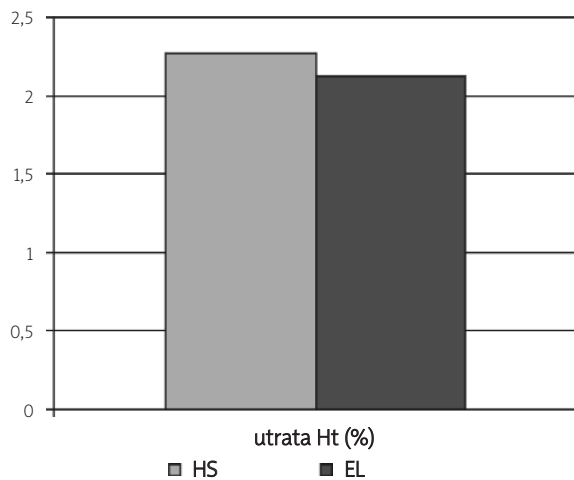
Jako pooperacyjny wyciek żółci klasyfikowano klinicznie znaczącą przetokę żółciową, przy nierozpoznanym uszkodzeniu głównej drogi żółciowej [8].

Analiza statystyczna

W celu porównania wartości średnich w dwóch grupach zastosowano z-test, natomiast do porównania odsetków (częstości przypadków występowania zjawisk w badanych grupach) test dla dwóch frakcji. W tabeli podano nazwy zastosowanych testów, wartości obliczonych statystyk oraz wartość p – prawdopodobieństwa popełnienia błędu pierwszego rodzaju. W przypadkach $p < 0,05$ różnicę uznawano za istotną statystycznie, w przeciwnych przypadkach nieistotną NS.

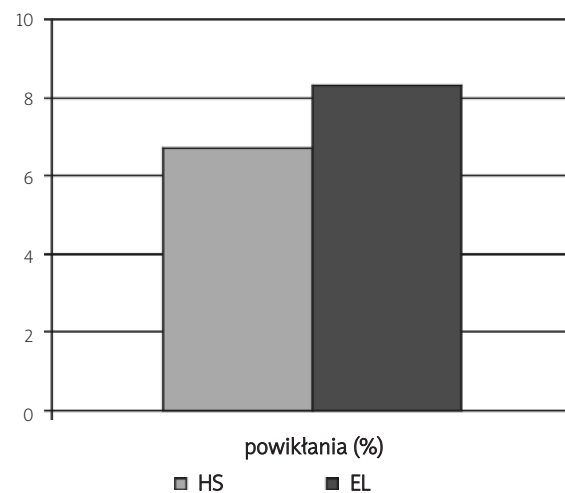
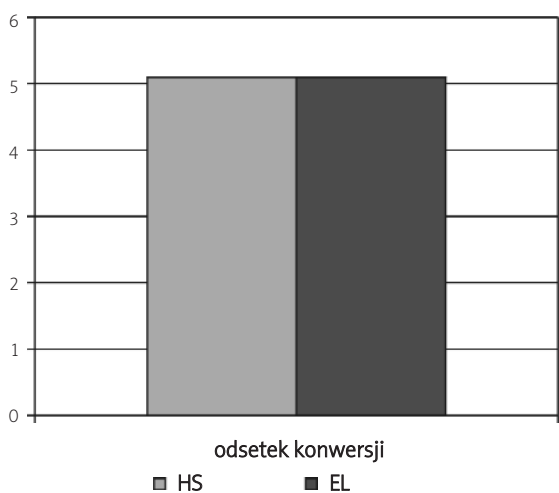
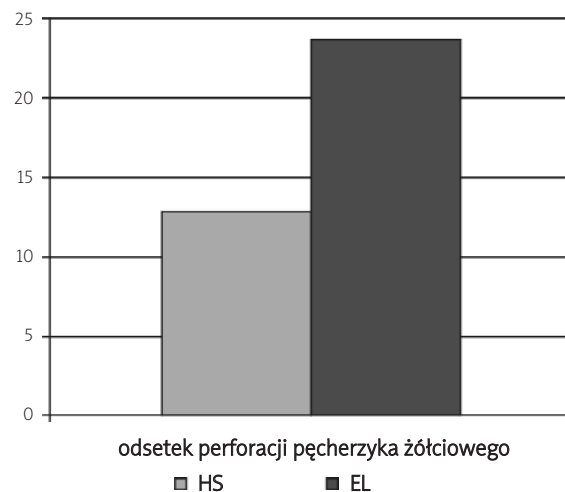
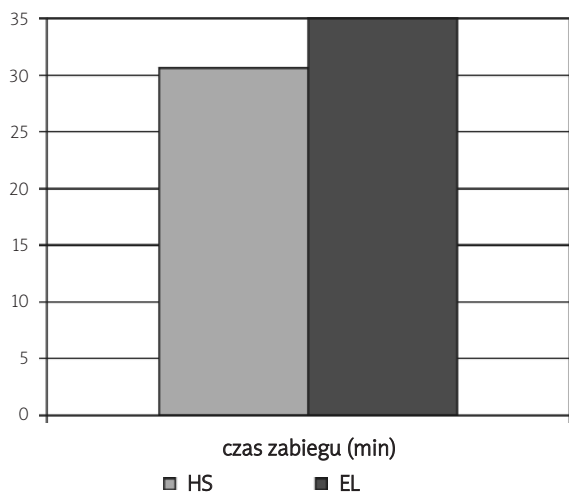
Tab. I. Stopień trudności i bezpieczeństwo zabiegu w zależności od dostępności noża ultradźwiękowego

	HS (789)	EL (157)	Test	Wartość statystyki	p
utrata HT (%)	2,27 (±3,27) (669)	2,12 (±3,09) (141)	z-test	0,52	NS
perforacja	101 (12,8%)	37 (23,6%)	dla 2 fr.	3,49	<0,0005
czas zabiegu (min)	30,7 (±14,6)	35 (±15,8)	z-test	3,15	<0,002
konwersje	40 (5,1%)	8 (5,1%)	dla 2 fr.	0,01	NS
powikłania	53 (6,7%)	13 (8,3%)	dla 2 fr.	0,70	NS
infekcyjne	14 (1,8%)	7 (4,5%)	dla 2 fr.	2,08	<0,04
sercowo-naczyniowe	3 (0,4%)	0	–	–	–
płucne	3 (0,4%)	3 (1,9%)	dla 2 fr.	2,21	<0,03
brzuszne	24 (3,0%)	2 (1,3%)	dla 2 fr.	1,24	NS
śródoperacyjne	6 (0,8%)	1 (0,6%)	dla 2 fr.	0,16	NS
inne	2 (0,3%)	0	–	–	–



Wyniki

Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli i na wykresach (tab. I i ryc. 1.). Uwagę zwraca dwukrotnie niższy odsetek przypadkowej perforacji pęcherzyka żółciowego (12,8 vs 23,6%) oraz krótszy czas operacji (30,7 minuty vs 35 minut) w grupie HS. Nie odnotowano istotnych różnic w okołoperacyjnej utracie wartości hematokrytu oraz odsetkach konwersji. W grupie pacjentów operowanych nożem ultradźwiękowym obserwowano niższy odsetek powikłań (6,7 vs 8,3%), jednak różnica nie osiągnęła poziomu istotności statystycznej. Statystycznie istotnie więcej odnotowano powikłań infekcyjnych oraz płuc-



Ryc. 1. Stopień trudności i bezpieczeństwo zabiegu w zależności od dostępności noża ultradźwiękowego

nych. W badanym materiale nie stwierdzono istotnych uszkodzeń śródoperacyjnych spowodowanych użyciem elektrokoagulacji.

Dyskusja

Główną zaletą noża ultradźwiękowego jest uzyskanie pewnej hemostazy przy dobrej kontroli penetracji energii cieplnej. Brak przepływu prądu elektrycznego przez ciało pacjenta pozwala na uniknięcie niebezpiecznych powikłań, wynikających ze stosowania diatermii, a jednocześnie na pewne i bezpieczne koagulowanie naczyń będących w bezpośrednim sąsiedztwie żołądka, jelit czy dróg żółciowych [3]. Niska temperatura pracy urządzenia (od 60 do 80°C) oraz niewielka strefa bocznego rozchodzenia się energii znacznie zmniejsza ryzyko oparzenia trzewi [3, 5]. Podczas stosowania HS nie obserwuje się przyklejania narzędzia do tkanek, co w przypadku diatermii osłabia działanie hemostatyczne.

Istotą działania elektrokoagulacji jest uzyskanie bardzo wysokiej temperatury (od 150 do 400°C) na końcówce instrumentu, denaturującej białko i niszczącej tkanki [2]. Tkanka poddana koagulacji prądem elektrycznym często ulega nadmiernemu zwężeniu, może też dojść do powstania niekontrolowanego łuku elektrycznego, wywołującego uszkodzenia narządów odległych od miejsca operowanego, skutkujące poważnymi, nierzadko śmiertelnymi powikłaniami [2]. Zagrożenia te są szczególnie realne podczas operacji laparoskopowych [2]. Śmiertelność w przypadku niezauważonej jatrogennej perforacji dwunastnicy sięga 50% [2]. Używanie diatermii wymienia się jako jedną z przyczyn uszkodzenia głównej drogi żółciowej (UGDŻ) podczas cholecystektomii laparoskopowej [5, 8, 9]. W klasyfikacji według Branuma [8], opisuującej mechanizmy UGDŻ podczas ChL, uszkodzenia

oparzeniowe dróg żółciowych zakwalifikowano jako odrębny typ UGDŻ (tab. II).

Najczęstszym powikłaniem diatermii okazuje się oparzenie skóry pacjenta w miejscu przylegania płytki uziemiającej. Elektrokoagulacja jednobiegunowa jest przeciwwskazana u chorych z wszczepionymi stymulatorami serca [1]. Donoszono o wybuchach wywołanych przez użycie koagulacji w obecności alkoholowych środków do dezynfekcji skóry, gazów anestetycznych i jelitowych [2]. W przypadku najmniejszego nawet uszkodzenia rękawiczki może dojść do oparzenia każdego z członków zespołu operacyjnego [2].

Podczas cholecystektomii laparoskopowej przypadkowa perforacja pęcherzyka prowadzi do wycieku żółci, co zamazuje obraz operacyjny oraz utrudnia i przedłuża dalsze preparowanie [2, 4]. W przypadku wydostania się złożeń do wolnej jamy otrzewnej, ich całkowite usunięcie jest trudne, najczęściej niemożliwe.

Opisywano przypadki powstania ropnia wewnątrzbrzuszego w kilka miesięcy, a nawet lat po laparoskopowym wycięciu pęcherzyka żółciowego, podczas którego pozostawiono złogi w jamie otrzewnej [4, 5].

W materiale autorów aspekt praktyczny niekontrolowanego rozchodzenia się energii został odzwierciedlony w dwukrotnie wyższym odsetku przypadkowej perforacji pęcherzyka (EL – 23,6% vs HS – 12,8%), dwukrotnie więc maleje szansa wytworzenia się ropnia w późnym przebiegu pooperacyjnym. Janssen otrzymał ponad trzykrotne zmniejszenie odsetka wycieku żółci z pęcherzyka [4], jednakże wartość jego obserwacji jest ograniczona przez fakt bardzo wysokich bezwzględnych odsetków perforacji (EL – 50% vs HS – 15%) [10, 11].

Hochstadeltr, badając poziom enzymów wątrobowych (AST, ALT) po cholecystektomii laparoskopowej z użyciem HS i EL, stwierdził znamienne niższe warto-

Tab. II. Klasyfikacja uszkodzeń dróg żółciowych według Branuma

1. Uszkodzenia klasyczne
a) całkowite przecięcie lub wycięcie fragmentu przewodu żółciowego lub wątrobowego wspólnego
b) uszkodzenie <i>namiotowe</i> – zbyt niskie zaklipsowanie przewodu pęcherzykowego w miejscu jego połączenia z przewodem wątrobowym wspólnym, powodujące jego zwężenie
c) całkowite przecięcie przewodu wątrobowego prawego
2. Zwężenia oparzeniowe głównej drogi żółciowej spowodowane nadmiernym używaniem elektrokoagulacji
3. Uszkodzenia punktowe i częściowe rozdarcia ściany przewodu wątrobowego wspólnego i żółciowego wspólnego

ści enzymów w grupie HS, co świadczy o mniejszym uszkodzeniu termicznym mięszu wątroby przez skalpel harmoniczny w porównaniu z diatermią [12].

Kolejną niekorzystną cechą koagulacji jest wytwarzanie dymu, co znacząco pogarsza widoczność na ekranie monitora oraz przedłuża czas zabiegu, przez konieczność częstej wymiany gazu w jamie otrzewnowej oraz częstszego czyszczenia końcówki układu optycznego [2, 4, 9].

Szczególne zastosowanie w chirurgii laparoskopowej mają nożyczki ultradźwiękowe, gdyż końcówka instrumentu umożliwia jednoczesne preparowanie, chwytanie, cięcie oraz koagulację [3]. Pozwala to na uniknięcie niewygodnej i czasochłonnej procedury, jaką jest częsta wymiana narzędzi laparoskopowych. Mniejszy odsetek przypadkowej perforacji pęcherzyka, brak wytwarzania dymu oraz konieczności częstej zmiany narzędzi laparoskopowych to główne przyczyny skrócenia czasu operacji z użyciem HS (30,6 minuty vs 35 minut).

Podobne wyniki obserwacji ogłosili inni badacze, jednakże dotychczasowe prace dotyczą niewielkiej liczby pacjentów [4, 9]. W pracy Janssena czas operacji był znamienne krótszy w grupie HS w przypadku pęcherzyków znajdujących się w stanie zapalnym (HS – 60 minut vs EL – 80 minut) [4].

Różnica w otrzymanych ogólnych odsetkach powikłań nie osiągnęła poziomu istotności statystycznej (HS – 6,7% vs EL – 8,3%). Po pogrupowaniu powikłań na infekcyjne, krążeniowe, płucne, brzuszne, uszkodzenia śródoperacyjne i inne stwierdzono różnicę istotną statystycznie w częstości występowania powikłań infekcyjnych oraz płucnych. Trudno jednoznacznie ocenić, dlaczego akurat tego rodzaju powikłania wystąpiły częściej w przypadku użycia EL. Rozstrzygnięcie tego problemu wymaga przeprowadzenia badań z randomizacją na dużej grupie pacjentów.

Pewnymi ograniczeniami w zastosowaniu HS jest wysoki koszt generatora ultradźwięków i osprzętu, a także problem krzywej uczenia. Początkowo nóż ultradźwiękowy może wydawać się niewygodny w zastosowaniu. Czasu wymaga również nauczenie się prawidłowego koagulowania naczyń. Efekt hemostaticzny zależy bowiem od poziomu mocy wybranego w generatorze, powierzchni narzędzia używanego do cięcia (ostra, tępą, płaską), a także od napięcia przyłożonego do tkanki. W rękach osoby doświadczonej w pracy z HS, możliwe jest przecinanie naczyń o średnicy do 5 mm bez konieczności ich podwiązania. Istnieją doniesienia o przeprowadzeniu cholecystektomii laparoskopowej bez użycia klipsów [5, 13].

Zarówno tętnica, jak i przewod pęcherzykowy mogą być bezpiecznie zamknięte przez skalpel harmoniczny. Autorzy doniesień uzasadniają nieużywanie klipsów, ostrzegając przed ich spadnięciem z przewodu pęcherzykowego, co powoduje wyciek żółci oraz migracją do głównej drogi żółciowej, co bywa przyczyną jej obstrukcji w późnym przebiegu pooperacyjnym [5, 13].

Wnioski

1. Nóż ultradźwiękowy jest narzędziem bezpiecznym i wygodnym w cholecystektomii laparoskopowej.
2. Zastosowanie noża ultradźwiękowego przyspiesza cholecystektomię laparoskopową i zmniejsza ryzyko przypadkowej perforacji pęcherzyka żółciowego.
3. Do pełniejszej oceny przewagi HS nad diatermią, szczególnie w przypadku powikłań pooperacyjnych, konieczne jest przeprowadzenie badań z randomizacją na dużej grupie pacjentów.

Praca nie jest sponsorowana. Autorzy nie mają żadnych powiązań finansowych z producentem noża ultradźwiękowego Ultracision, jak również z producentami urządzeń do elektrokoagulacji jednobiegunowej.

Piśmiennictwo

1. Łopaciuk S, Łętowska M, Sabliński J i wsp. Hemostaza, krwawienia i leczenie krwią. W: Podstawy chirurgii. Wyd. I. Schmidt J (red.), Kraków, Medycyna Praktyczna; 2003; 179-206.
2. Feil W, Lippert H, Lozach P i wsp. Atlas of Surgical Stapling. Heidelberg, Germany 2000.
3. Gossot D, Buess G, Cuschieri A i wsp. Ultrasonic dissection for endoscopic surgery. The E. A. E. S. Technology Group. Surg Endosc 1999; 13: 412-7.
4. Janssen IM, Swank DJ, Boonstra O i wsp. Randomized clinical trial of ultrasonic versus electrocautery dissection of the gallbladder in laparoscopic cholecystectomy. Br J Surg 2003; 90: 799-803.
5. Hüscher CG, Lirici MM, Di Paola M i wsp. Laparoscopic cholecystectomy by ultrasonic dissection without cystic duct and artery ligation. Surg Endosc 2003; 17: 442-51.
6. Perissat J. Laparoscopic cholecystectomy: the European experience. Am J Surg 1993; 165: 444-9.
7. Shea JA, Berlin JA, Bachwich DR i wsp. Indications for and outcomes of cholecystectomy: a comparison of the pre and postlaparoscopic eras. Ann Surg 1998; 227: 343-50.
8. Branum G, Schmitt C, Baillie J i wsp. Management of major biliary complications after laparoscopic cholecystectomy. Ann Surg 1993; 217: 532-41.
9. Power C, Maguire D, McAnena OJ, Calleary J. Use of ultrasonic dissecting scalpel in laparoscopic cholecystectomy. Surg Endosc 2000; 14: 1070-3.

10. Morino M. Randomized clinical trial of ultrasonic versus electrocautery dissection of the gallbladder in laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg* 2003; 90: 799-803.
11. Devalia H. Randomized clinical trial of ultrasonic versus electrocautery dissection of the gallbladder in laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg* 2003; 90: 799-803.
12. Höchstadetr H, Bekavac-Beslin M, Doko M i wsp. Functional liver damage during laparoscopic cholecystectomy as the sign of the late common bile duct stricture development. *Hepatogastroenterology* 2003; 50: 676-9.
13. Westervelt J. Clipless cholecystectomy: broadening the role of the harmonic scalpel. *JSLs* 2004; 8: 283-5.

Ultrasonic versus electrocautery dissection in laparoscopic cholecystectomy

Maciej Ciesielski, Maciej Michalik, Wojciech Zegarski, Konrad Szydłowski

Introduction

From the very beginning of operative surgery, there has been a strong need for methods of cutting tissue without causing bleeding into the operative field. Monopolar electrocautery (EL), introduced by Bovie and Cushing in 1928, is still a basic, routinely used method for securing haemostasis [1]. However, high frequency current flowing through the patient's body carries a lot of danger, and causes limitations of the method [1, 2]. In conventional surgery, the most common complication of this high-frequency current is a burn caused by a large-surface neutral electrode. Dynamic development of laparoscopic surgery revealed new disadvantages and risks of electrocautery – internal organ burns, necessity of frequent exchange of laparoscopic tools, and smoke formation impairing vision [3]. One possible way to overcome these disadvantages is the application of the harmonic scalpel (HS), which instead uses high-frequency ultrasound (55,500 Hz) [1, 2, 4]. The various effects of HS are achieved at temperatures of up to a maximum of 150°C (most often 60–80°C) [1, 2], which greatly reduces the possibility of burning the internal organs. Application of HS ensures proper energy control and safe haemostasis. The lateral spread of energy flow is much lower, causing less necrosis in the

cut tissue [4, 5]. To date, however, available literature does not clearly explain whether the theoretical advantages of applying HS are supported in practice, decreasing blood loss, operative time, and complication rate.

Aim

The aim of the study was to evaluate the practical aspects of applying HS in comparison with EL dissection in laparoscopic cholecystectomy (LC), through comparison of perioperative blood loss, operative time, and rates of conversions, complications and accidental bile spillage.

Materials and methods

Between 14.02.2001 and 13.02.2003 in the Department of General and Vascular Surgery in Wejherowo, 978 patients underwent LC, from which 946 were enrolled in the study. 851 patients were operated on because of noncomplicated symptomatic cholelithiasis (NSC) and 95 because of acute cholecystitis (AC). The exclusion criteria were as follows:

- coexisting choledocholithiasis (17 patients),
- acute pancreatitis during the same hospital stay (6 patients),
- gallbladder cancer (4 patients),
- other neoplastic diseases (2 patients),
- other diagnostic or therapeutic procedures carried out during the same hospital stay (7 patients).

Application of harmonic scalpel (Ultracision – Ethicon Endosurgery) was dependent upon its availability – monopolar electrocautery (Erbotom – ICC 200) was used only when HS was not available. During the study, HS was applied in 701 (82.4%) patients with NSC and in 88 (92.6%) cases with AC.

LC was carried out based on the "American Technique", described and popularized by Reddick [6], to which we added our own modifications based on nine years of experience.

Perioperative decrease in haematocrit value, timed from the first skin incision to the last stitch, rates of accidental perforations of the gallbladder, and conversions were assumed as indicators of operative difficulty. The complications rate was assumed as an indicator of safety of the procedure. To evaluate perioperative decrease of haematocrit value, blood samples were taken from all the patients before, and 24 hours after, the operation. Every significant deviation

from the ideal postoperative course was recognized as a complication. Because the prevalence of most complications was low, they were divided into 5 categories, according to the study of Shea [7]:

- 1) infectious,
- 2) cardiac,
- 3) pulmonary,
- 4) gastrointestinal,
- 5) major intraoperative injuries.

Bleeding into the abdominal cavity was considered as a complication in case of necessity of blood transfusion or reoperation.

Bile duct injury (BDI) was recognized as any iatrogenic discontinuity or stenosis of the common bile duct or common, right or left hepatic duct [8].

Postoperative bile leak was classified as clinically significant biliary fistula, in case of absence of BDI [8].

Statistical analysis

In order to compare mean values in studied groups, the z-test was applied. To compare rates (frequency of appearance of studied data in the groups), a test for comparison of two fractions was used. Names of applied tests, values of calculated statistics, and p-values – the probability of making a type-one error – were presented in the table. When $p < 0.05$ the difference was considered statistically significant, in other cases not significant (NS).

Results

Obtained results are presented in the table and the graph (tab. I, fig. 1). The differences in the rates of accidental perforation of the gallbladder (HS – 12.8% vs. EL – 23.6%) and operative times (HS – 30.7 min vs. 35.0 min) draw the highest attention. There were no significant differences in perioperative blood loss and conversion rates. In patients operated on using HS we observed a lower complication rate (6.7 vs. 8.3%), but the difference did not reach statistical significance. There were statistically higher rates of infectious and pulmonary complications in the EL group. In the studied material, we did not find any significant intraoperative injuries caused by the use of electrocautery.

Discussion

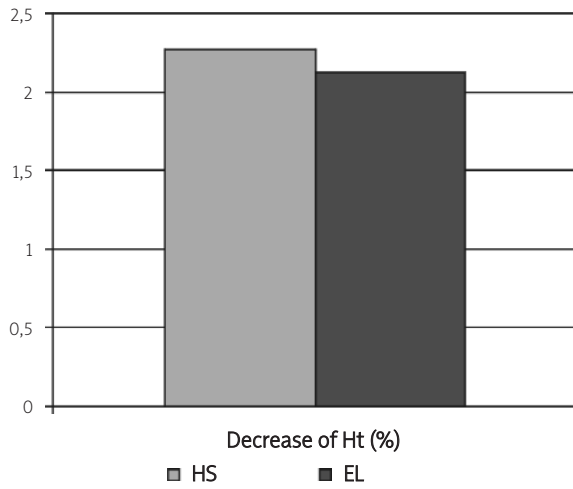
The main advantage of HS is the ability to secure haemostasis with proper energy spread control. The lack

of electrical current flow through the patient's body avoids the hazards of applying diathermy, and at the same time allows safe and secure coagulation of vessels in the direct proximity of the stomach, intestines and bile duct [3]. Low temperature of the tip of the instrument (60–80°C) and low lateral spread of the energy flow significantly decrease the risk of internal organ burns [3, 5]. Adherence of the instrument to the cut tissue, which in the case of EL decreases the haemostatic effect, in the case of using HS is not observed.

The principle of electrocautery dissection is based on electrically induced localized development of heat (150–400°C) at the tip of the instrument, which leads to denaturing of protein and destructing of the tissues [2]. Tissue exposed to the flow of the electric current sometimes becomes carbonized, because of the extremely high temperature involved [2]. It is also possible to damage tissue distant from the operative field because of uncontrolled current leakage, which can cause serious, or even deadly, complications [2]. This is especially hazardous in laparoscopic surgery [2]. Mortality in cases of unnoticed iatrogenic duodenal perforation reaches 50% [2]. Use of diathermy is listed as a possible cause of BDI during LC [5, 8, 9]. According to Branum's classification of BDI [8], describing possible mechanisms of BDI during LC, burns of the bile duct are considered the separated type of BDI (tab. II).

The most common complication of EL is a severe burn to the patient by the ground pad. Monopolar electrocautery is contraindicated in patients with a heart pacemaker [1]. Cases of explosions in the presence of anaesthetics, bowel and alcoholic agents, to skin disinfection gases, were reported in the literature [2]. In case of the slightest damage of the surgical glove, an electrical shock and unpleasant burn may happen to every person in the operating team [2]. During LC, accidental perforation of the gallbladder leads to bile spillage, which impairs the operative vision and makes the dissection longer and more difficult [2, 4]. When gallstones reach the abdominal cavity, their complete removal is difficult or often impossible. Numerous cases of intraabdominal abscess in the late postoperative period after LC with accidental loss of stones have been reported in the literature [4, 5].

In our material the practical aspect of uncontrolled spread of energy flow has been reflected in double the rate of accidental perforation of the gallbladder (EL – 23.6% vs. HS – 12.8%), so the chance of late



postoperative intraabdominal abscess formation is halved. Janssen obtained a more than three times lower rate of accidental bile spillage [4], but the value of his observation is limited because of the very high absolute rate of gallbladder perforation in the EL group (EL – 50% vs. HS – 15%) [10, 11].

Hochstadetr, examining the serum level of hepatic enzymes (AST, ALT) after LC with use of HS and EL, concluded that thermal injury of the liver by HS is significantly lower in comparison with EL [12].

Another disadvantage of diathermy is smoke formation, which significantly impairs the vision on the operative screen and prolongs operative time through the time-consuming procedure of exchanging the

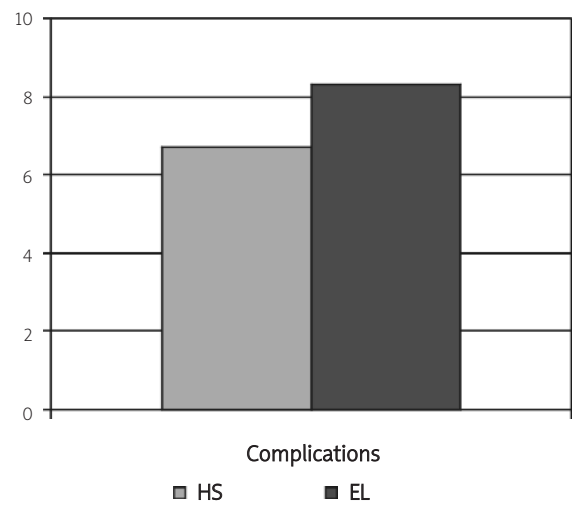
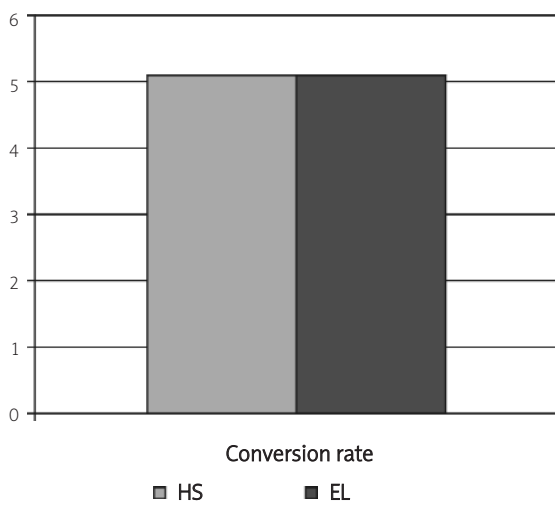
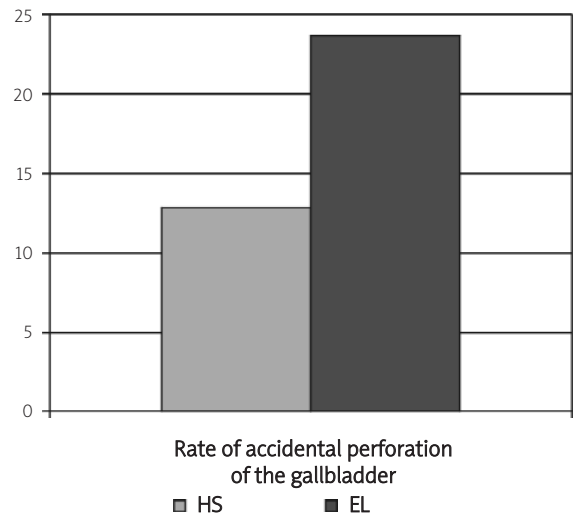
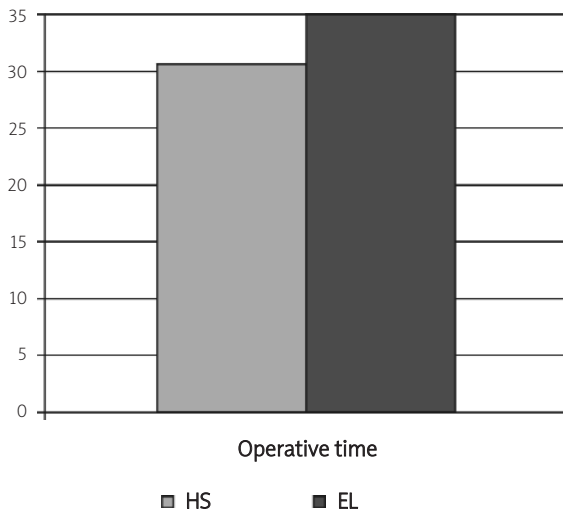


Fig. 1. Difficulty and safety of the procedure dependent of availability of HS

Tab. I. Difficulty and safety of the procedure dependent of availability of HS

	HS (789)	EL (157)	test	value of counted statistic	p-value
Decrease of HT (%)	2.27 (±3.27) (669)	2.12 (±3.09) (141)	z-test	0.52	N
Perforations	101 (12.8%)	37 (23.6%)	2-fr.	3.49	<0.0005
Operative times (min)	30.7 (±14.6)	35.0 (±15.8)	z-test	3.15	<0.002
Conversions	40 (5.1%)	8 (5.1%)	2-fr.	0.01	NS
Complications	53 (6.7%)	13 (8.3%)	2-fr.	0.70	NS
infectious	14 (1.8%)	7 (4.5%)	2-fr.	2.08	<0.04
cardiac	3 (0.4%)	0	–	–	–
pulmonary	3 (0.4%)	3 (1.9%)	2-fr.	2.21	<0.03
abdominal	24 (3.0%)	2 (1.3%)	2-fr.	1.24	NS
intraop. injuries	6 (0.8%)	1 (0.6%)	2-fr.	0.16	NS
others	2 (0.3%)	0	–	–	–

Tab. II. Classification of BDI according to Branum

1. Classic injuries
a) circumferential injury or excision of part of common bile or (and) hepatic duct
b) <i>tenting</i> injury – to low clipping of the cystic duct in the place of his connection to the common duct, causing its obstruction
c) complete injury of the right hepatic duct
2. Burn injuries caused by excessive usage of diathermy developing strictures of the common bile or hepatic duct
3. Duct lacerations – partial injuries of the common bile or hepatic duct

intraperitoneal gases and the requirement of frequent cleaning of the laparoscope [2, 4, 9].

Ultrasonic shears are especially applicable in laparoscopic surgery, since the tip of the instrument enables dissection, grasping, cutting, and coagulation at the same time [3]. It helps to avoid time-consuming frequent exchanges of the laparoscopic instruments. Lower rate of accidental gallbladder perforation, no smoke formation, and avoidance of frequent exchange of laparoscopic instruments are the main reasons for shortening of the operative time with use of HS (30.6 min vs. 35.0 min).

Other authors have announced similar observations, although to date the literature concerns only a small number of patients [4, 9]. In the study of Janssen, the time of the procedure was significantly

shorter in the HS group with cases of gallbladders in acute inflammatory state (HS – 60 min vs. EL – 80 min) [4].

The difference in general complication rates did not reach the level of statistical significance (HS – 6.7% vs. EL – 8.3%). After subdividing the complications into infectious, cardiac, pulmonary, gastrointestinal, major intraoperative injuries, and others, we found statistically significant differences in the frequency of occurring infectious and pulmonary complications. It is difficult to unambiguously state what the reason is for these observations. Randomized clinical trials on large groups of patients are required to answer this question.

Some limitations to wide acceptance of HS usage are the high costs of the ultrasonic generator and

equipment, and also the problem of the learning curve. At the beginning of its usage, HS may seem to be inconvenient to apply. Proper vessel coagulation also requires time to learn. The haemostatic effect is dependent upon the chosen amplitude of the axial vibration of the tip of the instrument (level 1–5), the surface of the applied blade (sharp, blunt, flat), and also on the tension exerted to the tissue by the operating surgeon. In experienced hands, it is possible to cut the vessels up to 5 mm in diameter, with no need for further ligation. There are reports about LC performed without use of clips [5, 13]. The artery and the cystic duct may be safely coagulated by HS. The authors of these reports justify not using the clips because of the possibility of their slippage causing biliary fistula or their migration to the bile duct causing its obstruction in the late postoperative period [5, 13].

Conclusions

1. HS is safe and efficient in laparoscopic dissection of the gallbladder.
2. Application of HS shortens the operative time and decreases the rate of accidental bile spillage.
3. To evaluate all the advantages of HS over EL, especially concerning postoperative complications, randomized clinical trials on large groups of patients are required.