

Doświadczenia w leczeniu zaawansowanego przykurczu Volkmana zmodyfikowaną metodą Colziego w materiale Ośrodka Replantacji Kończyn w Trzebnicy – doniesienie wstępne

Modified Colzi Method in the Management of Established Volkmann Contracture – the Experience of Trzebnica Limb Replantation Center – Preliminary Report

Adam Domanasiewicz^{1,2(A,B,C,D,E,F)}, Jerzy Jabłecki^{1(A,B,D,E)}, **Ryszard Kocięba**^{1(A,B,D,E)},
Marcin Syrko^{1(B,C,F)}

¹ Pododdział Replantacji Kończyn, Szpital im. Św. Jadwigi, Trzebnica

² Szpitalny Oddział Ratunkowy, Szpital im. Św. Jadwigi, Trzebnica

¹ Limb Replantation Division, St. Hedwig (Św. Jadwiga) Hospital, Trzebnica, Poland

² Department of Emergency Medicine, St. Hedwig (Św. Jadwiga) Hospital, Trzebnica, Poland

STRESZCZENIE

Wstęp. „Strasznego kalectwa – nieodwracalnego przykurczu zgięciowego nadgarstka i palców z niedokrwienia, znanego pod nazwą przykurczu Volkmana, można w znacznej większości przypadków uniknąć, ale nigdy wyleczyć” – M. Koszla. Przedstawiono zastosowanie zmodyfikowanej wersji historycznej metody Colziego w leczeniu przykurczu niedokrwiennej Volkmana oraz wyniki terapeutyczne.

Materiał i metody. Materiał kliniczny stanowiło 15 chorych w wieku od 3 do 54 lat, z III, III/IV oraz IV stopniem zaawansowania przykurczu wg Buck-Gramcko. Czas od urazu do zabiegu wahał się od 4 mies. do 21 lat. Skracając trzony kości przedramienia, uzyskano korektę przykurczu; osteotomię wykonywano dwupoziomo w 1/3 bliżej i środkowej oraz środkowej i 1/3 dalszej; kości zespalano śródszpikowo grotami Rusha.

Wyniki i wnioski. Uzyskano średnią korektę przykurczu ze 183° do 27°, średnią poprawę ruchomości czynnej z 17° do 56°, a siły z 0,73 do 7,6 (kgs). Powikłania w postaci złamań wtórnych i zrostu opóźnionego, które wystąpiły u 4 z 15 operowanych, wyleczone zostały dodatkową dekortykacją i przedłużoną osteosyntezą. Metoda skrócenia kości przedramienia okazała się skuteczna, dająca satysfakcjonujący pacjentów powrót sprawności, uniwersalna, niezależnie od stopnia zaawansowania choroby, wieku pacjenta, czasu trwania choroby, uprzednio stosowanego leczenia, prosta technicznie, mało inwazyjna i nie niosąca istotnego ryzyka powikłań.

Słowa kluczowe: przykurcz Volkmana, leczenie operacyjne, metoda Colziego

SUMMARY

Background. „The terrible disability of irreversible ischaemic flexion contracture of the metacarpal and digits known as Volkmann's contracture can be avoided in the vast majority of cases, but never completely cured” (M. Koszla). A modification of Colzi's forgotten technique for the treatment of Volkmann's contracture is presented together with our treatment outcomes.

Material and methods. The Colzi procedure was performed in 15 patients aged: 3-54 years with Buck-Gramcko grade III, III/IV and IV Volkmann's contractures. Time between injury and surgery ranged from 4.5 months to 21 years. The main manoeuvre to reduce the contracture was two-level shortening osteotomy in the proximal and distal thirds of the radius and ulna. Osteosynthesis was performed by Rush intramedullary nailing.

Results and Conclusions. A very good range of mobility (from 17° preop. to 56° postop.), force (0.73 preop.- 7.6 kg postop.) and contracture correction (183° preop. – 27° postop.) was achieved. Complications in the form of delayed union or secondary fractures occurred in 4/15 patients, and were managed by prolonged immobilisation and decortication with bone grafting. The modified Colzi procedure proved its value as a universal, easy, minimally invasive and safe method of treatment of Volkmann's contracture regardless of patient age, duration of illness, previous therapy, and stage of contracture.

Key words: Volkmann's contracture, operative treatment, Colzi method

WSTĘP

Powikłania ciężkich urazów kończyny górnej w postaci przykurczu niedokrwiennego zwanego od XIX w. przykurczem Volkmanna (p.V.) znane były już starożytnym. Dowody można znaleźć w *Corpus Hippocraticum* [1], w świadectwach lekarzy gladiatorów Celsusa i Galena, na płaskorzeźbach z prekolumbijskiej Ameryki Środkowej. Ale dopiero w publikacjach z lat 1869-81 Richard von Volkmann przedstawił pierwszy spójny opis przykurczu, jego etiologii i propozycje terapii [2]. W dokonanym, utrwalonym zaawansowanym p.V. postępowaniem z wyboru jest leczenie operacyjne. Ze względu na istotę przykurczu racjonalnym sposobem postępowania jest próba rekonstrukcji stosunków mechaniczno-anatomicznych [3,4,5]. Spośród historycznie znanych zabiegów, jak: a) wydłużenie ścięgien zginaczy; b) przełożenie ścięgien i tenodezy; c) zsuniecie przyczepów mięśniowych; d) wycięcie blizn mięśniowych; e) skrócenie kości przedramienia; f) wolnych przeszczepów mięśniowych, obecnie stosuje się wydłużenie zginaczy wg Page-Tuby'ego, przełożenia ścięgien wg Parkesa, desinsercja wg Page-Scaglietti oraz wolne przeszczepy mięśni wg Ikuty-Tamai [6,7,8,9,10,11,12,13]. Operacje na układzie szkieletowo-mięśniowym uzupełniane muszą być jak najwcześniejszą neuroлизą pni nerwowych z ich tunelizacją [14,15,16].

Celem pracy jest przedstawienie naszej modyfikacji metody Colziego i zachęcających wyników nią uzyskanych.

MATERIAŁ I METODY

W latach 1989-2003 leczylimy operacyjnie 15 pacjentów (10M i 5K) z p.V. kończyny górnej. U wszystkich stwierdzono typowy p.V., u 11 rozpoznano ponadto przykurcz mięśni wewnętrznych ręki. Wiek pacjentów wahał się od 3 do 54 lat (śr. 17 lat) (Tab. 1). Wśród przyczyn urazu dominowało złamanie nadkłykciowe ramienia (46%). Choroba trwała od 4 miesięcy do 21 lat (średnio 6 lat), z czego 7 pacjentów leczonych było do roku po urazie. Zdecydowana większość pacjentów przeżyła wcześniej próby leczenia zachowawczego (wyciągi, szyny redresyjne 86%) oraz operacyjnego (fasciotomie 3, neurolyzy 7, nekrectomie wg Seddona 1, wydłużenia ścięgien Z 2, przełożenia ścięgien 3, desinsertio wg Page-Scaglietti) (Tab. 2).

Praktykowana przez nas metoda skrócenia przedramienia oparta na technice Colziego i Le Forta została zmodyfikowana poprzez wprowadzenie dwupoziomowej osteotomii trzonów oraz zespolenia śród-

BACKGROUND

Complications of serious upper limb injuries in the form of an ischaemic contracture, known as Volkmann contracture (VC) since the 19th century, were recognized already in ancient times. Evidence for this fact can be found in the *Corpus Hippocraticum* [1] as well as in the testimonies of gladiators' physicians Celsus and Galen and basreliefs from pre-Columbian Latin America. However, it was not until Richard von Volkmann's publications from the years 1869-81 that the first comprehensive description of the contracture was presented, together with its etiology and suggested treatments [2]. Surgery is the method of choice in cases of fixed and advanced VC. The nature of the contracture suggests that it is reasonable to attempt to reconstruct the mechano-anatomical relationships [3,4,5]. Among the following historical interventions: a) tendon elongation of the flexor muscles; b) tendon transposition and tendodesis; c) joining muscle attachments; d) muscular scar excision; e) forearm bone shortening; f) free muscle grafts, the most popular procedures currently in use include flexor muscle elongation according to Page-Tuby, tendon transposition according to Parkes, desinsertion according to Page-Scaglietti and free muscle grafts according to Ikuta-Tamai [6,7,8,9,10,11,12,13]. Musculoskeletal surgery has to be complemented with neurolysis of nerve trunks and their tunnelization at the earliest possible time [14,15,16].

The aim of this paper is to demonstrate our modification of the Colzi method and the encouraging results we have obtained.

MATERIAL AND METHODS

A total of 15 patients (10 males and 5 females) with VC of the upper limb were subjected to surgical treatment in the period between 1989 and 2003. All of them were diagnosed with standard VC; additionally, 11 patients demonstrated a contracture of internal muscles of the hand. The age of the patients ranged between 3 and 54 years (mean age: 17 years) (Tab. 1). The predominant cause of the injury was a supracondylar humerus fracture (46%). The duration of the disease ranged between 4 months and 21 years (6 years on average), with 7 patients having received treatment for up to a year following the trauma. A decisive majority of the patients had previously received conservative treatment (tractions, redressment splints 86%) and undergone surgical procedures (3 fasciotomies, 7 neurolyses, 1 necrectomy according to Seddon, 2 Z-type tendon elongations, 3 tendon transpositions, desinsertion according to Page-Scaglietti) (Tab. 2).

Tab. 1. Charakterystyka badanych pacjentów

Tab. 1. Characteristics of study patients

Lp. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
I.N. Initials	TM	AK	KF	KŁ	SM	MG	PR	RM	SŻ	KB	AM	MW	KK	JJ	PL	x=+/-sD
Płeć Sex	M	K	K	M	M	M	K	M	M	K	M	M	K	M	M	
Wiek/Uraz Age/ Injury	5	16	9	24	0	4	16	3	8	7	5	11	0	52	7	11.13+/- 13.02
Wiek/Zab Age/ Surg.	19	19	10	25	21	12	17	3.3	14	18	5.5	13	20	53	9	17.25+/- 11.58
Uraz/Zab Injury/ Surg.	14	3	1	1	21	8	1	0.3	6	9	0.5	2	20	0.4	2	5.95+/- 7.11
Wiek/Kont Age/ Follow-up	27	24	14	28	22	15	18	7	15	20	7	14	21	54	10	19.73+/- 11.50
Zab/Kont Surg./Follo w-up	8	5	4	3	1	3	1	4	1	2	1.5	1	1	1	1	2.50+/- 2.04

Wiek/Uraz – wiek w chwili urazu w latach
Age/ Injury - age at the time of injury (years)

Wiek/Zab – wiek w chwili zabiegu w latach
Age/ Surg. – age at the time of operation (years)

Uraz/Zab – czas między urazem a zabiegiem w latach
Injury/ Surg. – time between injury and surgery (years)

Wiek/Kont – wiek w chwili kontroli w latach
Age/ Follow-up – age at the time of follow-up examination (years)

Zab/Kont – czas między zabiegiem a kontrolą w latach
Surg./Follow-up - time between surgery and follow-up examination (years)

szpikowego grotami Rusha uzupełnionego autoprzeszczepem kostnym. Przecięcie trzonu kości promieniowej w 1/3 bliższej, a kości łokciowej w 1/3 dalszej zmniejsza mikroruchy skrętne w osi długiej kości i ryzyko zaburzeń zrostu (Ryc. 1). Operowane przedramię unieruchamia się w podłużniku dłoniowo-ramieniowym z hiperkorekcją palców i w ustawieniu supinująco-wyprostnym dłoni. Średnio po 6 tygodniach usuwa się unieruchomienie i rozpoczyna rehabilitację ruchową (Ryc. 2). Łączniki usuwa się po uzyskaniu pełnego zrostu kości przedramienia. Podczas zabiegu resekowaliśmy 1,5-4 cm (śr. 2,6 cm) trzonów kości przedramienia.

Ocenę pooperacyjną przeprowadzono po upływie od 1 do 8 lat (średnio 2,5 r.). Czas konsolidacji wyniósł średnio 6,4 mies., przy czym powikłania w liczbie 4/15 dotyczyły głównie (2/15) opóźnionego zro-

We modified the method of forearm bone shortening based on the technique developed by Colzi and Le Fort by means of introducing a two-level osteotomy of the shafts and intramedullary osteosynthesis with the use of Rush pins supplemented with an autograft. The osteotomy of the radial shaft at the proximal third and of the ulna at the distal third reduces torsion micromovements in the length axis and decreases the risk of bone union disturbances (Fig. 1). The treated forearm is immobilized in a palmo-humeral splint with finger hypercorrection and a supination-extension positioning of the palm. After an average of six weeks the immobilization is removed and motor rehabilitation starts (Fig. 2). The splints are removed after a complete union of the forearm. In the course of the procedure we resected 1.5-4 cm (mean: 2.6 cm) of forearm bone shafts.

Tab. 2. Charakterystyka pacjentów z uwzględnieniem przyczyny p.V. zastosowanego leczenia zachowawczego, operacyjnego, wielkości skrótu, czasu uzyskania wzrostu i występujących powikłań

Tab. 2. Patient characteristics: cause of VC, conservative treatment, operative treatment, diameter of shortening, time-to-union, complications

Lp. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
I.N. Initials	TM	AK	KF	KŁ	SM	MG	PR	RM	SŻ	KB	AM	MW	KK	JJ	PŁ	
Uraz Injury	Fr. hum	Fr. supr	Fr. supr	Cs. III	Neo cs.	Fr. supr	Fr. hum	Fr. supr	Fr. supr	Fr. Supr	Fr. ant	Fr. ant	Nep cs.	Fr. ant III	Fr. supr	
Lecz. Zach.																
Conser- vative treatment	WZ SR	WS	WS	SR	SR	WZ SR	SR	WZ SR	SR	WS	SR	SR	SR	SR	SR	
Lecz. Oper. Surgery	NL NS			S.A. SN NL TL	NL TL EZ	F NL D			TL EZ TT	F NL TT			F NL TT	OS S.A.		x+/-sD
Skrót Shortening (cm)	2	2	2.4	3	2.8	3	3.5	2	4	2	1.5	3.5	2.5	3	1.5	2.58+/- 0.76
Zrost Union (m)	4 /15	15	3	8/16	6	4	4/15	2	5/6	12	2	4	6.5	4	2	5.43+/- 3.73/7. 50+/- 5.44
Powikłania Complica- tions		Złam. Frac- ture		Opóźn. Zrost Delayed Union			Złam. Fracture			Opóźn. Zrost Delayed Union						
Fr. hum – złamanie kości ramieniowej / humerus fracture Fr. supr – złamanie nadkłykciowej kości ramieniowej / supracondylar humerus fracture Cs III – zespół zmiążdżenia / crush syndrome Neo Cs. – noworodkowy zespół ciasnoty Wewnętrznowięziowej / neonatal intrafascial compression syndrome Fr. ant III – złamanie przedramienia III ^o , Grade 3 humerus fracture WZ – wyciąg Zeno / Zeno-type traction WS – wyciąg szkieletowy / skeletal traction TT – przełożenie ścięgien / tendon transposition OS – osteosynteza / osteosynthesis EZ – wydłużenie ścięgien „Z” Z-type\ tendon elongation SR – szyna redresyjna – redressment splint NL – neuroliza – neurolysis NS – nekrektomia wg Seddona / Seddon's necrectomy SN – rekonstrukcja nerwów / nerve reconstruction TL – tenoliza / tenolysis F – fasciotomia / fasciotomy D – desinsercja / desinsertion SKRÓT – wielkość skrótu kości przedramienia / diameter of forearm bone shortening POLY, TR – mnogie obrażenia / multiple trauma S.A. – rekonstrukcja naczyń / vascular reconstruction																

stu (leczone przedłużonym unieruchomieniem) i złamania (2/15) w miejscu osteotomii (zrost po 16 miesiącach, po wykonaniu dodatkowej dekortykacji z przeszczepem). Do oceny wstępnej zaawansowania przykurczu wybrano czterostopniową skalę wg Buck-Gramcko [7] opartą na klinicznej ocenie zakresu ruchomości i odległości opuszek palców od dalszej bruzdy dłoniowej [7]. W naszym materiale 1 pacjent znajdował się w stadium II/III, 11 w stadium III i 4 w IV wg B-G., co daje prawie jednorodną grupę.

W ocenie pooperacyjnej należy brać pod uwagę sprawność kończyny w codziennym życiu, w tym ce-

The postoperative assessment was conducted between 1 to 8 years following the procedure (mean: 2.5 years). The mean consolidation period was 6.4 months, with complications (4/15) involving mainly a delayed union of the bone (2/15; treated by extended immobilization) and fractures at the site of osteotomy (2/15; bone union obtained after 16 months, following additional decortication with a graft). For preliminary grading of the contracture, we chose a Buck-Gramcko's four-grade scale [7], based on the clinical assessment of the range of motion and the distance between fingertips and the distal palmar groove



Ryc. 1. Obraz rtg kończyny po operacji chorego prezentowanego na Ryc. 2

Fig. 1. Radiograph of the extremity of the patient presented in Fig. 2



Ryc. 2. Osoba dorosła przed i po zabiegu

Fig. 2. Upper extremity of an adult patient before and after surgery

lu pacjenci dokonywali samooceny zdolności wykonywania podstawowych, typowych czynności codziennych, zawodowych (oparte na Activities of Daily Living) w 10 pkt. skali (0 – zupełna bezużyteczność, 10 – pełna sprawność). Do kwantyfikacji najbardziej przejrzysty wydaje się system wg Postela i Geneste oparty na analizie sumy kątów przykurczów przed i po zabiegu, wyrażającej stopień korekcji przykurczu [3]. Ponadto, ocenę uzupełniono o pomiary całkowitej czynnej ruchomości palców (TAM) wg Amerykańskiego Towarzystwa Chirurgii Ręki [17] z wykorzystaniem standaryzowanego goniometru (w stopniach katowych) oraz siły chwytu globalnego (dynamometr DRP-90, w kgs). Wszystkie pomiary kątowe wykonywano dla najbardziej dotkniętego przykurczem palca. Badano także możliwość wykonywania podstawowych chwytów ręki: hakowego, cylindrycznego, sferycznego i trójpunktowo-kłucowego (przy użyciu zestawu koncentrycznych walców, piłek i tablicy do ergoterapii).

WYNIKI

Wyniki przedstawiono w postaci średnich ($\bar{x}$) ocen odchyłeń statystycznych, różnice między średnimi wyznaczano przy użyciu testu t-Studenta, za statystycznie istotne przyjęto wartości dla $p < 0,05$.

U 7/15 pacjentów uzyskano 90% większą korekcję przykurczu (Ryc. 3) i w podobnej grupie 8/15 uzyskano ponad 70% poprawę ruchomości czynnej (Ryc. 4).

Przedoperacyjna sprawność manualna ograniczona była wyłącznie do możliwości wykonania chwytu hakowego (10/15), po zabiegu większość pacjentów wykonywała wszystkie rodzaje chwytów, u 4/15 nie powrócił pełny chwyt steryczny, u 2/15 szczypcowy, u 6/15 trójpunktowy. Siła chwytu po zabiegu rośnie 10-ciokrotnie, ale uzyskane wartości nieznacznie tylko przekraczają 30% siły przeciwnej, zdrowej kończyny (Ryc. 5).

Subiektywna poprawa sprawności dokonywana przez pacjentów lub ich rodziców w oparciu o 10 pkt skalę samooceny wyniosła 7,13 pkt (przed zabiegiem 1,73 pkt) (Ryc. 6).

Wyniki zbiorcze przedstawiono w Tabeli 3.

[7]. Our study group included 1 patient with VC grade II/III according to Buck-Gramcko, 11 patients with grade III and 4 patients with grade IV, which means that the group was almost homogeneous.

A postoperative assessment should consider the performance of the limb in everyday life, which was described on the basis of patients' self-assessment of their ability to perform typical basic everyday activities and professional activities (based on Activities of Daily Living; a ten-grade scale: 0 – complete uselessness, 10 – full function). Quantification appeared to be most transparent with the system elaborated by Postel and Geneste. It is based on the analysis of the sum of pre- and post-operative contracture angles, which reflects the degree of contracture correction [3]. Moreover, the assessment was supplemented with measurements of total active mobility of the fingers (TAM) according to the American Society for Surgery of the Hand [17] using a standardized goniometer (in angular degrees) and of global grip strength (DRP-90 dynamometer, in kilograms). All angular measurements were conducted for the finger most affected by the contracture. We also measured the ability to perform the following basic hand grips: hook grip, cylindrical grip, spherical grip and three-point key grip (with the use of a set of concentric cylinders, balls and ergotherapy boards).

RESULTS

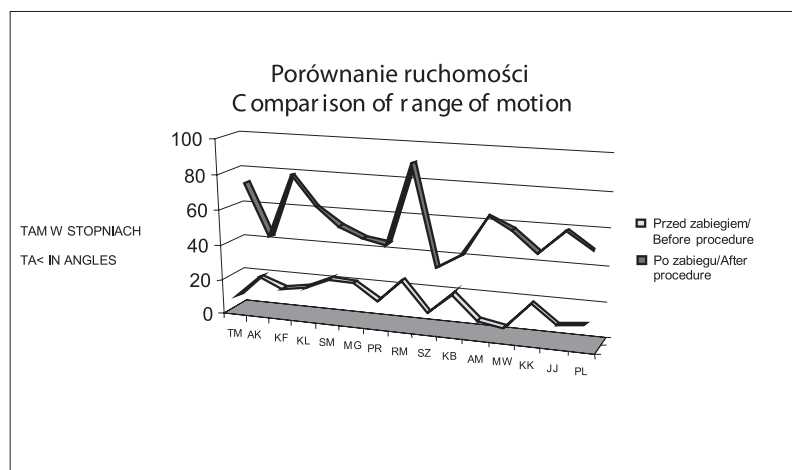
The results were presented in the form of means ($\bar{x}$) of standard deviations, with the differences between the means determined with the use of the Student's t test. The level of statistical significance was assumed at $p < 0.05$.

In 7/15 of the patients a 90% or greater correction of the contracture was obtained (Fig. 3) and in a similar proportion of 8/15 a 70% improvement in the active range of motion was recorded (Fig. 4).

While the preoperative manual dexterity was limited to the ability to perform a hook grip (10/15), following the procedure most patients were able to perform all grip types; the complete spherical grip could not be performed by 4/15, a pinch grip in 2/15, and a three-point grip in 6/15. Following the procedure the force of the grip increased tenfold. However, the post-operative values are still equivalent to only a little more than 30% of the power demonstrated by the healthy opposite limb (Fig. 5).

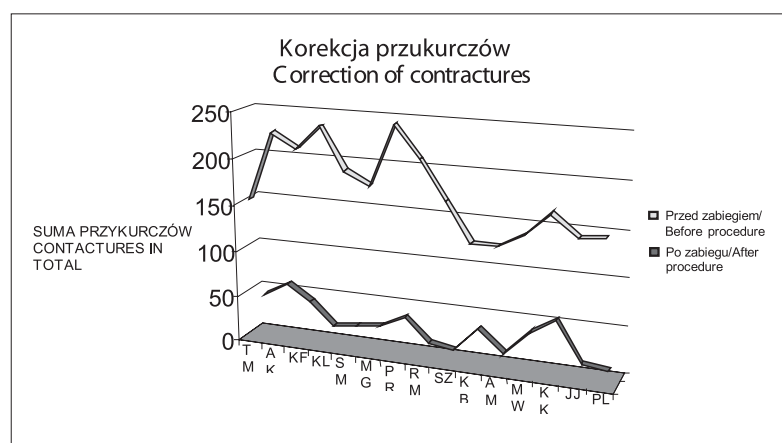
Subjective improvement in dexterity evaluated by the patients or their parents on the basis of a 10-grade scale amounted to 7.13 (1.73 before the procedure) (Fig. 6).

All results consist in Table 3.



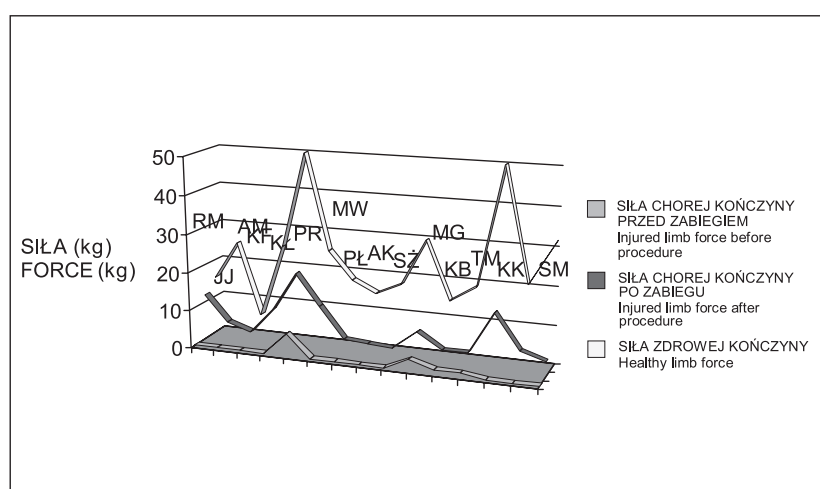
Ryc. 3. Korekcja przykurczów

Fig. 3. Correction of contractures



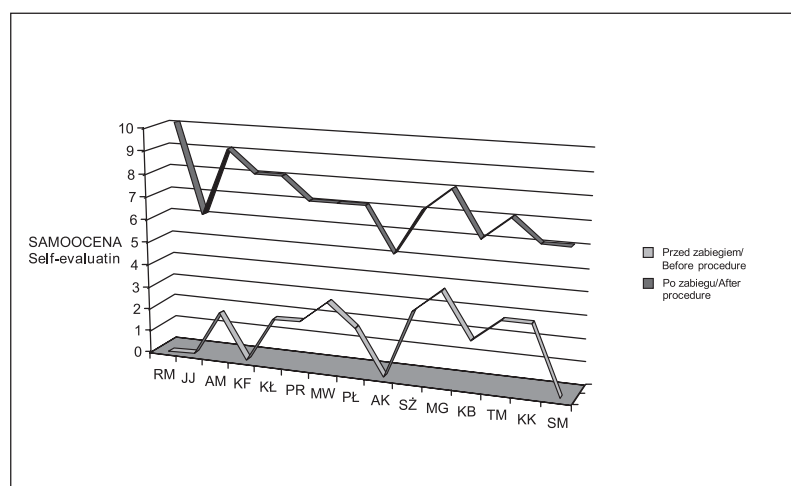
Ryc. 4. Porównanie ruchomości

Fig. 4. Comparison of range of motion



Ryc. 5. Porównanie siły uścisku przed i po zabiegu

Fig. 5. Comparison of grip power before and after surgery



Ryc. 6. Porównanie samooceny sprawności przed i po zabiegu

Fig. 6. Comparison of patient's self-evaluation of dexterity before and after surgery

Tab. 3. Wyniki zbiorcze

Tab. 3. All results

	Średni przykurcz (°) Mean contracture(°)	% korekcji przykurczu % of contracture correction	Śr. TAM (°)* Mean TAM(°)	% poprawy ruchomości % mobility improvement	Śr. siła chwytu (kgs) Mean grip force (kg)	Samoocena Self-evaluation (0-10)
Przed operacją Before the procedure	183		17		0.73	1.73
Po operacji After the procedure	27	85	56	67%	7.6	7.6

* TAM – całkowita czynna ruchomość palców / Total active mobility of the fingers

DYSKUSJA

Analiza problemów występujących przy zastosowaniu klasycznych metod opisywanych w literaturze, jak zaburzenia wgajania się ścięgien, zrosty międzyścięgniste, wtórne przykurcze oraz stwierdzone przez nas słabe wyniki terapii uważanych za standardowe, skłania do postawienia pytania, dlaczego efekty funkcjonalne leczenia p.V. są niesatysfakcjonujące.

Proponowane przez Page'a i Tuby'ego wydłużenie ścięgien zginaczy plastyką „Z” wydawałoby się rozwiązywać problem skrócenia jednostki mięśniowej, jednak często powstające zrosty międzyścięgniste nie zachęcają do naśladowania [3,6,7,10,11,15].

Transpozycje ścięgien prostowników wg Parke'a w miejsce nieczynnych zginaczy, w p.V. często nie sprawdzają się z powodu powikłań wgajania się

DISCUSSION

The analysis of problems associated with classic surgical techniques described in the literature, such as disturbed tendon healing, intratendinous synechia, secondary contractions and overall poor outcomes of procedures perceived as standard, prompts the question why the functional outcomes of VC treatment remain unsatisfactory.

Page's and Tuby's suggestion concerning Z-type flexor tendon elongation seems to resolve the problem of muscle shortening. Nonetheless, a frequent occurrence of intratendinous synechia is not an encouragement to follow this method [3,6,7,10,11,15].

Parkes' tendinous transpositions of the extensor muscles in place of inactive flexors often do not work in VC because of various complications of graft in-

przeszczepów w niedokrwionym, zbliźnowaciałym środowisku [3,14,15,18].

W 1923 r. Page i Steindler zaproponowali przeniesienie (muscle sliding, desinsertio) przyczepów zginaczy z nadkłykcia przyśrodkowego kości ramiennej ku obwodowi aż do uzyskania wyprostu nadgarstka i palców. Radykalną wersją tej metody jest przeniesienie przyczepów wraz z nadkłykiem na kość łokciową (Bailey, Hodgeon) [3,6,7,19,20,21]. Wadą zabiegu jest niemożliwe do uniknięcia pogorszenie i tak słabego ukrwienia obocznego dotkniętych ischemią mięśni. Reill zwraca uwagę na znaczne trudności zniesienia przykurczu przy próbach zsunienia zbliźnowaciałych grup mięśni i zrośniętych ścięgien. Większość zwolenników tej metody przyznaje, że u dzieci w okresie niezakończonego wzrostu układu szkieletowego dochodzi do wtórnych przykurczów [3,14,15].

W skrajnych postaciach przykurczu III st. wg Tsuge lub Halden II, kiedy zbliźnowacenie obejmuje 100% masy mięśniowej, postępowaniem z wyboru jest wolny przeszczep mięśni z zespoleniem mikrochirurgicznym naczyniowo-nerwowym. Słabą stroną metody jest konieczność skomplikowanego dwumiejscowego zabiegu – pobrania mięśnia i wszczepienia, trudności w uzyskaniu prawidłowego napięcia zapewniającego dobrą ruchomość palców, występowanie wtórnych przykurczów, długi czas reinerwacji, możliwa atrofia brzucha, rzadko zachowane czynne mięśnie wewnętrzne ręki oraz konieczność użycia wyrafinowanej techniki mikrochirurgicznej, co ogranicza jej zastosowanie do specjalistycznych ośrodków [7,9,22,23,24,25].

Ponieważ proces niedokrwienia i bliźnowacenia często nie obejmuje całego brzucha mięśniowego lub całej grupy mięśniowej, dotyczy głównie środkowej części brzuchów zginaczy głębokich, Seddon wprowadził wycięcie zbliźnowaciałych, martwych części mięśnia i dzięki procesowi regeneracji tkanki mięśniowej i skojarzonemu leczeniu wyciągowemu aparatem własnej konstrukcji uzyskał zachęcające rezultaty. Ograniczeniem metody jest objęcie procesem bliźnowacenia nerwu pośrodkowego, który stanowi anatomiczną oś wyciętej elipsydy tzw. jądra martwiczego [26].

Metoda skrócenia kości przedramienia poprzez wycięcie pierwszego szeregu kości nadgarstka wprowadzona przez Phocasa w 1911 r. nie znalazła szerszego zastosowania ze względu na złe wyniki funkcjonalne, trudności techniczne (konieczność równoczesnej artrodezy z przeszczepem kostnym) oraz duże ryzyko zaburzeń wzrostu kości na długość u dzieci [3,6,7,14,15].

Ogólnie, w zależności od stopnia zaawansowania, konieczne jest wykonywanie kombinacji od 2 do 6

corporation in an ischaemic area with considerable scarring [3,14,15,18].

In 1923 Page and Steindler suggested desinsertion of flexor attachments from the medial epicondylus of the humerus towards the periphery until extension of the wrist and fingers is obtained. A radical version of this method involves desinsertion of muscle attachments together with the epicondylus onto the ulna. (Bailey, Hodgeon) [3,6,7,19,20,21]. An important disadvantage of this technique is the inevitable deterioration of the already weak collateral blood supply of the ischaemic muscles. Reill emphasized remarkable difficulty with contracture relaxation when attempting to put scarred muscles and connate tendons together. Most advocates of this method admit that secondary contractures occur in children as the development of their skeletal system is not complete [3,14,15].

In extreme Tsuge grade III or Halden grade II VC, where scarring involves 100% of the muscle mass, a free muscle graft with a microsurgical neurovascular anastomosis is the treatment of choice. The method's weak point is the necessity of a complicated double procedure, i.e. harvesting a muscle and implanting it, as well as difficulties related to obtaining adequate tension to enable a good range of motion of the fingers, the occurrence of secondary contractures, a long reinnervation period, possible atrophy of the belly of the muscle, rarely preserved internal muscles of the hand and the necessity of using a sophisticated microsurgical technique, which limits its application to specialised centers [7,9,22,23,24,25].

Since the ischaemic process and scarring frequently do not involve the entire belly of the muscle or an entire muscle group and are predominantly found in the middle section of the bellies of deep flexors, Seddon decided to introduce excision of scarred and necrosed muscle fragments, which produced encouraging results owing to muscle regeneration and combined treatment with self-designed traction. The limitation of this method is related to the fact that the scarring involves the median nerve, which constitutes the anatomical axis of the excised ellipsoid, the so-called necrotic nucleus [26].

The method of forearm bone shortening by means of excision of the first row of wrist bones, which was introduced by Phocas in 1911, did not meet with wide approval because of poor functional outcomes, technical problems (necessity of simultaneous arthrodesis and bone grafting) and a high risk of complications of bone length growth in children [3,6,7,14,15].

Generally speaking, it is necessary to perform combinations of 2 to 6 different procedures, depending on how advanced the contracture is. The number of

różnych procedur, liczba dodatkowych operacji i reoperacji waha się od 2,5 do 5,6 na pacjenta.

Ultee analizując przypadki leczone w latach 1969-2001 r. z rezerwą odnosi się do wyników leczenia zarówno zachowawczego, jak i operacyjnego p. V., stwierdza potrzebę poszukiwania bardziej efektywnych metod leczniczych i podkreśla rolę profilaktyki przykurczu [18].

Ze względu na rozmiar zniszczeń jakie w tkankach przedramienia dokonuje p.V. oraz uprzednio przeprowadzone inwazyjne leczenie, a także konieczność ocalenia istniejącego krążenia obocznego, unerwienia i przetrwałych włókien mięśniowych, optymalną byłaby metoda możliwie oszczędzająca zachowane struktury anatomiczne. Ponieważ proces chorobowy dotyczy głównie układu naczyniowego, mięśniowego i nerwowego, układem najmniej dotkniętym chorobą wydaje się układ kostny. Unaczynienie kości przedramienia utrzymuje wystarczającą perfuzję tkankową, mimo niedrożności tętnicy ramiennej, dzięki istnieniu sieci tętniczej łokcia [27,28,29,30]. Istotne znaczenie ma także wyższa tolerancja tkanki kostnej na niedotlenienie. Większość powszechnie stosowanych i cytowanych w piśmiennictwie metod leczenia dotyczy zabiegów na tkankach o upośledzonym przez uraz i jego następstwa ukrwieniu i unerwieniu (ścięgna, brzośce i przyczepy mięśniowe) [4,5,9,31].

Powyższe spostrzeżenia oraz niezachęcające wyniki aktualnie zalecanych zabiegów zainspirowały w 1989 r. Kociębę do zastosowania metody operacyjnej przypisywanej Colziem. Drogowskazem wydawała się opinia samego Volkmanna, że „prędzej pękną kości niż puszczą mięśnie” [2]. Wkrótce po ukazaniu się publikacji Volkmanna, w 1892 r. florencki chirurg Colzi jako pierwszy wprowadził *resectio diaphysaria* – wycięcie odcinków z kości przedramienia, co wyrównywało dysproporcję między długością aparatu kostno-stawowego, a skróconego chorobowo układu ścięgnisto-mięśniowego. Mimo, że prace Bergera, Soubeyrana, Masmonteila i Le Forta oparte na pomysle Colziego przedstawiały bardzo zachęcające wyniki [3,8,19,20,32,33], metoda uznana została za archaiczną [6,7,11]. Współcześnie znana jest praca kazuistyczna Pavaniniego z 1975 r., który stosując technikę Colziego, uzyskał doskonały wynik w p.V u 8-letniego chłopca, o pojedynczych przypadkach wspominają Millesi i Sundararaj [11,12,34].

Dopracowana przez Le Forta technika Colziego polegała na przecięciu kości przedramienia na wysokości 1/3 dalszej i środkowej trzonów i ich wzajemnym przesunięciu, aż do zniesienia przykurczu palców i nadgarstka, co pozwalało na dokładne określenie wielkości resekcji. Po osteotomii kończynę unieruchamiano w gipsie do uzyskania zrostu [3,33].

additional operations and revision procedures ranges between 2.5 and 5.6 per patient.

In the course of his analysis of cases treated between 1969 and 2001, Ultee spoke reservedly about both conservative and surgical VC treatment. He suggested that more effective treatment methods ought to be found and emphasized the role of contracture prevention [18].

Because of the scope of forearm tissue damage produced by VC, as well as previous invasive treatment and the necessity of preserving the existing collateral circulation, innervation and surviving nervous fibres, the optimal method should spare, to the greatest extent possible, the preserved anatomical structures. As the disease involves predominantly the vascular, muscular and nervous systems, it is the skeletal system that appears to be affected the least. Vascularization of the forearm bone maintains sufficient tissue perfusion owing to the existing arterial network of vessels in the elbow area, even despite the occlusion of the humeral artery [27,28,29,30]. Also a higher tolerance of anoxia, which characterizes bone tissue, plays an important role. The majority of widely used and described treatment methods refer to procedures on tissues with injury-induced impairment of perfusion and innervation (tendons, bellies of muscles and muscle attachments) [4,5,9,31].

The above observations together with discouraging results of currently recommended procedures inspired Kocięba in 1989 to use a surgical method ascribed to Colzi. Some encouragement was derived from the opinion of Volkmann himself, who claimed that "the bones will break before the muscles are torn up" [2]. Soon after the publication of Volkmann's work, in 1892 a Florentine surgeon named Colzi was the first to introduce diaphyseal resection – the excision of some sections of the forearm bone, which helped to eliminate the disproportion between the length of the osteoarticular apparatus and the pathological tendinomuscular shortening. Despite the fact that the papers by Berger, Soubeyran, Masmonteil and Le Fort, based on Colzi's idea, conveyed very encouraging results [3,8,19,20,32,33], the method was still perceived as obsolete [6,7,11]. Relevant contemporary literature includes a case study by Pavanini from 1975, who obtained excellent results using the Colzi method to treat VC in an 8-year-old boy. Individual cases were also mentioned by Millesi and Sundararaj [11,12,34].

Colzi's technique refined by Le Fort consisted in the osteotomy of the forearm bones at the junction of the distal and median third of the shaft and their relocation in relation to each other until the contracture of the fingers and the wrist is removed, which

Wprowadzenie przez Kociębę zespolenia śródszpikowego redukuje niebezpieczeństwo powstawania stawów rzekomych i skrzywienia osi przedramienia równocześnie ograniczając inwazyjność zabiegu, umożliwia krótsze unieruchomienie, wcześniejszą rehabilitację. Dwupoziomowość osteotomii minimalizuje ruchy skrętne i zmniejsza ryzyko powstania stawu rzekomego. Mimo to u 2 z 15 pacjentów wystąpiło złamanie w miejscu zespolenia, wymagające w 1 przypadku dekortykacji i przeszczepu kostnego, a u 2 dalszych zrost opóźniony leczony przedłużonym unieruchomieniem. Wszystkie powikłania dotyczyły chorych w IV st wg B-G. Wprowadzenie rutynowego pierwotnego przeszczepu substancji gąbczastej oraz, być może zespolenia ryglowanych lub stabilizacji zewnętrznej, powinno zredukować liczbę powikłań zrostu kostnego. Uzyskany w wyniku skrócenia przedramienia względny nadmiar długości prostowników ulega samoistnej retrakcji drogą obkurczenia się brzośców mięśniowych, co jest cechą charakterystyczną dla mięśni wykazaną przez Branda [35,36]. Mięsień poddawany zmianom długości dąży do odzyskania optymalnej długości i napięcia poprzez adaptacyjne zmiany w liczbie sarkomerów. Skracanie przedramienia skutecznie zrównoważa układ kostno-mięśniowy, przywracając i utrzymując korzystne proporcje anatomiczne także u rosnących dzieci. O skuteczności metody można wnioskować po osiągniętych wynikach, u większości dzieci uzyskano prawie całkowite zniesienie przykurczu (81-96%), poprawa ruchomości wyniosła 48-84%, większość dorosłych powróciła do aktywności zawodowej (korekcja przykurczu 74-95%, poprawa ruchomości 49-87%), u pacjentów, u których wynik uznano za zaledwie zadowalający uzyskano istotną poprawę sprawności ręki.

Zasadniczą trudnością w porównaniu skuteczności poszczególnych metod jest stosowanie różnych systemów ocen, w literaturze podawanych jest 8 skal (Meyerding, Lipscomb, Seddon, Zancolli, Tsuge, Mubarak i Carroll, Holden, Buck-Gramcko, Postel i Geneste). Niektóre cechują się dużym stopniem względności, inne zbyt skomplikowaniem, brak jest jednorodnych porównywalnych parametrów i metod pomiaru. Żaden z autorów nie stosował obecnie obowiązującej skali DASH. Poszczególni autorzy, poza Buck-Gramcko, poddawali leczeniu i oceniali wyniki niejednorodnych pod względem zaawansowania grup pacjentów [7,12,20,21,22,23,25] (Tab. 4). Poruszają ten problem autorzy prac zbiorczych Gramcko i Koszla, pisząc: „... ocena stopnia poprawy w leczeniu p.V. jest rzeczą kłopotliwą i niedokładną.” Chociaż liczba chorych objętych badaniem, leczonych przez nas metodą skrócenia przedramienia

allowed for a precise determination of the extent of resection. Following osteotomy the limb was immobilized in a plaster cast until bone union was achieved [3,33].

The intramedullary osteosynthesis introduced by Kocięba minimizes the risk of pseudoarthrosis and bending of the forearm axis, at the same time reducing the invasiveness of the procedure, which makes possible a shorter immobilization period and earlier rehabilitation. A two-level osteotomy minimizes the torsion movements and reduces the risk of pseudoarthrosis. In spite of this, 2 out of 15 patients demonstrated fractures at the site of osteosynthesis requiring decortication and bone grafting in one case, and two other patients developed delayed union, which was treated with extended immobilization. All complications occurred in patients suffering from Buck-Gramcko grade IV VC. The introduction of primary grafting of the spongy substance as a routine procedure and possibly also bolted osteosynthesis or external stabilization ought to reduce the incidence of bone union complications. The relative excess of extensor muscle length obtained as a result of forearm shortening is spontaneously retracted by means as muscle bellies shrink, which is a specific property of muscles described by Brand [35,36]. A muscle subjected to length changes struggles to regain the optimum length and tension through adaptive changes of the number of sarcomeres. Forearm shortening effectively balances the musculoskeletal system by restoring and maintaining favourable anatomical relations also in growing children. The efficacy of the method is reflected in the results as most children demonstrated an almost complete contracture correction (81-96%), the motion range improvement amounted to 48-84%, and most adults were able to return to professional activity (contracture correction 74-95%, motion range improvement 49-87%). The patients whose results were considered only satisfactory still demonstrated a significant improvement in dexterity.

A principal difficulty concerning the comparison of efficacy of various treatment methods relates to different assessment systems used as 8 different scales appear in the literature (Meyerding, Lipscomb, Seddon, Zancolli, Tsuge, Mubarak and Carroll, Holden, Buck -Gramcko, Postel and Geneste). Some of them can be described as very subjective, others are excessively complicated, and there are no homogeneous, comparable parameters and methods of measurement. None of the authors used the DASH scale, which is now regarded as valid. With the exception of Buck-Gramcko, individual authors treated and evaluated the results of patients demonstrating vari-

nie jest duża, to zastosowana przez nas prosta i praktyczna metodyka pomiarów pozwoliła na dokładną i obiektywną ocenę wyników, rzadko spotykaną w opublikowanych dotychczas pracach. W 12-parametrowej skali Buck-Gramcko (każdy parametr oceniany 0-6 pkt), w ocenie przykurczu, ruchomości czynnej, subiektywnej użyteczności ręki pokrywającej się z naszymi pomiarami, na wynik ogólny ma wpływ także ocena czucia dwupunktowego, powrotu funkcji nerwów pośrodkowego i łokciowego, co utrudnia porównanie wyników (Tab. 5).

Według rozeznania autorów niniejszego artykułu aktualnie brak w piśmiennictwie naukowym nowszych niż cytowane doniesień dotyczących zagadnienia przykurczu Volkmana, co stanowi dodatkowe utrudnienie w analizie porównawczej skuteczności poszczególnych metod.

ous degrees of disease progression [7,12,20,21,22,23,25] (Tab. 4). This issue is addressed in the reviews by Gramcko and Koszla, who state that: "the evaluation of the degree of improvement in VC treatment is troublesome and inaccurate." Despite the fact that the number of patients included in this study and treated with the forearm shortening method was not very high, the simple and practical measurement methods allowed for a precise and objective assessment of the results, which was rather rare in the previously published papers. In the 12-parameter Buck-Gramcko scale (with each parameter graded 0-6 pts), the assessment of the contracture, the active range of motion and the subjective usefulness of the hand, which our measurements also include, is influenced by such elements as discriminatory sensation or restoration of the median and ulnar nerve function, which further compounds comparison of the results. (Tab. 5).

According to the knowledge of the authors of this study, the literature does not contain more recent reports than those quoted in our paper, which constitutes an additional difficulty when comparing the effectiveness of particular methods of VC treatment.

Tab. 4. Wyniki różnych zabiegów rekonstrukcyjnych stosowanych w przykurczu Volkmana

Tab. 4. Results of various reconstruction operations in patients with Volkmann contracture

Autor Author	Metoda Method	Stadium I Grade I	Stadium II Grade II	Stadium III Grade III	Stadium IV Grade IV
Buck*-Gramcko	Desinercja Desinsertion	40 - 49	19 – 42	18 - 29	9 - 20
	wydłużenie ścięgien Tendon elongation	47 - 51	30 – 37	26 - 31	12 - 18
	przełożenie ścięgien tendon transposition	47 - 51	33 – 41	23 - 27	20 - 31
	Artrodezy Arthrodesis	-	27 – 31	23 - 27	11 - 14
Domanasiewicz	skrócenie kości przedramienia forearm bone shortening	-	poprawa przykurczu contracture correction 73% ruchomość/ range of motion 86%	poprawa przykurczu contracture correction 84.7% ruchomość/ range of motion 68.4%	poprawa przykurczu contracture correction 84.7% ruchomość/ range of motion 59%

*Wg skali BG 51-punktowej (12-parametrowej)
According to a 51-grade (12-parameter) BG scale

Tab. 5. Wyniki leczenia operacyjnego przykurczu Volkmana w zależności od stadium zaawansowania wg piśmiennictwa

Tab. 5. Results of surgical treatment of Volkmann contracture by stage of disease acc. to literature

Autor i rok Author, year	Rodzaj zabiegu Type of procedure	Liczba chorych No. of patients	Okres kontroli Follow-up duration	Ogólna ocena poprawy przykurczu i ruchomości General evaluation of contracture correction and improvement of range of motion	TAM* Preop.	TAM post op.	F** Preop. (kg)	F Post op. (kg)	% normy % of norm	
									F	TAM
DECOULX et al. 1972	Desinercja Desinsection	7	2-14	40%-80%	-	-	-	-	-	-
BUCK-GRAMCKO et al. 1991	Desinercja Desinsection	17		28%-46%						
	wydłużenie ścięgien tendon elongation	6		29%-55%						
	przełożenie ścięgien tendon transposition	15	2-14	49%-52%	-	-	-	-	-	-
	Arthrodeza Arthodesis	4		21%-27%						
SUNDARARAY et al. 1985	desinercja + inne j.w. desinsection + other	102	-	Podaje wyniki neurelizy Reports on neurolysis results	-	-	-	-	-	-
ISELIN et al. 1978	Desinercja desinsection	25	-	15satysfakcjonujących/satisfactory 7 średnich/medium 3 złych/bad	-	-	-	-	-	-
ZUKER et al. 1991	wolny przeszczep mięśnia free muscle graft	7	-	-	-	158°	0	4,71	22-44%	-
IKUTA et al. 1984	j.w. same as above	5	2 lata / years	-	-	-	-	-	30-75%	60-90%
ERCETIN et al. 1994	j.w. same as above	28	-	-	0-70%	134°	3,5	18,5	10-62%	0-95%
EGERSZEGLI et al. 1990	j.w. same as above	8	-	-	-	66%	-	-	28%	-
DOMANASIEWICZ 2007	skrócenie kości przedramienia shortening of forearm bones	15	1-8 lat / years	67%-85%	25-47°	148°	0,73	7,6	17-80%	48-86%

TAM – całkowita czynna ruchomość palców / Total active mobility of the fingers

* F – Siła uścisku / Grip power

WNIOSKI

1. Zmodyfikowana metoda skrócenia kości przedramienia wg Colziego jest skuteczna w leczeniu operacyjnym niedokrwiennego przykurczu Volkmana i pozwala odtworzyć dobrą funkcjonalną ruchomość ręki, znacznie skorygować przykurcz, poprawić siłę chwytu, nie ma wpływu na poprawę opozycji kciuka.

CONCLUSIONS

1. A modified forearm bone shortening method according to Colzi has proved to be an effective technique of surgical treatment of Volkmann's ischaemic contracture. The method restores good functional range of motion of the hand, considerably reduces the contracture, improves hand grip and does not contribute to the improvement of thumb opposition.

2. Nie stwierdzono istotnego wpływu wieku chorych w chwili zabiegu, czasu trwania przykurczu i zakresu skrócenia kości na wyniki leczenia.
2. No significant effect of patient age at surgery, duration of the contracture and the range of bone shortening on the treatment results was recorded in the course of the study.

PIŚMIENNICTWO / REFERENCES

1. Corpus Hippocraticum: 46 De fracturis, 47 De articulis reponendis, 48 Vectuarii. In: Kronika Medycyny. Kronika, 1993.
2. Volkmann R. von. Die ischaemischen Muskellehmungen und Kontrakturen. Zbl Chir 1881; 8: 801-803.
3. Koszla MM. Przykurcz Volkmanna. In: Złamania i zwichnięcia u dzieci. PZWL, Warszawa 1986.
4. Malek R. Volkmann's Contracture. In: The Hand. Tubiana R, Saunders, 1999; 3: 62-72.
5. Tempka A, Schmidt U. Das Kompartmentsyndrom der Hand. Diagnose, Therapie, Ergebnisse, Spätfolgen. Unfallchirurg. 1991; 94 (5): 240-243.
6. Brenner P, Berger A, Axmann HD. Funktionswiederherstellung an der oberen Extremität nach Kompartmentsyndrom. Unfallchirurg 1991; 94 (5): 267-273.
7. Buck-Gramcko D, Fry C. Ischämische Kontraktur des Unterarmes und der Hand. Stadieneinteilung und Indikation operativer Behandlungsverfahren. Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 1991; 23 (3): 128-143.
8. Coquet G. L'avenir éloigné de la maladie de Volkmann. These, Lyon, 1952.
9. Gulgonen A. Surgery for Volkmann's ischaemic contracture. J of Hand Surgery 2001; 26B: 283-296.
10. Hohmann G. Hand und Arm, ihre Erkrankungen und deren Behandlung. Bergmann, München 1949; 43: 148-153.
11. Millesi H. Rekonstruktionen einschliesslich der Volkmann'schen Kontraktur. Z. Kinderchir Suppl, Zu Bd. 30: 165-168.
12. Sundararaj GD, Mani K. Management of Volkmann's Ischaemic Contracture of the Upper Limb. J Hand Surg 1985; 10(3): 401-403.
13. Tsuge K. Management of established Volkmann's contracture. In: Operative Hand Surgery 3rd. Green DP, Churchill Livingstone, 1993.
14. Reill P. Folgezustände nach Kompartiment-Syndrom der oberen Extremität und deren Behandlung. Langenbecks Arch Chir 1982; 358: 233-236.
15. Reill P. Die operative Behandlung von Spätzuständen der ischämischen Kontraktur an der oberen Extremität. Unfallheilkunde 1982; 158: 715-719.
16. Urban J. Dekompresja nerwu pośrodkowego w przykurczu niedokrwiennym Volkmanna. Chir Narz Ruchu Ortop Pol 1999; 64 (6): 609-613.
17. Burton RI. The Hand. Examination and Diagnosis. Am Soc Surg of the Hand Churchill Livingstone, 1983.
18. Ultee J, Hovius SE. Functional results after treatment of Volkmann's ischemic contracture: a long-term followup study. ClinOrthop Relat Res 2005; (431): 42-49.
19. Chicot J. Traumatologie Infantile. Expansion Scientifique Francaise, Paris, 1958.
20. Decoulx P, Razemon K, Vandeveld D. Traitement des sequelles du syndrome Volkmann. Chir Orthop 1972 Mars: 111- 120.
21. Iselin F. La place des desinsetion musculaires dans le traitement des syndromes de Volkmann constitues. Ann Chir 1980; 34(9): 703-706.
22. Egerszegi EP, Zuker RM, Manktelow RT et al. Transfert neurovascularisé du gracilis pour le traitement de la contracture de Volkmann suite a une fracture supracondylienne a l'age pédiatrique. Ann Chir 1991; 45 (9): 803-810.
23. Ercetin O, Akinci M. Free muscle transfer in Volkmann's ischaemic contracture. Ann Chir Main Memb Super 1994; 13 (1): 5-12.
24. Liu XY, Ge BF, Win YM, Jing H. Free medial gastrocnemius myocutaneous flap transfer with neurovascular anastomosis to treat Volkmann's contracture of the forearm. Br J Plast Surg 1992; 45(1): 6-8.
25. Zucker RM, Egerszegi EP, Manktelow RT, McLeod A, Candlish S. Volkmann's ischemic contracture in children: the results of free vascularized muscle transplantation. Microsurgery 1991; 12 (5): 341-345.
26. Seddon H. Volkmann's contracture: treatment by excision of the infarct. J Bone Joint Surg 1956; 38B (1): 152-174.
27. Bochenek A, Reicher M. Anatomia prawidłowa człowieka. PZWL, Warszawa 1989.
28. Nielubowicz J. Układ naczyniowy obwodowy. PZWL, Warszawa, 1970.
29. Nadolski Z. Behavior of the arterial circulation in the limb following surgical treatment of old Volkmann's contracture. Chir Narz Ruch Ortop Pol 1967; 32 (1): 21-25.
30. Ruciński Z. Badania nad stanem ukrwienia kończyny górnej w zależności od miejsca podwiązania tętnicy ramiennej. Praca doktorska. Dys Akad Med we Wrocławiu 1975.
31. Pery MO, Fantini G. Ischemia: Profile of an enemy-reperfusion injury of skeletal muscle. J Vasc Surg 1987; 6: 229-234.
32. Charry R, Charry G. Traitement des sequelles du syndrome de Volkmann. Imprimerie Fournie, Toulouse 1957.
33. Fontaine R, Muller JN, Montorsi W. Diaphysal resection of the forearm in the therapy of inveterate Volkmann's syndrome in children and adults: eight cases. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mat 1953; 39 (1): 120-137.
34. Pavanini G, Volpe A. Diaphysary resection using Colzi's method in the treatment of Volkmann's syndrome. Clin Ortop 1975; 26: 287-292.
35. Brand P, Beach RB, Thompson R. Relative tension and potential excursion of muscles in the forearm and hand. JHSr 1981; 6: 209-218.
36. Brand PW. Operation to restore muscle balance to the hand. Clinical mechanics of the hand. St Louis, CV Mosby, 1988.

Liczba słów/Word count: 5895

Tabele/Tables: 5

Ryciny/Figures: 6

Piśmiennictwo/References: 36

Adres do korespondencji / Address for correspondence

Adam Domanasiewicz

Szpital im. Św. Jadwigi

55-100 Trzebnica, ul. Prusicka 53, tel./fax: (0-71) 312-12-36, e-mail: farell@poczta.onet.pl

Otrzymano / Received

Zaakceptowano / Accepted

22.09.2007 r.

13.01.2008 r.