

Porównanie okresu pooperacyjnego u chorych z klatką piersiową lejkowatą leczoną techniką Nussa i techniką Ravitcha

Comparison of Postoperative Period in Patients with Pectus Excavatum Treated with Nuss Technique and Ravitch Technique

Tomasz Potaczek^(A,B,C,D,E,F), Sławomir Duda^(B,C,E), Jakub Adamczyk^(B,C),
Barbara Jasiewicz^(A,C,D,E,F), Maciej Tęśiorowski^(A,D,F), Edyta Daszkiewicz^(B,C,F)

Klinika Ortopedii i Rehabilitacji Collegium Medicum, Uniwersytet Jagielloński, Zakopane, Polska
Department of Orthopedics and Rehabilitation, Jagiellonian University Medical College, Zakopane, Poland

STRESZCZENIE

Wstęp. Klatka piersiowa lejkowata to najczęstsza wada budowy klatki piersiowej. Leczenie operacyjne wykonuje się techniką otwartą lub endoskopową. Wybór techniki skutkuje odmiennym przebiegiem pooperacyjnym. Celem pracy jest analiza przebiegu okresu pooperacyjnego w dwóch grupach chorych leczonych z powodu klatki piersiowej lejkowatej. Pierwszą stanowili chorzy operowani techniką endoskopową (gr. 1), drugą – techniką otwartą (gr. 2). Ponadto celem pracy jest ocena wyników leczenia w tych dwóch grupach.

Material i metody. Badaną grupę stanowiło 40 chorych, operowanych w jednym ośrodku, stosującym jednolity protokół analgezji pooperacyjnej. Oceniano czas operacji, utratę krwi, czas hospitalizacji, obecność powikłań, nasilenie bólu oraz zużycie opioidowych i nieopiodowych leków przeciwbólowych. Okres obserwacji wyniósł średnio 9 miesięcy (6–25miesiący).

Wyniki. Wiek, waga i wzrost chorych, czas hospitalizacji nie różniły się między grupami. W gr. 1 czas operacji i strata krwi były mniejsze niż w gr. 2. W gr. 1 powikłania wystąpiły u 25% chorych. Natężenie bólu było wyższe w gr. 1 (4,23 vs 3,67), podobnie jak ilość wymaganych silnych opioidów na kg masy ciała/dobę (0,52mg/kg/mc vs 0,25mg/kg/mc). Subiektywna ocena chorych była zadowalająca u 85% chorych z gr. 1 i 90% gr. 2.

Wnioski. 1. Leczenie operacyjne klatki piersiowej lejkowatej obiema technikami pozwala na osiągnięcie dobrego wyniku. 2. Czas zabiegu i utrata krwi są wyższe u chorych operowanych techniką otwartą, natężenie bólu oraz zapotrzebowanie na leki przeciwbólne są zaś wyższe wśród operowanych techniką endoskopową. 3. Wykonując korekcję klatki lejkowatej, należy zaplanować odpowiednie leczenie analgetyczne w okresie pooperacyjnym.

Słowa kluczowe: klatka lejkowata; operacja endoskopowa, pod kontrolą wideoskopu; ból pooperacyjny

SUMMARY

Background. Pectus excavatum (PE) is the most common defect of the chest wall. Surgery for PE can be performed with an open or endoscopic technique. The choice of the surgical approach influences the postoperative course. The aim of the paper is to analyze the postoperative period in two groups of patients treated for PE. Group 1 consisted of patients who underwent endoscopic surgery, and Group 2 was composed of patients who underwent open surgery. A secondary aim is to compare the surgical outcomes between the two groups.

Material and methods. The study group consisted of 40 patients treated in a single centre that uses a uniform postoperative analgesic protocol. The duration of surgery, blood loss, duration of hospital stay, complications, pain intensity and consumption of opioid and non-opioid analgesics were analyzed. The mean duration of follow-up was 9 months (6–25 months).

Results. Age at surgery, weight and height did not differ between the groups. In Group 1 the duration of surgery and blood loss were lower than in Group 2. In Group 1 complications occurred in 25% of the patients. Pain intensity was higher in Group 1 (4.23 vs. 3.67), as was the consumption of strong opioids (0.52 mg/kg body weight vs. 0.25 mg/kg body weight). Subjective evaluation was satisfactory in 85% of the patients in Group 1 and 90% in Group 2.

Conclusions. 1. Both techniques led to a satisfactory outcome. 2. The duration of surgery and blood loss were higher in the open surgery group, but pain intensity and consumption of strong analgesics were higher among the patients treated with the endoscopic technique. 3. Preparation for surgery should involve planning appropriate analgesic treatment in the post-operative period.

Key words: funnel chest; thoracic surgery, video-assisted; postoperative pain

WSTĘP

Klatka piersiowa lejkowata to najczęstsza wada budowy przedniej ściany klatki piersiowej. Wada ta stanowi 90% wszystkich malformacji dotyczących klatki piersiowej [1]. Pozostałe 5-7% to klatka piersiowa kurza, a 3-5% to rzadkie zaburzenia, jak zespół Polanda, zespół Jarcho-Levina czy zespół Jeuna. Częstość występowania klatki piersiowej lejkowatej szacuje się na 0,1-0,8/100 urodzeń [2]. Pojawia się ona 9 razy częściej u chłopców niż u dziewcząt [1-3]. Uznaje się, że wada ta pojawia w sposób sporadyczny, jednak jej rodzinne występowanie wynosi aż do 40% [4,5]. Nie określono jednak genu odpowiedzialnego za dziedziczenie tej deformacji. Istotą zaburzenia jest zagłębienie przedniej ściany klatki piersiowej, wynikające z dogrzebietowego zagięcia dystalnych części żeber i połączonego z nimi trzonu mostka. U ponad 90% chorych obejmuje środkową i dolną część mostka, a u 80% chorych przemieszczenie jest nieco głębsze po stronie prawej [6]. Badania wydolności krążeniowej i oddechowej, u chorych z klatką piersiową lejkowatą wykazały niższe wartości niż u rówieśników bez deformacji klatki piersiowej [7]. W rzadkich przypadkach, pojawiać się mogą takie objawy jak: ból w klatce piersiowej, zmęczenie, duszność czy patologiczne szmery serca [4,7,8]. Leczeniem z wyboru jest korekcja chirurgiczna. Wpływ leczenia operacyjnego na wydolność krążeniowo-oddechową nie został jednoznacznie dowiedziony [9-12], udowodniono natomiast, że poprawia się samocena chorych i ich funkcjonowanie [13]. Pierwsze doniesienia na temat leczenia operacyjnego klatki piersiowej lejkowatej pochodzą z początku XX wieku, autorem był Meyer [*Zur chirurgischen Behandlung der angeborenen Trichterbrust. Berl Klin Wschr 1911*]. W 1949 roku Ravitch przedstawił technikę, która w pewnych modyfikacjach jest stosowana do tej pory. Oparta ona jest na resekcji przymostkowych fragmentów żeber, osteotomii mostka i uniesieniu go za pomocą płytki, którą wprowadza się od powierzchni grzbietowej mostka i osadza na żebrach [14]. Alternatywą jest technika endoskopowa, wprowadzona w 1997 roku przez Nussa, w której korekcję klatki lejkowatej uzyskuje się przez uniesienie mostka płytką, bez wykonywania jego osteotomii. Płytkę wprowadza się do klatki piersiowej pod kontrolą torakoskopu [15]. Wiele publikacji przedstawia porównanie wyników leczenia z zastosowaniem tych dwóch metod, zgromadzone w metaanalizach dane nie wykazują istotnych różnic w zakresie wyniku subiektywnego czy długości pobytu w szpitalu [16]. Różnice dotyczą czasu trwania operacji, śródoperacyjnej utraty krwi oraz częstości powikłań [16]. Ponadto od-

BACKGROUND

Pectus excavatum (PE) is the most common defect of the anterior chest wall, accounting for 90% of all chest malformations [1]. The other deformities are: pectus carinatum, responsible for 5-7% of all cases, and rare defects such as Poland syndrome, Jarcho-Levin syndrome or Jeune syndrome (3-5%). The incidence of PE is estimated at 0.1–0.8 per 100 births [2]; this defect is 9 times more common in males than in females [1-3]. Even though PE is believed to be sporadic, a positive family history can be traced in as many as 40% of the patients [4,5]. However, no specific gene has been identified as responsible for this deformity. PE consists in a depression in the anterior chest wall resulting from dorsal deviation of the distal parts of the ribs and the body of the sternum, to which they are attached. In more than 90% of patients, the defect involves the mid- and lower sternum and in 80% the displacement is slightly larger on the right [6]. Cardiovascular and respiratory function has been shown to be lower in patients with PE than in individuals of the same age without chest deformities [7]. Chest pain, fatigue, dyspnoea or pathological heart murmurs may occur in rare cases [4,7,8]. The treatment of choice is surgery. The effect of surgical treatment on cardiovascular and respiratory function has not been clearly established [9-12], but the surgery results in better self-esteem and functioning of the patients [13]. Surgical correction of PE was first described by Meyer at the beginning of the 20th century [*Zur chirurgischen Behandlung der angeborenen Trichterbrust. Berl Klin Wschr 1911*]. In 1949, Ravitch presented the technique which, with certain modifications, is still used today. It involves the resection of the parasternal parts of the ribs, sternal osteotomy and lifting the sternum with a bar inserted posteriorly to the sternum and placed on the ribs [14]. An alternative endoscopic technique was presented by Nuss in 1997 whereby the correction of PE is achieved with a bar lifting the sternum, without osteotomy. The bar is inserted into the chest under thoracoscopic guidance [15]. Numerous publications have compared the outcomes of treatment with these two techniques; meta-analyses have not shown significant differences with respect to subjective results or duration of hospital stay [16]. Differences were noted in the duration of surgery, intra-operative blood loss or the number of complications [16]. Moreover, the course of the postoperative period is different. Patients treated with the endoscopic technique experience more intense pain and need epidural analgesia more often than those undergoing open surgery [17-19]. However, to our knowledge, the level of pain

mienny jest przebieg okresu pooperacyjnego. U chorych leczonych techniką endoskopową natężenie bólu jest większe, stosuje się też analgezję zewnątrzoponową częściej niż u chorych operowanych techniką otwartą [17-19]. Brak jest natomiast, według wiedzy autorów, analizy poziomu bólu i zapotrzebowania na leki przeciwbólowe w okresie pooperacyjnym w tych dwóch grupach chorych.

Celem pracy jest ilościowa analiza natężenia bólu i zapotrzebowania na leki przeciwbólowe, opioidowe i nieopiodowe, w dwóch grupach chorych leczonych z powodu deformacji lejkowatej klatki piersiowej. Ponadto celem pracy jest analiza przebiegu leczenia oraz ocena wyników leczenia w tych dwóch grupach chorych.

MATERIAŁ I METODY

Badaną grupę stanowiło 40 chorych z deformacją lejkowatą klatki piersiowej, bez innych towarzyszących schorzeń. Wśród nich 20 było operowanych techniką minimalnie inwazyjną wg Nussa (MIRPE, *minimally invasive repair of pectus excavatum*) (grupa 1) i tylu samo techniką rekonstrukcji otwartej wg Ravitcha (grupa 2). Jedynym kryterium selekcji chorych do badania była pełna dostępna dokumentacja medyczna umożliwiająca ocenę przebiegu pooperacyjnego. Podstawowe dane analizowanej grupy przedstawiono w Tabeli 1, parametry te nie różniły się w sposób istotny statystycznie pomiędzy grupami. Chorzy operowani byli w jednym ośrodku ortopedycznym, gdzie stosowano jednolitą strategię walki z bólem pooperacyjnym. Bezpośrednio po operacji, po ustaleniu empirycznym dawki analgetycznej w procedurze miareczkowania, silne leki opioidowe (morfina) podawane były w ciągłym wlewie dożylnym przez strzykawkę automatyczną. Dodatkową dawkę morfiny podawano w postaci bolusa, stosowano w razie zwiększonego natężenia bólu. Paracetamol podawano także dożylnie, w regularnych od-

and the need for analgesics in the postoperative period in these two groups have not been analysed.

The aim of this paper is to present a quantitative analysis of pain intensity and the consumption of analgesics (opioid and non-opioid) in two groups of patients treated due to PE. The course of treatment and treatment outcomes in the two groups are also assessed.

MATERIAL AND METHODS

The study group consisted of 40 PE patients who had no co-morbidities. 20 patients were treated with Nuss's minimally invasive technique MIRPE (minimally invasive repair of pectus excavatum) (Group 1) and the other 20 underwent open surgery according to the Ravitch technique (Group 2). The only inclusion criterion was the availability of the complete medical record allowing for the assessment of the course of the postoperative period. The basic demographic data of the study group is presented in Table 1; differences between the groups were not statistically significant. The patients were treated in a single orthopaedic centre which uses a uniform postoperative analgesic protocol. Immediately after surgery, once the dose of analgesics was empirically determined through titration, strong opioids (morphine) were administered by continuous intravenous infusion via an automatic syringe. An additional dose of morphine in the form of an intravenous bolus was administered if the pain became more intense. In addition, the patients received intravenous paracetamol at regular intervals while ketoprofen was administered if the pain in-

Tab. 1. Dane demograficzne badanej grupy

Tab. 1. Demographic data of the study group

| | Op. MIRPE | Op. RAVITCH |
|---|-------------------|---------------------|
| Liczba chorych No. of patients | 20 | 20 |
| Mężczyźni (%) Men (%) | 85% (17) | 90% (18) |
| Kobiety (%) Women (%) | 15% (3) | 10% (2) |
| Wiek w chwili operacji (lata) Age at surgery (years) | 15.1 (12-18) | 16.8 (11-21) |
| Wzrost (cm) Height (cm) | 176 (163-198) | 174 (150-193) |
| Waga (kg) Weight (kg) | 53.8 (33-77) | 60.4 (36-82) |
| BMI (kg/m ²) | 17.2 (10-20.3) | 19.5 (12.9-24.8) |

stępkach czasowych, natomiast ketoprofen, w razie nasilenia dolegliwości bólowych. W miarę ustępowania bólu pooperacyjnego wprowadzano słabe leki opioidowe (tramadol), jednocześnie redukując dawki morfiny. Tramadol podawano w postaci wlewów kroplowych lub za pomocą strzykawki automatycznej. Nie stosowano cewników zewnątrzoponowych ani analgezji kontrolowanej przez pacjenta (PCA, *patient controlled analgesia*). Wykonano analizę zużycia leków przeciwbólowych w dobach 0., 1., 2. i 3. po operacji. Określono ilość stosowanych leków opioidowych (morfina, tramadol) oraz nieopiodowych (ketoprofen, paracetamol) w przeliczeniu na jedną dobę leczenia oraz na kg masy ciała. Stopień nasilenia dolegliwości bólowych mierzono cztery razy dziennie z użyciem skali numerycznej 0-10 stopni, gdzie „0” oznaczało brak bólu, a „10” największy ból możliwy do wyobrażenia. Oceniano ponadto następujące dane śród- i pooperacyjne: czas operacji, śródoperacyjna utrata krwi, czas hospitalizacji od chwili operacji, obecność powikłań. Analizie poddano także ruchomość klatki piersiowej przed operacją i w czasie badania kontrolnego. Ruchomością klatki określano różnicę między obwodem mierzonym na szczycie wdechu i wydechu. Pomiaru dokonywano na poziomie linii sutkowej. Oceniono także dane radiologiczne, wyznaczano wskaźnik Hallera bazując na radiogramach klatki piersiowej przednio-tylnym i bocznym. Badanie to wykonywano oceniając radiogramy zarówno przed, jak i po operacji. Uznano, powołując się na publikację Khanna, że wiarygodność oceny wskaźnika Hallera jest taka sama w badaniach radiograficznych jak w badaniu tomografii komputerowej [20]. Wskaźnik wyznaczano dzieląc szerokość klatki piersiowej w projekcji przednio-tylnej przez odległość tylnej krawędzi mostka do przedniej powierzchni trzonu kręgowego w miejscu największego obniżenia mostka. Wynik subiektywny oceniano na podstawie prostego pytania: „czy jest Pan/Pani zadowolony/a z wyniku leczenia operacyjnego?”. Dopuszczono jedynie dwie odpowiedzi tj. „tak” oraz „nie”. Okres obserwacji w badanej grupie wyniósł średnio 9 miesięcy (6 – 25 miesięcy).

WYNIKI

Wiek w chwili operacji, rozkład płci, wzrost i waga chorych nie różniły się pomiędzy grupami. Czas operacji i śródoperacyjna utrata krwi różniły się w sposób istotny statystycznie. Dane te przedstawiono w Tabeli 2. Zespół operujący był dobrze zaznajomiony z metodą endoskopową, stąd średni czas trwania zabiegu był tak krótki. Utrata krwi w przypadku operacji endoskopowej była zgodnie z oczekiwaniem

tensified. As the postoperative pain decreased, weak opioids (tramadol) were introduced and the doses of morphine were reduced. Tramadol was administered through a drip infusion or with an automatic syringe. Epidural catheters or PCA (patient-controlled analgesia) were not used. Analgesic consumption was analysed on days 0, 1, 2 and 3 after surgery. The amount of opioids (morphine, tramadol) and non-opioids (ketoprofen, paracetamol) was determined per day and kg of body weight. Pain intensity was measured 4 times a day with a 10-point VAS scale where 0 meant no pain and 10 reflected the most intense pain imaginable. Moreover, the following intra- and postoperative data was assessed: duration of surgery, intraoperative blood loss, duration of hospital stay after surgery and complications. The analysis also included chest mobility before surgery and at the follow-up examination. Chest mobility was defined as the difference in circumference, measured at the nipple line, during inhalation and exhalation peaks. Similarly, radiographic data was assessed before and after surgery and the Haller index was calculated based on AP and lateral chest radiographs. Following Khanna, we assumed that the Haller index is equally reliable when conventional radiographs and CT images are used [20]. The Haller index was determined by dividing the anteroposterior diameter of the chest by the distance between the posterior surface of the sternum and the anterior vertebral body surface measured at the point of maximum depression of the sternum. The subjective result was assessed with a simple question: “Are you satisfied with the outcome of surgical treatment?” Only two answers were possible: “Yes” and “No”. The mean duration of follow-up was 9 months (range: 6–25 months).

RESULTS

Age at surgery, distribution of gender, weight and height did not differ between the groups. Duration of surgery and intraoperative blood loss were statistically different. The data is presented in Table 2. The surgical team was well acquainted with the endoscopic technique; consequently, the mean duration of surgery was very short. As expected, blood loss during the endoscopic procedures was minimal. One

Tab. 2. Dane śródoperacyjne badanej grupy

Tab. 2. Intraoperative data of the study group

| | Op. MIRPE | Op. RAVITCH |
|---------------------------|-----------|-------------|
| Czas zabiegu (min) | 65.4 | 163 |
| Duration of surgery (min) | (30-110) | (105-205) |
| Strata krwi (ml) | 5 | 229 |
| Blood loss (ml) | (0-50) | (50-500) |

minimalna. Liczba płyt stosowanych do utrzymania korekcji w operacji Ravitch wynosiła zawsze jeden, natomiast w grupie chorych leczonych techniką MIRPE u 15 (75%) zastosowano dwie płyty, co wynikało ze stopnia deformacji mostka i żeber. Stosując dwie płyty, łączone one były co najmniej po jednej stronie klatki piersiowej stabilizatorem poprzecznym. Okres hospitalizacji po operacji był nieco dłuższy w grupie MIRPE i wyniósł średnio 9 dni (6-25 dni), w porównaniu do 7,1 dnia (3-10 dni) w grupie operowanych techniką klasyczną. Różnica ta nie była istotna statystycznie. W grupie operowanej klasyczną techniką, nie zanotowano powikłań płucnych (odma, wysięk w jamie opłucnej). Natomiast wśród chorych operowanych techniką MIRPE, pięciu (25%) wymagało dodatkowego leczenia z powodu odmy opłucnowej lub obecności płynu. U dwóch chorych odma obecna była obustronnie, u jednego wysięk pojawił się kilka tygodni po operacji. We wszystkich przypadkach po zastosowaniu drenażu opłucnowego oraz farmakoterapii uzyskano pełne ustąpienie objawów. Nie odnotowano powikłań mechanicznych w postaci pęknięcia czy przemieszczenia się płyty. W grupie chorych operowanych techniką Ravitcha zanotowano jedno wczesne powikłanie – przejściowy niedowład splotu barokowego spowodowany nieodpowiednim ułożeniem w czasie operacji. Ruchomość oddechowa klatki piersiowej zwiększyła się w okresie obserwacji u wszystkich chorych, wzrost ten wyniósł w obu grupach średnio 1,2 cm. Wskaźnik Hallera w badaniu przed operacją był nieco większy w grupie leczonej techniką endoskopową (4,1 vs. 3,8; $p>0,01$). Po operacji w obu grupach doszło do zmniejszenia wskaźnika do odpowiednio 2,7 i 2,4; zatem do wartości o prawidłowym zakresie. Różnica pomiędzy wynikiem przed i po operacji dla obu grup była znamienna statystycznie ($p<0,01$). Wielkość wskaźnika Hallera nie korelowała z podażą leków przeciwbólowych w okresie pooperacyjnym. Subiektywna ocena była zbliżona w obu grupach, w gr. 1 85% (17) chorych odpowiedziało pozytywnie na zadane pytanie, w gr. 2 zaś – 90% (18) chorych. Wynik zły obecny był u chorych, którzy wymagali reoperacji, bądź gdy korekcja deformacji była niecałkowita. Analizę poziomu bólu i analgezji pooperacyjnej rozpoczęto od doby wykonania zabiegu operacyjnego. Ta doba odznaczała się

bar was used for the correction in all patients who underwent the Ravitch procedure while in the group treated with MIRPE 15 patients (75%) received two bars due to the degree of sternum and rib deformation. The two bars were connected at least on one side of the chest with a transverse stabiliser. The duration of hospital stay after surgery was slightly longer in the MIRPE group and was 9 days on average (range: 6-25 days) vs. 7.1 days (range: 3-10 days) in the open surgery group. This difference was not statistically significant. There were no pulmonary complications (pneumothorax, pleural effusion) in the open surgery group. In contrast, 5 patients (25%) from the MIRPE group required additional treatment due to pneumothorax or the presence of fluid. Two patients had bilateral pneumothorax and in one participant pleural effusion developed several weeks after surgery. In all those cases, the symptoms resolved completely with pleural drainage and pharmacotherapy. There were no mechanical complications such as bar fracture or displacement. In the group treated with the Ravitch technique, one early complication was recorded in the form of transient brachial plexus paresis caused by inappropriate positioning during surgery. Respiratory mobility of the chest increased during the follow-up period in both groups by 1.2 cm on average. The Haller index before surgery was slightly higher in the group undergoing endoscopic surgery (4.1 vs. 3.8; $p>0.01$). After surgery, the index decreased in both groups to 2.7 and 2.4, respectively, thus reaching normal values. The difference between the pre- and post-operative values was statistically significant for both groups ($p<0.01$). The Haller index did not correlate with analgesic consumption in the postoperative period. The subjective assessment was similar in both groups; 85% of Group 1 (17 patients) and 90% of Group 2 (18 patients) replied “Yes” to the question. Poor results were found in those who required repeat surgery or in whom the deformity was not fully corrected. Pain intensity and postoperative analgesic consumption were analysed starting on the day of surgery. Analgesic consumption and pain intensity were the highest on this day. The detailed data on analgesic consumption on days 0, 1, 2 and 3 is presented in Table 3. In the postoperative period, the consumption of strong opioid

największym zapotrzebowaniem na leki oraz najwyższymi wartościami pomiaru natężenia bólu. Szczegółowe dane zużycia analgetyków dla doby 0., 1., 2., i 3. przedstawiono w Tabeli 3. W ocenianym okresie zapotrzebowanie na silne opioidowe leki przeciwbólowe w grupie operowanych techniką endoskopową było znamienne większe niż w grupie drugiej. Zależność ta dotyczyła morfiny, natomiast nie była ona statystycznie znacząca dla tramadolu. Ponadto, w grupie 1. brak jest wyraźnego spadku zapotrzebowania na leki opioidowe, jak to można zaobserwować w grupie 2. W 3. dobie po operacji chorzy operowani techniką klasyczną wymagali ponad połowę mniej morfiny niż operowani endoskopowo. Oceniając odrębnie leki nieopiodowe, zauważyć można, że rozkłada się ono podobnie w obu grupach, ponadto wahania zapotrzebowania na te leki zmienia się także w podobny sposób. Oceniono średnie zużycie leków przeciwbólowych na dobę w przeciągu pierwszych 4 dob pooperacyjnych. W grupie operowanych klasyczną techniką Ravitcha, zużycie morfiny było niemal dwukrotnie niższe niż w drugiej grupie (15 mg/dobę vs 28 mg/dobę). Ilość wymaganego ketoprofenu była zbliżona (86,3mg/dobę vs 75,8mg/dobę), podobnie paracetamolu (1993,8 mg/dobę vs 2752,1 mg/dobę). Natomiast zużycie kolejnego leku opioidowego, tramadolu była większa w grupie techniki klasycznej (81 mg/dobę vs 55,8mg/dobę). Aby uniezależnić wyniki od masy ciała chorych, oceniono zużycie leków w przeliczeniu na kilogram masy ciała. Wyniki te przedstawiono w Tabeli 4. Różnice znamienne statystycznie wykazano jedynie dla morfiny, w przypadku pozostałych leków nie były one istotne. Natężenie dolegliwości bólowych mierzono stosując numeryczną

analgesics was significantly higher in the group treated with the endoscopic technique. It was also significantly higher for morphine but was not statistically significant for tramadol. Moreover, no clear decrease in the consumption of opioids was found in Group 1, in contrast to Group 2. On the 3rd post-operative day, the patients who had undergone open surgery required over 50% less morphine than those after an endoscopic procedure. The consumption of non-opioid analgesics and changes in their consumption were similar in both groups. An analysis of mean analgesic consumption per day during the first 4 postoperative days revealed that morphine consumption in the group treated with the Ravitch technique was almost two times lower than in the other group (15 mg per day vs. 28 mg per day). The amount of ketoprofen used was similar (86.3 mg per day vs. 75.8 mg per day) as was paracetamol consumption (1993.8 mg per day vs. 2752.1 mg per day). In contrast, the consumption of another opioid, tramadol, was higher in the open surgery group (81 mg per day vs. 55.8 mg per day). Analgesic consumption was assessed per kg of body weight to obtain results independent of the patient's weight. The results are presented in Table 4. Statistically significant differences were found only for morphine; they were non-significant in the case of the other analgesics. Pain intensity was assessed with a 10-point VAS scale where 0 meant no pain and 10 corresponded to the most intense pain imaginable. It was measured 4 times a day and the mean result per day was calculated. The assessments were carried out on the first four days after surgery. The results are presented in Table 5. In the endoscopic surgery group,

Tab. 3. Dane zużycia analgetyków dla doby 0., 1., 2., i 3

Tab. 3. Analgesic consumption on days 0, 1, 2 and 3 after surgery

| | Op. MIRPE | Op. RAVITCH |
|--------------------|-----------------------|------------------|
| | Doba 0 / Day 0 | |
| MF / Morphine (mg) | 46.4 (8-90) | 28.4 (10-52) |
| Ketonal (mg) | 106 (50-150) | 127 (50-200) |
| Paracetamol (mg) | 2708 (1000-4000) | 2183 (200-4000) |
| Tramadol (mg) | 77 (30-125) | 154 (87-200) |
| | Doba 1 / Day 1 | |
| MF / Morphine (mg) | 26.8 (5-68.5) | 17.8 (5-48) |
| Ketonal (mg) | 114.6 (50-150) | 171.1 (50-300) |
| Paracetamol (mg) | 2658 (400-4000) | 21667 (500-4000) |
| Tramadol (mg) | 150.8 (75-300) | 157.9 (25-350) |
| | Doba 2 / Day 2 | |
| MF / Morphine (mg) | 21.1 (2.5-49) | 12.1 (5-30) |
| Ketonal (mg) | 125 (50-300) | 170 (50-300) |
| Paracetamol (mg) | 2983 (300-5000) | 2277 (1000-4000) |
| Tramadol (mg) | 180 (50-300) | 109.4 (25-200) |
| | Doba 3 / Day 3 | |
| MF / Morphine (mg) | 24.2 (5-63) | 11.5 (5-20) |
| Ketonal (mg) | 106.3 (50-200) | 187.5 (100-300) |
| Paracetamol (mg) | 2900 (400-5000) | 2875 (1500-4000) |
| Tramadol (mg) | 120 (50-200) | 116.7 (50-200) |

Tab. 4. Średnia ilość zużytych leków przeciwbólowych (mg) w pierwszych czterech dobach po operacji w przeliczeniu na kilogram masy ciała

Tab. 4. Mean intake of analgesics (mg per kg of body weight) in the first four days following surgery

| | Op. MIRPE | Op. RAVITCH |
|--|-----------|-------------|
| MF / (mg/kg m.c.)* | | |
| Morphine (mg/kg of body weight) | 0.52 | 0.25 |
| Ketoprofen (mg/kg m.c.) (mg/kg of body weight) | 1.41 | 1.43 |
| Paracetamol (mg/kg m.c.) (mg/kg of body weight) | 51.15 | 33.01 |
| Tramadol (mg/kg m.c.) (mg/kg of body weight) | 1.04 | 1.34 |

*p<0.05

Tab. 5. Natężenie dolegliwości bólowych mierzone wizualną skalą numeryczną w pierwszych czterech dobach po operacji

Tab. 5. Pain intensity according to a VAS scale in the first four days following surgery

| | Op. MIRPE | Op. RAVITCH |
|-----|-----------------------|-------------|
| | Doba 0 / Day 0 | |
| VAS | 5.5 (3-10) | 4.8 (0-9) |
| | Doba 1 / Day 1 | |
| VAS | 4.6 (0-9) | 3.6 (0-8) |
| | Doba 2 / Day 2 | |
| VAS | 3.6 (0-8) | 3.4 (0-9) |
| | Doba 3 / Day 3 | |
| VAS | 3.2 (0-8) | 2.9 (0-8) |

skalę o wartościach od 0 do 10, gdzie cyfra 0 oznaczała brak bólu, a 10 – największy ból możliwy do wyobrażenia. Pomiar wykonywano cztery razy na dobę, następnie obliczono średnią wyniku na dobę. Badania prowadzono w pierwszych czterech dobach po operacji. Wyniki te przedstawiono w Tabeli 5. Chorzy operowani techniką minimalnie inwazyjną prezentowali nieco wyższe wartości natężenia bólu, jednak różnica ta nie była istotna statystycznie. W obu grupach najwyższe wartości zanotowano w dobie 0., podobnie też w obu grupach dolegliwości zmniejszały się w kolejnych dobach, tak, aby w dobie 3. być na niemal takim samym poziomie. Należy przypomnieć, że chorzy z grupy operowanej techniką MIRPE wymagali dwukrotnie więcej silnych opioidowych leków przeciwbólowych i mimo tego natężenie bólu było wyższe niż w drugiej grupie.

DYSKUSJA

Przebieg operacji endoskopowej i „otwartej” różni się: czas zabiegu i utrata krwi w ocenianym materiale były wyższe u chorych operowanych techniką Ravitch (odpowiednio 163 min. vs. 65,4 min. i 229 ml vs. 5 ml). W literaturze znajduje to swoje potwierdzenie. Fonkalsrud wykazał czas zmodyfikowanej operacji Ravitcha 212 minut wobec 72 minut dla operacji endoskopowej [21]. Boehm ocenił średnią utratę krwi na 175 ml w technice minimalnie inwazyjnej i 380 ml w otwartej [22]. Wynika to z założeń obu technik. Dostęp endoskopowy pozwala na minimalną utratę krwi, ponadto ilość manewrów wyko-

pain intensity was slightly higher, but this difference was not statistically significant. In both groups, the highest values were recorded on day 0 and the pain decreased in the following days so that on day 3 the pain levels were similar. It should be remembered that even though the patients from the MIRPE group received twice as much strong opioid analgesics, pain intensity was still higher in Group 1 than in the other group.

DISCUSSION

The course of an endoscopic and open procedure is different. In our study, the duration of surgery and blood loss were higher in those treated with the Ravitch technique (the respective values were 163 minutes vs. 65.4 minutes and 229 ml vs. 5 ml). The literature confirms this, as shown by Fonkalsrud, who reported the duration of a modified Ravitch procedure and endoscopic surgery to be 212 minutes and 72 minutes, respectively [21]. Boehm assessed the mean blood loss at 175 ml for a minimally invasive procedure and 380 ml for open surgery [22]. This results from the nature of these techniques: an endo-

nywanych przez operatora jest też w tej technice mniejsza. Czas hospitalizacji pooperacyjnej w materiale klinicznym był nieco niższy wśród operowanych techniką Ravitcha (7,1 dnia vs. 9 dni). Fonkalsrud wykazuje jeszcze większą różnicę na korzyść operacji otwartej (2,9 dnia vs. 6,5 dnia), podobne wyniki uzyskali Molik czy Boehm [19,21-23]. Przyczyną tego może być ostrożniejsze uruchamianie chorych po operacji endoskopowej ze względu na mniej stabilne osadzenie płyty oraz dłuższy okres stosowania silnej analgezji w warunkach szpitalnych. Dłuższy czas hospitalizacji związany też może być z większą liczbą wczesnych powikłań wśród operowanych metodą Nussa. W prezentowanym materiale u 25% pacjentów obecne były powikłania płucne w postaci odmy opłucnowej bądź wysięku w jamie opłucnowej. Komplikacje te są typowe dla techniki zamkniętej, a ich częstość wynosi od 10 do 50% [16,24,25]. Innym typowym powikłaniem, którego nie obserwowano w analizowanym materiale, jest przemieszczenie płyty. Częstość jest zależna od techniki stabilizacji płyty i po jej pewnych modyfikacjach spadła z 12% na 1% [27]. Bez względu na stosowaną technikę operacyjną zdecydowana większość chorych oceniała pozytywnie wynik leczenia (85% gr. 1 i 90% gr. 2). Wyższa liczba komplikacji nie wpłynęła istotnie na ocenę subiektywną chorych. W wielu opracowaniach wykazano, że stopień zadowolenia z operacji, bez względu na jej technikę, jest niemal taki sam [16,21,27]. Czynnikiem, który obniża tę ocenę jest nawrót deformacji po operacji Nussa bądź niepełna korekcja w technice Ravitcha. Tak też było w badanej grupie [28]. Wysoki wskaźnik Hallera w badaniu pooperacyjnym obecny był u tych chorych, którzy nie wyrażali zadowolenia z wyniku operacji. Brak jest w piśmiennictwie doniesień analizujących precyzyjnie przebieg okresu pooperacyjnego, ze szczególnym uwzględnieniem zapotrzebowania na leki analgetyczne i regularną oceną natężenia bólu. Antonoff czy Lam podkreślają, że natężenie dolegliwości bólowych w operacji minimalnie inwazyjnej jest większe, nie posiłkują się jednak danymi liczbowymi [23,27]. Także Molik i Fonkalsrud zauważają, że chorzy operowani metodą Nussa wymagają dużych dawek analgetyków podawanych zewnętrżo i kilkudniowego dożylnego podawania silnych leków opioidowych [19,21]. Papic w niedawno opublikowanej analizie ocenił zużycie analgetyków opioidowych po operacji klatki piersiowej lejkowatej techniką otwartą i endoskopową, konkluduje także, że zapotrzebowanie jest większe wśród chorych operowanych techniką Nussa [17]. Jednak oceniane przez niego grupy nie są jednorodne, wiek operowanych techniką Ravitch był wyższy, ponadto

scopic approach allows for minimum blood loss and is associated with a lower number of manoeuvres by the operator. The duration of hospital stay after surgery was slightly shorter in the patients treated with the Ravitch technique (7.1 days vs. 9 days). Fonkalsrud reported an even more pronounced difference in favour of open surgery (2.9 days vs. 6.5 days) and similar results were obtained by Molik and Boehm [19,21-23]. This may be caused by more cautious patient mobilisation after an endoscopic procedure due to less stable bar positioning and a longer period of using strong analgesics in the hospital. Longer duration of hospital stay may also be associated with a higher number of early complications among patients treated with the Nuss technique. In our study, 25% of the patients had pulmonary complications in the form of pneumothorax or pleural effusion. These complications are typical of the closed technique and the complication rate is 10% to 50% [16,24,25]. Another typical complication, bar displacement, was not recorded in our study. The incidence of bar displacement depends on the technique of bar stabilisation; consequently, following certain modifications, the incidence has decreased from 12% to 1% [27]. Regardless of the surgical technique, the vast majority of patients rated their treatment outcomes positive (85% in Group 1 and 90% in Group 2). The higher number of complications did not have a statistically significant influence on the subjective patient assessment. Many studies have shown that the level of satisfaction with surgery is nearly the same regardless of the technique [16,21,27]. Patient satisfaction is decreased by recurrence of the deformity after Nuss surgery or incomplete correction in the Ravitch procedure, which was also the case in our study group [28]. A high postoperative Haller index was found in those patients who were not satisfied with the outcome of the surgery. There are no publications presenting a detailed analysis of the course of the postoperative period with particular regard to analgesic consumption and regular pain intensity assessment. Antonoff or Lam stress that pain intensity in the case of an endoscopic procedure is higher, but do not support this claim with numerical data [23,27]. Molik and Fonkalsrud also point out that patients after Nuss surgery require large doses of epidural analgesia and several days of intravenous administration of strong opioids [19,21]. A recent study by Papic assessed the intake of opioid analgesics after open vs. endoscopic PE surgery and concluded that the consumption was larger in those after Nuss surgery [17]. However, the groups assessed in his study were not homogeneous (the age of the patients treated with the Ravitch technique was higher), no uni-

nie stosowano jednolitego protokołu analgezji pooperacyjnej, nie oceniano także subiektywnego wyniku leczenia. Zauważa także, że zapotrzebowanie na leki przeciwbólowe nie koreluje z wyjściową wielkością deformacji mierzoną na podstawie wskaźnika Hallera. W ocenianej grupie także nie uzyskano takiej korelacji. Wobec tak nasilonych dolegliwości bólowych po operacji minimalnie inwazyjnej, wielu autorów sugeruje stosowanie analgezji regionalnej w postaci cewnika zewnątrzoponowego jako standardu [29,30]. Walaszczyk i wsp. porównują skuteczność analgezji regionalnej, zewnątrzoponowej, z podskórnym podawaniem morfiny [31]. Przedmiotem ich badań była grupa chorych leczona techniką MIRPE, nie analizowano chorych leczonych techniką „otwartą”. Autorzy wykazali większą skuteczność dla analgezji zewnątrzoponowej. Z kolei St Peter i wsp. podważają skuteczność stosowania cewników zewnątrzoponowych na rzecz terapii dożylnych [32]. Ghionzoli i wsp., prezentując własną strategię walki z bólem pooperacyjnym dowodzą, że najkorzystniejszy efekt osiąga się przez połączenie terapii zewnątrzoponowej, dożylnych i dodatkowo benzodiazepin, które mają mieć synergistyczne działanie z lekami opioidowymi [33]. Oceniając literaturę brakuje zatem jednolitej koncepcji analgezji pooperacyjnej dla operacji endoskopowej. Liczba publikacji na ten temat świadczy o tym, że ból jest istotnym problemem w operacji MIRPE. Potwierdza to także ta praca. W przedstawionym materiale wartość natężenia bólu była w obu grupach zbliżona (5,3 vs. 4,8), przy czym ilość użytych silnych leków opioidowych w grupie leczonej techniką MIRPE była dwukrotnie większa.

WNIOSKI

1. Metody Ravitch i MIRPE są skuteczne w leczeniu deformacji lejkowatej klatki piersiowej.
2. Technika MIRPE wiąże się z większym nasileniem dolegliwości bólowych w okresie pooperacyjnym.
3. W przypadku stosowania techniki MIRPE korzystne może być stosowanie zróżnicowanych metod analgezji jak cewnik zewnątrzoponowy czy dołączenie leków działających synergistycznie z opioidami.
4. Wybierając metodę leczenia należy zapoznać pacjentów z odmiennym przebiegiem okresu pooperacyjnego dla obu technik.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Brochhausen C, Turial S, Müller FK, et al. Pectus excavatum: history, hypotheses and treatment options. *Interact Cardiovasc Thorac Surg* 2012; 14: 801-6.
2. Kelly RE Jr, Lawson ML, Paidas CN, Hruban RH. Pectus excavatum in a 112-year autopsy series: anatomic findings and the effect on survival. *J Pediatr Surg* 2005; 40: 1275-8.
3. Ravitch MM. Repair of pectus excavatum in children under 3 years of age: a twelve year experience. *Ann Thorac Surg* 1977; 23: 301.

form postoperative analgesic protocol was used and subjective treatment results were not evaluated. Pappic also points out that the need for analgesics does not correlate with the baseline degree of deformity as measured with the Haller index. Our study group also showed no such correlation. Due to the high pain intensity after endoscopic surgery, many authors suggest routinely using regional analgesia in the form of an epidural catheter [29,30]. Walaszczyk et al. compared the effectiveness of regional and epidural analgesia with subcutaneous morphine administration [31]. The authors studied patients treated with MIRPE and did not analyse the outcomes of open surgery. The study showed a higher effectiveness of epidural analgesia. In turn, St Peter et al. question the effectiveness of epidural catheter use and suggest intravenous therapy [32]. Ghionzoli et al. presented their own strategy of postoperative pain control and argued that the combined use of epidural analgesia, intravenous analgesia and benzodiazepines, which are supposed to be synergistic with opioids, is the most beneficial [33]. Therefore, the literature does not provide a uniform pattern of postoperative analgesia for endoscopic surgery. The number of publications on the subject indicates that pain is an important problem in MIRPE procedures. This is confirmed by the present paper as pain intensity was similar in both groups (5.3 vs. 4.8), with the consumption of opioid analgesics in the MIRPE group being twice as high.

CONCLUSIONS

1. The Ravitch and MIRPE techniques are effective in the treatment of pectus excavatum.
2. The MIRPE technique is associated with higher pain intensity in the postoperative period.
3. In MIRPE patients, it might be beneficial to use various methods of treating pain such as an epidural catheter or the addition of drugs synergistic with opioids.
4. When deciding on the type of surgery, it is important to advise the patients about the differences in the course of the postoperative period with both techniques.

4. Fonkalsrud EW, Dunn JC, Atkinson JB. Repair of pectus excavatum deformities: 30 years of experience with 375 patients. *Ann Surg* 2000; 231: 443-8.
5. Kotzot D, Schwabegger AH. Etiology of chest wall deformities—a genetic review for the treating physician. *J Pediatr Surg* 2009; 44: 2004-11.
6. Kelly RE Jr, Quinn A, Varela P, Redlinger RE Jr, Nuss D. Dysmorphology of chest wall deformities: frequency distribution of subtypes of typical pectus excavatum and rare subtypes. *Arch Bronconeumol* 2013; 49: 196-200.
7. Kelly RE Jr, Shamberger RC, Mellins RB, et al. Prospective multicenter study of surgical correction of pectus excavatum: design, perioperative complications, pain, and baseline pulmonary function facilitated by internet-based data collection. *J Am Coll Surg* 2007; 205: 205-16.
8. Colombani PM. Preoperative assessment of chest wall deformities. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2009; 21: 58-63.
9. Kubiak R, Habelt S, Hammer J, Hacker FM, Mayr J, Bielek J. Pulmonary function following completion of Minimally Invasive Repair for Pectus Excavatum (MIRPE). *Eur J Pediatr Surg* 2007; 17: 255-60.
10. Malek MH, Berger DE, Housh TJ, et al. Cardiovascular function following surgical repair of pectus excavatum: a meta-analysis. *Chest* 2006; 130: 506-16.
11. Johnson JN, Hartman TK, Pianosi PT, Driscoll DJ. Cardiorespiratory function after operation for pectus excavatum. *J Pediatr* 2008; 153: 359-64.
12. Szydlak S, Jankowska-Szydlak J, Kasprzyk M, et al. An effect of Nuss procedure on lung function among patients with pectus excavatum. *Pol Przegl Chir* 2013; 85: 1-5.
13. Kelly RE Jr, Cash TF, Shamberger RC, et al. Surgical repair of pectus excavatum markedly improves body image and perceived ability for physical activity: multicenter study. *Pediatrics* 2008; 122: 1218-22.
14. Ravitch MM. The operative treatment of pectus excavatum. *Ann Surg* 1949; 129: 429-44.
15. Nuss D, Kelly RE Jr, Croitoru DP, Katz ME. A 10-year review of a minimally invasive technique for the correction of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 1998; 33: 545-52.
16. Nasr A, Fecteau A, Wales PW. Comparison of the Nuss and the Ravitch procedure for pectus excavatum repair: a meta-analysis. *J Pediatr Surg* 2010; 45: 880-6.
17. Papis JC, Finnell SM, Howenstein AM, Breckler F, Leys CM. Postoperative opioid analgesic use after Nuss versus Ravitch pectus excavatum repair. *J Pediatr Surg* 2014; 49: 919-23.
18. Inge TH, Owings E, Blewett CJ, et al. Reduced hospitalization cost for patients with pectus excavatum treated using minimally invasive surgery. *Surg Endosc* 2003; 17: 1609-13.
19. Molik KA, Engum SA, Rescorla FJ, et al. Pectus excavatum repair: experience with standard and minimal invasive techniques. *J Pediatr Surg* 2001; 36: 324-8.
20. Khanna G, Jaju A, Don S, Keys T, Hildebolt CF. Comparison of Haller index values calculated with chest radiographs versus CT for pectus excavatum evaluation. *Pediatr Radiol* 2010; 40: 1763-7.
21. Fonkalsrud EW, Beanes S, Hebra A, Adamson W, Tagge E. Comparison of minimally invasive and modified Ravitch pectus excavatum repair. *J Pediatr Surg* 2002; 37: 413-7.
22. Boehm RA, Muensterer OJ, Till H. Comparing minimally invasive funnel chest repair versus the conventional technique: an outcome analysis in children. *Plast Reconstr Surg* 2004; 114: 668-73.
23. Antonoff MB, Erickson AE, Hess DJ, Acton RD, Saltzman DA. When patients choose: comparison of Nuss, Ravitch, and Leonard procedures for primary repair of pectus excavatum. *J Pediatr Surg* 2009; 44: 1113-8.
24. Fallon SC, Slater BJ, Nuchtern JG, et al. Complications related to the Nuss procedure: minimizing risk with operative technique. *J Pediatr Surg* 2013; 48: 1044-8.
25. Coelho Mde S, Silva RF, Bergonse Neto N, et al. Pectus excavatum surgery: sternochondroplasty versus Nuss procedure. *Ann Thorac Surg* 2009; 88: 1773-9.
26. Kelly RE, Goretsky MJ, Obermeyer R, et al. Twenty-one years of experience with minimally invasive repair of pectus excavatum by the Nuss procedure in 1215 patients. *Ann Surg* 2010; 252: 1072-81.
27. Lam MW, Klassen AF, Montgomery CJ, LeBlanc JG, Skarsgard ED. Quality-of-life outcomes after surgical correction of pectus excavatum: a comparison of the Ravitch and Nuss procedures. *J Pediatr Surg* 2008; 43: 819-25.
28. Kang CH, Park S, Park IK, Kim YT, Kim JH. Long-term Surveillance Comparing Satisfaction between the Early Experience of Nuss Procedure vs. Ravitch Procedure. *Korean J Thorac Cardiovasc Surg* 2012; 45: 308-15.
29. Futagawa K, Suwa I, Okuda T, et al. Anesthetic management for the minimally invasive Nuss procedure in 21 patients with pectus excavatum. *J Anesth* 2006; 20: 48-50.
30. Soliman IE, Apuya JS, Fertal KM, Simpson PM, Tobias JD. Intravenous versus epidural analgesia after surgical repair of pectus excavatum. *Am J Ther* 2009; 16: 398-403.
31. Walaszczyk M, Knapik P, Misiolek H, Korlacki W. Epidural and opioid analgesia following the Nuss procedure. *Med Sci Monit* 2011; 17: 81-6.
32. St Peter SD, Weesner KA, Sharp RJ, et al. Is epidural anesthesia truly the best pain management strategy after minimally invasive pectus excavatum repair? *J Pediatr Surg* 2008; 43: 79-82.
33. Ghionzoli M, Brandigi E, Messineo A, Messeri A. Pain and anxiety management in minimally invasive repair of pectus excavatum. *Korean J Pain* 2012; 25: 267-71.

Liczba słów/Word count: 6499

Tabele/Tables: 5

Ryciny/Figures: 0

Piśmiennictwo/References: 33

Adres do korespondencji / Address for correspondence

dr n. med. Tomasz Potaczek

34-500 Zakopane, ulica Balzera 15

tel. 182022133, email: tomaszpotaczek@gmail.com, sekretariat@klinika.net.pl

Otrzymano / Received

18.04.2015 r.

Zaakceptowano / Accepted

02.11.2015 r.