

Zaangażowanie Autorów

- A – Przygotowanie projektu badawczego
B – Zbieranie danych
C – Analiza statystyczna
D – Interpretacja danych
E – Przygotowanie manuskryptu
F – Opracowanie piśmiennictwa
G – Pozyskanie funduszy

Author's Contribution

- A – Study Design
B – Data Collection
C – Statistical Analysis
D – Data Interpretation
E – Manuscript Preparation
F – Literature Search
G – Funds Collection

**Mirosław Jabłoński^(A,D,E), Mieczysław Gorzelak^(A,B,E),
Paweł Kuczyński^(C,F), Jarosław Piasecki^(B),
Karolina Turzańska^(B,C,D,E,F)**

Klinika Ortopedii i Rehabilitacji, AM, Lublin
Department of Orthopaedics and Rehabilitation, Lublin Medical University, Poland

Minimalizacja tylnego dostępu chirurgicznego do stawu biodrowego podczas protezoplastyk – ograniczenia i zagrożenia

Less invasive posterior surgical approach for hip joint replacement – complications and limitations

Słowa kluczowe: protezoplastyka stawu biodrowego, dostęp operacyjny, chirurgia mało inwazyjna
Key words: total hip replacement, surgical approach, less invasive surgery

STRESZCZENIE

Wstęp. Celem pracy jest analiza trudności i powikłań podczas osadzenia elementów protez stawów biodrowych przy zmniejszonym tylnym dostępie operacyjnym, z użyciem standardowego instrumentarium.

Material i metody. Prospektywnej analizie poddano materiał kliniczny 85 osób (47 kobiet i 38 mężczyzn), w wieku od 22 do 87 lat (śr. 65,6 ± 10,4). U 7 pacjentów zabieg wykonano obustronnie. Protezoplastyki bezcementowe zastosowano w 44 przypadkach. Wskaźnik masy ciała (BMI) operowanych wahał się od 22 do 36 (78-104 kg), a długość rany operacyjnej od 6,5 do 14 cm śr. 9,8 ± 1,3 cm. Długość rany operacyjnej sięgała 14 cm u 6 osób ze wskaźnikiem BMI 35-36. Zabieg wykonywano w ułożeniu na boku, posługując się możliwie ograniczonym dostępem tylnym. Po starannej koagulacji naczyń krwionośnych, okrążających od tyłu podstawę szyjki kości udowej, przecinano ścięgna mięśni zasłonowych i bliźniaczych oraz tylną część torebki stawowej możliwie blisko przyczepu udowego („T”), co umożliwiło tylne zwiczenie stawu. Dalsze etapy zabiegu wykonywano w sposób typowy, zwracając jednak szczególną uwagę na ochronę ścięgna mięśnia gruszkowatego, a jego ciągłość sprawdzano po repozycji sztucznego stawu.

Wyniki. Dwukrotnie odnotowano uszkodzenie mięśnia gruszkowatego, pięciokrotnie wystąpiło uporczywe krwawienie z naczyń okrążających podstawę szyjki. Przejściowy pooperacyjny niedowład mięśni strzałkowych i prostowników grzbietowych stopy operowanej kończyny, związany zapewne z rozciągnięciem nerwu kulszowego w połu operacyjnym, zaobserwowano u 4 osób. W jednym przypadku wystąpiło spiralne złamanie bliższej części trzonu kości udowej. Nie odnotowano istotnych nieprawidłowości osadzenia elementów protez. Śródogłębne straty krwi wynosiły średnio 400 ml. Nie obserwowaliśmy zwiczeń ani zakażeń.

Wnioski. Nasze obserwacje serii 85 protezoplastyk wskazują na zasadność rozsądnego ograniczania rozległości tylnego dostępu do stawu biodrowego. W naszym materiale zwraca uwagę względnie duża częstość występowania przejściowych niedowładów części strzałkowej nerwu kulszowego. Z pewnością wprowadzenie odpowiedniego instrumentarium oraz nabycie doświadczenia zmniejszy w przyszłości narażenie nerwu kulszowego na rozciąganie w ranie operacyjnej.

SUMMARY

Background. We attempted to analyse the difficulties and risks of complications associated with total hip replacement using a limited posterior approach and standard instrumentation.

Material and methods. A series of 85 consecutive cases (47 females and 38 males; age range 22-87 years; mean age: 65.6 ± 10.4) of total hip replacement using a modified Gibson approach were analyzed prospectively. Bilateral surgery was performed in 7 patients. There were 44 non-cemented arthroplasties. Body mass index varied from 22 to 36 (body weight 78-104 kg) and the length of the operative wound varied from 6.5 to 14 cm (mean 9.8 ± 1.3 cm). The wound was 14 centimeters long in six subjects with a BMI of 35-36. The procedure was performed in a lateral decubitus position using an appropriately limited posterior approach. After careful coagulation of blood vessels surrounding the base of the femoral head posteriorly, the obturator and gemelli tendons and the posterior part of the joint capsule were cut through as close to the femoral attachment (T) as possible. This made it possible to dislocate the joint posteriorly. Further stages of the procedure were performed in a typical manner, with special attention paid to the preservation of the tendon of the piriformis muscle. Continuity of the muscle was re-examined following the reposition of the artificial joint.

Results. Two injuries to the piriform tendon were observed. Persistent bleeding from vessels surrounding the femoral neck base occurred in 5 patients while in four others there was transient paresis of the peroneal muscles and dorsal extensors of the ipsilateral foot, probably caused by extension of the sciatic nerve. There was one oblique fracture of the proximal femoral shaft. We did not observe significant errors in postoperative joint geometry. Mean intraoperative blood loss was 400 ml. We did not note postoperative dislocations or infections.

Conclusions. On the basis of our observations of a series of 85 patients, minimizing the extent of the posterior surgical approach for hip joint replacement seems an attractive alternative to the classical extensive technique. Our material reveals a relatively high incidence of transient paresis of the peroneal part of the sciatic nerve. The introduction of appropriate instrumentation and the accumulation of experience will certainly decrease the risk of extension of the sciatic nerve in the operative wound.

Liczba słów/Word count: 3389

Tabele/Tables: 0

Ryciny/Figures: 2

Piśmiennictwo/References: 15

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Dr hab. Mirosław Jabłoński
Klinika Ortopedii i Rehabilitacji
20-954 Lublin, ul. Jaczewskiego 8, tel./fax: (0-81) 724-41-84, e-mail: furjab@rubikon.pl

Otrzymano / Received 24.08.2006 r.
Zaakceptowano / Accepted 09.11.2006 r.

WSTĘP

Tendencja do oszczędzającego tkanki zmniejszania urazu okołoperacyjnego, jednak z zachowaniem pełnej kontroli wzrokowej rany, powinna być naturalnym zachowaniem chirurga. Z zasady każde przecięcie powłok i głębiej położonych tkanek należy wykonać z pełną wyobraźnią przestrzenną i świadomością zagrożeń uszkodzenia sąsiadujących, istotnych czynnościowo struktur.

Od czasu wprowadzenia artroskopii, w połowie lat 70-tych przez japońskiego chirurga Watanabe, możliwe stały się interwencje wewnątrz organizmu pod kontrolą wzroku, jednak pośrednio, przy zastosowaniu instrumentarium w postaci wziernika [1]. Okres ten rozpoczął minimalizację dostępu operacyjnych w chirurgii.

Protezooplastyka stawu biodrowego wykonywana poprawnie w tradycyjny sposób zapewnia zwykle wieloletni dobry wynik czynnościowy. Mimo, iż bez wątpienia zasadna jest tendencja do zmniejszania rozległości cięcia skórno-mięśniowego to w sposób oczywisty napotyka się granice takiego postępowania. Ponadto łatwo także wyobrazić sobie rozległość szkód operacyjnych podczas nauki kolejnych etapów protezooplastyki wykonywanej przez osoby mało wprawne przy niedostatecznym wglądzie w ranę operacyjną. Przed operowaniem „po omacku” przestrzegają niekwestionowane autorytety ortopedii operacyjnej [2].

Celem pracy jest przedstawienie własnych doświadczeń – pod kątem przede wszystkim odnotowanych powikłań – podczas serii kolejnych 85 protezooplastyk stawów biodrowych wykonywanych z założeniem zmniejszenia tylnego dostępu operacyjnego.

Autorom towarzyszyło przekonanie o korzyściach wynikających ze zmniejszenia rany operacyjnej (potencjalnie mniejsza strata krwi, mniejsze dolegliwości bólowe w okresie okołoperacyjnym, szybsze uruchamianie, efekt kosmetyczny).

MATERIAŁ I METODY

Analizie poddano materiał kliniczny 85 osób (47 kobiet i 38 mężczyzn), w wieku od 22 do 87 lat (śr. 65,6 ± 10,4), leczonych wszczepieniem sztucznego stawu z powodu zaawansowanych zmian zniekształcających. U 7 pacjentów zabieg operacyjny wykonano obustronnie. Protezooplastyki bezcementowe zastosowano w 44 przypadkach. Wskaźnik masy ciała (BMI) operowanych wahał się od 22 do 36 (78-104 kg), a długość rany operacyjnej od 5,6 cm do 14 cm (śr. 9,8 ± 1,3 cm). Długość rany operacyjnej sięgała 14 cm u 6 osób ze wskaźnikiem BMI 35-36.

Zabieg wykonywano w ułożeniu na boku, posługując się możliwie ograniczonym dostępem tylnym [3]. Po przecięciu skóry i tkanki podskórnej ku tyłowi od krętarza większego, a następnie od kaletki krętarzowej w linii cięcia powięzi pośladowej zgodnie z przebiegiem włókien mięśnia pośladowego wielkiego odsłaniano w bliższej części rany ścięgno mięśnia gruszkowatego, a w środkowej ścięgna krótkich mięśni rotujących zewnątrz (mięśnie bliźniacze i zasłonowe). Przed przecięciem ścięgien mięśni ro-

BACKGROUND

A surgeon should aim to reduce perioperative injury in order to preserve tissues, which, however, should not affect visual inspection of the wound at any time during the operation. In principle, every incision of integuments and deeply located tissues should be performed with spatial imagination and awareness of risks related to possible injuries of adjacent functionally important structures.

Following the introduction of arthroscopy in the mid-1970's by Watanabe, a Japanese surgeon [1], surgery of internal structures under indirect visual control via an endoscope became possible. This was the beginning of the era of less invasive approaches in surgery.

Traditional techniques of total hip replacement, if performed properly, usually ensure a good long-term functional outcome. Although the tendency towards reducing the extent of skin incision is justified, it obviously has its limitations. Furthermore, we can easily imagine how extensive operative injuries can be inflicted by an inexperienced operator learning to perform the successive stages of a joint replacement procedure using the minimally invasive technique due to insufficient visual inspection of the operative wound. Leading authorities on operative orthopaedics [2] warn against operating without adequate visibility of the operating field.

The aim of this paper is to present our experience, mainly with regard to complications, with a series of 85 consecutive procedures of total hip replacement performed to minimize the posterior surgical approach. We were convinced that reducing the operative wound would bring some benefits (e.g. potentially decreased blood loss, reduced pain in the perioperative period, earlier patient mobilisation, and a favourable cosmetic effect).

MATERIAL AND METHODS

The analysis included 85 participants (47 females and 38 males) aged 22-87 (mean age: 65.6 ± 10.4), in whom implantation of an artificial joint was necessary due to severe deformity of the hip joint. Bilateral surgery was performed in 7 patients. There were 44 non-cemented arthroplasties. Body mass index varied from 22 to 36 (body weight 78-104 kg) and the length of the operative wound varied from 5.6 [wcześniej podano 6.4 cm!] to 14 cm (mean 9.8 ± 1.3 cm). The wound was 14 centimeters long in six patients with a BMI of 35-36.

The procedure was performed in a lateral decubitus position using an appropriately limited posterior approach [3]. After skin and subcutaneous tissue were incised posteriorly from the greater trochanter, then from the trochanteric bursa, along the line of incision of the gluteal fascia incision and along the course of the gluteus maximus fibres, the piriform tendon was released in the proximal part of the wound, while the tendons of short external rotator muscles (obturator and gemelli muscles) were released

tujących zewnętrznie udo palpacyjnie identyfikowano ścięgno mięśnia gruszkowatego i mobilizowano je na długości około 3-4 cm (Ryc. 1).

Następnie ścięgno odchyłano ku tyłowi i dogłówno podważką, drugą zakładając pozastawowo na okolicę łuku Adamsa pod mięśniem czworobocznym uda.

Po starannej koagulacji naczyń krwionośnych okrążających od tyłu podstawę szyjki kości udowej, przecinano ścięgna mięśni zasłonowych i bliźniaczych oraz tylną część torebki stawowej możliwie blisko przyczepu udowego („T”), co umożliwiło tylne zwicnięcie stawu. Dalsze etapy zabiegu wykonywano w sposób typowy, zwracając jednak szczególną uwagę na ochronę ścięgna mięśnia gruszkowatego, a jego ciągłość sprawdzano po repozycji sztucznego stawu (Ryc. 2). Podczas zabiegu posługiwano się ssakiem, co umożliwiło szacunkową ocenę utraty krwi.

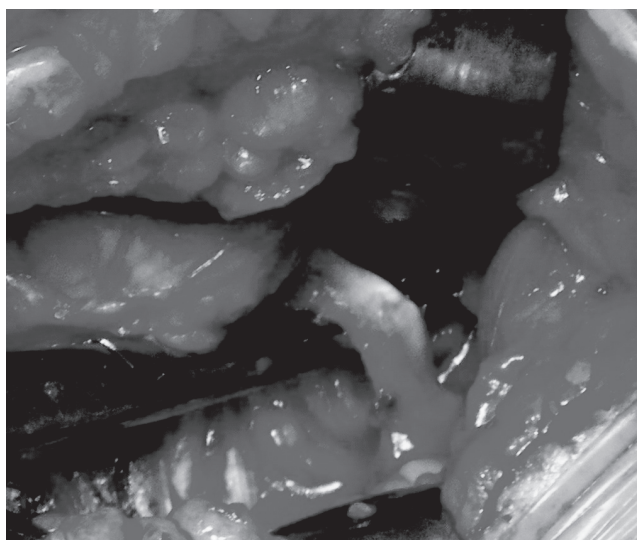
Przebieg pooperacyjny prowadzono w sposób typowy, rozpoczynając pionizację pacjentów po usunięciu drenażu ssącego, zwykle w 3 dniu po operacji. Rutynowo stosowano profilaktykę przeciwzakrzepową preparatami heparyn

in the medial part. Prior to releasing the latter, the tendon of the piriform muscle was identified by palpation and mobilised along about 3-4 cm of its length (Fig. 1).

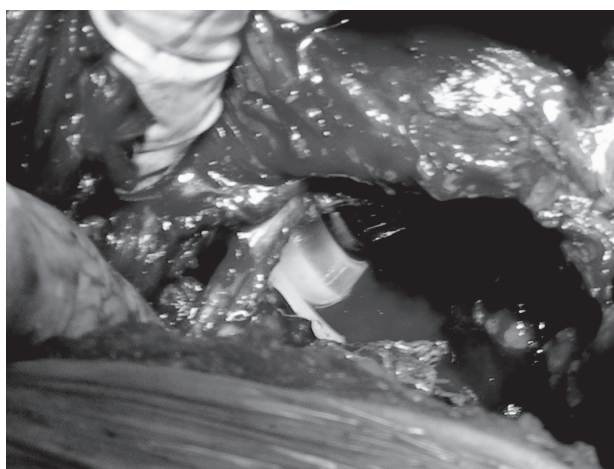
The tendon was then pulled posteriorly and cephalad with an elevator, while another elevator was placed extra-articularly to the Adams' arch area, below the quadriceps muscle of the thigh.

Following careful coagulation of blood vessels surrounding the base of the femoral head posteriorly, the obturator and gemelli tendons and the posterior part of the joint capsule were incised as close to the femoral insertion (T) as possible, enabling posterior dislocation of the joint. Subsequent stages of the procedure were performed in a typical manner, with special attention paid to preserving the tendon of the piriformis muscle. Its continuity was re-examined following the reposition of the artificial joint (Fig. 2). Using an aspirator during the procedure made it possible to estimate the blood loss.

Postoperative management was conducted in a typical manner, with ambulation following the removal of suction



Ryc. 1. W centralnej części rany operacyjnej ścięgno mięśnia gruszkowatego
Fig. 1. The tendon of the piriform muscle is visible in the central part of the operative wound



Ryc. 2. Ścięgno mięśnia gruszkowatego częściowo zasłania endoprotezę od góry i lewej
Fig. 2. The tendon of the piriform muscle is seen partly covering the implanted prosthesis superiorly and on the left

drobnocząsteczkowych oraz podawano antybiotyki (Cephazolin 1x2g).

drainage usually on the third post-operative day. An antibiotic (Cephazolin a single dose of 2 g i.v.) together with antithrombotic prophylaxis with low molecular weight heparins were routinely administered.

TRUDNOŚCI I POWIKŁANIA

Dwukrotnie u osób otyłych przy długości rany operacyjnej sięgającej 14 cm odnotowano uszkodzenie ścięgna mięśnia gruszkowatego w postaci wiotkiego rozciągnięcia i oderwania od przyczepu miednicznego – skutkujące usunięciem wyrwanego mięśnia. Pięciokrotnie wystąpiło uporczywe krwawienie z naczyń okrążających podstawę szyjki (łuk Adamsa), które udało się ostatecznie opanować przez skoagulowanie.

Przejęciowy (kilkutygodniowy) pooperacyjny niedowład mięśni strzałkowych i prostowników grzbietowych stopy operowanej kończyny, związany zapewne z rozciągnięciem nerwu kulszowego w polu operacyjnym, zaobserwowano u 4 osób. Spiralne złamanie trzonu bliższej części kości udowej (zaopatrzone śródoperacyjnie płytą i obwojami kabli) wystąpiło u 1 osoby. W dwu przypadkach z powodu patomorfizmu zmian zniekształcających (biodro protruzyjne oraz rozległa osteofitoza głowy udowej i panewki) zabieg operacyjny przedłużył się do dwu godzin.

DIFFICULTIES AND COMPLICATIONS

Injuries to the piriform tendon (flaccid extension and tearing off from the pelvic insertion) were noted in two obese patients with a 14 centimeter-long operative wound. The torn off muscle was removed. Persistent bleeding from vessels surrounding the base of the femoral neck (Adams' arch) occurred in 5 patients. The bleeding was ultimately controlled by coagulation.

Transient postoperative paresis of the peroneal muscles and dorsal extensors of the ipsilateral foot of a few weeks' duration, probably caused by extension of the sciatic nerve, occurred in 4 patients. There was one oblique fracture (reduced and fixed intraoperatively with a surgical plate and wires) of the proximal femoral shaft. In two patients the procedure was prolonged to two hours due to pathomorphism of the deforming lesions (a protruding hip and extensive osteophytosis of the femoral head and the acetabulum).

WYNIKI

Nie odnotowaliśmy istotnych nieprawidłowości osadzenia elementów protez (kął nachylenia panewki 45 ± 10 stopni, wydłużenie/skrócenie części udowej ± 5 mm). Śródoperacyjne straty krwi wynosiły średnio 400ml. W okresie pooperacyjnym wskazania do przetoczenia krwi wystąpiły w 18 przypadkach. Hospitalizację chodzących już pacjentów kończono między 5 a 12 dniem po operacji. Nie zaobserwowaliśmy zwichnięć ani zakażeń.

RESULTS

We did not observe significant errors in postoperative joint geometry (inclination angle of the acetabulum: 45 ± 10 degrees, lengthening/shortening of the femoral part ± 5 mm). Mean intraoperative blood loss was 400 ml. During the postoperative period, blood transfusion was indicated in 18 patients. Ambulant patients were discharged home between post-operative days 5 and 12. We did not note any postoperative dislocations or infections.

DYSKUSJA

Endoprotezoplastyka stawu biodrowego wymaga jego odsłonięcia, co wiąże się z przecięciem torebki stawowej, zwichnięciem i wycięciem głowy kości udowej z częścią szyjki oraz osadzeniem elementów panewkowego i udowego wszczepu. Dostępy operacyjne umożliwiające taki zabieg biodra można podzielić, ze względu na lokalizację, na przednie, przednio-boczne, ściśle boczne oraz tylnoboczne [2,3,4]. Każdy z nich charakteryzuje się drogą dojścia, wiążącą się z naruszeniem i zagrożeniem określonych struktur okołostawowych.

Podczas protezoplastyk stawów biodrowych z umiarkowanymi zmianami i niewielkim przykurczem zgięciowym biodra od lat posługujemy się w Klinice, podobnie jak to sugeruje Paprosky [6], tylnobocznym modyfikowanym dostępem operacyjnym wg Gibson'a [3]. Występująca w ostatnich latach tendencja do zmniejszania rozległości cięcia

DISCUSSION

Hip arthroplasty requires exposing the hip joint, which involves incising the articular capsule, dislocating and excising the femoral head with a part of the femoral neck and planting the acetabular and femoral parts of the implant. Surgical approaches for hip arthroplasty may be divided according to the site of incision into the following: anterior, anterior-lateral, strictly lateral and posterior-lateral [2,3,4]. Each of them is associated with the possibility of injury of and damage to particular periarticular structures.

For a number of years, in accordance with Paprosky's [6] suggestion, our Department has relied on Gibson's modified posterior-lateral approach [3] for total hip replacement in patients with moderate changes and slight flexion contracture of the hip. The recent tendency towards reducing the length of the skin incision and limiting the incision of deeper-lying tissues [7,8,9,10] has inclined

skórnego oraz ograniczonego przecinania głębiej położonych tkanek [7,8,9,10] skłoniła nas również do zmniejszenia rozległości zabiegu, pod warunkiem jednak stałej kontroli wzrokowej jego wszystkich etapów.

Porównanie przez autorów amerykańskich wczesnych wyników dwu serii pacjentów operowanych z małego dostępu tylnego (<10cm) oraz w sposób tradycyjny [11,12,13] nie wykazało przewagi nowego sposobu operacji pod względem utraty krwi, mniejszego odczynu bólowego czy szybszego powrotu do zdrowia po zabiegach endoprotezoplastyk. Inni autorzy obserwowali natomiast katastrofalne powikłania zabiegu pod postacią fałszywego umiejscowienia sztucznej panewki, nawykowych zwichnięć wszczonego stawu i wielofragmentowego złamania krętarza wielkiego [14]. Autorzy niemieccy [15], na podstawie analizy przebiegu pooperacyjnego serii 76 operowanych pacjentów sformułowali wniosek o względnym bezpieczeństwie operacji protezoplastyki stawów biodrowych z dostępu tylnego o długości 11 cm.

Nasze obserwacje serii 85 protezoplastyk wskazują na zasadność rozsądnego ograniczania rozległości tylnego dostępu do stawu biodrowego jednak w naszym materiale zwraca niewątpliwie uwagę względnie duża częstość występowania przejściowych niedowładów części strzałkowej nerwu kulszowego. Wystąpienie tego powikłania wynikało bez wątpienia z rozciągnięcia tkanek podważką ku tyłowi od tylnego brzegu panewki, gdzie przebiega pień nerwu kulszowego po wyjściu z otworu podgruszkowatego. Warto dodać, że odpowiednia ostrożność śródoperacyjna doprowadziła do wyeliminowania tego zjawiska w serii kolejnych kilkudziesięciu wykonanych ostatnio (2006), a nie poddanych analizie klinicznej, protezoplastyk stawów biodrowych.

WNIOSKI

1. Zmniejszenie tylnego dostępu podczas protezoplastyk stawu biodrowego stanowi atrakcyjną alternatywę dla klasycznego zmodyfikowanego dostępu wg Gibson'a.
2. Szczególnie wskazane jest zachowanie ostrożności podczas preparowania głębszych tkanek i celem zachowania ciągłości ścięgna mięśnia gruszkowatego oraz wykonanie dokładnej hemostazy pod kontrolą wzroku.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Watanabe M. Arthroscopy: the present state. *Orthop Clin North Am.* 1979;10(3):505-22.
2. Ranawat CS, Ranawat AS. A common sense approach to minimally invasive total hip replacement. *Orthopaedics* 2005;28:937.
3. Marcy GH, Fletscher RS. Modification of the posterolateral approach to the hip for insertion of femoral-head prosthesis. *J Bone Joint Surg* 1954;36-A:142-3.
4. Kennon R, Keggi J, Zatorski LE, Keggi KJ. Anterior approach for total hip arthroplasty: Beyond the minimally invasive technique. *J Bone Joint Surg* 2004;86-A:91-7.
5. Swiontkowski MF, Post P. Surgical approaches to the lower extremity. W: Chapman MW. *Operative orthopaedics*. Vol 1. Philadelphia: J.B. Lippincott Company; 1988. str. 47-55.
6. Paprosky W. Posterior approach: Back door in. *Orthopedics* 2005;28:931
7. Berry D. "Minimally Invasive" Total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg* 2005; 87-A:699-700.
8. Inaba Y, Dorr L, Wan Z, Sirianni L, Boutary M. Operative and patient care techniques for posterior mini-incision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res* 2005;441:104-14.

us to reduce the extent of the procedure, provided that adequate visual control be possible throughout the operation.

American authors who compared early results of two series of patients operated on using a limited posterior approach (<10 cm) vs. traditional technique [11,12,13] did not find the novel technique to be superior with respect to blood loss, pain or faster recovery. Other authors have observed catastrophic complications of the procedure namely: a misplaced acetabular cup, habitual dislocations of the implanted joint and comminuted fractures of the greater trochanter [14]. On the basis of an analysis of 76 patients, German authors [15] made a positive conclusion concerning the relative safety of total hip replacement with an 11-centimeter posterior incision.

Our observations of a series of 85 hip replacements indicated that a reasonably limited extent of a posterior approach is rational. However, our experience also revealed a relatively high incidence of transient paresis of the peroneal sciatic nerve. This complication was most probably caused by extending the tissue with an elevator posteriorly from the posterior acetabular margin, where the sciatic nerve trunk passes after coursing through the infrapiriform foramen. It is worth noting that appropriate intraoperative caution led to elimination of this complication during a series of several dozen recent (2006) procedures that, however, has not been subjected to clinical analysis.

CONCLUSIONS

1. Minimizing a posterior approach for hip joint replacement is an attractive alternative to Gibson's modified classical approach.
2. Nevertheless, particular caution should still be recommended during manipulation of deeper-lying tissues. This usually makes it possible to preserve the continuity of the piriform tendon and to carry out haemostasis precisely under visual control.

9. Klein G, Parvizi J, Sharkey P, Rothman R, Hozack W. Minimally invasive total hip arthroplasty: Internet claims made by members of the hip society. *Clin Orthop Relat Res* 2005;441:68-70.
10. Moran C, Sproson E. What's new in orthopaedic surgery. Minimally invasive hip replacement surgery. *Pulse Clin* 2005; 25 June:50.
11. Woolson S, Mow C, Syquia J, Lannin J, Schurman D. Comparison of primary total hip replacements performed with a standard incision or a mini-incision. *J Bone Joint Surg* 2004;86-A:1353-8.
12. Lawlor M, Humphreys P, Morrow E, Ogonda L, Bennett D, Elliott D, Beverland D. Comparison of early postoperative functional levels following total hip replacement using minimally invasive versus standard incisions. A prospective randomized blinded trial. *Clin Reh* 2005;19(5):465-74.
13. Ogonda L, Wilson R, Archbold P, Lawlor M, Humphreys P, O'Brien S, Beverland D. A minimal-incision technique in total hip arthroplasty does not improve early postoperative outcomes. *J Bone Joint Surg* 2005;87-A:701-10.
14. Fehring T, Mason B. Catastrophic complications of minimally invasive hip surgery. *J Bone Joint Surg* 2005;87-A:711-14.
15. Rittmeister M, Peters A. A posterior mini-incision for total hip arthroplasty - results of 76 consecutive cases. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2005;143(4):403-11.