

MOŻLIWOŚCI I OGRANICZENIA W STOSOWANIU METODY ILIZAROWA W WETERYNARII

STANISŁAW MAZURKIEWICZ*, MACIEJ SIWECKI

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI,
WYDZIAŁ MECHANICZNY, INSTYTUT MECHANIKI STOSOWANEJ,
AL. JANA PAWŁA II 37, 31-864 KRAKÓW

* E-MAIL: STAN@MECH.PK.EDU.PL

Streszczenie

W artykule przedstawiono przegląd zastosowania metody Ilizarowa w leczeniu złamań kości u zwierząt. W krajach takich jak Włochy, Turcja czy Francja metoda ta stosowana była z pozytywnym skutkiem już w latach 80-tych ubiegłego wieku. W zależności od rejonu świata powstawały różne jej modyfikacje. Na kontynencie amerykańskim opracowano liczne warianty stosowane do dziś. W Europie najbardziej znane konstrukcje to: Rhesear Small Bone Fixator, Dynamic External Fixator, External Circular Stabilization. Wykorzystanie metody Ilizarowa w weterynarii wymaga odpowiedniej modyfikacji konstrukcji aparatu.

W Polsce w ostatnim dwudziestoleciu podejmowane były próby zastosowania tej metody u małych zwierząt takich jak psy i koty. W artykule zaprezentowano własną, oryginalną modyfikację aparatu, omówiono technikę jego zakładania, zaprezentowano sposób aplikacji na wyizolowanych kościach oraz na kończynach psa. W zakończeniu zaprezentowano wnioski dotyczące możliwości i ograniczenia zastosowania metody Ilizarowa w weterynarii.

Słowa kluczowe: Ilizarow, weterynaria, stabilizator, modyfikacja

[Inżynieria Biomateriałów 124 (2014) 24-28]

Wprowadzenie

Spośród licznych współczesnych technik i metod stosowanych w operacyjnym leczeniu złamań kończyn długich począwszy od Codwilla (1905), Puttiego (1921), Alana (1933), Andersona (1952), Grucy (lata pięćdziesiąte ubiegłego wieku) oraz Waisa i Kowalskiego, na szczególną uwagę zasługuje metoda Ilizarowa, opisana po raz pierwszy w 1954 roku przez G. Ilizarowa. Zastosowana była ona początkowo do zewnętrznej stabilizacji otwartych złamań kości długich, a w następnych latach – do egalizacji i operacyjnego leczenia licznych, nieraz złożonych przypadków traumatologicznych i korekcyjnych. Zajmuje jednak szczególne miejsce wśród stabilizatorów, dzięki swej unikalnej, wykorzystującej obręcz konstrukcji, pozwalającej na tworzenie wielorakich konfiguracji, adekwatnych do określonych przypadków leczenia – między innymi stawów rzekomych, wrodzonych deformacji itp. W trakcie leczenia tą metodą tworzy się w szczelinie złamania tkanka kostna i proces ten nazywany jest osteogenezą. Aparat charakteryzuje się dużą sztywnością i ogólną stabilnością, co pozwala na poruszanie się pacjenta w trakcie leczenia. Równocześnie uzyskuje się w nim określoną podatność osiową spełniającą wymóg tzw. dynamizacji. Jest to korzystne z uwagi na zachodzący w trakcie leczenia proces funkcjonalnej adaptacji tkanki kostnej do zewnętrznych obciążeń. Obszerny opis metody i zasady jej stosowania przedstawiono w pracy [1].

POSSIBILITIES AND LIMITATIONS OF THE APPLICATION OF THE ILIZAROV METHOD IN VETERINARY MEDICINE

STANISŁAW MAZURKIEWICZ*, MACIEJ SIWECKI

TADEUSZ KOŚCIUSZKO CRACOW UNIVERSITY OF TECHNOLOGY,
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING,
INSTITUTE OF APPLIED MECHANICS,
AL. JANA PAWŁA II 37, 31-864 KRAKÓW

* E-MAIL: STAN@MECH.PK.EDU.PL

Abstract

The article presents a review of the applications of the Ilizarov method in the treatment of animal bone fractures. In such countries as Italy, Turkey and France, this method was successfully applied already in the 1980s. Depending on the world region, various modifications have been created. On the American continent, numerous variants have been elaborated, which have been applied up till now. In Europe, the most popular constructions are: Rhesear Small Bone Fixator, Dynamic External Fixator and External Circular Stabilization. The application of the Ilizarov method in veterinary medicine requires a proper modification of the apparatus construction.

In Poland, attempts at using the method in the cases of small animals, such as dogs and cats, have been made in the last two decades. The articles discusses the own, original modification of the apparatus, describes the technique of its installation and presents the method of application on dissected bones and on the limbs of the dogs. The final section draws the conclusions regarding the possibilities and limitations of the application of the Ilizarov method in veterinary medicine.

Keywords: Ilizarow, veterinary medicine, stabilizer, modification

[Engineering of Biomaterials 124 (2014) 24-28]

Introduction

Among the numerous contemporary techniques and methods applied in the surgical treatment of long bone fractures, such as that of Codwill (1905), Putti (1921), Alan (1933), Anderson (1952), Grucy (the 1950s) as well as Wais and Kowalski, a special attention should be paid to the Ilizarov method, which was described for the first time by G. Ilizarov in 1945. It was initially applied for the external stabilization of open long bone fractures, and in the consecutive years – also for the equalization and surgical treatment of other, often complex, traumatological and correction cases. Yet, the method has a special place among stabilizers, due to its unique circular construction, which allows for the creation of various configurations adequate for the particular treatment cases, such as that of psuedarthrosis, congenital deformations etc. During the treatment with the use of this method, bone tissue is created in the fracture gap, and this process is referred to as osteogenesis. The apparatus is characterized by high rigidity and a general stability, which makes it possible for the patient to move during the treatment. At the same time, it provides specific axial flexibility, which meets the requirement of the, so called, dynamization.

Z upływem kolejnych dziesięcioleci, z uwagi na uzyskiwane korzystne efekty w leczeniu, metoda ta rozpowszechniła się w wielu krajach oraz powstało międzynarodowe stowarzyszenie stosowania tej metody pod nazwą ASAMI (ang. Association for the Study and Application of the Method of Ilizarov and External Fixation).

Materiały i metody

W latach 80-tych ubiegłego stulecia i następnych, w kilku krajach Europy podejmowane były próby wykorzystania tej metody w weterynarii.

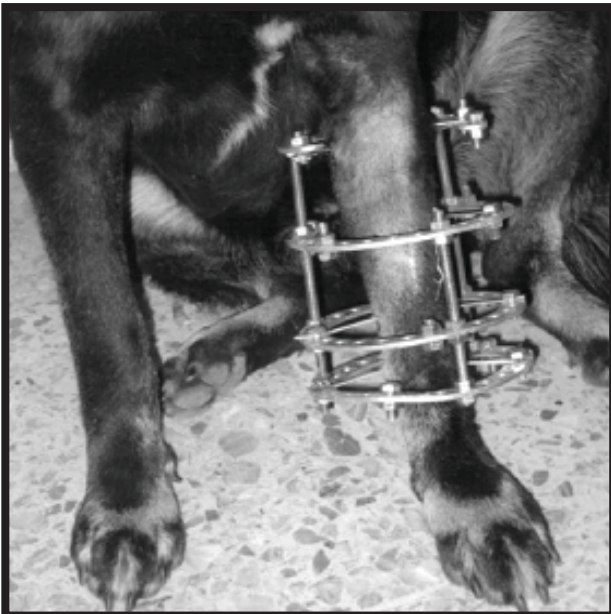
Jednym z pionierów stosowania odpowiednio zmodyfikowanego instrumentarium tej metody we Włoszech był A. Ferretti [2-4], zastępując dotychczas stosowane szynowe stabilizatory lub gips. Leczeniu poddawane były psy i koty, które jak podaje autor – „wykazywały dużą tolerancję na założony aparat”. Autor stosował zminiaturyzowane elementy typowego zestawu takie jak pierścienie, pręty i śruby, o wymiarach zmniejszonych w stosunku do aparatów używanych w medycynie ludzkiej. Zabiegi dotyczyły m.in. dolnych odcinków kości, kości łokciowej, tułowia, piszczeli i innych. Jak podaje autor, czasy leczenia (założonego aparatu) wynosiły 35÷45 dni, a w szczególnych przypadkach dochodziły do 60 dni. Wyniki były bardzo dobre lub zadawalające.

Unikalną aplikacją metody było zastosowanie aparatu do przypadku dwuletniego konia (o wadze ponad 300 kg) leczonego w obrębie stawu śródrečno-palczkowego.

W pracy [5] znajdujemy liczne przykłady, odpowiednio zmodyfikowanych aparatów dostosowanych do gabarytów leczonych zwierząt, jak: psów, kotów, a nawet konia i sowy. Leczenie dotyczyło między innymi złamań z przemieszczeniem kości, miednicy, kręgosłupa, pseudoartrozy.

W następnych latach we Francji Y. Latte z zespołem [6] oraz J.P. Farese [7] kontynuowali z powodzeniem wykorzystanie zmodyfikowanego aparatu głównie do małych zwierząt jak psy i koty.

W pracy [8] przedstawiono szczegółową procedurę przedoperacyjną, planowanie, aplikację i postępowanie pooperacyjne. RYS. 1 przedstawia zastosowanie aparatu Ilizarowa na kończynie piersiowej u psa.



RYS. 1. Aparat Ilizarowa zastosowany przy leczeniu kończyny piersiowej u psa [8].
FIG. 1. Ilizarov apparatus in a dog's forelimb treatment [8].

This is beneficial for the process of functional adaptation of the bone tissue to external loads which takes place during the treatment. An extensive description of this method and rules of its application was presented in [1].

In the course of the following decades, due to the positive effects achieved in the treatment, the method became popular in many other countries, followed by the creation of an international association, called ASAMI (Association for the Study and Application of the Method of Ilizarov and External Fixation).

Materials and methods

In the 1980s as well the following years, in several European countries, attempts were made at the application of the method in veterinary medicine.

One of the pioneers of the application of the properly modified instrumentarium of this method in Italy was A. Ferretti [2-4] who replaced the rail stabilizers and plaster which had been used so far. The treatment was applied to dogs and cats, which – as the author states – „demonstrated a high tolerance for the assembled apparatus”. The author used miniaturized elements of the typical set, such as rings, rods and bolts, whose sizes were reduced with regards to the apparatuses used in human medicine. The surgical procedures involved the lower bone sections - elbow bones, trunk bones, tibiae and others. According to the author, the time of the treatment (with the applied apparatus) equalled 35÷45 days, and in special cases, it reached 60 days. The results were very good and promising.

A unique application of the method was the case of a two-year old horse (weight over 300 kg) treated for metacarpophalangea.

In [5], we can find numerous examples of apparatus modified according to the sizes of the treated animals, such as dogs, cats and even a horse and an owl. The treatment concerned fractures and displaced fracture of pelvis bones, spinal bones, pseudoarthrosis.

In the following years, in France, Y. Latte et al. [6] and J.P. Farese [7] successfully continued the use of the modified apparatus mainly in the case of small animals, such as dogs and cats.

Work [8] presents the detailed pre-operational procedure, the planning stage, the application and the post-operational steps. FIG. 1 shows a forelimb of a dog with the installed Ilizarov apparatus.

Experiments of Ilizarov apparatus applications in Polish veterinary medicine

In the 1990s, in Poland, attempts were made at the treatment of small animals with the use of the method. T. Szponder from the University of Life Sciences in Lublin presented the results of the treatment of open fractures in dogs with the particular selection of the Ilizarov method [9,10].

The advantage of the method turned out to be the option of achieving good bone adhesion, correction of bone deformations, pseudoarthrosis as well as fixation of bone fragments, with a minimal limitation of the mobility of the neighbouring joints. According to the author, the results turned out to be highly satisfying.

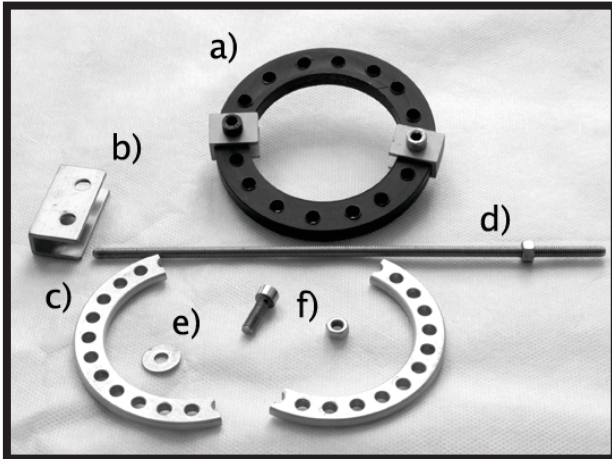
In the 1990s, M. Krzemiński successfully performed an orthopaedic operation on a dog involving the treatment of pseudoarthrosis of a shinbone [11].

Doświadczenia w stosowaniu aparatu Ilizarowa w weterynarii w Polsce

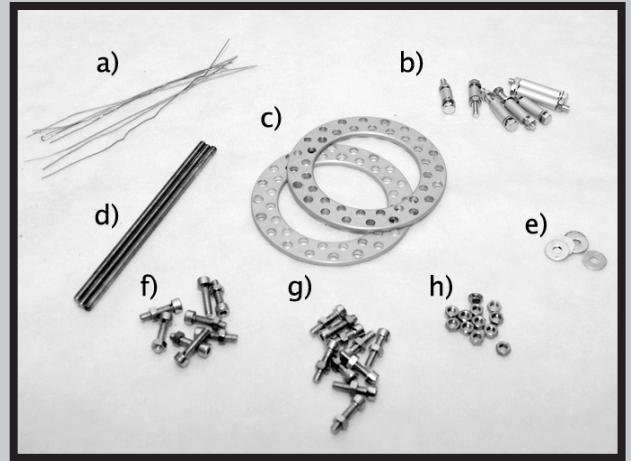
W latach 90-tych ubiegłego wieku podejmowane były w Polsce próby leczenia tą metodą małych zwierząt. T. Szponder z Akademii Rolniczej w Lublinie przedstawił wyniki stosowania metody Ilizarowa w leczeniu złamań otwartych u psów stosując ją jako metodę z wyboru [9,10]. Jej zaletą okazała się możliwość uzyskania dobrego zrostu kostnego, korekcji deformacji kości, stawów rzekomych oraz unieruchamiania odłamów kostnych, przy minimalnym ograniczeniu ruchomości sąsiednich stawów. Jak stwierdza autor wyniki okazały się bardzo zadawalające. M. Krzeмиński wykonał w latach 90-tych z pozytywnym rezultatem operację ortopedyczną psa polegającą na leczeniu stawu rzekomego kości podudzia [11].



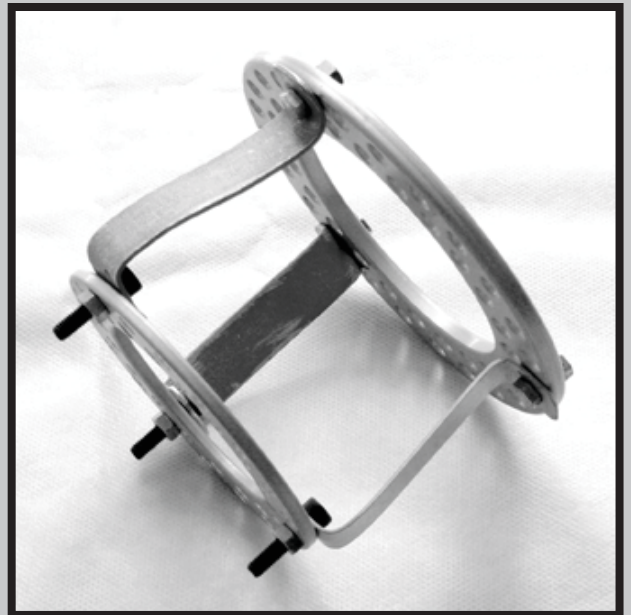
RYS. 2. Zdjęcie kondora podczas korekcji osi kończyny za pomocą aparatu Ilizarowa.
FIG. 2. Photograph of a condor during the correction of the limb axis with the use of the Ilizarov apparatus.



RYS. 3. a) dwa półpierścienie z materiału kompozytowego połączone łącznikami w pierścień; b) element dwuotworowy łączący półpierścienie; c) półpierścień aluminiowy; d) łączniki 200 mm z nakrętką; e) podkładka dystansowa; f) śruba M5 z gniazdem na klucz imbusowy.
FIG. 3. a) two half rings made of composite material joined with connectors and forming a ring; b) two-aperture element connecting the half rings; c) aluminium half ring; d) 200 mm connectors with a nut; e) distance pad; f) M5 allen bolt.



RYS. 4. Elementy aparatu Ilizarowa wykorzystywane w próbach na kończynach psa: a) wszczepy kostne; b) przedłużki (dystanse); c) pierścienie; d) łączniki – pręty gwintowane $\varnothing 5$; e) podkładki; f) śruby z nawierconym otworem pod łbem; g) śruby z nacięciem pod łbem; h) nakrętki M5.
FIG. 4. Ilizarov apparatus elements used on dog's limbs tests: a) bone implants; b) extensions; c) rings; d) connectors – screwed rods $\varnothing 5$; e) pads; f) bolts with a drilled aperture under the head; g) bolts with an indentation under the head; h) nuts M5.



RYS. 5. Połączone dwa pierścienie aparatu za pomocą prostej modyfikacji Cattaneo Catagni.
FIG. 5. Two apparatus rings joined by a simple modification Cattaneo Catagni.

Pewnym ewenementem w zastosowaniu aparatu w weterynarii było jego użycie w leczeniu wrodzonej wady kondora z ogrodu zoologicznego dokonanej przez zespół pod kierownictwem A. Ziętka z Akademii Medycznej w Gdańsku (RYS. 2).

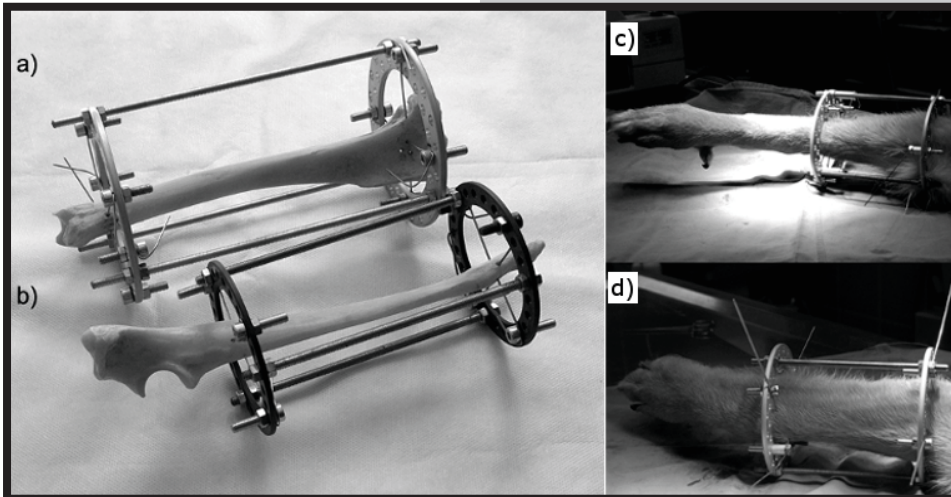
Podążając za powyższymi pionierskimi poczynaniami podjęto w latach 2011+2012 w Katedrze Mechaniki Doświadczalnej i Biomechaniki Politechniki Krakowskiej prace studialne nad modernizacją i aplikacją aparatu Ilizarowa *in vitro* u psa. Modernizacja aparatu polegała na zminiaturyzowaniu, odpowiednio do wielkości pacjenta (30 kg owczarek niemiecki) wymiarów elementów aparatu oraz zmniejszeniu jego masy poprzez zastosowanie lżejszych materiałów kompozytowych. Na RYS. 3 przedstawiono półpierścienie i łączniki zaś na RYS. 4 inne elementy zminiaturyzowane stosownie do wymiarów małych zwierząt. W trakcie prac laboratoryjnych dokonano racjonalizacji instrumentarium oraz procedury zakładania aparatu stosownie do odmiennej anatomii zwierząt. RYS. 5 przedstawia oryginalną konstrukcję zestawu dwóch pierścieni o różnych średnicach, używanego w przypadku kości udowej kończyny miednicznej psa. Zakres badań laboratoryjnych obejmował montaż aparatu na wyizolowanych kościach piszczelowej i łokciowej, a także na przedniej i tylnej kończynie martwego psa. Dwa przykłady założonych aparatów na kończynie miednicznej i piersiowej owczarka niemieckiego przedstawia RYS. 6.

Szczegóły przeprowadzonego eksperymentu zaprezentowano w 2013 roku na Majówce Młodych Biomechaników w Szczyrku [12].

A special case of the apparatus application in veterinary medicine was the case of the treatment of a congenital anomaly of a zoo park condor, performed by the team of A. Ziętek from the Medical University of Gdańsk (FIG. 2).

Following the above pioneer undertakings, in 2011+2012, at the Department of Experimental Mechanics and Biomechanics of the Cracow University of Technology, works were initiated on the modernization and *in vitro* application of the Ilizarov apparatus in the case of a dog. The apparatus modernization consisted in the appropriate minimization of its elements according to the size of the patient (30 kg German Shepherd) and a reduction of its weight by way of using lighter composite materials. FIG. 3 shows the half rings and the connectors, whereas FIG. 4 presents the other elements miniaturized according to the sizes of small animals. During the laboratory tests, rationalization of the instrumentarium was performed, as well as the procedure of installation according to the different animal anatomies. FIG. 5 shows the original construction of a set of two rings of different diameters used in the case of a dog's femur hind leg. The laboratory tests included the application of the apparatus on a dog's dissected bones (tibia bone and elbow bone) and on the limbs of the dog. Two examples of the apparatus were installed on a pelvis bone and breastbone of a German shepherd dog are presented in FIG. 6.

The details of the performed experiment were presented at the May Day Picnic of Young Biochemists in Szczyrk, in 2013 [12].



RYS. 6. Aparaty Ilizarowa założone na: a) kości piszczelowej; b) kości łokciowej; c) kończynie miednicznej; d) kończynie piersiowej.
 FIG. 6. Ilizarov apparatus models on: a) a tibia bone; b) an elbow bone; c) a pelvis bone; d) a breastbone.

Wyniki i dyskusja

Przeprowadzone badania potwierdziły możliwości aplikacji aparatu w weterynarii. Zmodyfikowana konstrukcja spełniła oczekiwane wymagania. Z uwagi na znaczną rozpiętość wielkości leczonych zwierząt (od małych psów i kotów do koni i bydła) wymagana będzie poszerzona skala typoszeregu aparatu uzupełniona badaniami wytrzymałościowymi elementów nośnych konstrukcji. Celowym będzie również w przypadku małych zwierząt zastosowanie jeszcze lżejszych materiałów kompozytowych.

W szerszym stosowaniu tej metody w weterynarii cełowym również będzie podobnie jak w przypadku zastosowań klinicznych u ludzi – organizowanie kursów szkoleniowych dla lekarzy weterynarii.

Results and Discussion

The performed tests confirmed the potential of the apparatus in the field of veterinary medicine. The modified construction met the expected requirements. Due to the significant range of the animals sizes (from small dogs and cats to horses and a bull), it will be necessary to expand the scale of the series of types of the apparatus, which should be supplemented by strength tests of the construction bearing elements. It will be advisable to apply even lighter composite materials in the case of small animals.

In a broader application range in veterinary medicine, organization of training courses for veterinary doctors will be worth considering, similarly to the cases of clinical applications in humans.

Z dokonanego przeglądu doniesień o stosowaniu metody Ilizarowa w przypadkach traumatologicznych i terapeutycznych u zwierząt wynika, iż była i jest ona stosowana za granicą. W Polsce podejmowane są nieliczne próby jej wykorzystania, co nie stawia nas w czołówce krajów w tym zakresie. Stosowanie tej metody w weterynarii wymaga modyfikacji konstrukcji oraz metodyki zakładania aparatu, jak również poszukiwanie nowych, lżejszych materiałów.

Z doniesień literaturowych wynika jednoznacznie duża przydatność tej metody oraz jej skuteczność w leczeniu skomplikowanych złamań otwartych, a w przypadku leczenia stawów rzekomych stabilizator ten jest nierzadko metodą z wyboru.

Czynnikami ograniczającymi jej powszechne stosowanie jest być może stosunkowo duża pracochłonność, wymagane wysokie kwalifikacje operatora oraz relatywnie wysoka cena aparatu [9,10].

Osobnym zagadnieniem jest wykorzystanie tej metody do zwierząt dużych, jak koń czy krowa. Doniesienia literaturowe na ten temat są nieliczne. Z pewnością wymagać to będzie odniesienia się do zagadnień wytrzymałości, nośności i sztywności przy modernizacji typowego aparatu, jak również trudnych do przewidzenia procedur przedoperacyjnych, jak i samej operacji i postępowania pooperacyjnych.

Podziękowania

Autorzy pragną podziękować lek. wet. J. Bakowskiemu z lecznicy weterynaryjnej Amavet w Krakowie za zyciwe i cenne uwagi oraz pomoc przy realizacji badań.

Conclusions

From the performed review of the reports on the applications of the Ilizarov method in traumatological and therapeutical animal cases, it can be concluded that it is and has been applied abroad. In Poland, only few attempts of the Ilizarov method have been reported. Application of this method in veterinary medicine requires a modification of the construction and methodology of the apparatus installation, as well as the development of new lighter materials.

From the reports and the literature, we can conclude that this method is highly useful and effective in the treatment of complicated open fractures, and in the case of pseudoarthritis treatment, the use of the stabilizer is often recommended.

The factors limiting its common application are perhaps the relatively high labour consumption, the required high operator's qualifications and the relatively high price of the apparatus [9,10].

Another aspect is the application of the method in the case of larger animals, such as a horse or a cow. The literature reports concerning this issue are but few. It will certainly be necessary to refer to the aspects of strength, load capacity and rigidity when modernizing the typical apparatus, as well as to the, hard to predict, pre-operational procedures, the surgery itself and the post-operational steps.

Acknowledgements

The authors would like to thank the Veterinary Surgeon J. Bakowski, from the Amavet Veterinary Clinic in Kraków, for the kind and valuable advice and assistance in the implementation of the research.

Piśmiennictwo

- [1] Tęsiorowski M., Zarzycka M.: Podstawowe zasady wydłużania kończyn. Wydawnictwo Kasper, Kraków, 1998.
- [2] Ferretti A.: Il metodo di Ilizarov in ortopedia e traumatologia del cane e del gatto, "In Atti del 5th Incontro di Aggiornamento Permanente dei Veterinari per Animali da Compagnia, St. Vincente 27/28 Febbraio – 1", marzo 1987, 216-219.
- [3] Ferretti A.: Ilizarov method in orthopedics and traumatology at the dog and cat. Proceeding of XIII World Congress of the World Small Animal Veterinary Association", Barcelona, October 6-9 1988, 479-484.
- [4] Ferretti A., Faranda C., Monalli M.: Il metodo di Ilizarov: Un nuovo tratto mento delle deviazione e della dismetria del radio e ulna. Veterinaria Italiana Journal (1987) 57-60.
- [5] Russian Scientific Center of Restorative Traumatology and Orthopaedics; Transosseous osteosynthesis in animal, treatment – www.ilizarov in animals – e.htm
- [6] Latte Y.: Application de la méthode d'Ilizarov en chirurgie orthopédique vétérinaire. Prat. Méd. Chir. Anim. Comp. 29 (1994) 545-570.

References

- [7] Farese J.P., Lewis D.D., Cross A.R., Collins K.E., Anderson G.M., Halling K.B.: Use of IMEX SK-circular external fixator hybrid constructs for fracture stabilization in dogs and cats. J Am Anim Hosp Assoc 38 (2002) 279-289.
- [8] Bilgili H.: Circular External Fixation System of Ilizarov. Veteriner Cerrahi Degrisi 10 (1-2) (2004) 75-89.
- [9] Szponder T., Silmanowicz P.: Zastosowanie stabilizatora Ilizarowa u małych zwierząt. Życie Wet. 8 (1998) 307-330.
- [10] Szponder T.: Leczenie złamań otwartych kości przedramienia podudzia u małych zwierząt przy użyciu stabilizatora okrężnego Ilizarowa. Magazyn Weterynaryjny 10 (2001) 61.
- [11] Zadura P., Krzemiński M.: Zastosowanie metody Ilizarowa w leczeniu złamań kości podudzia powikłanego stawu rzekomego psa. Med. Wet. 54, 3 (1998) 201-209.
- [12] Siwecki M., Mazurkiewicz S.: Zastosowanie aparatu Ilizarowa w leczeniu małych zwierząt, mat. Majówki Młodych Biomechaników, Szczyrk 2013, Politechnika Śląska w Gliwicach