

Wprowadzenie

Uszkodzenia przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia są stosunkowo rzadkie i występują średnio u 1,2 przypadków na 100 000 pacjentów rocznie, stanowiąc jedynie 3% wszystkich uszkodzeń ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia. Najczęściej są to uszkodzenia awulsyjne, niemniej zdarzają się uszkodzenia jednostki mięśniowo-ścięgnistej. Uszkodzenia przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia zdarzają się głównie u mężczyzn w czwartej i piątej dekadzie życia i dotyczą zazwyczaj kończyny dominującej. W większości przypadków są wynikiem nagłego ekscentrycznego skurczu mięśnia dwugłowego ramienia przy przedramieniu ustawionym w zgięciu i supinacji. Jednym z czynników predysponujących do uszkodzenia może być występowanie zmian zwyrodnieniowych w miejscu przyczepu dystalnego mięśnia. Do czynników ryzyka zalicza się również palenie tytoniu, a także stosowanie sterydów anabolicznych i podnoszenie ciężarów. W leczeniu uszkodzeń wykorzystywane jest leczenie nieoperacyjne oraz leczenie operacyjne. Leczenie nieoperacyjne całkowitych lub znacznych częściowych uszkodzeń przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia jest wskazane tylko w przypadku pacjentów w starszym wieku, pacjentów o niewielkim poziomie aktywności fizycznej, ponieważ prowadzi to do znacznego ubytku siły mięśni zginających i supinujących przedramię. Polega przede wszystkim na krótkotrwałym unieruchomieniu stawu łokciowego, działaniu przeciwbólowym, oraz wczesnej mobilizacji stawu łokciowego. Obecnie standardem leczenia ostrych uszkodzeń przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia jest operacyjna anatomiczna reinsertacja uszkodzonego ścięgna do guzowatości kości promieniowej. Niemniej kontrowersyjne pozostają kwestie wyboru pomiędzy pojedynczym i podwójnym dostępem operacyjnym, oraz wyboru najlepszej metody mocowania ścięgna spośród kotwic, tuneli kostnych, śrub interferencyjnych, oraz guzików korowych. Powyższe wątpliwości sprawiają, że nie ma "złotego standardu" w postępowaniu terapeutycznym.

Cel pracy

Na rozprawę doktorską składają się cztery monotematyczne prace.

Praca *Diagnostics and treatment of the distal biceps tendon rupture - current state of knowledge* stanowiła wprowadzenie do tematyki uszkodzeń przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia i metod ich leczenia. W pracy przedstawiono metody diagnostyki i leczenia uszkodzeń przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia w połączeniu z klinicznymi wskazaniem do ich stosowania. Omówiono zalety i wady poszczególnych metod operacyjnych, a także możliwe powikłania pooperacyjne

Kolejna praca *Retrospective Evaluation of Surgical Anatomical Repair of Distal Biceps Brachii Tendon Rupture Using Suture Anchor Fixation* stanowiła podsumowanie doświadczenia w operacyjnym leczeniu uszkodzeń przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia przy wykorzystaniu do mocowania kotwic. Celem pracy była po pierwsze, kliniczna i funkcjonalna ocena kończyny górnej po operacyjnej anatomicznej reinsertacji uszkodzonego przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia za pomocą kotwicy przy uwzględnieniu czasu pooperacyjnego i dominacji kończyny; po drugie, omówienie powikłań pooperacyjnych; i po trzecie, analiza związku pomiędzy wynikami obiektywnej a subiektywnej oceny pacjentów.

Celem pracy *A Retrospective Evaluation of Anatomical Reinsertion of the Distal Biceps Brachii Tendon Using an ACL TightRope® RT with a Titanium Cortical Button and Ultra High Molecular Weight Polyethylene Suture: A Preliminary Report* była wstępna kliniczna i funkcjonalna ocena kończyny górnej po operacyjnej anatomicznej reinsertacji przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia za pomocą ACL TightRope® RT z guzikiem korowym z tytanu i szwem z polietylenu o ultra wysokim ciężarze cząsteczkowym (UHMWPE) oraz analiza powikłań pooperacyjnych.

Podsumowaniem badań nad metodami operacyjnego leczenia uszkodzeń przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia była praca, dotycząca występującego stosunkowo rzadko uszkodzenia nerwu międzykostnego tylnego, niemniej najcięższego powikłania po operacyjnej anatomicznej reinsertacji uszkodzonego przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia, które prowadzi do znacznego ograniczenia czynnościowego. Praca *Surgical*

Management of Distal Biceps Tendon Anatomical Reinsertion Complications: Iatrogenic Posterior Interosseous Nerve Palsy miała na celu analizę możliwych rodzajów uszkodzeń nerwu międzykostnego tylnego jako pooperacyjnej komplikacji po operacyjnej anatomicznej reinsertacji uszkodzonego przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia, a także celem jej była ocena kliniczna pacjentów dwa lata po operacyjnym leczeniu tego typu uszkodzeń nerwu międzykostnego tylnego.

Material i Metody

Badania przeprowadzono zgodnie z wytycznymi Deklaracji Helsińskiej. Wszyscy uczestnicy niniejszych badań zostali poinformowani o celu badania i sposobie jego wykonania. Badania zostały przeprowadzone za zgodą Komitetu Bioetycznego Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu (KB - 515/2016). Pisemne świadome zgody na udział w badaniu zostały podpisane przez wszystkich uczestników.

W pracy *Retrospective Evaluation of Surgical Anatomical Repair of Distal Biceps Brachii Tendon Rupture Using Suture Anchor Fixation* poddano analizie pacjentów po operacyjnej anatomicznej reinsertacji przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia leczonych w Klinice Chirurgii Urazowej i Chirurgii Ręki Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu. Ocena kliniczna i biomechaniczna została przeprowadzona w 2016 roku w Wyższej Szkole Fizjoterapii we Wrocławiu. Do badania zakwalifikowano 23 pacjentów leczonych operacyjnie pomiędzy listopadem 2009 i styczniem 2016, z których 18 zgłosiło się na badanie kontrolne. Średni okres obserwacji wynosił 47 miesięcy. Najkrótszy okres obserwacji wynosił 7 miesięcy, najdłuższy 88 miesięcy, dlatego wyniki analizowano w dwóch grupach chorych: do 24 miesięcy po operacji, oraz powyżej 24 miesięcy. Wyniki pacjentów analizowano również w zależności od kończyny dominującej i niedominującej. We wszystkich przypadkach operowano z pojedynczego dostępu, używającej jednej 5.0 mm tytanowej kotwicy lub dwóch 3.0 mm kotwic (TI-Screw Suture Anchor, The Biomet Sports Medicine, USA). Analizie poddano kliniczną ocenę (badanie palpacyjne, ocenę stabilności stawu łokciowego, pomiar obwodu ramienia, zakres ruchów i pomiary siły przy użyciu aparatu Biodex 3 System) oraz ocenę funkcjonalną przy użyciu kwestionariuszy Mayo Elbow Performance Index, MEPI, Quick Disabilities of the Arm,

Shoulder and Hand, DASH oraz skali oceny bólu Visual Analogue Scale – VAS. Wykonano badania obrazowe radiologiczne i ultrasonograficzne. Wyniki poddano analizie statystycznej.

W pracy *A Retrospective Evaluation of Anatomical Reinsertion of the Distal Biceps Brachii Tendon Using an ACL TightRope® RT with a Titanium Cortical Button and Ultra High Molecular Weight Polyethylene Suture: A Preliminary Report* oceniono pacjentów po operacyjnej anatomicznej reinsertacji przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia leczonych w Centrum Medycznym eMKamed we Wrocławiu w latach 2015-2016 przy wykorzystaniu w nowych wskazaniach implantu ACL TightRope® RT z guzikiem korowym z tytanu oraz szwem z polietylenu o ultra wysokim ciężarze cząsteczkowym (UHMWPE). Badanie kontrolne przeprowadzono w 2016 roku w Wyższej Szkole Fizjoterapii we Wrocławiu. Z 6 osobowej grupy poddanych leczeniu operacyjnemu na badanie zgłosiły się 3 osoby. Średni okres obserwacji wynosił $46,81 \pm 40,76$ tygodnie, od 15 do 93 tygodni. W leczeniu operacyjnym stosowano pojedynczy dostęp. Badanie kontrolne obejmowało: kliniczną ocenę (badanie palpacyjne, ocenę stabilności stawu łokciowego, pomiary obwodu ramienia, zakres ruchów i pomiary siły przy użyciu aparatu Biodex 3 System) oraz ocenę funkcjonalną przy użyciu kwestionariuszy Mayo Elbow Performance Index (MEPI), Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) oraz skali oceny bólu Visual Analogue Scale (VAS). Wykonano badania obrazowe radiologiczne i ultrasonograficzne. Wyniki poddano analizie statystycznej.

W pracy *The Surgical Management of Distal Biceps Tendon Anatomical Reinsertion Complications: Iatrogenic Posterior Interosseous Nerve Palsy* przebadano siedmiu pacjentów u których wykonano rewizyjne zabiegi leczenia nerwu międzykostnego tylnego po anatomicznej reinsertacji przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia, skierowanych do leczenia w Uniwersyteckim Szpitalu Klinicznym we Wrocławiu, jako centrum leczenia uszkodzeń nerwów obwodowych. Grupę badanych stanowili tylko mężczyźni, operowani w latach 2005-2015. Analizowano protokoły operacyjne z pierwszych operacji wykonywanych poza ośrodkiem przeprowadzenia zabiegów rewizyjnych, badanie kliniczne przedoperacyjne, obraz śródoperacyjny, badanie elektroneurograficzne i elektromiograficzne. Pooperacyjne badanie kontrolne wykonano po 2 latach. Ocena kliniczna obejmowała system Medical Research Council (MRC): M0 (brak skurczu), M1 (skurcz w mięśniach proksymalnych do uszkodzenia), M2 (skurcz w mięśniach proksymalnych do uszkodzenia i pojedynczych poza miejscem

uszkodzenia), M3 (skurcz głównych mięśni), M4 (skurcz we wszystkich mięśniach synergistycznych), M5 (całkowity powrót funkcji), Quick DASH przed leczeniem operacyjnym oraz dwa lata po operacji. U wszystkich badanych pacjentów było wykonywane badanie elektroneurograficzne i elektromiograficzne przed operacją jak i po operacji. Ze względu na wykonywanie badań elektroneurograficznych i elektromiograficznych w różnych ośrodkach niemożliwa była analiza statystyczna.

Wyniki

W pracy *Retrospective Evaluation of Surgical Anatomical Repair of Distal Biceps Brachii Tendon Rupture Using Suture Anchor Fixation* w okresie pooperacyjnym stwierdzono u jednej osoby przejściowe zaburzenie czucia. Obwody kończyn ($p = 0.21-1.00$) i ruchomość w stawach ($p = 0.07-1.00$) były porównywalne pomiędzy kończyną operowaną i nieoperowaną. Uzyskane maksymalne momenty sił w warunkach statyki mięśni zginających i supinujących przedramię były porównywalne w obu kończynach ($p = 0.14-0.95$), niemniej u pacjentów z operowaną kończyną dominującą uzyskane wartości operowanej kończyny nie były wyższe niż w nieoperowanej niedominującej kończynie. Uzyskano dobre i bardzo dobre wyniki w skali MEPI ($80.00 \pm 15.00-90.00 \pm 8.66$) ale indywidualna analiza pacjentów wykazała, że wyniki oceny subiektywnej nie zawsze były zbieżne z wynikami obiektywnymi.

W pracy *A Retrospective Evaluation of Anatomical Reinsertion of the Distal Biceps Brachii Tendon Using an ACL TightRope® RT with a Titanium Cortical Button and Ultra High Molecular Weight Polyethylene Suture: A Preliminary Report* pomiary zakresu ruchu, obwodów ramienia i znormalizowanych wartości izometrycznego momentu siły badanych grup mięśniowych były porównywalne w operowanych i nieoperowanych kończynach. Wyniki MEPI ($x = 95,00 \pm 10,42$) i Quick DASH ($x = 8,66 \pm 18,04$) wykazały bardzo dobry powrót funkcji kończyny operowanej. Wyniki VAS wykazały niewielkie dolegliwości bólowe ($x = 3,33 \pm 5,77$ mm). Nie odnotowano powikłań.

W pracy *The Surgical Management of Distal Biceps Tendon Anatomical Reinsertion Complications: Iatrogenic Posterior Interosseous Nerve Palsy* u pięciu chorych stwierdzono ucisk nerwu przez otaczające tkanki miękkie, a w dwóch przypadkach przerwanie

ciągłości nerwu. Analiza wyników przedoperacyjnych ($x = 1,43 \pm 0,53$) i pooperacyjnych ($x=4,71 \pm 0,49$) wykazała istotną statystycznie poprawę ($p < 0,001$) po leczeniu rekonstrukcyjnym. Dodatkowo wyniki oceny funkcjonalnej za pomocą kwestionariusza Quick DASH wykazały istotną statystycznie poprawę ($p < 0,001$) po operacji rewizyjnej ($x = 6,14 \pm 6,86$) w porównaniu z ocenami przedoperacyjnymi ($x = 54,29 \pm 12,05$).

Wnioski

Kompleksowa retrospektywna ocena pacjentów po chirurgicznej anatomicznej reinsertacji przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia z wykorzystaniem mocowania za pomocą kotwicy uzasadnia kliniczne zastosowanie tej metody. Wyniki oceny funkcjonalnej nie zawsze odpowiadają wynikom oceny klinicznej.

Pierwsze doniesienia o wynikach klinicznych i funkcjonalnych po chirurgicznej anatomicznej reinsertacji przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia przy użyciu ACL TightRope® RT z guzikiem tytanowym i szwem o ultra dużej masie cząsteczkowej (UHMWPE) są bardzo zachęcające mimo, że są wynikami wczesnymi na małej grupie pacjentów po okresie jednego roku od operacji.

Uszkodzenia nerwu międzykostnego tylnego jako powikłania pooperacyjnego po chirurgicznej anatomicznej reinsertacji przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia wynikają z mechanicznego ucisku nerwu przez zmiany włókniste lub bezpośredniego uszkodzenia śródoperacyjnego. Dane z dwuletnich badań klinicznych uzasadniają zastosowanie leczenia chirurgicznego rekonstrukcyjnego w jatrogennym uszkodzeniu nerwu międzykostnego tylnego po anatomicznej reinsertacji przyczepu dalszego ścięgna mięśnia dwugłowego ramienia.

Introduction

Ruptures of the distal biceps brachii tendon are relatively infrequent and occur, on average, in 1.2 cases per 100,000 patients per year [1], which amounts to approximately 3% of all biceps tendon injuries [2]. Most often these are avulsion lesions, nevertheless, there are injuries of the muscular-tendon unit. Ruptures to the distal tendon of the biceps muscle occur mainly in men in the fourth and fifth decades of life and usually affect the dominant limb [2]. The ruptures in the vast majority occur during an excessive eccentric contraction of the biceps brachii with the flexed and supinated forearm [3]. One of the factors predisposing to damage may be the occurrence of degenerative changes at the location of the distal muscle attachment. Risk factors also include smoking [1], as well as the use of anabolic steroids and weight lifting [4]. Distal biceps tendon rupture management options include nonoperative or operative treatment. Non-surgical treatment of total or significant partial tendon damage of the distal biceps muscle is indicated only in the case of elderly patients, patients with low levels of physical activity and with a contraindication to surgery [5], because it leads to a significant loss of strength of the muscles flexing and supinating the forearm [6]. Non-surgical treatment is also used in patients with a partial degree of tendon injury. It consists primarily of short-term immobilization of the elbow joint, analgesic treatment and early mobilization of the elbow joint. Currently, the standard for the treatment of acute tendon injuries of the distal biceps muscle is the surgical anatomical re-insertion of the injured tendon for radial bony tuberosity. The best surgical approaches involving single and double incision [7] as well as fixation techniques such as suture anchors [8-10], bone tunnels, interference screws [11, 12], and cortical buttons [13-15] remain debatable issues. The above doubts indicate that there is no so called "golden standard" in terms of surgical treatment of distal biceps tendon ruptures.

Aim of the Study

The doctoral thesis consisted of four monothematic papers.

The review *Diagnostics and treatment of the distal biceps tendon rupture - current state of knowledge* was an introduction to the subject of damage to the tendon of the distal biceps muscle and methods of their treatment. The paper presented diagnostic and therapeutic approaches applied in cases of distal biceps tendon rupture as well as clinical indications to use

them. The advantages and disadvantages of each surgical approach and postoperative complications were also discussed [16].

Consecutively, the *Retrospective Evaluation of Surgical Anatomical Repair of Distal Biceps Brachii Tendon Rupture Using Suture Anchor Fixation* was a summary of the experience in surgical treatment of tendon ruptures of the distal biceps muscle with the use of suture anchors. The aim of the study was three-fold: firstly, to clinically and functionally assess the upper limb after surgical anatomic reinsertion of the distal biceps brachii tendon with the use of suture anchor fixation method with regard to postoperative time and limb dominance; secondly, to feature postoperative complications; and thirdly, to analyse relationships between objective data and subjective outcome scores [17].

The aim of the study *A Retrospective Evaluation of Anatomical Reinsertion of the Distal Biceps Brachii Tendon Using an ACL TightRope® RT with a Titanium Cortical Button and Ultra High Molecular Weight Polyethylene Suture: A Preliminary Report* was a preliminary clinical and functional evaluation of the upper limb after surgical anatomic reinsertion of the distal biceps brachii tendon using an ACL TightRope ® RT with a titanium cortical button and ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE) suture, and to assess postoperative complications [18].

The summary of research on the methods of surgical treatment of distal biceps tendon ruptures was the study concerning uncommon, however the most severe complication of ruptured distal biceps brachii tendon surgical anatomic reinsertion leading to functional limitation, the posterior interosseous nerve palsy (PIN). The study *Surgical Management of Distal Biceps Tendon Anatomical Reinsertion Complications: Iatrogenic Posterior Interosseous Nerve Palsy* investigated possible types of PIN palsy as a postoperative complication of anatomical distal biceps tendon reinsertion, and aimed to clinically assess patients at 2 years after its surgical treatment [19].

Materials and Methods

The research was carried out according to the ethics guidelines and principles of the Declaration of Helsinki. All participants of the present study were informed about the goal of the study and approach to be used. The study was approved by the Bioethics Committee of the Medical

University in Wrocław (KB – 515/2016) and written informed consent forms were signed by all of the participants prior to the study.

The study *Retrospective Evaluation of Surgical Anatomical Repair of Distal Biceps Brachii Tendon Rupture Using Suture Anchor Fixation* included patients who underwent surgical anatomic reinsertion of the distal biceps brachii tendon in the Department and Clinic of Traumatology and Hand Surgery, Medical University in Wrocław. The measurements were performed in 2016 in the Center of Rehabilitation and Medical Education in Wrocław and the College of Physiotherapy in Wrocław. The initial sample consisted of 23 patients who were operated on between November 2009 and January 2016 and contacted for clinical and functional evaluation by phone. The final sample comprised 18 patients who answered the phone and agreed to take part in the study. The mean follow-up was 47 months, ranging from 7 months up to 88 months; thus, for the purposes of data interpretation, the patients were first divided into 2 groups: patients less than 2 years postoperative and patients more than 2 years postoperative. Additionally, among the 2 studied groups, the patients were divided regarding the limb dominance into patients with operated dominant limb and patients with operated nondominant limb. In all studied cases the surgical approach was single-incision, and one 5.0 mm titanium suture anchor or two 3.0 mm titanium anchors (Ti-Screw Suture Anchor, The Biomet Sports Medicine, USA) were inserted. The patients underwent clinical (history and physical examination including inspection, palpation, elbow joint stability evaluation, the measurements of arm circumference, range of motion, and maximal isometric torque of forearm flexors and supinators muscles with the use of the Biodex 3 System) and functional evaluation (Mayo Elbow Performance Index, MEPI), supported by pain assessment (visual analogue scale, VAS). The physical examination was followed by specific diagnostic manoeuvres excluding eventual reinjury of the distal biceps tendon, and diagnostic imaging like radiographs and ultrasound were performed. The results were statistically analysed.

In the study *A Retrospective Evaluation of Anatomical Reinsertion of the Distal Biceps Brachii Tendon Using an ACL TightRope® RT with a Titanium Cortical Button and Ultra High Molecular Weight Polyethylene Suture: A Preliminary Report* the evaluation was performed in patients who underwent surgical anatomic reinsertion of the distal biceps brachii tendon at the eMKaMED Medical Centre in Wrocław, Poland, in the years 2015–2016 using an ACL TightRope® RT. The measurements were performed in 2016 at the College of Physiotherapy in

Wroclaw, Poland and the Center of Rehabilitation and Medical Education in Wroclaw, Poland. The initial sample comprised 6 patients who had undergone anatomical reinsertion of the distal biceps tendon using an ACL TightRope® RT between January 2015 and February 2016 and who had been invited to the evaluation by phone. No females had been diagnosed with distal biceps tendon rupture, so the initial sample consisted only of males. Ultimately, 3 patients agreed to take part in the study. The mean follow-up was 46.81 ± 40.76 weeks, ranging from 15 to 93 weeks. Anatomical reinsertion of the distal biceps tendon was performed using an ACL TightRope® RT with a titanium cortical button and UHMWPE suture. The surgical approach was single-incision. Clinical examination (history, measurements of the active range of forearm motion, arm circumference, the maximum isometric forearm supination and flexion muscle torque), pain evaluation (on a visual analogue scale, VAS) and functional assessment (the Mayo Elbow Performance Index, MEPI, and Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand, DASH) were carried out. Complications were documented. The results were statistically analysed.

The studied sample in the study *Surgical Management of Distal Biceps Tendon Anatomical Reinsertion Complications: Iatrogenic Posterior Interosseous Nerve Palsy* comprised 7 patients who were diagnosed with an iatrogenic PIN palsy following the anatomical reinsertion of a ruptured distal biceps tendon and who had been referred to the academic clinical hospital where the study was carried out as a reference centre of peripheral nervous system injuries management in the years 2005–2015. All of the subjects were males. The information concerning the primary surgery was based on a detailed analysis of the surgery protocols that were made available by the hospitals where the surgery had taken place and medical documentation. The studied patients underwent a comprehensive preoperative evaluation, including a detailed history and physical examination supported by electrophysiological assessment and diagnostic imaging. Postoperative assessments were performed in all cases at two years after the surgical treatments the PIN palsy. Because the PIN is a motor branch of the radial nerve, the patients were assessed using the Medical Research Council (MRC) System for motor recovery. The motor recovery was graded as M0 (no contraction), M1 (contraction in muscles proximal to the lesion), M2 (contraction in muscles proximal and to the lesion), M3 (contraction in all important muscles), M4 (contraction in all muscles acting synergistically), or M5 (complete recovery). The patients were also scored using the Quick Disability of the Arm, Shoulder, and Hand (Quick DASH) questionnaire. In all

cases, preoperative electrodiagnostic that confirmed the lack of PIN conduction were performed. However, as the patients were referred to the clinic from other hospitals, the evaluations were performed in different centres and by using different devices; thus, it was impossible to compare them by statistical analysis.

Results

In the study *Retrospective Evaluation of Surgical Anatomical Repair of Distal Biceps Brachii Tendon Rupture Using Suture Anchor Fixation* in terms of postoperative complications, an isolated case of surgical site sensory disturbances was noted. Circumferences (p-value 0.21–1.00) and range of motion (p-value 0.07–1.00) were similar in the operated and nonoperated limbs. The isometric torque values of muscles flexing and supinating the forearm were comparable in both limbs (p-value 0.14–0.95), but in patients with the operated dominant limb, the mean isometric torque value was not higher than the value obtained in the nonoperated nondominant one. The MEPI indicated good and excellent results (80.00±15.00–90.00±8.66 points), but a detailed individual analysis showed that reported scores were not in line with objectively measured features.

In the study *A Retrospective Evaluation of Anatomical Reinsertion of the Distal Biceps Brachii Tendon Using an ACL TightRope® RT with a Titanium Cortical Button and Ultra High Molecular Weight Polyethylene Suture: A Preliminary Report* the results of the range of motion measurements, arm circumferences and normalized isometric torque values of the muscle groups being studied were comparable in the involved and uninvolved limbs. The MEPI ($x = 95.00 \pm 10.42$) and Quick DASH ($x = 8.66 \pm 18.04$) scores revealed very good results. The VAS results were close to no pain ($x = 3.33 \pm 5.77$ mm). No postoperative complications were noted

In the study *Surgical Management of Distal Biceps Tendon Anatomical Reinsertion Complications: Iatrogenic Posterior Interosseous Nerve Palsy* in five patients the nerve was compressed by hematoma fibrotic changes or biceps brachii muscle, and in two cases the nerve was transected. The comparison of the preoperative ($x=1.43\pm0.53$) and postoperative ($x=4.71\pm0.49$) results of the motor recovery of the PIN demonstrated a statistically significant improvement ($p<0.001$). Moreover, the results of functional assessments with the use of the

Quick DASH questionnaire significantly improved ($p < 0.001$) postoperatively ($x = 6.14 \pm 6.86$) compared to the preoperative evaluations ($x = 54.29 \pm 12.05$).

Conclusions

The results of the comprehensive retrospective evaluation justify the clinical use of suture anchors fixation method in the surgical anatomical reinsertion of a ruptured distal biceps brachii tendon. The assessment of a patient should always report both subjective and objective measures. The results of the functional assessment are not always in line with the clinical evaluation results.

Preliminary comprehensive clinical and functional assessments justify the clinical use of the ACL TightRope® RT in the surgical anatomic reinsertion of the distal biceps brachii tendon. The early results with a small sample an average of one year after surgery were quite encouraging; nevertheless studies with a larger number of cases and longer follow-up are needed.

The PIN palsies as complications of the surgical anatomical reinsertion of ruptured distal biceps brachii tendon resulted from mechanical nerve compression by hematoma fibrotic changes or by the biceps brachii. The second reason for the PIN injury was the direct intraoperative damage during the anatomical reinsertion of the ruptured distal biceps brachii tendon. Data for 2 years of outcomes justify the clinical use of surgical management for iatrogenic posterior interosseous nerve injury as a complication of surgical anatomical reinsertion of a ruptured distal biceps brachii.

References

1. Safran, M.R. and S.M. Graham, *Distal biceps tendon ruptures: incidence, demographics, and the effect of smoking*. Clin Orthop Relat Res, 2002(404): p. 275-83.
2. Sarda, P., et al., *Distal biceps tendon rupture: Current concepts*. Injury, 2013. **44**(4): p. 417-420.
3. Schmidt, C.C., C.D. Jarrett, and B.T. Brown, *The distal biceps tendon*. J Hand Surg Am, 2013. **38**(4): p. 811-21; quiz 821.
4. Visuri, T. and H. Lindholm, *Bilateral distal biceps tendon avulsions with use of anabolic steroids*. Med Sci Sports Exerc, 1994. **26**(8): p. 941-4.

5. Ward, J.P., et al., *Ruptures of the distal biceps tendon*. Bull Hosp Jt Dis (2013), 2014. **72**(1): p. 110-9.
6. Morrey, B.F., et al., *Rupture of the distal tendon of the biceps brachii. A biomechanical study*. J Bone Joint Surg Am, 1985. **67**(3): p. 418-21.
7. Kodde, I.F., M.P. van den Bekerom, and D. Eygendaal, *Best approach for the repair of distal biceps tendon ruptures*. World J Orthop, 2013. **4**(2): p. 98-9.
8. Citak, M., et al., *Surgical repair of the distal biceps brachii tendon: a comparative study of three surgical fixation techniques*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2011. **19**(11): p. 1936-41.
9. Balabaud, L., et al., *Repair of distal biceps tendon ruptures using a suture anchor and an anterior approach*. J Hand Surg Br, 2004. **29**(2): p. 178-82.
10. Gregory, T., P. Roure, and D. Fontes, *Repair of distal biceps tendon rupture using a suture anchor: description of a new endoscopic procedure*. Am J Sports Med, 2009. **37**(3): p. 506-11.
11. Khan, W., M. Agarwal, and L. Funk, *Repair of distal biceps tendon rupture with the Biotenodesis screw*. Arch Orthop Trauma Surg, 2004. **124**(3): p. 206-8.
12. Heinzelmann, A.D., et al., *A combined technique for distal biceps repair using a soft tissue button and biotenodesis interference screw*. Am J Sports Med, 2009. **37**(5): p. 989-94.
13. Recordon, J.A.F., et al., *Endobutton versus transosseous suture repair of distal biceps rupture using the two-incision technique: a comparison series*. Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 2015. **24**(6): p. 928-933.
14. Ranelle, R.G., *Use of the Endobutton in repair of the distal biceps brachii tendon*. Proc (Bayl Univ Med Cent), 2007. **20**(3): p. 235-6.
15. Siebenlist, S., et al., *The double intramedullary cortical button fixation for distal biceps tendon repair*. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc, 2011. **19**(11): p. 1925-9.
16. Witkowski, J., et al., *Diagnostics and treatment of the distal biceps tendon rupture - current state of knowledge*. Polish Journal of Sports Medicine, 2017. **33**(4): p. 229-237.
17. Witkowski, J., et al., *Retrospective Evaluation of Surgical Anatomical Repair of Distal Biceps Brachii Tendon Rupture Using Suture Anchor Fixation*. Med Sci Monit, 2017. **23**: p. 4961-4972.

18. Witkowski, J., et al., *A Retrospective Evaluation of Anatomical Reinsertion of the Distal Biceps Brachii Tendon Using an ACL TightRope(R) RT with a Titanium Cortical Button and Ultra High Molecular Weight Polyethylene Suture: A Preliminary Report*. Polim Med, 2016. **46**(2): p. 163-169.
19. Reichert, P., et al., *Surgical Management of Distal Biceps Tendon Anatomical Reinsertion Complications: Iatrogenic Posterior Interosseous Nerve Palsy*. Med Sci Monit, 2018. **24**: p. 782-790.